

Analysenverfahren, wie sie in der Geochemie der Spurenelemente immer mehr angewendet werden. Es wurde der Goldgehalt durch Neutronenaktivierung bestimmt. Diese sehr empfindliche Methode wurde 1949 von Goldberg und Brown für die Bestimmung von Palladium und Gold in Eisenmeteoriten vorgeschlagen. Die Analysen für die vorliegende Arbeit konnten am britischen Atomforschungsinstitut in Harwell ausgeführt werden.

Als Untersuchungsmaterial wurden ausgesuchte Gesteinsproben der Skaergaard-Intrusion (eines besonders gut bekannten Gabbro-komplexes in Ost-Grönland) gewählt. Im allgemeinen bleibt der Goldgehalt des Gabbro konstant bei etwa 0,003 p.p.m. und ist gleichmäßig unter den einzelnen Silicaten und Erzmineralien verteilt. Plagioklas, Pyroxen, Magnetit und Ilmenit enthalten alle etwa dieselbe Menge Gold (0,0015–0,003 p.p.m.). Man kann annehmen, daß das Gold während der magmatischen Kristallisation gleichförmig zwischen dem flüssigen Magma und den ausgeschiedenen festen Phasen verteilt war, dies im Gegensatz etwa zu den Elementen Chrom und Nickel, die in einzelnen Stadien der Kristallisation bedeutend angereichert wurden. Diese Feststellungen sowie das hohe Oxydationspotential von Gold-Ionen lassen vermuten, daß das Gold als ungeladenes Atom im Magma vorhanden war und mehr oder weniger zufällig in die auskristallisierenden Mineralien eingebaut wurde. Bei einer Atomkonzentration von $1:10^9$ spielt das Gold als Fremdatom in den Kristallgittern der ausgeschiedenen Mineralphasen auch keine Rolle mehr, und die üblichen geochemischen Verteilungsgesetze verlieren ihre Anwendbarkeit.

Es zeigte sich, daß Gold in den liquidmagmatisch (im flüssigen Zustand des Magmas) entmischten Kupfersulfid-Tröpfchen beträchtlich angereichert ist (bis 0,017 p.p.m.). In den Eisensulfid-Tröpfchen dagegen, die sich in einem etwas späteren Stadium aus dem flüssigen Magma abgeschieden, war keine Goldanreicherung festzustellen. Hierin äußert sich die chemische Verwandtschaft von Kupfer und Gold.

Basalte von Hawaii und den USA haben alle einen Goldgehalt von 0,002 p.p.m. Der Goldgehalt von Olivinknollen aus Basalten und von einigen Duniten (Olivingesteinen) schwankt zwischen 0,0009 und 0,01 p.p.m.

L. R. WAGER, Oxford: *Das Verhalten von Schwefel in basischen Magmen.*

Gesteinsproben von der Skaergaard-Intrusion, eines eingehend und vielseitig studierten Gesteinskomplexes in Ost-Grönland, der vorwiegend aus Gabbro besteht, wurden auf das geochemische Verhalten von Schwefel während der magmatischen Differentiation hin untersucht. Für die Analysen wurde die Gesamtschwefelmenge der Proben in SO_2 übergeführt und in dieser Form abdestilliert. Nachher wurde die Trübung gemessen, die sich durch Einleiten des SO_2 in eine Blei(II)-salz-Lösung ergab. Die Analysen führte E. A. Vincent aus.

Der durchschnittliche Schwefel-Gehalt des basischen Magmas, aus dem die Skaergaard-Intrusion entstand, wird aus Analysen der rasch erstarrten (und daher undifferenzierten) Randgesteine auf 50 p.p.m. geschätzt. In den tiefer liegenden Zonen der Intrusion entmischte sich im Verlauf der Erstarrung als Folge der fraktionierten Kristallisation flüssiges Kupfersulfid (in Gehalten von etwa 0,02 %). In den obersten, eisenreichen Schichten des Gesteinskomplexes schied sich während der Verfestigungsphase vorwiegend flüssiges Eisensulfid ab (in Gehalten bis zu 2 % bei einzelnen Gesteinen).

