

# Over de Sympathieën en Antipathieën der elementen in de Stollingsgesteenten. (I)

DOOR

**J. L. C. SCHROEDER VAN DER KOLK.**

MET EEN FRANSCH RÉSUMÉ.

---

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.

**(TWEEDE SECTIE).**

**DEEL IX. N° 8.**

(MET 8 PLATEN.)

---

AMSTERDAM,  
JOHANNES MÜLLER.  
1903.



# Over de Sympathieën en Antipathieën der Elementen in de Stollingsgesteenten. (I)

DOOR

**J. L. C. SCHROEDER VAN DER KOLK,**

MET EEN FRANSCH RÉSUMÉ.

---

De onregelmatigheden in de scheikundige samenstelling der stollingsgesteenten pleegt men grootendeels toe te schrijven aan de zoogenaamde differentiaties van het magma, een chemische differentiatie van het nog vloeibare magma als gevolg van storingen in den osmotischen druk en een mechanische differentiatie als gevolg van de werking der zwaartekracht op reeds afgescheiden kristallen. Het is eveneens bekend, dat bij deze differentiaties sommige elementen elkaars gezelschap zoeken, terwijl andere elkaar schijnen te ontvluchten.

Het is mijn bedoeling in de volgende bladzijden een bijdrage te leveren tot de kennis dier sympathieën en antipathieën.

Aanvankelijk had ik gemeend, dat het mogelijk zou zijn voor sommige dier verschijnselen een verklaring te geven op grond van enkele ondervindingen, die ik had opgedaan bij mijn onderzoek omtrent de hardheid der mineralen in verband met hun splijtbaarheid <sup>1)</sup>. Bekend is namelijk de groote overeenstemming in moleculairvolumen bij isomorpe verbindingen, zoolang de formules geheel analoog zijn; wanneer daarentegen de formules der beide verbindingen weinig gelijkenis vertoonen en de moleculairvolumens

---

<sup>1)</sup> Verh. Ak. v. Wetenschappen 1902.

dus meer afwijken, zooals bij de natron- en kalkveldspaten, dan blijft de overeenkomst in compactheid veelal toch bestaan en kunnen de beide verbindingen zich innig met elkaar mengen. Ik meende dus in de compactheid misschien een sleutel te kunnen vinden voor de bovengenoemde verschijnsels. Intusschen leerde een vluchtig onderzoek mij al spoedig, dat er vóór alles behoefte bestond aan een vrij uitvoerig statistisch onderzoek naar hetgeen wij op grond der tot nog toe bekende gegevens kunnen te weten komen omtrent deze sympathieën en antipathieën <sup>1)</sup>.

Helaas moet het onderzoek voorloopig beperkt blijven tot de elementen *Si*, *Al*, *Fe*, *Mg*, *Ca*, *Na* en *K*, de eenige die in alle gesteenteanalysen bepaald zijn; de andere elementen zijn òf nagenoeg nooit bepaald òf nu eens wel, dan weer niet, zooals *Ti*, *Mn*, *P*, *Fl* en *Cl*. Ook *Cu*, *Ni* enz. moest ik buiten rekening laten, hoewel het onderzoek naar hun gedrag veel zou beloven. Ook de waterstof heb ik niet in de beschouwing kunnen opnemen, omdat er bij de gesteenteanalysen nagenoeg nooit op is gelet of het watergehalte ook het gevolg is van verweering; ik heb mij dus moeten bepalen tot de bovengenoemde 7 elementen.

Om bij de keuze mijner analyses zooveel mogelijk zeker te zijn van vertrouwbare gegevens en tevens om de keuze geheel onpartijdig te doen zijn, heb ik gebruik gemaakt van de drie reeksen stollingsgesteenten uit de Elemente der Gesteinslehre van Rosenbusch. Mijn materiaal bestond dus uit:

ongeveer 160	analysen van zoogenaamde dieptegesteenten,
„ 120	„ „ „ ganggesteenten,
„ 300	„ „ „ eruptiefgesteenten.

Ik ben begonnen met de analyses der dieptegesteenten te verdeelen in klassen volgens hun gehalte aan  $SiO_2$ . De eerste klasse met een voldoende aantal analyses bevat 40% tot 45%  $SiO_2$ , dus gemiddeld een gehalte van 42,5%  $SiO$ ; de tweede klasse bevat 45% tot 50%, dus een gemiddeld gehalte van 47,5% enz.

Daarna heb ik in iedere klasse berekend het gemiddelde gehalte aan  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3 + FeO$  tezamen,  $MgO$  enz. Zoo vond ik in de eerste klasse een gemiddeld gehalte 11,6 aan  $Al_2O_3$ , een gemiddeld gehalte 10,9 voor  $Fe_2O_3 + FeO$  enz. Al deze uitkomsten vindt men vermeld in de eerste tabel (zie blz. 16). De onderste regel dier tabel geeft het aantal analyses, dat in elke klasse beschikbaar was, zoodat

<sup>1)</sup> Zie de verwante onderzoekingen van Rosenbusch Ueber die chemischen Beziehungen der Eruptivgesteine. Tsch. Min. und Petr. Mitth. 1890 en van Iddings: The Origin of igneous rocks. Phil. Soc. of Washington. Bull. 1892.



met een enkelen oogopslag de betrouwbaarheid der gemiddelden blijkt. Klassen met een geringer aantal analyses dan 10 heb ik doorgaans buiten beschouwing gelaten.

Op gelijke wijze vindt men in tabel 2 de op  $SiO_2$  gegronde statistiek der ganggesteenten en in tabel 3 die der eruptiefgesteenten. De analyses der drie serieën heb ik steeds gescheiden gehouden, omdat daardoor een onderlinge contrôle mogelijk werd.

Reeds in deze tabellen zijn eenige merkwaardige regelmatigheden op te merken, toch is het overzicht der cijfers en vooral de onderlinge vergelijking der tabellen niet gemakkelijk; daarom en nog om een andere reden, die later zal blijken, heb ik de tabellen grafisch voorgesteld met den centimeter als eenheid; alleen de ordinaten van  $Si$  zijn op een vijfde verkleind om te groote afmetingen der figuren te voorkomen. Om op deze bijzonderheid de aandacht te vestigen, heb ik de  $Si$ -lijn in alle grafische voorstellingen gestippeld (zwart); het Aluminium is daarentegen voorgesteld door een gewone zwarte lijn, het ijzer door een bruine, het magnesium door een blauwe, het calcium door een roode, het natrium door een gele en het kalium door een violette.

In het volgende drietal tabellen heb ik de analyses gerangschikt in klassen volgens hun gehalte aan  $Al_2O_3$ , in het daaropvolgende drietal volgens  $Fe_2O_3 + FeO$  enz.

Wij zullen nu beginnen met de grafische voorstellingen der drie statistieken gegrond op  $SiO_2$ .

#### A. Figuur 1—3. $Si$ .

In de eerste plaats is het een treffend verschijnsel, dat in alle drie figuren de  $Al$ -lijn een maximum vertoont en wel steeds bij een gemiddeld gehalte 57,5%  $SiO_2$ . Hier blijkt het nut van de scheiding der serieën; nu deze eigenaardigheid zich vertoont in alle drie de figuren, is de gedachte aan toeval uitgesloten. Uit het optreden van dit maximum blijkt, dat wij de betrekking tusschen  $Si$  en  $Al$  niet zonder meer als sympathie kunnen omschrijven, maar dat wij hier sympathie of antipathie hebben naar gelang van omstandigheden. Intusschen moeten wij het meeste gewicht hechten aan de verschijnselen van sympathie; immers het spreekt vanzelf, dat een zeer hoog gehalte aan  $Si$  allicht een daling van het gehalte aan andere elementen tengevolge zal hebben. Hoewel de  $Al$ -lijn dus vrij symmetrisch is, moeten wij het meeste gewicht hechten aan den stijgenden tak. We kunnen dus zeggen, dat de elementen  $Si$  en  $Al$  elkaar over het algemeen sympathiek zijn, een uitspraak die in den loop der verhandeling bevestiging zal vinden. Ook de lijnen van  $Al$  en  $Na$  vertoonen onderling sympathie, het beloop

der *Na*-lijn is een flauwe nabootsing van dat der *Al*-lijn; de grootere accidentering der laatstgenoemde lijn is een gevolg van het grootere gehalte der stollingsgesteenten aan aluminium. De maxima der *Na*-lijnen zijn dus ook minder duidelijk dan die der *Al*-lijnen doch tevens meer naar voren gelegen. Het kalium schijnt zijn sympathieën tusschen *Si* en *Al* te verdeelen; de *K*-lijnen vertoonen namelijk een combinatie van de stijging der *Si*-lijnen met den boogvorm der *Al*-lijnen. Eens van zin en antipathiek tegenover *Si* zijn de lijnen der elementen *Fe*, *Mg* en *Ca*.

#### B. Figuur 4—6. *Al*.

De *Si*-lijn vertoont te veel toevallige storingen om nu reeds aanleiding te geven tot bruikbare gevolgtrekkingen, het best is zij, tengevolge van het groot aantal analyses, nog ontwikkeld in Fig. 6, waar een duidelijk maximum bij 12,5%  $Al_2O_3$  in het oog valt. Over het algemeen hebben in alle drie de figuren de toevallige storingen de overhand, blijkbaar uit het zikzakverloop der lijnen; het aluminium schijnt geen groote sympathieën of antipathieën in te boezemen, vandaar ook het gemis aan duidelijke stijging of daling. Ook de *Si*-lijn verloopt nagenoeg horizontaal, een voordeel bij het onderzoek omdat daardoor antipathieën aan het licht komen, die anders verborgen zouden zijn gebleven; *Mg* en *Na* leveren daarvan goede voorbeelden; in figuur 6 zien wij zelfs het *Mg* samen met *Si* dalen, blijkbaar uit antipathie tegen het natrium. De eenige lijnen, die vrij regelmatig stijgen zijn de *Na*-lijnen, die daardoor de werkelijke sympathie tusschen *Al* en *Na* openbaren. De onverschilligheid der overige elementen tegenover het aluminium schijnt alleen gelogenstraff te worden in Fig. 6 door de aanvankelijk sterke daling van het drietal *Fe*, *Mg*, *Ca*; maar deze vindt onmiddellijk een gereede verklaring in de snelle stijging der *Si*-lijn (men bedenke dat de ordinaten dezer lijn op een vijfde zijn verkleind), immers de antipathie van het drietal tegenover *Si* is uit de eerste drie figuren voldoende bekend. De toevallige schommelingen der lijnen in het achterste gedeelte der figuren is bij het drietal ook zeer dikwijls verklaarbaar uit de toevallige schommelingen der *Si*-lijn. De *K*-lijnen zijn weinig belangwekkend; evenals boven volgen zij nu eens de *Si*-lijnen, dan weer de *Al*-lijnen en daar de *Na*-lijnen min of meer met deze laatste samengaan, is er ook eenig parallelisme tusschen de lijnen van natrium en kalium.

#### C. Figuur 7—9. *Fe*.

Het beeld dezer drie grafische voorstellingen wordt beheerscht door de duidelijke antipathie tusschen *Si* en *Fe*; immers in alle drie de figuren hebben wij tegenover de regelmatig stijgende *Fe*-

lijnen vrij regelmatig dalende *Si*-lijnen, zoodat deze figuren in zeker opzicht de omgekeerden zijn der figuren 1—3, met uitzondering echter der grootere gerektheid, waardoor minder analyses in elke klasse komen, zoodat de gemiddelden minder vertrouwen verdienen en de toevallige storingen op den voorgrond treden. Deze zijn vooral in figuur 7 sterk ontwikkeld. Toch zijn deze toevallige storingen voor ons doel bruikbaar, immers de antipathie tusschen *Mg* en *Na* blijkt uit deze figuur uitstekend. De einduitkomst van ons onderzoek is trouwens hoofdzakelijk op toevallige storingen gegrond. De lijnen van *Fe*, *Mg* en *Ca* stijgen weer gezamenlijk, hetzij wegens onderlinge sympathie, hetzij wegens gemeenschappelijke antipathie tegenover *Si*. De sympathie tusschen *Al* en *Na* is weer vrij duidelijk, de *K*-lijnen zijn dalend, maar overigens weinig belangwekkend.

#### D. Figuur 10—12. *Mg*.

De lijnen vertoonen hier veel minder storingen dan in de vorige drie figuren, zeker mede een gevolg van het geringer aantal klassen, tengevolge waarvan de gemiddelden juister worden. Treffend is hier de innige sympathie tusschen *Na* en *K*, terwijl die tusschen *Al* en *Na* bijna geheel schijnt te ontbreken. De reden voor dit verschijnsel zullen wij later leeren kennen. Het zal namelijk blijken, dat de antipathie van het natrium tegenover magnesium veel grooter is dan die van het aluminium; daarin is de oorzaak van hun vreemding te zoeken. Hetzelfde blijkt ook, wanneer wij de figuren 4—6 en 16—18 met het oog op de *Mg*-lijnen vergelijken; in de drie laatstgenoemde figuren dalen deze lijnen veel sterker dan in de drie eerstgenoemde. De sympathie tusschen het drietal *Fe*, *Mg* *Ca* is aanvankelijk groot, doch vermindert meer en meer, een verklaarbaar verschijnsel, omdat bijv. de stijging van het *Mg*-gehalte van 7,5% op 8,5% een feit van minder beteekenis is dan de stijging van 0,5% op 1,5%; de laatstgenoemde stijging zal dus van meer invloed zijn op de overige elementen.

#### E. Figuur 13—15. *Ca*.

De toevallige storingen bemoeielijken een goed inzicht, al leeren wij er soms ook iets uit kennen, zooals in Fig. 13 de antipathie tusschen magnesium en silicium. Voorts is op te merken de daling der *Si*-lijnen, de onderlinge sympathie van het bekende drietal, de sympathie in de voorste deelen der figuren tusschen aluminium en natrium en tusschen het laatstgenoemde element en kalium.

