

S. Kreutz und M. Jurek.

## O opadzie pyłu w Polsce w r. 1928.

Der Staubfall im Süd-Polen von Ende April 1928.

### I. Einleitung.

Ende April 1928 wurde in einem grossen Teile Polens ein merkwürdiger Staubfall beobachtet: weite Strecken des Landes, von der südöstlichen Grenze angefangen bis weit nach NW, wurden an verschiedenen Orten mit einem graubraunen feinen Niederschlag von verschiedener Dicke bedeckt. Der herangewehte Staub, von beinahe konstanter Zusammensetzung und überall gleicher Farbe und Ausbildung, wurde von der Bevölkerung sofort als ortsfremd erkannt und das Ereignis hat somit ziemliches Aufsehen erregt, welches sogar in der Presse in lebhaften Diskussionen über die Herkunft der Staubes seinen Ausdruck gefunden hat. Da die Verteilung und die von Ort zu Ort wechselnde Dicke der Staubschicht Gegenstand spezieller fachlicher Untersuchungen waren<sup>1)</sup>, so soll in folgender Mitteilung nur die mineralogisch-chemische Zusammensetzung des erwähnten Niederschlages besprochen werden. Hierüber liegt die bereits angeführte Abhandlung von Prof. J. Tokarski<sup>2)</sup>, ferner eine kurze Mitteilung des Ver-

<sup>1)</sup> Die Ausführung der chemischen Analysen und die Bestimmung der Grössenverhältnisse der Staubteilchen hat M. Jurek durchgeführt. Für die übrigen Bestimmungen ist der zweite Verfasser verantwortlich.

<sup>2)</sup> Arctowski H. et Stenz E., Sur la chute des poussières observée en Pologne du 26 à 28 avril 1928. — C. R. de l'Acad. d. Sc., t. 186, Nr. 24, Paris (1928) p. 1639—1841. — Etude des poussières tombées dans le Midi de la Pologne du 26 à 28 avril 1928, — ebendas. p. 1858—1860. — Ciel et Terre XLIV année, 1928, 265—268. — J. Tokarski: Opad tajemniczego pyłu w Polsce w d. 26—27 kwietnia 1928, Kosmos, Ser. B. 53, 350—352, Lwów 1928. — B. Bonasewicz, Bull. Météorol. et hydrogr. Warszawa 1928, Avril. — I. Cuculescu, Bulet. de st. din Cernăuți 1928, 233.

<sup>3)</sup> l. c.

fassers<sup>1)</sup>, sowie eine neulich erschienene Arbeit von H. Reck<sup>2)</sup>, vor. Der wesentliche Inhalt der vorliegenden Arbeit bildete das Thema eines Vortrages des Verfassers in einer am 10. VI. 1928 abgehaltenen Sitzung der Polnischen Geologischen Gesellschaft, in welchem der atmosphärische Niederschlag auf Grund des mikroskopischen Befundes und der chemischen Analysen aus einem im Osten, bzw. Südosten vorkommenden tschernosiemartigen Boden abgeleitet wurde. Die an diesen Vortrag angeschlossene Diskussion veranlasste den Verfasser zur vergleichenden Untersuchung der schweren Mineralien aus dem Krakauer Loess und eines Lehms aus einer Grundmoräne bei Poznań. Die Resultate dieser Untersuchung wurden, des Vergleiches halber, in einem Anhang angeführt.

Während die unabhängig von einander ausgeführten Untersuchungen der Verfasser und Prof. J. Tokarski übereinstimmend zum Schluss führen, dass im untersuchten Staub ein zerstäubter Boden vorliegt, ist H. Reck geneigt, ihm vulkanische Natur zuzuschreiben.

Zur Untersuchung verfügte ich über Staubproben aus folgenden Gegenden: 1) Zaleszczyki, 2) Czortków, 3) Tarnopol, 4) Biało-boznica, 5) Stanisławów, 6) Przemyśl, 7) Ropienka ad Lisko, 8) Rudnik am Sanfluss, 9) Mielec, 10) Dąbrowa b. Tarnów, 11a) Kraków, Wolska Str., 11b) Kraków, Botanischer Garten, 12) Taras bei Przedborze (am Pilica Fluss).

Über die Herkunft der Staubproben sei folgendes mitgeteilt. Der hier untersuchte Staub von Zaleszczyki wurde von Frau Stella Turnau Prof. W. Szajnocha übersandt. Staubfall 27. IV. 1928. Der Staub von Ropienka ad Lisko (27. IV. 1928) wurde von H. Żyboriski auf einer Glasplatte gesammelt und Prof. J. Nowak übergeben, welchem ich die zweckmässig gesammelte Probe verdanke. Nach Angabe des H. Żyboriski hat sich die Staubprobe an einer Glasplatte von 400 cm<sup>2</sup> Flächeninhalt abgesetzt. Da das Gewicht der Probe 3.477 g betrug, so käme auf 1 m<sup>2</sup>—89.690 g, was wohl als eine örtliche Anhäufung zu betrachten ist. Die Probe von Mielec wurde von H. Hier. Tarnowski Prof. Szajnocha zugeschickt, welcher mir einen Teil zur Untersuchung übergeben hat. Den Staub von Mielec verdanke ich

<sup>1)</sup> Sprawozd. Ak. Um. Kraków, Czerw. 1928.

<sup>2)</sup> H. Reck, Centralblatt f. Min., Geol. u. Paläont. Abt. B. Nr. 10. 1928, 521.

H. Redakteur Z. Tomanek. Die Staubproben von Krakau wurden mir von Prof. J. Nowak (gesammelt am 28. IV. 1928 am Glasdache Wolska Nr. 14) und von Prof. Banachiewicz (Bot. Garten) freundlichst übergeben. Andere Proben verdanke ich H. K. Maślankiewicz und H. Dr. Passendorfer (Taras).

## 2. Eigenschaften des Staubes.

a) Die aus allen vorher erwähnten Gegenden, deren maximaler Abstand ca 300 km beträgt, stammenden Staubproben stellen sich, mit blossen Auge betrachtet als eine homogene äusserst feinpulverige Substanz von graubrauner Farbe, mit deutlich kastanienbrauner Nüance, vor. Unterschiede sind äusserlich nicht zu erkennen.

b) Fraktionierung nach dem spez. Gewichte. Zur Trennung der Bestandteile des Staubes von Mielec wurde Bromophorm benutzt, welcher mit Benzol vorsichtig verdünnt wurde. Es wurden im Trichter vor Harada folgende Fraktionen erhalten:

1) „Schwere Mineralien“. Im Trichter von Harada ist die Trennung sehr unvollständig. Im allgemeinen setzen sich nur einige Körnchen ab obwohl, wie eine nähere Untersuchung lehrt, die %-Zahl der schweren Mineralien zwischen 0·5 bis 2·1 liegt.

2) 22·4% Substanz von einem sp. G. za. 2·60

3) 62·1% „ „ „ „ „ 2·40

4) 15·5% „ „ „ „ „ 2·30

In der Fraktion 2) konzentrierte sich Quarz und Serizit neben den erdigen limonitführenden Partikeln; in der Fraktion 3) waren weniger Quarzkörnchen vorhanden, dagegen konnte hier eine Ansammlung von Feldspat konstatiert werden. Die thonig-erdigen Partikeln herrschen hier vor, ebenso wie in der letzten leichten Fraktion. Ausserdem findet man noch leichte Pflanzenreste und Humusstoffe.

c) Die Grösse der Staubpartikeln. Der Staub ist aus verschiedenen Elementen zusammengesetzt und somit dürfte die Segregation der Elemente nicht nur nach der Grösse und Form, sondern auch nach den sp. G. der Bestandteile erfolgen. Eine Schwierigkeit bei der Untersuchung dieser Verhältnisse findet man in dem Umstand, dass die im Staub neben dem Quarz vorherrschenden Teilchen, welche wir als Bodenteilchen ansehen, keine homogenen Gebilde sind und durch sekundäre Zusammen-

ballung der z. T. kolloidalen Teilchen entstanden sein könnten. Hiermit schien es zweckmässig bei der Untersuchung dieser Verhältnisse sich auf Quarz- (eventuell Feldspat-) Splitter und Körner zu beschränken.

Die Zahl der zur Untersuchung benutzten Körner betrug:

Der Staub von	Kraków (Wolska Str.)	2390
”	”	2020
”	Taras	1965
”	Brzesko	2012
”	Mielec	2620
”	Rudnik	2194
”	Ropienka	1232
”	Przemyśl	1820
”	Tarnopol	2248
”	Białobożnica	1625
”	Czortków	1430
”	Zaleszczyki	

Die die Häufigkeit bestimmter Korndurchmesser charakterisierenden Zahlen wurde auf 100 umgerechnet und sind in den folgenden Tabellen S. 321 zusammengestellt.

Auf Grund dieser Zahlen, von welchen die Prozentzahl die Länge des Abschnittes auf der Ordinatenachse, die dem Korndurchmesser zugeordnete Zahl die Länge des Abszissenabschnittes bestimmt, wurden die den entsprechenden Zahlen zugeordneten Punkte erhalten, deren Verbindung im allgemeinen zickzackförmige Linien ergibt. Da die Unregelmässigkeiten mit Vergrößerung der Zahl der zur Bestimmung benützten Körner sich zu verkleinern scheinen, wurden diese Linien durch Ausgleich in den Taf. XX., dargestellten Kurven, welche die Abhängigkeit der relativen Häufigkeit der Körner von ihrem Durchmesser vorstellen, gezeichnet. Diese Kurven lassen folgendes erkennen:

Eine Abhängigkeit der Grössen verhältnisse von der Entfernung des Staubes von der Landesgrenze ist nicht überall zu sehen und durch verschiedene Umstände verdeckt, doch sind im Staube von Zaleszczyki die grösseren Partikeln besonders häufig, im Staube von Krakau seltener, ebenso wie bei Taras, Rudnik und merkwürdigerweise im Staube von Ropienka (hier vielleicht bedingt durch den merklichen Höhenunterschied).

