

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN
TE AMSTERDAM

PROCEEDINGS OF THE
SECTION OF SCIENCES

VOLUME XXXVI
(Nos. 6—10)

PUBLISHED BY
N.V. NOORD-HOLLANDSCHE UITGEVERSMAATSCHAPPIJ,
AMSTERDAM, 1933

INDEX

Anatomy.

- C. U. ARIËNS KAPPERS: "The Forebrain Arteries in Plagiostomes, Reptiles, Bird and Monotremes". p. 52.
- C. U. ARIËNS KAPPERS: "The anthropological features of Armenian and Assyrian (Aissori) women". p. 299.
- C. U. ARIËNS KAPPERS: "The fissuration on the frontal lobe of *Sinanthropus pekinensis* Black, compared with the fissuration in Neanderthalmen". p. 802.
- EUGEN FREY (Zürich): "Über die basale Opticuswurzel und die caudalen Verbindungen der Commissura transversa Gudden der Reptilien". p. 217.
- EUGEN FREY (Zürich): "Über die basale Opticuswurzel und die caudalen Verbindungen der Commissura transversa Gudden der Vögel". p. 351.
- J. P. KLEIWEG DE ZWAAN: "Das Jochbein der Papuas". p. 127.
- J. P. KLEIWEG DE ZWAAN: "Das Tränenbein der Papuas von Niederländisch-Neuguinea, verglichen mit demjenigen der Holländer". p. 901.
- A. RUBINO (Hongkong): "The Arterial Supply of the Cerebral Cortex in a Chinese Brain". p. 694.
- JOSEPH L. SHELLSHEAR (Hongkong): "The Arterial Supply of the Cerebral Cortex". p. 700.
- ADRIANA G. VORSTMAN: "The Septa in the Ventricle of the Heart of *Varanus komodoensis*". p. 911.

Anthropology.

- EUG. DUBOIS: "The seeming and the real cephalization of the Australian aborigine". p. 2.
- FLORIS HERS, M. A. VAN HERWERDEN and TH. J. BOELE—NYLAND: "Bloodgroup Investigation in the "Hoeksche Waard". p. 849.

Astronomy.

- E. HERTZSPRUNG: "On the Collaboration between the Observatories of Johannesburg and Leiden concerning photographic Measures of Double Stars". p. 769.
- A. VAN MAANEN: "Distribution of the nearer stars and the masses of the visual binaries". p. 870.
- A. A. NIJLAND: "Mittlere Lichtkurven von langperiodischen Veränderlichen". XII. V 29 = TU Cygni". p. 174.
- A. A. NIJLAND: "Mittlere Lichtkurven von langperiodischen Veränderlichen". XIII. R. Arietis. p. 399.
- A. A. NIJLAND: "Mittlere Lichtkurven von langperiodischen Veränderlichen". XIV. R. Aurigae. p. 470.
- A. A. NIJLAND: "Mittlere Lichtkurven von langperiodischen Veränderlichen". XV. W. Andromedae. p. 772.
- A. A. NIJLAND: "Mittlere Lichtkurven von langperiodischen Veränderlichen". XVI. T. Camelopardalis. p. 835.

Biology.

- S. MAHDIHASSAN : (From the Zoological Institute, GIESSEN. Direktor Prof. W. J. SCHMIDT.) "Sex-ratio variability and the problems of reproduction among lac-insects". p. 343.

Botany.

- A. H. BLAAUW : "Temperatuur en Tijd van den Bloemaanleg bij Bol-Irissen" (Mit Zusammenfassung). p. 644.

- H. P. BOTTELIER : "Über den Einfluss des Lichtes auf die Protoplasmaströmung von Avena". p. 790.

- M. J. DIJKMAN : "A Quantative Analysis of the Geotropical Curvature in Dicotyledons". p. 749.

- K. GRIFFIOEN : "A study of the dark colored Duramen of Ebony", p. 897.

- ANNIE M. HARTSEMA en IDA LUYTEN : "De invloed van lage temperaturen op het snelle strekken en bloeien van Convallaria majalis". I. (Mit Zusammenfassung.) p. 120.

- ANNIE M. HARTSEMA en IDA LUYTEN : "De invloed van lage temperaturen op het snelle strekken en bloeien van Convallaria majalis". II. (Mit Zusammenfassung.) p. 210.

- A. N. J. HEYN : "X Ray Investigations of the Cellulose in the Wall of Young Epidermis Cells", p. 560.

- H. G. VAN DER WEY : "On the occurrence of growth substance in marine algae". p. 759.

- H. G. VAN DER WEY : "Über Wuchsstoff bei Elaeagnus angustifolius". p. 760.

Chemistry.

- E. H. BUCHNER and H. E. STEUTEL : "The osmotic pressure and the viscosity of nitrocellulose solutions". p. 671.

- E. GORTER and J. VAN ORMONDT : "The spreading of insulin and of zein", p. 922.

- F. M. JAEGER, E. ROSENBOHM and W. A. VEENSTRA : "The exact Measurement of Specific Heats at Higher Temperatures". XI. On the variability of the Specific Heats of Fused and Solidified Silver under different Circumstances". p. 291.

- F. M. JAEGER and J. BEINTEMA : "The Crystalstructure of Cesium-, Thallium- and Rubidium-Perrhenates". p. 523.

- F. M. JAEGER and J. E. ZANSTRA : "The Allotropism of Beryllium". p. 636.

- F. M. JAEGER and E. ROSENBOHM : "The Exact Measurement of the Specific Heats of Metals at Higher Temperatures". XII. The Specific Heat of metallic Rhenium". p. 786.

- F. A. H. SCHREINEMAKERS and C. L. DE VRIES : "On absorption and osmosis", p. 180.

- F. A. H. SCHREINEMAKERS : "Osmotic systems in which non-diffusing substances may occur also". IV. p. 285.

- F. A. H. SCHREINEMAKERS and C. L. DE VRIES : „On absorption and osmosis". II. p. 406.

- F. A. H. SCHREINEMAKERS : "Stationary, checked and other states of osmotic systems". I. p. 516.

- F. A. H. SCHREINEMAKERS and H. H. SCHREINEMACHERS : "Osmosis in systems consisting of water and tartaric acid and containing three liquids, separated by two membranes". II. p. 629.

- F. A. H. SCHREINEMAKERS : "Stationary, checked and other states of osmotic systems". II. p. 717.
- F. A. H. SCHREINEMAKERS : "Stationary, checked and other states of osmotic systems". III. p. 779.
- A. G. VAN VEEN and W. K. MERTENS : "On the isolation of a toxic bacterial pigment". (Provisional communication.) p. 666.
- P. E. VERKADE and J. COOPS Jr. : "Alternations in the Properties of n. Monoalkylmalonic Acids. Some Remarks on Malkin's Views concerning the Alternation Phenomena". p. 76.
- P. E. VERKADE und J. VAN DER LEE : "Untersuchungen über den Fettstoffwechsel". II. p. 314.
- P. E. VERKADE und J. VAN DER LEE : "Untersuchungen über den Fettstoffwechsel". III. p. 876.
- E. J. W. VERWEY : "The Double Layer of the Silveriodide-Sol". p. 225.
- Embryologie.**
- M. W. WOERDEMAN : "Über den Glykogenstoffwechsel des Organisationszentrums in der Amphibiengastraula". p. 189.
- M. W. WOERDEMAN : "Über den Glykogenstoffwechsel tierischer "Organisatoren"". p. 423.
- M. W. WOERDEMAN : "Embryonale Induktion durch Geschwulstgewebe". p. 477.
- M. W. WOERDEMAN : "Über die chemischen Prozesse bei der embryonalen Induktion". p. 842.
- CHR. P. RAVEN : "Experimentelle Untersuchungen über den Glykogenstoffwechsel des Organisationszentrums in der Amphibiengastraula". (I.) p. 566.
- Genetics.**
- J. F. VAN BEMMELEN : "The Parentela JOANNES DE FREMERY 17 × 34 MARIA CORNELIA DE FREMERY, a case of marriage between first cousins". p. 528.
- Geodesy.**
- J. M. TIENSTRA : "Nets of Triangles Consisting of Points with Circular Error-Curves". p. 656.
- Geology.**
- A. H. BANTING : "Sur le Pli-nappe de Lujar-Gador (Cordillères Bétiques)". p. 98.
- R. W. VAN BEMMELEN : "Das Kräfteproblem in der Tektonik". p. 197.
- R. W. VAN BEMMELEN : "On the geophysical foundations of the Undation-theory". p. 337.
- R. W. VAN BEMMELEN : "Die Anwendung der Undationstheorie auf das alpine System in Europa". p. 686.
- R. W. VAN BEMMELEN : "Versuch einer geotektonischen Analyse Südostasiens nach der Undationstheorie". p. 730.
- R. W. VAN BEMMELEN : "Versuch einer geotektonischen Analyse Australiens und des Südwestpazifik nach der Undationstheorie". p. 740.
- R. W. VAN BEMMELEN : "Die neogene Struktur des Malayischen Archipels nach der Undationstheorie". p. 887.
- W. BEYERINCK : "Die mikropaläontologische Untersuchung äolischer Sedimente und ihre Bedeutung für die Floengeschichte und die Quartairstratigraphie". p. 106.
- W. BEYERINCK : "Erratica des Würm-Glazials in den Niederlanden". p. 115.

- H. A. BROUWER and H. JANSEN : "Structure of the Sierra de Baza and adjacent regions in southern Spain". p. 788.
- B. G. ESCHER : "On the relation between the volcanic activity in the Netherlands East Indies and the belt of negative gravity anomalies discovered by VENING-MEINESZ". p. 677.
- PH. H. KUENEN : "The formation of the atolls in the Toekang Besi-group by subsidence". p. 331.
- R. J. VAN LIER : "The problem of the Tectites". p. 454.
- G. L. SMIT SIBINGA : "The Malay double (triple) orogen". (With 1 map). p. 202.
- G. L. SMIT SIBINGA : "The Malay double (triple) orogen". p. 323.
- G. L. SMIT SIBINGA : "The Malay double (triple) orogen". p. 447.

Histology.

- J. BOEKE : "The autonomic (etheric) nervous system of *Amphioxus lanceolatus*". p. 864.

History of Science.

- P. H. VAN CITTERT : "Het instrumentarium, door VAN SWINDEN bij de invoering van het Metrieke Stelsel gebruikt". II. p. 73.
- P. H. VAN CITTERT : "The "VAN LEEUWENHOEK Microscope" in possession of the University of Utrecht". II. p. 194.

Hydrodynamics.

- J. M. BURGERS : "On the application of statistical mechanics to the theory of turbulent fluid motion". IV. p. 276.
- J. M. BURGERS : "On the application of statistical mechanics to the theory of turbulent fluid motion". V. p. 390.
- J. M. BURGERS : "On the application of statistical mechanics to the theory of turbulent fluid motion". VI. p. 487.
- J. M. BURGERS : "On the application of statistical mechanics to the theory of turbulent fluid motion". VII. p. 620.
- B. G. VAN DER HEGGE ZIJNEN : "Further measurements on the magnitude of the characteristic length (convection path) in the boundary layer along a series of bars" (Grating III). p. 543.

Mathematics.

- W. HUREWICZ (Amsterdam) and B. KNASTER (Warsaw) : "Ein Einbettungssatz über henkelfreie Kontinua". p. 557.
- M. PINL : "Quasimetrik auf totalisotropen Flächen". (Zweite Mitteilung). p. 550.
- D. E. RUTHERFORD : "On the Rational Solution of the matrix Equation $SX = XT$ ". p. 432.
- STEPHAN BERGMANN : "Über eine in der Theorie der Funktionen von zwei komplexen Veränderlichen auftretende unitäre Geometrie". p. 307.
- JAN DE VRIES : "Eine Abbildung der Kugeln des Raumes auf den Strahlenraum". p. 27.
- JAN DE VRIES : "Eine Abbildung der Kreise des Raumes auf die Kreispaare einer Ebene". p. 173.
- E. A. WEISS : "Die projektiven Invarianten von vier Ebenen im R^5 ". p. 74.
- R. WEITZENBÖCK : "Über die Eigenvektoren und Eigenräume einer Matrix". p. 28.
- W. VAN DER WOUDE : "Über eine algebraische Aufgabe bei der Reduktion von ABELschen Integralen auftretend". (Zweite Mitteilung). p. 32.

W. VAN DER WOUDE und J. HAANTJES: "Über das bewegende Achsensystem im affinen Raum; Ableitung der Grundformeln der Flächentheorie". p. 41.

Medicine.

- L. DE KROMME and J. R. DE BRUIÑE GROENEVELDT: "On the occurrence of heterophil antigen and its importance for a specific cancer diagnosis for human beings". p. 463.
 O. SAGER (de Bucarest) et H. DE JONG (d'Amsterdam): "Contribution au problème localisatoire de la catalepsie. (Action de l'injection de bulbocapnine et de mescaline chez des chats dont on a extirpé le cervelet en totalité ou partiellement)". p. 580.
 N. H. SWELLENGREBEL: „Report on a small experimental epidemic of benign tertian malaria started in September 1931 and followed up till January 1933". p. 234.

Microbiology.

- A. J. KLUYVER and J. C. HOOGERHEIDE: "On the influence of mono iodo acetic acid on the respiration and the fermentation of yeasts". p. 596.
 A. J. KLUYVER and J. C. HOOGERHEIDE: "On the presumed suitability of maltose as a respiration substrate for non-maltose fermenting yeasts". p. 605.

Mineralogy.

- J. VERSLUYS and H. L. J. ZERMATTEN: "Reacting for Tungsten in Minerals". p. 868.
 H. L. J. ZERMATTEN: "A Reaction for Beryllium in Minerals and Rocks". p. 899.

Neurology.

- H. HONDELINK (Utrecht) and J. N. PETERSEN (Montreal): "Disturbances of Body Righting Reflexes Following Unilateral Lesions of the Nuclei of Goll and Burdach in Rabbits". p. 584.
 CORNELIA DE LANGE, Amsterdam: "Fieber von 6½ jähriger Dauer bei einem Kinde mit angeborenen Missbildungen des Gehirns und Rückenmarks und angeborenem Tumor medullae". p. 569.
 C. WINKLER: "On fibres, connecting the nucleus olivaris inferior with the homo-lateral tractus centralis tegmenti pontis". p. 13.

Palaeontology.

- EUG. DUBOIS: "The Shape and the Size of the Brain in Sinanthropus and in Pithecanthropus". p. 415.
 F. A. H. W. DE MAREZ OYENS: "On Paralegoceras sundaicum HANIEL and related forms". p. 88.

Physics.

- C. J. BAKKER: "On the influence of electric fields on the absorption spectrum of potassium". p. 589.
 T. L. DE BRUIN: "The spectrum of doubly ionized Argon, A III". p. 724.
 J. CLAY: "The cosmic corpuscular ultra-radiation. V. Ionisation in the Stratosphere and in the highest layers". p. 62.
 H. VAN DIJK, J. MAZUR and W. H. KEESOM: "On an apparatus for rectifying small quantities of liquefied gas, and on the purification of krypton". p. 822.
 A. EINSTEIN und W. MAYER: "Die Diracgleichungen fuer Semivektoren". p. 497.
 A. EINSTEIN und W. MAYER: "Spaltung der natuerlichsten Feldgleichungen fuer Semivektoren in Spinor-Gleichungen vom DIRAC'schen Typus". p. 615.
 P. EHRENFEST: "Phasenumwandlungen im ueblichen und erweiterten Sinn, classifiziert nach den entsprechenden Singularitaeten des thermodynamischen Potentiales". p. 153.

- C. J. GORTER, W. J. DE HAAS and J. VAN DEN HANDEL: „The paramagnetic saturation of potassium chromic alum”. p. 158.
- C. J. GORTER, W. J. DE HAAS and J. VAN DEN HANDEL: “The magnetic behaviour of some chromic compounds at low temperatures”. p. 168.
- W. J. DE HAAS and P. M. VAN ALPHEN: “Change of the resistance of metals in a magnetic field at low temperatures”. p. 253.
- W. J. DE HAAS and P. M. VAN ALPHEN: “Magnetic properties of metals at low temperatures”. p. 263.
- G. HOLST: “Sparks in air of atmospheric pressure”, p. 271.
- W. H. KEESEM: “On the jump in the expansion coefficient of liquid helium in passing the lambda-point.” p. 147.
- W. H. KEESEM, H. VAN DIJK and J. HAANTJES: “Increase of the concentration of H^1H^2 by fractional evaporation and rectification”, p. 248.
- W. H. KEESEM and J. H. C. LISMAN: “The melting-curve of neon to 200 kg/cm²”, p. 378.
- W. H. KEESEM: “On the supraconductivity of aluminium”. p. 381.
- W. H. KEESEM and Miss A. P. KEESEM: “Isopycnals of liquid helium”. I. p. 482.
- W. H. KEESEM and Miss A. P. KEESEM: “Isopycnals of liquid helium”. II. p. 612.
- W. H. KEESEM and J. J. M. VAN SANTEN: “Isothermals of helium at temperatures of 0.20 and 100° C., and pressures from 5.5 to 16.5 atmospheres”. p. 813.
- W. H. KEESEM and G. SCHMIDT: “On the adsorption of neon on glass at liquid hydrogen temperatures”. p. 825.
- W. H. KEESEM and G. SCHMIDT: “Measurements on the adsorption of helium on glass at liquid helium temperatures”. p. 832.
- H. A. KRAMERS: “Propriétés paramagnétiques de cristaux de terres rares. II. p. 17.
- L. S. ORNSTEIN und W. R. VAN WIJK: “Das Entstehen einer kanonischen Gesammtheit”. p. 272.
- L. S. ORNSTEIN and G. O. LANGSTROTH: “The Excitation of Band Systems”. I. p. 384.
- L. S. ORNSTEIN: “The problem of the unit of light”. p. 764.
- E. SEGRÉ and G. C. WICK (Rome): “Series of alkaline atoms in an electric field”, p. 534.
- F. A. VENING MEINESZ: “The Mechanism of Mountain-formation in Geosynclinal Belts”. p. 372.
- J. L. VERHAEGHE (Gent): “Die Intensitätsverhältnisse im Kadmiumspectrum”. (Vorläufige Mitteilung aus dem Physikalischen Institut der Universität, Utrecht). p. 71.
- P. ZEEMAN and J. DE GIER: “Preliminary note on some experiments concerning isotopes of some of the noble gases and hydrogen by means of J. J. THOMSON's mass spectrograph”. p. 609.
- P. ZEEMAN and J. DE GIER: “Second preliminary note on some experiments concerning the isotope of hydrogen”. p. 716.
- M. ZIEGLER: “A direct method for the measurement of low air speeds”. p. 426.

Physiology.

- G. GRIJNS and Miss E. DINGEMANSE: “Diet and reproduction IV. The bipartite nature of vitamin-E”. (A provisional communication), p. 242.
- J. W. LE HEUX und A DE KLEYN: “Über den Einfluss einseitiger Labyrinthstirpation auf die Magen-Darmbewegungen bei Katzen”. (Mitteilung II.) p. 142.

- K. MANSOUR und J. J. MANSOUR—BEK: "Zur Frage der Holzverdauung durch Insektenlarven". p. 795.
- N. POSTMA: "Recherches sur l'allongement du pied de l'escargot (*Helix pomatia L.*) après une contraction en réponse d'un stimulant électrique", (Communication provisoire). p. 360.
- G. VAN RIJNBERK and J. TEN CATE: "Musculo-muscular "story" ("étage") reflexes of dogs whose spinal chord has been cut in several places". p. 653.
- G. STIASNY: "Über *Cassiopea nrdrosia* Ag. + May. aus den australischen Gewässern". p. 913.
- Psychology.**
- M. P. DE BRUYN OUBOTER: "Mengentäuschungen im taktil-kinaesthetischen Gebiet". p. 710.
-

AUTHOR-INDEX

A

- ALPHEN, P. M. VAN. 253, 263.
ARIËNS KAPPERS, C. U. 52, 299, 802.

B

- BAKKER, C. J. 589.
BANTING, A. H. 98.
BEINTEMA, J. 523.
BEMMELLEN, J. F. VAN. 528.
BEMMELLEN, R. W. VAN. 197, 337, 686,
730, 740, 887.
BERGMANN, STEPHAN. 307.
BEYERINCK, W. 106, 115.
BLAAUW, A. H. 644.
BOERE, J. 864.
BOELE—NIJLAND, TH. J. 849.
BOTTELIER, H. P. 790.
BROUWER, H. A. 788.
BRUIN, T. L. DE. 724.
BRUIÑE GROENEVELDT, J. R. DE. 463.
BRUIJN OUBOTER, M. P. DE. 710.
BUCHNER, E. H. 671.
BURGERS, J. M. 276, 390, 487, 620.

C

- CATE, J. TEN. 653.
CITTERT, P. H. VAN. 73, 194.
CLAY, J. 62.
COOPS JR., J. 76.

D

- DINGEMANSE, E. 242.
DUBOIS, EUG. 2, 415.
DIJK, H. VAN. 248, 822.
DIJKMAN, M. J. 749.

E

- EHRENFEST, P. 153.
EINSTEIN, A. 497, 615.
ESCHER, B. G. 677.

F

- FREY, EUGEN. 217, 351.

G

- GIER, J. DE. 609, 715.
GORTER, C. J. 158, 168.
GORTER, E. 922.
GRIFFIOEN, K. 897.
GRIJNS, G. 242.

H

- HAANTJES, J. 41, 248.
HAAS, W. J. DE. 158, 168, 253, 263.
HANDEL, J. VAN DEN. 158, 168.
HARTSEMA, ANNIE, M. 120, 210.
HEGGE ZIJNEN, B. G. VAN DER. 543.
HERS, FLORIS. 849.
HERZSPRUNG, E. 769.
HERWERDEN, M. A. VAN. 849.
HEUX, J. W. LE. 142.
HEYN, A. N. J. 560.
HOLST, G. 271.
HONDELINK, H. 584.
HOOGERHEIDE, J. C. 596, 605.
HUREWICZ, W. 557.

J

- JAEGER, F. M. 291, 523, 636, 786.
JANSEN, H. 788.
JONG, H. DE. 580.

K

- KEESOM, A. P. 482, 612.
KEESOM, W. H. 147, 248, 378, 381, 482,
612, 813, 822, 825, 832.
KLEIWEG DE ZWAAN, J. P. 127, 901.
KLEYN, A. DE. 142.
KLUYVER, A. J. 596, 605.
KNASTER, B. 557.
KRAMERS, H. A. 17.
KROMME, L. DE. 463.
KUENEN, PH. H. 331.

L

- LANGE, CORNELIA DE. 569.
 LANGSTROTH, G. O. 384.
 LEE, J. VAN DER. 314, 876.
 LIER, R. J. VAN. 454.
 LISMAN, J. H. C. 378.
 LUYTEN, IDA. 120, 210.

M

- MAANEN, A. VAN. 870.
 MAHDIHASSAN, S. 343.
 MANSOUR, K. 795.
 MANSOUR—BEK, J. J. 795
 MAREZ OVENS, F. A. H. W. DE. 88.
 MAYER, W. 497, 615.
 MAZUR, J. 822.
 MERTENS, W. K. 666.

N

- NIJLAND, A. A. 174, 470, 772, 835.

O

- ORMOND, J. VAN. 922.
 ORNSTEIN, L. S. 272, 384, 764.

P

- PETERSEN, J. N. 584.
 PINL, M. 550.
 POSTMA, N. 360.

R

- RAVEN, CHR. P. 566.
 ROSENBOHM, E. 291, 786.
 RUBINO, A. 694.
 RUTHERFORD, D. E. 432.
 RIJNBERK, G. VAN. 653.

S

- SAGER, O. 580.
 SANTEN, J. J. M. VAN. 813.
 SCHMIDT, G. 825, 832.

SCHREINEMACHERS, H. H. 629.

SCHREINEMAKERS, F. A. H. 180, 285, 406,
 516, 629, 717, 779.

SEGRÉ, E. 534.

SHELLSHEAR, JOSEPH, L. 700.

SMIT SIBINGA, G. L. 202, 323, 447.

STEUTEL, H. E. 671.

STIASNY, G. 913.

SWELLENGREBEL, N. H. 234.

T

TIENSTRA, J. M. 656.

V

VEEN, A. G. VAN. 666.

VEENSTRA, W. A. 291.

VENING MEINESZ, F. A. 372.

VERHAEGHE, J. L. 71.

VERKADE, P. E. 76, 314, 876.

VERSLUYS, J. 868.

VERWEY, E. J. W. 225.

VORSTMAN, ADRIANA, G. 911.

VRIES, C. L. DE. 180, 406.

VRIES, JAN DE. 27, 173.

W

WEISS, E. A. 74.

WEITZENBÖCK, R. 28.

WEY, H. G. VAN DER. 759, 760.

WICK, G. C. 534.

WINKLER, C. 13.

WOERDEMAN, M. W. 189, 423, 477, 842.

WOUDE, W. VAN DER. 32, 41.

WIJK, W. R. VAN. 272.

Z

ZANSTRA, J. E. 636.

ZEEMAN, P. 609, 716.

ZERMATTEN, H. L. J. 868, 899.

ZIEGLER, M. 426.

CONTENTS

Proceedings No. 6	595
" No. 7	715
" No. 8	763
" No. 9	801
" No. 10	863

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN
TE AMSTERDAM

PROCEEDINGS

VOLUME XXXVI

No. 6

President: J. VAN DER HOEVE
Secretary: B. BROUWER

CONTENTS

- A. J. KLUYVER and J. C. HOOGERHEIDE: "On the influence of mono iodo acetic acid on the respiration and the fermentation of yeasts", p. 596.
A. J. KLUYVER and J. C. HOOGERHEIDE: "On the presumed suitability of maltose as a respiration substrate for non-maltose fermenting yeasts", p. 605.
P. ZEEMAN and J. DE GIER: "Preliminary note on some experiments concerning isotopes of some of the noble gases and hydrogen by means of J. J. THOMSON's mass spec rograph", p. 609. (With one plate).
W. H. KESOM and Miss A. P. KESOM: "Isopycnals of liquid helium", II, p. 612.
A. EINSTEIN und W. MAYER: "Spaltung der natuerlichsten Feldgleichungen fuer Semi-Vektoren in Spinor-Gleichungen vom DIRAC'schen Typus", p. 615.
J. M. BURGERS: "On the application of statistical mechanics to the theory of turbulent fluid motion", VII, p. 620.
F. A. H. SCHREINEMAKERS and H. H. SCHREINEMACHERS: "Osmosis in systems consisting of water and tartaric acid and containing three liquids, separated by two membranes", II, p. 629.
F. M. JAEGER and J. E. ZANSTRA: "The Allotropism of Beryllium", p. 636.
A. H. BLAAUW: "Temperatuur en Tijd van den Bloemaanleg bij Bol-Irissen", p. 644.
G. VAN RIJNBERK and J. TEN CATE: "Musculo-muscular "story" (étage") reflexes of dogs whose spinal chord has been cut in several places", p. 653.
J. M. TIENSTRA: "Nets of Triangles Consisting of Points with Circular Error-Curves". (Communicated by Prof. F. A. VENING MEINESZ), p. 656.
A. G. VAN VEEN and W. K. MERTENS: "On the isolation of a toxic bacterial pigment". (Provisional communication). (Communicated by Prof. P. VAN ROMBURGH), p. 666.
E. H. BUCHNER and H. E. STEUTEL: "The osmotic pressure and the viscosity of nitro-cellulose solutions". (Communicated by Prof. A. F. HOLLEMAN), p. 671.
B. G. ESCHER: "On the relation between the volcanic activity in the Netherlands East Indies and the belt of negative gravity anomalies discovered by VENING MEINESZ". (Communicated by Prof. F. A. VENING MEINESZ), p. 677.
R. W. VAN BEMMELEN: "Die Anwendung der Undationstheorie auf das alpine System in Europa". (Communicated by Prof. G. A. F. MOLENGRAAFF), p. 686.
A. RUBINO: "The Arterial Supply of the Cerebral Cortex in a Chinese Brain". (Communicated by Prof. C. U. ARIËNS KAPPERS), p. 694. (With three plates).

- JOSEPH L. SHELLSHEAR: "The Arterial Supply of the Cerebral Cortex". (Communicated by Prof. C. U. ARIËNS KAPPERS), p. 700. (With one plate).
- M. P. DE BRUYN OUBOTER: "Mengentäuschungen im taktil-kinaesthetischen Gebiet". (Communicated by Prof. B. BROUWER), p. 710.
-
-

Microbiology. — *On the influence of mono iodo acetic acid on the respiration and the fermentation of yeast.* By A. J. KLUYVER and J. C. HOOGERHEIDE.

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

§ 1. Introduction.

According to the insight of many investigators, amongst whom PFLÜGER and PFEFFER may be considered to be the pioneers, the respiration process, in which sugars act as a respiration substrate, is characterized bij an initial anaerobic phase and the oxygen only reacts with products of the anaerobic breakdown of the sugar. This initial phase would then be identical with the initial phase occurring in the completely anaerobic breakdown of the sugar, i.e. in the fermentation process.

Contrary to this unitarian theory many investigators hold that from the chemical point of view respiration and fermentation are quite independent processes. Although they are willing to accept a physiological relation between the two, they reject the idea of a common phase in both.

In recent years this view has gained many fresh supporters chiefly by the important observations of LUNDSGAARD regarding the influence of mono iodo acetic acid on the living cell¹⁾. The experiments of LUNDSGAARD which have been fully corroborated by many other authors leave no doubt that the addition of the said acid in a suitable concentration to the medium of the cells may fully inhibit the fermentation whilst the respiration is maintained at its normal intensity.

At first sight this result seems to be absolutely incompatible with the view that the first phase of respiration is identical with that of fermentation, since in this case the suppression of the anaerobic breakdown of the sugar would also prevent the respiration.

It is especially BOYSEN JENSEN who of late has emphasized this aspect of LUNDSGAARD's work²⁾.

To appreciate fully the weight of this argument it is perhaps not superfluous to remark that the reverse, i. e. the specific prevention of respiration with the preservation of fermentation, had already be attained in several ways a.o. by addition of HCN, CO and NO to the medium of the

¹⁾ E. LUNDSGAARD, Biochem. Zeitschr. **217**, 162, 1930; Ibid. **220**, 1 und 8, 1930; Ibid. **227**, 51, 1930; Ibid. **250**, 61, 1932.

²⁾ P. BOYSEN JENSEN, Biochem. Zeitschr. **236**, 211, 1931.

cells. This fact, however, could easily be explained by assuming that the oxygen which in respiration reacts with the products of the initial anaerobic breakdown of the substrate asks for a special activating apparatus. The destruction or temporary inactivation of the latter would then lead to the mentioned effect.

The same line of argument cannot be very well applied for the explanation of the action of the mono iodo acetic acid, since one would expect that the inhibition of the fermentation will involve also the suppression of the first phase of respiration.

Since at the other hand so many facts point in favour of the unitarian theory of respiration and fermentation, it was the aim of the experiments reported in this communication to make a closer study of the action of mono iodo acetic acid in the hope to find data which allowed to reconcile the observations made with the said theory.

§ 2. Present views regarding the influence of mono iodo acetic acid on respiration and fermentation.

LUNDSGAARD (l. c.) himself has concluded that his experiments have brought decisive evidence that respiration and fermentation are fully independent from the chemical point of view. In proof of this contention the following summary of one of his papers may be cited: ¹⁾

„In der Monojodessigsäurevergiftung verfügen wir über eine Methode, die uns die Trennung des Spaltungs- und des Oxydations-Stoffwechsels ermöglicht, in dem die Monojodessigsäure den ersteren aufzuheben vermag ohne den letzteren nennenswert zu beeinflussen.“

Already in his first paper LUNDSGAARD gives as his opinion that the inhibition of the anoxybiotic breakdown occurs in one of the first steps of the reaction chain. In this connection he points to the fact that in fermentation experiments with poisoned yeast no disappearance of the sugar could be observed. Moreover he states that with poisoned zymase preparations no phosphorylation takes place. YAMASAKI ²⁾ also concludes that the effect of mono iodo acetic acid on the fermentation must be ascribed to its destructive action on the phosphorylating agent.

BARRENSCHEEN and BRAUN ³⁾ derive from the results of their experiments that it is chiefly the more or less complete destruction of the co-enzyme which is responsible for the disappearance of the glycolytic activity of muscle under the influence of the mono iodo acetic acid. This view is rejected by LOHMANN ⁴⁾ since the latter could prove that the weakening effect of mono iodo acetic acid on the lactic acid formation by muscle

¹⁾ E. LUNDSGAARD, Biochem. Zeitschr. 220, 18, 1930.

²⁾ I. YAMASAKI, Biochem. Zeitschr. 228, 123, 1930.

³⁾ H. K. BARRENSCHEEN und K. BRAUN, Biochem. Zeitschr. 232, 165, 1931.

⁴⁾ K. LOHMANN, Biochem. Zeitschr. 236, 444, 1931.

extract was also manifest when hexose biphosphoric ester or methylglyoxal were used as substrates.

However the effect of the poison in the case of the methylglyoxal conversion was much less pronounced than that on the glycolytic activity. For this reason LOHMANN also criticizes the view of DUDLEY¹⁾ who concluded from his experiments that the checking of the glycolysis would be due to the inactivation of the methylglyoxalase. LOHMANN himself thinks it probable that the action of the mono iodo acetic acid is caused by a general weakening of the glycolytic ferment system as a whole.

At the other hand NILSSON, ZEILE and VON EULER²⁾ are inclined to accept the view that the action of mono iodo acetic acid is restricted to a final phase of fermentation not essential to respiration. Their chief argument is rather of an indirect nature and is based on the fact that a clear cut separation of respiration and fermentation in yeast can only be brought about by applying a special concentration of the halogenic acid. They show that somewhat higher concentrations of the acid also affect respiration, which proves that the difference between the two dissimilation processes is not as fundamental as it seems at first sight.

BOYSEN JENSEN³⁾ then proved that no accumulation of any product of anaerobic sugar breakdown in experiments, in which yeast cells had been poisoned by a suitable concentration of mono iodo acetic acid, could be detected. This result may be considered incompatible with the theory of NILSSON and co-workers.

In a study on the autoxidation of thiol compounds BERSIN⁴⁾ made the interesting suggestion that the poisoning of glycolysis in muscle would be due to the removal of the reduced component of the glutathione system by the mono iodo acetic acid.

In a recent paper QUASTEL and WHEATLEY⁵⁾ have given special attention to this point. These authors have indeed shown that mono iodo acetic acid reacts with the physiological thiol compounds cysteine and reduced glutathione. In agreement herewith the addition of the said compounds diminished the toxic action of mono iodo acetic acid on brain tissue. The importance of this observation is now considerably increased by the demonstration that cysteine and glutathione cause a very marked increase in the rate of aerobic fermentation by yeast cells, whilst glutathione has practically no influence on the respiration. QUASTEL concludes that thiol compounds, normally present in the yeast cells, play some controlling part in the relationship between respiration and fermentation.

This conclusion is materially supported by the earlier observations of

¹⁾ H. W. DUDLEY, Biochem. Journ. **25**, 439, 1931.

²⁾ R. NILSSON, K. ZEILE und H. VON EULER, Zeitschr. f. physiol. Chemie **194**, 53, 1931.

³⁾ P. BOYSEN JENSEN, Biochem. Zeitschr. **236**, 211, 1931.

⁴⁾ TH. BERSIN, Biochem. Zeitschr. **248**, 3, 1932.

⁵⁾ J. H. QUASTEL and A. H. M. WHEATLEY, Biochem. Journ. **26**, 2169, 1932.

BUMM and APPEL¹⁾ who clearly showed that glutathione, whilst having no effect on respiration and anaerobic glycolysis by tumour cells, markedly increases the aerobic glycolysis.

With these facts in mind it indeed does not seem excluded that the destruction of reduced glutathione, normally occurring in the living cell, by mono iodo acetic acid plays an important part in the specific toxic action of this acid on fermentation.

§ 3. Hypothesis regarding the nature of the action of mono iodo acetic acid based on the unitarian theory of respiration and fermentation.

As was stated in the introduction many facts point in favour of the view that respiration and fermentation are characterized by the identity of the first steps of their respective reaction chains. Elsewhere one of us (Kl.) has expressed this situation in this way, that fermentation may be considered as a process in which the function of the oxygen in respiration has been taken over by other hydrogen acceptors and inversely that respiration is a fermentation process which has been led in other channels by the intervention of oxygen after activation of this element by WARBURG's respiration ferment²⁾.

This view is materially supported by the results of an analysis of the mechanism of fermentation and respiration, since the most probable representation of this mechanism is that both processes consist of primary reactions which are all of the oxidoreduction type. This result is especially important since it makes acceptable that all these primary reactions occur under the influence of one and the same catalyst of the nature of an oxidoreductase³⁾.

Is there now any possibility to reconcile the behaviour of mono iodo acetic acid with regard to the yeast cell with this unitarian theory?

The facts reported in the foregoing paragraph seem to make this rather difficult. For it is not easy to understand that a poison can suppress fermentation completely without influencing respiration in the least. At first sight one would expect that both processes would be injured approximately to the same degree.

However the definition of respiration as a fermentation process led into new channels by the intervention of the activated oxygen seems to open a possibility for another explanation. For we may conceive that the rate of respiration is determined by the velocity with which oxygen is made available by the ironcontaining activating apparatus. If we then add the supposition that the activated oxygen is always preferent as a hydrogen acceptor in the dehydrogenation of methylglyoxal, it is clear that a decrease

¹⁾ E. BUMM und H. APPEL, Zeitschr. f. physiol. Chemie, **210**, 79, 1932.

²⁾ A. J. KLUYVER, Archiv f. Mikrobiologie **1**, 181, 1930.

³⁾ A. J. KLUYVER, Chemie der Zelle und Gewebe **13**, 134, 1926.

of the rate of anaerobic breakdown of the sugar will only affect respiration at the moment, that the reduction is so large that the demand of the oxygen can no longer be satisfied. From this point of view fermentation under aerobic conditions is only the consequence of the excess of sugar breakdown as compared with the need for dehydrogenation substrate of the respiration process.

We may in this line of thought assume that the action of increasing concentrations of mono iodo acetic acid present in the medium of the yeast cells will lead to an inactivation of an increasing part of the oxidoreduction catalyst. At first this inactivation will only affect the surplus dissimilation, i.e. the aerobic fermentation. A gradual increase of the concentration of the poison will lead at last to a complete suppression of the aerobic fermentation, the respiration maintaining its normal intensity. However as soon as this critical concentration has been surpassed the capacity of the still remaining sugar breakdown will fall below the level that is necessary for the maintenance of the normal respiration rate. In other words respiration too will become affected.

Although in the paper of NILSSON, ZEILE und VON EULER indications are found that the experimental facts are in agreement with this mode of view, it did not seem to be superfluous to reinvestigate this point in more detail, the more so because the Swedish investigators draw quite different conclusions from their experiments.

§ 4. Experiments on the influence of various concentrations of mono iodo acetic acid on respiration and fermentation.

As outlined above it was the aim of the experiments to study the effect of the mono iodo acetic acid in concentrations in the neighbourhood of the critical concentration which just suppresses aerobic fermentation. For this purpose it was essential to study the various factors which influence the toxic action of the acid.

In all these experiments the wellknown manometric method of WARBURG has been applied. For the measurement of the respiration and the aerobic fermentation always two parallel experiments were made in such a way, that in one of these experiments caustic potash was brought in the inner tube of the vessel for the absorption of the carbon dioxide formed. At the same time a third experiment was made in which the air was replaced by an atmosphere of oxygenfree nitrogen to which 5 % of carbon dioxide had been added, in order to saturate the medium with this gas. From this experiment the rate of anaerobic fermentation could be derived.

In all cases a suspension was made of about 400 mgrs baker's yeast in 100 ccm of a 2.5 % phosphate buffer solution to which also 1 gram of glucose and the mono iodo acetic acid in varying quantities were added. A measured quantity of this mixture was brought in the WARBURG appa-

ratus and this was shaken in a waterbath of 30° C for about 20 minutes before readings were made.

The experiment itself lasted for one hour and from the observed changes in pressure the values of respiration (Q_{O_2}), of aerobic fermentation ($Q_{CO_2}^{O_2}$) and of anaerobic fermentation ($Q_{CO_2}^{N_2}$) were calculated in the usual way.

In all cases baker's yeast ("Koningsgist" kindly supplied by the "Nederlandsche Gist- en Spiritusfabriek") has been used. All comparative experiments were made with one and the same sample of yeast, which if necessary was kept in a refrigerator. Special experiments showed that under these conditions the intensity of respiration and fermentation remained practically constant during several days.

Preliminary experiments showed, in agreement with the results of LUNDSGAARD and of EHRENFEST¹), that the toxic action of the mono iodo acetic acid markedly increased with increasing acidity of the medium. It was then decided to carry out the experiments at a $pH = 4.7$, since a separate set of experiments had shown that this acidity was practically optimal for both fermentation and respiration of the variety of yeast employed.

The influence of mono iodo acetic acid in several concentrations varying between $\frac{1}{100,000}$ and $\frac{1}{7000}$ was then studied.

The results of these experiments are given in Table I.

TABLE I.

The effect of increasing concentrations of mono iodo acetic acid on respiration, aerobic and anaerobic fermentation of *Saccharomyces cerevisiae* in a medium with $pH = 4.7$.

Concentration of CH_2ICOOH	Q_{O_2}	$Q_{CO_2}^{N_2}$	$Q_{CO_2}^{O_2}$
0	123.2	279.7	88.1
1 : 100,000	127.2	121.1	68.6
1 : 65,000	120.1	81.6	...
1 : 50,000	122.4	63.9	30.5
1 : 40,000	127.0	0.9	11.8
1 : 30,000	104.9	—	1.6
1 : 20,000	70.8	—	—
1 : 15,000	43.7	—	—
1 : 10,000	27.3	—	—
1 : 7,000	12.0	—	—

¹) E. EHRENFEST, Journ. of Biol. Chem. 97, 1932; Proc. Am. Soc. of Biol. Chem. 26th Ann. Meeting p. LXXVI.

In Fig. 1 a graphical representation of these results is given. In this graph the quantities of sugar consumed in respiration, aerobic and anaerobic fermentation are given. These quantities were calculated from

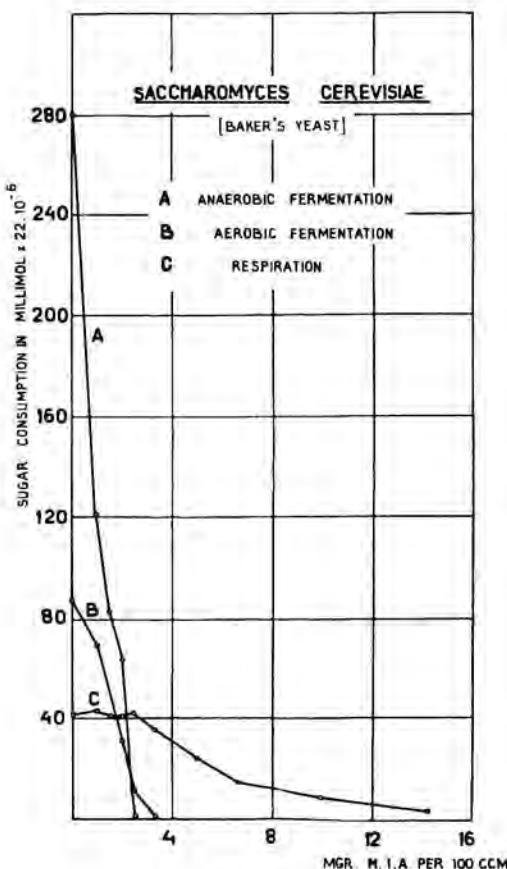


Fig. 1.

the figures for oxygen consumption and carbon dioxide evolution, on the basis of 1 molecule of sugar consuming 6 molecules of O_2 in respiration and one molecule of sugar yielding 2 molecules of carbon dioxide in fermentation.

The figures on the ordinate are of an arbitrary character (100 representing 0.0022 millimol sugar).

When we look upon the graph, we find in the first place a confirmation of LUNDSGAARD's fundamental observation, viz. that on raising the concentration of the mono iodo acetic acid anaerobic fermentation is rather quickly inhibited, whilst at first respiration is maintained at its original level. At a concentration of 2.5 mgr. per 100 ccm (1 : 40.000) anaerobic fermentation is altogether checked, the respiration still remaining constant. As for the aerobic fermentation we see that this process too is quickly inhibited by

increasing concentrations of the poison and at the critical concentration already mentioned its value has practically been reduced to zero. However the remarkable fact presents itself that as soon as this critical concentration of the poison has been surpassed also the intensity of respiration is affected. It is obvious that this result is in excellent agreement with the „surplus-theory“ of aerobic fermentation. As soon as the surplus breakdown of the sugar has practically disappeared and therefore aerobic fermentation has dropped out, a further increase in concentration of the poison should also lower the rate of respiration.

This situation throws a special sidelight on LUNDSGAARD's pronouncement that mono iodo acetic acid offers a specific means of bringing about a clear cut separation between oxybiotic and anoxybiotic metabolism. For it is clear that this behaviour of the yeast cells can be very well explained on the basis of the unitarian theory, viz. by assuming an inactivation of increasing parts of the oxidoreductase by increasing concentrations of the acid, the respiration always being preferent for the conversion of the remaining part of the supply of anaerobic breakdown products.

Against this mode of view the objection can be raised that at the critical concentration of the acid the undiminished intensity of respiration proves that still a fraction of the oxidoreductase is active, so that one would expect that under these conditions also a fraction of the anaerobic fermentation would be maintained. It is however tempting to connect this apparent deviation with the observations of QUASTEL and WHEATLEY that at the one hand mono iodo acetic acid reacts with the reduced form of glutathione and that at the other hand the latter compound is a more or less essential condition for the normal course of the fermentation process. QUASTEL is inclined to ascribe the function of the glutathione to its property to establish a suitable oxidation reduction potential in the cell and we should like to point out in addition that the earlier experiments of BOYLAND¹⁾ give rather conclusive proof that the establishment of such a suitable reduction potential is an essential condition for the fermentation process.

This might well be the cause that at the critical concentration of the acid under anaerobic conditions the still remaining part of the oxidoreductase does not make itself manifest by evolution of fermentation carbon dioxide.

It seemed possible to give a still more convincing demonstration of the correctness of the „surplus-theory“ of aerobic fermentation by using other yeast species in which the intensity of this fermentation was lower. If a yeast species could be found in which under aerobic conditions the fermentation would be completely suppressed, one should expect that any addition of the mono iodo acetic acid large enough to affect the anaerobic fermentation would also diminish at once the rate of respiration. It is obvious that such a demonstration would greatly derogate LUNDSGAARD's postulate of the independence of oxybiotic and anoxybiotic metabolism.

¹⁾ E. BOYLAND, Biochem. Journ. 24, 703, 1930.

It may be stated immediately that until now we did not succeed in finding a yeast species which under the aerobic conditions, as realized in

TABLE II.

The effect of increasing concentrations of mono iodo acetic acid on respiration, aerobic and anaerobic fermentation of *Saccharomyces Marxianus* in a medium with $p_H = 4.7$.

Concentration of CH_2ICOOH	Q_{O_2}	$Q_{\text{CO}_2}^{\text{N}_2}$	$Q_{\text{CO}_2}^{\text{O}_2}$
0	92.3	122.5	9.7
1 : 100.000	74.2	61.5	...
1 : 50.000	68.5	21.7	4.4
1 : 30.000	53.7	10.7	2.9
1 : 20.000	48.4	—	—
1 : 10.000	13.8	—	—

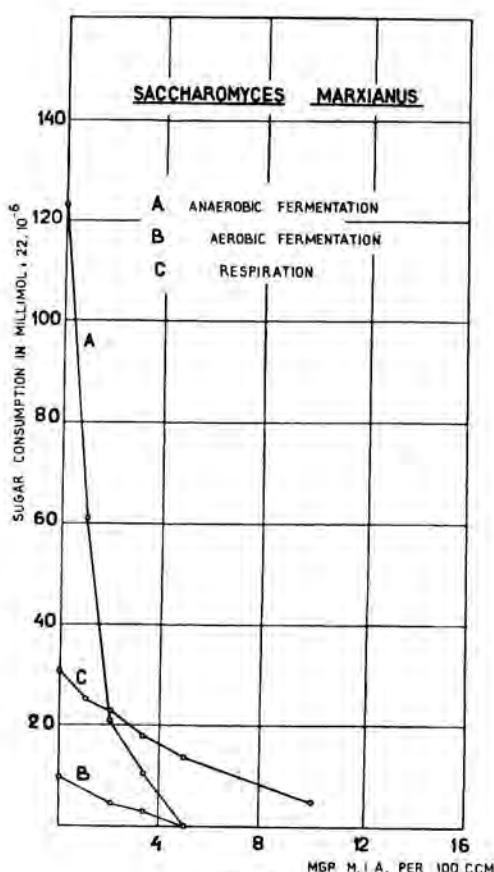


Fig. 2.

the WARBURG apparatus, was fully devoid of aerobic fermentation, whilst showing a good anaerobic fermentation. However in the course of this investigation we met with some species which approximately answered the said requirements viz. in which the aerobic fermentation was very low.

We will give here only the results of the investigation of one of these yeast species: *Saccharomyces Marxianus* Hansen.

The experiments were carried out in exactly the same way as has been described before for the baker's yeast with the understanding that in these cases three days old cultures on yeast extract glucose plates were used.

Table II gives the figures for oxygen consumption and carbon dioxide production by *Saccharomyces Marxianus* expressed in the usual way. (See table II, pag. 604.)

The results are also graphically reproduced in Figure 2 in the same way as has been done before in Figure 1.

As may be derived from Fig. 2 we meet in *Saccharomyces Marxianus* with a yeast with a very low aerobic fermentation. Even very small concentrations of the mono iodo acetic acid will practically reduce the „surplus breakdown" to nihil and therefore it should be expected that in this case respiration will be almost immediately affected. As will be seen from the graph the experimental results are in perfect agreement with this assumption.

It seems to us that the foregoing exposition justifies the conclusion that LUNDSGAARD's discovery of the action of mono iodo acetic acid on yeast cells does not suffice to reject the unitarian theory of respiration and fermentation.

Microbiology. — *On the presumed suitability of maltose as a respiration substrate for non-maltose fermenting yeasts.* By A. J. KLUYVER and J. C. HOOGERHEIDE.

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

In a paper published about two years ago by TRAUTWEIN and WEIGAND¹⁾ a new argument against the unitarian theory of respiration and fermentation was raised. In this paper the authors report about experiments which tend to show that for some yeast species which lacked the ability to ferment the disaccharide maltose this sugar still was a suitable substrate for the respiration process.

It is clear that this demonstration would imply that the chemistry of the maltose respiration proceeds by a direct oxidation of this sugar, since a preliminary hydrolysis of the disaccharide to glucose and a subsequent

¹⁾ K. TRAUTWEIN und K. WEIGAND, Biochem. Zeitschr. 240, 423, 1931.

anaerobic breakdown to the C₃-stage would be incompatible with the lack of ability of the said yeast species to ferment maltose. The evidence given might be considered as a serious objection against the idea that respiration and fermentation have a common introductory phase. It seemed therefore worthwhile to investigate whether the results of TRAUTWEIN and WEIGAND could be corroborated.

A closer study of their paper showed that there was some reason to doubt the correctness of the interpretation of their observations. In the first place our attention was drawn to the fact that the German authors had applied highly concentrated solutions of the respiration substrates. As a matter of fact they had worked with 10 % solutions of the various sugars. Now it had already been shown by MEYERHOF¹⁾ for a *Torula* species that the rate of respiration is highly independent of the concentration of the respiration substrate. MEYERHOF found for instance (c.f. Tabelle VIII) that the respiration value for this yeast was the same in a 0.5 % and in a 5 % glucose medium. We learn from this result that already low concentrations of suitable substrates raise the rate of respiration to its optimal value.

If it could be shown that this effect was of quite general occurrence it might be deemed to be of far reaching importance, also for the problem under consideration. For this would mean that special attention should be given to impurities eventually present in substrates in those cases in which these were applied in high concentrations.

Our first aim was therefore to make a study of the influence of sugar concentration on the rate of respiration.

The technique used was again the manometric method of WARBURG. For particulars regarding the arrangement of the experiments we refer to our preceding paper²⁾. Ordinary baker's yeast was used.

The influence of varying the glucose concentration from 10 % to 0.05 % was studied. The results are given in Table I.

We learn from these results that indeed the rate of respiration is highly independent of the glucose concentration, in so far as only a reduction of the concentration of the sugar below 0.2 % gives a rate which is markedly reduced as compared with that in 10 % sugar. It even should be remarked, that a slight optimum in the rate of respiration is present in the region between 0.5—0.2 % glucose.

With a view to the above, it is obvious that it is not recommendable to study the suitability of some respiration substrate in high concentrations since then the danger, that positive results are due to some impurity possibly present, is markedly increased.

It was decided therefore to study the respiration of some non-maltose fermenting yeasts in media with varying concentrations of glucose and

¹⁾ O. MEYERHOF, Biochem. Zeitschr. 162, 43, 1925.

²⁾ These Proceedings 36, p. 596, 1933.

TABLE I.
The effect of various concentrations of glucose on the respiration of *Saccharomyces cerevisiae* (baker's yeast) in a medium with $p_H = 4.7$.

% glucose	Q_{O_2}
10	107.5
5	109.5
3	108.9
1	107.5
0.5	118.7
0.35	128.5
0.20	115.0
0.10	80.0
0.05	33.7
—	15.0

maltose respectively. For these experiments use was made of pure cultures of *Saccharomyces Marxianus* HANSEN and of *Saccharomyces exiguum* REESS, these being the same species as employed by TRAUTWEIN and WEIGAND.

The results are given in Table 2.

TABLE 2.
The effect of various concentrations of glucose and maltose on the respiration of *Saccharomyces Marxianus* and of *Saccharomyces exiguum*.

	<i>Saccharomyces Marxianus</i>	<i>Saccharomyces exiguum</i>
	Q_{O_2}	Q_{O_2}
Without sugar	29.1	27.0
Glucose 10%	91.9	76.1
Glucose 10%	89.9	67.4
Maltose 10%	50.7	36.2
Maltose 10%	89.4	90.2

These figures give a confirmation of the results of TRAUTWEIN and WEIGAND in so far that indeed the respiration in a 10 % solution of maltose is equal to or even higher than that in a 10 % solution of glucose.

Moreover we learn from these figures that here also the rate of respiration is practically independent of the concentration of the glucose. In contrast herewith, however, the rate of respiration in maltose is markedly decreased by lowering the concentration of this sugar.

This latter result may be considered to be a strong indication that indeed the high rate of respiration in the maltose medium is due to some impurity present in the sugar preparation employed. If this assumption was correct it might be expected that on continuing the respiration experiments for a longer period this impurity would be consumed with a corresponding decrease of the respiration rate.

To test this theory the experiments reported in Table 3 were made.

TABLE 3.

The respiration of *Saccharomyces Marxianus* and of *Saccharomyces exigua* in 10% glucose and in 10% maltose solutions for four successive hours.

Period	<i>Saccharomyces Marxianus</i>		<i>Saccharomyces exigua</i>	
	Q_{O_2}		Q_{O_2}	
	10% glucose	10% maltose	10% glucose	10% maltose
1 st hour	89.9	89.4	67.4	90.2
2 nd ..	93.1	54.6	70.7	83.0
3 rd ..	85.1	24.0	67.7	63.5
4 th ..	91.4	20.6	68.1	27.3

It is obvious that the results reported in Table 3 give an excellent confirmation of the view that the respiration in maltose containing media is due to some impurity. Whilst the rate of respiration in the glucose media remains practically constant during the whole course of the experiment, the respiration in the maltose media shows a continuous decline. In the last hour of the experiment the respiration has fallen down to the same level as in the experiments without sugar (c.f. Table 2). Since the sugar consumption in experiments like these is negligible we may conclude that the yeast cells do not show any increase in respiration even in the presence of high concentrations of maltose.

In all the foregoing experiments a commercial brand of maltose had been used, i.e. a preparation of Merck, as had been also employed by TRAUTWEIN and WEIGAND. It seemed therefore worthwhile to investigate the behaviour of other maltose preparations.

Although a chemical pure maltose of the firm of Pfanstiehl gave a much lower respiration value than the maltose of Merck and some other commercial brands, there was still a clear increase in respiration with all these products as compared with the respiration in the absence of any sugar.

Since the same was found to apply for the fermentation it became

probable that the impurity which was present in small quantities in the maltose preparations would be a fermentable sugar. It was therefore decided to purify the maltose by adding to a 10 % solution a suspension of a glucose — but not maltose — fermenting yeast. As such *Saccharomyces Marxianus* was used. After four hours incubation at 30° C. the yeast cells were separated from the maltose solution by filtration through a Seitz filter. The sterile filtrate was then used for a new series of respiration experiments.

TABLE 4.
Purified maltose against crude maltose as a substrate for the respiration of *Saccharomyces Marxianus* and of *Saccharomyces exiguum*.

	<i>Saccharomyces Marxianus</i>	<i>Saccharomyces exiguum</i>
	Q_{O_2}	Q_{O_2}
Without sugar	29.1	27.0
10% maltose (Merck)	89.4	90.2
10% maltose purified	30.8	36.4

As will be seen from Table 4 the rate of respiration of both species in the purified maltose solution is practically identical with that in the absence of sugar.

We may therefore conclude that pure maltose is unsuitable as a substrate for the respiration of *Saccharomyces Marxianus* and *Saccharomyces exiguum*.

Herewith the arguments given by TRAUTWEIN and WEIGAND in favour of the dualistic theory of respiration and fermentation have been refuted.

Physics. — *Preliminary note on some experiments concerning isotopes of some of the noble gases and hydrogen by means of J. J. THOMSON's mass spectrograph.* By P. ZEEMAN and J. DE GIER.

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

Sir JOSEPH THOMSON's beautiful parabola method, the original method of positive ray analysis depending on the use of parallel magnetic and electric fields has been much refined by ASTON but has still some advantages of its own.

We have built a mass spectrograph according to the original THOMSON pattern with some improvements according to CONRAD¹⁾ and some slight modifications of our own necessitated by our purpose in view: the determination of the different kinds of atoms and molecules in the discharge tube with only short expositions.

¹⁾ R. CONRAD. Phys. Z. S. 31. 888. 1930.

A more detailed description must be reserved for a future communication.

Some photographs were made with the inert gases *He*, *Ne*, and *Ar*. Besides the well known parabolas, rather weak ones were observed for $\frac{m}{e} = 5,23$ and 41. They are probably due to hydrides of the inert gases, according to a suggestion of Sir J. J. THOMSON²⁾ and seconded by ASTON³⁾⁴⁾. We studied these hydrides under various circumstances, and intend to return to the subject.^{4a)}

Prof. KEESOM⁵⁾ was kind enough to supply us with a sample of a mixture of hydrogen isotopes. The sample contained 3% of $H^1 H^2$ molecules. With our rather wide slits a parabola $\frac{m}{e} = 4$ was obtained after a very short time of exposure. A new parabola $\frac{m}{e} = 5$ was observed after an illumination of about 40 minutes. The $\frac{m}{e} = 4$ corresponds to the $(H_2^1 H^2)^+$ ion, the $\frac{m}{e} = 5$ corresponds to a $(H^1 H_2^2)^+$ ion. A parabola $\frac{m}{e} = 6$ is to be expected; it would correspond to a $(H_3^2)^+$ ion, but the probability for the formation of a triatomic hydrogen ion of heavy atoms only, is so small, that we have not to be astonished that a three hours exposition does not show any trace of the $\frac{m}{e} = 6$ parabola.⁶⁾

²⁾ J. J. THOMSON. Proc. Royal Soc. **99**, 90, 1921.

³⁾ F. W. ASTON. Isotopes 1924, pag. 117.

⁴⁾ H. LUKANOW und W. SCHÜTZE. Z. S. f. Phys. **82**, 610, 1933 again pronounce the same idea.

^{4a)} Experiments with mixtures of hydrogen on oxygen with the rare gases prove that there is very probably no isotope of neon of mass 23, and no isotope of argon of mass 41. A second criterion to distinguish between isotopes and hydrides of the same mass is given by the phenomenon of multiple charges. The presence of oxygen increases the appearance of multiply charged ions of the rare gases. Even with potentials of only 16–20 K V, doubly ionised *He*, quadruply ionised *Ne*, and quadruply or quintuply ionised *Ar*, are easily observed. Rare gas hydrides never exhibit these multiply charged states. The hydrogen isotopes give a means of studying the hydrides in another direction.

⁵⁾ W. H. KEESOM, H. VAN DIJK, J. HAANTJES Proc. Amsterdam **36**, 248, 1933, see also the note ¹⁾; in their publication, pag. 252.

⁶⁾ While this paper was in the press Prof. KEESOM kindly supplied us with some 3 cm³ containing at least 10% $H^1 H^2$ molecules. We obtained now the parabola $\frac{m}{e} = 6$ corresponding to the $(H^2 H^2 H^2)^+$ ion with an exposure of less than one hour.

P. ZEEMAN and J. DE GIER: PRELIMINARY NOTE ON SOME EXPERIMENTS
CONCERNING ISOTOPES OF SOME OF THE NOBLE GASES AND HYDROGEN
BY MEANS OF J. J. THOMSON'S MASS SPECTROGRAPH.

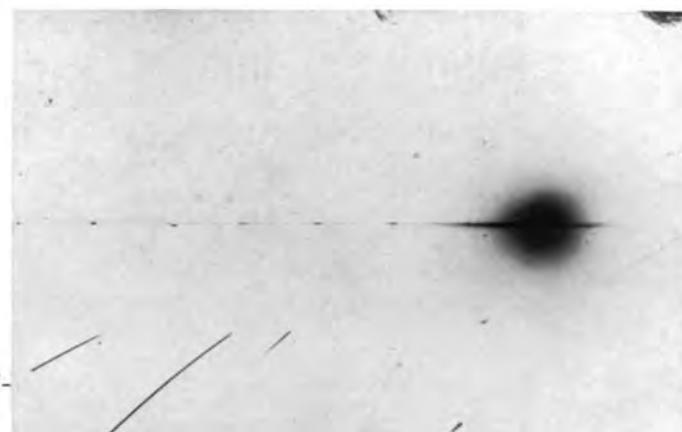


Fig. 1.

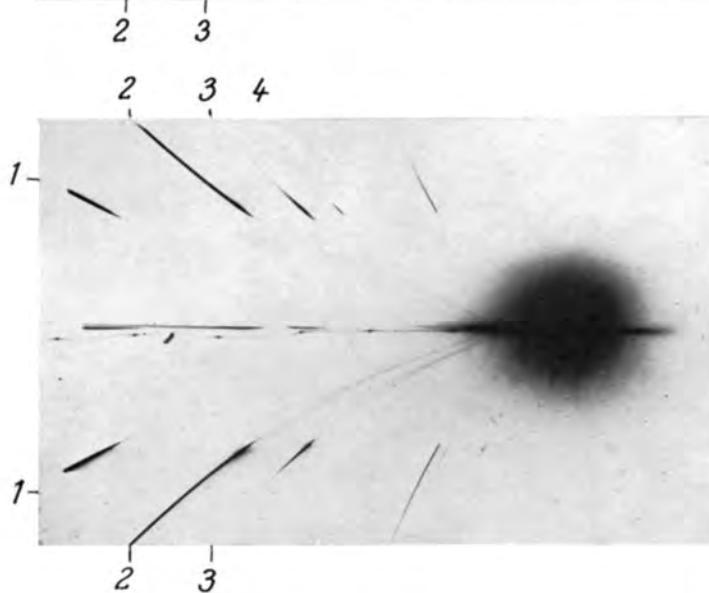


Fig. 2.

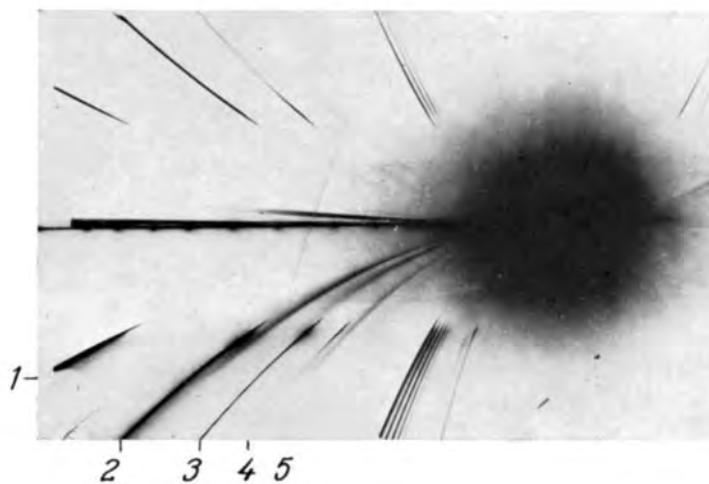
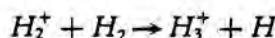


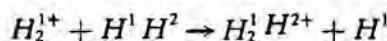
Fig. 3.

The normal triatomic hydrogen ion is produced directly by the process⁷⁾

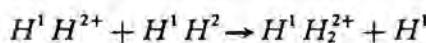


according to the balance of evidence.

If the molecule or ion contains a H atom we may obtain a triatomic ion with $\frac{m}{e} = 4$ ⁸⁾



For an ion with $\frac{m}{e} = 5$ we find the production given by



Hence it follows that high pressure and great current intensity must be favourable for the production of the different triatomic ions. The pressure in the discharge tube must be rather high, because the available tension is low. The current intensity could not be varied independently of the pressure: more intense current demands higher pressure. It therefore turned out that there was no advantage increasing the current intensity as much as possible. The relative abundance might then increase, but the smaller free path length at the same time increases the probability of destruction of the produced ion. The pressure between the fine slits is also increased by leak from the discharge tube. Hence the geometry of the apparatus determines an optimum for pressure and current intensity.⁹⁾ It appeared to be of importance that the tube was held free from oxygen. The "hydrides" of hydrogen apparently are rather easily oxidized. The best way is to wash with hydrogen till the parabolas of the hydrocarbons of the unavoidable greasy vapours do not exhibit prolongations. (If there is no oxygen present, these only rarely indicate double charges). Further impurities appeared then no more confusing.

DESCRIPTION OF PLATE.

Fig. 1. Short exposition with normal hydrogen.

Fig. 2. At the top, hydrogen with admixture of heavy isotope.

At the bottom, ordinary hydrogen (electric field reversed).

Fig. 3. At the top, hydrogen with heavy isotope admixed.

At the bottom, the same with long exposure. (Voltage 17 K. V., current 3 m.A.).

On the original the H_5 line is clearly seen. In the reproduction it is undoubtedly visible as a trace.

⁷⁾ H. D. SMYTH, Rev. of modern Physics 3, 347. 1931.

⁸⁾ K. T. BAINBRIDGE, Phys. Rev. 42, 1. 1932.

⁹⁾ BRASEFIELD, Phys. Rev. 31, 52. 1928.

Physics. — Isopycnals of liquid helium. II. By W. H. KEESEM and Miss A. P. KEESEM. (Comm. N°. 224e from the KAMERLINGH ONNES Laboratory at Leiden).

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

Summary. Measurements on the isopycnals of liquid helium were continued to 35 atmospheres. Part of the solidification curve could be determined more accurately. The position of the λ -point in this curve was found to be: $T = 1.753^\circ\text{K}$, $p = 29.91$ atm. Undercooling of liquid helium I was observed.

§ 1. Introduction. In a former paper¹⁾ we communicated a number of measurements on isopycnals of liquid helium up to 25 atm. We now have continued those measurements up to 35 atm., especially in the neighbourhood of the solidification curve and the upper part of the λ -curve.

We tried to make measurements with the same apparatus also in the solid state. This appeared, however, not to be possible, the measurements becoming irregular, probably in consequence of holes being formed in the solid matter. In one case we happened to obtain the metastable production of a liquid helium isopycnal into the solid helium range.

In other cases when cooling the liquid helium (the pressure being sufficiently high) solidification sharply set in at a definite temperature. So we were able to determine part of the solidification curve more accurately than could be done in the measurements dealt with in Comm. No. 184b²⁾.

For the method and for details we refer to Comm. No. 224d.

§ 2. The results have been collected in tables I and II and are represented in Fig. 1.

An isopycnal such as No. XII consists of 3 parts, belonging to liquid helium I, to liquid helium II, and to a mixture of liquid helium II and solid helium respectively, the latter part coinciding with the solidification curve. Isopycnal XI is very characteristic, the part belonging to liquid helium II having become very short. The inserted figure on a larger scale shows this part more clearly.

The points marked Δ of isopycnal IX correspond to supercooled liquid helium I (cf. § 1).

¹⁾ These Proceedings 36, 482, 1933. Comm. Leiden No. 224d.

²⁾ These Proceedings 35, 794, 1926. Comm. Leiden No. 184b.

TABLE I.

Isopycnals of liquid helium. Measurements of May 10, 1933.					
IX $\rho = 0.1817 \text{ gr/cm}^3$				X $\rho = 0.1760 \text{ gr/cm}^3$	
$T \text{ } ^\circ\text{K}$	$p \text{ atm.}$	$T \text{ } ^\circ\text{K}$	$p \text{ atm.}$	$T \text{ } ^\circ\text{K}$	$p \text{ atm.}$
2.519	34.70	1.443	26.12 ²⁾	2.501	26.78
2.306	34.04	1.359	25.78 ²⁾	2.301	26.20
2.082	33.27	1.178	25.29 ²⁾	2.108	25.58
1.890	32.83	1.352	25.62 ²⁾	1.861	25.23
1.843	32.72 ¹⁾	1.531	26.71 ²⁾	1.790	25.99
1.780	32.63 ¹⁾	1.593	27.25 ²⁾	1.745	26.67
1.747	32.63 ¹⁾	1.698	28.70 ²⁾	1.694	27.20
1.708	28.89 ²⁾	1.724	29.24 ²⁾	1.639	27.75
1.635	27.76 ²⁾	1.904	32.83	1.595	27.32 ²⁾
1.590	27.25 ²⁾	2.094	33.32	1.511	26.60 ²⁾
1.543	26.84 ²⁾	2.501	34.66	1.358	25.83 ²⁾
1.477	26.28 ²⁾			1.146	25.27 ²⁾

¹⁾ Undercooled liquid.
²⁾ Solidification curve.

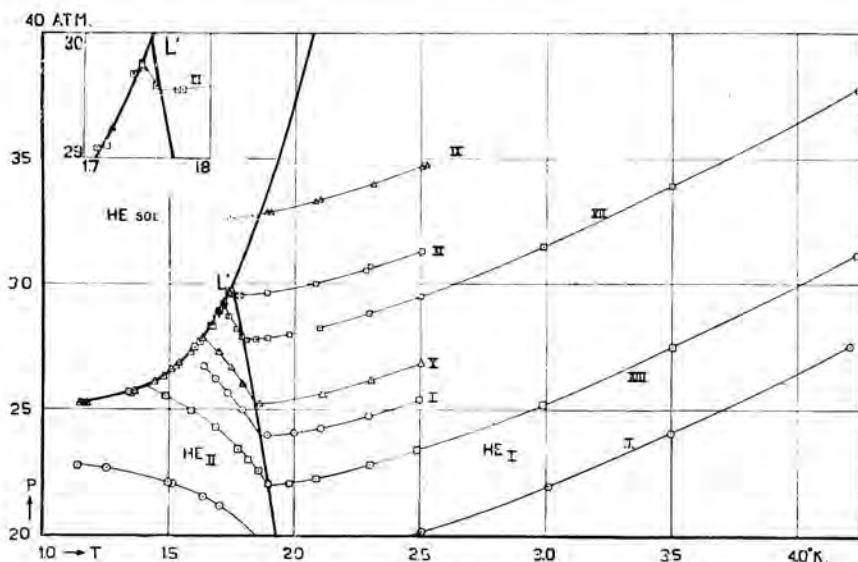


Fig. 1.

TABLE II.

Isopycnals of liquid helium. Measurements of May 18, 1933.					
XI $\rho = 0.1793 \text{ gr/cm}^3$		XII $\rho = 0.1780 \text{ gr/cm}^3$		XIII $\rho = 0.1733 \text{ gr/cm}^3$	
$T \text{ } ^\circ\text{K}$	$p \text{ atm.}$	$T \text{ } ^\circ\text{K}$	$p \text{ atm.}$	$T \text{ } ^\circ\text{K}$	$p \text{ atm.}$
2.509	31.33	1.891	27.83	4.233	31.20
2.301	30.73	1.844	27.77	3.504	27.47
2.080	30.02	1.809	27.75	2.987	25.18
1.890	29.60	1.792	27.85	2.498	23.31
1.778	29.55	1.770	28.15	2.297	22.83
1.758	29.58	1.741	28.68	2.087	22.25
1.746	29.76	1.717	29.10	1.984	22.05
1.738	29.67 ¹⁾	1.696	28.87 ¹⁾	1.891	22.05
1.710	29.08 ¹⁾	1.670	28.32 ¹⁾	1.858	22.54
1.621	27.64 ¹⁾	1.608	28.48 ¹⁾	1.819	23.00
1.705	28.92 ¹⁾	1.980	27.92	1.778	23.42
1.739	29.67 ¹⁾	2.096	28.20	1.689	24.32
1.774	29.55	2.293	28.85	1.595	24.95
1.894	29.59	2.503	29.50	1.486	25.52
2.280	30.55	2.987	31.48	1.344	25.74 ¹⁾
2.502	31.35	3.497	33.92	1.157	25.29 ¹⁾
		4.233	37.75		

¹⁾ Solidification curve.

Table III gives data for the solidification curve read from the diagram.

TABLE III.

$T \text{ } ^\circ\text{K}$	$p \text{ atm.}$	$T \text{ } ^\circ\text{K}$	$p \text{ atm.}$
1.15	25.25	1.50	26.49
1.20	25.34	1.60	27.38
1.30	25.55	1.70	28.87
1.40	25.90	1.75	29.86

A remarkable point is that for densities and temperatures at which the helium was partly solid partly liquid, the solidification curve was accurately followed with rising as well as with falling temperature, for so far as the solid-liquid helium II part of the curve was concerned.

This was, however, not the case for the solid-liquid helium I part of the curve. At falling temperature we decidedly observed an undercooling of the liquid¹⁾, as already mentioned, whereas at rising temperature equilibrium very slowly was established and sometimes no definite point was reached.

Using isopycnal XI we could fix the point L' where the λ -curve meets the melting curve, i.e. the λ -point in the solidification curve. Its position is:

$$T = 1.753^\circ \text{ K}, \rho = 29.91 \text{ atm.}$$

Even at 1.18° K isopycnal IX, for which the density was highest, does not leave the solidification curve to enter the solid region. We conclude that at 1.18° K the density of solid helium exceeds 0.1817 gr/cm^3 . As from the diagram of isopycnals we derive that the density of liquid helium II is 0.1725 gr/cm^3 , we conclude that the difference in density between solid helium and liquid helium II at 1.18° K surpasses 0.0092 gr/cm^3 . From this follows that the melting heat at that temperature surpasses 0.016 cal/gr . How much these values are surpassed, cannot be derived from these measurements.

¹⁾ Undercooling or the reverse when passing the λ -curve was never observed.

CORRIGENDUM.

Proc. Academy Amsterdam Vol. 36 p. 486 Fig. 2: in stead of Kg/cm^2 read atm.

Physics. — Spaltung der natuerlichsten Feldgleichungen fuer Semivektoren in Spinor-Gleichungen vom DIRAC'schen Typus. Von A. EINSTEIN und W. MAYER.

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

In einer frueheren Mitteilung¹⁾ haben wir gezeigt, dass die allgemeinsten Semivektor-Gleichungen einfachster Art sich in eine kanonische Form bringen lassen, in welcher nur drei willkuerliche Konstante auftreten.

Es zeigte sich ferner, dass die DE BROGLIE-Welle eines solchen Systems sich in zwei Wellentypen von Spinor-Charakter aufspalten laesst, welche sich zwanglos als dem Elektron bezw. Proton zugehoerig deuten lassen.

¹⁾ Akademie der Wissenschaften, Amsterdam 1933.

Es hat sich nun weiter gezeigt, dass diese Spaltung nicht auf die DE BROGLIE-Wellen beschränkt ist, sondern dass sie einer ganz allgemeinen Eigenschaft des Gleichungs-Systems entspricht. Dieses letztere zerfällt naemlich in die zwei Spinor Systeme (16), (17), in welchen die elektrischen Glieder entsprechend (13), (13') zugefügt zu denken sind. Die einzige Verbindung zwischen den Systemen (16) und (17) liegt in der Gemeinsamkeit des elektrischen Potentialvektors φ_r ; die Spinorfelder der Elektronen und die der Protonen sind demnach abgesehen von ihrer elektrodynamischen Wechselwirkung völlig unabhängig voneinander. Entsprechendes gilt gemäss (15) für die Stromdichte. Dagegen lassen sich — wenn man an einer Feldtheorie festhalten will — die DE BROGLIE-Felder der einzelnen Partikeln gleicher Art nicht in analoger Weise voneinander trennen.

Die DIRAC-Gleichungen in ihrer kanonischen Gestalt

$$\begin{aligned} E^r_{\tau\tau} (\psi^{\tau}_r - i\varepsilon \psi^{\tau} \varphi_r) &= C_{\tau\tau} \chi^{\tau} \\ E^r_{\tau\tau} (\chi^{\tau}_r - i\varepsilon \chi^{\tau} \varphi_r) &= C_{\tau\tau} \psi^{\tau} \end{aligned} \quad (1)$$

wo

$$E = E(1, 0, 0, 0), \quad C_{\tau\tau} = i a g_{\tau\tau} + b v_{\tau\tau}, \quad (1')$$

ist, mit

$$v_{\tau\tau} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & -i \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ i & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix} \quad (2)$$

lassen sich in einfachster Weise in zwei Systeme von Spinorcharakter spalten.

Durch den obigen numerisch invarianten Semitensor $v_{\mu\nu}$ erster Art kann man einem jeden Semivektor erster Art η^r den Sternvektor $\eta^{*\mu}$ vermitteln

$$\eta^{*\mu} = v_{\mu\nu} \eta^r \quad (3)$$

zuordnen. Man beweist aus $v_{\tau\tau} v^{\tau\mu} = -g_{\tau\mu}$ leicht, dass

$$(\eta^{*\mu})^* = -\eta^{*\mu} \quad (3')$$

ist. Es gibt nun Semi-Vektoren, deren zugeordnete Sternvektoren ihnen bis auf einen Faktor gleich sind. Dieser Faktor kann nach (3') nur $\pm i$ sein. Es gibt dementsprechend auch zwei Arten solcher Vektoren: der α -Spinor (ϱ_{μ} bezeichnet) definiert durch $\varrho_{\mu}^* = i \varrho_{\mu}$, resp.

$$\varrho_{\mu}^* = -i v_{\mu\nu} \varrho_{\nu} \quad (4)$$

und der β -Spinor, definiert durch $\tau_{\bar{\beta}^{\mu}}^* = -i \tau_{\bar{\beta}^{\mu}}$, resp.

$$\tau_{\bar{\beta}^{\mu}} = i v_{\mu\nu} \tau_{\bar{\beta}^{\nu}} \quad \dots \quad (4')$$

Ausfuehrlich lauten die Relationen

$$\rho_{\bar{1}} = \rho_{\bar{4}}, \rho_{\bar{3}} = i \rho_{\bar{2}}; \tau_{\bar{1}} = -\tau_{\bar{4}}, \tau_{\bar{3}} = -i \tau_{\bar{2}} \quad \dots \quad (5)$$

Ganz analog definiert man die α resp. β -Spinoren zweiter Art $\bar{\rho}_{\bar{\alpha}^{\mu}}, \bar{\tau}_{\bar{\alpha}^{\mu}}$ durch die (4), (4'), resp. (5) konjugiert komplexen Relationen:

$$\bar{\rho}_{\bar{1}} = \bar{\rho}_{\bar{4}}, \bar{\rho}_{\bar{3}} = -i \bar{\rho}_{\bar{2}}; \bar{\tau}_{\bar{1}} = -\bar{\tau}_{\bar{4}}, \bar{\tau}_{\bar{3}} = i \bar{\tau}_{\bar{2}}. \quad \dots \quad (5')$$

Der konjugiert komplexe Semi-Vektor eines α resp. β -Spinors erster Art ist somit ein solcher zweiter Art und umgekehrt. Man beweist (durch Sternbildung)

- a. dass die Summe eines α und eines β Spinors nur Null ist, wenn der α und der β Spinor verschwindet. Ebenso zeigt man aus (5), (5'), dass
- b. das innere Produkt zweier α (resp. β) Spinoren verschwindet.

Weiter gilt dann die (nach dem gesagten eindeutige) Zerlegung des beliebigen Semi-Vektors $\eta_{\bar{\tau}}$:

$$2 \eta_{\bar{\tau}} = (\eta_{\bar{\tau}} - i \eta_{\bar{\tau}}^*) + (\eta_{\bar{\tau}} + i \eta_{\bar{\tau}}^*) \quad \dots \quad (6)$$

in den α Spinor $\eta_{\bar{\tau}} - i \eta_{\bar{\tau}}^*$ und den β Spinor $\eta_{\bar{\tau}} + i \eta_{\bar{\tau}}^*$ (Der Spinorcharakter wird durch Sternbildung bewiesen).

Ebenso wie der Semi-Vektor $(\eta_{\bar{\tau}}$ in (6) hat jeder Semi-Tensor (in Bezug auf jeden seiner Semi-Indizes) eine α, β -Spaltung. So gilt auch in verstaendlicher Bezeichnung

$$E^r_{\bar{\tau}\bar{\tau}} = (E^r_{\bar{\alpha}\bar{\alpha}} + E^r_{\bar{\beta}\bar{\beta}}) + (E^r_{\bar{\alpha}\bar{\beta}} + E^r_{\bar{\beta}\bar{\alpha}}) \quad \dots \quad (7)$$

Wir zeigen jetzt, dass in der Zerlegung (7) fuer $E = E(1, 0, 0, 0)$ der zweite geklammerte Term rechts verschwindet. In der Tat folgt aus der Form des $E(1, 0, 0, 0)$ und den definierenden α, β -Relationen (5), (5'), dass fuer beliebige $\rho^{\bar{\tau}}, \pi^{\bar{\tau}}$ resp. $\bar{\rho}^{\bar{\tau}}, \bar{\pi}^{\bar{\tau}}$

$$E^r_{\bar{\alpha}\bar{\beta}} \rho^{\bar{\tau}} \pi^{\bar{\tau}} = 0, \quad \dots \quad (8) \qquad E^r_{\bar{\beta}\bar{\alpha}} \bar{\rho}^{\bar{\tau}} \bar{\pi}^{\bar{\tau}} = 0 \quad \dots \quad (8')$$

ist. (Man beweist (8) sofort fuer $r=1$, damit aber gilt (8) fuer $r=1, \dots, 4$).

Multipliziert man (7) mit $\rho^{\bar{\tau}} \pi^{\bar{\tau}}$, so erhaelt man demnach (wegen (b))

$$E^r_{\bar{\alpha}\bar{\beta}} \rho^{\bar{\tau}} \pi^{\bar{\tau}} = 0 \quad \dots \quad (9)$$

Damit aber verschwindet $E^r_{\bar{\alpha}\bar{\beta}} \rho^{\bar{\tau}} \pi^{\bar{\tau}}$ fuer beliebige Semi-Vektoren

$\varrho^{\tilde{\tau}} = \varrho^{\tilde{\alpha}} + \varrho^{\tilde{\beta}}$, $\pi^{\tilde{\tau}} = \pi^{\tilde{\alpha}} + \pi^{\tilde{\beta}}$; also ist $E^r_{\frac{\tilde{\tau}}{\alpha} \frac{\tilde{\tau}}{\beta}} = 0$. Genau so zeigt man, dass auch $E^r_{\frac{\tilde{\tau}}{\beta} \frac{\tilde{\tau}}{\alpha}} = 0$ ist. Statt (7) gilt somit

$$E^r_{\tau\tau} = E^r_{\alpha\alpha} + E^r_{\beta\beta} \quad \dots \quad (7')$$

Es ist also $E^r_{\alpha\tau} \psi^{\tilde{\tau}}$ in Bezug auf τ ein β -Tensor ($E^r_{\alpha\alpha} \psi^{\tilde{\alpha}} = 0$ nach (b)) u.s.w. Beachten wir, dass $C_{\rho\sigma}$, $\bar{C}_{\rho\sigma}$ wieder den α resp. β Charakter einer Semigroesse nicht aendert, so zerfaellt, sobald wir setzen

$$\psi^{\tau} = \psi^{\tilde{\alpha}} + \psi^{\tilde{\beta}}, \quad \chi^{\tau} = \chi^{\tilde{\alpha}} + \chi^{\tilde{\beta}} \quad \dots \quad (10)$$

das System (1) in die beiden Systeme

$$\left. \begin{aligned} E^r_{\alpha\tau} (\psi^{\tilde{\alpha}}_{\tau} - i\varepsilon \psi^{\tilde{\alpha}} \varphi_{\tau}) &= \bar{C}_{\tau\rho} \chi^{\tilde{\beta}}_{\beta} \\ E^r_{\beta\tau} (\chi^{\tilde{\beta}}_{\tau} - i\varepsilon \chi^{\tilde{\beta}} \varphi_{\tau}) &= C_{\rho\tau} \psi^{\tilde{\alpha}}_{\alpha} \end{aligned} \right\} (11) \quad \left. \begin{aligned} E^r_{\alpha\tau} (\psi^{\tilde{\beta}}_{\tau} - i\varepsilon \psi^{\tilde{\beta}} \varphi_{\tau}) &= \bar{C}_{\tau\rho} \chi^{\tilde{\alpha}}_{\alpha} \\ E^r_{\beta\tau} (\chi^{\tilde{\alpha}}_{\tau} - i\varepsilon \chi^{\tilde{\alpha}} \varphi_{\tau}) &= C_{\rho\tau} \psi^{\tilde{\beta}}_{\beta} \end{aligned} \right\} (11')$$

Infolge (1') und der definierenden Relationen (4) gilt

$$C_{\rho\alpha} \psi^{\tilde{\alpha}} = i(a-b) \psi_{\alpha}, \quad \bar{C}_{\tau\rho} \chi^{\tilde{\alpha}} = -i(a+b) \chi_{\alpha}, \quad \dots \quad (12)$$

und ebenso

$$\bar{C}_{\tau\rho} \chi^{\tilde{\beta}} = -i(a+b) \chi_{\beta}, \quad C_{\rho\beta} \psi^{\tilde{\beta}} = i(a-b) \psi_{\beta}, \quad \dots \quad (12')$$

Wir erhalten damit die endgueltige Gestalt des DIRAC-Systems

$$\left. \begin{aligned} E^r_{\alpha\tau} (\psi^{\tilde{\alpha}}_{\tau} - i\varepsilon \psi^{\tilde{\alpha}} \varphi_{\tau}) &= -i(a-b) \chi_{\beta} \\ E^r_{\beta\tau} (\chi^{\tilde{\beta}}_{\tau} - i\varepsilon \chi^{\tilde{\beta}} \varphi_{\tau}) &= i(a-b) \psi_{\beta} \end{aligned} \right\} \quad \dots \quad (13)$$

$$\left. \begin{aligned} E^r_{\alpha\tau} (\psi^{\tilde{\beta}}_{\tau} - i\varepsilon \psi^{\tilde{\beta}} \varphi_{\tau}) &= -i(a+b) \chi_{\alpha} \\ E^r_{\beta\tau} (\chi^{\tilde{\alpha}}_{\tau} - i\varepsilon \chi^{\tilde{\alpha}} \varphi_{\tau}) &= i(a+b) \psi_{\alpha} \end{aligned} \right\} \quad \dots \quad (13')$$

Bildet man das konjugiert komplexe Gleichungs-System zu (13'), so wird es mit (13) identisch, wenn man $\chi^{\tilde{\alpha}}$ durch $\psi^{\tilde{\alpha}}$, $\chi^{\tilde{\beta}}$ durch $\psi^{\tilde{\beta}}$, $a+b$ durch $a-b$ und ε durch $-\varepsilon$ ersetzt.

Beide Systeme unterscheiden sich also, wie zu erwarten ist, tatsaechlich

nur durch den Massenwert und das Vorzeichen von ε . Auch der Strom-Vektor

$$I^r = E_{\alpha\tau}^r \psi^{\tau} \bar{\psi}^{\tau} - E_{\beta\tau}^r \bar{\chi}^{\tau} \chi^{\tau} \quad \quad (14)$$

erhaelt wegen (8) eine voellige analoge α, β -Spaltung

$$\varepsilon I^r = \varepsilon (E_{\alpha\tau}^r \psi^{\tau} \bar{\psi}^{\tau} - E_{\beta\tau}^r \bar{\chi}^{\tau} \chi^{\tau}) + (-\varepsilon) (E_{\alpha\tau}^r \bar{\chi}^{\tau} \chi^{\tau} - E_{\beta\tau}^r \psi^{\tau} \bar{\psi}^{\tau}), \quad \quad (15)$$

wobei wegen (13) die Divergenz jedes der beiden Teilstroeme fuer sich verschwindet. Schreibt man bei Unterdrueckung des elektromagnetischen Potentials die Gleichungen (13) ausfuehrlich an, wobei noch jeweils die dritten und viersten Komponenten (nach (5), (5')) durch die zweiten und ersten ausgedrueckt sind, so erhaelt man das DIRAC-System:

$$\left. \begin{aligned} (\psi^{1,1} - \psi^{1,4}) + (\psi^{2,2} + i\psi^{2,3}) &= -i(a-b)\chi^1 \\ (\psi^{1,2} - i\psi^{1,3}) - (\psi^{2,1} + \psi^{2,4}) &= -i(a-b)\chi^2 \\ (\chi^{1,1} + \chi^{1,4}) + (\chi^{2,2} + i\chi^{2,3}) &= i(a-b)\psi^1 \\ (\chi^{1,2} - i\chi^{1,3}) - (\chi^{2,1} - \chi^{2,4}) &= i(a-b)\psi^2 \end{aligned} \right\} \text{für } \psi = \begin{smallmatrix} \psi \\ \alpha \end{smallmatrix}, \chi = \begin{smallmatrix} \chi \\ \beta \end{smallmatrix}. \quad \quad (16)$$

entsprechend gibt (13')

$$\left. \begin{aligned} (\psi^{1,1} + \psi^{1,4}) + (\psi^{2,2} - i\psi^{2,3}) &= -i(a+b)\chi^1 \\ (\psi^{1,2} + \psi^{1,3}) - (\psi^{2,1} - \psi^{2,4}) &= -i(a+b)\chi^2 \\ (\chi^{1,1} - \chi^{1,4}) + (\chi^{2,2} - i\chi^{2,3}) &= i(a+b)\psi^1 \\ (\chi^{1,2} + \chi^{1,3}) - (\chi^{2,1} + \chi^{2,4}) &= i(a+b)\psi^2 \end{aligned} \right\} \text{für } \psi = \begin{smallmatrix} \psi \\ \beta \end{smallmatrix}, \chi = \begin{smallmatrix} \chi \\ \alpha \end{smallmatrix}. \quad \quad (17)$$

Diese Zerlegung besagt aber nicht, dass sich nun die Semi-Vektoren-Theorie als unnoetig erwiesen haette, da sie in ihrer endgueltigen (einfachsten) Formulierung reine Spinoren-Systeme aufweist. Denn abgesehen von der (in einer frueheren Arbeit gezeigten) Einbau-Moeglichkeit in das Gebaeude der allgemeinen Relativitaet, die eine reine Spinoren-theorie so zwanglos nicht kennt, ist vom Standpunkt der Spinorentheorie nicht verstaendlich, warum es in der Natur gerade *zwei* verschiedene elementare Trägheitsmassen mit abgesehen vom Vorzeichen gleich grosser elektrischer Ladung gibt.

Hydrodynamics. — *On the application of statistical mechanics to the theory of turbulent fluid motion.* VII.¹⁾ By J. M. BURGERS. (Mededeeling No. 26 uit het Laboratorium voor Aero- en Hydrodynamica der Technische Hoogeschool te Delft).

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

11. Critical remarks.

In reconsidering the way which has been followed in the attempt to obtain a statistical description of the turbulent motion of a fluid, several points can be noticed which are open to criticism.

I. In the first place it is certain that the restriction to twodimensional motion will have a considerable influence upon the results; in particular numerical results may come out grossly in error. The restriction has been introduced for the purpose of mathematical simplification. It has been mentioned before (see Part IV, footnote ¹⁾, p. 279) that according to modern views vortices with axes parallel to the main direction of flow (which cannot appear in twodimensional motion) probably will play the most important part. The principal difficulty of the three dimensional case is connected with the description of the field of motion, as the stream function cannot be used. Taking again the motion between two parallel walls, and assuming the y -axis perpendicular to the walls, the x -axis in the direction of the mean motion, and the z -axis perpendicular to both of them, it is possible that a way of attacking the three dimensional case may be found by introducing a form of FOURIER development with respect to both x and z for the components of the velocity of the relative motion. It would be desirable that this development in some way or other was adapted to the representation of vortices stretched out parallel to the direction of the mean flow. If one should succeed in finding a suitable form of expansion, then the equations governing the problem could be written down in a similar way as was followed before, and the exponent of the distribution function could be formed. Again a variational problem might be introduced, in order to obtain a development for the functions of the coordinate y occurring as coefficients in the FOURIER expansion. Naturally the differential equations to be derived would be of a more complicated nature, and probably would contain several unknown functions simultaneously.

II. There is something unsatisfactory connected with the calculation of the mean motion \bar{U} . It will be remembered that the mean motion

¹⁾ Part VI has appeared in these Proceedings, 36, p. 487, 1933.

was derived from a distribution function, depending upon the function λ ; hence, once a choice for λ having been made, it appeared that the mean motion was completely determined. The method, however, which was used to test whether the choice made for λ would satisfy the problem, was based upon the application of eq. (4a) or (61) (see § 7). This means that the connection between $d\bar{U}/dy$ and $-\bar{u}'v'$ is obtained by considering the "residual" viscous friction $R^{-1} d\bar{U}/dy$, which must make up for the difference between the total shearing force τ and the turbulent frictional force $-\bar{u}'v'$. Now in the central region of the channel this "residual" viscous friction is a very small quantity: depending on the value of R it may be a thousand, a million times, etc. smaller than $-\bar{u}'v'$, and in most theories concerning the turbulent motion it is neglected altogether. As is well known, in the theories developed by PRANDTL and by VON KARMAN the connection between dU/dy and $-\bar{u}'v'$ is obtained by considering the transport of momentum due to the action of the relative motion, a method which seems much more logical from a physical point of view.

The difficulty signalled here may indicate a defect in the statistical considerations as far as they have been developed. Perhaps it may appear that the results obtained for the statistical distribution of the relative motion are not wholly imparted by it; it may be considered as probable besides, that the application of eq. (61) to the region very near to the walls can be justified — but the conviction presents itself that in the central region of the field the connection given by eq. (61) or (4a) is too "weak" to have an appreciable influence upon the course of dU/dy , which possibly might be influenced by some other mechanism. If this would prove true, it would mean that the system of formulae assumed is not sufficient to describe the nature of the turbulent motion, and that some other conditions still must be introduced.

III. Lastly there is the problem presented by the statistical method itself. The form in which it has been used had no other justification than its apparent simplicity, and had been modeled upon the example of the statistical treatment of a conservative system. Now in Part VI we have seen that in the case of a system having an infinite number of degrees of freedom, this method leads to a divergence in the dissipation. In formal respect this result has a certain analogy in the circumstance that classical statistical mechanics leads to an infinite content of energy in the case of a conservative system with an infinite number of degrees of freedom, in equilibrium with a system having a given temperature. In the latter case a remedy is found in quantum statistics — however, it seems utterly improbable that this remedy might be used in hydrodynamics. Indeed, the general applicability of REYNOLDS' similarity law is a proof that in the case of ordinary incompressible liquids

(colloidal substances and the like being excluded) the only quantities that are relevant are the dimensions of the field (including the dimensions of the asperities of the walls, if such are present), the velocity of the flow and the density and the viscosity of the fluid; there is no indication thus far that either atomic or molecular structure, or association of molecules have a direct bearing on the phenomena observed.

The rescue must come from another side, and the dissipative nature of the system must be of prime importance in this connection. Possibly a deeper study of relations of the nature of LIOUVILLE's theorem (comp. Part I, p. 420—423) may give some clue. Though the matter is wholly hypothetical, we shall come back to it below in § 13, after having first given some attention to an other type of problems to which the statistical method can be applied.

12. Application of the statistical method to other systems of equations.

It is not difficult to construct certain systems of equations to which the same formal treatment can be applied, as was the case with the equations of hydrodynamics. Such a system of equations might be considered as describing some imaginary mechanical system, again of dissipative nature, but of a simpler type than fluid motion.

By way of example we may take the following one:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} &= F - \alpha v^2 + \mu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \\ \frac{\partial v}{\partial t} &= + \alpha uv + \mu \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \end{aligned} \right\} \quad \dots \quad (75)$$

Here u and v are functions of the coordinate y and of the time t . We shall assume that they represent certain velocities, and it will be supposed that they are subjected to the conditions $u = 0, v = 0$ at the endpoints of the interval for y , which will be taken at $y = 0, y = \pi$ respectively. F is a constant, provisionally unknown, representing a "force", acting from the exterior upon the system and capable of doing work upon it; α is a "coupling" coefficient, while μ is a coefficient of "friction". The coupling between u and v has been chosen in such a way, that it disappears from the equation of energy for the total system.

If now we introduce the condition:

$$\int_0^\pi u dy = \frac{\pi}{2} Q \quad \dots \quad (76)$$

where Q represents a given constant, then the system can be subjected to precisely the same treatment as the system formed by the hydro-dynamical equations. It will be seen that a distribution function can be

obtained of a similar nature as before; the exponent of this function can be separated into two parts, one of which governs the statistical distribution of the v -motion, while the other part governs the distribution of the u -motion. In connection with the first part a variational problem can be constructed in order to obtain a set of normal functions for the expansion of $v(y)$; the differential equation for these functions now becomes of the second order. Just as before it depends upon a certain function $\lambda(y)$, which must be adjusted afterwards; this adjustment constitutes the main difficulty of the problem from the mathematical side.

Instead of carrying out this process, however, it is more instructive for our purpose to choose another way, and to transform the system of equations by introducing a FOURIER expansion both for u and for v :

$$u = \sum A_p \sin py; \quad v = \sum B_k \sin ky \dots \dots \quad (77)$$

The coefficients A_p and B_k will be functions of the time; they form the unknowns of the transformed problem. If we put:

$$a_p = \frac{2}{\pi} \int_0^\pi dy \sin py; \quad a_{pkl} = \frac{2}{\pi} \int_0^\pi dy \sin py \sin ky \sin ly$$

(certain of these quantities will have the value zero), then the system (75) can be replaced by the following system of simultaneous differential equations:

$$\begin{aligned} dA_p/dt &= a_p F - \nu \sum_{kl} a_{pkl} B_k B_l - \mu p^2 A_p \\ dB_k/dt &= + \nu \sum_{pl} a_{pkl} A_p B_l - \mu k^2 B_k \end{aligned} \quad \dots \dots \quad (78)$$

At the same time condition (76) takes the form:

$$\sum a_p A_p = Q \dots \dots \dots \quad (79)$$

It is convenient to consider a slightly more general system, described by the equations:

$$\dot{A}_p = a_p F - a_{pkl} B_k B_l - \mu_{pq} A_q \dots \dots \quad (80a)$$

$$\dot{B}_k = + a_{pkl} A_p B_l - r_{kl} B_l \dots \dots \quad (80b)$$

together with the condition:

$$a_p A_p = Q \dots \dots \dots \quad (81)$$

For simplicity \dot{A}_p has been written instead of dA_p/dt , etc., while the summation signs have been omitted, it being understood that summations must be carried out over every index occurring twice. The a_p , a_{pkl} , μ_{pq} , v_{kl} in eqs. (80a/b) and (81) may be arbitrary numbers, satisfying the conditions of symmetry: $a_{pkl} = a_{plk}$, $\mu_{pq} = \mu_{qp}$, $v_{kl} = v_{lk}$, while it will be supposed that both the μ_{pq} and the v_{kl} are the coefficients of positive definite quadratic forms. Provisionally the assumption will be introduced that the number of degrees of freedom of the system shall be finite: the range of the indices p, q, k, \dots etc. will be restricted to the interval from 1 to N .

Want of space prevents us from giving a detailed exposition of the working of the process described in § 2 of Part IV if applied to the present case. We mention the main point, viz. that instead of considering the full system of equations we confine ourselves to a reduced system, formed by taking all equations relating to the A -motion (eqs. (80a), which in this respect are equivalent to eq. (3) of § 2), while the equations relating to the B -motion are replaced by a single one, the energy equation or dissipation condition. In § 2 the latter equation was taken in the form (6), valid for the total system; the corresponding equation in the present case takes the form:

$$\frac{dE}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{A_p^2 + B_k^2}{2} \right) = F Q - \mu_{pq} A_p A_q - v_{kl} B_k B_l . . . \quad (82)$$

In order to form the exponent of the distribution function a set of numbers λ_p must be introduced, satisfying the condition: $a_p \lambda_p = Q$; then the exponent is given by:

$$c + \beta [\mu_{pq} (\lambda_p A_q - A_p A_q) + a_{pkl} \lambda_p B_k B_l - v_{kl} B_k B_l].$$

Now a linear transformation from the variables B_k to a new set of variables must be sought, which reduces the part $a_{pkl} \lambda_p B_k B_l - v_{kl} B_k B_l$ of this exponent to a sum of squares. The transformation formulae of course will depend upon the λ_p . If the transformation is effected, the statistical mean values of the squares of those new variables can be calculated, and consequently also those of products of the type $B_k B_l$. — A similar process must be carried out with the other part of the exponent, depending upon the A 's. Then also the statistical mean values of the A 's can be obtained (regard must be taken of the condition (81) in performing the calculations), and further the statistical mean values of A_p^2 etc.¹⁾

1) It will be found that $\overline{A_p^2}$ is not equal to $(\overline{A_p})^2$. This point is of importance in connection with the question raised in § 7, footnote 1) to p. 491.

The statistical mean values now must satisfy the following relations, obtained resp. from eqs. (80a), (82):

$$a_p F - a_{pkl} \overline{B_k B_l} - \mu_{pq} \overline{A_q} = 0 \quad (\text{for every } p),$$

$$F Q - \mu_{pq} \overline{A_p A_q} - v_{kl} \overline{B_k B_l} = 0,$$

which together with the condition $a_p \lambda_p = Q$ form $N+2$ equations for the $N+2$ unknown quantities $\lambda_1, \dots, \lambda_N, \beta, F$.

In the general case these equations will be very complicated. However, by way of example the case $N=2$ may be taken, which can be worked out quite simply.

Apart from possible difficulties of mathematical character it thus would seem that the whole procedure runs well for a finite N . But as soon as N goes to infinity it can be shown that the expression for the total dissipation of the system again becomes divergent, and thus the same problem presents itself as before.

13. Considerations concerning the stability of the motion of the system and the application of LIOUVILLE's formula.

The system of equations (80a/b) admits a stationary solution (independent of the time), in which all B_k are equal to zero. The equations in this case reduce to:

$$a_p F = \mu_{pq} A_q \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (83)$$

and a solution can be obtained in the form:

$$A_p = \beta_p F = \frac{\beta_p}{\beta_q a_q} Q \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (84)$$

This solution may be called the "laminar motion" of the system.

The question can be raised whether this laminar motion will be stable against small disturbances? If we suppose that the values given to the B 's are so small that their influence upon eqs. (80a) can be neglected, then eqs. (80b) can be written:

$$\dot{B}_k = (a_{pkl} A_p - v_{kl}) B_l \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (85)$$

with approximately constant values of the A 's. If we put all B 's proportional to e^{ft} , the time factor f must be a root of the determinantal equation, which in abridged form can be written (with $\delta_{kk}=1$, and $\delta_{kl}=0$ if $k \neq l$):

$$|a_{pkl} A_p - v_{kl} - f \delta_{kl}| = 0 \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (86)$$

For vanishing values of Q all A_p will decrease to zero, and the determinantal equation reduces to:

$$|v_{kl} + f \delta_{kl}| = 0 \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad (87)$$

As the v_{kl} are the coefficients of a positive definite quadratic form, all roots of this equation are negative, which means that the laminar motion is stable for sufficiently small values of Q .

On the other hand, if Q is increased without limit, the determinantal equation asymptotically approaches to the form:

$$\left| a_{pkl} \frac{A_p}{Q} - \frac{f}{Q} \delta_{kl} \right| = 0 \quad (88)$$

and it is evident that now the sign of the roots can be changed by changing the sign of Q (which leaves unchanged the sign of A_p/Q). Hence if we assume that Q has the proper sign, by sufficiently increasing Q it is possible to make one or more of the roots of the determinantal equation positive. The laminar motion then becomes unstable, and "turbulence" sets in.

Now a second question can be raised. Suppose that the value of Q surpasses the stability limit, and that turbulent motion has appeared; will this turbulent motion affect all degrees of freedom of the system, or only a certain number of them — depending upon the magnitude of Q ? I would believe that this question cannot be answered by simply counting how many roots of the determinantal equation are positive. As the A 's and B 's are coupled in a non linear way, the actual motion of the B 's is not a simple superposition of mutually independent modes of motion, of which those that have negative time factors are soon damped out never to appear again. On the contrary: in consequence of the disturbances which are due to the variation of the A 's it is possible that certain modes of motion of the damped type will have a chance of being continually excited anew. On the other hand modes of motion with positive time factors will be disturbed in such a way, that they cannot increase beyond all limits (the coupling between the B -motion and the A -motion acts in a similar way as the coupling between relative motion and principal motion in the hydrodynamical case).

We thus must look for an other criterion.

Let us imagine a multi-dimensional space, with coordinates B_1, B_2, \dots, B_N . A point in this space will represent the state or "phase" of the B -motion at a given instant. A set of points will represent an assembly of such instantaneous states. As the B 's are functions of the time, the set of points will describe a certain motion through the multi-dimensional space. Now the property to which LIOUVILLE's theorem — in the present case we may better speak of LIOUVILLE's formula — refers, is the variation of the density of this set of points in course of time. If we exclude the possibility that the whole set of points moves towards infinity in some special direction, then in the case of a density which is independent of the time we may conclude that an assembly of sufficient extension will possess a certain statistical stability. On the contrary, if the density

should appear to be increasing, it would prove that the points are drawing together, and thus that there is a preference for certain modes of motion, while others are gradually disappearing from the assembly.

The variation of the density with respect to time of a group of points moving through a given region of the multi-dimensional "phase space", is determined by the equation:

$$\frac{\partial \varrho}{\partial t} = - \frac{\partial \dot{B}_k}{\partial B_k} = - a_{pkk} A_p + r_{kk} \dots \dots \quad (89)$$

As the A 's are functions of the time, an exact discussion of the variation of the density will be a difficult matter. However, in order to fix the ideas, let us consider the average value, obtained by inserting the statistical mean values of the A 's.

If first we return to the case of very small values of Q , in which case all A 's are small too, the expression (89) certainly will be positive, as all r_{kk} must be positive. In this case the set of points will be crowding together, and will finally contract into the origin of the coordinate system (all B_k becoming zero). But as soon as Q surpasses the limit of stability of the laminar motion, this no longer will be the case. Yet the fact that Q surpasses the stability limit does not imply that the expression (89) (or rather its statistical mean value) immediately ceases to be positive, and examples can be constructed where this is not the case¹⁾. In such a case there appears to be a tendency towards condensation, which, however, cannot result in a contraction of the whole set into the origin.

This brings us to the supposition that the set of points perhaps may condense into a subspace of a smaller number of dimensions than the original phase space of N dimensions.

Let us therefore consider the projection of the motion of the set of points upon a subspace of, say, s dimensions. Then the density ϱ_s of the set of projected points in this subspace can be defined, and it will be possible to deduce an expression for $\partial \varrho_s / \partial t$. It can be taken for certain that there will be some projections (perhaps upon subspaces of a relatively small number of dimensions), for which the average value of $\partial \varrho_s / \partial t$ will be negative, while for other projections (with s only slightly smaller than N) it will be positive.

We now might venture the hypothesis that we must look for the most comprehensive subspace (i.e. of the largest number of dimensions) for which the average value of $\partial \varrho_s / \partial t$ is not yet positive — preferably it must be as near to zero as possible. The motion of the projection of the set of points upon this "maximum subspace" (as we may call it) then

¹⁾ The expression occurring on the right hand side of eq. (89) is connected with the sum of the roots of eq. (86), provided the values of the A 's are the same in both equations. This point may have some importance for our problem, but as in general the A 's are functions of the time the actual relations will be far more complicated.

may be considered as being statistically stable, while the extent of the set in directions not belonging to this subspace ultimately will diminish to zero. If S is the number of dimensions of the "maximum subspace", then it may be supposed that the turbulent motion on the average will be confined to the S degrees of freedom, corresponding to the coordinates that subtend the "maximum subspace", and that *the application of the statistical method must be restricted to these degrees of freedom only*. The justification of the latter proposition is found in the circumstance that the density of the points in the projection upon the "maximum subspace" upon the average is independent of the time, so that, if this subspace is divided into cells of equal volume, the same weight must be given to every cell.

The number S probably will increase with the value of Q . In the case of a system having a finite number of degrees of freedom perhaps difficulties may arise, as soon as S approaches to N (the motion perhaps might become wholly divergent). But in the case of an infinite number of degrees of freedom, there would be no objection to an unlimited increase of S , which simply would mean that more and more degrees of freedom come into play if Q is increased continuously. And this would fit in very well with our original problem.

All this has been expressed in a crude and very primitive way, and the deduction of a more satisfactory formulation may prove a matter of great difficulty. The restriction of the statistics to a subspace of a definite number of dimensions has something arbitrary and schematical in its character; it may be that the limit introduced in this way in reality is more of the nature of an average. — There is also the difficulty with the A 's, which are variables themselves (it is only provisionally that we have inserted the statistical mean values). Perhaps it will be necessary to consider a multi-dimensional space in which both the A -motion and the B -motion can be represented: the formulation of the hypothesis then must be altered.

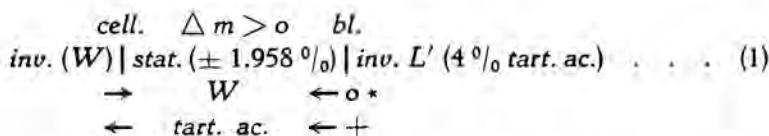
Still the point to which I would draw the attention is that the investigation of the variations of the density of the projections of a set of representative points upon various subspaces may afford us a means either for restricting the number of degrees of freedom to be considered in the statistics of turbulent motion, or perhaps for the introduction of a certain weight function influencing the distribution function in such a way, that the statistical frequency of certain modes of motion is diminished so much, that the expression for the total dissipation will become convergent. If this should prove to be the case, then the difficulty upon which we struck in Part VI might be overcome.

Chemistry. — *Osmosis in systems consisting of water and tartaric acid and containing three liquids, separated by two membranes.* II. By F. A. H. SCHREINEMAKERS and H. H. SCHREINEMACHERS.

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

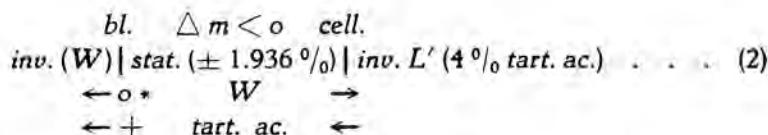
V. Influence of the position of the two membranes on the stationary state.

If for the sake of simplicity we substitute the 3.999 % of tartaric acid of system (22) in Comm. I by 4 %, we have the system:



in which the membrane on the left consists of cellophane and the membrane on the right of pig's bladder. As appears from the arrows, the water diffuses inwards through both membranes; the tartaric acid diffuses inwards through the bladder and outwards through the cellophane. As has been indicated by the sign + with the corresponding arrow, more tartaric acid diffuses inwards than outwards, however. The quantity of the stat. liquid continuously increases, as has been indicated by the sign $\Delta m > 0$.

If we also substitute the 4.005 % of tartaric acid of system (25) in Comm. I by 4 %, we have the system:



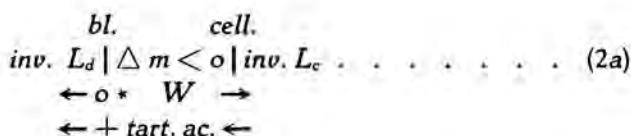
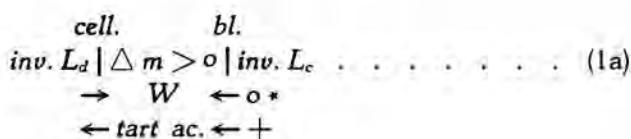
in which the membrane on the left now consists of a bladder and the membrane on the right of cellophane; the two invariant liquids, however, are the same as in system (1).

The water, however, now diffuses outwards through the two membranes; the tartaric acid, however, still diffuses towards the left through both membranes just as in (1), but now, as has been indicated by the sign +

with the corresponding arrow, more tartaric acid runs outwards than inwards. The quantity of this stationary liquid now decreases continuously, as has been indicated by $\Delta m < 0$, whereas in (1) it increased continuously.

In the systems (1) and (2) one of the invariant liquids consisted of pure water; the osmosis (namely the direction of the arrows etc.) will not change, however, when the water contains a little tartaric acid besides, we shall call this liquid "diluted" and we shall represent it by L_d . The same obtains also when the other invariant liquid contains some little quantity of tartaric acid; as we assume, however, that this liquid contains more tart. acid than L_d , we shall call it "concentrated" and we shall represent it by L_s .

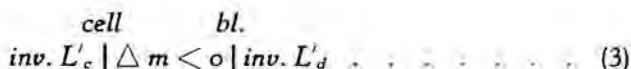
We now represent these systems by:



which we shall call (1a) and (2a).

From this follows among other things:

1. When the diluted liquid L_d is next to the cellophane (system 1a), the quantity of the stationary liquid increases continuously; when the diluted liquid L_d is next to the bladder, the quantity of the stationary liquid decreases continuously (system 2a).
 2. If we change the places of the two membranes of one of the systems (1a) or (2a), one system will pass into the other. From this it appears that the interchange of the membranes has a great influence on the progress of the osmosis (comp. 1 and 1a with 2 and 2a).
 3. If in system (1a) we add water on the left side and a little tartaric acid on the right side, the left-side liquid will remain diluted and the right-side liquid concentrated; the osmosis will then develop in a similar way.
 4. If in system (1a) we add a sufficient quantity of tartaric acid on the left side, and on the right side a sufficient quantity of water, so that the left-side liquid now becomes the concentrated- and the right-side liquid the diluted one, (1a) will pass into the system;



As the diluted liquid now is next to the bladder, this system now is the same as (2a), only the sequence from left to right is different.

From 3 and 4 it now appears that for the progress of the osmosis in system (1a) it makes a great difference whether we add water on the left side and tartaric acid on the right side or vice versa. Of course the same also obtains for system (2a).

We may suppose the liquids i_1 and i_2 of the stationary system :

$$\text{inv. } i_1 | \text{stat. } L | \text{inv. } i_2 \dots \dots \dots \quad (4)$$

remain invariant, because of a continuous current of i_1 and i_2 flowing along the membranes, or because i_1 and i_2 are a kind of tissues in which the state remains practically invariant. In the space between these two invariant states, a stationary liquid L will then form.

We now imagine the space of the stationary liquid completely closed, but for a tiny opening, and the quantity of this liquid continuously increasing ; we may then compare this space with the cavity of a gland and liquid L with the fluid secreted.

This secreted fluid generally has quite an other composition than the currents of tissues i_1 and i_2 ; nor can it generally be looked upon as a mixture of these liquids.

In this simple example the composition of this glandular secretion depends upon :

1. the state of the two currents or tissues i_1 and i_2 .
2. the nature of the two membranes and the ratio of their surfaces. Every change in one or more of these factors will also cause a smaller or greater change in the composition of the glandular secretion.

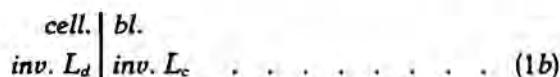
We now may suppose also that one or two membranes gradually change in such a way that the quantity of the secretion, instead of increasing continuously, now begins to decrease. The gland will then stop functioning as such, although the two tissues may have remained perfectly unchanged : of course this may also be the case when one or both tissues change gradually¹⁾.

VI. A combination of two membranes.

If we place a piece of cellophane and a piece of a pig's bladder against each other in such a way that they stick closely together and no room is left between them, then we may consider this combination as a single membrane, the one layer consisting of cellophane and the other of a blad-

¹⁾ Later on one of us will refer in extenso to stationary states in connection with tissues and glands. Comp. also F. A. H. SCHREINEMAKERS, These Proceedings 35, p. 1131 (1932).

der. If we now bring this combination-membrane between the two liquids L_d and L_c , we have the osmotic systems :



which we shall call (1b) and (2b). These systems now consist of the same liquids and the same membrane, which however in (1b) turns its cellophane-layer towards the left and in (2b) towards the right. We get these systems (1b) and (2b) by placing the two membranes in (1a) and (2a) against each other.

As osmosis occurs in these systems (1b) and (2b), the water and the tartaric acid will diffuse continuously in some direction or other through the two layers and consequently also through the boundary plane they have in common.

We now can imagine that at a certain moment of the osmosis the cellophane and the bladder under some influence or other will get loose from each other in some small spot, so that a small cavity will form between the two layers ; this will then be filled with a small quantity of the diffusing substances and will pass into a stationary state. We now distinguish two cases.

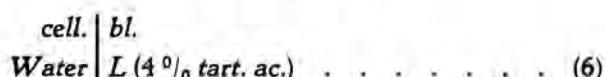
1. When this takes place in system (1b), it passes into system (1a) in which, however, there is only a small quantity of the stationary liquid as yet. As this quantity continuously increases, however, the two layers will get further away from each other. We now represent this system by :



in which for the sake of clearness a biconvex form has been given to the combination.

2. When it takes place in system (2b), viz. the cellophane and the bladder getting loose in a small spot, (2b) will pass into (2a). As the quantity of the stationary liquid now decreases, however, the small quantity of liquid that has penetrated between the two layers, will disappear again ; so the membrane will not become biconvex now, but remain unchanged.

To be able to observe these phenomena, we took the system



in which, however, the two liquids were not kept invariant, so that they

changed during the osmosis; this does not influence the occurring or non-occurring of these phenomena, however.

After some hours (6) had passed already into a system



in which the liquid between the two layers could already be seen quite clearly, its quantity increasing continuously.