#### F. Figuur 16—18. *Na*.

In Fig. 16 is de groote sympathie tusschen *Al* en *Na* merkwaardig; eigenaardig is ook de aanvankelijk zeer sterke daling der

*Mg*-lijn, blijkbaar het gevolg van de stijging der beide vijanden *Si* en *Na*. Ook in Fig. 18 is dit waar te nemen. Bovendien vertoont de *Mg*-lijn tal van knikken in tegengestelden zin van die der *Si*-lijn. Min of meer geldt ditzelfde van de *Fe*- en de *Ca*-lijnen.

G. Figuur 19—21. *K*.

In deze drie figuren springt het vreemde gedrag der *Al*-lijnen in het oog, vooral in Fig. 20, waar bij 3,5% *K* een duidelijk minimum wordt aangetroffen; *Si* en *Na* vertoonen terzelfder plaatse toevallige minima, het drietal daarentegen toevallige maxima. Soms is het verloop der lijnen weer bijzonder geleidelijk, zooals in Fig. 19 bij de *Na*-lijn, in Fig. 21 bij de *K*-lijn.

De regelmaat tot nog toe gevonden is zeker merkwaardig, maar onze uitkomsten hebben het bezwaar, dat in de waardeering der sympathieën en antipathieën het persoonlijk inzicht noodzakelijk op den voorgrond treedt. Het scheen mij dus gewenscht deze sympathieën en antipathieën zoo objectief mogelijk weer te geven, namelijk door het gebruik van cijfers, onmiddellijk aan de waarneming ontleend. Hier komen de grafische voorstellingen ons op nieuw te pas. Laten wij als voorbeeld Fig. 8 kiezen en trachten hier de sympathie tusschen *Al* en *Mg* te bepalen.

Eerst loopt de *Al*-lijn horizontaal, terwijl de *Mg*-lijn daalt, een neutraal geval,

dan stijgt de *Al*-lijn, terwijl de *Mg*-lijn horizontaal verloopt, weer een neutraal geval,

dan stijgen beide tegelijk, een geval van sympathie,

dan daalt *Al*, terwijl *Mg* stijgt, een geval van antipathie,

dan dalen beiden, een geval van sympathie,

dan daalt en stijgt het *Al*, terwijl het *Mg* daarentegen stijgt en daalt, twee gevallen van antipathie en eindelijk daalt *Al*, terwijl *Mg* horizontaal verloopt, weer een neutraal geval.

Bij deze ééne figuur bekomen wij dus als uitkomst voor *Al* en *Mg* 2 gevallen van sympathie, 3 neutrale gevallen en drie gevallen van antipathie. Wanneer wij het onderzoek over al de 21 figuren uitstrekken verkrijgen wij de volgende uitkomsten. In de eerste kolom het aantal gevallen van sympathie, in de tweede het aantal neutrale gevallen, in de derde het aantal gevallen van antipathie en eindelijk in de vierde kolom weer het aantal gevallen van sympathie, doch deze keer omgerekend in percenten <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Deze neutraliteit is natuurlijk slechts een gevolg van de afronding der getalwaarden. Bij de berekening op percenten heb ik de onderstelling gemaakt, dat onder deze neutrale gevallen de verhouding der (bedekte) sympathieën en antipathieën dezelfde zal zijn als de verhouding der aantallen openlijke sympathieën en antipathieën.

		<i>S</i>	<i>n</i>	<i>A</i>	$\% S$	
<i>Si</i> tegenover	<i>Al</i>	66	14	82	45	
„	„	<i>Fe</i>	24	12	126	16
„	„	<i>Mg</i>	37	13	112	25
„	„	<i>Ca</i>	30	11	121	20
„	„	<i>Na</i>	74	11	77	49
„	„	<i>K</i>	83	14	65	56
<i>Al</i>	„	<i>Fe</i>	67	10	85	44
„	„	<i>Mg</i>	62	11	89	41
„	„	<i>Ca</i>	79	10	73	52
„	„	<i>Na</i>	109	9	44	71
„	„	<i>K</i>	89	13	60	60
<i>Fe</i>	„	<i>Mg</i>	111	9	42	73
„	„	<i>Ca</i>	116	10	36	76
„	„	<i>Na</i>	67	8	87	44
„	„	<i>K</i>	61	12	89	41
<i>Mg</i>	„	<i>Ca</i>	115	9	38	75
„	„	<i>Na</i>	50	8	104	32
„	„	<i>K</i>	48	12	102	32
<i>Ca</i>	„	<i>Na</i>	69	8	85	45
„	„	<i>K</i>	54	11	97	36
<i>Na</i>	„	<i>K</i>	106	9	47	69

Een eigenaardigen indruk maken in deze vierde kolom de lage sympathiegetallen van *Si*; dit element is schijnbaar niet in staat tot groote vriendschap. Toch miskennen wij hiermede het silicium, want het ligt voor de hand, dat het siliciumgehalte met zijn groote veranderlijkheid bij sterke stijging zelfs de vrienden moet verdrijven. Immers, wanneer dit gehalte van ongeveer 40% stijgt tot bijna 80%, blijft er zoo weinig plaats over voor de zes verdere elementen, dat wij onze maatstaf ter beoordeeling van sympathie of antipathie mochten wijzigen. Deze wijziging zal kunnen bestaan in de vermenigvuldiging der *Si*-getallen met een zoodanigen factor, dat de bovengenoemde bezwaren verdwijnen. Het is niet te ontkennen, dat de voorwaarden, waaraan deze factor moet voldoen vrij onbepaald zijn. Om althans zoo objectief mogelijk te blijven ben ik den volgenden weg ingeslagen.

Ik heb de gemiddelde sympathie der verschillende elementen bepaald en daarbij deze waarden gevonden: *Si* 35, *Al* 52, *Fe* 49,

*Mg* 46, *Ca* 51, *Na* 52 en *K* 49. Met uitzondering van het silicium hebben dus alle elementen een sympathiegetal gemiddeld van ongeveer 50. Wij moeten nu of reeds dan van sympathie bij het silicium spreken, wanneer het getal grooter is dan 35 of wel de getallen van het silicium alle met  $\frac{5}{3}$  vermenigvuldigen. Deze laatste wijze van doen geeft het voordeel, dat nu alle getallen onderling vergelijkbaar zijn.

De nieuwe tabel, die wij zoodoende verkrijgen zullen wij op een andere wijze rangschikken, zoodat het overzicht gemakkelijker wordt. Wij plaatsen onze zeven elementen aan de hoekpunten van een zevenhoek Fig. 22, en plaatsen bij de zijden en diagonalen de getallen die de onderlinge sympathie dier elementen uitdrukken, die van het silicium tusschen aanhalingsteekens om te herinneren aan hun afwijkende wijze van ontstaan. In dezen zevenhoek is al dadelijk het volgende op te merken.

1). Wanneer in een driehoek door diagonalen of zijden van den zevenhoek gevormd twee zijden sympathielijnen zijn, is ook de derde zijde een sympathielijn (les amis de nos amis sont nos amis).

2). Driehoeken met drie antipathielijnen als zijden komen niet voor.

3). Wanneer een der zijden van een driehoek de uitdrukking is van duidelijke antipathie, drukken de beide overblijvende zijden zeer verschillende graden van sympathie uit of zelfs de eene zijde sympathie, de andere antipathie (daarmede hangt dus samen het ontbreken van driehoeken met drie zijden van antipathie).

4). *Si*, *Al* *Na* en *K* vormen een viertal vrienden.

5). *Fe*, *Mg* en *Ca* vormen een drietal vrienden.

6). De elementen van het viertal zijn vijandig tegenover die van het drietal, met uitzondering van *Al* en *Ca*, die een neutraal geval opleveren.

Bij alle duidelijkheid van de gebezigde figuur, moet er nochtans op worden gewezen, dat ook de grafische voorstellingen noodig blijven, omdat sommige eigenaardigheden, zooals bijv. het maximum van *Al* bij 57,5% *SiO*<sub>2</sub> uit onze zevenhoek niet zijn af te lezen, en juist dergelijke eigenaardigheden bij voortzetting van het onderzoek belangrijk kunnen worden.

Eindelijk kunnen wij onze uitkomsten nog op een derde wijze rangschikken, namelijk naar afdalende sympathie; wij verkrijgen dan de volgende lijst:

Sympathie *Si-K*, *Fe-Ca*, *Mg-Ca*, *Fe-Mg*, *Al-Na*, *Si-Na*, *Na-K*, *Si-Al*, *Al-K*.

Neutraal *Al-Ca*.

Antipathie *Ca-Na*, *Al-Fe*, *Fe-Na*, *Al-Mg*, *Fe-K*, *Ca-K*, *Si-Mg*, *Mg-Na*, *Mg-K*, *Si-Ca*, *Si-Fe*.

Het merkwaardigste in deze lijst is daarin gelegen, dat zij niet alleen de sympathie uitdrukt zooals wij die leeren kennen uit de gesteenteanalysen, maar zij tevens een beeld geeft van het al of niet te zamen voorkomen der elementen in de afzonderlijke mineralen. Alleen moeten wij hier onderscheid maken tusschen het silicium en de overige elementen, omdat bijna alle gesteente-vormende mineralen silicaten zijn. Zelfs bij antipathie zal het silicium aanwezig zijn, terwijl de antipathie der overige elementen dus tot uitdrukking komt door afwezig zijn, openbaart zich de antipathie van het silicium in het optreden in betrekkelijk geringe hoeveelheid.

De sympathie tusschen silicium en kalium is bekend door den orthoklaas, het meest gewone kalimineraal; uit de pyroxenen, de amfibolen en den olivijn kennen wij het samengaan van *Fe* (vooral van het ferro-ijzer) met *Ca*, *Mg* met *Ca* en *Fe* met *Mg*. De combinatie van natrium met aluminium en silicium kennen wij uit den albiet, ook natrium en kalium vindt men in de veldspaten dikwijls samen; silicium, aluminium en kalium vormen den orthoklaas enz.

Beginnen wij van de zijde der uiterste antipathieën, dan krijgen wij de ijzer- en calciumsilicaten die meestal arm zijn aan silicium; kalium <sup>1)</sup> en natrium die het vermijden samen met magnesium in één mineraal op te treden; de magnesiasilicaten, die arm zijn aan kiezelzuur; kalium dat niet licht samen met kalk of met ijzer gevonden wordt enz.

Deze eigenaardigheid, dat namelijk dezelfde elementen òn in de gesteenten òn in de mineralen tezamen voorkomen kan op tweeërlei wijzen worden verklaard:

1). Bij de chemische differentiatie der magmas blijven die elementen elkaar op hun tochten gezelschap houden, die later te zamen een of ander mineraal zullen opbouwen.

2). Voordat de differentiatie is afgelopen, is een deel der mineralen reeds uitgekristalliseerd, heeft tengevolge der kristallijnheid een betrekkelijk hoog soortelijk gewicht en bezinkt. Bij deze mechanische differentiatie <sup>2)</sup> zullen natuurlijk de sympathieën in het

<sup>1)</sup> Slechts biotiet vormt een uitzondering.

<sup>2)</sup> Een dergelijke meening wordt ook geuit door C. DOELTER: Ueber einige petrogenetische Fragen. Centralblatt für Mineralogie etc. 1902 S. 550. De schrijver gaat echter m. i. wat ver, wanneer hij beweert: Differentiation kann bei viscosen Gesteinen nicht stattfinden, daher sie auch in den Ergussgesteinen fehlt. IDDINGS waarnemingen aan den Electric Peak, bewijzen het tegendeel.



gesteente het gevolg zijn van die in de mineralen, zoodat de beide sympathieën wel moeten samengaan.

Met het oog op onze onderzoekingen is de tweede verklaring de eenvoudigste, maar daaruit zou alsdan volgen, dat aan de zwaartekracht een groote invloed moet worden toegekend bij de differentiatie der magmas, zelfs kan de zwaartekracht bijdragen tot het ontstaan der alkaligesteenten, wanneer uit zoogenaamde normale magmas de eerst kristalliseerende mineralen, die rijk zijn aan de *Fe* (ferro), *Mg* en *Ca* door sedimentatie verdwijnen, en een magma overblijft, dat betrekkelijk rijk is aan de alkaliën en aan aluminosilicium en misschien aan „ferri” ijzer. Het is hier onverschillig of het mineraalsediment misschien later weer oplost; de differentiatie heeft eenmaal plaats gevonden en zal niet gemakkelijk weer worden te niet gedaan.

Maar nu wij de sympathieën en antipathieën der elementen toeschrijven aan oorzaken van mineralogischen aard, is het te verwachten dat de gevonden regels van sympathie en antipathie ook min of meer zullen gelden bij de echte sedimentgesteenten.

*Den Haag*, 31 Januari 1903.

---



## Les Sympathies et les Antipathies entre les éléments chimiques des roches ignées.

---

Dans le mémoire hollandais qui précède, j'ai tâché de recueillir des données sur les sympathies et les antipathies entre les éléments chimiques des roches ignées. Si l'on connaît des cas de sympathie et d'antipathie entre ces éléments, tels que la sympathie entre le potassium et le silicium et l'antipathie entre le magnésium et le silicium, il m'a pourtant semblé nécessaire de faire des recherches approfondissant la question, autant que les analyses chimiques des roches le permettent.

Quant aux analyses chimiques, je les ai empruntées de l'ouvrage bien connu de M. Rosenbusch, *Elemente der Gesteinslehre*. M. Rosenbusch donne dans le susdit ouvrage trois séries d'analyses de roches ignées, celle des roches de profondeur, celle des roches de filons et enfin celle des roches d'épanchement.

