

Geology. — *Ueber Spilite und verwandte Gesteine von Timor.* Von W. P. DE ROEVER. (Communicated by Prof. H. A. BROUWER.)

(Communicated at the meeting of April 27, 1940.)

Während der geologischen Expedition der Universität Amsterdam nach den Kleinen Sunda-Inseln im Jahre 1937, unter Leitung von Prof. Dr. H. A. BROUWER, wurden von mir geologische Untersuchungen im Gebiete westlich und südwestlich des Moetisgebirges¹⁾ ausgeführt, dessen Gipfel der höchste von Niederländisch Timor ist.

In diesem Gebiete wurden Spilite und verwandte Gesteine gefunden, die bisher noch nicht von dieser Insel bekannt waren. Die meisten Eruptivgesteine dieses Gebietes gehören zu einem Komplex, der wahrscheinlich in ungefähr ähnlicher Weise wie die Paleoserie²⁾ mit den kristallinen Schiefen verknüpft ist. Die Gesteine dieses Komplexes wurden vielfach als Liegendes der triadischen Fatoekalke gefunden.

Ausser spärlichen Kalken gehören zu diesem Komplex mannigfach gegliederte Eruptivgesteine, nämlich Spilite, Spilitaugitite, Keratophyre, albitisierte Dolerite, Albitite, Basalte, Andesite, Gabbros, Lherzolithe und Serpentine. Vielleicht gehört auch ein Teil der Radiolarite des untersuchten Gebietes zu diesem Komplex. Die Gesteinsgruppe zeigt eine grosse Aehnlichkeit mit den Ophiolithen der Liguriden des Appennins³⁾.

Ueber das Alter der Gesteine kann bisher nicht viel gesagt werden; sie sind prätertiären Alters.

Die Gesteine von spilitischer Verwandtschaft zeigen für den Begriff der Spilitfrage lehrreiche Erscheinungen. Erstens ist das Zusammenvorkommen von Basalten und Andesiten mit Spiliten und Keratophyren zu betonen. Weiter sind in den Gesteinen dieses Komplexes vielfach Albitisierungserscheinungen beobachtet worden. Besonders die Dolerite, Andesite und Gabbros zeigen eine deutliche Albitisierung der basischen Plagioklase. Die Feldspäte dieser Gesteine sind meistens zonar gebaut, mit anortitreicheren Kernen. Die basischen Kernfeldspäte werden zuerst von den albitisierenden Agentien angegriffen, wie auch von BAILEY und GRABHAM⁴⁾ beschrieben worden ist. Die Albitisierung der Dolerite ist mitunter mit Analcitisierung

¹⁾ Für Ortsnamen wird die niederländische Schreibweise gebraucht, wobei oe = u.

²⁾ Für Definition und Beschreibung der tektonischen und stratigraphischen Gesteinsfolgen siehe: D. TAPPENBECK, Geologie des Mollogebirges und einiger benachbarter Gebiete. Geol. Exp. to the Lesser Sunda Islands under leadership of H. A. BROUWER. Amsterdam, 1 (1940).

³⁾ G. STEINMANN, Die ophiolithischen Zonen in den mediterranen Kettengebirgen. C.R. XIVe Congr. Géol. Int., 2, 637—668 (1926).

⁴⁾ E. B. BAILEY und G. W. GRABHAM, Albitization of basic plagioclase felspars. Geol. Mag., Dec. 5, 6, 250—256 (1909).

verknüpft. In den Gabbros, die sehr basische Plagioklase enthalten, also eukritischen Charakters sind, ist die Albitisierung der Feldspäte ein untergeordnetes Phänomen neben vielen andern Umwandlungserscheinungen. Die Keratophyre, die nur in der Grundmasse Quarz enthalten, sind zweifellos aus Andesiten entstanden, da mehrere Uebergangsgesteine gefunden worden sind. Diese Gesteine enthalten keine Alkaliamphibole oder Alkalipyroxene.

Die Spilite enthalten neben kleinen idiomorphen Albitleisten meistens Pseudomorphosen nach Olivin als Einsprenglinge. Die Grundmasse wird von Augit und Erz gebildet. Skelettförmige, fiederartige und gekrümmte Kristalle von Augit, welche auf rasche Kristallisation hinweisen, sind öfters vorhanden. In den Spiliten wurden keine Reste von ursprünglichen basischen Plagioklasen beobachtet. In den Basalten aber ist örtlich eine anfangende Umwandlung der Feldspäte zu beobachten, welche teilweise sicherlich als Albitisierung zu deuten ist. Die Basalte enthalten ebenfalls Olivinseudomorphosen.