Vergleicht man nur die Korngrösse mittlerer Dimensionen zwischen 0.0150 mm bis 0.0175 mm im Durchmesser, so lässt

sich eine gewisse Regelmässigkeit eher erkennen. Körner solcher mittlerer Dimensionen sind am häufigsten (grösste % Zahl) in 1) Zaleszczyki, dann folgen: 2) Czortków, Przemyśl, Białoboźnica, Tarnopol, 3) Brzesko, 4) Mielec, Rudnik, Ropienka und schliesslich Kraków und Taras.

Die erwähnten Häufigkeitskurven kreuzen sich in einem Punkte für den Staub von Czortków, Przemyśl, Białoboźnica, Tarnopol (Korndurchmesser 0·015 mm), im Fall des Staubes von Ropienka, Mielec, Rudnik für den Korndurchmesser 0·0175 mm.

Im allgemeinen findet man also, dass der Durchmesser der überwiegenden Anzahl der Staubpartikeln der Quarzkörner mit der Entfernung von der *ES* Landesgrenze abnimmt.

Durchm. in mm	Zaleszczyki	Czortków	Białoboźnica	Tarnopol	Przemyśl	Ropienka	Brzesko	Mielec	Rudnik	Kraków	Taras
	K o r n z a h l i n P r o z e n t e n										
0·005	30·0	43·6	30·8	44·3	34·4	47·0	32·1	53·0	45·0	49·8	48·4
0·0075	20·0	20·4	23·7	22·1	17·1	16·5	23·1	23·4	21·0	19·0	18·2
0·01	17·4	11·1	17·0	17·5	14·2	15·0	16·5	9·1	17·0	12·5	14·1
0·0125	—	—	6·3	—	7·6	3·5	9·6	—	3·2	9·0	7·5
0·015	15·5	8·7	12·4	9·4	9·8	6·9	6·5	7·2	5·3	2·3	4·2
0·0175	—	—	—	—	—	2·4	4·1	2·1	1·7	2·8	3·4
0·02	11·0	7·2	3·8	1·2	7·5	5·7	4·3	1·9	4·0	2·05	2·3
0·0225	—	—	3·0	3·4	—	—	—	2·1	2·4	2·5	1·6
0·025	4·9	5·4	1·5	1·1	5·0	2·0	1·9	1·2	—	0·3	0·2
0·0275	—	—	0·7	—	—	0·5	1·1	—	0·4	0·2	0·1
0·03	0·8	3·6	0·8	0·5	4·4	—	0·5	—	—	—	—
0·0325	—	—	—	—	—	0·5	0·3	—	—	—	—
0·035	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	0·1	—
0·0375	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·04	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0·0425	—	—	—	0·5	—	—	—	—	—	—	—

d) Chemische Untersuchung. Die chemische Untersuchung des atmosphärischen Staubes wurde am Material aus Kraków, Brzesko und Ropienka vorgenommen. In der folgenden Tabelle sind unter I. die Resultate der Bauschanalysen des Staubmaterials aus Kraków (botanischer Garten, Glasdach des Treibhauses) zusammengestellt. Die Staubproben aus Kraków (bot. Garten) und Brzesko wurden fünf Stunden lang im Wasserbade digeriert. Nach dem Abfiltrieren und gründlichen Auswaschen

des Rückstandes wurde sowohl das Filtrat, als auch der ungelöst gebliebene Rückstand analysiert. Nur von dem Staube aus Kraków war genügend Material vorhanden (8 gr.), um sowohl eine vollständige Bauschanalyse durchzuführen, als auch im gelösten Teil und im Lösungsrückstand alle üblichen Bestandteile zu bestimmen.

Unter IV ist das Ergebnis einer von K. Smulikowski ausgeführten und in der Arbeit von J. Tokarski<sup>1)</sup> mitgeteilten Bauschanalyse des in Lwów niedergefallenen Staubes angeführt. Der Vergleich der Werte zeigt, dass es sich um ein Gebilde von, an verschiedenen Orten annähernd konstanter Zusammensetzung handelt.

Der hohe  $\text{CaCO}_3$  Gehalt des Staubes von dem Dache des bot. Treibhauses erklärt sich durch den überaus hohen Gehalt an Kalkspat; da der Kalkspat sonst in bedeutend geringeren Mengen im Staube vorhanden ist, so scheint es, dass der Überschuss an  $\text{CaCO}_3$  auf eine Beimengung des einheimischen Staubes (Kalkstein als Schotter) zurückzuführen ist. Andererseits zeigen aber auch die Tcharnosiemböden sehr bedeutende Unterschiede im  $\text{CaCO}_3$  Gehalt je nach der Tiefe, aus welcher die Probe entnommen wurde.

Die aus den Bauschanalysen erhaltenen Werte kommen denjenigen nahe, welche in Glinka's Werke „Die Typen der Bodenbildung“<sup>2)</sup> für einen Tcharnosiemboden von Tobolsk angeführt sind. Diese Werte sind unter V. und VI. angeführt.

Analyse VI. zeigt, dass der Kalkgehalt dieses Bodens im Horizont C demjenigen des Staubes aus dem botanischen Garten in Kraków beinahe gleich ist.

Die „Humussäure“ wurde auf folgende Weise bestimmt: Zu der abgewogenen Substanzprobe wurde 10% Kalilauge hinzugefügt und 12 Stunden stehen gelassen. Nach dem Abfiltrieren und gründlichem Auswaschen wurde das Filtrat schwach angesäuert. Der dabei abgeschiedene Niederschlag der „Humussäuren“ wurde durch einen Glaswattfilter abfiltriert, nachher in ein Kölbchen gebracht und mittelst Chromsäure zu  $\text{CO}_2$  oxydiert. Daraus wurde der Gehalt an „Humussäuren“ berechnet indem die erhaltene Menge von  $\text{CO}_2$  mit dem entsprechenden Faktor multipliziert wurde.

<sup>1)</sup> l. c. — Vergl. auch die Analysen des Kryokonits aus Grönland, angeführt in E. A. Wülfings Arbeit N. J. f. M. Bbd. VII p. 156, 1891.

<sup>2)</sup> Berlin Borntraeger 1914 S, 127.

Fig. 1.

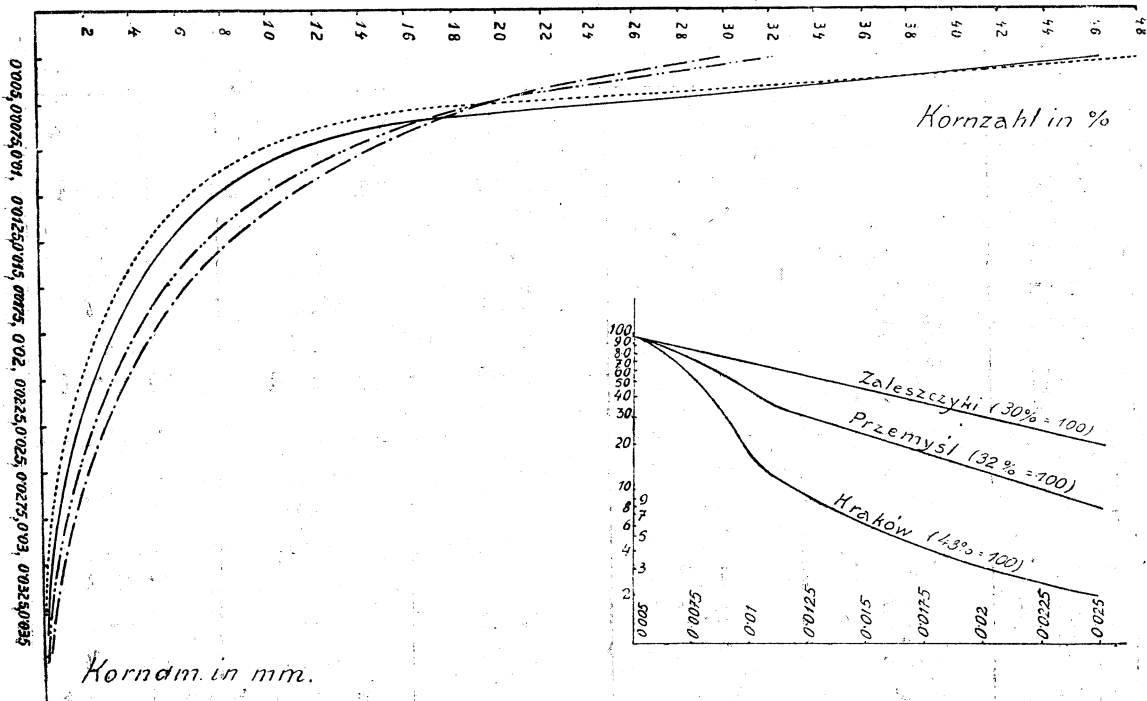
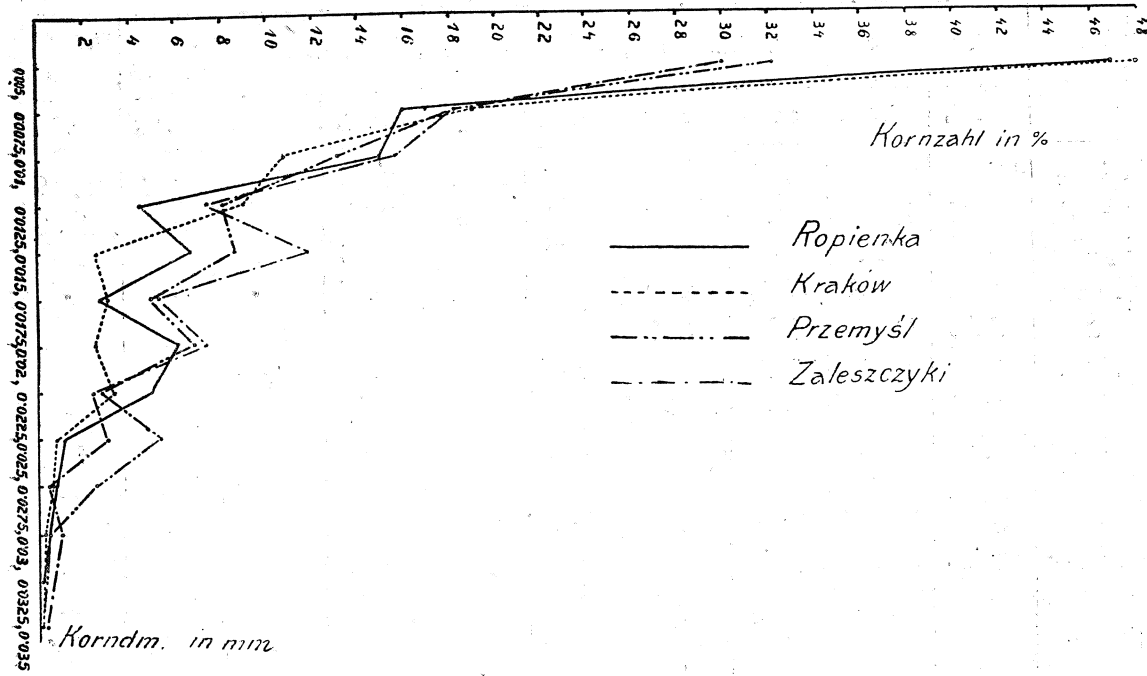


Fig. 2.