En premier lieu je me suis servi de ces trois séries séparément en y classant les analyses d'après leur teneur en  $SiO_2$ , en faisant un groupe des analyses ayant une teneur de 40% à 45%, un autre groupe de celles qui contiennent 45% à 50% de  $SiO_2$  etc. Après avoir calculé dans chaque groupe la teneur moyenne en  $Al_2O_3$ , en  $Fe_2O_3$  et  $FeO$  combinés, en  $MgO$  etc. j'ai réuni les résultats dans les tableaux, ainsi que dans les figures 1—21 (respectivement trois figures pour chacun des éléments *Si*, *Al*, *Fe*, *Mg*, *Ca*, *Na* et *K*).

Dans l'explication des couleurs: *Si* noir pointillé, *Al* noir, *Fe* brun, *Mg* bleu, *Ca* rouge, *Na* jaune et *K* violet. Reste encore à

remarquer, qu'afin d'éviter les trop grandes dimensions des figures, j'ai réduit les ordonnées de *Si* à un cinquième de leur grandeur réelle.

Les trois premières figures sont basées sur la teneur en  $SiO_2$ ; on y remarquera les lignes brisées convexes d'*Al* ayant toutes leurs sommets à une teneur moyenne en  $SiO_2$  de 57,5%. Les lignes de *Fe*, de *Mg* et de *Ca* se tiennent compagnie en descendant très rapidement; les lignes de *Na* et d'*Al* ont une ressemblance assez prononcée.

Les figures d'*Al* ayant en commun l'horizontalité relative de la plupart des autres lignes; l'*Al* n'inspire évidemment ni de grandes sympathies ni de grandes antipathies.

Remarquer dans les figures 7—9 les mouvements opposés des lignes de *Si* et de *Fe*.

La figure 16 est intéressante par la sympathie extra-ordinaire entre *Al* et *Na*. Il est évident que la descente rapide de *Mg* est causée par l'accroissement rapide de *Si*, ainsi que de *Na*.

Reste encore l'explication de l'heptagone, dont les sommets sont occupés par les symboles des éléments, tandis que les nombres inscrits sur les côtés et les diagonales indiquent les degrés de sympathie. Ces chiffres nous démontrent l'existence de deux groupes d'éléments amis, d'abord les quatre éléments *Si*, *Al*, *Na* et *K*, puis les trois éléments *Fe*, *Mg* et *Ca*. Ces deux groupes se sont antipathiques à l'exception des deux éléments *Al* et *Ca*, ce qui représente un cas neutre.

Parmi les différents résultats qu'on peut obtenir en étudiant l'heptagone, celui qui suit est peut-être le plus remarquable.

Les cas de sympathie et d'antipathie que les analyses des roches nous ont appris, sont les mêmes que nous fournissent les analyses des minéraux isolés. Ainsi parmi les minéraux du potassium, le minéral le plus répandu, l'orthose est connu pour sa richesse de *Si*. Dans les minéraux on trouve très souvent réunis *Fe* et *Ca*, *Mg* et *Ca* ou bien *Fe* et *Mg*. Le natrium est presque toujours accompagné d'aluminium etc. Et quant aux antipathies, les minéraux du *Fe*, ainsi que ceux du *Ca* sont généralement pauvres en *Si*; le magnésium, le natrium et le kalium ne se trouvent rarement réunis; les minéraux du magnésium ne contiennent que peu de silicium etc.

Or j'entrevois deux possibilités pouvant expliquer ce que nous avons trouvé.

1). Dans la différenciation du magma ceux-là des éléments se

tiendront compagnie qui entreront plus tard dans la composition d'une même espèce minérale.

2). Avant que la différenciation soit complète une partie des minéraux est déjà formée et se dépose à cause de leur poids spécifique relativement grand.

Inutile de dire que la seconde explication est la plus plausible et qu'il est probable que la pesanteur entre pour beaucoup dans la différenciation des magmas.

Tabel 1.

Dieptegesteenten. Statistiek op $SiO_2$ .							
$SiO_2$	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5
$Al_2O_3$	11,6	16,0	17,2	17,7	16,4	16,1	13,7
$FeO + Fe_2O_3$	10,9	10,1	7,4	5,8	5,0	3,8	3,1
$MgO$	17,4	8,9	4,6	4,4	2,8	1,3	0,6
$CaO$	8,3	9,5	7,3	4,6	3,3	2,6	1,6
$Na_2O$	2,8	3,7	5,4	5,0	4,5	4,0	3,9
$K_2O$	2,4	1,9	3,6	4,1	4,0	3,6	4,8
$n$	11	33	35	29	19	19	11

Tabel 2.

Ganggesteenten. Statistiek op $SiO_2$ .							
$SiO_2$	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5
$Al_2O_3$	15,0	17,0	16,8	18,2	17,2	15,6	13,5
$FeO + Fe_2O_3$	13,2	10,7	8,0	5,5	5,8	4,2	3,2
$MgO$	6,1	5,5	3,6	2,3	1,5	1,1	0,6
$CaO$	10,7	7,3	4,5	3,4	2,8	2,1	1,1
$Na_2O$	3,0	5,3	5,5	5,2	4,3	4,7	4,1
$K_2O$	2,0	3,2	4,4	5,3	4,3	4,4	4,3
$n$	11	13	23	20	20	11	15

Tabel 3.

Eruptiefgesteenten. Statistiek op $SiO_2$ .									
$SiO_2$	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5	67,5	72,5	77,5
$Al_2O_3$	12,6	13,2	16,6	16,3	18,3	17,1	15,3	13,0	12,7
$FeO + Fe_2O_3$	13,8	14,6	11,6	9,3	7,1	5,4	4,5	2,5	1,4
$MgO$	14,1	9,7	5,2	5,0	2,4	1,8	1,0	0,6	0,5
$CaO$	10,5	10,7	8,9	7,4	4,9	4,0	2,4	1,0	0,8
$Na_2O$	3,1	3,6	4,2	3,8	4,8	4,5	4,2	3,7	3,9
$K_2O$	1,5	1,9	3,3	2,9	3,9	3,6	3,9	4,1	3,6
$n$	11	38	46	58	41	50	39	33	25

Tabel 4.

Dieptegesteenten. Statistiek op $Al_2O_3$ .								
$SiO_2$	58,9	61,7	60,4	57,5	56,0	53,8	51,5	55,1
$Al_2O_3$	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5	20,5
$FeO + Fe_2O_3$	5,9	6,3	6,8	8,0	7,3	6,6	8,3	5,7
$MgO$	7,0	2,7	3,0	4,1	3,4	4,9	3,2	1,2
$CaO$	4,9	5,2	5,8	5,9	6,8	7,6	7,5	4,3
$Na_2O$	3,1	4,1	4,6	3,9	4,1	4,4	5,1	6,4
$K_2O$	3,6	4,3	3,2	2,8	3,4	3,3	3,0	4,7
<i>n</i>	8	11	19	17	15	9	13	15

Tabel 5.

Ganggesteenten. Statistiek op $Al_2O_3$ .							
$SiO_2$	61,9	59,3	59,4	54,4	61,9	56,0	55,8
$Al_2O_3$	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5
$FeO + Fe_2O_3$	7,5	7,0	5,7	8,2	5,5	7,0	4,8
$MgO$	2,6	3,9	3,1	4,1	1,8	2,6	1,0
$CaO$	4,2	4,1	3,7	6,0	4,2	5,9	2,1
$Na_2O$	3,7	3,0	3,5	4,3	3,9	4,0	8,0
$K_2O$	3,6	3,7	4,8	3,0	3,8	3,1	6,2
<i>n</i>	12	20	17	13	9	11	10

Tabel 6.

Eruptiefgesteenten. Statistiek op $Al_2O_3$ .													
$SiO_2$	44,0	52,8	60,6	65,2	63,5	59,5	62,2	59,2	57,5	55,0	53,2	51,8	51,7
$Al_2O_3$	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5	19,5	20,5	21,5
$FeO + Fe_2O_3$	12,0	10,8	9,3	5,7	5,9	7,9	6,9	7,0	6,2	7,3	7,3	7,2	6,3
$MgO$	12,2	7,5	3,2	3,7	3,0	3,5	3,1	3,0	3,0	2,6	2,4	2,3	1,6
$CaO$	9,4	8,6	5,0	4,3	3,9	5,6	5,4	5,8	5,0	5,9	5,6	5,9	5,6
$Na_2O$	3,2	3,5	3,4	3,5	3,4	4,6	3,4	4,0	4,2	4,5	5,9	6,3	6,7
$K_2O$	2,5	2,6	3,8	2,9	3,4	2,5	2,8	3,4	3,5	3,9	4,2	4,3	3,8
<i>n</i>	9	18	20	28	37	28	39	39	39	28	20	12	10

Tabel 7.

Dieptegesteenten. Statistiek op $FeO + Fe_2O_3$ .												
$SiO_2$	66,2	64,9	61,6	61,0	58,4	56,6	53,1	50,3	48,6	50,7	39,3	42,8
$Al_2O_3$	18,9	18,4	18,4	17,7	17,4	14,7	17,8	10,7	13,6	16,2	13,3	10,7
$FeO + Fe_2O_3$	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5
$MgO$	0,5	0,6	1,0	2,6	2,6	7,0	4,6	15,5	14,4	5,3	9,1	16,5
$CaO$	3,2	1,4	3,1	3,5	4,2	6,9	7,8	7,0	8,0	7,2	12,1	7,0
$Na_2O$	5,0	5,3	6,0	5,6	5,1	4,1	4,3	2,0	2,3	5,2	2,8	2,5
$K_2O$	4,1	5,3	5,3	3,6	4,6	2,6	3,2	2,9	1,6	2,2	1,5	1,5
$n$	8	9	17	21	17	14	16	12	14	6	9	6

Tabel 8.

Ganggesteenten. Statistiek op $FeO + Fe_2O_3$ .									
$SiO_2$	72,1	68,6	64,5	58,7	58,4	55,8	55,6	53,3	50,7
$Al_2O_3$	15,2	15,2	17,4	18,7	17,6	17,3	14,3	15,7	15,1
$FeO + Fe_2O_3$	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5
$MgO$	0,8	0,6	0,6	1,6	2,4	2,2	6,1	5,1	5,1
$CaO$	1,4	1,4	1,6	2,7	3,5	3,7	5,2	6,1	6,1
$Na_2O$	2,6	5,2	5,7	6,0	4,9	6,2	2,8	2,3	4,1
$K_2O$	5,1	4,6	5,5	5,6	4,6	5,0	4,1	4,1	4,3
$n$	7	10	14	13	14	10	9	5	5

Tabel 9.

Eruptiefgesteenten. Statistiek op $FeO + Fe_2O_3$ .																
$SiO_2$	75	73,9	70,5	65,6	61,1	59,3	58,4	55,9	55,2	51,8	49,5	50,6	46,1	43,6	46,3	41,3
$Al_2O_3$	13,6	13,5	14,5	16,4	17,3	17,8	16,5	16,7	17,3	15,9	16,6	13,8	14,7	13,1	12,9	14,7
$FeO + Fe_2O_3$	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5	13,5	14,5	15,5
$MgO$	0,6	0,5	0,7	1,1	1,5	1,9	3,1	4,2	3,0	6,3	5,3	6,4	7,6	8,7	8,6	8,7
$CaO$	0,8	1,0	1,4	2,6	3,4	4,0	4,9	6,7	5,6	7,9	9,0	8,6	11,0	10,2	9,1	11,1
$Na_2O$	5,1	3,8	3,3	4,7	5,1	5,1	4,3	3,6	4,2	3,7	3,9	3,6	3,8	3,4	2,9	4,1
$K_2O$	3,1	4,3	5,6	3,9	4,7	3,9	3,3	2,3	4,1	2,6	2,2	2,9	2,1	1,7	2,2	2,5
$n$	14	28	19	37	25	27	24	21	21	24	22	15	14	15	18	5

Tabel 10.

Dieptegesteenten. Statistiek op <i>MgO</i> .							
<i>SiO</i> <sub>2</sub>	61,3	58,8	60,8	55,7	53,9	49,9	48,6
<i>Al</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub>	18,7	18,6	17,1	16,6	17,0	16,3	16,1
<i>FeO</i> + <i>Fe</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub>	3,9	5,3	7,1	8,7	7,5	10,2	10,3
<i>MgO</i>	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5
<i>CaO</i>	2,6	4,3	5,0	6,9	7,2	10,4	9,0
<i>Na</i> <sub>2</sub> <i>O</i>	6,6	5,3	3,9	4,4	4,7	3,4	3,6
<i>K</i> <sub>2</sub> <i>O</i>	4,9	4,6	2,1	3,1	3,3	2,3	2,7
<i>n</i>	49	18	14	16	10	9	10

Tabel 11.

Ganggesteenten. Statistiek op <i>MgO</i> .					
<i>SiO</i> <sub>2</sub>	65,1	59,7	57,7	52,9	50,6
<i>Al</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub>	14,2	18,0	16,7	15,6	16,0
<i>FeO</i> + <i>Fe</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub>	3,9	6,0	8,4	9,6	9,9
<i>MgO</i>	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5
<i>CaO</i>	1,3	3,2	4,9	5,9	8,0
<i>Na</i> <sub>2</sub> <i>O</i>	5,9	5,1	4,5	4,7	3,6
<i>K</i> <sub>2</sub> <i>O</i>	5,0	4,4	3,6	4,3	3,0
<i>n</i>	47	20	8	8	11

Tabel 12.