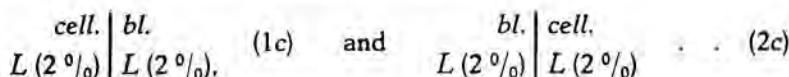
When this combination-membrane was turned round¹⁾, and we consequently had the system



we saw the liquid absorbed disappear again and the membrane becoming flat; this was still the case when we again replaced L_d by pure water and L_c again by a liquid with 4 % of tartaric acid.

It appears from these investigations and theoretical considerations that similar phenomena are to be expected with all membranes, consisting of two or more layers of a different nature; the turning of the membrane or, what is the same, the interchange of the two liquids may here have a greater or a smaller influence on the progress of the osmosis, depending on the difference in the nature of the layers and the compositions of the liquids.

In order to show the influence of the position of a membrane (or of its turning) in still another way we took the two systems:



which we shall call (1c) and (2c). As the two liquids had the same composition in both systems (namely 2 % of tart. acid) there was no osmosis of course. The two systems differ only in the position of the membrane. We now added in both systems water on the left side and a little tartaric acid on the right side.

Then system (1c) passed into a system (7), in which after a few hours a liquid could already clearly be observed between the cellophane and the bladder, its quantity continuously increasing.

In system (2c) no liquid formed between the two layers of the combination-membrane.

When we turned the membrane in system (7) which had developed from system (1c), we saw, as was indeed to be expected, that the liquid taken in between the two layers, disappeared again.

¹⁾ Experimentally it is simpler of course not to turn the membrane, but to interchange the two liquids; indeed we did it in this way.

If in the osmotic system

$$\text{inv. (Water)} | L (W + \text{tart. ac.}) \dots \quad (9)$$

we bring a membrane of cellophane, the osmosis proceeds according to the D.T.

$$\rightarrow W \quad \leftarrow \text{tart. ac.} \dots \quad (10)$$

no matter what concentration the variable liquid L may have at the beginning of the osmosis. (Comm. I, pg. 1243).

If, however, we bring a membrane of pig's bladder in this system, then the osmosis does depend upon the concentration the variable liquid has at the beginning of the osmosis, and no water will diffuse when liquid L has a certain concentration; we have called this liquid the neutral liquid L_n . (Comm. I, pg. 1243).

If at the beginning of the osmosis we now take for L in system (9) a liquid with a greater amount of tart. acid than liq. L_n , then the substances will first diffuse for some time according to the first D.T. and afterwards until the end of the osmosis according to the second D.T. of (11) namely:

$$\begin{array}{lll} \text{first} & \rightarrow W & \leftarrow \text{tart. ac.} \\ \text{later on} & \leftarrow o * W & \leftarrow \text{tart. ac.} \end{array} \quad \left. \right\} \dots \quad (11)$$

The composition of the neutral liquid L_n at which the water-diffusion changes its direction, depends upon the nature of the pig's bladder used; with one of the bladders we found $\pm 14\%$, with an other $\pm 17\%$ and with a third $\pm 21\%$ of tart. acid.

We now may put the question according to which D.T.'s the osmosis will proceed, when we bring a combination-membrane of cellophane and a pig's bladder in system (9).

In order to examine this we took the system

$$\begin{array}{c|c} bl & \text{cell.} \\ \text{inv. (Water)} & | L (\text{beg. } 28.1\% \text{ tart. ac.}) \end{array} \dots \quad (12)$$

in which the variable liquid contained 28.1 % of tart. acid at the beginning of the osmosis. As the combination-membrane is next to the water with its layer of bladder, it was very probable that the combination would behave during the entire osmosis as a single membrane, namely that no liquid would form between the two layers (comp. 2b and 8); the experiment has indeed confirmed this.

The data for this osmosis are found in table 1. In column 1 we find the numbers of the successive determinations, in column 2 the number of hours that passed after the beginning of the osmosis; in column 3 we find the amount of tart. acid of the variable liquid. In columns 4 and 5 we find the number of grams of tart. acid and water, taken in (sign +) or given off

TABLE I

No.	t in hours	% tart. ac. of the variable liq.	Diffused to the var. liq.		Δm
			gr. tart. ac.	gr. W	
1	0	28.10			
2	24	27.71	- 0.98	+ 2.728	+ 1.748
3	113	26.02	- 4.53	+ 10.456	+ 5.926
4	237	24.35	- 4.29	+ 10.492	+ 6.202
5	424	22.12	- 6.54	+ 12.266	+ 5.726
6	664	20.10	- 5.94	+ 11.038	+ 5.098
7	1024	17.69	- 7.52	+ 12.222	+ 4.702
8	1433	15.55	- 7.03	+ 9.386	+ 2.356
9	1907	13.51	- 6.97	+ 7.042	+ 0.072
10	2431	11.60	- 6.40	+ 5.945	- 0.455
11	3049	9.346	- 7.36	- 1.010	- 8.370
12	3528	7.345	- 6.10	- 1.973	- 8.073
13	4166	4.632	- 7.61	- 5.087	- 12.697

(sign —) by the variable liquid between two successive determinations. From these columns 4 and 5 the last column follows at once, namely the total quantity Δm taken in (sign +) or given off (sign —) by the variable liquid between two successive determinations.

From this it appears that the tartaric acid diffuses \leftarrow during the entire osmosis and the water first \rightarrow and afterwards \leftarrow so that the two D.T.'s (11) occur; the neutral liquid contains $\pm 10\%$ of tart. acid.

So this combination-membrane of a bladder and cellophane always behave as if it consisted of a bladder only; yet there are differences of course; the velocity of the osmosis namely is much smaller (after 4166 hours or almost 173 days the amount of tartaric acid, which at the beginning of the osmosis was 28.1 %, had decreased to no more than 4.632 %, whereas this amount in a system with a bladder only, had decreased after more than 34 days from 25.768 % to 0.137 % already); the neutral liquid also has a smaller amount of tartaric acid (namely $\pm 10\%$) than when only a bladder was used (namely ± 14 , 17 and 21 %).

Leiden, Lab. of Inorg. Chemistry.

Chemistry. — The Allotropism of Beryllium. Bij F. M. JAEGER and
J. E. ZANSTRA.

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

§ 1. In a previous paper¹⁾, in which the remarkable behaviour of crystalline lumps of *beryllium* was described, when the metal is heated above a certain temperature, we already mentioned that from the experiments hitherto made, it must be concluded that some allotropic change in the metal seems to take place, although evidently no *direct* connection between this phenomenon and the abnormal calorimetric behaviour exists. In a following publication we intend to return to these calorimetric phenomena, since it was discovered that also samples of this metal occur that do not manifest the said behaviour; while, on the other hand, we observed the phenomena described also in the case of some other metals, in the first place with *zirconium*. In the present paper we only wish to publish the results of the investigation of the metal by means of *X*-rays, which has led us to the discovery of a new modification of *beryllium*, —this being probably a metastable form of the metal with respect to the ordinary *a-beryllium*.

The structure of *beryllium* has been determined by G. MEIER and by Mc KEEHAN²⁾; according to the latter, *a-beryllium* has a closest-packed hexagonal arrangement, with $a_0 = 2,283 \text{ \AA}$. and $c_0 = 3,61 \text{ \AA}$. and with two atoms of *Be* within its simple parallelopipedic cell; $d_0 = 1,827$. There is, however, no complete agreement between the observed and the calculated intensities of the different reflecting forms; moreover, the author already mentions the occurrence of a number of unexplained lines in his spectrograms, whose presence he partially attributes to the admixture of a small quantity of beryllium-oxide, and partially tries to account for by assuming the presence of an unknown substance.

At our disposal we had two very pure samples of *beryllium*¹⁾: the one in the form of very beautiful crystal-aggregates, the other in the shape of a massive cylindrical rod, which *inter alia* was used by E. J. LEWIS³⁾ in his experiments on the electrical conductivity of the metal and which most kindly was put at our disposal by Prof. E. MEERRITT of Cornell-University. The results obtained with these two samples are

¹⁾ F. M. JAEGER and J. E. ROSENBOHM, These Proceedings Amsterdam, 35, (1932), 1055; conf. p. 1061.

²⁾ G. MEIER, Thesis Göttingen, (1921); L. W. Mc KEEHAN, Proc. Nat. Acad. of Science, 8, (1922), 270; M. C. NEUBURGER, Zeits. f. Kryst., (A), 85, (1933), 325.

³⁾ E. J. LEWIS, Phys. Review, 34, (1929), 1577.

practically identical, so that in the following no special distinction between them is made.

§ 2. *a-Beryllium.*

From the sample of pure, well crystallized *beryllium*, provided by SIEMENS, some single crystals, showing the face {0001} and some others, showing a hexagonal prism, could be isolated. Rotationspectrograms were made with the *c*-axis and the orthohexagonal *b*-axis, respectively, as axes of rotation. Also oscillation-spectrograms on {0001}, after BRAGG's method, were prepared, — calcite being used as a standard-material. The analysis of the rotationspectrograms was made by means of BERNAL's method.

A. *Rotation-spectrogram round the c-axis.*

Copper-*a*-radiation; 50 m. Amp. hours. The spectrogram showed a principal and the first accessory spectrum.¹⁾

Principal spectrum: (110) = (0110); (310) = (1120).

1st Access. Spectrum: (111) = (0111). $I_c = 3,64 \text{ \AA}$ (corrected; see C). No abnormal reflections were observed with these crystals.

B. *Rotation-spectrogram round the orthohexagonal b-axis.*

Principal spectrum: (200) = (1010); (002) = (0002); and (202) = (1012).

1st Access. Spectrum: (111) = (0111); and (112) = (0112). $I_b = 2,28 \text{ \AA}$. No abnormal reflections were found.

C. An oscillation spectrogram on {0001} was obtained by means of *molybdenum*-radiation; a second order reflection was found, calcite being used for the purpose of comparison. From the observed value: $d_{(0001)} = 1,82 \text{ \AA}$, I_c is calculated to be: $3,64 \text{ \AA}$.

The axial ratio of *a-beryllium* is, therefore, calculated at: $a:c = 1:1,5877$.

As the specific weight of the metal is about 1,83, the single parallel-oipedic cell contains two atoms of beryllium; $d_{calc.} = 1,816$.

§ 3. Although many of the powderspectrograms prepared showed, — as was already mentioned, — a number of extra-diffraction-lines, some of them, however, proved to be completely free from those.

Thus a powderspectrogram, prepared with Cu-radiation ($R = 57,2 \text{ m.M.}$; exposure = 32 m. Amp. hours) showed the following lines (hkl), as calculated from the angles θ (see Table I).

The values of $\sin^2 \theta$ are calculated from the formula:

$$\sin^2 \theta = 0,1515 (h^2 + hk + k^2) + 0,0453 \cdot l^2.$$

Of the lines (100) and (101) also β -images were occasionally observed.

¹⁾ The orthohexagonal indices being $(h_0 k_0 l_0)$ and the hexagonal ones (BRAVAIS) being $(h k i l)$, we have the relations: $h_0 = 2h + k$; $k_0 = k$; $l_0 = l$ and consequently: $2h = h_0 - k_0$; $k = k_0$; $2i = h_0 + k_0$ and $l = l_0$. The orthohexagonal axes are: $a_0 \sqrt[3]{3}$; a_0 ; and c_0 .

TABLE I.
Powderspectrogram of α -Beryllium.

Int.:	Θ :	$\sin^2 \Theta$: (observ.)	$\sin^2 \Theta$: (calcul.)	$(h k l)$ (BRAVAIS):
7	22° 15'	0.1516	0.1515	(100) = (10̄0)
6	25 32	0.1856	0.1812	(002) = (0002)
10	26 30	0.1986	0.1968	(101) = (10̄1)
6	35 34	0.3378	0.3327	(102) = (10̄2)
6	42 35	0.4556	0.4544	(110) = (11̄20)
4	48 40	0.5696	0.5593	(103) = (10̄3)
3	51 33	0.6131	0.6060	(200) = (20̄0)
6	53 20	0.6417	0.6358	(112) = (11̄22)
5	54 10	0.6551	0.6516	(201) = (20̄21)
4	63 14	0.7972	0.7875	(202) = (20̄22)
3	69 8	0.8731	0.8765	(104) = (10̄14)

§ 4. From these data it must be concluded, that α -beryllium has, indeed, the structure indicated by Mc KEEHAN, — the parameter in the direction of the c -axis being $\frac{1}{2} c_0$. However, the calculated and observed intensities do not agree in all respects: thus, for instance, the calculated intensity of (100) is smaller than that of (002). But it must be emphasized that the beryllium-crystals used showed a most distinct mosaic-structure; and also other peculiarities of the crystals: e. g. the existence of cleavage- and glidingplanes, — are not taken into account in the calculations of the intensities.

The LAUE-pattern on {0001}, obtained by means of a tungsten-anticathode showed a hexagonal symmetry, but simultaneously a remarkable asterism.

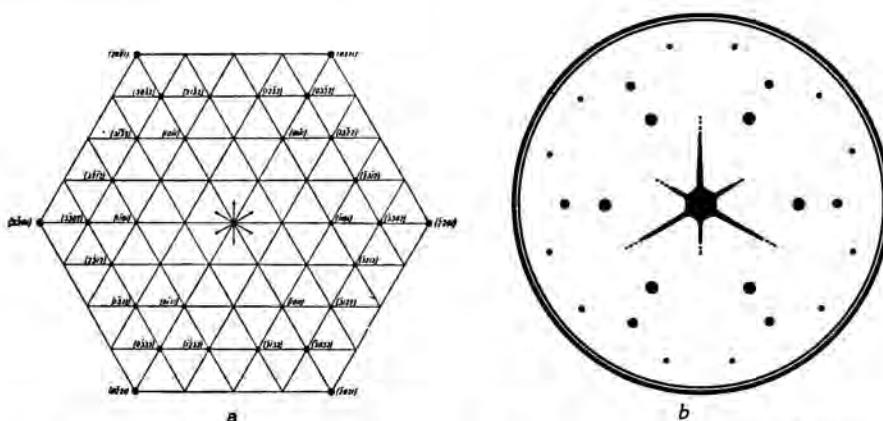


Fig. 1. Gnomonic Projection (a) of the LAUE-pattern (b) of Beryllium on {0001}, obtained with Wo-radiation.

As the voltage used was 40 K.V., the maximum wave-length is about 0.9 Å, the minimum wave-length perhaps 0.3 Å. The most intensive spot ($\bar{2}201$) corresponds to: $\lambda = 0.461$ Å; the other spots are: ($3\bar{3}0\bar{2}$), $\lambda = 0.4165$ Å; ($\bar{2}312$), $\lambda = 0.3995$ Å and ($\bar{2}\bar{2}02$), $\lambda = 0.3415$ Å.

The asterism observed might perhaps indicate that a *ditrigonal* symmetry D_{3d}^3 is really present; in that case the two *Be*-atoms in the cell would have the positions: $[\frac{1}{2} \frac{2}{3} u]$ and $[\frac{2}{3} \frac{1}{3} u]$, in which u is equal to: 0.25.

§ 5. *β -Beryllium.* In a considerable number of cases the powder-spectrograms of *beryllium* prove to contain a set of accessory lines, which cannot be inserted within the normal spectrum of the *a-beryllium*. Such extra-lines were also observed by other investigators; they were attributed either to an admixture of beryllium-oxide or to "unknown" impurities. However, the relative intensities of these accessory lines with respect to the others, made it highly improbable, that they would correspond to the oxide; many of them did, moreover, not coincide with the diffraction-lines of the oxide, which was studied by using the same radiation (*iron*) as that used in the study of the metal itself¹⁾.

One of the lines observed by us was the same as that formerly attributed by Mc KEEHAN to an "unknown" element *X*; it was met with as well in the case of the American, as in that of the German sample. However, it soon appeared more probable that these extra-lines would correspond to another modification of the metal, the existence of which was previously suspected by us²⁾ for other reasons.

Preliminary investigations had taught us that the extra-lines appeared most distinctly after a prolonged heating of the metal above 500° or 700° C.; the most favorable results were obtained by heating at 630° C. in a perfect vacuum for 10 hours. The same crystals which were used in the former experiments at ordinary temperature, — they, therefore, yielding no other lines than the normal ones mentioned above, — were embedded in a layer of carefully calcined magnesia, contained in a small tube (0.1 cm.) of pyrex-glass; during the heating the tube was evacuated, the pressure remaining under about 0.1 mm. of mercury. By this treatment the crystals proved to be changed in no way; they preserved their original lustre and yielded the same sharp reflections as before, while the glass-tube was neither attacked by the metal, — this being isolated from the walls of the tube by the protecting layer of magnesia.

A'. *Rotation-spectrogram round the c-axis.*³⁾

The most intensive spots of this spectrogram were the same as those

¹⁾ Berylliumoxide is also hexagonal: $a_0 = 2.694$ Å; $c_0 = 4.392$ Å. There are 2 molecules in the elementary cell.

²⁾ F. M. JAEGER and E. ROSENBOHM, These Proceed. 35, (1932), 1055.

³⁾ Some of these spectrograms were prepared in this laboratory by Mr. BEINTEMA,

of the normal, not heated crystal, mentioned sub A. Besides these, however, a number of *new* spots proved to be present, which are rigorously orientated with respect to the original ones. They were arranged in a principal spectrum and the 1st, 2nd, 3^d and 5th accessory spectra:

Principal spectrum: *(200) or *(110); *(310); (400); (420); (600).

1st Access. spectrum : (201) or (111).

2nd Access. spectrum : *(202) or *(112); (402).

3^d Access. spectrum : (203) or (113); *(313); (423); (623).

5th Acc. spectrum : *(205) or (115).

The indices mentioned correspond to orthohexagonal axes, deduced from the row-lines, with $a_0 = 7.1 \text{ \AA}$ and $b_0 = 4.1 \text{ \AA}$; while the identity-distance I_c is 10.8 \AA , i. e. $3 \times c_0$ of the α -modification.

The 1st spectrum is weak, the 4th is absent, while the 3^d and 5th spectra are rather intensive; the directions of the c_0 -axes of the two forms coincide. Evidently the orthohexagonal lattice is centred in its basal plane, as triplets with $(h+k) = \text{odd}$, do not occur.

B'. Rotationspectrograms round the b -axis ($= 4.1 \text{ \AA}$).

The four spectrograms prepared all showed two or three spectra; the orthohexagonal indices of the spots observed were:

I. Principal spectrum : *(200); (400); (402); (201); (202); *(203).

1st Access. spectrum : *(111); (311); *(111); *(112); (313).

2nd Access. spectrum : (222).

II. Principal spectrum : *(002); *(003); (005); (205); (203); (205).

1st Access spectrum : *(115); *(112); (113); (313).

2nd Access spectrum : (221); (220).

III. Principal spectrum : *(202); (203); (402); (205).

1st Access spectrum : (111); (313); (112); (113); *(115).

2nd Access spectrum : (221); (220).

IV. Principal spectrum : (203); (006); (002); (003); (005).

1st Acces spectrum : *(112); (113); (313); (113); *(115).

All occurring spots are accounted for by means of an orthohexagonal elementary parallelopipedic cell of the dimensions :

$$I_a = 7.1 \text{ \AA}; I_b = 4.1 \text{ \AA}; I_c = 10.8 \text{ \AA}.$$

§ 6. In this way it now became possible to find the indices-triplets of the extra-lines observed by us in the different powder-spectrograms and also those already observed by MC. KEEHAN. This investigator used a molybdenum-anticathode, whose β -radiation was considerably weakened by selective absorption. The observed three abnormal lines, whose $\sin^2\theta$, — calculated for Fe-radiation, — corresponded to 0,1945; 0,2179 and 0,0977. The two first he attributed to the presence of beryllium-oxyde; but this is highly improbable, because their intensities here are much too great, considering the minimal traces of the oxide present in our preparations. Moreover, the line with $\sin^2\theta = 0,1722$ (Fe-radiation) in the spectrum of BeO has the same intensity as that with $\sin^2\theta = 0,2179$

(=0,2208); so that it is inconceivable, why the reflection with $\sin^2\theta = 0,1722$ does not equally well appear amongst the extra-lines. The line with $\sin^2\theta = 0,1945$ might correspond to $\beta(100)$ of *a-beryllium*; but the observed intensity (= 6) is then much too great in comparison with that of the corresponding *a*-line. The third line, with $\sin^2\theta = 0,0977$ is the one, attributed by MC. KEEHAN to an "unknown substance *X*"; it was, however, constantly observed by us in all powderspectrograms of *beryllium*, which showed such extra-lines. As chemical analysis proved that the two samples of *beryllium* used by us contained at least 99,5% Be and only traces of Fe, while no iron-lines were ever observed, — it is most probable that the reflections observed are really characteristic of *beryllium* itself. Moreover, the intensities of the extra-lines are still greater, if a previously heated *beryllium*-crystal be taken as an object and, if then after powdering, a powderspectrogram is made.

The coefficients of the quadratic equations, derived from the values: $a_0 = 4,1 \text{ \AA}$ and $c_0 = 10,8 \text{ \AA}$ and calculated for Cu_{α} - and Cu_{β} -radiation, are:

$$\begin{aligned}\sin^2\theta &= 0,0470 \cdot (h^2 + hk + k^2) + 0,00505 \cdot l^2 \text{ (\alpha-radiation), and} \\ \sin^2\theta &= 0,0382 \cdot (h^2 + hk + k^2) + 0,00409 \cdot l^2 \text{ (\beta-radiation).}\end{aligned}$$

The occurring extra-lines with $\sin^2\theta = 0,0349$; 0,0621; 0,0840 and 0,1135 can, however, not correspond to these equations; if, however, the other possible value of a_0 , i. e. $7,1 \text{ \AA}$, be taken, these quadratic equations become:

$$\begin{aligned}\sin^2\theta &= 0,0157 \cdot (h^2 + hk + k^2) + 0,00505 \cdot l^2 \text{ (\alpha-radiation) and} \\ \sin^2\theta &= 0,0127 \cdot (h^2 + hk + k^2) + 0,00406 \cdot l^2 \text{ (\beta-radiation);}\end{aligned}$$

and now the interpretation of the diffraction-lines mentioned no longer presents any real difficulty.

Two samples of *beryllium*, previously heated for 10 hours at 650°C . and for 20 hours at 800°C . respectively, yielded, — besides the normal lines of *a-beryllium*, — the following extra-lines ($R = 44,4 \text{ mm.}$; exposure: 50-56 m. Amp. hours).

The intensities (see Table II on following page) were estimated relatively to that of (101) of the *a*-modification, this intensity being taken = 10. To the lines having greater values of $\sin^2\theta$, many possible indices-triplets can be attributed; so that these symbols become rather arbitrary.

A powdered sample of ordinary, not previously heated, metal was studied by means of iron-radiation (70 m. Amp. hours); the rather strong secondary radiation in the camera was prevented by screening off with a very thin aluminium-foil. The spectrogram (see Table III on following page) showed the following extra-lines, — all corresponding with the lines for copper-radiation already mentioned and indicated by *; the lines indicated by ** were those also observed by MC. KEEHAN, who in his experiments used a *molybdenum*-anticathode.

TABLE II.
Diffractionlines of β -Beryllium.
(Copper-radiation).

Int.:	θ :	$\sin^2 \theta$ (observed):	Indices $\{hkl\}$ calculated from the quadratic formula:
3	10° 46'	0.0349**	(102)
2	11 56	0.0428*	(110) and (003)
3	13 25	0.0538*	(111)
2	15 6	0.0679**	(112)
2	16 10	0.0755*	(113)
1	16 56	0.0848*	(202)
2	17 51	0.0940*	(113)
3	19 51	0.1087*	(203) and (210)
2+	20 30	0.1227*	(005)
1+	21 36	0.1355**	(204)
1	32 52	0.2945	(403) and (320)
1	34 16	0.3170	(225)
1	34 49	0.3260	(410), (306) and (008)
1	38 44	0.3915	(307)

TABLE III.
Diffractionlines of β -Beryllium.
(Iron-radiation).

Int.:	θ :	$\sin^2 \theta$ (observed):	$\sin^2 \theta$ (for copper- α -radia- tion) observed:	Indices $\{hkl\}$ calculated from the formula:
2	16° 6 $\frac{1}{2}$	0.0769	0.0488	(110) and (003)
3	16 56	0.0848	0.0538	(111)
2	18 5 $\frac{1}{2}$	0.0982**	0.0622	(200)
1*	20 23 $\frac{1}{2}$	0.1214	0.0775	(113)
1	21 46	0.1375	0.0848	(202)
2	22 55	0.1516	0.0940	(113)
3	24 23	0.1704	0.1087	(203) and (210)
3	25 5	0.1797	0.1135	(211)
4	26 15	0.1945**	0.1231	(005)
4	27 6	0.2075	0.1311	(212)
3	27 50	0.2179**	0.1355	(204)
1	32 3	0.2816	0.1781	(115)
3	39 6	0.3978	0.2518	(313) and (400)

The calculation of the indices of lines with greater values of $\sin^2 \theta$

becomes rather arbitrary, as many possibilities occur; the relative intensities were visually estimated, that of (101) of the α -form being taken = 10 also in this case.

The indices were, — for $a_0 = 7.1 \text{ \AA}$ and $c_0 = 10.8 \text{ \AA}$; — calculated from the corresponding quadratic formula for copper-radiation:

$$\sin^2\theta = 0.0157 \cdot (h^2 + h k + k^2) + 0.00505 \cdot l^2$$

and from the analogous equation for the β -radiation.

The majority of the lines observed in these powderspectrograms is also met with in the rotation-spectrograms, as may be seen, if the indices of the latter be transformed into those corresponding to the lattice with $a_0 = 7.1 \text{ \AA}$ and $c_0 = 10.8 \text{ \AA}$. The following examples are a proof of this fact, although a number of spots on the rotationspectrograms do not equally occur in the powderspectrograms:

Spots on rotation-spectrograms:	Corresponding lines on powder-spectrograms:	Spots on rotation-spectrograms:	Corresponding lines on powder-spectrograms:
A. round [0001]:		B. round the b -axis:	
(200)	(110)	(111)	(111)
(110)	(110)	(200)	(110)
(420)	(410)	(201)	(111)
(201)	(111)	(202)	(112)
(111)	(111)	(203)	(113)
(202)	(112)	(112)	(112)
(112)	(112)	(003)	(003)
(203)	(113)	(005)	(005)
(113)	(113)	(113)	(113)
(205)	(115)		
(115)	(115)		

§ 7. There can hardly be any doubt, therefore, that the β -modification of *beryllium* has also hexagonal symmetry, with $a_0 = 7.1 \text{ \AA}$ and $c_0 = 10.8 \text{ \AA}$, — its axial ratio thus being: $a : c = 1 : 1.5211$, which is a little smaller, therefore, than that of the α -form. The β -form is probably monotropic; at temperatures in the vicinity of 650°C . it is produced with an observable velocity, but the content of this β -form in the metallic phase is certainly not greater than about 10%, — as may be deduced from the relative intensities of the diffraction-lines. Once produced, the β -form, although metastable, remains present in the metal even at ordinary temperatures, — its transformation into the α -modification obviously being impeded by strong passive resistances.

Beryllium-powder, which yielded strong abnormal spectrograms, was

repeatedly and during a long time, cooled in a mixture of solid carbon-dioxide and acetone, and every time a powderspectrogram of the cooled metal was prepared. In this way it could be stated that the intensities of the extra-lines gradually diminished, although they never completely disappeared. Perhaps this fact can serve as a proof, that at least a "partial" transformation of the β -modification into the stabler α -form is possible. By previous measurements¹⁾ with heated *beryllium*, we gathered the impression, that the specific weight does not considerably alter in this transformation; probably it is a little increased (1.91). If this be true, then the number of the atoms within the elementary cell must be about 60. As the β -modification, however, cannot be prepared in a pure state and its quantity in the metallic phase always remains very limited, more certain data about this question could, at this moment, not be obtained.

The ordinary metal seems always to contain a certain percentage of the metastable modification; this fact, most probably, accounts for the irregular and inconstant physical properties of *beryllium*, as observed by different investigators.²⁾

Groningen, Laboratory for Inorganic and Physical Chemistry of the University.

¹⁾ F. M. JAEGER and E. ROSENBOHM, loco cit., p. 1060.

²⁾ Conf. E. J. LEWIS, loco cit.

Plantkunde. — *Temperatuur en Tijd van den Bloemaanleg bij Bol-Irissem.*
 (Mit Zusammenfassung). Door A. H. BLAAUW. (Mededeeling
 №. 39 van het Laboratorium voor Plantenphysiologisch Onderzoek
 te Wageningen).

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

In de levensgeschiedenis van een volledige knop hebben wij de bladvormende, de bloemvormende en de strekkingsperiode onderscheiden. Wan-neer het ooit mogelijk zal zijn over de periodiciteit in de ontwikkeling der gewassen een beter begrip te krijgen in verband met de heerschende groei-factoren, dan dient in de eerste plaats die periodieke vorming en strekking van blad en bloem bij verschillende uiteenlopende gewassen goed bekend en beschreven te zijn. Daarna volgt een vergelijking en zoo mogelijk een rangschikking in verschillende typen van ontwikkeling. Dan pas is er een grondslag om te zoeken, of er eenig begrijpelijk verband is te vinden tus-schen bepaalde periodiciteitstypen en de omstandigheden, waaronder die gewassen het jaar doorbrengen; zowel in de cultuur onder vaak sterk gewijzigde omstandigheden als in het land, waar zij wild voorkomen en waarvan zij het klimaat dus sinds onheuglijke tijden als hun natuurlijk milieu

hebben te aanvaarden. Bij dit zoeken naar een redelijk verband tusschen de periodieke ontwikkelingswijze en de omringende groeifactoren kan verder de *experimentele ontwikkelingsleer* groote diensten bewijzen. Want zij beperkt zich niet tot het bestaande milieu en fast niet enkel rechtstreeks naar de gunstigste levensomstandigheden, maar zoekt ook vooral naar de *grenzen* waarbinnen de ontwikkelingsprocessen zooals bladvorming, bloemvorming en strekking mogelijk zijn. Juist de kennis daarvan zal ons eenmaal beter doen begrijpen welke mogelijkheden en uiterste grenzen door het klimaat in de wereld van thans en van vroeger tijden aan de verschillende plantensoorten gesteld worden.

Voorloopig beschikken wij over te weinig gegevens om algemeene conclusies te kunnen opsporen. Meer experiment en betere kennis van de jaarlijksche ontwikkeling bij meer soorten van gewassen zijn daarvoor noodig. Een dergelijk vergelijkend en experimenteel onderzoek, dat voor de plantkundige wetenschap op den duur en in menig opzicht direct voor de toepassing in de cultuur in verschillende opzichten van belang kan zijn, vergt veel tijd en geduld, — en het is zelfs zeer waarschijnlijk dat conclusies van meer algemeenen aard en ruimer beteekenis pas in veel later tijden mogelijk zullen zijn voor een volgend geslacht, als omtrent de chemisch-physiologische gebeurtenissen, die de wording van organen en vorm beheerschen, eerst meer kennis en inzicht is verkregen. Het bovenstaande moge een verontschuldiging zijn voor de betrekkelijk oppervlakkige gegevens, die wij in deze en andere mededeelingen brengen, maar tevens een toelichting, waarom wij meenen dat een uitgebreide kennis dezer gegevens — vooral voor de verdere ontplooiing der plantkunde in de toekomst — noodzakelijk is.

Over de periodieke ontwikkeling van Bol-Irisseen is een onderzoek in ons laboratorium in gang. Daaruit willen wij hier een korte mededeeling doen betreffende den tijd van de bloemvorming. Onderzocht werd voorloopig de zeer veel gekweekte Bol-Iris *Imperator*. Deze behoort tot een groep hybriden die als *Iris filifolia*-variëteiten bekend staan, maar in werkelijkheid niet door kruisingen met de echte *Iris filifolia*, maar met *I. Xiphium praecox* gewonnen zijn. Deze groep is het naast verwant en kan tot één vereenigd worden met de groep der Hollandsche Irissen, hybriden van *I. Xiphium praecox* met *I. lusitanica*, *I. Boissieri* e.a.

De eigenlijke Hollandsche Irissen werden gewonnen door de firma C. G. van Tubergen, de andere groep, waartoe o.a. Imperator en Wedgewood behooren, door de Gebrs. De Graaff te Noordwijk. (Zie J. F. Ch. Dix; C. G. van Tubergen; H. R. Wehrhahn; W. R. Dykes).

Van deze Bol-Iris sterven de bladen tegen het einde van Juli af, de bollen worden meest begin Augustus geroooid. De kleine ronde bollen boven 5 tot 6 c.M. om trek zullen het volgend jaar algemeen bloeien, maar na dien bloei oogst men enkele bolletjes, die als okselknoppen in den moederbol zijn ontstaan. De meesten hiervan kunnen pas over 2 of 3 jaar bloeien. Wij komen daarop later terug. Het komt er voor den kweker op aan de bollen

bij een bepaalde grootte te verkoopen in den zomer vóór het jaar van den bloei. Wij kozen dus voor ons onderzoek bollen van 7 tot 9 cm. omtrek, die zeker het volgend jaar bloeien. Zij werden 29 Juli '32 door ons ontvangen, bij 23° C. bewaard tot 20 Sept., daarna in 17° C. tot 19 October en vervolgens weer geplant.

Wanneer wordt in deze bollen de bloem aangelegd? Bij het rooien bestaan de bolletjes van 7—9 cm., die een uiterst gelijkmatige samenstelling vertoonen, uit gemiddeld 10 nog levende phyllomen, en wel 3 dikke rokken, 1 nog vrij dik blad en verder gemiddeld 6 blaadjes (varieerend van 5 tot 7). Den 19en Oct. is dit aantal van 10 (9,97 uit 15 ex.) op 11½ (11,47) gestegen. In ruim 2½ maand is er slechts 1½ loofblad gevormd door het eindgroeipunt van den bol (afgezien dus van vormingen aan de okselknopjes). Uit dezen uiterst langzamen aanleg van de organen bij 23°—17° bleek reeds, dat wij bij dit bolgewas met een geheel ander geval te doen hadden dan met de ons tot dusver bekende voorbeelden van Hyacinth, Tulp e.a. Wel konden wij experimenteel vaststellen, dat bij lagere temperaturen het tempo der loofbladvorming iets sneller gaat, zoals wij in een andere mededeeling zullen beschrijven. Maar in October bij het planten is er nog geen sprake van bloemvorming.

Daarna werd elke 2 of 3 weken weer een 15-tal gerooid en gefixeerd. Zal de bloemvorming nog vóór den vollen winter in den grond plaats vinden of pas in het voorjaar? Wij kunnen hier volstaan met de fixatie van 28 Dec. te vermelden. Het totale aantal bladdeelen bedroeg nu gemiddeld 13 (13,10), zoodat er sinds 19 Oct. weer 1½ loofblad bijgevormd is in 10 weken bij een temperatuur op 10 cm. diepte in den bodem.

Hoewel wij nog volkomen in de bladvormende periode zijn, valt er een typische verandering aan het groeipunt waar te nemen. De blaadjes worden bij de Iris, gelijk bekend is, in één vlak, afwisselend aan de ene en de andere zijde van het groeipunt afgesplitst. Meet men nu de breedte van het groeipunt, dus loodrecht op het vlak der bladen, dan bedraagt deze gemiddeld 210 μ op 19 Oct. (187 tot 240 μ), maar 28 Dec. gemiddeld 290 μ (213 tot 347 μ). Tijdens den aanleg van 1½ blad is dus tevens het groeipunt vrij aanzienlijk vergroot.

De temperatuur op 10 cm. diepte werd sinds de planting 3 \times daags waargenomen, n.l. om \pm 7 u. (na 1 April \pm 6 u.), om \pm 2 u. en 's avonds \pm 11 uur. Om een indruk te geven van de gemiddelde temperatuur, waarbij de bollen in deze maanden verkeeren, volgt hier de gemiddelde temperatuur in decaden:

22—31 Oct. 9°,1 C.	11—20 Dec. 2°,2 C.	1—10 Febr. 3°,9 C.	21—31 Mrt. 6°,6 C.
1—10 Nov. 6°,9 ..	21—31 Dec. 3°,0 ..	11—20 Febr. 1°,4 ..	1—10 Apr. 9°,2 ..
11—20 Nov. 3°,8 ..	1—10 Jan. 4°,3 ..	21—28 Febr. -0°,1 ..	11—20 Apr. 9°,5 ..
21—30 Nov. 4°,6 ..	11—20 Jan. 0°,9 ..	1—10 Mrt. 5°,2 ..	21—30 Apr. 8°,9 ..
1—10 Dec. 2°,3 ..	21—31 Jan. -1°,2 ..	11—20 Mrt. 6°,5 ..	

Na 28 Dec. treden vorstperioden op (in den grond) van 16 Jan.—4 Febr. en van 20—28 Febr. Fixaties werden uitgesteld tot 1 Maart.

Op 1 Maart is sinds 28 Dec. het aantal bladdeelen van 13.10 tot 14.07 gestegen (waarvan 7 of 8 loofblaadjes zijn); er is in deze 2 maanden ondanks zeer lage temperaturen nog een blad bijgevormd. Maar bovendien blijkt de Iris juist op de grens van de bladvormende en de bloemvormende periode te staan:

Van 15 exemplaren verkeeren 4 nog volkomen in de bladvormende periode (stadium I), het groeipunt is 280 tot 290 μ breed. Een 6-tal verkeert in stad. II, 't laatste blaadje is afgesplitst, de breedte van het groeipunt is daarbij thans 400 tot 425 μ . (Fig. 1 op 1 Maart). Dit is het primordium voor de hoofdbloem en de zijbloem. Bij 2 bollen wordt het primordium voor de zijbloem in de oksel van het bovenste blad afgesplitst van het hoofdgroeipunt; bij 3 bollen is dit zijgroeipunt reeds zelfstandig; het primordium van de eindbloem is dan afgerond driehoekig, in 2 gevallen met een zwakke aanduiding van indeeling in 3 primordia.

De volgende fixaties hadden nu plaats op 17, 24, 30 Maart en 7 April.

Op 17 Maart is bij alle bollen de eindbloem volop in wording: twee bloemen bestaan nog pas uit 3 ongedifferentieerde primordia, bij de andere 13 bloemen zijn deze primordia gedifferentieerd in de 3 buitenste tepalen en de 3 (= buitenste) meeldraad-primordia, terwijl de primordia der 3 binnenste tepalen bij de meesten als zwakke kleine bobbels zichtbaar zijn. (Fig. 1). De geheele bloem is nu 670 tot 800 μ breed. Het zijgroeipunt splitst een blad af, dat geadosseerd staat ten opzichte van de eindbloem, terwijl de rest primordium is voor de zijbloem. Op 24 Maart zijn de primordia der binnenste tepalen bij nagenoeg alle bollen geheel zelfstandig; er is nog

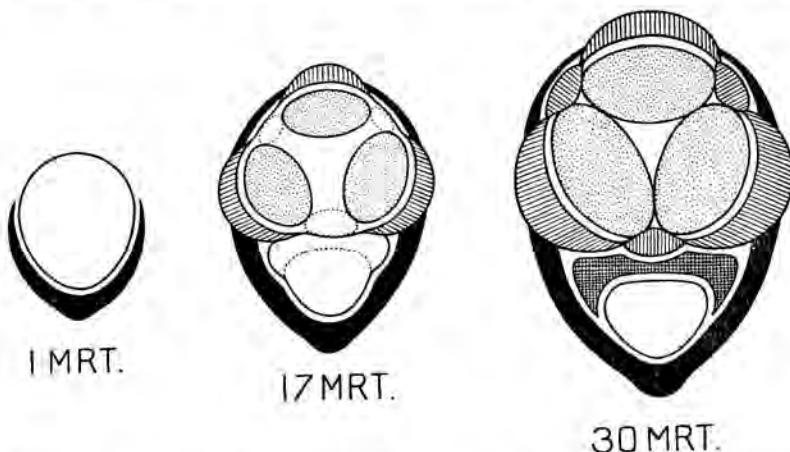


Fig. 1. Schema van den gemiddelden toestand en omvang van den bloem-aanleg bij de Bol-Iris „Imperator” in Mrt. 1933. Op 1 Mrt.: primordium voor hoofd- en zijbloem met het bovenste loof-schutblad; 17 Mrt. en 30 Mrt.: bloedekbladen gearceerd, meeldraden gestippeld. (Vergr. 40 \times).

geen begin van vruchtbladen. Op 30 Maart wordt in 2 v. d. 15 bollen een eerste begin van den vruchtblad-aanleg waargenomen. De bloem is gemid-

deld 900μ in doorsnee (Fig. 1). Op 7 April zijn in 11 van de 13 bloemen de vruchtblad-primordia aan den voet der meeldraden te vinden (in 2 bollen was geen bloem gevormd).

Alle bloemkransen zijn dus in de 1e helft van April primordiaal aanwezig. Van 24 Maart tot 7 April is de hoogte van de bloem $2\frac{1}{2} \times$ grooter geworden (van gemidd. 0,6 mm. tot 1,6 mm.). Daarbij zijn de 3 meeldraden overheerschend in omvang. In de nu volgende weken moet er nog een geheele wijziging komen in de onderlinge proporties der organen, vooral wat betreft de nu nog kleine primordia der vruchtbladen aan den voet der meeldraden, die straks met hun grote bloembladachtige stijlen geheel over den meeldraad zich zullen uitbreiden.

Wij zullen daarin hier niet verder treden; de bloemaanleg en -vorming wordt later nader beschreven in de verhandeling over de periodieke ontwikkeling van de „Hollandsche“ Bol-Iris.

Het is de bedoeling hier alleen de aandacht te vestigen op den tijd, waarin de Bol-Iris de primordia der bloemkransen gevormd heeft.

Daar de bloenvorming bij een zoo opvallend lage temperatuur plaats had, werd, behalve het door ons zelf behandelde materiaal, ook nog een partij door een kweeker behandeld en bij een bloemist in November buiten geplant, door ons nagekeken. Op 29 Dec. '32 was ook hier het groepunt nog in de bladvormende periode, zonder bloemaanleg. Op 14 Maart was de bloem nagenoeg in hetzelfde stadium als bij ons op 17 Maart, slechts een weinig verder, wat de ontwikkeling der binnenste tepalen betreft; de bloemaanleg was iets forscher, doordat het dikkere bollen waren dan de onze.

Vervolgens hebben wij nog een Spaansche Iris op 28 Maart onderzocht. Deze groep der Spaansche Irissen, waarvan de stamvorm *Iris Xiphium* is, bloeit ongeveer 14 dagen later dan de Hollandsche Irissen. 't Was dus de vraag of ook hier in Maart reeds een bloemaanleg aanwezig zou zijn. De 15 bollen hadden allen bloemaanleg, 7 nog zonder vruchtblad-primordia, 6 met een rand onder langs de meeldraden als eerste begin der vruchtbladen en 2 met sterk ontwikkelde vruchtblad-primordia. Deze Iris is dus einde Maart zeker even ver ontwikkeld als Imperator.

Vergelijken wij nu deze Bol-Irissen met de wortelstok-Iris, zoals *I. germanica*, dan blijkt bij deze de periodieke ontwikkeling geheel anders te zijn. Men vindt hierover een aanwijzing bij S. KRÄMER (1932), Physiologische Studien an Iris Germanica, S. 247: „Bei gut entwickelten Trieben wurden die ersten Blütenanlagen Mitte Juni unter dem Mikroskop beobachtet.“

Zoals bij de meeste tot dusver door ons onderzochte gewassen ontstaat de bloem bij de wortelstok-Iris in den voorgaenden zomer, om pas 11 maanden later (half Mei à 1 Juni) te bloeien. De hier onderzochte Bol-Irissen leggen de bloem in Maart en begin April aan en bloeien dan kort daarop in de 1e helft van Juni. Wat ons daarbij nu het meeste treft is wel de lage temperatuur, waarin deze Bol-Irissen hun bloemen moeten vormen.

Zij raken midden in den winter gereed met den aanleg der loofbladen en staan zoo in den loop van Februari voor den bloemaanleg. Daar volgt ook reeds uit, dat die bladvorming bij bijzonder lage temperatuur nog voortschrijdt, zoodat van 28 Dec. tot 1 Maart nog een loofblad en bij verscheiden bollen reeds de eerste inleiding van de bloemvorming tot stand komt, terwijl er in 1933 in Jan.—Febr. toch vrij veel vorst was. Zie de gemiddelde temperatuur per decade in bovenstaand lijstje; het daggemiddelde bedroeg in deze twee maanden slechts 1 X ruim 7° C., 2 X ruim 6°, 4 X ruim 4° en bleef op 51 dagen beneden 4°, waarvan 38 dagen beneden 2° C.

Tot dusver hadden wij uit proeven en periodiciteitsonderzoek ervaren, dat terwijl de strekking nog langzaam voortgaat, de bladaanleg, dus de celdeeling, in den regel enkele graden boven het vriespunt practisch stil staat. Zoo vindt men, dat de jonge knop van de Tulp in Nov. ophoudt met bladafsluiting, om pas met April weer voort te gaan (R. MULDER en I. LUYTEN 1928); ook bij de Narcis (E. HUISMAN en A. M. HARTSEMA 1913, Tab. 4) staat de bladvorming na half November stil tot in Februari.

Zoo leek het wel, alsof de winterkou van zelf reguleerend werkte op de periodieke ontwikkeling, in zooverre, dat door dezen stilstand in landen met vrij strenge winters de belangrijke bloemvorming vanzelf nooit in den winter zou plaats vinden en dus niet door strenge vorst kon overvallen worden. Wij weten nu, dat de Bol-Iris in den winter met blad- en bloemvorming voortgaat, dat de bloemaanleg in 1933 onmiddellijk na de Februarivorst plaats vindt bij een gemiddelde dagelijksche temperatuur in Maart van 4° tot 8° C. (5.2—6.5— en 6.6 per decade) op 10 cm. in den grond. Bij die temperatuur worden uitstekende bloemen gevormd, welke in de eerste helft van Juni '33 hebben gebloeid.

Vergelijken wij daarmee nu de Tulp, die toch tegen vrij lage temperaturen bestand is en waarvan het temperatuur-karakter nog ± 5° lager ligt dan bij de Hyacinth. Wanneer de Tulp in Juli de bladvorming heeft afgeemaakt heeft het experimentele onderzoek van de ontwikkeling ons geleerd. (I. LUYTEN, G. JOUSTRA en A. H. BLAAUW, 1925, Fig. 3), dat in 5° C. de bloemvorming wel op gang komt, maar veel langzamer dan bij de Bol-Iris in Maart bij ± 6° C.

Uit een nog niet gepubliceerde proef kunnen wij vermelden dat in 5° de Darwintulp *W. Copland* pas na ± 3½ maand vruchtblad-primordia heeft. *Pride of Haarlem* komt daaraan in 5° (Aug. tot Maart) in 't geheel niet toe. De Tulp brengt na een zomerbehandeling in 5° C. geen normale bloemen tot ontwikkeling.

In Fig. 2 wordt de grond-temperatuur van 20 Febr.—30 April 1933 door een zwarte band aangegeven, die door de dagelijksche maxima en minima begrensd wordt; binnen die temperaturen had de bloemaanleg in Maart en begin April bij de Iris plaats. Ter vergelijking is nu in de bovenhelft van de figuur (gestippelde band) de grondtemperatuur in Mei en Juni 1931 afgezet, omdat we weten, dat o.a. bij de Narcis in die weken de

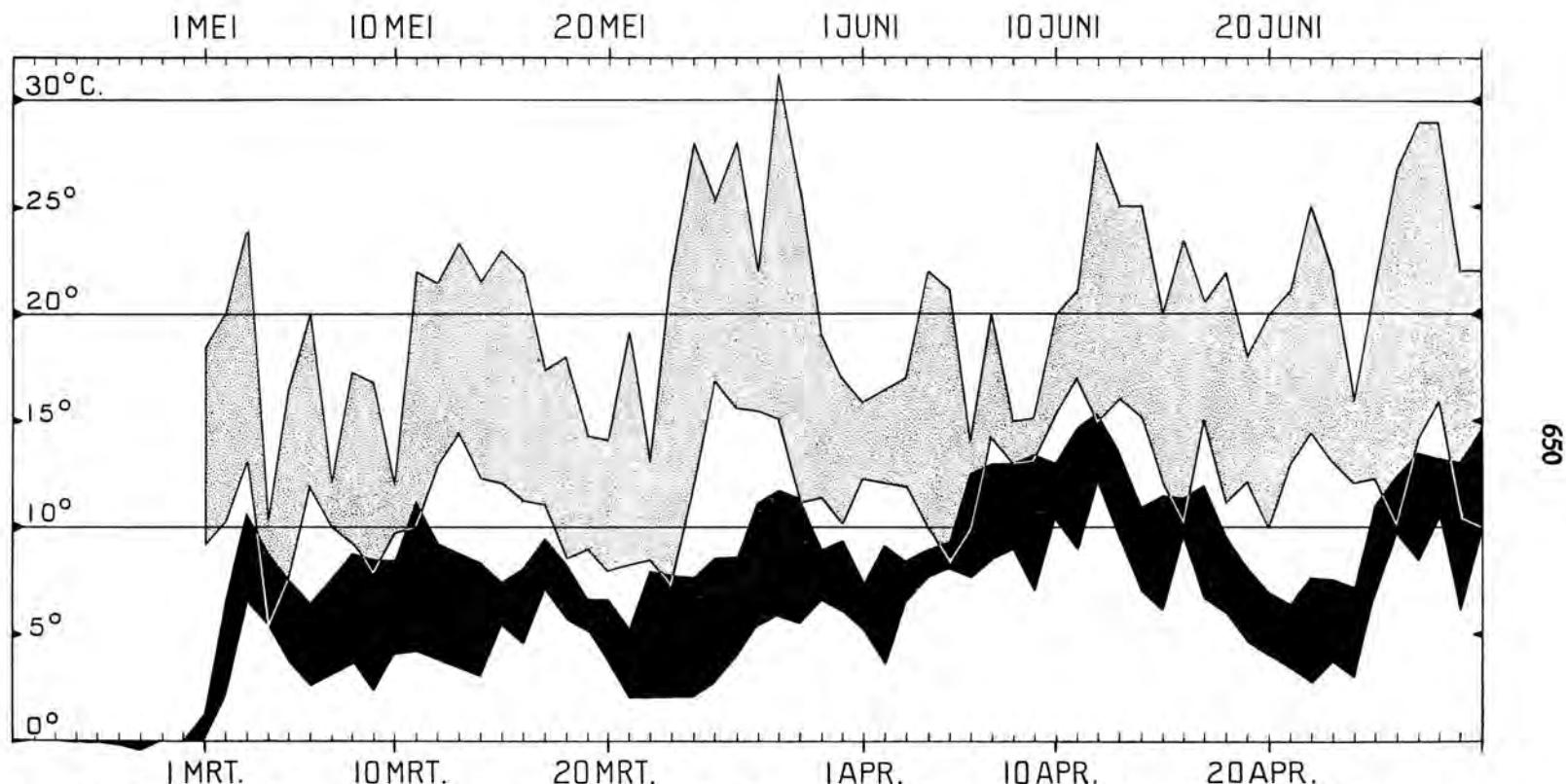


Fig. 2. Dagelyksche temperatuur op 10 cm. in den grond (maxima en minima tot een band verbonden). Een zwarte band van 20 Febr.—30 April '33: binnen deze temperaturen vindt de bloemaanleg van deze Iris plaats; een gestippelde band van 1 Mei—1 Juli '31, waarbinnen bijv. de Narcis bloem vormt.

bloemvorming plaats heeft in den grond. Men ziet onder welke verschillende conditie de bloemaanleg bij Bol-Iris en bij Narcis e.a. verloopt. Bij de Bol-Iris is midden Maart, bij de Narcis 1 Juni de aanleg in vollen gang; de gemiddelde grondtemperatuur van Maart '33 was $6^{\circ}.14$ C., van 16 Mei — 16 Juni '31: $15^{\circ}.65$ C. Daarbij is vooral opvallend, dat de aanleg der primordium-kransen in die lage temperatuur bij de Bol-Iris volstrekt niet bijzonder langzaam verloopt: Van het ongedifferentieerde bloemprimordium af (gemiddeld 1 Maart) totdat de kransen T I, T II en M I tot stand zijn gebracht (tegen 24 Maart) heeft de Iris in nauwelijks 6° C. ruim 3 weken noodig; totdat ook de vruchtblad-primordia aangelegd zijn, verlopen in 't geheel ruim 5 weken (waarbij de temperatuur van 26 Maart tot 7 April vrij geleidelijk van 7° tot 10° C. stijgt). Dat de krans der vruchtbladen iets langer op zich laat wachten na den aanleg der vorige kransen is een gewoon verschijnsel, bijv. ook bij Tulp en Narcis in den zomer.

Belangrijk is het, dat deze Bol-Iris ons zodoende voor ervaringen plaatst, die weer sterk afwijken van hetgeen wij tot dusver van de periodieke ontwikkeling van andere planten waren tegengekomen. Dit zal een aansporing zijn het vergelijkend onderzoek voort te zetten en na te gaan welke andere gewassen het periodiciteits-type van deze Irissen volgen. Ook zullen wij den tijd en de temperatuur van den bloemaanleg bij andere soorten Bol-Irissen onderzoeken, — en ten slotte ook nagaan of deze Imperator werkelijk ieder jaar in dezelfde maand de bloem aanlegt, of dat zij hiermee ook wel vroeger gereed komt, hetgeen men voor zachte wintermaanden wel zou verwachten, maar wat dan wederom de vraag stelt of invallende vorst dan door den jongen aanleg verdragen wordt.

Wageningen, Juni 1933.

LITERATUUR.

- DYKES, W. R. 1913. *The Genus Iris*. Cambridge.
 DIX, J. F. CH. Irissen. Uitg. Maatsch. Kosmos, Amst.
 HUISMAN, E. en HARTSEMA, A. M. 1933. De periodieke ontwikkeling van *Narcissus Pseudonarcissus L.* Meded. No. 38 v.h. Labor. v. Plantenphys. Onderzoek. — Meded. der Landb. hogeschool. Dl. 37.
 KRÄMER, S. 1932. *Die Gartenbauwissenschaft*. Bd. 6.
 LUIJTEN, I., JOUSTRA, G. en BLAAUW, A. H. 1925. De gevolgen van de temperatuurbehandeling in den zomer voor de Darwin-Tulp II. Mededeel. No. 18. — Verslag Kon. Ak. v. Wet. Dl. XXXIV.
 MULDER, R. en LUIJTEN, I. 1928. De periodieke ontwikkeling van de Darwin-Tulp. Meded. No. 16. — Verhand. Kon. Ak. v. Wet. XXVI.
 VAN TUBERGEN, C. G. *Gedenkboek 1868—1918*.
 WERHHAHN, H. R. 1931. *Die Gartenstauden*. Uitg. P. Parey, Berlin.

ZUSAMMENFASSUNG.

Die Temperatur und die Zeit der Blütenanlage bei der holländischen Zwiebel-Iris.

Die holländischen Zwiebel-Irissen bilden eine Hybriden-Gruppe, welche hauptsächlich bei zwei niederländischen Züchtern durch Kreuzung der süd-

spanischen *Iris Xiphium praecox* mit mehreren anderen süd-europäischen und nord-afrikanischen Iris-Arten entstanden ist. Eine der für den Handel wichtigsten Hybriden „Imperator“ haben wir für eine entwicklungs-geschichtliche Untersuchung der Zwiebel-Iris gewählt. Aus dieser Arbeit wird hier eine vorläufige Mitteilung gegeben.

Die kleinen runden Zwiebeln welche im Sommer einen Umfang von wenigstens 5—6 cm. erreicht haben, blühen im nächsten Frühsommer (Ende Mai, Anfang Juni). Zwiebeln von 7—9 cm., welche für die Untersuchung gebraucht wurden, bestehen 29 Juli aus ± 10 noch lebenden Phyllomen: 3 dicken Röcken, 1 halb-dicken Rock und weiter durchschnittlich 6 Blättchen. Vom 29 Juli bis 20 Sept. in 23° C und bis 19 Okt. in 17° C aufbewahrt, zeigen die Zwiebeln 19 Okt. $11\frac{1}{2}$ Phyllome. In fast 3 Monaten sind nur 1 bis 2 Blättchen gebildet. Dies zeigt uns schon, dass der Entwicklungsprozess sehr bedeutend von demjenigen von *Narcissus*, *Hyacinthus*, *Tulipa* u. A. abweicht. Am 19en Okt. werden die Zwiebeln gepflanzt. Ende Dez. sind ± 13 Blätter vorhanden, am 1en März 14, davon 7 oder 8 Laubblätter. Der Winter war kalt mit zwei Frostperioden, wovon die letzte am 1en März endete (siehe Temperaturen in Dekaden in der kleinen Tabelle.) Gerade jetzt stehen die Zwiebeln am Anfang der Blütenbildung; nur 4 von 15 fixierten sind noch in der blattformenden Periode; 6 haben das letzte Laubblatt, halb-Bractee, angelegt, der Vegetationspunkt ist von 290μ bis 415μ breiter geworden und ist jetzt Primordium für die Hauptblume und eine Seitenblume (Fig. 1 März 1); 5 Zwiebeln zeigen den Anfang der Blütenbildung durch Abtrennung des Nebenvegetationspunktes für die Seitenblume und durch die abgerundet-dreieckige Form des restierenden Primordiums. Am 17en März ist die Blütenbildung schon weit vorgeschritten, die äusseren Tepalen und Staubblätter sind selbständige Primordia, die inneren Tepalen sind im Anfang der Bildung begriffen (Fig. 1 März 17). Das Primordium der Nebenblume ist selbständig, nachdem es ein Blatt geformt hat, das noch nicht ganz abgetrennt ist. Schon am 24en sind die inneren Tepalen fertige Primordia; am 30en März hat die Anlage sich vergrössert (Fig. 1 März 30); in 2 von 15 Fällen sind die Fruchtblatt-primordia da; — am 7en April fast alle. Darauf findet das Auswachsen der Formen statt.

Wichtig ist nun die ausserordentlich niedere Temperatur wobei diese Anlage stattfindet, so wie wir es bis jetzt in unseren Periodizitätsuntersuchungen noch nicht begegneten. In Fig. 2 findet man Maxima und Minima zu einem Band vereinigt: schwarz vom 20en Februar bis 1. Mai; in März—April findet zwischen diesen Temperaturen die Blütenbildung bei dieser Iris statt; darüber ein punktiertes Band vom 1. Mai bis 1. Juli, zwischen welchen Temperaturen die Anlage z.B. bei *Narcissus* stattfindet. Bei dieser Zwiebel-Iris also in März bei $6^{\circ}.14$ C, im Durchschnitt bei *Narcissus* bei $15^{\circ}.65$ C. Für diese niedere Temperatur geht die Blütenbildung in 6° nicht einmal so langsam. Vergleichen wir hiermit unsere Experimente bei der Tulpe, derer Temperaturcharakter

schon weit niedriger liegt als bei *Hyacinthus*. In 5° C geht die Blütenbildung bei *Tulipa* sehr langsam vor sich, hat erst nach 3½ Monat die Karpellen bei der einen Varietät angelegt, bei einer anderen kommt es überhaupt nicht mehr zur Karpellenbildung. Richtige Blumen entfalten sich nach 5° C (in Juli—Okt.) nicht. Bei der Zwiebel-Iris sind die Karpellen in 6° C nach 5 Wochen als Primordien sichtbar, und es entfalten sich grosse kräftige Blumen Ende Mai.

Auch die sogenannten spanischen Irissen, welche 14 Tage später blühen haben die Anlagen gleichfalls Ende März fast fertig. Wir werden näher untersuchen wie andere Zwiebel-Irissen sich verhalten und wie auch dieselbe Iris in anderen Wintern; ob es vorkommt, dass die Blüte schon früher gebildet wird, wie man es für milde Winter und für gewisse andere Arten wohl annehmen muss. — was dann aber die Frage aufwirft, ob diese Anlagen einen plötzlich eintretenden Frost ertragen können.

Diese Art Iris ist für uns von Bedeutung weil sie uns einen anderen Periodizitätstypus zeigt, als die bis jetzt von uns beschriebenen Gewächse. Erstens weil sie die Blattbildung fertig macht in der sehr niederen Winter temperatur: bei *Narcissus* und *Tulipa* steht von Nov. bis Febr. und April die Blattbildung still und somit kommt die blütenbildende Periode resp. erst in Mai und Juli; zweitens weil die Iris die Blütenbildung, welche durch die ablaufende blattformende Periode schon in März anfangen soll, auch wirklich bei so niederer Temperatur ganz normal zu Stande bringen kann; drittens, weil sie nach der Anlage sofort zur Streckung und zum Blühen übergeht, während die meisten mehrjährigen und darunter alle bis jetzt von uns beschriebenen Gewächse im vorigen Sommer ihre Blüten anlegen. Im selben Jahre anlegen und blühen findet man nicht nur bei den einjährigen Pflanzen aber auch bei gewissen mehrjährigen z. B. bei Gladiolen und Herbst-Krokus.

Die Untersuchungen der periodischen Entwicklung müssen noch an mehreren Gewächsen verfolgt werden um einen Vergleich verschiedener Typen durchführen zu können.

Physiology. — *Musculo-muscular "story" ("étage") reflexes of dogs whose spinal chord has been cut in several places.* By G. VAN RIJNBERK and J. TEN CATE.

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

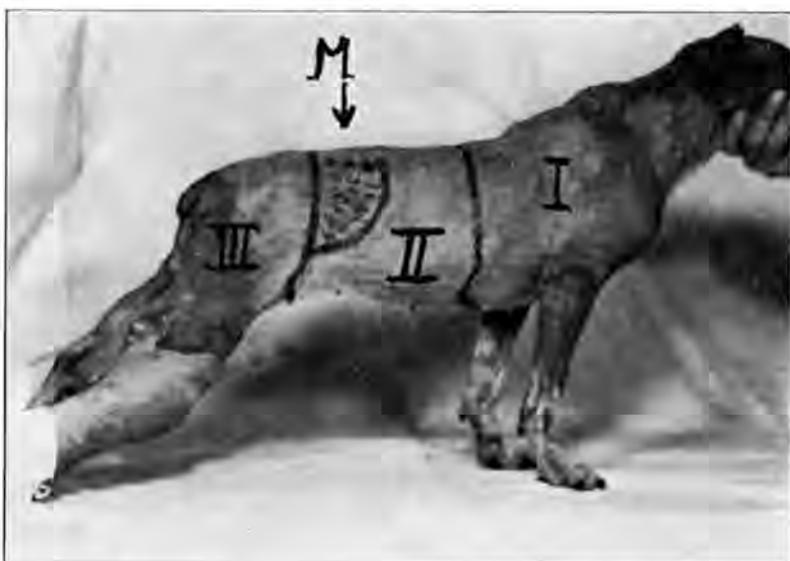
Upon an examination of dogs of whose spinal chord months before-hand a broad section had been put out of action and completely separated by two cross-cuts from the remaining central nervous system, we often found, months after the operation, a phenomenon which we want to describe here.

For a better understanding the following may be previously observed.

a. *The spinal chord* of our animals was, in consequence of the operation, divided into three different sections: a front (cranial) section to about Th. 8, connected with the cerebrum; a middle section from about Th. 9 to Th. 13 (L. I.), totally deprived of its dorsal and ventral roots and separated by two cross-cuts from the remainder of the central nervous system. and finally a hindmost (caudal) division, beginning at L. I., not connected with the cerebrum, but by means of its roots in afferent and efferent connection with skin and muscles.

b. *The skin* of those animals can, in consequence of the operation on the spinal chord, functionally be distinguished into three different regions. The skin of the front part of the trunk, the fore-legs and the head was sensitive and reflex; a zone of skin round the middle section of the trunk was for about 6 dermatomes insensitive and areflex; the skin of the hind-part of the trunk was insensitive but reflex.

c. *The muscles* of the animals could likewise be divided into three territories: a front section, to be put in action by the will and reflexly;



Dog S. I. On 18 Nov. 1932 the spinal chord is cut between Th. 7 and 8 and between Th. 13 and L. I. All ventral and dorsal roots of the spinal chord from Th. 8 to Th. 13 on the right are cut as well. I. Normal front part of the animal. III. Reflex hind-part. II. Sensorily, reflexly and motorily paralyzed middle section. M. Receptive field (tapping), apparently situated in the skin of this last section, for the musculo-muscular "story"-reflexes in myotome L. I and II. Photo taken on 3 Febr. 1933. The actual reflexogenic zone appeared to consist by the end of May of a section of muscles of the Mm. longissimus dorsi and ilio costalis innervated by L. I and L. II.

a middle section, neither by will nor reflexly attainable, so completely paralyzed and, owing to the destruction of the spinal chord, at the same time fairly atrophic, and finally a caudal section beginning at the first lumbar myotome, not attainable by cerebral impulses, yet reflexly to be brought to contraction from the caudal region of the skin.

It now appeared repeatedly that tapping with the finger or knocking with a percussor in a certain region of the skin, within the insensitive areflex zone, close to the dorsal midline (v. picture), led to clearly perceptible contractions of the muscles in parts of the long dorsal muscles and in muscles of the abdominal wall. These regions of the muscles lay behind (caudally of) the totally paralyzed zone of muscles.

In order to ascertain where the point of application of the mechanical stimulus was situated — for the skin which was not connected with the functioning spinal chord could not be taken into account here! — we then proceeded as follows.

1. The skin of the apparently reflexogenic region was removed. Tapping on the subcutaneous fat-tissue underneath appeared to be able undisturbedly to wake the reflex contraction.

2. The fat-tissue was removed. By tapping on the fascia of the long dorsal muscles or scratching with the needle we could wake the reflex undisturbedly.

3. The fascia was detached. Pulling at the fascia unworked the reflex. Likewise scratching or tapping on the long dorsal muscles or bringing them to contraction by means of a faradic stimulus.

From this it is clear that the phenomenon observed by us is a purely musculo-muscular reflex.

By a broad removal of the skin and fat-tissue we have further been able to ascertain that the contracting muscles consisted in the first place of the percussed dorsal muscles themselves and besides of the most caudal parts of the abdominal wall, especially the most caudal part of the Obl. ext. and of the Rectus. At the same time it appeared that stimulation of these muscles also occasioned musculo-muscular contraction in the dorsal muscles (longissimus dorsi and iliocostalis). Consequently the reflex action is mutual from dorsal to ventral muscles and reversely.

The sections of the muscles stimulated in these experiments, as well as those which exhibited the reflex contraction, all belong to the same two myotomes: L. I and L. II from the caudal reflex region of the body. The reflex described here is consequently a uni- or bisegmental "story" or "étage" reflex. We did not succeed in causing contractions in the just mentioned sections of the muscles by stimulation of more caudally situated muscles.

In the hind-legs tapping on the bones (femur, tibia) and on the separate muscles caused reflex contraction in numerous muscles, occasioned by the proprioceptive stimulus. Probably here also the reaction remains restricted

within a circumscribed reflex-story of the spinal chord. But we did not accurately examine this question which is not easily answered.

From our experience one may perhaps conclude that these segmental musculo-muscular "story"-reflexes often belong to the Isolierungsveränderungen (MUNK) of the spinal chord. For the physiology of the proprioceptive reflexes of muscles it is important that both, thickening by contraction and lengthening of the muscle fibres by stretching, can stimulate the reflex.

Geodesy. — Nets of Triangles Consisting of Points with Circular Error-Curves. By J. M. TIENSTRA. (Communicated by Prof. F. A. VENING-MEINESZ.

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

1. *Introduction.*

When by measurement the position of a point in a plane has been determined, the accuracy of this determination is represented by the error-curve of the point according to the theory of the least squares. This curve is a foot-point curve of an ellipse. The determined point is the centre of this curve.

In particular cases the error-curve is a circle. The point is then determined with the same accuracy in all directions.

Generally it will deserve recommendation to require equal accuracy in all directions when determining a point. This will e. g. be the case with an angle point of a net of triangles.

In the following exposition the thesis will be proved that:

IF THE ANGLES OF A NET OF TRIANGLES WITHOUT OBTUSE ANGLES, ARE MEASURED WITH WEIGHTS WHICH ARE PER TRIANGLE PROPORTIONAL TO THE COTANGENTS OF THE ANGLES, ALL THE POINTS OF THE NET WILL HAVE CIRCULAR ERROR-CURVES. (The influence on the accuracy of the position of the points as a consequence of errors of observation in the measurement of the base is left out of consideration).

2. *The drawing-up of the normal equations.*

We will prove the thesis for the net of triangles drawn in fig. 1. It is easy to see by the proof that the thesis is of general validity. A measured angle is indicated by α , β , or γ provided with an index indicating the triangle in which the angle lies. Thus α_{12} is angle α in $\Delta 12$.

The weights with which the angles are measured, are per Δ proportional to the co-tangents of these angles.

Hence we may write:

Measured angles	Weights
α_i	$g_i \cot \alpha_i$
β_i	$g_i \cot \beta_i$
γ_i	$g_i \cot \gamma_i$

There are in our net 39 measured angles, which must satisfy $13 + 3 + 3 = 19$ relations.

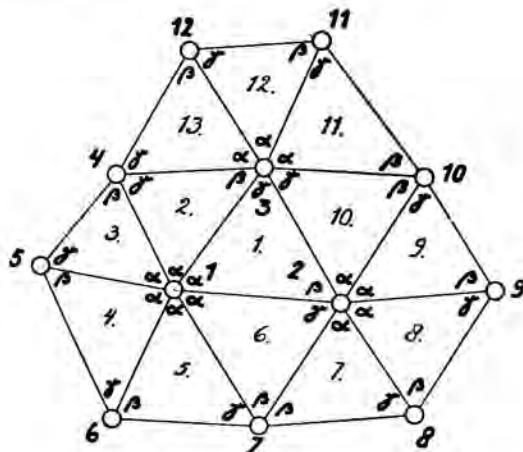


Fig. 1.

Each of these angles yields the condition that the sum of the angles must be 180° ; these conditions will be called *triangle-conditions* in what follows.

Let us denote the corrections to the angles α_i , β_i , and γ_i resp. by v_{α_i} , v_{β_i} and v_{γ_i} ; we then have 13 conditions of the form:

$$v_{\alpha_i} + v_{\beta_i} + v_{\gamma_i} = \pi - \alpha_i - \beta_i - \gamma_i = w_{d_i} \dots \quad (1)$$

Further round every central point (the points 1, 2 and 3) the sum of the angles must be 2π . We will call these equations the *horizontal-conditions*.

The horizon condition of the central point 1 runs:

$$v_{\alpha_1} + v_{\alpha_2} + v_{\alpha_3} + v_{\alpha_4} + v_{\alpha_5} + v_{\alpha_6} = 2\pi - \alpha_1 - \alpha_2 - \alpha_3 - \alpha_4 - \alpha_5 - \alpha_6 = w_{h_1}, \quad (2)$$

The two other points give analogous forms.

Further in the triangles round each central point the product of the sines of the left hand circumference angles must be equal to that of the right hand circumference angles.

This yields the three sine-conditions, the first of which runs:

$$\left. \begin{aligned} v_{\gamma_1} \cot \gamma_1 - v_{\beta_1} \cot \beta_1 + v_{\gamma_6} \cot \gamma_6 - v_{\beta_6} \cot \beta_6 + v_{\gamma_5} \cot \gamma_5 - v_{\beta_5} \cot \beta_5 + \\ + v_{\gamma_4} \cot \gamma_4 + \\ - v_{\beta_4} \cot \beta_4 + v_{\gamma_3} \cot \gamma_3 - v_{\beta_3} \cot \beta_3 + v_{\gamma_2} \cot \gamma_2 - v_{\beta_2} \cot \beta_2 = \\ = - \Sigma \log \sin \gamma_i + \Sigma \log \sin \beta_i = w_{s_1} \end{aligned} \right\} . \quad (3)$$

From these conditions the normal equations can now be written down in the usual way. We will, however, simplify this somewhat by the application of an artifice. Through a linear transformation of the conditions first other horizon-conditions are drawn up.

For this purpose we diminish the first of these equations by the 6 triangle-conditions of the $\Delta \Delta$ 1 to 6 (inclusive), after having multiplied them in succession by $\cot \beta_1 \cdot \cot \gamma_1$; $\cot \beta_2 \cdot \cot \gamma_2$; ...; $\cot \beta_6 \cdot \cot \gamma_6$.

Taking the equation:

$$\cot \beta \cdot \cot \gamma + \cot \gamma \cdot \cot \alpha + \cot \alpha \cdot \cot \beta = 1 \quad \dots \quad (4)$$

into account, we may then write for the horizon-condition of the central point 1 thus formed anew:

$$\left. \begin{aligned} \cot \alpha_1 (\cot \beta_1 + \cot \gamma_1) v_{\alpha_1} - \cot \beta_1 \cot \gamma_1 v_{\beta_1} - \cot \beta_1 \cot \gamma_1 v_{\gamma_1} + \\ + \cot \alpha_2 (\cot \beta_2 + \cot \gamma_2) v_{\alpha_2} + \\ - \cot \beta_2 \cot \gamma_2 v_{\beta_2} - \cot \beta_2 \cot \gamma_2 v_{\gamma_2} + \dots \\ \dots + \cot \alpha_6 (\cot \beta_6 + \cot \gamma_6) v_{\alpha_6} - \cot \beta_6 \cot \gamma_6 v_{\beta_6} - \\ - \cot \beta_6 \cot \gamma_6 v_{\gamma_6} = \\ = w_h - \cot \beta_1 \cot \gamma_1 w_{d_1} - \cot \beta_2 \cot \gamma_2 w_{d_2} - \dots - \\ - \cot \beta_6 \cot \gamma_6 w_{d_6} = w'_{h_1} \end{aligned} \right\} . \quad (5)$$

We treat the horizon-conditions of the points 2 and 3 in the same way. For the formation of the normal equations we have now the 13 relations of form (1), 3 relations of form (5), and 3 relations of form (3).

The normal equations become:

$$\left. \begin{aligned} \frac{1}{g_1} D_1 (\tg \alpha_1 + \tg \beta_1 + \tg \gamma_1) = w_{d_1} \\ \frac{1}{g_2} D_2 (\tg \alpha_2 + \tg \beta_2 + \tg \gamma_2) = w_{d_2} \\ \frac{1}{g_{13}} D_{13} (\tg \alpha_{13} + \tg \beta_{13} + \tg \gamma_{13}) = w_{d_{13}} \end{aligned} \right\} \quad \dots \quad (6)$$

$$\left. \begin{aligned} p_{11} H_1 + p_{12} H_2 + p_{13} H_3 = w'_{h_1} \\ p_{12} H_1 + p_{22} H_2 + p_{23} H_3 = w'_{h_2} \\ p_{13} H_1 + p_{23} H_2 + p_{33} H_3 = w'_{h_3} \end{aligned} \right\} \quad \dots \quad (7)$$

and

$$\left. \begin{aligned} p_{11} S_1 + p_{12} S_2 + p_{13} S_3 &= w_{s_1} \\ p_{12} S_1 + p_{22} S_2 + p_{23} S_3 &= w_{s_2} \\ p_{13} S_1 + p_{23} S_2 + p_{33} S_3 &= w_{s_3} \end{aligned} \right\} \dots \quad (8)$$

The correlatives in (6) are represented by the symbols D_i , those in (7) by H_i , and those in (8) by S_i . Further is in (7) and (8):

$$\begin{aligned} p_{11} &= \frac{1}{g_1} (\cot \beta_1 + \cot \gamma_1) + \frac{1}{g_2} (\cot \beta_2 + \cot \gamma_2) + \dots + \frac{1}{g_6} (\cot \beta_6 + \cot \gamma_6) \\ p_{22} &= \frac{1}{g_1} (\cot \alpha_1 + \cot \gamma_1) + \frac{1}{g_{10}} (\cot \gamma_{10} + \cot \beta_{10}) + \dots + \frac{1}{g_6} (\cot \beta_6 + \cot \alpha_6) \end{aligned}$$

p_{33} = idem round central point 3.

$$\begin{aligned} p_{12} &= -\frac{\cot \gamma_1}{g_1} - \frac{\cot \beta_6}{g_6} \\ p_{13} &= -\frac{\cot \beta_1}{g_1} - \frac{\cot \gamma_2}{g_2} \\ p_{23} &= -\frac{\cot \alpha_1}{g_1} - \frac{\cot \beta_{10}}{g_{10}}. \end{aligned}$$

A quantity p_{ik} is zero when the two points to which it refers, are not connected by a side of the net of triangles. If point 4 was also a central point, p_{24} would be zero.

As appears from (6), (7), and (8), the normal equations present this very important particularity that they have fallen apart into 15 detached groups. Each of the equations (6) immediately yields a correlative D , system (7) gives the correlatives H and system (8) the correlatives S .

In comparison with the usual case, in which the weights are equal, and in which the normal equations are constructed so that they are all connected and form one system, from which in our case all the 19 correlatives had then to be solved, the measurement of the angles with the weights, as we have supposed it, means an important simplification. In the systems (7) and (8) the correlatives have besides the same coefficients, so that they can be solved at the same time, e. g. by GAUSS' method of solution, by taking 2 sets of known members in them.

Further the coefficients of the normal equations are so simple of construction that they are very easy to compute.

When the quantities g_i are all taken equal, it comes to this that the proportionality of the weights to the co-tangents is not valid per triangle, but for the whole net.

We may remark here that the method of adjustment obtained above may also be applied in those cases in which the condition concerning

the weights of the angles has not been fulfilled. Then the method of adjustment is not the correct one, but in such a case it may be considered as a method of approximation, which may be applied in less accurate measurements. In this case it does not matter if angles greater than 90° occur in the net. For the condition that the angles of the net must be smaller than 90° , had to be put, because the co-tangent of an obtuse angle is negative, and the measurement of an angle with negative weight is impossible.

The method of approximation can be made more and more "rigorous", by fulfilling the requirement about the weights of the angle measurement more and more. Thus if the net contains a very acute angle, it would be possible to measure it somewhat oftener, without, however, conforming to the rule of the weights for the whole net. In this way the method of approximations might be cleared of its excrescences.

3. The error-curves of the points.

It is required for a circular error-curve that:

$$Q_{xx} = Q_{yy} \quad \text{and} \quad Q_{xy} = 0 \dots \dots \dots \quad (9)$$

We consider:

$$z = x + iy \quad (i = \sqrt{-1}),$$

and desire to find the weight value of z . We find:

$$Q_{zz} = Q_{xx} + 2iQ_{xy} - Q_{yy} \dots \dots \dots \quad (10)$$

Hence if (9) is satisfied, $Q_{zz} = 0$. If inversely $Q_{zz} = 0$, it follows from (10), that the equations (9) must exist. Accordingly for the investigation into a circular error-curve may be substituted the investigation of the weight value of the quantity z .

Let us assume that the connecting line 1—2 in fig. 1 is the base b of the net of triangles, which we suppose to be free from error for this investigation, and let 1 be the origin of the rectangular system of axes x, y with positive x -axis along 1—2, then we have e.g. for point 11:

$$z_{11} = z_3 + (z_{11} - z_3)$$

$$z_3 = b \frac{\sin \beta_1}{\sin \gamma_1} \{ \cos(-\alpha_1) + i \sin(-\alpha_1) \} = b \frac{\sin \beta_1}{\sin \gamma_1} e^{-i\alpha_1}$$

$$z_{11} - z_3 = b \frac{\sin \alpha_1}{\sin \gamma_1} \cdot \frac{\sin \alpha_{10}}{\sin \beta_{10}} \cdot \frac{\sin \beta_{11}}{\sin \gamma_{11}} \{ \cos(\beta_1 - \gamma_{10} - \alpha_{11}) + i \sin(\beta_1 - \gamma_{10} - \alpha_{11}) \} =$$

$$= b \frac{\sin \alpha_1}{\sin \gamma_1} e^{i\beta_1} \cdot \frac{\sin \alpha_{10}}{\sin \beta_{10}} e^{-i\gamma_{10}} \cdot \frac{\sin \beta_{11}}{\sin \gamma_{11}} e^{-i\alpha_{11}}$$

(e is the base of the natural system of logarithms).

We introduce the following quantities:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\sin \gamma_j}{\sin \beta_j} \cdot e^{i \alpha_j} &= \xi_j \\ \frac{\sin \alpha_j}{\sin \gamma_j} \cdot e^{i \beta_j} &= \eta_j \quad (j = 1, 2, \dots, 13) \\ \frac{\sin \beta_j}{\sin \alpha_j} \cdot e^{i \gamma_j} &= \zeta_j \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \quad (11)$$

It is now immediately seen by the derivation given for z_{11} that for the z of any point of the net may be written:

$$z = f(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_{13}, \eta_1, \eta_2, \dots, \eta_{13}, \zeta_1, \zeta_2, \dots, \zeta_{13}),$$

in which expression as a rule all these quantities do not occur.

When now for every ξ , η or ζ :

$$Q_{\xi\xi} = Q_{\eta\eta} = Q_{\zeta\zeta} = Q_{\xi\eta} = Q_{\xi\zeta} = Q_{\eta\zeta} = 0$$

Q_{zz} will likewise be zero according to the law of propagation of errors. To show this we calculate $Q_{\xi\xi}$ as an example. We have:

$$\log \xi_1 = \log \sin \gamma_1 - \log \sin \beta_1 + i \alpha_1 \dots \dots \quad (12)$$

Hence the weight value of a quantity $\log \xi$ must be calculated, which quantity is a function of a number of measured quantities α_1 , β_1 , and γ_1 , between which there exist relations (the condition equations).

We now have:

$$\begin{aligned} Q \log \xi_1 \xi_1 &= \left[\frac{l_i l_i}{g_i} \right] - \left[\frac{a_i^{(1)} l_i}{g_i} \right]^2 Q_{d_1 d_1} - \left\{ \left[\frac{h_i^{(1)} h_i}{g_i} \right] Q_{h_1} + \right. \\ &\quad \left. + \left[\frac{h_i^{(2)} l_i}{g_i} \right] Q_{h_2} + \left[\frac{h_i^{(3)} l_i}{g_i} \right] Q_{h_3} \right\}^2 - \left\{ \left[\frac{s_i^{(1)} l_i}{g_i} \right] Q_{s_1} + \right. \\ &\quad \left. + \left[\frac{s_i^{(2)} l_i}{g_i} \right] Q_{s_2} + \left[\frac{s_i^{(3)} l_i}{g_i} \right] Q_{s_3} \right\}^2 \end{aligned} \quad \dots \dots \quad (13)$$

In this the quantities $a_1^{(1)}, a_2^{(1)}, a_3^{(1)}$ are the coefficients of α_1 , β_1 , and γ_1 , in the first triangle condition; the quantities $h_i^{(1)}, h_i^{(2)}, h_i^{(3)}$ the coefficients of these quantities in the 3 horizon-conditions, and $s_i^{(1)}, s_i^{(2)}, s_i^{(3)}$ those in three sine-conditions.

According to (12):

$$l_1 = \frac{\partial \log \xi_1}{\partial \alpha_1} = i$$

$$l_2 = \frac{\partial \log \xi_1}{\partial \beta_1} = -\cot \beta_1$$

$$l_3 = \frac{\partial \log \xi_1}{\partial \gamma_1} = +\cot \gamma_1.$$

For abbreviation a symbolical way of writing has been used in (13) for the weight values. By an expression as:

$$(a Q_1 + b Q_2)^2$$

is meant:

$$a^2 Q_1^2 + 2abQ_1 Q_2 + b^2 Q_2^2 = a^2 Q_{11} + 2abQ_{12} + b^2 Q_{22}.$$

The quantities $Q_{h_1 h_1}$ etc. and $Q_{s_1 s_1}$ etc. are calculated from the known equations of weight.

The coefficients of the two sets of normal equations (7) and (8) being equal, we have:

$$Q_{h_1 h_1} = Q_{s_1 s_1}; Q_{h_1 h_2} = Q_{s_1 s_2}; \dots; Q_{h_2 h_1} = Q_{s_2 s_1}.$$

We may, therefore, ignore the difference between the "Q"-values with indices h and s ; hence we write:

$$Q_{h_1 h_1} = Q_{s_1 s_1} = Q_{11}; \quad Q_{h_1 h_2} = Q_{s_1 s_2} = Q_{12}; \text{ etc.}$$

From (5) follows for $Q_{d_1 d_1}$:

$$Q_{d_1 d_1} = g_1 \cot \alpha_1 \cot \beta_1 \cot \gamma_1.$$

We find further:

$$\begin{aligned} \left[\frac{l_i l_i}{g_i} \right] &= \frac{1}{g_1} (-\operatorname{tg} \alpha_1 + \cot \beta_1 + \cot \gamma_1) = \frac{1}{g_1} \operatorname{tg} \alpha_1 (1 - \cot \beta_1 \cot \alpha_1 - \cot \gamma_1 \cot \alpha_1) = \\ &= \frac{1}{g_1} \operatorname{tg} \alpha_1 \cot \beta_1 \cot \gamma_1 \\ \left[\frac{a_i^{(1)} l_i}{g_i} \right] &= \frac{1}{g_1} (i \operatorname{tg} \alpha - 1 + 1) = \frac{1}{g_1} i \operatorname{tg} \alpha. \end{aligned}$$

In consequence of this:

$$\left. \begin{aligned} \left[\frac{l_i l_i}{g_i} \right] - \left[\frac{a_i^{(1)} l_i}{g_i} \right]^2 Q_{d_1 d_1} &= -\frac{1}{g_1} \operatorname{tg} \alpha_1 \cot \beta_1 \cot \gamma_1 + \\ &+ \frac{1}{g_1^2} \operatorname{tg}^2 \alpha_1 g_1 \cot \alpha_1 \cot \beta_1 \cot \gamma_1 = 0 \end{aligned} \right\} \quad . . \quad (14)$$

Further:

$$\begin{aligned} \left[\frac{h_i^{(1)} l_i}{g_i} \right] &= \frac{1}{g_1} \{ i (\cot \beta_1 + \cot \gamma_1) + \cot \beta_1 \cot \gamma_1 - \cot \beta_1 \cot \gamma_1 \} = \\ &= \frac{i}{g_1} (\cot \beta_1 + \cot \gamma_1) = ip. \end{aligned}$$

$$\left[\frac{h_i^{(2)} l_i}{g_i} \right] = \frac{1}{g_1} (-i \cot \gamma_1 - \cot \beta_1 \cot \alpha_1 - \cot \beta_1 \cot \gamma_1 - \cot \alpha_1 \cot \gamma_1) =$$

$$= \frac{1}{g_1} (-i \cot \gamma_1 - 1) = \frac{i}{g_1} (-\cot \gamma_1 + i) = iq.$$

$$\left[\frac{h_i^{(3)} l_i}{g_i} \right] = \frac{1}{g_1} (-i \cot \beta_1 + 1) = \frac{i}{g_1} (-\cot \beta_1 - i) = ir.$$

$$\left[\frac{s_i^{(1)} l_i}{g_i} \right] = \frac{1}{g_1} (\cot \beta_1 + \cot \gamma_1) = p.$$

$$\left[\frac{s_i^{(2)} l_i}{g_i} \right] = \frac{1}{g_1} (-\cot \gamma_1 + i) = q.$$

$$\left[\frac{s_i^{(3)} l_i}{g_i} \right] = \frac{1}{g_1} (-\cot \beta_1 - i) = r.$$

Introducing these results into (13), we find in connection with (14):

$$Q \log \xi_1, \log \xi_1 = i^2 (p Q_1 + q Q_2 + r Q_3)^2 + (p Q_1 + q Q_2 + r Q_3)^2 = 0.$$

In an analogous way it is shown that Q_{ξ_1} is zero, etc.

It is easy to see that all the weight values of the quantities ξ , η , and ζ must be zero, because the properties, on which this becoming zero rests, present a general character.

Thus the proof has been furnished that the error-curve of every point of the net is a circle.

4. Properties of the mean errors of angles and sides of the net.

We consider one of the quantities ξ , η , ζ , e.g.

$$\log \xi_1 = \log \sin \gamma_1 - \log \sin \beta_1 + i \alpha_1.$$

When the law of propagation of the errors is applied to this then:

$$Q \log \xi_1, \log \xi_1 = (\cot \gamma_1 Q_{\gamma_1} - \cot \beta_1 Q_{\beta_1} + i Q_{\alpha_1})^2 \text{ must be } = 0,$$

or by putting the real and the imaginary parts of this = 0:

$$\cot^2 \gamma_1 Q_{\gamma_1} - 2 \cot \gamma_1 \cot \beta_1 Q_{\beta_1} + \cot^2 \beta_1 Q_{\beta_1} - Q_{\alpha_1} = 0$$

and:

$$\cot \gamma_1 Q_{\alpha_1} - \cot \beta_1 Q_{\beta_1} = 0$$

or:

$$Q_{\alpha_1} : Q_{\beta_1} : Q_{\gamma_1} = \cot \gamma_1 : \cot \beta_1 : \cot \alpha_1 \quad \dots \quad (17)$$

Thus from the weight value of $\log \eta_1$ may be derived:

$$Q_{\alpha_1 \beta_1} : Q_{\gamma_1 \beta_1} = \cot \gamma_1 : \cot \alpha_1 \dots \dots \dots \quad (18)$$

From (17) and (18) follows, therefore, that we may write, when K is a factor of proportion:

$$\left. \begin{array}{l} Q_{\beta_1 \gamma_1} = K \cot \alpha_1 \\ Q_{\gamma_1 \alpha_1} = K \cot \beta_1 \\ Q_{\alpha_1 \beta_1} = K \cot \gamma_1 \end{array} \right\} \dots \dots \dots \quad (19)$$

Further after adjustment α_1 , β_1 and γ_1 will satisfy:

$$\alpha_1 + \beta_1 + \gamma_1 = 180^\circ$$

hence:

$$Q_{\alpha_1 \alpha_1} + Q_{\alpha_1 \beta_1} + Q_{\alpha_1 \gamma_1} = 0 \dots \dots \dots \quad (20)$$

(This is nothing but the correlation value of the quantities α_1 and $\alpha_1 + \beta_1 + \gamma_1$, the latter of which is errorless. Hence the correlation value is zero).

From (19) and (20) follows:

$$Q_{\alpha_1 \alpha_1} = -K(\cot \gamma_1 + \cot \beta_1) \dots \dots \dots \quad (21)$$

Analogous expressions are found for $Q_{\beta_1 \beta_1}$ and $Q_{\gamma_1 \gamma_1}$.

From (19) and (21) it is concluded that in every triangle we need only calculate one of the 6 weight- or correlation-quantities in the usual way to be able to find the 5 others from these formulae.

From (21) follows besides:

$$\begin{aligned} Q_{\alpha_1 \alpha_1} : Q_{\beta_1 \beta_1} : Q_{\gamma_1 \gamma_1} &= \frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1 \sin \gamma_1} : \frac{\sin \beta_1}{\sin \alpha_1 \sin \gamma_1} : \frac{\sin \gamma_1}{\sin \alpha_1 \sin \beta_1} \\ &= \sin^2 \alpha_1 : \sin^2 \beta_1 : \sin^2 \gamma_1. \end{aligned}$$

As the mean errors in α_1 , β_1 , and γ_1 are to each other as the roots from the weight values, we have:

$$m_{\alpha_1} : m_{\beta_1} : m_{\gamma_1} = \sin \alpha_1 : \sin \beta_1 : \sin \gamma_1,$$

hence after the adjustment the mean errors of the three angles of a triangle of the net are to each other as their sines or as the lengths of their subtending sides.

When we write:

$$\log \xi_1 = \log \sin \gamma_1 - \log \sin \gamma_1 + i \alpha_1$$

as:

$$\log \xi_1 = A_1 + i \alpha_1,$$

in which A_1 represents the logarithm of the proportion of the lengths of the sides 1—2 and 1—3 of $\triangle 123$ (fig. 1), the law of propagation of the errors yields:

$$Q_{A_1 A_1} = Q_{\alpha_1 \alpha_1}, Q_{\alpha_1 A_1} = 0.$$

We have, therefore, the thesis:

After adjustment the mean error of an angle of a net is equal to the mean error in the logarithm of the proportion of the circumjacent triangle sides.

The properties of the mean errors of the angles and the sides of a triangle of the net developed in this §, are valid for every triangle formed by 3 points having each a circular error-curve. This property may be proved by proving for such a triangle the existence of relations analogous to (17) and (18), which can be done by expressing the elements of the triangle which appear in it, in the coordinates of the angle points.

5. Conformable connection of a net with circular error-curves.

If it is desired to connect the net of triangles of fig. 1 conformably to an arbitrary number of points of a net of higher order, the error-curves of the points will remain circles, if the points in the net of higher order have also circular error-curves.

Let the net of fig. 1 be connected to the points 4, 6, and 9. The coordinates of these points in the net are:

$$z_4 = x_4 + i y_4, z_6 = x_6 + i y_6, z_9 = x_9 + i y_9.$$

In the net of higher order the coordinates of these points are:

$$Z_4 = X_4 + i Y_4, Z_6 = X_6 + i Y_6, Z_9 = X_9 + i Y_9.$$

The coordinates of the connected point z then follow from the formula:

$$Z = Z_4 \frac{(z_6 - z)(z_9 - z)}{(z_6 - z_4)(z_9 - z_4)} + Z_6 \frac{(z_4 - z)(z_9 - z)}{(z_4 - z_6)(z_9 - z_6)} + Z_9 \frac{(z_4 - z)(z_6 - z)}{(z_4 - z_9)(z_6 - z_9)}$$

In general we have, therefore:

$$Z = F(Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n, z_1, z_2, \dots, z_n)$$

in which Z_i are the direction values of the points in the primary net, and z_i those of the points in the secondary net.

If now the error-curves of all the points are circles, then the weight value of Z must likewise be zero, by which the property has been proved.

In the connected net exist the properties of the Q -values, therefore, also again.

Chemistry. — *On the isolation of a toxic bacterial pigment.* (Provisional communication.) By A. G. VAN VEEN and W. K. MERTENS. (Communicated by Prof. P. VAN ROMBURGH.)

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

In the province of Banjumas (Central Java, Netherlands Indies), which has a population of \pm 5.000.000 souls, there have since time immemorial occurred repeatedly wholesale poisonings, caused by the consumption of different products, made, sometimes by means of fungi, from coconuts. As a rule these products are harmless, but if they are poisonous the consuming of very little of the matter (5—20 g by estimate) is already sufficient to make the poisoning fatal. It presents a very characteristic syndrome. As a rule the patient feels perfectly normal during the first few hours or even days after eating the food, then ensue dizziness, headache, pains in the stomach-region, after which finally follows faintness, either attended or not by spasms, which after a shorter or longer time, end in death, as a rule. Pathological changes in the tissues are not to be observed. The number of cases ending in death is very numerous. Outside the province of Banjumas similar poisonings do not occur, as far as we know. The population are perfectly aware of the risk they run in eating these coconut products, but they take it with a certain fatalism. The most dangerous foodstuffs are, as we found : *Bongrek*, a product prepared by means of fungi (*Rhizopus*-species) from coconut-presscakes made by the population themselves, and *Semaji*, prepared from grated coconut, after the oil has been pressed out. These foodstuffs are much partaken of in Banjumas, and in fact represent prepared by-products of the coconut oil home-industry. Many theories have been propounded about these mysterious poisonings, which by the population themselves are as a rule ascribed to spirits, but the cause could not be discovered so far. A thorough investigation was made, which lasted about a year and a half, and which took place both in the laboratory and in the country concerned. Many difficulties had to be surmounted, but finally we succeeded in pointing out, that the poisoning was not caused by the appearance of pathogenous bacteria, or by the mixing with poisonous matter, either accidentally or not. As a rule it is very difficult to lay hands on even a small quantity of the usually, already very mouldy or rotting poisonous material, as the population prefer to hide it or throw it away, and since it very soon loses its poisonousness too. We succeeded however in isolating certain bacteria from the great number of fungi and bacteria of *bongrek*, which bacteria have the

power to produce the deadly poison in semaji and bongrek. These bacteria have a number of peculiarities, they are very mobile, and form long threads when cultivated on a medium containing ammonia-salts. There are several fluctuating forms of colonies, which differ but slightly from many other bacteria living on the ground or in the water. On different culture-media the bacteria, in spite of their prosperous growth, finally nearly lose their power to form poison, which however returns after inoculation into a favourable medium. The poison-containing colonies are as a rule yellowish, the others white or colourless. We succeeded in finding a method quickly to indentify the bacteria, independent of their power to create poison. As suitable media for the bacteria and at the same time as a good source of poison we used at first praebongrek-agar (praebongrek we call the bongrek before it is inoculated with fungi), sterilized praebongrek and also pressed and sterilized grated coconut.

Good test-animals proved to be monkeys, which could be fed by means of a sound, pigeons, which could easily be stuffed, and young rats, to which were administered intraperitoneal injections of ex-rats adapted to this purpose. Monkeys show about the same symptoms as man and it was found that the poison attacks somewhere in the brains. Pigeons show polyneuritic-like symptoms, after a latent period of sometimes 24 hours, rats show terrible spasms, severe dyspnoea and cyanosis.

A condition for the good formation of poison is a large watery surface, exposed to the air, as is the case with grated coconut, with the very porous bongrek and also with thin layers of agar containing media. On such a surface the bacteria can rapidly multiply, and consequently rapidly produce poison. This is necessary, because under the influence of air, water and other micro-organisms the poison is quickly decomposed. As a matter of fact bongrek or semaji may become poisonous within 24 hours. In a medium rich of fat, as is the case with the above mentioned nutriments, the poison is rather stable, even when heated; thence even heated up or short-boiled bongrek may be very poisonous.

The attempts to purify the poison to a certain extent were at first negative. To be sure the poison may be extracted from poisonous bongrek and the other foodstuffs by means of alcohol, but on further purification inactivity would ensue as a rule and the poison would sometimes remain in one fraction, sometimes in an other. Sometimes it would only dissolve well in fat-solvents, sometimes in water etc.

Originally we thought that we had to deal with a degradation-product of some phosphatide- or cerebroside-like matter, which occurs in large quantities in bongrek, but after some experimenting this conception proved to be incorrect. Nor was the poison to be obtained in an anything like pure state from inoculated praebongrek. After several failures we resolved to try and make culture-media containing several constituents

of bongrek or rather praebongrek, and to trace from which constituent the poison is formed by the bacteria. This proved to be the fat-fraction, which, if slowly, is hydrolysed by the bacteria, after which the poison is formed from the glycerol thus liberated. From very different fats and fatty oils the bacteria can thus synthesise poison. Of the many fat-containing foodstuffs however, eaten by the Javanese, practically only semaji and bongrek, both prepared from coconut, offer favourable conditions for the growth of these bacteria and for quick production of poison. On native products prepared similarly from arachis-nuts and soja-beans the bacteria can keep alive, but can form no or not sufficient poison. Some of these products however are occasionally mixed lightly with grated coconut, and in that case they can also cause serious poisoning. If these fatty oils from arachis-nuts and soja-beans are however emulgated with agar and other necessary materials and poured out in thin layers, a strong formation of poison takes place after inoculation.

From agar media however, which contain coconut oil or glycerol as sources of poison, the poison can not by any means either be gained pure after extraction with alcohol. This is prevented by the degradation-products of the agar. At last we proceeded to cultivate the bacteria in large flat vessels provided with a double layer of filter-paper soaked in a glycerol-containing food-solution. After about 40 hours a maximal quantity of poison has already been formed. The formation of poison both on agar-containing media and agarless media is always attended by the appearance of a yellow colour. As a matter of fact the poison itself is an intense yellow, very often however there is also at least one other yellow, inactive pigment present.

From these intensely yellow cultures, made on filter-paper, we could isolate the poison in more or less pure, if amorphous condition, by means of experiments with small quantities only. It proved however to be an extremely active substance, which, when exposed to water and air at a higher temperature, rapidly decomposes. This is the reason why we absolutely failed to be able to isolate larger quantities. If we wanted successfully to try and isolate the poison in larger quantities and, if possible, in crystalline state, we had to avoid any rise of temperature, air and dampness had to be eliminated as far as possible and we had to work quickly. It is very difficult in tropical countries to comply with all these conditions, especially when it is impossible to work in a neutral atmosphere through lack of nitrogen or hydrogen. Even the distilling of solvents in vacuo had to be avoided as much as possible.

Finally we succeeded in finding a method that was both simple and effective and which was based on the fact, that in water the poison dissolves very easily, in a saturated solution of sodium sulphate however with great difficulty. Starting from a 200 cc solution of 1% glycerol which moreover contains $\frac{1}{2}\%$ pepton and the necessary nutritious salts,

one obtains after about 40 hours a deep yellow liquid, which is sufficient to kill 400—800 rats within a few hours (after intraperitoneal injection of an extract prepared for this purpose). The liquid which during these 40 hours has already partly evaporated, is cooled with icewater and saturated with anhydrous sodium sulphate and at the same time shaken out with chloroform. Thus much inactive yellowish brown matter and albuminous substance is practically got rid of. Next lowboiling petroleum-ether is added to the chloroform and the whole is shaken out with small quantities of cold water, after which the poison rather easily passes into the latter, whereas the colour serves as a measure. This aqueous solution (about 20—30 cc) is once more saturated with sodium sulphate while being cooled with ice, and now shaken out with ethyl acetate. Bacterial fat and carbohydrates have now practically disappeared. A little petroleum-ether is once more added to the ethyl acetate and it is once more shaken out with as little water as possible. Thus we usually obtained about 5 cc of a deep-yellow liquid (greenish) which as a rule contained sufficient poison to kill 300—700 rats and which had a dry weight of 10—20 mg. The then following manipulations take place at the lowest temperature possible and then as much as possible in vacuo.

These operations will be more circumstantially described elsewhere, they mostly aim at eliminating the inactive matter which does not easily dissolve in water and ethyl-acetate, whereas petroleum-ether and ether dissolve even other impurities.

Finally we obtained a more than 75 % yield (= 2 à 3 mg !) of a quantity of yellow needle-shaped crystals, melting sharply at about 200°. They are insoluble in petroleum-ether, hardly soluble in ether, more easily soluble in benzene, chloroform and ethyl-acetate, very soluble in water, alcohol and fats. Very much diluted solutions are greenish yellow, more concentrated ones yellow. The yellow colour is very intense; even in a dilution of 1 : 200000 it is still to be observed. There shows a faint green fluorescense which is increased by dissolving in amyl-alcohol. The substance is rather labile; when crystallised from warm benzene part already becomes oily, so it is very difficult to get it pure enough for analysis. It contains much nitrogen, shows no alcaloid reactions, has an amphoteric character and is easy to dialyse. When treated with a saturated solution of bisulphite a beautiful brickred additional-compound of the poison is precipitated. The substance is quickly discoloured by sulphite in a slightly acid or alkaline watery solution; by shaking with air (if necessary after acidifying), or by adding a solution of bromine the yellow colour immediately returns. When treated with mineral acids the yellow colour is preserved rather a long time, on alcali being added however it disappears quickly. If in this latter case acidifying again takes place, immediately the yellow colour returns, but if this is done after an interval the solution remains colourless. The poison is very constant with regard to solution of bromine, even at 100° the activity is preserved, so the yellow colour

is not to be ascribed to ethenoid linkages. Its stability at different p_H 's in regard to light has not yet sufficiently been investigated. The visible spectrum beneath $450 \mu\mu$ is almost entirely adsorbed, the one between $450-500 \mu\mu$ partly. The activity is very high, 5γ (0,005 mg) administered intraperitoneally to a rat kills it within an hour. For a monkey the deadly dose will be about $50-100 \gamma$, administered per os, for a man by estimate $\frac{1}{2}$ mg if the poison appears in its most active state. For it has been proved that during the process of purification of the poison it becomes less active when administered per os. If however it is adsorbed on caseïne or fatty acids in a certain manner, it becomes highly active again. The action of the extremely purified poison, when injected intraperitoneally, is quicker than that of the raw product, but lasts much shorter. If the bacteria form the poison from fats rather than from free glycerol the poison proves to be partly linked to fatty compounds, in consequence of which its solubility is greatly altered and the substance seems to be much more stable in the organism. So in this respect too there are many interesting problems.

As to the mode of action of this extremely active brain-poison, we are of opinion that the substance which can so very easily be reduced and oxydised reversibly, may possibly interfere with the oxydation-reduction systems of the brains. In this respect it is of importance, that the poison seems to be closely related to the yellow pigment of the second "Atmungs-Ferment" of WARBURG¹⁾ and seems to belong to the new class of pigments which R. KUHN comprises under the name of "Flavins". To this class the vitamine B 2 may also belong according to KUHN,²⁾ together with the "Cytoflav" from the cardiac muscle and the "Lactochrom" of milk.

May 1933.

Central Medical Laboratory, Batavia, Netherlands Indies.

¹⁾ Bioch. Z. 258, 496 (1933) and former publications.

²⁾ B 66, 317 (1933).

Chemistry. — The osmotic pressure and the viscosity of nitrocellulose solutions. By E. H. BUCHNER and H. E. STEUTEL. (Communicated by Prof. A. F. HOLLEMAN).

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

In a previous investigation¹⁾ the osmotic pressure and the viscosity of acetocellulose solutions were measured. It was found that the molecular weights of different samples did not vary so strongly as might have been expected from the very different values of the viscosity. It was concluded that the very simple relation between molecular weight and viscosity given by STAUDINGER, did not agree with the facts.

It seemed desirable to carry out an analogous systematic investigation with another substance. Nitrocellulose was chosen, measurements of which had already been made, some years ago, by DUCLAUX²⁾ and his collaborators, who had made use of the ordinary method of determining the osmotic pressure.

The osmotic pressures.

The measurements carried out by Mr. STEUTEL were made according to the method developed by VAN CAMPEN³⁾ which was slightly modified: the osmometer was not made of copper, but of glass. Samples of nitrocellulose were kindly placed at our disposal by the Deutsche Celluloid-fabrik in Eilenburg and by the Nobel Section of the Imperial Chemical Industries Ltd., to both of whom our hearty thanks are rendered.

As contrasted with the results obtained with the acetocellulose, the osmotic pressure of the nitrocellulose appeared not to be proportional to the concentration, even in the most diluted solutions, a fact already noticed by DUCLAUX. The molecular weight can, therefore, only be calculated when the p, c curve is extrapolated to zero concentration.

The results obtained with the English samples only will be given in this paper.

The particulars of the samples are:

	nitrogen	viscosity	colour
Hx 992	12.01%	very low	white
HL 643	12.20		"
LH 470	10.92		"
gun cotton	200	13.46	brownish grey
blasting soluble	799	12.12	" "

¹⁾ BUCHNER and SAMWELL, These Proc. 33, 749; Trans. Faraday Soc. 29, 32.

²⁾ DUCLAUX, Rev. Gén. Colloides 7, 386; C. R. 152, 1560.

³⁾ Rec. Trav. Chim. 50, 915.

TABLE I.

Temperature 25°.

Solvent: acetone.

Concentration: grams per 100 cc solution.

Osmotic pressure: cm. water.

Hx 992, (curve A)

<i>c</i>	<i>P</i>	<i>P/c</i>	<i>M_{c=0}</i>
4.81%	151.2	31.4	
3.23	71.0	22.0	
2.17	42.6	19.6	19.250
1.14	18.8	16.5	

HL 643, (curve B)

3.27%	57.9	17.7	
2.34	33.4	14.3	
1.64	19.1	11.6	42.200
1.09	11.4	10.45	

LH 470, (curve D)

3.00%	44.9	15.0	
2.02	25.4	12.6	56.500
0.94	7.27	7.7	

Guncot, (curve E)

4.11%	67.0	16.3	
2.85	34.4	12.1	96.000
1.93	16.5	8.53	

Bl. sol. (curve F)

0.85%	3.3	3.9	204.000
-------	-----	-----	---------

If these results are represented in a diagram (figure 1), the concentrations being taken as abscissae and *P/c* as ordinates, straight lines are obtained, which are not parallel to the *c*-axis, as would be required by the VAN

'T HOFF law. On the contrary, the graphs indicate a linear relation between P/c and c , or a function of the form:

$$P = Ac + Bc^2$$

a relation also suggested by WO. OSTWALD¹⁾.

From the value of P/c at zero concentration, the molecular weight

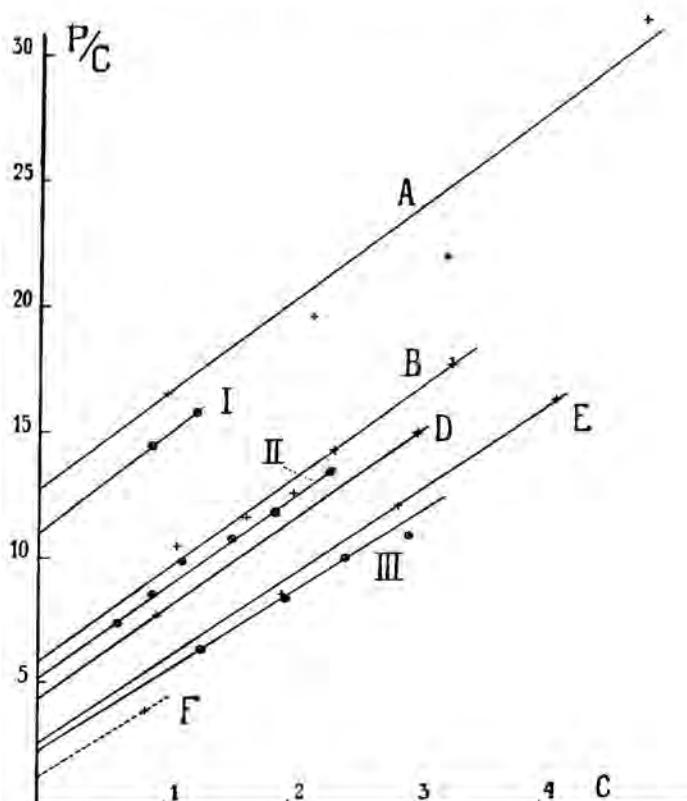


Fig. 1.
Curves A—F: STEUTEL; Curves I—III: DUCLAUX.

was calculated according to VAN 'T HOFF, with the results given in the table. It is seen that the values are widely differing in opposition to the results previously found with acetocellulose. The most striking result is, however, the parallelism of the straight lines²⁾ or the constancy of the factor B . When it is considered that the concentration is expressed in grams, it will be clear that the second term of the expression for the

¹⁾ Koll. Z. 49, 60.

²⁾ It is worth mentioning that the experiments with the German samples show the same value of B , as do also the previous results of DUCLAUX, i.e. The latter have been inserted in figure 1.

osmotic pressure cannot depend on the number of the molecules only. Obviously the chemical nature of the dissolved substance and of the solvent play here the principal part. It is, therefore, assumed that the osmotic pressure may be divided in two parts¹⁾, a VAN 'T HOFF part proportional to the molecular concentration, and a second part, which represents the interaction between solvent and solute. The latter will in first approximation not depend on the degree of division of the solute: 10.000 molecules of the molecular weight M contained in V cc solvent, will show the same effect as 100 molecules of the weight 100 M .

The factor B must be expected to vary when different solutes and solvents are used: it will be a measure of the forces acting between solvent and solute. The approximate constancy of P/c for acetocellulose may, therefore, be interpreted as indicating a weaker influence of this substance on acetone, as compared with nitrocellulose, a conclusion which is in agreement with the strong polarity of the nitro-groups.

The viscosities.

The viscosities of the solutions have been determined with the ordinary OSTWALD apparatus at 25°. The results are contained in the following table.

Hx 992.		HL 643.	
c	η_r	c	η_r
4.81%	10.12	3.27	33.9
2.40	3.45	1.64	7.43
1.20	1.85	0.82	2.85
0.60	1.347	0.41	1.68
0.30	1.152	0.205	1.281
0.15	1.075	0.102	1.115

LH 470		Gun. cot.	
c	η_r	c	η_r
1.68%	11.84	1.40%	15.53
0.84	3.65	0.70	4.48
0.42	1.85	0.35	2.11
0.21	1.353	0.175	1.44
0.10	1.157	0.088	1.194

¹⁾ cf. WO. OSTWALD, Koll. Zschr. 24, 7 who takes the second term to represent a swelling pressure.

Blast. sol.	
<i>c</i>	η_r
0.61%	23.7
0.30	5.34
0.152	2.30
0.076	1.49
0.038	1.213

If $\log \eta$ is represented in a diagram (fig. 2) as a function of the concentration, a bundle of affined curves is obtained: these curves are nearly

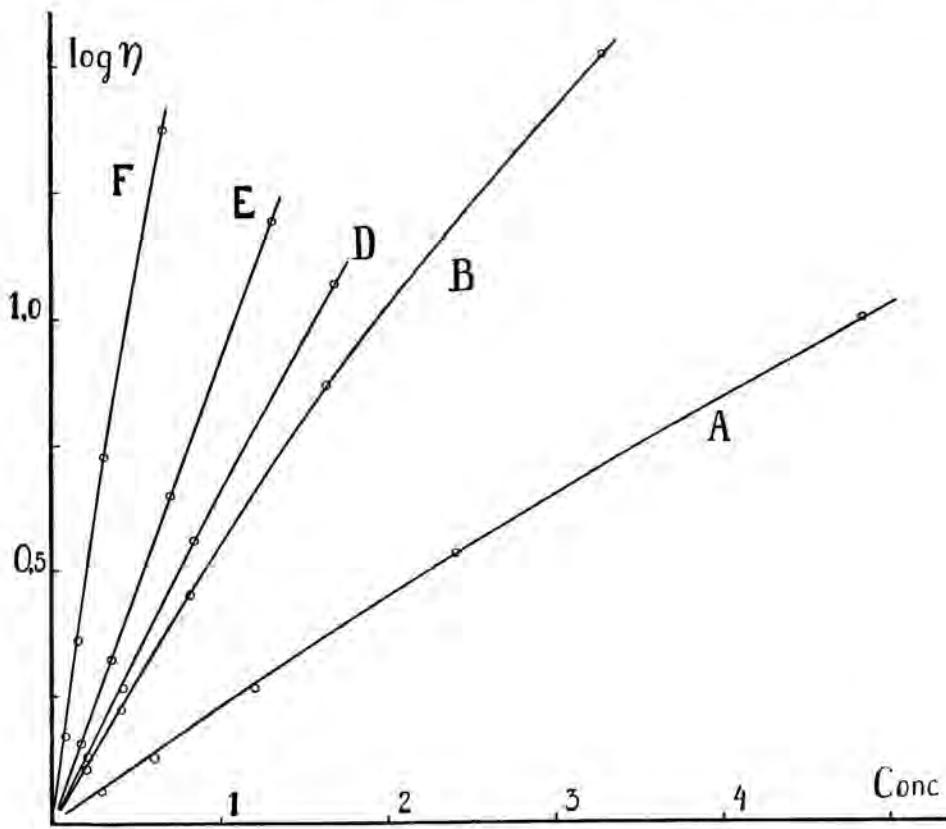


Fig. 2.

straight lines. When the concentration is calculated, at which the different sols show equal viscosity, "blast. sol." being taken as unity, nearly constant values are obtained for different values of $\log \eta$.

$\log \eta_p$	conc. Hx 992	conc. HL 643	conc. LH 470	conc. gunc	conc. bl. sol.
0.2	11.6	4.7	4.0	2.8	1
0.3	10.9	4.5	3.8	2.7	1
0.6	11.2	4.5	3.7	2.65	1
0.9	11.0	4.3	3.6	2.5	1

These values may be called the concentration values of isoviscous solutions. This result indicates that only one factor is responsible for the differences in the viscosity of various samples. Although it was maintained in the previous communications that no simple relation between viscosity and molecular weight existed, it was also recognised that, broadly speaking, the higher viscosities corresponded to greater molecular weights. It was therefore tried whether the molecular weights, as determined by the osmotic pressure, might be brought in relation to the concentration values. It was found that the formula: conc. value \times mol. weight = const. holds good. In figure 3 the conc. values are plotted against the values

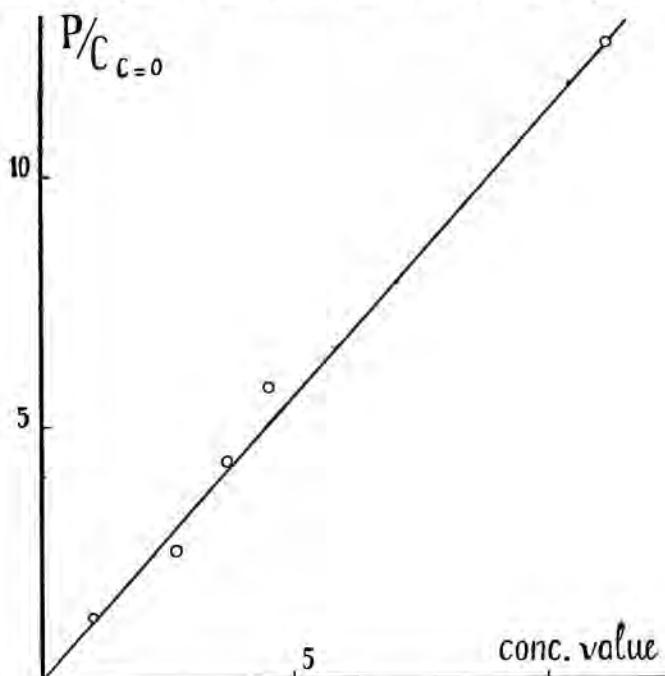


Fig. 3.

$(P/c)_{c=0}$, which are evidently proportional to the reciprocals of the mol. weights. The relation appears to be a linear one¹).

¹) A different formula connecting the concentrations of the isoviscous solutions with the molecular weights has been given by FIKENTSCHER and MARK, Koll. Zschr. 49, 135. It could not be definitely tested, since the molecular weights of the samples used by these authors were not independently determined.

It will be of interest to investigate whether a similar relation holds for other series of analogous products: if so, it would indeed be possible, as STAUDINGER contends, to calculate the molecular weight from viscosity measurements. It even appears that STAUDINGER's formula may be derived — for extremely diluted solutions — from the general one which has been put forward above.

The investigations are being continued. An extensive communication will follow elsewhere.

