

# Sitzungsberichte

der

mathematisch-naturwissenschaftlichen  
Abteilung

der

Bayerischen Akademie der Wissenschaften  
zu München

---

1934. Heft I

Januar-März-Sitzung

---

München 1934

Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften  
in Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung

## Beiträge zur geologischen Bedeutung von Bodentieren in den Trockengebieten.

Von Erich Kaiser † und Ferdinand Neumaier, München.

Mit 3 Abbildungen.

Vorgelegt in der Sitzung vom 3. Februar 1934.

Die Bedeutung der Tierwelt des festen Landes für Gesteinsumlagerung, Bodenbildung und damit auch für die Sedimentation wird in manchen Hand- und Lehrbüchern kaum berührt. E. Kayser erwähnt wohl die Angabe von Ch. Darwin (1881) über die Tätigkeit der Regenwürmer. K. Andrée (1924) äußert sich ausführlicher über die Zerstörungen und Umlagerungen der Verwitterungsrinde durch Tiere unter Heranziehung vieler Gewährsmänner. In E. Blancks Handbuch der Bodenlehre (1931) finden wir neben einer reichen Literaturangabe manchen wertvollen Hinweis über den Einfluß der Tiere auf den Boden. Einige Angaben macht auch L. V. Pirsson (1920); ebenso finden wir Ähnliches in E. Haugs *Traité de Géologie* (1927). Neuerdings ging auch K. Hummel (1930) auf die geologische Bedeutung der Termitenbauten ein.

E. Kaiser hat in seiner *Diamantenwüste* (1926) die Bedeutung der Bodentiere für die südwestafrikanische Küste in mehrfacher Beziehung angedeutet, dabei die Untersuchungen von S. Passarge (1904) über die direkte zoogene Erosion anführend. In diesem Werke wird besonderes Gewicht auf die indirekte Abtragung und Umlagerung unter Mitwirkung der Tierwelt gelegt, wobei leider auf die sehr interessanten Darlegungen von J. Branner (1910—11) über die Bedeutung der Ameisen und Termiten im tropischen Amerika noch nicht Bezug genommen wurde.

Um aber auf die weitgehende geologische Bedeutung der Bodentiere für aride Gebiete nochmals hinzuweisen, seien wiederum einige Beobachtungen und Untersuchungen mitgeteilt, die der eine von uns auf seinen verschiedenen Reisen in Südafrika machte (E. K.) und die der andere (F. N.) im Laboratorium auswertete.

## I. Termiten.

Im August 1929 besuchte E. Kaiser die Zinkerzlagerstätte der Star-Zinc Mine bei Lusaka in Nord-Rhodesien. Zinkerzlösungen haben hier alte Kalke metasomatisch in Willemit umgewandelt. Die Verwitterung des Kalkes hat in der bekannten Weise taschenartig in den nicht vererzten Teil der Kalke eingegriffen und zur Zurücklassung eines Verwitterungsrückstandes geführt, der sehr reich an Bohnerz ist, so daß das hier gebildete braune Eisenerz sicherlich unter günstigeren äußeren Verhältnissen schon für sich abgebaut werden könnte. Die Bohnerze liegen auch hier wieder in einem tonigen Verwitterungsrückstand und man müßte, um reines Bohnerz zu erhalten, den ganzen Verwitterungsrückstand erst naß aufbereiten. Die Kalke sind einem kristallinen Untergrunde eingefaltet. Das Buschgelände zeigt fast keine Aufschlüsse und so ist es auch äußerst schwer, die Ausdehnung der einem kristallinen Untergrunde eingefalteten Karbonatgesteinsmulde festzustellen. Bei genauerem Zusehen findet man in dem Teil, in dem die Karbonatgesteine den Untergrund bilden, zahlreiche Ausgangsöffnungen der unterirdischen Tätigkeit der Termiten.

Um jeden Zugang zu ihren unterirdischen Bauten herum liegen nun die Bohnerzkügelchen in der saubersten Aufbereitung, wie man sie sich denken kann, von allen tonigen Krusten und Rinden befreit. Die tonige Umkleidung der Bohnerzkügelchen muß von den Termiten entfernt und zu ihren unter- und oberirdischen Bauten verwendet worden sein. Eine bessere Aufbereitung, als die hier von den Termiten besorgte, kann man sich wohl kaum denken.

Zur Ziegelfabrikation benutzt man in dem zu einer hochgelegenen Fastebene abgetragenen Gebiete von Nord-Rhodesien nicht etwa den eluvialen Verwitterungsrückstand der kristallinen Gesteine, sondern die oberirdischen Teile der Termitenbauten. Diese werden nach mehrfachen Angaben auf den jetzt in internationaler Entwicklung stehenden Kupfererzlagerstätten, wo für den Bau von Bergwerkanlagen und Häusern große Mengen von Ziegeln erforderlich sind, direkt aus den Termitenhügeln entnommen.