### Bauschanalysen

	Analytiker Marjan Jurek Analyse I. II. und III.						Analytiker K. Smulikowski		Tobolsk Glinkas Die Typen der Bodenbildung.	
	I. Kraków		II. Brzesko		III. Ropienka		IV. Lwów		V. Tobolsk Horizont A	VI. Tobolsk Horizont C
	Gew. %	Mol. prop.	Gew. %	Mol. prop.	Gew. %	Mol. prop.	Gew. %	Mol. prop.	Gew. %	Gew. %
SiO <sub>2</sub>	58.49	970.0	59.73	990.5	60.43	1002.2	57.94	977.4	64.28	61.10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.59	103.6	12.76	124.8	12.44	121.7	12.30	120.3	13.61	12.69
TiO <sub>2</sub>	0.58	7.2	—	—	0.68	8.5	0.70	8.7	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.92	30.8	7.04	44.0	5.88	36.8	5.49	34.4	4.75	4.29
CaO	6.63	118.2	1.97	35.1	1.73	30.8	2.03	36.2	1.53	6.50
MgO	1.20	29.8	1.78	44.1	1.48	36.7	1.77	43.9	1.78	2.38
K <sub>2</sub> O	1.56	16.6	—	—	1.79	19.0	2.97	31.5	1.55	1.53
Na <sub>2</sub> O	0.79	12.7	—	—	0.53	8.5	0.31	5.0	1.28	1.89
MnO	—	—	—	—	—	—	0.06	0.8	—	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.24	1.7	0.28	2.0	0.31	2.2	0.24	1.7	—	—
H <sub>2</sub> O	7.60	421.8	8.80	488.4	9.71	539.0	12.16	754.8	—	—
CO <sub>2</sub>	3.72	84.5	4.98	—	4.67	—	0.65	14.8	—	—
Humus	3.64	—					—	—	—	—
SO <sub>3</sub>	0.89	—	—	—	—	—	0.13	1.6	—	—
C	—	—	—	—	—	—	2.94	245.0	—	—
Summe	100.85	—	97.34	—	99.65	—	99.69	—	—	—

### Partiellanalysen

		K r a k ó w		B r z e s k o	
		Gew. %	mol. %	Gewicht. %	mol. prop.
In 20% HCl löslicher Teil enthielt	SiO <sub>2</sub>	0.86	0.79	nicht bestimmt	
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.73	3.10	6.96	0.0681
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.98	1.73	6.30	0.0394
	CaO	5.47	5.41	1.50	0.0267
	MgO	0.97	1.33	1.78	0.0441
	K <sub>2</sub> O	0.18	0.10	nicht bestimmt	
	Na <sub>2</sub> O	0.19	0.16	„	„
Der in 20% HCl unlösliche Teil enthielt	SiO <sub>2</sub>	57.63	52.97	59.73	0.9905
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.86	2.63	5.80	0.0567
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.52	0.18	0.74	0.0046
	CaO	1.16	1.14	0.47	0.0084
	MgO	0.23	0.32	—	—
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.24	0.09	0.28	0.0020
	K <sub>2</sub> O	1.38	0.82	nicht bestimmt	
	Na <sub>2</sub> O	0.60	0.55	„	„
	CO <sub>2</sub>	3.72	4.68	—	—
	H <sub>2</sub> O	7.60	23.38	8.80	—
	Humus	3.64	—	—	—
	SO <sub>3</sub>	0.89	0.62	—	—
		100.85	100.00	—	—



Durch Umrechnung der Analysenresultate auf Wasser und Humus- (sowie CO<sub>2</sub>—) freie Substanz ergeben sich folgende Werte:

	Kraków	Ropienka	Tobolsk
	(bot. Garten)		Horizont A.
Si O <sub>2</sub>	68·13	70·87	71·75
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12·34	14·59	15·19
Ti O <sub>2</sub>	0·67	0·79	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5·74	6·89	5·30
Ca O	7·73	2·03	1·70
Mg O	1·37	1·75	1·97
K <sub>2</sub> O	1·82	2·10	1·97
Na <sub>2</sub> O	0·89	0·62	1·79
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0·28	0·36	—
SO <sub>3</sub>	1·03	—	—

Aus diesen Werten lässt sich schematisch die Zusammensetzung des Materials in Mineralien ausrechnen, so wie es A. N. Winchell<sup>1)</sup> in seiner Arbeit: The great Dustfall of March 19, 1920, für den Madison-Staub, Wisconsin, und die sonst bekannten atmosph. Staubniederschläge vorgenommen hat. Dieser Berechnung soll kein reeller Wert zugeschrieben werden, die Zahlen werden hier nur angeführt, da sie einen Vergleich mit anderen Staubfällen direkt zulassen. Aus diesem Vergleiche folgt, dass unser Staubmaterial am nächsten demjenigen von Madison steht, welches A. Winchell aus dem Loess des Mississippi-Tales ableitet, dem es sich durch seinen hohen Quarzgehalt anreicht. Nach den von A. N. Winchell durchgeführten Berechnungen war der Staub von Madison der quarzreichste im Vergleich zu allen bisher untersuchten atmosph. Niederschlägen dieser Art.

Es sei hier schon bemerkt, dass die auf Grund des Magnesiumgehaltes berechnete Position „Enstatit“, welcher mikroskopisch nicht festgestellt werden konnte, als eine Fiktion zu betrachten ist, da in dem Staube auch Biotit beobachtet wurde.

	Kraków	Ropienka		Kraków	Ropienka
Quarz	37·44	36·91	Anorthit	4·74	1·00
Albit	6·68	4·48	Enstatit	2·99	3·69
Orthoklas	9·26	10·44	Ilmenit	1·73	2·04
Calcit	8·46	3·12	Hämatit	3·77	4·52
Gyps	1·51	—	Kaolin	13·57	23·45
Apatit	0·55	0·72	Wasser u. a.	10·14	9·28

<sup>1)</sup> The American Journal of Sc. Vol. III. 1922. 349—364.

## Mikroskopische Untersuchung.

Unter dem Mikroskop erkennt man folgende Bestandteile des Staubes: 1) Klümpchen und Bröckchen „thonig? — erdiger“ Substanz, welche farblos oder durch Limonit bzw. durch Humusstoffe gelb bis braun gefärbt sind; diese Klümpchen sind mit denen, welche man in humusreichen, tcharnosiemartigen Böden sieht, identisch. Die Form der Klümpchen erscheint u. d. M. nach einer Ebene abgeplattet, ist ganz unregelmässig oder von rundlichem Umriss. Selten sind diese Teilchen homogen, gewöhnlich stark durch rötlichgelbe Einschlüsse getrübt (Limonit?). Zwischen gekreuzten Nikols sind sie gewöhnlich optisch isotrop, öfters aber auch schwach doppelbrechend, auch ist oft deutliche Aggregatpolarisation sichtbar. Der Brechungsindex wechselnd, annähernd  $n = 1.56$ , wenn die Bröckchen Trübungen enthalten, dagegen ist er kleiner, wenn die Substanz rein ist. Der Durchmesser der Bröckchen ist verschieden, demjenigen der Quarze meist ähnlich: von winzigen bis 0.02 und 0.05 mm, und erreicht sogar sporadisch den Wert von 0.15 mm (Mielec).

2) Der Quarz tritt in kleinen Splintern auf, welche oft scharfe, wenn auch unregelmässig gekrümmte Kanten zeigen. Trianguläre Umrisse sind sehr häufig (T. 18. Fig. 1) Ähnliche, sehr charakteristische Formen findet man sehr häufig im Loess und solche werden für diesen als typisch angesehen. Die gekrümmten, höchst unregelmässigen und verschiedenförmigen Begrenzungsflächen (T. 18. Fig. 1) dürften wohl durch Zerspringen der Krystalle entstanden sein. Die Quarze sind öfters mit dunklen Punkten bedeckt (Eisenocker); im Innern sind sie teils einschlussfrei, teils enthalten sie zahlreiche kleine, dunkle, punktartige Einschlüsse. Als Seltenheit beobachtet man im Quarz Sillimanit-Kryställchen, den „Sillimanitquarz“ bildend.

Die Dimensionen der Quarze sind aus den Tabellen p. 321 ersichtlich.

Der *Feldspat* ist in untergeordneter Menge vorhanden, ist aber wohl nicht so selten, wie es auf der ersten Blick scheint. Dies erkennt man, wenn man den in Nelkenöl eingetauchten Staub untersucht; während der Quarz etwas höhere, beinahe gleiche Brechungsindizes hat, ist der niedriger lichtbrechende *Kalifeldspat* gut zu unterscheiden.

Man beobachtet *Orthoklas* und *Mikroklin* dessen Gitterstruktur

jedoch nur bei scharfer Beleuchtung unter Benützung des Kondensors hervortritt.

Die Feldspate stellen sich stets als Spaltflächen nach  $P$  (001) vor, die Spaltbarkeit nach  $M$  (010) ist aber auch manchmal erkenntlich. Die Form und Grösse der Feldspatsplitter ist derjenigen der Quarze ähnlich. Die Feldspate sind stets frisch und vollkommen wasserklar, keine Zersetzungserscheinungen oder Einschlüsse wurden wahrgenommen.

