

## **FID Biodiversitätsforschung**

### **Verhandlungen des Naturhistorischen Vereins der Preussischen Rheinlande und Westfalens**

Weitere Betrachtungen über das Rheinische Schiefergebirge unter  
besonderer Berücksichtigung der vorherrschenden Spaltenrichtungen -  
mit Tafel IV und 3 Abbildungen im Text

**Vogel, H.**

**1926**

---

Digitalisiert durch die *Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main* im  
Rahmen des DFG-geförderten Projekts *FID Biodiversitätsforschung (BIOfid)*

---

#### **Weitere Informationen**

Nähere Informationen zu diesem Werk finden Sie im:

*Suchportal der Universitätsbibliothek Johann Christian Senckenberg, Frankfurt am Main.*

Bitte benutzen Sie beim Zitieren des vorliegenden Digitalisats den folgenden persistenten  
Identifikator:

[urn:nbn:de:hebis:30:4-186703](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hebis:30:4-186703)

## Weitere Betrachtungen über das Rheinische Schiefergebirge unter besonderer Berücksichtigung der vorherrschenden Spaltenrichtungen.

Von  
H. Vogel, Bonn.

---

Mit Tafel IV und 3 Abbildungen im Text.

---

In seinen früheren Betrachtungen über das Rheinische Schiefergebirge hat Verfasser sich mit dem Spaltensystem und den Erzgängen befaßt, sowie bezüglich eines besonders berücksichtigten, den Hunsrück und den Westerwald spießwinkelig querenden Gebirgstreifens den Nachweis versucht, daß die darin auftretenden Erzgänge (Gänge mit sulfidischen Erzen) im wesentlichen streichend verlaufende Gangzüge bilden, die auf einen Gebirgsbau zurückzuführen sind, der ähnlich gerichtet, aber älter ist wie der variskische und jünger als ein im Untergrund zu vermutendes ältestes Gebirge. Für das letztere fehlte es an greifbaren Anhaltspunkten; für sein Vorhandensein sprachen lediglich einige Erscheinungen in dem jüngeren Gebirgsbau, die sich nur durch erneute Verschiebungen auf älteren Klüften im Untergrund damals ungezwungen erklären ließen. Rein gefühlsmäßig führten Erwägungen ganz allgemeiner Art dazu, bei diesem ältesten Gebirge gewisse Annahmen zu machen. Dies Gefühl hat nicht getäuscht; die Ursachen für die angedeuteten Vorgänge und deren Auswirkung wurden indessen nicht genügend erkannt. Vielleicht tragen die vorliegenden Ausführungen dazu bei, die Frage der Klärung etwas näher zu bringen.

### Die hauptsächlichsten Spalten im Rheinischen Schiefergebirge.

An dem heutigen Gebirgsbau fallen naturgemäß die Linien am meisten auf, die mit der Schichtung und Faltung im Zusammenhang stehen und, wie aus den geologischen Karten ersichtlich, etwa von SW nach NO verlaufen. Nach der bereits früher zum Ausdruck gebrachten Ansicht des Verfassers hat man es hier mit zwei verschiedenen Gebirgsbildungen zu tun und zwar mit der prävariskischen und der variskischen, die in der Streichrichtung geringfügige Abweichungen zeigen. Das Vorhandensein dieser beiden Faltungen gibt sich nicht nur aus dem Verlauf der Schichten, sondern auch an den Gesteinen zu erkennen. Beispielsweise führt Leppla in den Erläuterungen zu Blatt Schönberg bezüglich der tonigen Hunsrückschichten an, daß diese stets geschiefert sind, indem sie neben den Schichtflächen noch von zahlreichen, unter spitzen Winkeln dazu gerichteten Trennungsflächen, den Schieferflächen, durchsetzt werden. Wenn Schichtung und Schieferung beide ausgebildet sind, entstehen beim Zerfall flache Brocken mit abwechselnd sehr scharfen und sehr stumpfen Kanten, welche Erscheinung sich bis zu einer dünnstengeligen oder griffelförmigen Absonderung steigern kann. Das prävariskische Gebirge war geschichtet und gefaltet; die spießwinkelige Schieferung muß dem später einsetzenden variskischen Druck zugeschrieben werden.

Nicht so klargestellt ist der Einfluß des variskischen Druckes auf die Grauwacke und die sandigen Schichten. Durch die Art der Gesteine war eine Schieferung hier ausgeschlossen und es konnte der variskische Druck sich nur als Klüftung äußern, die weniger auffiel und deshalb in ihrer Ursache auch weniger erkannt wurde, wie die Schieferung der tonigen Schichten.

Neben den Schichtungs- und Schieferungsflächen sind die Querbrüche in dem Rheinischen Schiefergebirge eine auffällige Erscheinung. Sehr häufig findet man an felsigen Gehängen steilgestellte Klüfte und Spalten, die das Gebirgstreichen oder

die Schieferung rechtwinkelig oder annähernd rechtwinkelig queren, also herzynisch verlaufen. So bemerkt Leppla in den Erläuterungen zu Blatt St. Goarshausen, daß außer den alten, bei der Faltung entstandenen Dislokationen der Schichten sich viele Verwerfungen finden, die in der Hauptsache rechtwinkelig zu den Schichten streichen, die sich aber in Gebieten gleichmäßiger Gebirgsbildung der Beobachtung entziehen. Oft treten derartige Störungen oder gleichgerichtete Ablösungen und Ritze so zahlreich auf, daß die Felsgehänge wie zerhackt erscheinen oder daß das Gebirge in Bänke zerlegt wird, was unter besonderen Umständen den Eindruck einer falschen Schieferung erwecken kann, wie Winterfeld andeutet. An einer geeigneten Bezeichnung für diese Erscheinungen hat es anscheinend bisher gefehlt; vielleicht trifft der Ausdruck „Querbängung“ das Richtige. Auf den geologischen Karten kann letztere schon des kleinen Maßstabes wegen nicht zur Darstellung kommen, zumal keine nachweisbaren Verwerfungen damit verbunden zu sein pflegen. Wo dagegen auf herzynischen Klüften Verschiebungen größeren Ausmaßes eingetreten sind, lassen sich diese auch wiedergeben und es sei deshalb nur auf die Übersicht von Winterfeld hingewiesen, ferner auf die geologische Landesaufnahme des Dill- und Lahngbietes sowie auf die Flözkarten der Steinkohlenbezirke an der Ruhr, an der Saar, an der Inde und an der Wurm. Aus Denkmann's Übersichtskarte des tieferen Untergrundes des Siegerlandes sind herzynische Störungen nicht ersichtlich und auch auf den Blättern der geologischen Landesaufnahme der gleichalterigen Gebiete im Hunsrück, wie auf der gegenüberliegenden Rheinseite kommen sie nur vereinzelt zur Darstellung; zum Teil wohl aus dem Grunde, auf den von Leppla zu Blatt St. Goarshausen hingewiesen worden ist.

Endlich sind auch die meridional, also rheinisch gerichteten Spalten auffallend, die in manchen Gebieten zu Spateisensteingängen Veranlassung gegeben haben und die an anderen Stellen das Einsinken ganzer Gebirgsteile begleiten; in letzterer Hinsicht sei auf die Hessische Senke, das Rheintal und den Eifelgraben hingewiesen. Im Vergleich zu den Spalten

herzynischer oder prävariskischer und variskischer Richtung treten die rheinisch verlaufenden Linien aber an Verbreitung weit zurück und stellen jenen gegenüber Besonderheiten dar.

Horizontalverschiebungen, sogenannte Blätter, können sich in Verbindung mit den durch die beschriebenen Spaltensysteme hervorgerufenen Erscheinungen einstellen; sie bilden aber kein selbständiges Spaltensystem, sondern sind Begleiterscheinungen sekundärer Art und dürfen deshalb bei der vorliegenden Erörterung ausser Betracht bleiben.

Danach lassen sich die Spalten, die das Rheinische Schiefergebirge beherrschen, in drei Gruppen zusammenfassen und zwar in

1. die herzynisch gerichteten Spalten, deren Streichen etwa zwischen Stunde 8 und 10 schwanken kann;
2. die rheinisch verlaufenden Spalten mit Schwankungen etwa zwischen Stunde 11 und 1;
3. die mehr oder weniger variskisch eingestellten Spalten, deren Streichrichtung sich etwa zwischen Stunde 2 und 5 zu bewegen pflegt.

Zur Vereinfachung und zur Abkürzung der folgenden Ausführungen wird Verfasser es nach Möglichkeit vermeiden, auf Sättel und Mulden oder auf Horste und Gräben näher einzugehen, sondern sich nur mit den dabei in Betracht kommenden Spaltenrichtungen befassen ohne Rücksicht darauf, ob an den Klüften Senkungen oder Hebungen sich vollzogen haben, zumal lang ausgedehnte Spalten sowohl von Einsenkungen wie von Heraushebungen begleitet werden können und dies für den Zweck der vorliegenden Arbeit von geringerer Bedeutung ist.

### Die neuere Literatur der Spaltensysteme.

Seit Verfasser sich mit den Spalten im Rheinischen Schiefergebirge befaßt hat, sind von anderer Seite verschiedene Veröffentlichungen erfolgt. Wenn diese sich auch nicht auf das Rheinische Schiefergebirge beschränkt, sondern in der Hauptsache auf die Gebirgsbildung in seiner Fortsetzung oder seiner Umgebung erstreckt haben, so sind doch die dabei in Betracht

kommenden Spaltensysteme und insbesondere die Gesichtspunkte für die Beurteilung des Alters der verschiedenen Spaltenbildungen die gleichen, und insofern sind die erschienenen Aufsätze auch für das Rheinische Schiefergebirge von Bedeutung.