Die Bedeutung dieser Gesteinsaufbereitung durch die Termiten kann man erst dann ermessen, wenn man die zahlreichen Termitenhaufen jenes Gebietes betrachtet. Diese treten so häufig auf, daß man neue Zufahrtswege zu den Bergwerkanlagen und auch die Eisenbahnlinien nicht immer um die Termitenbauten herumlegt, sondern sie einfach durchschneidet. So kann man nicht selten von der Bahn aus einen Durchschnitt durch diese großen Bauten sehen. Dabei ist die Standfähigkeit auch der verlassenen Hügel sehr groß. Sieht man im nördlichen Südwestafrika häufig eine Anlehnung der jungen Bauten von Termiten an Baumstämme, so sind in Rhodesien die Bauten oft der Ansatzpunkt von neuer Vegetation. Nur selten sieht man einen alten Termitenbau, der nicht von junger Vegetation überzogen ist. Das beruht sicherlich ebenfalls wieder auf der durch die Termiten selbst herbeigeführten Gesteinsaufbereitung, eben auf der Ansammlung von feinstkörnigen Verwitterungsprodukten in ihren Bauten, welche das Wasser gut halten und sehr nährstoffreich sind.

#### Physikalisch-chemische Untersuchungen des ungesäuberten und gesäuberten Bohnerzes.

Die Farbestimmung nach Ostwald ergab beim ungesäuberten Material (Probe 1) ein Kreß 13, Farbkreis pi, Reinheit VII. Der Mineralbestand ist recht einförmig, Quarz in Körnern bis zu 3 cm Durchmesser ist Hauptbestandteil, vereinzelt erkennt man unter dem Mikroskop Titanit, Muskowit und Apatit. Sonst ist ein mehr oder weniger helles Gel in großer Menge enthalten, das oft tief dunkelbraun gefärbt ist (Brauneisen) und erst nach der Behandlung mit Salzsäure unregelmäßig wolkige Haufen erkennen läßt.

Die Farbe des gesäuberten Materials (Probe 2) entspricht einem Kreß 13, Farbkreis ne, Reinheit VIII. Vom Mineralbestand gilt das gleiche wie beim ungesäuberten Material.

Das Bohnerz tritt in Kugelform bis zu 6 mm Durchmesser auf, außerdem kommen noch bohnen- und nierenförmige Ausbildungen, sowie scharfkantig zerbrochene Stücke vor. Die Oolithe zeigen einen konzentrisch-schaligen Aufbau, der im Anschliff klar hervortritt; fremde Kerne scheinen nicht vorhanden zu sein. Die

Bohnerzkugeln sind zuweilen durch ein toniges Bindemittel zu größeren Aggregaten verkittet.

Für die chemischen Untersuchungen wurden ausgeführt:

1. die Bauschanalyse zur Ermittlung der Gesamtzusammensetzung der Substanz;
2. der Salzsäureauszug (ungefähr 2 g Substanz wurden mit 50 ccm einer 20%igen Salzsäure am Rückflußkühler eine Stunde lang gekocht. Der Rückstand wurde zur Bestimmung der gesamtlöslichen Kieselsäure 5 Minuten mit 50 ccm einer 5%igen NaOH erwärmt, die gelöste Kieselsäure abgeschieden und wie bei der Bauschanalyse bestimmt);
3. der Schwefelsäureauszug (ungefähr 5 g Substanz wurden mit 30 ccm konzentrierter Schwefelsäure versetzt usw. Die Bestimmung der gesamtlöslichen Kieselsäure erfolgte wie unter 2).

Die Analysen des luftgetrockneten Materials ergaben folgende Werte:

Probe 1 (siehe Seite 6).

Probe 2 (siehe Seite 7).

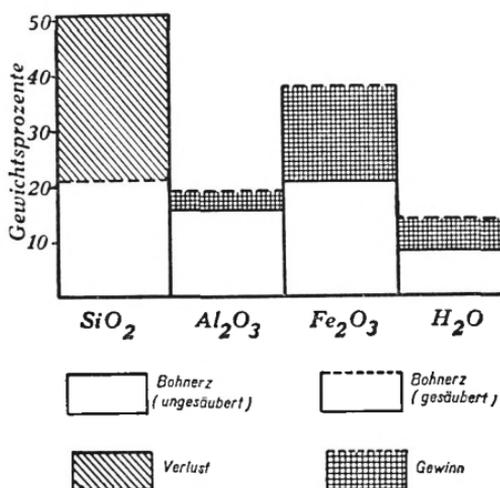


Abb. 1 a

Chemische Zusammensetzung (Bauschanalyse) des ungesäuberten und gesäuberten Bohnerzes

Beim Vergleich der Bauschanalysen des gesäuberten und des ungesäuberten Materials fällt vor allem die bedeutende Minderung der Kieselsäure von 50,70 auf 21,08% auf. Tonerde nimmt

um 2,04, Eisen um 16,98 und Mangan um 4,30% zu. Der Wassergehalt der Probe 1 steigt im Vergleich zur Probe 2 von 7,99 auf 13,35%. Die Ergebnisse der Bauschanalysen der beiden Proben sind in einer graphischen Darstellung aufeinander bezogen, und zwar für die Werte von  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und  $\text{H}_2\text{O}$  (Abb. 1 a).