*Inorganic chemical laboratory.
University of Amsterdam.*

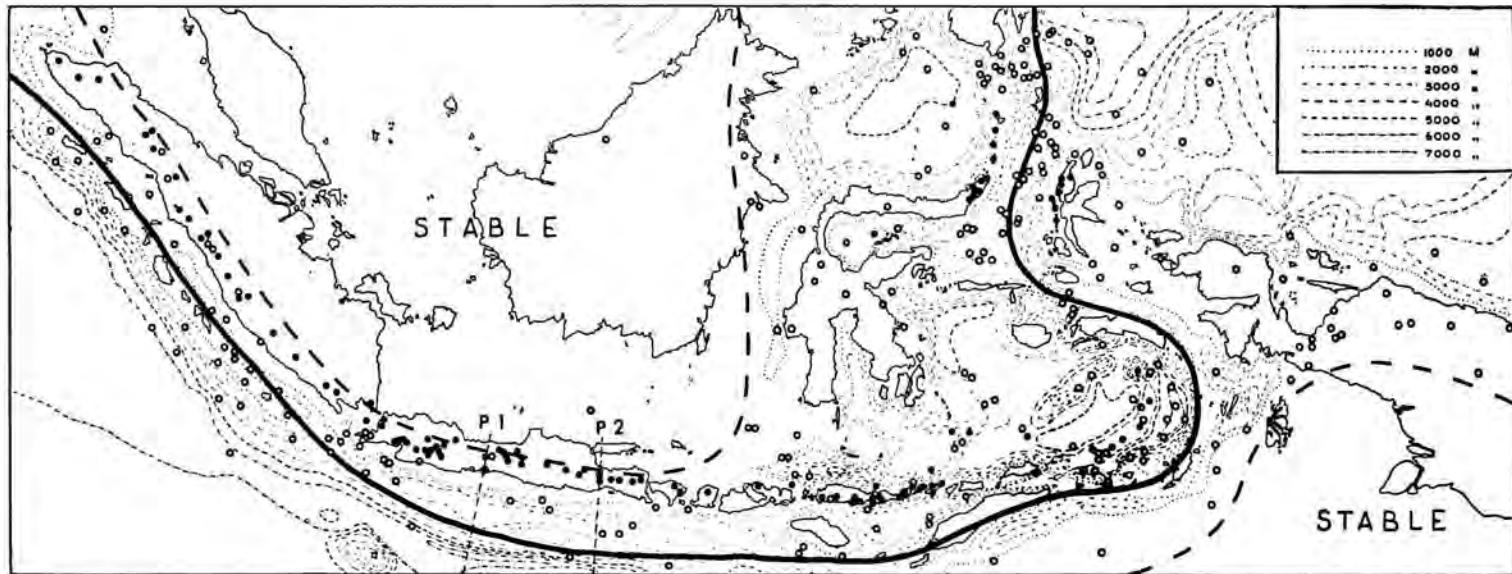
Geology. — *On the relation between the volcanic activity in the Netherlands East Indies and the belt of negative gravity anomalies discovered by VENING MEINESZ.* By B. G. ESCHER. (Communicated by Prof. F. A. VENING MEINESZ).

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

In 1912 G. A. F. MOLENGRAAFF for the first time distinguished in the East Indian Archipelago two stable regions and a labile region in between with a strong relief of the sea bottom (bibl. 1, p. 131).

This opinion was strikingly confirmed by the distribution of the epicentra of the earthquakes that were registered between 1909 and 1925 at Weltevreden and in Malabar, the position of which were determined by S. W. VISSER (bibl. 2). One stable region is formed by the continuation of the Asiatic continent in the China sea, Sumatra, the Malay peninsula, Borneo, the Java sea and Java. The second stable region is formed by Australia, the Arafoera sea and the southern portion of New Guinea. The labile region not only comprises the area between the line of Wallace and the Arafoera sea, but also a belt of the Indian Ocean to the south-west of Sumatra and south of Java, a belt to the east of the arc Minahassa-Eastern Mindanao and a belt to the north of New Guinae. To these labile belts must also be counted parts of Sumatra and Java along the Indian ocean and the northern part of New Guinea (see fig 1).

Our knowledge of this part of the earth's crust was greatly increased recently by the investigation of the force of gravity by VENING MEINESZ (bibl. 3—7). It is of great importance that the principle belt of negative anomalies of the force of gravity coincides with a large part of the epicentres of earthquakes as determined by VISSER. It is especially on New Guinea that part of the epicentres of severe earthquakes fall outside the belt of anomalies, so far as it is yet known, but the gravimetric survey has not yet been carried out here. The concentration of earth-



• ACTIVE VOLCANOES

○ EPICENTRA OF EARTHQUAKES

/ AXIS OF VENING MEINESZ

Fig. 1. Map of the Netherlands East Indian Archipelago with Active Volcanoes, Epicentra of Earthquakes and the Axis of the belt of Negative Anomalies of the Gravity.

P₁ indicates the situation of a former section, P₂ that of the section fig. 2.

quakes in the belt of VENING MEINESZ proves that a final adjustment has not been obtained here, but that the belt is in a state of motion.

The Volcanological Survey in the East Indies has ascertained the existence of 109 active volcanoes in the Netherlands Indies (bibl. 8 and 9). Of these, 86 are situated on a belt that begins in Atjeh, that continues over Sumatra, Java, Bali, Lombok, Soembawa, Flores to Lomblen, where it is discontinued on Alor, Wetar and Roma, and finally follows the row of six volcanic islands: Damar, Teoen, Nila, Seroea, Manoek and Banda-Api. The axis of this belt lies at a distance of some 100 to 250 kilometers from the axis of VENING MEINESZ.

The second region of active volcanism in the Netherlands Indies is divided into two belts on both sides of the axis of VENING MEINESZ. Ten active volcanoes lie on the western row that stretches from the Minahassa in the south to Awoe in the north, eight lie on the eastern row from Makian in the south to the volcanoes in northern Halmahera in the north. The axis of VENING MEINESZ runs in between at a distance of 100 kilometers from both rows.

Of the 109 active volcanoes $86 + 10 + 8 = 104$ can be counted to three groups, that are situated at a distance of 100 to 250 km from the axis of VENING MEINESZ. Of the remaining 5 active volcanoes two belong to submarine eruption points reconstructed from ship's journals and therefore not established with absolute certainty. The three others are the volcanic island Api, north of Wetar, Oena-Oena in the Gulf of Tomini and a submarine volcano west of Awoe.

The parallelism of the rows of volcanoes and the belt of negative anomalies is so striking, that some causal nexus between the two types of disturbed belts of the earth's crust must be assumed. The distance between the two categories of belts is so large, however, that no direct connection between the active volcanism and the shortage in the force of gravity can exist. It appears more likely that the two phenomena have a common cause.

In September 1931 I pointed to such a common cause (bibl. 10) in the currents of the substratum, that lies below the earth's crust, thus making use of the idea's of AMPFERER (bibl. 11 and 12) and SCHWINNER (bibl. 13), after already having given as my opinion in 1922 that currents of magma are the common cause of mountain forming, earthquakes and volcanism (bibl. 14).

It was not until after 1931, that I came to know the very important work of ARTHUR HOLMES on currents in the substratum (bibl. 15, 16 and 17). He was the first to point to a motor that causes these currents to flow. According to HOLMES they are convection currents, that owe their origin to unequal radioactive heating. Besides planetary circulation in the substratum, he distinguishes currents, that may be compared with the monsoons and that he attributes to more intensive heating beneath the

continents, below which more radioactive substances are present than under the oceans.

The principle features are, that the warm currents ascend and flow outwards centrifugally below the continents. This causes on the one hand a drifting of the continents, by which the Atlantic Ocean with the Mid-Atlantic ridge were formed, on the other hand compression along the edges of the continents, by which marginal folded mountains are produced. Java also belongs to the marginal area of compression of Asia.

In the following I accept the subdivision in spherical shells proposed by HOLMES for the outer parts of the earth (bibl. 15). Apart from the sediments, that show considerable local variations in thickness, HOLMES distinguishes the following spherical shells below the continents, while under the oceans the sial is absent, or is only very thin.

km.		spec. grav.
0	12 km. upper layer, granodioritic (= sial)	2.7
12	25 km. intermediate layer, basaltic	3
37	Lower layer <peridotitic eclogitic	3.44 3.5
2900	wave pattern core of the earth (nickel iron)	

Where continental and oceanic currents meet in the substratum, the earth's crust, that is carried along, is piled up. This piling up causes a thickening of the edge of the continent, bij which the supply of heat is gradually increased. This in turn results in the forming of a vortex that exerts a horizontal tension on the crust, and at the same time at the side of it a horizontal compression which condenses basalt to the high-pressure facies eclogite. This eclogite being denser than peridotite sinks downwards. HOLMES illustrates the principle features of this continental drift by sections (bibl. 15, 16, 17) and also the vortices, that are of the greatest importance for our problem (bibl. 15). In all these sections the strata are consciously represented too thick as compared with the horizontal dimensions.

The section through Java and the axis of VENING MEINESZ, that I published in September 1931 was titled: "first attempt for a hypothetical section". The profile reproduced here in fig. 2, reaching to a depth of 160 km., is a second attempt, in which I took the views of HOLMES into account.

VENING MEINESZ considers that the deficit of gravity in the East Indian

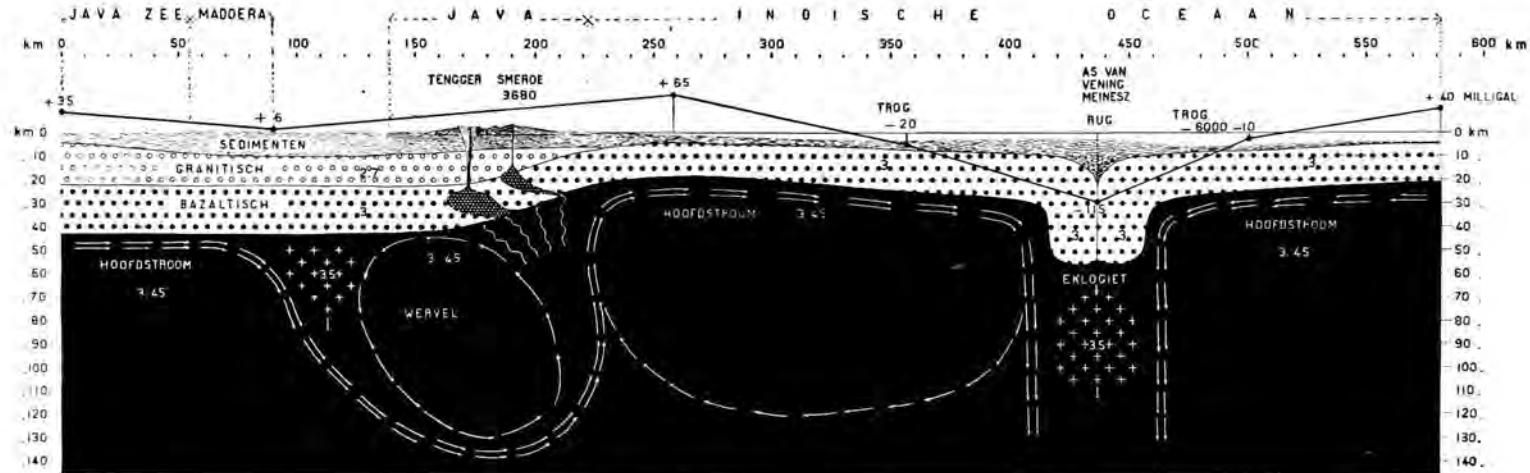


Fig. 2. Hypothetical section through Java and the Axis of VENING MEINESZ.

Scale about 1: 3,180,000

Hoofdstroom = Main current

Wervel = Vortex

Trog = Trench

Rug = Ridge

Archipelago can only be explained by a root of the earth's crust buckled downwards, so as to force aside the heavier substratum locally. If the difference in specific gravity of 0.5 is assumed between the displacing and the displaced rocks, the vertical section of the root must possess an area of 1000 km², for instance 25 × 40 km or 20 × 50 km.

On the first of September 1931 I attributed the formation of this lighter root to two opposing currents in the substratum and four weeks later in a discussion on the earth's crust in the geographical section of the British Association, on September the 28th 1931, HOLMES quite independently said :

"The only kind of process competent to provide compression and at the same time to exert a downward drag against gravity would seem to involve the operation of two opposing subcrustal currents which approach the strip and turn down beneath it" (bibl. 18, p. 447).

In my first section a vortex was drawn, because only thus could the volcanic activity on Java be plausibly explained.

In the second section the views of HOLMES are taken into account by the introduction of a general circulation (main current). The following remarks may help to explain this section :

1. The horizontal and the vertical scale are the same, both 1 : 3.180.000.
2. The topographic line both above and below sealevel was constructed from the most recent data.
3. For the gravimetical section, expressed in milligals, sea level was taken as datum line. For this profile a section was interpolated between two sections of the force of gravity determined by VENING MEINESZ to the south of Java. The data were taken from a map of the East Indies, kindly supplied by Prof. VENING MEINESZ on which were marked the corrected values for the anomalies he determined.
4. Below Java the existence was supposed of a layer of sial with the specific gravity of 2.7, that is absent on the bottom of the Indian Ocean.
5. Sediments occur above the sial. According to RUTTEN the thickness of the tertiary strata of Java exceed 7 km. in some places (bibl. 19, p. 96). In the section the total thickness of the sediments was represented with a maximum of 10 km., the remaining parts being given a thickness roughly estimated from the gravimetical section.
6. The thickness and depth of the upper margin of the intermediate layer with a basaltic composition and a specific gravity of 3, were made to correspond roughly with the gravimetical section.
7. The specific gravity for a substratum of peridotitic composition would be 3.45, sothat the difference in density between the displacing and the displaced rocks in the root is 0.45. The root of VENING MEINESZ is thus formed by the intermediate layer in our section.
8. The currents in the substratum are divided in main currents, denoted by double arrows and vortices, denoted by single arrows. We must suppose, that at first only the main currents existed, of which

the continental current was the stronger. In consequence of the meeting and plunging downwards of these principle currents the protuberance in the intermediate layer was formed, while the sedimentary strata above it were crumpled into folds.

The piling up of sial beneath Java caused a gradual increase in the supply of heat and finally produced a vortex, that exerted a contrary drag on the earth's crust below Java.

I believe that from these principles at last a plausible explanation can be deduced for the parallelism of the volcanism to, and in, folded mountain chains.

It has already for a long time been clear, that volcanism manifests itself in regions where tangential tension occurs. Iceland, where the most violent manifestations of volcanism in the form of fissure eruptions, take place, may be cited as example. There it is through tectonic tension-fissures that the magma is produced. The Laki-eruption of 1783 is the greatest known volcanic eruption of historic times.

It has always been an unsolved problem, why folded mountains are also accompanied by volcanic activity. The Circum Pacific zone is the most striking example of this combination. Folding is produced by tangential compression in the earth's crust, but this agent is not apt to allow passage for the magma through the earth's crust. It is known, that during the orogenetic proces injections of magma occur along thrusting planes, that probably act as lubricant of the tectonic movements. Basic intrusives, greenstones, ophiolites, pietre verdi, have played this part and have become known amongst others through E. ARGAND from the mesozoic envelopment of the Penninic nappes. The serpentine of the Gornergrat is an example. But it is not probable, that these injections have formed volcanic chambres, considering their slight thickness and volume and their swift crystallisation.

For volcanism considerable plutonic chambres in the earth's crust are necessary and these can only be expected where tension prevails in the earth's crust. The tension, that is called forth in the anticlinal bends under a small load, is of no importance for this problem.

The vortices that gradually evolve in the main current of the substratum, as HOLMES believes, offer an acceptable explanation for the occurrence of stretching in the earth's crust and this would also render the formation of plutonic chambres more plausible, that turn to volcanic chambres during the process of crystallisation.

I will not enter further into the problem of the shapes of the volcanic chambres here. To my mind a great difficulty is, that during the whole process there is slow motion, that must result in continuous deformations.

In accordance with the views of HOLMES concerning acid and basic injections in eruptive centra (bibl. 20), I drew the top of the volcanic chambre of the Tengger mountains (basaltic) deeper than the sial, at a

depth of 23 km., that of the Smeroe (andesitic) less deep than the sial at about 15 km. below sea level.

Finally it should be pointed out, that two regions of tangential pressure occur in the section. The most important is situated in the region of the root, where eclogite is probably formed, while a secondary region of pressure is formed to the north of the vortex, that according to HOLMES will also tend to produce eclogite. The sinking eclogite is conductive to the production of a geosyncline below Strait Madoera. Here the hypotheses of HOLMES can be brought into line with the opinion of UMBGROVE (bibl. 21, p. 36 and 39), that Strait Madoera might be a geosyncline, a view already indicated by VAN ES (bibl. 22, p. 91).

In order to render the importance of the factor time evident for our problem, I have attempted in the diagram, fig 3, to reconstruct three stages in the evolution of the section under consideration.

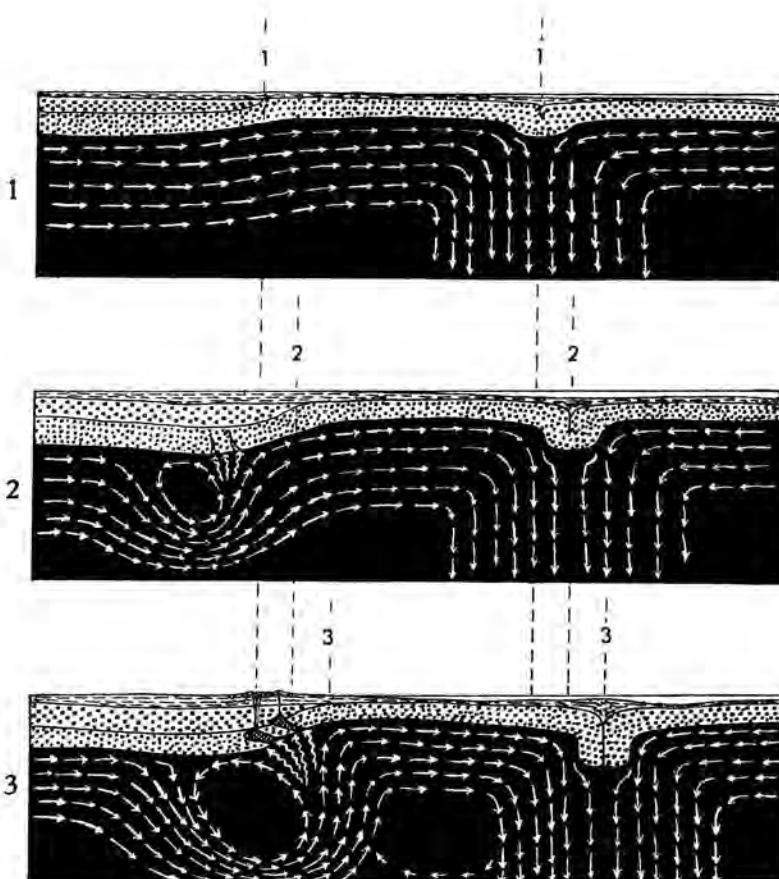


Fig. 3. Three stages in the evolution of the section through Java and the belt of negative anomalies of the gravity.

BIBLIOGRAPHY.

1. G. A. F. MOLENGRAAF: De jongste bodembewegingen op het eiland Timor en hunne beteekenis voor de geologische gebeurtenis van den O.I. Archipel. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam, Verslag Natuurk. Afd. 29 Juni 1912, pp. 121—132.
2. S. W. VISSER: On the Distribution of Earthquakes in the Netherlands East Indian Archipelago. II. Kon. Magn. en Meteor. Observatorium te Batavia. Verhandeling No. 22. Weltevreden, 1930.
3. F. A. VENING MEINESZ: Relevé gravimétrique maritime de l'Archipel Indien. Publication de la Commission Géodésique Néerlandaise, Delft 1931.
4. ———: Over de vorming van aardkorstplooïng en ketengebergten. De Ingenieur, 1 Mei 1931, No. 18, pp. A 143—A 148.
5. ———: Gravity Anomalies in the East Indian Archipelago. The Geographical Journal, Vol. 77, no. 4, April 1931, pp. 323—332.
6. ———: Gravity Expeditions at Sea. 1923—1930. Vol. I. Publications of the Netherlands Geodetic Commission, Delft 1932.
7. ———: The Mechanism of Mountain-formation in Geosynclinal Belts. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. Proceedings Vol. 36. No. 4, pp. 372—377, April 29, 1933.
8. G. L. L. KEMMERLING: De actieve vulkanen van den Ned. Indischen Archipel in 1928/29. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. 2e Ser., Dl. 46, pp. 468—496.
9. CH. E. STEHN: List of the active volcanoes in the Netherlands East Indies. Bull. Neth. East. Indian Volcanological Survey, No. 28, pp. 159—160, 1930.
10. B. G. ESCHER: Over het vulkanisme van Java in verband met de uitbarsting van den Merapi. De Ingenieur, 46e Jaarg., No. 37, blz. A 357—A 369. 11 Sept. 1931.
11. O. AMPFERER: Ueber das Bewegungsbild in Faltengebirgen. Jahrb. K. K. geol. Reichsanstalt, Wien, Bd. 56, pp. 539—622, 1906.
12. O. AMPFERER und W. HAMMER: Geologischer Querschnitt durch die Ost-Alpen vom Allgäu zum Gardasee. Jahrb. K. K. geol. Reichsanstalt, Wien, Bd. 61, pp. 531—710, 1911.
13. R. SCHWINNER: Vulkanismus und Gebirgsbildung. Zeitschr. f. Vulkanologie. Bd. 5. Heft 4, pp. 175—230, Nov. 1920.
14. B. G. ESCHER: Over oorzaak en verband der inwendige geologische krachten. Rede, 11 Oct. 1922, Leiden.
15. A. HOLMES: Radioactivity and Earth Movements. Transact. Geol. Soc. Glasgow, Vol. 18, Prt 3, pp. 559—606, 1929.
16. ———: Radioaktivität und Geologie Verh. Naturf. Ges. Basel. Bd. 41, pp. 136—185, 1930.
17. ———: The Thermal History of the Earth. Journ. Washington Acad. Scienc., Vol. 23, No. 4, pp. 169—195, April 15, 1933.
18. ——— in: Problems of the Earth's Crust. A discussion in Section E (Geography) of the British Association on 28 Sept. 1931. Geogr. Journal, Vol. 78, pp. 433—455 and 536—544, Nov and Dec. 1931.
19. L. M. R. RUTTEN: Voordrachten over de geologie van Nederlandsch Oost Indië, Groningen, 1927.
20. A. HOLMES: The Problem of the Association of Acid and Basic Rocks in Central Complexes. Geological Mag., Vol. 68, No. 804, pp. 241—255, June 1931.
21. J. H. F. UMBGROVE: Verschillende typen van tertiaire geosynclinalen in den Indischen Archipel. Leidsche Geol. Meded., Deel 6, blz. 33—43, Juni 1933.
22. L. J. C. VAN ES: The Age of Pithecanthropus. 's-Gravenhage 1931.

Geology. — Die Anwendung der Undationstheorie auf das alpine System in Europa. Von R. W. VAN BEMMELLEN. (Communicated by Prof. G. A. F. MOLENGRAAFF).

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

Im Vorliegenden wird einigen Problemen der alpinen Orogenese nachgegangen, die nach den bestehenden Theorien schwer oder nur gezwungen zu erklären sind. Dieser Rahmen lässt allerdings nur die Behandlung einiger Leitlinien des Gedankenganges zu¹⁾.

1. Allgemeine Betrachtungen (Fig. 1).

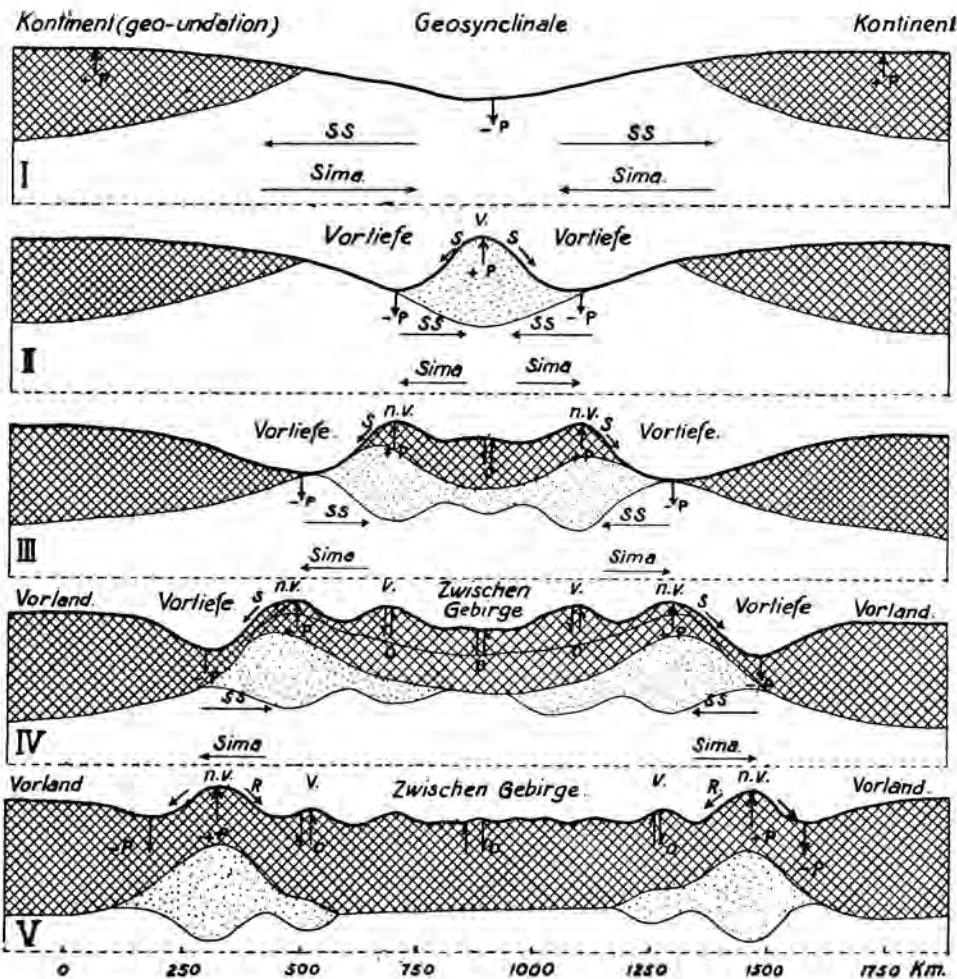


Fig. 1.

(Für Erklärung zu Fig. 1. siehe folgende Seite!.

¹⁾ By want of space a list with literature-references has been dropped.

ERKLÄRUNG ZU FIG. I.

Die ontologische Entwicklung eines zweiseitig symmetrisch gebauten Kettengebirges aus einer Geosynklinale nach der Undationstheorie.

I. *Geosynkinalstadium*: Geokratische Periode; Aufwölbung der Kontinente und ziemlich enge, aber tiefe Geosynklinale. Anregung des Differentiationsprozesses unter den tiefsten Teilen der Geosynklinale.

II. *Embryonalstadium*: Aufwölbung einer Mittelschwelle und Einsinken der Vortiefe. Anregung der Differentiation unter den Vortiefen.

III. *Jugendstadium*: Aus den Vortiefen entstehen Aufwölbungen, die im allgemeinen zunächst nicht vulkanisch sind, während die ursprünglichen Vortiefe weiter nach dem kontinentalen Rahmen hinwandern.

IV. *Frühreifes Stadium*: Die sich seitwärts fortpflanzenden Mesoundationen haben sich in einen vulkanischen Innenbogen und einen nichtvulkanischen Außenbogen mit nach außen gerichteter Faltungs- und Ueberschiebungstektonik differenziert. Sie umgeben das Zwischengebirge, das je nach der Phase der Oszillation, in der es sich befindet ein Gebirge oder ein Innensenke ist. Im allgemeinen hat in diesem Stadium bereits eine Hemmung der Wellenbewegung durch das kontinentale Vorland stattgefunden, sodass der Bogen in seiner Form an den Rahmen angepasst wird (z.B. Molukkenbogen am australischen Vorland).

V. *Reifes Stadium*: Die Welle hat sich am Rahmen des Vorlandes totgelaufen, dabei das sekundärtektonisch zusammengeschoben Deckenpaket überholt und zu einem Gebirge gehoben. Die rückwärtigen Teile der Decken erfahren infolge eines entgegengesetzten Gefälles eine Rückfaltung. Die älteren kontinentalen Kerne sind schliesslich mit dem Gebirgssystem verschweisst.

Schraffiert: Die Kruste kristalliner salischer Differentiationsprodukte (mit lokalen, noch nicht erlöschenden Vulkanherden) und Sedimente.

Punktiert: Salische noch nicht kristallisierte Restlösungen (Batholith in "statu nascendi"). Spez. Gewicht vor der Abgabe der flüchtigen Bestandteile und der Kristallisation 2,3-2,5, nach der Kristallisation 2,6-2,8.

Der Maßstab des Oberflächenreliefs ist übertrieben, der Maßstab der subkrustalen Grenzflächen dagegen stark reduziert.

+ p = Primärtektonische Hebung. SS = Salsima (Muttermagma, basaltisch).

- p = " Senkung. V. = Vulkanisch.

S = Sekundärtektonese. n.V. = Nichtvulkanisch.

R = Rückfaltung. O. = Oszillierende Bewegung.

Wie in früheren Arbeiten erörtert wurde, lassen sich die Undationen der Erdoberfläche nach ihrer Grösse in drei Gruppen scheiden.

Die *Undationen der ersten Ordnung* oder *Geoundationen* verursachen die Hebung ganzer Kontinente und die Senkung geosynklinaler Gebiete. Sie besitzen eine Spannweite von über 1000 km. Die Geosynkinalgebiete sind die Entstehungsgebiete der grossen Gebirgssysteme, wie des kaledonischen, des herzinischen und des alpinen Systems.

Die Entwicklung solcher Geosynkinalen zu Gebirgssystemen umfasst Perioden von mehreren Hunderten Millionen Jahren.

In diesen Geosynkinalgebieten entwickeln sich sodann *Undationen der zweiten Ordnung* oder *Mesoundationen*; das sind selbständige Gebirgsketten mit einer mittleren Breite von etwa 200 km.

Wie a.a.O. von mir auseinandergesetzt wurde, trachten die Mesoundationen seitwärts zu wandern. Sie verbreiten sich von einem Störungszentrum aus wie Wellen über einen Wasserspiegel. Die Periodizität der seitlichen Verschiebung der Mesoundationen beträgt 10—50 Millionen Jahre¹⁾.

Bei der seitlichen Verschiebung werden das äussere Krustenmaterial und die sich in den Vortiefen anhäufenden Sedimente in Form von Überschiebungen nach dem Vorland zubewegt.

An der Innenseite eines solchen Überschiebungsbogens erfährt die Kruste eine Zerrung, wodurch eine vulkanische Innenzone entsteht.

In den Mesoundationen können noch kleinere Einheiten, *Undationen der dritten Ordnung* (Detailundationen, minor-undations, Spezialundationen, STILLE unterscheiden werden; das sind dann kleinere „Tumoren“ von nur einigen Dutzenden km Breite.

Will man die *Hauptzüge eines Gebirgssystems* herausschälen, so muss man von Undationen der ersten Ordnung beherrschte Leitlinien von solchen trennen, die von Undationen der zweiten und der dritten Ordnung bestimmt werden.

Das Gesamtbild eines Gebirgssystems wird vom Verlauf der Geosynkinalzone beherrscht. Wie KOBER überzeugend dargelegt hat, umschließen die Geosynkinalzonen die älteren kontinentalen Kerne.

Der Verlauf der einzelnen Gebirgsstränge wird bestimmt durch ihre Parallelität mit den Störungszentren in der Geosynkinalzone, sowie — in einem späteren Entwicklungsstadium — durch die Anpassung an den Rahmen des Vorlands. So kann es vorkommen, dass Ketten quer zur allgemeinen Richtung der Geosynkinalzone verlaufen, und können Beugungen, Kettungen, Scharungen und Virgationen entstehen. Eine Vereinigung der Mesoundationen zu zusammenhängenden Stämmen im Sinne der meisten Geotektoniker (STAUB, KOBER, STILLE) erscheint mir nicht angebracht. Die Mesoundationen sind vielmehr im Zusammenhang mit ihren eigenen Störungszentren zu betrachten, wenn man nicht die Grössenordnung dieser Ketten aus dem Auge verlieren will. Die Wirkungssphäre der Mesoundationen ist nämlich eine Dimension kleiner als die der Geoundationen.

Um eine weitere Dimension kleiner ist sodann die Wirkungssphäre der Detailundationen, die ihrerseits *stellenweise Variationen* verursachen im Streichen der verschiedenen Gebirgsbögen, Hoch- und Tiefgebiete, Tumoren i.e.S.

Die sekundärtektonischen Bewegungen erfolgen nach HAARMANN (1930) in der Richtung des grössten Gefälles und die Überschiebungen stellen Abgleitungen von den primären Aufwölbungen nach den Vortiefen infolge der Schwerkraft dar. Diese Bewegungen finden darum unabhängig von den Widerständen des Vorlandes statt. Sie werden nur schliesslich durch den Vorlandrahmen aufgehalten (Branden oder Stirnen der Decken).

¹⁾ Die Periodizität dieser Erscheinungen kann nach dem Prinzip der Relaxation-Schwankungen erklärt werden.

Nach der Undationstheorie brauchen darum die kontinentalen Kerne sich einander nicht zu nähern wie Backen eines Schraubstocks.

Die zentrifugale Überschiebungstektonik, wie sie die Bögen der westbeticischen Kordilleren und des Riffs, sowie der Westalpen und der Ostkarpathen so deutlich zeigen, ist mechanisch einwandfrei nur zu erklären, wenn man annimmt, dass das Material vom Zentrum aus nach aussen geschoben wurde.

Eine zentripetale Unterschiebung des Vorlands, wie sie KOBER annimmt, würde eine so gewaltige Querstauung der Vorlandmasse zur Folge haben, wie sie wohl nirgends zu beobachten ist. Eine einseitige Nordbewegung des Gondwanakontinents im Sinne STAUBS kann ein derartiges Bild ebenfalls nur sehr gezwungen erklären. Auch mit dem Schlagwort STILLES, dass man es mit einem Kampf „aller gegen alle“ zu tun hat ist nichts gewonnen. Nur wenn man annimmt, dass die Decken vom aufgestiegenen Zentrum aus in die umgebende Vortiefe abgeglitten sind, dass erst daraufhin die letztere zum Gebirge erhoben wurde und das Zentralgebiet wieder zur Innensenke einsank, ist man aller Schwierigkeiten bei der Erklärung der räumlichen Entwicklung enthoben.

Von SIEBERG wurde jüngst (1932) wieder der Nachdruck auf das *Gesetz der Volumenkonstanz* beim tektonischen Geschehen gelegt. Aus diesem Gesetz folgt, dass jeder undatorischen Hebung ein Sinken des Nachbargebietes entspricht. Die primäre Bodenoszillationen sind die Folge der Interferenz von Impulsen, die auf Undationen gleicher und verschiedener Ordnung zurückzuführen sind. Teile von Bergketten können wieder wegsinken als Folge des volumetrischen Ausgleichs in der Nähe gelegener Mesoundationen, aber auch von Geoundationen des Vorlandes. Dadurch entziehen sich Teile der Gebirgsbögen der Beobachtung und entsteht ein kompliziertes Bild von Hoch und Tief, in dem häufig die einzelnen Bögen in ihrem Verlauf schwer zu entwirren sind.

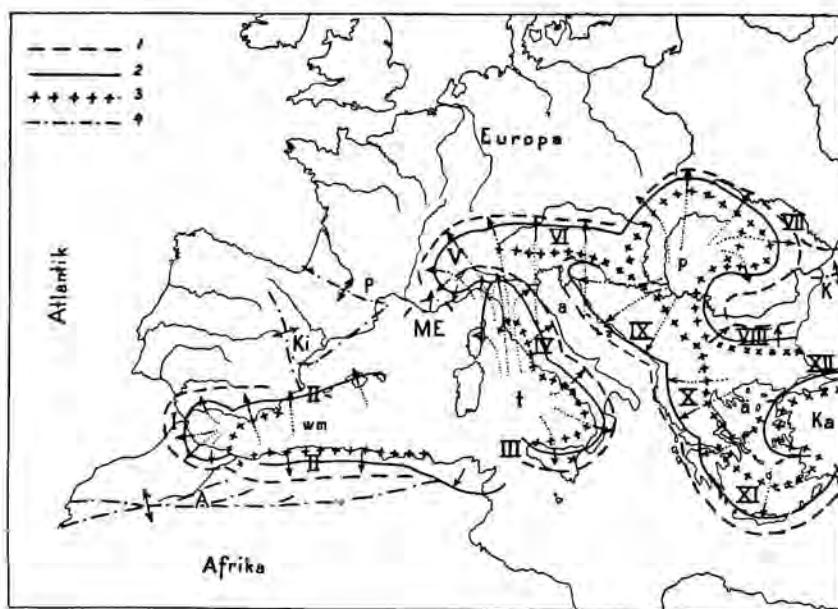
So bildet das heutige mittelländische Meer den volumetrischen Ausgleich sowohl von Hebungen des kontinentalen Vorlandes (Europa und Afrika) als von solchen der Mesoundationen im Geosynkinalgebiet selbst. Die heutige Verteilung von Hoch und Tief weicht bereits sehr wesentlich von der der jüngsten geologischen Vergangenheit ab (v. SEIDLITZ, 1932). Dies ist besonders zu beachten bei der Beurteilung der Entstehung von Gebirgsystemen mit Hilfe der Undationstheorie.

2. Das alpine System in Europa (Fig. 2).

Da das Gebiet des mittelländischen Meeres schon teilweise von der herzynischen Gebirgsbildung ergriffen war, besass die alpine Geosynklinale eine komplizierte Form. Es fehlte eine lange durchlaufende Medianzone, von der aus sich ein einfach zweiseitig gebautes Orogen im Sinne KOBER's hätte entwickeln können; vielmehr entstand zunächst im allgemeinen Senkungsgebiet eine Anzahl tiefer Becken. Von diesen „zentralen Becken“ aus

entwickelten sich mehr oder weniger konzentrische, sich teilweise schneidende und überdeckende Wellen (Meso-undationen).

Es lassen sich folgende *Störungszentren unterscheiden*: das west-mediterrane, das tyrrhenische, das alpine, das pannonische, das ägäische und das kleinasiatische.



ERKLÄRUNG ZU FIG. 2.

Das alpine System in Europa nach der Undationstheorie.

1. Vortiefen.
2. Nichtvulkanische Aussenbogen mit zentrifugaler Ueberschiebungstektonik.
3. Vulkanische Innenzonen.
4. Vorlandketten mit Fächerstruktur.

Störungszentren: *wm* = westmediterran, *t* = tyrrhenisch, *a* = alpin, *p* = pannonisch
a = ägäisch, *ka* = kleinasiatisch.

Alpine Aussenbogen: I = Rif-westbetischer-bogen, II = Balearen-ostbetischer-algerischer Bogen, III = Südapenninbogen, IV = Nordapenninbogen, V = Westalpenbogen, VI = Ostalpenbogen, VII = Karpathenbogen, VIII = Ostbalkanbogen, IX = dalmatischer Bogen, X = albanischer Bogen, XI = hellenischer Bogen, XII = kleinasiatischer Bogen.

Vorlandketten: *Ki* = Keltiberische Ketten, *P* = Pyrenäen, *M-E* = Maures-Estérel, *K* = Kaukasus, *A* = Atlas.

Ausserhalb des allgemeinen geosynkinalen Senkungsgebiets entstanden zwischen den kratogenen Schollen des Vorlands auch langgestreckte Sedimentationströge, wie die der keltiberischen Ketten, der Pyrenäen, die von Maures-Estérel, sowie die des Kaukasus und des Atlas.

Das alpine Störungszentrum (penninische Trog i.e.S.) lag im Gebiet der heutigen Nordapenninen und der nördlichen Adria. Vermutlich war es

einigermassen unsymmetrisch gebaut und lagen die grössten Reliefunterschiede an seiner Südseite.

Infolge der fortgesetzten Senkung fand zuerst während der Jurazeit wahrscheinlich eine Art Volltroggleitung im penninischen Gebiet statt und darauf glitten auch noch die Sedimentpakete der heutigen ostalpinen Decken, zusammen mit Teilen des kristallinen Untergrunds, von der marginalen Südseite des Beckens über die penninische Serie. In der Kreide kam es sodann zur ersten Aufpressung der salischen Differentiationsprodukte, die sich unter dem penninischen Becken angehäuft hatten. Die sogenannte *Gosauaufwölbung* war am stärksten an der Südseite der penninischen Zone, die ursprünglich am tiefsten war.

Es folgte im Paläogen die *Flysch-* und im Neogen die *Molasseaufwölbung* und die Einsenkung der dazu gehörigen Vortiefen. Die Aufwölbungen wanderten in der Richtung des Vorlandes in der Weise, dass jeweils die ursprüngliche Vortiefe emporgedrückt und alsdann nach Norden verschoben wurde.

Durch sekundärtektonogene Abgleitungen in diese Vortiefen wurde das alpine Deckensystem aufgebaut. *Die gewaltigen Beträge der ostalpinen Decken sind die Folge der hier für die Bewegungen besonders günstigen Umstände, da erst die penninischen Decken die Rollen bildeten, worüber sie nordwärts glitten, und darnach die noch unverhärteten Sedimente der helvetischen Decken.*

Der Molassetrog schliesslich wird an seiner Nordseite vom kratogenen Vorland begrenzt und kann nicht weiter „immigrieren“. Er wird mit Abtragmaterial von Stellenweise 3000 m Mächtigkeit angefüllt, wogegen dann die Decken stirnen, und an der Nordseite dieses Trogs erfolgte die epidermale Jurafaltung.

Die Decken sind nicht mehr imstande, von der Aufwölbung in die Vortiefe abzugleiten. Sie werden durch *die jüngste (insubrische) Aufwölbung* zu der Kette der heutigen Alpen emporgehoben. Dadurch dass in diesem reifen Entwicklungsstadium keine weitere nennenswerte Wanderung der Vortiefe nach Norden mehr stattfindet, überholt der Undationsimpuls das Deckenpaket. Diese Welle läuft sich tot, wenn man davon ausgeht, dass der Zyklus von Mesoundationen an eine bestimmte Zone, das primäre geosynklinale Becken, gebunden ist.

Die Südenden der Decken, die anfänglich auf dem Nordflügel oder dem Gipfel der Undation lagen, kommen jetzt auf dem Südflügel zu liegen und erhalten im Zusammenhang damit ein entgegengesetztes Gefälle (in der Richtung der lombardisch-piemontischen Innensenke). Dies verursacht ein Abgleiten in umgekehrter Richtung, die sog. „Rückfaltung“. Die Rückfaltung gibt den alpinen „Wurzeln“ ihr Antlitz. *Diese stellen jedoch nicht die Narbe der ausgequetschten Decken dar, sie sind vielmehr die ausgezogenen Teile des ursprünglich emporgehobenen Hinterlandes des alpinen Deckensystems, die erst später, nach Ablauf der Deckenbildung, steilgestellt und zurückgestülpt wurden.* Dass die Gesteinspakete in der Wurzelzone dünner

sind als im Frontalteil ist dann auch nicht die Folge einer weitgehenderen Zusammenpressung; die Pakete erfuhren hier im Gegenteil während des Abgleitens nach Norden im Anfang eine Zerrung oder flossen auseinander, während sie an der Front zusammengeschoben und verdickt wurden. Die im Vergleich mit der Stirn der Decken in der Wurzelzone intensivere Metamorphose hängt mit dem Aufdringen der postalpinen Batholithen in der Zerrungszone des Wellengipfels zusammen.

Unsere Kenntnis von der *Geologie der Südalpen*, südlich der sog. Wurzelzone und westlich von Triest, ist in jüngster Zeit durch die Tätigkeit der ESCHER'schen Schule in Leiden wesentlich erweitert worden. Die Auffassung STAUB's wonach hier die südwärts gerichteten Schuppen auf Rückfaltung zurückzuführen sind, hat sich im wesentlichen bestätigt. Die permischen Porphyre, sowie die tertiären Intrusiva und Extrusiva (Adamello, Predazzo, vizentinische Berge, Euganeen, steirischen Andesite) verleihen diesem Teil der Dinariden den Charakter der vulkanischen Innenzone eines vorherrschend nordwärts zusammengeschobenen Gebietes. Man darf diese Art sicherlich nicht mit dem im weiteren Verlauf der Dinariden von Triest südostwärts streichenden Bögen von Dalmatien und Albanien gleichstellen. *Die vulkanische Innenzone der Alpen hat ihre natürliche Fortsetzung in der vulkanischen Innenzone der Karpathen.* Wie schon ESCHER (1911) und JENNY (1924) betonten, beginnen die Dinariden in Wirklichkeit erst bei Triest.

Aus den ausgezeichneten Studien von WINKLER (1926, 1928) ergibt sich, dass *südlich von Triest im Tertiär in das vom alpinen Undationszyklus durchquerte Gebiet von Osten her eine undatorische Welle eingedrungen sein muss, die aus dem südwestlichen Teil der pannonischen Innensenke stammt.* Die gewaltigen Knickungsüberschiebungen in den östlichen Südalpen sind nach WINKLER vermutlich nur die Folgen der *Einfügung des kretazischen Alpenbogens in den jüngeren, tertiären Bauplan der Dinariden.*

In gleicher Weise drang von Südwesten her (aus dem tyrrhenischen Zentrum), die nordapenninische Undation in die Innensenke der alpinen Wogen ein. Die Verfrachtung der ligurischen Decke ist posteoök (WIJKERSLOOTH 1930, TEICHMÜLLER 1932). Sie hat also erst stattgefunden, nachdem die Gosauaufwölbung bereits wieder niedergebrochen und südwärts gewandert war. Die Flyschvortiefe der Apenninen war zugleich die Rücktiefe der alpinen Flyschaufwölbung, die ungefähr im Pogebiet gelegen haben muss. Wahrscheinlich waren darum dieser Vortiefe besonders schroffe Höhenunterschiede eigen, wodurch die 200 km weite Überschiebung der ligurischen Decke zustande kommen konnte, die nur eine Dicke von höchstens 2 km besitzt. Möglicherweise liegt hier eine Reliefüberschiebung vor, wobei die ligurische Decke wie ein Gletscher weithin über den damaligen Meeresboden abgeschoben ist.

Mit dem Schneiden des Westalpenbogens mit der nordapenninischen Vortiefe hängt die Bildung einer grossartigen *Rückfaltung des südlichsten*

Teils des Westalpenbogens in der Umgebung von Genua zusammen (die sog. „Narbe von Genua“).

Die Adria ist nach dieser Auffassung nicht der versenkte Sporn des afrikanischen Kontinents. Sie stellt vielmehr die ursprüngliche Innensenke des Alpenbogens dar, worin dann von Osten und Westen die Dinariden und die Apenninen eingedrungen sind, wodurch sie wieder zur Vortiefe neuer Undationen geworden ist. So dürfte vielleicht das Raumproblem des Alpenbogens eine ungezwungene Erklärung finden.

In den ausserhalb der alpinen Geosynklinale i.e.S. gelegenen Sedimentationströgen kann bereits während des Einsinkens stellenweise Volltroggleitung stattgefunden haben; die Hauptbewegungsphase fällt jedoch erst in die Zeit, in der die genannte Senkungszone emporgedrückt wurde und ihr Inhalt sich über das gleichzeitig einsinkende Vorland ergoss. Die Sedimentserien schoben dann, bisweilen mit „Keilen“ des kristallinen Untergrundes, fächerförmig auseinander.

Auch zur Erklärung der Faltungs- und Überschiebungsstruktur dieser *Vorlandketten* ist es nicht nötig anzunehmen, dass die kontinentalen Blöcke den Inhalt der Sedimentationströge zusammen- und schliesslich auspressen. Ihre Tektonik ist mit Hilfe der bicausalen Auffassung primärer vertikaler Oszillationen und sekundärer Gleitbewegungen im Sinne HAARMANN's völlig zu begreifen.

Da die Sedimentationsbecken der Vorlandketten von kontinentalen Schollen eingeschlossen sind, kann sich der von ihnen ausgehende Undationsimpuls nicht zu einem seitwärts wandernden Undationszyklus entwickeln, wie die Impulse der zentralen Becken im geosynklinalen Gebiet i.e.S. Der ganze Zyklus beschränkt sich hier auf einen oder mehrere Hebungsimpulse des ursprünglichen Senkungsgebiete.

Wie in der Undationstheorie gezeigt wurde, ist die magmatische Differentiation sowohl unter der Geosynklinale als auch unter dem Kontinent aktiv, aber sie verursacht im Kontinentalgebiete nur unregelmässige Oszillationen¹⁾, und das Magma erreicht selten die Oberfläche. Als Beispiele für Gebiete mit *Vorlandvulkanismus* können das französische Zentralplateau, Süddeutschland und Marokko gelten.

In den Geosynkinalgebieten ist an der Innenseite des undatorischen Bogens die Kruste gedehnt bzw. gebrochen. Hier sind darum die Bedingungen für das Auftreten von äusserem Vulkanismus besonders günstig und bildet sich eine ausgesprochene *vulkanische Innenzone*.

Die atlantischen und pazifischen Magmatypen scheinen regellos über die Vulkanischen Gebiete des Vorlandes und der Geosynklinale verbreitet zu sein.

Während der orogenetischen Revolution konsolidiert (STILLE) oder erstarrt (KÖBER) die Geosynklinale zum Kontinent oder Kratogen. *Unter diesem Erstarren hat man nach der Undationstheorie die Abkühlung der*

¹⁾ "Germanotype" Orogenese im Sinne STILLE's (1924).

ursprünglichen Salsimaschmelze zu verstehen, wobei diese sich in Sal und Sima trennte. Bei der Trennung wird latente chemische Energie frei und das gravitative Gleichgewicht in der Kruste gestört. Dies gibt Anlass zu Orogenese und Vulkanismus. Die gebildete *salische Kruste* ist an die herrschenden Bedingungen von *T* und *P* angepasst und besitzt daher keine latente chemische Energie mehr wie das Salsima: *Sie ist erstarrt und in diesem Sinne tot.* Die ursprüngliche Geosynklinale ist schliesslich als neue kratogene Zone mit dicker salischer Kruste den älteren kontinentalen Kernen einverlebt.

Übrigens ist die ganze Entwicklung der Erdkruste nach der Undations-theorie nichts anderes als *das Streben nach Gleichgewicht*, die „*Aquilibrio-petalität*“.

Bandoeng, im Mai 1933.

Anatomy. — *The Arterial Supply of the Cerebral Cortex in a Chinese Brain.* By A. RUBINO. (American Health Service, Hongkong.)
(Communicated by Prof. C. U. ARIËNS KAPPERS).

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

The object of this investigation has been to ascertain the exact distribution of the branches of the major cerebral arteries in order to determine the relationship between the cortical areas of arterial supply and the areas of histological and macroscopic differentiation. The detailed description of the individual arteries has been given for the Chimpanzee by SHELLSHEAR (1930); and the branches of the anterior cerebral artery in man have been fully described by CRITCHLEY (1930). It has been decided to present the material in the form of an atlas with a brief description of each figure rather than to embark upon a tedious and long discourse. It is felt that these figures are sufficiently detailed and explanatory to fulfil their object of acting as a work of reference for clinicians and others working on the subject of the cerebral vasculature.

Plate 1. Figure 1. The line of demarcation between the anterior and middle cerebral arteries is shown. It reaches the dorso-lateral surface anteriorly at the outer end of the sulcus fronto-marginalis of WERNICKE so that the whole of this sulcus lies within the anterior cerebral area. The sulcus fronto-marginalis of EBERSTALLER lies within the middle cerebral area. The line now passes backwards to reach the sulcus praecentralis superior where this sulcus is joined by the sulcus frontalis superior. In this part of its course the line is seen to lie wholly lateral to the sulcus frontalis superior. The various branches of the anterior cerebral artery as they approach this line have a marked posterior direction and are each associated with definite elements of the sulcus frontalis superior. The triradiate sulcus, immediately anterior to the sulcus praecentralis medius, lies wholly within the middle cerebral area. The arterial relations of this sulcus and

the reasons for regarding it as the homologue of the sulcus arcuatus of the anthropoids have been fully discussed by SHELLSHEAR (1930).

The line of demarcation then crosses the sulcus centralis at approximately the boundary between the centres for leg and trunk movements and reaches the lower part of the sulcus postcentralis superior. The line then runs on the superior parietal lobule to end in the angle formed by the sulcus paroccipitalis and the inner arm of the sulcus parietalis transversus¹⁾. At this point on both sides there is a free anastomosis between the anterior, middle and posterior cerebral arteries. No anastomoses were found between contiguous branches of the major arteries but the figure shows the presence of moderately large anastomosing channels across the line of arterial demarcation between the branches of the anterior and middle cerebral arteries.

The line of demarcation between the middle and posterior cerebral arteries lies immediately medial to the sulcus paroccipitalis and crosses the medial part of the occipital operculum, under which the sulcus occipitalis transversus is hidden. Its relations to the sulci and to the area striata are better seen from the posterior aspect and will be dealt with when that is described. In the temporal region the line runs just lateral to the tentorial border and finally disappears on to the tentorial surface leaving the tip of the temporal lobe within the middle cerebral area. Along the tentorial margin there are anastomoses between the middle and posterior cerebral arteries.

Text figure 1 shows the chart of arterial areas constructed from the

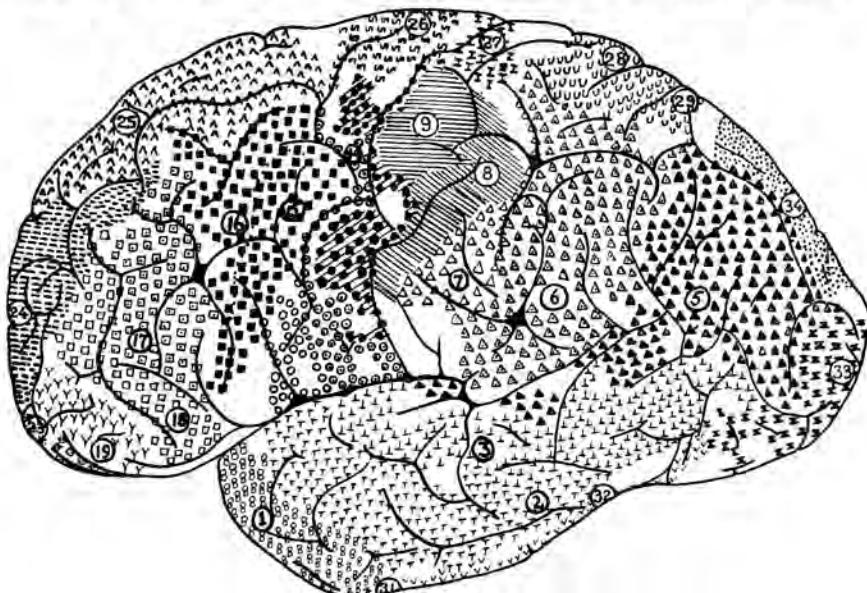
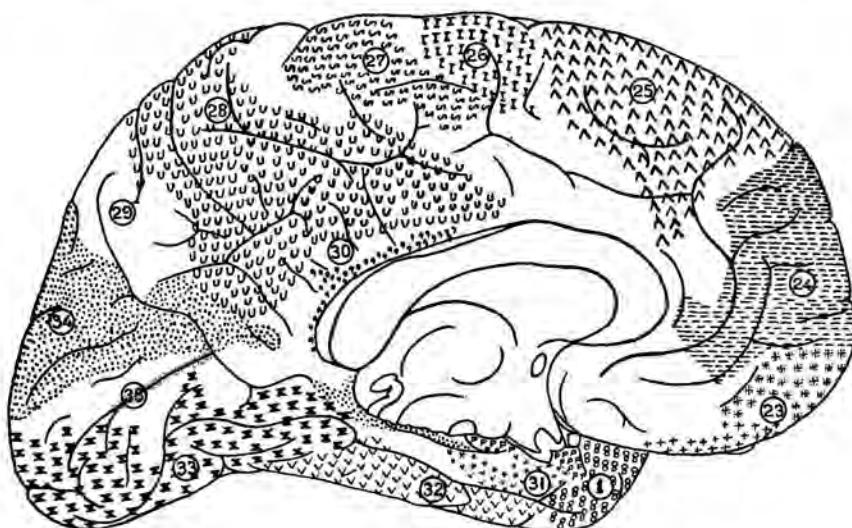


Fig. 1.

¹⁾ A term used by SHELLSHEAR to denote the anterior transverse element of the sulcus paroccipitalis.

arteries shown in Plate 1 fig. 1. These areas show a considerable measure of agreement with the areas in the Chimpanzee. The greatest differences are found in the greater expansion of the frontal and parietal regions. The distribution of the arteries to the central regions reveal a considerable degree of similarity. The only area which will be described in detail will be the area striata because the distribution of the line of GENNARI was ascertained.

Plate 1. Figure 2 shows the distribution on the medial surface of the left hemisphere. The arteries supplying the frontal region of the medial surface almost exactly agree with the description of the pattern in the



A. RUBINO: THE ARTERIAL SUPPLY OF THE CEREBRAL CORTEX IN A
CHINESE BRAIN.

PLATE I

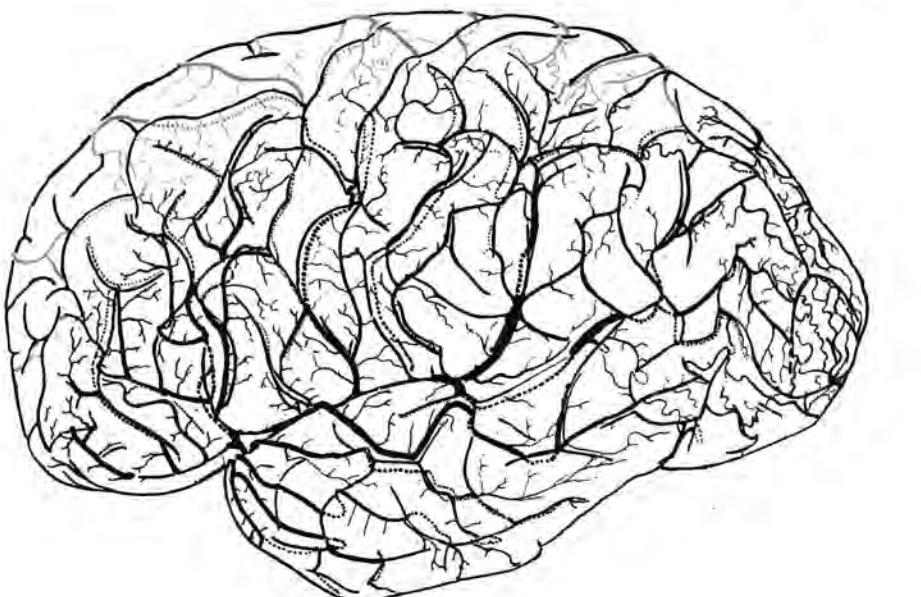


Fig. 1.

PLATE II

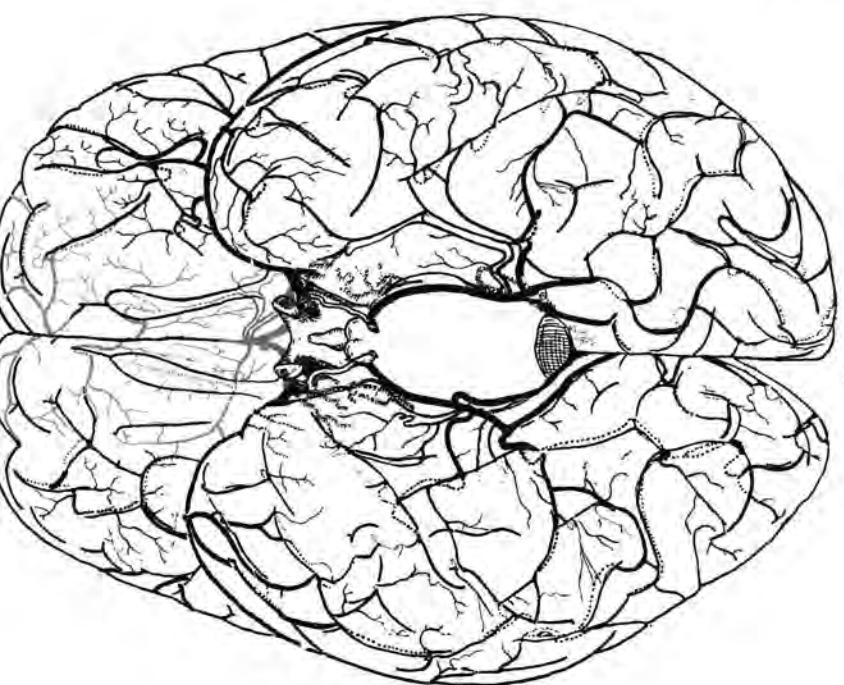


Fig. 2.

PLATE III

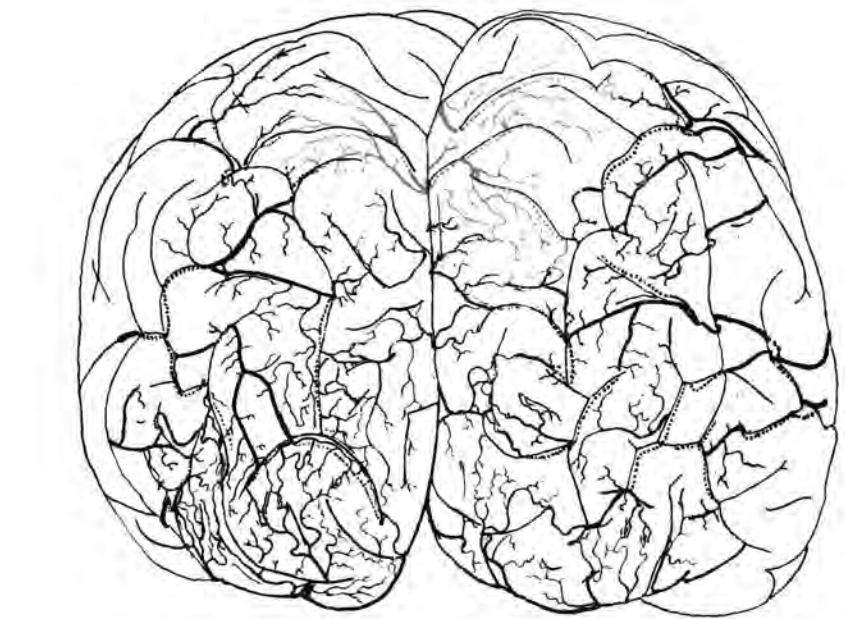


Fig. 1.

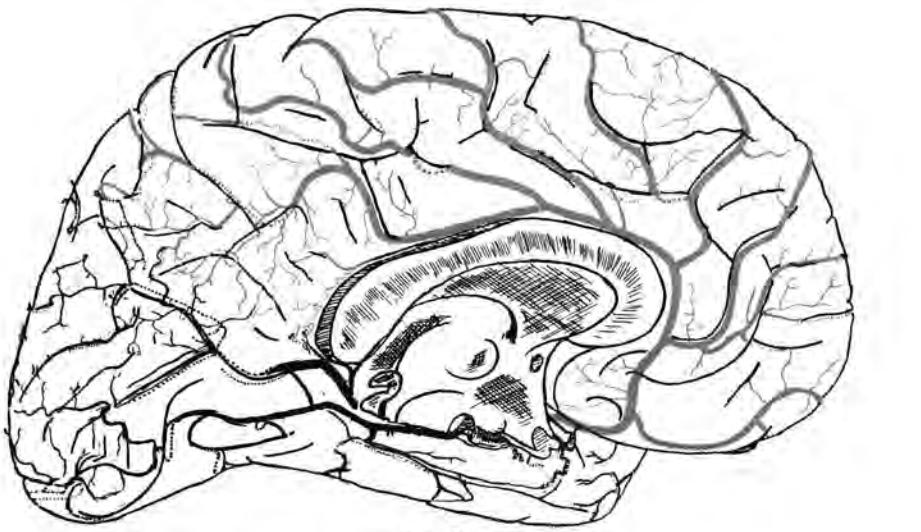


Fig. 2.

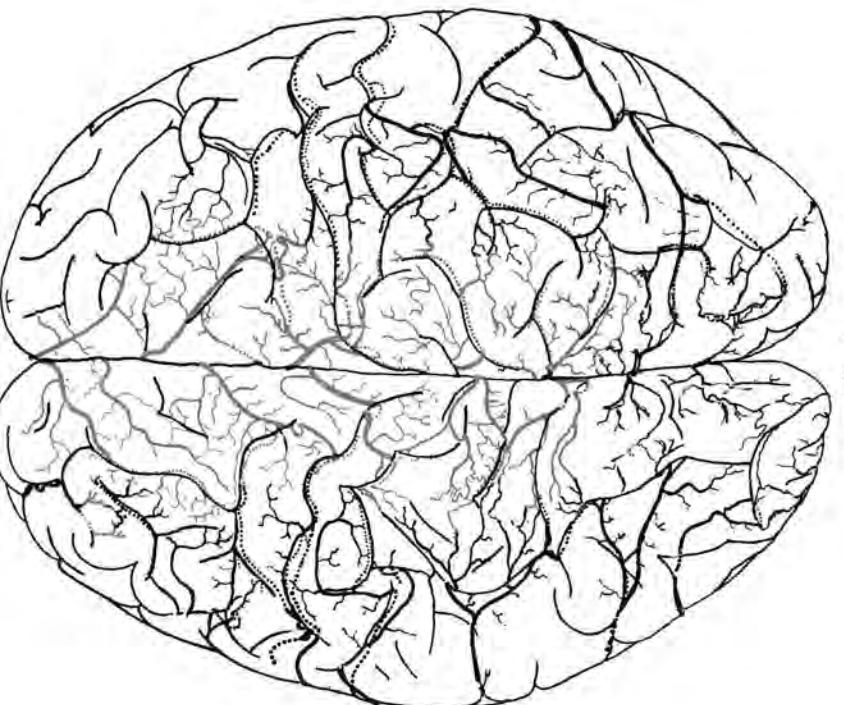


Fig. 2.

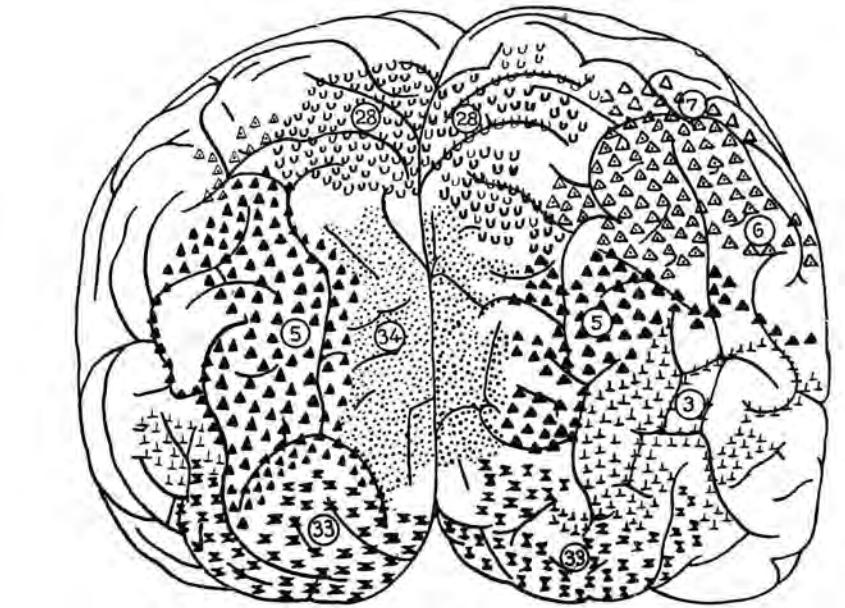


Fig. 2.

The point of junction of the three major arteries in the anterior part of the arcus parieto-occipitalis on both sides is an important landmark. The surface extent of the arcus parieto-occipitalis differs on the two sides as

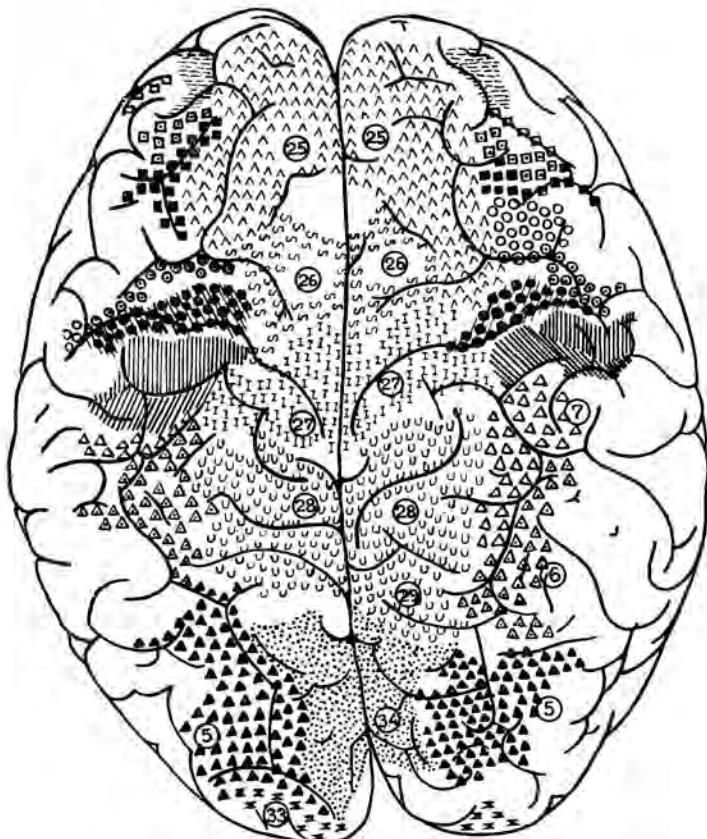


Fig. 3.

well as that of the lobulus postparietalis. These differences also find their expression in a corresponding difference in the arterial pattern.

Plate 2. Figure 2 shows the arteries of the inferior aspect of the brain. The corresponding vascular areas are shown in text figure 4. Whereas there is little indication in the literature beyond the papers by SHELLSHEAR on the brains of the Orang utan and Chimpanzee of the constancy of the line of demarcation on the lateral surface, there is shown in the works of DURET (1874), BEEVOR (1909) and in most text books of anatomy remarkable agreement in the position of the line separating the anterior and middle cerebral areas on the orbital surface of the frontal lobe. This brain shows that line in its constant position passing from the postero-internal arm of the sulcus orbitalis obliquely across to the antero-lateral arm and thence to the supraorbital border from which point we have traced it on the lateral surface. The position of this line on the orbital surface and its approximate

relations with the cortical areas of ELLIOT SMITH and BRODMANN have been discussed by SHELLSHEAR (1930) and are confirmed in this specimen. The boundary between the middle and posterior cerebral arteries on the tentorial

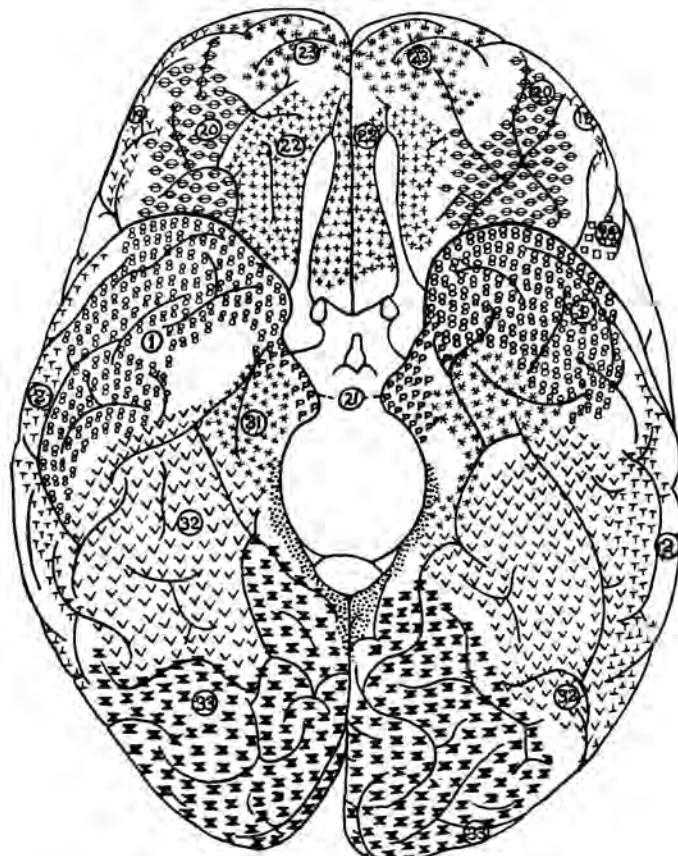


Fig. 4.

surface of the temporal lobe is likewise in agreement with the figures of DURET, BEEVOR and SHELLSHEAR. The position of this line in relation to the temporal pole confirms the area temporo-polaris of ELLIOT SMITH as an autonomous vascular area supplied by the temporo-polar branch of the middle cerebral artery. The uncus is supplied by both the anterior choroidal and posterior cerebral arteries.

Plate 3. Figure 1 and Plate 3 figure 2 show the arteries and vascular areas of the posterior aspect of the brain. Text figures 5, 6 and 7, show the sulcal pattern and the relations of the area striata. On the left side the sulcus occipitalis transversus is partly hidden under the lunate operculum. The sulcus lunatus shows a breaking into two parts by the gyrus translunatus as described by ELLIOT SMITH (1909). The sulcus praeflunatus is continuous with the pars ventralis sulci lunati. The line of GENNARI falls short of both the pars dorsalis and the pars ventralis. The driving back of

the striate cortex from the lateral to the medial surface is in its earlier stages. On the right side the sulcus lunatus has broken down, the striate

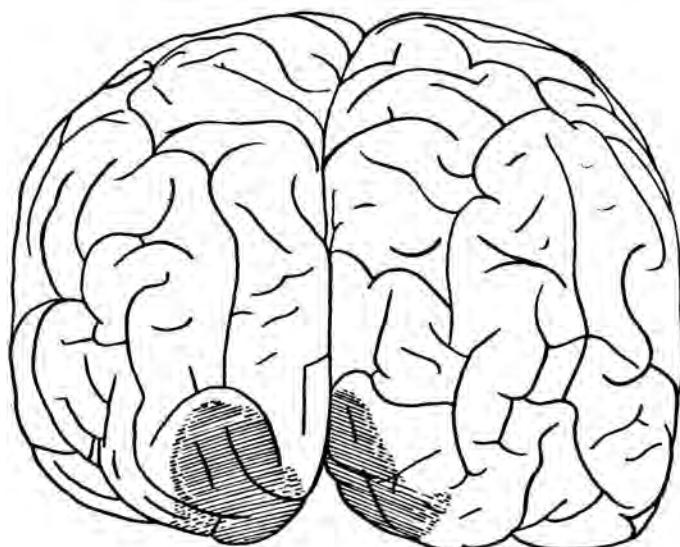


Fig. 5.

cortex approaches closer to the medial surface and is pushed somewhat vertically upwards producing a superior polar sulcus of BOLTON. The

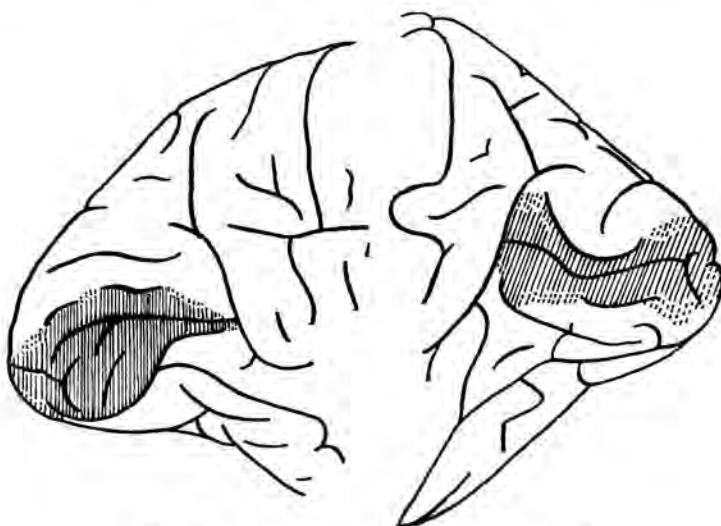


Fig. 6.

Fig. 7.

figures of plate 3 show that the line of vascular demarcation coincides with the anterior boundary of the area striata. The figures showing the

medial surface also show a close relationship between the vascular distribution and the extent of the area striata. Although the figures of the vascular areas in this region have been made to include under one conventional sign more than one area it was thought preferable not to attempt further subdivision but to leave them as a reference for further investigation. BEAUVIEUX (1929) has however divided up the branches to the occipital region and his classification is in accord with the distribution as shown in these figures. His paper was received since these drawings have been made. Particular reference is made to his paper because his figures show how the middle cerebral area encroaches more and more on the occipital region as the striate cortex retreats before it.

This work was carried out in the Department of Anatomy in the University of Hongkong. I have to acknowledge my indebtedness for the facilities which were afforded me there.

LITERATURE.

- BEEVOR. (1909). "On the distribution of the different arteries supplying the human brain". Phil. Trans. Roy. Soc. Series B. Vol. CC.
- BEAUVIEUX et RISTICH-GOELMINO. (1926). "De la vascularisation du centre cortical de la macula". Arch. d'Ophtal. T. XLIII.
- CRITCHLEY. (1930). "The anterior cerebral artery and its syndromes". Brain Vol. 53.
- DURET. (1874). "Recherches anatomiques sur la circulation de l'encephale". Arch. de Phys. 2nd series.
- SHELLSHEAR. (1930). "The arterial supply of the cerebral cortex in the Chimpanzee". Journ. Anat. Vol. LXV.
- SMITH ELLIOT. (1904). "Studies in the morphology of the human brain with special reference to that of the Egyptians". Rec. Egyptian Sch. of Med. Vol. II.

Anatomy. — The Arterial Supply of the Cerebral Cortex. By JOSEPH L. SHELLSHEAR. (University of Hongkong.) — (Communicated by Prof. C. U. ARIËNS KAPPERS).

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

The constancy of the arterial supply to the structures of the hind- and forebrain has been established by many writers. The question of the variability of the channels of intermediate distribution need not be considered here because this has been fully discussed in my previous papers (SHELLSHEAR, pp. 1 to 6 (1929) and p. 187 (1927 a)).

STOPFORD (1915-16) established the constancy of the supply of many of the structures in the pons and medulla oblongata: "Invariably the trigonum hypoglossi was accurately defined by the stain of the injection of the anterior spinal artery" (p. 259); "The injection always demarcated the trigonum vagi - - - when the vertebral artery was injected" (p. 265); and on the injection of the posterior spinal artery "the descending ramus sup-

plied the funiculi gracilis and cuneatus with their nuclei, and in all cases where the branch was present this distribution was found to be absolutely constant" (p. 273). Many of the findings of STOPFORD have been confirmed by me (SHELLSHEAR (1927 d and 1929)).

BEEVOR (1909), even by the method of differential injection found a considerable degree of constancy. He found that on injection the anterior nucleus of the thalamus stood out as an island, and that the level of the anterior commissure formed the meeting place of five separate arteries. In general his observations have been confirmed. I used his method to determine the arterial supply of the claustrum and, in so doing, was able to repeat many of his results (SHELLSHEAR 1920).

His opinion would seem to be that the arrangement of the arteries was without functional significance: "The fact that so small a body as the corpus subthalamicum can receive its blood supply from two different arteries is against the theory that the arrangement of the blood supply can have any functional significance, as it appears to be purely anatomical and not distributed according to the physiological action of the part" (p. 16). Even today the physiological action of the corpus subthalamicum is obscure. The functional significance of the arterial supply of any structure can only be measured in terms of the other morphological and physiological known facts.

As against BEEVOR's opinion, which is contrary to the views expressed by the writer in many papers, let us turn to the arterial supply of the lateral geniculate body concerning whose function we have considerable knowledge (BROUWER and ZEEMAN (1926), and others). ABBIE, in a paper at present in course of publication, shows that this body receives its arterial supply from both the anterior and posterior choroidal arteries and that this supply has great functional significance when compared with the morphological findings of BROUWER and ZEEMAN. He finds that the anterior choroidal artery supplies the lateral and anterior parts of the external geniculate body, that the posterior choroidal artery supplies the medial and posterior parts, and that the hilar region receives its supply from both arteries. The lateral and medial single supply is to the non-macular projection area and the double hilar supply corresponds with the macular projection area as defined by BROUWER and ZEEMAN.

Turning to the primitive olfactory areas, the pattern of the perforations in the region of the locus perforatus anticus made by the basal branches of the anterior and middle cerebral arteries is constant not only in the Primates but in the Vertebrata generally. The tuberculum olfactorium is supplied by both arteries. The basal branches of HEUBNER's artery, arising from the anterior cerebral artery, pass into the substance of the brain along the site of the erased endorhinal fissure to supply the head of the nucleus caudatus and other structures. The basal branches of the middle cerebral artery lie in series posterior to those of the anterior cerebral artery and supply palaeostriatal derivatives. Finally, more laterally placed basal

branches of the middle cerebral artery produce constant perforations and supply the claustrum, a hypopallial derivative (SHELLSHEAR 1920). It will be shown that this constancy has a definite functional significance; and, further, that the principle of a functional supply is equally applicable to the arteries supplying the cerebral cortex.

In the crocodile (Fig. 1) the anterior spinal channel takes precedence over the vertebral channel in distributing blood to the higher parts of the brain; nevertheless its branches are confined to the motor regions of the spinal cord and medulla oblongata, the main function of the channel itself being to enhance the distribution. The relations of the metamerically arranged branches of supply bear the same relations to the cranial nerves as they do in man. In the cerebrum the tuberculum olfactum is supplied by both anterior and middle cerebral arteries, the pyriform area by the middle cerebral artery and the hippocampal areas by the posterior cerebral group of arteries. The newly developed primordium neopallii, interpolated between the primitive forebrain structures — pyriform and hippocampal — lies in the field of the junctional anastomoses between the major arteries. Just as the works of ELLIOT SMITH and others have revealed to us those areas of the human cerebrum which are primitive and those which are of later development, so also the study of the arteries in a phylogenetic series shows how the arterial supply to the new areas is derived from a more primitive pattern, the groundwork of which is still retained in man in relation to the primitive forebrain structures (SHELLSHEAR (1929), KAPPERS (1933)).

In the Echidna (fig. 2), with the increasing development of the neop-

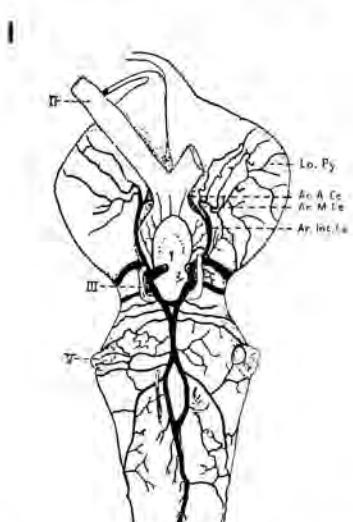


Fig. 1. The arteries on the ventral aspect of the brain in the Crocodile.

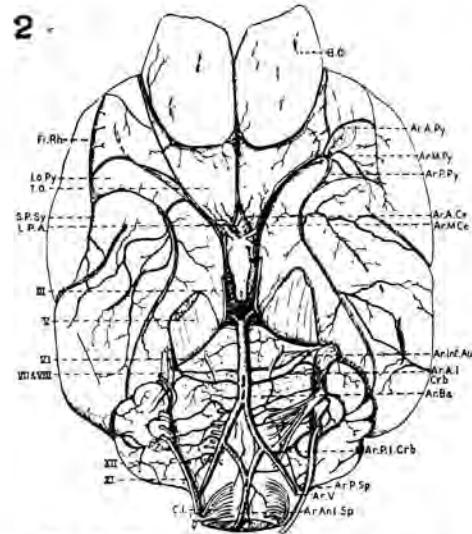


Fig. 2. The same in *Echidna aculeata*.

allium, the vertebral arterial channel enlarges to equal in size the anterior spinal arterial channel; otherwise the supply to the hindbrain and the

JOSEPH L. SHELLSHEAR: THE ARTERIAL SUPPLY OF THE CEREBRAL CORTEX.



Fig. 3. The arteries on the ventral aspect of the brain in *Myrmecophaga jubata*.

relations of the branches to the nerves is the same. In the region of the tuberculum olfactorium the distribution is the same as in the crocodile and the supply to the developing neopallium is derived from the anterior, middle and posterior cerebral arteries and the anastomoses between them. The question of the preponderance of the posterior cerebral supply in the Echidna has been discussed elsewhere (SHELLSHEAR p. 32 (1929), KAPPERS (1933)).

In the lower primates the importance of the vertebral arterial channel, foreshadowed in the Echidna, becomes more fully appreciated. The anterior spinal channel is diminutive and plays little part in the distribution to the higher cerebral structures. The supply to the region of the tuberculum olfactorum is precisely the same as in the Echidna. The pyriform area is still supplied by the middle cerebral artery and the neopallium by the three major cerebral arteries and the anastomoses between them. In the primates, where the sense of vision plays a predominant part in cerebral functions the individual arteries to the different visual centres in the midbrain, thalamus and forebrain, originally arising as separate metamerically-arranged branches, become grouped together as branches from a common stem usually named the posterior cerebral artery (fig. 3). The details of these phylogenetic correspondences have been fully discussed by me in various papers; and, therefore, consideration of the principles of arterial supply will be mainly confined to the description of the lines of arterial demarcation between the major arteries and to the supply of the visual cortex.

The Lines of Arterial Demarcation between the Major Cerebral Arteries.

It is not within the scope of this paper to describe in detail the individual branches of the cerebral arteries and their areas of supply. This has

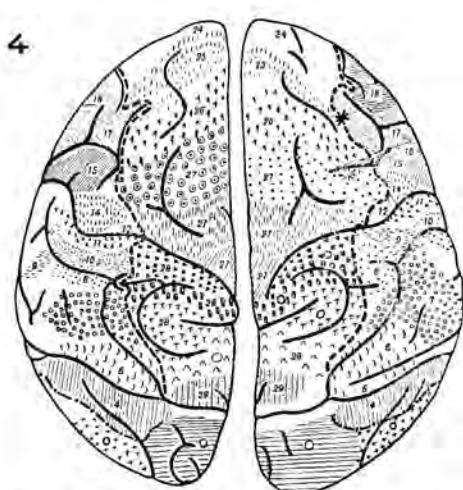


Fig. 4. The areas of arterial supply on the dorsal aspect of the brain in the Chimpanzee.

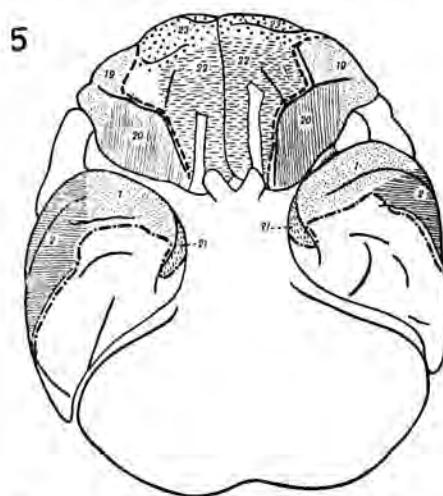


Fig. 5. The same on the ventral aspect.

already been done for the Orang Utan and the Chimpanzee by me (SHELLSHEAR, 1927 a, 1930). The figures published by RUBINO show an almost exact correspondence between the areas in the human brain and those described in the Orang Utan and Chimpanzee (figs. 4 and 5). Dr. ABBIE and the writer had the opportunity recently of examining the arteries in the brain of the Gorilla, thanks to the courtesy of Prof. ANTHONY of Paris. Figure 6 shows the areas of arterial supply for comparison with the other material already referred to. The detailed description of the individual areas is not necessary to establish the hypothesis that these areas are constant and have a functional import if it can be shown that the lines of vascular demarcation are constant between the major arteries; for if the major lines are not constant the minor areas related to those lines cannot be.

The line of demarcation between the anterior and middle cerebral arteries will be dealt with first. It extends from the interval between the double row of perforations at the anterior boundary of the locus perforatus anticus across the orbital surface of the frontal lobe and then runs about two centimetres from the dorsal border of the hemisphere on the lateral surface to end at the antero-lateral angle of the arcus parieto-occipitalis where the three major arteries meet. This line can be divided into three parts for descriptive purposes: 1. from the locus perforatus anticus to the supraorbital margin of the hemisphere, 2. from the supraorbital margin to the sulcus centralis and 3. from the sulcus centralis to the arcus parieto-occipitalis.

On the orbital surface the line passes obliquely forwards and slightly outwards to cut the supraorbital margin at a level corresponding with the junction of the horizontal and vertical portions of the sulcus fronto-marginalis. The inner two-thirds of the orbital surface lies within the anterior cerebral area and the outer one-third within the middle cerebral area (fig. 5). This line closely corresponds with the line of separation between the macroscopically determined areas orbitalis and praefrontalis posteriorly and the areas fronto-polaris and fronto-marginalis anteriorly (ELLIOT SMITH 1931). The significance of this line of demarcation on the orbital surface has been fully discussed by me in the papers referred to above. It is confirmed in the writings of DURET and recently by CRITCHLEY (1930).

The second part of the line has important morphological relations. After crossing the supraorbital margin it meets the outer end of the sulcus fronto-marginalis of WERNICKE where this sulcus is met by the anterior end of the sulcus frontalis medius. (The sulcus fronto-marginalis may be conveniently divided into three parts: internally, extending to the rostral keel, the sulcus fronto-marginalis of WERNICKE, externally, passing outward along the orbital margin, the sulcus fronto-marginalis of EBERSTALER, and dorsally the anterior part of the sulcus frontalis medius constituting a vertical part of the threefold sulcus). The line of demarcation passes between the two fronto-marginal sulci where they are frequently confluent and then follows the sulcus frontalis medius for some distance.

In every brain in which the anterior part of the sulcus frontalis medius is well defined it forms the line of demarcation between the anterior and middle cerebral arteries. The detailed study of the arterial relations in conjunction with a study of the macroscopic and microscopic areas as determined by ELLIOT SMITH and BRODMANN reveals the homology of the sulcus rectus in man as the sulcus fronto-marginalis of WERNICKE and a part of the sulcus frontalis medius. In the general expansion of the frontal lobe the sulcus rectus is pushed forwards to the frontal pole and forms anteriorly an axial sulcus within the frontal keel (SHELLSHEAR 1930).

Leaving the sulcus frontalis medius the line of demarcation passes backwards to reach the sulcus centralis at the lower limit of the excitable area of the motor cortex for leg movements. The sulcus frontalis superior in its posterior part forms with the sulcus praecentralis superior a triradiate sulcus in the apes and this pattern is frequently retained in man. The line of demarcation passes through the triradiate sulcus at its central point. As a general rule the sulcus frontalis superior lies within the area of the anterior cerebral artery. Where this is not the case it is due not to vascular inconstancy but to irregularity in the arrangement of the sulcus frontalis superior (see SERGI 1913).

The morphological features which the constancy of this part of the line would appear to establish may be summed up as follows:

1. The new areas of expansion in the frontal lobe appear to be mainly confined to the area of the middle cerebral artery. Areas 44, 45 and 46 of BRODMANN — areas frontalis inferior and frontalis B of ELLIOT SMITH — derive their arterial supply from the external frontal branches of the middle cerebral artery. These vascular areas are larger in the human brain than they are in the anthropoids and point to the main expansion taking place in front of the centres for head and arm movements (SHELLSHEAR p. 83, 1930).

2. Areas 4, 6, 8, and 9 of BRODMANN are vascularised by both the anterior and middle cerebral arteries. The anterior cerebral supply is confined to the centres apparently concerned with leg movements. The centres for movements of other parts of the body are vascularised by the middle cerebral artery.

3. Comparison of the cortical charts of BRODMANN with the charts of vascular areas shows that the expansion of the lateral frontal region has caused the areas 4, 6, 8 and 9 to be thrust upwards and backwards. In consequence of this the general direction taken by the arteries is more posterior in man than in the anthropoids. This is well illustrated in the branches of the anterior cerebral artery.

4. The supply of areas 6, 8 and 9 of BRODMANN by the internal and external frontal branches of the anterior and middle cerebral arteries respectively shows a very close parallelism between the areas of arterial supply and the areas of histological differentiation (SHELLSHEAR 1930, CRITCHLEY 1930).

5. Anastomotic channels are found across the line of demarcation where the areas of BRODMANN cross the same line, but no anastomoses take place between contiguous branches of the major cerebral arteries. This confirms BEEVOR's observations and accounts for the apparent contradiction that he found the areas of the major cerebral arteries variable whereas I have found them constant (BEEVOR 1909). The hypothesis is put forward that anastomoses tend to occur between arteries of equal functional value.

The posterior part of the line of demarcation extends from the sulcus centralis to the antero-lateral angle of the arcus parieto-occipitalis where the fields of the three major arteries meet and where the arteries anastomose with one another.

The line lies between the sulcus postcentralis superior and the sulcus postcentralis inferior when these two sulci are found separate; and at their approximate point of junction when they are confluent. Posterior to this the line lies wholly within the superior parietal lobule. In every case the sulcus intraparietalis, excepting the sulcus postcentralis superior, lies within the field of the middle cerebral artery. The branches of the middle cerebral artery pass into the depths of the sulcus intraparietalis to emerge on the surface of the superior parietal lobule where they anastomose with branches of the anterior cerebral artery.

The line of demarcation is closely related with ELLIOT SMITH's visuo-tactile band passing between the peristriate and postcentral areas. In connection with this band it is to be noted that the expansion of the inferior parietal lobule which takes place below it to produce areas 39 and 40 of BRODMANN takes place entirely within the area of the middle cerebral artery.

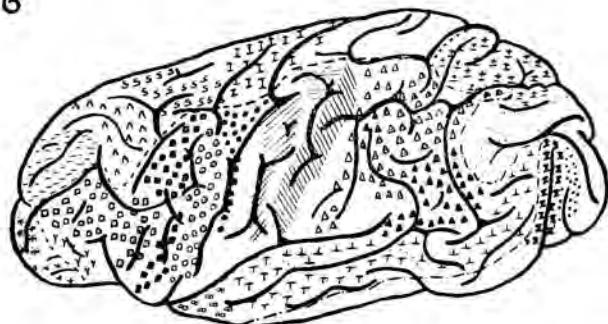
The Line of Demarcation between the Middle and Posterior Cerebral Arteries.

The posterior cerebral artery of human anatomy is the artery of vision par excellence. The line of demarcation separates the visual cortex from the cortex lying anterior to it. The line of demarcation defines the area striata anteriorly as an autonomous vascular area, to use CHARCOT's term as evidence of his acceptance of DURET's statement that the fields of supply of the cerebral arteries are constant (1874). Starting from the arcus parieto-occipitalis the line passes backwards within the arcus and medial to the sulcus paroccipitalis as far as the inner part of the pars dorsalis sulci lunati. (This sulcus is well defined in RUBINO's figures which are made the basis for the description which follows.) The line now passes downwards and forwards within the curve of the sulcus lunatus to cross the pars ventralis sulci lunati near its point of continuation into the sulcus praelunatus, after which it runs close to the tentorial border almost to the temporal pole when it turns sharply on to the tentorial surface. The

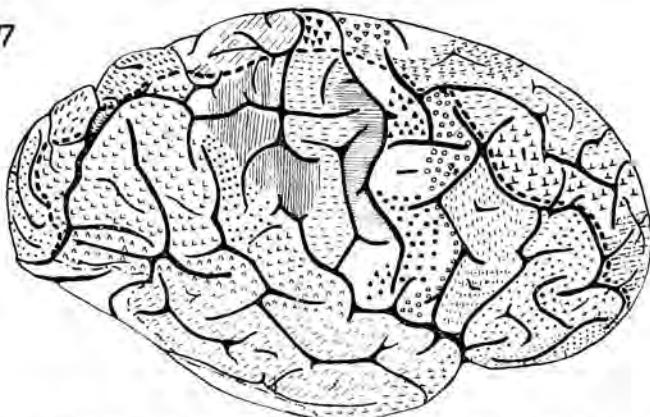
relations of the line to the temporal lobe have been fully treated by me in the papers quoted.

To return to the occipital region of the line, BEAUVIEUX and RISTICH-GOELMINO (1926) show that the line of demarcation is much closer to

6



7



Figs. 6 and 7. The areas of arterial supply on the lateral aspect of the brain of a Gorilla and of an Australian aboriginal respectively.

the occipital pole than I have described above. A comparison of their pictures with RUBINO's in the brain of the Chinese, with the Chinese described by me (1929b), with the Orang utan (1929a), with the Chimpanzee (1930) and with the Australian brain here depicted (fig. 7) shows that not only is the method of supply constant but also that the intrusion of the middle cerebral supply into the occipital region is an exact parallel of the morphological changes which have taken place in the retreat of the area striata towards the medial surface. Where the occipital or lunate operculum is intact as in the Australian brain depicted the arterial pattern agrees with the cortical pattern; when the lunate sulcus breaks into its pars dorsalis and pars ventralis the gyrus translunatus separating them becomes vascularised by the middle cerebral artery; and finally when the sulcus

lunatus becomes obscured by the retreat of the striate cortex the area of the middle cerebral artery follows that retreat. These features are well shown in RUBINO's figures. It is clear from this that the distribution of the arteries must always be examined in conjunction with the morphology of the part supplied and that an average or schematic rendering of the pattern cannot give a correct idea of the functional distribution to serve as a basis for clinical interpretation.

There is a free anastomosis between the middle and posterior cerebral arteries across the line of demarcation but I have never seen any anastomosis between contiguous vessels. It is necessary however to point out that BEAUVIEUX and RISTICH-GOELMINO depict in their figure 1. such an anastomosis. The free anastomosis between the middle and posterior cerebral arteries may furnish the explanation of the escape of macular vision in cases of injury to the striate cortex. It is however to be noted that the area striata in the region of the sulcus retrocalcarinus often receives a blood supply distinct from the remainder of the striate cortex and in these cases the arterial pattern is very similar to the cortical localisation of BROUWER (1930).

The Line of Demarcation between the Anterior and Posterior Cerebral Arteries.

This line is found in the posterior part of the precuneal region and actually includes the extreme posterior end of the corpus callosum in many cases. Whether this is always the case I have not seen sufficient material to say. LEY (1932) shows the extent of the supply in his figure 2. In this region there is always a free anastomosis between the anterior and posterior cerebral arteries. It is referred to here, not only as a subject for further investigation, but also on account of its important bearing on the question of the existence of crossed connections between the lateral geniculate body and the striate cortex (POLIAK 1932).

The Principles of Arterial Supply.

In many papers I have discussed the areas of supply of the individual cortical arteries and so have thought it unnecessary to deal with these areas of autonomous arterial supply in a restatement of the principles previously put forward. These principles are stated as hypotheses to serve as a basis for further work since they cannot be more definitely established until further advances in morphology and physiology are carried out. The interpretation of the arterial distribution cannot precede the knowledge of the morphological facts although it may throw confirmatory light on them or may even suggest other avenues of investigation. The following hypotheses are put forward:

1. The arteries of the body are to a limited extent variable in their origin and intermediate course but are constant in their final areas of supply (DURET 1874, CHARCOT 1883).

2. The final areas of supply are constant because the supply has a definite functional significance (HILTON 1880).

3. Nerves, although variable in their intermediate course, are constant in their final terminations (JOHN HUNTER 1837). This is equally applicable to the somatic and sympathetic systems. It necessarily implies that the organ supplied has the same degree of constancy as the nerve supplying it. In other words nerve-organ units are constant in phylogeny and ontogeny. (SHELLSHEAR p. 5, 1929).

4. Nerve-organ units are subordinate parts of higher functioning mechanisms. The constancy of arterial supply must therefore presuppose a functional relationship between somatic and sympathetic nerve-organ units.

5. The problem of the development of nerve and muscle from a common neuromuscular mechanism is mentioned here without controversial intention (DART and SHELLSHEAR 1922).

The distribution of the arteries to the cerebral cortex is in harmony with these hypotheses. KAPPERS (1933), though calling attention to some variations that may exist in the vascularisation of the cortical facialis centre in comparing the lowest mammals with the primates, has confirmed the detailed description of the supply in the ECHIDNA and CRITCHLEY (1930) has confirmed in general my description of the anterior cerebral artery in the Chimpanzee. Nevertheless CRITCHLEY says: "Although there is an approximate correspondence between the territories of cerebral vasculature and the topography of various cytoarchitectonic zones, the idea of the functional significance must not be strained. Such schematization would presuppose a simplification of the anatomical basis of cerebral function which is out of accord with our conceptions of neurophysiology." I would reply:

1. That the hypothesis of a functional significance is justified from the exactitude of the arterial supply in so many parts of the body.
2. That a hypothesis only becomes strained when it is insisted upon as a law. Such an example is to be found in the unproved law that the whole nervous system is ectodermal in origin.
3. That the interpretation of the arterial distribution has not gone beyond the knowledge already acquired in other fields.
4. That an intimate and accurate knowledge of a constant arterial supply does not necessarily simplify the major problems.
5. That the areas of arterial supply depicted are in no sense schematic.
6. That it is possible that, when we have more detailed knowledge of the relation of the cortical fields to the sulcal pattern, the approximate correspondence between arterial fields and cortical fields will become a more exact correspondence.

In conclusion I have to express my thanks to Prof. ARIËNS KAPPERS for the opportunity of working in his laboratory and for advice and assistance which he has given me.

LITERATURE.

- BEAUVIEUX et RISTICH-GOELMINO. (1926). "De la vascularisation du centre cortical de la macula". Arch. d'Ophtal. T. XLIII.
- BROUWER. (1930). "Über die Projektion der Makula auf die Area striata des Menschen", Journ. f. Psych. u. Neur. Bd. 40.
- BROUWER and ZEEMAN. (1926). "The projection of the retina in the primary optic neuron of monkeys". Brain. Vol. 59.
- CRITCHLEY. (1930). "The anterior cerebral artery and its syndromes". Brain Vol. 53.
- KAPPERS, ARIËNS. (1933). "The forebrain arteries in Plagiostomes, Reptiles, Birds and Monotremes". Proc. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. Vol. XXXVI.
- LEY, JACQUES. (1932). "Contribution à l'étude du ramollissement cérébral, envisagée au point de vue de la pathogénie de l'ictus apoplectique". Journ. de Neur. et de Psych.
- POLIAK. (1932). "The main afferent fiber systems of the cerebral cortex in primates". Univ. of California Publ. Anat. Vol. 2.
- RUBINO. (1933). "The arterial supply of the cerebral cortex in a Chinese brain." Proc. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam. Vol. XXXVI.
- SERGI. (1913). "Sulle variazioni del Solchi del lobo frontale negli Hominidae". Rivista di Antrop. Vol. 18.
- SHELLSHEAR. (1927d). "The blood supply of the hypoglossal nucleus". Journ. Anat. Vol. LXI.
- (1929). "A study of the arteries of the brain of the spiny anteater (*Echidna aculeata*) to illustrate the principles of arterial distribution". Phil. Trans. Roy. Soc. Series B. Vol. 218.
- (1930). "The arterial supply of the cerebral cortex in the Chimpanzee (*Anthropopithecus troglodytes*)". Journ. Anat. Vol. LXV.
- DART and SHELLSHEAR. (1922). "The Origin of the Motor Neuroblasts of the Anterior Cornu of the Neural Tube". Journ Anat., Vol. LXVI.

The reader is referred to the paper on the arterial supply of the cerebral cortex in the Chimpanzee for the other literature quoted.

Psychology.—*Mengentäuschungen im taktil-kinaesthetischen Gebiet* ¹⁾.

Von M. P. DE BRUYN OUBOTER. (Communicated by Prof. B. BROUWER).

(Communicated at the meeting of June 24, 1933).

I.

Unsere räumlichen Wahrnehmungen vermögen in der Regel kein richtiges Bild über die räumliche Beschaffenheit der Dinge und über ihre Anordnung im Raum zu geben. Von dieser Erfahrung aus lässt sich jede Abweichung unserer Wahrnehmungen von den objektiven Verhältnissen, jede Diskrepanz zwischen Wahrnehmung und objektiv messbaren Raumgebilden als Täuschung bezeichnen. Die bekannten geometrisch-optischen Täuschungen

¹⁾ Arbeit aus dem psychologischen Laboratorium der Universität Amsterdam.

stellen bloss typische Beispiele solcher Täuschungen dar und weisen auf einige allgemeinere Tendenzen unserer raumwahrnehmenden und gestaltbildenden Funktion hin, die diese Abweichungen verursachen.

Bisher haben die Forscher ihr Augenmerk hauptsächlich auf die sog. geometrisch-optischen Täuschungen gelenkt. Seit den Untersuchungen von RÉVÉSZ weiss man indessen, dass den geometrisch-optischen Illusionen taktile, bzw. taktil-motorische Täuschungen entsprechen¹⁾. Wir dürfen daher die beiden Täuschungsgruppen mit dem gemeinsamen Namen „Raumtäuschungen“ bezeichnen, womit wir zum Ausdruck bringen, dass für die Entstehung dieser Täuschungen dieselben Tendenzen verantwortlich zu machen sind.

Ausser den Raumtäuschungen gibt es in beiden Sinnesgebieten Lokalisationstäuschungen. Im Optischen liegt eine solche Täuschung vor, wenn beim Druck auf ein Auge ein Gesichtsobjekt sich scheinbar verdoppelt, indem es an zwei verschiedenen Stellen des Raumes wahrgenommen wird. Im taktilen Gebiet kennen wir zwei Arten von Lokalisationstäuschungen: einmal kann die berührte Hautstelle falsch lokalisiert werden, ein anderesmal wird dem Berührungsreiz eine falsche Raumstelle zugewiesen. Im ersten Falle können wir von Organtäuschungen (Hautlokalisierung), im zweiten von Projektionstäuschungen (Ortslokalisierung) sprechen. Einen Übergang zwischen den beiden Arten stellen die bekannten Illusionen der Amputierten dar, wenn bei Reizung der Narbe am Amputationsstumpf eine Berührung an der fehlenden Extremität (dem sog. „Phantomglied“) empfunden wird. Zu den Projektionstäuschungen gehört die bekannte Aristotelische Täuschung, die darin besteht, dass ein von zwei gekreuzten Fingern berührter Gegenstand so wahrgenommen wird als wären zwei räumlich getrennte Objekte vorhanden.

Die Lokalisationstäuschungen wurden bis jetzt nur bei taktiler Reizung, also bei ruhender Hand beobachtet, während bei bewegter Hand, beim Zusammenwirken des taktilen und kinaesthetischen Sinnes, solche noch nicht festgestellt wurden. Diese Lücke im System der Sinnestäuschungen wollen wir ergänzen, indem wir hier über einige Lokalisationstäuschungen berichten, die nur bei Bewegung der Tastorgane entstehen. Es handelt sich in unserem Falle um eine reine *haptische Projektionstäuschung*, bei der genau so wie bei der Aristotelischen Täuschung mehr Reizobjekte wahrgenommen werden als tatsächlich vorhanden sind.

II.

Grundversuch.

Es werden auf einer Holzplatte zwei erhabene, deutlich tastbare Punkte in einem Abstand von $2\frac{1}{2}$ cm montiert. Die Vp. hatte mit einem bzw. zwei Fingern darüber hin und her zu fahren.

¹⁾ G. RÉVÉSZ, System der optischen und taktilen Raumtäuschungen. Kon. Akad. van Wetensch., Proceedings Vol. XXXII, N°. 8, 1929.

Wird ein Finger mit einer bestimmten mittleren Geschwindigkeit über zwei Punkte hin und her bewegt, dann nimmt man dem objektiven Tatbestand entsprechend zwei Punkte wahr. Führt man den Versuch mit zwei Fingern aus, so hängt alles davon ab, ob die Finger eng aneinander gepresst oder voneinander getrennt sind. Im ersten Falle funktionieren die beiden Finger wie ein einziges Tastorgan, folglich ändert sich an der Sachlage nichts. Werden dagegen die zwei Finger auseinandergespreizt und in der Weise bewegt, dass der eine Finger immer zwei, der andere nur einen Punkt berührt, so werden statt zweier Punkte deutlich *drei* beobachtet.

Bei genauerer Beobachtung zeigt sich, dass die drei Punkte räumlich ungleichmäßig verteilt erscheinen: zwei liegen dicht nebeneinander, der dritte etwas entfernter. Manche Vpen fassten die beiden dicht nebeneinander stehenden Punkte als Verdoppelung oder Spaltung eines einzigen auf. Auch hatten die zwei ungleich alternierenden Abstände die Vpen gelegentlich zu einer rhythmischen Einstellung veranlasst.

Die Grenze, wo selbst bei getrennten Fingern noch zwei Punkte wahrgenommen werden, liegt für die meisten Vpen unterhalb 90 Doppelreibbewegungen in der Minute. Um die Grenzgeschwindigkeit herum werden indessen die Druckerlebnisse unbestimmt, man fühlt noch nicht ausgesprochen drei Punkte, sondern nur zwei, mit „etwas“ dazwischen. Von da bis zu etwa 150 Doppelbewegungen in der Minute lassen sich deutlich drei Reizpunkte fühlen. Bewegt man die Finger schneller hin und her, dann werden nicht mehr drei, sondern mehrere Punkte, „eine kleine Menge“ wahrgenommen, deren Anzahl aber nicht genau festzustellen ist¹⁾. Wird das Tempo noch mehr gesteigert, so geht die scheinbare Punktmenge in eine rauhe Fläche über.

Es hat sich also herausgestellt, dass bei Veränderung der Tempi folgende Stadien zu unterscheiden sind:

1. Bis zu einem bestimmten Tempo (etwa 90 Doppelreibbewegungen in der Minute) werden den objektiven Reizverhältnissen entsprechend zwei Punkte wahrgenommen,

2. bei einem schnelleren Tempo tritt die Mengentäuschung auf: man nimmt statt zweier drei Punkte wahr.

3. bei einem Tempo um 150 herum hat man den Eindruck einer zahlenmäßig nicht schätzbareren Punktmenge: schliesslich erlebt man

4. bei einer noch grösseren Geschwindigkeit (um 200 herum) eine rauhe Fläche, in der keine diskreten Punkte mehr zu unterscheiden sind.

Mit der Veränderung der Tempi ändert sich nicht nur die wahrgenommene Anzahl der Punkte, sondern auch ihr subjektiver Abstand. Im allgemeinen besteht die Tendenz, bei schnellerem Tempo kleinere Abstände

¹⁾ Die Schwierigkeit mehr als 3—4 disparate Punkte haptisch zahlenmäßig zu erfassen, zeigt sich auch dann, wenn man mit einem Finger mehr als vier Punkte mit schnell bewegter Hand berührt.

zu empfinden. Die messende Bestimmung der scheinbaren Punktabstände ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Bei langsamem Tempo wurde der Abstand von $2\frac{1}{2}$ cm bis auf 3.5 cm geschätzt, bei grösserer Geschwindigkeit verringerte er sich allmählich bis auf 1.2 cm. Der Punktabstand hängt auch von dem ausgeübten Druck ab, indem er bei stärkerem Druck grösser wird. Unter dieser Bedingung ist das dritte Stadium nicht mehr durch den oben beschriebenen Mengeneindruck charakterisiert, sondern man nimmt entweder den objektiven Verhältnissen entsprechend zwei Punkte wahr, oder eine Menge mit zwei deutlichen Akzenten.

Änderung des Abstandes der Reizpunkte und der Anzahl der Finger.

Eine Vergrösserung des ursprünglichen Abstandes von $2\frac{1}{2}$ cm auf 5 und 10 cm übt auf die Erscheinungen keinen wesentlichen Einfluss aus, die Beobachtungsbedingungen werden bloss ungünstiger. Bei einem Abstand von 5 cm und bei schnellerem Tempo hat man den Eindruck von zwei kleineren rauen Flächen mit einem glatten Areal dazwischen. Beim Abstand von 10 cm werden unter denselben Bedingungen nur zwei Punkte empfunden. Verringert man den Abstand bis auf 1 cm, dann taucht das dritte Stadium schon bei einem langsameren Tempo auf.

Auch die Berührung der beiden Punkte mit drei bzw. mit vier Fingern übt auf die Täuschungerscheinungen keinen beachtenswerten Einfluss aus. Die Täuschungen werden nur weniger deutlich und prägnant. Je mehr Tastorgane in Bewegung gesetzt werden, um so geringer braucht die Geschwindigkeit der Fingerbewegung zu sein, um die Täuschung beobachten zu können.

Versuch mit drei Reizpunkten.

Berührt man statt zweier drei Punkte, dann tritt dieselbe Mengentäuschung auf, aber es werden statt dreier *vier* Punkte wahrgenommen. Die im Grundversuch festgestellten Stadien treten auch hier unter denselben Bedingungen auf. Im allgemeinen gilt der Satz, dass mit je mehr Tastorganen und Reizobjekten man operiert, um so langsamer das Tempo wird, bei dem die Täuschungerscheinungen schon auftreten. Wenn mit vier Fingern drei Punkte berührt werden, so treten die Täuschungen schon bei einer Geschwindigkeit von etwa 40 Doppelbewegungen in der Minute auf. Der Eindruck der rauen Fläche wird schon bei ca 100 beobachtet.

III.

Wir haben festgestellt: wenn man zwei Finger in einem bestimmten Tempo derart über zwei Punkte bewegt, dass der eine Finger immer zwei Punkte berührt, während der andere nur einen, dann werden statt zweier Punkte deutlich drei wahrgenommen. Versucht man nun die wahrgenommenen Punkte auf die Finger zu lokalisieren, dann zeigt sich, dass man mit dem einen Finger zwei Punkte fühlt, mit dem anderen nur einen. Ferner lässt sich auch beobachten, dass, falls die Reibbewegun-

gen schneller werden, die Abstände zwischen den Punkten sich zu vermindern scheinen¹⁾). Setzt man diese zwei Feststellungen miteinander in Beziehung, dann lässt sich die beobachtete Täuschung erklären.

Wenn ich in der oben beschriebenen Weise zwei Finger über zwei Punkte bewege, berühre ich tatsächlich mit dem einen Finger beide Punkte, mit dem anderen nur einen Punkt. Dass ich also drei voneinander getrennte Berührungen empfinde, ist kein Wunder. Dasselbe gilt auch für die Aristotelische Täuschung. Auch da berühren wir mit zwei Fingern zwei Punkte desselben Gegenstandes, folglich ist es selbstverständlich, dass wir zwei voneinander getrennte Berührungsempfindungen haben. Die Täuschung liegt also hier wie dort nicht darin, dass man getrennte Berührungen unterscheidet, sondern dass man *diesen Berührungsempfindungen eine entsprechende Anzahl von Reizobjekten zuordnet*. Wenn ich bei der Aristotelischen Täuschung die zwei disparaten Eindrücke auf denselben Gegenstand beziehen würde, dann bestünde keine Täuschung. Das gleiche läge vor, wenn wir in unserem Versuch den zweiten und dritten Punkteindruck mit dem objektiv zweiten Punkt identifizieren würden. Die Täuschung röhrt also davon her, dass man *zwei* Tasteindrücke, die von *einem* einzigen Reiz ausgelöst werden, nicht identifiziert. Die Trennung entsteht infolge der Lokalisation des einen objektiven Punktes auf zwei verschiedenen räumlichen Stellen.

Es erhebt sich aber noch die weitere Frage: warum lokalisieren wir hier falsch? Die Erklärung ist einfach. Wie wir oben erwähnt haben, wird der subjektive Abstand zwischen den zwei Berührungspunkten an einem Finger bei einer schnelleren Bewegung geringer. Während diese zwei Punkte an dem einen Finger näher zu einander treten, kann sich die Lage des Berührungspunktes am anderen Finger nicht in demselben Mass ändern. Die Folge davon ist, dass der zweite Reizpunkt auf zwei verschiedenen Raumstellen lokalisiert wird. Diese doppelte Lokalisation eines objectiven Punktes verhindert die Identifikation der beiden Eindrücke in Bezug auf ein und dasselbe Reizobjekt, und dies ist der Grund der Täuschung.

Diese Abspaltung des zweiten Punktes wird noch deutlicher erlebt, wenn man denselben Versuch mit gekreuzten Fingern ausführt. In diesem Falle erscheinen nämlich die von beiden Fingern perzipierten Punkte in verschiedener Höhe übereinander, der räumlichen Lage der Tastfläche der beiden Fingern entsprechend. Wenn man den Versuch mit mehreren Punkten ausführt, wird die Erscheinung ganz besonders evident. Unter diesen Bedingungen wird nicht nur eine Identifikation unmöglich, sondern wegen des Höhenunterschiedes der Punktreihen verlieren die abgespaltenen Punkte gänzlich ihren subjektiven Charakter.

¹⁾ Etwas ähnliches hat VIERORDT (Der Zeitsinn. Tübingen 1868, S. 118—123) beschrieben. Er konnte feststellen, dass wenn die Haut punktförmig gereizt und gleichzeitig ein Reizobjekt über die Haut hin und her bewegt wird, das Bewegungsareal bei steigender Geschwindigkeit zu schrumpfen scheint.

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN
TE AMSTERDAM

PROCEEDINGS

VOLUME XXXVI

No. 7

President: J. VAN DER HOEVE

Secretary: B. BROUWER

CONTENTS

- P. ZEEMAN and J. DE GIER: "Second preliminary note on some experiments concerning the isotope of hydrogen", p. 716. (With one plate).
- F. A. H. SCHREINEMAKERS: "Stationary, checked and other states of osmotic systems". II, p. 717.
- T. L. DE BRUIN: "The spectrum of doubly ionized Argon, *A III*". (Communicated by Prof. P. ZEEMAN), p. 724.
- R. W. VAN BEMMEL: "Versuch einer geotektonischen Analyse Südostasiens nach der Undationstheorie". (Communicated by Prof. G. A. F. MOLENGRAAFF), p. 730.
- R. W. VAN BEMMEL: "Versuch einer geotektonischen Analyse Australiens und des Südwestpazifik nach der Undationstheorie". (Communicated by Prof. G. A. F. MOLENGRAAFF), p. 740.
- M. J. DIJKMAN: "A Quantitative Analysis of the Geotropical Curvature in Dicotyledons". (Communicated by Prof. F. A. F. C. WENT), p. 749.
- H. G. VAN DER WEIJ: "On the occurrence of growth substance in marine algae". (Communicated by Prof. F. A. F. C. WENT), p. 759.
- H. G. VAN DER WEIJ: "Über Wuchsstoff bei Elaeagnus angustifolius". (Communicated by Prof. F. A. F. C. WENT), p. 760.

Physics. — Second preliminary note on some experiments concerning the isotope of hydrogen. By P. ZEEMAN and J. DE GIER.

(Communicated at the meeting of September 30, 1933).

FURTHER¹⁾ photos were made with a mixture of 3 cc hydrogen, containing, according to estimation, 10% H^1H^2 , which was kindly given us for the analysis by Prof. KEESEM at Leiden.

Fig. 1 on the left shows us a photo made with the 3% mixture, on the right a photo made with the 10% mixture.

In consequence of variations of tension some parabolas on the left are somewhat less sharp.