Dies sind die Hauptgemengteile des Staubes.

Als untergeordnete Gemengteile treten noch der *Serizit*, *Kalkspat*, die *Eisenerze* und eine Reihe von „schweren“ oder selteneren Mineralien auf.

Der *Serizit* zeichnet sich durch einen kleinen Winkel der opt. Achsen aus, welcher  $30^\circ$  kaum übersteigt. Er zeigt öfters hexagonale Umrisse. Es scheint, dass er in Mielec in grösserer Menge als in Zaleszczyki vorhanden ist. Die *Serizit*blättchen zählen im Durchmesser, parallel der Basisfläche, 0'005 bis 0'007 mm senkrecht zur Basisfläche 0'0008 mm.

*Kalzit* ist ein beinahe ständiger Bestandteil des Staubes, doch ist seine Menge nicht konstant. Im allgemeinen ist der Gehalt an  $\text{CaCO}_3$  im Staube gering, wie dies sowohl die mikroskopische Untersuchung ergibt als auch durch chemische Prüfung bestätigt wird. Im Staube von Ropienka ist er nur mikroskopisch nachgewiesen worden, ebenso ist in Zaleszczyki seine Menge sehr gering. Er erscheint gewöhnlich in der Form winziger Spaltungsrhomboëder. Die Dimensionen sind gering, man beobachtet im Durchmesser 0'01 mm (Zaleszczyki), nur ausnahmsweise wurde 0'12 mm (Kraków, Wolska) gemessen. Der hohe Gehalt an  $\text{CaCO}_3$ , welcher im Staube vom Dache des Treibhauses im botanischen Garten vorgefunden wurde, ist vielleicht durch Beimengung des lokalen Staubes bedingt. (Jurakalkstein wird als Strassenschotter in den nächstgelegenen Strassen benützt), Dies ist um so wahrscheinlicher, als der Staub von der Wolskagasse viel weniger Kalkspat aufweist.

*Aragonit* wurde im Staube von Zaleszczyki in einem abgerundeten Korn erkannt. Die hohe Doppelbrechung von negativem Charakter und der kleine Winkel der opt. Achsen machen die Bestimmung sicher.

Schwankend ist der in wässrigem Auszug analytisch nachgewiesene Gehalt an  $\text{SO}_4$ , welcher auf das Vorhandensein von

Gyps hinzuweisen scheint. Diese Reaktion ist deutlich beim Staub von Mielec und Kraków (bot. Garten), viel schwächer ist der Gehalt an  $SO_4$  im Staube von Kraków, Wolska-Str.; im Staube von Ropienka konnte er nicht nachgewiesen werden.

Sporadisch wurden rundliche, farblose Körner angetroffen welche deutliche Aggregatpolarisation zeigen, die eine gewisse Ähnlichkeit mit ausgebleichtem *Glaukonit* aufweisen. Es war nicht möglich, die wahre Natur dieser Körner festzustellen.

Ausserdem wurden öfters auch farblose, optisch isotrope, unregelmässig begrenzte Körner von niedrigem Brechungsindex beobachtet, deren Identifizierung nicht gelungen ist. Möglicherweise sind es Opalteilchen.

### Schwere Mineralien.

1) Trennungsv erfahren. Die meisten schweren Mineralien mit Ausnahme von grünem Amphibol, Epidot, seltenen grossen Zirkonen u. s. w. und den Eisenerzen, welche in jedem Präparat leicht zu erkennen sind, lassen sich erst im Konzentrat nachweisen. Da sich die übliche Methode der Trennung im Scheidetrichter von *Harada* hier sehr unvollständig erwies — wohl infolge der Kleinheit der Gemengteile und der grossen Zähigkeit der schweren Flüssigkeiten — wurde die Trennung mittels einer Zentrifuge versucht, die aber auch hier nicht genug genau war. Am besten gelang sie in einer kleinen Glasschale, in welcher kleine Substanzmengen abgewogen wurden. Dann wurde Bromophorm hinzugefügt und die an der Oberfläche der Flüssigkeit gebildete dünne Staubkruste mittels eines Glasstabes betupft. Hierauf wurde die Flüssigkeit mit Benzol verdünnt, so das die Hauptmasse des Staubes auf den Boden sank; nun wurde das Benzol langsam verdampft, was die allmälige Hebung der leichteren Mineralien bewirkte. Die schwereren Mineralien welche sich zuerst abgesetzt haben, blieben infolge ihrer Schwere und Adhäsion zum Glas unter diesen Umständen am Boden des Gefässes liegen. Das Verfahren wurde mehrmals wiederholt und dann die an der Oberfläche der Flüssigkeit gebildete Kruste leichter Mineralien durch Hinzufügen reinen Bromophorms mittels einer Pipette weggeschwemmt, oder mittels Fliesspapiers, am besten aber durch Absaugen mit einer Pipette entfernt.

Die schweren Mineralien konnten sofort mit Hilfe eines Mikroskops oder einer Binokularlupe auf ihre Reinheit geprüft und

eventuell nach Verdampfung der Flüssigkeit gewogen werden. Das Resultat war überraschend, in kurzer Zeit konnte man aus etwa 0.1 g eine reiche Mineralsuite aussondern, während man aus 1 g desselben Materials im Trichter von Harada beinahe garnichts erhielt.

2) Das Konzentrat. Im Konzentrat fanden sich ausser dem Kalkspat die im folgenden zu besprechenden Mineralien.

Ein *grüner Amphibol* ist, dank seiner Farbe und Häufigkeit neben den Erzen das am meisten auffallende „schwere“ Mineral. Es sind meist Spaltblättchen, Pleochroismus:  $c'$  grün mit einem Stich ins bläuliche,  $b'$  grün mit einem Stich ins gelbe. Auslöschung  $Z:c' = 11^\circ$ . Im konvergenten Licht beobachtet man den Austritt einer optischen Achse und der Mittellinie  $\alpha$ ;  $2V_\alpha$ -ca  $80^\circ$ . Brechungsindex stets deutlich  $< 1.65$ . Es liegt also die *gemeine*<sup>1)</sup> grüne Hornblende vor, welche z. B. in Amphiboliten verbreitet ist.

Die Grösse der Spaltstücke ist verschieden, von winzig kleinen bis 0.025 mm im Durchmesser (Zaleszczyki), 0.045 mm (Kraków, Wolska) und 0.07 mm  $\times$  0.05 mm (Mielec).

Sehr selten ist ein der *basaltischen Hornblende* ähnlicher Amphibol; starker Pleochroismus:  $c'$  rötlich-braun,  $a'$  hell-gelb (Zaleszczyki, Dimensionen: 0.042 mm  $\times$  0.030 mm).

Die seltenen *Biotitblättchen* zeigen eine rötlich-braune oder rötliche Farbe. Sie geben das Achsenbild eines optisch einachsigen Krystals. Ihre Dimensionen erreichen 0.087 mm  $\times$  0.062 mm (Krakau, Wolskag.); 0.055 mm (Zaleszczyki).

Der *Epidot* (zeisiggrün, gelb und farblos) ist für den Staub ein sehr charakteristisches Mineral. Er kommt in grösseren abgerundeten Körnern und in kleineren unregelmässig begrenzten Spaltstücken noch (001) vor. Die letzteren lassen den Austritt einer opt. Achse erkennen. Der Charakter der Doppelbrechung ist noch negativ, der Achsenwinkel ist aber sehr gross.

Das grösste beobachtete Korn zeigte 0.10 mm  $\times$  0.06 mm im Durchmesser (Zaleszczyki), gewöhnlich liegen aber kleinere Krystallbruchstücke vor, die durch ihre hohe Lichtbrechung und häufig durch die lebhaften Interferenzfarben leicht erkennbar sind.

*Zoisit* kommt in unregelmässig begrenzten, nach der  $Z$ -Achse

---

<sup>1)</sup> Es wurde auch ein anderes opt. zweiachs. grünes Mineral beobachtet, welches höhere Brechungsindizes zeigt und mit dem auf S. 340 beschriebenen übereinzustimmen scheint. Es ist aber hier selten.

gewöhnlich verlängerten Bruch- und Spaltstücken vor. Wenn Spaltstücke noch (100) vorliegen, so ist die positive spitze Bissektrix eines kleinen Achsenwinkels sichtbar,  $2V\gamma$  ist ungefähr  $= 45^\circ - 50^\circ$ . Starke Dispersion  $2Vv > 2V\rho$ . Die graublauen Töne der niedrigen Interferenzfarben sind öfters sichtbar. Opt. Orientierung:  $x = c$ ,  $y = b$ ,  $z = a$ .

*Sillimanit* wurde als Einschluss im Quarz beobachtet, ist aber auch als loser Bestandteil in kleinen nadelförmigen Säulchen vorhanden. Dimensionen bis  $0.02 \text{ mm} \times 0.004 \text{ mm}$ .

*Cyanit* ist relativ häufig. Er tritt in grösseren Spaltstücken von länglicher Gestalt, deren Längsachse der Richtung der Achse  $Z$  parallel ist, auf. Die Cyanit-kryställchen erreichen durchschnittlich  $0.03 \text{ mm}$  im Durchmesser (Zaleszczyki), seltener  $0.06 \text{ mm}$ , ausnahmsweise  $0.09 \text{ mm} \times 0.06 \text{ mm}$ . Es finden sich auch nadelförmige Cyanit-kryställchen (Spaltstücke) vor, welche leicht mit Sillimanit verwechselt werden können. Ausserdem ist auch kleiner, ganz unregelmässig begrenzter Cyanit-detritus vorhanden.

*Granat* ist spärlich; nur in einigen Fällen wurden gelbliche oder hellrosa gefärbte Granatbruchstücke beobachtet, sonst kommen bloss auch bei grösserer Dicke vollkommen farblose Krystallbruchstücke vor. Somit kann es sich nur in den seltensten Fällen um entfärbten Almandin handeln, da sonst nur der Kalziumgranat (Grossular) in Betracht kommt. Ein hellgelbes isotropes Granatkorn zeigt eine äussere Zone, welche opt. anormal ist.