Die Untersuchungen ergaben Anhaltspunkte über die Löslichkeitsgrenzen von Schwermetallsulfiden in natürlichen Silicat-schmelzen. Es konnte gezeigt werden, daß sich Kupfersulfid aus dem Magma abzuschcheiden begann, sobald die Kupfer-Konzentration 200 p.p.m., die Schwefel-Konzentration 100 p.p.m. überschritt. Eisensulfid-Schmelze entmischte sich aus der flüssigen

Gesteinsmasse, wenn die Schwefel-Konzentration etwa 600 p.p.m. betrug. Der Eisengehalt schwankte in diesem Falle um 15 %.

Außer für Magnetkies (FeS), der in gewissen Skaergaard-Gesteinen bis 2 % ausmacht, kommt eine Abtrennung der Sulfidmineralien für die Analyse wegen der geringen Konzentrationen nicht in Frage. Nickel, Kobalt und Kupfer wurden mittels Radioaktivierung im Gestein als Ganzem (einschließlich der Sulfide) bestimmt. Aus den gewonnenen Resultaten ließen sich Schlüsse ziehen, wieviel von den drei Elementen während der verschiedenen Differentiationsstadien in den Sulfidphasen vorhanden waren. Nickel bevorzugt die etwas später entstandene Eisensulfid-schmelze, wo es in höheren Konzentrationen vertreten ist als in den früh abgeschiedenen Kupfersulfiden. Die spätesten Magnetkiesabscheidungen sind dagegen sehr nickelarm (1 p.p.m.). Kobalt ist in den Kupfersulfiden stark angereichert, weniger dagegen im Magnetkies (230 p.p.m.). Nickel-haltiger Magnetkies tritt in der Skaergaard-Intrusion nicht auf, da die Hauptmenge des Nickels in die früh ausgeschiedenen Olivine und Pyroxene eingegangen ist. In dem Zeitpunkt, da sich die Eisensulfidschmelze entmischte, war der Nickel-Gehalt im Magma bereits sehr stark gesunken.

K. H. WEDEPOHL, Göttingen: *Vergleich von Spurenelementen in Flachsee- und Tiefseetonen.*

In der Geochemie der Spurenelemente werden oft die Tiefseesedimente zweitrangig behandelt. Diese Arbeit soll sich vorerst auf die Tiefseetone beschränken, da diese mit mehr als 50 % an den Tiefseeablagerungen beteiligt sind. Zum Vergleich werden Flachseetone herangezogen, d. h. Tone der jetzigen Kontinental-scholle und Tone früherer Geosynklinalen und Flachseeareale, wo heute die Tone als Tonschiefer aufgeschlossen sind.

Für 25 der wichtigsten Spurenelemente sind neue Durchschnittswerte z. T. aus Analysen des Vortr. sowohl für die Flachseetone als auch für die Eruptivgesteine berechnet worden. Es hat sich gezeigt, daß die früheren Daten bei Rb, Cr und Zn bis 2,5 mal zu hoch, bei Ba, La und Sc bis 3 mal zu tief sind. Die Durchschnittswerte der Flachseetone stimmen größenordnungsmäßig mit denen der Eruptivgesteine überein, wie dies auf Grund von Bilanzrechnungen über die Verwitterung zu erwarten ist.

Für die Tiefseetone wurden die Daten der Literatur, die sich mehrheitlich auf pazifische Proben beziehen, durch Untersuchungen des Vortr. an atlantischen Tiefseetonen ergänzt. Für 15 Elemente wurden die Durchschnittswerte von Tonen aus dem Atlantik und Pazifik den entspr. Werten für Flachseetone gegenübergestellt und die Anreicherungsfaktoren betrachtet.

Cr, V, Zr und Ga reichern sich in den Tiefseeablagerungen gegenüber Flachseesedimenten nicht an. Angereichert sind in Tiefseetonen Zn, Ni, Co, Cu, Pb und Ba. Sehr stark angereichert sind Mn, Mo und Sn. Interessant ist, daß die Anreicherung im Pazifik durchweg etwa 3,7 mal so groß ist wie diejenige im Atlantik.