The lefthand photo was exposed considerably longer than the righthand one, where the time of exposition was $\frac{3}{4}$ hour. Besides in a relative greater intensity of the parabolas 3, 4, and 5, the improvement of concentration manifests itself in the appearance of a new parabola with $\frac{m}{e} = 6$, which is to be ascribed to an $(H_3^2)^+$ -ion. So that now the hydrogen "spectrum" is complete.

Besides, a parabola with $\frac{m}{e} = 20$ was found. The explanation of this becomes clear when we bear in mind that the water vapour in the discharge tube, which is never entirely to be avoided, readily gives rise to OH_3^+ -ions, which appears from the presence of a parabola $\frac{m}{e} = 19$ in photos with natural hydrogen. As in such pictures $\frac{m}{e} = 20$ was always absent, it must be ascribed to an $(OH_2^1H^2)^+$ -ion.

FURTHER is noteworthy the greater intensity of the parabolas 14, 28, 29, and 30 on the right, compared with those on the left. This shows the presence of nitrogen as contamination. This is the more plausible, as it has not been tried to purify the mixture.

The parabolas 5 and 6 are of importance for the comparison of the mass of the hydrogen isotopes with that of the "light" atoms²⁾.

Moreover the parabolas 5 and 6 enable us to determine the concentration of the mixture in first approximation in a very simple way from a single photo.

¹⁾ See P. ZEEMAN and J. DE GIER, These Proc. Amsterdam XXXVI 1933, footnote on page 610.

²⁾ In the meantime determinations with this are already being made: K. T. BAINBRIDGE: Phys. Rev. July 1st 1933, p. 56, 57.

P. ZEEMAN and J. DE GIER: SECOND PRELIMINARY NOTE ON SOME
EXPERIMENTS CONCERNING THE ISOTOPE OF HYDROGEN.

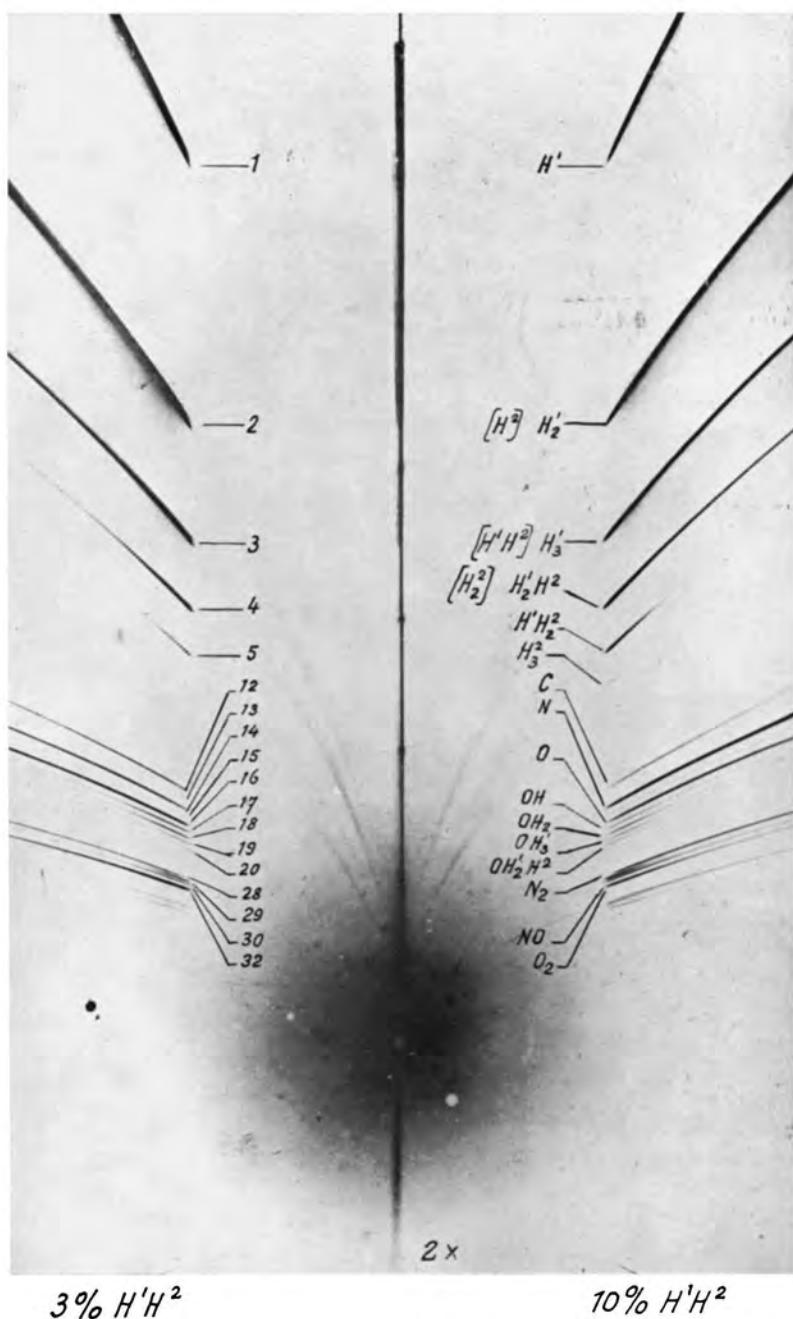


Fig. 1.

This is not possible from the mutual densities of the parabolas 2, 3, or 4, because these are owing to two different kinds of ions¹⁾.

A serious objection to a determination of the mixing proportion of the isotopes lies, however, in the fact that this cannot be considered as constant during the exposition. Probably in consequence of cleaning up by the aluminium electrodes, at first relatively more H^2 than H^1 atoms are withdrawn from the gasfilling. Possibly a state of equilibrium is only gradually established.

When once a density curve shall have been obtained, the variation of the concentration with the time can be quantitatively found by taking a series of short timed photos, and the different circumstances which are of influence here can be examined.

¹⁾ On the Plate the ions between square brackets always are the combinations with the smaller probability. The parabolas of both kinds of ions always coincide, because their mass difference is too small for obtaining separation. We have succeeded however by taking photographs of a mixture of He and concentrated hydrogen, to separate the hydrogen ions with masses 4,5 and 6 from He^+ , HeH^+ , HeH^2+ . In a following communication we intend to give details of this method of exhibiting the mass defect.

Chemistry. — Stationary, checked and other states of osmotic systems. II.
By F. A. H. SCHREINEMAKERS.

(Communicated at the meeting of September 30, 1933).

Stationary states in osmotic systems in which several substances can diffuse.

In the preceding communication we have discussed a few stationary states of osmotic systems with membranes permeable for one substance only, viz. water; now we shall consider the case that more substances may diffuse. For this purpose we take the osmotic system

$$inv i_1 | L | inv i_2 \dots \dots \dots \quad (1)$$

in which we take the substances and concentrations of the three liquids and the permeability of the two membranes quite arbitrarily. If we leave this system alone, the variable liquid L will go on changing its composition until at a certain moment of the osmosis, as we shall see further on, a stationary state

$$inv i_1 | stat L | inv i_2 \dots \dots \dots \quad (2)$$

will occur, in which liquid L does not change its composition any longer.

Of course all the diffusing substances of the liquids i_1 and i_2 will be present in the stationary liquid of (2), no matter whether these substances were or were not present already in the variable liquid of (1). Diffusing substances of liquid L in (1), which are not present in i_1 and i_2 , will be taken in and removed from the system by the invariant liquids during the osmosis, so that they are no longer present in (2).

When the variable liquid L of (1) also contains non-diffusing substances, then of course they will still be found in the stat. liquid of (2); of course these non-diffusing substances may be the same as those of the liquids i_1 and i_2 , but they may also be different; besides it is possible that either of these liquids i_1 and i_2 or both do not contain non-diffusing substances.

We now represent this stationary state by:

$$\text{inv } i_1 \stackrel{M_1}{|} \text{stat } L (d + d_1 + d_2 + n) \stackrel{M_2}{|} \text{inv } i_2 \dots \dots \quad (3)$$

in which we have indicated that the stat. liquid contains:

d diffusing substances, which may pass through each of the two membranes.

d_1 diffusing substances, which may pass only through the membrane M_1 ,
 d_2 diffusing substances, which may pass only through the membrane M_2 ,
 n non-diffusing substances.

First we are now going to consider some special cases of (3).

A. If we put $d_1 = 0$ $d_2 = 0$ and $n = 0$, we get

$$\text{inv } i_1 \stackrel{M_1}{|} \underset{\omega_1}{\text{stat } L(d)} \stackrel{M_2}{|} \text{inv } i_2 \dots \dots \quad (4)$$

in which each of the d substances present may pass through both membranes. If, for the sake of concentration we take the three substances Water, X and Y , we may represent (4) by

$$\text{inv } i_1 \stackrel{M_1}{|} \text{stat } L(W + X + Y) \stackrel{M_2}{|} \text{inv } i_2 \dots \dots \quad (5)$$

The quantity of water, diffusing per sec. through 1 cM^2 of the membrane M_1 depends upon the composition of the liquids i_1 and L and on their pressures P_1 and P . We represent this quantity by $\varphi_{1.w}(i_1 L P_1 P)$ which function of course besides contains the magnitudes determining the nature of the membrane M_1 ; the indices 1 and w indicate that this function obtains for the membrane M_1 and the substance W . If we represent the quantities of X and Y , diffusing per sec. through 1 cM^2 of the membrane M_1 in a similar way, we have the 3 M -functions

$$\varphi_{1.w}(i_1 L P_1 P), \quad \varphi_{1.x}(i_1 L P_1 P) \text{ and } \varphi_{1.y}(i_1 L P_1 P) \dots \quad (6)$$

which we shall call membranes- or M -functions.

For the quantities of W , X and Y diffusing per sec. through 1 cM^2 of the membrane M_2 we have the three M -functions:

$$\varphi_{2.w}(i_2 L P_2 P), \quad \varphi_{2.x}(i_2 L P_2 P) \text{ and } \varphi_{2.y}(i_2 L P_2 P) \dots \quad (7)$$

which besides contain the magnitudes, determining the nature of the membrane M_2 .

As we can represent the composition of liq. L by

$$x \text{ gr } X + y \text{ gr } Y + (1-x-y) \text{ gr } W \dots \dots \quad (8)$$

this will contain the 2 variables x and y ; so each of the M -functions contains the 3 variables x , y and P .

For the sake of concentration we now shall assume that the sign of an M -function has been chosen in such a way that it is positive when the substance is taken in by liq. L and negative when it is given off by liq. L . The quantities of X , Y and W taken in per sec. by liq. L then are:

$$\omega_1 \varphi_{1,x} + \omega_2 \varphi_{2,x}, \quad \omega_1 \varphi_{1,y} + \omega_2 \varphi_{2,y} \quad \text{and} \quad \omega_1 \varphi_{1,w} + \omega_2 \varphi_{2,w} \quad (9)$$

in which the letters of (6) and (7) placed between parentheses have been omitted. Now liquid L will not change its composition any longer when

$$\frac{\omega_1 \varphi_{1,x} + \omega_2 \varphi_{2,x}}{x} = \frac{\omega_1 \varphi_{1,y} + \omega_2 \varphi_{2,y}}{y} = \frac{\omega_1 \varphi_{1,w} + \omega_2 \varphi_{2,w}}{1-x-y}. \quad (10)$$

is satisfied. These equations namely express that liq. L takes in (or gives off) the quantities of X , Y and W in the same ratio in which they are present already in liq. L ; it is clear that the composition then will not change any more.

In (10) we now have 2 relations between the 3 variables x , y and P ; if we now keep this pressure P constant, then x and y (viz. the composition of liquid L) have been determined. Besides it appears from this that during the further osmosis the quantity of the stat. liquid still is increasing or decreasing continuously. As these considerations obviously obtain not only for system (5), but also for (4), we now represent them by

$$\begin{array}{c} M_1 \\ \text{inv } i_1 \\ P = \text{const.} \\ \omega_1 \end{array} \left| \begin{array}{c} \text{stat. } L(d) \\ \Delta m \leq 0 \end{array} \right| \begin{array}{c} M_2 \\ \text{inv } i_2 \\ \omega_2 \end{array} \dots \dots \dots \quad (11)$$

in which we have indicated that the pressure P has been taken constant and that the quantity m of the stat. liquid may increase as well as decrease. It now follows from (10) that the composition of this stat. liquid depends upon:

1. the composition of the inv. liquids i_1 and i_2 and their pressures P_1 and P_2 ;
2. the nature of the two membranes and the ratio $\omega_1 : \omega_2$ of their surfaces;
3. the constant pressure P of the stationary liquid.

Further it appears that the composition of the stat. liquid is independent of the composition the variable liquid has at the beginning of the osmosis¹).

¹⁾ For a closer consideration of the paths along which the var. liquid can travel during the osmosis and for some experimental examples comp..

F. A. H. SCHREINEMAKERS, These Proceedings 34, 346 and 827 (1931).

F. A. H. SCHREINEMAKERS and J. P. WERRE, Rec. Trav. Chim. Pays-Bas 51, 51, (1932).

F. A. H. SCHREINEMAKERS and H. H. SCHREINEMACHERS, These Proceedings 35, 1241, (1932), and 36, 629, (1933).

We now imagine the var. liquid closed up in a space with unstretchable or elastic walls¹⁾; we represent this by

$$\boxed{\begin{array}{c} \text{inv } i_1 \\ \text{stat. } L(d) \\ \text{inv } i_2 \end{array}} \dots \quad (12)$$

Just as in Comm. I we again shall call this space a cell. If we now leave this system alone, liquid L will change its composition and quantity so that the pressure within the cell and its volume will change also. At a certain moment of the osmosis, however, a stationary state will occur, during which the composition and the pressure remain unchanged. As the volume of the cell will now also remain constant, liquid L through the one membrane must take in as much of each of the substances as it gives off through the other membrane. Then

$$\omega_1 \varphi_{1,x} + \omega_2 \varphi_{2,x} = 0 \quad \omega_1 \varphi_{1,y} + \omega_2 \varphi_{2,y} = 0 \quad \omega_1 \varphi_{1,w} + \omega_2 \varphi_{2,w} = 0 \quad (13)$$

must be satisfied.

As we now have 3 equations between x , y and P , the composition and the pressure of the stat. liquid have been determined; we shall call this pressure the stationary pressure. We now represent this stationary state by:

$$\boxed{\begin{array}{cc} M_1 & M_2 \\ \text{inv } i_1 & \text{stat. } L(d) \\ P = \text{def.} & m = \text{def.} \\ \omega_1 & \omega_2 \end{array}} \quad \text{inv } i_2 \dots \quad (14)$$

in which we have indicated that the pressure P as well as the quantity m have now been determined.

The composition and the pressure of this stationary liquid now depends upon:

1. the composition and the pressure of the liquids i_1 and i_2 .
2. the nature of the two membranes and the ratio $\omega_1 : \omega_2$ of their surfaces.

If one or both membranes of (14) can stretch under the pressure, then ω_1 or ω_2 or both are also functions of P . To this should be added besides that now in consequence of the stretching also the permeability can change; what was said sub 2 then will obtain only for the nature and the ratio $\omega_1 : \omega_2$ as they are in the stationary state.

B. We now take the osmotic system

$$\boxed{\begin{array}{c} \text{inv } i_1 \\ m \times \text{stat } L(d+n) \\ \text{inv } i_2 \end{array}} \dots \quad (15)$$

in which m quantities of a stationary liquid, consisting of d substances,

¹⁾ For equilibria in systems with elastic walls comp. F. A. H. SCHREINEMAKERS, These Proceedings 36, 285, (1933).

which can diffuse through the two membranes and n non-diffusing substances¹⁾. If, for the sake of concentration we take the diffusing substances W , X and Y and the non-diffusing substances Z and U , we have the system

$$\text{inv } i_1 \mid m \times \text{stat } L (W + X + Y + \bar{Z} + \bar{U}) \mid \text{inv } i_2 . . . (16)$$

in which the small dashes placed over Z and U indicate that they do not diffuse. As we can represent the composition of this liquid L by

$$x X + y Y + z Z + u U + (1 - x - y - z - u) W . . . (17)$$

it only contains 4 variables; if besides we add the quantity m and the pressure P , there will be 6 variables.

As the total quantity of each of the non-diffusing substances Z and U cannot change, we represent them by z_0 and u_0 . We then have:

$$m z = z_0 \quad \text{and} \quad m u = u_0 (18)$$

As the stationary liquid contains non-diffusing substances, it is clear that its composition will only stop changing when its X -, Y - and W -amount remains constant; so of each of the substances X , Y and W as much must be taken in by the one membrane as has been given off by the other. Consequently the 3 equations (13) must be satisfied. So we now have 5 relations between the 6 variables x , y , z , u , m and P . If we now keep the pressure P constant, then the other variables viz. the quantity m and the composition of the stat. liquid have been completely determined.

As these considerations obtain not only for system (16), but also for (15), we now represent them by

$$\text{inv } i_1 \left| \begin{array}{c} M_1 \\ m \times \text{stat } L (d + n) \\ P = \text{const.} \end{array} \right. \left| \begin{array}{c} M_2 \\ \text{inv } i_2 \\ m = \text{def.} \end{array} \right. (19)$$

$$\omega_1 \qquad \qquad \qquad \omega_2$$

in which we have indicated that the pressure P has been taken constant and that the quantity m of the stat. liquid is completely defined. From this it appears that the quantity m and the composition of the stationary liquid depend upon:

1. the composition and pressure of the liquids i_1 and i_2 ;
2. the nature of the two membranes and the ratio $\omega_1 : \omega_2$ of their surfaces;
3. the constant pressure P of the stat. liquid;
4. the quantity of each of the non-diffusing substances.

We now imagine the stat. liquid of system (16) closed up in a cell; we

¹⁾ For equilibria in systems, in which non-diffusing substances may occur also, comp. F. A. H. SCHREINEMAKERS, These Proceedings 35, 1038, 1131, 1235 (1932), 36, 285 (1933).

shall call it system (16a). If we represent the volume of 1 quantity of liquid L by v , then the volume of the cell will be $m v$.

We shall first assume now that the membranes and the walls of the cell are unstretchable, so that the cell has a constant volume V , we then have:

$$m v = V \quad \dots \quad (20)$$

As v is a function of the pressure P and the composition (x, y, z and u), (20) represents a relation between the 6 variables.

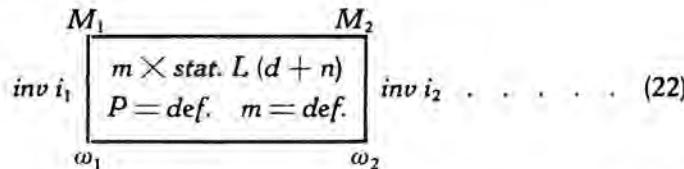
If, however, the cell is elastically stretchable,¹⁾ then a relation will exist between the volume V and the pressure within the cell, which we represent by

$$\varphi(P, V) = 0 \quad \dots \quad (21)$$

Here we assume that the volume of this cell under a definite pressure P is known. As $V = mv$, this also represents a relation between the 6 variables.

As of course the same 5 equations [viz. the 2 eq. 18 and the 3 eq. 13] obtain for this system (16a) besides, we now have 6 equations between the 6 variables x, y, z, u, m and P ; the quantity m , the pressure P and the composition of the stat. liquid have consequently been determined.

As these considerations obtain not only for system (16a), but have general significance, we represent this stationary state by:



in which we have indicated that the pressure and the quantity m of the stationary liquid are defined.

The quantity m , the pressure and the composition of this stat. liquid now depend upon:

1. the composition and the pressure of the liquids i_1 and i_2 ;
2. the nature of the two membranes and the ratio $\omega_1 : \omega_2$ of their surfaces;
3. the quantity of each of the non-diffusing substances;
4. the volume of the cell, that is to say the elasticity of the membranes and walls and its volume under a given pressure (e.g. at the beginning of the osmosis).

Of course these results obtain also for the special case that only water diffuses ($d=1$); in every cell of the tissues discussed in Comm. I the

¹⁾ For equilibria in systems with elastic walls, comp. F. A. H. SCHREINEMAKERS I.c.

stat. liquid will consequently also have a definite pressure and composition, which may vary, however, from cell to cell.

C. For the general system

$$\text{inv } i_1 \mid m \times \text{stat. } L(d + d_1 + d_2 + n) \mid \text{inv } i_2 \dots \quad (23)$$

now obtains, as the reader can easily deduce:

1. when $n=0$, the same as for systems (11) and (14);
2. when $n \neq 0$, the same as for system (19) and (22).

whereby, however, we have to bear in mind that in the special case that $d=0$, the stationary state is independent of the ratio $\omega_1 : \omega_2$; I shall refer to this later on.

D. Now we shall say that a liquid is "enclosed" when it has been closed up in a cell, viz. in a closed space, as has been discussed above for system (22), in other cases we shall say that the liquid is "open". This is the case e.g. when a liquid is in an open container or in a space, shut off by a movable piston, on which a constant pressure is brought to bear from the outside.

If we now imagine to be given:

- a. the compositions and pressures of the inv. liquids;
- b. the nature and the ratio of the surfaces of the membranes;
- c. of a liquid, containing non-diffusing substances, also these quantities,

then we can summarise the preceding results in the following way:

1. when a stat. liquid is enclosed, its quantity, pressure and composition are completely defined (Syst. 14 and 22);
2. when a stat. liquid is open and is under a constant pressure, we distinguish 2 cases, namely:
 - a. if this liquid contains one or more non-diffusing substances, its quantity and composition are completely defined (Syst. 19);
 - b. if this liquid only contains diffusing substances, its composition is defined indeed, but its quantity will increase or decrease continuously and will only accidentally remain constant (Syst. 11).

From this we see that the quantity of a stationary liquid can increase or decrease continuously only then when it is "open" and contains diffusing substances only; every other stat. liquid (open or enclosed) does not change its quantity.

(To be continued.)

Leiden, Lab. of Inorganic Chemistry.

Physics. — The spectrum of doubly ionized Argon, A III. By T. L. DE BRUIN. (Communicated by Prof. P. ZEEMAN.)

(Communicated at the meeting of September 30, 1933).

Introduction.

Some years ago in 1927 the investigation of the spectral structure of the neutral and ionized atoms of the rare gases was placed on the program of the spectroscopic work in the laboratory "Physica". At that time only the spectral structure of neutral *Neon*, *Ne I* and neutral *Argon*, *A I* was known by the beautiful analyses of PASCHEN and MEISSNER¹⁾. A part of the program was done in cooperation with the spectroscopic section of the Bureau of Standards at Washington. As result the analysis of the neutral *Krypton Kr I*²⁾ and neutral *Xenon Xe I*³⁾ have been published. Now it can be said that the spectra of the neutral atoms of the rare gases belong to the best known complex spectra.

Concerning the spectra of the singly ionized atoms the author has published the analysis of the *Ne II*⁴⁾ and *A II*⁵⁾ spectra. The analysis of the *Kr II* spectrum is done in cooperation with the Bureau of Standards and will be published shortly⁶⁾. At the laboratory "Physica" the ZEEMAN effect of the *Ne II*⁷⁾, *A II*⁸⁾ and *Kr II*⁹⁾ spectrum has been studied extensively. In the *Xe II* spectrum only the first regularities have been found¹⁰⁾.

Concerning the spectra of the doubly ionized atoms the author has already published his results about the *Ne III* spectrum¹¹⁾. A start with

¹⁾ PASCHEN: Ann. d. Phys. **60**, 405, 1919; **63**, 201, 1920. MEISSNER: Zs. f. Phys. **37**, 238, 1926; **39**, 172, 1926; **40**, 839, 1927.

²⁾ MEGGERS, DE BRUIN and HUMPHREYS: Xe. I, Bur. of Stand. Journ. Res. **3**, 129, 1929. Vol. **7**, 643, 1931. MEGGERS and HUMPHREYS: Bur. of Stand. Vol. **10**, 427, 1933.

³⁾ MEGGERS, DE BRUIN and HUMPHREYS: Xe. I, Bur. of Stand. Vol. **3**, 731, 1929. MEGGERS and HUMPHREYS: Bur. of Stand. Vol. **10**, 139, 1933.

⁴⁾ DE BRUIN: Ne II, Proc. R. S. Amsterdam, **31**, 1, 2, 1927. Versl. Kon. Ak. **37**, N°. **3**, 340, 1928. Zs. f. Phys. **44**, 157, 1927; **46**, 856, 1928; **69**, 19, 1931.

⁵⁾ DE BRUIN: Proc. R. S. Amsterdam, **31**, N°. **7**, 771, 1928; **33**, N°. **2**, 198, 1930. Versl. Kon. Ak. N°. **3**, 340, 1928. Zs. f. Phys. **48**, 62, 1928; **51**, 108, 1928; **61**, 307, 1930.

⁶⁾ DE BRUIN, HUMPHREYS and MEGGERS: Kr. II. Bur. of Stand. Vol. **11**, 409, 1933.

⁷⁾ BAKKER: Proc. Amsterdam, **32**, 515, 1929. DE BRUIN and BAKKER: Zs. f. Phys. **69**, 19, 1931.

⁸⁾ BAKKER, DE BRUIN and ZEEMAN: Proc. Amsterdam, **37**, N°. **8**, 840, 1928. Zs. f. Phys. **52**, 299, 1928. BAKKER and DE BRUIN: Zs. f. Phys. **62**, 32, 1930.

⁹⁾ BAKKER and ZEEMAN: Proc. Amsterdam, **32**, 565, 1931. BAKKER and DE BRUIN: Zs. f. Phys. **69**, 36, 1931.

¹⁰⁾ MEGGERS, DE BRUIN and HUMPHREYS: Bur. of Stand. Vol. **6**, 287, 1931.

¹¹⁾ DE BRUIN: Proc. Amsterdam, **35**, N°. **6**, 819, 1932. Zs. f. Phys. **77**, 505, 1932.

the analysis of the $A\ III$ spectrum was made some years ago during the investigation of $A\ II$, but only the most important multiplets were found. The apparatus used at that time (2 m. grating) did not allow to resolve the finer structure (f.i. $5P_5D$) and did not record lines farther in the ultra violet. Up to the present no good wavelength measurements are available. Now we have repeated our early experiments with a HILGER E. I. quartz spectrograph and we have compiled a large list of spark lines belonging to the higher stages of ionisation $A\ III$, $A\ IV$, $A\ V$ going down to $\lambda 1900\text{ \AA}$. In the ultra violet the spectra are very rich in lines and below $\lambda 3000\text{ \AA}$ practically within every A appear one or more spark lines. This paper deals with the main terms and multiplets in the $A\ III$ spectrum. At another place we will publish a more extensive analysis.

Experimental arrangements.

In this investigation the same apparatus has been used as in the early work on $Ne\ III$. The observations are also made "end on". The presence of a selfinduction in the discharge changes the intensity and character of the lines considerably and by this means it was possible to separate the several stages of ionisation.

Theoretical structure of the spectrum.

According to the theory the spectrum of doubly ionized Argon, $A\ III$ should be similar to that of neutral Sulfur, $S\ I$ ¹⁾ and that of singly ionised chlorine, $Cl.\ II$ ²⁾ which have already been elucidated at certain extend. The most prominent terms to be expected may be represented in the usual way by the following table 1.

TABLE I. Argon III.

Electronic configuration								Symbol	Basic term 4S		Basic term 2D		Basic term 2P	
1s	2s	2p	3s	3p	3d	4s	4p		Quintet	Triplet	Triplet	Singlet	Triplet	Singlet
2	2	6	2	4				$s^2 p^4$		P				
2	2	6	2	3	1			$s^2 p^3 \cdot 3d$	D	D	GFDPS	GFDPS	FDP	FDP
2	2	6	2	3		1		$s^2 p^3 \cdot 4s$	S	S	D	D	P	P
2	2	6	2	3		1		$s^2 p^3 \cdot 4p$	P	P	FDP	FDP	DPS	DPS

Analysis of the spectrum.

The first step in the analysis was the identification of the strong triplet around $\lambda 3300$ as the $4s\ ^5S_2 - 4p\ ^5P_{3/2}$ combination. This is easily done

¹⁾ FRERICHS: Zs. f. Phys. **80**, 150, 1933.

²⁾ KIESS and DE BRUIN: Bur. of Stand. in press.

by the irregular doublet law. It may also be worth while to compare the main lines in the spectra of Ne III, A III and Kr III. These combinations are collected in table 2.

TABLE 2.

		n^5P_3	$\Delta\nu$	n^5P_2	$\Delta\nu$	n^5P_1		n^3P_2	$\Delta\nu$	n^3P_1	$\Delta\nu$	n^3P_0
Ne III	$3s^5S_2$	40 2590.04		30 2593.60		20 2595.68		30 2677.90		25 2678.64		
		38597.91	52.98	38544.93	30.88	38514.05	$3s^3S_1$	37331.62	10.32	37321.30		
A III	$4s^5S_2$	25 3285.85		20 3301.88		15 3311.25		8 3511.12		6 3514.18		5 3509.33
		30424.79	147.70	30277.09	85.67	30191.42	$4s^3S_1$	28472.82	24.78	28448.04	39.31	28487.35
Kr III	$5s^5S_2$	300 3245.69		200 3325.75		150 3351.93		200 3507.42		100 3564.23		?
		30801.23	741.44	30059.79	134.77	29825.02	$5s^3S_1$	28502.86	454.29	28048.57		

TABLE 3.

	$4p^5P_3$	$4p^5P_2$	$4p^5P_1$		$4p^3P_2$	$4p^3P_1$	$4p^3P_0$
$5s^5S_2$	25 2177.22	20 45915.59	15 46063.57	$5s^3S_1$	15 2302.17	10 43423.88	6 2300.85
$4d^5D_4$	12 2423.93			$4d^3D_3$	15 2317.47		
	41242.78				43137.20		
$4d^5D_3$	6 2424.27	7 41237.00		$4d^3D_2$	10 2319.37	12 43101.89	
	41384.82				43126.62		
$4d^5D_2$	2 2424.49	4 41233.25	4 41380.88	$4d^3D_1$	2 2318.35	9 43120.85	10 2317.00
	41467.39				43145.97		2319.13
$4d^5D_{1,0}$	3 2416.00	5 41378.14	5 41463.77				43106.45

In this table $n=3, 4$ and 5 in the case of Ne III , A III and Kr III ¹⁾. In Ne III the 3P_0 is not separated from 3P_2 . In A III the $4p\ 3P$ is partially reversed. In Kr III $5p\ 3P_0$ is not yet detected. Also in the 5P term the coupling changes from Ne III to Kr III . In A III the $4p-5s$ combinations fall in the ultra violet. Two prominent groups are at $\lambda 2415$ and $\lambda 2318$. These multiplets are due to the $4p-4d$ combinations. These multiplets are collected in table 3.

The terms based on 2D (A IV) can be expected to give prominent multiplets due to the $4s-4p$ combinations. These groups are given in table 4. Further it is possible to check these $4p$ terms by $4p-4d$ combinations also given in table 4.

TABLE 4.

	$4p\ ^1D_3$	$4p\ ^3D_2$	$4p\ ^3D_1$	$4p\ ^3F_4$	$4p\ ^3F_3$	$4p\ ^3F_2$	$4p\ ^3P_2$	$4p\ ^3P_1$	$4p\ ^3P_0$
$4s\ ^3D_3$	20 3480.55 28722.90	5 3511.69 28468.21		25 3336.13 29966.26	4 3352.11 29823.42		9 2884.12 34662.48		
$4s\ ^3D_2$	6 3472.61 28788.57	15 3503.58 28534.10	6 3502.70 28541.27		20 3344.72 29889.31	7 3361.28 29742.5	5 2878.72 34727.50	8 2855.29 35012.45	
$4s\ ^3D_1$		5 3500.58 28558.56	12 3499.67 28565.98			15 3358.49 29766.76	1 2876.65 34752.49	6 2853.23 35037.73	7 2842.88 35165.28
$4d\ ^3F_4$	12 2399.15 41668.63			8 2472.95 40425.31	4 2464.26 40567.86				
$4d\ ^3F_3$	4 2410.34 41475.30	10 2395.63 41729.95		2 2484.87 40231.41	7 2476.10 40373.89	3 2467.10 40521.17			
$4d\ ^3F_2$		3 2404.50 41320.21	6 2404.98 41575.51		2 2485.63 40219.11	6 2476.55 40366.56			
$4d\ ^3G_5$				12 2423.52 41249.76					
$4d\ ^3G_4$				4 2427.20 41187.22	10 2418.82 41329.90				
$4d\ ^3G_3$					4 2421.81 41136.04	10 2413.20 41278.88			
						4 2426.14 41426.14			

¹⁾ DE BRUIN, HUMPHREYS and MEGGERS: Bur. of Stand. (in press).

TABLE 4. (Continued).

	$4p\ ^3D_3$	$4p\ ^3D_2$	$4p\ ^3D_1$	$4p\ ^3F_4$	$4p\ ^3F_3$	$4p\ ^3F_2$	$4p\ ^3P_2$	$4p\ ^3P_1$	$4p\ ^3P_0$
$4d\ ^3D_3$	12 2293.03	4 2279.68		9 2360.26	5 2352.33		10 2654.63		
	43596.95	43852.24		42355.24	42498.02	42644.84	37658.84		
$4d\ ^3D_2$	5 2292.39	10 2279.10	3 2279.47		7 2351.67	3 2343.56	4 2653.77	8 2674.02	
	43609.12	43863.39	43856.27		42509.95	42657.22	37671.04	37385.78	
$4d\ ^3D_1$		5 2280.85	7 2281.22			5 2345.42	1 2656.17	4 2676.46	6 2685.63
		43829.74	43822.63			42623.21	37637.01	37351.70	37224.17
$4d\ ^3P_2$	10 2168.26	3 2156.38					12 2488.86	5 2506.69	
	46105.41	46359.38	46352.70				40166.92	39881.23	
$4d\ ^3P_1$		8 2148.73	3 2149.07				6 2478.79	5 2496.40	4 2504.42
		46524.42	46517.06				40330.08	40045.60	39917.38
$4d\ ^3P_0$			6 2147.95					6 2494.90	
			46541.31					40069.68	
$4d\ ^3S_1$							6 2454.63	6 2471.92	3 2479.76
							40727.01	40442.16	40314.31

In a recent publication v. KEUSSLER¹⁾ has made with a vacuum-spectrograph an investigation of the $A\ III$ spectrum especially in the far ultraviolet. He detected a multiplet around $\lambda 510\ \text{\AA}$ and interprets it as a combination between the $4s\ (^2D)\ ^3D$ term and the ground triplet. His 3D term is without doubt the same term as the term mentioned above. The most important multiplets of the 4S ($A\ IV$) system are also found by v. KEUSSLER.

Termtable.

The terms from which arise the multiplets mentioned in this paper are collected in table 5. It has not been possible to assign accurate values to the terms, but it is nevertheless probable that the values adopted are not far from the true ones. It should be noticed that intercombinations not yet have been detected and that in the three systems the $4s\ ^5S_2$, $4s\ ^3S_1$ and $4s\ ^3D_3$ are the adopted values on which the other terms are based.

In conclusion the writer wishes to express his appreciation to Professor P. ZEEMAN for his interest and helpful suggestions during this investigation.

¹⁾ v. KEUSSLER: Zs. f. Phys. 84, 42, 1933.

TABLE 5. Termtable *AIII*.

¹ S				² D		
$4s\ 5S_2$	156340.00	$4s\ 3S_1$	150448.00	$4s\ 3D_3$	133286.00	65.89
$5s\ 5S_2$	79999.73	$5s\ 3S$	78551.12	$4s\ 3D_2$	133351.89	24.71
$4p\ 5P_3$	125915.21	$4p\ 3P_2$	121975.18	$4p\ 3D_3$	104563.21	254.66
$4p\ 5P_2$	126063.34	$4p\ 3P_1$	121999.96	$4p\ 3D_2$	104817.87	-7.25
$4p\ 5P_1$	126149.05	$4p\ 3P_0$	121960.65	$4p\ 3D_1$	104810.62	
				$4p\ 3F_4$	103319.74	142.84
				$4p\ 3F_3$	103462.58	147.26
				$4p\ 3F_2$	103609.84	
				$4p\ 3P_2$	98624.00	-284.49
				$4p\ 3P_1$	98339.51	-128.19
				$4p\ 3P_0$	98211.32	
$4d\ 5D_4$	84672.43	$4p\ 3D_3$	78837.98	$4d\ 3F_4$	62894.58	193.72
$4d\ 5D_3$	84678.36	$4p\ 3D_2$	78873.31	$4d\ 3F_3$	63088.30	
$4d\ 5D_2$	84681.21	$4p\ 3D_1$	78854.08	$4d\ 3F_2$	63243.00	154.70
$4d\ 5D_1$	84685.24			$4d\ G_5$	62069.98	62.62
				$4d\ G_4$	62132.60	51.10
				$4d\ G_3$	62183.70	
				$4d\ 3D_3$	60965.00	-12.00
				$4d\ 3D_2$	60953.00	34.00
				$4d\ 3D_1$	60987.00	
				$4d\ 3P_2$	58457.92	-164.20
				$4d\ 3P_1$	58293.72	-24.14
				$4d\ 3P_0$	58269.58	
				$4d\ 3S_1$	57897.35	

Geology. — *Versuch einer geotektonischen Analyse Südostasiens nach der Undationstheorie.* Von R. W. VAN BEMMELEN¹⁾. (Communicated by Prof. G. A. F. MOLENGRAAFF).

(Communicated at the meeting of September 30, 1933).

Allgemeine Betrachtungen:

Die epirogenetischen Undationen im Sinne STILLE's oder die primärtektonischen Oszillationen im Sinne HAARMANN's sind nach der Undationstheorie die Folge hydrostatischen Empordrückens salischer Differentiationsprodukte des salsimatischen (gabbroiden) Stammagmas.

Jeder Hebungsimpuls wird vom Einsinken der Nachbargebiete begleitet. Unter diesen sinkenden Regionen wird die Differentiation des Stammagmas infolge Druckentlastung und rascherer Abkühlung angeregt, wodurch die genannten Gebiete im Laufe der Zeit wieder hochgedrückt werden.

Aus diesem Prozess ergeben sich zwei wichtige Regeln, welche die epirogenen oder primärtektonogenen auf- und abwärtigen Bewegungen bestimmen:

1. *Hebung wird begleitet von Senkung.*
2. *Auf Senkung folgt Hebung.*

Eine Folge dieser Regeln ist, dass die Undationen dazu neigen, sich wie Wellen von einem Störungszentrum aus zu verbreiten. Da jede undatorische Hebung einem neuen Störungszentrum entspricht, so erhält man schliesslich ein sehr kompliziertes Bild interferierender Wellenbewegungen gleicher und verschiedener Größenordnung. Während vom kontinentalkern aus infolge dessen geoundatorischer Hebungen die geosynkinalen Zonen nach stets weiteren Bögen wandern, entwickeln sich aus den medianen Zonen dieser Geosynkinalen zwei Systeme von Mesoundationen: Das eine System besteht in einer rückläufigen (zentripetalen) Bewegung von Wellen, die dem Kontinent zuwandern, das andere in einer entgegengesetzt gerichteten (zentrifugalen), wobei die Wellen weiter nach dem umgebenden urozeanischen Gebiet hin wandern und darin schliesslich verlaufen (Fig. 1).

Ein bestimmtes Störungszentrum kann den Ausgangspunkt mehrerer Undationszyklen bilden.

Dies gilt sowohl für die geoundatorischen Impulse des Kontinentalkerns als auch für die mesoundatorischen Impulse. Wenn nämlich die Hebung der Medianzone im Jugendstadium bereits wieder zur Innensenke zurücksinkt, so führt dies zu erneuter Anregung der magmatischen Differen-

¹⁾ Herrn Dr. K. A. F. R. MUSPER. Bandoeng sei an dieser Stelle für seine Hilfe bei der Uebersetzung dieser und früherer Mitteilungen ins Deutsche mein Dank ausgesprochen.

tiation am Untergrund an dieser Stelle. Und daraus wird sich schliesslich, wo die Umstände dazu günstig sind, besonders wenn die Geosynklinale

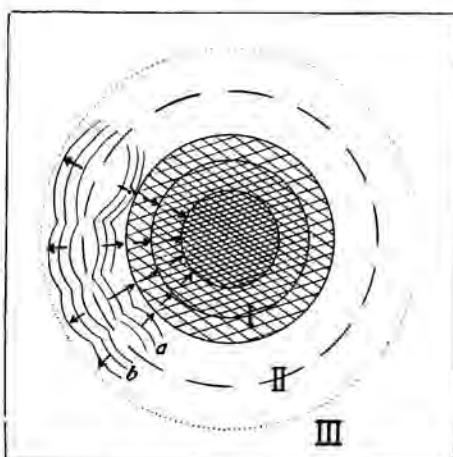


Fig. I

- I. Wachsender kontinentaler Kern.
- II. Mediane Zone der zirkum-kontinentalen Geosynklinale.
- III. Urozean.
 - a. Zentripetaler Zyklus von Mesoundationen.
 - b. Zentrifugaler Zyklus von Mesoundationen.

des vorigen Zyklus noch nicht völlig zur kratogenen Zone erstarrt ist, eine zweite Hebung entwickeln, die den Ausgangspunkt eines zweiten orogenetischen Zyklus bilden kann. Ein derartiger Prozess hat sich in Südostasien vorgespielt, wo die Innensenke der herznischen Geosynklinale in nachtriadischer Zeit die Bildung eines zweiten (alpinen) orogenetischen Zyklus veranlasst hat.

In der Entwicklung der salischen Kruste lassen sich auf Grund der Konzentration und Erstarrung salischer Differentiationsprodukte drei Stadien unterscheiden :

1. *Das diffuse Stadium.* In dem sich differentierenden salsimatischen (gabbroid-basaltischen) Muttermagma haben sich einzelne Konzentrationszentren salischen Restmagmas gebildet.
2. *Das Asthenolitstadium.* Das salische Restmagma wird in geschmolzenen „Asthenoliten“ (BAILEY WILLIS 1929) angehäuft, die im weiteren Verlauf des Prozesses hydrostatisch emporgedrückt werden.
3. *Das Stadium von Metamorphismus und Vulkanismus.* Aus den Asthenoliten heraus finden Injektionen in die darüber liegende, ältere und bereits erstarrte salische Kruste statt, zugleich erfolgt Abkühlung, Kristallisation und Abgabe der flüchtigen Bestandteile.

Infolge fortschreitender Differentiation des Muttermagmas in Perioden wechselnder Aktivität nimmt auf diese Weise die salische Kruste im Laufe der geologischen Geschichte an Mächtigkeit und Ausdehnung zu.

Es bereitet Schwierigkeiten, einen derartigen komplizierten vierdimensionalen Prozess visuell darzustellen. Man müsste Serien paläo-orographischer Karten entwerfen mit Serien paralleler Profile, oder besser noch für

jeden Zeitabschnitt ein Blockdiagramm, worin drei Längendimensionen zu einem übersichtlichen Ganzen vereinigt sind. Filme von Blockdiagrammen könnten schliesslich ein gutes Bild von der dynamischen Entwicklung der Erdkruste geben. Für ein weniger eingehend bekanntes Gebiet wie Südostasien stehen uns jedoch dazu noch lange nicht genügend Einzelheiten zur Verfügung, und im Rahmen dieser Mitteilung müssen wir uns mit einer Kartenskizze (Fig. 2) und einer Serie schematischer Profile (Fig. 3a und b) behelfen.

Die Profile geben übrigens nur den Zustand zu einem bestimmten Zeitpunkt innerhalb grosser, teilweise Dutzende von Jahrmillionen währende geologischer Perioden wieder. Hebung und Verflachung von Undationen können in einer viel kürzeren Zeitspanne vor sich gehen. Wenn darum in einem Profil eine undulatorische Hebung angegeben ist, so besteht die Möglichkeit, dass diese zu Beginn oder am Ende der betreffenden Periode stattfand, die im Profil dargestellt wird; vorher oder später kann in dieser Periode also in dem betreffenden Gebiet auch noch Sedimentation geherrscht haben. Des weiteren brauchen, wenn in ein und demselben Profil mehrere Hebungen neben einander angegeben sind, diese weder synchron noch gleich stark zu sein. Wenn zwei Hebungen aus den Vortiefen zu beiden Seiten eines medianen Rückens entstanden, dann ist die Differentiation im Untergrund wohl zur selben Zeit angeregt worden, aber die Intensität der Anregung und die Geschwindigkeit des Differentiationsprozesses können verschieden sein. Zeitpunkt der hydrostatischen Aufpressung der angesammelten Differentiationsprodukte und Höhe der Hebungen können in solchem Falle stark abweichen. Unterschiede werden vor allem auftreten, wenn die eine Vortiefe zwischen dem medianen Rücken und dem kontinentalen Vorland, und die andere zwischen jenem Rücken und dem urozeanischen Gebiet gelegen ist. Sie sind auch von Einfluss auf die Füllung der Senkungsgebiete mit Sedimenten. Die Mesosynkinalen der rückläufigen Wellenbewegungen (Fig. 1, a) werden eher mit Sedimenten angefüllt werden als die radial in einem urozeanischen Gebiet fortlaufenden Bewegungen (Fig. 1, b). Letztere werden in ihrem orographischen Relief nahezu den vollen Betrag der primär-tektonischen Senkung erreichen, während erstere hinsichtlich der Reliefunterschiede infolge der Sedimentation weitgehend verflacht werden können. Ob ein Senkungsgebiet von Sedimenten angefüllt wird oder nicht, ist von keinem Einfluss auf seinen orogenetischen Charakter, denn in beiden Fällen wird die Differentiation des Magmas im Untergrunde schliesslich zu Hebung führen. Wohl aber ist dies von Bedeutung für den sekundär-tektogenetischen Effekt dieser Hebung, da im einen Fall eine mächtige Serie bewegungsbereiter Sedimente vorliegt, die im anderen Falle fehlen.

W. SCHMIDT weist in seinem Werk „Tektonik und Verformungslehre“ (Berlin 1930) darauf hin, dass das Arbeitsfeld des Aufnahmegeologen immer der Mikrokosmos bleibt. „Eine Verwerfung, eine Falte, mag sie auch bergegross sein, ein ganzes Gebirge ist eine Einzelerscheinung und in

ihrer Ausgestaltung hatte der Zufall freieste Hand." „Über den Mikrokosmos hinaus entwickelt sich die Tektonik erst dort, wo sie zur Geotektonik wird, wo sie Mittel bildet aus der Erscheinung vieler Gebirge, vieler Falten, vieler Verwerfer.“

Im Folgenden soll versucht werden, eine geotektonische Analyse Südostasiens zu geben mit Hilfe der Undationstheorie. Der Anspruch einer entgültigen Lösung wird damit keineswegs erhoben. Der Versuch soll vielmehr nur zeigen, dass man so ein Entwicklungsbild erhalten kann, das den Tatsachen vielleicht eher gerecht wird als dasjenige, das auf den bestehenden grosszügigen Theorien von WEGENER, ARGAND, STAUB, u.a. gegründet ist.

Anwendung der Undationstheorie auf Südostasien.

Erläuterung zu der Karte (Fig. 2):

Im Südosten von Tibet teilt sich das Altaidensystem von SUESS in zwei grosse Bündel. Das westliche davon lässt sich von Birma bis in den Südostteil des Indischen Archipels hinein verfolgen, während das östliche über Yunnan und Tonkin südostwärts verläuft und vielleicht in einem Teil der ostasiatischen Randbögen seine Fortsetzung findet. In Nordwest-Laos, wo die beiden Systeme sich von einander entfernen (divergieren), schiebt sich das Massiv von Südannam keilförmig zwischen sie ein.

Diese Gebirgsbündel sind aus Geosynkinalzonen entstanden. Die östliche geosynkinalzone liegt zwischen dem sinischen oder südchinesischen und dem Südannam-Massiv; die westliche Geosynkinalzone befindet sich im Norden zwischen dem indischen und dem Südannam-Massiv, südostwärts umbiegend kommt sie zwischen das urozeanische Gebiet der Indik und den Südannam-Kern zu liegen und in ihrem weiteren Verlauf nach Osten umbiegend wird sie wieder auf beiden Seiten von kontinentalen Zentren, Südannam und Australien, begrenzt. *Das Massiv von Südannam ist der Kern, um den der Südostteil Asiens gewachsen ist und konsolidiert wurde.*

Nach der silurodevonischen Sedimentationsperiode erfolgte in den zirkumannamitischen Geosynkinalen die *herzynische Gebirgsbildung*. Im Zusammenhang damit wurde aus der medianen Zone des östlichen Zweiges der Geosynklinale das Kwang-si-Gebirge an das sinische Massiv festgeschmiedet und das Nordannam-Gebirge an das Südannam-Massiv. Aus der Medianzone des westlichen Zweiges entstand einerseits ein rückläufiger Undationszyklus, bei dem das herzynische Gebirge von Nordwest-Laos—Cambodja und vielleicht auch Nordwest-Borneo mit dem Südannam-Massiv verschweisst wurde, andererseits ein zentrifugaler Zyklus, der in den Indik verlief.

Nach der herzynischen Orogenese ging von der medianen Zone der Geosynklinale noch ein zweiter Undationszyklus aus. Infolge dieser vorhergehenden Orogenese hatte die Geosynklinale jedoch jetzt eine kompli-

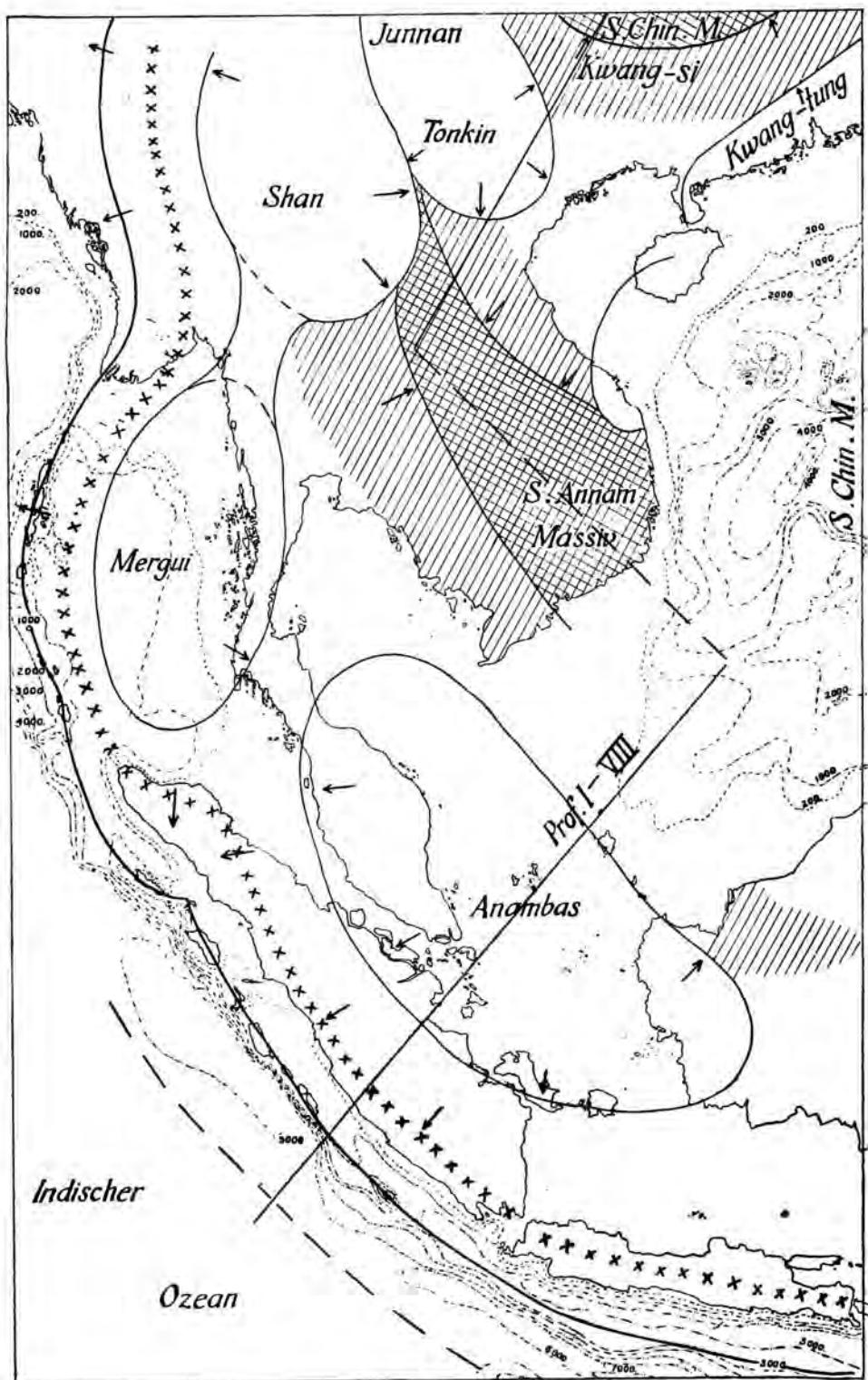


Fig. 2.

ziertere Form; sie besass keine durchlaufende Medianzone mehr, sondern war in eine Anzahl mehr oder weniger selbständigen Becken oder *Störungszentren* zerteilt. Es lassen sich unterscheiden die Zentren von Yunnan-Tonkin, Shan, Mergui, Anambas und das der Südchinesischen See. Diese Zentren sind die Ausgangspunkte der alpinen Orogenese. Da aber die zirkumannamitischen Geosynklinale durch die herzynische Orogenese schon eine ziemlich dicke salische Kruste erhalten hatten, kam die Entwicklung der alpinen Undationszyklen im allgemeinen nicht über das Jugendstadium hinaus. Die Mehrzahl dieser alpinen Störungszentren ist bereits nach der posttriadischen Orogenese zu kratogenen Gebieten erstarrt. So fand beispielweise in dem schmalen, zwischen Südannam und Südchina verlaufenden Ostarm der Geosynklinale in nachrhätischer Zeit keine Orogenese mehr statt. Diese beiden kontinentalen Kerne sind seitdem zu einem grösseren Kontinent zusammengeschweisst.

Die zentrifugalen alpinen Undationszyklen des Shan-, Mergui- und Anambas-Zentrums dagegen konnten sich west- und südwestwärts ungehindert weiter entwickeln, weil nicht sogleich andere kontinentale Kerne im Wege standen. Hier entstand eine Kettung jungmesozoischer und tertiärer Gebirgs- und Inselbögen, getrennt in vulkanische Innen- und nichtvulkanische Aussenbögen. Zu den letzteren gehören: Manipur-Arakan-Yoma, die Andamanen und Nikobaren, die Inselreihe Nias-Enggano und die südlich von Java vorkommende Meeresschwelle. Die vulkanischen Innenbögen lassen sich vom Pegugebirge im Irawadibecken (Popahill u.a.) über Narkondam, Barreninsel und Nordsumatra verfolgen bis nach der Bogen von Mittelsumatra-Südsumatra-Java.

Erläuterung zu den Profilen (Fig. 3 a und b):

Prof. I. Geosynkinalstadium der herzynischen Orogenese. Zwei kontinentale Kerne, die von Südchina und Südannam, sind zu unterscheiden. Geoundatorische Hebungen dieser Kerne verursachen die Einsenkung der umringenden Geosynklinale, in denen silurische, devonische, und unterkarbonische Sedimente zum Absatz kommen. Im Untergrund, vor allem unter der tiefsten Stelle (der sog. mediane Zone) der Geosynklinale führt die angeregte magmatische Differentiation zur Anhäufung salischer Differentiationsprodukte.

Prof. II. Die herzynische Orogenese. Die salische Differentiationsprodukte häufen sich zu Asthenoliten an, die hydrostatisch emporgedrückt werden. Die Folge davon sind sekundär-tektogenetische Überschiebungen der geosynkinalen Sedimentserien, woran auch der unter dem Druck dieser Serien bildsam gewordene, ältere kristalline Untergrund teilnehmen kann.

In Nordannam fällt das Alter der Überschiebungen in das Dinantien. Es ist jedoch zu erwarten, dass bei einer eingehenderen Analyse der herzynischen Orogenese sich ergeben wird, dass dieses Gebirgssystem nicht aus einem Guss entstanden ist, sondern dass sich von der medianen Zone aus Undationszyklen entwickelt haben, die sich nach dem Vorlandrahmen

hinbewegt haben, wie z.B. STILLE für das varistische System in Europa dargetan hat.

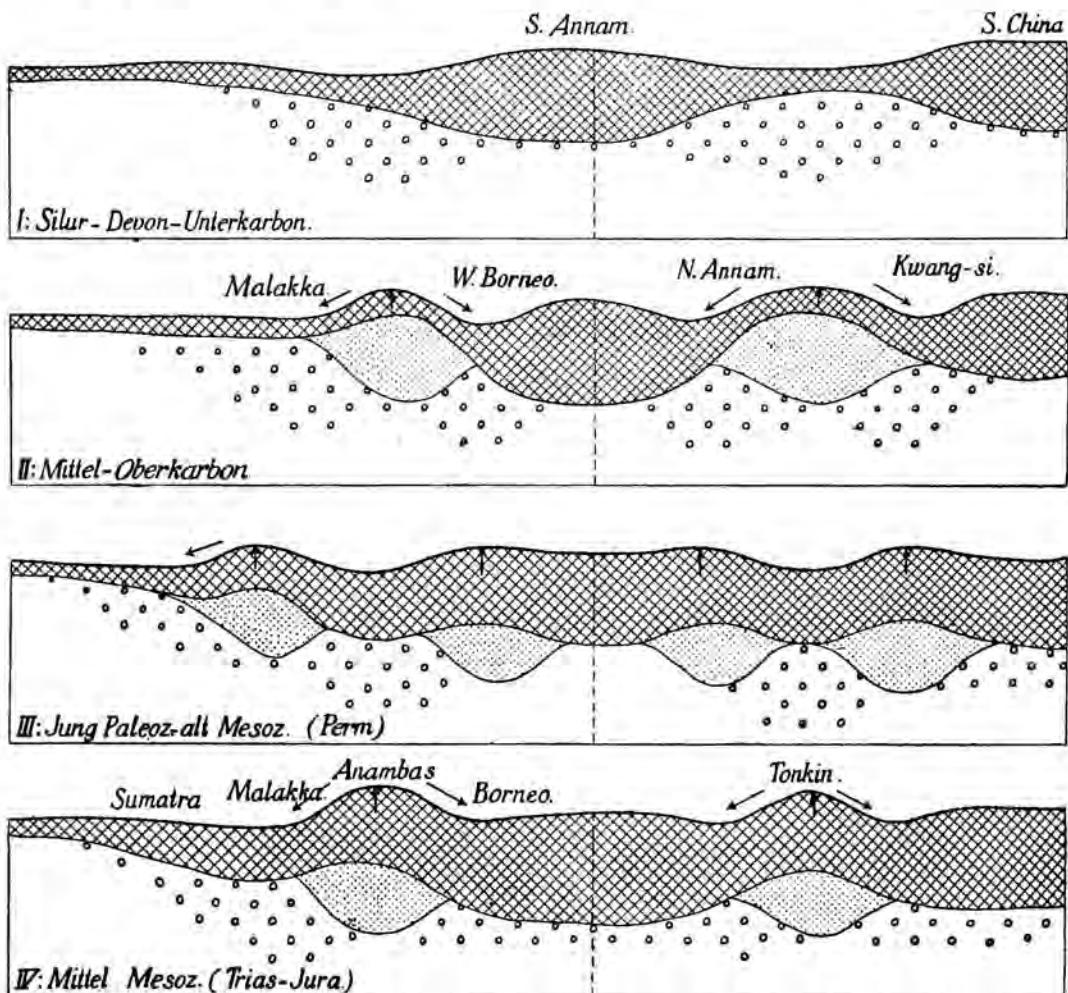
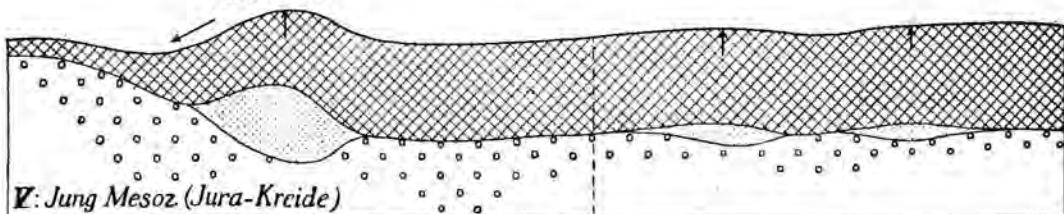


Fig. 3.A.

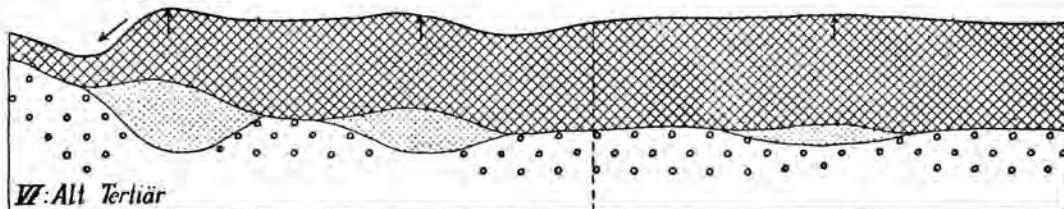
Die herzynischen Undationszyklen, die sich nach den kontinentalen Kernen von Südchina und Südannam zu bewegen, werden schliesslich in ihrer Weiterentwicklung dadurch gehemmt. Der zentrifugale Zyklus dagegen, der sich von der medianen Zone des westlichen Geosynkinalzweiges gegen den Indischen Ozean ausbreitet, kann sich ungehindert entwickeln und läuft sich allmählich infolge Verflachen des Impulses tot. In Profil III befindet sich die Hebung dieses zentrifugalen herzynischen Zyklus zur Permzeit ungefähr im Gebiet von Malakka. In den darauffolgenden Profilen ist von diesem Zyklus abgesehen. Anzunehmen ist, dass er sich nacheinander auch in den weiter aussen gelegenen Zonen von

Sumatra und Enggano geltend macht; es fehlt jedoch an Beobachtungen, um darauf näher einzugehen. Die genannten Zonen danken ihren endgül-

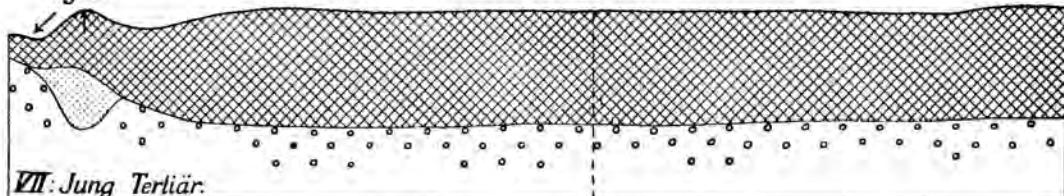
Malakka.



Sumatra.



Eng-gano.



Eng-gano Sumatra Malakka

Borneo.

Annam Hanoi Kwangsi.

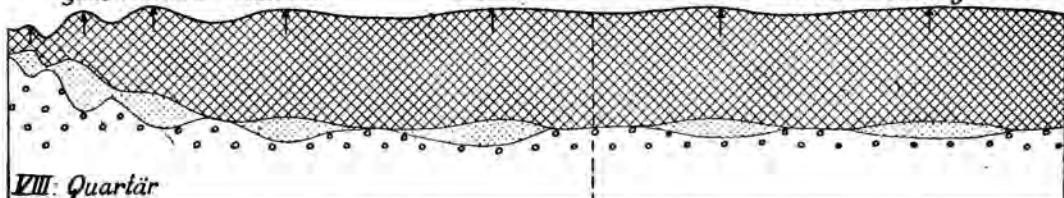


Fig. 3 B.

tigen orogenen Charakter freilich erst dem zweiten zentrifugalen Undationszyklus, der vom Anambaszentrum ausging.

Prof. III. Geosynkinalstadium der alpinen Orogenese. Durch die herzynische Orogenese ist das von ihr ergriffene Geosynkinalgebiet noch nicht völlig zum Kratogen erstarrt. Die Hebung der Randgebiete der herzynischen Geosynklinale verursacht ein Zurücksinken des medianen Zwischengebiets. Diesmal handelt es sich aber nicht um eine durchlaufende mediane Zone, sondern um eine Anzahl tiefer Einzelbecken (vergl. Fig. 2). In ihnen werden jungpaläozoische und triadische Sedimente abgesetzt. Da

diese Becken in Wirklichkeit der Innensenke der herzynische Gebirge entsprechen, deren Asthenolite in die Aussenkruste eindrangen, ist es verständlich, dass die Sedimentserie vielfach Einlagerungen vulkanischen, und zwar sauren und intermediären, Materials enthält („Pahang-Eruptivserie“).

Prof. IV. Embryonalstadium der alpinen Orogenese. Nach Ablauf der Trias werden die zentralen Becken emporgedrückt und gleitet ihre Sedimentfüllung radial auseinander. Die kratogene Erstarrung dieser Becken, die ja zudem der herzynischen Orogenese unterworfen gewesen waren, hat sich durch diese nachtriadische Phase vollendet. Sie bilden nun eine neue kratogene Zone um den alten Südannam-Kern, der dadurch entgültig dem asiatischen Kontinent einverlebt ist. Die zentrifugalen Zyklen der Zentren von Shan, Mergui und Anambas besitzen dagegen noch freie Entwicklungsmöglichkeiten in westlicher, südwestlicher und südlicher Richtung.

Prof. V. Während der Asthenolit der Malakkazone nach der Bildung der posttriadischen Überschiebungen hochgedrückt wird, womit die Intrusion postorogenetischer Batholite zusammenhängt, sinkt die Sumatrazone ein und gelangt in ein Vortiefestadium. In dieser Vortiefe werden die jungmesozoischen Sedimente vom Charakter der Bündner Schiefer schliesslich zusammengeschoben und aus nordwestlicher Richtung von den „Djambidecken“ überschoben.

Das Verhalten Borneos ist noch nicht sehr deutlich. Möglicherweise sind die jüngeren orogenetischen Bewegungen hier die Folge des sich vom Anambasszentrum ostwärts fortpflanzenden Zyklus. Es erscheint auch nicht ausgeschlossen, dass geoundatorische Bewegungen hier ein neues Störungszentrum geschaffen haben. Schliesslich könnte gedacht werden an Störungen mit Undationszyklen, die von der zirkumaustralischen Geosynklinale ausgegangen sind. Es ist wohl besser, eher man an eine Analyse Borneos mit Hilfe der Undationstheorie herangeht, die Ergebnisse der geologischen Aufnahme dieser Insel durch den Geologischen Dienst von Niederländisch-Indien in den letzten Jahren abzuwarten.

Prof. VI. Im jüngsten Mesozoicum und Alttertiär erfolgt das Aufsteigen des Asthenolits der Sumatrazone, begleitet von Batholithintrusionen. Die Nias-Enggano-Zone kommt jetzt in das Vortiefestadium.

Prof. VII. Im Jungtertiär findet bereits eine erste Hebung des Nias-Enggano-Asthenoliten statt und transgrediert das Meer wieder über die Sumatrazone (Aquitanien). Zu gleicher Zeit entstand in Borneo vielleicht die kratogene Überdeckung mit den sog. „Plateausandsteine“. Die Vortiefe verschiebt sich noch weiter ozeanwärts (Javatrogzone).

In Südsumatra äussert sich noch ein intraneogener Hebungsimpuls. Eine genauere Analyse dieses Gebietes findet man in Lit. 1932 a, Fig. 13.

Prof. VIII. Der heutige Zustand wird hier angegeben. Der zentrifugale alpine Undationszyklus am Rande des asiatischen Kontinentes hat sich differentiiert in den vulkanischen Innenbogen von Sumatra und den nicht-vulkanischen Aussenbogen von Nias-Enggano. In der am weitesten aussen gelegenen Vortiefe ist bereits die erste Anlage einer neuen Hebung zu

spüren (Christmas-Insel-Rücke). Sie wird der künftige neue, nichtvulkanische Aussenbogen werden, während Nias-Enggano dann in das vulkanische Innenbogenstadium treten und Sumatra zur kratogenen Randzone erstarren wird.

Bandoeng, im Mai 1933.

EINSCHLÄGIGE LITERATUR.

- ARGAND, E., 1922: La tectonique de l'Asie. Congr. géol. intern. XIIIe session, prem. fasc., p. 171—372, 1922.
- BAILEY WILLIS, 1929: „Continental Genesis“ und „Metamorphic Orogeny“. Bull. geol. Soc. America, **40**, 1929.
- BARBOUR, G. B., 1929: The structural evolution of eastern Asia. In: Gregory, J. W. „The structure of Asia“, London, 1929, S. 188—205.
- BEMMELIN, R. W. VAN, 1932a: De Undatietheorie (Hare afleiding en hare toepassing op het westelijk deel van den Soendaboog). (English Summary). Natuurk. Tijdschrift v. Ned. Indië, **92**, 1, S. 85—242, 1932.
- 1932b: Nadere toelichting der Undatietheorie (English Summ.).
- BLONDEL, F., 1929: État de nos connaissances en 1929 sur la géologie de l'Indochine française. Bull. serv. géol. de l'Indochine, **18**, 6, 1929.
- 1931: Les principaux traits de la structure géologique de l'Indochine française (d'après les explorations antérieures à 1931). Ibidem, **19**, 1, 1931.
- BRUGGEN, G. TER, 1932: Oud-tertiair in phyllitische facies in West Borneo. De Mijn ingenieur, **13**, 3, 1932.
- FROMAGET, J., 1929: Note préliminaire sur la stratigraphie des formations secondaires et sur l'age des mouvements majeurs en Indochine. Bull. serv. géol. Indochine, **18**, 5, 1929.
- GRABAU, A. W., 1924: Migration of geosynclines. Bull. geol. Soc. China, **3**, 3/4, 1924.
- GREGORY, J. W., 1929: The structure of Asia. London, 1929. (Introduction, p. 1—34).
- HOBBS, W. H., 1925: The unstable middle section of the island arcs. Verbeekgedenk-boek. Verh. Geol. Mijnb. Gen., Geol. serie, **8**, S. 219—262, 1925.
- HOFFET, J. H., 1933: Etude géologique sur le centre de l'Indochine entre Tourane et le Mékong (Annam central et Bas-Laos). Bull. d. Serv. géol. de l'Indochine, **20**, 2, 1933.
- KOBER, L., 1928: Der Bau der Erde, Zweite Aufl., Berlin, 1928.
- KREKELER, F., 1932: Over een nieuw voorkomen van fossielhoudend Paleozoicum in Midden-West-Borneo. De Mijn ingenieur, **13**, 9, 1932.
- RUTTEN, L. M. R., 1927: Voordrachten over de Geologie van Nederlandsch-Indië, 1927.
- SCRIVENOR, J. B., 1931: The geology of Malaya, London, 1931.
- STAUB, R., 1928: Der Bewegungsmechanismus der Erde, Berlin, 1928.
- SUESS, E.: La face de la terre, (trad. E. de Margerie), Paris, 1921, tome I, p. 592—608, tome III, 1re partie, p. 275—354.
- TIPPER, G. H., 1911: The geology of the Andaman Islands, with references to the Nicobars. Mémoirs of the geol. Survey of India, **35**, 4, p. 195, 1911.
- ZWIERZYCKI, J., 1929: Geotectonic map of the Netherlands East Indies. Jaarb. Mijnw. Ned. Indië, 1929, Verh.
- Geological map of India and adjacent countries, 5th edition, 1931, scale 1 inch = 32 miles, sheets 4 and 8.

Geology. — Versuch einer geotektonischen Analyse Australiens und des Südwestpazifik nach der Undationstheorie. Von R. W. VAN BEMMELEN¹⁾. (Communicated by Prof. G. A. F. MOLENGRAAFF).

(Communicated at the meeting of September 30, 1933).

Wenn man die geotektonische Stellung des Malayischen Archipels verstehen will, muss man sich vor allem über den Gang der geologischen Entwicklung einerseits des angrenzenden Teils von Asien, andererseits des Australischen Kontinents mit dem Südwestpazifik im klaren sein. Dann erst wird man in dem äusserst komplizierten Bau des Malayischen Archipels das Ergebnis der Wechselwirkung zwischen den orogenetischen Impulsen, die vom asiatischen und australischen kontinentalen Zentrum ihren Ausgang genommen haben, erkennen können.

Das heutige Australien stellt einen ringsum von Brüchen begrenzten Horst dar. Aus dieser Tatsache erklärt sich die scheinbar regellose Anordnung der verschiedenen Strukturelemente hinsichtlich der heutigen Form des Kontinentes. Besonders im Westen und Süden scheinen ansehnliche Teile des Kontinentes in ozeanische Tiefen weggesunken zu sein. Offenbar kann man sich von der lückenlosen, theoretisch zu erwartenden Entwicklung, wie sie in Lit. 1933a, Fig. 1, skizziert wurde, auf Grund unmittelbarer Beobachtungen nur in dem nach Osten geöffneten Sektor von etwa 120° ein Bild machen. Trotzdem bietet Australien ein gutes Beispiel für einen wachsenden Kontinent, worauf übrigens schon KOBER (1921, 1928) aufmerksam gemacht hat.

Dieses Land besitzt im zentralen und westlichen Teil des heutigen australischen Horstes einen ausgedehnten präkambrischen Kern, um den sich im Laufe der geologischen Geschichte fortwährend jüngere orogene Ringe gelegt haben, die dem Kern angegliedert wurden. Im SO- und O-Teil des heutigen australischen Horstes kann man letztere noch erkennen, und zwar lassen sich unterscheiden:

ein devonisches Orogen (= A in Fig. 1) und
ein permocarbonisches Orogen (= B in Fig. 1).

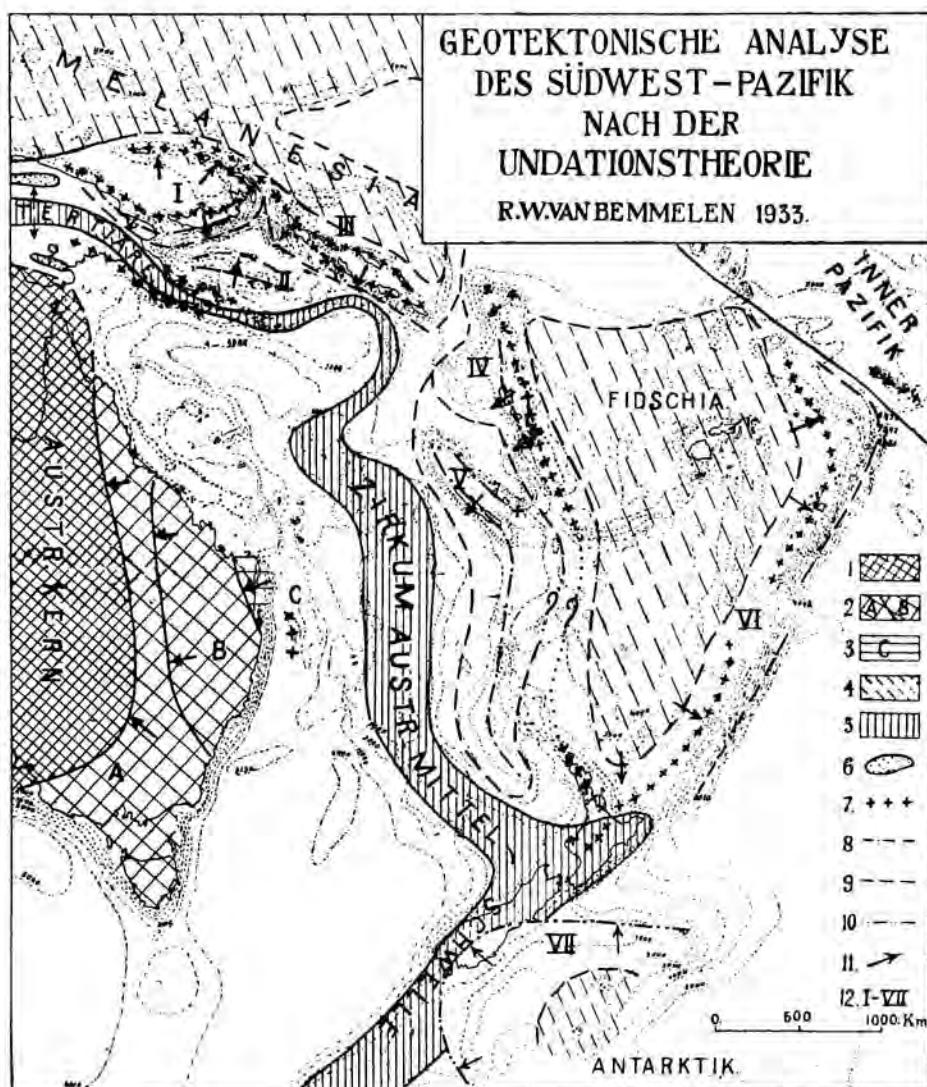
Desweiteren lässt sich nördlich Brisbane, im Burrum- und Styx-Kohlenfeld, eben noch nachweisen, dass die Kreide mit grossen Überschiebungen aus dem zirkumaustralischen Geosynklinalgebiet zentripetal gegen die älteren herzynischen Ketten aufgefaltet worden sein muss:

Kretazisches Orogen (= C in Fig. 1).

Dieses mesozoische Geosynklinalgebiet ist übrigens völlig ausserhalb

¹⁾ Übersetzung aus dem Niederländischen durch K. A. F. R. MUSPER.

GEOTEKTONISCHE ANALYSE
DES SÜDWEST-PAZIFIK
NACH DER
UNDATIONSTHEORIE
R.W.VAN BEMMELLEN 1933.



ERKLÄRUNG ZU FIG. I.

1. Kratogener alter Kern von Australien.
2. Jungpaläozoisches Orogen: A = devonisch, B = permocarbonisch.
3. Mesozoisches Orogen: C = kretazisch.
4. Semikratogene Kerne. Ozeanische Ausgangzentren von Undationszyklen.
5. Mittelschwelle der tertiären zirkumaustralischen Geosynklinalen.
6. Mittelschwellen von Mesosynklinalen.
7. Vulkanische Inselbögen. (Pazifische oder andesitische Eruptiva).
8. Nichtvulkanische Inselbögen.
9. Vortiefen.
10. Antarktischer Undationsbogen mit atlantischem Vulkanismus.
11. Richtung, in der sich die Undationszyklen ausbreiten, und Richtung der Überschiebungen.
12. Systeme von Mesoundationen:

I. Bismarckarchipel.	V. Neukaledonien.
II. d'Entrecasteaux-Inseln.	VI. Tonga-Kermadec-Auckland.
III. Salomoninseln.	VII. Bountyzentrum.
IV. Neue Hebriden.	

des australischen Horstes gelegen. Es lässt sich über den Malayischen Archipel nach Neuguinea, Neukaledonien²⁾ und Neuseeland verfolgen. In diesen Gebieten hat die kräftige kretazische Orogenese unzweifelhafte Spuren hinterlassen.

Im Eocän erfährt der australische Kern eine ausgesprochene geoundatische Aufwölbung, verbunden mit nachträglicher Einebnung (DAVID, 1932, S. 172). Erstere wird volumetrisch kompensiert durch Einsinken des umgebenden Geosynkinalgebiets, in dem sich gerade die kretazische Orogenese abgespielt hatte. Durch diese Senkung wird in der zirkumaustralischen Geosynklinale die magmatische Differentiation erneut angeregt, ein Vorgang der einen neuen (tertiären) orogenetischen Zyklus veranlasst. Dieser bildet gewissermassen eine Wiederholung des vorhergehenden Zyklus, der im Mesozoicum in demselben, zirkumaustralischen Geosynkinalgebiet stattgefunden hat. Auf die genannte Wiederanregung ist schliesslich die Entstehung einer deutlichen Mittelschwelle in der Medianzone der zirkumaustralischen Geosynklinale in neogener Zeit zurückzuführen. Der Vorgang entspricht fast völlig dem bei der Bildung der von mir kürzlich (Lit. 1933 b) behandelten Mittelatlantischen Schwelle.

Die *zirkumaustralische Mittelschwelle* lässt sich im heutigen Erdrelief noch klar erkennen. Im N gehört dazu das Zentralgebirge Neuguineas, das sog. Schneegebirge. Dieses ist etwa 2500 km lang und mit seinen bis über 5000 m hohen Gipfeln eine der ansehnlichsten Bergketten der Erde. Die Ost Südostlich untertauchende Kette kann man zunächst weiterverfolgen bis in den, teilweise aus kristallinen Schiefern bestehenden, Louisiade-Archipel.

Alsdann zeigt die mediane Achse eine Ausbuchtung nach ONO und verläuft über Pocklingtonriff, Ronnelinsel, Indispensableriff und Mellishriff nach den Chesterfieldinseln. Von hier erstreckt sich der mediane Rücken mit einigen hundert km Breite und fast 3000 km Länge über die Lord Howe-Inseln (Basalte) nach Neuseeland. Es muss auffallen, dass dieser Teil der Mittelschwelle relativ nicht niedriger ist als das Schneegebirge Neuguineas. Die Randzone des australischen Kontinents ist längs der Ostküste jedoch stellenweise bis über 5000 m abgesunken, was mit der Sahulplatte im Norden nicht (oder noch nicht?) geschehen ist.

In der südlichen Insel Neuseelands biegt die Mittelschwelle nach SW um und lässt sich von hier über die Aucklandinseln (Granite, Gabbro's und Effusiva) weiter verfolgen bis zu den Macquarie-Inseln (Basalte).

In Neuseeland scharen sich die orogenetischen Systeme die Australien, Fidschia und den Antarktischen Kontinent umgeben. Neuseeland bildet in dieser Hinsicht den Gegenpol des Malayischen Archipels an der Nordwestseite Australiens, wo das alpine, ostasiatische und zirkumaustralische System zusammentreffen.

²⁾ In Neukaledonien sind die Überschiebungen teilweise posteocänen Alters. Diese Insel gehört wahrscheinlich nicht zum zirkumaustralischen kretazischen Orogen sondern ist ein, vom Fidschi-Zentrum ausgehenden Undationszyklus. Siehe Seite 747.

Neuseeland hat seine heutige Gestalt ganz jungneogenen Hebungen zu danken, die sich als unabhängig erweisen von den älteren, durch die jungmesozoische Orogenese verursachten Faltungsstrukturen. Infolgedessen wurden die Tertiärsedimente (Oamarysystem) grösstenteils nur gehoben und schiefgestellt, stellenweise aber doch auch noch ziemlich kräftig sekundärtektonisch gefaltet. Dabei haben von der Aufwölbung seewärts gerichtete Überkippungen und Überschiebungen stattgefunden, wie z.B. JOBBERS (1932) aus der Gegend von Kaikoura beschreibt.

Die NÖ-SW über die Nordinsel von Neuseeland verlaufende vulkanische Toupozone mit ihren explosiven Spaltenerptionen und vulkanotektonischen Senken entspricht in vieler Beziehung der durch Aufwölbung verursachten, medianen Zugspalte von Südsumatra, die von mir in Lit. 1932 a eingehend beschrieben wurde. Der Mt. Egmont nimmt eine Sonderstellung ein.

Von den Macquarie-Inseln an lässt sich die zirkumaustralische Mittelschwelle westwärts weiter verfolgen über eine unverkennbare mediane Aufwölbung des Ozeanbodens zwischen Australien und dem Antarktischen Festland bis zur Kerguelenschwelle, wo die orogenen Systeme zusammenlaufen, welche die beiden letztgenannten Festländer und Afrika umgeben.

Der O-W gerichtete, südliche Sektor der zirkumaustralischen Schwelle ist über Tasmanien durch einen N-S verlaufenden Querrücken mit Australien verbunden. Diesen kann man mit den Querrücken vergleichen, welche die mittelatlantische Schwelle mit den Kontinenten verbinden, die den Atlantik begrenzen, z.B. dem Walfischrücken.

In der Kerguelenschwelle biegt die zirkumaustralische Schwelle in eine nördliche Richtung um (St. Paul, Neu-Amsterdam). Zwischen den weit auseinander gelegenen kratogenen Kernen von Australien und Indien ist die geosynklinale Mittelschwelle dann weniger deutlich entwickelt. Außerdem fehlen hier über weite Strecken Tiefseelotungen. Angedeutet ist sie jedoch in den Keeling- oder Kokos- und Christmas-Inseln.

In der Gegend der letzteren scharen sich aber bereits die von Südostasien ausstrahlenden Undationszyklen, die früher besprochen wurden (Lit. 1933 a). Das heutige orogeographische Bild im Ostindischen Archipel wird völlig beherrscht von der jüngeren, tertiären Orogenese. Dabei sind die tertiären Undationszyklen von NW in das jungmesozoische zirkumaustralische Orogen eingedrungen. Die Spuren des kretazischen zirkumaustralischen Orogens findet man in Loh-Oeloh auf Java, auf Celebes, in den Molukken und auch in Neuguinea zurück.

Zwischen dem kratogenen australischen Kern und dem urozeanischen innerpazifischen Gebiet lassen sich zwei semikratogene Kerne unterscheiden, die selbständige Ausgangszentren für Undationszyklen darstellen. Melanesia und Fidschia.

Melanesia ist ein semikratogenes, d.h. noch nicht völlig konsolidiertes Gebiet im Norden von Neuguinea, das zwar schon mehrere Differentiationszyklen durchlaufen hat, wobei jedoch erst eine ziemlich dünne salische Kruste entstanden ist und die Differentiation des Stammagmas noch nicht

bis in sehr grosse Tiefen angeregt wurde. Der Südrand Melanesias ist noch aufgeschlossen in den kristallinen Schiefern des Zyklop- und Bougainvillegebirges an der Nordküste Neuguineas. Im übrigen ist dieses Gebiet durch geoundatorische Bewegungen bis rund 4000 m unter den Seespiegel abgesunken. Aus diesen Tiefen erheben sich schroff u.a. die Koralleninseln der Karolinen und Mapia.

Der Fidschi-Archipel bildet den Kern des semikratogenen Gebiets, das als *Fidschia* bezeichnet werden kann. Es kommen hier Granite, Tonalite und Diorite vor, neben kristallinen Schiefern und Quarziten. Auf diesen Gesteinen ruht discordant die miocäne „Alte Andesitformation“. Die sauren Tiefengesteine beweisen, dass hier wohl schon ältere Differentiationszyklen eine salische Kruste geschaffen haben, aber diese besitzt wahrscheinlich noch nicht die Dicke, dass man hier von einem kratogen erstarrten Gebiet sprechen könnte. Wie bei Melanesia handelt es sich allem nach um ein selbständiges orogenetisches Zentrum im Pazifik, von dem bereits mehrere Undationszyklen ausgegangen sind.

Im Norden verläuft die zirkumaustralische Geosynklinale zwischen Australien und Melanesia, im Osten zwischen Australien und Fidschia. Zwischen Melanesia und Fidschia grenzt sie an der pazifischen Seite jedoch nicht an ein kratogenes oder semikratogenes Gebiet. Gerade an dieser Stelle befindet sich die dem Innerpazifik zu gerichtete Ausbuchtung der geosynkinalen Mittelschwelle in der Gegend der Ronnelinseln. Analog ist die Ausbuchtung im Gebiet der Nordinsel Neuseelands, die sich zwischen Fidschia und ein antarktisches Störungszentrum einschiebt.

Auffallenderweise haben sich an der Innenseite des beschriebenen medianen Rückens der zirkumaustralischen Geosynklinale keine oder nur unbedeutende Mesoundationen entwickelt. Eine schwache Andeutung einer mesoundatorischer Schwelle bildet die „Crête riveraine“ von FEUILLEAU DE BRUYN in der randständigen Papua-Mesosynklinale. Auch die Tasmanidenvulkane, etwa 100 Meilen östlich von Brisbane (vgl. DAVID, 1932, Fig. 5, S. 15) gehören hierher. Sie können mit den vulkanischen Inseln längs des Atlantikrandes verglichen werden (Kanarische Inseln u.a., vgl. Lit. 1933 b). Wie im Atlantik ist offenbar auch hier die Kruste an der Innenseite der zirkumaustralischen Schwelle schon in hohem Grade kratogen erstarrt. Tatsächlich gehört dann dieses Gebiet auch bereits zum australischen Kontinentalkern und ist augenscheinlich nur noch zu geoundatorischen Bewegungen und so gut wie nicht mehr zu einer zyklischen Entwicklung von Mesoundationen fähig.

Ein ganz anderes geotektonisches Bild gewährt hingegen der Teil der zirkumaustralischen Geosynklinale, der an die dem Pazifik zugekehrte Aussenseite der Mittelschwelle grenzt. Dieses Gebiet ist erst wenig oder noch nicht kratogen erstarrt und es haben sich darin mehrere Zyklen von Mesoundationen entwickeln können. Diese Zyklen gehen teils von den Pazifischen Störungszentren Melanesia und Fidschia, teils von einem antarktischen Zentrum (Bounty-Inseln) aus. Es lassen sich unterscheiden:

- I Das System des Bismarckarchipels;
- II " " der d'Entrecasteaux-Inseln;
- III " " " Salomoninseln;
- IV " " " Neuen Hebriden;
- V " " von Neukaledonien;
- VI " " " Tonga-Kermadec-Auckland;
- VII " " des Bountyzentrums.

I—III liegen in dem Geosynkinalgebiet zwischen der Mittelschwelle und Melanesia, IV—VI sind vom Störungszentrum des Fidschiarchipels ausgehende Zyklen, und VII ist ein zum zirkumantarktischen Geosynkinalgebiet gehörender Zyklus.

Im folgenden sollen die charakteristischen Züge dieser Systeme kurz geschildert werden (Siehe fig. 1).

I. Das System des Bismarckarchipels. Der Südrand Melanesias streicht schon an der Nordküste Neuguineas zu Tage (kristalliner Schiefer des Zyklop- und Bougainvillegebirges). Zwischen ihm und der geosynkinalen Mittelschwelle hat sich eine ziemlich enge Mesosynklinale gebildet, in der sich die Undationen nicht frei entwickeln konnten. Wir beobachten hier nur eine einfache mesoundatorische Mittelschwelle, des Torricelliegebirge, das die Fortsetzung des „Nördlichen Wasserscheidegebirges“ (van Rees- und Gauttiergebirge) ist. Während sich im W, wo der Rand des Kerns von Melanesia nach Norden umbiegt, das Halmaherasystem entwickeln konnte, kann es im O, wo das Geosynkinalgebiet infolge des Zurückweichens des melanesischen Kerns wieder verbreitert, zur Entstehung des Bismarcksystems. Dessen vulkanischer Innenbogen verläuft von den Admiralitätsinseln über Neu-Irland und die Innenseite von Neupommern nach der an der Nordküste Neuguineas gelegenen Reihe tätiger Vulkane (Dampier, Manam, Bam), die bei Tumleo gegenüber Berlinhafen an der Finschküste endigt. Der nicht vulkanische Aussenbogen ist deutlich nur entwickelt im zentripetalen, Australien zugewandten Teil des Systems, nämlich im Finisterregebirge und in der konvexen Aussenseite von Neupommern, die aus kristallinen Schiefern besteht. In Neupommern verschmilzt jedoch der Aussenbogen bereits mit dem Innenbogen, und in dem zentrifugalen von Australien abgewandten Teil des Systems beobachten wir nur noch einen einfachen Vulkanbogen (Neu-Irland und Admiralitätsinstln³⁾).

Die Vortiefe des Bismarcksystems verläuft über die Senken längs des Ramu- und des Markhamflusses und den Huongolf nach den tiefen, vor Neupommern gelegenen Tropf.

II. Das System der d'Entrecasteaux-Inseln. An der Stelle wo das

³⁾) Weil in einem urozeanischen Gebiet und den äussersten Randzonen der Kontinente die ältere salische Kruste und auch die Sedimentüberdeckung noch dünn sind und die Anregung der Differentiation des Stammagmas oberflächlich erfolgt, besitzen die mesoundatorischen Zyklen in solchen Gebieten so gut wie keinen nichtvulkanischen Aussenbogen. Schon bei der ersten undatorischen Hebung vermag das Magma bis zur Oberfläche durchzudringen und einen äusseren Vulkanismus zu veranlassen. Dies ist ein charakteristisches Merkmal der Undationen in urozeanischen Gebieten.

Schneegebirge Neuguineas in SO- bis OSO-Richtung wegtaucht, erheben sich im SW und NO zwei Vulkanreihen jungtertiären bis quartären Alters. Die südwestliche Reihe scheint die ältere zu sein, hat sich aber offenbar nicht zu einem mesoundatorischen Zyklus weiterentwickeln können. Die nordöstliche dagegen trägt noch tätige Vulkane (Mt. Victory) und setzt sich in die d'Entrecasteaux-Inseln fort, die aus alten Schiefern und Graniten, sowie tertiären Andesiten bestehen. Im Norden dieses vulkanischen Innenbogens liegt der nichtvulkanische Aussenbogen der Tobriand- und Albatros (oder Woodlark) -Inseln, die sich aus Schiefern, Graniten, Gabbros und Noriten mit gehobenen Korallenriffen zusammensetzen. Nördlich davon befindet sich eine Vortiefe von über 5000 m.

III. Das System der Salomoninseln. Dieses System zeigt schon völlig das pazifische Merkmal des Fehlens eines nichtvulkanischen Aussenbogens infolge der Abwesenheit einer mächtigen vorgefalteten salischen Kruste (Vgl. Fussnote ³).

Der Vulkanbogen beginnt mit den St. Mathias-Inseln im Norden der Admiralitätsinseln und verläuft von da ostsüdöstlich, parallel zum Nordsektor des Bismarcksystems, über die Tabar- und Tanga-Inseln nach Buka und Bougainville. Hier teilt sich die Vulkanzone in zwei parallele vulkanische Inselbögen, um nach ihrer Wiedervereinigung in Bauro (San Christobal) zu endigen. Unter den jüngeren Vulkanbauten treten stellenweise Granulite, Diorite, Gabbros, Diabase, Serpentine und Saussuritgesteine zutage, die auf ältere orogenetische Zyklen hindeuten. Diese scheinen freilich eine salische Kruste von beträchtlicher Dicke noch nicht gebildet zu haben, denn ein nichtvulkanischer Aussenbogen fehlt.

An der Nordseite der Salomongruppe liegt ein Gebiet mit Untiefen und Riffen (Tasmaniinseln u.a.), das vielleicht als östlicher Ausläufer des melanesischen Störungszentrums angesehen werden darf, von dem aus sich der Undationszyklus der Salomoninseln entwickelt hat. Im Süden dieses Systems befindet sich eine Vortiefe, die vor Bougainville —9140 m erreicht. Bei Neupommern vereinigt sich diese Vortiefe mit der des Bismarcksystems.

Wir sehen also, wie in dem zwischen Melanesia und der zirkumaustralischen Mittelschwelle gelegenen Geosynkinalgebiet drei Systeme von Mesoundationen auf einander zudrängen, nämlich von NW her das Bismarcksystem, von S das d'Entrecasteaux-System und von NO das Salomonsystem.

IV. Das System der Neuen Hebriden. Dieser Zyklus breitet sich vom Fidschizentrum nach dem australischen Vorland aus. Der Vulkanbogen erstreckt sich von der Wilsongruppe und den Santa Cruz-Inseln südsüdostwärts über die Neuen Hebriden bis zu den Matthewinseln mit dem Huntervulkan. Seine Gesamtlänge beträgt etwa 1500 km. Zwischen der Salomongruppe und den Neuen Hebridensystem liegt ein Meeresarm von über 5000 m Tiefe und rund 300 km Breite.

Die Reihe der Neuen Hebriden lässt sich scheiden in einen Aussenbogen, der über Santo und Efate verläuft, mit noch nicht lange erloschenem Vulkanismus und einen tätigen vulkanischen Innenbogen (Banksinseln Ambrym, Lopevi, Tanna). Im erstenen findet sich nach MAWSON nach SW überschobenes Untermiocän, bestehend aus Andesitaggglomeraten, Tuffen und Kalken („Alte Andesitformation“), das discordant überdeckt wird von (? obermiocänen) Andesitaggglomeraten, Globigerinentuffen und dem sog. Efatespecksteintuff. Der letztgenannte, charakteristische Horizont ist

auch aus dem Fidschi-Archipel bekannt. Das System der Neuen Hebriden besitzt vor allem in seinem südlichen Teil eine ausgesprochene Vortiefe, die gegenüber Tanna —7570 m. erreicht.

V. Das System von Neukaledonien. Hier hat man es wahrscheinlich mit einem älteren, zentripetalen, vom Fidschizentrum ausgehenden Zyklus zu tun. Tätiger Vulkanismus scheint zu fehlen. Zwei parallele Bogen können unterscheiden werden, der von Neukaledonien und die Loyauté-Inseln. Nach CHAMBEYRON kommen auf der zu letzterer Reihe gehörenden Insel Mare vulkanische Gesteine vor, sodass diese Reihe also in der Tat den Charakter eines vulkanischen Innenbogens besitzt. Der nicht-vulkanische Aussenbogen Neukaledoniens zeigt eine nach SW gerichteten Überschiebungstektonik, woran auch noch Eocän teilnimmt.

Der neukaledonische Rücken setzt sich über die Norfolkinseln südwärts fort bis in die Bucht von Auckland und erreicht damit fast 2500 km Länge. Er läuft parallel zur zirkumaustralischen Mittelschwelle, von der er durch Seetiefen von über 3000 m getrennt ist. Darum kann er nicht als die Fortsetzung des Schneegebirges von Neuguinea bzw. als die von Neuseeland gelten, wie SUESS und mit ihm VON WOLFF angenommen haben.

VI. Das System von Tonga-Kermadec-Auckland. Dieses entspricht einem zentrifugal vom Fidschizentrum ausgehenden Undationszyklus, der sich in seinem nördlichen Teil dem Innerpazifik zu ausbreitet. Wie bereits hervorgehoben (Fussnote ³), haben derartige, in urozeanischen Gebieten verlaufende Undationszyklen keine oder nur schwach entwickelte nicht-vulkanische Aussenbögen.

So fehlt auch diesem System ein nichtvulkanischer Aussenbogen fast völlig. Doch bemerkte VON WOLFF (1929, S. 276) in Anlehnung an MARSHALL (1911, S. 23): „Der Tongabogen setzt sich aus drei konzentrischen Zonen zusammen, die westliche ist vulkanisch, die mittlere besteht aus Tuffen, die östliche aus gehobenen Korallenriffen.“

Mit ziemlich grossen Unterbrechungen ist der Tonga-Vulkanbogen zu verfolgen über den Kermadecbogen ⁴⁾ bis in die Vulkane von Auckland.

Eine Fortsetzung von Auckland in den Rücken von Neukaledonien, wie SUESS meinte, ist weniger wahrscheinlich, da zwischen Auckland und Norfolk ein Seebecken von über 4000 m Tiefe vorhanden ist. Eher könnte man an eine Fortsetzung der Vulkanzone von Auckland in die des Systems der Neuen Hebriden denken, das geotektonisch wie erstere am Rande des Fidschizentrums gelegen ist.

Die Vortiefe des Tonga-Kermadec-Rückens ist sehr tief und erreicht —9413 m.

VII. Das Bountyzentrum. Auf der Südinsel Neuseelands kommt junger, jedoch bereits erloschener Vulkanismus vor in der Bankhalbinsel und in Otago. Beide Eruptionszentren gehören zur antarktischen Natronmagmaprovinz. Wahrscheinlich handelt es sich hier um die Scharung mit einem antarktischen Undationszyklus, dessen Zentrum die Bounty-Inseln (Biotitgranit) und die Antipoden-Inseln (Basalt) darstellen. Der Undationsbogen verläuft über die Chathaminseln (metamorphe Schiefer und Basalte) und die Bankhalbinsel und Otago (beide mit atlantischen Eruptivgesteinen) nach den Campbellinseln (ebenfalls aus atlantischen Eruptivgesteinen bestehend).

⁴⁾ Hier fanden sich Rollblöcke von Hornblendegravit (MARSHALL, 1911, S. 30).

Das innerpazifische Gebiet zeigt keine Spuren älterer kontinentaler Umstände mehr. Es setzt sich ausschliesslich aus vulkanischen Gesteinen vielfach atlantischen Charakters zusammen. Sein Zentrum bilden die Gesellschaftsinseln. Auf Tahiti kommen noch einige alkalische und basische Tiefengesteine vor (Nephelinsyenit, Essexit, Gabbro, Foyait). Der Nordstrand des Innerpazifik wird vom Hawaibogen, der Südweststrand vom Samoabogen gebildet, der nach WEBER ausser Basalten auch viel ausgesprochene Alkaligesteine besitzt.

Zusammenfassung.

Australien und der südwestliche Teil des Pazifik bieten ein gutes Beispiel für das Werden der Kontinente nach dem in der Undationstheorie entworfenen Schema. Man kann deutlich erkennen, wie die Kruste salischer Differentiationsprodukte und Sedimente im Laufe der geologischen Geschichte sich ausgebreitet hat.

Im Westen befindet sich der alte Kern, der bereits im ältesten Paläozoicum zu einem kratogenen Gebiet versteift war und seitdem nur noch zu geoundatorischen Oszillationen imstande ist. Von ihm aus sind die orogenen Ringe in stets weiteren Bögen in der Richtung nach dem pazifischen Urozean gewandert, während die Sedimente durch rückläufige, zentripetale Undationszyklen (von der medianen Zone der aufeinander folgenden Geosynklinalen ausgehend) gegen den Kern aufgefaltet und als neue kratogene Zonen daran festgeschmiedet wurden⁵⁾. So können eine devonische, eine permocarbonische und eine kretazische orogene Zone unterscheiden werden. Im Tertiär wurde sodann das zentrale Gebiet durch einen geoundatorischen Hebungsimpuls zum Horst emporgehoben, ein Vorgang der ein Einsinken und infolgedessen ein Wiederaufleben der umgebenden Geosynklinalen zur Folge hatte. Aus der Medianzone dieser tertiären Geosynklinalen wurde die jungtertiäre zirkumaustralische Mittelschwelle hochgedrückt. An der dem Kern zugewandten Innenseite derselben ist die Kruste offenbar schon durch die kretazischen und älteren Orogenesen derart kratogen erstarrt, dass sich darin beinahe keine mesoundatorischen Zyklen entwickeln konnten. Dieses Gebiet ist mit dem Atlantischen Ozean zu vergleichen. Der an der Aussenseite der Mittelschwelle gelegene Teil der tertiären Geosynklinalen dagegen besitzt noch einen ausgesprochenen orogenen Charakter, und es haben sich darin mehrere Zyklen von Mesoundationen entwickelt. Diese Zyklen gehen teilweise von zwei selbständigen, semikratogenen Störungszentren aus, Melanesia und Fidschia genannt, wo die Differentiation des Stammagmas erst zu einer dünnen salischen Kruste geführt hat. Letztere Gebiete bilden den Übergang zu dem urozeanischen Gebiet des Innerpazifik, wo es nur zu einer oberflächlichen Differentiation des Stammagmas gekommen ist und eine salische Kruste noch fast völlig fehlt.

⁵⁾ Siehe Lit. 1933 a, Fig. 1.

Der Grad kratogener Versteifung nimmt also vom australischen Kern gegen den Innerpazifik stufenweise ab, wogegen die potentielle orogenetische Kraft in dieser Richtung Schritt für Schritt zunimmt.

Bandoeng, im August 1933.

ANGEFÜHRTE SCHRIFTEN.

- BEMMELEN, R. W. VAN, 1932a: De Undatietheorie (with English Summary) Natuurk. Tijdschrift v. Ned. Indië, 92, 1, 1932.
- 1932b: Nadere toelichting der Undatietheorie (with English Summary). Ibidem, 92, 2, 1932.
- 1933a: Versuch einer geotektonischen Analyse Südostasiens nach der Undationstheorie. Proceedings Kon. Ak. van Wetensch. 36, Sept. 1933.
- 1933b: Die Undationstheorie und ihre Anwendung auf die mittelatlantische Schwelle. Zeitschrift der Deutschen Geol. Ges., 85, 6, 1933.
- 1933c: The Undationtheory on the development of the earth's crust. Proceed. XVIth Intern. Geol. Congress, Washington, D. C., Juli 1933.
- DAVID, T. W. E., 1932: Explanatory notes to accompany a new geological map of the commonwealth of Australia. Sydney, 1932.
- JOBBERTS, G., 1932: The Puhu-Puhu valley and the seaward Kaikoura Mountains. The New Zealand Journal of Science and Technology, June, 1932, p. 341—352.
- KOBER, L., 1928: Der Bau der Erde. Berlin 1928 (zweite Aufl.) S. 293—297.
- MARSHALL, P., 1911a: New Zealand. Handbuch der Reg. Geol., 7, 1, Heft 5.
- 1911b: Oceania. Handbuch der Reg. Geol., 7, 2, Heft 9.
- SAPPER, K., 1927: Vulkankunde. Stuttgart, 1927.
- SUESS, ED.: La face de la terre. (Trad. E. DE MARGERIE, Paris, 1921.)
- WOLFF, F. VON, 1929: Der Vulkanismus. Bd. II. Teil 1, Kap. IV: „Der Pazifische Rand Australiens.“ S. 257—304.

Botany. — A Quantitative Analysis of the Geotropical Curvature in Dicotyledons. By M. J. DIJKMAN. (Communicated by Prof. F. A. F. C. WENT.)

(Communicated at the meeting of September 30, 1933).

In 1930 a paper appeared by DOLK (1), entitled „Geotropie en Groei-stof“. In this paper he published the results of his ingenious investigations concerning the distribution of growth-substance in horizontally placed coleoptiles of *Avena sativa* in connection with the geotropical curvature. DOLK (1) showed that under the influence of gravity the lower half of the coleoptile obtains more growth-substance than the upper half. He also pointed out that there was no geo-growth-reaction, (which he proved by growth-measurements) in plants placed on a clinostat with horizontal axis. On the basis of these data he came to an explanation of the geotropical

curvature, which should be the result of the unequal growth between the two sides of the coleoptile, due to the unequal distribution of one of the factors (growth-substance) who dominate the growth-process.

In connection with this it may be asked whether the distribution of growth-substance could be influenced by gravity in dicotyledons and whether (supposing this distribution is influenced in the same way as in the coleoptiles of oat seedlings) it would be possible to explain the geotropical curvature quantitatively by the difference in the amount of growth-substance between the upper- and lower side.

As experimental plants were chosen etiolated seedlings of two pure lines of *Lupinus*, *Lupinus albus* and *Lupinus angustifolius*¹⁾, of which the hypocotyls were used for the geotropical experiments.

Before a description of the experiments, it seems necessary however to give some particulars concerning the distribution of growth-substance in the seedling, for, according to experiments of DU BUY and NUERNBERGK (2), VAN OVERBEEK (3) and UILDERT (4) the distribution of growth-substance differs greatly in different plants and nothing is as yet known on this subject for *Lupinus*. The seedlings were grown in saw dust in one of the dark rooms of the laboratory, where humidity and temperature are kept constant.

In order to know something about the growth of *Lupinus*, experiments were carried out in the way described by DU BUY and NUERNBERGK (2). To the 3 cm. long hypocotyls of 3 days old seedlings, tin-foil marks were attached about 1 cm. apart. By following the position of these marks during 6 days it proved that in *Lupinus albus* nearly the entire hypocotyl is growing.

When decapitated, *Lupinus* hypocotyls keep on growing for hours at the same rate.

As very little is known about the growth-substance in plants of this type, (BEYER (5), FLIRY (6)). I examined the occurrence of growth-substance in the hypocotyl. Cylinders of 7 mm. length were cut from the hypocotyls of seedlings of 3, 4 and 6 days old. During one hour these cylinders were put on blocks of pure agar measuring $2 \times 2 \times 0.9$ mm. in vapour-saturated glass-dishes. Subsequently the cylinders were removed and the agarblocks analysed in the usual way, (see F. W. WENT (7), H. G. v. D. WEY (8)).

Table I shows that the hypocotyls contain a considerable amount of growth-substance, which explains the prolonged growth of the decapitated hypocotyls.

Now it had to be examined if there is any centre of production of the growth-substance. The next point to settle was whether and where this centre is localised.

In regard to the facts given by v. OVERBEEK (3) for *Raphanus sativus*

¹⁾ On account of space, only the data obtained with *L. albus* are given here, but it might be stated that similar results are obtained with *L. angustifolius*.

TABLE I.

Quantities of growth-substance¹⁾ from cylinders of 7 mm. length, cut from the hypocotyls, at a distance of 1½ cm. from the cotyledons. The cylinders were taken from the hypocotyls of seedlings 3, 4 and 6 days old. Time of extraction: 1 hour. Mean value for 48 cylinders.

Age of seedlings	Mean length of the hypocotyls	Quantity of growth-substance extracted from the cylinders
3 days	1.5 cm.	9° ± 0.4
4 days	3.0 cm.	8° ± 0.4
6 days	7.5 cm.	9° ± 0.3

and *Lepidium sativum*, where the cotyledons were the main production centres of auxin, the *Lupinus*-cotyledons were examined. A number of cotyledons were isolated and brought in contact with blocks of pure agar, care being taken to prevent drying out. After one hour, the blocks were analysed on oat seedlings. Only in a few cases a hardly measurable curvature could be detected as is shown in Table II.

To determine whether there really was no growth-substance in the cotyledons, or if for any reason the auxin could not diffuse into the agar block I used the concentration-method of KÖGL and HAAGEN-SMIT (9). As one can find a full description in their paper, I only need to mention the prin-

TABLE II.

Comparison between the quantities of growth-substance extracted from the cotyledons, cylinders of the hypocotyls and plumulae of 6 days old seedlings of *Lupinus albus*, (all values were obtained in one experiment). Extraction with blocks of agar. Time of extraction: 1 hour. Mean value for 48 objects.

Quantity of growth-substance extracted from: cotyledons	0.4°
Cylinders of hypocotyls	7.0° ± 0.4
Plumulae	10.0° ± 0.3

cipal points: 400—600 cotyledons of 3-day old seedlings were put on wet sand, after 6 hours the water in which the auxin had diffused was sucked off through a filter and the water was shaken with peroxide-free ether. After this procedure the water was removed the growth-substance being dissolved in the ether. Then the ether is evaporated and the growth-substance remains, in highly concentrated condition. This concentrate is diluted by addition of an aqueous solution of KCL and acetic-acid. In this way the

¹⁾ The quantity of growth-substance is expressed in degrees of curvature of a coleoptile of *Avena*, on which the block of agar (containing growth-substance) is placed asymmetrically.

cotyledons furnished an amount of growth-substance corresponding to 0.8° per hour per agarblock.

A short time ago, a paper by BOYSEN-JENSEN (10) appeared, in which he described a new method to extract growth-substance out of plant organs, when the two methods described above, do not yield any auxin. BOYSEN-JENSEN (10) used dextrose-agar. When for instance root-tips were placed on blocks of this agar, he could show the blocks to contain auxin. Therefore it was of interest to determine whether by this method an appreciable amount of growth-substance could be obtained from the cotyledons. This, however, proved not to be the case, so that we must suppose that the cotyledons of *Lupinus* are not the production-centres of the growth-substance. The nearest explanation is the supposition: growth-substance is made out of nutritious substances in the places where it is needed, i.e.: the hypocotyls and plumulae. This supposition becomes more probable when we consider the fact that the transport of the growth-substance, both in the plumulae and the hypocotyl, is from the top to the bottom, see Table III.

TABLE III.

Quantities of growth-substance transported through cylinders of hypocotyls and of the stem of the plumulae of *Lupinus albus* in normal- and inverted position. The length of the cylinders was 7 mm. Age of seedlings 9 days. Time of transportation: 3 hours. Concentration of the growth-substance 100°.

Cylinders of hypocotyls		Cylinders of the stem of the plumulae	
upright	inverse	upright	inverse
17.8°	0.5°	14.0°	0.0°

In spite of growth-substance going only from the top to the bottom, it is found in the plumulae of 6 days old seedlings and in the developed leaves of 10 days old plants, compare Table IV.

TABLE IV.

Quantities of growth-substance extracted from the plumulae of 6 days old seedlings and from the developed leaves of 10 days old plants of *Lupinus albus*.

Quantity of growth-substance extracted from plumulae, time of extraction: 1 hour. Mean of 48 plumulae	10.0° ± 0.5
Quantity of auxin extracted from leaves, time of extraction: 2 hours. Mean of 12 leaves	12.0° ± 0.4

Moreover VAN OVERBEEK (3) showed for *Rhaphanus sativus* that the formation of growth-substance coincides with assimilation. This factor can not operate in the dark, however.

Experiments concerning the influence of gravity on the distribution of growth-substance in the horizontally placed hypocotyl.

To study the influence of gravity on the distribution of growth-substance in hypocotyls, cylinders cut from 6 days old seedlings were used. From each hypocotyl only one cylinder of 7 mm.¹⁾ was cut at a distance of about 1½ cm. from the cotyledons. Six of these cylinders were placed on a safety-razor blade, so that the edge entered about 1½ mm. into the cylinders. In this way the attachment was solid enough, so that never a cylinder dropped from the blade during the experiments.

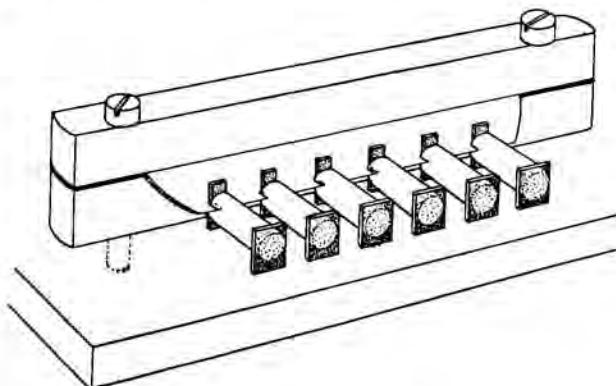


Fig. 1. Cylinders of hypocotyls of *Lupinus albus* during the experiment, in horizontal position, on the razor blade. At the top (front in figure) the big blocks of agar containing α -auxin. At the basis the two separate blocks of pure agar.

On the top of the cylinders were placed blocks of agar, containing α -auxin, kindly furnished by Prof. KÖGL and Dr. HAAGEN-SMIT. To the basis of the cylinders two pure agarblocks were attached, one to the upper- and one to the lowerhalf, (Fig. I). The whole arrangement was placed, in a horizontal position, in a tin-box in a vapour-saturated atmosphere, in order that the blocks of agar and the cylinders should not dry out. After 4 hours the amount of growth-substance diffused into the basal-blocks was analysed in the usual way, care being taken that in these experiments the growth of the cylinders was inhibited. This was done by keeping them as dry as possible, so that the original amounts of growth-substance found in the upper- and in the lowerhalf were not decreased by metabolism.

The results indicated that in fact the lowerhalfs of the cylinders contain more growth-substance than the upperhalfs.

Table V. and Fig. II. show the quantitative amounts of growth-substance in the upper- and lowerhalfs of the horizontal cylinder; in normal position the quantity of growth-substance is equal on both sides.

¹⁾ These experiments also were carried out with cylinders of 16 mm. length; the results were the same as those obtained with the 7 mm. cylinders.

TABLE V.

Quantitative amount of growth-substance extracted from both halves of cylinders of hypocotyls of *Lupinus albus* in horizontal position and from cylinders in upright position. Extraction during the horizontal exposure during 4 hours. Concentration of the auxin: 100%.

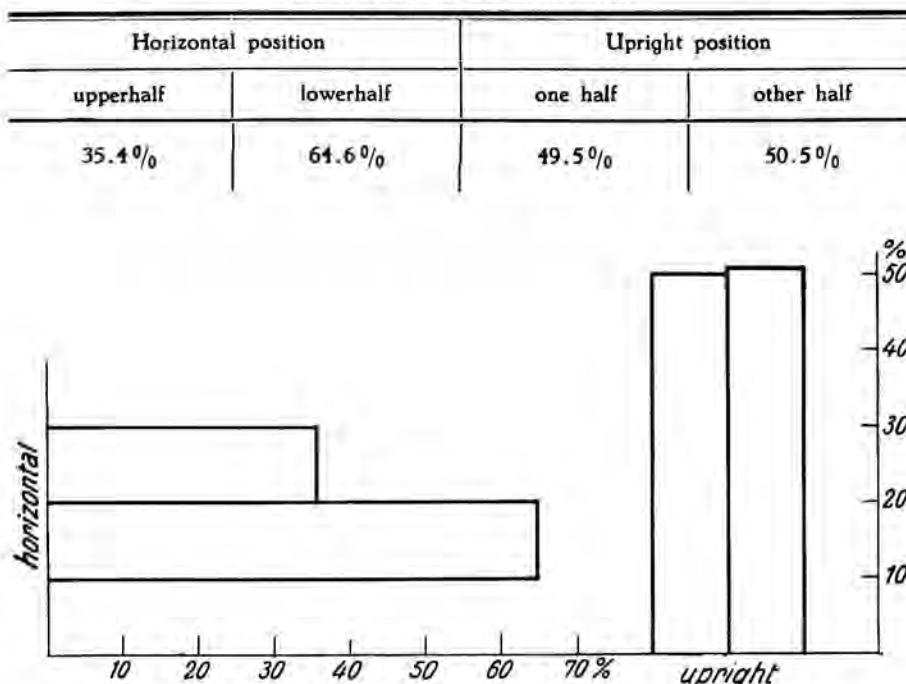


Fig. 2. Diagram showing on its left side the amounts of growth-substance extracted from the upper- and lowerhalf of the hypocotyl-cylinders in horizontal position (mean of 300 plants), and on its right side the amounts extracted from both sides of the hypocotyl-cylinders in upright position.

The figures given above show that the lowerhalf receives 29 % more (from the total amount) auxin than the upperhalf.

*Gravity causes a change in the distribution of auxin in the hypocotyls of *Lupinus albus*, like in *Avena* coleoptiles, as shown by DOLK (1) and, just as for *Avena* coleoptiles, the presence of the top is not necessary for the unequal distribution of the growth-substance in the hypocotyls of *Lupinus albus*.*

As stated before the hypocotyls contain growth-substance; therefore it was interesting to know whether the same results could be obtained by transport experiments in which no a-auxin was applied. A number of hypocotyl-cylinders of 4 days old seedlings were treated in the same way as in the experiments described above, without using the top-agarblock with a-auxin. In this manner the distribution of the growth-substance present in the hypocotyl was measured.

Table VI shows us that in fact the results obtained with cylinders provided with blocks of a-auxin agar, correspond with the results obtained by using the cylinders with the "own" growth-substance.

TABLE VI.

Quantities of "own" growth-substance extracted from the upper- and lowerhalf of cylinders of hypocotyls of 4 days old *Lupinus albus* seedlings. Time of extraction: 2 hours. Length of the cylinders 7 mm. Mean of 12 cylinders.