Der Granat erreicht  $0.08 \text{ mm} \times 0.05 \text{ mm}$  im Durchmesser, gewöhnlich sind aber viel kleinere, eckige Krystallbruchstücke vorhanden.

Unter den sehr seltenen Krystallbruchstücken, welche einen hohen Brechungsindex haben und opt. isotrop sind, findet man hier auch ein Mineral, welches eine gute Spaltbarkeit aufweist und nach einem Spaltflächenpaar abgeplattet erscheint. Da dieses Mineral vollkommen farblos ist, so scheint hier der *Magnesiumspinell* vorzuliegen.

*Der Zirkon* kommt in gut ausgebildeten Kryställchen und in der Form von ganz unregelmässigen Krystallbruchstücken vor. Je nach seiner Ausbildung lassen sich die Zirkonkrystalle in folgende Typen einreihen.

1) Kombination der Formen  $m$  (110),  $p$  (111),  $a$  (100),  $x$  (311), bei welcher die Formen  $m$  und  $p$  vorherrschen, dagegen die Flächen der Formen  $a$  und  $x$  nur schmale Abstumpfung bilden. Die

Kanten sind scharf ausgebildet und die Krystalle regelmässig geformt.

Die Länge der Krystalle in der Richtung der Hauptachse ist ungefähr drei Mal grösser als die Breite. Manchmal sind die Krystallflächen an den beiden Krystallspitzen ungleich entwickelt, indem z. B. die sonst untergeordneten Flächen der Form  $x(311)$  an einem Krystallende an Ausdehnung im Verhältnis zu der Form  $p(111)$  stark zunehmen und die letzteren sogar unterdrücken (Stanisławów).

2) Spiessig-prismatischer Typus. Die Krystalle sind säulenförmig; die Flächen der beiden Prismen  $m(110)$  und  $a(100)$  sind beinahe im Gleichgewicht und in langer, leistenförmiger Form entwickelt. Die Begrenzung der Prismen geschieht durch Flächen der Form  $x(311)$ . Die Dimensionen der Krystalle sind z. B.:

//  $Z$  — 1·10 mm,  $\perp Z$  — 0·02 mm (Kraków, Wolska).

//  $Z$  — 1·10 „  $\top Z$  — 0·06 mm (Zaleszczyki).

Diese Zirkone zeigen öfters eine hyazynthgelbe Färbung. Die Kombination  $m(110)$  und  $x(311)$  wird öfters bei kleinen Kryställchen (Dimensionen: 0·06 mm  $\times$  0·03 mm) angetroffen, welche aber meist nur in Bruchteilen erhalten sind.

Der Typus 1) und 2) ist nach J. Z e r n d t<sup>1)</sup> an Zirkonen sudetischer Massive häufig zu beobachten. Vergl. Taf. I., Fig. 20 und 25, 26, 27 in dessen Arbeit. (Zirkone aus dem Granit von Friedeberg und von Striegau). Ähnliche Formen sind auch bei den wolhynischen Graniten bekannt.

3) Eine besondere Ausbildung zeigt ein Zirkonkrystall, welcher mit den Flächen der Formen  $m(110)$ ,  $a(100)$  und steilen pyramidalen Flächen begrenzt ist, an welchem aber die Prismenflächen mit den Pyramidenflächen keine scharfen Kanten bilden, sondern durch krumme Flächen stetig ineinander übergehen. Der Krystall ist kurz: //  $Z$  0·09 mm,  $\perp Z$  0·03 mm.

*Staurolith* von braungelber Farbe, mit deutlicher Spaltbarkeit wurde nur in Spalt- und Bruchstücken beobachtet.

*Apatit* kommt in langen Nadeln vor, welche durch kleine pyramidale Endflächen abgeschlossen sind, Dimensionen bis:

//  $Z$  — 0·0650 mm

$\perp Z$  — 0·0037 mm.

Sonst ist er auch in abgerundeten Formen vorhanden.

<sup>1)</sup> J. Z e r n d t: Mikroskopische Zirkone als Leitminerale, Bull. Ac. d. Sc. de Cracovie 1927, p. 363—377.

*Fluorit* wurde im Staube von Mielec in einem einzigen, aber gut ausgebildetem Exemplar beobachtet. Es ist ein kleiner, optisch isotroper, schwach gelblich gefärbter Würfel mit durch Oktaederflächen abgestumpften Ecken. Die schwache Lichtbrechung und scharf ausgebildete Krystallform machen die Bestimmung sicher.

*Turmalin* tritt in losen Kryställchen bzw. Krystallbruchstücken auf, wurde aber auch in den thonigen, humusreichen Bodenteilchen eingeschlossen gefunden.

Wir unterscheiden hier folgende Turmalintypen:

a) grünlicher Turmalin. Pleochroismus: *o* bläulich oder gelblich grün, *e* farblos.

b) gelber Turmalin: *o* gelb bis bräunlichgelb, *e* farblos.

c) ein Krystall zeigt deutliche Zonarstruktur: *o* innen: gelb; aussen: grün.

Hiemit scheinen die vorher erwähnten verschieden gefärbten Turmalinkryställchen a) und b) aus demselben Muttergestein zu stammen und nur verschiedenen Bildungsphasen anzugehören.

Die Kryställchen haben meist eine säulenförmige Ausbildung, Länge // *Z* bis 0.047 mm.

Stark gelb gefärbte rundliche Turmalinkörnchen ( $\perp$  *Z*) sind ziemlich häufig.

d) An einem Turmalinkrystall wurde folgender Pleochroismus beobachtet, *o* rötlich, *e* farblos. (Zaleszczyki, // *Z* 0.08 mm).

e) Ein Turmalinbruchstück zeigt massenhaft angehäufte, reihenförmig angeordnete, schwarze Inklusionen. Pleochroismus: *o* gelblichbraun, *e* farblos.

Im Gegensatz zu den vorigen scheint dieser Turmalin ein Kontaktmineral zu sein.

f) Die winzigen, in den „Bodenteilchen“ eingeklemmten Turmalinsäulchen zeigen eine hellgrünliche Färbung. Auf der einen Spitze sind die Flächen eines stumpfen Rhomboeders entwickelt, das andere Krystallende ist durch eine zur *Z*- Achse senkrechte Ebene begrenzt.

Dimensionen: // *Z* — 0.023 mm,  $\perp$  *Z* — 0.006 mm.

„ 0.006 mm, „ 0.002 mm.

In den Staube von Mielec ist der blaue Turmalin häufiger als in Zaleszczyki, bzw. Kraków. Die Kryställchen tragen an ihrer Spitze Rhomboederflächen.

Unter den schweren Erzen erkennt man *Pyrit* in ziemlich grossen, dunkel angelaufenen Würfelfragmenten.



*Magnetit* ist nachweisbar durch seine magnetischen Eigenschaften, ist aber relativ nur spärlich vorhanden.

Gruppe der *Titanmineralien*:

*Ilmenit* (Titaneisen) ist häufig. Er tritt in der Form unregelmässiger, z. T. abgerundeter Körner (bis 0·075 mm im Durchmesser, Zaleszczyki), auf; es wurden auch Täfelchen von sechsseitigem Umriss (Zaleszczyki, Diameter 0·0025 mm) beobachtet. Im reflektierten Licht schwarz, mit deutlichem Metallglanz, lassen sie aber gewöhnlich die fortschreitende Umwandlung in *Leukoxen* wahrnehmen, welcher letztere den Ilmenit öfters vollständig ersetzt.

*Anatas*, gelb, tafelförmig nach (001), mit sichtbaren Spaltflächen. Die optische Einachsigkeit und der negative Charakter der Doppelbrechung wurden konstatiert. Er zeigt deutlich rechtwinkelige Umrisse.

*Rutil* kommt in kleinen, meist etwas abgerundeten Säulchen, z. T. aber in Krystallbruchstücken vor, an welchen noch die scharf ausgebildeten Prismenflächen wahrnehmbar sind.

a) Rutilzwillinge nach (101) sind ziemlich häufig und gut erhalten. Die Achsen *Z* schneiden sich unter einem Winkel von ungefähr 65°. Verwachsungsebene ist die Zwillingssebene. Der einspringende Winkel ist nicht ausgefüllt. Kombination der Formen: [100], [110], [111]. Die einzelnen Individuen z. T. durch Abrasion verstümmelt.

b) Eine andere Form bilden die Zwillingslamellen, welche die scheinbar einfachen Krystalle durchsetzen.

*Titanit* ist überall und zahlreich in der Form von abgerundeten Körnern vertreten (Maximaldimensionem: 0·067 mm  $\times$  0·05 mm, ovales Korn von Zaleszczyki; 0·047 mm, Kraków, Wolska) oder in kleineren unregelmässigen Spaltstücken (häufige Durchmessergrösse: 0·0025 mm). Durch seine hohen Brechungsindizes und starke Doppelbrechung ist er leicht auffindbar und vom Zirkon durch seine Zweiachsigkeit zu unterscheiden. Der Winkel der opt. Achsen ist klein:  $2V_{\gamma} = \text{ca } 30^{\circ}$ ; ungemein starke Dispersion  $2V_{\rho} > 2V_{\nu}$ .

Eine Anzahl von Mineralien konnte nicht identifiziert werden und es dürften ausser den aufgezählten auch andere Mineralgattungen im Staube vertreten sein. Hierher rechnen wir ein grünes Mineral von hohen Brechungsindices ( $> 1\cdot65$ ) und dem opt. Verhalten eines rhombischen Minerals.

Es wurden auch optisch isotrope, vollkommen farblose Kry-

stallbruchstücke beobachtet von kleinem Brechungsindex. Vielleicht handelt es sich hier um eine isotrope Form der Kieselsäure (Opal?).

Rötlich durchscheinende und gelbe Eisenerze (Limonit bzw. Hämatit) sind überall zerstreut. Sie stellen mit einem Teil des Eisensulphids, Gips und den kolloidalen, nicht näher bestimmbar Substanzen die authigenen Bildungen im ehemaligen Boden vor. Die überwiegende Mehrzahl der Gemengteile ist als Detritusmaterial zu betrachten.