Eruptiefgesteenten. Statistiek op <i>MgO</i> .									
<i>SiO</i> <sub>2</sub>	67,1	61,6	57,7	54,3	50,0	49,3	50,5	48,6	45,8
<i>Al</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub>	15,1	15,3	17,7	17,0	16,6	17,0	14,7	14,8	14,4
<i>FeO</i> + <i>Fe</i> <sub>2</sub> <i>O</i> <sub>3</sub>	4,3	5,6	6,6	9,0	10,5	10,6	10,3	11,3	10,8
<i>MgO</i>	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
<i>CaO</i>	2,0	3,7	5,8	7,5	8,7	8,7	9,4	9,4	10,9
<i>Na</i> <sub>2</sub> <i>O</i>	4,7	4,6	4,4	3,9	3,4	3,5	3,1	2,8	3,1
<i>K</i> <sub>2</sub> <i>O</i>	3,5	4,1	2,8	2,5	2,5	2,5	2,3	1,8	1,4
<i>n</i>	118	49	32	24	22	21	17	13	12

Tabel 13.

Dieptegesteenten. Statistiek op $CaO$ .											
$SiO_2$	63,1	60,6	59,4	62,0	55,5	57,6	51,8	50,4	51,5	48,8	46,8
$Al_2O_3$	15,7	18,4	16,0	15,8	13,5	15,8	16,1	14,9	15,0	19,1	17,7
$FeO + Fe_2O_3$	4,3	4,3	5,1	5,3	8,2	7,0	8,4	10,8	8,9	8,4	9,0
$MgO$	4,4	1,1	6,3	3,3	9,7	5,7	9,6	7,4	8,0	6,3	5,9
$CaO$	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5
$Na_2O$	5,4	7,0	5,1	4,5	3,2	4,1	3,5	3,8	3,4	3,4	4,6
$K_2O$	5,1	5,7	4,3	3,7	3,3	3,1	1,4	2,3	3,0	1,6	3,0
$n$	16	17	13	23	12	12	7	15	11	11	8

Tabel 14.

Ganggesteenten. Statistiek op $CaO$ .						
$SiO_2$	68,4	63,1	59,0	60,2	54,4	58,4
$Al_2O_3$	14,6	17,4	17,8	17,4	17,4	15,8
$FeO + Fe_2O_3$	4,6	3,8	5,6	5,5	7,1	6,6
$MgO$	0,8	0,6	2,1	2,2	3,9	4,4
$CaO$	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
$Na_2O$	4,8	6,1	5,9	4,4	5,8	2,7
$K_2O$	4,9	5,7	4,6	4,1	4,8	3,6
$n$	19	28	13	9	7	9

Tabel 15.

Eruptiefgesteenten. Statistiek op $CaO$ .													
$SiO_2$	72,8	68,5	62,3	61,6	57,7	56,0	55,2	52,2	48,9	49,0	47,6	44,8	43,4
$Al_2O_3$	13,8	14,3	17,1	15,8	17,1	17,1	15,9	16,3	14,9	16,4	15,1	14,8	13,7
$FeO + Fe_2O_3$	2,4	3,9	4,5	5,1	6,0	7,1	7,9	9,4	12,6	10,2	12,5	12,6	13,4
$MgO$	0,6	0,7	0,8	3,3	3,3	3,7	5,5	4,9	5,5	6,0	7,4	8,2	8,1
$CaO$	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	11,5	12,5
$Na_2O$	4,5	4,4	5,1	4,2	4,5	4,2	3,3	4,1	4,0	3,3	3,5	3,3	2,4
$K_2O$	4,5	4,6	4,7	3,3	3,8	3,2	2,6	2,2	2,3	2,3	2,1	1,6	2,3
$n$	49	37	29	33	26	17	18	35	23	17	26	12	12



Tabel 16.

Dieptegesteenten. Statistiek op $Na_2O$ .									
$SiO_2$	43,7	50,3	59,4	58,7	58,7	56,7	57,6	54,6	55,0
$Al_2O_3$	5,1	15,1	15,1	16,6	17,7	18,4	18,0	19,9	20,5
$FeO + Fe_2O_3$	11,4	9,4	7,1	6,9	6,3	6,3	4,8	5,4	5,1
$MgO$	27,9	9,4	4,6	3,5	3,2	1,9	1,0	1,5	1,4
$CaO$	6,7	10,3	5,8	6,4	5,9	3,7	4,5	3,8	3,2
$Na_2O$	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5
$K_2O$	0,8	2,4	3,7	2,7	3,1	4,1	4,7	5,5	4,8
$n$	20	16	20	34	19	19	8	9	10

Tabel 17.

Ganggesteenten. Statistiek op $Na_2O$ .						
$SiO_2$	51,7	50,3	59,1	55,9	64,0	61,2
$Al_2O_3$	14,2	14,2	15,6	15,3	14,9	15,7
$FeO + Fe_2O_3$	8,5	8,0	7,2	8,7	5,5	6,8
$MgO$	7,2	7,4	3,4	3,9	1,9	1,6
$CaO$	8,3	7,4	5,6	5,7	3,3	2,9
$Na_2O$	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
$K_2O$	3,3	4,2	3,4	3,7	3,9	4,5
$n$	4	14	20	24	19	15

Tabel 18.

Eruptiefgesteenten. Statistiek op $Na_2O$ .								
$SiO_2$	53,3	57,9	55,2	57,5	59,6	57,4	61,7	59,9
$Al_2O_3$	9,7	14,4	14,8	15,0	15,4	17,5	15,9	15,8
$FeO + Fe_2O_3$	10,7	7,8	9,0	7,4	5,7	6,9	5,7	6,5
$MgO$	11,4	4,9	5,0	4,5	2,7	2,5	1,7	1,3
$CaO$	5,2	6,3	7,4	6,0	4,5	4,7	3,8	3,3
$Na_2O$	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5
$K_2O$	3,4	4,4	3,0	2,7	3,4	3,5	2,9	3,9
$n$	11	24	79	86	52	35	22	16

Tabel 19.

Dieptegesteenten. Statistiek op $K_2O$ .							
$SiO_2$	44,4	54,1	57,5	57,3	58,6	58,9	60,0
$Al_2O_3$	9,4	17,7	16,7	16,5	16,2	15,8	18,0
$FeO + Fe_2O_3$	13,6	8,2	5,8	6,7	5,6	4,5	4,5
$MgO$	14,9	4,4	3,8	2,8	3,0	3,2	1,1
$CaO$	8,4	8,3	5,9	5,9	4,7	3,6	2,5
$Na_2O$	1,9	3,8	4,8	5,1	5,4	5,3	5,3
$K_2O$	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5
$n$	43	27	20	20	25	21	11

Tabel 20.

Ganggesteenten. Statistiek op $K_2O$ .							
$SiO_2$	48,2	49,5	57,2	52,7	62,2	62,1	58,1
$Al_2O_3$	16,5	16,4	15,7	14,8	15,5	17,3	20,3
$FeO + Fe_2O_3$	9,9	11,1	7,0	8,1	4,9	3,9	3,7
$MgO$	6,7	4,7	3,3	4,4	2,4	1,5	1,0
$CaO$	9,1	8,0	5,4	6,0	3,0	2,0	1,8
$Na_2O$	3,3	3,9	4,7	3,5	4,9	5,4	7,6
$K_2O$	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5
$n$	9	11	13	25	26	21	11

Tabel 21.

Eruptiefgesteenten. Statistiek op $K_2O$ .							
$SiO$	53,0	53,8	55,9	61,1	63,2	64,2	59,2
$Al_2O_3$	13,0	15,3	15,9	15,4	16,0	15,8	17,1
$FeO + Fe_2O_3$	10,3	7,1	8,7	6,5	4,7	4,7	5,8
$MgO$	8,5	5,3	3,6	2,1	1,5	1,2	1,4
$CaO$	7,3	8,1	6,5	4,3	3,3	2,9	3,6
$Na_2O$	3,2	3,7	4,4	4,6	4,7	3,9	4,8
$K_2O$	0,5	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5
$n$	42	75	60	38	57	30	18





*Al. Dieptegesteenten.*

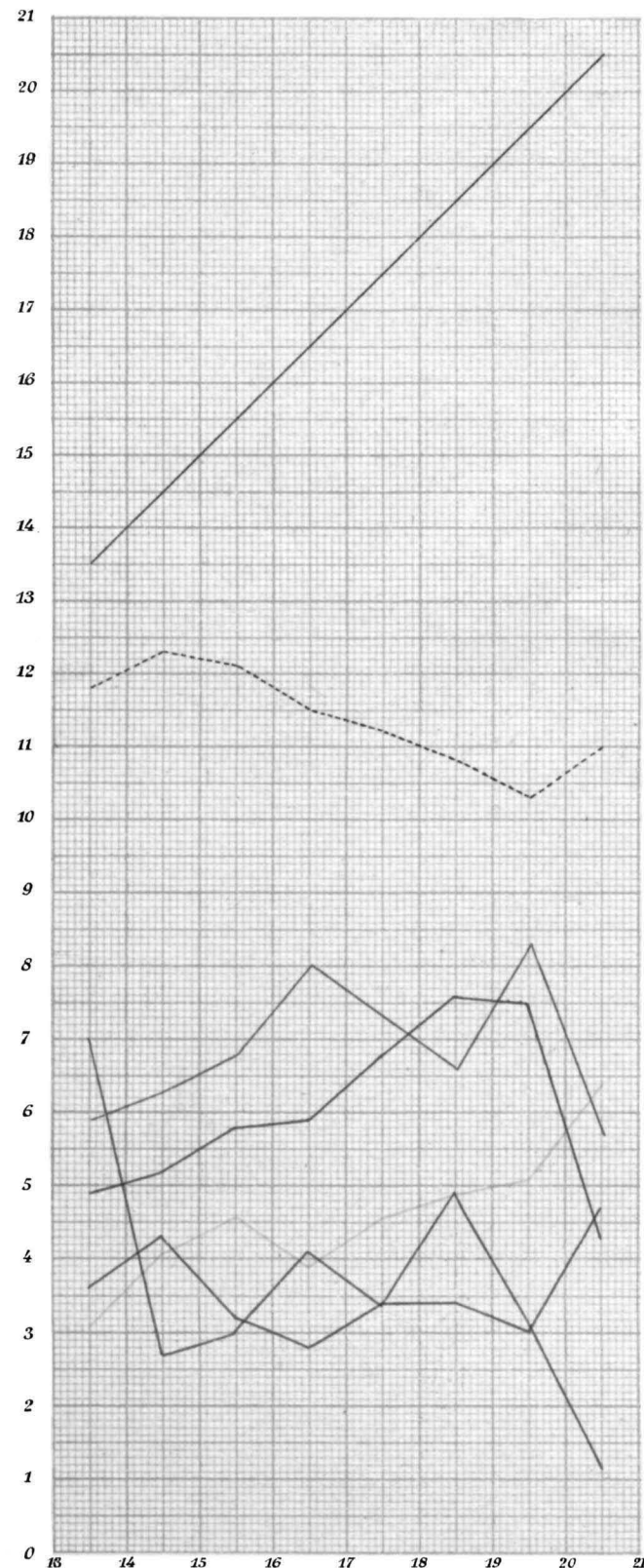


Fig. 4.

*Al. Ganggesteenten.*

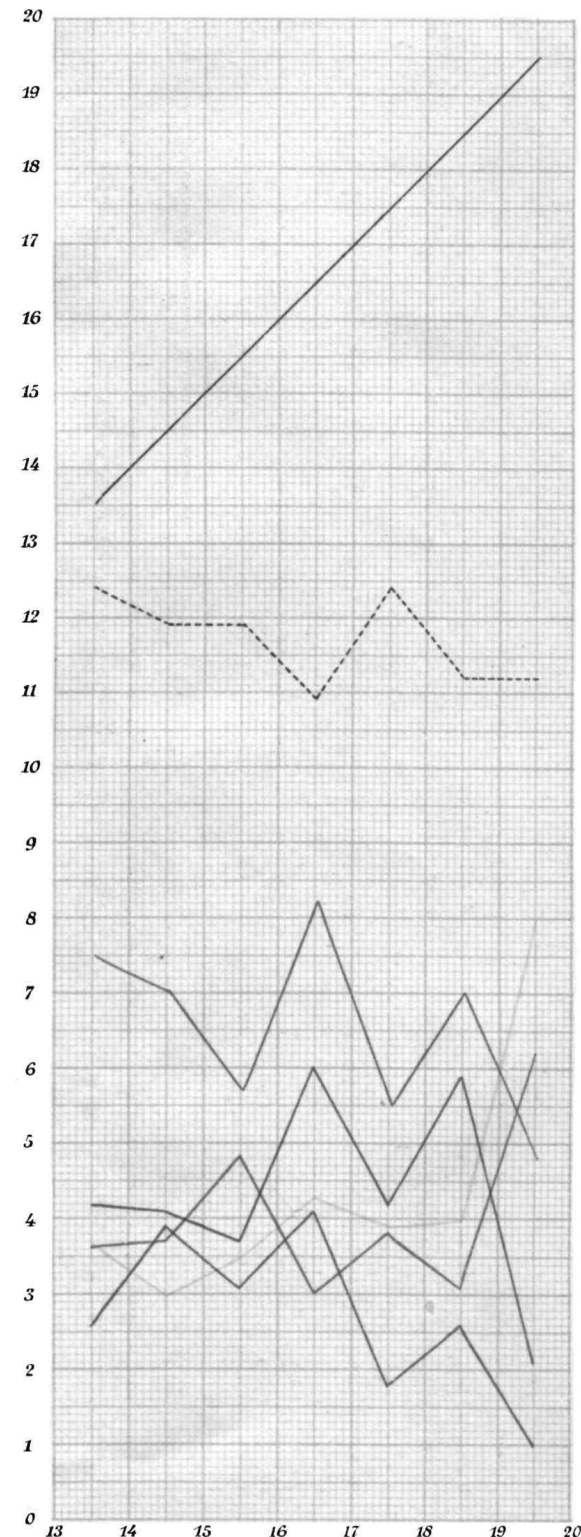


Fig. 5.