Die von den Termiten weggeführte Kieselsäure von 29,62% liegt im ungesäuberten Material in freier und gebundener Form vor. Von den 33% freier Kieselsäure in Probe 1 sind in Probe 2 nur mehr 4% vorhanden, so daß sich eine Abnahme von 29% freier Kieselsäure ergibt. Was die gebundene Kieselsäure betrifft, so wird sie für Probe 1 mit 17,70, für Probe 2 mit 17,08% veranschlagt. Der verschiedene Gehalt an freier Kieselsäure in den beiden Proben erschwert aber den Vergleich des ungereinigten und gereinigten Bohnerzes. Es läßt sich vor allem die Anreicherung von  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nicht klar erkennen, da die freie Kieselsäure in Probe 1 gewissermaßen als Verdünnungskomponente wirkt und somit die übrigen Werte herabdrückt. Es wurden daher im folgenden die Bauschanalysen quarzfrei auf 100% berechnet, wobei die in Klammern beigefügten Zahlen die Werte der Bauschanalysen sind:

Probe 1 (ungesäubert)		Probe 2 (gesäubert)	
$\text{SiO}_2$ .....	26,42 (17,70)	$\text{SiO}_2$ .....	17,79 (17,08)
$\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	23,68 (15,50)	$\text{Al}_2\text{O}_3$ .....	18,27 (17,54)
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ .....	30,46 (20,41)	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ .....	38,95 (37,39)
$\text{TiO}_2$ .....	0,85 (0,57)	$\text{TiO}_2$ .....	0,75 (0,72)
$\text{MnO}$ .....	2,94 (1,97)	$\text{MnO}$ .....	6,53 (6,27)
$\text{MgO}$ .....	0,40 (0,27)	$\text{MgO}$ .....	0,35 (0,34)
$\text{K}_2\text{O}$ .....	1,72 (1,15)	$\text{K}_2\text{O}$ .....	1,58 (1,52)
$\text{Na}_2\text{O}$ .....	1,43 (0,96)	$\text{Na}_2\text{O}$ .....	1,07 (1,03)
$\text{P}_2\text{O}_5$ .....	Spuren	$\text{P}_2\text{O}_5$ .....	Spuren
$\text{V}_2\text{O}_5$ .....	0,25 (0,17)	$\text{V}_2\text{O}_5$ .....	0,22 (0,21)
$\text{H}_2\text{O}-110^0$ ...	1,40 (0,94)	$\text{H}_2\text{O}-110^0$ ...	1,14 (1,09)
$\text{H}_2\text{O}+110^0$ ...	<u>10,52 (7,05)</u>	$\text{H}_2\text{O}+110^0$ ...	<u>12,76 (12,26)</u>
	100,05%		99,41%

# Bohnerz (ungesäubert)

Probe I 9

Farbwertbestimmung nach Ostwald: Farbkreis *pi*, Reinheit VII, Krefß 13

	Bauschanalyse		Salzsäureauszug		Nur in konz. Schwefelsäure, nicht in Salzsäure löslich		In konz. Schwefelsäure unlöslich		
	Gew.-Proz.	Mol.-Quot.	Gew.-Proz.	Mol.-Quot.	Gew.-Proz.	Mol.-Quot.	Gew.-Proz.	Mol.-Quot.	
SiO <sub>2</sub> . . . . .	50,70	0,8442	8,61	0,1434	8,30	0,1382	33,81	0,5629	ki Bauschanalyse 5,56 ki quarzfrei 1,94 ki HCl 1,24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	15,50	0,1521	11,75	0,1154	3,22	0,0315	0,51	0,0051	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	20,41	0,1278	18,56	0,1162	1,72	0,0108	0,15	0,0009	
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,57	0,0091	0,36	0,0056	0,20	0,0031	—	—	
MnO . . . . .	1,97	0,0279	1,95	0,0275	—	—	—	—	
CaO . . . . .	Spuren	—	—	—	—	—	—	—	
MgO . . . . .	0,27	0,0067	0,19	0,0047	0,05	0,0012	0,02	0,0005	
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,15	0,0122	0,88	0,0093	0,30	0,0032	—	—	
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,96	0,0102	0,71	0,0115	0,19	0,0031	0,05	0,0008	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	Spuren	—	43,01		13,98				
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,17	0,0011							
H <sub>2</sub> O—110° . . . . .	0,94	0,0522							
H <sub>2</sub> O+110° . . . . .	7,05	0,3913							
	99,69								
H <sub>2</sub> O ± 110°			7,99						
Salzsäure unlöslich (Rückstand) . . . . .			48,23						
			99,23						