Upperhalf	Lowerhalf
$7^\circ \pm 0.4$	$9.3^\circ \pm 0.3$

Quantitative analysis of the geotropical curvature.

In the foregoing lines it has been shown that in fact gravity causes a change in the distribution of auxin in the horizontally placed hypocotyls. The lowerhalf obtains 29 % more growth-substance than the upper half.

By the investigations of WENT (7) and v. d. WEY (8) we know that in *Avena* there is a constant ratio between the growth-rate and the amount of growth-substance in the growing part of the coleoptile.

When we compare the difference in growth-substance and the difference in length between the lower- and the upperhalf of the curved hypocotyl; it is evident that there must be the same ratio between their increase in length as between the amounts of growth-substance (for longitudinal-growth in normal position).¹⁾

We see on Figure III the hypocotyl-cylinder *ABCD* on the razor-blade *Rb*, with the two blocks of pure agar *ag*, attached to the upper- and lowerhalf of the cylinder.

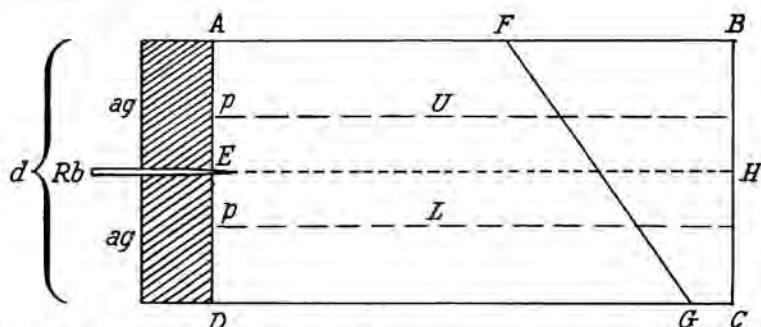


Fig. 3. Scheme of a hypocotyl-cylinder in horizontal position on a razorblade.
Description in text.

¹⁾ Supposing the growth increases in the same proportion as the increase of the concentration of the growth-substance. Experiments to determine the relation between the growth and the concentration of the growth-substance are in progress.

Supposing the concentration of the growth-substance increases gradually from the upper- to the lower side, as is represented in Fig. by the line FG . Then we may assume that the concentration in the upper block of agar will correspond with that on the level U and the concentration in the lower one will correspond with that on the level L , the distance between these levels and EH being $pE = \frac{4}{10} AE$ and $p'E = \frac{4}{10} ED$. We must know, therefore, the difference in length between the lines U and L . This difference has been calculated in the following way, see Fig. IV. In this Fig. the curved part of the hypocotyl is shown schematically.

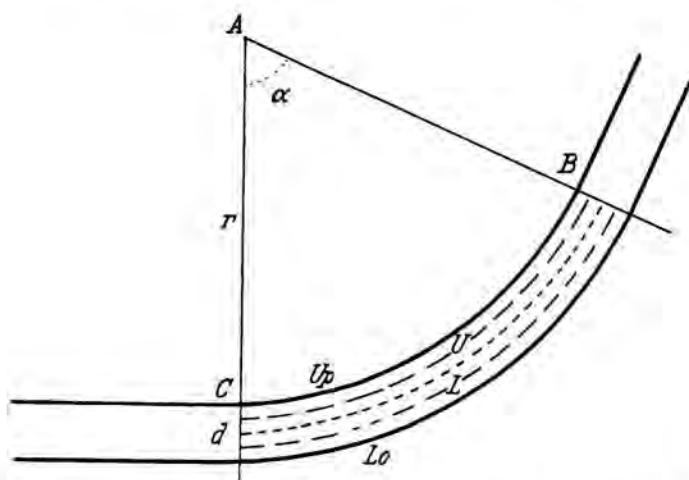


Fig. 4. Scheme of a geotropically curved hypocotyl. Description in text.

Up . is the upper- an Lo . the lower side of the hypocotyl; d . is the diameter, α is the amount of the curvature which the hypocotyl shows after having been in a horizontal position for 4 hours; r . is the radius of the circle segment ABC .

The length of Up . is $\frac{2\pi r \alpha}{360}$.

and that of Lo . is $\frac{2\pi(r+d)\alpha}{360}$.

The difference in length between these two is therefore $\frac{2\pi da}{360}$, but as we must know the difference at the level of U and L , which are situated at $\frac{4}{10} r$ from E , this expression changes into $\frac{\pi^8/10 da}{360}$.

The data necessary for the calculation of the difference in length between the upper- and lower side of the curved hypocotyl are:

1. the angle α .
2. the diameter d . of the hypocotyls.

Sub. 1. To determine the angle α , a number of hypocotyls were treated

in the following way; the top with the cotyledons and the roots were cut off, after which the hypocotyls were placed in glass-tubes filled with water, and placed in a horizontal position during 4 hours. In this way the experiments were made under the same conditions as the transport-experiments, where isolated cylinders of the hypocotyls were used. After 4 hours shadowgraphs were made of the curvatures by pinning the hypocotyls on sensitive paper. That the hypocotyls were not in the least influenced by this operation is shown in Table VII, where the curvatures of intact plants and those of isolated ones, caused by an exposure in a horizontal position are compared, and in Table VIII where the growth in the normal position of intact hypocotyls is compared with that of isolated ones.

TABLE VII.

Comparison between the curvatures of intact plants and those of isolated hypocotyls of *Lupinus albus*, caused by an exposure in a horizontal position. Time of exposure: 4 hours.

Intact plants	Isolated hypocotyls
$59.0^\circ \pm 4.0$	$48.3^\circ \pm 3.0$

TABLE VIII.

Comparison between the growth in normal position of intact plants with that of isolated hypocotyls.

Intact plants	Isolated hypocotyls
$0.48 \text{ mm.} \pm 0.2 \text{ per hour}$	$0.49 \text{ mm.} \pm 0.5 \text{ per hour}$

The average angle, measured at 250 hypocotyls, proved to be 45.6° per 4 hours.

Sub. 2. The same shadowgraphs from which the curvatures were measured, were also used for the determination of the diameter of the hypocotyls. By means of a transparent celluloid ruler, upon which an accurate millimeterscale was drawn, laid across the middle of the curved part of the silhouettes of the hypocotyls, the diameter could be read directly. The average of 250 determinations was 3.8 mm.

By putting these data into the formula $\frac{\pi^2/10d^2}{360}$, we are able to calculate the difference in increase of length between the upper- and lower side of the hypocotyl. This proved to be 1.21 mm. per 4 hours.

The growth of hypocotyls in normal position was measured with a cathetometer. The hypocotyls were treated in the same way as in the curving experiments. The growth was measured each hour, during 4 or 5 hours, or after 4 hours, in the same way as indicated by VAN OVERBEEK (3), only the tin-foil marks were attached to the side of the hypocotyls, instead

of the back, because the hypocotyls were not transparent enough to allow the marks to be seen through them. The average from the measurements was 2.35 mm. per 4 hours.

When there is no geo-growth-reaction, as (DOLK (1) and CHOLODNY (11)) showed, then the geotropical curvature must be the result of the difference in growth between the upper- and lowerhalf, due to the unequal distribution of growth-substance. We know the difference in length between the two halves of the curved hypocotyl, and the difference in the amount of auxin between these two. Supposing this idea to be right the fraction $\frac{1.21}{29}$ must be equal to the fraction $\frac{2.35}{50}$ (where the denominator 50 stands for the procentual division of the growth-substance in the hypocotyl in normal position, which is supposed to be equal on all sides). In calculating, we find 0.041 and 0.047.

These two figures are practically alike, *which proves that the geotropical curvature may be explained quantitatively by the difference in the amount of growth-substance between the upper- and lowerhalf of the horizontally placed hypocotyls.*

Contrary to the phototropical curvature, this curvature being the result of a. the unequal distribution of growth-substance and b. the different sensitivity of the cells to growth-substance on the illuminated side and on the shaded side as shown by VAN OVERBEEK (3); the geotropical curvature is caused exclusively by the unequal distribution of the growth-substance.

This proves therefore that the CHOLODNY-WENT-theory completely explains geotropism in Dicotyledons.

It also agrees with the results of DOLK (1) and CHOLODNY (11): there is no geo-growth-reaction, because the growth in normal position is equal to that in horizontal position.

A more detailed report will be published later on.

LITERATURE CITED.

1. DOLK, H. E.: Dissertation, Utrecht, 1930.
2. DU BUY, H. G. and NUERNBERGK, E.: Ergebnisse der Biologie, Vol. 9, 1, 1932, p. 358.
3. VAN OVERBEEK, J.: Rec. trav. bot. néerl. 30 (1933), p. 537.
4. UILDERT, I.: Dissertation, Utrecht, 1931.
5. BEYER, AD.: Biol. Zbl. 45, 683, 746. Leipzig, 1925.
6. FLIRY, M.: Jl. Bot. 77, 150. Leipzig, 1932.
7. WENT, F. W.: Rec. trav. bot. néerl. 25 (1928), p. 1.
8. VAN DER WEY, H. G.: Proc. Kon. Akad. Wet. Amsterdam, Vol. XXXIV, N°. 6, 1931.
9. KÖGL, F. and HAAGEN SMIT, A. J.: Proc. Kon. Akad. Wet. Amsterdam, Vol. XXXIV, N°. 10, 1931.
10. BOYSEN JENSEN, P.: Planta, B. 19, H. 2.
11. CHOLODNY, N.: Planta (Berl.) 7, 702, 1929.

Botanical Laboratory.

Utrecht, September 1933.

Botany. — *On the occurrence of growth substance in marine algae.* By
H. G. VAN DER WEIJ. (Communicated by Prof. F. A. F. C. WENT.)

(Communicated at the meeting of September 30, 1933).

As yet the occurrence of growth substance has been stated in many organs of mono- and dicotyledons, and in most of these cases its role as a substance necessary for the extension of the cell could be proved. But researches on growth substance in algae have not yet been carried out. Just because these organisms have a simpler structure than the higher plants, such experiments seem to me of particular interest for the whole problem: growth substance (auxin).

In this paper I will give a short account of the researches I made on this subject at the Naples Zoological Station. I disposed there of the material necessary for the analysis of growth substance (cultures of oat seedlings and so on) and of a definite auxin product¹⁾. Analysis of growth substance could be verified with a solution of this product.

At first I tried to extract growth substance from tips of the thallus of several green, red and brown algae by placing them on slices of sea water containing agar agar²⁾; in the same way F. W. WENT extracted for the first time growth substance from coleoptile tips of *Avena*. Notwithstanding these investigations were varied in nearly every respect, only negative results could be obtained.

Secondly I tested the sap, pressed from several kinds of algae. Therefore slices of agar agar were put into the sap for some time, and the degree of growth substance of this agar agar was measured in the usual way. No growth substance could be detected.

In the same way the cell sap of *Valonia utricularis* and of *Valonia macrophysa* was tested with the same result. This sap could be gained by opening specimens of these algae with a lancet.

It was possible, that the degree of growth substance of these saps was too low to be detected by direct analysis in the way mentioned above. Therefore I gathered about 100 cc of such sap and transmitted the growth substance of these 100 cc sap into $\frac{1}{2}$ or 1 cc of water, among others by means of an extraction with peroxyd free aether.

I did not even succeed in this way in showing the occurrence of growth substance in the saps, pressed from algae.

¹⁾ I have to thank Prof. Dr. F. KOEGL and Dr. A. J. HAAGEN SMIT for this auxin product.

²⁾ The salt concentration of the sea water does not influence the curvatures of the oat seedlings, caused by the growth substance.

But in the cell sap, gathered from young specimens of *Valonia macrophysa* (young! consequently probably in a relative rapid state of growth!) a concentration of growth substance was stated in three experiments varying from 0.100 to 0.175°, corresponding with 0.00012 to 0.00021 mg auxin per liter.

Beside the cell walls of the same material were extracted with peroxyd free aether. The cell wall of *Valonia macrophysa* (including the adhering protoplasm layer) appeared to contain nearly the same quantity of growth substance as the cell sap, the concentration of growth substance in the wall being at least 20 times higher than in the sap.

It appeared impossible to get a satisfying growth of marine algae in raw culture; and as the time I was able to stay at Naples did not allow for isolating algae in pure culture, I did not succeed in influencing their growth with auxin.

I hope to give a more detailed description of these investigations in the "Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli".

Botanical Laboratory.

Utrecht, August 1933.

Botany. — Über Wuchsstoff bei *Elaeagnus angustifolius*. Von H. G. VAN DER WEIJ. (Communicated by Prof. F. A. F. C. WENT.)

(Communicated at the meeting of September 30, 1933).

Es wurden bis jetzt noch keine Versuche vorgenommen um Wuchsstoff in holzigen Gewächsen aufzufinden. Neben den Untersuchungen über Wuchsstoff bei Meeresalgen (VAN DER WEIJ, 1933) habe ich während meines Aufenthalts an der zoologischen Station zu Neapel u. A. vorläufig versucht, Wuchsstoff aus jungen Trieben eines sprossenden Exemplares von *Elaeagnus angustifolius* zu extrahieren. Das geschah in der von F. W. WENT (1928) eingeführten Weise dadurch, dass ich in einer feuchten Kammer junge Organe mit ihrer Basis auf ein Agarplättchen hinstellte. Nach ein paar Stunden wurden die Planzenorgane entfernt, und das Plättchen wurde mit den mir in Neapel zur Verfügung stehenden Versuchsbedingungen auf dessen Wuchsstoffgehalt untersucht.

Versuch 1.

- a. 4 zweiblättrige Stücke eines jungen Stengeltriebes standen während 5 Stunden auf einem $6 \times 8 \times 0.9$ cmm grossen Agarplättchen. Bei der Wuchsstoffanalyse dieses Plättchens traten Grenzwinkel auf.
- b. 7 Vegetationsspitzen (die oberen 3 bis 4 mm eines jungen Triebes) standen während 5 Stunden auf einem Agarplättchen. Das Plättchen enthielt dann noch keine nachweisbare Wuchsstoffmenge.

Versuch 2.

- a. 2 zweiblättrige Stengelstücke befanden sich während 2 Stunden auf einem Agarplättchen. Das Plättchen hatte dann einen Wuchsstoffgehalt von 8° .
- b. 4 einblättrige Stengelstücke standen während 2 Stunden *invers* auf einem Agarplättchen. Es enthielt dann noch keine nachweisbare Wuchsstoffmenge.

Versuch 3.

- a. 2 einblättrige Stengelstücke standen während 3 Stunden auf einem Agarplättchen.
- b. 4 einblättrige Stengelstücke standen 3 Stunden lang *invers* auf einem Agarplättchen.

Es ergaben sich die folgenden Wuchsstoffanalysen:

- a. 2 Blätter 3 Std. *normal* auf Agar. Krümmung: $4.6 \pm 0.7^{\circ}$.
- b. 4 Blätter 3 Std. *invers* auf Agar. .. : $0.3 \pm 0.8^{\circ}$.
- 5° starke Standardlösung von Auxin.¹⁾ .. : $6.4 \pm 0.7^{\circ}$.

Die Ergebnisse dieser drei Versuche sind folgenderweise zusammenzufassen:

1. Auf Agar befindliche junge Blätter von *Elaeagnus angustifolius* geben daran nachweisbare Wuchsstoffmengen ab (Vers. 1a, 2a, 3a). Vegetationsspitzen dagegen nicht (Vers. 1b).
2. Der von den jungen Blättern gebildete Wuchsstoff wird im Stengel nur in basaler Richtung transportiert (Vers. 2 und 3).

Es ist damit natürlich noch nicht bewiesen, dass der in den Blättern gebildete Wuchsstoff für das Längenwachstum des darunter befindlichen Stengelteiles benutzt wird. Allein es ist wohl kaum was anderes zu erwarten, und es findet F. W. WENT's „Ohne Wuchsstoff kein Wachstum“ in seiner Allgemeinheit sicher eine Stütze in diesen Befunden.

LITERATUR.

- VAN DER WEIJ, H. G., 1933. On the occurrence of growth substance in marine algae.
Proc. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam, 36, S. 759.
- WENT, F. W., 1928. Wuchsstoff und Wachstum. Rec. d. Trav. bot. néerl. 25, S. 1.

¹⁾ Diese Lösung, welche mir vom Herrn Prof. Dr. F. KOEGL und Herrn Dr. A. J. HAAGEN SMIT liebenswürdigerweise überlassen wurde, hatte eine Konzentration von 0.006 mg Auxin im Liter.

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN
TE AMSTERDAM

PROCEEDINGS

VOLUME XXXVI

No. 8

President: J. VAN DER HOEVE

Secretary: B. BROUWER

CONTENTS

- L. S. ORNSTEIN: "The problem of the unit of light", p. 764.
- EJNAR HERTZSPRUNG: "On the Collaboration between the Observatories of Johannesburg and Leiden concerning photographic Measures of Double Stars", p. 769. (With one plate).
- A. A. NIJLAND: "Mittlere Lichtkurven von langperiodischen Veränderlichen. XV. W Andromedae", p. 772.
- F. A. H. SCHREINEMAKERS: "Stationary, checked and other states of osmotic systems", III, p. 779.
- F. M. JAEGER and E. ROSENBOHM: "The Exact Measurement of the Specific Heats of Metals at Higher Temperatures. XII. The Specific Heat of metallic Rhenium", p. 786.
- H. A. BROUWER and H. JANSEN: "Structure of the Sierra de Baza and adjacent regions in southern Spain", p. 788. (With one plate).
- H. P. BOTTELIER: "Über den Einfluss des Lichtes auf die Protoplasmaströmung von Avena". (Communicated by Prof. F. A. F. C. WENT), p. 790.
- K. MANSOUR und J. J. MANSOUR-BEK: "Zur Frage der Holzverdauung durch Insektenlarven". (Communicated by Prof. H. JORDAN), p. 795.

Physics. — *The problem of the unit of light.* By L. S. ORNSTEIN.

(Communicated at the meeting of September 30, 1933.)

Since many years the problem of the unit of light is discussed in the cercles of technical science. In many contries the international lumen or the Hefner candle are legal unit, however, a scientific problem cannot be solved by law.

For the solution of the eminent practical problem of the photometry of lamps a number of incandescent lamps with carbon filament are kept as primary standards of light in the National laboratories. By comparing those lamps an international scale of light intensity is maintained.

If the measurement of the commercial lamps ought to be performed, a difficulty rises by the fact that the temperature of the carbonlamps is rather low so that their radiation is yellow, while the colour of the usual lamps is much more white. The difficult problem of heterochromatic photometry rises. This fact and also the differences between the standards of the National laboratories caused that the wish occurred to get a standard of such physical properties that its radiation under given circumstances would be reproducible and would furnish a distribution of the energy as a function of wavelength known in absolute measure. The importance of the black body radiation from theoretical standpoint suggested to choose a black body as a primary standard of light. Indeed if the temperature of such a body is known and if its blackness is sufficiently tested we would have a radiator with known energy radiation, given by the Planck-formula. There is no objection against taking such a black body as a primary standard, if only the measurement of temperature and the control of the black body character is possible with sufficient accuracy — and if further at the other side the problem of the heterochromatic photometry is solved. It is therefore necessary to develop methods of measurement for this control — and if we possess such methods, the importance of the black body as a primary standard falls away.

Before we shortly discuss the methods of measurement it is good to dwell still on the significance of the standard.

Suppose that we have a standard black body of given temperature then we ought to compare with this standard a light source of another temperature, we come therefore again to the difficulty already mentioned of comparing light sources of different colour. In order to express the intensity of a lamp in the standard as an unit, we want a method of comparing the brilliancy of light sources of different colour. This problem is however not a determined one; as it is necessary to judge the brilliancy using a

given criterion. If observers try to compare the brilliancy of a light source differing in colour some of them cannot (among them is no one less than HELMHOLTZ) give a determined decision, others however — but generally with small accuracy and reproducibility — are able to state in this case equality of brilliancy. Several methods have been developed to avoid the mentioned difficulty, all based on different criteria of equal brilliancy — I will however not dwell on these methods. One thing ought to be noticed, — the judgment of equality of brilliancy has only significance in connection to the criterion used. The value of this judgment from the standpoint of the lightning technique therefore is unknown. The fact that the difference of colour is totally neglected is a serious drawback from technical (and scientifical!) standpoint.

It is possible to determine for every wavelength the proportion of the energies of a standard and an arbitrary light source. The last can be expressed in the standard as an unit if the physiological effect of the different colours is characterised by numbers. The curve of sensitivity of the eye must be introduced. The number of units of the unknown lightsource is expressed in the standard by multiplying for the whole range of wavelength in the visible, the proportion of the energies with the eye sensitivity for the colour and adding the results. There are objections against this method. We must remark in the first place that the eye-sensitivity curve is dependant on the criterion used by its determination and that it can only be determined as a mean value.

If one compares a coloured source light f. i. a Sodium lamp with a continuous source one is struck by the "very relative value" of the number expressing the first source in the standard of light. If those two lamps have the same brilliancy defined in this way, their action as a source of illumination is quite different, and what is so evident in this extreme case is more generally true for continuous sources of different colour.

As we have already urged the control of the black body or any other light standard claims the necessity of a method of measurement, but at the other side this method can be substituted for the standard. In the Utrecht Institute such a method has been developed. Summarising the method is the following. A monochromatic image of known spectral width is formed by a monochromator and lenses from an arbitrary but constant light source.

The coloured image is measured absolutely with a thermopile. The intensity of an unknown light source for any wavelength can be compared spectroscopically with the image of the first source — the "image source". This image is the comparison source in the second measurement; it enables to eliminate the selective properties of the receptor.

In the original Utrecht method the comparison of the unknown and the

image light source was effected with the help of a spectrophotographic method to an accuracy which amounts 2—3 %, an accuracy which was far sufficient for the work on spectral intensities bearing to atomic physics. In the discussion at the Cambridge meeting of the I. I. C. this accuracy was considered to be too small for illumination problems, and a greater accuracy was thought necessary. At this purpose investigations are done in the Utrecht Institute with the cooperation of Miss EYMERS and Mr. VERMEULEN for the relative intensity measurement and of Mr. WOUDA for the absolute measurement. Using vacuum thermopile and a new vacuum bolometer combined with the MOLL—BURGER thermo-relais and measuring in a very accurate way the regions of wavelength originating from the monochromator or spectroscope, it was possible to attain for the relative measurement an accuracy of 1 %. In the relative measurement photoelectric cell as well as the Utrecht spectral-pyrometer could be used.

The measurement of the absolute intensity met with serious difficulties. Using other principles (pyrheliometer) it was already possible to attain an accuracy of 1 %. The great difficulty for the promille precision of the absolute measurement form for the moment the small deviations in thickness of the manganine films used. However the accuracy is already sufficient now to put the thesis that the only right way to characterise a light source is — to indicate the distribution of the light energy as a function of wavelength and its distribution in space.

For practical use substandards are useful which can serve to determine in a quick way the wavelength distribution of the energy. These standards can be calibrated with the method described. The method should be fixed by international agreement.

In this way the measurement of light is reduced to the c.g.s. system.

I will indicate two methods for determining in a quick way the energy distribution.

The first method gives the total flux of energy.

An unknown light source can be compared energetically with a known in the following way.

Put the known light source in an Ulbricht sphere and measure the intensity of the photometric screen with spectral pyrometer. Now put the unknown source in the sphere and measure again if the pyrometer is standardised for the intensity in each wavelength the comparison of the intensities of the lamps is possible for any wavelength in the visible. It is easily possible also to give the lumen value of the unknown lamp if the lumen value of the known lamp is given. The only assumption necessary is that of an eye-sensitivity curve. If we adopt any, the calculation is possible as an example given below gives the measurement for a lamp.

If it would be desirable — what is denied by the author — to keep the lumen as unit the best proceeding would be the following :

Define a lamp with an adopted distribution of energy as possessing a

chosen number of lumen. Adopt an eye-sensitivity curve, than in the way described the brilliancy of any lamp can be expressed in lumen.

Secondary standard.				Unknown lamp	
λ	Energy	Eye-sensitivity	Energy \times eye-sensitivity	Energy	Energy \times eye-sensitivity
6800	78	0.017	1.32	174	2.65
6600	70	0.061	4.37	162	9.8
6400	61.5	0.175	10.8	147.7	25.8
6200	53.5	0.384	20.4	134	51.1
6000	45.7	0.631	28.9	120	76.0
5800	38.6	0.870	33.5	106	92.0
5600	31.9	0.995	31.7	92.5	92.0
5400	25.8	0.954	24.6	79.5	75.8
5200	20.4	0.710	14.5	66.5	47.2
5000	15.8	0.323	5.1	55.0	17.8
4800	11.8	0.139	1.64	42.2	5.85
4600	8.6	0.060	0.52	34.2	2.05
			177.3		498.0
Tc 2400 K.			Tc. 2826 K.		
Number of Lumen 476			1340.		

Miss EYMMERS and Mr. VERMEULEN have given a method which enables to measure the flux of light in any direction by direct comparison of a black body of law temperature. (Compare these Proceedings 34, 1930). This method has been published in full detail in Revue d'Optique of Nov. 1933. I will shortly mention the principle here. The black body is used in order to calibrate the Utrecht spectral pyrometer (these Proceedings 35, 278, 1932) in absolute measure i.e. the pyrometer current corresponding with the brilliancy of the black body for chosen wavelength is determined; the relative calibration for each colour can be operated as described in the paper mentioned above.

The method proceeds further in the following way. A white plane (fig. 1) is illuminated by an arbitrary but constant source L and the brilliancy in the direction b measured by the pyrometer (and expressed in the known black body brilliancy). The light (fig. 2) going in the direction b illuminates a white plane B . Knowing the surface and mutual situation of A and B the brilliancy of B can be expressed in that of A which is known. The brilliancy in the direction c is measured with the

pyrometer, and as B has a known brilliancy we calibrate in absolute measure the pyrometer for the fixed direction c . Now taking away

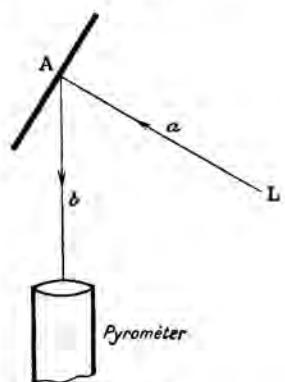


Fig. 1.

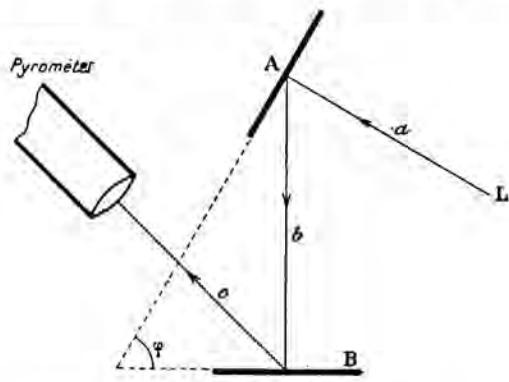


Fig. 2.

L and A and putting an unknown light source in A , we can measure the flux of light going in the direction b by the pyrometer which was calibrated following the method described.

The given methods enable the calibration of any lamp — it can be applied as well for continuous as for sources emitting lines. For continuous sources the problem can, if the accuracy ought not to be very great, be simplified: with fairly good approximation the relative intensity distribution in the visible is given for such sources by a Wien law, the temperature characterising this law, the colour temperature, is sufficient for the description relative of the distribution and only one further absolute value of energy is necessary.

We want at least two numerical data in order to characterise a continuous source — the lumen value alone is quite insufficient.

It is perfectly without sense to speak of the lumen-value of light sources emitting lines and it is also dangerous as the value of such sources in practice is not determined by this "fictive" lumen value.

The development of the science of illumination only can be advanced by the canceling of the lumen as an unit and by replacing it by quantities which are defined in purely physical way and can be measured by exact physical methods. The study of the problems still open in illumination which are physiological and psychological will be promoted, the illumination engineer will see in this way better what is the real problem not longer being embarrassed by the only apparent certainty of the lumen.

Summary.

1. The radiation of a light source ought to be expressed in the energy in absolute measure, as function of wavelength and distribution in space.
2. A standard method of calibration has been worked out, now with an accuracy of 1% for relative and 1% for absolute measurement.

3. A method is described which enables to calibrate quickly:
 - a) substandard for total radiation.
 - b) substandard for radiation in a given direction, the last with the help of a black body of low temperature.
 4. By the definition of a given energy distribution as „a lumen” and the fixation by definition of an eye-sensitivity curve, it is possible by the methods of 3 to measure the lumen value of any lamp.
 5. For lightning practice the lumen unity is not suitable. For continuous sources (Incandescent lamps) only colour-temperature and the value one energy in absolute measure are sufficient data.
-

Astronomy.—On the Collaboration between the Observatories of Johannesburg and Leiden concerning photographic Measures of Double Stars.
By EJNAR HERTZSPRUNG.

(Communicated at the meeting of September 30, 1933.)

Originally the collaboration between the observatories of Johannesburg and Leiden was merely confined to variable stars, the plates being taken in Johannesburg and generally worked up in Leiden.

Since the erection of the 67 cm visual refractor at the Union Observatory this instrument has been used by W. H. VAN DEN BOS and W. S. FINSEN principally for micrometrical measures of double stars. However, a commencement has been made also to photograph double stars with this refractor. The way, in which this is done, is the same as that formerly used by the writer in Potsdam and described in Potsdam Publ. №. 75; 1920. The main points of the procedure are the following:

1. The photographs are taken — preferably with a visual refractor — behind a yellow screen on erythrosinsilverplates, which show a sharp maximum of sensitiveness for light of wavelength about $550 \text{ m } \mu$. In this way white and yellow stars show practically the same effective wavelength and (consequently) also refraction.

2. Four different coarse gratings, to be placed in front of the objective, are used giving respectively 1, 2, 3 and 4 magnitudes difference between the central image and the diffraction images of the first order. The mean of the positions of the two diffraction images of the brighter star is used instead of the position of its central image. In this way the difference in magnitude between the two components of a double star is practically compensated, thus avoiding a possible magnitude equation.

3. The measures are made by micrometrical motion of the plate (or of the microscope). In this way constancy of the screw value is guaranteed in contradistinction to the case, where an eyepiece micrometer is used. This point is of special importance because:

4. The plates are measured both in the ordinary way with the film turned towards the microscope and through the glass, the plate being turned between the two measures through 180° round an axis parallel to the pointing thread of the microscope. The idea is to eliminate systematic errors arising from inaccuracy in the orientation between the axis of the screw, the pointing thread of the microscope, the motion of the plate at right angles to the micrometerscrew and the motion of the microscope, which last motion is used for the quick orientation of the plate in the co-ordinate parallel to the daily motion.

The precautions mentioned are partly considered as necessary for obtaining accurate results and partly as convenient means for automatical elimination of errors, which it would be circumstantial to determine and to take into consideration.

The number of exposures on one plate is ordinarily between 25 and 100. So far about 300 more or less successful plates have been taken by W. H. VAN DEN BOS and W. S. FINSEN, of which a few together with the writer. Up till now about 80 of these plates have been measured in Leiden using a machine of the kind described above and achieved through a personal grant from the Danish Carlsberg Foundation.

As an example of the results obtained I have chosen the 11 plates of α Centauri taken between 1929.2 and 1932.5 and listed in the accompanying table.

The scale of the plates is 1 mm = $18''.9$.

The numbers n_f and n_g indicate how many exposures have been measured respectively with the film in front and through the glass. The mean errors given for $\Delta\alpha \cos\delta$ and $\Delta\delta$ are derived from the internal agreement of the different images. The plates marked B: VAN DEN BOS and φ : FINSEN were measured at the Johannesburg Station of the Yale Observatory and the rest in Leiden by the writer.

The values of O-C have been derived by comparison of the observations with the orbital elements $M = 40^{\text{a}}.5$ ($t - 1875^{\text{a}}.76$), $e = .52$, $G = +8''.6200$, $B = +6''.9769$, $F = -13''.4128$ and $G = -4''.2323$, where n , T and e have, slightly rounded off, been taken from U. O. C. 68 (orbit by FINSEN). The THIELE-elements as modified by INNES, A, B, F and G, were then derived from the photographic measures, giving all 11 plates the same weight. The mean error of one plate in each co-ordinate is thus found to be $\pm .0065$. The general agreement with the "internal" mean error is so close that the real mean error of one plate is presumably somewhat larger than $\pm .0065$. But even so the accuracy obtained is satisfactory, though a considerable amount of labour is involved in measuring the plates, the total number of settings used here being 14926.

The later plates of α Centauri have been taken with the grating giving 2 magnitudes difference between the central image and the diffraction images of the first order. The images of the second order of the brighter component and of the first order of the fainter one are then nearly of the

EJNAR HERTZSPRUNG: ON THE COLLABORATION BETWEEN THE
OBSERVATORIES OF JOHANNESBURG AND LEIDEN CONCERNING PHOTO-
GRAPHIC MEASURES OF DOUBLE STARS.



α Centauri

Date	n_f, n_g	$\Delta \alpha \cos \delta$	m.e.	$O-C$	n_f, n_g	$\Delta \delta$	m.e.	$O-C$	
1929 \cdot 245	116, 116	$-6''\cdot 511$	$\pm ''\cdot 006$	$-''\cdot 002$	116, 116	$-3''\cdot 447$	$\pm ''\cdot 007$	$''\cdot 000$	"
\cdot 251	111, 115	6 \cdot 508	7	- 1	111, 111	3 \cdot 438	8	+ 5	B
\cdot 459	140, 139	6 \cdot 423	10	- 2	116, 106	3 \cdot 286	9	- 11	"
\cdot 472	130, 131	6 \cdot 417	7	- 2	135, 141	3 \cdot 261	7	+ 3	B
1930 \cdot 288	47, 44	6 \cdot 064	9	+ 7	47, 48	2 \cdot 600	11	+ 2	HZG
\cdot 291	74, 76	6 \cdot 071	8	- 1	76, 72	2 \cdot 602	7	- 3	"
1931 \cdot 260	50, 46	5 \cdot 655	14	- 7	46, 40	1 \cdot 795	12	+ 12	"
\cdot 323	70, 73	5 \cdot 611	7	+ 10	76, 75	1 \cdot 757	8	- 1	"
\cdot 348	46, 41	5 \cdot 605	11	+ 5	41, 46	1 \cdot 737	13	- 2	"
1932 \cdot 412	126, 113	5 \cdot 139	4	- 9	129, 118	1 \cdot 870	5	- 9	"
\cdot 453	221, 224	5 \cdot 110	2	+ 1	223, 221	1 \cdot 824	3	+ 3	"

same intensity and have been used for measurement. The accompanying figure shows the appearance of such an image.

One of the most fascinating questions in astronomy is, whether our sun with its planets is an exception from the rule or not. In this connection the fact may be recalled that the mass of the planet Jupiter is about one thousandth part of that of the sun and its distance from the sun about 5 times that of the earth. The displacement of the sun caused by Jupiter has therefore a range of one hundredth of an astronomical unit. The parallax of α Centauri is ".75 and the corresponding range of displacement ".0075. This is of the same order as the mean error of one plate found above. We are therefore not far from the accuracy required to find evidence of planets belonging to other suns, if such planets exist.

Astronomy. — Mittlere Lichtkurven von langperiodischen Veränderlichen.
XV. *W Andromedae*. Von A. A. NIJLAND,

(Communicated at the meeting of September 30, 1933.)

Instrumente *S* und *R*. Die Beobachtungen wurden alle auf *R* reduziert; die Reduktion *R*—*S* beträgt $-0^m.35$. Spektrum M7—8e (H. A. 79, 164). Gesamtzahl der Beobachtungen 767 (von 2416845 bis 2427216). Es wurden wieder, wie in allen früheren Mitteilungen, die in zwei Instrumenten angestellten Schätzungen nur einmal gezählt.

In 52 in der Figur 1 mit *v* bezeichneten Fällen war der Stern unsichtbar. Es wurden weiter zwei stark abweichende Schätzungen, die übrigens schon *a priori* als sehr unsicher bezeichnet waren, verworfen: 2419927, *v* = $12^m.83$ und 2423903, *v* = $12^m.49$, und schliesslich die drei ersten, in zwei Instrumenten angestellten Schätzungen, bei denen der Veränderliche wahrscheinlich mit dem Stern BD + $43^{\circ}.462$ verwechselt worden ist. Es bleiben dann 710 Beobachtungen für die Diskussion übrig.

Karte: HAGEN, *Atlas Stell. var. Series VI*; s. auch *Spec. Vat. XII*. Die Tabelle I gibt eine Übersicht der benutzten Vergleichsterne.

Für die Koordinaten des Sterns *m* in bezug auf den Veränderlichen ist bei HAGEN $-0^m.34$ anstatt $+0^m.34$ zu lesen. Die photometrische Helligkeit des Sterns *φ* verdanke ich einer brieflichen Mitteilung von weiland G. MÜLLER. Die Sterne *a*, *b*, *g* und *p* kamen nur selten zur Verwendung. Von der angeblichen Veränderlichkeit des Sterns *x* wurde nichts bemerkt; allerdings ist der Stern nur 20-mal als Vergleichstern benutzt worden. Stern *s* wurde 4-mal (2417063, 7254, 2425996, 6001) an die Grenze von *S*, die Sterne *α* und *β* 28-, bzw. 9-mal bei der Beobachtung des Ver-

TABELLE I. Vergleichsterne.

	BD	HAGEN	St.	HA 91	HA 74	PD	PD red.	PARKH.	PARKH. red.	H
a	+ 43.431°	—	68.3	6.50 G 5	6.28	6.57 WG —	6.42	—	—	6.34
b	+ 42.489	—	65.7	7.08 G 5	—	7.06 WG	6.97	—	—	6.64
c	+ 43.474	—	63.0	6.96 A 2	6.96	7.20 GW	6.93	6.85	7.06	6.95
y	+ 43.459	2	57.0	— G 0	—	7.90 WG	7.82	—	—	7.61
g	+ 42.480	—	54.2	7.61 B 9	—	8.23 GW —	7.92	—	—	7.92
l	+ 43.478	—	50.4	— A 3	8.32	—	—	7.89	8.10	8.35
k	+ 44.446	—	47.6	—	—	—	—	—	—	8.67
m	+ 43.460	4	43.2	—	8.95	—	—	8.93	9.14	9.16
n	+ 43.457	3	41.5	—	—	—	—	9.15	9.36	9.34
p	+ 43.466	7	39.4	—	—	—	—	—	—	9.58
x	+ 43.462	5	39.3	—	9.55	—	—	9.28	9.49	9.59
q	+ 43.461	6	37.9	—	9.56	—	—	9.53	9.58	9.75
r	—	19	32.0	—	10.36	Grenze	—	10.12	10.34	10.41
s	—	32	26.0	—	—	11.33	—	—	—	11.09
t	—	34	21.0	—	—	—	—	—	—	11.65
u	—	46	18.2	—	—	—	—	—	—	11.97
w	—	54	13.5	—	—	—	—	—	—	12.49
y	—	55	6.6	—	—	—	—	12.42	13.29	13.27
z	—	59	5.7	—	—	—	—	—	—	13.36
α	—	66	1.8	—	—	13.75	—	12.95	13.97	13.80
β	—	71	0.0	—	—	13.91	—	13.61	[14.81]	14.00

änderlichen im Minimum an die Grenze von R angeschlossen. Die photometrischen Helligkeiten von PARKHURST wurden dessen *Res. in stellar Phot.* (Wash. 1906) entnommen. Für die Größen unter $9^m.3$ konnte die Formel $H = P + 0^m.22 (H - 9^m.33)$ zur Reduktion auf das Harvard-System benutzt werden (AN 4911), wobei allerdings für Stern β der offenbar unmögliche Wert $14^m.81$ herauskommt, denn β ist bei guter Luft noch gut im Zehnzöller sichtbar. Die Größen der helleren Sterne bekamen die konstante Korrektion $+ 0^m.21$. Die Stufenskala bezieht sich auf die Helligkeit $10^m.0$; der Stufenwert ist $0^m.112$. Der Anschluss an die photometrischen Helligkeiten ist sehr befriedigend.

Es liegen 82 Schätzungen der Farbe vor, welche für vier Fünftel aus den Jahren 1905 bis 1917 stammen. Aus den Tabellen IIa und IIb geht

TABELLEN IIa und IIb. Farbenschätzungen.

Zeitraum	n	Farbe	Grösse	n	Farbe
2416948—2417778	19	3.06	6. ^m 34	11	3.00
7788— 8243	19	3.34	6.87	12	2.88
8524— 9428	18	3.06	7.17	12	3.25
9755—2421336	10	3.50	7.53	12	3.50
2422533— 6921	16	3.69	8.09	12	3.06
	82		8.70	12	3.67
			9.62	11	3.73
				82	3.30

hervor, dass sich die Farbenauffassung weder mit der Zeit noch mit der Helligkeit ausgesprochen geändert hat. Das allgemeine Mittel ist 3^c.30.

Die Figur 1 enthält die Beobachtungen, alle auf R reduziert. Die Reihe der Abweichungen (Beobachtung minus Kurve) zeigt 233 Plus-, 243 Minuszeichen, 234 Nullwerte, 249 Zeichenfolgen, 226 Zeichenwechsel. Das Mittel der absoluten Werte der Abweichungen ist 0^m.109.

Ein Einfluss des Mondscheines auf die Helligkeitsschätzung ist nicht bemerkbar. Es verteilen sich auf 206 bei Mondschein angestellte Beobachtungen die Abweichungen wie folgt: 74 Plus-, 63 Minuszeichen, 69 Nullwerte.

Die Tabelle III enthält die aus der Kurve abgelesenen Epochen der Minima m und der Maxima M , nebst einer Vergleichung mit den einfachen Elementen R :

$$\begin{array}{ll} 2421975^d + 398^d E \text{ (für die Minima)} \\ \text{und} \quad \quad \quad 2422137 + 398 E \text{ (für die Maxima)}, \end{array}$$

welche die beobachteten Epochen leidlich gut darstellen.

Nach der G und L (I.55) werden die älteren Beobachtungen befriedigend mittels der Periode 396^d.5 für die Minima, und 395^d.4 für die Maxima dargestellt. PRAGER's Katalog für 1933 gibt den Periodenwert 396^d.6, und das aus sämtlichen von mir seit d.J. 1905 in den *Astr. Nachr.* mitgeteilten Epochen der Minima und Maxima abgeleite allgemeine Mittel ist 397^d.

Die extremen Werte des Lichtwechsels sind:

$$\begin{array}{l} \text{Minimum: } v = 13^m.96 \pm 0^m.044 \\ \text{Maximum: } v = 7.13 \pm 0.120 \end{array} \left. \right\} \text{ (m.F.)}$$

Die Amplitude beträgt somit 6^m.83. Sowohl beim Minimum wie beim Maximum scheinen die Abweichungen vom Mittelwert regellos aufzutreten.

Auch bei *W Andromedae* unterliegt wieder (s. Fig. 1) die Aufhellung

A. A. NIJLAND: MITTLERE LICHTKURVEN VON LANGPERIODISCHEN VERÄNDERLICHEN, XV. W ANDROMEDAE.

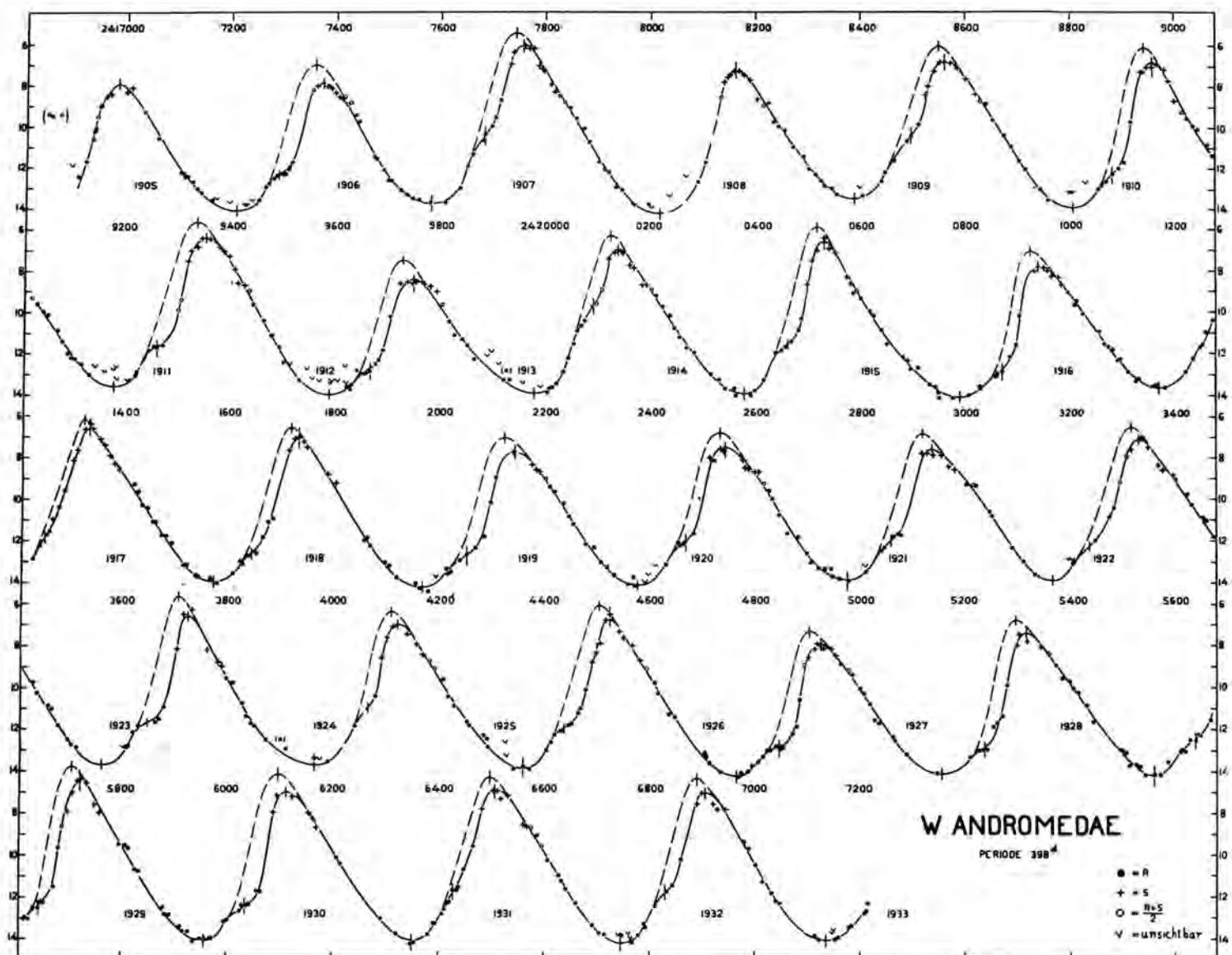


Fig. 1.

TABELLE III.

E	Minima m				Maxima M				
	B	v	R	B-R	B	v	R	B-R	
- 13	-	--	-	-	²⁴¹ 6984	7.9 ⁵	6963	+ 21	
- 12	²⁴¹ 7211	14.1	7199	+ 12	7375	7.8 ⁵	7361	+ 14	
- 11	7582	13.7	7597	- 15	7757	6.0	7759	- 2	
- 10	8018	14.2 ^a	7995	+ 23	8162	7.2	8157	+ 5	
- 9	8390	13.5	8393	- 3	8562	6.7 ⁵	8555	+ 7	
- 8	8805	14.0	8791	+ 14	8958	6.8	8953	+ 5	
- 7	9178	13.6	9189	- 11	9354	6.4	9351	+ 3	
- 6	9590	14.0	9587	+ 3	9750	8.4 ⁵	9749	+ 1	
- 5	²⁴² 9980	13.9 ^a	9985	- 5	²⁴² 0136	7.0	0147	- 11	
- 4	²⁴² 0379	14.0	0383	- 4	0532	6.6	0545	- 13	
- 3	0790	14.1	0781	+ 9	0936	7.8	0943	- 7	
- 2	1170	13.6 ^a	1179	- 9	1333	6.5 ⁵	1341	- 8	
- 1	1573	13.9 ^a	1577	-- 4	1734	7.0	1739	- 5	
0	1970	14.2	1975	- 5	2144	7.7 ⁵	2137	+ 7	
+	1	2378	14.1	2373	+ 5	2544	7.5 ⁵	2535	+ 9
+	2	2776	13.8 ^a	2771	+ 5	2937	7.6	2933	+ 4
+	3	3165	13.8 ⁵	3169	- 4	3330	7.1	3331	- 1
+	4	3563	13.7	3567	- 4	3726	6.6	3729	- 3
+	5	3966	13.7	3965	+ 1	4124	7.0	4127	- 3
+	6	4361	13.8 ⁵	4363	- 2	4525	6.7 ⁵	4525	0
+	7	4765	14.2 ⁵	4761	+ 4	4927	8.0	4923	+ 4
+	8	5156	14.1	5159	- 3	5315	7.4	5321	- 6
+	9	5558	14.1 ⁵	5557	+ 1	5722	6.4	5719	+ 3
+	10	5957	14.1	5955	+ 2	6114	7.0	6117	- 3
+	11	6351	14.1	6353	- 2	6507	6.9 ⁵	6515	- 8
+	12	6745	14.2 ⁵	6751	- 6	6906	7.0	6913	- 7
+	13	7137	14.1	7149	- 12	-	-	-	-
			13.96		$\pm 6^5$	7.13		± 6	

einer Verzögerung, welche zwar niemals den Charakter eines eigentlichen Stillstandes annimmt, wie das des öfteren bei anderen Sternen der Fall ist,

aber doch fast immer so deutlich ausgeprägt ist, dass sich im Kurvenzug der Wendepunkt gut angeben lässt. Ausnahmen machen nur die Maxima 6984 und 8162, wo die Beobachtungsdaten dazu nicht ausreichen, und die Maxima 1333 und 6507, wo die Verzögerung nur eben angedeutet ist.

TABELLE IV.

E	A. Wendepunkte				B. Ungestörte Maxima			
	B	v	R	B-R	B	v	R	B-R
- 12	²⁴¹ 7291	12.3	7283	+ 8	²⁴¹ 7360	7.0	7345	+ 15
- 11	7684	10.3	7681	+ 3	7744	5.4	7743	+ 1
- 10	-	-	-	-	-	-	-	-
- 9	8498	10.4	8477	+ 21	8550	6.0 ^s	8539	+ 11
- 8	8880	12.3	8875	+ 5	8941	6.1	8937	+ 4
- 7	9262	11.6	9273	- 11	9336	5.6 ^s	9335	+ 1
- 6	9669	12.7	9671	- 2	9730	7.5	9733	- 3
- 5	²⁴² 0092	9.7	0069	+ 23	²⁴² 0125	6.3	0131	- 6
- 4	0462	11.6	0467	- 5	0519	5.9	0529	- 10
- 3	0870	12.8	0865	+ 5	0923	7.1	0927	- 4
- 2	1246	11.8	1263	- 17	1323	6.2	1325	- 2
- 1	1644	12.6	1661	- 17	1720	6.6	1723	- 3
0	2053	12.7	2059	- 6	2125	7.0	2121	+ 4
+ 1	2469	12.0	2457	+ 12	2533	6.8	2519	+ 14
+ 2	2859	12.0	2855	+ 4	2919	6.8 ^s	2917	+ 2
+ 3	3235	12.3	3253	- 18	3316	6.6	3315	+ 1
+ 4	3648	11.7	3651	- 3	3707	5.6 ^s	3713	- 6
+ 5	4069	11.0	4049	+ 20	4112	6.4	4111	+ 1
+ 6	4440	12.0	4447	- 7	4505	6.1	4509	- 4
+ 7	4847	12.8	4845	+ 2	4905	7.3	4907	- 2
+ 8	5237	12.8	5243	- 6	5295	6.8	5305	- 10
+ 9	5640	12.4	5641	- 1	5705	5.8	5703	+ 2
+ 10	6034	12.4	6039	- 5	6098	6.1 ^s	6101	- 3
+ 11	6428	11.8	6437	- 9	6498	6.3	6499	- 1
+ 12	6830	11.8	6835	- 5	6890	6.3	6897	- 7
		11.9			6.41			

Der absteigende Ast ist fast immer ganz glatt; nur in sehr seltenen Fällen (7375, 9750) findet man Spuren einer sekundären Welle im Kurvenzug, denen wohl keine reelle Bedeutung zukommt. Zwecks Bildung einer mittleren Kurve verfuhr ich genau so wie es früher bei *T Cassiopeiae* beschrieben wurde (Proc. 34, 220). Die Tabelle IV A gibt die Epochen der abgelesenen Wendepunkte, nebst der Vergleichung mit den einfachen Elementen *R*:

$$2422059^d + 398^d E.$$

Die Helligkeit in dieser Phase des Lichtwechsels ist $11^m.91 \pm 0^m.162$ (m.F.).

Die drei Teilkurven schliessen sich, wie aus der Fig. 2 ersichtlich, auch hier wieder genau an einander an, und liefern zusammen die mittlere Kurve *B* (Tabelle V).

TABELLE V.

Phase	<i>v</i>	Phase	<i>v</i>	Phase	<i>v</i>	Phase	<i>v</i>	Phase	<i>v</i>
— 140 ^d	10.36	— 60 ^d	13.13	+ 20 ^d	13.84	+ 100 ^d	11.43	+ 180 ^d	7.37
— 130	10.75	— 50	13.37	+ 30	13.67	+ 110	10.85	+ 190	7.66
— 120	11.13	— 40	13.57	+ 40	13.37	+ 120	9.97	+ 200	8.04
— 110	11.51	— 30	13.72	+ 50	12.96	+ 130	8.75	+ 210	8.43
— 100	11.88	— 20	13.84	+ 60	12.54	+ 140	7.85	+ 220	8.83
— 90	12.23	— 10	13.92	+ 70	12.26	+ 150	7.30	+ 230	9.23
— 80	12.56	0	13.96	+ 80	12.03	+ 160	7.13	+ 240	9.63
— 70	12.86	+ 10	13.92	+ 90	11.76	+ 170	7.17	+ 250	10.03
								+ 260	10.42

Wird auch bei *W Andromedae* in der üblichen Weise die Kurve von der Störung befreit, so entstehen die ungestörten Maxima, welche (Tabelle IV B) mit den einfachen Elementen *R*:

$$2422121^d + 398^d E$$

verglichen wurden.

Die maximale Helligkeit wird jetzt: $v = 6^m.41 \pm 0^m.120$ (m.F.).

Die Teilkurve *A* der ungestörten Maxima (Fig. 2) schliesst sich derjenigen der Minima vollständig an. Für die Schiefe der ungestörten Kurve findet man

$$\frac{M-m}{P} = 0.367.$$

Schliesslich wurde die Differenzkurve $A-B$ gebildet, welche so gut wie vollkommen symmetrisch verläuft. Das Minimum, zu $2^m.35$, fällt auf

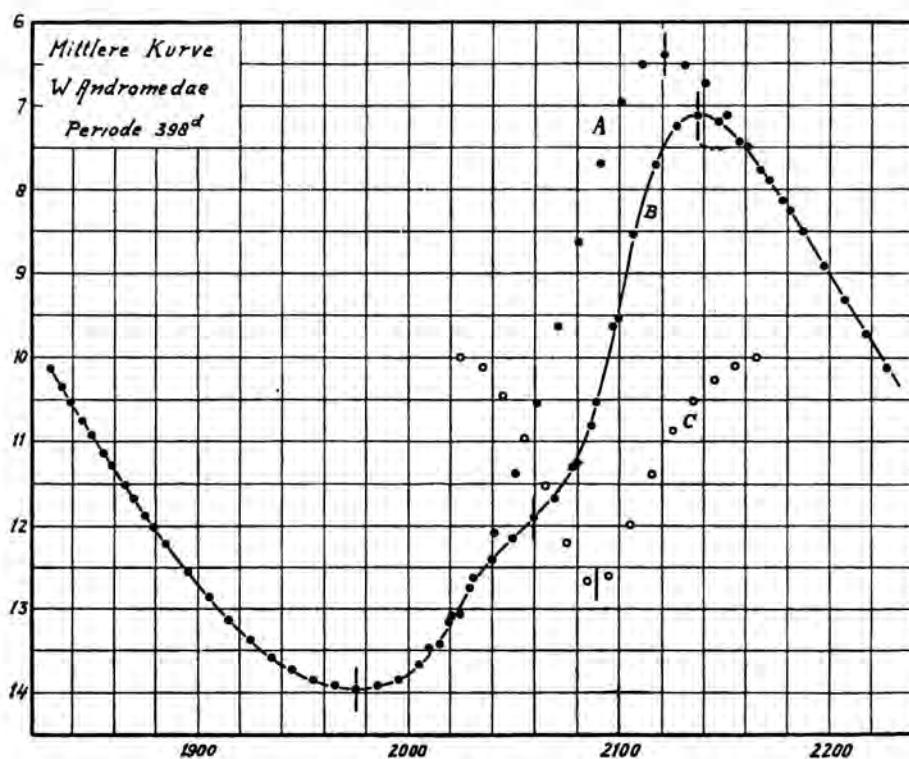


Fig. 2.

2422089, also 32 Tage vor dem ungestörten Maximum; der Veränderliche erleidet beim Aufstieg eine Verfinsterung, welche ihn von 88.5 % seines Lichtes beraubt.

Zusammenfassung.

Aus 767 in den Jahren 1905 bis 1933 (2416845 bis 2427216) angestellten Beobachtungen von *W Andromedae* sind die folgenden Elemente des Lichtwechsels abgeleitet worden:

$$\begin{aligned} \text{Minimum: } & 2421975^d \\ \text{Maximum: } & 2422137 \quad \left\{ + 398^d E; \quad v = 13^m.96 \right. \\ & \quad \left. v = 7.13 \right. \\ & \text{Amplitude} = 6.83. \end{aligned}$$

Der Stern scheint beim Aufstieg eine Verdunkelung von $2^m.35$ zu erleiden, welche einen symmetrischen Verlauf hat, und deren Minimum auf 2422089 fällt.

Utrecht, Juni 1933.

Chemistry. — Stationary, checked and other states of osmotic systems. III.
By F. A. H. SCHREINEMAKERS.

(Communicated at the meeting of September 30, 1933.)

*Stationary states in osmotic systems, in which more substances can diffuse.
(Continuation.)*

If we leave an osmotic system

$$inv i_1 | L(d + d_1 + d_2 + n) | inv i_2 \dots \dots \dots \quad (1)$$

in which L is a variable liquid, alone, then, as we have seen in Comm. II, a stationary state sets in.

When this variable liquid is "enclosed", then the system

$$\boxed{inv i_1 \left| \begin{array}{c} m \times stat. L(d + d_1 + d_2 + n) \\ P def. \end{array} \right| \begin{array}{c} m def. \\ inv i_2 \dots \dots \end{array} \quad (2)}$$

sets in, no matter whether there are non-diffusing substances yes or no (viz. n zero yes or no). The pressure P , the quantity m and the composition of the stat. liquid will then be completely defined.

When the var. liquid is "open", and it is under a constant pressure, we distinguish two cases. When n is not zero, so that there are one or more non-diffusing substances, we get:

$$inv i_1 \left| \begin{array}{c} m \times stat. L(d + d_1 + d_2 + n) \\ P const. \end{array} \right| \begin{array}{c} m def. \\ inv i_2 \dots \dots \end{array} \quad (3)$$

The quantity and the composition of the stat. liquid now are defined.

When $n = 0$, so that there are no non-diffusing substances, (1) will pass into the system:

$$inv i_1 \left| \begin{array}{c} m \times stat. L(d + d_1 + d_2) \\ P const. \end{array} \right| \begin{array}{c} \Delta m \geqslant 0 \\ inv i_2 \dots \dots \end{array} \quad (4)$$

The composition of the stat. liquid has also been determined now, but its quantity continuously increases or decreases.

In all these stationary systems the osmosis is going on; so various substances will continuously pass through the two membranes; only in the special case that d in (2) or (3) is zero, the osmosis will be over when the stationary state sets in; I shall refer to this later on.

It also appears from (2), (3) and (4) that the quantity of a stationary liquid can increase or decrease only then, when it is open and does not contain non-diffusing substances.

If we leave an osmotic system

$$\text{inv } i_1 | L_1 | L_2 | L_3 | \dots | \text{inv } i_2, \dots \quad (5)$$

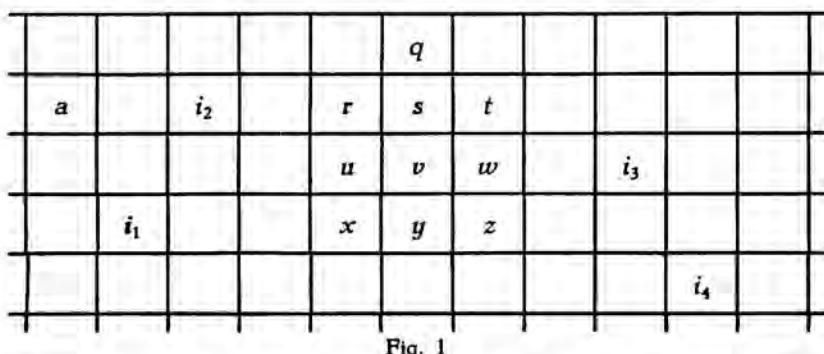
with an arbitrary number of var. liquids alone, then, as is easy to see, a stationary system will set in now also, which we represent by

$$\text{inv } i_1 | \begin{matrix} \text{stat.} \\ L_1 \end{matrix} | \begin{matrix} \text{stat.} \\ L_2 \end{matrix} | \begin{matrix} \text{stat.} \\ L_3 \end{matrix} | \dots | \text{inv } i_2, \dots \quad (6)$$

Substances diffusing through all membranes will now occur also in all liquids; substances, which can diffuse only through one or more successive membranes, will occur only in the liquids adjoining these membranes. When a var. liquid of (5) contains non-diffusing substances, then they will of course occur in the same quantity in the corresponding stationary liquid of (6).

Each of the stationary liquids of (6) can be enclosed as well as open. For an enclosed stat. liquid the same rules now obtain as in (2), for an open stat. liquid the same as in (3) or (4).

We may also extend these considerations to liquids, which are in osmotic contact with more than two other liquids through more than two membranes and also to the case that there are more than two invariant liquids; in fig. 1 such a tissue with the 4 inv. liquids i_1 , i_2 , i_3 and i_4 has



been drawn. We may imagine these inv. liquids as being currents of liquid.

moving upwards or downwards perpendicular to the plane of drawing. If we now imagine a series of other cells placed on the top of every cell of fig. 1, then every cell (except of course those forming the boundary plane of the tissue) is surrounded by 6 other cells; every invariant current will then be surrounded by four vertical series of cells.

Without further discussion it will be clear that a stationary state now will set in, of which the pressure, the quantity and the composition of the stat. liquid in every cell are defined; they will depend on the factors discussed before, namely the pressure and the composition of each of the inv. liquids, the nature and the surfaces of the different membranes, etc.

When there are d substances (W, X, Y, Z etc.) diffusing through all membranes, then also d diffusing currents will flow through the tissue, namely a W -, an X -, a Y -current etc. The W -current e.g. will flow through the tissue from i_1 towards i_2, i_3 and i_4 ; the X -current e.g. from i_1 and i_3 towards i_2 and i_4 ; the Y -current e.g. from i_2 and i_3 towards i_1 and i_4 ; etc. The occurrence of these currents is not influenced by the presence in, or absence from each of these d diffusing substances in each invariant current, provided all invariant currents together contain only these d substances.

The water now will have an other distribution of the current¹⁾ than the substance X ; this again an other one than the substance Y , etc. and the diffusing quantities of W, X, Y etc. may be different also.

We may imagine also that the invariant current i_1 also contains a substance R (or more substances) which can diffuse through all membranes, except through those of the invariant currents i_2, i_3 and i_4 . As long as the stationary state has not yet set in, also an R -current starting from i_1 will flow through the tissue; this R -current disappears, however, as soon as the stat. state has set in; each of the cells will then have taken in a quantity of R determined by the factors previously discussed and this substance R will then no longer play a part in the osmosis.

If, however, this substance R can besides diffuse through the membranes of one or more of the other inv. currents, e.g. i_3 , then, also after the occurrence of the stationary state, the R -current will continue to flow through the tissue from i_1 towards i_3 or reversally.

If we only consider one cell of the tissue (e.g. cell a or s or z) then it is clear that each of the W -, X -, Y - and other currents will generally flow inwards through one or more of the membranes of this cell and flow outwards again through its other membranes. Further it is clear that at every moment in the stationary state as much of each of the diffusing substances W, X, Y etc. in the cell will flow inwards as outwards.

¹⁾ For some simple cases of a distribution of the current, when all membranes are permeable for water only, comp. Comm. I.

So in general every W -, X -, Y -current etc. flows in some direction or other through all the membranes of a cell; through one or more of these membranes, however, only a few of these currents can flow; we shall refer to this later on.

We now imagine the special case that only one of the walls of a cell is permeable, e.g. in cell v of fig. 1 only the wall between u and v ; then no current will flow through this cell v in the stationary state. The pressure, the quantity and the composition of the liquid in this cell v , which is now in osmotic equilibrium with the stationary liquid of cell u , are now completely defined. If the two cells contain diffusing substances only, then the two liquids have the same pressure and composition; if, however, one or both cells also contain one or more non-diffusing substances, then in general pressure and composition will be different in the two cells¹⁾.

All that has been said above for one cell obtains also of course for an arbitrary group of cells (e.g. for group $rsuvw$ or group $rstuvwxyz$); then, however, we must pay attention to all the membranes, by which this group is surrounded.

In order to elucidate some of the preceding considerations we first take the osmotic system

$$L(W+n) | L'(W+n') \rightarrow W \dots \dots \dots \quad (7)$$

in which the membrane is permeable for water only; on the left side are still n , on the right side still n' non-diffusing substances. If we now assume that L' has a greater O.W.A. than L , then, as has been indicated in (7), the water will diffuse \rightarrow , namely from the liquid with the smaller towards that with the greater O.W.A. or, in other words: in congruent direction.

As the O.W.A. of a liquid depends not only upon its W -amount but also on its pressure and on its non-diffusing substances, liquid L' can have a smaller as well as a greater W -amount than liquid L . So for (7) the two symbols

$$\xrightarrow{>} W \text{ and } \xrightarrow{< o+} W \dots \dots \dots \quad (8)$$

may obtain.

In the first case the water flows positively, namely from the liquid with the greater towards that with the smaller W -amount; in the second one as has been indicated by the sign $*$ the water flows negatively, namely from the liquid with the smaller towards that with the greater W -amount.

If we apply the above to the adjoining liquids of a stationary tissue,

¹⁾ Comp. F. A. H. SCHREINEMAKERS, These Proceedings, 35, 1038, 1131, 1235 (1932); 36, 285 (1933).

through which only a current of water flows (Comm. I), then follow among other things :

10. the water flows through all membranes of the tissue in congruent direction.

20. the water can flow through the membranes not only positively, but also negatively, or in other words : in a tissue there may be cells (or groups of cells) from which the water flows towards cells (or groups of cells) with a greater W -amount.

We now take a system with a membrane, permeable only for W and X , namely the system

$$L(W + X + n) | L'(W + X + n') \dots \dots \dots \quad (9)$$

We now may imagine the 4 D.T.'s

$$\begin{array}{ll} a) \leftarrow W \leftarrow X & c) \rightarrow W \leftarrow X \\ b) \leftarrow W \rightarrow X & d) \rightarrow W \rightarrow X \end{array} \dots \dots \dots \quad (10)$$

one of which, however, always is incongruent and therefore impossible.

We can easily deduce that now every direction of W and every direction of X may be congruent ; it depends upon the pressure and the composition of the two liquids what direction will be so in a special case.

If e.g. the congruent direction of W is \leftarrow and that of X also \leftarrow , then (10) passes into :

$$\begin{array}{ll} a) \leftarrow W \leftarrow X & c) \rightarrow oW \leftarrow X \\ b) \leftarrow W \rightarrow oX & d) \rightarrow oW \rightarrow oX \end{array} \dots \dots \dots \quad (11)$$

in which the incongruent directions have been indicated by the sign o . The D.T. a now is congruent and d incongruent, so that d is impossible ; the three others are possible, however : it depends upon the nature of the membrane which of these three D.T.'s will occur in a special case.

If the congruent direction of the water is \rightarrow and that of X \leftarrow , (10) passes into :

$$\begin{array}{ll} a) \leftarrow oW \leftarrow X & c) \rightarrow W \leftarrow X \\ b) \leftarrow oW \rightarrow oX & d) \rightarrow W \rightarrow oX \end{array} \dots \dots \dots \quad (12)$$

Now the D.T. c is congruent and b incongruent, so that now only the D.T.'s a , c and d are possible¹⁾.

¹⁾ This always obtains in the special case that n and n' in (9) are zero, so that this system contains the diffusing substances W and X only, and when the liquid with the smaller W -amount is placed on the left side of the membrane.

Because, as has been said already above, every direction of W and every direction of X may be congruent as well as incongruent, each of the 4 D.T.'s of (10) the congruent as well as the incongruent one; it depends upon the pressure and the composition of the two liquids which D.T. will be congruent or incongruent in a special case.

Above we have seen that in system (7) the water can diffuse in positive as well as in negative direction; in system (9) this obtains for the water as well as for the substance X .

Of course corresponding considerations obtain for systems in which more than 2 substances can diffuse; if we call their number d , then, instead of the 4 D.T.'s (10) now $2d$ are imaginable; what has been said above obtains for them also.

If we apply the above to the adjoining liquids of a stat. tissue, in which the substances W , X , Y etc. diffuse, then follow among other things:

1^o. the substances W , X , Y etc. can flow through the membranes of a tissue not only congruently, but also incongruently; all of them however cannot flow incongruently through the same membrane at the same time.

2^o. the substances W , X , Y etc. can flow through the membranes not only positively, but also negatively; or in other words: there can be cells (or groups of cells) in tissues, from which one or more of the substances W , X , Y , etc. flow towards cells (or groups of cells) with a greater amount of these substances.

It appears from the above that the stationary state of a tissue depends upon a whole series of factors, viz. the pressure and composition of each of the invariant currents; upon the nature of the membranes and the ratio of their surfaces; upon the number of membranes of every cell, upon the nature and the quantity of the non-diffusing substances of every cell; upon the volume of every cell under a given pressure and the elasticity of its membranes and walls, etc.

Every change in one or more of these factors will also cause a change in the stationary state, namely an other quantity and distribution of each of the d currents of the tissue¹); of the pressure and composition of the cells; perhaps also of the transition of congruent into incongruent and of positive into negative osmosis or reversals of one or more of the substances through one or more of the membranes, etc.

If we imagine the membranes between the cells r , s , t , u , v , w , x , y and z left out, so that these 9 cells pass into a single greater cell, then we get fig. 2, in which, however, we must imagine besides cell q of fig. 1.

Now it is clear that the stationary state of this tissue will be quite different from the one in fig. 1. We saw this already for the quantity and

¹⁾ For the influence which the change in one membrane can have already on the quantity and the distribution of the W -current of a tissue, of which the membranes are permeable for water only, comp. (22) and (24) of Comm. I.

the distribution of the W -current in (14) and (25) of Comm. I; of course this is also the case with all other currents flowing through the tissue.

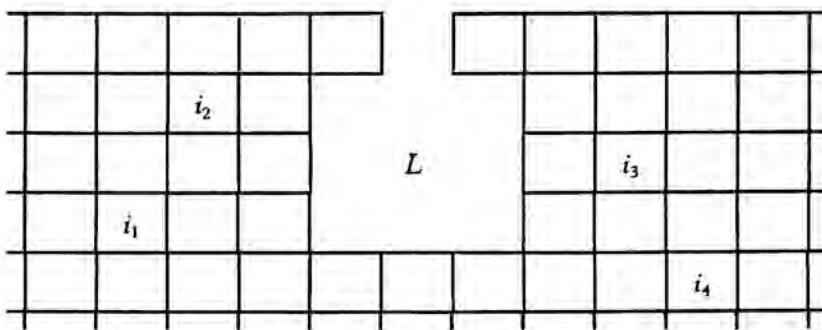


Fig. 2

If we now imagine in the way it has been drawn in fig. 2, that cell q of fig. 1 is omitted too, the stationary state will again become quite different, especially because liquid L now becomes an "open" stationary liquid, e.g. under the pressure of 1 atmosphere.

Previously we have seen (comp. 4 and 6) that the quantity of an open stationary liquid will increase or decrease continuously. If we imagine that this quantity increases, this open cell can be compared to the cavity of a gland and the stationary liquid to the fluid secreted by the gland.

Through each of the numerous membranes of this cavity a W -current will now flow, perhaps inwards through all membranes, perhaps through a few membranes also outwards; of course the same obtains also for each of the other currents. All that has been discussed above regarding congruent and incongruent and positive and negative osmosis, of course obtains also for the walls of this cavity, so that liquid L can contain several substances in greater concentrations than occur in the surrounding tissue.

Now it is also clear that every change in the factors discussed above will also cause a change in the quantity and in the composition of this liquid L . We may even imagine that this quantity now begins to decrease so that the cavity will stop functioning as a gland.

The cause may then be found in the immediate vicinity of the cavity, e.g. in a change of its membrane; it can be found also, however, in the membranes of other cells at a greater distance or in a change in the membranes, the pressure or the composition of one or more of the invariant currents.

It will be clear to the reader, without my emphatic statement of it that in these considerations I would not and could not either give anything but a rough sketch of what in real tissues may take place, in which not only still other factors known to us play a part, but surely also many factors still unknown at the present moment. I shall refer to this later on.

(To be continued).

Leiden, Lab. of Inorganic Chemistry.

Chemistry. — The Exact Measurement of the Specific Heats of Metals at Higher Temperatures. XII. The Specific Heat of metallic Rhenium. By F. M. JAEGER and E. ROSENBOHM.

(Communicated at the meeting of September 30, 1933.)

§ 1. Metallic *rhenium* (mpt: ca. 3160° C.), obtained from the *Chemische Fabriken* in *Leopoldshall* was enclosed in an evacuated platinum crucible of the usual form and thus used for the determination of the specific heats by means of the metal calorimeter formerly described. *Rhenium* crystallizes in the hexagonal system¹⁾: it has a closest hexagonal packing with two atoms within its parallelopipedic elementary cell; $a_0 = 2,752 \text{ \AA.U.}$; $c_0 = 4,448 \text{ \AA.U.}$; $a:c = 1:1,616$. The specific weight of the metal at 0° C. is: 21.04; its atomic weight: 186.31.

Although the measurements of the specific heats do not betray any allotrophic change within the interval of temperatures considered, i.e. between 0° and 1200° C., some particulars observed are worth mentioning. The maximum temperature of the calorimeter was between 0° and 1000° C. reached within 1.5 minutes; but on heating above 1000° C. an appreciable dilatation of the crucible was observed, perhaps as a setting free of occluded gases. Analysis proved the specimen to contain 99.19 % *Re* and 0.81 % oxygen,— which corresponds to about 3.5 % of the volatile Re_2O_7 ; potassium was not present in any appreciable amount. The gas developed may, therefore, be the oxide. The maximum temperature of the calorimeter then proved to be reached no sooner than within 2.5—3 minutes. Above 1200° C. the deformation of the crucible became so appreciable, that it appeared advisable to stop the measurements at higher temperatures. A heating at 1300° C. for one hour proved to have no influence upon the specific heats found at lower temperatures.

The increase of the temperature Δt of the calorimeter above 20° C. in function of the E.M.F. E of the thermoelements is expressed by:
$$\Delta t = 4,15999 \cdot 10^{-5} \cdot E - 6,3085 \cdot 10^{-11} \cdot E^2 + 6,1399 \cdot 10^{-15} \cdot E^3.$$

As the crucibles did not contain more than 7.4520 grammes of *rhenium* and its specific heats are only small,— being about the same as those of platinum,— the results obtained are less accurate than in other cases hitherto studied: the numbers for Q_0 are exact only within about 0.5 % of their values. However, they are sufficiently exact to state the linear

¹⁾ V. M. GOLDSCHMIDT, Zeits. f. phys. Chemie, B, 2, (1929), 244; C. AGTE, H. ALTERTHUM, G. HEYNE, K. MOERS und K. BECKER, Zeits. f. anorg. Chem., 196, (1931), 129; K. MOELLER, Die Naturwiss., 19, (1931), 575.

dependance of c_p on the temperature, as can be seen from the data collected in the following Table:

Mean specific Heats of Rhenium between 0° and 1201° C.					
Temperature t in °C.:	Final temperature t' of the Calorimeter:	Δt of the Calorimeter in M.V.:	Heat developed Q'_0 between t and t' by 1 Gr. of rhenium:	Heat Q_0 developed between t^o and 0° by 1 Gr. of the metal:	Q_0 calculated from the formula:
393.58	20.53	81.559	12.659	13.328	—
393.72	20.77	85.500	12.662	13.332	—
630.64	21.39	136.181	21.135	21.834	21.847
631.74	20.85	136.268	21.108	21.788	—
631.80	20.82	136.564	21.188	21.867	21.891
801.58	21.12	176.990	27.461	28.149	28.225
801.68	21.01	177.348	27.541	28.226	28.227
1062.2	21.55	242.215	37.662	38.364	38.319
1063.2	21.27	242.211	37.625	38.319	38.357
1064.9	21.26	242.518	37.618	38.311	—
1200.4	22.26	277.530	43.128	43.854	{ 43.864
1200.8	21.46	277.272	43.174	43.874	

The mean specific heat between 0° and 20° C. was: 0.03262.

From these measurements, the quantities of heat Q_0 developed by 1 gr. of rhenium between t^o and 0° C. can be calculated by means of the formula :

$$Q_0 = 0.03256 \cdot t + 0.000003312 \cdot t^2.$$

Therefore, the mean specific heats can be expressed by :

$$\bar{c}_p = 0.03256 + 0.3312 \cdot 10^{-5} \cdot t$$

and the true specific heats c_p by :

$$c_p = 0.03256 + 0.6625 \cdot 10^{-5} \cdot t.$$

The atomic heats C_p are, therefore, given by :

$$C_p = 6.0661 + 0.12342 \cdot 10^{-2} \cdot t.$$

Some of the values of \bar{c}_p , c_p and C_p are thus calculated :

Temperature t in °C.:	Mean specific Heat C_p :	True specific Heat c_p :	Atomic Heat C_p :
0°	0.03256	0.03256	6.066
100	0.03289	0.03322	6.189
200	0.03322	0.03388	6.312
300	0.03355	0.03455	6.437
400	0.03388	0.03522	6.562
500	0.03422	0.03587	6.683
600	0.03455	0.03653	6.806
700	0.03488	0.03720	6.931
800	0.03521	0.03786	7.054
900	0.03554	0.03852	7.177
1000	0.03587	0.03918	7.299
1100	0.03620	0.03985	7.424
1200	0.03653	0.04051	7.547

The value of $3R$ calories is, for C_p , already surpassed at about — 66° C.

From the measurements of the linear coefficient of the thermal dilatation by BECKER (loco cit.), the value of the mean cubic coefficient of dilation 3α can be deduced; between 15° and 1917° C. v_t can thus be calculated from the formula: $v_t = v (1 + 21.79 \cdot 10^{-6} \cdot t)$.

As, however, no data for k are available in the literature, c_v and C_p cannot be determined with any appreciable degree of certainty.

Groningen, Laboratory for Inorganic and
Physical Chemistry.

Geology. — *Structure of the Sierra de Baza and adjacent regions in southern Spain.* By H. A. BROUWER and H. JANSEN.

(Communicated at the meeting of September 30, 1933.)

To the east of the basin of Guadix the older rocks of the Sierra Nevada extend northward in the Sierra de Baza, where the overthrust sheets of the Alpujarrides — which are covered by young deposits in the basin of Guadix and only locally appear along its southern margin — have a great extension.

In the Sierra de Baza the same tectonic units as those, which have been distinguished by previous authors in other parts of the northern margin of the betic mountain ranges, are developed. They are from northwest to southeast :

Guajar overthrust sheet	}	Alpujarrides
Lanjaron overthrust sheet		

"Mixed zone" and central crystalline schists	}	Pennides.

The *Guajar overthrust sheet* consists of crystalline schists and, mostly crystalline, limestones of pre-mesozoic and older-mesozoic age. It has been found in the northwestern part of the Sierra de Baza and probably in an isolated patch near its northeastern part (Zujar). Isolated "klippen" of crystalline schists and limestones rest upon dolomites and limestones of the Lanjaron overthrust sheet. The crystalline schists have a vast extension to the northwest of Gor, where their floor is invisible and where they are covered by tertiary and quaternary deposits. The "klippen" are found in synclines of the Lanjaron overthrust sheet. The axes of the anticlines and synclines in this sheet have a direction from SW to NE and their axes partly converge towards the NE, while the intensity of folding also increases in this direction. The crystalline schists in the Rio de Gor belong to the Guajar overthrust sheet and do not form the crystalline base of the triassic rocks in the Sierra de Baza, as has recently been supposed by BLUMENTHAL¹⁾). Although the tectonic relations of these crystalline schists are not so clearly visible as in the "klippen" of the Guajar overthrust sheet farther to the south, it is evident from their petrological characteristics (schists with staurolite, andalusite, biotite and chlorite), that they belong to the same higher tectonic unit. The supposition of the same author about the existence of a "schuppen"-structure near Gor has no more been confirmed.

The *Lanjaron overthrust sheet* consists of phyllites, quartzites, limestones, dolomites and mylonitic rocks which mainly are of triassic age. It reaches a great thickness by minor thrusting and has a vast extension to the northwest of the mixed zone. A narrow strip bends to the southeast with the mixed zone along the eastern border of the basin of Guadix, while isolated patches are found still farther to the southeast.

The "mixed zone" consists of marbles, limestones, calcareous phyllites, quartzitic albitegneisses, tourmalinegneisses, chloritemicaschists (partly garnetiferous), conglomeratic marls (mylonitic) and ophiolites (diabase, peridotite, serpentine, amphibolite). The Pennides have not been separated yet in different tectonic units, in the "mixed zone" part of the penninic

¹⁾ MOR. M. BLUMENTHAL, Das Paläozoikum von Malaga als tektonische Leitzone im alpidischen Andalusien. Geol. Rundschau XXIV, 1933, p. 177, Profile 5.

mesozoic and probably the younger palaeozoic are represented. This zone forms a strip with a direction from northeast to southwest along the south-eastern border of the Alpujarrides. In its southwestern part it bends to the northwest (along an axial elevation in the crystalline schists) and back to the southeast along the eastern border of the basin of Guadix, where digitations of the mixed zone and the central crystalline schists are found.

Farther to the north the mixed zone is locally uncovered in a window to the southeast of Gor, which is surrounded by the rocks of the Lanjaron overthrust sheet. One of the synclines of the Lanjaron overthrust sheet, which have been mentioned in connection with the "klippen" of the Guajar overthrust sheet can be followed in the window of Gor as a depression between cores of central crystalline schists.

The mixed zone is interrupted to the east of the Sierra de Baza, where it is covered by the young deposits of the basin of Baza. To the east of Rejano it reaches a great thickness along the northern margin of the Sierra de los Filabres. *Here it is thrusted over the Alpujarrides*, as in the neighbourhood of Seron¹⁾. Near Alcontar windows of triassic limestones, phyllites and gypsum of the Alpujarrides are surrounded by marbles, chloritemicaschists and garnetmicaschists of the mixed zone.

The central crystalline schists are micaschists, which often are garnetiferous. They mostly contain graphite and chlorite. Chloritoid and epidote also occur in these rocks. The central crystalline schists form the southern part of the Sierra de Baza and are connected with those of the central parts of the Sierra Nevada and the Sierra de los Filabres.

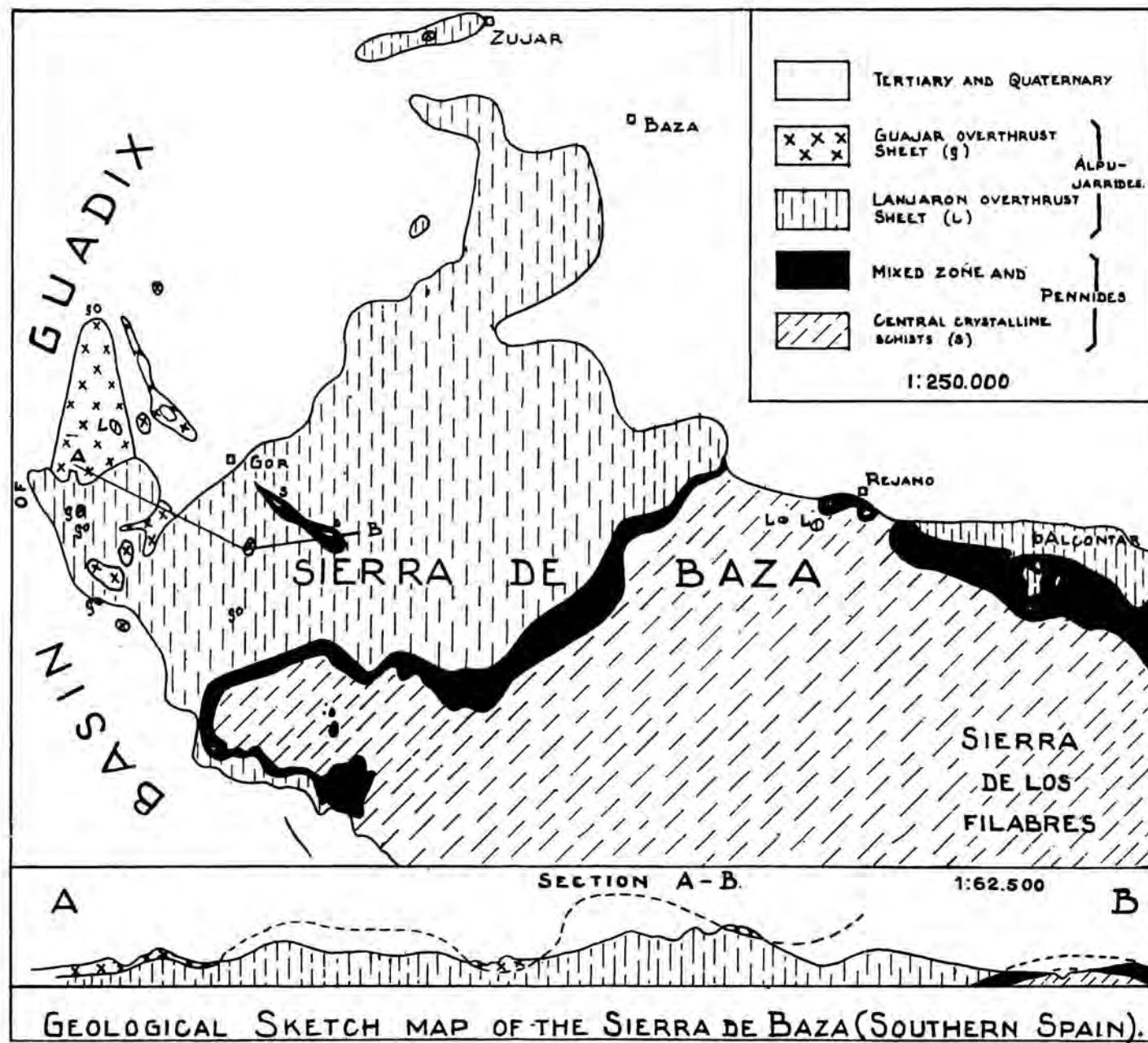
¹⁾ H. A. BROUWER and C. P. A. ZEYLMANS VAN EMMICHOVEN. The tectonics of the central part of the Sierra de los Filabres (South-Spain). These Proceed. XXVIII, 1924, p. 55.

Botany. — *Über den Einfluss des Lichtes auf die Protoplasmaströmung von Avena*. Von H. P. BOTTELIER. (Communicated by Prof. F. A. F. C. WENT.)

(Communicated at the meeting of September 30, 1933).

Über den Einfluss des Lichtes auf die Protoplasmaströmung ist wenig Bestimmtes bekannt geworden. HOFMEISTER (8) sah bei Myxomyceten nach Belichtung eine Verringerung der Strömungsgeschwindigkeit auftreten. Auch N. PRINGSHEIM (12) und EWART (7) fanden eine Verzögerung der Protoplasmaströmung unter Einfluss des Lichtes bei Characeen, Spirogyra, Vallisneria, u.s.w. Das hierbei benutzte Licht war aber so intensiv, dass es oft schon in wenigen Minuten eine starke Schädigung

H. A. BROUWER AND H. JANSEN: STRUCTURE OF THE SIERRA DE BAZA AND ADJACENT REGIONS
IN SOUTHERN SPAIN.



des Versuchsobjektes herbeiführte. LUERSSEN (10) untersuchte den Einfluss farbigen Lichtes. Er fand im roten Lichte eine stärkere Hemmung als im blauen Lichte. Nach EWART beruht dieses Ergebnis auf einer stärkeren Erwärmung des Objektes im roten Lichte, aber blaues Licht hat mehr Einfluss.

Bei Avena konnte BRAUNER (4) in intakten Koleoptilen eine starke Plasmasströmung beobachten. Diese Beobachtung wurde später von F. W. WENT (13) bestätigt. Beide glauben, dass der Wuchsstoff (BRAUNER spricht von Hemmstoffen) von der Protoplasmaströmung transportiert wird. VAN DER WEY (14) stimmt dieser Auffassung nicht bei.

Es erschien mir in diesem Zusammenhang angebracht, die Protoplasmaströmung bei Avena näher zu untersuchen. In vorliegender Arbeit wird, ohne auf die Frage des Auxintransportes näher einzugehen, berichtet über die Beeinflussung der Protoplasmaströmung durch kurze Lichtreize.

Als Versuchspflanzen benutzte ich etwa 90 Stunden alte Keimlinge, die in der im Utrechter Institute üblichen Weise herangezogen waren.

Es zeigte sich, dass intakte Koleoptilen nicht geeignet sind zu zuverlässigen Messungen. Es wurde darum das zu verwendende Koleoptil median halbiert, das Primärblatt entfernt und beide Hälften zwischen Objektträger und Deckglas eingeklemmt. Das Präparat wurde sodann in Wasser in einen Mikrothermostaten nach HILLE RIS LAMBERS (9) gelegt. Die Beobachtung geschah mit Zeiss Objektiv 60 \times und Okular 10 \times , also bei 600-facher Vergrösserung. Man bekommt so ein ziemlich klares Bild, zumal von den Epidermiszellen. Für die Beobachtung wurde orangefarbiges Licht benutzt von einer, mit einem Schott'schen OG 2 Lichtfilter versehenen 40 W starken Glühlampe. Für dieses Licht ist die Protoplasmaströmung, wenn überhaupt, sehr wenig empfindlich (näheres siehe unten). Als Lichtquelle benutzte ich eine Quecksilberlampe, aus deren Licht mit Hilfe von Schott'schen Lichtfiltern verschiedene Wellenlängen isoliert wurden (über Verwendung u.s.w. dieser Filter s. NUERNBERGK (11) S. 769). Die Energie des benutzten Lichtes wurde mit einer Moll'schen Thermosäule in Verbindung mit einem Schleifengalvanometer gemessen.¹⁾

Es wurde nur die Strömung in den Epidermiszellen beobachtet, weil die Strömung in den Parenchymzellen meist zu unregelmässig war. Die Leukoplasten, die mit der Strömung mitgerissen werden, zeigen eine sehr unregelmässige Bewegung; nur die kleinsten Körper bewegen sich mit annähernd konstanter Geschwindigkeit; es konnten also nur letztere für die Messungen verwendet werden.

Die Koleoptilpräparate zeigen sofort nach dem Schneiden eine starke Protoplasmaströmung, die 3—4 Tage lang andauert; sie können wachsen

¹⁾ Für die Überlassung dieser Apparate bin ich Herrn Dr. E. NUERNBERGK zu grossem Dank verpflichtet.

und phototropische Krümmungen ausführen. Wir dürfen also annehmen, dass sie sich nicht in sehr abnormaler Lage befinden. Um einen etwaigen Einfluss der Verwundung möglichst auszuschalten, wartete ich nach dem Schneiden 2 Stunden, bevor ich mit den Versuchen anfing.

Ich bespreche erst den Einfluss des blauen Lichtes.

L. Blaues Licht ($\lambda = 4360 \text{ \AA}$).

Eine kurze Belichtung ruft 3—4 Minuten später eine Verzögerung der Plasmasströmung hervor, die nach 8—10 Minuten fast völlig wieder aufgehoben ist (Fig. 1).

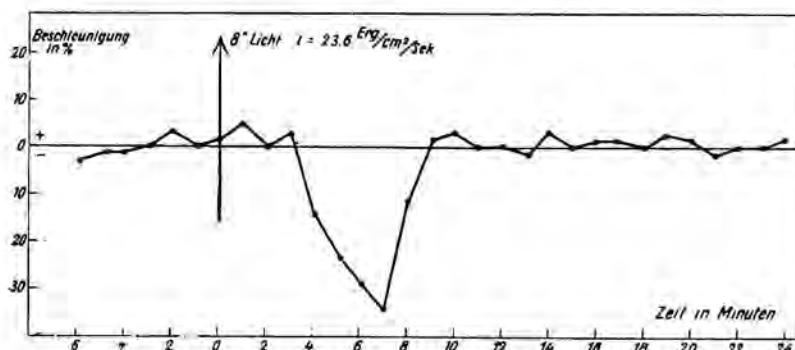


Fig. 1. Hemmung der Protoplasmaströmung durch Licht. $\lambda = 4360 \text{ \AA}$.

Es wurden bestimmt:

1. Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit pro Minute (4 Messungen p./Min.).
2. Die Strömungsgeschwindigkeit im ungereizten Zustand (50 Messungen, mittlerer Fehler 1—3%).
3. Die Differenz: Minutenwert minus normale Geschwindigkeit, ausgedrückt in % der normalen Geschwindigkeit.

Als Grösse der Reaktion wurde angenommen die algebraische Summe dieser Differenzen.

Eine kurze Belichtung ruft eine geringe Verzögerung hervor. Bei zunehmender Belichtungszeit nimmt die Reaktionsgrösse zu, zuerst etwas schneller als proportional, später langsamer. Bei noch längerer Belichtungszeit nimmt die Reaktionsgrösse wieder ab und schliesslich wird die Plasmasströmung vom Lichte beschleunigt (siehe Fig. 2). Diese Versuche habe ich bis jetzt mit 4 Intensitäten vorgenommen:

2.4, 5, 11 und 23.6 Erg/cm²/Sek.

Wie aus Fig. 2. hervorgeht, wird die Reaktionsgrösse ausschliesslich bestimmt durch die Grösse des Produkts Intensität \times Belichtungszeit. Sowohl für die Verzögerung als für die Beschleunigung der Protoplasmaströmung gilt also die Produktregel (das Reizmengengesetz). Aus dem Versuch mit Intensität $i = 2.4 \text{ Erg/cm}^2/\text{Sek.}$ (siehe Fig. 2, punktierte

Linie) geht hervor, dass die Regel nur gilt, wenn die gesamte Energiemenge innerhalb etwa 180 Sek. zugeführt wird.

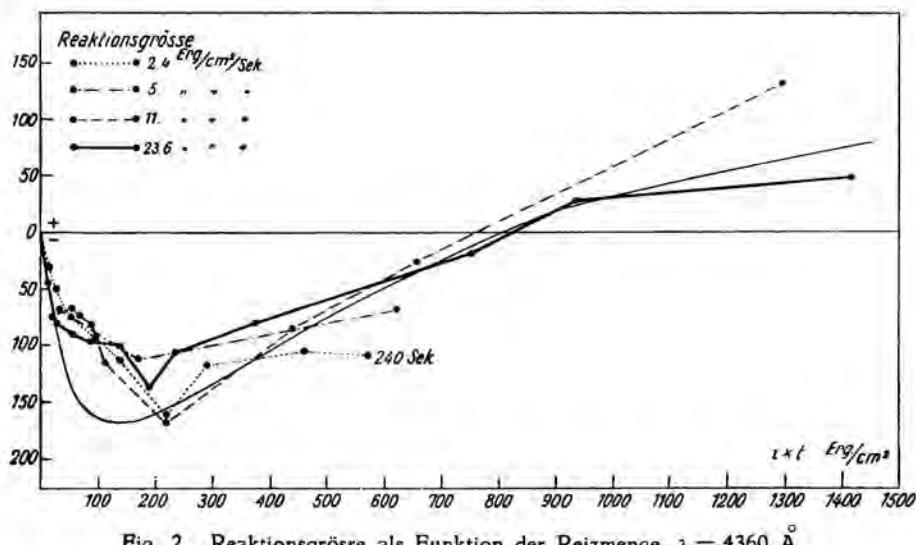


Fig. 2. Reaktionsgrösse als Funktion der Reizmenge. $\lambda = 4360 \text{ \AA}$.

Die dünn ausgezogene Linie in Fig. 2 gibt die Beziehung zwischen Energiemenge und Reaktionsgrösse für die Lichtwachstumsreaktionen nach VAN DILLEWIJN (6), wenn man annehmen darf, dass 1 Erg/cm²/Sek. bei einer Wellenlänge $\lambda = 4360 \text{ \AA}$ mit 10 M.K. weissen Lichtes gleich gestellt werden kann. Es muss aber bemerkt werden, dass dieser *quantitativen* Übereinstimmung kein grosser Wert beizumessen ist, denn 1°. ist der Umrechnungsfaktor 10 nie genau bestimmt und 2°. kann nicht ermittelt werden, wieviel Licht gerade die beobachtete Zelle bekommt. Wichtiger erscheint mir darum die Tatsache, dass die Plasmaströmungsreaktionen eine ähnliche Beziehung zeigen zwischen zugeführter Energie und Reaktionsgrösse wie die Lichtwachstumsreaktionen. Es gibt noch einige Tatsachen, die darauf hinweisen, dass es Beziehungen zwischen beiden Vorgängen gibt:

a. ARISZ (1) fand bei Avena, dass „rein negative Krümmungen“ nur auftreten, wenn die zur Erzeugung einer negativen Krümmung gerade notwendige Lichtmenge innerhalb etwa 200 Sek. zugeführt wird.

b. Ebenso fand DU BUY (5) dass die zur Erzeugung einer 3.-positiven Krümmung gerade notwendige Lichtmenge innerhalb etwa 150 Sek. zugeführt werden muss, damit die Krümmung auftritt.

Auch bei den Strömungsreaktionen muss die gesamte Energiemenge innerhalb etwa 180 Sek. zugeführt werden, damit das zu erwartende Resultat eintritt.

II. Spektrale Empfindlichkeit.

Als ich den Zusammenhang zwischen Energiemenge und Reaktions-

grösse für blaues Licht festgestellt hatte, war es möglich die Empfindlichkeit für Licht anderer Wellenlängen in einfacher Weise zu ermitteln. Es wurde für jede Wellenlänge die Reaktionsgrösse für 2—3 Energiemengen bestimmt (Mittelwert aus 8 Versuchen) und dann in Fig. 2 aufgesucht, welche Energiemengen für blaues Licht erforderlich waren, um gleichgrosse Reaktionen hervorzurufen. Das Verhältnis zwischen beiden Energiemengen ist die Empfindlichkeit für die untersuchte Wellenlänge bezogen auf blaues Licht.

Um die Empfindlichkeit für gelbes Licht zu messen, wurde die Beobachtung im roten Lichte angestellt (RG 1 Filter von Schott). Es konnte bei der grössten verwendbaren Energiemenge keine messbare Reaktion hervorgerufen werden. Es war also gestattet, gelbes Licht für die Beobachtung in den oben beschriebenen Versuchen zu benutzen.

TABELLE.
Empfindlichkeit der Protoplasmaströmung für Licht von verschiedenen Wellenlängen.

Farbe	Wellenlänge in Å	Empfindlichkeit
u. violet	3660	10
violet	4050	45
blau	4360	100
grün	5460	3
gelb	5780	0?

Die Tabelle gibt eine Übersicht über die gefundene Empfindlichkeitsverteilung im Spektrum, wenn die Empfindlichkeit für Blau = 100 gestellt wird.

Auch hier finden wir also eine gute Übereinstimmung mit den Angaben von BLAAUW (3), BACHMANN und BERGANN (2) und DU BUY für die Empfindlichkeitsverteilung im Spektrum bei den phototropischen Krümmungen.

Eine ausführlichere Mitteilung wird später folgen.

ZITIERTE LITERATUR.

1. ARISZ, W. H., (1915). Rec. Trav. bot. néerl. 12, p. 44.
2. BACHMANN, F. und BERGANN, F., (1930) Planta 10, p. 744.
3. BLAAUW, A. H., (1909) Rec. Trav. bot. néerl. 5, p. 209.
4. BRAUNER, L., (1922) Zschr. Bot. 14, p. 497.
5. DU BUY, H. G., (1933). Rec. Trav. bot. néerl. 30, p. 798.
6. DILLEWIJN, C. VAN, (1927). Rec. Trav. bot. néerl. 24, p. 307.
7. EWART, A. J., (1903). On the Physics and Physiology of Protoplasmic Streaming in Plants, Oxford.
8. HOFMEISTER, W., (1867). Die Lehre von der Pflanzenzelle, Leipzig.
9. LAMBERS, M. HILLE RIS, (1926). Temperatuur en Protoplasmastrooming. Dissertatie, Utrecht.

10. LUERSSEN, (1868). Einfluss des rothen und blauen Lichtes auf die Strömung des Protoplasmas in den Brennhaaren von *Urtica* und den Staubfadenhaaren der *Tradescantia virginica*. Diss. Jena, Bremen.
11. NUERNBERGK, E., (1931) in Abderhaldens H. b. biol. Arbeitsmeth. 11, 4.
12. PRINGSHEIM, N., (1882). Jb. Bot. 12, p. 288.
13. WENT, F. W., (1928). Rec. Trav. bot. néerl. 25, p. 1.
14. WEY, H. G. VAN DER, (1932). Rec. Trav. bot. néerl. 29, p. 379.

Botanisch Laboratorium.

Utrecht, September 1933.

Physiology. — Zur Frage der Holzverdauung durch Insektenlarven.

Von K. MANSOUR und J. J. MANSOUR—BEK. (Aus dem Zoologischen Institut der ägyptischen Universität zu Kairo.) (Communicated by Prof. H. JORDAN.)

(Communicated at the meeting of September 30, 1933.)

Die Frage, ob die holzfressenden Insektenlarven wirklich Holz als Nahrung benutzen können, ist noch nicht endgültig gelöst. Kompliziert wird das Problem dadurch, dass man in vielen von den betreffenden Insekten Mikroorganismen antrifft. In den Fällen wo solche Mikroorganismen sich im Darmlumen befinden, wie in den Termiten und in einigen Lamellicornier-larven, ist die Rolle der dort vorkommenden Protozoen bzw. Bakterien und Flagellaten noch ziemlich eindeutig; CLEVELAND (1924, 1925, 1928) und WERNER (1926) nehmen an, dass die Insekten die Produkte der Zelluloseverdauung durch die Mikroorganismen zu sich nehmen, während dagegen WIEDEMANN (1930) auf Grund eingehender Versuche schliesst, dass die von ihm untersuchten Insektenlarven die in ihrem Darm wachsenden Mikroflora als eigentliche Nahrungsquelle benutzen.

Wo aber in Insektenlarven intracellulare Mikroorganismen vorkommen, entweder im Epithel des Darms oder in speziellen Organen, ist die Rolle, welche diesen Mikroorganismen für die Verdauung des Holzes zugeschrieben wird (BUCHNER 1928, 1930) ganz hypothetisch. Die Annahme einer solchen Hilfe, wie sie auch UVAROV (1929), in seiner Zusammenstellung der Literatur über die Nahrung der Insekten vertritt, fußt auf der Voraussetzung, dass Insektenlarven keine Enzyme in ihrem Darmkanal besitzen, welche im Stande sind Holz oder Zellulose aus Holz zu hydrolyseren, welche Voraussetzung sich als irrig erwiesen hat.

Die Frage war also, die Verdauungsenzyme einiger Insektenlarven, wo keine Mikroorganismen vorkommen, zu untersuchen mit Rücksicht auf die Möglichkeit einer Verdauung der in Holz vorkommende Stoffen.

Zur Untersuchung kamen zwei Coleopteren-larven, und zwar von *Macrotoma palmata* und *Xystrocera globosa*. Beide Arten gehören zur Familie der Cerambycidae, welche viele Holzfresser unter ihren Gliedern zählt.

Macrotoma palmata bohrt im Holze von *Morus alba*, die Maulbeere, und zwar trifft man sie sowohl im Splintteil des Holzes sowie im Kernholz. Auch findet man die Larven oft im Kernholz von *Albizia lebbek*, einer der Mimosaceae.

Xystrocera globosa bohrt ihre Gänge auch im Holz von *Albizia lebbek*, doch findet man sie ausschliesslich im Splintholz.

Die Larven der zwei Arten sind einander äusserlich sehr ähnlich, doch zeigen sich Verschiedenheiten, wenn der Darm freigelegt wird; die *Macrotoma*-larve unterscheidet sich durch die Anwesenheit eines wohlentwickelten Kropfes. Die dicke, chitinöse Innenwand dieses Organes ist mit scharfen Zähnen besetzt, hierdurch wird das aufgenommene Holz wie in einer Mühle fein zermahlen.

Die beiden Larven-arten sind ganz frei von Mikroorganismen, es kommen weder besondere Organe (Mycetome) vor, noch sind im Darmtraktus Mikroorganismen vorhanden, wie an Ausstrichen und Querschnitten festgestellt wurde.

Der Magensaft von einer Anzahl Larven von *Macrotoma palmata* wurde nach Zentrifugieren benutzt. Qualitativ konnte das Vorhandensein eines Zellulose-spaltenden Enzyms nachgewiesen werden, indem wir den Magensaft auf Salatstengel- und Dattelkern-schnitte einwirken liessen; die Zellwände (Färbung mit Chlorzinkjod) waren nach einem Tag teils, nach zwei Tagen ganz verschwunden.

Quantitative Versuchen, in welchen die Spaltung von Zellulose gemessen wurde mittels Titration der entstandenen Glukose, zeigten dass der Magensaft im Stande ist, native Zellulose (in Form von stärkefreiem Filterpapier) zu einem grossen Teil zu verdauen. Für die Titration wurde die von HAGEDORN und JENSEN (1922) beschriebene Methode benutzt, welche für die geringen Mengen des Magensaftes, welche zur Verfügung standen, besonders geeignet ist. Einige der Ergebnisse sind dargestellt in der Tabelle.

Eine Analyse des Holzes von *Morus alba*, worin die *Macrotoma*-Larven gefunden wurden, ergab, dass die Menge der Stärke und der löslichen Zucker in diesem Holze nur sehr gering ist (siehe Tabelle 2) ebenso wie in dem Kernholz von *Albizia labbele*, worin man sie auch oft findet.

Die *Macrotoma*-Larven decken ihren Kohlehydratbedarf also mit den Produkten der Zelluloseverdauung durch ihre passenden Enzyme.

Von *Xystrocera globosa* wurde auch der Magensaft einer Anzahl Tiere zentrifugiert vor dessen Benutzung in den Verdauungsversuchen. Bei den qualitativen Versuchen war gar keine Auflösung der Zellwände zu bemerken. Auch die quantitativen Messungen der Zellulosespaltung, welche wieder mit der Titration nach HAGEDORN—JENSEN ausgeführt wurden,

ergaben dass native Zellulose gar nicht angegriffen wird (siehe Tabelle 1). Ebensowenig wirkt der Magensaft auf umgefallte Zellulose, und auf mit Schweizersche Flüssigkeit behandeltes Filtrerpapier. Eine Amylase, welche in ihrer Wirkung stärker ist als diejenige von *Macrotoma*, wurde nachgewiesen.

Eine Analyse des Splintholzes von *Albizia lebbek*, welches die *Xystrocera*-Larven beherbergt, ergab einen erheblichen Gehalt dieses Holzes an Stärke und löslichen Zuckern (Tabelle 2). Dieser Fund und die Abwesenheit einer Zellulose berechtigen zu dem Schluss, dass die *Xystrocera*-Larven ihren Kohlehydrat-Bedarf decken aus den Zuckern und der Stärke des Holzes, worin sie leben.

Das Kernholz von *Albizia lebbek* hat dagegen einen nur sehr geringen Gehalt an Zucker und Stärke, und es ist bedeutungsvoll, dass man die *Xystrocera*-Larven dann auch nie in diesem Teil des Holzes antrifft.

Es ergibt sich also aus den Versuchen, dass es zwei Typen der mikroorganismenfreien holzfressenden Insektenlarven gibt.

Der erste Typus, zu welchem *Xystrocera* gehört, kann nur die löslichen Zucker und die Stärke, welche im Holz anwesend sind, zur Verdauung benutzen, das Holz worauf sie leben hat einen hohen Gehalt an diesen Stoffen. Zu dieser Kategorie gehören *Xystrocera*, *Cossus cossus* (RIPPER 1931) und wahrscheinlich einige Arten der Familie Bostrichidae, welche im Holze von *Porucania regia* und *Tamarix* sp. (s. Tabelle 2) vorkommen. Die Art der Nahrung macht es notwendig, dass die Larven grosse Mengen des Holzes aufnehmen, um daraus genügend Nahrungsstoffe zu bekommen. Die Menge der Exkrete dieser Tiere ist dann auch ungemein gross.

Der zweite Typus, welcher von *Macrotoma* vertreten wird, verdaut die Zellulose des Holzes mittels dazu geeigneten Enzymen des Darmkanals. Die Holzarten auf der man die Larven dieses Typus findet, haben einen niedrigeren Gehalt an Stärke und Zuckern. Diese Weise der Holzverdauung findet man bei den Larven von *Macrotoma*, *Cerambyx cerdo* (RIPPER 1931) und *Hylotrupes bajulus* (FALEK 1930). Aus dem Holz, welches im Kropf von *Macrotoma* fein zermahlen wird, wird die Zellulose gespalten; für diese Tiere kann also weniger Nahrung genügen, die Exkrete sind dementsprechend viel weniger in Menge als diejenigen von *Xystrocera*.

Die beiden Typen der holzfressenden Insektenlarven sind in ihren Verdauungsprozessen (sei es der Zellulose oder von Stärke und Zucker) ganz unabhängig von Mikroorganismen. In verwandten Arten von Insektenlarven, bei welchen Mikroorganismen im Darmepithel (*Leptura rubra* und *Rhagium* spp) oder intracellular (*Xestobium rufovillosum*) vorkommen, konnte RIPPER (1931) auch eine Zellulosespaltung durch den Magensaft zeigen. Hieraus kann man mit Rücksicht auf die oben angeführten Befunde, nur den Schluss ziehen, dass das Vorkommen von Mikroorganismen ganz gleichgültig und bedeutungslos ist für die Holzverdauung der

Insektenlarven. Von einer Symbiose in dem Sinne dass die Mikroorganismen Hilfe leisten bei der Verdauung, ist keine Rede.

TABELLE 1.

Quantitative Versuche über die Verdauung von Zellulose durch Magensaft von Larven von *Macrotoma palmata* und *Xystrocera globosa*.

Ansatz jedesmal 0.5 ccm, enthaltend
6 mgr. Zellulose (stärkefreies Filtrierpapier).
0.2 ccm. Pufferlösung 1/5 mol.
0.3 ccm. Magensaft,
 $T = 32^\circ \text{C}$, Pro Titration 0.05 ccm.

Tierart	Magensaft von	P_H des Gemisches	Zeit der Verdauung	Spaltung der Zellulose	
				Zunahme der Glukose in mg.	Spaltung in %
<i>Macrotoma palmata</i>	2 Tieren = 0.5 ccm. Saft	6.3	24 St.	0.093	14
"	"	6.3	2 X 24 St.	0.181	28
<i>Xystrocera globosa</i>	6 Tieren = 0.6 ccm. Saft	6.3	24 St.	0.01	0
"	"	6.3	2 X 24 St.	0.01	0
"	"	6.3	3 X 24 St.	0.01	0
"	5 Tieren = 0.8 ccm. Saft	8.0	3 X 24 St.	0	0
"	8 Tieren = 0.7 ccm. Saft	4.3	24 St.	0	0

TABELLE 2.

Menge der löslichen Zucker und der Stärke in einigen Holz-Arten, ausgedrückt in % des Trockengewichts.

Holzart	Zucker in %	Stärke in %	Total (Zucker + Stärke) in %
<i>Morus alba</i>	0.27	0.2	0.47
<i>Albizia lebbek</i> Kernholz	0.2	0.5	0.7
" " Splintholz	6.2	3.9	10.1
<i>Tamarix</i> sp.	2.8	4.4	7.2
<i>Poincinea regia</i>	1.1	4.5	5.6

Eine dritte und ganz besondere Gruppe der holzfressenden Insekten wird gebildet durch solche, welche freilebende Mikroorganismen in ihrem Darm beherbergen, wie die Protozoen-enthaltenden Termiten, oder die Bakterien und Flagellaten besitzenden Lamellicornier-larven.

Die Arbeit von WIEDEMANN (1930) hat es annehmlich gemacht dass die Lamellicornierlarven (und das nämliche gilt vielleicht für Termiten) keine echten Holzfresser sind; vielmehr benutzen sie die Mikroorganismen, welche mit der Nahrung aufgenommen oder in Darmtraktus in speziellen Kämmern kultiviert werden, als direkte Nahrungsquelle.

Zusammenfassung.

Die wahren holzfressenden Insekten sind für die Verdauung des Holzes nicht von Mikroorganismen abhängig. Es gibt zwei verschiedene Typen:

A. Ohne Zellulosespaltende Enzyme (*Xystrocera globosa*). Die Larven dieses Typus erhalten die notwendigen Kohlehydrate aus den Zuckern und der Stärke welche in dem Holz worauf sie leben, in genügender Menge vorkommen.

B. Mit Zellulose-spaltender Enzyme (*Macrotoma palmata*).

Die Larven dieses Typus decken ihren Kohlehydratbedarf mit den Produkten der Zelluloseverdauung, welche Spaltung von ihren Darmsekreten vollführt wird. Sie können daher auf Holzarten leben, welche arm sind an Stärke und Zuckern.

Die holzfressenden Insekten, wo freilebende Mikroorganismen im Darmlumen vorkommen, wie die Termiten und die Lamellicornierlarven, verdauen das Holz nicht mit Hilfe dieser Mikroorganismen, doch nähren sich direkt von dieser Darmflora. Insekten von diesem Typus haben als Nahrung Mikro-organismen, nicht Holz.

LITERATURVERZEICHNIS.

- BUCHNER, P. (1928), Holznahrung und Symbiose, Berlin, SPRINGER.
 —————— (1930), Tier und Pflanze in der Symbiose, 2te Aufl. Berlin, BORNTRAEGER.
- CLEVELAND, L. R. (1924), Biol. Bull. 46.
 —————— (1925), Biol. Bull. 48.
 —————— (1928), Biol. Bull. 54.
- FALEK, R. (1930), Cellulosechemie. 11.
- HAGEDORN, H. C. und JENSEN, B. N. (1922). Biochem. Zeitschr. 135.
- RIPPER, W. (1931). Zeitschr. vergl. Phys. 13.
- UVAROV, P. (1929) Trans. Ent. Soc. London. 76.
- WERNER, E. (1926). Zeitschr. Morph. Oek. d. Tiere. 6.
- WIEDEMANN, J. F. (1930). Zeitschr. Morph. Oek. d. Tiere. 19.

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN
TE AMSTERDAM

PROCEEDINGS

VOLUME XXXVI

No. 9

President: J. VAN DER HOEVE

Secretary: B. BROUWER

CONTENTS

- C. U. ARIËNS KAPPERS: "The fissuration on the frontal lobe of *Sinanthropus pekinensis* Black, compared with the fissuration in Neanderthalmen", p. 802.
- W. H. KEESOM and J. J. M. VAN SANTEN: "Isothermals of helium at temperatures of 0, 20, and 100° C., and pressures from 5,5 to 16,5 atmospheres", p. 813.
- H. VAN DIJK, J. MAZUR and W. H. KEESOM: "On an apparatus for rectifying small quantities of liquefied gas, and on the purification of krypton", p. 822.
- W. H. KEESOM and G. SCHMIDT: "On the adsorption of neon on glass at liquid hydrogen temperatures", p. 825.
- W. H. KEESOM and G. SCHMIDT: "Measurements on the adsorption of helium on glass at liquid helium temperatures", p. 832.
- A. A. NIJLAND: "Mittlere Lichtkurven von langperiodischen Veränderlichen. XVI. T Camelopardalis", p. 835. (With one plate).
- M. W. WOERDEMAN: "Ueber die chemischen Prozesse bei der embryonalen Induktion" p. 842. (With three plates).
- FLORIS HERST, M. A. VAN HERWERDEN and TH. J. BOELE—NIJLAND: "Bloodgroup Investigation in the "Hoeksche Waard""". (Communicated by Prof. J. BOEKER), p. 849.
-

Anatomy. — The fissuration on the frontal lobe of *Sinanthropus pekinensis* Black, compared with the fissuration in Neanderthalmen. By C. U. ARIËNS KAPPERS.

(Communicated at the meeting of November 25, 1933.)

Although Dr. DAVIDSON BLACK already gave us a description of the endocranial cast of the adolescent *Sinanthropus pekinensis*¹⁾, he did not enter into the details of the fissures especially instructive on the right frontal lobe of the cast. Nor did DUBOIS²⁾, who recently gave a general discussion of this cast confirming BLACK's conclusion about its human, especially Neanderthaloid features. In the following pages I shall try to identify the fissures and compare them with those on Neanderthalmen casts, especially the endocranial cast of the Rhodesian skull.

Before doing so I want to point out some of its general features as they appear by the encephalic (and endocranial) indices also used in the description of other prehistoric casts and recent brains (see table)³⁾.

Endocr. meas. and ind.	Pithec.	Sin.	Rhodes.	La Chap.	Aver. Predm. III, IV. X
length right hem. . .	15.45	15.99	17.35	18.55	—
length left hem. . .	15.43	15.92	17.20	18.15	—
total breadth . . .	12.62	12.30	13.68	14.60	—
l. br. ind. right . . .	81.1	76.9	78.8	78.8	—
l. br. ind. left . . .	81.1	77.07	79.5	80.40	—
aver. l. br. ind. . .	81.1	76.95	79.15	79.60	77.1
gen. height ind. . .	0.400	0.453	0.478	0.477	0.516
occ. height ind. . .	0.938	1.086	1.20	0.96	1.455
temp. depth ind. . .	?	0.173 ⁵⁾	0.130	0.153	0.140
temp. length ind. . .	0.742 ⁴⁾	0.732 ⁵⁾	0.762	0.763	0.769

¹⁾ A. DAVIDSON BLACK, On the endocranial cast of the adolescent *Sinanthropus*, Proc. of the Roy. Soc. London, Ser. B, Vol. 112, N°. B, 776, Jan. 2d. 1933. The age of this individual is estimated by BLACK to be 15—16 years.