Zahlreiche Pflanzenreste sind vorhanden, wurden aber hier nicht untersucht. Prof. Z. Rozen hat in dem Staube von Kraków diatomeenähnliche Formen aufgefunden, deren Natur noch nicht sichergestellt ist.

3) Das Mengenverhältnis der Bestandteile. Um das Mengenverhältnis der einzelnen Bestandteile des Staubes wenigstens annähernd festzustellen, habe ich die Volumprocente der Bestandteile nach der mikroskopischen Methode von *Rossival* zu bestimmen versucht. Wegen der Kleinheit der Staubpartikeln und der leicht im Staubpulver, (welches zur mikroskopischen Untersuchung in eine Flüssigkeit eingetaucht und mit einem Deckglas zugedeckt werden musste) stattfindenden Segregation kann diese Bestimmung nur als angenäherte betrachtet werden. Folgende Zahlen wurde erhalten:

	Vol.
Quarz (und Feldspat) . . .	55%
Bodenteilchen . . . . .	34%
Leichte org. Bestandt. . . .	4%
Dunkle Bestandteile . . . .	3%
Helle schwerere Mineralien .	3%
Serizit . . . . .	1%
Zusammen . . .	100

Eine andere Bestimmung ergab für das Verhältnis der Quarz-Feldspatsumme zu den trüben Bodenteilchen den Wert 5:3. Der Gehalt an Feldspat ist im Vergleich zu Quarz nur gering.

Der Gehalt an schweren Mineralien des Staubes von Zaleszczyki wurde zu 2.17% bestimmt

„ Ropienka „ „ 1.03% „

„ Kraków, Wolska „ „ 0.67% „

Aus diesen Zahlen folgt der Schluss, dass der Gehalt an schweren Mineralien desto geringer wird, je länger der vom Staub zurückgelegte Weg ist.

Unter den dunklen schweren Gemengteilen herrscht Ilmenit vor, Magnetit ist nur in relativ geringer Menge vorhanden. Sekundärer Limonit und rötlich durchscheinendes Eisenoxyd sind überall zerstreut.

Im Konzentrat findet man die dunklen und undurchsichtigen Gemengteile beinahe in gleicher Volummenge wie die durchsichtigen Mineralien, worauf man auf Grund mikroskopischer Messungen<sup>1)</sup> schliessen kann.

Über die zahlenmässige Vertretung der einzelnen Mineralgattungen unter den „schweren Gemengteilen“ gibt folgende Tabelle annähernden Aufschluss:

Amphibole . . . . .	18%
Cyanite . . . . .	12%
Zirkone . . . . .	8%
Epidote . . . . .	8%
Turmaline . . . . .	6%
Staurolithe . . . . .	6%
Rutile . . . . .	4%
Granate . . . . .	4%
Unbestimmbare Körner . .	4%
Titanit (und andere) . . .	2%
Erze . . . . .	28%
Zusammen . . . . .	<u>100%</u>

Diese Werte wurden durch Zählung der einzelnen Mineralien des Konzentrats unter dem Mikroskop erhalten.

Unter 118 der Reihe nach untersuchten Mineralfragmenten aus dem Staube von Zaleszczyki fanden sich: 13 Cyanite, 12 Epidote, 14 Turmaline, 12 Zirkone, 17 Amphibole, 14 Granate bzw. Spinelle, 3 Staurolithe, 4 Zoizite, 3 Biotite, 2 Sillimanite, 2 Apatite, 1 basalt. Hornblende, 1 Anatas, 6 Kalzitfragmente, 1 Aragonit, 8 Rutilkryställchen, 5 Titanite.

Diese Zahlen lassen aber keinen direkten Schluss auf die Häufigkeit der einzelnen Mineralgattungen zu, da im Beobachtungsprotokoll nur diejenigen Fragmente näher beschrieben wurden, die aus irgend einem Grunde besondere Aufmerksamkeit auf sich lenkten. Die mit den schon untersuchten identischen und demnach

<sup>1)</sup> Die Untersuchung ist dadurch erschwert, dass die Staubproben öfters verunreinigt waren.

leicht erkennbaren Mineralkörner wurden dabei vernachlässigt. Die hier relativ grosse Zahl der Granate bzw. der Spinelle erklärt sich dadurch, dass die opt. isotropen Körner besonders ausgesucht wurden wegen der deutlichen Spaltbarkeit, welche in einigen Fällen zu beobachten war.

### Schlussfolgerungen.

a) *Die Mineralassociation.* — Die aufgezählten Mineralien stammen aus verschiedenen Gesteinen. Sie können, in Gruppen zusammengefasst, folgenden Gesteinstypen zugeordnet werden: Cyanit<sup>1)</sup>, Sillimanit, Zoizit, ein Teil des Epidots und der relativ spärliche Granat stammen offenbar aus metamorphen Schiefen, welche einer starken Desaggregation ausgesetzt waren.

Scheinbar aus derselben Gesteins-Provinz stammt die grüne Hornblende, welche hier eine sehr wichtige Rolle spielt, ferner der Ilmenit, Anatas, und Rutil, sowie z. T. auch vielleicht der Titanit. Diese Mineralreihe tritt sehr oft in den Amphiboliten mit Quarz und Feldspat zusammen und es scheint, dass die metamorphen, Cyanit- und Sillimanitführenden Schiefer mit Amphiboliten vergesellschaftet waren. Der grüne Amphibol könnte zwar auch einen Bestandteil eines Amphibolgranits bilden, wenn man aber die hohe Prozentzahl des Amphibols berücksichtigt, so erscheint nur die erstere Annahme plausibel. Ilmenit, Anatas und Rutil sind für basische Gesteine charakteristisch und dürften grösstenteils aus demselben Gestein herkommen, wie der Amphibol. Ein Teil des zahlreich vertretenen Titanits dürfte ebenfalls hierher gehören.

Die Mineral-Association: Titanit, Apatit und Zirkon weist dagegen auf saure granitische Gesteinsreihe als Muttergestein hin. Die Quarze dürften z. T. granitischen z. T. Gneisen und anderen metamorphen Massen angehört haben; Quarze mit Libellen von CO<sub>2</sub> konnten nicht beobachtet werden, so dass die letzteren zu überwiegen scheinen (über Sillimanitquarz siehe S. 325).

Die Tracht der meisten Zirkone spricht für saure, ziemlich alkalireiche granitische Gesteine, etwa von der Art, wie es die wolhynischen Granite sind. Die charakteristisch abgerundeten Formen scheinen nach J. Z e r n d t manchen Gneisen eigen zu sein.

<sup>1)</sup> H. B. Miller. An introduction to sedimentary Petrography, London, p. 105, siehe auch P. G. W. Boswell, Proc. of Liverpool Geolog. Soc. Part IV, vol. XIII, 1923, 231—303; vol. XIV, 1924, 1; vol. XIV, II, 1925, 164—180.

Die noch erhaltenen Feldspate: Orthoklas, Mikroklin und vielleicht Albit stimmen mit dieser Association gut überein. Auch ist das Vorkommen von Fluorit hier erklärlich.

Die der basaltischen nahe stehende Hornblende weist auf ziemlich basische Ergussgesteine hin, welche aber nur eine sehr geringe Bedeutung gehabt haben. Ein Teil der Titanmineralien dürfte hierher gehören.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass der grüne Amphibol, welcher sich als so wesentlicher Bestandteil des untersuchten atmosph. Staubes erwiesen hat, auch im Tscharnosiemboden der Provinz Kijew und im Loess aus der Umgebung von Kraków vorhanden ist; hier aber ist er nicht so frisch. Zur Bildung der hier beschriebenen Mineral-Association musste jedenfalls ein sehr umfangreiches Gebiet das Material beigetragen haben.

Die splitterige Form der kristallisierten Hauptbestandteile des Staubes, die charakteristischen eckigen Formen der Krystallfragmente, ferner die ausgezeichnete Frische der Kalifeldspate und der Amphibole sowie auch der anderen Mineralien (Biotit u. s. w.), beweisen, dass der untersuchte atmosph. Staub sein Material aus einer Gegend geschöpft hat, welche unter dem Einfluss eines ariden Klimas steht. Die Desintegration des Muttergesteins fand hier vor allem infolge der plötzlichen Temperaturänderungen statt.

Stattgefundenene chemische Veränderungen zeigen sich vor allem in dem Fehlen der basischen Feldspate und der übrigens spärlichen Menge des Serizits. Diese Veränderungen konnten schon während der Bildung des Bodens stattgefunden haben.

b) *Die ursprüngliche Natur des Staubes.* — Die im Vorstehenden angeführten physikalischen und chemischen Eigenschaften des untersuchten Staubes führen zum unzweideutigen Schluss, dass der atmosphärische Niederschlag die zerstäubte Form eines ziemlich humusreichen, loessartigen Bodens vorstellt. Sowohl die ins Kastanienbraune übergehende Farbe als auch die chemische Zusammensetzung zeigen, dass man es hier mit einem tscharnosiemartigen Übergangsboden zu tun hat. Die chemische Zusammensetzung des Materials liegt zwischen derjenigen des Tscharnosiem und der kastanienfarbigen Böden. Der Humusgehalt unseres Staubes entspricht, nach der Tabelle von K. Glinka (l. c. p. 126) demjenigen der Randzonen des Tscharnosiem (4% — 6%, im atmo-

sphärischen Staub 3·5% bis 4%). Wegen der Farbe kommt hier nur die südliche Zone in Betracht.

Auf die Frage, aus welcher Gegend der Staub stammt, kann die mineralogisch-chemische Untersuchung nur eine allgemeine Antwort geben, da Böden von ähnlicher Zusammensetzung enorme Flächen Südost-Europas bedecken und sich weit jenseits des Urals bis ins Altaj-Gebiet verfolgen lassen.

Auch die Tatsache, dass ein loessartiges Material die Unterlage des in Frage stehenden Bodens war, gestattet keine genauere Ortsbestimmung, da solche Böden zwar im Tscharnosiemgebiet sehr verbreitet sind, aber auch unter den südrussischen bzw. südasiatischen Wüstenerden nach Sibirzew<sup>1)</sup> loessähnliche Thone als Unterlage der Böden bekannt sind. Nach M. M. Sibirzew unterliegt der süd-russische Tscharnosiem oft der Zerstäubung (Bd. I., p. 46) und dieser Staub wurde sogar auf den Gletschern Grönlands aufgefunden.