*Al. Eruptiefgesteenten.*

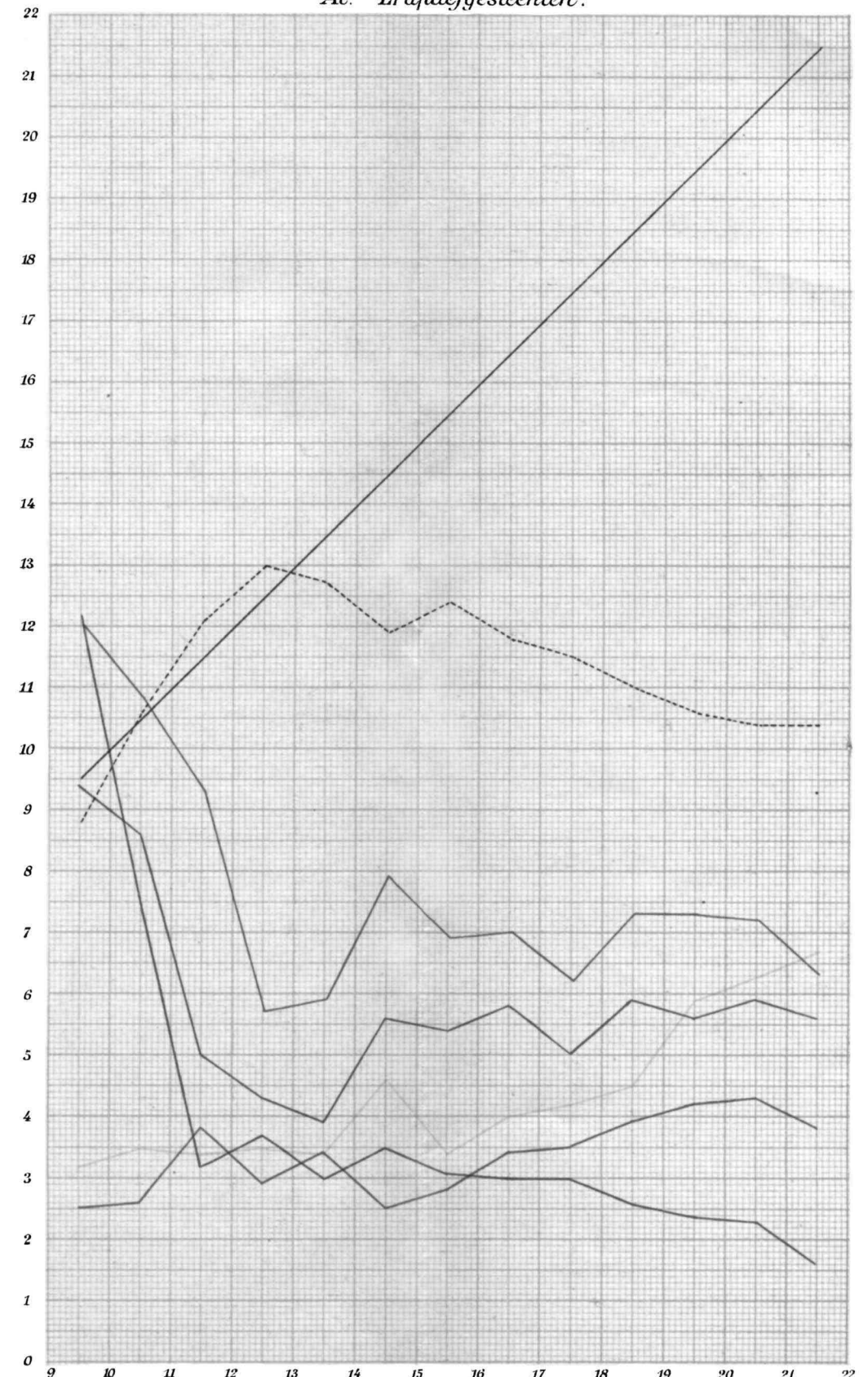


Fig. 6.

*Fe. Dieptegesteenten.*

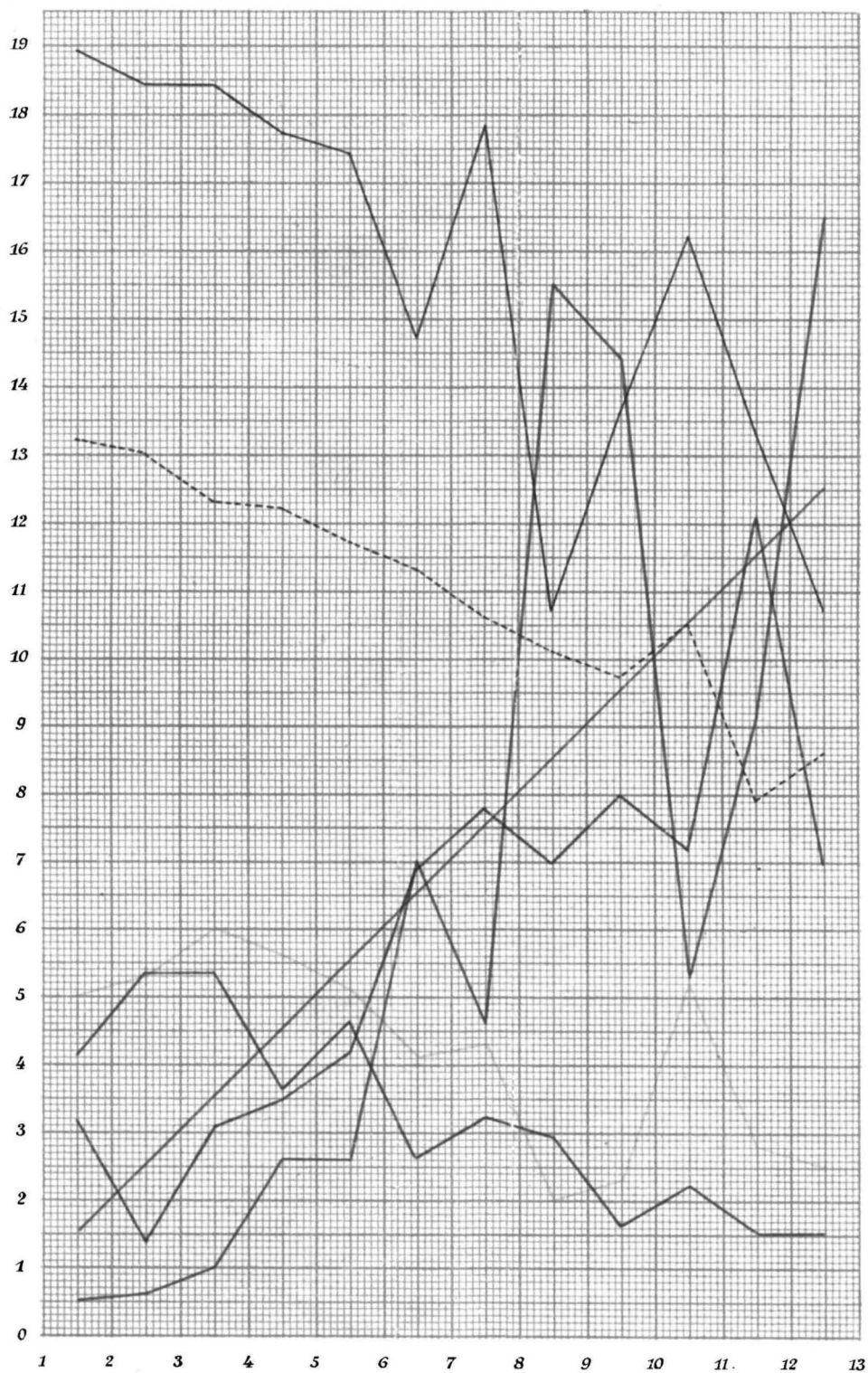


Fig. 7.

*Fe. Ganggesteenten.*

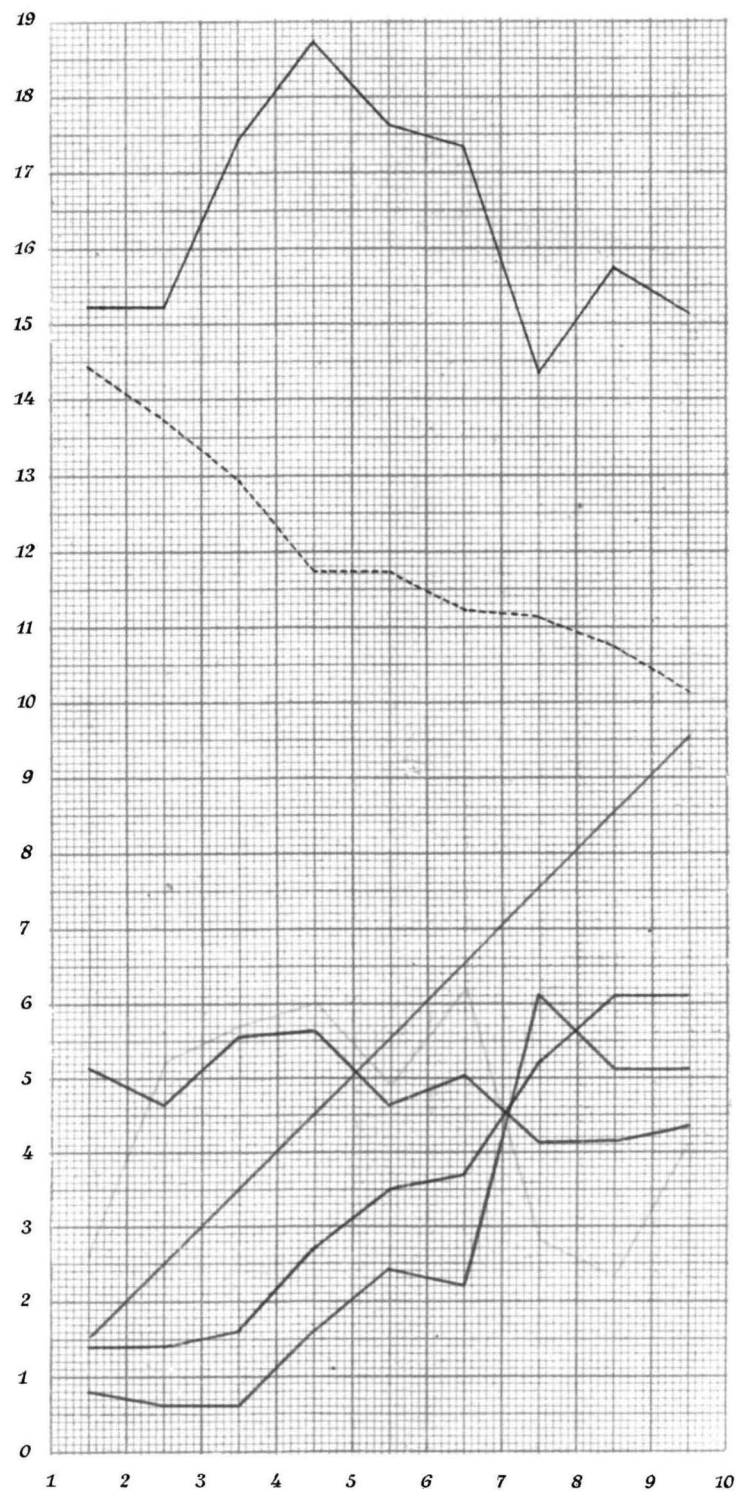


Fig. 8.



*Fe. Eruptiefgesteenten.*

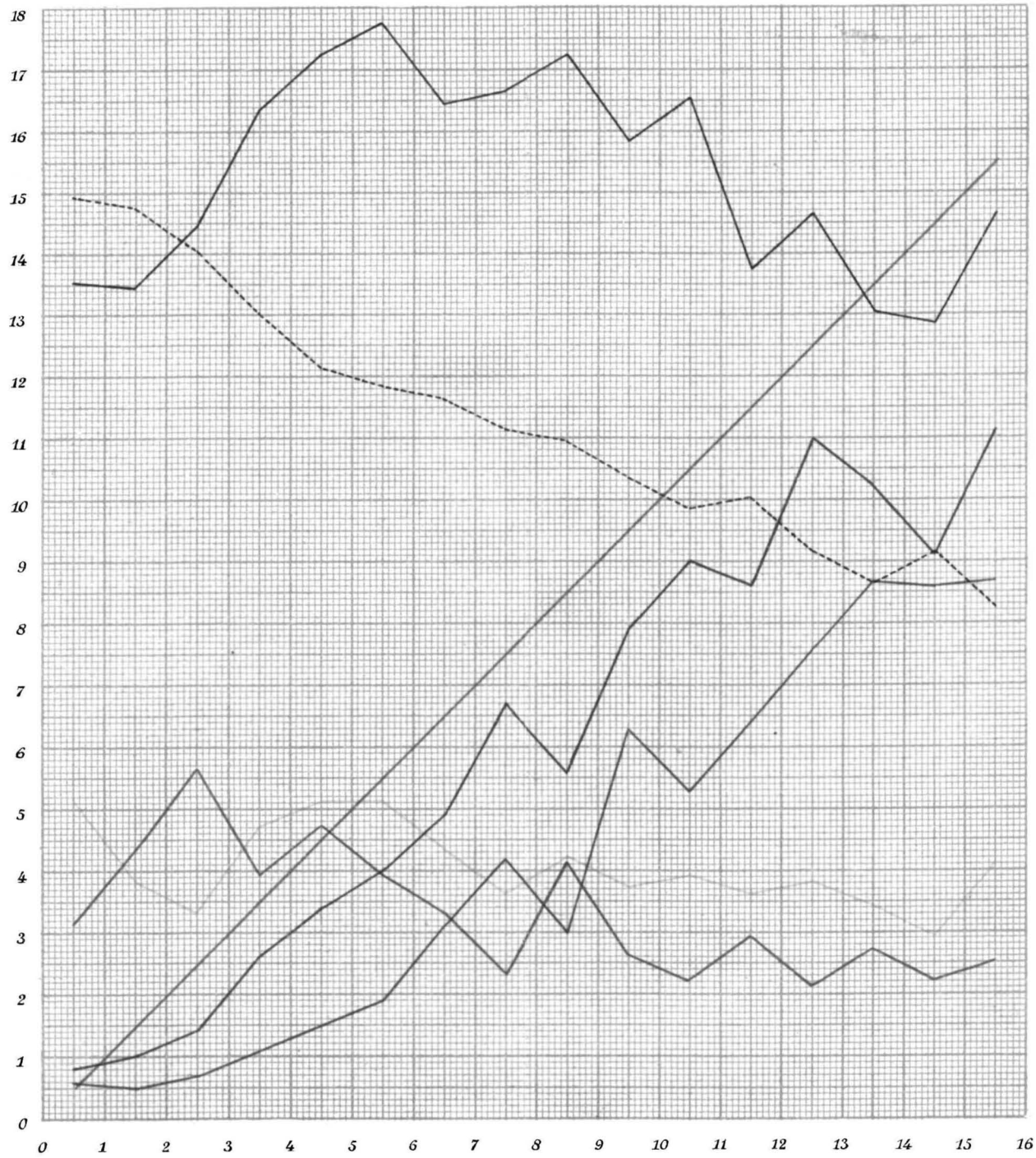


Fig. 9.