²⁾ E. DUBOIS, The shape and size of the brain in *Sinanthropus* and *Pithecanthropus*, Proc. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam, Vol. 36, N°. 4, 1933.

³⁾ I use this occasion at the same time to give more accurate figures concerning the Rhodesian and La Chapelle casts.

⁴⁾ The temporal length has been measured in these casts from the insular perpendicular i.e. from the perpendicular passing along the frontal pole of the temp. lobe. The larger temporal length in *Pithecanthropus* is chiefly due to the relatively smaller length of the frontal lobe.

⁵⁾ Only the left temporal lobe of *Sinanthropus* being complete, these indices only refer to the left hemisphere. The general and occipital height indices mentioned are the mean of both sides.

Comparing the indices in the adjoining table, it appears that the Sinanthropus cast differs from the Pithecanthropus cast in the following points:

1^o. By its length breadth index (Sin. 76.95; Pith. 81.1); 2^o. By its greater general height index (Sin. 0.453; Pith. 0.400); 3^o. By its smaller temporal length index (Sin. 0.732; Pith. 0.742) and 4^o. By its larger occipital height index (Sin. 1.086; Pith. 0.938).

Comparing these indices with those of the two Neanderthal casts mentioned in my list, it appears that also their length breadth indices are below 80, but that these casts differ from the Sinanthropus cast in the following points: 1^o. By a somewhat higher length-breadth index¹⁾; 2^o. By their greater average general height index (Sin. 0.453; average Neand. 0.477). 3^o. By their smaller temporal depth index (Sin. 0.173; av. Neand. 0.142). 4^o. By their larger temporal length index (Sin. 0.732 av. Neand. 0.762).

Considering the bearing of these differences we may say that, as pointed out by BLACK and DUBOIS, by its length breadth index Sinanthropus comes in the same group as Neanderthal men. The same is shown by its general height index.

The greater general height index of Sinanthropus compared to Pithecanthropus is of the more importance as very often in brachycephalic individuals (as Pithecanthropus is) the height of the brain tends to increase. That notwithstanding its smaller length-breadth index the height-index in Sinanthropus is larger, is the more expressive of its human character.

The same was pointed out in a more general way by DUBOIS, who called the attention to the humanlike *parietal vertex* of this cast in contrary to the flat dorsal surface of the Pithecanthropus cast. As already Sir ARTHUR KEITH¹⁾ (l.c., p. 388) stated "the rise of the parietal area of the cranial vault is a human character".

Also by its occipital index (the parietal perpendicular divided by its distance from the occipital pole) the Sinanthropus brain comes in the group of the Neanderthaloid brains (Sin. 1.086, average of the two Neanderthal casts 1.08).

The lesser temporal length index in Sinanthropus compared to Pithecanthropus is an expression of the greater relative development of its frontal lobe as measured from the insular perpendicular. The lesser size of the frontal lobe in Pithecanthropus agrees with the difference in fissuration — the fissuration in the latter being chimpanzoid³⁾ in its general character,

¹⁾ I may, however, add that the La Quina cast has a smaller encephalic index than Sinanthropus (73, 6).

²⁾ A. KEITH, The antiquity of man, Vol. II, seventh edition, WILLIAMS and NORGATE, London 1929.

³⁾ C. U. ARIËNS KAPPERS, The fissures on the frontal lobe of Pithecanthropus erectus DUBOIS etc. These Proceedings, Vol. 32, 1929, p. 182. See also A. KEITH, Report on the Galilee skull. Publ. of the British school of Archeology in Jerusalem, 1927.

whereas the fissuration of Sinanthropus, as will be shown below, is distinctly human.

The increase of the temporal length index in the Neanderthalmen is due to an elongation of the temporo-occipital region, probably by the increase of the parieto-occipital association fields, so characteristic of the human brain in comparison with apes. This difference is also reflected in the next point in which Sinanthropus differs from Neanderthal casts: its deeper temporal lobe¹⁾ the relative depth of which exceeds that of all the Neanderthal casts I measured. The same holds good for the rostrum orbitale (fig. 3 and 5) in Sinanthropus (the "bec encéphalique" of M. BOULE²⁾).

Looking at the average indices as found in the three Predmost casts we see that the same line of evolution continues in the upper paleolithic men as not only appears from the increase of the general and occipital height indices, but also from the decrease of the temporal depth and increase of the temporal length index, and furthermore by a less outstanding rostrum orbitale in upper paleolithic endocranial casts.

That the relations in Sinanthropus, notwithstanding the small capacity of its cast³⁾ (between 900 and 964 cc. according to BLACK; 198 cc. according to DUBOIS), are distinctly human also appears from the fissuration on the left orbital surface (the only one present) and especially from the fissures on the convexity of the right frontal lobe, a drawing of which was made by our artist Mr. CHR. VLASSOPOULOS, in the same way as he drew the other casts I hitherto described i.e. with tangential light on each fissure separately, this being the only way to bring out clearly the surface relief.

Of the orbital surface a photograph was taken (fig. 1). I shall compare the orbital sulci of the left hemisphere (those on the right being added symmetrically) with those of the Rhodesian cast, this being the only Neanderthaloid cast at my disposal (and in my knowledge) showing the orbital sulci distinctly on both sides. Comparing fig. 1 and 2 it is at once striking that the orbital sulci in both casts are nearly identical. In Sinanthropus only the sulcus olfactorius, the lateral limiting sulcus of the gyrus rectus, fails, owing to a gap in the skull.

In both casts an internal and external orbital sulcus may be distinguished. On the left orbital surface of the Rhodesian the internal sulcus consists of two parts, running partly parallel.

The internal orbital in Sinanthropus is very short, resembling the sagittal limb of the loose caudal part of the internal orbital on the same side in the Rhodesian. The external orbital is very similar in both.

¹⁾ A large temporal depth index, i.e. a short but deep temporal lobe is a primitive feature.

²⁾ M. BOULE, *l'Homme fossile de la Chapelle aux Saints. Annales de Paléontologie* 1911. In anthropoid apes the rostrum orbitale is very pronounced.

³⁾ It is evident that as long as the bodyheight of this individual cannot be estimated with any certainty we can say nothing about his cephalisation coefficient. If the body is small, this coefficient might be human, even with this skull capacity.



Fig. I

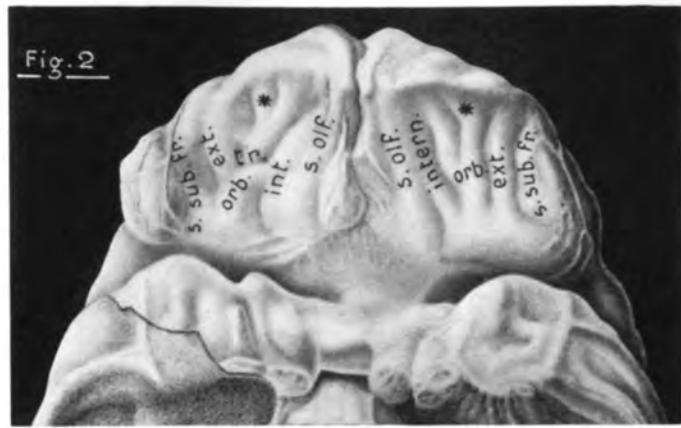


Fig. 2

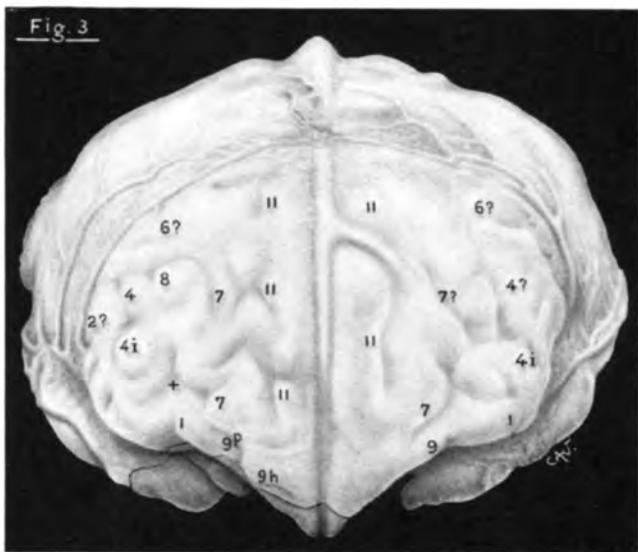


Fig. 3

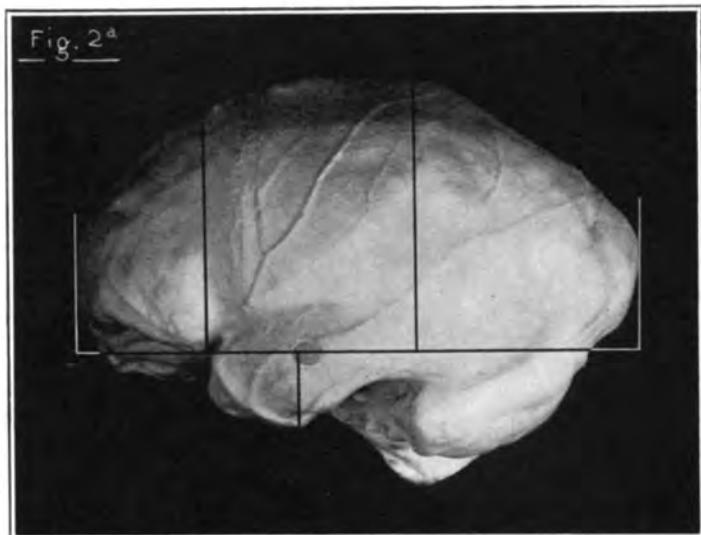


Fig. 2^a

Fig. 1. Orbital surface and fig. 3 frontal aspect of the *Sinanthropus* cast. In figs. 2 and 3 the fissures are drawn with tangential light; fig. 1 is a photograph. Fig. 2. Orbital surface of the Rhodesian cast. In fig. 2a. Rhodesian cast, left hemisphere, lateral aspect,

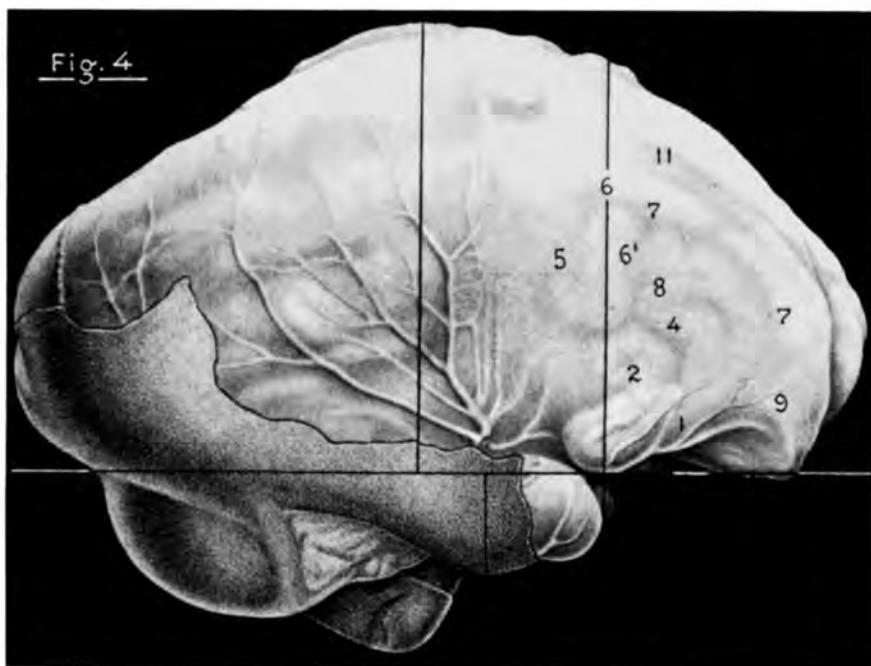


Fig. 4. Right hemisphere of the Rhodesian cast (not exactly lateral, showing the interhemispherical fissure in front).



Fig. 5. Right hemisphere of the Sinanthropus cast (exactly lateral). In both casts the fissures are drawn with tangential light (see text p. 804).

Frontally, in between these sulci some additional small grooves (at *) occur which in the Rhodesian on the right hemisphere are independant from each other, but on the left form one bifurcating sulcus¹) as they do in Sinanthropus. These intermedio-frontal orbital sulci are also frequently seen in recent men. A transverse orbital fails on the left hemisphere of the Rhodesian but is present on the right hemisphere at about the same spot as in Sinanthropus on the left hemisphere.

If in both casts we trace a line from the most frontal point of the temporal lobe to the most frontal point of the brain, it appears that in both the transverse orbital lies on about the middle of this line.

In Sinanthropus, however, the transverse orbital extends beyond the external orbital, reaching in front of the operculum orbitale.

This operculum orbitale is more or less delimited also caudally by a groove. In the Rhodesian the operculum is better delimited by a distinct continuous sulcus, the subfrontal (N^o. 1 of my enumeration).

Here the operculum orbitale also extends somewhat more frontally than in Sinanthropus, being more pronounced in the former. In both casts, however, the whole arrangement on the orbital surface is evidently human.

Looking at the frontal aspect of the cast we are struck by the large rostrum orbitale (fig. 3) which is even more expressed than in the Neanderthalmen of La Chapelle and Saints, where its large size was emphasized by BOULE (l.c.). This is probably due to the relative smallness of the brain in comparison to the orbits. The large size of the rostrum also appears from its extension underneath the lateral horizontal (c.f. fig. 2a and fig. 5).

Proceeding to the convexity of the brain I shall only compare the right frontal lobes as here the fissures are best indicated in both specimens. For this I refer to figs 4 and 5 in which also the (parietal and) insular perpendicular are drawn to facilitate comparison²).

In Sinanthropus (fig. 5) the insular perpendicular passes through the caudal part of fissure 4 (inferior frontal).

This fissure continues and finishes probably behind the coronal suture, as it does in recent men (HORSLEY³), cf. Plate VII, fig. 11 representing a boy of the same age — 15 years — as given to this Sinanthropus). In the Rhodesian the same relation to the insular perpendicular is observed with fissure 4, that clearly extends behind this perpendicular.

In both casts fissure 4 turns downward frontally (fig. 5 : 4i = r. inferior) and the relation of this curve to the frontal end of the operc. orbitale indicated by fiss. 1 is similar in both casts. Furthermore in both casts there is a dimple 8 over de middle of 4, to which I never gave a name but which frequently occurs, also in recent human brains, and even in Anthropoids

¹⁾ Not well visible in fig. 2.

²⁾ In comparing fig. 4 with fig. 5 we should keep in mind that fig. 4 is not exactly lateral.

³⁾ V. HORSLEY, On the topographical relations of the cranium and the surface of the cerebrum. Cunningham memoirs N^o. VII, published by the Royal Irish Academy 1892

(Chimpanzees) and in Pithecanthropus. This dimple may (fig. 4) or may not (fig. 5) be connected with 4¹.

While thus the course of 4 is about the same in both casts, the relative size of the inferior frontal convolution of which it forms the dorsal border is very different in both brains. The inferior frontal convolution, on which in both casts there may be only one anterior Sylvian branch (2), is large in Sinanthropus (cf. also BLACK), much larger than in Pithecanthropus. It even seems larger than in the Rhodesian. This, however, is not due to its absolute greater size in Sinanthropus but to an increase of the midfrontal region in the Rhodesian.

That this is true appears if we compare the midfrontal fiss. 7.

As I have frequently pointed out²) fiss. 7 (the horizontal limb of the anthropoid arcuate fissure) is much more important in the phylogeny of the frontal lobe and also in recent human brains than is usually realized. Its phylogenetic importance surpasses by far that of the superior frontal (11).

The typical characteristic of fiss. 7 is its being made up of arches beginning with its caudal relation to 6, a short curve that frequently connects 7 with 5 (the inferior precentral) and which was called by EBERSTALLER³) and CUNNINGHAM⁴) the horizontal limb of the inferior praecentral. This figure 6 is indicated in the Rhodesian as well as in Sinanthropus.

Another feature of 7 is given by its ventral offshoots that may even connect with dimple 8 (as is indicated by 6' in the Rhodesian) as well as with fissure 4. These ventral offshoots may introduce a splitting up of the midfrontal fissure in various independant arches.

Its most typical characteristic, however, is that it actually or virtually continues in fiss. 9, the perpendicular branch of WERNICKE's fronto-marginal. Especially in recent men this is a good point de repère as the frontal part of 7 is more constant than its caudal part which in recent races is so frequently broken up in various arches or even in perpendicular fissures owing apparently to evolutionary processes in this region⁴).

Fissure 7, well indicated in the Rhodesian and in Sinanthropus, separates the mid-frontal region in an upper and lower part. Especially the foot of the midfrontal region — between 6 and 4 — tends to increase in further evolution. QUANJER⁶) and Dr. VAN BORK—FELTKAMP⁷) showed

¹⁾ It may be connected also with 7. This connection is made by fiss. 6' in the Rhodesian (fig. 4), and also indicated in Sinanthropus.

²⁾ Cf. also The DAVID FERRIER lecture on some correlations between brain and skull. Transact. of the Roy. Soc. London, Ser. B., Vol. 221, 1932.

³⁾ O. EBERSTALLER, Das Stirnhirn, Graz, 1890.

⁴⁾ J. D. CUNNINGHAM, Surface anatomy of the human hemispheres. Cunningham memoirs N°. VII published by the Royal Irish Academy, 1892.

⁵⁾ This is the reason that the midfrontal as an entity is so often neglected in human anatomy, or that only the frontal end is recognised.

⁶⁾ A. A. QUANJER, Zur Morphologie der Insula Reilii und ihre Beziehungen zu den Opercula. Petrus Camper, Deel 2, 1902.

⁷⁾ Dr. A. VAN BORK—FELTKAMP, Uitkomsten van een onderzoek van een zestigtaal hersenen van Chinezen. Dissertatie, Amsterdam, 1930.

that it even sometimes operculates the inferior frontal sulcus. This is probably connected with the localisation of the centre of conjugate deviation in this foot (i.e. where it touches the inferior precentral), the importance of which for the evolution of the frontal lobe, was already realized by FERRIER¹). If we now compare the height of the midfrontal foot with the height of the inferior frontal convolution in Sinanthropus and in the Rhodesian it appears that the midfrontal foot is larger in the latter.

I may add to this that the further development of the lower midfrontal region in recent brains shows its influence also in a dorsal direction and thus may cause fissure 7 to be pressed against the superior frontal fissure (11) and even become partly incorporated in it²).

In Sinanthropus a small groove (+) occurs, connected with the frontal end of 7. In the Rhodesian an analogous fissure (not labelled) is seen, but not connecting with 7.

About the superior frontal (11) — much less important than usually stated in anatomy books — I can be brief.

This fissure, running parallel to the mesial edge of the hemisphere, is clearly indicated in Sinanthropus but hardly in the Rhodesian.

It has the same relative location and extension in Sinanthropus as it usually has in recent man. It consists of two parts (fig. 3) and where it is broken it has a transverse connection with 7, as often occurs in man.

The left frontal lobe of Sinanthropus is much less typical than the right. The frontal end of 11 is clearly indicated, similarly the frontal end of fissure 7 and its connection with 9 (fig. 3).

There seems to be a connection of the frontal part of 7 with a part of fiss. 4, reminding a relation also indicated on the left hemisphere of the La Chapelle and La Quina casts³). From the point where this connection enters the small remnant of 4 a large inferior branch (4i) extends ending on the operculum orbitale in a triradiate fissure of EBERSTALLER (my N°. 3, not visible in fig. 3). No other grooves could be identified with some certainty on the left frontal lobe.

Although a lunate sulcus of ELLIOT SMITH cannot be identified with certainty in Sinanthropus pekinensis, a mesial impression on the left occipital lobe — at some distance behind the lambda suture i.e. in a position where it also frequently occurs in recent men, may be caused by such a sulcus, or rather by a sulk. polaris superior, described by ELLIOT

¹⁾ D. FERRIER, The functions of the brain (2d. edition), London 1877, 1887).

²⁾ The alternating of the course of parts of 7 in 11 has been masterly described by SERGI (cf. his papers: Sui variazioni dei solchi del lobo frontale negli Hominidae Rivista di Anthropologa, Vol. 18, fasc. I-II, 1913, and Ueber die Morphologie und Symmetrie des Lobus frontalis beim Menschen. Zeitschr. f. Morphologie und Anthropologie, Bd. 17, 1926).

³⁾ Cf. ARIËNS KAPPERS, Further communications on the fissures of the frontal lobes in Neanderthalmen. Proceed. of the Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam, Vol. 32, 1929, p. 196. See also: The evolution of the nervous system in Invertebrates, Vertebrates and Man. Erven F. BOHN, Haarlem, 1929.

SMITH¹) as a limiting sulcus of the dorso-mesial region of the area striata. This sulcus may anastomose with the lunatus (cf. ELLIOT SMITH, l.c., fig. 5) that usually lies more laterally. As also in *Sinanthropus* lateral of the dorso-mesial indentation there is another, very small, but distinct impression on the same distance from the lambda suture the latter impression might be an indication of the lunate itself, as also stated by BLACK.

On the right side no trace of it is seen²). Although in the Rhodesian cast there is no indication of a lunate sulcus, it also occurs in the Neanderthalman from Düsseldorf, on the left occipital lobe only (l.c.).

This agrees with the statement first made by ELLIOT SMITH and frequently confirmed that in recent man this sulcus occurs more often on the left than on the right in its typical human shape.

Resuming we may say that the encephalic indices and the fissuration of the frontal lobes of the *Sinanthropus* cast confirm BLACK's statement that we have to do with a humanlike Neanderthaloid individual, as was also confirmed by E. DUBOIS. We may, however, add that some of the indices, the very large rostrum and the relation in the foot of the midfrontal convolutions, together with the small capacity of the skull — even for an adolescent — may indicate a more primitive condition than in other Neanderthaloids. The study of the endocranial cast and other morphological features of more and especially of adult specimens is, however, necessary before making a definite conclusion in this respect.

ARTERIES.

In addition to the branches of the dural art. meningea media (so well described by BLACK), markings of some midcerebral arteries seem to occur on the right frontal lobe. One, running underneath the operculum, reaches the convexity at the subfrontal fissure (1) extending to the junction of 7 and 9 (see fig. 5). Its course agrees approximately with the external orbital artery of CUNNINGHAM's textbook (3d ed. fig. 626), the inferior orbito-frontal artery of BOUMAN and LEY. SHELLSHEAR described its anthropoid homologue (reaching the convexity at the fronto-orbital sulcus) as fronto-marginal artery (for his field 19). The second, running obliquely from 2? to 4i (fig. 5), is a branch of CUNNINGHAM's external frontal, BOUMAN and LEY's external orbito-frontal (artère de la troisième convolution frontale of POIRIER and SHARPY). This artery has various branches (that pass also beyond the inferior frontal sulcus). Our branch resembles SHELLSHEAR's middle branch (vascularising his field 17) or ascending branch (also drawn by DURET) of K. H. BOUMAN and LEY who gave us the average course of these branches in 25 human brains.

These relations agree entirely with the diagnosis of the sulcal pattern on this lobe.

¹) G. ELLIOT SMITH, The variations in the folding of the visual cortex in man. MOTT, Memorial Volume, LEWIS and Co., London, 1929.

²) On the right side a much more caudal impression, about 1 c.m. over the transverse sinus may be caused by a lateral or external calcarine (BLACK), better called occipitalis horizontalis (ZIEHEN), a limb of my ypsiliform fissure. See also KUHLENBECK, Bemerkungen zur Morphologie des Occipitallappens des menschlichen Gehirns, Anat. Anzeiger, Bd. 65, 1928.

Physics. — Isotherms of helium at temperatures of 0, 20 and 100° C., and pressures from 5,5 to 16,5 atmospheres. By W. H. KEESOM and J. J. M. VAN SANTEN. (Communication No. 227b from the KAMERLINGH ONNES Laboratory at Leiden).

(Communicated at the meeting of September 30, 1933.)

Summary. For the sake of thermometry, especially for a more accurate ascertaining of the position of the ice point on the KELVIN-scale, it was resolved some years ago that very careful redeterminations should be made, of the fundamental pressure coefficient of helium on the one hand, of the isotherms of helium at 0° and 100° C. on the other hand. This paper contains the results of the last mentioned investigation. They are:

$$B_{0^{\circ}\text{C.}} = 0.5028 \times 10^{-3}, B_{20^{\circ}\text{C.}} = 0.4989 \times 10^{-3}, B_{100^{\circ}\text{C.}} = 0.4814 \times 10^{-3}.$$

The value $B_{100^{\circ}\text{C.}} - B_{0^{\circ}\text{C.}} = -0.0214 \times 10^{-3}$ is estimated to have a mean error $\pm 0.005 \times 10^{-3}$.

§ 1. Introduction. The position of the ice-point (0° C.) on the KELVIN-scale can be derived from measurements with the gasthermometer of the pressure coefficient between 0° and 100° C. (the fundamental temperature interval), and from measurements of the compressibility of the gas used at the temperatures mentioned, i. e. of measurements of isotherms. As for helium the difference between the fundamental pressure coefficient $a_{n\text{He}}$ and the fundamental temperature coefficient α_A is smallest, helium is mostly indicated for investigations on that fundamental constant of thermometry. So it was decided some years ago that for a more accurate determination of the position of the ice point on the KELVIN-scale very careful redeterminations should be made, of the fundamental pressure coefficient of helium on the one hand, of the isotherms on the other hand. The investigation on the fundamental pressure coefficient of helium is still going on. Preliminary results were published¹⁾. The results of the measurements on the isotherms are given in this paper.

§ 2. The fundamental pressure coefficient is by definition:

$$a_{n\text{He}} = \frac{P_{100^{\circ}\text{C.}} - P_{0^{\circ}\text{C.}}}{P_{0^{\circ}\text{C.}} \cdot 100}, \dots \quad (1)$$

$P_{0^{\circ}\text{C.}}$, the icepoint pressure of the gasthermometer, being 100/76 × the normal atmosphere²⁾.

¹⁾ W. H. KEESOM and Miss H. VAN DER HORST. These Proceedings 30, 970, 1927, Comm. Leiden №. 188a; W. H. KEESOM, A. BIJL and Miss H. VAN DER HORST. These Proceedings 34, 1223, 1931, Comm. Leiden №. 217a, § 3.

²⁾ At Leiden 75.9529 cm mercury, cf. Comm. Leiden Suppl. №. 51a, p. 11, note 1.

With sufficient accuracy the fundamental temperature coefficient α_A is derived from it by

$$\alpha_A = \alpha_{nHe} - (1 + 100 \alpha_A) \frac{100}{76} \cdot \frac{B_{100^\circ C.} - B_{0^\circ C.}}{100} \quad \dots \quad (2)$$

$B_{0^\circ C.}$ and $B_{100^\circ C.}$ are the second virial coefficients of KAMERLINGH ONNES' equation of state in the form:

$$p v_A = A_A \left(1 + \frac{B}{v_A} + \frac{C}{v_A^2} \dots \right), \quad \dots \quad (3a)$$

The B 's are related with the B_A 's of the equation

$$p v_A = A_A + B_A d_A + C_A d_A^2 \dots, d_A = v_A^{-1}, \quad \dots \quad (3b)$$

by $B = B_A / A_A$.

In these equations p is measured in normal atmospheres, v_A is the volume in terms of the normal volume ($0^\circ C.$, 1 atm.).

For determining B it is most advisable to measure isothermals in that range of densities in which on the one hand C does not have an appreciable influence, and on the other hand the term with B is large enough to allow a sufficiently accurate calculation of B ¹⁾. We made measurements in the range of d_A from 4.5 to 12.5.

In this range the term $C_A d_A^2$ has a maximum value of about 0.00002²⁾ and can be neglected, so that instead of equations (3) we may write

$$p v_A = A_A \left(1 + \frac{B}{v_A} \right), \quad \dots \quad (4a)$$

$$p v_A = A_A + B_A d_A \quad \dots \quad (4b)$$

§ 3. *The experiments.* For the method and the apparatus we refer to previous publications³⁾. A report on some improvements made in the course of this investigation was given by one of us elsewhere⁴⁾.

The helium, obtained by evaporation of liquid helium and tested spectroscopically, was contained in a bulb of Jena thermometer glass 2954 III, capacity 40 cm³, connected through a capillary with a cylin-

¹⁾ Cf. G. P. NIJHOFF and W. H. KEESOM. These Proceedings 28, 963, 1925. Comm. Leiden N°. 179b, § 1.

²⁾ Calculated from $C_{A0^\circ C.} = 0.12 \cdot 10^{-6}$, $C_{A100^\circ C.} = 0.16 \cdot 10^{-6}$. H. KAMERLINGH ONNES. Comm. N°. 102a. If we should use the german values of C_A , the maximum value of $C_A d_A^2$ would be 0.00004. The value of our B 's, table IV, must then be diminished with $0.0020 \cdot 10^{-3}$. $B_{100^\circ C.} - B_{0^\circ C.}$ remains unchanged.

³⁾ H. KAMERLINGH ONNES and H. H. FRANCIS HYNDMAN. These Proc. 3, 621, 1901, Comm. N°. 69; J. C. SCHALKWIJK. These Proc. 4, 23, 1902, Comm. N°. 70; H. KAMERLINGH ONNES and C. BRAAK. These Proc. 9, 754, 1907, Comm. N°. 97a; H. A. KUIPERS and H. KAMERLINGH ONNES. Arch. Néerl. (IIIA) 6, 277, 1923. Comm. N°. 165a; G. P. NIJHOFF and W. H. KEESOM. These Proc. 31, 404, 1928, Comm. N°. 188b.

⁴⁾ J. J. M. VAN SANTEN. Wis- en Nat. Tijdschr. 6, 59, 1932. Comm. Leiden N°. 227a.

drical glass tube, into which mercury could be pressed, and which was kept at 20° C. The quantity of gas in the bulb was calculated by subtracting from the total quantity the quantity of gas contained in the cylindrical tube (the stem) and the connection. For this purpose the isothermal of 20° C. was determined.

The total quantity was determined by measuring the normal volume. The pressure was measured with a closed manometer, which was compared with the absolute manometer.

0° C. was realised by means of melting ice in equilibrium with air-saturated distilled water, 100° C by means of steam from distilled water, a correction being applied for the deviation of the pressure from the normal atmosphere. For this purpose a new steam point apparatus was built after the design previously described¹⁾ with some slight improvements.

§ 4. *Volume of mercury menisci.* A serious difficulty was caused by the volume of the mercury meniscus in the piezometer stem, whose average radius was 0.587 cm. Mercury menisci volumes for tubes of about this dimension have been measured by PALACIOS²⁾ only. For the average height of our menisci, 0.140 cm, we take from his results $v = 98.0 \text{ mm}^3$.

For larger radii SCHEEL and HEUSE³⁾ have measured menisci volumes. Their results are systematically about 11 mm³ smaller than PALACIOS' values for those radii. By extrapolating SCHEEL and HEUSE's values one should expect for $r = 0.587$ a volume, 8.5 mm³ smaller than PALACIOS' number.

In view of this difference and the high importance the exact knowledge of the menisci volumes has for different researches of high accuracy, in this laboratory an elaborate investigation has been taken in hand in which an X-ray shadowgraph of the meniscus is measured. For $r = 0.587$ cm the measurements have been completed: for $h = 0.140$ cm a value of v was found 5.1 mm³ smaller than PALACIOS' value⁴⁾.

We checked this result by another method. A tube with radius 0.587 cm was connected with an accurately calibrated capillary and filled with very pure mercury. By cautiously changing the pressure above the mercury in the capillary the height of the meniscus in the other tube could be changed, the rim of the meniscus remaining unchanged. So we could measure the differences in volume of menisci from $h = 0.050$ to $h = 0.170$ cm. As an average from 12 series of measurements we found those

¹⁾ W. H. KEESEN and Miss H. VAN DER HORST. These Proc. 30, 970, 1927. Comm. N°. 188a, fig. 1.

²⁾ J. PALACIOS. Ann. Soc. Esp. de Fis. y Quim. 17, 275, 1919; Phys. Zs. 24, 151, 1923.

³⁾ K. SCHEEL and W. HEUSE. Ann. d. Phys. (4) 33, 295, 1910.

⁴⁾ We gladly record our thanks to Miss H. VAN DER HORST, phil. nat. doct^a, and Mr. K. W. TACONIS, phil. nat. cand., for their important help in providing us with this number.

differences 6.6 mm^3 smaller than PALACIOS. By extrapolating to $h=0$ a difference with PALACIOS of 7.6 cm^3 would follow. In taking a weighted mean between this result and that furnished by the X-ray method, we assume 6.2 mm^3 , so that for $r=0.587$ and $h=0.140 \text{ cm}$, the meniscus volume is accepted to be $91.8 \pm 1.2 \text{ mm}^3$.

As the heights of the different menisci were nearly the same, we applied for all of them the same correction to PALACIOS' values.

§ 5. The accuracy of the $p v_A$'s is about $1:10000$. This gives a mean error of about $0.010 \cdot 10^{-3}$ in the values of B . This resulting error is principally dependent on small accidental errors in the volume and pressure calibrations.

Errors in the temperatures 0° and 100° C. , or in the thermal expansion coefficient of glass¹⁾ are too small to have an appreciable influence on the result. As still remaining errors in the estimation of the volume of the mercury menisci (§ 4) partly cancel one another, the resulting value of $B_{100^\circ \text{ C.}} - B_{0^\circ \text{ C.}}$ is more accurate than $0.010 \cdot 10^{-3}$, mentioned above. The estimated mean error in $B_{100^\circ \text{ C.}} - B_{0^\circ \text{ C.}}$ is $0.005 \cdot 10^{-3}$, corresponding with an error of 0.005 degree in the fundamental interval, of 0.9×10^{-7} in a_A , or of 0.007 in $T_0^\circ \text{ C.}$

§ 6. The results of the isothermal measurements are collected in table I—III. The values $p v_{A \text{ calc.}}$ were calculated with the values of the virial coefficients given in § 7.

Each experimental point is the result of 4 complete measurements, for the 100° C. isothermal several points even of 6 measurements.

§ 7. The second virial coefficients. For calculating the values of B the normal volume point was added to each isothermal as given in the tables I—III. For practical reasons the normal volume had been measured at 18° C. and 1 atm. The most accurate method for reduction to 0° C.
 $0-18^\circ \text{ C.}$ is by means of the expansion coefficient a_p . The result was:

before the isothermal measurements:	548.834	cm^3
after " "	548.888	"
average	548.861	± 0.027

The most accurate reduction to 100° C. is obtained by starting from the 0° C. value and calculating with the pressure coefficient a_p at 1 atm. So for the normal volume points in terms of the normal volume we took

	P	d_A	$p v_A$
0° C.	1	1	1
20° C.	1	1	$1 + 20 \frac{0-20^\circ \text{ C.}}{a_p}$
100° C.	$1 + 100 \frac{0-100^\circ \text{ C.}}{a_p}$	$1 + 20 \frac{0-20^\circ \text{ C.}}{a_p}$	$1 + 100 \frac{0-100^\circ \text{ C.}}{a_p}$

¹⁾ See the reference quoted note 4, p. 814.

TABLE I. Isothermal of helium for 20 °C.

Date	N°.	p	d_A	$p v_A \text{ obs}$	$p v_A \text{ calc}$	$(O-C) \times 10^5$
20 May 1932	1	5.56381	5.17472	1.07519	1.07543	- 24
	2	6.20789	5.77113	1.07568	1.07575	- 7
	3	7.00056	6.50508	1.07617	1.07614	+ 3
	4	8.02048	7.44873	1.07676	1.07665	+ 11
	5	9.36486	8.69399	1.07716	1.07732	- 16
	6	11.25379	10.43667	1.07829	1.07825	+ 4
	7	12.20866	11.31811	1.07868	1.07872	- 4
	8	13.20781	12.23975	1.07909	1.07921	- 12
21 May 1932	1	13.24637	12.27430	1.07920	1.07923	- 3
	2	12.22852	11.33568	1.07876	1.07873	+ 3
	3	21.24266	10.42416	1.07852	1.07824	+ 28
	4	9.28986	8.62351	1.07727	1.07728	- 1
	5	8.03029	7.45662	1.07693	1.07665	+ 28
	6	7.00595	6.50940	1.07628	1.07615	+ 13
	7	6.21259	5.77497	1.07578	1.07575	+ 3
	8	5.56797	5.17842	1.07523	1.07543	- 20
24 May 1932	1	13.28507	12.31087	1.07913	1.07925	- 12
	2	12.22516	11.33350	1.07867	1.07873	- 6
	3	11.26387	10.44485	1.07841	1.07825	+ 16
	4	9.40695	8.73317	1.07715	1.07734	- 19
	5	8.03753	7.46413	1.07682	1.07666	+ 16
	6	7.02271	6.52494	1.07629	1.07615	+ 14
	7	6.21839	5.78038	1.07578	1.07576	+ 2
	8	5.57559	5.18583	1.07516	1.07544	- 28

For this calculation we accepted:

$$\alpha_p = \alpha_A + \frac{B_{20^\circ\text{C}} - B_{0^\circ\text{C}}(1 + 20\alpha_A)}{20} = 0.00365996 \quad \dots \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \alpha_v &= 0.0036609 \text{ for } 1 \text{ m mercury} \text{)} \\ &= 0.00366101 \text{ for } 1 \text{ atm.} \end{aligned}$$

¹⁾ W. H. KEESEM, A. BIJL and Miss H. VAN DER HORST, I.c. p. 813, note 1.

TABLE II. Isothermal of helium of 0° C.

Date	Nº	P	d_A	$Pv_A \text{ obs}$	$Pv_A \text{ calc}$	$(O-C) \times 10^5$
26 May 1932	1	12.43204	12.36263	1.00561	1.00570	- 9
	2	11.48274	11.42075	1.00543	1.00522	+ 21
	3	10.65493	10.60214	1.00498	1.00481	+ 17
	4	8.98078	8.94453	1.00405	1.00398	+ 7
	5	7.69834	7.67063	1.00361	1.00334	+ 27
	6	6.76536	6.74596	1.00288	1.00287	+ 1
	7	6.01487	6.00120	1.00228	1.00250	- 22
27 May 1932	1	12.45699	12.38790	1.00558	1.00571	- 13
	2	12.46478	12.39543	1.00559	1.00571	- 12
	3	11.48867	11.42802	1.00531	1.00523	+ 8
	4	10.63712	10.58771	1.00467	1.00481	- 14
	5	8.94029	8.90267	1.00423	1.00396	+ 27
	6	7.70675	7.67917	1.00359	1.00334	+ 25
	7	6.75635	6.73732	1.00282	1.00287	- 5
	8	6.02039	6.00632	1.00234	1.00250	- 16
1 June 1932	1	6.05938	6.04541	1.00231	1.00252	- 21
	2	6.76787	6.74906	1.00279	1.00288	- 9
	3	7.71382	7.68803	1.00335	1.00335	0
	4	8.95584	8.92043	1.00397	1.00397	0
	5	10.64405	10.59301	1.00482	1.00481	+ 1
	6	11.50026	11.44048	1.00523	1.00523	0
	7	12.38806	12.32015	1.00551	1.00568	- 17

We then calculated the values of A_A and B_A according to equation (4b) by means of least squares, giving the normal volume points an appropriate weight¹⁾. The results are given in Table IV.

¹⁾ As the accuracy of the normal volume is about 1:20000, that of the individual points of the isothermals about 1:10000, we gave the normal volume points a weight 4, the 0° and 20° isothermal points the weight 1. In connection with the smaller densities of the gas in the bulb, which occurred at 100° C., we gave the 100° C. isothermal points a weight proportional to the density in the bulb and the corresponding normal volume point a weight 4 times that of the point at highest density.

TABLE III. Isothermal of helium of 100° C.

Date	N ^o .	p	d _A	p v _{A obs}	p v _{A calc}	(O-C) × 10 ⁺⁵
12 May 1932	1	16.49988	12.01478	1.37330	1.37336	- 6
	2	15.03701	10.95345	1.37281	1.37266	+ 15
	3	13.55238	9.87678	1.37215	1.37196	+ 19
	4	10.92736	7.97280	1.37058	1.37070	- 12
	5	9.14228	6.67207	1.37023	1.36985	+ 38
	6	7.84993	5.73206	1.36948	1.36923	+ 25
	7	6.85434	5.00802	1.36867	1.36875	- 8
	8	6.08779	4.44879	1.36841	1.36839	+ 2
13 May 1932	1	16.53931	12.04401	1.37324	1.37338	- 14
	2	15.02817	10.94735	1.37277	1.37266	+ 11
	3	13.61973	9.92818	1.37182	1.37199	- 17
	4	10.94098	7.98359	1.37043	1.37071	- 28

§ 8. As one of us¹⁾ already communicated formerly, preliminary measurements had been made with small reservoirs of Thüringen glass. Isotherms of 100° C., however, could not be made with them, because of the bursting of the reservoirs by heating with steam. For different reasons the results obtained by these experiments have not quite the same accuracy as those dealt with above. We give the results in table V, as they can serve as a valuable check, diminishing the chance of systematic errors.

TABLE V.

	0° C.	20° C.
A _A	0.999583	1.07273
B _A	0.504 ⁶ .10 ⁻³	0.529 ⁴ .10 ⁻³
B	0.504 ⁸ .10 ⁻³	0.493 ⁵ .10 ⁻³

The agreement with the values of Table IV is very satisfactory. We consider those of table IV as the definitive ones.

¹⁾ Cf. p. 814 note 4.

TABLE IV. Virial coefficients of helium.

	0° C.	20° C.	100° C.
A_A	0.999485	1.072662	1.365465
B_A	$0.5025 \cdot 10^{-3}$	$0.5352 \cdot 10^{-3}$	$0.6573 \cdot 10^{-3}$
B	$0.5028 \cdot 10^{-3}$	$0.4989 \cdot 10^{-3}$	$0.4814 \cdot 10^{-3}$
$B_{100^\circ\text{C.}} - B_{0^\circ\text{C.}} = -0.021^4 \cdot 10^{-3}$			

§ 9. Comparison with previous results.

a. In view of the importance which the value of $B_{100^\circ\text{C.}} - B_{0^\circ\text{C.}}$ has for thermometry (cf. § 2), and as the accuracy obtained for $B_{100^\circ\text{C.}} - B_{0^\circ\text{C.}}$ is greater than that obtained for $B_{100^\circ\text{C.}}$ and $B_{0^\circ\text{C.}}$ separately, we compare the existing values of $B_{100^\circ\text{C.}} - B_{0^\circ\text{C.}}$ in Table VI.

Relative to this table the following remarks are to be made.

KAMERLINGH ONNES calculated B from his measurements using estimated values of C . We recalculated the KAMERLINGH ONNES values using the values of C deduced from measurements by HOLBORN and OTTO²⁾.

For the Berlin values we chose the coefficients given by the authors

TABLE VI.

	$B_{0^\circ\text{C.}} \times 10^3$	$B_{100^\circ\text{C.}} \times 10^3$	$(B_{100^\circ\text{C.}} - B_{0^\circ\text{C.}}) \cdot 10^3$
KAMERLINGH ONNES ¹⁾	0.505 ⁶	0.484 ¹	-0.021 ⁵
HOLBORN and OTTO ²⁾	0.529	0.513	-0.016
WIEBE, GADDY and HEINS ³⁾	0.521 ⁷	0.504 ⁴	-0.017 ³
KEESOM and VAN SANTEN	0.502 ⁸	0.481 ⁴	-0.021 ⁴

mentioned for a series in powers of v^{-1} , recalculating them for our unit of pressure. If one starts from the coefficients in powers of p^4) one obtains:

HOLBORN and OTTO: $B_{0^\circ\text{C.}} = 0.529 \times 10^{-3}$, $B_{100^\circ\text{C.}} = 0.508 \times 10^{-3}$, $B_{100^\circ\text{C.}} - B_{0^\circ\text{C.}} = 0.021 \times 10^{-3}$.

If, however, we do the same from the latest Berlin coefficients (given

¹⁾ H. KAMERLINGH ONNES. These Proceedings, **10**, 445, 1908. Comm. N°. 102a.

²⁾ L. HOLBORN und J. OTTO. Zs. f. Phys. **10**, 367, 1922, calculated from measurements of: L. HOLBORN und H. SCHULTZE Ann. d. Phys. (**4**) **47**, 1089, 1915.

³⁾ R. WIEBE, V. L. GADDY and C. HEINS. J. Amer. Chem. Soc. **53**, 5, 1931.

⁴⁾ L. HOLBORN und J. OTTO. Zs. f. Phys. **38**, 365, 1926.

for a series in powers of p) we obtain: J. OTTO¹⁾: $B_{0^\circ\text{C.}} = 0.524^4 \times 10^{-3}$, $B_{100^\circ\text{C.}} = 0.5078 \times 10^{-3}$, $B_{100^\circ\text{C.}} - B_{0^\circ\text{C.}} = 0.017 \times 10^{-3}$ ²⁾.

Hence the comparison with the Berlin values is not conclusive as to the last decimal of $B_{100^\circ\text{C.}} - B_{0^\circ\text{C.}}$; the agreement of the results obtained by the different experimenters is, however, well within the limit of accuracy mentioned in § 5.

b. In behalf of the comparison of the values of B themselves we add in Table VII, for completing Table VI, the values of B obtained by observers who did not measure both values $B_{0^\circ\text{C.}}$ and $B_{100^\circ\text{C.}}$.

TABLE VII.

	$B_{0^\circ\text{C.}} \times 10^3$	$B_{20^\circ\text{C.}} \times 10^3$	$B_{25^\circ\text{C.}} \times 10^3$	$B_{100^\circ\text{C.}} \times 10^3$
BOKS and KAMERLINGH ONNES ³⁾	0.523	0.512		
HEUSE and OTTO ⁴⁾	0.520			
TANNER and MASSON ⁵⁾			0.515	0.498
KEESOM and VAN SANTEN	0.503	0.499		0.481

As to TANNER and MASSON's values we observe that from a curve representing their results $B_{0^\circ\text{C.}} = 0.523 \times 10^{-3}$, $B_{100^\circ\text{C.}} = 0.495 \times 10^{-3}$, would follow.

We conclude that the differences between the results obtained by different observers for the absolute values of B are somewhat larger than the mean error we estimated in § 5 for our results.

§ 10. By using our value $B_{100^\circ\text{C.}} - B_{0^\circ\text{C.}} = -0.0214 \times 10^{-3}$, and KEESOM,
 $a_v^{0-100^\circ\text{C.}} = 0.0036609$ for
 BIJL and Miss VAN DER HORST's value (cf. § 7) for 1 m mercury, we derive

$$a_A = 0.00366130$$

$$T_{0^\circ\text{C.}} = 273.127.$$

As, however, still new measurements of the pressure coefficient of helium are going on (cf. § 1), these numbers are still to be considered as preliminary ones.

We gladly record our thanks to phil. nat. docts. H. H. KRAAK for his valuable help at the experiments.

¹⁾ J. OTTO. Zs. f. Instrumentenkunde **48**, 257, 1928.

²⁾ Cf. LANDOLT-BÖRNSTEIN, 2er Erg. bd. I, 44.

³⁾ J. D. A. BOKS and H. KAMERLINGH ONNES. Comm. N°. 170a. The values of B we are calculated by G. P. NIJHOFF. Thesis Leiden 1928, p. 42.

⁴⁾ W. HEUSE und J. OTTO. Zs. f. Instrumentenkunde **49**, 267, 1929.

⁵⁾ C. C. TANNER and I. MASSON, Proc. Roy. Soc. (A) **126**, 268, 1930.

Physics. — *On an apparatus for rectifying small quantities of liquefied gas, and on the purification of krypton.* By H. VAN DIJK, J. MAZUR and W. H. KEESEM. (Communication N°. 228 from the KAMERLINGH ONNES Laboratory at Leiden.)

(Communicated at the meeting of September 30, 1933).

Summary. An apparatus is described with which it is possible to purify a relatively small quantity of gas by rectification according to CLAUDE's principle of "retour en arrière". This method has been tested for the purification of krypton and satisfactory results have been obtained.

§ 1. *Introduction.* A method which is much used for the purification of gases that cannot easily be separated by chemical means, is that of condensation followed by fractional evaporation. In this method condensation is performed at a temperature at which the gas to be separated has a small, the more volatile admixtures, however, still have an appreciable vapour pressure. The latter are then drawn off by exhausting, after which the condensate is evaporated slowly, the fraction which evaporates last being eliminated.

If necessary the process can be repeated with the middle fraction. This method has, however, the difficulty that the middle fraction, which is evaporated at a higher temperature, will contain on one hand that portion of the more volatile admixtures that was solved or occluded in the (in most cases solid) condensate, on the other hand a part of the heavier impurities that already have again an appreciable vapour pressure at that temperature. This difficulty can be avoided if at a properly chosen temperature a rectification is performed. Theoretically, to obtain this result completely, one should need an infinitely long rectification column, and the different fractions should have to be drawn off infinitely slowly. Hence in practice a certain compromise has to be chosen. It may appear, however, that in many cases one can obtain a quite satisfactory result with an apparatus of practical dimensions and within a practical time.

The desirability to test this became evident when in behalf of measurements of saturated vapour pressures of krypton, to be followed by determinations of liquid and vapour densities, it was needed to separate a quantity of very pure krypton from a sample of gas which by the kind intermediary of Prof. MATHIAS was put at the disposition of the KAMERLINGH ONNES Laboratory by G. CLAUDE. It had appeared that the method of condensation and fractional evaporation did not yield the desired result. A happy circumstance was that in behalf of the further separation of hydrogen isotopes by rectification¹⁾ an apparatus had been designed

¹⁾ Cf. W. H. KEESEM and H. VAN DIJK, These Proceedings 36, 248, 1933. Comm. Leiden, N°. 224a.

and already tested with which rather small quantities of liquefied gas can be rectified. We decided to undertake with it the purification of the quantity of krypton at hand, partly as a test and a first application of this method of purification of gases, and further in order to obtain in this way a quantity of krypton of the desired purity.

§ 2. *Purification of krypton by fractional evaporation.* The apparatus is represented in Fig. 1. The krypton from the bulbs A, B etc. in which it was furnished by the Société l'Air Liquide, was slowly passed through the

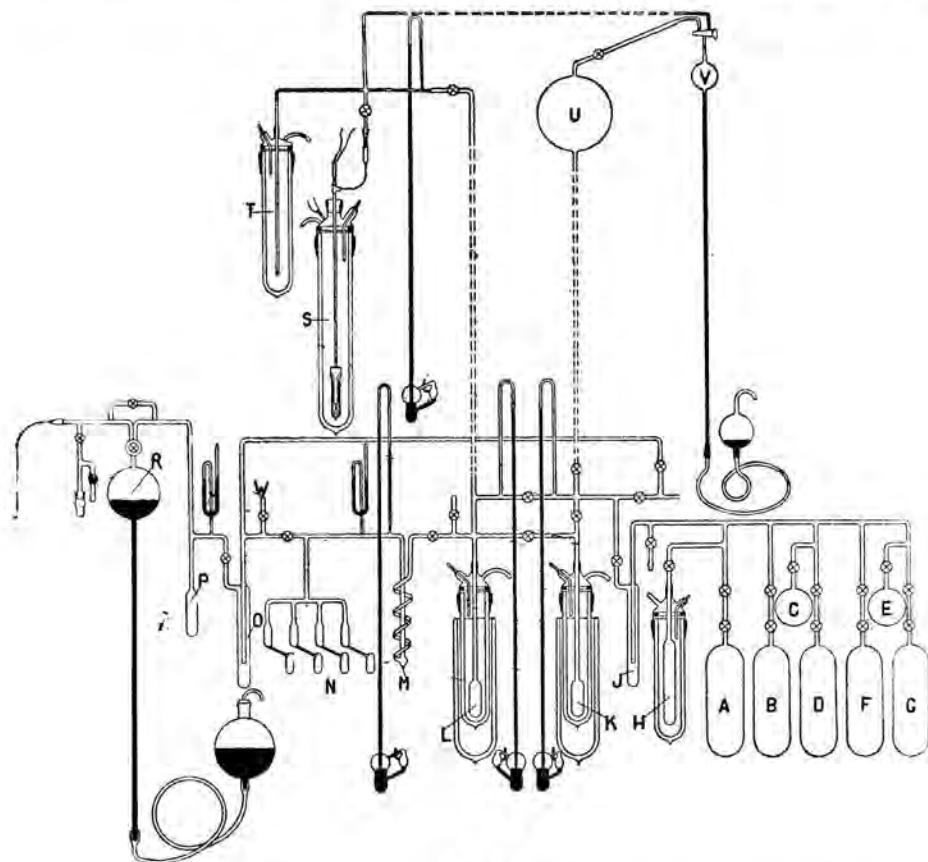


Fig. 1.

trap J refrigerated by alcohol cooled by liquid air to a temperature of -115° C, in order to freeze out water and carbon dioxide, and condensed into K kept cold by liquid oxygen. After lowering the temperature to -205° C by reduction of the pressure above the liquid oxygen, the pressure above the solid krypton was 2 cm mercury. The gas above the solid krypton was then exhausted during 10 minutes, after which the remaining pressure was 0.5 cm. Then L was slowly cooled with liquid oxygen and the middle fraction from K condensed into it. The gas above the solid krypton in L

was exhausted at -210° C till no measurable pressure remained. The middle fraction evaporating from L was collected in R. This process was repeated after having transferred the gas to H with the aid of liquid hydrogen.

A spectroscopic test by means of a large STEINHEIL glass spectrograph, 2 mm pressure in the GEISSLER tube with external electrodes, revealed, in the range between 5876 and 4140 Å, some sixty lines which all were identified as krypton lines, except two which were due to xenon. Of oxygen or nitrogen no trace was found in this way.

The vapour pressure curve of the krypton so obtained showed, however, an anomaly at about -185° C (cf. § 3b). So it was decided to see whether by rectification possibly a purer sample of gas might be obtained.

§ 3. Purification of krypton by rectification.

a. The rectifying apparatus was taken up already in Fig. 1 and is represented in detail in Fig. 2. Its working principle is that of the socalled "retour en arrière" used by CLAUDE in the rectification of air. The vapour formed in the still K by using the heating coil S is condensed along the windings of a copper screw R. The liquid formed streams back along these windings and partly also along the inner wall of the DEWAR vessel. The condensation heat is conducted at the top of the apparatus to the liquid at the outside.

As the DEWAR vessel is unsilvered one can easily control the rectification process and properly adjust the heat production in the coil. The apparatus, which had been designed in behalf of the rectification of hydrogen (cf. § 1), was tested first by rectifying mixtures of oxygen and nitrogen¹⁾. Having been filled with a mixture containing about 5 % of nitrogen, after an hour's rectifying practically pure nitrogen could be taken off at the top. Chemical analysis of this product showed no oxygen to an amount of 1 %. Hence the rectifying effect was at least equivalent to that of a column of 5 or 6 ideal pans.

b. For a further purification of the sample of krypton mentioned in § 2 the apparatus described under a was surrounded by a bath of ethylene kept constantly at a temperature a little above the triple point of krypton. After half an hour's rectification the first fraction of 130 cm^3 gas at standard conditions was slowly ($2 \text{ cm}^3/\text{min}$) drawn off. The next fraction (98.5 cm^3) was put into the vapour pressure apparatus. A last fraction of 323 cm^3 was collected.

The vapour pressure measurements showed clearly that the rectification

¹⁾ We wish to record our thanks to chem. cand. J. W. BOEHMER for performing this test.

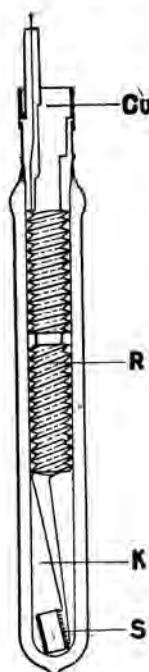


Fig. 2.

had resulted in an appreciable increase of the purity of the gas. The $\log p, T^{-1}$ -curve (p in mm Hg.) now showed no abnormal variation of the slope, *vide* Fig. 3, where the dashed line (----) refers to measurements on the sample purified by fractional evaporation, the full line (—) to those

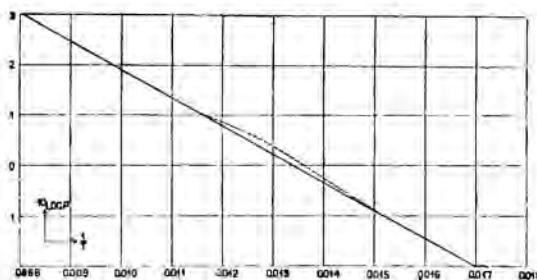


Fig. 3.

on the sample purified by rectification. Numerical data concerning the vapour pressures of krypton will be given in a subsequent paper.

To check the purity of the gas now obtained the middle and the last fractions mentioned above were added together¹⁾ and rectified again in an apparatus as described under *a*, but of smaller dimensions. In this apparatus the double-speeded screw was 4 cm long, diameter 8 mm, depth of the thread 1.5 mm. The vapour pressures of the middle fraction obtained by this new rectification coincided with those of the product of the first rectification. We conclude that rectification is a much more effective method of purification than fractional evaporation.

¹⁾ Rectifying the middle portion alone was prohibited by its small quantity.

Physics. — *On the adsorption of neon on glass at liquid hydrogen temperatures.* By W. H. KEESEM and G. SCHMIDT. (Communication No. 226a from the KAMERLINGH ONNES Laboratory at Leiden.)

(Communicated at the meeting of September 30, 1933).

Summary. Measurements have been made on the adsorption of neon on glass at four temperatures in the liquid hydrogen range. It appeared that in increasing the pressure the covering of the wall proceeds regularly and that complete covering with a monomolecular layer is reached at about the saturated vapour pressure. The adsorption isotherms are represented pretty well by the formula :

$$q^3 = \frac{p}{0.7(p_s - p) + p}$$

q being the fraction of the wall covered, p the pressure, p_s the saturated vapour pressure.

§ 1. Introduction. When trying to measure temperatures below 1°K. by means of a helium thermometer with an ice point pressure of 1 mm mercury, it appeared that already below 4°K. the pressure decreased too rapidly, and that at 0.73°K. (derived from the vapour pressure of the liquid

helium) the pressure in the thermometer had nearly vanished. We realised that a complete monomolecular covering of the inner wall was just sufficient to take up nearly all the helium present.

This experience induced us to make an examination of the adsorption of helium on glass at liquid helium temperatures. We decided, however, to start with an investigation of the adsorption of neon at liquid hydrogen temperatures.

For the different theories of adsorption we refer to LANGMUIR¹⁾, MAGNUS and others²⁾.

Measurements have been made on argon, nitrogen, oxygen and carbon monoxide, on glass and on mica, already by LANGMUIR. The experimental material is, however, not yet sufficient to get a good survey of the course of the adsorption isotherm over the whole range.

Of the noble gases, of which one can feel sure that adsorption has a purely physical character, only argon has been investigated with respect to glass and mica¹⁾. The measurements are, however, incomplete.

Measurements of the adsorption of neon, helium, and hydrogen by a perfectly smooth surface, such as a glass wall, are completely lacking. Only some measurements on adsorption by charcoal have been made.

It is in the first place interesting to examine for these gases how the covering of a glass wall with adsorbed gas proceeds if an adsorption isotherm is followed till saturation sets in. This paper deals with such an examination for neon. In a following paper some results about helium will be communicated.

§ 2. The apparatus. Our method consisted in comparing the pressures of two gasthermometers (Fig. 1), identical as to the volumes of the different parts, but different as to the glass surface. For this purpose the thermometer T_1 had been filled with a large number of thinwalled glass capillaries of which the total surface and the glass volume were known. The remaining volume was as nearly as possible equal to that of T_2 .

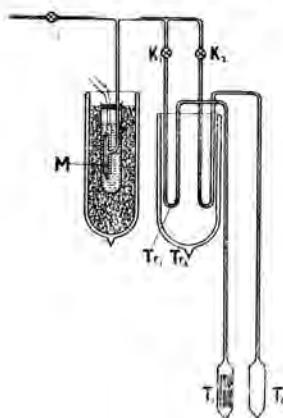


Fig. 1.

The thermometer spaces could be connected by the cocks K_1 and K_2 respectively with a common manometer space, the pressure of which could be measured with a hot wire manometer M immersed in an ice bath. The volume of this manometer space could be considered as a relatively small dead space.

The two capillaries were identically bent to small moisture traps Tr_1 , Tr_2 cooled with liquid air. The thermometers and the capillaries were taken from the same tube of Thüringen glass.

¹⁾ I. LANGMUIR, Journ. Amer. Chem. Soc. **40**, 1361, 1918.

²⁾ Trans. Far. Soc. **28**, 131—394, 1932.

Gas volume in the thermometerbulb: 5.426 cm^3 (20° C), inner diameter thermometer capillary: 2.05 mm, inner glass surface of T_1 : 266 cm^2 .

§ 3. The measurements. For outgassing the cocks, the thermometer and manometer spaces were kept at high vacuum during several days before a series of measurements was to be made. The remaining gas development could be controlled with the hot wire manometer.

The last day before the measurements both thermometer bulbs together with large parts of the capillaries were heated to 340°C . for several hours. During this operation the moisture traps were surrounded by liquid air; they remained so till on the next day the measurements had been finished. On this day the hot wire manometer was compared with an accurately calibrated MC LEOD gauge.

A series of measurements proceeded as follows. When both thermometers had been highly evacuated, the cocks K_1 and K_2 were closed. Then the manometer space was filled by connecting it with a neon container of about 3 l capacity held at constant temperature. Alternately such a filling was introduced into each of the thermometer bulbs.

If there had been no adsorption, the pressures of the two thermometers would have increased with equal amounts. The adsorption manifested itself by the difference in increase of the pressure of the two thermometers.

In this way we could rather rapidly take a complete series of points of an adsorption isotherm.

The manometer volume was so small compared with the thermometer volume, that practically at each step the same quantity of gas was introduced into the thermometer. When necessary a small correction was applied.

This made it possible to determine in a simple way the thermomolecular pressure difference. For determining the pressure obtained in thermometer T_2 after a large number of fillings, we consider the thermomolecular pressure difference, which in this case is small, as being sufficiently well known. Neglecting the adsorption in T_2 we can then calculate the pressures in T_2 after the different fillings. By comparison with the values given by the hot wire manometer we get the thermomolecular pressure difference as a function of pressure. After having calculated the adsorption in T_2 a correction for the small adsorption in T_2 can be applied.

In our case this determination of the thermomolecular pressure difference served rather as a control because we could already dispose of an extended experimental material i.a. for neon (to be published before long).

After the measurements the hot wire manometer was again compared with the MC LEOD gauge.

We checked the purity of our neon by filling thermometer T_2 with neon to saturation and seeing whether the pressure increased if more neon was introduced. The small pressure increase which occurred (at constant tem-

perature) pointed to a small admixture of helium which, however, is of no importance for our results.

§ 4a. The results have been collected in table I. It gives the equilibrium gas density as a function of the fraction of the wall that is

TABLE I.

Adsorption of neon on glass							
$T = 20.28^\circ\text{K.}$		$T = 16.99^\circ\text{K.}$		$T = 15.86^\circ\text{K.}$		$T = 14.45^\circ\text{K.}$	
$p_s = 35.6 \text{ mm Hg}$	$p (\text{mm Hg})$	$p_s = 3.93 \text{ mm Hg}$	$p (\text{mm Hg})$	$p_s = 1.51 \text{ mm Hg}$	$p (\text{mm Hg})$	$p_s = 0.294 \text{ mm Hg}$	$p (\text{mm Hg})$
0.0471	0.106	0.0149	0.223	0.0017	0.138	0.0015	0.133
0.103	0.140	0.0525	0.312	0.0085	0.292	0.0051	0.296
0.163	0.179	0.0967	0.356	0.0255	0.389	0.0146	0.417
0.227	0.196	0.445	0.540	0.0482	0.438	0.0311	0.500
0.289	0.212	0.818	0.621	0.118	0.549	0.0524	0.556
0.347	0.232	1.192	0.680	0.193	0.620	0.0760	0.587
0.407	0.251	1.557	0.749	0.279	0.690	0.0952	0.660
0.469	0.260	1.931	0.790	0.404	0.741	0.120	0.700
0.530	0.265	2.294	0.855	0.522	0.807	0.144	0.753
0.601	0.275	2.656	0.913	0.648	0.828	0.166	0.789
0.763	0.312			0.763	0.862	0.187	0.823
				0.882	0.904	0.221	0.858
				0.997	0.943	0.237	0.892
				1.116	0.967	0.259	0.922
				1.232	0.978	0.282	0.945
				1.340	0.990		
				1.446	1.001		

covered with adsorbed gas. Instead of the gas density itself, the gas pressure p is given which corresponds with this density at 20.28°K. (obtained by multiplying the real pressure by $20.28/T$) ¹⁾. p_s is in the same scale, i.e. measured as a pressure at 20.28°K. , the saturated vapour density. The number q , which indicates the fraction of the wall covered, is obtained by dividing the quantity of gas adsorbed by the quantity which would correspond to a monomolecular layer covering the wall. This monomolecular

¹⁾ Deviations from the ideal gas laws may be neglected here.

layer is supposed to consist of spheres arranged in closest packing. For the diameter of the spheres 2.3×10^{-8} cm¹) has been taken.

Fig. 2 shows the course of the 4 adsorption isotherms measured. The measurements were continued for the lowest three temperatures till con-

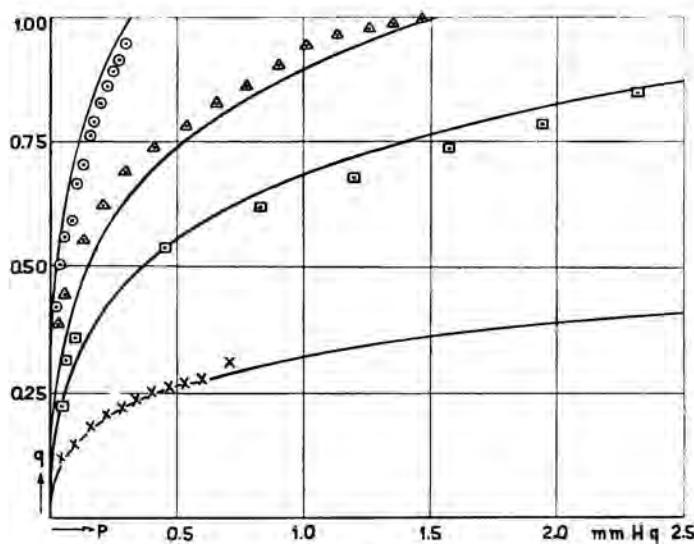


Fig. 2.

densation set in. The vapour pressures then observed were somewhat larger than CROMMELIN and GIBSON's²) values. Leaving open the question whether this difference is real or a consequence of the small admixture of helium referred to in § 3, we calculated the "saturation densities" mentioned in table I and used for checking equation (3) of § 5 with our values, these being the saturation pressures valid for the gas we experimented on.

b. Fig. 2 shows in the first place how the amount of covering of the wall in the range of unsaturated gas density everywhere remains below that by a complete monomolecular layer. This agrees with what LANGMUIR (l.c.) and after him other observers found in cases in which we have to do with a purely physical phenomenon and the gas has no prominent dipole character. It further shows that complete monomolecular covering seems to be reached near the saturation density.

It must be remarked that this conclusion depends on two assumptions, *viz.*, that of closest packing arrangement of the adsorbed layer, and that of perfect smoothness of the wall, which probably are not quite correct. There may be some small space between the adsorbed atoms on one hand, the real wall surface probably will be some percentages larger than the geometrical surface we have reckoned with on the other hand. These two circumstances will partly cancel one another.

¹⁾ A. O. RANKINE, Phys. Zs. 11, 745, 1910.

²⁾ C. A. CROMMELIN and R. O. GIBSON, These Proc., 36, 362, 1927; Comm. N°. 185b.

Apart from this uncertainty especially the two point series corresponding to $T = 14.45^{\circ}\text{K}$. and $T = 15.86^{\circ}\text{K}$. point to the remarkable coincidence we mentioned.

§ 5. Discussion. a. These adsorption measurements were performed on glass with a view to gas thermometry. From a theoretical standpoint glass is, notwithstanding its smooth surface, not a very appropriate adsorbent, because of the very inhomogeneous structure of its surface. A further research on the adsorption of noble gases, and jointly of dipole gases, by glass covered with a monomolecular gas or with a metallic layer may be considered to be of very great importance for theory.

b. The inhomogeneous structure of the surface joined to the fact that glass is a non-conductor for electricity make, that a further elaboration of the electric theory¹⁾ of adsorption for it will have grave difficulties. The problem of the attraction between a noble gas atom and the glass wall will be very much like that of the VAN DER WAALS' forces.

We refrain from considering the nature of the adsorption forces and further discuss our results in terms of LANGMUIR's theory²⁾.

For a wall with one kind of "elementary spaces" LANGMUIR deduces his well-known equation

$$q = \frac{c_1 c_2 p}{1 + c_2 p} \quad \dots \quad (1)$$

in which q is the fraction of the wall covered, p the gas pressure, c_1 and c_2 are constants. $c_1 \leq 1$. c_2 is proportional to the mean average life of the adsorbed molecules on the wall, which is supposed to be independent of the gas pressure.

A glass surface may be considered as consisting of different parts each with one particular kind of "elementary spaces". Then the equation of the adsorption isotherm will obtain a second member built up by a number of terms as in (1) each with its proper constants. At increasing pressure these parts will successively become saturated. Hence the mean average life for the surface as a whole will decrease with increasing pressure. Instead of trying such a complicated equation, which would possess many constants for our material, we confine ourselves to observing that equation (1) very well enables us to represent our adsorption isotherms for neon for values of $q < 0.5$, provided we express the dependence of the average life on the pressure by introducing c_2/q^2 instead of c_2 .

So far our results may be considered to agree with LANGMUIR's theory.

c. For the range of larger degrees of covering, $q > 0.5$, our isotherms definitely show another course than might be expected from LANGMUIR's theory.

¹⁾ A. MAGNUS, I.c.

²⁾ I. LANGMUIR, I.c.

As far as we know, gases as Ne , Ar , He , N_2 , O_2 and H_2 have never been investigated before as to adsorption near to saturation, at least not on a perfectly smooth surface.

Coal as adsorbent is in this respect to be objected to, as capillary adsorption ought to be avoided for comparing with LANGMUIR's theory.

In our experiments capillary condensation could occur at very narrow strips of the exterior walls of the small tubes, where they are in contact with each other. Only for so far as the interspace between two tubes in contact has molecular dimensions, capillary adsorption can occur. Hence these strips are so narrow that their total surface may be neglected, even if covering with a multimolecular layer were supposed.

Our measurements for the range of larger degrees of covering point to a certain connection between the attainment of saturation in the adsorbed film and of saturation in the gas.

LANGMUIR's equations do not suppose this connection. This is a consequence of the fact that LANGMUIR neglects the average life of incident molecules on already adsorbed molecules. This may be practically right for small degrees of covering, it is questionable whether it is also right for larger amounts of covering. Neglecting this average life at larger gas densities is in fact equivalent to neglecting the VAN DER WAALS' forces between the molecules and the wall. In reaching saturation the VAN DER WAALS' forces, however, play an all important rôle.

Independently of the special theory we may form about gas condensation, we shall have to assume that when condensation begins groups of molecules will take up colliding molecules with a certain average life.

As it seems rather difficult to express this influence in an exact way, we tried to account for it by dividing p by $p_s - p$ (p_s referring to saturation pressure), so that equation (1), introducing also c_2/q^2 for c_2 as explained in b, changes to

$$q = \frac{c_1 c_2 p}{q^2(p_s - p) + c_2 p}.$$

For the sake of simplicity we replaced, in the denominator, $c_2 p$ by $c_2 p q^2$. This change has only a small influence, as for small values of q p is very small, so that the first term in the denominator is by far preponderant, whereas for small values of $p_s - p$, so that the first term is preponderant, q approaches to 1.

Taking into account that for $p_s - p = 0$, $q = 1$, the formula may then be written as follows

$$q^3 = \frac{p}{k(p_s - p) + p} \quad \dots \quad (2)$$

The curves in fig. 2 represent the isotherms calculated with

$$q^3 = \frac{p}{0.7(p_s - p) + p} \quad \dots \quad (3)$$

We recognize that this formula not only fairly well agrees with the experimental results for the individual isotherms, but that it also accounts in a satisfactory degree for the dependence of the adsorption on temperature.

Physics. — Measurements on the adsorption of helium on glass at liquid helium temperatures. By W. H. KEESEM and G. SCHMIDT. (Communication N°, 226b from the KAMERLINGH ONNES Laboratory at Leiden.)

(Communicated at the meeting of September 30, 1933).

Summary. The adsorption of helium on glass was investigated at liquid helium temperatures. The results can be represented fairly well by the formula

$$q^1 = \frac{p}{0,26(p_s - p) + p}.$$

One measurement on the adsorption of hydrogen at 15,1°K. was made.

It was tried to make helium thermometer measurements below 1°K. possible by adding some neon. This procedure did not lead to success.

§ 1. The measurements of the adsorption of helium on glass were made after the same method as those of the adsorption of neon dealt with in the preceding paper¹⁾. They are somewhat less accurate because of the large thermomolecular pressure differences that occurred in these experiments. These pressure differences were measured in the same way as described in § 3 of the preceding paper.

Dimensions of the apparatus:

volume thermometer bulb 4.356 cm³,

supplementary surface of glass capillaries 133 cm²,

internal diameter thermometer capillary 1.20 mm.

The whole apparatus was made of Thüringen glass.

§ 2. The results have been collected in table I.

p represents the gas density, measured as the pressure the gas would exert in the same volume at the temperature 4.22°K. q is the quantity of gas adsorbed divided by the quantity necessary to cover the glass wall with a monomolecular layer of helium atoms arranged as spheres of diameter 1.9×10^{-8} cm²) in closest packing.

Each set of values in table I is an average of 3 to 4 observations.

The results have been represented in fig. 1.

It appears that the behaviour of helium is quite similar to that of neon (cf. fig. 2 of Comm. N°, 226b).

¹⁾ W. H. KEESEM and G. SCHMIDT, These Proceedings 36, 825, 1933, Comm. Leiden. N°, 226b.

²⁾ W. SUTHERLAND, Phil. Mag. (6) 19, 25, 1910.

TABLE I.

Adsorption of helium on glass.			
$T = 3.56 \text{ }^{\circ}\text{K.}; p_s = 427 \text{ mm Hg}$		$T = 3.06 \text{ }^{\circ}\text{K.}; p_s = 254 \text{ mm Hg}$	
$p \text{ mm Hg}$	q	$p \text{ mm Hg}$	q
0.050	0.13	0.075	0.16
0.170	0.18	0.210	0.19
0.380	0.25	—	—
$T = 1.71 \text{ }^{\circ}\text{K.}; p_s = 2.45 \text{ mm Hg}$		$T = 1.13 \text{ }^{\circ}\text{K.}; p_s = 1.72 \text{ mm Hg}$	
$p \text{ mm Hg}$	q	$p \text{ mm Hg}$	q
0.020	0.26	0.010	0.57
0.060	0.28	0.070	0.60
0.140	0.34	0.200	0.73
1.000	0.60	—	—

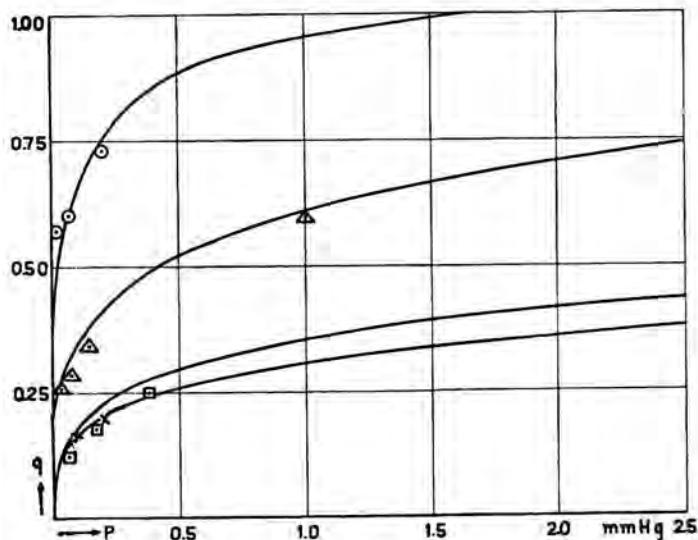


Fig. 1.

□ $T = 3.56 \text{ }^{\circ}\text{K.}$ Δ $T = 1.71 \text{ }^{\circ}\text{K.}$
 × $3.06 \text{ }^{\circ}\text{K.}$ ○ $1.13 \text{ }^{\circ}\text{K.}$

The first increase of q for small values of p appears to be somewhat more rapid for helium than for neon. We have expressed this in the formula which gives q as a function of p by raising the exponent of q . We so obtained the equation :

$$q^4 = \frac{p}{0.26(p_s - p) + p}.$$

The full curves in fig. 1 have been drawn according to this formula. It appears that this equation represents the results fairly well.

§ 3. Remarks. a. In measurements with the helium thermometer below 1°K. adsorption will as a rule necessitate greatly increasing corrections. This is a consequence of the facts that the quantity of gas in the thermometer must be chosen lower and lower, and that for technical reasons the bulb must be taken rather small, which gives an unfavourable ratio between volume and wall surface.

An idea of the prevailing proportions may be obtained from the following instance. If in a sphere with radius 1 cm at 0.9°K. the pressure equals half the saturated vapour pressure, i.e. 0.0025 cm mercury, about 2.5 % of the gas will be absorbed to the wall. For 0.8°K. a similar calculation gives 7.5 %.

For the measurements on the vapour pressures of helium dealt with in Comm. N°. 202c¹⁾ the proportions were rather more favourable. For the lowest point, 0.898°K., the pressure in both the thermometers were on an average 0.0025 cm mercury, but the bulbs were about 40 cm³, so that the ratio volume to wall surface was better. The correction for adsorption will amount to 1.5 %²⁾.

For higher temperatures the thermometers were filled to higher pressures, so that there the influence of adsorption remains below 0.1 %.

The limit to which the helium thermometer can be used at the lowest temperatures is determined by adsorption to the wall. It may be considered to lie at 0.8°K. if an accuracy of 1 % is desired. In this estimation we have taken into account that, in view of the available space, the thermometer bulb for such a temperature as a rule will have to be chosen smaller than 1 cm³.

b. To see whether measurements with a helium thermometer below 0.8°K. might be possible by covering the glass wall with a layer of neon, we made the following experiment.

To the helium we added a quantity of neon amply sufficient to cover the wall with a monomolecular layer. The cooling process was performed in such a way that indeed we could expect that the whole inner wall of the thermometer bulb was covered with neon. It appeared, however, that at such points as mentioned in table I the adsorption of helium was diminished by this procedure to half its original value at the utmost. So this method seems not to lead to success.

c. We made one measurement on the adsorption of hydrogen. We found:

¹⁾ W. H. KEESEM, SOPHUS WEBER and G. SCHMIDT, These Proc. 32, 1314, 1929; Comm. Leiden, N°. 202c.

²⁾ As at the time we did not know the amount of this correction, we did not apply it. It is about the order of magnitude of the experimental error (cf. Comm. N°. 219a, § 6).

$T = 15.1^\circ\text{K.}$, $p_s = 11 \text{ cm Hg}$, $p = 0.165 \text{ mm Hg}$ (reduced to 20.28°K.),
 $q = 0.12$ (molecular diameter assumed $1.34 \times 10^{-8} \text{ cm}$).

d. An investigation on the adsorption of say hydrogen, neon or helium on a complete monomolecular layer of say nitrogen or argon, or of helium on such a layer of hydrogen might furnish important data with respect to intermolecular forces.

Astronomy. — Mittlere Lichtkurven von langperiodischen Veränderlichen.
XVI. T Camelopardalis. Von A. A. NIJLAND.

(Communicated at the meeting of September 30, 1933).

Instrumente S und R . Die Beobachtungen wurden alle auf R reduziert; die Reduktion $R-S$ beträgt $-0^m.30$. Spektrum Se (H.A. 79, 166). Gesamtzahl der Beobachtungen 653 (von 2416835 bis 2427332). Es wurden wieder, wie in allen früheren Mitteilungen, die in zwei Instrumenten angestellten Schätzungen nur einmal gezählt.

Karte: HAGEN, *Atlas Stell. var. Series III*; s. auch *Spec. Vat. XII*.

Die Tabelle I giebt eine Übersicht der benutzten Vergleichsterne. Das

TABELLE I. Vergleichsterne.

	BD	HAGEN	St.	HA 74	Grenze	H
a	+ 66°.353	1	59.4	7.50	—	7.80
b	+ 66.345	4	52.3	—	—	8.56
c	+ 66.334	6	45.8	—	—	9.26
d	—	10	41.3	9.82	—	9.74
e	+ 65.418	12	35.1	10.62	—	10.40
f	—	18	30.6	—	11.21	10.88
g	—	22	25.4	11.51	11.35	11.43
h	—	29	20.9	12.06	—	11.91
j	—	35	17.8	12.05	—	12.24
k	—	46	12.2	—	—	12.84
l	—	53	8.9	13.20	—	13.20
n	—	59	6.8	—	—	13.42
p	—	64	0.0	—	13.97	14.14

Spektrum der beiden Sterne *a* und *b* ist Ko (H.A. 92). Die Sterne *f* und *g* wurden 3-mal (2416994, 7063, 2427154), bzw. 4-mal (2417225, 7233, 2426438, 7154) an die Grenze von *S* angeschlossen, Stern *p* öfters (11-mal), bei der Beobachtung des Veränderlichen im Minimum, an die Grenze von *R*. Die Stufenskala bezieht sich auf die Helligkeit 11^m.0; der Stufenwert ist 0^m.107. Der Anschluss an die photometrischen Helligkeiten ist unbefriedigend. So gestattet die sehr oft beobachtete Differenz *ab* = 7.1 Stufen nicht, dem gelben Stern *a* eine viel grössere Helligkeit als 7^m.8 zu erteilen, obgleich man in H.A. 74 die Grösse 7^m.50 (Mittel aus zwei Messungen, 7^m.64 und 7^m.37) findet, und nach einer brieflichen Mitteilung von weiland G. MÜLLER s.Z. in Potsdam die photometrische Helligkeit zu 7^m.43 bestimmt wurde. Vielleicht ist der Stern veränderlich.

Es liegen 103 Schätzungen der Farbe vor, welche für fast vier Fünftel aus den Jahren 1905 bis 1911 stammen. Aus der Tabelle IIa könnte man folgern, dass die Farbe sich fast sprungweise i.J. 1906 geändert hätte. Doch ist zu bemerken, dass die Farben im Anfang meiner Beobachtungstätigkeit überhaupt merklich röter als später notiert wurden. Eine Korrelation mit der Helligkeit ist nicht nachweisbar (Tabelle IIb). Das allgemeine Mittel ist 3^c.91.

TABELLEN IIa und IIb. Farbenschätzungen.

Zeitraum	<i>n</i>	Farbe	Grösse	<i>n</i>	Farbe
2416835—2417326	20	4.42	7.69	13	4.19
7327— 7904	20	3.80	7.92	13	3.69
7916— 8363	20	3.75	8.03	13	3.46
8398— 9155	20	3.68	8.16	13	4.08
9481—2421734	15	3.97	8.42	13	3.81
2423981— 6984	8	3.69	8.66	13	3.96
	103		9.07	13	3.73
			9.86	12	4.33
				103	3.91

Die Figur 1 enthält die Beobachtungen, alle auf *R* reduziert. Die Reihe der Abweichungen (Beobachtung minus Kurve) zeigt 221 Plus-, 234 Minuszeichen, 198 Nullwerte, 198 Zeichenfolgen, 256 Zeichenwechsel. Das Mittel der absoluten Werte der Abweichungen ist 0^m.101.

Ein Einfluss des Mondscheines auf die Helligkeitsschätzung ist nicht sicher nachweisbar. Es verteilen sich auf 177 bei Mondschein angestellte Beobachtungen die Abweichungen wie folgt: 53 Plus-, 67 Minuszeichen, 57 Nullwerte.

Die Tabelle III enthält die aus der Kurve abgelesenen Epochen der

A. A. NIJLAND: MITTLERE LICHTKURVEN VON LANGPERIODISCHEN VERÄNDERLICHEN. XVI. T CAMELOPARDALIS.

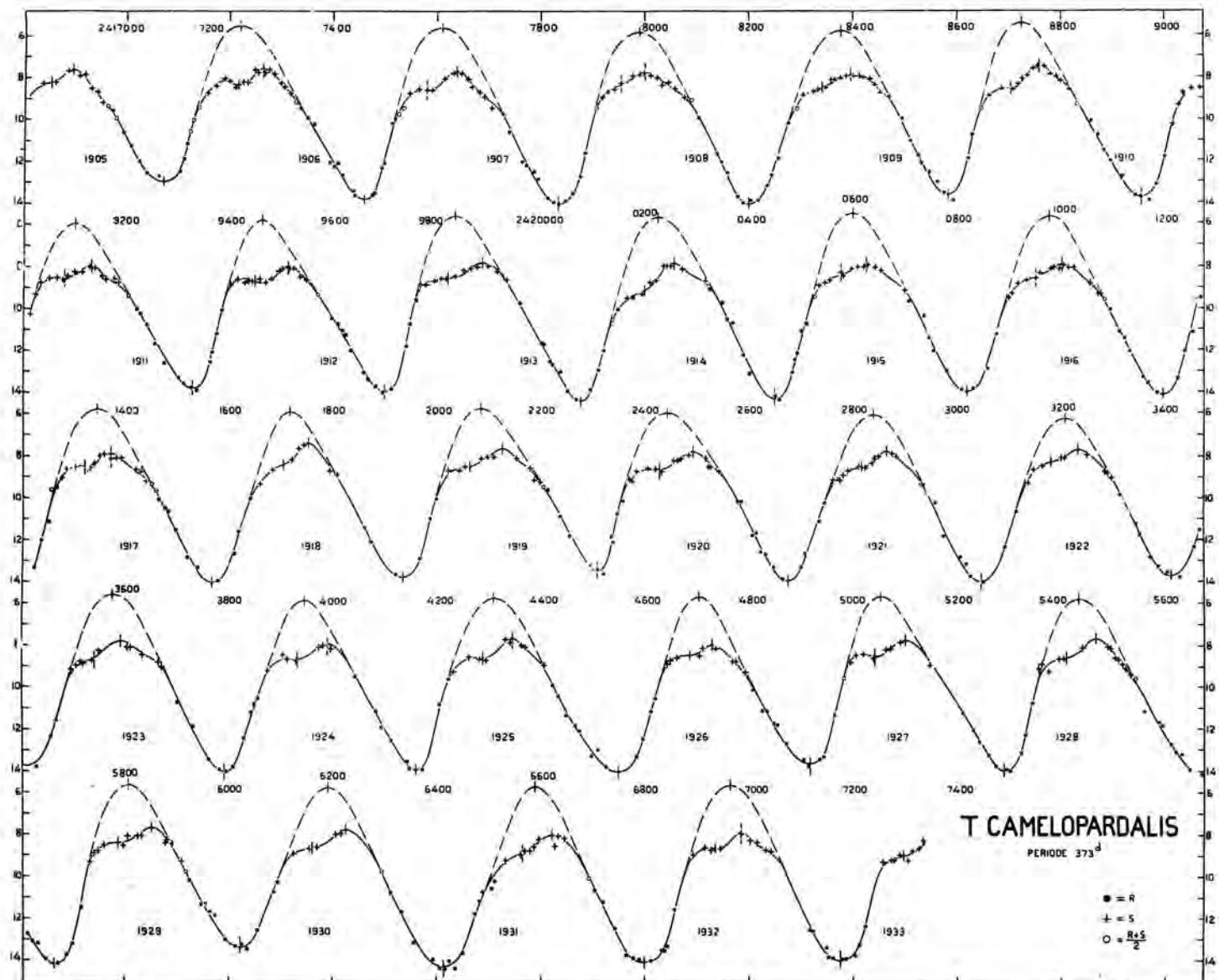


Fig. 1.

TABELLE III.

E	Minima m					Maxima M				
	B	v	R	B-R	B-F	B	v	R	B-R	B-F
- 14	-	-	-	-	-	²⁴¹ 6894	7.6 ^m	6897	- 3	+ 11
- 13	²⁴¹ 7074	13.0 ^m	7085	- 11	- 1	7264	7.5 ^s	7270	- 6	+ 4
- 12	7460	13.8	7458	+ 2	+ 9	7638	7.7	7643	- 5	+ 2
- 11	7833	14.1	7831	+ 2	+ 6	8000	7.8	8016	- 16	- 12
- 10	8199	14.1	8204	- 5	- 4	8395	7.9	8389	+ 6	+ 7
- 9	8581	13.6	8577	+ 4	+ 2 ^s	8757	7.5	8762	- 5	- 6 ^s
- 8	8954	13.7 ^b	8950	+ 4	+ 1	9134	7.9	9135	- 1	- 4
- 7	9328	13.7 ^s	9323	+ 5	+ 1	9513	7.9 ^s	9508	+ 5	+ 1
- 6	9698	13.9	9696	+ 2	- 3	9887	7.8 ^s	9881	+ 6	+ 1
- 5	²⁴² 0076	14.4 ^s	0069	+ 7	+ 2	²⁴² 0255	7.8 ^s	0254	+ 1	- 4
- 4	0448	14.3 ^b	0442	+ 6	+ 2	0624	7.9 ^s	0627	- 3	- 7
- 3	0817	14.0	0815	+ 2	- 1	1000	7.9	1000	0	- 3
- 2	1195	14.1	1188	+ 7	+ 6	1373	7.9	1373	0	- 1
- 1	1567	14.0	1561	+ 6	+ 7	1753	7.4	1746	+ 7	+ 8
0	1935	13.8	1934	+ 1	+ 4	2127	7.6 ^s	2119	+ 8	+ 11
+ 1	2308	13.5	2307	+ 1	+ 5	2492	7.8	2492	0	+ 4
+ 2	2674	13.9 ^s	2680	- 6	- 0 ^s	2863	7.7 ^s	2865	- 2	+ 3
+ 3	3045	14.0	3053	- 8	- 2	3231	7.7	3238	- 7	- 1
+ 4	3411	13.7	3426	- 15	- 8 ^s	3593	7.7 ^s	3611	- 18	- 11 ^s
+ 5	3792	14.0	3799	- 7	- 1	3989	7.9	3984	+ 5	+ 11
+ 6	4160	13.9	4172	- 12	- 7	4345	7.6 ^s	4357	- 12	- 7
+ 7	4548	14.0	4545	+ 3	+ 6	4729	7.9 ^s	4730	- 1	+ 2
+ 8	4917	13.6 ^b	4918	- 1	0	5100	7.7 ^s	5103	- 3	- 2
+ 9	5288	13.9 ^s	5291	- 3	- 5	5466	7.6 ^s	5476	- 10	- 12
+ 10	5663	14.2	5664	- 1	- 6	5852	7.6 ^s	5849	+ 3	- 2
+ 11	6022	13.3 ^s	6037	- 15	- 24	6226	7.7 ^s	6222	+ 4	- 5
+ 12	6414	14.2 ^b	6410	+ 4	- 8	6620	8.0	6595	+ 25	+ 13
+ 13	6798	14.1	6783	+ 15	0	6985	7.9	6968	+ 17	+ 2
+ 14	7174	14.0	7156	+ 18	0	-	-	-	-	-
		13.90			± 5		7.77			± 6

Minima m und der Maxima M . Die Spalte R wurde mit den einfachen Elementen:

$$2421934^d + 373^d E \text{ (für die Minima)}$$

$$\text{und} \quad 2422119 + 373 E \text{ (für die Maxima)}$$

gerechnet.

Die übrigbleibenden $B-R$ sind zwar nicht sehr gross, zeigen aber einen Überschuss von Zeichenfolgen; namentlich bei den Minima wird eine wesentliche Verbesserung durch die Hinzuziehung eines graphisch abgeleiteten periodischen Gliedes erzielt, das ich dann auch bei den im Grossen und Ganzen mit den Minima parallel laufenden Maxima anwende, obwohl hier der Gewinn gering ist.

Die definitiven Elemente F lauten:

$$\begin{aligned} \text{Minima: } & 2421934^d \\ \text{Maxima: } & 2422119 \end{aligned} \left\{ + 373^d.8 E + 10^d \sin 15^\circ (E+13). \right.$$

Durch einen Rechenfehler, den ich erst nach Abschluss der Diskussion bemerkte, wurde für das Minimum 6022 ($E=+11$) in der Spalte $B-F$ —6 gefunden, statt —24. Tatsächlich würde jetzt für die Normalepoche der Minima eher 2421933 zu nehmen sein, doch habe ich auf eine Neubearbeitung verzichtet. Die Wahl zwischen den beiden Formeln R und F , und infolgedessen zwischen den Perioden 373^d oder $373^d.8$ ist schwer zu treffen; jedenfalls sind Perioden wie $370^d.4$ oder $370^d.5$, welche die älteren Epochen befriedigend darstellen (*G und L I*, 116), für das hier diskutierte Beobachtungsmaterial unbrauchbar. PRAGER's Katalog für 1933 gibt den wieder zu grossen Periodenwert $376^d.0$, und das aus sämtlichen von mir seit d.J. 1905 in den *Astr. Nachr.* mitgeteilten Epochen der Minima und Maxima abgeleitete allgemeine Mittel ist 374^d .

Die extremen Werte des Lichtwechsels sind:

$$\begin{aligned} \text{Minimum: } & v = 13^m.90 \pm 0^m.057 \\ \text{Maximum: } & v = 7.77 \pm 0.029 \end{aligned} \left\{ \text{(m.F.)}. \right.$$

Die Amplitude beträgt somit $6^m.13$. Sowohl beim Minimum wie beim Maximum scheinen die Abweichungen vom Mittelwert regellos aufzutreten.

Wie man sieht (Fig. 1) unterliegt jede Aufhellung von *T Camelopardalis* ohne Ausnahme einer Verzögerung, welche in 14 von den 28 Fällen den Charakter eines Stillstandes oder sogar eines sekundären Minimums annimmt. Auch im Abstieg tritt öfters eine Verzögerung auf, bald kaum angedeutet (5 Fälle), bald aber unverkennbar (12 Fälle). Zwecks Bildung einer mittleren Kurve verfuhr ich wieder so wie es früher bei *T Cassiopeiae* beschrieben wurde (Proc. 34, 220).

Die Tabelle IV A gibt die Epochen der im Aufstieg abgelesenen Wendepunkte, nebst der Vergleichung mit den einfachen Elementen R :

$$2422064^d + 373^d E.$$

Obwohl bei 2417953 und 2426565 der Wendepunkt kaum anzugeben war, so stimmten diese Epochen dennoch bei der Bildung der mittleren

TABELLE IV.

E	A. Wendepunkte				B. Ungestörte Maxima			
	B	v	R	B-R	B	v	R	B-R
- 14	²⁴¹ 6853	8.2	6842	+ 11	-	-	-	-
- 13	7217	8.3	7215	+ 2	²⁴¹ 7220	5.5	7237	- 17
- 12	7580	8.6	7588	- 8	7610	5.6 ⁵	7610	0
- 11	7953	8.3 ⁵	7961	- 8	7989	5.8	7983	+ 6
- 10	8340	8.6	8334	+ 6	8376	5.8	8356	+ 20
- 9	8701	8.6	8707	- 6	8723	5.5	8729	- 6
- 8	9081	8.5 ⁵	9080	+ 1	9102	6.0	9102	0
- 7	9450	8.7	9453	- 3	9464	5.8	9475	- 11
- 6	²⁴² 9821	8.6	9826	- 5	9835	5.6	9848	- 13
- 5	²⁴² 0199	9.2	0199	0	²⁴² 0224	5.7	0221	+ 3
- 4	0576	8.4	0572	+ 4	0598	5.6	0594	+ 4
- 3	0950	8.4 ⁵	0745	+ 5	0978	5.7	0967	+ 11
- 2	1322	8.5	1318	+ 4	1345	5.8	1340	+ 5
- 1	1704	8.4	1691	+ 13	1717	5.9 ⁵	1713	+ 4
0	2063	8.5	2064	- 1	2085	5.8	2086	- 1
+ 1	2427	8.6 ⁵	2437	- 10	2442	6.0	2459	- 17
+ 2	2815	8.6	2810	+ 5	2837	6.1	2832	+ 5
+ 3	3179	8.2	3183	- 4	3207	6.2 ⁵	3205	+ 2
+ 4	3542	8.6	3556	- 14	3576	5.6	3578	- 2
+ 5	3931	8.6	3729	+ 2	3945	5.9	3951	- 6
+ 6	4288	8.5	4302	- 14	4309	5.8	4324	- 15
+ 7	4686	8.5	4675	+ 11	4703	5.9	4697	+ 6
+ 8	5040	8.5	5048	- 8	5052	5.7 ⁵	5070	- 18
+ 9	5409	8.5 ⁵	5421	- 12	5433	5.8	5443	- 10
+ 10	5788	8.4	5794	- 6	5807	5.6	5816	- 9
+ 11	6161	8.6	6167	- 6	6191	5.7	6189	+ 2
+ 12	6565	8.9	6540	+ 25	6588	5.7 ⁵	6562	+ 26
+ 13	7934	8.6	6913	+ 21	6964	5.7	6935	+ 29
+ 14	7295	9.0 ⁵	7286	+ 9	-	-	-	-
		8.56				5.78		

Teilkurven mit. Unberücksichtigt blieb aber die Epoche 2427295, da beim Abschluss der Rechnung der Aufstieg nach dem letzten Minimum noch nicht weit genug vorgeschritten war. Die mittlere Helligkeit im Wendepunkt ist:

$$v = 8^m.54 \pm 0.034 \text{ (m.F.)}.$$

Die drei Teilkurven schliessen sich, wie aus der Fig. 2 ersichtlich, auch hier wieder genau an einander an, und liefern zusammen die mittlere Kurve B (Tabelle V).

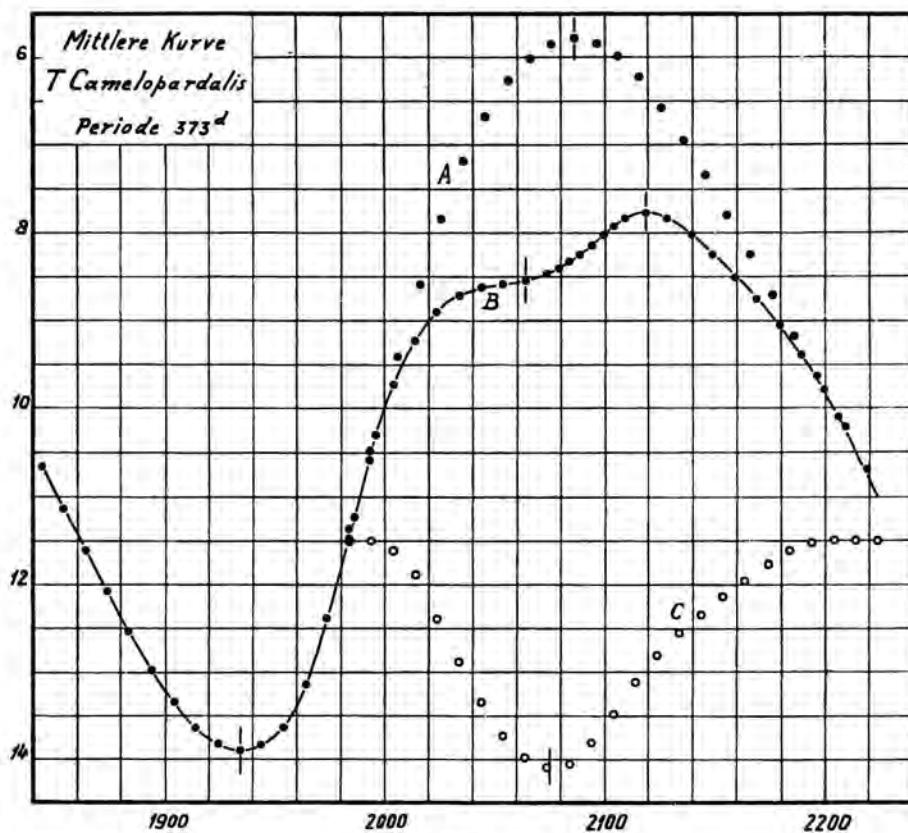


Fig. 2.

Aus dem Kurvenzug liest man für die Normalepoche des Wendepunktes eher 2060 als 2064 ab.

Wird auch bei *T Camelopardalis* in der üblichen Weise die Kurve von der Störung befreit, so entstehen die ungestörten Maxima, welche (Tabelle IV B) mit den einfachen Elementen R :

$$2422086^d + 373^d E$$

verglichen wurden.

Die Teilkurve A der ungestörten Maxima (s. Fig. 2) schliesst sich der-

TABELLE V. Die mittlere Kurve.

Phase	v	Phase	v	Phase	v	Phase	v	Phase	v
-90^d	$10^{m}61$	-10^d	$13^{m}83$	$+70^d$	$9^{m}73$	$+150^d$	$8^{m}33$	$+230^d$	$8^{m}61$
-80	11.10	0	13.90	$+80$	9.22	$+160$	8.14	$+240$	8.88
-70	11.59	$+10$	13.83	$+90$	8.90	$+170$	7.93	$+250$	9.20
-60	12.06	$+20$	13.63	$+100$	8.71	$+180$	7.78	$+260$	9.58
-50	12.52	$+30$	13.13	$+110$	8.62	$+190$	7.79	$+270$	10.02
-40	12.95	$+40$	12.38	$+120$	8.58	$+200$	7.90	$+280$	10.48
-30	13.33	$+50$	11.44	$+130$	8.54	$+210$	8.11	$+290$	10.96
-20	13.64	$+60$	10.50	$+140$	8.46	$+220$	8.35		

jenigen der Minima vollständig an. Für die Schiefe der ungestörten Kurve findet man

$$\frac{M-m}{P} = 0.407.$$

Die maximale „ungestörte“ Helligkeit ist:

$$v = 5^m.78 \pm 0^m.033 \text{ (m.F.)}.$$

Schliesslich wurde die Differenzkurve $A-B$ gebildet, welche sich diesmal bestimmt asymmetrisch gestaltet: der Aufstieg vollzieht sich langsamer als der Abstieg. Das Minimum, zu $2^m.60$, fällt auf 2422075, also 11 Tage vor dem ungestörten Maximum; der Veränderliche erleidet beim Aufstieg eine Verfinsterung, welche ihn von 91 % seines Lichtes beraubt.

Zusammenfassung.

Aus 653 in den Jahren 1905 bis 1933 (2416835 bis 2427332) angestellten Beobachtungen von *T Camelopardalis* sind die folgenden Elemente des Lichtwechsels abgeleitet worden:

$$\begin{aligned} \text{Minimum: } & 2421934^d \\ \text{Maximum: } & 2422119 \end{aligned} \left\{ + 373^d.8 E + 10^d \sin 15^\circ (E + 13); \begin{array}{l} v = 13^m.90 \\ v = 7.77 \end{array} \right.$$

Amplitude = 6.13.

Der Stern scheint beim Aufstieg eine Verdunkelung von $2^m.60$ zu erleiden, welche einen asymmetrischen Verlauf hat, und deren Minimum auf 2422075 fällt.

Utrecht, September 1933.

Embryology. — Ueber die chemischen Prozesse bei der embryonalen Induktion. Von M. W. WOERDEMAN.

(Communicated at the meeting of September 30, 1933).

In einigen Mitteilungen habe ich die Ergebnisse histiochemischer Untersuchungen veröffentlicht, die zeigten, dass sich in den Zellen embryonaler Organisatoren von Amphibienkeimen glykolytische Prozesse abspielen. Es wurde vermutet, dass diese Prozesse mit der Induktionswirkung zusammenhängen.

So wurde die von mir bei Axolotlkeimen in der dorsalen Urmundlippe und in der Augenblase gefundene Glykolyse mit der Induktion der Neuralplatte und der Linsenanlage in Zusammenhang gebracht.

Nun hat nachher in meinem Institute Herr Dr. CHR. P. RAVEN einige Experimente ausgeführt, die eine weitere Stütze für die obengenannte Hypothese liefern. Es zeigte sich, dass präsumptive Epidermis, die in das Gebiet der dorsalen Urmundlippe transplantiert und bei den Gastrulationsbewegungen mit-invaginiert wurde, ebenso wie die invaginierten Zellen der Chorda-Mesodermanlage in der dorsalen Urmundlippe ihr Glykogen zum grössten Teile verloren. Wenn nun die präsumptive Epidermis an Ort und Stelle geblieben wäre, so hätte sie nicht so schnell und ausgiebig ihr Glykogen verloren. Die neue Umgebung führt also zu einem veränderten Stoffwechsel, der sich histiochemisch durch die Glykolyse nachweisen lässt. Da bekanntlich die präsumptiven Epidermiszellen, wenn sie auf experimentellem Wege in das Urdarmdach geraten, in der neuen Umgebung Induktionsvermögen erhalten und nach Einsticken in das Blastocöl eines anderen Keimes die Bildung einer Neuralplatte induzieren, so liegt es nahe die neu erworbene Eigenschaft den veränderten Stoffwechselprozessen in der transplantierten Epidermis zuzuschreiben. Eine kausale Verknüpfung ist wohl sehr wahrscheinlich.

In einer zweiten Versuchsreihe hat RAVEN die glykolytischen Prozesse untersucht in Stückchen Neuralplatte, die als Organisatoren in das Blastocöl anderer Keime eingesteckt wurden.

Kontroll-Wahrnehmungen zeigten den Glykogengehalt der Neuralplatte des Spenderkeimes im Moment der Entnahme von als Organisatoren verwandten Stückchen. Auch wurden Spenderkeime weiter gezüchtet und zu gleicher Zeit mit den Wirtskeimen fixiert, wonach der Glykogengehalt des Neuralrohres untersucht wurde.

In den Wirtskeimen üben bekanntlich die Stückchen Neuralplatte Induktionswirkung aus und es werden Neuralplatten induziert.

Wenn man nun die Wirtskeime, wobei Induktion sichtbar ist, mikro-

M. W. WOERDEMAN: UEBER DIE CHEMISCHEN PROZESSE BEI DER EMBRYONALEN INDUKTION.

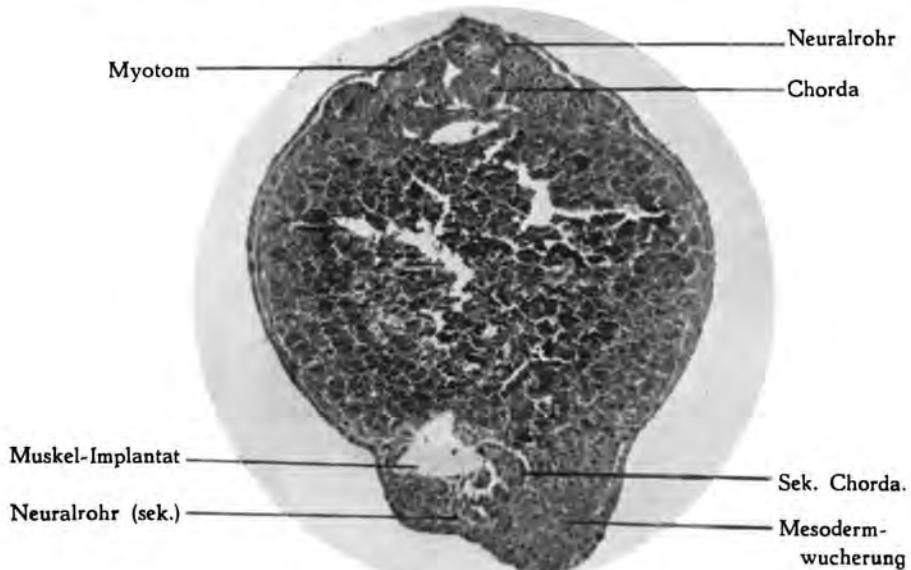


Abb. 1. Induktion durch menschliches Muskelgewebe bei einem Axolotl-keim, (Querschnitt).



Abb. 2. Sekundäre Embryonalanlage (Axolotl) durch Muskelgewebe induziert.

skopisch untersucht, so stellt sich heraus, dasz die Induktoren deutlich weniger Glykogen enthalten als die Kontroll-Neuralplatten und Neuralröhre. Durch Implantation in das Blastocöl haben die Implantate offenbar ihr Glykogen mehr oder weniger vollständig verloren, jedenfalls zeigen sie einen mit starker Glykolyse einhergehenden Stoffwechsel und es liegt wiederum nahe ihre Induktionswirkung mit diesen Stoffwechselprozessen verknüpft zu denken.

So haben wir jetzt also wahrgenommen, dasz Glykolyse auftritt in Zellgruppen, die bei der normalen Entwicklung als Organisatoren betrachtet werden können, und auch in Zellgruppen, die normalerweise keine so deutliche Glykolyse aufweisen, wenn sie nur auf experimentellem Wege zu Organisatoren gemacht werden.

Inzwischen wurde auch untersucht, ob Gewebe, die einen Stoffwechsel besitzen, der durch starke Glykolyse gekennzeichnet ist, Induktionswirkung haben würden.

Schon habe ich mitgeteilt, dasz es meinem Schüler, Herrn Cand. med. J. F. HAMPE, gelungen war bei Axolotlkeimen die Induktion von Neuralplatten zu beobachten nach Implantation von Rattenkrebsgewebe in das Blastocöl junger Gastrulae. Auch mit Hühnersarkom (PEYTON-ROUS) erhielt er positive Resultate.

Die Versuche sind seitdem von HAMPE weiter fortgesetzt und es hat sich herausgestellt, dasz auch menschliches Karzinomgewebe (Adenokarzinom der Mamma) eine Induktionswirkung besitzt.

Auffallend starke Induktionswirkung besitzt aber auch quergestreiftes Muskelgewebe des Menschen.

Dabei fand nicht nur die Induktion von Neuralplatten statt, sondern es bildeten sich mehr oder weniger vollständige Embryonalanlagen. So induzierten kleine Stückchen eines Muskels beim Wirt im Gebiet des Herzens ein Neuralrohr mit Chorda, Myotomen (allerdings nicht regelmässig geordnet und manchmal unter der Chorda zu einer unregelmässigen Muskelmasse verwachsen) und einen kleinen Darm und ein Herzchen.

Ein wenig kranial von der Analöffnung fand HAMPE bei einem anderen Versuchskeim eine induzierte Schwanzanlage mit Neuralrohr, Chorda, Myotomen, usw.

Es hat nicht nur das Ektoderm auf die Induktionswirkung des Muskelstückchens reagiert mit der Bildung von Neuralplatte, sondern es ist bei der Untersuchung der erwähnten Fälle wohl sehr wahrscheinlich geworden, dasz auch das Mesoderm mit der Bildung von Chorda und Myotomen reagieren kann.

In Abb. 1 sieht man ventral vom Wurzdarm das implantierte Muskelgewebe. Daneben liegt ein Zellstrang, der deutlich bei starker Vergrösserung den Bau einer Chorda zeigt. Ein (undeutliches) Neuralrohr ist vorhanden, während weiter die genannten sekundären Organe durch eine Mesodermmasse ohne deutliche Struktur umgeben sind.

Abb. 2 zeigt den oben schon beschriebenen Fall. In der Herzgegend des

Wirtes liegt hier neben dem Muskel-Implantate ein Neuralrohr mit Chorda. Myotomen und einem Darm. Auch eine kleine Herzanlage ist anwesend.

Die dritte Abbildung zeigt einen Abschnitt der Abb. 2 mit starker Vergrösserung. Auffallend ist in dieser Abbildung (und in den Präparaten findet man das regelmässig zurück), dasz das implantierte Muskelgewebe Zeichen von Histiolysis zeigt. In den meisten Muskelimplantaten ist wohl die Faserstruktur erhalten, die Kerne dagegen fehlen meistens.

Mit Geschwulstgewebe und Muskelgewebe, die durch ihre starke Glykolyse (obwohl nicht in beiden Geweben auf derselben Weise verlaufend) charakterisiert sind, bekommt man also schöne Induktionen.

Nun finden aber in Geschwulstgewebe, Muskelgewebe, embryonalen Zellgruppen, die Induktionswirkung zeigen, natürlich nicht nur glykolytische Prozesse statt und es besteht die Möglichkeit, dasz die Induktionswirkung nicht oder nicht ausschliesslich von der Glykolyse abhängig sei. Es lag also auf der Hand um zu versuchen ein Experimentum crucis auszuführen, was ich auf der folgenden Weise machte.

Ich ging von der Ueberlegung aus, dasz man offenbar mit einem Einfluss der Blastocölflüssigkeit auf die glykolytischen Prozesse der Induktoren zu rechnen hat. Bei der Gastrulation verschwindet nämlich diese Flüssigkeit und es tritt eine neue Höhle (das Gastrocöl) auf, die auch mit Flüssigkeit gefüllt ist. Wie der Blastocölinhalt verschwindet und wie die Gastrocölflüssigkeit entsteht, ist, so weit mir bekannt, noch nicht endgültig festgestellt. Ich vermute, dasz die Blastocölflüssigkeit in irgend einer Weise in das Gastrocöl zurecht kommt, wobei sie vielleicht das Urdarmdach passiert. Es wäre dann denkbar, dasz sie dabei die Stoffwechselprozesse dieses Daches beeinflusst. Es kann doch nicht ohne Bedeutung sein, dasz die Blastocölflüssigkeit ein so hohes p_H besitzt (8,4—9,0), wie ich in Zusammenarbeit mit BUYTENDIJK gefunden habe. Das muss wohl auf eine Rolle im chemischen Geschehen bei der Entwicklung hinweisen. Es ist auch bemerkenswert, dasz Stückchen Neuralplatte im Blastocöl Glykogen verlieren, und dasz präsumptive Epidermis im Urdarmdach dieselbe Erscheinung zeigt. Obwohl allerhand andere Erklärungsmöglichkeiten bestehen, habe ich doch an erster Stelle an einen Einfluss der Blastocölflüssigkeit gedacht. Ich habe auch versucht, ob aus der Blastula mit einer Mikropipette entfernte Blastocölflüssigkeit glykolytische Eigenschaften besitze und habe den vorläufigen Eindruck gewonnen, dasz sie eine solche Wirkung tatsächlich besitzt. Diese Frage wird aber jetzt in meinem Institute noch ausführlicher untersucht.

Ausgehend von der Vermutung, dasz die Flüssigkeit im Blastocöl die Glykolyse fördern oder hervorrufen kann, ist auch die Wahrnehmung von HOLTGRETER leicht verständlich, dassz abgetötete, ins Blastocöl gesteckte, Nicht-Organisatoren, eine Induktionswirkung zeigen, während sie in lebendem Zustande keine solche Wirkung besitzen. Es ist nämlich möglich, dasz die Blastocölflüssigkeit im toten Gewebe glykolytische Prozesse in Gang setzt, aber nicht im lebenden, weil bestimmte lebende Geweben oder

M. W. WOERDEMAN: UEBER DIE CHEMISCHEN PROZESSE BEI DER
EMBRYONALEN INDUKTION.



Abb. 3. Teil der Abb. 2 mit stärkerer Vergrösserung.

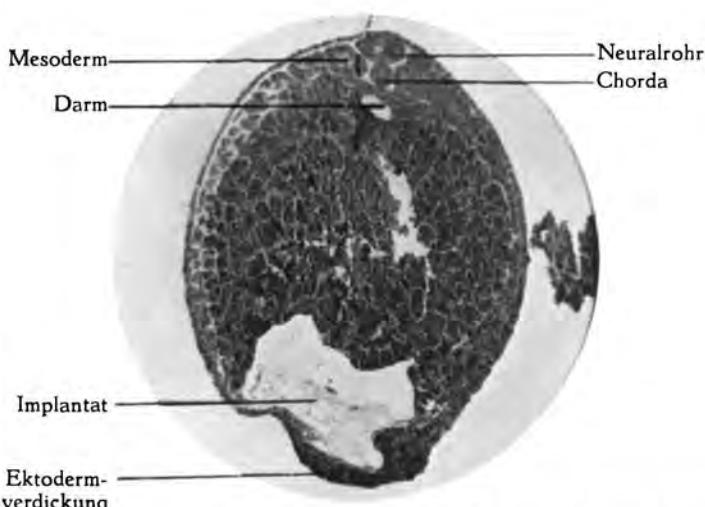


Abb. 4. Ektodermverdickung bei einem Axolotlkeim durch Implantation
glykogenhaltiger Gelatingallerte erhalten.

embryonale Zellen für ihre Wirkung in irgend einer Weise unempfindlich sind.

Es steht also Nichts der Hypothese im Wege, dasz die Blastocölflüssigkeit im Stande ist glykolytische Prozesse in Gang zu setzen oder zu fördern und das war der Ausgangspunkt des folgenden Versuches.

In einer Gelatin-gallerte wurde Glykogen gelöst. Kleine Würfelchen dieser Gallerte wurden in das Blastocöl von Axolotlkeimen hineingesteckt. Auch wurden zur Kontrolle ähnliche Versuche gemacht mit reiner Gallerte, also ohne Glykogen.

In einigen Fällen war die Gastrulation durch die Schwellung der Implantate ziemlich stark gestört. Aber daneben habe ich in manchen Fällen eine normale Entwicklung gesehen. Wenn nun die Stückchen der Glykogen-Gallerte bei der Gastrulation unter das Ektoderm zu liegen kamen, reagierte es mit dem Auftreten stark pigmentierter Verdickungen, die äusserlich mit Neuralplatten sehr viel Ähnlichkeit besaßen. Aber bei mikroskopischer Untersuchung zeigten sie nicht den typischen Bau von Neuralplatten. Lag das Implantat im Entoderm, so fehlte jede Reaktion, lag es aber in der Nähe von Mesoderm, so reagierte das Mesoderm, ebenso wie das Ektoderm, mit einer starken Wucherung, die aber keine typische Struktur aufwies. Glykogenfreie Gallert-Implantate haben keine oder nur geringe Zellwucherung zur Folge gehabt. In Abb. 4 sieht man die Ektodermverdickung, die durch eine glykogenhaltige Gelatingallerte in der Bauchgegend des Wirtes induziert wurde, während Abb. 5 das verdickte Ektoderm mit starker Vergrösserung zeigt. Nach meiner Meinung darf man hier nicht von Neuralplattenbildung reden.

Abb. 6 zeigt eine ähnliche Verdickung, die vielleicht noch eher den Gedanken an eine Neuralplatte aufkommen lässt. Sie ist von einer starken Wucherung des Mesoderms begleitet.

Schliesslich sieht man in Abb. 7, wie eine solche Wucherung von Ekto- und Mesoderm äusserlich aussieht.