Die Zerstäubung eines Bodens kann nur in einem kontinentalen Trockenklima zustandekommen, wo die zur Bindung der Bodenteilchen nötige Feuchtigkeit fehlt. Dies steht mit dem mineralogischen Befund des Staubes vollkommen im Einklang. Irgendwo in der Grenzzone des Tscharnosiems und der kastanienfärbigen Böden ist unser Punkt zu suchen.

Nach Glinka's schematischer Bodenkarte findet man die nächsten kastanienfärbigen Böden in der Nähe der Donaumündung, die mineralogische Zusammensetzung des Staubes macht aber die Annahme, dass dort der Ursprungsort des Staubes zu suchen wäre, unwahrscheinlich. Weiter östlich finden wir diesen Boden im Chersongebiet bis zum Asovschen Meer; gegen diese Gegend liesse sich vom mineralogischen Standpunkt aus weniger einwenden.

Die Änderung der Zusammensetzung des in verschiedenen, etwa 300 km von einander entfernten Punkten niedergefallenen Staubes ist äusserst gering, wie der Vergleich der Analysen des Staubes von Zaleszczyki, Ropienka, Kraków und Lwów (Smulikowski) lehrt. Trotzdem lässt sich eine geringe Änderung der Korndimensionen konstatieren in dem Sinne, dass der Prozentgehalt sich mit der Entfernung von der Landesgrenze Polens gegen NW zugunsten der kleineren Korndimensionen ändert. Auch der Gehalt

<sup>1)</sup> Bodenkunde, poln. Übersetzung von Z. Ludkiewicz, Lwów 1907.

an schweren Mineralien scheint sich stark zu vermindern. Trotzdem findet man sporadisch in Kraków gewisse „schwere“ Mineralien, wie Zirkon, von derselben Grösse, wie in Zaleszczyki.

Schliesslich sei bemerkt, dass das Studium der Bestandteile des besprochenen Sediments, dessen äolische Natur unzweifelhaft ist, sich für das Verständnis der Entstehungsweise analoger fossiler Bildungen nützlich erweisen kann. Es scheint hier erbracht zu sein, dass ziemlich weiche und zarte Mineralien in Begleitung scharfkantiger Quarzfragmente bei gegebener Grösse weite Strecken auf äolischem Wege transportiert werden können. Dies bezieht sich z. B. auf den Kalifeldspat und Biotit. Bemerkenswert ist auch das Vorkommen der Rutilzwillinge. Auffallend ist der relativ geringe Gehalt des untersuchten Staubes an Granat, obgleich kein Chloritgehalt nachgewiesen werden konnte.

### Anhang.

Während einer Diskussion, welche in der Sitzung der Pol. Geol. Gesellschaft dem atmosph. Staubfall gewidmet war, wurde von Prof. J. Nowak die Frage aufgeworfen, wie sich die im atm. Staub vorgefundene Mineralassociation zu derjenigen des Krakauer Loesses und des Moränenmaterials verhält.

Der Loess vom Hl. Bronisława-Berg enthält viel grössere, abgerundete Körner, doch zeigt das durch Absieben erhaltene Quarzmaterial von der Grösse von einigen Hunderstel Millimetern in Bezug auf Ausbildung grosse Ähnlichkeit mit dem des Staubes. Die Probe wurde aus einer Tiefe von 10 m unter der Oberfläche aus einer am nördlichen Abhang sich befindenden Loesswand entnommen<sup>1)</sup>.

Der Gehalt an schweren Mineralien ergab sich zu 0.68%. Im Konzentrat beobachtet man: *Ilmenitkörner*, *Leukoxen*, *Eisenerze*, ferner: *Cyanit* in Spaltstücken (Durchmesser bis: 0.09 mm  $\times$  0.005), *Epidot*, *c'* zeisiggrün, *a'* grünlichgelb bis hellgelb;  $2 V_{\alpha} = \text{ca } 80^{\circ}$ . (Grösse bis 0.1 mm in Durchmesser).

*Grüner Amphibol*, demjenigen auf S. 328 beschriebenen ähnlich hier aber relativ spärlicher. Brechungs-indizes  $< 1.65$ . *Z*: *c'* auf (110) gemessen:  $12^{\circ}$ .

<sup>1)</sup> Das Material ist heterogen: die meisten Quarzkörner sind schon bei 0.15 mm Durchm. abgerundet, doch liegen auch scharfkantige Quarze von 0.38 mm vor.

Es wurde hier auch ein anderes gut spaltbares grünes Mineral von höheren Indizes als 1.65 in sehr geringer Menge beobachtet. Über dieses Mineral vergl. Seite 328, Anm. und S. 340.

*Zoisit*, (0.16 mm × 0.11 mm), *Granat* gewöhnlich farblos, auch blasgelblich, spärlich.

*Staurolith*, in Spaltungsformen *c* goldgelb bis braungelb, *b* hellgelb.

*Biotitblättchen* gelb (Durchmesser von ca 0.08 mm).

*Turmalin*, *a*) o bläulichgrün, *e* farblos, *b*) o braungelb, *e* farblos, (// Z bis 0.1 mm) *c*) o dunkelgrau, *e* farblos, *d*) o dunkelgrau (schwarz), *e* rötlich.

*Zirkon*. 1) Abgerundete Formen oder kleinere Krystalle mit den Flächen *a* (100), *p* (111) oder *a* (100), *m* (110) und steilen Pyramidenflächen, dem Typus 3, S. 329 ähnlich.

2) Kombination der Formen: *m* (110), *p* (111), häufig auch mit *x* (311) in einer Ausbildung, welche nach J. Zerndt (l. c.) für die nordisch-wolhynischen Granite charakteristisch ist.

3) Spiessig-prismatische Form: *m* (110), *a* (100), *p* (111), *x* (311).

*Rutil*, zahlreich, in Säulchen und Zwillingen (101), genau in der p. 333 beschriebenen Ausbildung.

*Anatas* mit rektangulären Umrissen, (0.06 mm × 0.05 mm).

Ein nicht bestimmbares, anscheinend rhomb. Mineral mit deutlicher Spaltbarkeit und zahlreichen Einschlüssen wurde beobachtet. Br.Indizes kleiner als 1.65, es liegt demnach kein Glied der Pyroxengruppen vor.

Der Loess aus der nächsten Umgebung von Kraków war Gegenstand einer Untersuchung von Cz. Kuźniar<sup>1)</sup>, welcher auch die durch Schlemmung ausgesonderten schweren Mineralien beschrieben hat. Die oben beschriebene Reihe der Mineralien deckt sich mit der von ihm angegebenen mit dem Unterschied, dass in dem Loess vom Bronisławaberg *Staurolith* vorhanden ist, ich dagegen keine sicher bestimmbareren rhombischen sowie monoklinen Pyroxene, weder *Glaukophan* beobachten konnte.

Im allgemeinen eine ähnliche Mineralreihe hat J. Tokarski<sup>2)</sup> für die Loesse der Gegend von Sokal und von Podolien aufgestellt.

J. Tokarski kommt ferner auf Grund seiner Untersuchung

<sup>1)</sup> Cz. Kuźniar, Kosmos, Lwów XXXVII. 1912, 671.

<sup>2)</sup> J. Tokarski, Rozprawy i wiadomości z Muzeum im. Dzieduszyckich, 1916 t. II. vergl. auch: Kosmos 1921, XLVI p. 539.



der chemischen Zusammensetzung der verschiedenen Loesse Südpolens zu dem wichtigen Schluss, dass dieselben einander sehr ähnlich sind. Sie werden von Prof. Tokarski als „polnischer Loess“ ausgesondert, und als Derivata der Gesteine des wolhynischen Massivs angesehen.

Der Vergleich der Loessmineralien der Krakauer Gegend mit denen des atm. Staubes liess keine wesentlichen Unterschiede feststellen.

Künstlicher Schwarzboden aus Łobzów bei Kraków. Im Konzentrat wurde eine ähnliche Mineralreihe wie vorher gefunden. Grüner Amphibol ist reichlich vorhanden. Ausser Quarz, kolloid. Bodenteilchen usw. wurde auch Mikroklin beobachtet. Es sei aber bemerkt, dass in den Arkosensandsteinen des Krakauer Gebietes Mikroklin reichlich vertreten ist.

Eine Bodenprobe aus Łobzów wurde durch ein \*Sieb von  $0.05 \text{ mm} \times 0.05 \text{ mm}$  Maschenweite durchgesiebt und vom M. Jurek analysiert.

Si O<sub>2</sub> 55.89%, Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub> 7.24%, Ti O<sub>2</sub> 0.65%, Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub> 3.98%, Ca O 4.29%, Mg O 0.86%, Alkalien, als K<sub>2</sub> O berechnet 2.49%, Glühverlust 24.92%.

### Geschiebelehm aus der Gegend von Poznań.

Im Konzentrat wurde gefunden:

*Cyanit*, in typischer Ausbildung nach der Achse Z verlängert. Maximale beobachtete Grösse:  $0.217 \text{ mm} \times 0.075 \text{ mm}$ . Kleine leistenförmige Cyanite sind häufig.

*Staurolith*, rötlichgelb. (Maximaler Durchmesser:  $0.140 \text{ mm} \times 0.075 \text{ mm}$ ).

*Epidot*, ziemlich häufig, grünlich oder gelblich bis farblos.  $2V\alpha = 70-80^\circ$ .

*Zoisit*, manchmal deutliche Streifung // Z aufweisend. Die Ebene der opt. Achsen wurde senkrecht zur Streifung gefunden. Der Achsenwinkel  $2V\gamma$  ist ungefähr =  $50^\circ$  bis  $60^\circ$ .  $x=c$ ,  $y=a$ ,  $z=b$ . Es liegt also  $\beta$ -*Zoisit* vor.