Zunächst hat Maximilian Weber in seiner Abhandlung über das Problem der Grabenbildung das Rheinische Schiefergebirge gestreift und zugleich auf die Tatsache hingewiesen, daß senkrecht zu den in Deutschland bekannten Bruch- und Grabensystemen immer ein Faltengebirge verläuft, das sich in der Regel früher, beim Rheintalgraben aber später gebildet hat. In diesem Sinne weist er darauf hin, daß ausser den rheinischen, zu den Alpen orientierten NS Brüchen in Deutschland noch zwei weitere Systeme von parallelen Bruchbündeln bestehen, von denen das eine auf dem andern senkrecht steht und zwar das variskische Faltengebirge und das herzynische Bruchsystem. Zwischen der Grabenbildung und der Faltung besteht nach seiner Meinung ein genetischer Zusammenhang und die senkrecht zu einander stehenden Spalten sind nach ihm gleichmäßig, wenn auch nicht gleichzeitig verursacht durch Vorgänge, die sich in bedeutenden Tiefen vollzogen haben. Über das gegenseitige Alter der drei verschiedenen Zonen spricht Weber sich nicht aus. Bezüglich des Rheintalgrabens hebt er aber hervor, daß seine Bildung im Oligozän begonnen hat, indem er freilich hinzufügt, daß nach Deecke die Rheintalpalten schon im Karbon angedeutet und in den meridional verlaufenden Granitporphyrgängen des Kinzig- und Murgtales auch ausgebildet waren. Danach hätten die Bewegungen auf dem rheinischen Spaltensystem viele geologische Perioden hindurch angehalten.

Etwas später hat Grupe zu dem Altersverhältnis der herzynischen und rheinischen Dislokationen in einer Sitzung der Deutschen geologischen Gesellschaft Stellung genommen und ist zu dem Schluß gekommen, daß herzynische und rheinische Bauelemente als gleichwertige Teile eines ursprünglich einheitlich angelegten Bruch- und Faltungssystemes erscheinen. Eine grundsätzliche Altersverschiedenheit zwischen den herzy-

nischen und rheinischen Störungen lehnt er ab; er gibt aber zu, daß bei der einen oder anderen Phase der saxonischen Gebirgsbildung eine der beiden Richtungen lokal oder selbst regional bevorzugt werden kann.

Bei der darauf folgenden Aussprache hat Haarman diesen Ausführungen zum Teil widersprochen und hervorgehoben, daß er bezüglich der Altersverhältnisse zu einem andern und zwar zu dem gleichen Ergebnis gekommen sei, wie v. Könen, der die hauptsächlichsten herzynischen Störungen für älter hält, wie die rheinischen.

Nach Deecke war im südlichen Granitmassiv des Schwarzwaldes, im Blauen, eine herzynische Zerklüftung schon im Karbon vorhanden.

Bei Besprechung der postvariskischen Tektonik Nordwestdeutschlands hat endlich Quiring darauf hingewiesen, daß die herzynischen und rheinischen Spaltenrichtungen bereits den variskischen und prävariskischen Untergrund dieses Gebietes beherrschten.

Danach hätten sich auch auf dem herzynischen Spaltensystem durch viele geologische Perioden hindurch Gebirgsbewegungen vollzogen.

Mit den prävariskischen oder variskischen Klüften und Spalten hat die Literatur der letzten Jahre sich anscheinend nicht befaßt. Zum Unterschied zwischen den beiden vorher besprochenen Spaltensystemen, bei denen es sich in der Hauptsache um Grabenbildungen handelt, sind die SW—NO-Spalten Begleiterscheinungen eines Faltengebirges; sie sind deshalb orogenetischer Natur, während jene einen epirogenetischen Charakter tragen. Mit dem Abschluß der Faltung muß auf den damit in Zusammenhang stehenden Spalten ein gewisser Stillstand eingetreten sein. Andererseits ist anzunehmen, daß bei den später einsetzenden orogenetischen oder auch epirogenetischen Vorgängen die prävariskischen und variskischen Spalten von diesen Bewegungen nicht ganz unberührt blieben, sodaß auch hier die Nachwirkungen sich durch lange geologische Zeiträume erhalten hätten.

## Die mutmassliche Entstehung und das Alter der drei Spaltensysteme.

### Das herzynische Spaltensystem.

Wie ein Blick auf die geologische Karte des Rheinischen Schiefergebirges, sowie auf den Harz und den Flechtinger Höhenzug dartut, zeigt von den drei Spaltensystemen das herzynische die größte Ausdehnung im Streichen. Annähernd in der Fortsetzung des Harzes liegen die Sudeten und parallel dazu verläuft der Bayerische Pfahl. In Südrußland hat Karpinsky auf gleichgerichtete Spalten hingewiesen. Winterfeld macht auf den Küstenverlauf von Tripolitanien, auf die Küsten Italiens, auf den Südrand von Sizilien und auf die Westküste der Balkanhalbinsel aufmerksam, sowie auf die parallelen Verwerfungen, die die Küsten des Adriatischen Meeres begleiten; nach ihm sind die Adria und das Rote Meer herzynisch gerichtete Senkungsbecken und lassen sich die Wirkungen des Spaltensystems bis nach Ostindien verfolgen. In der Breite reicht nach Winterfeld die herzynische Großenke, die diese Erscheinungen umfaßt, bis zu der nordöstlichen Abbruchlinie der afrikanischen Tafel; im Westen wird sie an der atlantischen Schwelle abgeschnitten und zugleich nach Süden verworfen. Auf der westlichen Halbkugel soll endlich in der Fortsetzung der Großenke die Hauptmasse von Nordamerika liegen.

Verfasser hält eine andere Auffassung über den Verlauf der Großenke für möglich. Verfolgt man das herzynische System nicht auf der Karte, sondern auf dem Globus, so gelangt man — um eine bestimmte Linie dieses breiten Gebietes herauszugreifen — von dem Harz über England und Irland an die nordamerikanische Küste in ihrer Erstreckung von Neufundland bis Florida. Die Appalachen und Alleghanies verlaufen parallel dazu. In seiner Längen- und Breitenausdehnung berührt dieses Spaltensystem die fünf alten Kontinente, und im Vergleich zu den beiden anderen Spaltensystemen, die oben berührt wurden, ist es das ausgedehnteste; nach Ansicht des

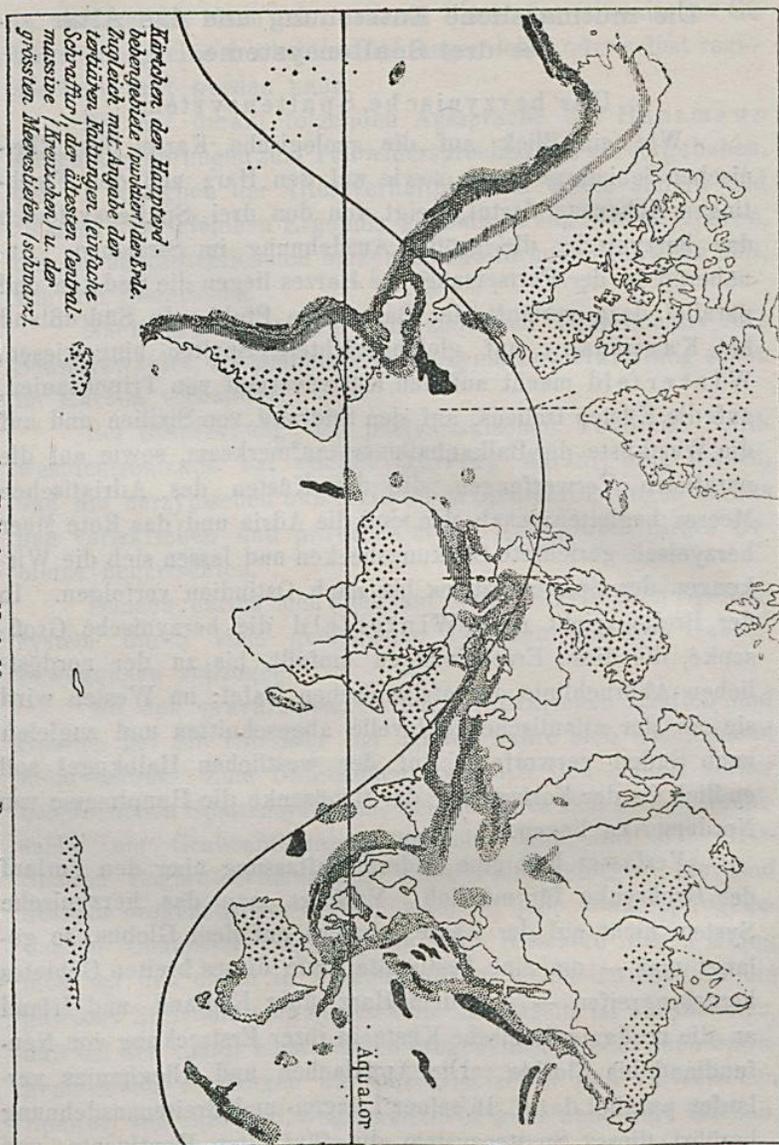
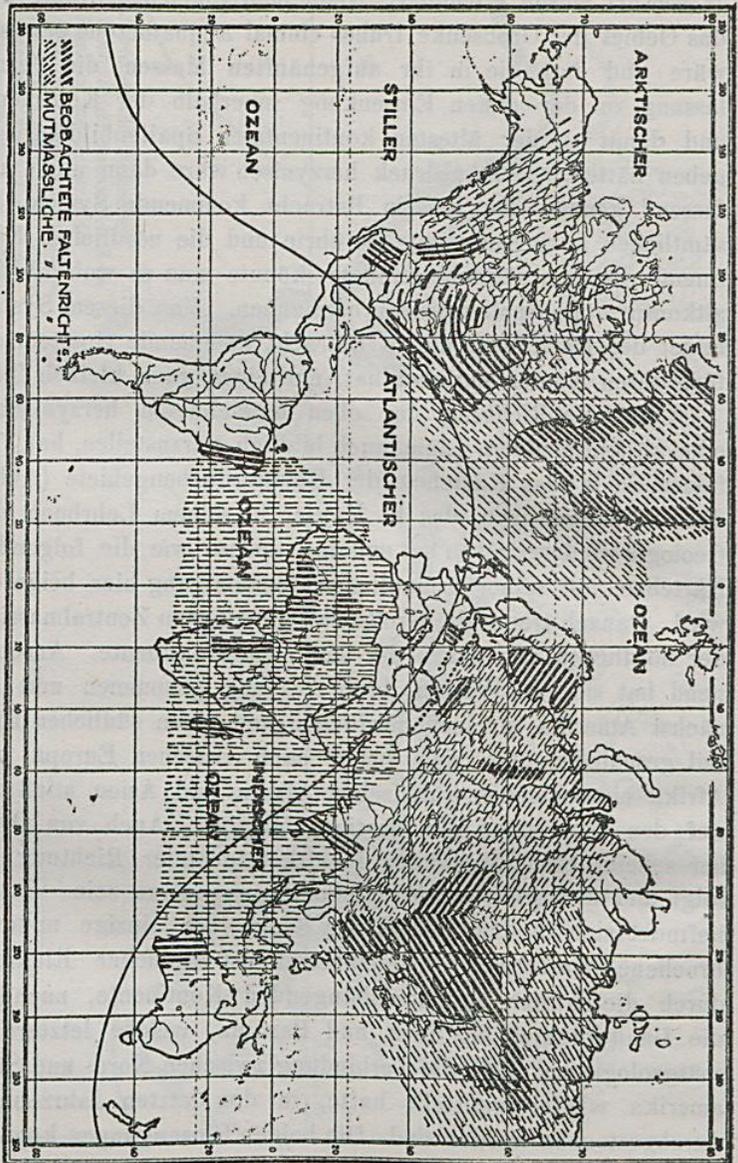


Abb. 1 Verbreitung der Erdbeben. Nach MONTASSUS DE BALIÖRE u. a.