Ein eigentümlicher Gesteinstypus wird von den Spilitaugititen gebildet. Neben spärlichen, kleinen Albitleisten sind kleine Augitkristalle als Einsprenglinge vorhanden. Die Grundmasse wird fast ausnahmslos von fiederartig entwickeltem oder sphärolithischem Augit zusammengestellt. Wegen des Fehlens basischer Plagioklase sind diese Gesteine nicht genau zu vergleichen mit den „Spilitaugititen“ BACKLUNDS⁵⁾ von Nowaja Semlja, welche als Feldspäte sporadisch Andesin-Labradorit mit Albiträndern enthalten. Auch SLAVIK⁶⁾ hat schon ultrabasische spilitische Gesteine von Böhmen erwähnt.

Seit 1909 und 1911, nach der Veröffentlichung der Publikationen von BAILEY und GRABHAM⁷⁾ und von DEWEY und FLETT⁸⁾ haben Albitisierung und spilitische Gesteine in den petrologischen Betrachtungen viel an Bedeutung gewonnen. Von den letztgenannten Autoren wurden diese natronreichen Gesteine als eine Gesteinssippe für sich („spilitic suite“) betrachtet, welche den Albit einem postvulkanischen oder juvenilen Prozess verdankte. BENSON⁹⁾ betrachtete den Natronfeldspat der Spilite von New South Wales meistens als primär, welche Meinung später von GILLULY¹⁰⁾ kritisiert worden ist. Eines der wichtigsten Argumente

⁵⁾ H. G. BACKLUND, Die Magmagesteine der Geosynklinale von Nowaja Semlja. Report of the scientific results of the Norwegian expedition to Nowaya Zemlya 1921, No. 45, Oslo (1930).

⁶⁾ F. SLAVIK, Les „pillow-lavas“ algonkiennes de la Bohême. C.R. XIVe Congr. Géol. Int., 4, 1389—1395 (1926).

⁷⁾ Loc. cit.

⁸⁾ H. DEWEY und J. S. FLETT, Some British pillow-lavas and the rocks associated with them. Geol. Mag., Dec. 5, 8, 202—209 und 241—248 (1911).

⁹⁾ W. N. BENSON, The geology and petrology of the Great Serpentine Belt of New South Wales, Part IV. Proc. Linnean Soc. N.S.W., 40, 121—173 (1915).

¹⁰⁾ J. GILLULY, Keratophyres of Eastern Oregon and the spilite problem. Amer. Journ. Sc., Ser. 5, 29, 225—252 und 336—352 (1935).

BENSONS war das Zusammenvorkommen des Albits mit frischem Augit. Wie auch schon von anderen Autoren betont wurde, ist das aber kein entscheidendes Merkmal. In den timoresischen Gesteinen werden teilweise albitisierte Feldspäte von noch ganz frischem Augit begleitet.

Später sind von mehreren Autoren beide Auffassungen über die Entstehung spilitischer Gesteine gestützt und modifiziert worden. Eine der wichtigsten Schwierigkeiten bei der Erklärung dieser Gesteine ist das Vermögen des Albits um molekulare Pseudomorphosen nach den basischen Feldspäten zu bilden, welche so vollständig Struktur und Eigentümlichkeiten der ursprünglichen Feldspäte nachahmen, dass irgendeine Andeutung von sekundärer Entstehung des Albits oft zu fehlen scheint.

Erwähnenswert sind noch die spilitartigen Gesteine von Nowaja Semlja, die von BACKLUND¹¹⁾ beschrieben worden sind, welche aber meistens nicht Albit, sondern etwas basischere Plagioklase enthalten.

GILLULY¹²⁾ hat 1935 das Spilitproblem im Zusammenhang mit einer Beschreibung der permischen Keratophyre von Ost Oregon eingehend behandelt. Die Auffassung, dass die spilitischen Gesteine unabhängig von Alkalikalkgesteinen eine eigene Gesteinssippe bilden, ist von diesem Autor kritisiert worden. In vielen Gebieten sind nämlich, wie auch im Moetisgebiete, normale Alkalikalkgesteine zusammen mit Spiliten gefunden worden. Ausserdem zeigen die chemischen Analysen der spilitischen Gesteine nach der Meinung dieses Autors einen vollständigen Uebergang zu denen der normalen verwandten Alkalikalkgesteine. GILLULY hat auch betont, dass die Gesteine spilitischer Verwandtschaft in vielen Gebieten noch Reste basischer Feldspäte enthalten. Auch in den timoresischen Gesteinen ist das der Fall. Nicht nur der erwähnten praktischen Argumente wegen, sondern auch auf theoretischen Gründen ist das primäre Vorkommen von Albit in diesen Gesteinen abzulehnen. GILLULY kommt zu dem Schluss, dass Spilite und Keratophyre als albitisierte Alkalikalkgesteine zu betrachten sind.