Erich Kaiser und Ferdinand Neumaier

Farbwertbestimmung nach Ostwald: Parbkreis *ne*, Reinheit VIII, Kreß 13

	Bauschanalyse		Salzsäureauszug		Nur in konz. Schwefelsäure, nicht in Salzsäure löslich		In konz. Schwefelsäure unlöslich		
	Gew.-Proz.	Mol.-Quot.	Gew.-Proz.	Mol.-Quot.	Gew.-Proz.	Mol.-Quot.	Gew.-Proz.	Mol.-Quot.	
SiO <sub>2</sub> . . . . .	21,08	0,3510	6,76	0,1109	9,49	0,1580	4,83	0,0804	ki Bausch- analyse 2,04 ki quarzfrei 1,65 ki HCl 0,77
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	17,54	0,1721	14,85	0,1457	2,32	0,0228	0,37	0,0036	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	37,39	0,2342	36,10	0,2261	1,18	0,0074	0,13	0,0008	
TiO <sub>2</sub> . . . . .	0,72	0,0111	0,44	0,0069	0,26	0,0041	—	—	
MnO . . . . .	6,27	0,0884	6,30	0,0888	—	—	—	—	
CaO . . . . .	Spuren	—	—	—	—	—	—	—	
MgO . . . . .	0,34	0,0084	0,21	0,0052	0,11	0,0027	0,06	0,0015	
K <sub>2</sub> O . . . . .	1,52	0,0161	1,23	0,0131	0,20	0,0021	0,07	0,0007	
Na <sub>2</sub> O . . . . .	1,03	0,0166	0,82	0,0178	0,17	—	—	—	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	Spuren	—	66,71		13,73		5,46		
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	0,23	0,0015							
H <sub>2</sub> O—110° . . . . .	1,09	0,0605							
H <sub>2</sub> O+110° . . . . .	12,26	0,6805							
	99,47								
	H <sub>2</sub> O ± 110°		13,35						
	Salzsäure unlöslich (Rückstand) . . . . .		19,81						
			99,87						

Bei diesem Vergleich (Abb. 1 b) zeigt sich also ein Abtransport der gebundenen Kieselsäure von 26,42 auf 17,79% und der Tonerde von 23,68 auf 18,27%. Eisen wird durch den Säuberungsprozeß der Termiten angereichert, das gleiche gilt für Man-

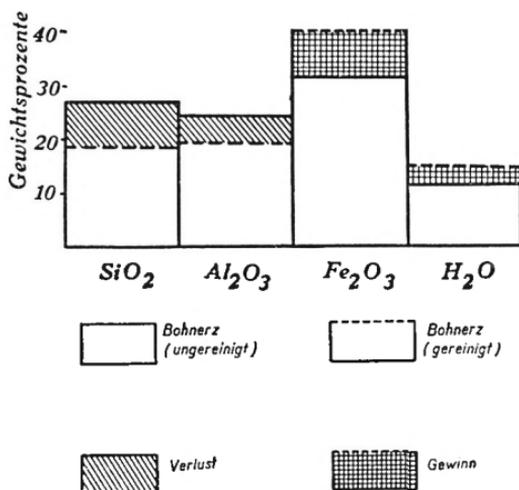


Abb. 1 b

Chemische Zusammensetzung des ungereinigten und gereinigten Bohnerzes, quarzfrei berechnet.

gan und Magnesium, während für die Alkalien entsprechend der Abnahme des tonigen Materials eine Minderung in Erscheinung tritt.

Auf die chemische Zusammensetzung des weggeführten Materials (ob freie Tonerde, Allophan, Kaolin, unzersetzte Feldspäte) kann jedoch aus dem Vergleich der Bauschanalysen nicht geschlossen werden. Wir können lediglich einen Abtransport der freien Kieselsäure fast bis zu ihrem völligen Verschwinden feststellen. Es erscheint daher noch angebracht, die mineralogische Zusammensetzung der beiden Proben festzulegen, was auf Grund der Bauschanalyse, des Salzsäureauszuges und des Schwefelsäureauszuges auch möglich erscheint.

**Probe 1.** Nach Abzug der freien, in Form von Quarz vorkommenden Kieselsäure von rund 33% ergibt sich nach Harrassowitz (1926) für *ki* ein Wert von 1,94, was auf die Anwesenheit