Verfassers ist es auch das älteste. Die Vorstellung seiner Wesensart würde erleichtert, wenn man annehmen wollte, daß das Gebiet der Großenke früher einmal Aequatorzone gewesen wäre und daß die in ihr aufgehäuften Massen die Veranlassung zu der ersten Einsenkung innerhalb der Kontinente und damit zu der ältesten kontinentalen Spaltenbildung gegeben hätten. Der Ausdruck herzynisch wäre dann nicht umfassend genug. Da das in Betracht kommende System die sämtlichen alten Kontinente berührte und die nördlichen Kontinente von den südlichen trennte, könnte man es wohl als altkontinentale Spaltensystem bezeichnen. Von diesem System bildet der Harz, dem die in Betracht kommende Spaltenrichtung ihren Namen entlehnt hat, nur einen ganz kleinen Teil.

Um die Richtung der oben bezeichneten herzynischen oder altkontinentalen Linie, auch bildlich darzustellen, hat Verfasser sie in das Kärtchen der Haupterdebebengebiete (Abbildung 1) eingetragen, das E. Kayser in seinem Lehrbuch der Geologie wiedergegeben hat und das, ebenso wie die folgenden Kärtchen, mit seiner freundlichen Genehmigung hier beigelegt wird. Danach trennt die Großenke die ältesten Zentralmassive der nördlichen von denen der südlichen Kontinente. Anscheinend hat sie von Westen ihren Ausgang genommen und zunächst Amerika in einen nördlichen und einen südlichen Erdteil geschieden, um sich später auch zwischen Europa und Afrika einzuschieben. Zwischen Afrika und Asien stieß sie auf den Widerstand der dortigen Massive. Auch von Osten her scheint eine Einsenkung in altkontinentaler Richtung erfolgt und dem gleichen Widerstand begegnet zu sein. Heute befindet sich in dem Gebiet der Senke der einzige ununterbrochene Wasserweg in annähernd ost-westlicher Richtung durch die früher zusammenhängenden Kontinente, nachdem die Landbrücken bei Suez und Panama, welche letztere in spätgeologischer Zeit die Verbindung zwischen Nord- und Südamerika wiederhergestellt hatte, in den letzten Jahrzehnten durchgestochen worden sind. Die beiden Einsenkungen könnten dann als die atlantische und indische bezeichnet werden, die sich im Laufe der geologischen Perioden zu dem Atlantischen

Abb. 2 Verbreitung und Strichen des Urgebirges auf der Erde. Nach B. RUDZKANS (On some fundamentals of precambrian paleogeography).  
 Proceed. nat. acad. Sciences Bd. 6, 1919).



und Indischen Ozean erweitert haben müßten, indem der erstere in Zusammenhang mit der von Winterfeld beschriebenen größten Verwerfungsspalte der Erde einen Ausweg nach Norden und Süden erhalten hätte.

Um das altkontinentale Spaltensystem noch weiter zu veranschaulichen, ist die oben bezeichnete herzynische Linie auch auf das, dem Kayser'schen Lehrbuche entnommene Kärtchen von Rüdemann (Abbildung 2) übertragen worden und des besseren Verständnisses wegen wurden noch einige parallel verlaufende Linien durch Punktierung angedeutet. Es geht daraus hervor, daß in ausgedehnten Gebieten von Nordamerika, in Finnland, im Ural und in der Mongolei die beobachtete Streichrichtung des Urgebirges sich dem altkontinentalen Streichen anschließt oder nähert. Das Kärtchen trägt schematischen Charakter, was zumal in Nordamerika und Grönland in Erscheinung tritt; auf dem Globus würde sowohl das Streichen in Grönland als auch im mittleren Asien sich dem altkontinentalen Streichen noch mehr anschließen.

Wenn man, wie das von vielen Seiten geschieht, annehmen wollte, daß die erste Anlage der heutigen Kontinente und Meere schon in der Urzeit stattgefunden und von Anfang an die eine Hälfte der Erdoberfläche den Urkontinent und die andere den Urozean gebildet hätte, müßte die Veranlagung zu dem allerältesten Spaltensystem an der Grenze des Urkontinentes gegen den Urozean zu suchen sein, also etwa an den Rändern des Stillen Ozean. Daß die Küsten des Urozeans sich mit denen des heutigen Stillen Ozeans nicht überall zu decken brauchten, möge zur Vermeidung von Mißverständnissen hier kurz angedeutet werden. Für den Untergrund des Rheinischen Schiefergebirges käme indessen dieses Spaltensystem, das wohl als das pazifische Spaltensystem bezeichnet werden könnte, nicht in Betracht.

#### Das rheinische Spaltensystem.

Innerhalb des Urkontinentes wäre, wie oben angedeutet, das altkontinentale Spaltensystem durch die ersten Einsenkungen hervorgerufen worden und wenn diese Zone früher

die Aequatorzone gebildet hätte, müßte im Laufe der Zeit eine Verlegung des Poles eingetreten sein. Wie die oben bezeichnete herzynische Linie vom Harz bis Ostindien einerseits und bis zur nordamerikanischen Küste andererseits im Vergleich zu dem jetzigen Aequator verläuft, ist aus den Abbildungen zu ersehen. Danach bildet diese Linie einen Bogen nördlich vom Aequator, der diesen im Westen südlich von Kalifornien und im Osten südlich von Ostindien kreuzt. Auf diesem Bogen wirkte von Süden nach Norden der Druck, der von dem neuen Aequator ausging und der den westlichen Schenkel des Bogens in entgegengesetztem Sinne beeinflussen mußte, wie den östlichen. Auf diese Weise bildeten sich meridional gerichtete Risse wohl zunächst in der Mitte des Bogens, wo sie zur atlantischen Schwelle Veranlassung gaben, und später die zahlreichen meridional verlaufenden Spalten, deren Nachwirkungen in den jüngeren Gebirgsbildungen aus der geologischen Karte ersichtlich sind. Im Übrigen sei bezüglich der meridionalen Spalten im Rheinischen Schiefergebirge hier noch kurz auf die Karte Bezug genommen, die Winterfeld seinen diesbezüglichen Ausführungen beigegeben hat.

Da das meridional gerichtete Spaltensystem auch die Gestaltung des Atlantischen Ozeans stark beeinflußt hat, wäre es wohl als das atlantische zu bezeichnen. In Abbildung 1 ist der Versuch gemacht worden, durch gestrichelte Linien die Wirkung dieses Druckes zu veranschaulichen, der sich in einen Druck rechtwinkelig zu dem altkontinentalen Gebirgsstreichen zerlegt und einen entsprechend verminderten meridionalen Druck. Daß die beiden Schenkel des Bogens entgegengesetzt beeinflußt werden mußten, bedarf keiner weiteren Ausführung. Ebenso ist es verständlich, wenn bei dem Widerstand, den das Gebirge der Spaltung entgesetzte, rechtwinkelig zu den entstehenden Rissen Querbrüche sich einstellten, deren Nachwirkungen in dem jüngeren Gebirgsbau ebenfalls in Erscheinung treten mußten.

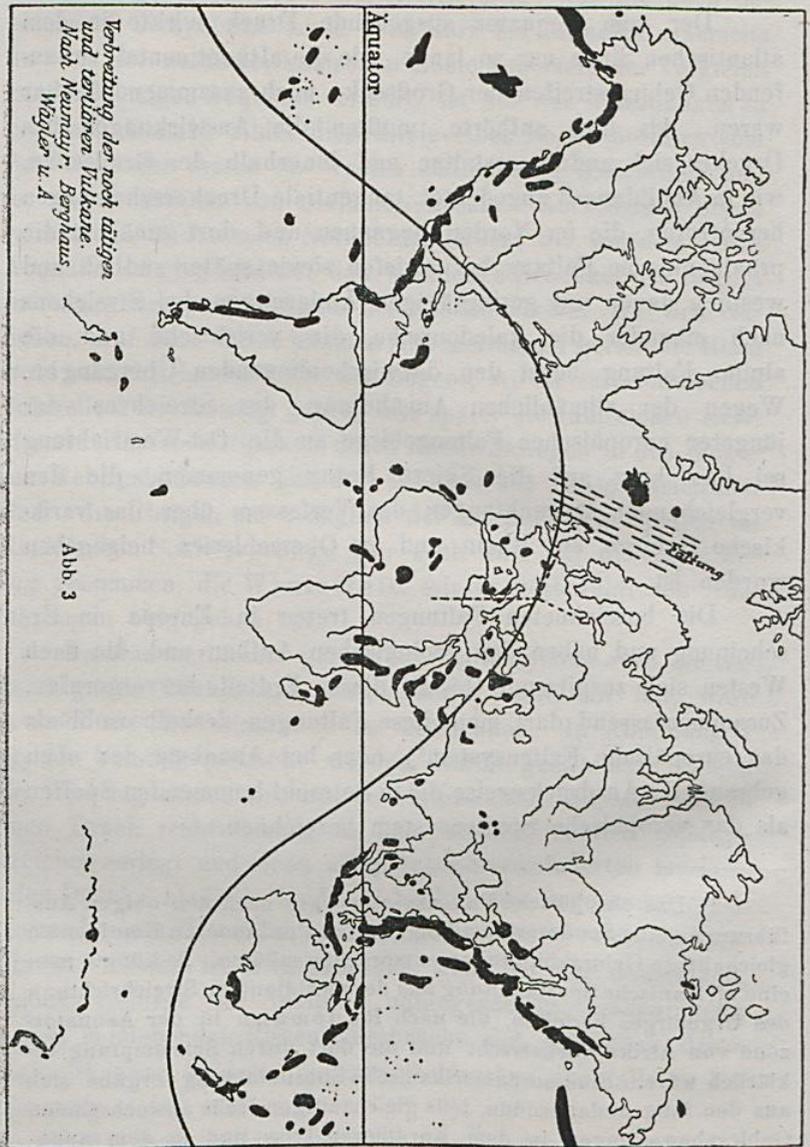
Daß neben den bezeichneten noch andere Ursachen auf die Bildung meridional verlaufender Spalten von Einfluß gewesen sein können, möge nicht unerwähnt bleiben.