Als wahrscheinlichste Erklärung für diese abnormen Konzentrationsverhältnisse werden säkulare vulkanische Exhalationen angenommen. Durch die Tätigkeit der Foraminiferen allein lassen sich die Anreicherungen nicht erklären, da Foraminiferen zwar Pb, Cu, Zn, Sn und Mn bevorzugt aus dem Meerwasser aufnehmen, nicht aber Ni und Co. Für die Annahme untermeerischer Exhalationen spricht auch folgendes: Vulkanische Ausscheidungen auf dem Festland zeigen genau dieselben Elementanreicherungen (Tal der Zehntausend Dämpfe in Alaska, Vesuv, Aeolische Inseln). Ferner ist die Sedimentationsgeschwindigkeit im Pazifik etwa 3 mal geringer als im Atlantik, wohin viel mehr große Flüsse münden als in den Pazifik. Somit muß man auf dem Boden des Pazifik mit einer 3 mal größeren relativen Anreicherung vulkanischer Exhalationen rechnen. Die Anreicherung gegenüber den Flachseetonen erklärt sich durch die viel größeren Sedimentablagerungen im küstennahen Gebiet, so daß der Anteil der Exhalationen dort nicht mehr ins Gewicht fällt. [VB 972]

Das Virusproblem

Jahresversammlung der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina

Vom 7. bis 10. Juli 1957 fand die Jahresversammlung der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina statt. Vor Eröffnung der wissenschaftlichen Sitzung wurde an G. Schramm und W. Schäfer, Tübingen, für ihre Arbeiten auf dem Gebiet der Virusforschung die Carus-Medaille verliehen.

G. SCHRAMM, Tübingen: *Pflanzenpathogene Viren.*

Die pflanzlichen Viren sind wegen ihres einfachen Baues besonders für chemische Untersuchungen geeignet. Ausführlicher wurden eigene Untersuchungen am Tabakmosaikvirus diskutiert. Das Protein (Molgew. $36 \cdot 10^6$) besteht aus ca. 2300 identischen Peptidketten von einem Molgew. 17000. Die Nucleinsäure ist im Innern

des Viruspartikels lokalisiert. Die Infektiosität des Virus bleibt bei schrittweiser Entfernung des Proteins erhalten. Nach vollständiger Entfernung des Proteins durch Extraktion mit Phenol ist die Nucleinsäure selbst noch aktiv. Das Molgewicht dieser ersten, in nativem Zustande isolierten Ribonucleinsäure beträgt annähernd $2 \cdot 10^6$. Es wurde vergeblich versucht, die native Nucleinsäure in aktive Spaltprodukte zu zerlegen. Aus kinetischen Messungen der Inaktivierung der Nucleinsäure mit Ribonuclease muß geschlossen werden, daß die Aktivität an die Struktur der gesamten Molekel gebunden ist. Die Aufspaltung einer einzelnen Nucleotidbindung scheint bereits zum vollständigen Verlust der biologischen Aktivität zu führen.

W. SCHÄFER, Tübingen: *Tierpathogene Viren*.

Am Beispiel der Geflügelpest wurde eine Übersicht über die eigenen Arbeiten gegeben. Besonders ausführlich wurden der Aufbau und der Vermehrungsmechanismus des Viruspartikels diskutiert. Mit Hilfe der Ultrahistologie, der Radioaktivität verschiedener biologischer Tests, der Gewebekultur, der Serologie und mit der Methode der fluoreszierenden Antikörper kann das Eindringen in die Zelle und die anschließende Vermehrung des Elementarteilchens verfolgt werden. Gesondert diskutiert wurde die Produktion des g-Antigens, des Hämagglutinins, wie das Auftreten der „inkompletten“ Formen, und insbesondere darauf hingewiesen, daß das erste virusspezifische Material (g-Antigen) nach der Infektion im Kern der Zelle nachgewiesen wird. Vortr. gelang ferner auch für ein tierisches Virus der Nachweis, daß auch hier die Nucleinsäure selbst Infektiosität besitzt. Wird eine Lösung des Pferde-Encephalomyelitis-Typ West mit Phenol behandelt, so ist die in der wäßrigen Phase verbliebene Nucleinsäure noch infektiös.