*Mg. Dieptegesteenten.*

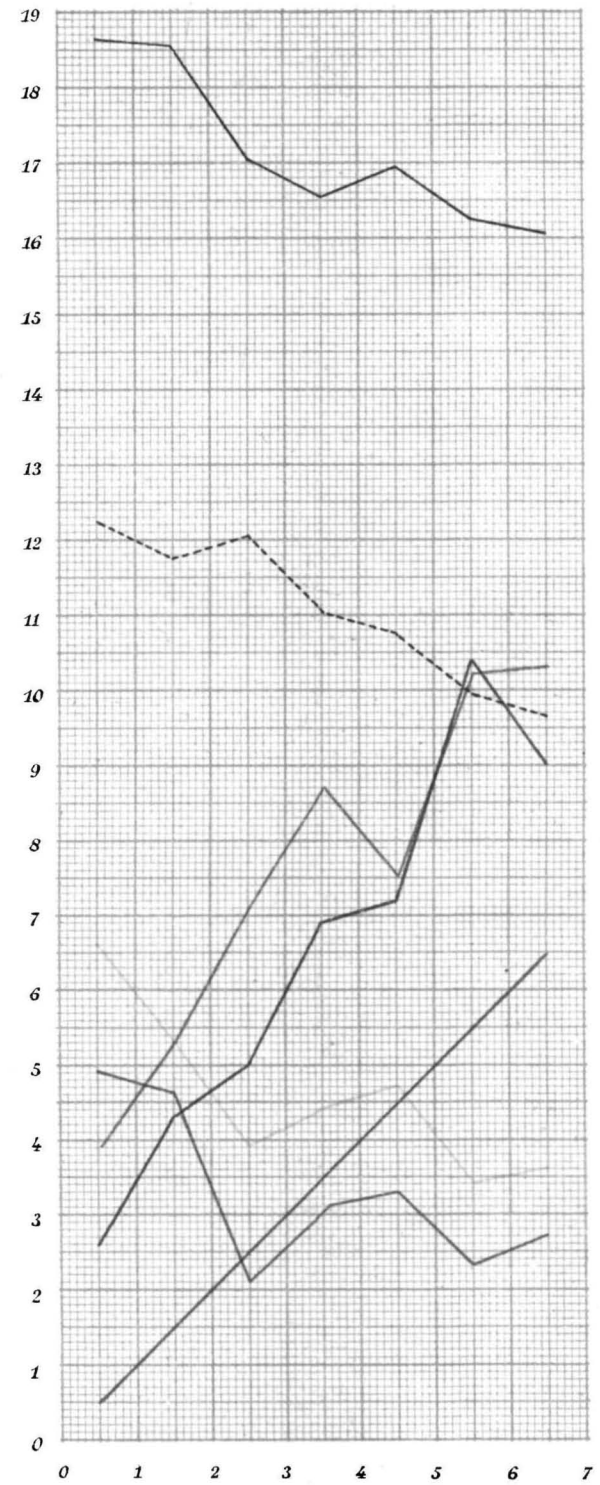


Fig. 10.



*Mg. Ganggesteenten.*

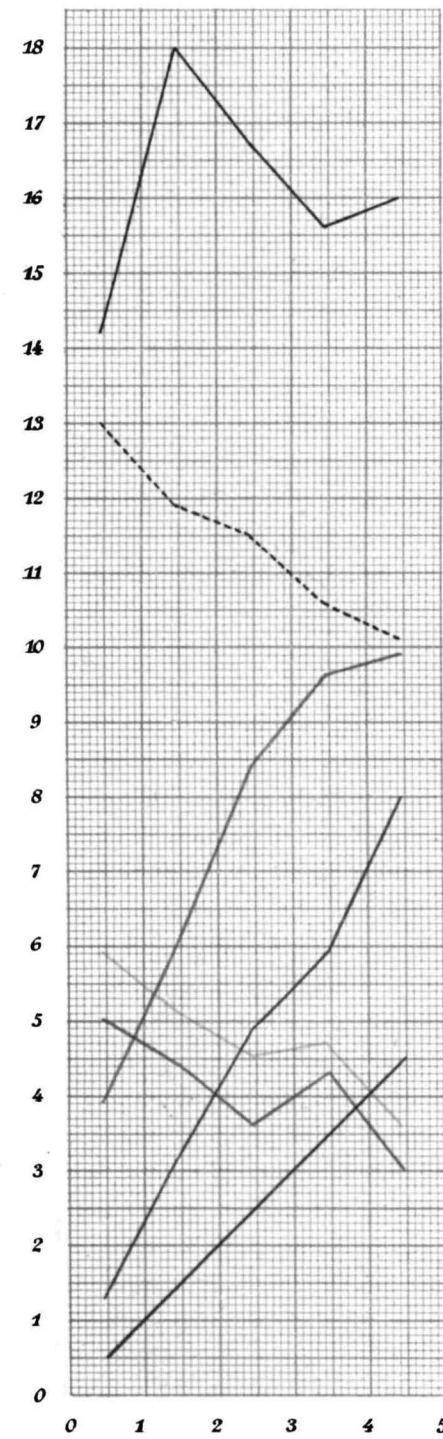


Fig. 11.

*Mg. Eruptiefgesteenten.*

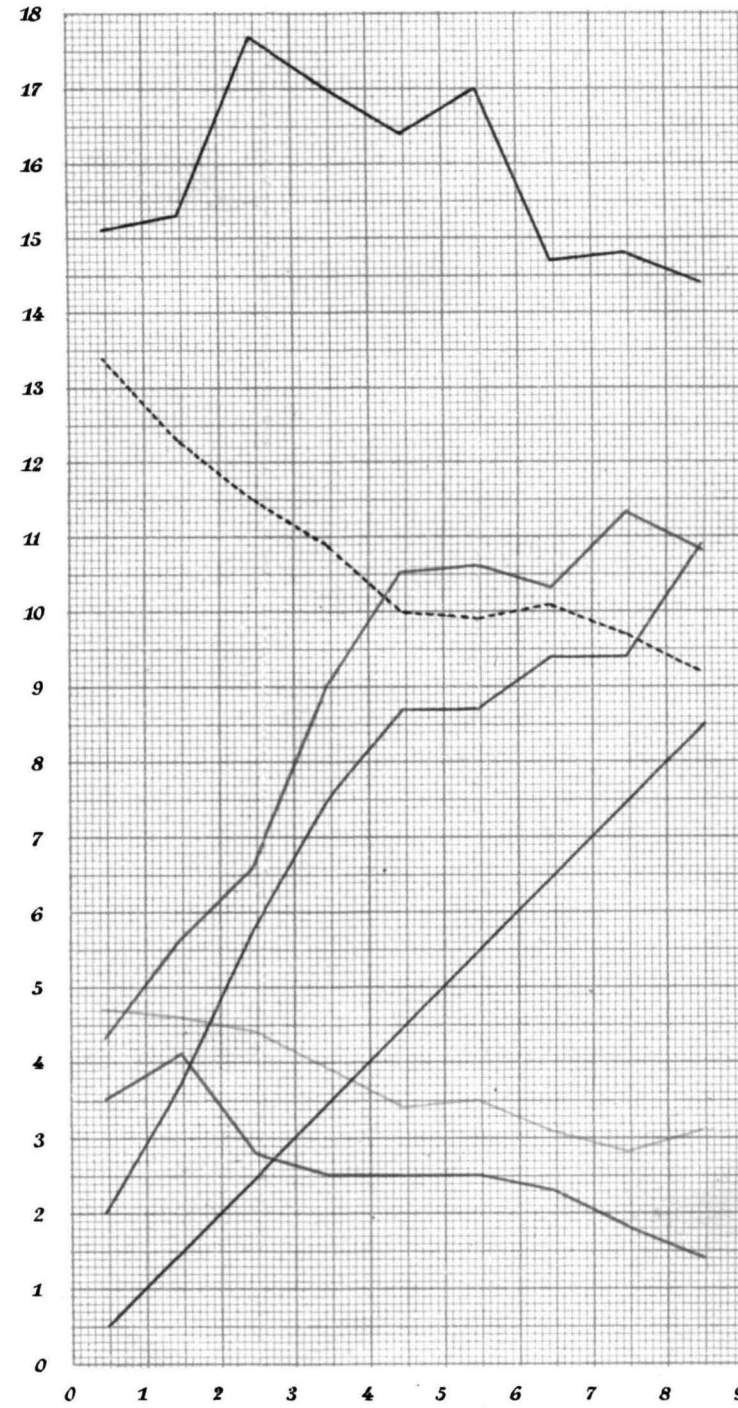


Fig. 12.

*Ca. Dieptegesteenten.*

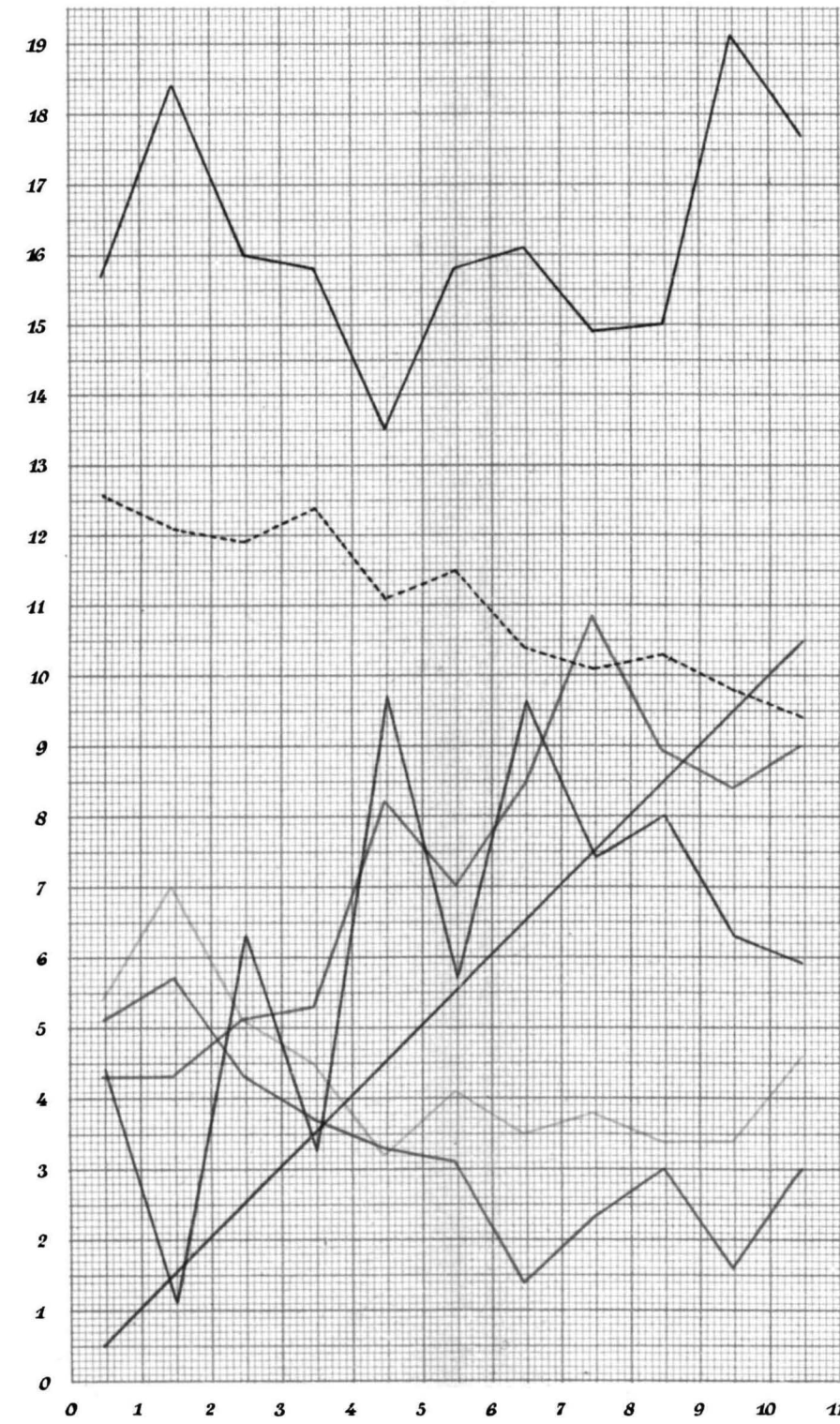


Fig. 13.