### Das prävariskische Spaltensystem.

Der vom Aequator ausgehende Druck wirkte in dem atlantischen Sinne nur so lange, wie die altkontinental verlaufenden Gebirgsstreifen der Großenke noch zusammendrückbar waren. Als dies aufhörte, mußten die Auswirkungen des Druckes sich anders gestalten und innerhalb der Großenke, wie in Abbildung 3 angedeutet, tangentielle Druckercheinungen hervorrufen, die im Norden begannen und dort zunächst die präalgonkische Faltung hervorriefen sowie später südlich und westlich davon mit geringfügigen Änderungen des Streichens nach einander die kaledonische, die variskische und die alpine Faltung nebst den dazwischenliegenden Übergängen. Wegen der allmählichen Annäherung des Streichens der jüngeren europäischen Faltengebirge an die Ost-Westrichtung sei hier kurz auf die Skizze Bezug genommen, die den vergleichenden Betrachtungen des Verfassers über das variskische Gebirge am Rhein und in Oberschlesien beigegeben worden ist.

Die bezeichneten Faltungen treten in Europa in Erscheinung und haben den geologischen Aufbau und die nach Westen sich zuspitzende Gestalt dieses Erdteils hervorgerufen. Zusammenfassend darf man diese Faltungen deshalb wohl als das europäische Falten-system<sup>1)</sup>, oder bei Annahme der oben gebrauchten Ausdrucksweise die in Betracht kommenden Spalten als das europäische Spaltensystem bezeichnen.

1) Das europäische Falten-system wäre nach den obigen Ausführungen eine Sondererscheinung, der in den anderen Kontinenten gleichaltrige Gebirgsbildungen entsprechen müßten. So könnte man eine afrikanische Spezialfaltung aus der meridionalen Streichrichtung des Urgebirges herleiten, die nach Rüdemann in der Aequatorzone von Afrika vorherrscht und die dort durch Schrumpfung erklärlich wäre. Eine nordamerikanische Spezialbildung ergäbe sich aus den lang andauernden, teils gleichzeitigen, teils abwechselnden Gebirgsbewegungen in dem Kordilleren-Trog und in dem appalachischen Trog. Vielleicht ließen sich auch die Faltungserscheinungen der übrigen Kontinente in ähnlich einfacher Weise charakterisieren.



Nach Osten ist die Ausdehnung der europäischen Faltengebirge begrenzt. Nur in Skandinavien, also im Norden, treten die ältesten Faltungen auf Gebiete über, die östlich der von Tornquist bezeichneten südwestlichen Grenzlinie der russischen Tafel liegen. Die seitdem stärker gewordene Ausbildung der altkontinentalen Gräben und Horste hat anscheinend den variskischen und später auch den alpinen Druck in altkontinentaler Richtung abgelenkt und Osteuropa geschützt. Nach S. v. Bubnoff bildet dieses übrigens keine Einheit, sondern einen Komplex alter Schollen, deren Struktur und Bewegungsform wesentlich durch Vorgänge in dem tiefen Untergrund beeinflußt worden sind und die auf gebirgsbildende Impulse zeitlich, wie räumlich verschieden reagiert haben. Dabei sind aber, wie aus der Karte zu der Abhandlung über den Gebirgsbau Osteuropas hervorgeht, die altkontinentalen Einflüsse deutlich erkennbar. Der karbonische Faltenzyklus Westeuropas ist dem osteuropäischen Gebiet bereits fremd und es ist nach S. v. Bubnoff auch kaum möglich, die Faltung Westeuropas direkt über Rußland nach Asien zu verfolgen. Danach unterscheidet sich der geologische Bau Rußlands von dem Bau Westeuropas wesentlich durch den Wegfall der europäischen Faltengebirge.

#### Das Alter der Spaltensysteme.

Da die europäische Faltung bereits die ältesten Sedimente aufgerichtet hat, ist ihr Eintritt wohl am Ende der archaischen Zeit erfolgt. Die Veranlagung zu der atlantischen Spaltenbildung fällt demnach in eine viel ältere Zeit und die Veranlagung zu dem altkontinentalen Spaltensystem liegt noch weiter zurück. Für die Abmessung dieser Zeiträume fehlt jeglicher Maßstab, jedoch muß zwischen der Veranlagung zu den beiden ältesten Systemen ein Polwechsel sich vollzogen haben.

Nach vorstehendem dürfte anzunehmen sein, daß innerhalb des Urkontinentes die ersten Niederschläge sich in dem ausgedehnten altkontinentalen Graben angesammelt und daß die Gewässer sich von da aus seitlich verbreitet haben. Die Ausbreitung der organischen Lebewesen, die an

das Wasser gebunden war, mußte dann den gleichen Verlauf nehmen.

Wenn das altkontinentale Spaltensystem das älteste, das atlantische das nächst jüngere ist und wenn die europäischen Faltungen am jüngsten sind, so trifft dies nur hinsichtlich der Veranlagung zu. Von den späteren Gebirgsbewegungen blieben die älteren Spalten im Untergrund nicht unberührt; auf ihnen konnten deshalb erneute Bewegungen eintreten, die dann in den jüngeren Gebirgen zum Ausdruck kommen mußten. Da diese Gebirgsbewegungen auf den herzynischen und rheinischen Spalten mit Unterbrechungen viele geologische Perioden hindurch angehalten haben, kann rein örtlich in zahlreichen Fällen die Auswirkung in umgekehrter Reihenfolge oder auch gleichzeitig erfolgt sein und in dem letzteren Falle den Zustand hervorgerufen haben, der von der neueren Geologie als Vergitterung bezeichnet wird. Auf diese Weise erklären sich nach der Meinung des Verfassers ganz ungezwungen die Feststellungen, die, wie einleitend ausgeführt, von Weber, Grupe, Haarmann und anderen Geologen bezüglich der Altersfolge der in Betracht kommenden Gebirgsbewegungen gemacht worden sind. Jedenfalls wird der Bergmann bei seinen Aufgaben von Fall zu Fall zu entscheiden haben, wie die Verhältnisse liegen. Es gilt dies sowohl von den teils rheinisch, teils herzynisch gerichteten Salzhorsten im niedersächsischen Gebiet, wie von den Gängen und Klüften im Rheinischen Schiefergebirge.

#### Die Erzlagerstätten.

Was die Erzlagerstätten des Rheinischen Schiefergebirges anbelangt, so braucht kaum hervorgehoben zu werden, daß für sie die drei Spaltensysteme von besonderer Bedeutung sein müssen. Wie aus nachstehendem hervorgeht, wird bei deren Betrachtung in der Hauptsache zwischen Lagerstätten sulfidischer Erze und Eisensteingängen zu unterscheiden sein. Andere Lagerstätten, deren Erzführung da, wo sie gemeinschaftlich mit den sulfidischen Erzen vorkommt, diesen gegenüber als Gangart erscheint, treten an Verbreitung und Bedeutung

zurück; insbesondere gilt dies auch hinsichtlich des Auftretens von Schwerspat, während Bitterspat und Kalkspat regellos vorkommen und hier ganz ausser Betracht bleiben können.

#### Das Auftreten der Blei- und Zinkerze.

Von den in Betracht kommenden Lagerstätten haben, wie schon von Bornhardt dargelegt wurde, die blei- und zinkerzführenden im Schichtenaufbau des Rheinischen Schiefergebirges eine erheblich größere Verbreitung, als die Eisensteingänge. Sie reichen vom tiefsten Unterdevon bis in das Oberdevon hinauf und machen sich bei Commern und Mechernich sowie am Rande der Hessischen Senke bis in den aufgelagerten Buntsandstein hinein bemerkbar. Mit dem prävariskischen Gebirgsbau stehen sie, wie Verfasser bei seinen ersten Betrachtungen bezüglich des damals erörterten Streifens ausgeführt hat, in engem Zusammenhang und deshalb sind zahlreiche Erzmittel in ihrem Verlauf an das Schichtenstreichen und das Einfallen dieses Gebirges gebunden. Wo letzteres geschiefert ist, liegen die einzelnen Erzmittel oft auch zwischen Schieferungsflächen, während der Gangzug als solcher dem Schichtenverlauf zu folgen pflegt. Erzgänge herzynischer Richtung sind ebenfalls zahlreich vertreten, wenschon sie nicht die beherrschende Bedeutung gewinnen, wie im Oberharz; auch bei ihnen ist die Erzführung auf prävariskisch gerichtete Spalten zurückzuführen, die den Erzlösungen den Aufstieg ermöglicht haben, bis diese steiler gestellte herzynische Spalten antrafen, durch die sie einen bequemeren Ausweg fanden. In letzterer Hinsicht sei auf die Veröffentlichung von Stahl Bezug genommen, nach der die Gänge des Oberharzes regelmäßig nur da Erze führen, wo sie die Sattelfalten des Gebietes schneiden und wonach in ähnlicher Weise auch auf herzynisch streichenden Gängen bei Selbeck und Lintorf sowie im Altenberger Bezirk bei Aachen die Erzmittel sich gebildet haben. Danach wären die herzynisch gerichteten Blei- und Zinkerzgänge insofern keine ganz selbständigen Erscheinungen, als die Gangspalten nicht direkt zu den Stellen führten, an denen die magmatischen Ausscheidungen stattfanden und

die erzbringenden Lösungen sich bildeten. Im übrigen sei wegen der herzynischen Spalten und Gänge im Rheinischen Schiefergebirge kurz auf die Schrift von Winterfeld verwiesen sowie auf das ihr beigefügte Kartenmaterial.