E. KELLENBERGER, Genf: *Bakteriophagen*.

Das System Bakterium-Bakteriophage ist ein ideales Versuchssystem zum Studium grundsätzlicher biologischer Phänomene. Im Mittelpunkt der heutigen Phagenforschung steht die Untersuchung des Vermehrungszyklus der Phagen. Es gibt fünf Hauptstufen. 1. Zusammentreffen von Phagen und Wirt, 2. reversible und irreversible Adsorption, 3. Einspritzen der Desoxynucleinsäure des Phagen in das Bakterium, 4. Zunahme der Nucleinsäure im Wirt, d. h. Beginn der Vermehrung, 5. Freigabe des Phagen durch Lyse. Durch thermische Bewegung treffen sich Phage und Wirtszelle: Durch eine spezifische chemische Reaktion zwischen Phagen- und Zellwand werden diese irreversibel gebunden. Dieser Vorgang ist jedoch bei verschiedenen Phagen verschieden. Im Phagen findet anschließend eine Trennung der Nucleinsäure vom Protein statt. Durch einen noch unbekannten Mechanismus wird die Nucleinsäure des Phagen in die Wirtszelle eingespritzt, wodurch die eigentliche Vermehrung des Phagen eingeleitet wird. Durch vorzeitige Lyse können die einzelnen Vermehrungsstadien auch elektronenmikroskopisch beobachtet werden. Eigene Versuche mit T₂-Phagen ergaben, daß 9 min nach der Infektion leere Phagen-Kopfmembranen beobachtet werden. Die ersten fertigen Phagen sind nach 11 min elektronenmikroskopisch nachweisbar. Die Lyse tritt nach 24 min ein. Über die Herkunft des Phagenmaterials ist noch wenig bekannt. Mindestens 50 % der ursprünglichen Desoxyribonucleinsäure wird wiedergefunden. Während der Vermehrung findet eine Wechselwirkung zwischen Wirt und Phagen statt. Versuche mit temperierten Phagen weisen darauf hin, daß diese in viel näherer Beziehung zum Bakterium stehen als virulente Phagen. Besonders eindrucksvoll wird dies durch das Phänomen der Transduktion demonstriert, wobei z. B. mit λ-Phagen die Fähigkeit der Galaktose-Verwendung mittels dieser Phagen von einem Bakterium auf ein anderes, das vorher diese Eigenschaft nicht besaß, übertragen werden kann. Es können daher durch Transduktion beliebige Stücke des Bakteriengenoms übertragen werden, wobei „crossing-over“-ähnliche Phänomene entstehen. Mit Hilfe dieses Systems kann aber auch die Anordnung der genetischen Information eines Bakteriums studiert werden. Während bei der Transduktion der Phage lediglich als Transportmittel von „Chromosomen-Stücken“ von einer Zelle zur anderen dient, können aber auch gewisse genetische Merkmale des Bakteriums an den Phagen selbst gebunden werden.

J. F. ENDERS, Boston: *Die Bedeutung der Gewebekultur für die moderne Virusforschung*.

Die durch die Entdeckung der Antibiotika wesentlich vereinfachte Methodik der Gewebekultur ist für die reine wie angewandte Virusforschung von grundlegender Bedeutung. Das Masern-Virus, das früher nur sehr unvollständig bei Affen übertragen werden konnte, kann nun in menschlichen Gewebekulturen gezüchtet werden. Bei einer Anzahl von Stämmen gelingen ohne Schwierigkeiten in menschlichen Zellkulturen Serienpassagen; kürzlich konnte man das Virus auch an Hühnerembryonen adaptieren. An diesem Wirt wurden trotz Infektion keine Krankheitssymptome beobachtet. An trypanisierten Kükenzellkulturen ist die Vermehrung von einer deutlichen cytopathogenen Veränderung begleitet, wodurch die Vermehrung des Virus leicht verfolgt werden kann. Der Nachweis neuer Viren durch die Gewebekultur wurde am Beispiel der Echo-Viren gezeigt. 1949 erstmals nachgewiesen, können diese heute in

menschlichen Zellkulturen gezüchtet werden. Es konnten serologisch 14 Stämme nachgewiesen werden. Das Syndrom der aseptischen Meningitis wird durch Viren dieser Gruppe verursacht. Einige Stämme dieser Gruppe zeigen deutlich neurotrope Wirkung. Besondere Bedeutung scheint die Gewebekultur durch Anwendung der Methode von W. D. McBride zu erlangen. Durch Messung der serologischen Neutralisationskinetik mit homologen und heterologen Antisera scheint die Möglichkeit gegeben zu sein, die Verteilung und das Verharren eines einzelnen Virusstammes während einer Epidemie innerhalb eines Ortes zu verfolgen.