Nach meiner Auffassung sind die timoresischen spilitischen Gesteine auch durch Albitisierung aus Alkalikalkgesteinen entstanden.

Ueber Zeit und Ursprung der Albitisierung ist weniger Bestimmtes zu sagen. Im timoresischen Gebiete stehen die albitisierenden Agentien wahrscheinlich in genetischem Zusammenhang mit Albititen. Einige der albititischen Gesteine sind sicher durch Albitisierung von Alkalikalkgesteinen entstanden, aber die meisten Typen dieser Gesteine zeigen keine Andeutung einer sekundären Herkunft des Albits. Die letztgenannten Gesteinstypen gehören zu Augitalbititen und Amphibolalbititen. Der Feldspat ist hier ausnahmslos Albit. Diese albititischen Gesteine sind teilweise mit den schwedischen Pyroxenalbititen oder Värnsingiten zu

¹¹⁾ Loc. cit.

¹²⁾ Loc. cit.

vergleichen, welche von SOBRAL¹³⁾ und VON ECKERMANN¹⁴⁾ beschrieben worden sind. In einem der Amphibolalbitite sind Alkali amphibole in untergeordneter Menge vorhanden, während auch Mineralien der Epidotgruppe in wichtiger Menge auftreten. Das Vorkommen der letztgenannten Mineralien ist wahrscheinlich zu vergleichen mit dem der helsinkitischen Gesteine¹⁵⁾.

Oertlich wurden noch veränderte Albitite gefunden, welche ebenfalls als Feldspat nur Albit enthalten, der kataklastisch beeinflusst worden ist. Als wichtige ursprüngliche Gemengteile sind weiter noch diopsidischer Augit und Aegirinaugit zu erwähnen. Biotit und Alkali amphibole (z. T. crossitisch) sind teilweise als Neubildungen vorhanden. Eigentümlich ist das Auftreten von Alkali amphibolen mit kleinem oder sehr kleinem Achsenwinkel. Das Gestein enthält ebenfalls Epidot und Klinozoisit, und ist reich an Titanit und Apatit. Bei der Entstehung der Mineralien der Epidotgruppe haben auch in diesem Gestein wahrscheinlich ähnliche Prozesse eine Rolle gespielt wie diejenige, die bei den Helsinkiten auftreten.

Das Problem, ob auch diese Gesteine albitisierte Alkalikalkgesteine darstellen, ist schwer zu lösen. Einige der Albitite zeigen Strukturen, die schwierig mit einer sekundären Herkunft des Albits in Einklang zu bringen sind, z.B. eigentümliche Verwachsungen von Albit und Augit. Wie aber in den Spiliten zu beobachten ist, können die Albitpseudomorphosen nach basischen Feldspäten so vollkommen sein, dass irgendwelche Andeutung eines Albitisierungsprozesses zu fehlen scheint.

Mehr komplizierte Verhältnisse zeigen die Eruptivgesteine einer anderen Gesteinsfolge, aus dem Perm der Sonnebaitserie. Die sauren Glieder dieser permischen Eruptivgesteine werden im untersuchten Gebiete von Alkalitrichyten gebildet, welche neben Anorthoklas, Albit und Aegirin, als mineralogisches Kuriosum für diese Gesteine einen crossitischen Amphibol enthalten. Die basischen Glieder sind meistens als Melaphyre beschrieben worden. BROUWER¹⁶⁾ erwähnte schon die kleinen Auslöschungswinkel der Feldspäte in ähnlichen Gesteinen von Timor. Wahrscheinlich gehören die basischen Gesteine des untersuchten Gebietes z.T. auch zu spilitartigen Gesteinen, die aber möglicherweise aus eigentümlichen Orthoklas-Olivin-Laven entstanden sind, welche zu derselben Serie gehören. Einige Uebergangsstadien zwischen Orthoklas-Olivin-Laven und spilitartigen Gesteinen sind auch beobachtet worden. Die Verhältnisse sind aber wegen

¹³⁾ JOSÉ M. SOBRAL, Contributions to the geology of the Nordingrå Region. Upsala (1913).

¹⁴⁾ H. VON ECKERMANN, A contribution to the knowledge of late sodic differentiates of basic eruptives. Journ. Geol. 46, 412—437 (1938).

¹⁵⁾ Siehe: O. MELLIS, Zur Genesis des Helsinkits. Geol. För. Stockh. Förh. 54, 419—435 (1932).