Bei der weitgehenden Parallität der Sättel und Mulden oder der Horste und Gräben, die zumal im Hunsrück deutlich in Erscheinung tritt, darf vermutet werden, daß diese überhaupt für das prävariskische Gebirge charakteristisch ist, daß dem beschriebenen Streifen gleich gerichtete Streifen sich anreihen und daß, von Ausnahmen abgesehen, auch in diesen Streifen das Auftreten der Blei- und Zinkerze in Verbindung mit prävariskisch verlaufenden Gangzügen die Regel bildet.

Wie bereits gelegentlich der früheren Betrachtungen angedeutet wurde und aus der anliegenden Karte (Taf. IV) ersichtlich ist, folgt dem damals erörterten Streifen nach Nordwesten der Streifen, in dem der Eisenerzbergbau des Siegerlandes umgeht. Die Blei- und Zinkerze verlieren im Verhältnis zu dem Spateisenstein in diesem Streifen an Bedeutung, aber auch bei den hier in Betracht kommenden Lagerstätten scheint die sulfidbringende Lösung überwiegend auf prävariskischen Spalten hochgekommen zu sein. Eigenartig ist es, daß, wie weiter unten noch kurz dargelegt werden wird, sogar die Spateisensteingänge diesen prävariskisch orientierten Streifen bevorzugen, obwohl sie an das Schichtenstreichen nicht gebunden sind.

Weiter nordwestlich würde sich ein Streifen anschließen, dem auf der rechten Rheinseite die Erzbergwerke südlich Bensberg und auf der linken Rheinseite die Erzlagerstätten in der Umgebung von Bleialf zuzurechnen wären. Die hier in Betracht kommenden Bergbaugebiete treten ungefähr in dem gleichen prävariskischen Streichen auf. Der Einfachheit wegen möge das erzführende Gebiet südlich Bensberg kurz als Bensberger Revier bezeichnet werden, obwohl der Ort Bensberg an der nordwestlichen Grenze des Streifens liegt. In Anbetracht der gleichartigen Erzführung dürfte diesem Streifen noch der Strich zuzurechnen sein, der die roten Schichten der Gedinnien umfaßt, die in der Gegend von

Müsen unter der Bezeichnung „Fuchs“ den Bergleuten von Alters her bekannt sind. Auf der Dechen'schen Karte ist dieses Gebiet mit dem Streifen des Siegerlandes verbunden, da die Gliederung der in Betracht kommenden Gebirgstheile damals noch nicht erfolgt war.

Im Bensberger Revier liegen die Verhältnisse nicht so einfach wie im Hunsrück und an der unteren Lahn, wo der gesamte Gebirgsbau prävariskisch eingestellt ist. Zwar weisen auch dort die Schichten zum Teil das gleiche Streichen auf; an anderen Stellen macht sich aber schon die variskische Nachfaltung geltend, was um so weniger auffällig ist, als das Revier von dem Kamme des prävariskischen Gebirges — Idarwald-Hörre — weiter entfernt und zugleich in dem Fortstreichen der bereits variskisch orientierten Attendorn-Elsper Doppelmulde liegt. Daß der Streifen besonders reich an tiefgehenden prävariskischen Spalten sein muß, zeigt schon ein Blick auf das starkgefaltete prävariskisch verlaufende Schichtensystem zwischen Mechernich und Birresborn, das nach Südwesten in diesen Streifen hineinfällt, während dessen nordöstliche Verlängerung bemerkenswerter Weise zu der Einsenkung der jung-paläozoischen Schichten führt, die dort in der Richtung auf Arnsberg in Erscheinung tritt und auf der Karte ebenfalls deutlich zum Ausdruck kommt.

Dem nordwestlichsten Streifen würden die linksrheinischen Erzlagerstätten bei Aachen und die rechtsrheinischen bei Lintorf und Selbeck zuzuteilen sein, die ebenfalls in ein und demselben prävariskischen Streichen liegen; daß sie in beiden Gebieten überwiegend an die ältesten Schichten des Steinkohlegebirges, den Kohlenkalk, gebunden sind, ist wohl kein reiner Zufall.

Die Begrenzung zwischen diesem ersten und dem anschließenden zweiten Streifen würde wohl in dem Aufbruch mitteldevonischer Schichten durch die jüngere Umgebung unweilich Velbert zu suchen sein, von wo aus sie bis zu dem nordöstlichen Vorsprung des Hohen Venn nach der linken Rheinseite gezogen werden könnte. Die südöstliche Grenze des zweiten Streifens wäre, ausgehend von der Heraushebung der

mitteldevonischen Schichten aus der jüngeren Umgebung, die auf der Dechen'schen Karte zwischen Arnsberg und Iserlohn in Erscheinung tritt, in südwestlicher Richtung nach der Grenze zwischen Devon und Buntsandstein südlich Mechernich zu ziehen. In diesen Streifen fiel dann zugleich mit der Triasscholle zwischen Sötenich und Nideggen das Bergbaugebiet von Commern und Mechernich und auf der rechten Rheinseite das verlassene Bergbaugebiet von Iserlohn

Auf die Grenze dieses Streifens gegen das Siegerland, die mit dem Gedinnien in Verbindung zu bringen wäre, ist bereits oben hingedeutet worden.

An den Streifen des Siegerlandes reihten sich weiter südöstlich der Streifen der Dillmulde, der Streifen der Lahnmulde und zuletzt der Streifen an, der das Taunusgebiet umfaßt und der sich durch das Herausheben von Taunusquarzit bei Nauheim und die Einlagerung mitteldevonischer Kalke unweit Butzbach und Roßbach wohl noch weiter gliedern ließe.

Die bezeichneten Streifen stehen mit dem prävariskischen Gebirgsbau in Zusammenhang; daß sie bereits auf der stark verkleinerten Dechen'schen Karte deutlich bemerkbar sind, spricht für ihre Berechtigung. Vom bergmännischen Standpunkt aus erschien dem Verfasser die Beschreibung der Blei- und Zinkerzvorkommen des Hunsrücks und des Lahngbietes in Verbindung mit dem, das dortige Gebirge spießwinkelig querenden Streifen seiner Zeit geboten. Wären die eingetretenen Erzmittel nach geologischen Formationen besprochen worden, so würden sie aus dem genetischen Zusammenhang gekommen sein, der durch die langgestreckten erzbringenden Spalten vermittelt wird. Vom bergmännischen Standpunkte aus bietet diese Darstellung auch den Vorteil, daß sie zum Nachdenken über die Fortsetzung der Erzreviere anregt.

Verfasser ist der Meinung, daß die übrigen Blei- und Zinkerzvorkommen des Rheinischen Schiefergebirges in der gleichen Weise zu behandeln wären. Zur Zeit dürfte dies aber verfrüht sein, weil zunächst der unmittelbar anschließende Streifen besprochen werden müßte, der die Spateisenstein- und die Erzgänge des Siegerlandes enthält. Dessen Geologie hat

aber zu weitgehenden Meinungsverschiedenheiten unter den mit der Untersuchung und Kartierung des Gebietes betrauten Geologen Anlaß gegeben, die zu Lebzeiten Denckmanns nicht vollständig behoben werden konnten. Später ist eine gewisse Verständigung erfolgt; als Unterlage für weitere bergmännische Betrachtungen fehlt es aber auch heute noch an dem nötigen Kartenmaterial.

### Das Auftreten der Spateisenstein- und Schwerspatgänge.

Ganz abweichend von der Verbreitung der sulfidischen Erze ist das Vorkommen des Spateisensteins. Während jene mit prävariskisch verlaufenden tiefgehenden Zubringerspalten in Zusammenhang stehen, tritt der Spateisenstein vorzugsweise in den meridional oder äquatorial gerichteten Gangzügen auf, die sich in dem Streifen des Siegerlandes besonders entwickelt haben, aber auf diesen Streifen nicht beschränkt sind. Durch variskisch orientierte Geschiebe pflegen die meridional gerichteten Gangzüge in einzelne Abschnitte zerlegt und zugleich abgelenkt zu werden, so daß sie sich in ihrem gesamten Verlaufe dem prävariskischen Schichtenstreichen nähern. Auch in den unmittelbar benachbarten Streifen treten vererzte Spateisensteingänge einerseits bei Ems im Westerwaldgebiet und andererseits im Bensberger Revier vereinzelt auf. Da ein Eingehen auf Einzelheiten heute noch verfrüht wäre, möge hier nur darauf hingewiesen werden, daß der Gebirgsstreifen, in dem die Spateisensteine des Siegerlandes vorkommen, prävariskisch verläuft, in der Breite von Bendorf bis Unkel den Rhein quert und in seiner weiteren Erstreckung die Mosel berührt. Wie bereits erwähnt, sind die meridional und äquatorial gerichteten Gangmittel, die Mittaggänge und Morgengänge, vorherrschend. Daneben treten aber auch herzynisch verlaufende Erzmittel auf, die Quiring als Quergänge bezeichnet, während er die prävariskisch gerichteten Gänge, die in dem Spateisensteinbezirk zu den Seltenheiten gehören, unerwähnt läßt. Winterfeld hat die meridional streichenden Verwerfungsspalten, die zum großen Teil

erst nach den Spateisenstein führenden Gangspalten entstanden sind, aber auf der gleichen Ursache beruhen, weithin verfolgt. Spateisensteinführend sind nur ältere Spalten, die zur Unterdevonzeit bereits da waren und diese in der Hauptsache auch nur in dem oben bezeichneten prävariskisch verlaufenden Streifen.