von freier Tonerde schließen läßt. Auch der Quotient  $k_i \text{HCl} = 1,24$  deutet auf freie Tonerde im HCl-löslichen Teil hin. Falls die im Salzsäureauszug enthaltene lösliche Kieselsäure von 8,61% einem Allophankomplex zuzurechnen ist, von der Zusammensetzung  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , so würde dieser ungefähr 18,0% der Gesamtanalyse ausmachen. Nach Abzug der für ihn verbrauchten Tonerde von 7,31% verbleibt im Salzsäureauszug ein Überschuß von 4,44% freiem  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , das in Form des in Salzsäure leicht löslichen Trihydrates  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  mit 6,80% veranschlagt wurde. Das in 20% Salzsäure gelöste  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  wurde als Limonit berechnet und beträgt 21,70%. Unter Zugrundelegung der oben genannten Verbindungen ergibt sich an  $\text{H}_2\text{O}$  ein Minus von 0,11%, wobei noch nicht das Wasser berücksichtigt wurde, das unter Umständen im Verwitterungssilikat des Schwefelsäureauszuges gebunden ist. Es scheint daher nicht alles  $\text{Al}_2\text{O}_3$  als Trihydrat vorzuliegen, sondern es müssen vielleicht geringe Mengen des Monohydrates in 20% Salzsäure in Lösung gegangen sein. Unter Umständen könnte auch an eine andere Zusammensetzung des Tonkomplexes gedacht werden, die ja nicht immer genau dem Verhältnis  $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 : 2\text{H}_2\text{O} = 1 : 2 : 2$  entspricht.

Aus der molekularen Zusammensetzung des schwefelsäurelöslichen Anteiles des Verwitterungssilikates geht hervor, daß dieser Teil kein reiner schwefelsäurelöslicher Kaolin vom Verhältnis  $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 1 : 2$  ist. Trotzdem kann aber Kaolin mit anderen Silikaten gemischt darin enthalten sein. Wahrscheinlich befindet sich im schwefelsäurelöslichen Teil der Probe viel freie, gelförmige Kieselsäure. Das gelöste  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  des Schwefelsäureauszuges wurde mit 1,72% als Hämatit veranschlagt. Ferner scheint noch ein geringer Prozentsatz unzeretzter Silikate von 1,5% vorzuliegen. Von der Ableitung der mineralogischen Zusammensetzung des Schwefelsäureauszuges wurde abgesehen.

Die mineralogische Zusammensetzung des ungesäuberten Materials wäre ungefähr folgende (vgl. Abb. 2):

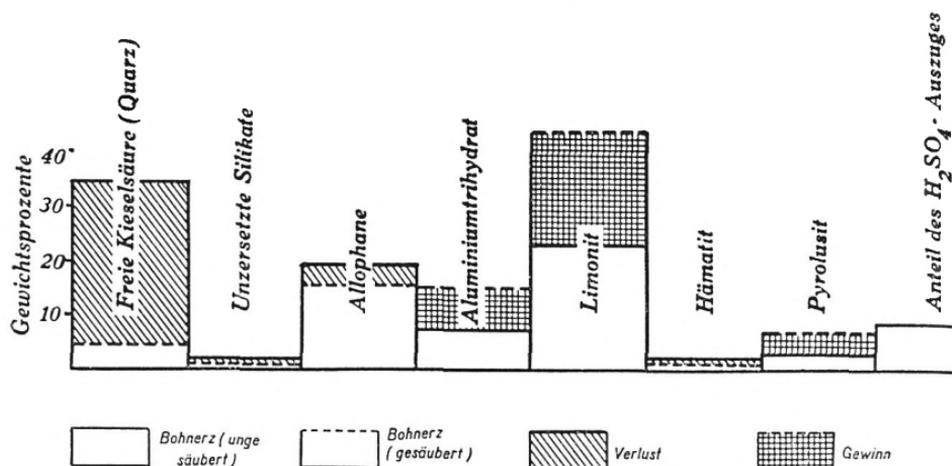


Abb. 2

Mineralogische Zusammensetzung des ungesäuberten und gesäuberten Bohnerzes

Quarz ( $\text{SiO}_2$ ) . . . . .	33,00
Unzersetzte Silikate . . . . .	1,50
Allophane ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) . . . . .	18,50
Aluminiumtrihydrat ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) . . . . .	6,80
Limonit ( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) . . . . .	21,70
Hämatit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) . . . . .	1,72
Pyrolusit ( $\text{MnO}_2$ ) . . . . .	1,95
Anteil des $\text{H}_2\text{SO}_4$ -Auszuges . . . . .	12,00
	97,17%

Probe 2. ki quarzfrei beträgt 1,65, ki HCl ist 0,77. Beide Werte sprechen für das Vorhandensein von freier Tonerde. Die Errechnung der mineralogischen Zusammensetzung der beiden Proben geschah nach den gleichen Gesichtspunkten wie oben. Dabei ergibt sich ein Überschuß von 0,35% Wasser, der durch einen höheren Wassergehalt des Allophankomplexes leicht erklärt werden kann. Die mineralogische Zusammensetzung wurde, mit Ausnahme der Zusammensetzung des Verwitterungssilikates des Schwefelsäureauszuges festzustellen versucht (vgl. Abb. 2).