Nach diesen vorläufigen Versuchen war es meine Absicht durch Veränderung des Glykogengehaltes der Gallerte, durch Festlegung des p_H durch Pufferlösungen usw. zu versuchen, ob nicht die Induktion von deutlichen Neuralplatten möglich wäre. Aber gerade beim Anfang dieser Versuchsreihe erschien in den „Naturwissenschaften“ vom 7. Juli dieses Jahres eine Mitteilung von SPEMANN, WEHMEIER und FISCHER, woraus hervorging, dasz die genannten Untersucher dasselbe Thema bearbeitet hatten.

Sie haben Material, das Induktionswirkung besitzt, auf verschiedenen Weisen behandelt, so z.B. mit Azeton, Alkohol, Aether, Eisessig, trockener Hitze, und haben aus dem Material hergestellte Extrakte auf ihre Induktionsfähigkeit untersucht. Die Untersuchungen führten zu der Auffassung, dasz diese Fähigkeit an einem bestimmten „Induktionsstoff“ gebunden sei, aber dasz es daneben auch „Hemmungsstoffe“ gibt in den nicht-induzierenden Keimteilen. Aus den beschriebenen Ergebnissen lässt sich noch nicht entscheiden, welcher Natur der Induktionsstoff sei.

Aber in demselben Heft der genannten Zeitschrift findet man einen Nachtrag zu der oben erwähnten Mitteilung, der von FISCHER und WEHMEIER unterzeichnet ist und worin mitgeteilt wird, dasz weitere Untersuchungen der Eigenschaften des „Induktionsstoffes“ zur Vermutung geführt haben, dasz er mit Glykogen identisch sei. Keine der bisher bekannten Eigenschaften soll dagegen sprechen.

Auf welchen Untersuchungen diese Vermutung beruht, wird in dem kurzen Nachtrag nicht mitgeteilt und man darf mit Spannung ausführlichere Mitteilungen hierüber entgegensehen.

Was mir aber am meisten interessierte, ist die Mitteilung, dasz es FISCHER und WEHMEIER gelungen sein soll mit Implantaten aus Gelatinalgallerte, der Glykogen zugesetzt worden war, regelmässig Bildung von Neuralplatten hervorzurufen, während Implantation reiner Gelatine wirkungslos sein soll.

Abbildungen fehlen selbstverständlich in dem kurzen Nachtrag und vorläufig lässt sich also nicht beurteilen, ob wirkliche Neuralplatten gebildet sind. Wie ich schon mitteilte, ist es mir, der gleichzeitig mit FISCHER und WEHMEIER Versuche mit glykogenhaltiger Gelatinalgallerte ausgeführt habe, nicht gelungen mikroskopisch unzweifelbar Neuralplatten zu finden. Wohl machten die Ektodermwucherungen äusserlich durch ihre Pigmentierung den Eindruck von kleinen Neuralplatten.

Wenn tatsächlich die Freiburger Autoren Neuralplattenbildung erhalten haben, so musz noch untersucht werden, welchem glücklichen Zufall sie diesen schönen Erfolg verdanken, denn, wie wir gesehen haben, ist in meinen Versuchen Neuralplattenbildung nicht unzweifelbar festzustellen gewesen. Haben sie vielleicht die richtige Konzentration des Glykogens getroffen, die richtige Tierart (vermutlich haben sie Triton benutzt, während ich mit Axolotl arbeitete), das richtige p_H der Gallerte, oder haben sie eine andere Gelatine verwendet oder ein anderes Glykogen?

Es ist nicht ohne Bedeutung das zu untersuchen, denn offenbar kommen Nebenfaktoren für den guten Erfolg des Versuches in Frage.

Auch wird man noch nachzuforschen haben, wodurch es verursacht wird, dasz der Induktionsstoff nach SPEMANN, FISCHER und WEHMEIER in Agar und in Gelatine sehr langsam oder gar nicht diffundiert, sodass Induktormaterial, aufgenommen in möglichst wenig Gelatine, keine Induktionswirkung zeigte, während Glykogen in Gelatine wohl eine Wirkung besitzt.

Die ausführliche Publikation der Versuche von FISCHER und WEHMEIER muss man jetzt abwarten.

Es hat mich sehr gefreut, dasz durch die Untersuchungen aus dem Institute von SPEMANN meine Hypothese, dasz das Glykogen eine Rolle spielt bei der embryonalen Induktion, bestätigt wurde.

Nur habe ich Bedenken dagegen, dasz FISCHER und WEHMEIER von Glykogen als „Induktionsstoff“ sprechen. Immer habe ich betont, dasz in den Induktoren glykolytische Prozesse auftreten, dasz also Glykogen verschwindet. Das Urdarmdach, das doch bekanntlich die Neuralplatte

M. W. WOERDEMAN: UEBER DIE CHEMISCHEN PROZESSE BEI DER
EMBRYONALEN INDUKTION.

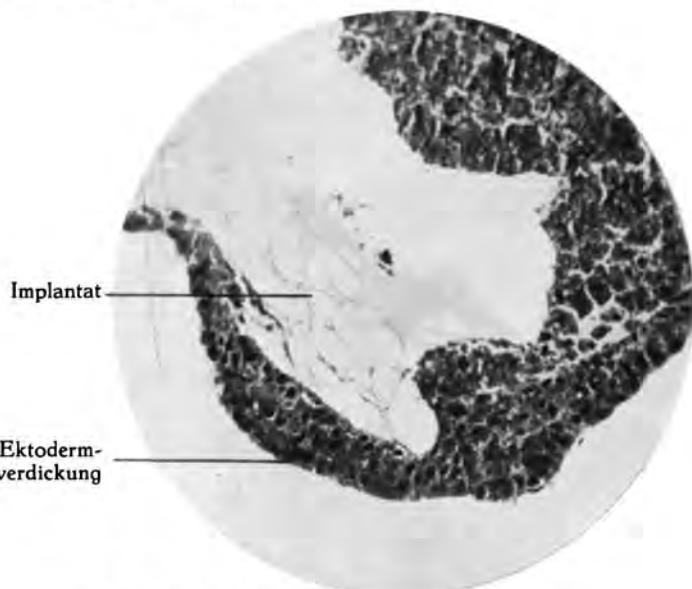


Abb. 5. Teil der Abb. 4 bei stärkerer Vergrösserung.

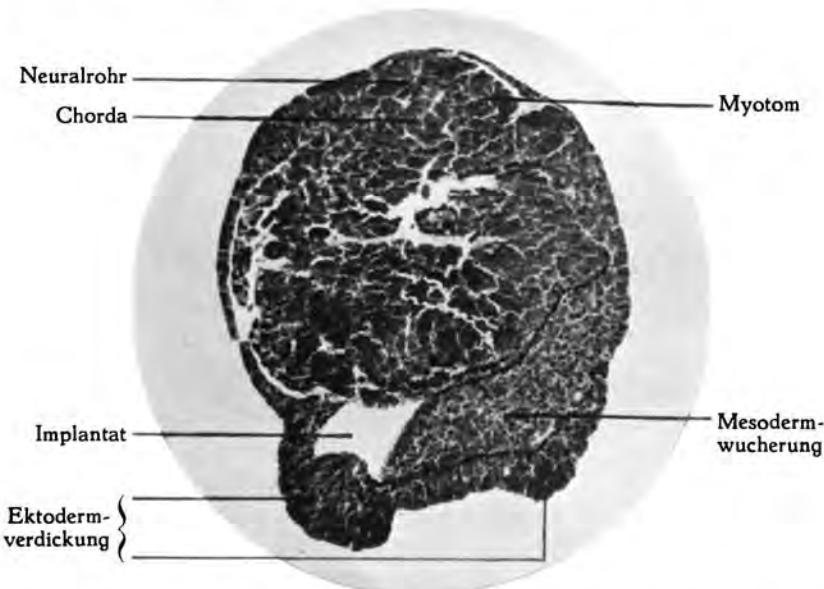


Abb. 6. Ektodermverdickung und Mesodermwucherung bei einem Axolotlkeim durch Implantation glykogenhaltiger Gelatingallerte hervorgerufen.



Abb. 7. Pigmentierte Ektodermverdickung bei einem Axolotlkeim durch Implantation glykogenhaltiger Gelatingallerte.

induziert, ist glykogenarm. Glykogen als solches kann m.E. nicht der „Induktionsstoff“ sein. Ich habe vom Anfang an gemeint, dasz die Stoffwechselprozesse in den Organisatoren (die natürlich sehr kompliziert sind und von denen nur die Glykolyse leicht histochemisch nachweisbar ist) als Ursache der Induktionswirkung in Betracht kommen. Ich habe dabei noch unentschieden lassen müssen, ob wirklich ein bestimmter chemischer Stoff die Induktion verursacht. Es kommen noch so viele andere Möglichkeiten in Betracht.

Es mag sein, dasz die Induktionswirkung auf Strahlung beruht, oder auf die Veränderung des p_H , wodurch die Permeabilität und die osmotischen Verhältnisse geändert werden oder bestimmte Enzyme aktiviert, während die Wirkung anderer Fermente unterdrückt wird. Das veränderte p_H kann auch den kolloidalen Zustand des Protoplasmas verändern usw. Das Alles kann natürlich auf die Entstehung eines bestimmten Stoffes beruhen, kann aber auch eine Begleiterscheinung verschiedener chemischer Prozesse sein.

Eine Entscheidung ist hier noch nicht möglich und vorläufig ist m.E. nur bewiesen, dasz in den Induktoren merkwürdige Stoffwechselprozesse vor sich gehen, wovon die Glykolyse nachgewiesen wurde und die offenbar die Bedingungen für die Induktionswirkung abgeben.

Ob auch andere, nicht mit Glykolyse verlaufende, Prozesse Induktionswirkungen verursachen, soll noch untersucht werden.

Obwohl nun FISCHER und WEHMEIER von Glykogen als „Induktionsstoff“ sprechen und offenbar dadurch veranlasst wurden Versuche mit Gelatingallerte, der Glykogen zugesetzt war, zu beginnen, wird in dem genannten Nachtrag aber auch die Vermutung geäussert, dasz die Wirkung des glykogenhaltigen Implantates auf das überlagernde Ektoderm durch eine an der Berührungsfläche stattfindende Glykolyse zustande kommt.

Auch wird die Induktionsfähigkeit bestimmter Keimbezirke entweder mit ihrem Glykogengehalt oder wahrscheinlicher mit Besonderheiten ihres Glykogenstoffwechsels (mit erhöhter Glykolyse) in Zusammenhang gebracht. Mit der zuletzt genannten Auffassung kann ich mich besser einverstanden erklären. Die Verfasser kommen damit zu derselben Hypothese, die ich schon einige Monate früher in einigen Mitteilungen in diesen Proceedings publiziert hatte, und von der wir bei unseren Untersuchungen ausgegangen sind. Leider ist sie ihnen unbekannt geblieben.

Inzwischen ist nun auch von englischer Seite die Frage nach dem Induktionsfaktor in Angriff genommen worden. WADDINGTON, JOSEPH und DOROTHY M. NEEDHAM haben in Nature (12 August 1933) die Ergebnisse ihrer Untersuchungen publiziert, die hierauf hinausgehen, dasz auch sie mit Organisatorenextrakten die Induktion von Neuralröhren (oder meistens von nicht organisierten, aber doch histologisch als Neuralgewebe erkennbaren Zellmassen) erhalten haben. Sie meinen, dasz namentlich Aether- oder Petroläther-Extrakte den wirksamen Substanz enthalten.

Diese Wahrnehmung ist nicht vereinbar mit der Auffassung, dasz Glykogen als solches der Induktionsstoff sei.

Es kommt mir aber nicht unwahrscheinlich vor, dasz unter den Abbauprodukten des Glykogens, die sich wohl mit anderen Zellkomponenten verbinden werden, auch ätherlösliche Produkte vorkommen.

Es braucht also die Wahrnehmung der englischen Forscher nicht der Vorstellung zu widersprechen, dasz glykolytische Prozesse die Faktoren (oder den Faktor) der Induktion liefern.

Fortgesetzte Untersuchungen der Entwicklungsmechaniker in Zusammenarbeit mit den Biochemikern werden hoffentlich bald die wahre Natur der Induktionswirkung enträtselen.

Zum Schluss muss ich noch kurz eingehen auf eine Frage allgemeiner Bedeutung.

Mit sehr verschiedenen Induktoren hat man die Bildung von Neuralplatten und Embryonalanlagen hervorrufen können. (Mir sind noch nicht die Details bekannt von HOLTGRETER's Versuchen, mitgeteilt auf dem Zytologenkongress in August dieses Jahres in Cambridge, der nach mündlicher Mitteilung eines Besuchers dieses Kongresses mit sehr verschiedenen Vertebraten- und Evertebratengeweben Induktion bei Amphibienkeimen hervorrufen konnte) ¹⁾.

So hat z.B. UMANSKI mit Regeneratgewebe Induktion erhalten. OKUNEFF zeigte, dasz sich im Regenerate eine intensive Glykolyse abspielt. Nebenbei sei mitgeteilt, dasz auch in meinem Institute mit Regeneratgewebe Induktionen erhalten wurden (HAMPE). Es wurde der Regenerationskegel einer amputierten Unkenpfote extirpiert und kleine Stückchen dieses Materials in das Blastocöl von Axolotlkeimen implantiert, wonach in einigen Fällen Induktion auftrat.

Bis jetzt haben alle mit Erfolg benutzten Induktoren gemeinsam ihren hohen Glykogengehalt und die glykolytischen Stoffwechselprozesse.

Nur in zwei Mitteilungen fand ich Induktion erwähnt von Neuralplatten durch lokale Temperaturerhöhung des Ektoderms bei Amphibienkeimen (GILCHRIST und CASTELNUOVO).

Wenn es tatsächlich möglich ist durch Einführung von Temperaturgradienten die Induktion von Neuralplatten zu erhalten, dann ist es sehr wahrscheinlich, dasz die Induktionswirkung auf eine lokale Veränderung des Stoffwechsels der Ektodermzellen beruhe.

Man wird dann zu der Vorstellung geführt, dasz bei der normalen Entwicklung dasjenige, was eine noch nicht endgültig determinierte Zellgruppe werden soll, abhängt von der Weise, in der ihre Umgebung ihren Stoffwechsel beeinflusst. Der Induktor hätte dann als Aufgabe durch seinen eigenen Stoffwechsel die physikalischen und chemischen Milieuveränderungen hervorzurufen, wodurch die physicochemischen Differenzierungen des Reaktionssystems in eine gewisse Richtung gelenkt werden.

¹⁾ Anmerkung bei der Korrektur: Sie sind inzwischen publiziert in: Naturwiss. 21, H. 43, 1933.

Es wird von der grössten Bedeutung sein die Stoffwechselprozesse in Organisatoren und den auf ihre Wirkung reagierenden Reaktionssystemen genau zu untersuchen.

Erst auf diese Weise können wir hoffen in der Induktionsfrage der Lösung näher zu kommen.

LITERATUR.

- CASTELNUOVO: Bollet. Zoolog. 3, 1932.
 GILCHRIST: Physiol. Zoolog. 1, 1928.
 HOLTGRETER: Roux' Arch. Entw. mech. 128, 3, 1933.
 OKUNEFF: Biochem. Zeitschr. 257, 1933.
 RAVEN: Proceed. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam, 36, 5, 1933.
 SPEMANN, FISCHER und WEHMEIER: Naturwiss. 21, H. 27, 1933.
 UMANSKI: Zool. Anz. 97, 3, 1932.
 WADDINGTON, J. and D. M. NEEDHAM: Nature, 132, 1933.
 WOERDEMAN: Proceed. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam, 36, 2, 1933; 36, 4, 1933;
 36, 5, 1933.
 ——— Nederl. Tijdschr. Geneesk., 77, 31, 1933.
 WOERDEMAN und BUYTENDIJK: Roux' Arch. Entw. mech. 112, 1927.

*Anatomisch-Embryologisches Institut
 der Universität Amsterdam.*

Anthropology. — Bloodgroup Investigation in the "Hoeksche Waard". By FLORIS HERES, M. A. VAN HERWERDEN and TH. J. BOELE—NIJLAND. (Communicated by Prof. J. BOEKE.)

(Communicated at the meeting of September 30, 1933).

In the Proceedings Vol. 33, №. 6, 1930 and Vol. 35, №. 5, 1932 the first results have been published of the bloodgroup investigation in Holland instigated by the Anthropological Commission of the Royal Academy of Sciences. In the first-mentioned paper relating to 3085 students the technique has been described in detail. It will be sufficient to repeat that all agglutination tests have been performed in duplicate by the same trained investigators. The data were copied on individual cards for each person tested.

The paper published in 1932 contains the results of an investigation in the "Over Veluwe" a part of the province of Gelderland. This time we are able to consider another rural part of the Netherlands, namely the "Hoeksche Waard" one of the islands belonging to the southern part of the province of Zuid-Holland. The first-mentioned author, physician in the small town of Puttershoek collected the bulk of the material and furnished the anthropological data. Both the other authors are responsible for the

agglutination tests and for the selecting of the material, the computations etc.

As to the development of the Hoeksche Waard it may be stated that the different islands forming the southern part of the province of Zuid-Holland are deposits of the delta of the river Maas. To the formation of the Hoeksche Waard however the estuary of the Schelde river has also contributed. In former times a large estuary, called the Striene, joining the Maas and Schelde, separated what later became the Hoeksche Waard into two parts. Before the polders Zuid-Hollandsche and Tijsseler Waard were inundated (the so called St. Elisabethflood of the year 1421) the entire territory consisted of a number of small islands. From the detailed investigation of J. C. RAMAER in the Proceedings of the Academy of Sciences¹⁾ it may be concluded that in mediaeval times the habited world in that territory terminated in a levee stretching from Dordrecht to Puttershoek, continuing in a levee in the Maas river (actually the town of Maasdam) and from there to Strijen and Geertruidenberg. On the westside of this levee the situation was as it is nowadays in the Biesbosch, namely muddy water courses and marshes, a country only visited in those times by a wandering, hunting, fishing population. Only the Anthoniepolder and a small polder called the Wale existed before the inundation, the former one since 1355. It was only a long time after the St. Elisabethflood and after the above-mentioned Striene was silted up, that the entire Hoeksche Waard has been consolidated into one island. It seems that the eastern and the western part of the Hoeksche Waard each of them retained their own population and that even today marriages between the inhabitants of different places are infrequent. The people living in Puttershoek, Maasdam, Strijen and 's Gravendeel have to be considered as the descendants of the survivors of the population of the above-mentioned old Zuid-Hollandsche Waard (mentioned for the first time in the year 1200), which was completely inundated in 1421. Except for a number of later immigrants, the population of these places must be considered as descending from the inhabitants of the boroughs swallowed up by the flood.

In treating the anthropological material we had reasons to divide it into several parts, these parts being considered together as well as separately. To begin with we will take the results obtained in the Hoeksche Waard as a whole. It has to be taken into account that the material at our disposal has been dependent on many factors²⁾ and that there has been no lack of interest on our side, if we have not succeeded in getting a sufficient number of tests in places which it would have been very desirable to include in the investigation. As to the division made, we have taken the small town of Puttershoek separately, partly because the first author in his position as a

¹⁾ J. C. RAMAER. Graphische geschiedenis van Holland bezuiden de Lek en de Nieuwe Maas. Verh. K. Acad. v. Wetenschappen, 1899, II, No. 3.

²⁾ Psychological factors playing a considerable role. It is very difficult to obtain a few drops of blood for scientific investigations from our Dutch peasants. It is also extremely difficult to obtain the collaboration of our Dutch colleagues.

physician in this place had the best opportunity of obtaining material there, but principally because the percentage of bloodgroup *B* in that town shows a considerable difference from that in the surrounding districts and the same holds true for another anthropological trait, the colour of the hair. Only in the few last years has the population of Puttershoek begun to show a certain mobility (emigration to Rotterdam, immigration from the province Noord-Brabant to the sugar factories, immigration from the province of Zeeland to replace the labourers emigrating to Rotterdam). From the election lists of Puttershoek it can be seen that many natives of Puttershoek bear the same family name (often without acknowledging any relationship). Out of 617 electors not less than 99 identical names have been counted. Identical names are also frequently found amongst the 526 persons collected at random in Puttershoek for the bloodgroup investigation. Only 162 different names have been counted. Even if we consider the whole material collected by the first author in the Hoeksche Waard, the names are reduced to a relatively small number. This material amounts to 1282 persons but the number of family names does not exceed 295. A number of these names already occur in the oldest churchregisters. Puttershoek from olden times is a place where intermarriage has been of frequent occurrence. This explains to a great extent (as will be stated further on) why a population, descending as a whole from a relative small group of people surviving an inundation, shows in its different branches such a difference in bloodgroup relations and (as the first author stated during his investigation) also in general habitus and frequency of diseases.

The eastern part of the Hoeksche Waard (except Puttershoek) has been considered separately. The districts investigated there ('s Gravendeel, Maasdam, Strijen, Strijen Sas) were drained at a later period, namely in the latter half of the 16th century. The town of Oud-Beyerland situated in the western part of the Hoeksche Waard has been taken separately, this small town being inhabited for the greater part by immigrants from the Zuid-Holland towns of Vlaardingen and Schiedam (according to Mr. TRESLING, who has made an exhaustive study of this town). The material in this place has been collected by Dr. A. A. DE KONING as a medical student. A number of places in the middle part of the Hoeksche Waard have been taken together excepted Numansdorp, which has its own history, being situated in the sands which silted up the old Striene. We did not succeed in completing the material collected in that place by Dr. C. FLOHIL.

The material can be classified in another way, namely by taking the boroughs poldered before the 16th century and those after that time. The results of the different divisions made will be found in the text.

As to the neighbouring islands of Putten and Voorne situated in the west of the Hoeksche Waard, after due selection of the material collected there by some medical students, only 252 tests could be considered.

The distribution as to the bloodgroups is as follows:

I. Material collected by the first author:

Number	O	A	B	AB
1282	569	590	97	26
	44.4 %	46.0 %	7.6 %	2.0 %
	± 1.39	± 1.39	± 0.74	± 0.39

II. To this number have been added the bloodgroups of 309 persons in the towns of Oud-Beyerland and Numansdorp also situated in the Hoeksche Waard (collected resp. by Dr. DE KONING and Dr. FLOHIL).

Number	O	A	B	AB
1591	723	704	124	40
	45.4 %	44.3 %	7.8 %	2.5 %
	± 1.25	± 1.25	± 0.67	± 0.40

In cases where 2 or more sisters or brothers have been tested only the two eldest of these have been taken, the other ones being eliminated from the material.

The blood-index after HIRSZFIELD = $\frac{A + AB}{B + AB} = 4.5$.

Computed after BERNSTEIN:

$$p = 27 \quad q = 5.5 \quad r = 67.5 \quad p + q + r = 100$$

For the students (published in the year 1930) we got:

$$p = 25.6 \quad q = 6.8 \quad r = 67.6 \quad p + q + r = 100$$

For the investigation in the Over Veluwe we got:

$$p = 25.8 \quad q = 5 \quad r = 68.8 \quad p + q + r = 99.6$$

Dividing the Hoeksche Waard in different parts we get:

III. Puttershoek:

Number	O	A	B	AB
526	234	257	25	10
	44.5 %	48.8 %	4.8 %	1.9 %
	± 2.17	± 2.18	± 0.93	± 0.59

IV. Computing the Hoeksche Waard without Puttershoek:

Number	O	A	B	AB
1065	489	447	99	30
	45.9 %	42.0 %	9.3 %	2.8 %
	± 1.53	± 1.51	± 0.89	± 0.51

V. The eastern parts of the Hoeksche Waard without Puttershoek

(namely the towns of Maasdam, Schenkeldijk, Mookhoek, 's Gravendeel, Strijen, Sas van Strijen) :

Number	O	A	B	AB
664	286	301	62	15
	43.1 %	45.3 %	9.3 %	2.3 %
	± 1.92	± 1.93	± 1.13	± 0.58

VI. Taking the town of Oud-Beyerland, situated in the western part of the Hoeksche Waard :

Number	O	A	B	AB
217	107	88	15	7
	49.3 %	40.6 %	6.9 %	3.2 %
	± 3.39	± 3.34	± 1.72	± 1.20

VII. The total Hoeksche Waard without Puttershoek and Oud-Beyerland :

Number	O	A	B	AB
848	382	359	84	23
	45.0 %	42.3 %	9.9 %	2.7 %
	± 1.71	± 1.30	± 1.02	± 0.56

VIII. Making a separation between the lands poldered before and after the 16th Century :

1. The places Puttershoek, St. Anthoniepolder, Maasdam, Cillaarshoek:

Number	O	A	B	AB
723	315	349	46	13
	43.6 %	48.3 %	6.3 %	1.8 %
	± 1.85	± 1.86	± 0.90	± 0.49

2. The towns of 's Gravendeel, Schenkeldijk, Mookhoek, Strijen, Sas van Strijen, Numansdorp, Oud-Beyerland :

Number	O	A	B	AB
868	408	355	78	27
	47.0 %	40.9 %	9.0 %	3.1 %
	± 1.70	± 1.67	± 0.97	± 0.59

Considering these percentages (Fig. 1), it can be stated that Puttershoek with its extremely low percentage of bloodgroup B is situated in the middle of a territory where this percentage is much higher, reaching a percentage which is very high if compared with the mean one in Holland and resembling the percentage we obtained in the islands of the province of Zeeland¹⁾. For comparison the columns relating to the 4 bloodgroups of

¹⁾ To be published in a future paper.

the investigation of the "Over Veluwe" mentioned before and those relating

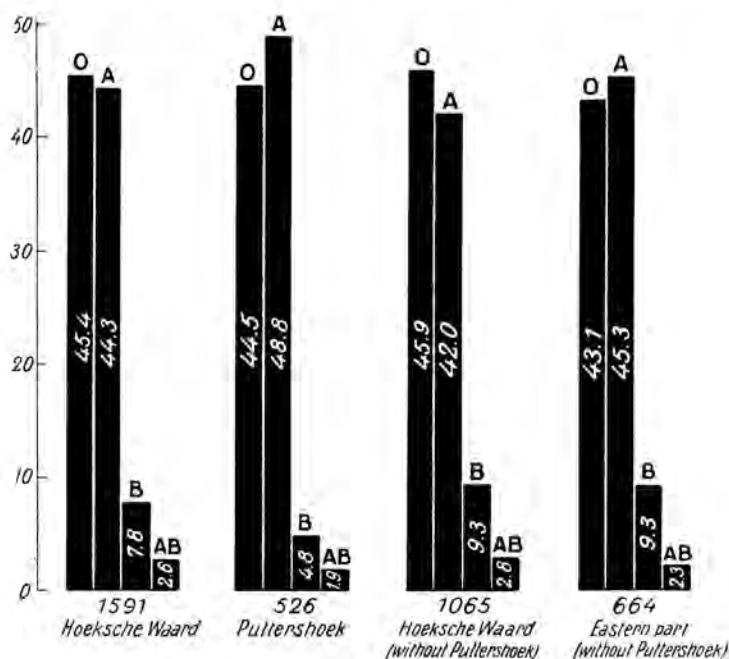


Fig. 1.

to N°. IV of the present investigation have been placed side by side (fig. 2).

If we consider the family names and family relations of those belonging to group *B* and *AB* in Puttershoek it appears that there exist two families who are greatly responsible for the agglutinogenes *B*. Eliminating the persons belonging to bloodgroup *B* or *AB* in these two families there only remain 15 instead of 25 persons belonging to *B* which momentarily can't be traced back to these relationships. This does not mean however that they have not any connections with these families, whose pedigrees could not be traced back any further than the beginning of the 19th century.

So we have to conclude that probably after the St. Elisabethflood in 1421 the settlement of population in this borough has been very poor as to the *B* factor in contrast to the people settling in the surrounding districts.

This low percentage of bloodgroup *B* at Puttershoek is also reflected in the material collected together in the places poldered before the 16th century (VIII 1) when compared with the material from later poldered regions (VIII 2), the larger part of this material having been collected at Puttershoek (526 from the 723 cases mentioned sub VIII 1).

In order to see if any correlation exists in the material collected in the Hoeksche Waard between the bloodgroup and other anthropological traits,

the distribution of the bloodgroups has been compared with the distribution of the colour of the hair and the colour of the eye. The number of head-indices of grown-up people investigated is too small to be taken into account for these correlation studies.

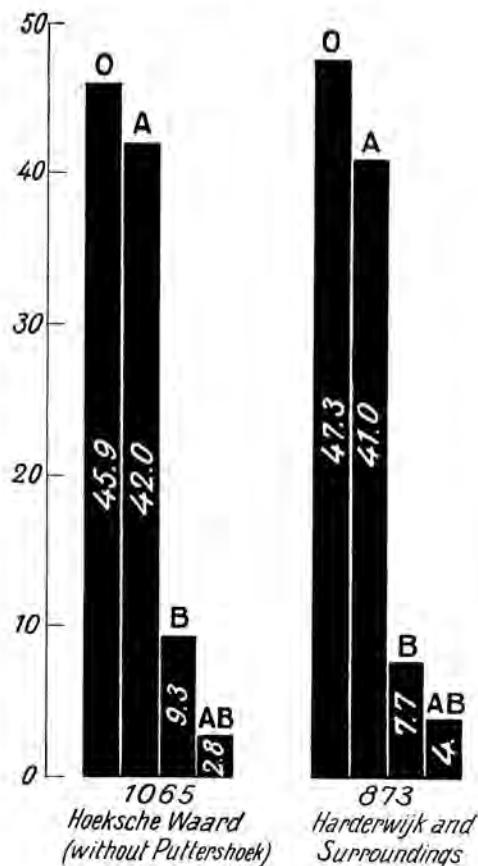


Fig. 2.

The Colour of the Eye.

Among 1267 persons examined in respect to eye colour by the first author 773 or 61.0 procents had light coloured eyes (blue, bluegrey or grey). 494 or 39.0 procent had dark coloured eyes (greybrown, brown or blue (or bluegrey) with brown pigment spots or heterochromic eyes).

Taking all the persons together examined for eye colour in the Hoeksche Waard (1560 persons) these numbers amount to respectively 980 or 62.8 procent \pm 1.22 and 580 or 37.2 procent \pm 1.22. Table 1 gives the distribution of the different eye colours over the 4 bloodgroups.

It is sufficiently clear from this table that in this material no correlation exists between bloodgroup and eye colour. The same holds true if we consider the material in Puttershoek separately (table 2).

TABLE 1. Bloodgroup and Eye colour in the Hoeksche Waard.

Bloodgroup	Number	Blue, bluegrey, grey eyes	Greybrown, brown, blue (or bluegrey) + brown, or heterochromic eyes
O	710 45.5% ± 1.26	448 = 63.1% ± 1.81 45.7% ± 1.59	262 = 36.9% ± 1.81 45.2% ± 2.66
A	694 44.5% ± 1.26	433 = 62.4% ± 1.84 44.2% ± 1.59	261 = 37.6% ± 1.84 45.0% ± 2.64
B	119 7.6% ± 0.67	75 = 63.0% ± 4.43 7.6% ± 0.85	44 = 37.0% ± 4.43 7.6% ± 1.10
AB	37 2.4% ± 0.39	24 = 64.9% ± 7.85 2.5% ± 0.50	13 = 35.1% ± 7.85 2.2% ± 0.61
Totals	1560	980 = 62.8% ± 1.22	580 = 37.2% ± 1.22

TABLE 2. Bloodgroup and Eye Colour at Puttershoek.

Bloodgroup	Number	Blue, bluegrey, grey eyes	Greybrown, brown, blue (or bluegrey) brown, or heterochromic eyes
O	224 44.0% ± 2.20	137 = 61.2% ± 3.26 48.4% ± 2.98	87 = 38.8% ± 3.26 38.5% ± 3.24
A	253 49.7% ± 2.22	129 = 51.0% ± 3.14 45.6% ± 1.84	124 = 49.0% ± 3.14 54.9% ± 3.30
B	23 4.5% $\pm 0.92%$	13 = 56.5% ± 10.35 4.6% ± 1.25	10 = 43.5% ± 10.35 4.4% ± 1.37
AB	9 1.8% ± 0.54	4 = 44.5% ± 16.55 1.4% ± 0.70	5 = 55.5% ± 16.55 2.2% ± 0.98
Totals	509	283 = 55.6% ± 2.20	226 = 44.4% ± 2.20

Correlation O → B and blue, bluegrey, grey eyes → greybrown, brown eyes = 0.028 ± 0.065
 " A → B " " " " " → " " " " = 0.031 ± 0.060

It is clearly evident from this table that no correlation can be traced.

For the district of Puttershoek 283 persons or 55.6 procent had light coloured eyes (blue, bluegrey, grey) and 226 or 44.4 procent dark coloured eyes (brownblue or brown, blue (or greyblue) with brown pigment spots or heterochromic eyes).

For the districts of the eastern part of the Hoeksche Waard with the exception of Puttershoek (the towns of Maasdam, 's Gravendeel, Schenkeldijk, Mookhoek, Strijen and Sas van Strijen) 403 or 67.6 procent had light coloured eyes, 193 or 32.4 procent dark coloured eyes.

Taking all the persons examined in respect to eye colour in the Hoeksche Waard together excepting those in Puttershoek (1051 persons) 697 or 66.3 procent had light coloured eyes, 354 or 33.7 procent had dark coloured eyes.

The Colour of the Hair.

Among 1259 persons examined by the first author in respect to hair colour, 39 or 31 procent \pm 0.49 were red haired, 633 or 50.3 procent \pm 1.41 fair, 587 or 46.6 procent \pm 1.41 darkblond or black. Taking all the persons together examined for hair colour in the Hoeksche Waard (1556 persons), 42 or 2.7 procent \pm 0.41 were red, 741 or 47.6 procent \pm 1.27 fair, 773 or 49.7 procent \pm 1.27 were darkblond or black haired (table 3).

TABLE 3. Bloodgroup and Hair Colour in the Hoeksche Waard.

Blood-group	Number	Red hair	Fair hair	Darkblond or black hair
O	708 45.5% \pm 1.26	9 = 1.3% \pm 0.65 21.4% 6.32	349 = 49.3% \pm 1.88 47.1% \pm 1.83	350 = 49.4% \pm 1.88 45.3% \pm 1.79
A	692 44.5% \pm 1.26	29 = 4.2% \pm 0.76 69.0% \pm 7.04	316 = 45.7% \pm 1.89 42.6% \pm 1.82	347 = 50.1% \pm 1.90 44.9% \pm 1.79
B	119 7.6% \pm 0.67	3 = 2.5% \pm 1.43 7.1% \pm 3.96	66 = 55.5% \pm 4.55 8.9% \pm 1.05	50 = 42.0% \pm 4.53 6.5% \pm 0.89
AB	37 2.4% \pm 0.39	1 = 2.7% \pm 2.66 2.4% \pm 2.36	10 = 27.0% \pm 7.30 1.4% \pm 0.43	26 = 70.3% \pm 7.52 3.3% \pm 0.64
Totals	1556	42 = 2.7% \pm 0.41	741 = 47.6% \pm 1.27	773 = 49.7% \pm 1.27

The correlation $O \rightarrow B$ and fair hair \rightarrow darkblond or black hair = 0.049 \pm 0.035
 $\dots \dots A \rightarrow B \dots \dots \rightarrow \dots \dots \dots \dots = 0.066 \pm 0.023$

For the district of Puttershoek of 502 persons examined in respect to hair colour (table 4) 15 or 3.0 procent \pm 0.76 were red haired, 160 or 31.9 procent \pm 2.08 fair, 327 or 65.1 procent \pm 2.13 had darkblond or black hair.

TABLE 4. Bloodgroup and Hair Colour at Puttershoek.

Blood-group	Number	Red Hair	Fair Hair	Darkblond or black hair
O	221 44.5% ± 2.22	4 = 1.7% ± 0.87 26.6% ± 3.61	81 = 35.4% ± 3.22 50.6% ± 3.96	136 = 62.9% ± 3.24 41.6% ± 2.73
A	249 48.8% ± 2.23	9 = 3.5% ± 1.17 60.0% ± 12.7	68 = 26.8% ± 2.81 42.5% ± 3.92	172 = 69.0% ± 2.93 52.6% ± 2.76
B	23 4.8% ± 0.96	2 = 8.7% ± 5.88 13.4% ± 8.8	10 = 43.5% ± 10.4 6.3% ± 1.92	11 = 47.8% ± 10.4 3.4% ± 1.00
AB	9 1.9% ± 0.61	0	1 = 11.1% ± 10.5 0.6% ± 0.61	8 = 88.8% ± 10.5 2.4% ± 0.85
Totals	502	15 = 3.0% ± 0.76	160 = 31.9% ± 2.08	327 = 65.1% ± 2.13

The correlation O \rightarrow B and fair hair \rightarrow darkblond or black hair = 0.060 \pm 0.065
 " " A \rightarrow B " " " \rightarrow " " " " = 0.11 \pm 0.061

For the districts of the eastern part of the Hoeksche Waard excepting Puttershoek ('s Gravendeel, Maasdam, Schenkeldijk, Mookhoek, Strijen, Sas van Strijen) from the 596 persons tested for hair colour 18 or 3.0 procent \pm 0.70 were red haired, 373 or 62.6 procent \pm 1.98 were fair, 205 or 34.4 procent \pm 1.95 darkblond or black.

Taking all the persons examined for hair colour in the Hoeksche Waard together excepting Puttershoek (1054 persons) 28 or 2.7 procent \pm 0.50 were red haired, 580 or 55.0 procent \pm 1.53 fair and 446 or 42.3 procent \pm 1.52 darkblond or black.

The Cephalic Index.

Among 496 grown up people tested by the first author as to the index cephalicus 37 or 7.5 procent \pm 1.18 were dolichocephalic, 281 or 56.6 procent \pm 2.21 mesocephalic and 178 or 35.9 procent \pm 2.16 brachycephalic.

From the percentages mentioned it can be stated that on the whole the light eye colour predominates in the different parts of the Hoeksche Waard, especially in the south eastern part (67.6 procent). There is a slight augmentation of dark coloured eyes in Puttershoek (44.4 procent against 32.4 procent in the surrounding districts). As to the colour of the hair a remarkable difference exists between Puttershoek and the other parts of the Hoeksche Waard investigated. No less than 65.1 procent proved to have dark hair against 34.4 procent in the rest of the eastern part and against 42.3 procent of all the persons examined as to hair colour in the Hoeksche Waard except Puttershoek.

However in comparing these percentages of hair colour it should be borne in mind, that in contrast to Puttershoek, in the small towns outside that community, chiefly schoolchildren were examined by the first author. Consequently an augmentation of the hair pigmentation with age has to be taken into consideration.

As to the red hair in the Hoeksche Waard a corresponding high percentage has been found in the above-mentioned investigation in the Over Veluwe (26 on 818 persons examined = 3.2 procent). As to the 3085 students examined a percentage of 2.0 procent red haired have been found.

For each bloodgroup a separation has been made between persons having fair or red hair and light (blue, bluegrey or grey) eyes and those having darkblond or black hair and dark coloured (greybrown or brown) eyes. In table 5 we consider the material of 1282 persons investigated by the first author.

It appears from this table that the first combination is much more frequent in group O, A and B than the second combination. Considering the whole group of 1282 persons, the combination fair or red hair with light coloured eyes is nearly 3 times as frequent as the combination darkblond or black hair with dark coloured eyes.

If however we take Puttershoek separately we find on the contrary that

TABLE 5.

Bloodgroup	Total number investigated	Fair (or red) hair light eyes	Dark hair, dark eyes
O	569	224	111
A	590	141	34
B	97	40	16
AB	26	7	6
	1282	412	167

the combination darkblond or black hair with dark coloured eyes in this material exceeds the combination fair (red) hair with light eyes, as can be seen from the following table:

TABLE 6.

Bloodgroup	Total number investigated	Fair (or red) hair light eyes	Dark hair, dark eyes
O	234	64	60
A	257	50	74
B	25	8	2
AB	10	0	4
	526	112	140

Taking the material collected by the first author with the exception of Puttershoek we get:

TABLE 7.

Bloodgroup	Total number investigated	Fair (or red) hair light eyes	Dark hair, dark eyes
O	489	160	51
A	447	141	34
B	99	32	14
AB	30	7	2
	1065	340	101

For each bloodgroup the combination fair (red) hair with light eyes is here considerably more frequent than the combination darkblond (black) hair with dark eyes. Considering the total numbers the first combination proves to be nearly $3\frac{1}{2}$ times as frequent as the second combination.

These latter tables confirm the fact already stated, that the pigmentation in Puttershoek has been found higher than in the surrounding districts.

In this same paper may be mentioned the selected data (252 cases) collected with the collaboration of some medical students in the districts of Brielle, Oost-Voorne and Hekelingen (Islands of Voorne and Putten).

Number	O	A	B	AB
252	105	119	24	14
	41.6 %	43.4 %	9.5 %	5.5 %
	± 3.11	± 3.2	± 1.85	± 1.44

Of 248 of these persons examined in respect to eye colour 132 proved to have blue, blugrey or grey eyes, 103 greybrown or brown eyes.

From 241 of these persons examined for hair colour 1 proved to have red hair, 120 fair and 120 darkblond or black hair. As to the bloodgroup distribution, in these western parts of the islands as compared with the Hoeksche Waard, no lowering of percentage B has been found. This last material collected in the western part is however too small to admit of any conclusion being made. But in a subsequent publication we shall be able to show the same phenomenon, when the western part of the province of Zeeland will be taken into consideration, in which the material dealt with is sufficiently large.

Conclusions.

This second investigation of the settled population in provincial districts leads to the same results as those obtained in the Over Veluwe and

confirms the results from the extensive material taken from Netherland students, namely an absence of significant correlation between bloodgroup and the other anthropological traits investigated. Taking into consideration the probable errors no correlation can be traced.

The percentage of bloodgroup *B* is rather high, if the material is considered without the borough of Puttershoek with its very low percentage of that group (the material investigated at Puttershoek covers more than $\frac{1}{3}$ part of the total number of cases). In subsequent publications it will be seen that the percentage of *B* obtained in these islands, with the exception of Puttershoek, is as high as that found in the islands of the province of Zeeland and that this forms a contrast with the lower mean percentage found in many localities of the Netherlands. As stated in our former paper local variations may be considerable even between localities separated by only a few miles, which phenomenon has to be contributed to centuries of intermarriage in our small communities. The findings at Puttershoek give an other good example of this phenomenon which is responsible for the local character of our small population groups, a phenomenon which as we have stated, is reflected in the local distribution of the bloodgroups, but which anthropologically, psychologically and socially, has a much wider meaning. We will reconsider this question when the total Dutch material available has been sufficiently selected, arranged and computed. It is not impossible that in a complete survey of the material some small indications may be gathered that, as to the general bloodgroup distribution in the Netherlands, differences exist which will prove to be of some anthropological significance. There is no reason however at all to expect that a nordic and an alpine race might be traced in our country by means of bloodgroup investigation. This has only be accepted by some other authors in the first enthusiasm about the discovery of these interesting hereditary traits in man. Interesting indeed, if we consider how closely they conform to the law of Mendel without being influenced phaenotypically by any conditions of life or other external conditions.

KONINKLIJKE AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN
TE AMSTERDAM

PROCEEDINGS

VOLUME XXXVI

No. 10

President: J. VAN DER HOEVE

Secretary: B. BROUWER

CONTENTS

- J. BOEKER: "The autonomic (enteric) nervous system of *Amphioxus lanceolatus*", p. 864.
(With two plates).
- J. VERSLUYS and H. L. J. ZERMATTEN: "Reacting for Tungsten in Minerals", p. 868.
- A. VAN MAANEN: "Distribution of the nearer stars and the masses of the visual binaries",
p. 870.
- P. E. VERKADE und J. VAN DER LEE: "Untersuchungen über den Fettstoffwechsel", III.
(Communicated by Prof. J. BÖSEKEN), p. 876.
- R. W. VAN BEMMEL: "Die neogene Struktur des Malayischen Archipels nach der
Undationstheorie", (Communicated by Prof. G. A. F. MOLENGRAAFF), p. 887. (With
one Map).
- K. GRIFFIOEN: "A study of the dark colored Duramen of Ebony". (Communicated by
Prof. G. VAN ITERSON Jr.), p. 897.
- H. L. J. ZERMATTEN: "A Reaction for Beryllium in Minerals and Rocks". (Communicated
by J. VERSLUYS), p. 899.
- J. P. KLEIWEG DE ZWAAN: "Das Tränenbein der Papuas von Niederländisch-Neuguinea,
verglichen mit demjenigen der Holländer". (Communicated by Prof. M. W. WOERDE-
MAN), p. 901.
- ADRIANA G. VORSTMAN: "The Septa in the Ventricle of the Heart of *Varanus komodo-
ensis*". (Communicated by Prof. M. W. WOERDEMAN), p. 911.
- G. STIASNY: "Über *Cassiopea androsia* Ag. + May. aus den australischen Gewässern".
(Communicated by Prof. H. JORDAN), p. 913.
- E. GORTER and J. VAN ORMONDT: "The spreading of insulin and of zein". (Communi-
cated by Prof. J. VAN DER HOEVE), p. 922.

Histology. — *The autonomic (enteric) nervous system of Amphioxus lanceolatus.* By J. BOEKE (Utrecht).

(Communicated at the meeting of December 16, 1933.)

About the sympathetic nervous system of *Amphioxus* very little is known, common opinion among the scientists being, that *amphioxus* does not possess any sympathetic nerves at all. The dorsal roots send out rami dorsales and rami ventrales. From these rami ventrales branch off delicate rami viscerales, running between the myotome and the pterygial muscle; they divide into a ramus descendens and a ramus ascendens. According to LEGROS the postbranchial rami ascendentes run inside the transversal septa, pass to the membranes covering the wall of the enteric canal and follow the course of the veins, running along the dorsal wall of the liver. This is accepted by FRANZ (1927), but although FRANZ accepts the existence of rami viscerales even of the postatrioporic nerves, running to the visceral wall, he never could see a nerve fiber on the entodermal visceral wall; after his opinion the ganglioncells described by VAN WIJHE (see below), which were to be seen in a microphotogram sent him by VAN WIJHE, were nothing but motor endings of the common spinal type on the atrial muscle fibers. Neither DOGIEL nor HEYMANS and VAN DER STRICHT could find real ganglioncells in the dorsal roots, or peripheral sympathetic ganglioncells, and because of this FRANZ entirely denies the existence of a real „sympathetic“ of the viscera, „paraspinale Ganglien reiner Eingeweidenerven oder aber ein Grenzstrang fehlen dem Akranier, und so sind seine Eingeweidenerven so wenig „sympathisch“ im morphologischen Sinne wie die viscerale Verzweigung des Vagus bei einem Kranioten.“ (FRANZ, 1927, Page 528). According to YOUNG (1933) in *Amphioxus* all the visceral nerve fibers run to the viscera through dorsal roots (without peripheral ganglion cells) and this was presumably the original condition (l.c. page 617).

Only VAN WIJHE described in a footnote on page 1550 of his paper on the metamorphosis of *Amphioxus* in these Proceedings of the year 1913, that he found underneath the atrial epithelium covering the liver and the postbranchial prohepatic intestine a great number of beautiful multipolar ganglioncells, which sent their axiscylinder through the dorsal nerve roots to the spinal cord.

VAN WIJHE never published anything more about these ganglioncells, but he kindly sent me a microphotograph of one of his preparations, which is reproduced here in Fig. 1, and in a letter accompanying the photo VAN WIJHE wrote the following statement (16 November 1933): „on the sympathetic in *Amphioxus* I never published anything, but I

possess preparations, in which neurones are seen under the atrial epithelium covering the oesophagus and the liver. The ganglioncells show two or three short dendrites and a long axiscylinder (neurite) is seen ascending into the dorsal (septal) nerves. The ganglioncells are similar to the sympathetic cells described in *Petromyzon*, but their position directly underneath the atrial epithelium suggests that they are analogous to the ganglioncells which form the first two septal (dorsal) nerves under the dorsal covering of the rostrum. In no case they can be motoric, because there are no muscle fibers in the neighbourhood."

The cells which are to be seen in the photograph (Fig. 1), described by VAN WIJHE with their long axiscylinders I know from my own Golgi-preparations, in which a few were impregnated, but I must confess that I had not dared to identify them with sympathetic elements. Yet after having studied the photos and the description of his findings I am sure that the cells mentioned by VAN WIJHE are real sympathetic cells, and that FRANZ is wrong when he thinks that the elements shown in the photograph are merely motor endplates on the muscle fibers of the atrial muscle.

For a series of splendidly impregnated Bielschowsky-preparations, longitudinal sections and cross-sections through adult animals, revealed a quite astonishing abundance of stellate multipolar nerve cells on the wall of the liver and of the adjoining parts of the intestine, the „oesophagus" and the „stomach".

The neurofibrillar structure of these cells and of their processes is very clear and distinct, as is shown in the figures 2—5 of this communication. Coarser fibrillae run through the cellbody from one process to another, but inside the cellbody they are everywhere connected by a number of finer fibrillae forming a distinct network. In several places the processes themselves are broader, flattened out, and in these places the very delicate neurofibrillar network is as conspicuous as inside the cellbody. In short, the multipolar cells show exactly the same neurofibrillar structure as the nerve cells of the spinal cord of *Amphioxus* as it was described amongst others by me in these Proceedings (Proc. of the meeting of April 1902, page 695). A difference between neurites and dendrites was not to be found, the processes of the cells being all of them of the same structure, as is clearly shown in the accompanying figures. In this they resemble closely the sympathetic cells of the higher vertebrates, in which according to STOEHR in most cases all the processes are so entirely of the same pattern, that a distinction between a long axiscylinder, a neurite, and branched dendrites is impossible. In some cases however I found on the wall of the liver and of the small intestine *bipolar cells* with two processes running in opposite direction (nearly in longitudinal directions) along the wall of the liver, which showed exactly the same form as the cells photographed by VAN WIJHE, reproduced in Fig. 1. In reference to the two kinds of sympathetic cells in the plexus of

Auerbach in the higher vertebrates described by DOGIEL, LAWRENTJEW, VAN ESVELD, KOLOSSOW, SOKOLAW and others, which may be connected with the sympathetic and parasympathetic systems, the existence of bipolar and multipolar cells in *Amphioxus* may be of interest. Here however they are lying in and part of the same plexus without any further distinction.

The ganglioncells described above are very numerous and are distributed very regularly in a thin layer on the wall of the liver, the oesophagus and the stomach or middle intestine, and form a regular plexus, the processes extending in the thin sheath covering the wall in every direction (viz. always in the same horizontal plane), and intertwining to form plexiform bundles, as is shown in the figures. As far as I could gather from the study of the sections, the processes of the multipolar cells anastomose freely with eachother, but as I could study only thin sections, from 10 to 6 μ , it was impossible to settle this point definitely and without doubt. At all events, as is shown in the figures, the cell-bodies often are lying in the knot-points of the plexus just as in the drawings and photo's of LAWRENTJEW and GRIGORIEFF of the syncytial plexus of ganglioncells in their tissue cultures. No capsule cells could be distinguished, the ganglioncells lying freely between the connective-tissue elements. The processes of the cells, the nerve fibers, often run in small bundles, and in this way a very regular plexus is formed. On the wall of the liver thicker bundles are seen running mostly in an oblique direction towards the beginning of the small intestine where the liver is connected with the intestine. From my sections I got the impression, that there where the liver communicates with the intestine, the nerve plexus covering the wall of the liver, is connected with the visceral nerves. This would be the natural connection, because the liver is formed as an outgrowth from the intestinal wall, growing out in a cranial direction. It seems to me, that the nervous plexus covering the wall of the liver, has grown out from the point of origin of the liver-outgrowth together with this formation. Thus we find the thicker bundles of the nervous plexus on the liver running in an oblique ventrodorsal direction towards this point of connection with the intestine; on the wall of the postbranchial intestine we find the same disposition of the nervous plexus and of the coarser connecting bundles. Here too they are found running in an oblique dorsoventral direction, and in some cases I could follow them further on, until they were passing into the visceral nerve bundle going to the dorsal segmental nerves. When we may compare the ganglionic plexus described here with the sympathetic system of the higher vertebrates, perhaps we are entitled to compare the visceral nerves with at least a part of the rami communicantes and of the splanchnic nerves. But of a formation which could be compared with the sympathetic trunks running along the ventral side of the vertebral column, no trace was to be found in my material.

J. BOEKE: THE AUTONOMIC (ENTERIC) NERVOUS SYSTEM OF AMPHIOXUS
LANCEOLATUS.



Fig. 1.

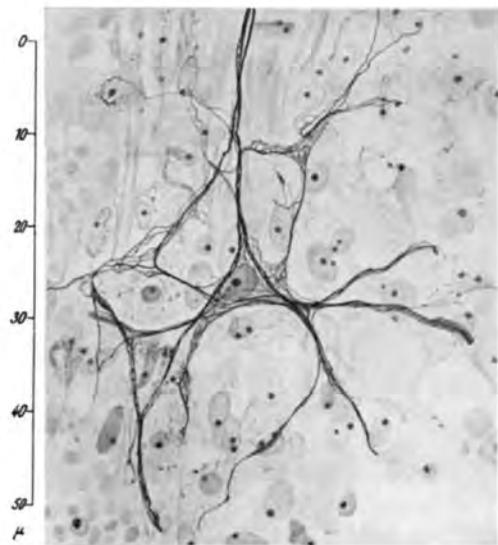


Fig. 2.

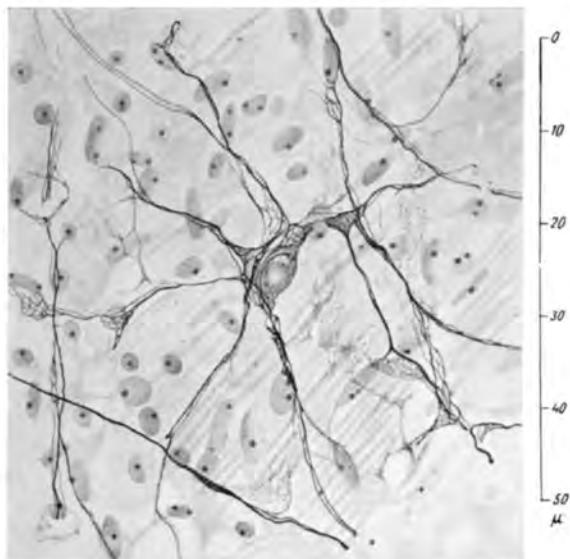


Fig. 3.

But when we compare the enteric plexus with the sympathetic system of the higher vertebrates, viz. with the plexus of AUERBACH and MEISSNER, what are the elements, with which the ganglioncells and their processes are connected?

According to VAN WIJHE the stellate ganglioncells, which he saw on the wall of the liver and the intestine, could not be motoric, because there are no muscle fibers in the neighbourhood.

On this point I cannot agree with him. On the wall of the liver and of the oesophagus and intestine there is to be found a very conspicuous and regular layer of spindle-shaped cells, running parallel to each other, and chiefly in a circular direction around the gut. Often the bundles of these cells run in peculiar vortices, which are difficult to describe without a number of accurate drawings; the whole formation will be described at full length in a better illustrated paper, here I must confine myself to a general description. These spindle-shaped cells are well-known, and have been described as fusiform connective tissue cells (FRANZ, 1927) although the van Gieson stain was not very strong. In my opinion these elongated cells or fibers are typical smooth muscle fibers; they have exactly the same form and structure as the smooth muscle fibers of the higher vertebrates. In the wall of the liver and of the intestine (including the „oesophagus“) they form a layer just outside of the intestinal epithelium, with only a very small amount of connective tissue cells between them, and they are covered by the nervous plexus mentioned above. In the figures these spindle-shaped cells or fibers are very conspicuous, just as they appear in the preparations, where they are to be studied with the utmost clearness. The whole layer of these fibers may be compared with the muscular coat of the intestinal wall. And in this connection it is extremely interesting, that the nervous plexus described above seems to be connected everywhere with these elements. When studied with the highest power and strong light we see very delicate neurofibrillae branching off from the nervous strands and ending in fine nets on the spindle-shaped fibers. In some cases (not figured here) I could distinguish extremely small but very sharply defined endrings, lying close to the spindle-shaped fibers, in other cases no endrings could be distinguished but very delicate reticular formations were to be seen; in all cases there seems to exist a distinct terminal connection of the nervous strands with the elongated spindle-shaped cells, viz. the smooth muscle fibers.

There is still more. When we study these formations in longitudinal sections, there appears, as I mentioned before, a small amount of connective tissue between the layer of spindle-shaped fibers and the intestinal epithelium. In this tissue we may distinguish a still more delicate network of neurofibrillae, given off by the nervous strands of the denser plexus, and lying between the connective tissue cells. The details of this formation will be described at full length elsewhere; here I will confine

myself to the suggestion that this formation perhaps might be compared with the plexus of MEISSNER, so much finer than the plexus of AUERBACH.

Finally I may mention, that also on the walls of the blood-vessels, running along the dorsal wall of the liver, a network of very delicate nervous fibers was to be found, connected with the plexus mentioned above.

Thus it seems to me, that we have to alter the statements mentioned above, and that amphioxus possesses, in a very primitive form, a sympathetic system, which may be compared with the enteric plexus of the higher vertebrates.

Utrecht, December 1933.

EXPLANATION OF FIGURES.

Fig. 1. Microphotograph by VAN WIJHE, showing the stellate ganglioncells on the wall of the intestine, after a BIELSCHOWSKY-preparation.

Fig. 2—5. Camera lucida drawings of the elements of the nervous plexus covering the wall of the liver and of the intestine, after silver-preparations. In figg. 3 and 5 the spindle-shaped smooth muscle cells are clearly to be seen. Full-grown amphioxus lanceolatus.

BIELSCHOWSKY-method, sections treated with chloride of gold and afterwards stained weakly with haematoxylin.

Of the literature cited I will only mention the paper by VAN WIJHE, Proceedings of the meeting of the mathem.-phys. Class of the Royal Academy of Science, Amsterdam, Meeting of April 1913, BOEKE, ibidem, April 1902, FRANZ, V., Ergebnisse Anat. und Entwickel. Gesch. 27. Bd., 1927, and YOUNG, J. Z., Quarterly Journ. of Micr. Science, Vol. 75, Part IV, 1933.

Mineralogy. — Reacting for Tungsten in Minerals. By J. VERSLUYS and H. L. J. ZERMATTEN.

(Communicated at the meeting of October 28, 1933.)

When a mineral is identified it may be desirable to ascertain whether it contains *Ti*, *Mo*, *W* or *Nb*. The method mostly recommended for this purpose in the handbooks and described for instance in the latest editions of the works of PLATTNER¹⁾ and KRUG²⁾, is the following.

The mineral under examination is powdered and broken down with salt of phosphorus or carbonate of soda and saltpeter, heated till all nitrates have been decomposed, after that dissolved in diluted muriatic or sulphuric

¹⁾ F. KOLBECK: "Plattner's Probirkunst mit dem Lötrohre". 8th ed. Leipzig, 1927.

²⁾ CARL KRUG: "Lötrohrprobirkunde". 2nd ed. Berlin, 1925.

J. BOEKE: THE AUTONOMIC (ENTERIC) NERVOUS SYSTEM OF AMPHIOXUS
LANCEOLATUS.

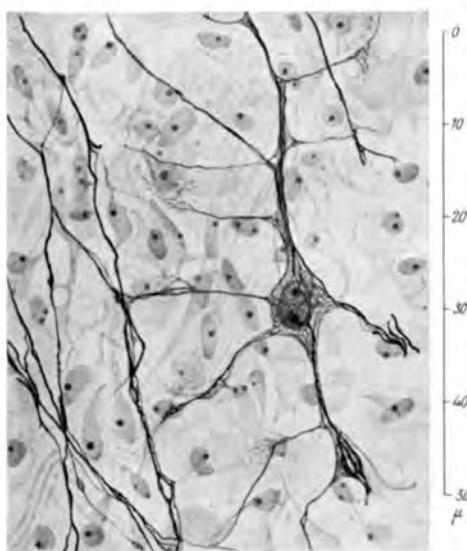


Fig. 4

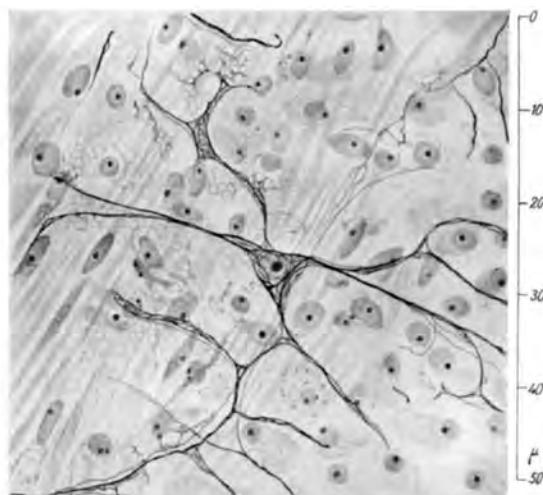


Fig. 5

acid and then heated with zinc or tin. The reactions then taking place are described as follows:

Ti: the clear liquid turns violet (p.p. 312 PLATTNER).

W: " " " blue (p.p. 324 ").

Mo: as *W*, after a long reaction the liquid turns brown, finally green (p.p. 326 PLATTNER).

Nb: as *W*, but the colour disappears after dilution and does not turn brown (p.p. 314 PLATTNER).

The distinctions are not very clear, but luckily there exists another clear and simple reaction for *Ti*, viz. dissolution of the mineral after it has been broken down with carbonate of sodium in $\frac{2}{1} N$ sulphuric acid and addition of H_2O_2 . The latter causes a yellow discoloration, if *Ti* is present. The yellow colour disappears by addition of NH_4F , in contrast with *Va*. For *W* also many reactions have been recorded in literature¹⁾. When the writers investigated the possibility of making a more extensive use of phosphorus salt for breaking down minerals it appeared, however, that when minerals are broken down with this salt distinctions between *Ti*, *Mo*, *W* and *Nb* at once make themselves manifest. About the reactions, then displayed by these elements, more will be communicated below. In the first place it should be observed, however, that breaking down minerals is very easily and quickly established by means of a magnesia rod²⁾, especially if annealed salt of phosphorus has been provided for. One can use a hole in a white dropping-plate for the examination of the salt of phosphorus beads in which the minerals have been dissolved. Either the still liquid bead is stript off the rod on the edge of the hole or the end of the rod is broken off and put into the hole with the adhering bead. Besides the bead may be pounded with the pestle of a mortar. Then it is drenched with the liquid, in which it has to be dissolved. One can also put the liquid, in this case $\frac{5}{1} N HCl$, in the hollow first and then dip the hot bead in it. The bead can be made in a Bunsen flame and a series of beads can be made without great loss of time. Besides *Ti*, *Mo*, *W* and *Nb* there are other elements which may be detected after the mineral has been broken down with salt of phosphorus, dissolved with *HCl* and reduced with *Zn*, e.g. *Va*, *U* and *Cr*. These elements, however, communicate a yellow colour to the *HCl*-solution.

If the supply of air of the Bunsen flame is regulated in such a manner that it still has a slightly reductive effect, then *W* colours the bead pale green. If the bead, preferably still hot, is immersed into a few drops of $\frac{5}{1} N$ muriatic acid, it is coated with a violet film and the cracks in it also take this colour. With zinc powder the liquid, in which the bead is

¹⁾ Cf. e. g. *Enzykl. der tech. Chem.* 2e Aufl., Bd. X, p. 533, 1928 and P. DEFOCQZ: *Comptes Rendus* T, 123, 308, 1890.

²⁾ The authors used the make of the STEATIT—MAGNESIA A. G., Berlin-Pankow, Florastrasse 8.

immersed, turns gradually into a beautiful violet and by this violet colour *W* distinguishes itself clearly from *Ti*, *Mo* and *Nb*. The salt of phosphorus bead of *Nb* dissolved in acid produces with *Zn* an ultramarine blue colour. The reaction for *W* can be made still more conspicuous than in the manner described above by melting the bead already with a reducing agent, such as $SnCl_2$, *Sn* or *Zn*. The bead then turns into an intense green and in $5/1\ N$ muriatic acid on the white dropping-plate the beautiful violet colour presents itself in this case very soon.

The method was checked with chemically pure WO_3 , with the minerals Wolframite (from Cornwall, Billiton and Oruro), Hubnerite (Bolivia), Stolzite (Zinnwald) and a mixed ore from Bolivia, containing mainly Cassiterite and Wolframite. Further with a commercial product WO_3 , called Tungstite.

Thus the salt of phosphorus bead may be used in order to prepare the colourless *HCl*-solution in which can be reacted *Ti*, *W*, *Mo* and *Nb*, by means of zinc. The colours, arising during the reactions, are as indicated below. Moreover under each reaction the method is given to check the result in a solution obtained after the mineral has been broken down with carbonate of sodium or of sodium and potassium.

Titanium. Colourless-pale-violet.

Check: add H_2O_2 ; orange yellow colour, which disappears with NH_4F .

Tungsten. Colourless-dark-violet.

Check: $HCl + Zn$, a blue discolouration.

Molybdenum. Colourless-brownish-yellow. (After being either blue or not).

Check: with potassium ferrocyanide and some solid $SnCl_2$ a reddish-brown discolouration, which becomes colourless with NH_4OH . (With *Cu* blue and with *U* yellow). If *Fe* is present a tartrate should be added.

Niobium. Colourless-grey-ultramarine blue.

Check: With *HCl* and *Zn* the same greyish-blue colour.

University of Amsterdam, Geological Laboratory.

June 1933.

Astronomy. — Distribution of the nearer stars and the masses of the visual binaries. By A. VAN MAANEN.

(Communicated at the meeting of September 30, 1933.)

A new determination¹⁾ has recently been made of the corrections required to bring the longer series of modern trigonometric parallaxes into

¹⁾ Contributions from the Mount Wilson Observatory, Carnegie Institution of Washington, No. 474, 1933.

a consistent system among themselves and, at the same time, into agreement with the revised Mount Wilson spectroscopic parallaxes. The card catalogue of parallaxes thus corrected contains such a wealth of material that it seems worth while to investigate the conclusions that may be drawn relative to certain groups of stars.

The material was first used for a discussion of the nearer stars; 617 objects were found within a distance of 20 parsecs from the sun. Table I gives the material, subdivided according to parallax and grouped according to single stars and double and multiple systems. For each group the first figure refers to the number of systems, the second to the number of individual stars.

TABLE I.

π	$\geq 0''.200$		$0''.100 - 0''.199$		$0''.050 - 0''.099$	
Single	21	21	62	62	281	281
Double	6	12	11	22	80	160
Multiple	2	6	5	16	11	37
Total	29	39	78	100	372	478

It is very doubtful if we know all the stars even in the central region of 5 parsecs radius. For instance if we divide this space into two equal volumes, we find 24 stars in the central part as against 15 in the outer shell. Moreover, as we shall see later, we find that the large majority of these stars are of very faint absolute magnitude. For example, 24 of the 39 are +10 or fainter (the sun has an absolute magnitude of +4.85); and of the 24, 15 are in the northern hemisphere and only 9 in the southern where the observational material is less complete. Finally, no stars have as yet been found whose absolute magnitude is fainter than +16.6 (the magnitudes used are on the visual scale). While of course there must be a lower limit for the luminosity of a star, it is doubtful if we have already reached this limit. All these reasons make it evident that even in our immediate neighborhood we do not know all the stars. But as there is no reason to expect a different star density in this region from that at distances of 10 and 20 parsecs, we enquire what we may expect in the other two shells discussed here, on the basis of our knowledge of the central region.

As the second and the third shells are 7 and 56 times, respectively, as large as the central sphere, we should expect at least 273 and 2184 stars instead of the 100 and 478 stars actually found. Part of these differences may be explained by the present lack of material in the southern hemisphere. In the central region we have, besides the sun, 20 northern and 18 southern stars. In the two shells these figures are, respectively, 63 and 37, and 305 and 173, which again shows the lack of material in the southern

hemisphere. A much more important factor in explaining the small number of stars in the outer shells is the lack of stars of low absolute magnitude. For instance, supposing the central region to be complete, we find that of the 39 stars, 5 are brighter than +5, 10 are between +5 and +9.9, and 24 are +10 or fainter, or, respectively, 13, 26, and 61 per cent. If similar percentages hold up to a distance of 20 parsecs, the relation between the numbers of expected and observed stars in the two shells will be that given in Table II¹.

TABLE II.

M	$\pi = 0''.100 \text{ to } 0''.199$			$\pi = 0''.050 \text{ to } 0''.099$		
	Expected	Observed	E-0	Expected	Observed	E-0
$< +5$	35	20	15	284	158	126
$+5 \text{ to } +10$	71	59	12	568	285	283
$> +10$	167	21	146	1332	35	1297

It is evident that in the outer shells we know as yet only a small percentage especially of the fainter stars. This is not surprising if we keep in mind that in the mean the stars in these shells have apparent magnitudes 1.7 and 2.7 fainter than those in the central region, while their proper motions in the mean are only 0.47 and 0.29 of those for the central region. Both factors make the discovery of the more distant stars of low luminosity considerably more difficult. If we divide each of the regions into two concentric parts of the same volume, we find, as already noted for the central region, that we know already considerably more stars for the inner than for the outer half. Computing the densities for the 6 shells, we find the results in Table III.

TABLE III.

Zone I inner half	0.092 stars per cubic parsec
outer half	.057
Zone II inner half	.038
outer half	.016
Zone III inner half	.019
outer half	0.013

¹⁾ In this discussion spectroscopic double stars have been treated as two stars of equal magnitude.

It is gratifying to find that, although many of the stars used in this discussion are faint, we know the spectral types of a very large number. In the three regions, respectively, we have spectra of 36 of the 39, 85 of the 100, and 366 of the 478 stars known. (The three exceptions in the central region are the companion of Procyon, Innes's star ($\alpha = 11^{\text{h}}20^{\text{m}}$, $\delta = -57^{\circ}$), and D.M. $-46^{\circ}11540$ ($\alpha = 17^{\text{h}}21^{\text{m}}$, $\delta = -46^{\circ}$). Figure 1 gives for the

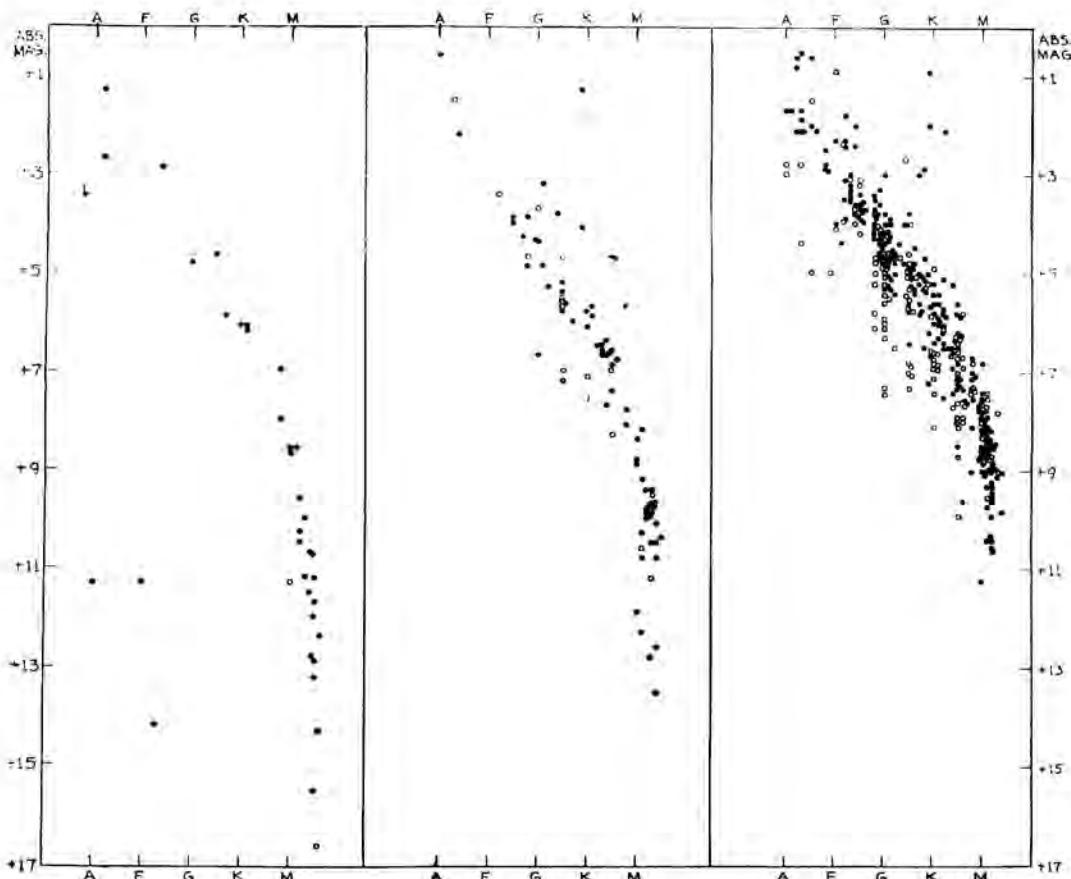


Fig. 1.

three regions the stars of known spectral type (abscissae) plotted according to their absolute magnitudes (ordinates). The stars for which only one modern parallax is known are indicated in the diagram by circles instead of dots.

It is interesting to see that not a single one of these stars has an absolute magnitude brighter than 0. In the first region the faintest star is +16.6; in the others, +13.5 and +11.2, respectively. Only in the central region do we find any stars that do not fall fairly well on the RUSSELL-HERTZSPRUNG diagram. These exceptions are the three well-known white dwarfs, viz. the

companion of Sirius, the companion of 0² Eridani, and VAN MAANEN's F type star ($\alpha = 0^{\text{h}}44^{\text{m}}$, $\delta = +5^{\circ}$), having the absolute magnitudes +11.3, +11.3, and +14.2, respectively. The chance of finding stars of this kind, which are among the most interesting in the sky, is not large. In the central region we know 17 stars of absolute magnitude +11.3 or fainter, and only 3 of these are known to be white dwarfs; of the three, two are companions of double stars, and in the outer regions their discovery would have been much more difficult. In the next region we know only 8 stars equal to or fainter than +11.3, and of these spectra are known for only 5. In the third region we know 12 stars, but for none of these is the spectrum determined as yet. It is also interesting to note, particularly in the third region, that the apparent broadening of the diagram is caused principally by stars for which only one modern observation of the parallax is available. This circumstance may be partly due either to erroneous parallaxes or to the uncertainty in the apparent magnitudes and the spectral types, as we are here dealing with stars of rather faint apparent magnitude.

In the second place the material was used for a discussion of the visual double stars for which a good or reasonably good orbit is known. Aitken's new catalogue contains fairly reliable orbits for 102 systems. For 94 of these modern parallaxes are available, a fact which enables us to derive the absolute magnitudes and the masses of the systems¹⁾. These results are plotted in figure 2 with the bolometric absolute magnitudes as abscissae and

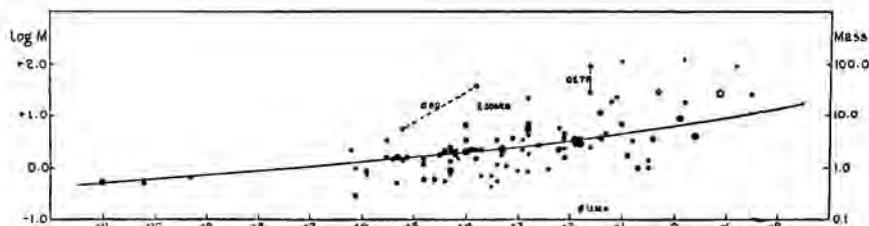


Fig. 2.

the logarithms of the masses as ordinates. On the basis of weight 1 for a modern trigonometric parallax, the weights of the individual stars range from 1 to 12, the differences being indicated in the plot by a heavier dot for a larger weight.

Four of the stars need special comment: For Σ 3062 the mean parallax is 0."/026, with weight 7. Nevertheless the star falls far from the mean curve. For Σ 77 two orbits are given, both of which have been used in the diagram, the two points being connected by a broken line. For φ Ursae Majoris the mean parallax of weight 3 is 0."/026. The agreement between the spectroscopic and the trigonometric parallax is quite good, nor can there

¹⁾ In 1919, when I published an article on "The masses and absolute magnitudes of visual binaries" in Publications of the Astronomical Society of the Pacific, p. 231, I had only 39 systems at my disposal.

be much doubt about the orbit, but the star falls so far from the mean curve as to raise suspicion. For $\beta = 80$ the mean of all the parallaxes with weight 5 is 0."012; the spectroscopic value is 0."023, which is probably nearer the truth as the trigonometric parallax of 0."005 seems very small for a star with an annual proper motion of almost 0."5. The two points in the diagram corresponding to $\pi = 0."012$ and 0."023, respectively, are connected by a broken line.

Table IV gives the arithmetical mean logarithm of the mass and the geometrical mean mass for each absolute magnitude. The values for $\beta = 80$

TABLE IV

<u>M</u>	<u>log. Mass</u>	<u>Mass</u>	n	Wt.	Theoretical log. Mass	Δ log. Mass
- 1.40	1.58	38.0	2	3	1.03	+0.55
- 0.46	1.08	12.0	5	31	0.86	+0.22
+ 0.57	0.53	3.4	7	29	0.72	-0.19
+ 1.53	0.63	4.3	13	55	0.58	+0.05
+ 2.50	0.52	3.3	16	62	0.45	+0.07
+ 3.43	0.32	2.1	16	63	0.34	-0.02
+ 4.33	0.21	1.6	18	93	0.25	-0.04
+ 5.41	0.15	1.4	9	37	0.16	-0.01
+ 6.13	-0.15	0.7	3	11	0.10	-0.25
+10.48	-0.26	0.5 ⁵	3	16	-0.25	-0.01
						Mean + 0.01

and 0 $\Sigma 77$ have been omitted on account of their uncertainty, while the three stars fainter than + 10 are collected into a single mean. The number of stars is given in the fourth column, and the total weight of the parallaxes involved in the fifth column.

The sixth column gives the logarithm of the mass derived from EDDINGTON's mass luminosity law, revised to include the fact that we are using the masses and absolute magnitudes of binary systems instead of individual stars, while the last column shows the differences between the observed and the theoretical values. The weighted mean difference is + 0.01, or only 2½ per cent between the theoretical and the observed masses.

The large deviation for the two brightest stars (first line in Table IV) means little as the weight is extremely small.

Although the means of the masses agree very well with the theoretical values, the dispersion in the individual values is unexpectedly large. The mean difference in the logarithm of the mass is ± 0.30 , which corresponds

to a factor of 2 in the masses. Dividing the objects according to the weights of the parallaxes, we find that only the five stars of weight 1 have an outstandingly large mean difference in the logarithm of the mass. If we group the material according to the size of the parallax, outstandingly large mean differences in the logarithm of the mass occur only for the binaries whose parallax is $0''.012$ or less. Omitting the 11 stars included in these two categories, we still find a mean difference in the logarithm of the mass of ± 0.26 , corresponding to a factor 1.82 in the masses. Another source of error which might increase the dispersion in the masses is the uncertainty in the major axes of the orbits. The material was therefore also divided according to the size of the major axes. Excluding again the 11 systems with less reliable parallaxes, we find that for $a \geq 0.''50$ the mean difference in logarithm of the mass is ± 0.21 , and for $a < 0.''50$, ± 0.37 , corresponding to mean factors in the masses of 1.62 and 2.34, respectively. It is evident, therefore, that even for the systems with well determined data the dispersion in the masses is still considerable; and it seems to me that this is inherent to the masses rather than a result of uncertainties in the observational material.

*Carnegie Institution of Washington
Mount Wilson Observatory.*

Pasadena, California U.S.A.

Chemistry. — *Untersuchungen über den Fettstoffwechsel. III.* Von P. E. VERKADE und J. VAN DER LEE. (Communicated by Prof. J. BÖESEKEN).

(Communicated at the meeting of October 28, 1933.)

§ 1. In der ersten Mitteilung dieser Reihe¹⁾ wurde nachgewiesen, dass bei zwei gesunden Versuchspersonen (V. und v. d. L.) nach Verabfolgung von Triundecylin als Bestandteil einer kohlenhydratarmen Kost erhebliche Mengen Undekansäure im Harn ausgeschieden wurden. Bei der fortgesetzten Untersuchung dieser von uns *Diacidurie* genannten Erscheinung wurde bei einem namhaften Prozentsatz der dann von uns untersuchten Personen Ausscheidung dieser Disäure unter gleichen Umständen festgestellt. Zugleich zeigte sich dabei, dass Hinzufügung einer reichlichen Kohlenhydratmenge zur Kost bei den meisten Personen, darunter auch den beiden obengenannten Versuchspersonen, zu einer ausgesprochenen Erhöhung der Disäureausscheidung führt. Das Beweismaterial für diese beiden Behauptungen werden wir später veröffentlichen.

¹⁾ VERKADE, ELZAS, VAN DER LEE c. s., diese Proceedings 35, 251 (1932); Zeitschr. physiol. Chem. 215, 225 (1933).

In der zweiten Abhandlung²⁾ haben wir sodann die Frage behandelt, inwieweit auch nach Verabfolgung anderer, höherer und niederer, gerader und ungerader Triglyceride derselben Reihe an die beiden genannten Versuchspersonen unter gleichzeitiger reichlicher Kohlenhydratzufuhr Ausscheidung der korrespondierenden Dicarbonsäure stattfand. Es stellte sich heraus, dass dies bei den untersuchten Triglyceriden (*Gliedzahl*³⁾ 8—12) in sehr verschiedenem Grade der Fall war; diese Triglyceride erwiesen sich, wie wir dies ausdrücken, in sehr verschiedenem Masse als *diacidogen*. Wir waren auf Grund der erhaltenen Resultate imstande, eine Prognose bezüglich des Verhaltens von Tricaprylin (*Gliedzahl* 7) unter entsprechenden Umständen zu stellen; spätere Untersuchungen ergaben, dass diese Prognose tatsächlich richtig war. Demzufolge gestaltet eine vergleichende Übersicht der diacidogenen Eigenschaften der untersuchten Triglyceride sich nunmehr folgendermassen:

	Gliedzahl		
Tritridecylin	12	nicht	diacidogen
Trilaurin	11	nahezu nicht	"
Triundecylin	10	stark	"
Tricaprin	9	stark	"
Trinonylin	8	ziemlich schwach	"
Tricaprylin	7	schwach	"

Wir glauben uns zu dem Schluss berechtigt, dass bei Verabreichung von höheren Triglyceriden — wir lassen hier die Schwierigkeiten, welche diese Substanzen infolge ihrer hohen Schmelzpunkte bieten würden, ausser Betracht — an die genannten Versuchspersonen von Disäureacidosis und Diacidurie fraglos keine Rede sein würde.

Die vorstehende Tabelle ist an Hand einer bescheidenen Anzahl Experimente, die bei nur zwei Versuchspersonen angestellt wurden, zusammengestellt und kann daher selbstverständlich nur einen vorläufigen Charakter tragen. Von dem darin zum Ausdruck kommenden, äusserst merkwürdigen Verlauf der diacidogenen Eigenschaften dieser Triglyceride bei regelmässiger Veränderung der Gliedzahl sind wir jedoch derart sicher, dass wir uns vollkommen für berechtigt halten, hieran — eventuellen bestätigenden Untersuchungen an anderen Versuchspersonen vorausseilend — die in § 2 niedergelegten Betrachtungen festzuknüpfen.

§ 2. Unserer Meinung nach besteht nunmehr Veranlassung zu einer auf die jetzt gewonnenen Kenntnisse sich gründenden Besprechung der vor

²⁾ Diese Proceedings **36**, 314 (1933).

³⁾ Vgl. VERKADE und COOPS, Rec. trav. chim. **49**, 568 (1930).

einigen Jahren von unseren Vorgängern angestellten Untersuchungen über den Katabolismus von Glyceriden, welche von Fettsäuren mit ungerader Zahl von Kohlenstoffatomen abgeleitet waren, d. h. derjenigen Arbeiten, die mit den unter den Namen „*Diafett*“ und „*Intarvin*“ bekannten Produkten ausgeführt wurden.

a. *Diafett*.

Dieses Produkt wurde seinerzeit von Bayer (Leverkusen) hergestellt. Seine Bedeutung bei der Diabetesbehandlung war Gegenstand der Abhandlungen von HOESCH⁴⁾ und von UHLMANN⁵⁾. In den Handel ist es jedoch bisher noch nicht gelangt. Wie HOESCH mitteilt, liess der Geschmack dieses Fettes viel zu wünschen übrig, und soll der Umstand, dass sich dieser Geschmack auf keinerlei Weise verbessern liess, zu dem Entschluss veranlasst haben, dieses Produkt nicht auf den Markt zu bringen. Dieser Grund kommt uns wenig annehmbar vor.

Bezüglich der Zusammensetzung von Diafett verfügen wir nur über die Mitteilung der beiden genannten Autoren, dass dasselbe als Säurekomponenten nur *Undecylsäure* und *Tridecylsäure* enthalte. Es wird nicht mitgeteilt, ob diese Säuren jede für sich oder zusammen mit Glycerol esterifiziert worden sind, d.h.²⁶⁾ ob Diafett aus einfachen oder hauptsächlich aus gemischten Glyceriden bestand; das letztere ist wohl am wahrscheinlichsten. Es ist uns leider nicht gelungen, eines Musters dieses Produktes habhaft zu werden; man war sogar auf unser wiederholtes Ersuchen nicht geneigt, irgendwelche näheren Angaben betreffs der Zusammensetzung und der Herstellung dieses Fettes zu machen oder uns Konstanten hiervon mitzuteilen. In unserer vorigen Abhandlung haben wir beiläufig dargelegt, dass und warum in einem solchen, für therapeutische Anwendung bestimmten Produkt *Undecylsäure* am besten fehlen solle. Schon allein aus diesem Grunde wäre es interessant gewesen, etwas über das Verhältnis, in welchem *Undecylsäure* und *Tridecylsäure* im Diafett als Säurekomponenten auftraten, zu vernehmen.

Weder HOESCH noch UHLMANN teilen etwas über Ausscheidung von Dicarbonsäuren im Harn nach dem Genuss von Diafett mit. Wir möchten hier die Richtigkeit der spärlichen Angaben über die Zusammensetzung von Diafett voraussetzen und annehmen, wofür wir später zu erörternde Gründe haben, dass es gleichgültig ist, ob einfache oder gemischte Glyceride verabfolgt werden; nach unseren heutigen Kenntnissen von der Diacidurie haben wir dann nur eine eventuelle Ausscheidung von Undekandsäure hier zu berücksichtigen. Es ist selbstverständlich denkbar, dass eine solche von den genannten Autoren übersehen worden ist, wie uns dies bei Beginn unserer Untersuchungen auch passierte. In diesem Zusammenhang sei auf die merkwürdige Äusserung HOESCH's⁶⁾ hingewiesen, dass „Versuche

⁴⁾ Deutsch. Arch. klin. Med. **160**, 129 (1928).

⁵⁾ ibid. **161**, 165 (1928).

⁶⁾ loc. cit. p. 132.

am Hund ergaben, dass nur Spuren der Substanz im *Harn* erscheinen, ..." (Kursivdruck von HOESCH); dasselbe wird etwas später in bezug auf den menschlichen Harn behauptet. Eine solche Ausscheidung von Fett im Harn ist wohl äusserst wenig glaubhaft und es möge hier, wenn auch nur zögernd, die Frage gestellt werden, ob vielleicht der im Harn wahrgenommene Fremdkörper Undekanätsäure gewesen ist.

Eine Betrachtung des von HOESCH über die Anwendung von Diafett bei Diabetespatienten veröffentlichten Materials lehrt, dass bei Ersatz von gewöhnlichem Nahrungsfett durch Diafett oder umgekehrt nicht allein die Menge der im Harn ausgeschiedenen Ketonkörper deutlich abnahm bzw. zunahm, sondern auch die allgemeine Acidosis, beurteilt nach der Ammoniakausscheidung im Harn oder — doch hierüber werden nur wenige Angaben gemacht, die außerdem keine starke Beweiskraft besitzen — nach dem Kohlensäurebindungsvermögen des Blutplasmas, sich besserte bzw. verschlimmerte. Es ist nicht ohne Interesse, hier mitzuteilen, dass nach UHLMANN⁷⁾ „das Verschwinden der Azetonkörper oft ausgesprochener war als das Sinken der Azidosis“. Selbst fanden wir seinerzeit¹⁾, dass der teilweise Ersatz von Nahrungsfett in der kohlenhydratarmen Kost unserer beiden gesunden Versuchspersonen durch Triundecylin (Undekafett) zwar eine namhafte Verminderung der Ketonurie bewirkte, doch dass, wohl als Folge der dann auftretenden heftigen Disäureacidosis und Diacidurie, die Acidität des Harns, der Ammoniakgehalt desselben und das Kohlensäurebindungsvermögen des Blutplasmas keineswegs Besserung erkennen liessen. Die Kombination dieser Tatsachen führt zu dem Schlusse, den wir jedoch nur unter Vorbehalt ziehen möchten, dass das Diafett bei den von HOESCH untersuchten Zuckerkranken höchstens nur schwache Disäureacidosis und Diacidurie hervorrief.

Der Schluss, dass Diafett mithin wenig diacidogen war und hauptsächlich Tridecylsäure als Säurekomponente enthalten haben dürfte, ist verlockend, würde aber aus verschiedenen Gründen voreilig sein. Wir wissen zwar schon aus noch nicht veröffentlichten Untersuchungen, dass gesunde Personen in sehr verschiedenem Maße und einige sogar gar nicht zu Diacidurie neigen, aber wir trauen uns noch nicht zu sagen, wie es in dieser Hinsicht mit *Diabetespatienten* — und solche dienten HOESCH als Versuchspersonen — bestellt ist; dass diese Disäure ausscheiden können, hat sich uns jedoch schon gezeigt. Wir möchten hier wiederholen, dass es interessant sein würde, etwas Näheres über die Säurekomponenten des Diafettes zu vernehmen.

b. Intarvin.

Dieses Produkt wurde von KAHN⁸⁾ in die medizinische Praxis eingeführt und wurde oder wird noch von der Intarvin Company (80—86 Hancock Street, Long Island, N. Y.) in den Handel gebracht. Einer von uns

⁷⁾ loc. cit., p. 168.

⁸⁾ Proc. Soc. exper. Biol. Med. 19, 265 (1922); Amer. J. med. Sci. 166, 826 (1923).

hat sich bereits früher ziemlich eingehend mit diesem Fett beschäftigt⁹⁾ und damals u. a. die Unrichtigkeit der Behauptung nachgewiesen, die sowohl in Abhandlungen KAHN's als auf der Verpackung von Intarvin anzutreffen ist, dass dieses hauptsächlich aus Glycerylmargarat bestehe. Diese Unrichtigkeit stellt sich schon sofort bei Betrachtung nachstehender Analysenresultate von zwei Intarvinproben heraus. Die auf die eine, in Glas verpackte und auf der Verpackung als „lot X 21“ bezeichnete Probe bezüglichen Daten sind früher schon veröffentlicht worden⁹⁾; die andere, in Blech verpackte Probe („lot X 23“) ist uns später in die Hände gekommen. Die Zusammensetzung beider Proben ist ersichtlich nahezu dieselbe:

	„lot X 21“	„lot X 23“
Verseifungszahl	174.6	172.9
Säurezahl	17	17
Mittleres Äquivalentgewicht der Fettsäuren	241.2	244.7
Jodzahl	0.45	1.1
Unverseifbares	17.1%	18.0%

Das mittlere Äquivalentgewicht der abgeschiedenen Fettsäuren weicht in beiden Fällen erheblich von demjenigen der Margarinsäure (270.1) ab. Der hohe Wert dieses mittleren Äquivalentgewichtes macht es schon sehr wahrscheinlich, dass in diesen Proben *hauptsächlich höhere Fettsäuren als Säurekomponenten* auftraten. Eine sorgfältige fraktionierte Destillation der Methylester der in der erstgenannten Probe („lot X 21“) vorhandenen Fettsäuren lehrte⁹⁾, dass dies in der Tat der Fall war. Namentlich wurde die Anwesenheit von Fettsäuren mit 14, 15, 16, 17 und 18 Kohlenstoffatomen festgestellt, außerdem waren aber auch einige niedere in geringer Menge vorhanden; die Quantität der Fettsäuren mit *gerader Zahl* von Kohlenstoffatomen, die nicht hätten vorhanden sein dürfen, war keineswegs unbedeutend. Die Herstellungsweise dieser Intarvin-Präparate liess sehr viel zu wünschen übrig.

Diese Kenntnis der Zusammensetzung des Intarvins, zusammen mit derjenigen des Verlaufes der diacidogenen Eigenschaften in der Reihe der einfachen Tryglyceride, rechtfertigte unseres Erachtens die starke Vermutung, dass der Genuss dieses Fettes nicht zu Diacidurie und Disäureacidosis führen werde; wir verweisen hier nach demjenigen, was oben beiläufig über einfache und gemischte Triglyceride gesagt ist. Jedenfalls erbringt das kritische Studium der Literatur über Intarvin keine Anweisungen für das Gegenteil. Die eingehendste Arbeit über Intarvin ist die-

⁹⁾ VERKADE und COOPS, Biochem. Zeitschr. 223, 394 (1930); VERKADE, Chem. Weekblad 28, 470 (1931).

jenige LUNDIN's¹⁰⁾, welche in der ersten Mitteilung dieser Reihe schon besprochen worden ist. Hier war eine gesunde Person, nämlich LUNDIN selbst, Versuchsperson; die genossene Kost war sehr kohlenhydratarm und fettreich. Über Ausscheidung von Disäure während der Intarvinperiode wird von LUNDIN nichts mitgeteilt. Anweisungen dafür, dass Disäureausscheidung wohl stattfand, aber nicht bemerkt wurde, haben wir in der betreffenden Abhandlung nicht angetroffen. Dasselbe gilt für die weitere Literatur über Intarvin, die sich fast völlig auf Experimente mit Zuckerkranken bezieht.

Die Literatur über Intarvin ist sehr verworren. Mehrere Forscher (LUNDIN; KAHN; BENEDICT, LADD, STRAUSS und WEST; RATHÉRY; EINHORN und BRAUNSTEIN) kommen zu dem Schluss, dass Ersatz von Nahrungsfett durch Intarvin zu einer Abnahme, bezw. zum Verschwinden oder — bei einer andersartigen Ausführungsweise der Experimente — Zusatz dieses Fettes zu einer ketogenen Kost nicht zu einer Zunahme der Ketonurie führt. Das Urteil einiger anderer Forscher (SEVRINGHAUS; STERN; MURRAY LYON, ROBSON und WHITE) bezüglich dieses Punktes ist jedoch weniger günstig. Wir müssen uns jetzt damit begnügen zu bemerken, wie die Resultate unserer eigenen Untersuchungen mit Triundecylin (Undekafett)¹⁾ den Ausspruch rechtfertigen, dass bei Anwendung eines Intarvin-Präparates von tadelloser Zusammensetzung die Folgerung der erstgenannten Gruppe von Forschern richtig sei. Es ist nun von Bedeutung zu verfolgen, was Forscher dieser Gruppe hinsichtlich der allgemeinen Acidosis mitteilen:

Von LUNDIN werden zur Beurteilung der allgemeinen Acidosis nur brauchbare Daten betreffs der Acidität und des Ammoniakgehaltes des Harns mitgeteilt. Der teilweise Ersatz des Nahrungsfettes in LUNDIN's Kost durch Intarvin bewirkte eine Abnahme der Ketonurie und zugleich der Acidität und des Ammoniakgehaltes des Harns. Wurde darauf das Intarvin wieder durch gewöhnliches Fett ersetzt, dann nahm sowohl die Ausscheidung von Ketonkörpern als die Acidität und der Ammoniakgehalt des Harns wieder deutlich zu. Der Wert der LUNDINSchen Resultate wird indessen durch die völlig unzulänglich fundierte Behauptung, dass nach Genuss von Intarvin Milchsäure- und Brenztraubensäureacidosis auftreten soll, in ungünstigem Sinne beeinflusst. Wir haben diese Behauptung schon in unserer ersten Abhandlung ausführlich widerlegt. Vollständigkeitshalber sei hier noch auf ein von KAHN¹¹⁾ beschriebenes, derartiges Experiment bei einer gesunden Versuchsperson hingewiesen, wobei die allgemeine Acidosis nach der Ammoniakausscheidung, dem Kohlensäurebindungsvermögen des Blutplasmas und der Kohlensäurespannung der Alveolarluft beurteilt wurde und wobei verblüffend günstige, um nicht zu sagen unglaubliche Resultate zu verzeichnen waren.

¹⁰⁾ J. metabol. Res. **4**, 151 (1923).

¹¹⁾ Amer. J. med. Sci. **166**, 829 (1923).

Auch bei Verabreichung an Diabetespatienten soll nach KAHN die Wirkung von Intarvin besonders günstig sein, wie z.B. aus folgendem Zitat¹²⁾ hervorgehen möge:

„The diabetic patient who shows a distinct acidosis will clear up from this acidosis upon replacing the natural fats by intarvin..... This acidosis..... is determined not only by analyses for the ketone substances, but also by the examination of the carbon dioxide combining power of the blood plasma, the carbon dioxide tension of the alveolar air, etc. Not only, to repeat, are the ketone substances cleared from the system, but also the general acidosis is markedly diminished“.

Bemerkt sei hier noch, dass selbstverständlich derart günstige Ergebnisse zu der Annahme zwingen, dass die Qualität des von KAHN benutzten Intarvins erheblich besser war als diejenige der uns zur Verfügung stehenden Proben und dass namentlich Fettsäuren mit gerader Zahl von Kohlenstoffatomen fast ganz fehlten.

Von den Forschern der zweitgenannten Gruppe wurden keine Angaben bezüglich der allgemeinen Acidosis ihrer Versuchspersonen gemacht.

Von den bisher an unseren Untersuchungen beteiligten Versuchspersonen neigt v. d. L. durchweg am stärksten zu Diacidurie. Wir verabfolgten nun dieser Versuchsperson nach einem vorangehenden Hungertag eine Menge von 155 g Intarvin der Probe „lot X 23“ als Bestandteil einer kohlenhydratarmen Kost. Das Intarvin wurde, völlig aufgeschmolzen in magerer Fleischbrühe oder in Kaffee, in 11 Portionen im Laufe von 14½ Stunden genommen. Es erübrigt sich, hier die anderen Bestandteile der verabreichten Kost aufzuzählen. Diese waren fast ganz dieselben wie die bei zwei in unserer ersten Abhandlung¹³⁾ erwähnten und in gleicher Weise durchgeföhrten Versuchen, als der Versuchsperson v. d. L. ausserdem 100 g Triundecylin verabfolgt und 3.65 g bzw. 4.29 g Undekandsäure im Harn ausgeschieden wurden. Bemerkt sei noch, dass der weitaus grösste Teil des verabreichten Intarvins resorbiert wurde. *In dem vom Genuss der ersten Portion Intarvin an bis zum nächsten Morgen aufgefangenen Harn konnten wir keine durch ω -Oxydation von Fettsäuren entstandenen Dicarbonsäuren nachweisen.*

Nach unserer Überzeugung sind gut vorbereitete und durchgeföhrte Untersuchungen über mögliche Anwendungen derartiger Fette in der medizinischen Praxis, z.B. bei der Diabetesbehandlung, vielversprechend, falls diese Fette als Säurekomponenten Fettsäuren mit ungerader Zahl von Kohlenstoffatomen von Gliedzahl 12 und höher oder notfalls auch solche mit einer Gliedzahl von 8 oder niedriger enthalten. Die mit Diafett und Intarvin erzielten Resultate deuten — wie aus dem oben Gesagten hervorgehen möge — im allgemeinen bereits in diese Richtung. Die interessanten klinischen Untersuchungen mit diesen Produkten sind entschieden zur Unzeit eingestellt, offenbar aus mehreren Gründen, die

¹²⁾ J. metabol. Res. 7—8, 85 (1925—26).

¹³⁾ Vergl. Zeitschr. physiol. Chem. 215, 255 (1933).

wir hier nicht alle zu erörtern brauchen. Einer der wesentlichsten war wohl vermutlich — neben der Einführung der Insulintherapie — die schlechte Qualität dieser Produkte, worüber einer von uns (V.) sich früher bereits ausführlich geäussert hat⁹⁾. Die Herstellung einiger derartiger Produkte von tadelloser Zusammensetzung und Qualität wurde von VERKADE, VAN DER LEE und Frl. MEERBURG¹⁴⁾ beschrieben.

§ 3. Nach PAWLENKO¹⁵⁾ enthält *Ulmensamenöl* als Säurekomponente eine sehr bedeutende Menge (reichlich 50 %) Caprinsäure: es wird jedoch nicht mitgeteilt, von welcher Ulmenart das untersuchte Öl herrührte.

Wir haben durch Vermittlung der „Nederlandsche Heidemaatschappij“ in Arnhem (Holland) eine Partie Flügelfrüchte von *Ulmus campestris L.* in die Hände bekommen und, einige einfache Anweisungen von BEYTHIEN, HEMPEL, PANNWITZ und SPRECKELS¹⁶⁾, sowie von NORMANN und HÜGEL¹⁷⁾ zur Beseitigung der Flügel folgend, das in den Samen vorhandene Öl durch Ätherextraktion gewonnen. Nach Untersuchung dieses Öles können wir PAWLENKO's Mitteilung vollkommen bestätigen: durch Alkoholyse des Öls konnte leicht reines Äthylcaprinat und aus diesem durch Verseifung Caprinsäure in ansehnlicher Menge erhalten werden.

Beiläufig sei bemerkt, dass es vom wissenschaftlichen Standpunkt aus fraglos sehr interessant wäre, das fette Öl aus den Samen anderer Arten der Gattung *Ulmus* und von Arten anderer Gattungen (*Celtis*, *Gironniera*) der Familie der *Ulmaceae* auf das Vorhandensein von Caprinsäure als Säurekomponente zu untersuchen. Es kann nämlich die Frage gestellt werden, inwieweit solches Vorkommen von Caprinsäure in beträchtlicher Menge in den Samenölen für diese Familie oder für bestimmte Gattungen derselben charakteristisch ist, ebenso wie sich z.B. die Trane und besonders die Kopftrane der *Delphinidae* und *Phocaenidae* durch das Vorhandensein von Isopropylsuccinsäure, die *Hydnocarpus*-öle (Familie der *Flacourtiaceae*) durch das Vorhandensein von Chaulmoograsäure und Hydnocarpussäure, die Öle der *Cruciferae* durch das Vorhandensein von Erucasäure als Säurekomponente kennzeichnen¹⁸⁾. Wir hoffen, diese Untersuchung aufnehmen zu können; die Literatur enthält keine Daten zur Beantwortung dieser Frage. Versuche, Früchte oder Samen von anderen Vertretern der Familie der *Ulmaceae* in einer für diesen Zweck hinreichenden Menge in unseren Besitz zu bekommen, haben bisher leider keinen Erfolg gehabt.

Ohne Kommentar sei hier beiläufig erwähnt, dass nach IWAMOTO und YAMADA¹⁹⁾ im *Yabunikukei-Samenöl*, das von *Cinnamomum pedunculatum*

¹⁴⁾ Rec. trav. chim. 51, 850 (1932).

¹⁵⁾ Chem. Revue Fett- u. Harzindustrie 19, 43 (1912).

¹⁶⁾ Zeitschr. Unters. Nahr. u. Genussm. 32, 315 (1916).

¹⁷⁾ Zeitschr. angew. Chem. 30, 221 (1917).

¹⁸⁾ Vergl. HILDITCH, Proc. Roy. Soc. (London), B 103, 111 (1928); Allgem. Öl-Fettzg. 27, 219, 255 (1930).

¹⁹⁾ Journ. Soc. chem. Ind. Japan, Suppl. Bd. 31, 229 (1928).

NEES (Familie der Lauraceae) hervorruft, eine grosse Menge, wahrscheinlich etwa 50 % Caprinsäure als Säurekomponente vorhanden sein soll.

Wir hielten es für höchstwahrscheinlich, dass nach dem Genuss des Ulmensamenöles im Harn *Sebacinsäure* ausgeschieden werden würde. Daher verabreichten wir der gesunden Versuchsperson V. auf nüchternem Magen eine Menge von 30 g dieses Öls nebst einer reichlichen Menge Kohlenhydrat. Von diesem Zeitpunkte an wurde mit Zwischenpausen von 1—2 Stunden der Harn aufgefangen und in diesem durch Ansäuern, z.B. mit konzentrierter Phosphorsäure, auf das Vorhandensein von Sebacinsäure reagiert. *In der Tat wurde letztere ausgeschieden.* Das Auffangen des Harns wurde solange fortgesetzt, bis zwei aufeinanderfolgende Portionen keine positive Reaktion auf Sebacinsäure mehr ergaben. Dann nahm die Versuchsperson, die bis zu diesem Zeitpunkte keinerlei weitere Nahrung zu sich genommen hatte, ihre normale Lebensweise wieder auf.

Die Isolierung der Sebacinsäure fand in der in unserer zweiten Abhandlung²⁾ bei der Besprechung unserer Versuche mit Tricaprin beschriebenen Weise statt. Dabei wurde 0.22 g rohe Sebacinsäure (*Dekandisäure*) mit einem Schmelzpunkt von 128—129° erhalten. Der Mischschmelzpunkt mit einem in der üblichen Weise aus Rizinusöl hergestellten und bei 132,5—133,5° schmelzenden Sebacinsäurepräparat lag bei 130—131°. Nach Umkristallisieren aus Wasser unter Behandlung mit etwas Entfärbungskohle war der Schmelzpunkt 132,5—133,5°. Dieses Produkt wurde titriert und analysiert:

0.1200 g → 11.28 cm³ 0.1045 n. NaOH. Äquivalentgew. 101.8; berechnet 101.08
 4.103 mg → 3.22 mg H₂O und 8.95 mg CO₂: C 59.5% H. 8.8%
 4.083 mg → 3.18 mg H₂O und 8.93 mg CO₂: C 59.6% H. 8.7%
 Berechnet für C₁₀H₁₈O₄: C 59.36% H. 8.98%.

Ein ähnliches Experiment, das mit der Versuchsperson V. D. L. ange stellt wurde, führte ebenfalls zu Ausscheidung von Sebacinsäure im Harn.

Hiermit ist also bewiesen, dass auch in der Natur vorkommende Fette oder Öle Disäureacidosis und Diacidurie hervorrufen können. Die Bedingung hierfür ist, dass unter den Säurekomponenten, welche alle eine gerade Zahl von Kohlenstoffatomen enthalten, die hierzu erforderlichen Fettsäuren — eigentlich wird es sich hierbei wohl allein um Caprinsäure handeln, denn Caprylsäure ist viel weniger diacidogen — in genügender Menge vorhanden sind. Solche an Caprinsäure so reichen Öle sind freilich selten; ausser Ulmensamenöl und vielleicht noch Yabunikukei-Samenöl haben wir hierfür keine Beispiele in der Literatur finden können.

KARDASCHEW hat Versuche mit den fetten Ölen von *Ulmus effusa* Willd. und *Ulmus scabra* Mill. angestellt und ist dabei zu dem Resultat gekommen, dass diese für Ernährungszwecke geeignet sind. Uns steht jetzt nur ein Referat der betreffenden Abhandlung zur Verfügung^{20).} Die mitgeteilten Konstanten deuten daraufhin, dass höchstwahrscheinlich in diesen Ölen

²⁰⁾ Chem. Zentralbl. 1927 (1), 2615.

ebenfalls eine erhebliche Menge Caprinsäure als Säurekomponente vorhanden ist. Wenn dies zutrifft, müssen wir die Folgerung KARDASCHEW's stärkstens bestreiten. *Öle oder Fette, welche ziemlich starke oder starke Disäureacidosis und Diacidurie verursachen können, sind nach unserer Meinung als normales Nahrungsmittel völlig unbrauchbar und unzulässig.* Von nennenswert praktischer Bedeutung ist diese Frage indessen kaum, u.a. weil die Samenproduktion der Ulmenarten sehr gering ist — KARDASCHEW gibt einen Ertrag von 35 kg Samen auf je 1000 Bäume an — und diese Samen durch Auspressen verhältnismässig wenig Öl liefern, sodass die Gewinnung dieses Öls in einigermassen grösserem Umfange fast ausgeschlossen scheint. Die Behauptung PAWLENKO's¹⁵⁾, dass Ulmensamenöl „ein neues Analogon des Kokosöls“ sein soll, ist, wie sich auch aus dem in § 4 Gesagten zeigen wird, in jeder Hinsicht falsch.

§ 4. Nach den Angaben von TAYLOR und CLARKE²¹⁾ enthielt ein Kokosfett als Säurekomponente u.a. 0.46 % Capronsäure, 8.7 % Caprylsäure, 5.6 % Caprinsäure, 45.0 % Laurinsäure und 16.5—18 % Myristinsäure; andere Untersuchungen über die Zusammensetzung dieses Produktes ergaben hiermit gut übereinstimmende Resultate. Unseres Erachtens war es nun fraglos von Bedeutung zu ermitteln, inwieweit ein solcher Gehalt an niederen Fettsäuren genügt, um nach Genuss von Kokosfett Ausscheidung von Dicarbonsäuren im Harn zu bewirken. Nach den Resultaten unserer früheren Untersuchungen würde in erster Linie Sebacinsäure, daneben Korksäure in Betracht kommen; es lag jedoch sehr nahe, auch auf das eventuelle Auftreten von Dodekandisäure, entstanden durch ω -Oxydation der in reichlicher Menge vorhandenen Laurinsäure, zu achten. Eine festbegründete Ansicht hierüber hatten wir im voraus nicht; jedoch war es fast sicher, dass eine eventuelle Diacidurie von geringer Bedeutung sein würde. Im entgegengesetzten Falle würde es unverständlich sein, dass riesige Mengen Kokosfett schon seit vielen Jahren als Speisefett benutzt werden konnten, ohne dass die Diacidurie jemals bemerkt worden ist.

Der gesunden Versuchsperson v. d. L., die, wie oben schon bemerkt, durchweg stark zu Diacidurie neigt, wurde eine Kost verabfolgt, welche neben einer reichlichen Menge Kohlenhydrat 175 g Kokosfett enthielt. Dieses Fett wurde, in Kaffee aufgeschmolzen, in folgendem schnellen Tempo genommen: 9 Uhr: 50 g; 11 Uhr: 50 g; 15 Uhr: 25 g; 15 Uhr 45: 25 g und 17 Uhr: 25 g. Auch das Kohlenhydrat wurde über diese Zeit in einige Portionen verteilt. Von dem Zeitpunkt der Verabreichung der ersten Fettportion wurde der Harn der Versuchsperson gesammelt und zwar einschliesslich desjenigen, der am nächsten Morgen nach dem Aufstehen entleert wurde. Beim Aufarbeiten dieses Harns in der in unserer zweiten Abhandlung²⁾ hinreichend beschriebenen Weise konnten keine durch ω -Oxydation niederer Kokosfettsäuren entstandenen Dicarbonsäuren isoliert werden.

²¹⁾ Journ. Amer. Chem. Soc. 49, 2829 (1927).

Von mehreren anderen Kernfetten aus der Familie der Palmae ist bekannt, dass sie dieselben Fettsäuren wie Kokosfett und zwar in annähernd gleichen Mengenverhältnissen als Säurekomponenten enthalten²²⁾. Alle solche Fette können also praktisch ohne Gefahr des Auftretens von Diacidurie für Ernährungszwecke benutzt werden, was auch tatsächlich für mehrere (z.B. Kokosfett, Palmkernfett und Cohunefett) schon längst der Fall ist.

§ 5. Wir wollen nunmehr die Resultate unserer Experimente mit *Intarvin*, *Ulmensamenöl* und *Kokosfett* zusammenfassend überblicken.

Wenn die Ergebnisse der von BÖMER und BAUMANN²³⁾ angestellten interessanten Untersuchungen über die Zusammensetzung von Kokosfett unseres Erachtens auch keineswegs ohne weiteres als richtig betrachtet werden dürfen, so ergibt sich doch wohl mit grosser Wahrscheinlichkeit aus dieser Arbeit, dass Kokosfett zum übergrossen Teil ein Gemisch einer ansehnlichen Anzahl *gemischter* Glyceride ist. Mit Sicherheit geht solches aus der Arbeit von COLLIN und HILDITCH²⁴⁾ hervor. Trilaurin ist nicht in nachweisbarer Menge vorhanden. Intarvin wurde oder wird zweifelsohne durch Veresterung von Fettsäure mit Glycerin erhalten²⁵⁾. In Anbetracht des Umstandes, dass laut den in § 2 mitgeteilten Analysenresultaten das von der Versuchsperson v. d. L. genommene Intarvin mehrere gerade und ungerade Fettsäuren als Säurekomponenten enthielt, ist es denn auch auf Grund dessen, was jetzt betreffs dieser Veresterung bekannt ist²⁶⁾, sicher, dass dieses Produkt ein Gemisch von hauptsächlich *gemischten* Glyceriden war. Für das Ulmensamenöl können wir diesbezüglich noch keine absolute Sicherheit bieten; indessen macht der niedrige Schmelzpunkt dieses Öles, neben demjenigen was jetzt durch die schönen Arbeiten von HILDITCH c.s.²⁷⁾ über die Zusammensetzung der natürlichen Samenfette und -öle im allgemeinen bekannt ist, es unseres Erachtens wohl sehr wahrscheinlich, dass es sich auch hier wenigstens zum weitaus grössten Teil um *gemischte* Glyceride handelt, welche als Säurekomponenten die diacidogene Caprinsäure neben anderen, nicht-diacidogenen Fettsäuren enthalten; wir werden später auf die für uns wichtige Zusammensetzung des Ulmensamenöls zurückkommen.

Wir wagen denn auch den Schluss, dass es in bezug auf Disäureacidosis und Diacidurie gleichgültig ist, ob wir es mit einfachen oder gemischten Glyceriden zu tun haben. Den in unserer zweiten Abhandlung nachgewiesenen, äusserst typischen Unterschied im Verhalten zwischen

²²⁾ COLLIN, Biochem. J. **27**, 1366 (1933).

²³⁾ Zeitschr. Unters. Nahr. u. Genussm. **40**, 97 (1920).

²⁴⁾ Journ. Soc. Chem. Ind. **47**, 261 (1928).

²⁵⁾ MC. KEE, Naturwissenschaften 1923, 938; KAHN, loc. cit.

²⁶⁾ BHATTACHARYA und HILDITCH, Proc. Roy. Soc. (London), **129A**, 468 (1930).

²⁷⁾ Vgl. COLLIN und HILDITCH, Journ. Soc. Chem. Ind. **47**, 261 (1928); Biochem. J. **23**, 1242 (1929); HILDITCH, Allgem. Öl-Fettzg. **27**, 93, 111 (1930) usw.

Tricaprin und Trilaurin haben wir jetzt zwischen dem an Caprinsäure reichen Ulmensamenöl und dem an Laurinsäure reichen Kokosfett wiedergefunden. Offenbar kommt es nur darauf an, welche Fettsäuren in einem Fett als Säurekomponenten auftreten, und in welchem wechselseitigen Verhältnis dies der Fall ist. Wir können dann, wie dies im Vorstehenden übrigens schon ein vereinzeltes Mal geschehen ist, von den *dacidogenen Eigenschaften der Fettsäuren* sprechen und hierfür eine vorläufige Tabelle aufstellen, welche der in § 1 für die einfachen Triglyceride gegebenen völlig analog ist.

Wir müssen selbstverständlich diesen Schluss, der unserer Ansicht nach übrigens sehr nahe liegt, unter grossem Vorbehalt ziehen, da das vorhandene Tatsachenmaterial noch wenig umfangreich und — gerade im wichtigsten Punkte: dem Uilmensamenöl — nicht sehr beweiskräftig ist. Weitere Untersuchungen in dieser Richtung, z.B. mittels auf synthetischem Wege hergestellter, diacidogener Fettsäuren enthaltender Triglyceride sind denn auch erwünscht.

Am Schlusse dieser Arbeit wollen wir nicht verfehlten, der „Erasmus-Stichting“ in Rotterdam und dem „Hoogewerff-Fonds“ im Haag unseren Dank für gewährte finanzielle Stütze bei der Ausführung dieser Untersuchungen auszusprechen.

*Laboratorium der Nederlandsche Handels-Hoogeschool.
Rotterdam, October 1933.*

Geology. — *Die neogene Struktur des Malayischen Archipels nach der Undationstheorie.* Von R. W. VAN BEMMELEN¹⁾. (Communicated by Prof. G. A. F. MOLENGRAAFF.)

(Communicated at the meeting of October 28, 1933.)

Einleitung.

In der letzten Zeit sind in den „Proceedings“ der „Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam“ einige Abhandlungen von VENING MEINESZ, SMIT SIBINGA und ESCHER erschienen, in denen versucht wird, den Bau des Malayischen Archipels mit Hilfe des Prinzips der tangentuellen Verschiebungen einer primär vorhandenen Erdkruste zu erklären. Im Gegensatz dazu geht die Undationstheorie nicht von einer primären Kruste aus, sondern stellt sich auf den Standpunkt, dassz diese Kruste im Laufe der geologischen Geschichte ein Wachstum erfahren hat, bei dem sie von verschiedenen Zentren aus allmählich an Dicke und Umfang zunahm, um schlieszlich zu groszen kontinentalen Einheiten zu verschmelzen. Die Theorie baut in dieser Hinsicht die Gedanken von KRAUS, KOBER,

¹⁾ Übersetzung aus dem Niederländischen durch K. A. F. R. MUSPER.

STILLE, u. a. über das Werden der Kontinente weiter aus. Auch BORN erweist sich in seinem Beitrag zum „Handbuch der Geophysik“ (1932) als Anhänger dieser Auffassung; er spricht dabei von „Keimschollen“ und „Sammelkristallisation“.

Im Folgenden soll nun die tektonische Entwicklung des Malayischen Archipels nach den Gesichtspunkten der Undationstheorie betrachtet werden. Wir beschränken uns hier aber auf seine Geschichte während des Neogens (und Quartärs). Die stratigraphischen Grundlagen dazu findet man in dem Werk von RUTTEN (1927), im „Feestbundel MARTIN“ (1931) und in der Zusammenfassung von UMBGROVE (1932).

Die geotektonische Stellung des Malayischen Archipels.

Um die geotektonische Stellung des Archipels begreiflicher zu machen, habe ich der vorliegenden Studie zwei geotektonische Analysen der angrenzenden Gebiete vorausgehen lassen (1933 a und b). In ihnen wurde gezeigt, dass im Archipel drei junge Gebirgssysteme zusammenlaufen (siehe Fig. 1).