Im engeren Bezirk des Siegerlandes, der mit seiner unmittelbaren Umgebung den nordöstlichen Teil des Streifens bildet, hat dank der Erfolge der in den letzten Jahren dort tätig gewesen Geologen die Klarstellung der Gebirgsverhältnisse erhebliche Fortschritte gemacht. Nach Quiring wird der Gebirgsbau des Siegerlandes durch den breiten Siegener Hauptsattel bestimmt, der in seiner Mitte eine Spezialmulde trägt und dem sich nach NW und SO zahlreiche größere und kleinere Falten anlegen. Die Gesteine, die sich an diesem Aufbau beteiligen, sind teils sandiger, teils toniger Art, und es bestehen wenig Ausnahmen von der Regel, daß bauwürdige Eisensteinmittel sich nur in rauhen, ehemals sandigen oder doch rau gebänderten Schichten gebildet, während die tonigen Sedimente ungünstig auf die Gangausbildung eingewirkt haben. Nach Quiring lassen sich deshalb die Siegener Schichten in haltige (fertile) und unhaltige (sterile) Gruppen einteilen. Da nun die ältesten Siegener Schichten den Tonschieferhorizont bilden, also toniger Art sind, treten in den größeren Sätteln oder Horsten hauptsächlich die sterilen Gebirgsglieder an die Oberfläche und in den Mulden oder Gräben die fertilen. Demgemäß werden die Gangspalten in der Regel erzführend, sobald sie in fertile Schichtengruppen eintreten, was mit dem Eintritt in eine Mulde gleichbedeutend ist, während Zuschlüsse der Erzmittel erfolgen, wenn die Gangspalten wieder in sterile Gebirgsglieder übergehen, also einen Sattel queren. Wegen der Einteilung und des Verlaufes der Siegener Schichten in dem engeren Siegerland sei im übrigen auf den Vortrag hingewiesen, den der dem Bergbau des Siegerlandes nahe stehende und in Siegen wohnende Geologe, Herr Dr. Henke, gelegentlich der letzten Hauptversammlung des Naturhistorischen Vereins in Siegen gehalten hat und der in

dem gegenwärtigen Band der Verhandlungen wiedergegeben worden ist.

Für den Bergbau muß auch die Frage von Interesse sein, ob eine Ausdehnung des Siegerländer Gangsystems in der nordöstlichen Fortsetzung des prävariskischen Streifens, also nach der Hessischen Senke zu oder in den beiderseits benachbarten Streifen etwa zu erhoffen wäre. Dahingehende Bemühungen zur Erschließung neuer Ganggebiete wären bisher verfrüht gewesen. Andererseits kann die Frage nicht ohne weiteres verneint werden, denn die Spateisensteingänge, die in dem Hunsrückgestein an der Mosel nur schwach entwickelt sind, nehmen mit dem Übergang in die gleichalterige Facies der Grauwacken- und Grauwackenschiefer nach Nordosten an Zahl und Mächtigkeit zu. Es ist deshalb nicht ausgeschlossen, daß sie mit der größeren Annäherung an die Hessische Senke noch zahlreicher und edler werden; indessen sind dort die altdevonischen Schichten des Siegerlandes von mitteldevonischen Schichten überdeckt, die die Spateisensteingänge der Beobachtung entziehen. Das letztere gilt auch von der Fortsetzung der meridional gerichteten Gangspalten in die beiderseits benachbarten Streifen.

Nach alledem beruht die Entwicklung der Spateisensteingänge in dem Siegerländer Streifen darauf, daß eine Anzahl meridional gerichteter Spaltenzüge das prävariskische Gebiet, das sich etwa von dem Mittelpunkte Siegen in südwestlicher Richtung über den Laacher See hinaus bis in die Gegend zwischen Wittlich und Birresborn erstreckt, durchsetzen und in ihm bei günstigem Gebirgsverhalten erzführend wurden, wobei die Vererzung sich auch auf Spalten herzynischer Richtung erstreckte, die gemeinsam mit den meridionalen Spalten durch erneute Beeinflussung des Untergrundes infolge jüngerer Gebirgsbewegungen entstanden.

Meridional gerichtet sind auch die Mehrzahl der Schwer-  
spatgänge im Dillbezirk, darunter der auf 4900 m Länge bekannte Schwerspatgang zwischen Burg und Merkenbach. Nach der herrschenden Meinung sind diese Gänge jungtertiären Alters und es beweist dies, daß die atlantische Veranlagung

bis in die jüngste geologische Zeit auf die Gangbildung von Einfluß gewesen ist.

Ein Streiflicht auf die gegenseitigen Altersverhältnisse der Falten, Spalten und Gänge.

Die älteste im Rheinischen Schiefergebirge an der Oberfläche bemerkbar werdende Faltung ist die prävariskische. Zur Zeit der Entstehung der Spateisensteingänge, die sich nach allgemeiner Annahme während des oberen Unterdevons oder des unteren Mitteldevons in der Hauptsache vollzogen hat, muß dieses Gebirge bereits vorhanden gewesen sein; vom Siegerländer Standpunkt aus hat Denckmann es deshalb als „präsideridisch“ bezeichnet. Im Sinne von Ahlburg, der zuletzt geneigt war, dem kaledonischen Druck eine längere Nachwirkung zuzuschreiben und der diese auch im Rheinischen Schiefergebirge wahrzunehmen glaubte, hätte man dessen Anfänge wohl auch als postkaledonisch ansprechen dürfen. Wer aber die europäischen Faltengebirge in einem gewissen Zusammenhange betrachtet, wird in den vorliegenden Erscheinungen eine postkaledonisch-prävariskische Zwischenfaltung erblicken können.

Dieses Gebirge ist sehr frühzeitig anderen Druckwirkungen unterworfen worden. In letzterer Hinsicht sei zunächst an die Querbänkung erinnert, die in der Literatur weniger Beachtung gefunden hat, zumal sie von dem Bergbau und dem Dachschieferbetrieb bisher nicht störend empfunden worden ist. Diese Tatsache dürfte dafür sprechen, daß die Querbänkung zu der Zeit, in der die Spalten der Erzgänge und die Dachschieferbänke sich bildeten, in der Hauptsache bereits vorhanden war und wenn es daneben auch an herzynisch gerichteten Verwerfungen nicht gefehlt hat, so dürften diese doch jünger sein, wie die eigentliche Querbänkung. Wenn letztere zugleich älter ist, wie die Spateisensteingänge, müßte ihr ein frühdevonisches Alter zugeschrieben werden; sie wäre dann gleichzeitig mit der prävariskischen Faltung oder im unmittelbaren Anschluß daran erfolgt und die Auswirkung der herzynischen Zerklüftung

hätte sich im Rheinischen Schiefergebirge noch früher bemerkbar gemacht, wie im Schwarzwald, wo sie nach Deecke erst im Karbon festgestellt wurde.

Daß die Schieferung in der Hauptsache unter dem variskischen Druck am Ende der Karbonzeit entstanden ist, wurde oben bereits erwähnt. Da aber die streichend verlaufenden Gangmittel mit sulfidischen Erzen oft an die Schieferung gebunden sind, ohne dabei hinsichtlich ihres Aneinandernehmens die prävariskische Orientierung zu verlassen, muß die Ausbildung der einzelnen Erzmittel nach dem variskischen Schub erfolgt sein. Das Aufreißen der Gangspalten und die Ausbildung der Gangmittel durch Ausfüllung mit Gangart und sulfidischen Erzen dürfte auf epirogenetischen Vorgängen beruhen, die sich von Zeit zu Zeit wiederholt und dann zu neuen Ansätzen in den Gangspalten Veranlassung gegeben hätten, so daß nach und nach in einer älteren geologischen Periode von den Gangarten insbesondere der Spateisenstein und der Gangquarz, sowie in einer jüngeren Zeit an der Mehrzahl der Fundstellen der Schwerspat zur Ausscheidung gelangt, während von den wichtigeren sulfidischen Erzen nacheinander Zinkblende, Kupferkies und Bleiglanz eingedrungen wären. Es ist anzunehmen, daß die Bildung der Erzmittel lange geologische Zeiträume in Anspruch genommen hat. Durch Vergleich zwischen den einzelnen Lagerstätten im Rheinischen Schiefergebirge einerseits, wie mit den Lagerstätten der entfernteren Reviere andererseits dürften sich auch Anhaltspunkte für die Beurteilung des Alters der verschiedenen Erzausscheidungen ergeben; an dieser Stelle würde dies aber zu weit führen.

### Rückblick.

Die obigen Ausführungen lassen sich hinsichtlich des Rheinischen Schiefergebirges wie folgt zusammenfassen:

1. Im Rheinischen Schiefergebirge sind drei Spaltensysteme vorherrschend, von denen das eine etwa in Nordwest-Südost-Richtung (herzynisches Streichen), das andere

etwa in Nord-Süd-Richtung (rheinisches Streichen) und das dritte etwa in Südwest-Nordost-Richtung (prävariskisches und variskisches Streichen) verläuft.

2. Von diesen drei Spaltensystemen scheint der Veranlagung nach das herzynische das älteste (altkontinentale Veranlagung), das rheinische das zweitälteste (atlantische Veranlagung) und das prävariskisch-variskische (europäische Veranlagung) das jüngste zu sein.

3. Auf den drei Spaltensystemen haben die gebirgsbildenden Bewegungen bis in die jüngere geologische Zeit angehalten und dauern, wie anzunehmen, bis in die Gegenwart fort. Diese Bewegungen sind aber auf den einzelnen Systemen nicht immer und nicht überall gleichzeitig und gleichmäßig gewesen; rein örtlich kann sich deshalb die Auswirkung auf das jetzige Gebirge auch in anderer Reihenfolge vollzogen haben.