Freie Kieselsäure (Quarz) . . . . .	4,00
Unzersetzte Silikate . . . . .	1,20
Allophane ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) . . . . .	14,50
Aluminiumtrihydrat ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) . . . . .	14,00
Limonit ( $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) . . . . .	42,20
Hämatit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) . . . . .	1,18
Pyrolusit ( $\text{MnO}_2$ ) . . . . .	6,30
Anteil des $\text{H}_2\text{SO}_4$ -Auszuges . . . . .	12,40
	95,78%

Eine vergleichende Betrachtung der mineralogischen Zusammensetzung der beiden Proben ist wiederum durch ihren verschiedenen Gehalt an freiem Quarz erschwert. Auch für die Benennung der Proben, ob Siallit, Allit oder ein Übergangsglied dieser, liegt im ungleichen Gehalt an Quarz eine Schwierigkeit. An Hand der mineralogischen Zusammensetzung von Probe 1 und 2, die zum besseren Verständnis in einer graphischen Darstellung wiedergegeben (Abb. 2) und aufeinander bezogen ist, kann nur der scheinbare Verlust und Gewinn der mineralogischen Untergruppen gesehen werden. Es ergibt sich aber ein wesentlich anderes Bild, sobald die beiden Proben auf die einheitliche Basis des quarzfreien Materials bezogen sind (Abb. 3):

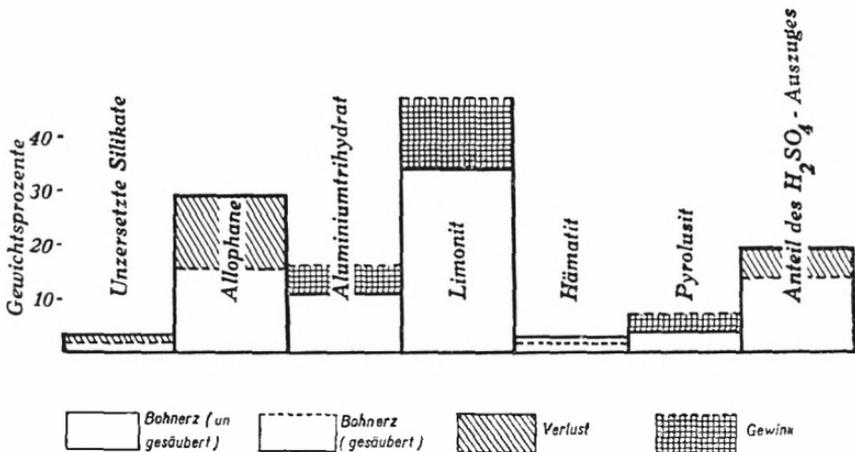


Abb. 3

Mineralogische Zusammensetzung des ungesäuberten und gesäuberten Bohnerzes, quarzfrei berechnet

	Probe 1:		Probe 2:	
	Mineralogische Zusammensetzung, quarzfrei quarzhaltig	weggeführt bzw. angereichert	Mineralogische Zusammensetzung, quarzfrei quarzhaltig	
	%		%	
Unzersetzte Silikate.	2,33 (1,50)	— 1,02	1,31 (1,20)	
Allophane ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ $\cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . . . .	28,83 (18,50)	— 13,51	15,32 (14,00)	
Aluminiumtrihydrat ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) . . . .	10,60 (6,80)	+ 5,27	15,87 (14,50)	
Limonit ( $2\text{Fe}_2\text{O}_3$ $\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . . . . . . . . . . .	33,82 (21,70)	+ 12,37	46,19 (42,20)	
Hämatit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) . . . .	2,68 (1,72)	— 1,39	1,29 (1,18)	
Pyrolusit ( $\text{MnO}_2$ ) . . . .	3,03 (1,95)	+ 3,86	6,89 (6,30)	
Anteil des $\text{H}_2\text{SO}_4$ - Auszuges . . . . . . . . . .	18,70 (12,00)	— 5,57	13,13 (12,00)	
	99,99		100,00	

Durch den Aufbereitungsprozeß der Termiten geschieht also eine Wegfuhr unzersetzter Silikate, Allophane und toniger Bestandteile des Schwefelsäureauszuges. Die freie Tonerde wird jedoch angereichert, das gleiche gilt für die Erze Limonit, Pyrolusit, während Hämatit weggeführt wird. Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß die Termiten einen allitischen Siallit (Probe 1) in einen siallitischen Allit (Probe 2) umwandeln. Unter einem anderen Gesichtswinkel aber betrachtet stellt dieser Säuberungsprozeß der Termiten den Idealfall einer zoogenen Erzaufbereitung dar. Dieser Reinigungsprozeß des Bohnerzes gewinnt erhöhte Bedeutung, wenn man bedenkt, daß eine auf diese Weise stattfindende Umwandlung eines Verwitterungsproduktes in ein anderes bei der Beurteilung von fossilen oder auch von rezenten Ablagerungen berücksichtigt werden muß. Vielleicht können eben dadurch, ohne aber verallgemeinern zu wollen, manche fossile Ablagerungen der ariden Gebiete erklärt werden, die auf Grund der klimatischen Verhältnisse allein nicht gedeutet werden können. Daneben haben gerade die Termiten in den weiten Gebieten des ariden Klimareiches dadurch Bedeutung,

daß sie große Mengen des Bodens bearbeiten, meist verfestigend, stellenweise aber auch auflockernd. Damit übernehmen die Termiten im ariden Klima die Rolle, die die Regenwürmer im humiden Klima spielen.