Bei der Analyse der Undationen, die das neogene tektonische Bild des Archipels beherrschen, ist besonders zweierlei zu beachten. Erstens haben

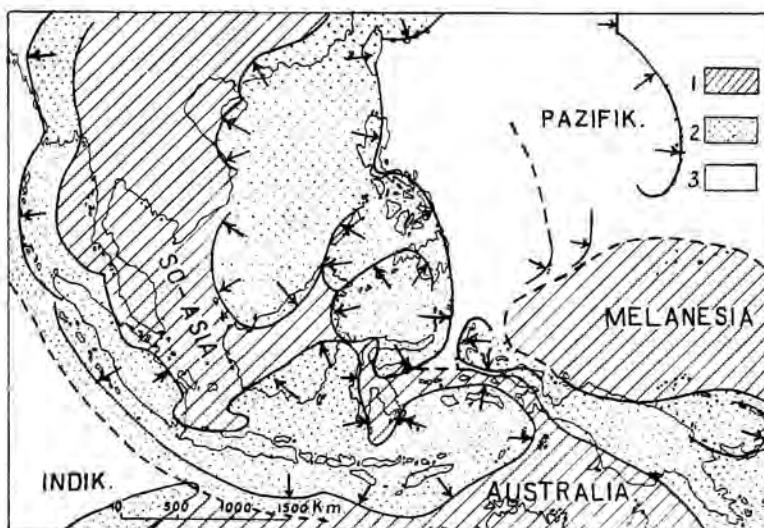


Fig. 1.

Fig. 1. GEOTEKTONISCHE ÜBERSICHT DES MALAYISCHEN ARCHIPELS IM NEOGEN.

1. Kratogene und semikratogene Gebiete (kontinentales Stadium).
 2. Orogene Gebiete (geosynklinales Stadium).
 3. Urozeanische Gebiete (urozeanisches Stadium).
- Im malayischen Archipel scharen sich drei Gebirgssysteme, das alpine oder Tethys-system, das System der ostasiatischen Randbögen und das zirkumaustralische System.

sich diese Undationen aus älteren, und zwar paläogenen und prätertiären Undationszyklen entwickelt. Zweitens kann das heutige orographische Bild (siehe Fig. 2) infolge der jüngeren und jüngsten primärtektonischen oder epirogenetischen Bewegungen bereits in vieler Beziehung vom neogenen abweichen.

Bei näherer Betrachtung der Stratigraphie des Neogens im Archipel erkennt man als besonders auffallende Merkmale die Diskontinuität der stratigraphischen Serien und die bedeutenden Unterschiede in der Art, Richtung, Zeit und Intensität der Faltungen an den verschiedenen Stellen. Man kommt darum zu keiner klaren Anschauung über die Entwicklung des Archipels, wenn man von den erdumfassenden orogenetischen Phasen STILLE's ausgeht. Man würde in diesem Falle die Bedeutung und die Ausmasse der Einzelerscheinungen zu sehr aus dem Auge verlieren. Darauf hat auch HAARMANN in seiner jüngsten Arbeit über die „Zeitlichkeit der Erdkrustenbewegungen“ (1932) erneut mit Nachdruck hingewiesen.

Will man überhaupt zu einer naturgetreuen Analyse gelangen, dann ist eine mühevolle Überprüfung der lokalen Verhältnisse in den einzelnen, von einander mehr oder weniger unabhängigen Sedimentationsbecken, sowie die eingehende Betrachtung der Art und Weise ihrer Auffüllung in Raum und Zeit, und die der Faltungsweise der Beckenfüllung unerlässlich. Des weiteren ist zu untersuchen, ob und inwiefern diese Füllungen zu bestimmten orogenen Störungszentren Beziehungen erkennen lassen, und ob es sich dabei um eine zyklische, von diesen Zentren ausgehende Entwicklung (sog. Zyklen von Mesoundationen) handelt. Schliesslich hat man nachzuforschen, inwiefern zwischen den Einflussphären dieser Störungszentren eine Wechselwirkung stattfindet und ob die zyklische Entwicklung der Mesoundationen nicht wieder gestört oder gar unterbrochen wird durch geoundatorische Bewegungen, die von den benachbarten kontinentalen Gebieten ausgehen.

Im Vorliegenden soll nicht mehr gegeben werden als ein erster Versuch, das Wesen der äusserst komplizierten, tektonischen Entwicklung des Archipels im Jungtertiär annäherungsweise zu erfassen auf Grund der in der Undationstheorie aufgestellten Leitlinien. Es bedarf wohl kaum des Hinweises, dasz das so entworfene Schema sich in Zukunft in vieler Hinsicht als verbesserungsbedürftig erweisen wird.

Die neogene Entwicklung des Malayischen Archipels.

In der neogenen Entwicklung des Archipels erkennt man einen einheitlichen Charakterzug, der sich kundgibt in der das ganze Gebiet umfassenden, marinen Transgression zur Aquitanzeit (sog. Baturadja- oder Bebuluh-transgression). Die regionale Verbreitung dieser Transgression deutet darauf hin, dasz wir es hier nicht mit lokalen Absenkungen zu tun haben, die benachbarte mesoundatorische Hebungen kompensieren, sondern dasz geoundatorische Hebungen eines Teils der umliegenden Kontinente hier

ein groszzügiges Sinken des Geosynkinalgebiets zur Folge gehabt haben müssen.

Die geosynklinale Senkung bedeutete eine erneute Anregung der magmatischen Differentiation im Untergrund. Die Wechselwirkung zwischen den bereits vorhandenen paläogenen Differentiationszentren und dem jüngeren geoundatorischen Differentiationsimpuls veranlaszt die Bildung einer Anzahl neuer Störungszentren. Ihre Form kann in verschiedener Beziehung von denen der älteren Leitlinien abweichen. Folgende Zentren dieser Art lassen sich auseinanderhalten:

- | | | | | | |
|---|---|-------------------|---|-------------------|----------------|
| 1. Anambazentrum | { | 5. Sincowezentrum | } | | |
| 2. Pululautzentrum | | Alpines | | 6. Suluzentrum | Ostasiatisches |
| 3. Floreszentrum | | Orogen | | 7. Celebeszentrum | Orogen |
| 4. Bandazentrum | | | | 8. Tarakanzentrum | |
| 9. Halmaherazentrum — Zirkumaustralisches Orogen. | | | | | |

Das heute vom Pululaut-, Flores- und Bandazentrum eingenommene Gebiet gehörte im Mesozoicum und Alttertiär wahrscheinlich noch ganz oder teilweise dem zirkumaustralischen Orogen an, wurde aber im Neogen dem alpinen Gebirgsstamm einverlebt, der im Zusammenhang damit in das zirkumaustralische Orogen eindrang (vgl. 1933 b).

In kurzen Zügen soll nun die neogene Entwicklung dieser Zentren besprochen werden (Erläuterung zu Fig. 2):

1. *Das Anambazentrum.* Dieses Zentrum haben wir bereits als einen Ausgangspunkt altmesozoischer Undationszyklen kennen gelernt (1933 a). Die altneogene geosynklinale Senkung verursachte zum ersten eine Kräftigung des Undationszyklus, der sich vom Anambazentrum nach dem Indik zu ausbreitet, wodurch aus dem Ozeanboden jetzt schon ein neuer Aussenbogen aufzusteigen beginnt (1933 a). Dieser Auszenbogen in statu nascendi scharf sich in Christmas Island mit der Mittelschwelle der zirkumaustralischen Geosynklinale (1933 b). Zum zweiten drang die See wiederum vom SW in den kontinentalen Anambaskern hinein, wodurch ein randständiges Sedimentationsbecken entstand. Diese neogene Einsenkung erreichte in dem randständigen Gebiet zwischen Medan und Riouw keine grossen Ausmasse, sodass hier eine Schwelle entstand zwischen den ölreichen Sedimentserien von Nord- und Südsumatra¹⁾.

Letztere wurden mit Ausgang des Neogen durch Volltroggleitung gefaltet.

Durch das mesosynklinale Absinken dieser randständigen Tröge wird nach der Undationstheorie die magmatische Differentiation im Untergrunde angeregt. Und dieser Vorgang veranlaszt schlieszlich das hydrostatische

¹⁾ Die ölführenden Sedimentserien des Neogen im Archipel wurden im allgemeinen in den randständigem Senkungstrogen gebildet, die zwischen den kratogenen Kernen und den Störungszentren gelegen waren. Die Ölgebiete sind darum zumeist an die rückläufigen Teile der neogenen Undationszyklen gebunden, die in die älteren, kratogenen Kerngebiete einwanderten.

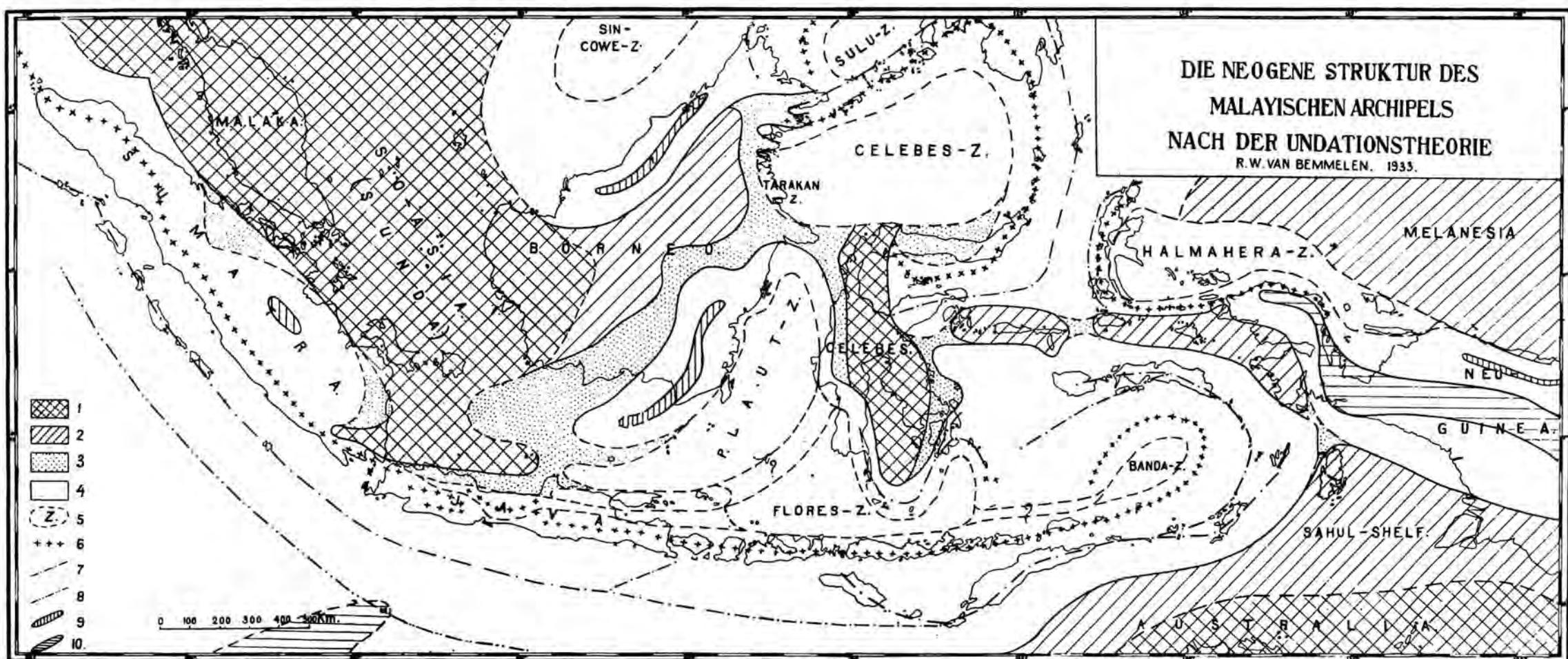


Fig. 2. DIE NEOGENE TEKTONISCHE STRUKTUR DES MALAYISCHEN ARCHIPELS NACH DER UNDATIONSTHEORIE.

1. Kratogene Gebiete ohne transgressives Neogen.
2. Semikratogene Gebiete mit transgressiven Neogen, doch nicht oder noch nicht von den neogenen Undationszyklen betroffen.
3. Schwellengebiete (Übergangsgebiete zwischen Kratogen und Orogen).
4. Orogenie Gebiete.
5. Orogenie Zentren, von denen im Neogen Undationszyklen ausgegangen sind.
6. Vulkanische Mesoundationen (vulkanische Innenbögen).
7. Nichtvulkanische Mesoundationen (nichtvulkanische Auszenbögen).
8. Neuer nichtvulkanischer Auszenbogen in statu nascendi (Christmasinselbogen).
9. Mesoundatorische Mittelschwellen der neogenen, mesosynklinalen Sedimentationsbecken.
10. Geoundatorische zirkumaustralische Mittelschwelle.

Hochdrücken der angehäuften Differentiationsprodukte. Dessen erstes Stadium äusert sich an der Oberfläche durch die Bildung einer mesosynkinalen Mittelschwelle. Eine solche stellt wahrscheinlich das postneogen emporgepresste Tigapuluhgebirge dar. Dieses Gebirge ist Zeuge eines schwachen rückläufigen Zyklus, der in das kratogene Kerngebiet (das alte Sundaland) einwanderte. Die östliche und nordöstliche Fortsetzung dieses rückläufigen Zyklus bildet das unten besprochene Südostborneobecken mit der Meratus-Mittelschwelle.

Im kontinentalen Kerngebiet kam es im Quartär noch zum Ergusz vermutlich grossen Tiefen entstammender, wenig differenzierter Basalte (G. NIUT in Südwestborneo, Sukadana in Südsumatra und Karimondjawa-Inseln). Derartige kontinentale Basaltausflüsse haben in der geologischen Entwicklung der Erdkruste eine ganz andere Bedeutung als die an orogene Zyklen gebundenen Vulkanbögen mit intermediären Differentiationsprodukten. Es erscheint darum unrichtig, solche Basalergüsse in das System der Vulkanbögen einzugliedern, wie es u. a. durch HOFFET für Indochina erfolgt ist (Bull. du serv. géol. de l'Indochine 20, 2, 1933).

2. *Das Pululautzentrum.* Infolge der ausgedehnten Bedeckung dieses Zentrums durch die See ist es der unmittelbaren Beobachtung wenig zugänglich. Man muss es als die östliche und nordöstliche Fortsetzung des kratogenen Rückens ansehen, der sich von Südsumatra nach den Karimondjawa-Inseln erstreckt und der durch den vorgenannten rückläufigen Zyklus teilweise vom Anambaskern abgeschnürt wird. Während dieser Rücken aber im Tertiär seinen kratogenen Charakter bewahrt hat, bildete das eigentliche Pululautzentrum im Paläogen noch einen Teil des alttertiären Senkungstrogs, der den Anambaskern umgab. Auf Pululaut selbst findet man noch Eocän und im benachbarten Gebiet von Pasir in Ostborneo besitzt dasselbe nicht weniger als 5000—9000 m Mächtigkeit. Im Neogen wurde das Pululautzentrum sodann emporgepresst. Diese Hebung erfuhr eine volumetrische Kompensation durch die Absenkung einer randlichen Mesosynklinale. In letzterer kamen die neogenen, ölführenden Sedimentserien von Ostborneo, des mittleren Westcelebes, von Madura und Nordostjava zur Ablagerung. Der südwestliche Ausläufer der Pululauterhebung wird zum Lieferanten des Sedimentmaterials für Nordostjava, wie der Karamondjawa-Südsumatrarücken es für Nordwestjava war. (RUTTEN, 1925, vgl. auch TER HAAR, 1933). Nach RUTTEN (1927, S. 228) kommt für Ostborneo eine Zufuhr von Sedimentmaterial aus dem Osten, also von der von mir angenommenen zentralen Pululautaufwölbung her, wohl kaum in Betracht; gleich hinterher äusert er aber, Zentralborneo könnte doch zu jener Zeit wohl zu klein gewesen sein und sei überdies selbst noch Sedimentationsgebiet (sog. „Plateausandsteine“), um den Lieferant für die mächtigen neogenen Sedimentserien gewesen sein zu können, welche die randständigen Senkungströge füllen. Dazu das Material der Mesosynklinale von Südostborneo über ganz Borneo weg von der Südchinesischen See her oder gar aus Indochina verfrachtet sein soll, wie RUTTEN vermutet,

ist von vornherein unwahrscheinlich. Es erscheint darum richtiger, die Möglichkeit der Herkunft des klastischen Materials, wenigstens zu einem Teil, von der Pululautaufwölbung im Osten nicht ohne weiteres zu verworfen. Wenn nämlich bei deren Entstehung vorwiegend noch plastische, diagenetisch nicht verhärtete alttertiäre Sedimente über See gehoben wurden, so ist es leicht zu verstehen, dass im Neogen von Borneo's Ostküste grobe Konglomerate nur selten vorkommen.

Gegen Ende des Neogens findet dann in der Mesosynklinale, welche die zentrale Aufwölbung umgibt, Volltroggleitung statt. Schlieszlich sinkt diese Erhebung wieder gröszenteils zur Innensenke zurück, und werden in der Umgebung die gefalteten neogenen Sedimentserien über die See emporgehoben und fallen der Erosion anheim.

Die neogene Mesosynklinale war westlich vom Störungszentrum (in Ostborneo) viel breiter und der Betrag des Absinkens auch viel gröszer als östlich davon (im westlichen Mittelcelebes). Infolgedessen wurde in der Mesosynklinale von Ostborneo die Differentiation im Untergrund am stärksten angeregt, und dies führte zur postneogenen Aufwölbung einer mesosynklinalen Mittelschwelle, dem noch heute stark seismischen Meratusgebirge. Die Lage der ölreichen Mesosynklinale von Ostborneo ist der von Südostsumatra analog. Beide sind randständig zum kontinentalen Sunda-gebiet gelegen und bilden die rückläufigen, diesem Kontinentalkern zuwandernden Teile neogener Undationszyklen. Dasselbe gilt auch für die weiter unten behandelte Mesosynklinale von Nordwestborneo mit der Ularbulu-Mittelschwelle.

3. *Das Floreszentrum.* Hier handelt es sich um ein unregelmässig umrissenes Zentrum, das die Brücke bildet zwischen dem Bandazentrum (s.u.) und dem alpidischen Orogen. Man kann einen westlichen Teil von einem östlichen unterscheiden. Zum westlichen gehört der lange, schmale mio-pliozäne Senkungstrog von Nordjava, in dem Sedimentserien von mehreren Tausend Metern Mächtigkeit aufgehäuft sind. In Westjava liegt dieser Trog zwischen dem alten Sundaland und dem Vulkanbogen von Südwestjava. In Ostjava gabelt er sich in einen nördlichen zur Umrandung des Pululautzentrums gehörenden Ast, die kalkmergelzone, von Nordrembang und Madura, und einen tieferen südlichen, die Mergelzone südlich der Linie Semarang—Surabaja. Letztere Zone taucht ostwärts unter der Madurastrasse weg und verbreitert sich alsdann zum orogenen Zentrum der Flores-See.

In dem zu Java gehörenden Westteil des Floreszentrums erfolgte mit Ablauf der neogenen Sedimentation eine Volltroggleitung (im breitesten Teil von Mitteljava zum Teil Freigleitung mit Deckenbildung) und diese Zone wird sodann im Quartär emporgedrückt. Während der plioleisto-zänen Verlandungsphase dieses Beckens konnten sich die asiatischen Säuger von der Sundaplatte aus über Java verbreiten. Die so entstandene Aufwölbung wird in ihrem Mittelstück von einer Vulkanreihe gekrönt (Tjeremai, Slamat, Dieng, Ungaran).

Der Ostteil des Floreszentrums liegt östlich von Bali. Er war einer abweichenden Entwicklung unterworfen. Zur Zeit des Absinkens des Nordjavatrog lag er noch hoch und lieferte die neogenen Sedimente für den Südarm von Celebes, für Saleyer, die Tigerinseln, Buton, und weiter für Lombok, Sumbawa und Flores. Erst darnach, in der jüngsten Vergangenheit, ist er weggesunken und damit wurde die Aufpressung der benachbarten Sedimentationsgebiete volumetrisch ausgeglichen. Vielleicht war er im Neogen noch durch einen (von Madura über Kangean nach dem Golf von Mandar reichenden) Sedimentationstrog vom Pululautzentrum geschieden. Doch besteht auch die Möglichkeit, dass er zusammen mit letzterem im Neogen ein einziges groszes Landgebiet gebildet hat, das Material lieferte für die neogenen Sedimentationströge seiner Umgebung.

Das Floreszentrum ist, was die darin vorkommenden Eruptiva betrifft, charakterisiert durch die Tendenz zur Differentiation in der Alkalirichtung. Im Javateil kennen wir die Alkalidifferentiate der jungpliocänen Intrusivstücke von Blatt 30 (Purwakarta) und Blatt 66 (Karangkobar)¹⁾, sowie die Leuzitgesteine des G. Lurus, Beser und Ringgit. Im Ostteil und seiner unmittelbaren Umgebung kommen Leuzit-Nephelingesteine im Südarm von Celebes, auf Saleyer und Djamprea, am Batutaravulkan (nordöstlich von Flores) und auf Nordsumbawa mit dem Vulkan Tambora vor. Allem Anschein nach hat man es hier mit einer ausgesprochenen Provinz von Alkaligesteinen zu tun. Diese lässt sich weiterverfolgen über das Pululautzentrum mit den Leuzitgesteinen von Mandar an der Westküste von Mittel-Celebes und das Schwellengebiet von Bawean und des Muriah mit ebensolchen Gesteinen bis nach Südostborneo. In Borneo sind allerdings die Herde der Alkalieruptiva bereits bis zu ihrer batholithischen Basis herab bloszgelegt (Alkaligranite²⁾), während innerhalb der jüngeren orogenen Zentren von Pululaut und Flores noch die Vulkankörper bewahrt, ja der Batutara und der Tambora im äussersten Osten selbst noch zu den tätigen Vulkanen zu zählen sind.

4. Das Bandazentrum. Wir haben hier das Beispiel des fröhreifen Entwicklungsstadiums eines Undationszyklus vor uns (vgl. u. a. „Magma- und Krustenundationen“ VIe Natuurwet. Congres, Bandoeng 1931, S. 650—651). Die älteren, paläozoischen und mesozoischen orogenetischen Zyklen in diesem Gebiet gehörten wahrscheinlich noch zu den zirkumaustralischen Gebirgsgürteln. Erst die Veränderungen, welche die tertiären geosynkinalen Senkungen in den allgemeinen Leitlinien zuwegbrachten, hatten zur Folge, dass der jungtertiäre Undationszyklus des Bandazentrums über das Floreszentrum dem System des alpinen Gebirgsstammes einverlebt wurde.

¹⁾ Vgl. „Verslag 1e kwartaal 1933 van den Dienst van den Mijnbouw“ Javasche Courant.

²⁾ Vgl. P. ESENWEIN: Die Eruptive-, Sediment- und Kontaktgesteine der Karimata-Inseln. Dienst van den Mijnbouw in Ned.-Indië. Wetensch. Meded. No. 24, 1933.

5. *Das Sincowezentrum*¹⁾). Dieses bildet einen Teil des Systems der Ostasiatischen Randbögen. Es stellt einen rückläufigen Zyklus dar, der nach Südostasien (das alte Sundaland) einwanderte. Die Hebung dieses Zentrums verursachte im Paläogen und ältesten Neogen ein rundum verlaufendes, das Aufsteigen volumetrisch ausgleichendes Sedimentationsgebiet. In dem randständigen Trog von Nordwestborneo (Serawak und Brunei) kamen ölführende Sedimente zur Ablagerung. Sie entstammen wie die des Südostborneotrogs vermutlich grösztenteils dem aufgestiegenen orogenen Zentrum. In der Folgezeit wurde die Serie durch Volltroggleitung gefaltet und schlieszlich dieses Senkungsgebiet emporgehoben, während das Sincowezentrum wieder wegsank. Das Ularbulugebirge dürfte die Mittelschwelle der Mesosynklinale von Nordwestborneo darstellen und ist mit dem Meratusgebirge von Südostborneo zu vergleichen.

6. *Das Suluzentrum*. Von dem Westteil desselben geht ein rückläufiger Zyklus aus, der in das Gebiet des etwas älteren Sincowezzyklus eindringt. Auf diese Überdeckung ist die sehr komplizierte tektonische Struktur am Nordende der Mesosynklinale von Nordwestborneo zurückzuführen. Es lassen sich hier bereits ein nicht vulkanischer Auszenbogen (Palawan-Kinabalu) und ein vulkanischer Innenbogen (Cagayan-sulu und Cuyo-Inseln) unterscheiden.

7. *Das Celebeszentrum*. Der von diesem Zentrum ausgehende, nordwestlich gerichtete Zyklus überdeckt den Suluzzyklus in ähnlicher Weise wie letzterer den Sincowezzyklus. Im Suluarchipel kann man einen nichtvulkanischen Auszenbogen unterscheiden, von denen jener über die Dentenschwelle, dieser über die Simpornaschwelle in das kratogene Gebiet von Borneo übergeht.

Vom Celebeszentrum läuft in östlicher Richtung in den Pazifischen Ocean ein Zyklus, der aus einem nicht vulkanischen Auszenbogen (Talaudinseln) und einem vulkanischen Innenbogen (Minahassa-Sangi-Inseln und Südwestmindenao) besteht. Im Norden vereinigt sich dieser Zyklus mit dem vom Suluzentrum ausgehenden im Philippinenbogen, der den Philippinentrog (Emdentief 10793 m) zur Vortiefe hat. Bei Manila vollzieht sich die Scharung mit dem Formosa-Luzon-Bogen.

Der vom Celebeszentrum aus wandernde Teil des Zyklus lässt sich weiter süd- und südwestwärts in den nichtvulkanischen Auszenbogen verfolgen, der über Majo und Tifare nach dem Ostarm von Celebes verläuft, und in den vulkanischen Innenbogen, der sich von Minahassa über den Una-Una-Vulkan nach Bolano erstreckt. Das Mittelstück des Nordarms von Celebes setzt sich teilweise aus einer sog. „Alten Andesitformation“ zusammen. Der Vulkanismus ist hier aber erloschen und der tätige vulkanische Innenbogen hat sich bereits nach den Togeaninseln mit Una-Una verschoben.

Näheres über die Geologie des Ostarms von Celebes erfahren wir von

¹⁾ Benannt nach einem der zahlreichen Riffe dieses Gebiets.

BENSCHOP-KOOLHOVEN (1929). Seine Befunde lassen sich nach der Undationstheorie vielleicht folgendermaßen deuten: Der Ostarm von Celebes war im Mesozoicum und Alttertiär die Vortiefe eines älteren Undationszyklus, der noch dem zirkumaustralischen Orogen angehörte und sich darum vermutlich vom Sulaarchipel in nordwestlicher Richtung ausbreitete. Nach Ablauf der sekundärtektonogenetischen Faltung der Sedimente in dieser älteren Vortiefe erfolgte die Erhebung zu einem nichtvulkanischen Auszenbogen (im Jungeocän und Oligocän). Im Aquitanien machte sich der Einfluss der allgemeinen geosynkinalen Senkung im Archipel geltend (Bebuluhrtransgression), aber der Ostarm von Celebes gerät im Burdigalien doch noch in das vulkanische Innenbogenstadium des älteren Zyklus. Infolge jener Senkung im Aquitanien hat sich jedoch in der heutigen Celebes-See ein neues orogenetisches Störungszentrum gebildet. Der sich von diesem ausbreitende Undationszyklus dringt südostwärts in das Gebiet des älteren, zum zirkumaustralischen Orogen gehörenden Undationszyklus ein. Der Ostarm wird dadurch im Mittelmiocän auf's neue zur Vortiefe, jetzt des neogenen, vom Celebeszentrum aus gehenden Zyklus. Diese Senkung verursachte alsdann in mittel- bis jungmiocäner Zeit eine kräftige, südlich gerichtete, sekundär-tektonogenetische Faltung mit Überschiebungen durch Freigleitung. Darauf vollzieht sich die Heraushebung zum nichtvulkanischen Auszenbogen des neuen Zyklus, während sich im Norden ein vulkanischer Innenbogen bildet, wovon die sog. „Bualemo-effusiva“ herstammen können. Weitere Oszillationen des Auszenbogens führen zur Abdämmung der Celebesmolasse (Pliocän) und zu deren schwacher Faltung (zum Teil nur Schiefstellung).

Der Banggai-Archipel stellt schon den Übergang zu dem semikratogenen Vorland (Sula-Inseln) dar, das nur dem älteren, zum zirkumaustralischen Orogen gehörenden Undationszyklus ausgesetzt war und in das der neogene, zum ostasiatischen Randbogen gehörende Zyklus noch nicht eingedrungen ist.

8. *Das Tarakanzentrum.* Dieses besteht nur aus einem Anbau des Celebeszentrums. Schon im Paläogen war es ein Gebiet starker Senkung. Auch durch die altneogene geosynklinale Absenkung kam es zur Wiederauflebung der Orogenese. Volltroggleitungen und Hebung hatten hier mehrere Discordanzen zur Folge. Im Süden wird dieses Zentrum von dem von Pululaut durch die Mangkalihatschwelle geschieden. Hier schart sich das System der ostasiatischen Randbögen mit dem alpinen Gebirgstamm. Da die Schwelle während des Neogens unter See lag, haben die asiatischen Carnivoren nicht weiter nach Osten vordringen können (Linie von WALLACE).

9. *Das Halmaherazentrum.* Wie schon in meiner letzten Mitteilung (1933 b) dargelegt wurde, ist das Halmaherazentrum als das Spiegelbild des Bismarckarchipels aufzufassen. Das sog. „Nördliche Wasserscheide-Gebirge“ in Neuguinea ist die Mittelschwelle der zwischen dem Schneegebirge und Melanesia gelegenen Mesosynklinale. Weiter westwärts

verbreitert sich diese Mesosynklinale, sodass sich hier statt einer einfachen Mittelschwelle ein selbstständiges orogenetisches Zentrum mit einem eigenen Zyklus von Mesoundationen entwickeln konnte. In Japan und auf den Schouteninseln kommt der kristalline Untergrund von Melanesia noch zutage und wird von offenbar recht mächtigem Neogen transgressiv überdeckt. An der West- und Südseite wird das Halmaherazentrum von einem vulkanischen Innenbogen umgeben, der sich über Westhalmahera-Ternate-Batjan-Kofian längs der Nordseite des Vogelkopfs bis in das Arfakgebirge hinein verfolgen lässt. Südärts läuft dieser Zyklus gegen die tertiäre zirkumaustralische Mittelschwelle (vgl. 1933 b), gegebenenfalls das Schneegebirge, tot. Im Westen dagegen bieten sich freiere Entwicklungsmöglichkeiten, sodass westlich des Vulkanbogens im Relief des Seebodens zwischen dem Talaudrücken und Halmahera noch die schwache Andeutung eines nicht vulkanischen Auszenbogens wahrzunehmen ist. An dieser Stelle scharen sich das System der ostasiatischen Randbögen und das jungtertiäre zirkumaustralische Orogen.

Zusammenfassung.

Während der neogenen orogenetischen Entwicklung des Malayischen Archipels fand in diesem Gebiet eine Scharung, teilweise Überdeckung der alpinen, ostasiatischen und zirkumaustralischen Gebirgssysteme statt. Seitdem erfolgt eine Verschmelzung und Verwachsung Asiens mit Australien. Diese von den asiatischen und australischen „Keimkernen“ ausgehende „Sammelkristallisation“ (BORN, 1932 S. 756—757) wird nach der Undationstheorie von Undationszyklen begleitet. Letztere sind eine Folge der Differentiation des gabbroidalen Salsima im Untergrund.

Die Differentiation des Stammagmas wird wiederholt angeregt und erneut in Gang gebracht durch geoundatorische und mesoundatorische Bewegungen, wodurch ein kompliziertes Bild entsteht von gröszeren und kleineren, sich gegenseitig überdeckenden, hindernden oder verstärkenden Undationszyklen.

Da bei fortschreitender Differentiation des Stammagmas sich die salische Kruste mehr und mehr verdickt, wird sie allmählich ihren orogenen Charakter verlieren und schlieszlich in ein kratogenes Gebiet übergehen, das den asiatischen mit dem australischen Kontinent verbindet.

ANGEFÜHRTE SCHRIFTEN.

- BEMMELLEN, R. W. VAN, 1932a: De Undatietheorie (hare afleiding en hare toepassing op het westelijk deel van den Soendaboog). English Summary. Natuurk. Tijdschrift v. Ned. Indië, 92, 1, 1932.
 _____ 1932b: Nadere inlichting der Undatietheorie. Ibidem, 92, 2, 1932.
 _____ 1933a: Versuch einer geotektonischen Analyse Südostasiens nach der Undationstheorie. Proc. Kon. Ak. v. Wetensch. Amsterdam, Sept. 1933.
 _____ 1933b: Versuch einer geotektonischen Analyse Australiens und der Südwest Pazifik nach der Undationstheorie. Ibidem October 1933.

- BORN, A., 1932: Der geologische Aufbau der Erde. Handb. der Geophysik. Bd. II, Lief. 2, Berlin 1932.
- HAAR, C. TER, 1933: Aanteekeningen over de sedimentpetrografie van Java. De Mijningenieur, 14, 8, 1933.
- HAARMANN, E., 1933: Die Zeitlichkeit der Erdkrustenbewegungen. N. Jahrb. f. Min. etc. Beil. Bd. 71, Abt. B, Stuttgart 1933.
- KOOLHOVEN, W. C. BENSCHOP 1929: Verslag over een verkenningsreis in de Oostarm van Celebes en den Banggai-archipel. Jaarb. Mijnw., Verh. 1929, p. 187—225.
- LEUPOLD, W. en VAN DER VLERK, I. M., 1931: „The Tertiary” in Leidsche Geol. Meded., Deel V, Feestbundel Martin, 1931, S. 611—648.
- RUTTEN, L. M. R., 1927: Voordrachten over de geologie van Ned. Indië. Utrecht 1927.
- UMBGROVE, J. H. F., 1932: Het Neogen in den Indischen Archipel. Tijdschrift v. h. Kon. Ned. Aardr. Gen., 49, 6, p. 769—843.
- ZWIERZYCKI, J., 1929: Geotektonische kaart van Ned. Oost Indie. Jaarb. Mijnw. Ned. Indië, Verh. 1929, p. 347—371.

Bandoeng, im September 1933.

Botany. — A Study of the dark colored Duramen of Ebony. By K. GRIFFIOEN. (Communicated by Prof. G. VAN ITERSON Jr.).

(Communicated at the meeting of October 28, 1933.)

The publication of my preliminary results is prompted by the announcement of Mr. WEDEKIND's paper on a similar subject at the "Herbsttagung der nordwestdeutschen Chemiedozenten" to be held at Cologne at the end of this month.

I made use of the powdered duramen of an Ebony-species (*Gjaja merah* = *Diospyros spec.*).

The analysis yielded the following results: moisture 7.75 %, ashes 0.6 %, cellulose 43.3 %, lignin (containing the coloring matter) 39.6 %, calculated on a dry basis.

A larger quantity of coloring matter was isolated in the following way. Treatment with $\frac{2}{3}$ n. *NaOH* yielded a dark brown fluid; concentrated hydrochloric acid gave a gelatinous precipitate in the filtrate. This precipitate was assembled by decantation and filtration, washed free from acid and slowly dried in air and with absolute ether. A brown amorphous powder was obtained, which had the following characteristics:

1. The powder was soluble in alkalies and trichloracetic acid, almost not soluble in ethylalcohol, insoluble in water, ether, and acids.
2. Fusion with potassium hydroxide yielded substances with a phenolic nucleus, such as phloroglucinol, pyrocatechol and protocatechuic acid.
3. By treating the powder with an alcoholic nitric acid mixture a nitro-compound was obtained. In a dry state it was a yellowish brown amorphous

powder, soluble in alcohol, acetone, glacial acetic acid, alkalies and in a one percent solution of sodium fluoride; it was insoluble in ether and benzene.

4. Elementary analysis gave: C 60.5 % and H 4.1 %.

5. It was observed that with acetyl bromide only a very small part of the brown matter may be dissolved.

All these properties agree with those of *ulmic acids*, as we meet them in the literature, and also with those of the ulmic acids isolated by me from brown coal and from "Kasseler Braun" (which consists for a great part of these acids).

Conclusion: A large part of the coloring matter of ebony wood consists of "*ulmic acids*".

Microchemical examination of sections of ebony wood convinced me that in this wood the transition of the alburnum into the duramen is accompanied by a transformation of lignin into ulmic substances.

The duramen of this wood contains brown ulmic acids within the medullary ray cells and within the wood parenchyma. The libriform fibres and the vessels of this part of the wood contain a black substance, insoluble in alkalies, only partly oxidisable by alcoholic nitric acid, which substance very probably may be regarded as to be decarboxilised ulmic acids ("huminen").

The alburnum does not contain these black ulmic substances.

On the other hand all the cell walls in the alburnum give very intensive lignin reactions, while these reactions are very feeble for the cell walls in the duramen. The latter give positive cellulose reactions.

These facts seem to indicate that the lignin in the cell walls of the alburnum is oxidised, and deposited within certain cells of the duramen. A part of this ulmic acid may be afterwards decarboxilised.

I may here refer to the investigations on the formation of ulmic substances in nature from dead plant material (the first stage of fossilification). This process seems to take place under the influence of microbes (see for instance W. GROSSKOPF, Ueber die Umwandlung des Lignins in Huminsäuren und Humine bei der Bildung von Humus und Braunkohlen aus Nadelholzresten, Brennstoff-Chemie 7, 293—299, 1926).

Also by this process ulmic substances — at first ulmic acid which afterwards may be decarboxilised — originate (partly or exclusively) from lignin.

Ulmification and fossilification seem to be analogous, if not identical processes and the case described seems the more curious as we meet here with ulmification in a probably sterile environment.

*Laboratory of Technical Botany of the
Technical University at Delft.*

Summer, 1933.

Mineralogy. — A Reaction for Beryllium in Minerals and Rocks. By
H. L. J. ZERMATTEN. (Communicated by Prof. J. VERSLUYS.)

(Communicated at the meeting of October 28, 1933.)

In the course of the qualitative *Al*-examination of some *Al*-containing minerals, according to the method described by FEIGL¹⁾, with Morin ($C_{15}H_{10}O_7 \cdot 2H_2O$), it appeared accidentally that this reagent also very well meets the demand of serving as a specific reaction for the determination of beryllium.

In a white Beryll $Be_3Al_2(SiO_3)_6$ from Limoges was tried to indicate *Al* according to the method mentioned above. The clear yellow-green fluorescent colour, which, however, appeared, was so strikingly different that a mistake in the course of the examination was thought of. It appeared, that the *Al*-containing solution was slightly basic, instead of being neutral or weakly acid as is prescribed²⁾.

After acidifying the bright green colour disappeared in order to change at the transition-point into the specific blue-green fluorescent colour of the Morin-alumina salt.

It was soon ascertained that this yellow-green fluorescence, which appeared in basic solution and completely disappeared after acidifying, has to be considered as dependent on the presence of Beryllium.

Consequently a specific method of determination for *Be* had been found, which so far had not yet been mentioned in literature and was worth a closer investigation.

The course of the examination for the presence of *Be* in minerals then can be described as follows.

The very finely powdered mineral is fused with $NaKCO_3$ to a bead on a magnesiaron of 1 m.m. diam. After fusing, this bead is stroken off in molten state into the hollow of a black drop-plate and powdered there with a small pestle. It is dissolved in 3 drops of $\frac{5}{1}$ N. HCl and after addition of one drop of a saturated methyl-alcohol solution of Morin, 4 drops of $\frac{5}{1}$ N. $NaOH$ produce a very clear yellow-green flurescence.

Upon acidifying drop by drop with $\frac{5}{1}$ N. HCl or 30 % acetic acid this colour disappears completely or changes into a blue-green fluorescence indicating the presence of alumina.

¹⁾ FRITZ FEIGL: "Qualitative Analyse mit Hilfe von Tüpfelreaktionen". Leipzig 1931. p. 218.

²⁾ F. P. TREADWELL: "Lehrbuch der Analytischen Chemie". 14te Auflage. Leipzig-Wien 1930, p. 119.

Colour :

On a white background	On a black background	
green-yellow	blue-green (acid solution)	<i>Al</i>
chromate-yellow	clear yellow-green (basic solution)	<i>Be</i>

The yellow-green fluorescent colour of *Be* is very similar to that of a solution of fluoresceine in a diluted base.

The following reactions were done with $Be(CO_3)_2$ (Merck, Darmstadt) while the limits of determination are also indicated with regard to this salt.

Limit of determination. 1 : 50.000 is visible in the hollow of a black drop-plate, containing about 1 cc. On dilution to 1 : 1.000.000 the yellow-green fluorescence is still visible in a layer of liquid of 20 c.m.

Beryllium may perhaps also be determined quantitatively colorimetrically by means of this reaction, if one starts from standard solutions of $BeCl_2$. However it has this disadvantage that after staying for some time the colour is no longer fluorescent, especially in very diluted solutions. A method, depending on this reaction which gives a fairly accurate determination has not yet been worked out completely.

It scarcely makes any difference whether *NaOH* or *KOH* is used as base (*NaOH* probably gives a somewhat brighter colour), nor whether an aethyl- or a methyl-alcohol solution of Morin. The chemically pure substances, containing the elements: *Al*, *Mg*, *Li*, *Ca*, *Sr*, *Ba*, *Ti*, *Zr*, *La*, *Dy*, *Ce*, *Yt* and *Th*, behave perfectly negatively according to the method described above. A few pneumatolytic rocks showed upon examination to have a distinct *Be* content.

It is beyond the scope of the author to trace the nature of the green fluorescence.

The discovered reaction is of importance for the solution of some mineralogical problems of present interest¹⁾ and may be useful in the metallurgy of the light-metals as a speedy method of quantitative determination for the presently much used beryllium.

University of Amsterdam, Geological Laboratory.

August 1933.

1) HENRY S. WASHINGTON: "Beryllium in Minerals and Rocks" American Mineralogist. Vol. 16, N°. 1, pp. 37—41. Jan. 1931.

**Anatomy. — Das Tränenbein der Papuas von Niederländisch-Neuguinea,
verglichen mit demjenigen der Holländer.** Von Prof. Dr.
J. P. KLEIWEG DE ZWAAN. (Communicated by Prof. M. W.
WOERDEMAN.)

(Communicated at the meeting of September 30, 1933.)

Im Jahre 1917 erschien eine Studie von H. B. GOETTSCH über das Tränenbein der Papuas¹⁾, in welcher zugleich eine Vergleichung mit dem Tränenbein der Holländer gemacht wurde. Jedoch war das Material, das GOETTSCH hierfür zur Verfügung stand, noch ziemlich gering; es umfaszte 53 Papua- und nur 29 holländische Schädel. Daher schien es mir von Bedeutung, die Resultate der GOETTSCH'schen Untersuchung an Hand eines gröszeren Materials, das in der anthropologischen Sammlung des Kön. Kolonial-Instituts in Amsterdam vorhanden ist, zu prüfen. Untersucht wurden von mir 89 Tränenbeine von Papuas aus dem Küstengebiet von Niederländisch-Neuguinea, in Hauptsache aus der Umgebung der Humboldtbai; dieses Material konnte ich mit einer ebensogroßen Anzahl holländischer Schädel aus dem Anatomischen Laboratorium in Amsterdam, die mir wohlwollend von dessen Leiter: Prof. Dr. M. W. WOERDEMAN, zur Verfügung gestellt wurden, vergleichen. Für dieses Entgegenkommen spreche ich meinem Kollegen WOERDEMAN hier meinen herzlichen Dank aus.

In seiner Studie über das Tränenbein der Papuas hat GOETTSCH u.a. auch die Erscheinung des völligen Fehlens des Tränenbeins behandelt, welche Abweichung von ihm nur bei 2 Schädeln beobachtet wurde. GOETTSCH wies darauf hin, dass die Möglichkeit des völligen Fehlens des Tränenbeins von einigen Anatomen und Anthropologen geleugnet oder wenigstens stark bezweifelt wird. Demgegenüber konstatierte er bei einem jungen Individuum und bei einem Schädel eines erwachsenen Papuas, bei welchem von irgendwelcher Nahtverwachsung durchaus keine Rede sein konnte, ein völliges Fehlen des Tränenbeins. In diesen Fällen konnte also eine Verwachsung des Tränenbeins mit den die Orbita umgebenden Knochen wohl ausgeschlossen werden. Weiter legte GOETTSCH sich die Frage vor, ob man bei Fehlen des Tränenbeins mit einer durchaus zufälligen Erscheinung ohne irgendeine besondere Bedeutung zu tun hat, die mit einer kompensierenden Vergrösserung der umgebenden Schädelknochen verbunden ist, oder ob es sich hierbei um eine Verdrängung des Tränenbeins durch die benachbarten Knochen der Augenhöhle handelt. Bei einer Reduktion des Tränenbeins konstatierte GOETTSCH diese meistens über das ganze Os lacrimale, d.h. sowohl in seinem vorderen Teile (Pars lacrimalis) als in seinem hinteren (Pars orbitalis). Die Reduktion der Pars lacrimalis kommt hauptsächlich durch die Vergrösserung des Os maxillare zustande, während diejenige der Pars orbitalis sowohl durch eine Vergrösserung des

¹⁾ H. B. GOETTSCH: Ueber das Os lacrimale an Papuaschädeln. Anatom. Anzeiger, Bd. 49, 1916/17.

Os planum als des Os frontale oder des Os maxillare verursacht werden kann. GOETTSCH kommt dann zu dem Schlusse, dassz das Fehlen des Tränenbeins durch die Vergröszerung des Planum orbitale, des Os maxillare und Os frontale oder durch eine Vergröszerung des Siebbeins und des Processus frontalis des Os maxillare herbeigeführt werden kann. Im ersten Falle entsteht eine horizontale Sutura fronto-maxillaris, im zweiten Falle eine vertikale Sutura ethmo-maxillaris. Eine teilweise Reduktion des Tränenbeins kann auch durch eine Fortsatzbildung der benachbarten Knochen der Orbita entstehen. Nach GOETTSCH soll die Reduktion des Os lacrimale infolge der Vergröszerung eines oder mehrerer umgebender Knochen bei den Papuas häufiger vorkommen als bei den Holländern. Er meint, dassz das Tränenbein der Papuas sowohl in seiner Form als in seiner Grösze variabler ist als dasjenige der Holländer.

Auch von mir wurden bei den Papuaschädeln mehr Variationen in der Form des Tränenbeins und häufiger eine allgemeine oder teilweise Reduktion dieses Knochens konstatiert als bei den holländischen Schädeln. Aber nur bei einem einzigen Papuaschädel fand ich ein völliges Fehlen des Tränenbeins. Bei diesem Schädel steht das Siebbein mit einem sehr schmalen Fortsatz mit dem Processus frontalis des Oberkiefers in Verbindung. Es wurde bei diesem Schädel keinerlei Verwachsung von Nähten bemerkt, sodasz das Fehlen des Tränenbeins nicht auf Nahtverwachsungen zurückgeführt werden kann. Bei den von mir untersuchten holländischen Schädeln fand ich dagegen keinen einzigen mit fehlendem Tränenbein.

Bei anderen Völkern ist diese seltene Abweichung auch wohl angetroffen worden. In dem Buche LE DOUBLE's: „Traité des Variations des Os de la Face de l'Homme“ findet man eine Angabe über das Vorkommen dieser Abweichung bei verschiedenen Völkern. Unter der Gesamtzahl aller auf diese Abweichung hin untersuchten Schädeln — es waren deren insgesamt 2021 — wurde das Fehlen des Tränenbeins bei 1.2 % dieser Schädel festgestellt. Es scheint, dassz das Tränenbein häufiger beiderseits fehlt als nur an einer Seite, und ferner, dasz, wenn dieser Knochen nur an einer Seite fehlt, das Tränenbein der andere Seite sehr wenig entwickelt ist. Wenn das Tränenbein fehlt, ist es in der Regel durch den Processus frontalis und die Pars orbitalis des Oberkiefers ersetzt. Seltener soll der Ersatz durch andere Knochen erfolgen, wofür in Betracht kommen: das Os planum, der Oberkiefer zusammen mit dem Os planum, der Oberkiefer, ein Teil des Os planum und Pars orbitalis des Os frontale oder schlieszlich der Oberkiefer und die Pars orbitalis des Stirnbeins.

Von EUGÈNE PITTARD wurde noch kürzlich ein fehlendes Tränenbein bei einigen Hottentotten, Buschmänner- und Griquas-Schädeln konstatiert¹⁾.

Von mir wurden mehrere beachtenswerte Variationen in der Form des

¹⁾ EUGÈNE PITTARD et RENÉE CHAPUISAT: Contribution à l'étude de la morphologie du lacrymal. Bulletin der Schweizerischen Gesellschaft für Anthropologie und Ethnologie. 9. Jahrgang, 1932/33.

Tränenbeins der Papuas und in dem Verhältnis dieses Knochens zu den umgebenden Orbitaknochen festgestellt. Es waren dies folgende Befunde:

1. Bei verschiedenen Schädeln war insbesondere der vordere Teil (die Pars lacrimalis) des Tränenbeins stark verschmälert, wodurch die Breite des Tränenbeins selbst nicht mehr als 3 mm betrug. Bei einer Anzahl Papuaschädeln stellte ich fest, dass neben einer Verschmälerung des vorderen Teiles des Tränenbeins eine Verbreiterung des Processus frontalis des Oberkiefers einherging.

2. Bei einigen Papuaschädeln fand ich einen auffallend langen Hamulus, der sogar mehr als $\frac{1}{2}$ cm lang sein konnte. In diesem Zusammenhange weise ich darauf hin, dass schon von GEGENBAUER darauf aufmerksam gemacht worden ist, dass der Hamulus des Tränenbeins sehr gross sein kann und dann einen Teil der Unterfläche der Orbita zu bilden vermag. Bei 120 Schädeln vermochte GEGENBAUER diese Abweichung 5 mal wahrzunehmen. MACALISTER konstatierte diese Abweichung bei nicht-europäischen Schädeln unter je 22 Schädeln einmal, bei europäischen Schädeln aber unter je 60 einmal. BIANCHI lenkte die Aufmerksamkeit auf die starke Entwicklung des Hamulus und der Crista lacrimalis bei peruanischen und asiatischen Schädeln hin.

3. Bisweilen läuft das Siebbein in seinem vorderen Teile scharf spitz zu und steht es mit seiner vorderen Spitze mit der Mitte der Crista lacrimalis in Verbindung. Dadurch wird die Pars orbitalis des Tränenbeins in einen oberen und einen unteren Teil verteilt:

ABB. I

LINKS



4. Bei vier Schädeln fand ich, dass das Siebbein nur durch einen sehr kleinen, an der Vorderseite befindlichen Fortsatz mit dem Hinterrande des Tränenbeins in Verbindung stand. Dadurch wird das Tränenbein an seiner Hinterseite bisweilen groszenteils von der Pars orbitalis des Oberkiefers und derjenigen des Stirnbeins begrenzt:

ABB. II

RECHTS



Wenn das Siebbein nur durch einen schmalen Ausläufer mit dem Tränenbein in Verbindung steht, kann es sein, dasz dieser schmale Fortsatz des Siebbeins an den oberen Teil des Hinterrandes des Tränenbeins anschlieszt. In diesem Falle wird das Tränenbein von hinten in Hauptsache von der Pars orbitalis des Oberkiefes begrenzt (I). Auch kann es vorkommen, dasz der schmale Fortsatz des Siebbeins gegen die Mitte des Hinterrandes des Tränenbeins stöszt. Dann wird also das Tränenbein an seiner Hinterseite groszenteils von der Pars orbitalis des Os frontale und der des Os maxillare begrenzt (II).

Endlich ist es möglich, dasz das Siebbein mit seinem schmalen Fortsatz den unteren Teil des Hinterrandes des Tränenbeins berührt, was zur Folge hat, dasz das Tränenbein an seiner Hinterseite zur Hauptsache von der Pars orbitalis des Os frontale begrenzt wird (III).

Untenstehende Abbildungen geben diese 3 Möglichkeiten wieder:

ABB. III

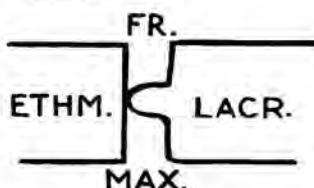
LINKS



5. Das Hinterteil des Tränenbeins hat einen kleinen Fortsatz, durch den es mit dem Siebhirn in Verbindung steht. Dadurch ist natürlich die Sutura ethmo-lacrimalis sehr kurz und wird das Tränenbein von hinten in Hauptsache von der Pars orbitalis des Oberkiefes und des Stirnbeins begrenzt. Diese Abweichung wurde von mir bei 5 Papuaschädeln bemerkt:

ABB. IV

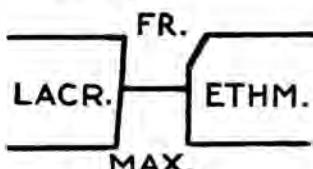
RECHTS



6. Das Tränenbein steht nicht mit dem Siebhirn in Verbindung. Zwischen Tränenbein und Siebhirn hat sich die Pars orbitalis des Oberkiefes und diejenige des Stirnbeins eingedrängt:

ABB. V

LINKS



7. Das Siebbein und das Tränenbein sind durch einen schmalen Knochenstreifen voneinander getrennt, der von der Pars orbitalis des Oberkiefers und diejenige des Stirnbeins gebildet wird. In der Mitte dieses schmalen Knochenstreifens liegt ein kleines quadratisches Knöchelchen, das an seiner Hinterseite mit dem Ethmoid und an seiner Vorderseite mit dem Tränenbein in Verbindung steht:

ABB. VI

RECHTS



Bei den holländischen Schädeln wurden, wie gesagt, viel weniger häufig von mir Variationen in der Form des Tränenbeins konstatiert. Wohl überraschte mich aber bei diesen Schädeln das ziemlich häufige Vorkommen (nämlich bei 7 von den 89 Schädeln) eines sehr flachen Tränenbeins, bei welchem die Crista lacrimalis nahezu ganz fehlte. Nach LE DOUBLE (*Traité des variations des Os de la Face de l'Homme*) soll das Vorkommen eines flachen Tränenbeins, bei welchem die Pars orbitalis und die Pars lacrimalis ziemlich in derselben Ebene liegen und nicht scharf voneinander durch eine Crista lacrimalis getrennt sind, selten sein. Diese Abweichung soll besonders bei alten Leuten festgestellt sein. —

Die folgenden Dimensionen und Indices wurden von mir bestimmt:

I. Die Breite des Tränenbeins, d.h. die Entfernung von der Mitte der Sutura lacrimo-ethmoidalis bis zur Mitte der Sutura lacrimo-maxillaris verticalis. Als Durchschnitt für diesen Abstand fand ich bei den Papuas 0.92 cm; das Minimum beträgt 0.4 cm und das Maximum 1.3 cm. Bei den holländischen Schädeln fand ich für diese Ausdehnung im Durchschnitt 1.01 cm; das Minimum beträgt ebenfalls 0.4 cm, der Maximumwert aber 1.5 cm. Der Gipfel der Kurve liegt bei den holländischen Schädeln bei 1.1 cm. Es zeigt sich also, dass die Breite des Tränenbeins der holländischen Schädel diejenige der Papuaschädel übertrifft. Der Unterschied ist nämlich $0.09 \pm 3 \times 0.02$, also statistisch sicher.

Tränenbein-Breite	Papuas	Holländer
Durchschnitt	$0.92 \text{ cm} \pm 3 \times 0.02$	$1.01 \text{ cm} \pm 3 \times 0.01$
Minimum	0.4 "	0.4 "
Maximum	1.3 "	1.5 "

Die Minimumwerte unterscheiden sich nicht bei diesen beiden Schädelgruppen; dagegen ist der Maximumwert bei der holländischen Gruppe grösser als bei den Papuaschädeln.

Auch GOETTSCH fand die Breite des Tränenbeins der Holländer durchschnittlich grösser als bei den Papuas. Für die Papua-Gruppe fand er als

mittlere Tränenbeinbreite 0.85 cm (Variationsbreite 0.4—1.4 cm) und für die holländischen Schädel 1.0 cm (0.6—1.4 cm). Diese von GOETTSCH gefundenen Werte stimmen also auffallend mit den von mir festgestellten überein.

II. Die Höhe des Tränenbeins, d.h. die Senkrechte auf der Kreuzung der Tränenbeinbreite mit der Crista lacrimalis posterior.

Bei den Papuas fand ich als mittlere Tränenbeinhöhe 1.48 cm. Der Minimumwert beträgt 1.1 cm, der Maximumwert 1.9 cm. Der Gipfel der Kurve liegt bei 1.5 cm.

Für die holländische Schädelgruppe fand ich als Durchschnitt 1.64 cm, als Minimumwert 1.4 cm, als Maximumwert 2.1 cm. Der Gipfel der Kurve liegt bei dieser Schädelgruppe bei 1.6 cm.

Tränenbeinhöhe	Papuas	Holländer
Durchschnitt	1.48 cm \pm 3 \times 0.02	1.64 cm \pm 3 \times 0.01
Minimum	1.1 "	1.4 "
Maximum	1.9 "	2.1 "

Der Unterschied ist $0.16 \pm 3 \times 0.02$.

Es zeigt sich also, dasz auch die Höhe des Tränenbeins bei den Holländern grösser als bei den Papuas ist. Dies gilt sowohl für das Minimum als für das Maximum.

GOETTSCH fand ebenfalls die Höhe des holländischen Tränenbeins grösser als diejenige des papuanischen. Für das erstere fand er eine mittlere Höhe von 1.69 cm (Minimum 1.4 cm; Maximum 2.05 cm) und für das letztere eine solche von 1.42 cm (Minimum 0.85 cm; Maximum 1.8 cm). Auch diese Werte stehen also den von mir gefundenen sehr nahe.

Ebenso wie GOETTSCH fand ich also das Tränenbein der Holländer breiter und höher als dasjenige der Papuas.

Nach den Untersuchungen, die bis heute über die Grösze des Tränenbeins angestellt sind, scheint man wohl annehmen zu dürfen, dasz dieser Knochen bei den Negern und Melanesiern sehr klein ist, während er bei Europäern und Ägyptern grosz und langgestreckt und mehr nach dem Orbitarand hingeschoben ist. Bei den Mongolen ist das Tränenbein wieder etwas breiter und zugleich tiefer nach hinten gelegen als bei den Europäern. Jedoch scheinen alle diese Unterschiede nur einen sehr geringen Einfluss auf die allgemeine Form der Orbita zu haben (RUDOLF MARTIN).

III. Der Breiten-Höhen-Index.

Für diesen Index fand ich bei den Papuas im Mittel 62.50, mit extremen Werten 25.00 und 92.31. Die äuszersten Werte divergieren also sehr stark, welcher Umstand hauptsächlich den groszen Unterschieden in der Breitenausdehnung zugeschrieben werden musz.

Bei den holländischen Schädeln fand ich als mittleren Index 61.93, mit einer Variationsbreite von 28.57—86.67.

Breiten-Höhen-Index	Papuas	Holländer
Durchschnitt	62.50	61.93
Minimum	25.00	28.57
Maximum	92.31	86.67

Dieser Index weicht also nur wenig bei Papuas und Holländern ab; statistisch ist kein Unterschied, was wohl darauf zurückzuführen ist, dass sowohl die Breite als die Höhe des Tränenbeins bei den Papuas kleiner ist als bei den Holländern.

GOETTSCH fand als mittleren Index bei den Papuas 60.67 und bei den Holländern 60.88, also ebenfalls Werte, die nahezu nicht von einander abweichen und zugleich wieder sehr mit den Werten übereinstimmen, die ich für beide Schädelgruppen bestimmte.

IV. Die Höhe der Sutura ethmoideo-lacrimalis.

Für diese Ausdehnung fand ich bei den Papuaschädeln im Mittel 0.7 cm als Minimumwert 0.1 cm und als Maximum 1.4 cm. Bei den holländischen Schädeln fand ich als Durchschnitt 1.09 cm, als Minimum 0.7 cm und als Maximum 1.5 cm. Nach Angabe RUDOLF MARTIN's ist die Sutura ethmoidolacrimalis am kleinsten bei den Weddas (SARASIN), Australiern und Melanesiern, am grössten bei Europäern (REGNAULT, WOLFF).

REGNAULT¹⁾ gibt die folgende Tabelle über die Höhe des Tränenbeins und der Sutura ethmoideo-lacrimalis bei verschiedenen Völkern:

Völkerchaften	Anzahl Schädel	Höhe des Tränenbeins	Höhe der Sutura ethmoid. lacrim.
Chinesen	18	17.0 mm	10.9 mm
Anamiten	9	16.5 "	9.7 "
Malaien und Javaner . .	23	16.4 "	9.4 "
Venezuelaner	21	15.4 "	8.6 "
Botokuden	4	16.0 "	10.8 "
Basken	12	15.7 "	10.9 "
Auvergnaten	14	16.8 "	10.3 "
Magyaren	17	17.3 "	11.1 "
Rumänen	16	16.3 "	10.4 "
Neger von Mozambique .	15	14.5 "	10.4 "
Neger	18	15.6 "	11.3 "
Neger	25	15.4 "	10.2 "
Hottentotten, Namaquas .	9	13.0 "	9.4 "
Australier	24	15.8 "	7.4 "
Neu-Caledonier	17	14.5 "	5.8 "
Bewohner der Neu-Hebriden	14	15.1 "	5.2 "
Tahitianer	10	15.3 "	7.5 "
Mikrocephale	8	14.0 "	9.7 "

¹⁾ Bulletin de la Société d'Anthropologie, 1894. S. 418.

Man sieht also, dass die Anzahl der Schädel, bei welchen derartige Untersuchungen angestellt wurden, noch sehr gering ist. REGNAULT kommt dann zu folgenden Schlüssen:

1. Das Tränenbein ist bei den Negern kleiner als bei den Weiszen.
2. Die Sutura ethmoideo-lacrimalis ist am längsten bei der weissen Rasse.
3. Die Sutura ethmoideo-lacrimalis ist kleiner bei der gelben Rasse.
4. Sie erreicht ihren kleinsten Wert bei den Australiern, Papuas, Neu-Caledoniern und den Bewohnern der Neuen Hebriden.

Wenn ich meine Befunde betreffs der Länge der Sutura ethmoideo-lacrimalis bei den Papuaschädeln mit denjenigen der holländischen Schädeln vergleiche, finde ich Folgendes:

Höhe der Sut. ethm. lacr.	Papua-Schädel	Holländ.-Schädel
Durchschnitt . . .	0.7 cm $\pm 3 \times 0.03$	1.09 cm $\pm 3 \times 0.01$
Minimum	0.1 "	0.7 "
Maximum	1.4 "	1.5 "

Der Unterschied ist $0.39 \pm 3 \times 0.03$, also sehr bedeutend.

Auch diese Ausdehnung erweist sich also wieder bei den holländischen Schädeln als gröszer denn bei den Papuaschädeln; besonders die Minimumswerte weichen stark voneinander ab. GOETTSCH fand bei seinen Papuaschädeln als Mittelwert 0.65 cm (0.0—1.05 cm) und bei den holländischen Schädeln 1.07 cm (0.6—1.65 cm), ebenfalls also einen deutlich gröszeren Wert bei den letzteren. In den Mittelwerten fand er einen Unterschied bei beiden Gruppen von 0.42 cm, während ich einen Unterschied von 0.39 cm konstatierte. Die von GOETTSCH für diese Ausdehnung gefundenen Werte stimmen wieder merkwürdig mit den von mir gefundenen Ziffern überein.

V. Die Höhe des Os planum.

Dies ist die Entfernung zwischen den Suturae ethmoideo-maxillaris und ethmoideo-frontalis, dicht hinter dem Foramen ethmoidale anterius gemessen. Bei den Papuaschädeln fand ich als Mittelwert für diese Ausdehnung 1.12 cm (0.7—1.5 cm), bei den holländischen Schädeln 1.3 cm (1.0—1.8 cm).

Höhe des Os planum	Papua-Schädel	Holländische Schädel
Durchschnitt	1.12 cm $\pm 3 \times 0.01$	1.38 cm $\pm 3 \times 0.01$
Minimum	0.7 "	1.0 "
Maximum	1.5 "	1.8 "

Der Unterschied ist $0.26 \pm 3 \times 0.02$.

Diese Ausdehnung erweist sich also auch wieder bei den holländischen Schädeln als gröszer denn bei den Papuaschädeln; sowohl der Minimum- als der Maximumwert ist bei den holländischen Schädeln gröszer.

GOETTSCH fand ebenfalls die Höhe des Os planum bei den Papuas kleiner als bei den Holländern. Als Durchschnittswert fand er bei den Papuas 1.14 cm und bei den Holländern 1.35 cm. Diese Werte stimmen also auch wieder mit den von mir gefundenen sehr stark überein.

Ebenso wie GOETTSCH fand ich das Tränenbein in der Regel höher als das Os planum. Die Höhe des ersteren betrug bei den Papuas nämlich 1.48 cm gegenüber einer Höhe des Os planum von nur 1.12 cm, während bei den Holländern diese Werte bzw. 1.64 cm und 1.3 cm betrugen. Bei meinen Papuaschädeln traf ich nur 5 an, bei denen das Tränenbein etwas höher als das Os planum war, während das Tränenbein nur bei 2 Papuaschädeln etwas niedriger als das Os planum befunden wurde. Bei den holländischen Schädeln traf ich bei 7 Schädeln ein Tränenbein an, das eben so hoch war wie das Os planum und bei 2 Schädeln ein solches, das niedriger als das Os planum war.

Ferner habe ich noch verfolgt, wie es um das Verhältnis der Höhe des Tränenbeins zu derjenigen des Orbita-Einganges bestellt ist. Als Höhe des Orbita-Einganges habe ich die Senkrechte bestimmt, welche auf der Mitte der Linie steht, die vom Kreuzpunkt der Crista lacrimalis mit der Sutura fronto-lacrimalis bis zu dem am weitesten davon entfernten Punkt des äusseren Augenrandes reicht. Diese Senkrechte wurde bis zu den Punkten gemessen, wo sie den oberen und den unteren Rand der Orbita berührt.

Als mittlere Höhe der Orbita fand ich bei den Papuas 3.3 cm (2.8 cm—3.8 cm); bei den Holländern fand ich als Durchschnittswert 3.52 cm (Variationsbreite: 2.9—4.0 cm).

Orbita-Höhe	Papua	Holländer
Durchschnitt . . .	3.31 cm \pm 3 \times 0.2	3.44 cm \pm 3 \times 0.02
Minimum . . .	2.8 "	2.9 "
Maximum . . .	3.8 "	4.0 "

Der Unterschied ist $0.13 \pm 3 \times 0.03$.

Auch diese Höhe wurde also bei den holländischen Schädeln grösser befunden als bei den Papuaschädeln.

GOETTSCH fand ebenfalls bei den holländischen Schädeln einen etwas höheren Durchschnitt als bei den Papuaschädeln. Für die Holländer gibt er einen Mittelwert von 4.0 cm und für die Papuas von 3.8 cm an. Er teilt jedoch nicht mit, auf welche Weise die Orbitahöhe von ihm bestimmt wurde; ich kann also seine Resultate nicht mit den meinigen vergleichen.

Im allgemeinen fand GOETTSCH, dass die Höhe des Tränenbeins und des Os planum bei höheren Orbitae zunimmt, wenn auch keine bestimmte Korrelation zwischen den Höhen des Tränenbeins und des Os planum einerseits und des Orbita-Einganges anderseits festgestellt werden konnte.

Betreffs dieses Verhältnisses gibt er die folgende Übersicht für die von ihm untersuchten Papuaschädel:

Höhe der Orbita	Höhe des Tränenbeins	Höhe des Os planum
29 — 29.5 mm	10.5 — 14.5 mm	9 — 11.5 mm
31 mm	12 — 15 "	8.5 — 12.5 "
33 "	8.5 — 16 "	10 — 16 "
35 "	14 — 18 "	11 — 14 "

Um dieses Verhältnis bei meinen papuanischen und holländischen Schädeln zu ermitteln, habe ich die Höhe des Tränenbeins und des Os planum bestimmt, und zwar bei einer Orbitahöhe bis einschließlich zu 3.3 cm, bei einer Orbitahöhe von 3.4 cm bis einschließlich 3.5 cm und schließlich bei einer Orbitahöhe von 3.6 cm und mehr:

Papua-Schädel	Höhe des Tränenbeins	Höhe des Os planum.
Orbitahöhe bis inkl. 3.3 cm	1.4 cm	1.1 cm
" 3.4 " " 3.5 "	1.5 "	1.1 "
" 3.6 cm	1.6 "	1.1 "

Ich fand also, dasz die Höhe des Tränenbeins mit einer zunehmenden Orbitahöhe nur wenig gröszer wird, während in der Höhe des Os planum bei zunehmender Orbitahöhe durchaus keine Unterschiede konstatiert wurden.

Für die holländischen Schädel fand ich die folgenden Verhältnisse :

Holländische Schädel	Höhe des Tränenbeins	Höhe des Os planum.
Orbitahöhe bis inkl. 3.3 cm	1.6 cm	1.3 cm
" 3.4 " " 3.5 "	1.7 "	1.4 "
" 3.6 cm	1.7 "	1.4 "

Auch bei diesen Schädeln fand ich somit kaum einige Unterschiede in der Höhe des Tränenbeins und des Os planum bei zunehmender Orbitahöhe. Wohl aber zeigt sich, dasz bei allen drei Gruppen von Orbitahöhe sowohl die Höhe des Tränenbeins als diejenige des Os planum bei den holländischen Schädeln gröszer ist als bei den Papuaschädeln. —

Zusammenfassend komme ich an Hand eines gröszeren Schädelmaterials, als von GOETTSCH untersucht wurde, zu den folgenden Schlüssen :

1. dasz die von mir erhaltenen Untersuchungsergebnisse sowohl bei den Papua-Schädeln wie bei den holländischen Schädeln auffallend mit den von GOETTSCH erzielten übereinstimmen.
2. dasz Variationen in der Form des Tränenbeins bei den Papuas häufiger als bei den Holländern vorkommen. Die am meisten vorkommenden Variationen wurden von mir angegeben.
3. Sowohl die Höhen- als die Breitenausdehnung des Tränenbeins ist bei den Papuas kleiner als bei den Holländern.
4. Die Orbitahöhe ist ebenfalls bei den Papuas kleiner als bei den Holländern.
5. Ich fand keine deutliche Zunahme der Höhe des Tränenbeins und des Os planum bei einer zunehmenden Orbitahöhe.

Anatomy.—*The Septa in the Ventricle of the Heart of Varanus komodoensis.* By ADRIANA G. VORSTMAN. (Communicated by Prof. M. W. WOERDEMAN.)

(Communicated at the meeting of September 30, 1933.)

To amplify the evidence concerning the septa in the ventricle of the reptilian heart presented in a paper published in the periodical of the Dutch Zoological Society (J. E. LEENE and A. G. VORSTMAN 1930) I had the opportunity of examining the heart of *Varanus komodoensis*. Two hearts were at my disposal, both from specimens that died in the gardens of the Royal Zoological Society "Natura Artis Magistra" at Amsterdam in 1926 and 1931 of a length of 1.30 and 1.08 m respectively without the tail.

Fig. 1 shows the heart of the specimen of 1.08 m length cut transversely into two at about $\frac{2}{3}$ of the length of the ventricle from its apex. The upper picture presents the ventricle as seen from behind, the lower one as seen from in front. These transverse sections show the same relations, which until now I saw clearly, only in some hearts of snakes, viz. the presence of two incomplete septa, standing more or less perpendicularly to one another. One of these is the horizontal septum, the "Muskelleiste" of GREIL, which separates the ventricle into a dorsal and a ventral part, the other the vertical septum which separates the dorsal ventricle into a left and a right part. The vertical septum stops in the cranial direction, so that in the cranial part of the ventricle the left and right parts of the dorsal ventricle are still in communication. As likewise the horizontal septum or "Muskelleiste" is not complete, but has a free edge in the cranial part of the ventricle, over which its dorsal and ventral parts are in communication, we have a space, which is divided but imperfectly into three parts by the two septa. In the cranial part of the ventricle these three parts communicate with each other on account of the incompleteness of the septa. In the upper picture a bristle marks the place, where the vertical septum ends in the cranial direction, and where the communication between the right and left parts of the dorsal ventricle still exists. The valvulae atrioventriculares are to be seen on either side of the vertical septum.

The hearts of the *Boa constrictor* as well as *Eunectes murinus* and *Python reticulatus* exhibit more or less the same peculiar division of the ventricle by two prependicular septa. The relations in *Python reticulatus* may serve as an example (fig. 2). Here also the ventricle is opened by a transverse cut at about $\frac{2}{3}$ of its length from the apex, while likewise a bristle indicates the end of the vertical septum in the cranial part of the ventricle. GOODRICH 1930, fig. 569 A, gives a section through the heart of

Python molurus, which demonstrates the two perpendicular septa too, the vertical septum marked *d v s.* the horizontal *m s.*

Whether any systematic value can be attached to the presence or absence of a vertical septum in the dorsal part of the reptilian ventricle, cannot be asserted before more species representing all subdivisions of the group have been investigated in this respect. It is possible that the greater prominence of the vertical septum in snakes, as compared with *Chelone mydas*, where this septum is already present as a slight indication (GOODRICH 1919) may be partly attributed to the elongated shape of the ophidian ventricle.

By the courtesy of Mr. L. D. BRONGERSMA I was able to inspect the hearts of different species of the genus *Varanus*, viz., *griseus*, *indicus*, *niloticus*, *exanthematicus* *albigularis* and *varius*, which came from specimens of the Zool. Museum, preserved in toto in alcohol. Unfortunately these hearts were not all of them well enough preserved to allow of an opinion concerning the separation in the dorsal part of the ventricle. I have also examined some hearts of *Varanus salvator*, belonging to the collection of the Zool. laboratory of the University of Amsterdam, and on the base of all this material I am inclined to believe that a more or less pronounced separation of the dorsal ventricle into a left and a right part, in addition to a more spongy trabecular structure, is of general occurrence in the genus *Varanus*.

GREIL (1903, Taf. VIII, figures 4—9) has already given a series of pictures of transverse sections through the ventricle of the heart of *Varanus griseus* (cf. fig. 3 after GREIL's figures 4—9 of transverse sections following each other from cranial to caudal direction). These figures can also serve to get an impression of the state of affairs encountered in the heart of *Varanus salvator*.

It suggests a false idea of the relations in the dorsal part of the ventricle of *Varanus griseus* to select only fig. 9 out of the series given by GREIL, as BENNINGHOFF has done in the "Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere" 1933, p. 508, Fig. 365B "nach einer Abbildung von GREIL".

Since the vertical separation of the dorsal part of the ventricle shows a wide range of variation in the genus *Varanus*, I am not inclined to the opinion that *Varanus komodoensis* occupies a special position among the Varanidae, although in the latter the vertical septum is more pronounced than in the other species. Notwithstanding that it seems to me worthwhile to point out, that the heart of *Varanus komodoensis* as regards the septa resembles the ophidian heart in having a distinct vertical septum, that goes rather high up in cranial direction. This resemblance may perhaps go to support the idea of CAMP 1923, p. 313: "That the snakes appear to have arisen from anguimorphid, grass-living lizards", and p. 359: "I can not regard the serpents as anything but highly modified anguimorphine lizards near the platynoid stock. The detailed hemipenial resemblances in addition to similar characters in the vertebrae, skull, teeth, and tongue in Varanids

ADRIANA G. VORSTMAN: THE SEPTA IN THE VENTRICLE OF THE
HEART OF *VARANUS KOMODOENSIS*.

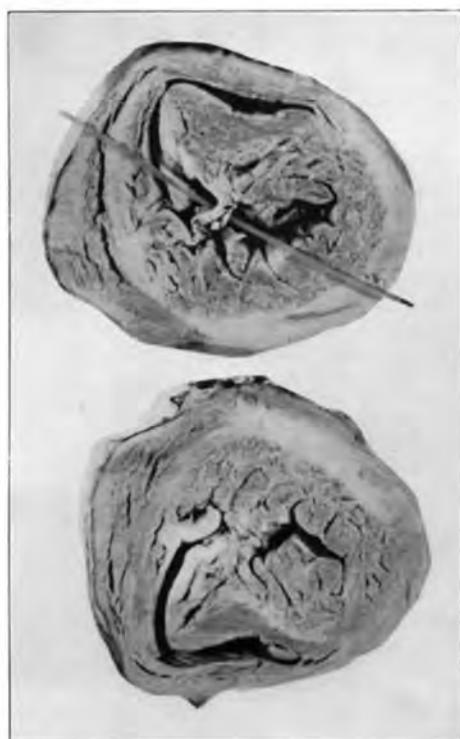


Fig. 1.



Fig. 2.

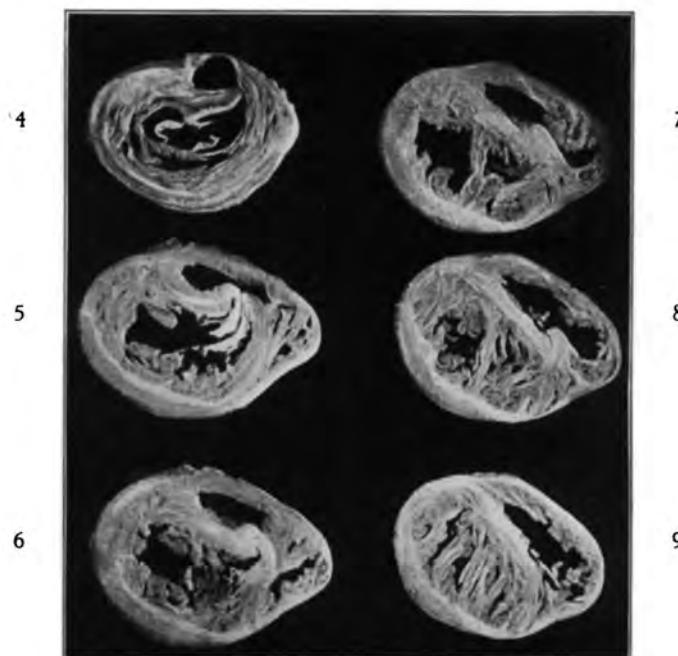


Fig. 3.

and ophidians, the similar reductions of the body segments in certain autarchoglossids and in the serpents, and the details of the throat musculature would seem to preclude any possibility of convergence, especially since many characters, separating the lizards and true snakes are not much beyond the range of differences found among certain snakelike lizards."

Zoological laboratory Amsterdam.

May 1933.

EXPLANATION OF THE FIGURES.

Figs 1 and 2 show transverse sections through the hearts of *Varanus komodoensis* and *Python reticulatus* respectively. The sections are made through the ventricle on about $\frac{2}{3}$ of the length from the apex. In the upper figure the ventricle is seen from behind, in the lower one from in front. The bristle marks the place where the vertical septum ends in the cranial direction. In *Varanus komodoensis* the valvulae atrio-ventriculares are to be seen in the cranial part of the heart on either side of the vertical septum.

Fig. 3 (after GREIL, Taf. VIII, figures 4—9) gives a series of transverse sections through the ventricle of *Varanus griseus*, following each other from in front backwards sections nr. 7 and 8 show the vertical septum in the dorsal part of the ventricle, which stops in section nr. 6. Nr. 4 is a section in which parts of the valvulae atrio-ventriculares are cut.

LITERATURE CITED.

- BENNINGHOFF, A. 1933. Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere ; herausgegeben von L. BOLK, E. GÖPPERT, E. KALLIUS, W. LUBOSCH, 6e Band, p. 467—556, Gefäßsystem (Herz).
- CAMP, C. L. 1923. Classification of the Lizards. Bulletin of American Museum of Natural History, Vol. XLVIII, p. 289—482.
- GREIL, A. 1903. Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Herzens und des Truncus arteriosus der Wirbelthiere. Morphologisches Jahrbuch, Bd. 31, p. 123—310.
- GOODRICH, E. S. 1919. Note on the Reptilian Heart. Journal of Anatomy, Vol. 53.
1930. Studies on the structure and Development of Vertebrates.
- LEENE, J. E. and VORSTMAN, A. G. 1930. Note on the Structure of the Heart of *Varanus* as compared with other reptilian Hearts. Tijdschrift der Ned. Dierkundige Vereeniging, 3e Serie, Deel II, afl. 2.

Zoology. — *Ueber Cassiopea ndrosia Ag. + May. aus den australischen Gewässern.* Von G. STIASNY. 's Rijks Museum van Natuurlijke Historie, Leiden. (Communicated by Prof. H. J. JORDAN.)

(Communicated at the meeting of September 30, 1933.)

Ende April erhielt ich vom Australian Museum, Sydney, folgenden Brief d. do. 9. März 1933 :we have to-day despatched one box containing 2 specimens of Medusae from Hayman Island, Whitsunday Group, Queensland, collected on a tidal flat by Mr. F. A. Mc. NEILL in January 1933, which are forwarded for examination and determination.

"It was resting in an inverted position on the sand with tentacles outstretched, simulating a sea-anemone. When disturbed the animal employed the normal swimming motion of the umbrella to regain the restful inverted position. Local residents claim that the medusa commonly frequents the quiet waters of tidal creeks on the mainland, but it is new to the Australian Museum".

Diese biologischen Bemerkungen waren schon aus dem Grunde interessant, weil sich daraus allein bereits mit Sicherheit schliessen lassen konnte, dass es sich bei den fraglichen Exemplaren um Angehörige des Genus *Cassiopea* handeln müsse. Denn Rückenlage der adulten Exemplare mit den Mundarmen nach oben, der Exumbrella (als „Saugscheibe“) nach abwärts, ist für dieses cosmopolitische Genus characteristisch. (BIGELOW, 1900, *Cassiopea xamachana*, Westindien; AGASSIZ und MAYER, 1898, *C. ndrosia*, Fidji-Inseln; BRANDT und MERTENS, 1828, *C. mertensii*, Carolinen; MAAS, Siboga-Report, 1903; KELLER, 1883, *C. polypoides*, Rotes Meer; MAYER, 1910; KRUMBACH, 1925.) „Indeed its appearance reminded far more of an Actinian than of a Medusa“ AGASSIZ und MAYER, 1898, p. 176).

Das einzige Bedenken war, dass es sich dabei offenbar um eine in den australischen Flussniederungen sehr häufig vorkommende Meduse handeln müsse, während bisher nur ganz vereinzelte Exemplare verschiedener Arten dieses Genus in den australischen Gewässern nachgewiesen sind. So gibt HAECKEL (1879, p. 571) bei der Species *ornata* als Fundort „Australien“ an und ich (1931, p. 140) habe in der Rhizostomeen-Sammlung des British Museum in London nur ein Exemplar von *C. andromeda* vom Great Barrier Reef, drei andere von den Low Islands, off Port Douglas, N. Queensland, nachweisen können.

Als nun die Exemplare einige Wochen später in meine Hände kamen, ergab sich auf dem ersten Blick die Richtigkeit der Annahme. Es galt nun die Species zu bestimmen — eine bei dem gegenwärtigen trostlosen Stande der Systematik dieses „arten“-reichen Genus keineswegs leichte Aufgabe. Darüber ist bereits soviel geschrieben worden, dass ich hier nicht weiter darauf eingehen will und auf meine Ausführungen (1921, p. 88) verweise.

Die beiden vorliegenden Exemplare stimmen mit keiner der bisher beschriebenen Species genau überein, doch zeigen sie bei allen Abweichungen immerhin noch die grösste Aehnlichkeit mit der von den nicht sehr weit entfernten Fidji-Inseln bekannten *C. ndrosia* AGASSIZ und MAYER, so dass ich keinen Anstand nehme, sie mit dieser Art zu identifizieren. Neue Arten des Genus *Cassiopea* aufzustellen — nichts leichter als das — hat bei der notorischen grossen Variationsbreite der Arten und dem Versagen aller Merkmale nach meiner Ansicht keinen Sinn. Besser scheint es mir, Formen von neuen Fundorten genau zu beschreiben und mit den bisher bekannten Formen zu vergleichen. Wahrscheinlich ist das eine Exemplar im British Museum „Nº. 1 Great Barrier Reef. Exp., West Side of Mangrove, Low Island, 70 mm breit, grau-blau; mit Zottenrosette im Centrum

der Armscheibe und vielen kleinen Kolbenblasen" (1931, p. 140) auch mit den vorl. Exemplaren identisch.

Eines davon wurde an das Australische Museum, Sydney, zurückgesandt, das andere befindet sich in der Sammlung des Rijks-Museum van Natuurlijke Historie in Leiden.

Beide Exemplare sind in bestem Erhaltungszustande, das eine nur ganz leicht am Rande beschädigt.

CASSIOPEA NDROSEA AGASSIZ und MAYER.

2 Specimens, Hayman Islands Whitsunday Group, Queensland.
coll. by F. A. MAC. NEILL on a tidal flat, January 1933. Invent.
No. 427.

Grösse: 92 und 105 mm Scheibendurchmesser (Randläppchen nach abwärts).

Exumbrella: flachgewölbt. Im Centrum der Exumbrella ist eine etwas erhöhte flache Scheibe mit unregelmässig verlaufenden radiären Furchen. Rings um die apikale Scheibe ist die Exumbrella etwas eingesenkt, ganz glatt und steigt allmählich an zu dem peripher gelegenen schmalen Ringwulst. In AGASSIZ und MAYERs Beschreibung wird ein solcher nicht erwähnt, ist auch nicht in den schönen Abbildungen Pl. 14 fig. 45 und 46 dargestellt. Er wurde wahrscheinlich nur übersehen, wie dies auch z. B. seitens MAAS bei *C. andromeda va. malayensis* geschah, wo er bei Nachuntersuchung der Typenexemplare nachgewiesen werden konnte (ich. 1921, p. 86). Am Rande der Scheibe zwischen den Randläppchen kurze seichte Gallertfurchen, die zu beiden Seiten der Rhopalien liegenden etwas tiefer und länger, wodurch das schwierige Zählen der ganz schwach eingekerbten Velarläppchen etwas erleichtert wird. Die schmale Zone ausserhalb des Wulstes ist etwas rauh und uneben mit schwachen tangentialen länglichen Unebenheiten, nie so glatt wie der mittlere Schirmkranz.

Velarläppchen: Die Anzahl derselben ist sehr variabel, zumeist sind drei vorhanden, in einzelnen Sektoren jedoch auch 2, 4 und selbst 6 zwischen den etwas breiteren Rhopolarläppchen. Anzahl bei AGASSIZ und MAYER nicht angegeben, aus den Abbildungen kaum ersichtlich (2? überall gleichmässig, fast ohne Einkerbungen dargestellt).

Rhopalien: Bei dem kleineren Exemplare 16, beim grösseren Exemplare (am Rande an einer Stelle etwas beschädigt) 17. Mit bräunlichem Ocellus.

Armscheibe: 45 resp. 50 mm breit.

Subgenitalostia: klein (5 mm breit), rundlich.

Die Mundarme sind meist $\pm 1\frac{1}{2}$ r lang und reichen weit über den Schirmrand hinaus. Der proximale Teil derselben unter dem Schirme ist pinnat, stark verzweigt, dicht mit Saugkrausen besetzt und etwas abgeflacht, der distale Teil tief dichotom gegabelt, ganz locker verzweigt, viel schwächer mit Saugkrausen besetzt, höher als breit. Die Mundarme

sind \pm 65—70 mm lang (von der Ursprungsstelle bis zum äussersten Ende gemessen). Sie sind viel stärker verästelt als in der etwas schematischen Fig. 45 von AGASSIZ und MAYER dargestellt, offenbar viel länger (dort 30 mm?).

Kolbenblasen: Im Centrum der Armscheibe ist bei beiden Exemplaren eine gut entwickelte Zottenrosette, gebildet aus sehr vielen kleinen langgestielten keulenförmigen Kolbenbläschen mit schwärzlichem oder bläulichem Kern und nur ganz wenigen grossen blattförmigen Kolbenblasen. Auf den Mundarmen fehlen die grossen Kolbenblasen gänzlich, doch sind zwischen den Saugkrausen zahlreiche langstielige wetzsteinförmige Kolbenblasen zu sehen, bei dem einen Exemplare von schwärzlich-bläulicher Färbung, bei dem anderen gelblich-bräunlich. In AGASSIZ und MAYERs Fig. 54 sind an den Mundarmen keine Kolbenblasen zu sehen, doch werden solche im Texte wohl erwähnt. („leaf shaped vesicles scattered among the suction mouths.“)

Muskulatur: Die Muskelarkaden sind ganz normal entwickelt, die Radialmuskulatur, wie sonst ja auch stets beim Genus *Cassiopea* nur schwach. Dies ist bemerkenswert, weil AGASSIZ und MAYER ausdrücklich von „two powerful sets of radial muscle bands“ (p. 175) sprechen, die überdies noch durch ihre weisse oder blaue Färbung auffallen. (Pl. 14, Fig. 46) s. u.

Gastrovacular system: Der Magen ist bei beiden Exemplaren kreisrund, etwa so gross wie die apikale Kuppe der Exumbrella. Kein Ringkanal, 32 resp. 33 Radialkanäle ziehen in gleichem Abstande zur Peripherie, die etwas schmäleren interrhopalen verlieren sich in einem Abstande vom Schirmrande im feinmaschigen Anastomosennetze. Bei dem kleineren Exemplare verlaufen die Radialkanäle ganz gleichmässig dick vom Magenrande zum Schirmrand. Bei dem grösseren Exemplare zeigen sich bei Injection mit Delaf. Haematoxylin in manchen Sektoren — nicht überall-unregelmässige ovale sinusartige Verbreiterungen im äusseren Drittel ihres Verlaufes, ganz ähnlich wie von mir bei *Cassiopea van der Horsti* von Curaçao abgebildet und beschrieben (1921, Fig. 4, p. 87). In der nebenstehenden Textfigur sind drei Sektoren nach dem Injectionspraeparat gezeichnet dargestellt, die dieses Verhalten zeigen. Das Praeparat ist aber noch aus einem anderen Grunde interessant. Nirgends ist ein ausgesprochener Ringkanal vorhanden, doch tritt die Tendenz zur Bildung eines solchen (secundären) deutlich hervor, was mit meinen Beobachtungen an Exemplaren von *C. andromeda var. malayensis* übereinstimmt (Cf. p. 90). In den abgebildeten Parameren treten kleine nach aussen vorspringende Bogenstückchen im Anastomosennetz hervor, die „guirlandenartig die Radialkanäle mit einander verbinden, gerade dort, wo man der Lage nach einen Ringkanal erwarten würde“. Im 2. Sektor von links ist der Zusammenhang dieser Bogenstückchen, die nur wenig schmäler als die Interhopalarkanäle sind und scharf aus dem viel feineren Maschwerk des Anastomosennetzes hervortreten, unterbrochen. Die Ähnlichkeit mit dem

Verhalten bei *C. andromeda var. malayensis* (von mir, 1921, beschrieben) ist geradezu schlagend. Man vergleiche die Textfigur mit Fig. 5, p. 90). Damit ist aber auch gleichzeitig das Urteil über den diagnostischen Wert der sinusartigen Anschwellung der Rhopalkanäle, von mir als besonderes

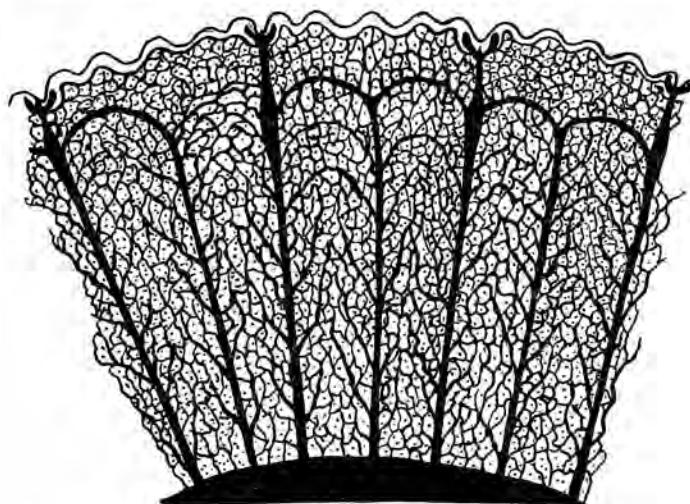


Fig. 1.

Characteristicum für *C. van der Horsti* verwendet, gefällt, denn auch bei der genannten Form finden sich solche, ebenso wie bei *ndrosia*. Auch dieses Merkmal wird somit zweifelhaft¹⁾.

Gonaden: Beide Exemplare sind geschlechtsreif. Die Gonaden sind als weissliche, maeandrisch gewundene breite Stränge von aussen durch die Gallerte der Exumbrella sichtbar. Zwischen den Anhängen der Zottentrosette finden sich zahlreiche reife ungefurchte Eier.

Färbung: Das kleinere Exemplar ist fast gleichmässig graublau bis aschgrau, die Saugkrausen dunkelgrau mit bläulich-grünlichem Stich ganz ähnlich wie dies AGASSIZ und MAYERs schöne Figur 45 zeigt. Das grössere ist gelblich-bläulich, heller, durchsichtiger, die Saugkrausen gelblich-bräunlich. In beiden Fällen sind die Kolbenbläschen bläulich-schwärzlich. Am Schirmrande finden sich bei beiden Exemplaren auf der Exumbrella nur ganz schwache, aber immerhin noch erkennbare, Spuren einer Zeichnung. Nach AGASSIZ und MAYER ist für die Species *ndrosia* die Anwesenheit von 22 kräftigen „spearhead shaped white spots upon the radius of each senseorgan“ und „4 short white radial streaks between each pair of adjacent senseorgans“, endlich „numerous white spots upon the inner-portion of the subumbrella“ charakteristisch (Taf. 14, beide Figuren). Bei unseren Exemplaren finden sich ganz verwaschene matte grosse weissliche

¹⁾ Anmerkung. Vergl. dazu die sorgfältigen Untersuchungen von P. WAGENAAR HUMMELINCK, Zur Kenntnis der Scyphomedusen-Gattung Cassiopea. Zool. Jahrb. Abt. Syst., Oek., Geogr. 64, 3—5, 1933, p. 482.

keilförmige Flecke oberhalb der Rhopalien und 2—4 ganz kurze undeutliche weisse radiale Streifen auf den Randläppchen, die sich einigermassen von dem umgebenden diffusen grau-blauen Pigment der Exumbrella abheben, sehr viel schwächer als beim Typenexemplar; keine Flecken auf der Subumbrella. Radicale farbige Streifen auf der Subumbrella wie z. B. auch von MAAS (1903) bei *C. andromeda var. malayensis* als rosafarben (Taf. 4, fig. 30) beschrieben, konnte ich hier nicht finden. Dagegen sind die Rhopalarkanäle selbst schwärzlich oder grau-blau gefärbt, besonders intensiv an der Ursprungsstelle am Magenrande und im proximalen Teile ihres Verlaufes. Manchmal sind auch die interrhopalaren Radialkanäle, aber stets schwächer, bläulich oder grau gefärbt. Ich glaube, dass auch AGASSIZ und Mayer diese farbigen Radialkanäle beobachtet, jedoch irrtümlich als Muskelstränge aufgefasst haben. Die Zahl der Muskelstränge stimmt genau mit der Anzahl der Rhopalien! In der Beschreibung von AGASSIZ und MAYER werden die Radialkanäle gar nicht erwähnt. Doch bin ich diesbezüglich nicht so ganz sicher, da die genannten Autoren die bläulichen Streifen auch auf der Armscheibe (in Fig. 45 allerdings etwas undeutlich) abbilden! In Fig. 46 sind die keilförmigen (im äusseren Drittel angeschwollen!) langen blauen Streifen in den Radien der Interrhopalarkanäle, die weisslichen (im centralen Teil verdickt!) in denen der Rhopalarkanäle dargestellt. „Twenty two of the musclebands in specimens with 22 marginal senseorgans are situated in the floor of the subumbrella and radiate outwards toward the marginal senseorgans. An equal number are situated in the exumbrella¹⁾, and alternate in position with the set in the subumbrella¹⁾. The musclebands of the floor of the subumbrella usually appear opaque and white in color, especially in states of contraction. The muscles of the exumbrella¹⁾ on the other hand are deep blue-green“. Starke exumrale Muskelstränge sind bei Rhizostomeen bisher überhaupt nicht bekannt. Aber auch die starke Ausbildung der Radialmuskulatur wäre nach aller Erfahrung ein Unicum bei den *Kampylomyariae* mit der einzigen Familie Casiopeidae, bei denen ja die radiale Muskulatur überhaupt nur schwach entwickelt ist, im Gegensatz zu den *Actinomyariae* mit starken Muskelstrahlen (aber nie ectodermal, ich, 1921). Ich glaube darum, dass hier eine Verwechslung der farbigen Radialkanäle mit Muskelsträngen vorliegt.

Vergleichen wir nun die vorliegenden Exemplare mit der Beschreibung von AGASSIZ und MAYER — seither ist die Species *ndrosia* nie wieder beobachtet, geschweige denn näher beschrieben worden, — so ergeben sich folgende Unterschiede:

10. Grösse: Die vorliegenden Exemplare sind etwas grösser, ± 100 mm breit (gegen 50 mm bei AGASSIZ und MAYER).

¹⁾ Von mir gesperrt!

- 20. Zahl der Rhopalien etwas kleiner: 16 und 17, gegen 18 und 22.
- 30. Zahl der Randläppchen: 3 und nicht 2(?)
- 40. Radiale Muskulatur bei den vorl. Ex. schwach entwickelt, bei AGASSIZ und MAYER stark (?)
- 50. Die Zeichnung der Exumbrella ist ganz verwaschen, nicht kräftig, bei AGASSIZ und MAYER sehr deutlich.
- 60. Ringwulst auf der Exumbrella vorhanden, von AGASSIZ und MAYER weder erwähnt noch abgebildet.
- 70. Schwärzliche kleine Kolbenblasen auf den Mundarmen in der Fig. 45 von AGASSIZ und MAYER nicht abgebildet, in der Beschreibung als olivgrün wohl erwähnt.

Ich glaube jedoch, dass alle diese Verschiedenheiten innerhalb der Variationsbreite der Species *ndrosia* fallen.

Was die übrigen Species des Genus *Cassiopea* betrifft, so kommen hier für einen Vergleich überhaupt nur jene in Betracht, die lange Mundarme, länger als 1 haben, also die Angehörigen der Gruppe A. von MAAS (1903, p. 43) „mit langen, rein fiederigen, cylindrischen Armen“: *C. mertensi* BRANDT, var. *ndrosia* AGASSIZ und MAYER, *C. polypoides* KELLER, *C. xamachana* BIGELOW, *C. ornata* HAECKEL, var. *digitata* MAAS und ev. *Polyclonia* (*C.*) *frondosa* LAMARCK.

Dazu kommen noch die seit MAAS (1903) beschriebenen langarmigen Formen: *C. polypoides* var. *cilionensis* LIGHT und *C. van der Horsti* STIASNY.

Von allen diesen weichen unsere Exemplare mehr oder weniger ab. Ich benutze diese Gelegenheit, um die Beschreibungen einiger dieser Formen nochmals kritisch durchzusehen (vergleiche dazu meine Discussion derselben 1921, p. 66).

C. mertensi BRANDT (1838), von den Carolinen. Diese grosse Art hat 6 sehr eigenartige spatel- oder löffelförmige Velarläppchen in jedem Paramer, zahlreiche sehr grosse und viele, kleine, farblose Kolbenblasen auf den Mundarmen und auf der Armscheibe und gelblich-rostbraune Färbung des Schirmes ohne Zeichnung, rot-braune Radialkanäle. Dieselben sind auf Taf. 21 ganz getrennt von einander verlaufend dargestellt; sie sind stark verzweigt, bilden jedoch kein Anastomosennetz, was ein einzig dastehender Fall bei den *Cassiopeidae* wäre. MERTENS hat mit roter Tinte injiziert — offenbar jedoch nicht genügend — so, dass nur die Radialkanäle sich verfärbten, die Anastomosen jedoch nicht (pag. 379). Vielleicht sind die sonst so schönen Abbildungen Taf. 21—23 von MERTENS auf Grund schlecht erhaltenen Materials ausgeführt (Randläppchen!) Vergl. meine Ausf. 1921, p. 68; vergl. übrigens auch MAYER (1910) Abbildungen von *C. xamachana* pag. 70, Fig. 2, wo die Randläppchen ganz ähnlich zungenförmig aussehen. Seit MERTENS ist die Art nicht mehr beobachtet. Nach HAECKEL (p. 542) steht sie der *C. ornata* am nächsten, unterscheidet sich aber von ihr durch die Zungenform der Randläppchen und viel schlankere Arme. Leider ist aber *C. ornata* selbst keine „gute“ Art mehr (ich, 1921,

p. 67 und 1922, p. 42/43). MAYER betrachtet *mertensii* ohne weiteren Kommentar als gute Art (1910, p. 649), ebenso auch ich (1921, p. 68). Das beste Merkmal scheint mir jetzt nur noch die eigenartige Färbung zu sein. Nachuntersuchung dieser Art dringend erwünscht.

C. ndrosia AGASSIZ und MAYER (1898) von den Fidji-Inseln, Beschreibung in manchen Punkten unklar, Abb. ungenau, Seither nicht mehr beobachtet. MAAS (1903) führt sie in der Siboga-Monographie auf p. 40 als gute Art an, charakterisiert durch 2 Lappen zwischen je 2 Rhopalien, Arme $1\frac{1}{2}$ r., zahlreiche grosse (!) Kolbenblasen. Auf seiner Übersicht wird dieselbe Form ohne weiteres als „var. *ndrosia* AGASSIZ und MAYER zu *C. mertensi* BRANDT in die *a*-Gruppe gestellt, mit grossen Kolbenblasen und ohne Saugnapf auf der Exumbrella. Wohl haben beide Formen die langen Mundarme gemeinsam, aber schon bei den grossen Kolbenblasen stimmt es nicht: *mertensi* hat sehr grosse auf den Mundarmen, bei *ndrosia* werden Kolbenblasen von AGASSIZ und MAYER wohl im Texte erwähnt, in Fig. 45 aber garnicht dargestellt, dürften also beim Typenexemplar ebenso wie bei dem vorliegenden nicht gross gewesen sein.

Die Form des Schirmes ist in beiden Fällen verschieden. Dass die Anwesenheit oder das Fehlen eines „Saugnapfes“ kein brauchbares Merkmal darstellt, geht aus meinen Ausführungen (1921, p. 66) zur Genüge hervor. Dies gilt wohl auch für die etwas grössere als normale Anzahl der Rhopalien (18—22 gegenüber 16). Die Zahl der Rändlappchen und vor allem die Färbung ist bei beiden ganz verschieden.

Beide Formen haben nichts miteinander zu tun; keinesfalls ist *ndrosia* als eine Varietät von *mertensi* aufzufassen. MAYER (1910, p. 650) hält *ndrosia* für „closely related to *Cassiopea xamachana* of the Westindies and resembles one of its colourvarieties, but lacks ribbonlike filaments of *xamachana*“; in pl. 70 bildet er eine Farbenvarietät ab, deren Zeichnung tatsächlich einigermassen derjenigen von *ndrosia* von den Fidji-Inseln ähnlich ist. Ich (1921, p. 68/69) habe *ndrosia* wegen der geringen Zahl der Rändlappchen und der langen Mundarme als gute Art anerkannt. Sehr bezeichnend für diese Species scheint mir nun auch die asch-graue bis bläulich-schwärzliche Färbung des Schirmes zu sein, zusammen mit der eigenartigen Zeichnung der Exumbrella.

Cassiopea polypoides KELLER aus dem Roten Meer. Grösse bis 150 mm. Saugnapf. Mundarme nur wenig länger als der Schirmradius mit langen Kolbenblasen. Färbung hellbraun, sehr variabel. Grosser weisser Ring und Flecken auf der Exumbrella. „Tentakel“ auf den Mundarmen, blau, gelb, rosa. 5 Farbenvarietäten; ist wahrscheinlich eine Lokalvarietät von *C. andromeda* (MAYER, pag. 641, ich, 1931, pag. 67).

C. xamachana BIGELOW von Westindien und Florida hat lange bandförmige Anhänge auf den maximal nur 1.25 r. langen Mundarmen, ganz andere Zeichnung auf dem grünlich-blauen Schirm.

C. ornata HAECKEL von den Palau-Inseln — eine nach meinen Befunden betreffs des Hauptmerkmals (doppelter Ringkanal nicht nachweisbar,

1921, pag. 67 und 1922, pag. 42/43) ganz unsicher gewordene Species — hat die Mundarme nur wenig länger als 1, ist viel grösser als *ndrosia* (Durchmesser ± 120 mm nach HAECKEL). Die Zeichnung würde in beiden Fällen (sieh HAECKEL Taf. 37) einigermassen stimmen. Färbung bei *ornata* nicht bekannt.

C. ornata var. digitata MAAS, aus dem Malayischen Archipel wäre nach der Beschreibung (1910, pag. 145) der *ndrosia* sehr ähnlich, (sogar auch farbige Radialstreifen auf der Exumbrella vorhanden), bis auf die fingerförmige Armverzweigung (Taf. 4, Fig. 26) und die verwaschene Zeichnungen der Exumbrella. Da jedoch nach meinen Befunden (1921, pag. 68) das Typenexemplar ganz normale Armverzweigung zeigt und dieses Merkmal entfällt, habe ich die var. *digitata* eingezogen und sie mit *ornata* vereinigt. Beides ganz unsicher gewordene Formen.

C. (Polyclonia) frondosa LAMARCK von Westindien hat kurze Mundarme, 12 Rhopalien, BERNSTEIN-Farbe, ganz andere Zeichnung auf der Exumbrella — kommt hier gar nicht in Betracht.

C. polypoides var. *culionensis* LIGHT von den Philippinen, 1914 (vergl. auch meine ergänzende Beschreibung 1926, pag. 245) wird viel grösser (bis 150 mm Durchmesser), hat lange band- oder blattförmige Anhänge auf den Mundarmen, olivgrüne Farbe, ganz andere Zeichnung auf der Exumbrella¹⁾.

C. van der Horsti STIASNY von Curacao¹⁾ wird viel grösser (bis 170 Diameter), hat breiten kräftigen Ringwulst auf der gelblich-bräunlichen Exumbrella, keine Zeichnung¹⁾, Mundarme mit meist kleinen Kolbenblasen. Im „Hauptmerkmale“, der sinusartigen Anschwellung der Radialkanäle stimmt sie mit *ndrosia* überein. Dieses Merkmal entfällt jedoch s. o.

Aus diesem Vergleich ergibt sich, dass man mit vollem Rechte die vorliegenden beiden Exemplare als eine neue Art von *Cassiopea* beschreiben könnte.

Bei dem gegenwärtigen Stande der Systematik dieses Genus sehe ich jedoch davon ab.

Mit dem Vergleich von *Cassiopea ndrosia* mit den übrigen Species mit langen Mundarmen habe ich gleichzeitig eine Vorarbeit zu der noch durchzuführenden dringend gebotenen kritischen Revision aller indo-pazifischen Arten des Genus *Cassiopea* gegeben.

LITERATUR VERZEICHNIS.

- 1898—1899. AGASSIZ, A. a. and MAYER, A. G., Acalephs from the Fidji-Islands. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Bull. 32, Cambridge U.S.A.
- 1900. BIGELOW, R. P., The anatomy and development of *Cassiopea xamachana*. Mem. Boston. Soc. Nat. Hist. Vol. 5, Boston.
- 1838. BRANDT, I. FR., Ausführliche Beschreibung der von C. H. MERTENS auf seiner Weltumsegelung beobachteten Schirmquallen. Mem. Ac. Sc. St. Petersburg, 6. ser. T. 4, sc. nat. Vol. 2, Petersburg.

¹⁾ Vergl. dazu HUMMELINCK, s.o., p. 483, 485.

1879. HAECKEL, E., Das System der Medusen mit Atlas. Jena.
1883. KELLER, C., Untersuchungen über neue Medusen aus dem Roten Meere. Z. wiss. Zool. Bd. 38, Leipzig.
1924. KRUMBACH, THJLO., SCYPHOZOD, Handbuch der Zoologie. 1. Bd., Berlin und Leipzig.
1914. LIGHT, S. F., Some Phillipine scyphomedusae, including two new genera, five new species and one new variety. Phillipine Journ. of Science, Vol. 9, N°. 3. sec. D. Manila.
1903. MAAS, O., Die Scyphomedusen der SIBOGA-Expedition 11, Mon. Leiden.
1910. MAYER, A. G., Medusae of the world. W. 3. The Scyphomedusae. Carnegie Inst. Washington.
1921. STIASNY, G., Studien über Rhizostomeen mit bes. Berücksichtigung der Fauna des malayischen Archipels nebst einer Revision des Systems. Capita Zoologica, 's-Gravenhage, Deel 1, Afl. 2.
1922. STIASNY, G., Ergebnisse der Nachuntersuchung einiger Rhizostomeen-Typen HAECKEL's und CHUN's aus dem Zoolog. Museum in Hamburg. Zool. Mededeel. Rijks Mus. Nat. Hist., Leiden, VII/2, Leiden.
1924. STIASNY, G., Ueber einige von Dr. C. J. VAN DER HORST bei Curaçao gesammelte Medusen. Bijdr. tot de Dierk. Amsterdam, Afl. 23.
1926. STIASNY, G., Ueber einige Scyphomedusen von Puerto Galera, Mindoro, Phillipinen. Zool. Mededeel. Rijks Museum Nat. Hist. Leiden, IX, Leiden.
1931. STIASNY, G., Die Rhizostomeen-Sammlung des British Museum (Nat. Hist.) in London. Ebenda 14/3. Leiden.

Chemistry. — The spreading of insulin and of zein. By Prof. Dr. E. GORTER and J. VAN ORMONDT. (Children's Clinic of the University of Leiden). (Communicated by Prof. J. VAN DER HOEVE.)

(Communicated at the meeting of October 28, 1933.)

After having studied *ovalbumin* and having demonstrated the considerable influence of *pH* and of uni-, bi- and trivalent positive and negative ions on the spreading of this protein, we have now examined two other proteins.

The first one is *insulin*.

As has been shown by SVEDBERG, insulin behaves with regard to molecular weight in the same way as ovalbumin: its molecular weight being 35.000, whereas the specific weight is also 1.33.

We have made use of insulin from the British Drug Houses, containing 80 units per c.c. and of a pure preparation, kindly put at our disposal by dr. H. H. DALE.

This latter was recrystallized in the following way after D. A. SCOTT¹⁾. 100 mg. of insulin were dissolved in 15 c.c. 0.01 N. hydrochloric acid. The

¹⁾ SCOTT: J. of biol. Chem., 92, 1931, p. 281.

solution was added to 100 c.c. of a $1/15$ molar solution of phosphate buffer, having a *pH* of 7.0 made up according to SÖRENSEN.

Now normal ammonia was added by drops until a definite precipitate of insulin appeared and the mixture placed in the icebox. On the next day the precipitate was centrifuged, the supernatant liquid thrown away, and the insulin was washed with phosphate buffer solution of a *pH* 6.0.

The remaining crystalline precipitate was dissolved in 15 c.c. 0.01 normal hydrochloric acid. This process of crystallization was repeated five times. The last solution was then dialyzed in the icebox using a cellophane membrane, until in the outer fluid no phosphate could be detected with molybdate. The solution had a strong tendency to flocculation because the hydrochloric acid was also removed by dialyzing. It was possible to make the solution more stable by adding hydrochloric acid until a *pH* 2.0 was arrived at.

We found that this pure insulin spread perfectly well from this solution. There was also found a distinct influence of the *pH*, of the same order as found with other proteins. At the iso-electric point a maximum spreading was seen of about 1 sq. Meter per mg., whereas on both sides minima were seen. On a strongly acid solution a maximum spreading was once more obtained.

In striking contrast with the ovalbumin the minima lay much higher, so that there was a difference of only 30 % between maximum and minimum spreading.

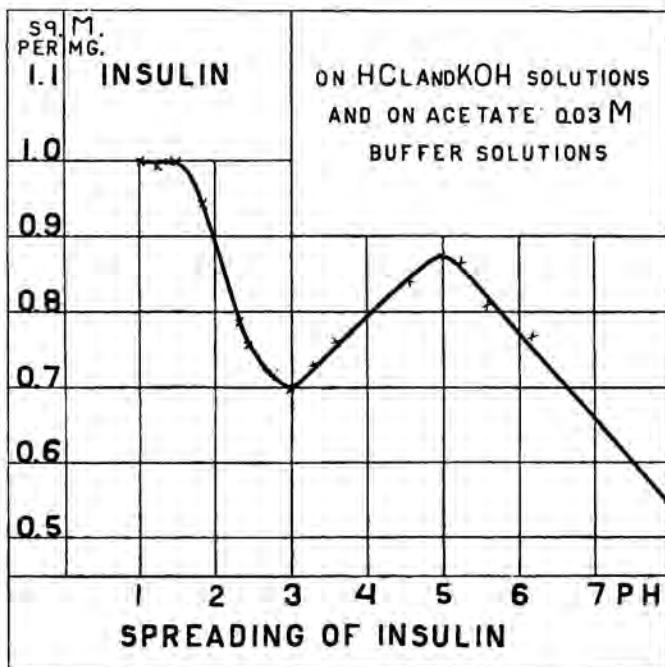


Fig. 1.

With zein we found a curve, identic with that of insulin.

Zein was prepared from corn-gluten, put at our disposal by the Corn Products Co, Amsterdam.

The composition as given by this firm was:

water	8.3 %
amylum	31.5 %
protein	49.6 %
fat	17.2 %
ash	1.9 %

500 Gram were stirred with 1700 c.c. alcohol 70 % during 24 hours. The solid mass was centrifuged off and again stirred with 1100 c.c. alcohol 70 %. This process of extraction, centrifuging and stirring was repeated four times with the same amount of alcohol. The tint of the extract became gradually lighter; the 6th extract was citron-yellow. On evaporation at 100° this extract gave a residu of 0.04 % only.

The extracts were collected, so that 6 Liter alcoholic zein-solution were obtained. Now quick operating is necessary in order to avoid a deposition of syrupy substances, which are very difficult to get rid of.

The alcoholic extract was evaporated under diminished pressure at a temperature of 30°—40° C. to a volume of 1100 c.c. During this process of evaporation a thick, yellow crust was deposited on the wall of the flask, which appeared later to be zein. The yellow liquid contained less than 1 % zein, and 15—20 % alcohol.

This low alcohol concentration explained why so little zein was found in the liquid.

The thick yellow crust was removed from the flask with a curved glass rod and dissolved in the minimum amount of alcohol 70 % (200 c.c.). This concentrated solution of zein was poured into the 5 fold volume of a 1 % sodium chloride solution, which gave a brown precipitate. This precipitate will float on the surface of the liquid after a certain time. The lumps were skimmed off, broken into pieces on a glass plate, and brought into acetone. A brown contamination dissolved, leaving a light yellow mass behind. This extraction with acetone was repeated until the extract was no longer coloured. The yellow lumps of zein were then dried in vacuo, pulverized in a mortar and dissolved in 200 c.c. alcohol of 75 % at a temperature of 35° C.

The brown solution of zein obtained thus was poured by drops with energetic stirring into the 20-fold volume of acetone which gave a fine white precipitate of zein. The addition of the alcoholic solution was continued as long as the solution after deposition of the precipitate remained clear.

If more was added, an opalescence was produced, and the white precipitate became brown. The zein was filtered off through a hardened filter.

washed with acetone, waterfree acetone, petrolether and dried in vacuo. During this washing with acetone, care was taken that the precipitate remained covered with acetone, and after the petrolether washing, the precipitate was kept during one day under petrolether before being dried in vacuo. Preparations that contained alcohol or acetone took a brown colour during the drying process.

The purification with acetone was repeated by again dissolving the zein in alcohol 75 % and filtering off the undissolved part. It was then poured into the 20-fold volume of acetone, the precipitate of zein was filtered, washed with acetone and petrolether in the way described above.

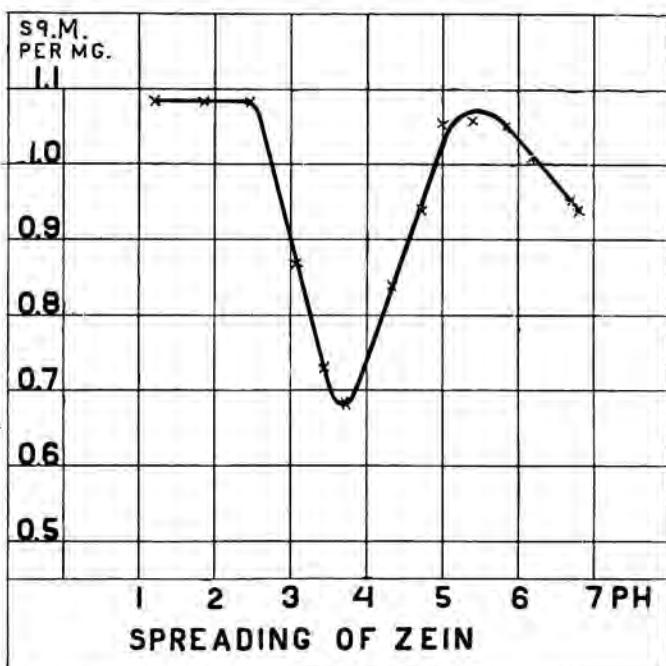


Fig. 2.

The product obtained was a dry, hygroscopic, white powder.

It was each time dissolved before use in 70 % alcohol.

We obtained almost the same curves as with insulin. Maximum spreading near the iso-electric point, and on a strongly acid solution *pH* 1 and on both sides of the iso-electric point minima were observed. In striking contrast with, what is observed in studying ovalbumin, those minima are much higher, so much so, that the ratio between the size of the maximum and of the minimum spreading is only 3 to 2.

It is interesting to note that this protein also spreads in a layer of very small thickness, although SVEDBERG's measurement of this group of plant-globulins would indicate a molecular weight of 6×34000 .

The explanation of the differences in spreading between ovalbumin

and of zein cannot be due to this difference in molecular weight, as insulin has the same molecular weight as ovalbumin and behaves with regard to the minima of spreading as zein.

We should like to suggest that the explanation lies in the greater number of free COOH and NH_2 groups of ovalbumin as compared to zein. From the litterature we find¹⁾ that

ovalbumin	has	\pm	36	free groups per molecule
zein	"	\pm	12	" " "

The study of other proteins with known number of free COOH and NH_2 groups will be necessary to decide the point.

¹⁾ PAULI and VALKÖ: Kolloidchemie der Eiweisskörper, p. 42, 1933.