4. Die drei Spaltensysteme haben zur Bildung der hauptsächlichsten Erzgänge Veranlassung gegeben, die sich nach dem Umfange ihrer Verbreitung in umgekehrter Reihenfolge, wie die Veranlagung der Spaltensysteme, in nachstehender Weise zusammenfassen lassen:

a) Die prävariskisch verlaufenden Gänge treten als lang ausgedehnte Gangzüge in Erscheinung und führen, von Ausnahmen abgesehen, sulfidische Erze; beim Kreuzen anders gerichteter Gangspalten konnten sie auch in diesen zur Bildung von Erzmitteln Veranlassung geben.

b) Rheinisch orientiert sind im allgemeinen die Spateisensteingänge, die in dem Streifen des Siegerlandes zur größten Entwicklung gelangt sind. Unter dem Einfluß variskisch verlaufender Geschiebe bilden sie zum großen Teil meridional gerichtete Gangzüge, die sich in ihrem Verlaufe dem prävariskischen Schichtenstreichen nähern. Zugleich mit den meridional gerichteten Mittagsgängen und in Verbindung mit diesen sind oft auch äquatorial verlaufende Morgengänge oder seltener herzynisch streichende Quergänge entstanden.

c) Herzynisch gerichtete Quarz- oder Gesteinsgänge sind zahlreich vertreten und oft auf lange Erstreckung verfolgt.

Wie unter a und b angedeutet, sind sie hinsichtlich der sulfidischen Erzmittel, die sie enthalten, im allgemeinen an die prävariskisch verlaufenden erzführenden Gangzüge und hinsichtlich der Spateisensteinmittel an die Spateisensteinzüge gebunden, mit denen sie örtlich vergesellschaftet sind.

Aus alledem geht hervor, welche Bedeutung die drei Spaltensysteme für den Bergbau haben. In vielen Fällen wird es für den Bergmann von Interesse sein, nicht nur die Gänge, die Verwerfungen und Überschiebungen als solche zu kennen, sondern auch den Ursachen für die vorkommenden Erscheinungen nachzugehen. Zweck der vorliegenden Arbeit war es, zur Klärung dieser Verhältnisse beizutragen.

### Literatur.

- Bornhardt, W., Über die Gangverhältnisse des Siegerlandes und seine Umgebung, Arch. f. Lagerstättenf. Heft 7. Geol. Landesanstalt. Berlin 1912.
- Bubnoff, S. v., Der Gebirgsbau Osteuropas. Geol. Rundsch. Bd. 15. Berlin 1924.
- Deecke, W., Die Stellung der oberrh. Massive im tekt. Bau Deutschlands u. s. w. Zeitschr. d. deutsch. Geol. Ges. Bd. 73. Monatsberichte 1921.
- Denkmann, A., Neue Beobachtungen über die tekt. Struktur der Sieg. Spateisensteingänge. Arch. f. Lagerstättenf. Heft 6. Geol. Landesanst. Berlin 1912.
- Grube, O., Über das Altersverh. d. herz- u. rhein. Dislocationen. Zeitschr. d. deutsch. Geol. Ges. Bd. 74. Monatsberichte 1922.
- Haarmann, E., Über das Altersverh. d. herz- u. rhein. Dislocationen. Zeitschr. d. deutsch. Geol. Ges. Bd. 74. Monatsberichte 1922.
- Kayser, E., Lehrbuch d. All. Geologie. Enke, Stuttgart 1924.
- Quiring, H., Über Wesen und Ursprung der postvariskischen Tektonik Nordwestdeutschlands. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. Bd. 76. Monatsberichte 1924.
- Quiring, H., Das Gesetz des Einschlebens und der Vertaubung der Spateisenstein- und Eisenglanzgänge des Siegerlandes. Arch. f. Lagerstättenf. Heft 33. Geol. Landesanst. Berlin 1924.
- Stahl, A., Über die Beziehungen der Erzführung einiger Blei-Zinkerzgänge zur Tekt. d. Nebengest. Zeitschr. für prakt. Geol. Jahrg. 28. Halle 1920.

- Vogel, H., Betracht. über den Aufbau des Rhein. Schiefergebietes. Verhandl. des Naturhist. V. d. preuß. Rheinl. u. Westf. Jahrg. 76. Bonn 1919.
- Vergl. Betracht. über das varisk. Geb. am Rhein und in Oberschlesien. Beilage zu den Verh. d. Naturh. V. d. preuß. Rheinl. u. Westf. Jahrg. 77. Bonn 1920.
- Weber, M., Zum Probl. d. Grabenbildung. Zeitschr. der deutsch. Geol. Ges. Bd. 73. Abhandl. Berlin 1922.
- Winterfeld, F., Über merid. Verwerfungssp. u. s. w. Neues Jahrb. f. Min. u. s. w. Beilage Bd. 33. Stuttgart 1912.
- Über die Selbst. u. d. Entst. herz. Verwerfungssp. Neues Jahrb. f. Min. u. s. w. Beilage Bd. 43. Stuttgart 1920.
- Die größte Verwerfungssp. d. Planeten Erde. Gewidmet dem Bund d. Sternfreunde. Köln 1923.

## Ist der Lebensvorgang bei den Tieren der Moosfauna im erstarrten Zustand nur herabgesetzt oder ganz unterbrochen?

Von

P. G. Rahm.

Seit der merkwürdigen Entdeckung A. van Leeuwenhoecks (1), daß im ausgetrockneten Staube der Dachrinne kleine Lebewesen sich aufhalten, die nach Befeuchten im Wasser die Fähigkeit besitzen ihre Lebensfunktionen, die im erstarrten Zustand zu ruhen scheinen, wieder aufzunehmen, ist die Frage nach der Art und Weise des Lebensvorganges im Zustand der Ruhe immer wieder aufgeworfen worden. Leeuwenhoek (1) selbst nahm an, daß die Tiere überhaupt nicht austrocknen, sondern genügend Wasser im Körper aufzuspeichern vermögen. Ein ausgetrockneter Organismus unterscheidet sich nach ihm in keiner Weise von einem toten. Andererseits waren Needham (1750) (2), Baker (1753) (3), Fontana (1771) (4), Spallanzani (1776) (5) überzeugt, daß die ausgetrockneten Tiere sich in nichts von den toten unterscheiden und daß manche aus dem toten Zustand in den lebendigen zurückkehren können. Seit Carus (1834) (6) in seinen naturphilosophischen Abhandlungen zum ersten Male vom latenten Lebenszustand sprach, glaubte man die rätselhafte Erscheinung der Anabiose, wie die Fähigkeit des Wiederauflebens nach dem Eintrocknen genannt wurde, auch dazu rechnen zu müssen. Im latenten Lebenszustand befinden sich Organismen, bei denen wir nach unseren jetzigen Forschungsmethoden zwar keine Stoffwechseläußerung mehr wahrzunehmen vermögen, bei denen aber unmerklich eine „vita minima“, ein geringster Lebensvorgang noch stattfinden soll. Auf den Streit der Meinungen soll nicht weiter eingegangen werden.

Baumann (7) hat dies bereits in übersichtlicher Weise im Zoologischen Jahrbuch dargelegt. Es sei hier nur kurz auf Ehrenberg (1838) (8), Doyère (1842) (9), Davis (1873) (10) und in neuerer Zeit Lance (1896) (11), Zacharias (1896) (12), Jacobs (1909) (13), Schultz und Singol (14) und auch Baumann (1922) (7) hingewiesen, die alle eine völlige Unterbrechung der Lebensvorgänge in der Anabiose für ausgeschlossen halten, teils weil sie an eine tatsächliche Austrocknung nicht glauben oder bei noch so geringem Wasservorrat einen sehr verlangsamten Stoffwechsel annehmen.

An anderen Orten (15 und 16) bin ich bereits der entgegengesetzten Auffassung, die in neuerer Zeit von Preyer (1873) (17), Claude Bernard (1878) (18), Pflüger (1889) (19), Kochs (1890) (20) und Verworn (1922) (21) vertreten wird, beigetreten, obwohl ich anfangs von einer völligen Unterbrechung der Lebensvorgänge in der Starre nicht überzeugt war (vgl. 22). Preyer (17) geht von einer ganz mechanischen Auffassung des Lebens in der lebendigen Substanz aus, das sich seiner Meinung nach von den anorganischen Körpern nicht unterscheidet. Er sucht seine Ansicht zu stützen mit dem Hinweis auf die eingefrorenen und ausgetrockneten Tiere und Pflanzen, die man „im kalten, luftleeren Raume ohne Nahrung, ohne Wasser jahrelang aufbewahren könne, so daß sie an jedem beliebigen Tage nach Anfeuchtung an der Luft, in der Wärme, auferstehen“, usw. Die Tatsache des völligen Stillstandes der Lebensvorgänge steht ihm so „unumstößlich fest“, daß er sich nicht wundern würde, „wenn man selbst vorweltlichen Pflanzensamen aus dem Magen eines der unversehrt in natürlichen Sarkophagen aus hunderttausendjährigen im sibirischen Eise erhaltenen Mammuths zum Keimen brächte“. Claude Bernard (18) schloß sich ganz Preyers Auffassung an und meint, daß die Beziehung des Tieres zur Umwelt während des latenten Lebenszustandes aufgehoben sei. Das Tier könne nichts mehr empfinden, da der Stoffwechsel bis in die Zellen hinein still stehe. Aber eine Entscheidung in der Frage, ob wirklicher Stillstand eingetreten sei oder noch eine *vita minima* stattfinde, hält er vorläufig für ausgeschlossen,

da man erst eine uneingeschränkte Lebensdauer der Tiere in der Anabiose nachweisen müßte. Da dies aber überhaupt unmöglich sei, läßt er die Frage ungelöst. Auf die Versuche Kochs (20) wurde bereits an anderer Stelle hingewiesen (22). Die Versuche scheinen mir nicht einwandfrei, da die zu Gebote stehenden Hilfsmittel auch heute noch nicht gestatten, die geringste Stoffwechseläußerung bei den winzigen Tieren der Moosfauna nachzuweisen. Bei Pflanzensamen, mit denen Kochs die Versuche anstellte, wurde übrigens schon öfters eine Stoffwechseltätigkeit — es kommt nur die dissimilatorische Phase in Betracht — nachgewiesen. Verworn erkennt die Beweiskraft der Kochschen Versuche auch in der nach seinem Tode von Fröhlich besorgten 7. Auflage seiner „Allgemeinen Physiologie“ ganz und gar an und meint: „Nach den Ergebnissen dieser Versuche können wir keinen Zweifel mehr hegen, daß in den eingetrockneten Organismen das Leben in der Tat vollkommen still steht“. Sie sind aber auch nicht als tote Organismen zu bezeichnen, sondern nehmen zwischen den aktuell lebenden und toten eine Mittelstellung ein, die er nach dem Beispiel von Carus und Claude Bernard latentes Leben nennt (21).