G. BERGOLD, Sault, St. Marie, Ontario (Kanada): *Insektenviren*.

Durch systematische serologische Untersuchungen ist es gelungen, serologische Unterschiede zwischen einzelnen Insektenviren zu erfassen, was besonders für die Diagnostik von Bedeutung ist. Bei der Virus-Wirt-Beziehung bleibt ungeklärt, warum Insektenviren oft längere Zeit im Wirt verharren können. Für die Epidemiologie ist daher der Mechanismus und die Provokation der „Latenz“ zum Zentralproblem der Erforschung der Insektenviren geworden. In vielen Fällen scheint eine „friedliche Koexistenz“ zwischen Wirt und Virus oder sogar ein Gleichgewicht zu bestehen, das nur gelegentlich zu Gunsten des einen oder anderen Partners verschoben wird. In einzelnen Fällen können Insektenviren zur Bekämpfung von Schadinsekten herangezogen werden, wodurch wirtschaftliche Schäden in Kanada und USA verhindert werden konnten (z. B. durch Bespritzung von ca. 4000 ha Christbaumkulturen durch Flugzeuge mit Polyedervirus-Suspension).

H. RÖHRER, Insel Riems: *Tierische Viruskrankheiten und ihre Bekämpfung*.

Unter den tierischen Viren besitzt die Maul- und Klauenseuche das größte volkswirtschaftliche Interesse. Der Schaden in der Bundesrepublik betrug in den Jahren 1951–1953 500 Mio. DM. Die Epidemie wird heute entweder durch Totalschlachtung oder durch Ringimpfung bekämpft. Hierzu sind polyvalente Impfstoffe entwickelt worden. In der DDR wird der gesamte Rinderbestand mit einer trivalenten Konzentratvaccine geimpft. Hierdurch konnten die Schäden der Maul- und Klauenseuche auf 1/50 bis 1/100 herabgedrückt werden.

T. H. THUNG, Wageningen (Niederlande): *Epidemie der pflanzlichen Viruskrankheiten*.

Vortr. behandelte das Auftreten von Epidemien von Pflanzenviren. Diese sind bes. für Völker mit niedriger Kulturstufe von großer Bedeutung. Der Untergang der Inkas sei auf eine Kartoffelvirus-Epidemie zurückzuführen.

S. GARD, Stockholm: *Stand der Poliomyelitis-Forschung*.

Vortr. brachte eigene Arbeiten zur Darstellung eines wirksamen Impfstoffes gegen spinale Kinderlähmung. Hierzu wurde besonders ausführlich die Inaktivierung des Poliovirus durch Formol unter Berücksichtigung der Erhaltung der serologischen Aktivität diskutiert. Es konnte durch systematische Untersuchungen eine Vaccine mit 200–250 int. Einheiten/em³ entwickelt werden. Der Vergleich eigener und ausländischer Impfstoffe hat ergeben, daß die bisher außerhalb Schwedens verwendeten Vaccinen weit weniger wirksam waren und daß nach Ansicht des Vortr. lediglich die neue schwedische Vaccine einen hinreichenden Titer zur vollständigen Immunisierung besitzt. Weiter wurde über den optimalen Zeitpunkt für die Impfung diskutiert und besonders darauf hingewiesen, daß eine Impfung an einem Ort, an dem bereits eine Epidemie ausgebrochen ist, keinen Schutz mehr bietet. Aus statistischen Untersuchungen geht vielmehr eindeutig hervor, daß in solchen Fällen sogar eine signifikante Erhöhung der Sterblichkeit auftritt.

Aus den Diskussionen (Leitung A. Butenandt) sei nur eine herausgegriffen: Wie am Tabakmosaik-Virus erstmalig gezeigt wurde, ist die Nucleinsäure der Viren selbst infektiös. Bei Darstellung von Impfstoffen (Vaccinen) werden aktive Viren durch Behandlung mit Formol inaktiviert. Da die Nucleinsäure im Innern der Viruspartikel lokalisiert ist, Formol jedoch auf das Protein einwirkt (über die Einwirkung von Formol auf die Nucleinsäure ist allerdings wenig bekannt), scheint nicht ausgeschlossen, daß das vaccinierte Virus in Wirklichkeit noch voll aktiv ist, die Aktivität jedoch lediglich durch die Formolisierung des Proteins „blockiert“ bzw. „eingefroren“ ist. [VB 973]