## 2. Die Wüstenschnecken.

Schon früher hat E. Kaiser darauf aufmerksam gemacht, daß die Wüstenschnecke (*Trigonephrus rosaceus*) sich in den Sand eingräbt, um die trockenen Zeiten zu überstehen, und daß unter Umständen die Gehäuse der im Flugsand abgestorbenen Schnecken durch die Windabtragung so an der Oberfläche angereichert werden, daß sie einen Deflationsrückstand bilden und direkt eine weitere Windaufbereitung dieses von Gehäusen überdeckten Gebietes verhindern.

Ein Besuch, welchen E. Kaiser 1927 den Diamantlagerstätten an der Küste des kleinen Namalandes abstattete, zeigte nun noch eine andere Bedeutung dieses Eingrabens der Wüstenschnecke. An den Cliffs, 17 km nördlich von Post Nolloth, führen gehobene Strandterrassen Diamanten. Die Schürffgruben zeigen die diamantführenden Geröllager der gehobenen Strandterrasse mit mariner Fauna (z. B. *Patella*, *Fissurella*, *Dorcasia rogersi* usw., vgl. S. H. Haughton, Trans. Geol. Soc. South-Africa, 1928). Über diesen marinen Schottern liegen mehr oder weniger mächtige Flugsandablagerungen zweifellos terrestrer Entstehung. In diesen Flugsandablagerungen liegen nun zahllose Schalen von *Trigonephrus rosaceus*, zweifellos zum kleinsten Teile bei der Einwehung begraben, die erst später nach dem Eingraben in die lockere Masse dort verendeten. Aber das Auftreten der Wüstenschnecke beschränkt sich nicht nur auf den Flugsandhorizont, sondern man kann zahlreiche Gehäuse derselben auch aus dem Horizonte herauspicken, in welchem die marinen Fossilien auftreten. Vielleicht kann dieses Beispiel einer „Symbiose“ mariner und terrestrer Tiere auch manche Erklärung für zweifelhaft fossile Gemeinschaften terrestrer und mariner Organismen geben. Denn was hier für die sogenannten Wüstenschnecken gilt, das mag auch noch für andere terrestre Organismen gelten.

### 3. Eine Wespe der Wüste.

Einer von uns (E. K.) hatte bereits früher einmal darauf hingewiesen, daß vielleicht die Untersuchung der Bauten einer in der Namib lebenden Wespe größere Bedeutung habe. Bei einer Reise nach Südafrika im Jahre 1927 ergab sich nun die Gelegenheit, die früheren Beobachtungen zu ergänzen. Allerdings war es nur an einer Stelle möglich, dem Gebaren dieser Wespe nachzugehen. Das war am Bogenfelsen südlich von Lüderitzbucht, dicht an der Meeresküste in einem den Einflüssen des Trockenklimas völlig ausgesetzten Gebiete. Früher wurde dieselbe Wespe weit landeinwärts beobachtet, worüber in der „Diamantenwüste“ bereits berichtet wurde.

Die Wespe schwirrte in großen Massen auf dem Flugsande umher, der hinter den Bogenfelsen am Abhange der Cliffs der Bogenfelsküste angetrieben war. Oberflächlich konnte man von irgendwelchen Unterschieden an der Flugsandschicht nichts erkennen. Man sah, wie die Wespen, ohne lange zu suchen, sich rasch eingruben und verschwanden, wie an einer anderen Stelle wieder eine aus dem Flugsande herauskam. Eine andere versuchte nur eine kurze Weile sich einzugraben, ging aber sogleich an eine benachbarte Stelle über. Nachgraben an mehreren Stellen führte nun zu folgenden Beobachtungen. Unter der bewegten oberen Sandschicht fand sich eine festere Sandlage, in der sich eine Röhre mit fester Wandauskleidung befand, die aus feinstdisperssem tonigem Material bestand. Diese Röhre ging ungefähr 50 cm lang senkrecht oder schräg zur Oberfläche in die Tiefe und mündete in einen etwa faustgroßen Hohlraum, in dem wiederum toniges Material in sehr feiner Verteilung, dieses Mal aber nicht verkittet, sondern lose herumliegend vorhanden war. In diesen feinen tonigen Bestandteilen, die erst durch die Wespen in die Tiefe gebracht wurden, lagen die Eier und Maden der Wespe eingebettet. Ein solcher Hohlraum war neben dem anderen und jeder hatte den gleichen Bau und die gleiche Innenauskleidung. So können auch diese Wüstenwespen, die oft massenhaft auftreten, zu einer Sortierung der Flugsandablagerungen nach der Korngröße beitragen. Sie nehmen nämlich vom oberen, ständig bewegten Sand der Sandwehen die feinkörnigen Bestand-

teile weg und tragen sie in tiefere Teile der Sandschicht, wobei sie vielleicht auch noch von den tonigen Ablagerungen der Eintagsseen Material zur Auskleidung ihrer Höhle herbeitragen. Ob nun auch die unter der oberen stets bewegten Sandschicht sich befindende festere Sandlage unter Mitwirkung der Wespen entstanden ist, wagen wir nicht zu entscheiden, wengleich wir an eine solche Möglichkeit wohl glauben könnten.