Auf Grund zahlreicher Untersuchungen mit den Tieren der Moosfauna, zu denen im engeren Sinne die Nematoden, Rotatorien und Tardigraden gehören, nehme ich auch einen vollkommenen Stillstand der Lebensfunktionen im anabiotischen Zustand an. Die Versuche, so verschiedenartig sie auch sein mögen, unterscheiden sich von den vorher von Kochs angestellten dadurch, daß ein Stoffwechsel in direktem Sinne nicht nachgewiesen werden sollte, was ich bei der geringen Menge an Versuchstieren, die für gewöhnlich zur Verfügung stehen und bei der Kleinheit der Objekte für ausgeschlossen halte, so lange uns nicht feinere Methoden einen luftleeren Raum herzustellen bekannt sind. Die verwandten Agentien, seien sie chemischer oder physikalischer Natur, sollten die Möglichkeit eines Lebensvorganges, in unserm Falle kann es sich nur um Stoffwechselvorgänge handeln, ausschließen. Es wurden zunächst die Versuchsröhrchen mit Edelgasen gefüllt, die man

physiologisch einwandfrei im verdampften Zustand gewonnen hatte (16). Hinzuzufügen ist noch, daß außer Helium und Wasserstoffgas auch Argon zur Verwendung kam. Das Ergebnis der Versuche, die unter wechselnden Versuchsbedingungen im Laufe mehrerer Jahre angestellt wurden, war wesentlich dasselbe. Es erwachte nach dem Aufbrechen der zugeschmolzenen Röhren und beim Anfeuchten der größte Prozentsatz der im Moose eingetrockneten Nematoden, Rotatorien und Tardigraden. Das gleiche war der Fall mit den im Röntgenvakuum eingeschlossenen Tiere, obwohl man bei diesem Versuche noch an manche Fehlerquellen denken könnte. Es ist zwar nicht gut möglich, daß Teile des mit eingeschlossenen Moosrasens durch Assimilation Sauerstoff erzeugen, da ein solcher Stoffwechselforgang ohne Anwesenheit von freiem Wasser nicht denkbar ist. Aber so lange es uns nicht gelingt ein ganz einwandfreies vollkommenes Vakuum herzustellen, muß man immer noch mit, wenn auch kleinsten Teilchen Sauerstoffs rechnen, die so fest haften, daß sie mit unsern Mitteln ohne die Lebewesen etwa durch starkes Erwärmen abzutöten nicht zu entfernen sind, die freilich aus denselben Gründen zum Stoffwechselforgang kaum in Betracht kommen.

Die Gegner unserer Auffassung stellen mit Recht die Gegenfrage, weshalb ein noch so starkes Erwärmen den Tieren, deren Lebensfunktionen doch zum gänzlichen Stillstand gekommen seien, schädlich sein sollte. An anderer Stelle (15) habe ich bereits darauf hingewiesen, daß das Protoplasma als kolloidale Lösung den manigfachsten chemischen Veränderungen auch im ausgetrockneten Zustand unterworfen ist. Möglich wäre es, daß die allzu lang andauernde Starre die chemische Beschaffenheit des Protoplasmas auch ohne Annahme eines Stoffwechsels so beeinflußt, daß es beim Zusatz von Wasser nicht mehr im Stande ist, die Bedingungen für einen geordneten Verlauf der Stoffwechselforgänge zu liefern. Ebenso wenig kann man die Unmöglichkeit des Stoffwechselstillstandes dadurch beweisen, indem man auf die Tatsache hinweist, daß ein Leben von unbegrenzter Dauer in der Starre noch nicht nachgewiesen werden konnte, daß im Gegenteil die Tiere nach

einer je nach der Art wechselnden, aber bestimmten Zeitdauer auch im Starrezustand zu Grunde gehen. Mit Recht hat schon Kochs (20) darauf aufmerksam gemacht, daß „ein Gemenge kompliziert zusammengesetzter Substanzen, welche sich wohl zumeist im labilen Gleichgewicht befinden, bei wechselnder Temperatur nicht unverändert bleiben. Die chemische Zusammensetzung muß sich durch Umlagerungen allmählich so weit ändern, daß die Grundbedingung einer bestimmten chemischen Zusammensetzung, aus der das Leben entstehen kann (besser müßte es heißen, ohne die das Leben nicht bestehen kann), nicht mehr zutrifft. Eine unbegrenzte Aufbewahrung völlig scheinototer Objekte scheint mir demnach unmöglich“.

Bei den in Betracht kommenden Tieren der Moosfauna wurden im anabiotischen Zustande noch folgende Beobachtungen gemacht, die meiner Meinung nach auch für einen gänzlichen Stillstand des Lebensvorganges sprechen. Nach Baumanns (7) Untersuchungen und meinen eigenen Erfahrungen nimmt der Darminhalt und die Verfärbung desselben während der Starre nicht ab. Gelingt es den Tieren nicht in der Periode des aktuellen Lebens sich des Darminhaltes, also der Exkremente zu entledigen, so kann dieser Umstand leicht zu einer Vergiftung des Organismus beitragen oder beim Wiederaufeuchten wirkt der im Darm festsitzende Nahrungspfropfen schädigend auf die Umlagerung der innern Organe ein. Es mag noch hinzugefügt werden, daß die schädlichen Einwirkungen, die Baumann an den Trockenformen durch Schnittserien feststellen konnte (7), immer von außen her erfolgten, nicht etwa durch Hungereinwirkung, also Stoffwechselfcheinung. Die Epidermis flacht sich stark ab und zeigt keine besondere Struktur mehr. Die Kerne unter der Kutikula sind flach gedrückt und nur schwer nachweisbar; das Plasma ist zu einem „verschwommenen Syncytium verquollen“. Die Beobachtung Baumanns, daß sich während der Anabiose ein Sekret durch Stoffwechselvorgang bildet, das das Tierchen gegen allzu starke Austrocknung schützt, ist insofern richtig zu stellen, daß dieses Sekret beim Übergang aus dem manifesten Leben in den Starrezustand, also noch unter dem Einwirken der letzten

Stoffwechselferscheinungen zu Stande kommt. Zum Schlusse — die kurz zusammengestellten Ausführungen werden in erweiterter Form demnächst erscheinen — sei noch darauf hingewiesen, daß die Kälteexperimente — besonders der Dauer-versuch von mehr als 1½ Jahren in der flüssigen Luft (16) — Stoffwechselforgänge, seien sie assimilatorisch oder dissimilatorisch, die nach den Ausführungen Baumanns die Anwesenheit von Wasser voraussetzen, ausschließen. Aus demselben Grunde wäre auch der Einwand einer anaeroben Stoffwechselferscheinung zurückzuweisen.

#### Literatur.

1. Leuwenhoek, A. van, Epistolae ad societatem regium Anglicam et alios illustres viros seu continuatio mirandorum arcanorum naturae detectorum. Lugd. Bat. 1719.
2. Needham, T., Nouvelles observations microscopiques avec des découverts intéressants sur la composition et la décomposition des corps organisés. Paris 1750.
3. Baker, H., Employment for the microscope. London 1753.
4. Fontana, F., Expériences sur la propagation et la sexualité des Anguillules. Nouvelle letterarie di Firenze-supplemento al N. 30. 1771.
5. Spallanzani, L., Opuscoli di fisica animale e vegetabile Osservazioni e sperienze intorno ad alcuni prodigiosi animali ch'è in balia del l'osservatore il farli tornare da morte a vita. op. 4. V. 2. Modena 1776.
6. Carus, C., G. Archiv Anat. Physiol. 1834.
7. Baumann, H., Die Anabiose der Tardigraden. Zool. Jhrb. Abt. Syst. 1922.
8. Ehrenberg, G., Die Infusionstierchen. Berlin 1838.
9. Doyère, L., Mémoire sur les Tardigrades. Ann. Sc. nat. (2). 1842.
10. Davis, H., New Callidina(vaga) with the result of experiments on the dessication of Rotifers. Monthly microsc. Journ. V. 9. 1873.
11. Lance, D., Contribution à l'étude anatomique et biologique des Tardigrades. Paris 1896.
12. Zacharias, O., Können die Rotatorien und Tardigraden nach vollständiger Austrocknung wieder aufleben oder nicht? Biol. Centralbl. V. 6. 1886—1887.
13. Jacobs, M. H., The effects of the dessication on the Rotifer Philodina roseola. Journ. exp. Zool. V. 6. 1909.
14. Schultze, E. und Singol, A., Einige Beobachtungen und Experimente über Anabiose. Biol. Centralbl. V. 34. 1914.

15. Rahm, G., Gibt es einen Stillstand des Lebens, ohne daß der Tod eintritt? Umschau 1924.
16. Ders., Beitrag zur Kenntnis der Moostierwelt der preußischen Rheinlande. Archiv f. Naturg. Jhrg. 90. 1925.
17. Preyer, W., Über die Erforschung des Lebens. Jena 1873.
18. Bernard, Claude, Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et végétaux. 1878.
19. Pflüger, W., Die allgemeinen Lebenserscheinungen. Bonn 1889.
20. Kochs, W., Kann die Kontinuität der Lebensvorgänge zeitweilig unterbrochen werden? Biol. Centralbl. 10. B. 1890.
21. Verworn, M., Allgemeine Physiologie. 7. Auflage von Fröhlich. Jena 1922.
22. Rahm, G., Biologische und physiologische Beiträge zur Kenntnis der Moosfauna. Zeitschr. Allg. Physiol. B. 20. 1921.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen des naturhistorischen Vereines der preussischen Rheinlande](#)

Jahr/Year: 1926

Band/Volume: [82](#)

Autor(en)/Author(s): Vogel Heinrich August

Artikel/Article: [Weitere Betrachtungen über das Rheinische Schiefergebirge unter besonderer Berücksichtigung der vorherrschenden Spaltenrichtungen 349-383](#)