*Ca. Ganggesteenten.*

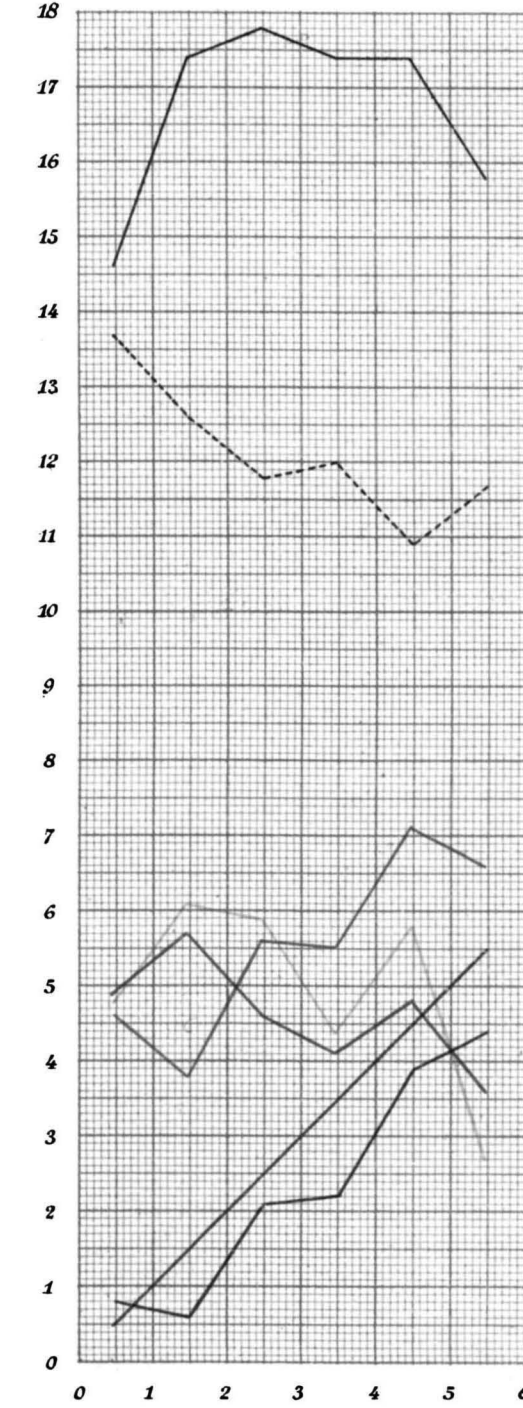


Fig. 14.

*Ca. Eruptiefgesteenten.*

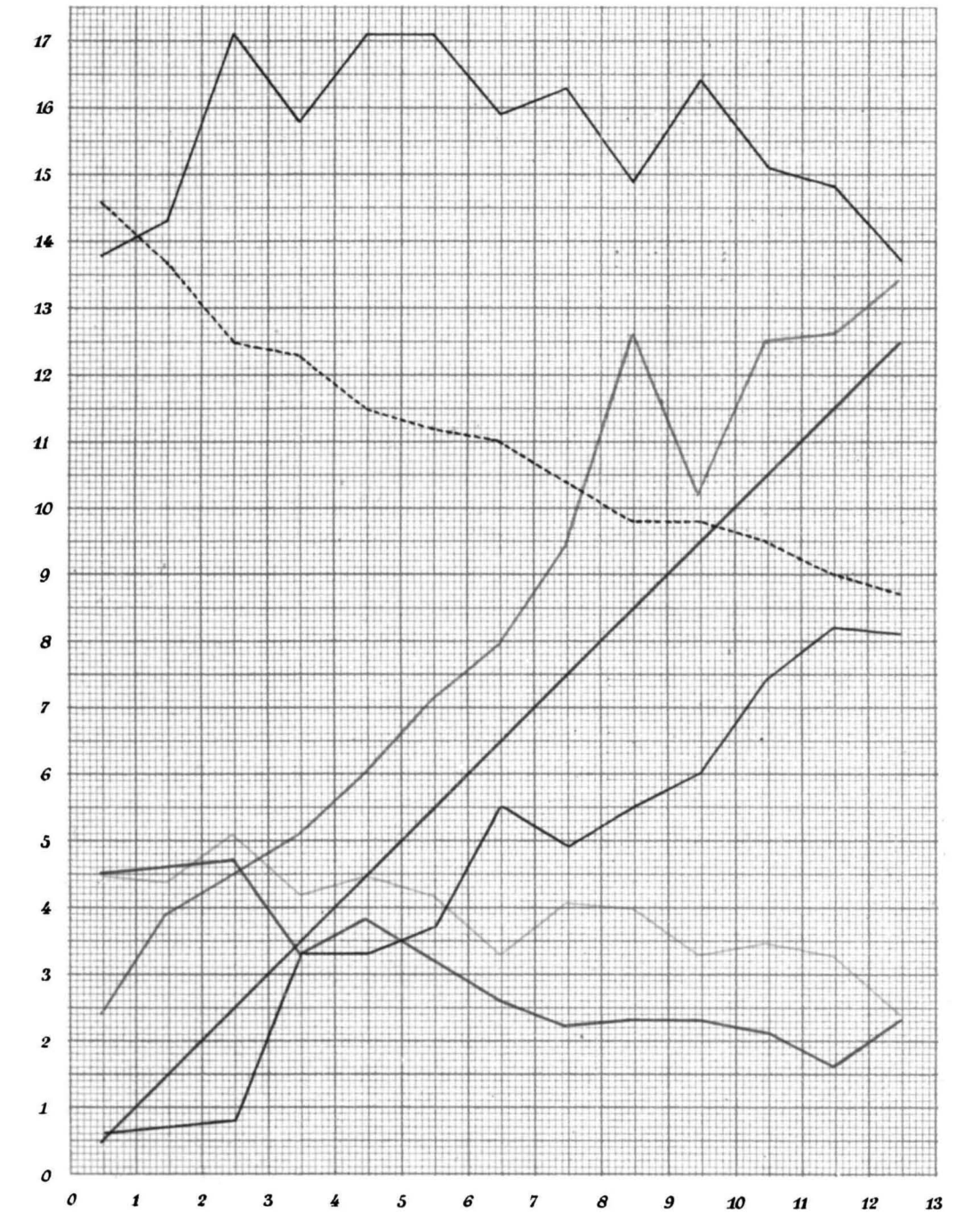


Fig. 15.



*Na. Dieptegesteenten.*

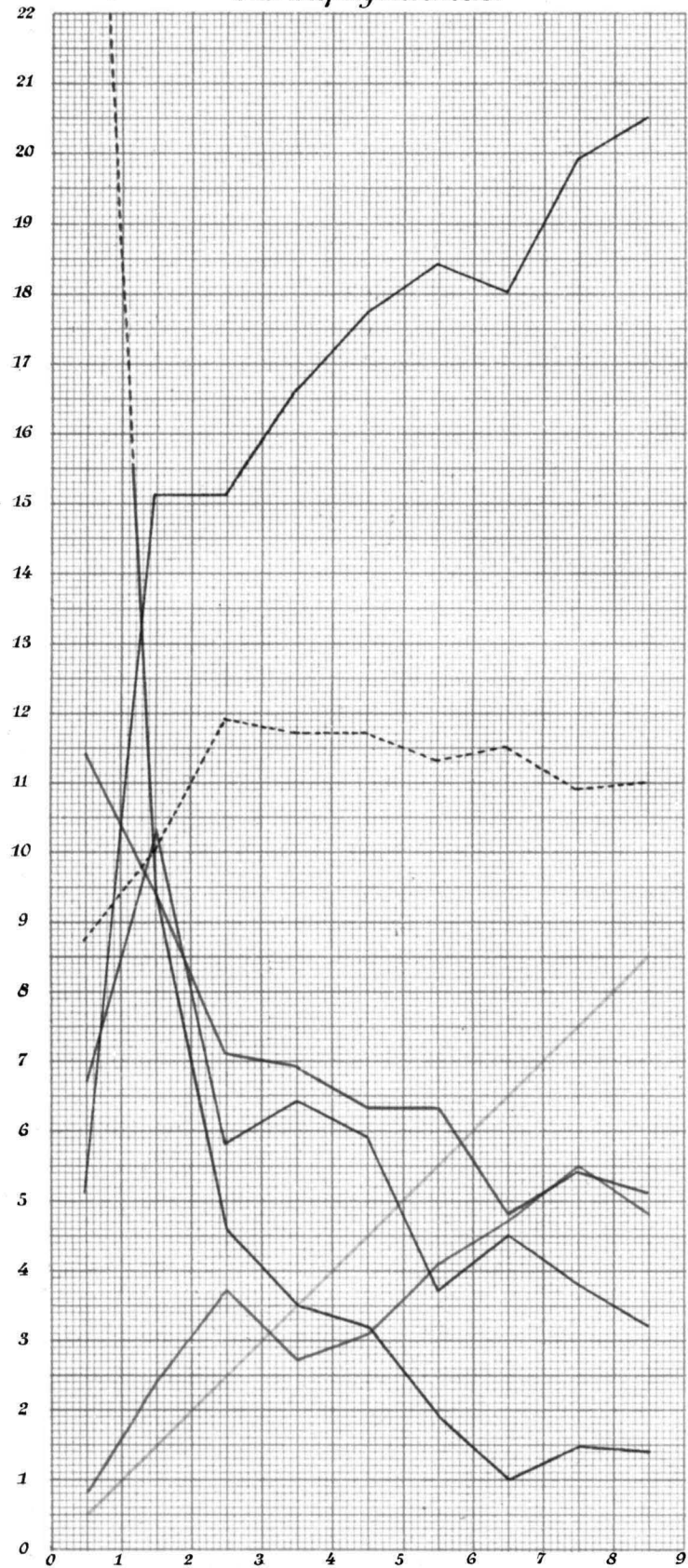


Fig. 16.

*Na. Ganggesteenten.*

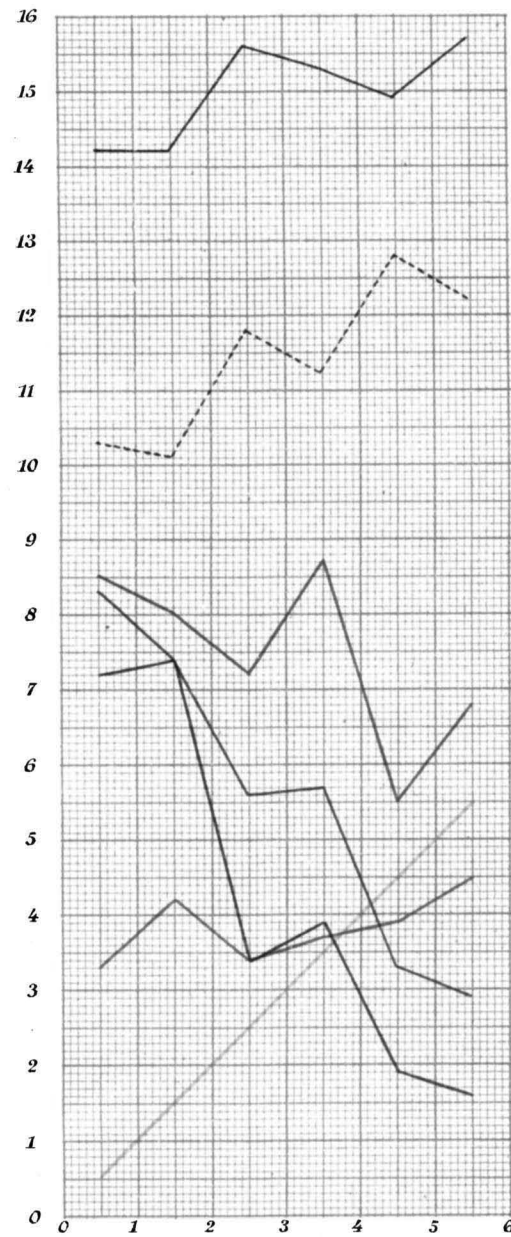


Fig. 17.

*Na. Eruptiefgesteenten.*

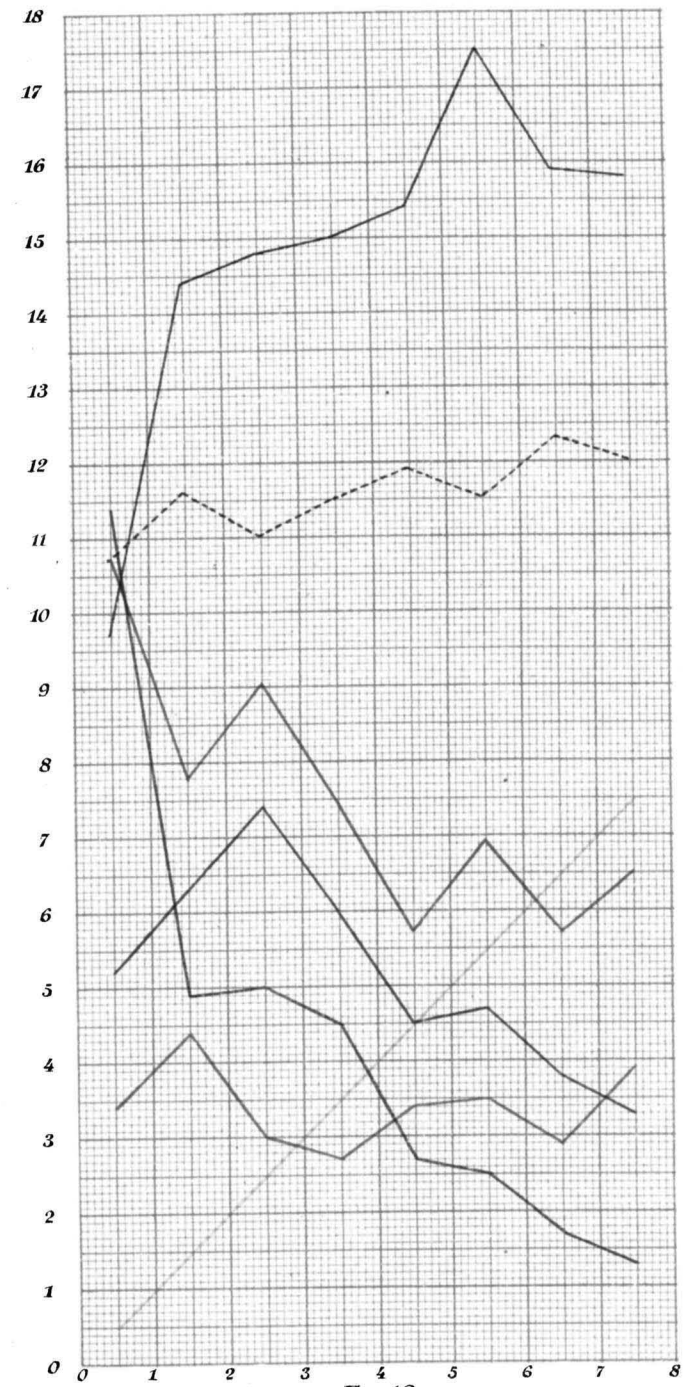


Fig. 18.