#### 4. Folgerungen.

Passarge spricht in seiner Kalahari (1904) von einer direkten und einer indirekten zoogenen Erosion. Viel ist dagegen geschrieben worden, aber wer den bisher vorliegenden geologischen Beobachtungen aufmerksam nachgeht, der kann sich der hohen Bedeutung der tierischen Erosion nicht entziehen. Die Einwirkung der Lebewesen auf die lockeren Massen der Trockengebiete ist so eigenartig und in so verschiedener Richtung wirkend, daß sie nicht übersehen werden darf, will man auf die Sedimentations- und Abtragungsbedingungen in den Trockengebieten näher eingehen. Unsere Darlegungen zeigen, welche große Bedeutung gerade die Termiten in den ariden Gebieten haben. Dabei möchten wir die Tätigkeit dieser Tiere nicht der direkten und indirekten zoogenen Erosion allein zuordnen. Sie beeinflussen vielmehr die physikalischen und chemischen Eigenschaften einer Ablagerung weitgehendst, indem sie, wie im vorliegenden Falle, eine „primäre Ablagerung“ in zwei Komponenten mit neuer Zusammensetzung und neuen Eigenschaften zerlegen. Ferner bringen sie, wie schon Vageler (1930) betont, große Bodenmassen an die Luft und befördern dadurch die Oxydation des Bodenmaterials. Auch die Wüstenwespen können zu einer zoogenen Umlagerung des Sediments beitragen.

So muß also beim Studium der Erscheinungen des ariden Klimas das Wirken der Bodentiere genau betrachtet werden. Es gibt sicherlich noch weit mehr Lebewesen, die in ähnlicher Weise eine „sekundäre Durchmischung“ der Ablagerungen herbeiführen. Aus der Kenntnis des Wirkens dieser Tiere in der Jetztzeit können wir dann — diese Gedankengänge übertragend auf frühere Zeiten der Erdgeschichte — vielleicht manchen Aufschluß über

zweifelhafte fossile Ablagerungen arider Gebiete erhalten. Daß wir uns aber dabei mit größter Vorsicht der aktualistischen Arbeitsmethode bedienen müssen, ist wohl selbstverständlich.

### Zusammenfassung.

1. Die in Nord-Rhodesien massenhaft auftretenden Termiten benutzen den bohnerreichen Verwitterungsrückstand alter Kalke zu ihren Wohnbauten. Dabei verwerten die Tiere aber nicht wahllos das gesamte Material, sondern nur die tonigen und quarzreichen, feineren Partikelchen, so daß schließlich als Rest die gesäuberten Bohnerzkugeln überbleiben. Die chemische Analyse des ungesäuberten und gesäuberten Bohnerzes zeigt, daß die Termiten einen allitischen Siallit in einen siallitischen Allit umwandeln.

2. Das gemeinsame Vorkommen von marinen und terrestren Organismen in den gehobenen marinen Schottern an der Küste des kleinen Namalandes konnte erklärt werden, wobei auch auf eine mögliche Deutung solcher zweifelhafter fossiler Tiergemeinschaften hingewiesen wurde.

3. Schließlich wird noch die Tätigkeit einer sehr häufig auftretenden Wüstenwespe beschrieben, die zu ihrem Nestbau feines toniges Material verwertet und somit eine Trennung der Flugsande nach ihren Korngrößen herbeiführt.

## Schriftenverzeichnis

- Andrée, K. in: Salomon, W., Grundzüge der Geologie, **7**. 720-729, Stuttgart 1924.
- Blanck, E.: Handbuch der Bodenlehre, **7**. Berlin 1931.
- Branner, J. C.: Geologic Work Of Ants In Tropical America, Bull. Geol. Soc. America, **21**. 449-496. 1910-11.
- Darwin, Ch.: The formation of vegetable mould through the actions of worms. London 1881.
- Harrassowitz, H.: Laterit, Fortschr. d. Geol. u. Pal. **4**. H. 14, Berlin 1926.
- Haug, E.: Traité de Géologie, **1**. Paris 1927.
- Hummel, K.: Termitenbauten und ihre geologische Bedeutung. Natur und Museum, H. 8, Frankfurt 1930, 356-363.
- Kaiser, E.: Die Diamantenwüste Südwest-Afrikas, **2**. Berlin 1926.
- Passarge, S.: Kalahari. Berlin 1904, 389 und 660
- Pirsson, L. V. in: Pirsson und Schuchert, Textbook of Geologie. 1920.
- Vageler, P.: Grundriß der tropischen und subtropischen Bodenkunde. Berlin 1930.