¹⁶⁾ H. A. BROUWER, Gesteenten van Oost Nederlandsch Timor. Jaarb. Mijnwezen Nederl. Oost Indië 1916, Verh. I, 69—260, siehe besonders S. 193—195.

der starken Verwitterung der Gesteine schwierig zu deuten. Vielleicht werden chemische Analysen des Alkaligehaltes der weniger verwitterten Glieder dieser feinkörnigen Gesteine noch nähere Aufklärung über die komplizierten Verhältnisse in dieser Serie geben.

In einem dritten Komplex (Keknosserie) wurden örtlich viele grosse Eruptivblöcke (bis 3 m in Diameter) gefunden, die vielleicht dem Perm dieser Serie entstammen. Diese Gesteine gehören auch zu den Albititen. Teilweise sind diese Eruptivgesteine sicher als Ganggesteine zu betrachten, da etwas feinkörnigere Gänge in den grossen Eruptivblöcken auftreten. Die Gesteine sind in etwa ähnlicher Weise entwickelt wie die aus dem erstbeschriebenen Komplex. Der Feldspat ist ausnahmslos Albit. Als dunkle Gemengteile spielen Augit und brauner Amphibol eine wichtige Rolle. Die Pyroxenkristalle zeigen öfters unregelmässige Ränder von Aegirin, während die Amphibole mitunter eine sehr schmale Randzone von crossitischem Amphibol erkennen lassen.

Die Albitite mit Alkali amphibolen und Alkalipyroxenen, welche dieser Serie entstammen, sind sicher nicht von metamorpher Herkunft. Die Gesteine zeigen eine weniger komplizierte Zusammenstellung als die Albitite des erstbeschriebenen Komplexes, z.B. ohne beträchtliche Mengen von Mineralien der Epidotgruppe. Es ist wohl wünschenswert, diese Gesteine, welche auch vom Mother Lode District in Kalifornien¹⁷⁾ beschrieben worden sind, in Gegensatz zu den Albititen ohne Alkali amphibole oder Alkalipyroxene als einen Gesteinstypus für sich abzusondern.

Die Gesteinstypen der drei genannten Komplexe sind also alle durch einen Reichtum an Natronfeldspat ausgezeichnet, während nur das Perm der Sonnebaitserie auch viel Kalifeldspat enthält.

Eine eingehendere Beschreibung der verschiedenen Gesteinstypen wird in einer späteren Publikation gegeben werden.

¹⁷⁾ Siehe z.B.: A. KNOPF, The Mother Lode System of California. U.S.G.S. Prof. Paper 157 (1929).

Microbiology. — *Manometric investigations on bacterial denitrification.*
By E. VAN OLDEN. (Communicated by Prof. A. J. KLUYVER.)

(Communicated at the meeting of April 27, 1940.)

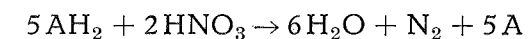
Introduction.

In the course of a study on denitrification with cellulose as a substrate, it was found desirable to carry out some preliminary experiments regarding the mechanism of denitrification with simpler hydrogen donors.

Until now denitrification — which term is used here in the restricted sense of nitrate reduction leading to nitrogen evolution — has nearly always been studied in growing cultures. In order to simplify the problem, it seemed of importance to attempt to study in experiments of short duration the behaviour of a given population of denitrifying bacteria towards nitrate, both in the absence and in the presence of suitable organic substrates. This led to the testing of the applicability of the manometric method for this purpose¹⁾.

It will be clear that denitrification, *i.e.*, the dissimilation process by which hydrogen is transferred from an organic substrate to nitrate as a hydrogen acceptor, can only be studied with the aid of the manometric method, if nitrogen production is a true measure for the oxidation of the substrate. As soon as accumulation of intermediate non-gaseous products of the nitrate reduction would occur, the manometric readings will not give any more a correct indication of the oxidation of the substrate.

The question whether under the conditions of the experiment denitrification is restricted indeed to the conversion:



can be decided by studying the course of the gas evolution as a function of time. If nitrogen production starts immediately after adding the nitrate, and if a rectilinear relation between nitrogen production and time exists, it is highly improbable that an accumulation of intermediate stages of the nitrate reduction takes place.

However, if nitrogen production is delayed and the rate of gas evolution increases slowly with time, this indicates that nitrate reduction does not lead directly to free nitrogen, and that accumulation of some intermediate stage — probably nitrite or hyponitrite — occurs.

A second possible complication seemed to be the following.

In manometric experiments on dissimilation the conditions are usually

¹⁾ In a recent paper of YAMAGATA (7b) the author mentions in a footnote, that he also has successfully applied the Warburg technique to the study of the process in question.