*K. Dieptegesteenten.*

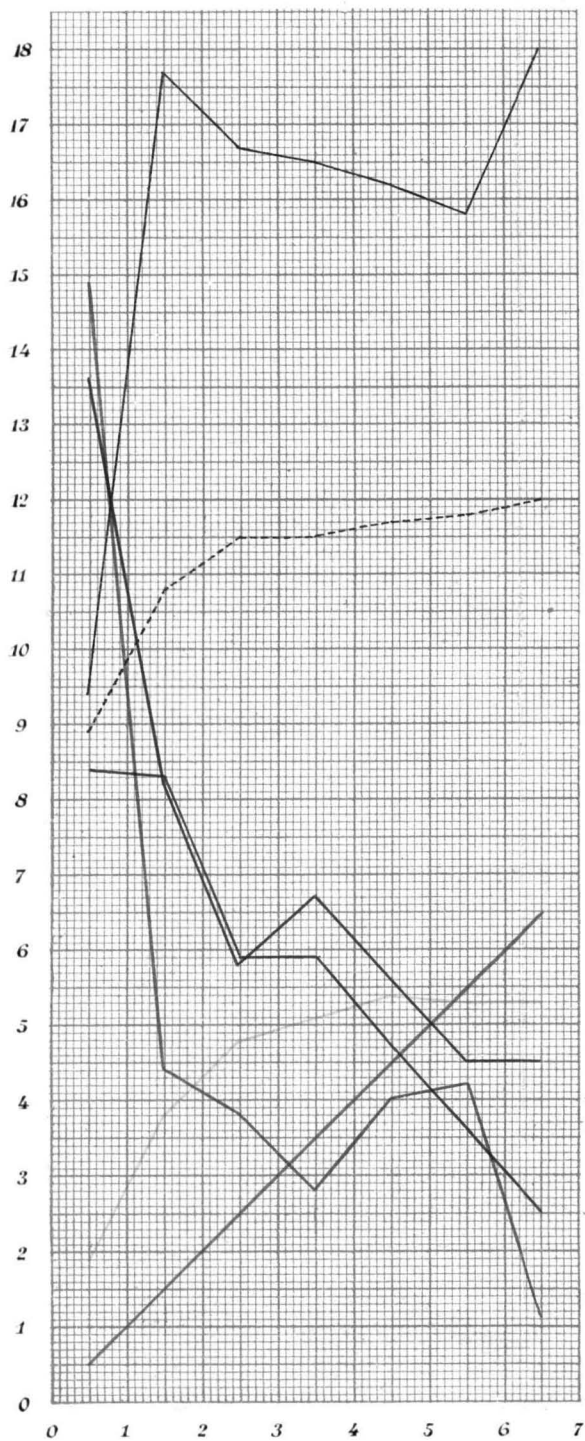


Fig. 19.

*K. Gånggesteenten.*

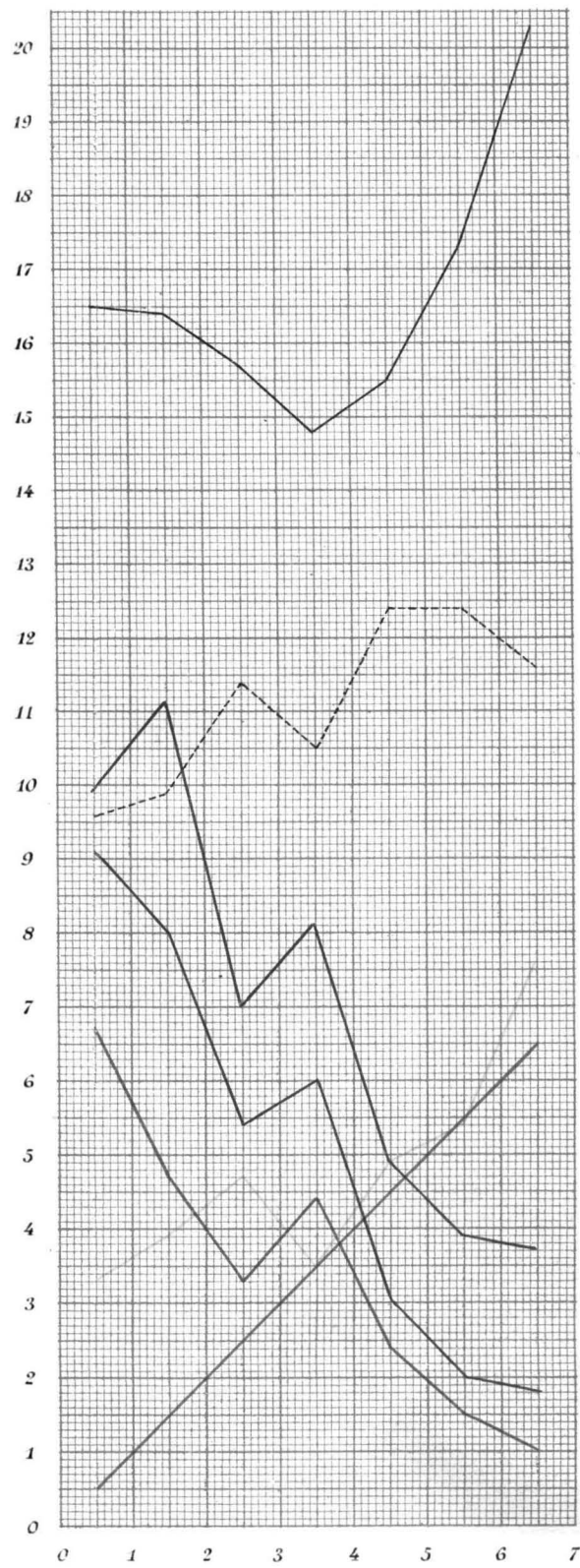


Fig. 20.

*K. Eruptiefgesteenten.*

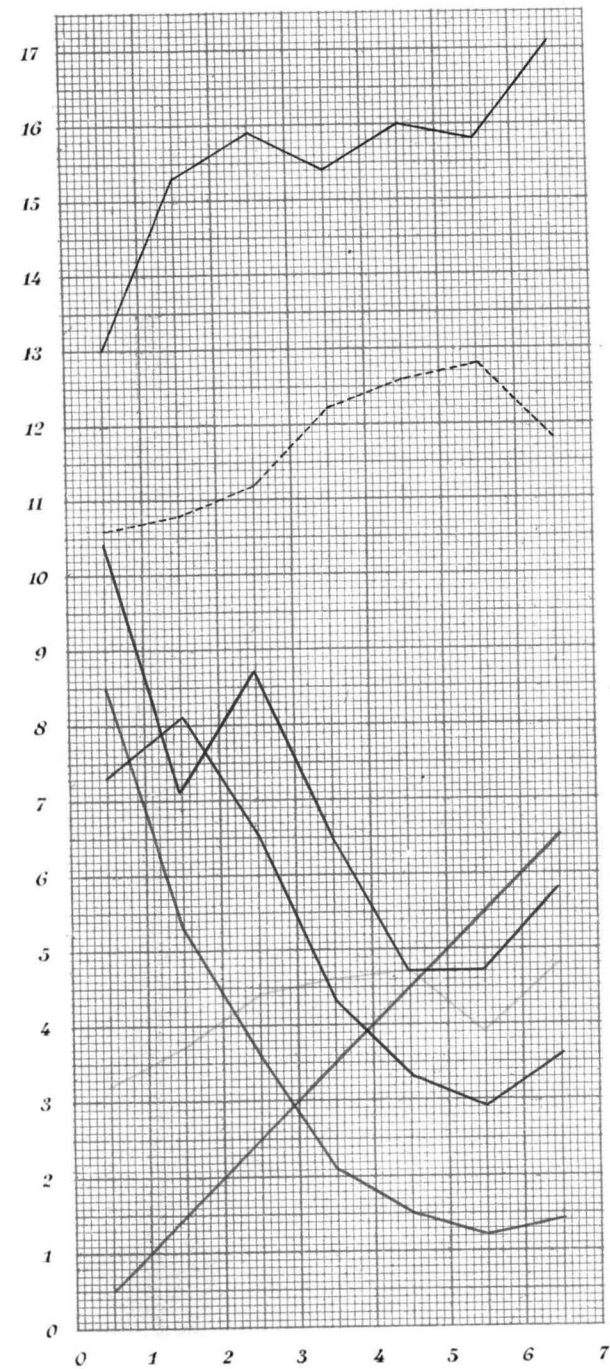


Fig. 21.

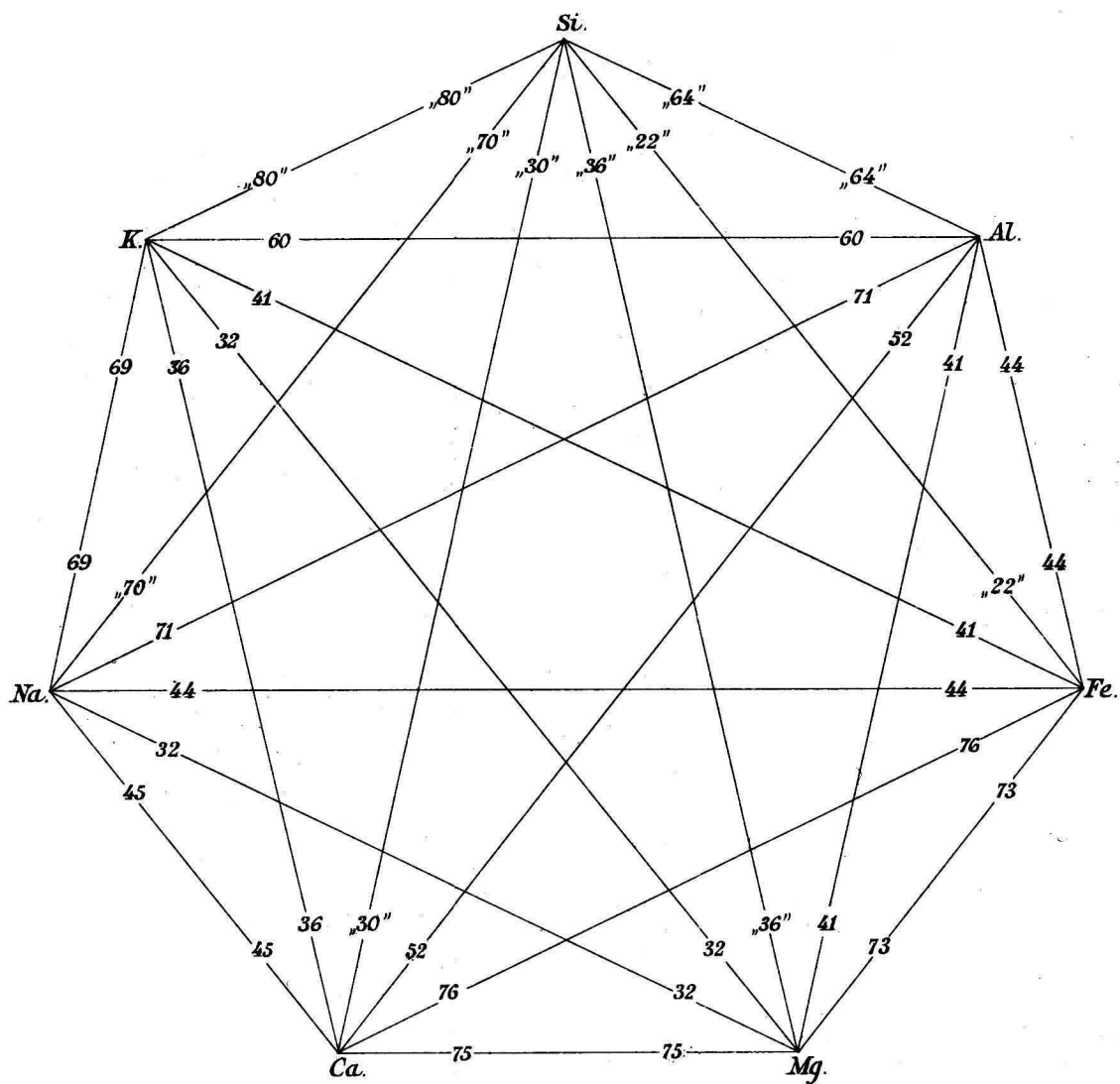


Fig. 22.