*Manganepidot*, deutlich gefärbt:  $b'$  rosa,  $a'$  gelb,  $2V$  ungefähr  $90^\circ$ , (Durchmesser:  $0.057 \text{ mm}$ ). Dieses Mineral scheint dem Manganepidot von Jakobsberg zu entsprechen.

Einen wesentlichen Bestandteil des Konzentrats bilden grüne Blättchen, welche einem eisen- und alkali-reichen Glied der *Py-*

*roxen*, bzw. der *Amphibol*-reiche zuzuordnen sind. Pleochroismus stark: *c* grün oder bläulich-grün, *b* bräunlich-gelb, *a* hell grünlich-gelb.

Die Br. Indizes sind hoch:  $\gamma$  annähernd 1.68,  $\alpha'$  annähernd = 1.65.

Als Interferenzfarbe tritt meist grau I. Ordnung auf. — Charakter der Doppelbrechung negativ, der Achsenwinkel  $2V\alpha = 60$  bis  $70^\circ$ . Spaltbarkeit deutlich nach der Plattenebene, doch konnte die Kreuzung der Spaltrisse nicht beobachtet werden. In der Längsrichtung der meisten Spaltblättchen liegt *c'*, einen Auslöschungswinkel von  $4^\circ$  bis über  $16^\circ$  bildend. Gewöhnlich ist der Austritt einer opt. Achse und der spitzen Bissektrix  $\alpha$  zu beobachten, doch sind auch Spaltblättchen vorhanden, welche zwischen  $\times$  Nicols isotrop sind, im konverg. Licht aber das Bild einer ca.  $10^\circ$  zur Plattennormale geneigten opt. Achse ergeben. Die Hyperbel ist ziemlich stark gekrümmt, das Mineral zweiachsig negativ.

Die ausgezeichnete Spaltbarkeit solcher Blättchen, sowie die häufigen unregelmässig verlaufenden Sprünge liessen an ein Chloritoidmineral denken, doch widersprechen einer solchen Annahme die opt. Eigenschaften.

Es dürfte sich hier um durch Spaltung bzw. Teilbarkeit erzeugte Fragmente eines *eisen-* und *alkalireichen Amphibols* handeln, welche aber auch z. T. einem *Ägirin-Augit* angehören könnten.

Es wurde auch als Seltenheit die gewöhnliche grüne Hornblende mit einem Quarzkorn zusammengewachsen beobachtet. Auslöschung auf (110):  $Z:c' = \text{ca } 6^\circ$ .

*Biotit* gelb (Durchm. 0.035 mm) oder rötlich., opt. einachsig.

*Fluorit* gelblich, Kombination (100), (111). Zwillings nach (111). Dimensionen 0.027 mm  $\times$  0.015 mm.

*Magnetit*, z. häufig.

*Ilmenit*, häufig,

*Rutil* in Prismen, häufig auch in Zwillingen n. (301). Neigung der kristallographischen Hauptachsen der beiden Zwillingsindividuen  $Z:z' = 55^\circ$ . Kombination der Formen: (100), (111).

*Anatas*.

*Titanit*.

*Turmalin* a) o dunkelgrün bis schwarz c) o blau

e rötlich e violett bis farblos

b) o dunkelgelb bis braun d) o blau

e hellgelb e violett

*Apatit*, abgerundet.

Pleochroismus: violettgrau (Durchm. 0·03 mm).  
hellgelb (ovale Form).

*Zirkon*. 1) Kombination der Formen  $m$  (110),  $p$  (111),  $x$  (311), dem Typus 1) S. 338 entsprechend.

Die beiden Krystallspitzen sind öfters verschieden ausgebildet: an einem Ende sind die Flächen der Form  $p$  (111), auf der anderen der Form  $x$  (311) vorherrschend. Die Farbe der Krystalle ist gewöhnlich hyacynthgelb, oder sie sind auch farblos.

Dimensionen: bis 0·155 mm  $\times$  0·070 mm.

2) Die für nordische Granite charakteristische Ausbildung der Formen  $m$  (110),  $p$  (111),  $a$  (100),  $s$  (311).

3) Gelber Zirkon mit Schalenbau; Formen:  $m$  (110),  $a$  (100),  $p$  (111). Die Kanten zwischen den Prismen und den Pyramidenflächen sind nicht ausgebildet, da die entsprechenden Flächen durch Krümmung in einander stetig übergehen.

4) Die spiessig-prismatische Ausbildung der Zirkon-Krystalle wurde nicht beobachtet.

*Granat* ist häufig; er erscheint in unregelmässig begrenzten Körnern, welche rötlich, rosa oder gelb gefärbt sind.

Durchmesser bis 0·1 mm.

*Spinell?* farblos, opt. isotrop, mit deutlicher Spaltbarkeit.

Über die Häufigkeitsverhältnisse gibt folgende Tabelle annähernden Aufschluss.

	% Zahl der Körner
Dunkle Bestandteile . . . . .	23%
Rötliche Eisenerze . . . . .	11%
Farblose Bestandteile: Cyanit, Zoisit, Spinell und Granat	37%
Amphibole . . . . .	15%
Epidote . . . . .	6%
Titanite . . . . .	6%
Rutile . . . . .	2%
Zusammen . .	<u>100%</u>

Der Vergleich dieser Mineralassociation mit derjenigen des Loesses aus der Umgebung von Kraków zeigt, dass eine Reihe Mineralien beiden Gebilden gemeinsam ist, dass aber auch merkliche Unterschiede bestehen.

Als solche betrachten wir:

1) das häufige Auftreten im Geschiebelehm des grünen Minerals (Amphibols?) mit hohen Brechungsindizes.

- 2) das Vorkommen des Manganepidots.
- 3) die Häufigkeit der Rutilzwillinge nach (301).
- 4) die Häufigkeit der gefärbten Granatkörner.
- 5) die Ausbildung der meisten Zirkone ist in beiden Gesteinen z. T. eine andere.

Mineralogisches Institut der Jag. Universität, Kraków.

---

ERRATA:

Seite 320, Zeile 12. von unten statt Taf. XX. soll lauten Fig. 1 und 2.

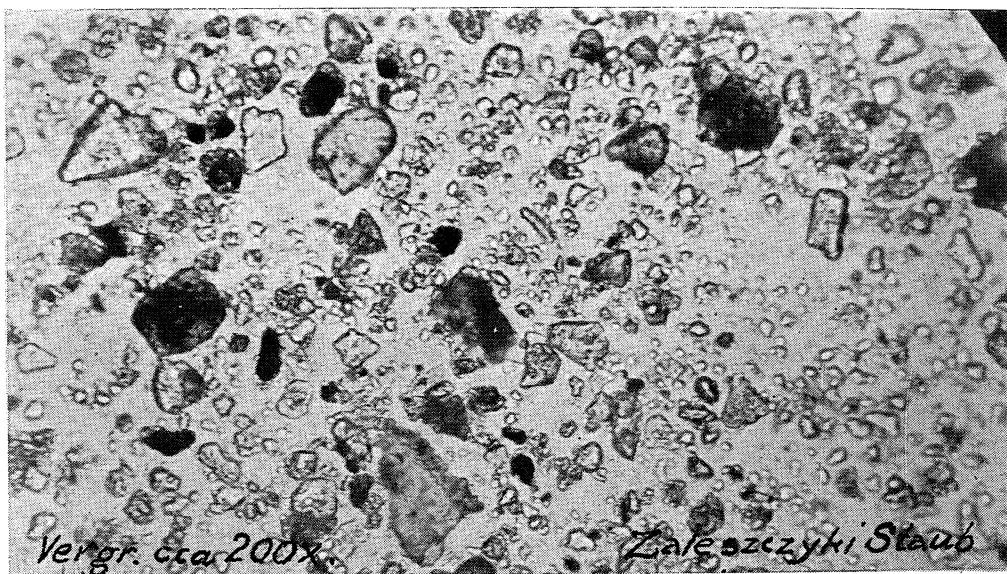


Fig. 1.

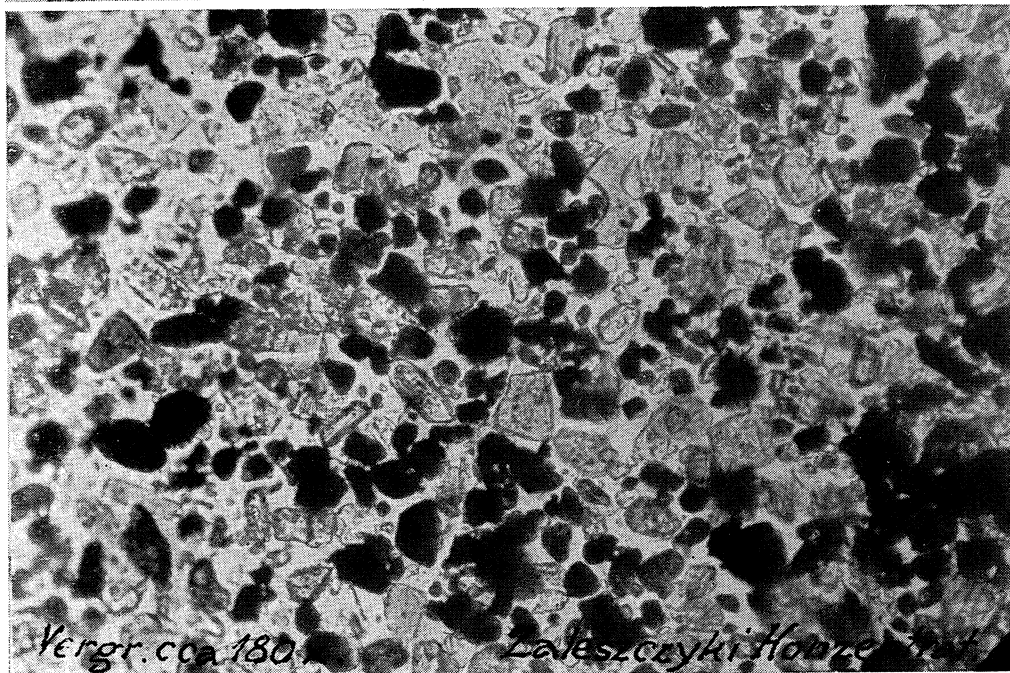


Fig. 2.

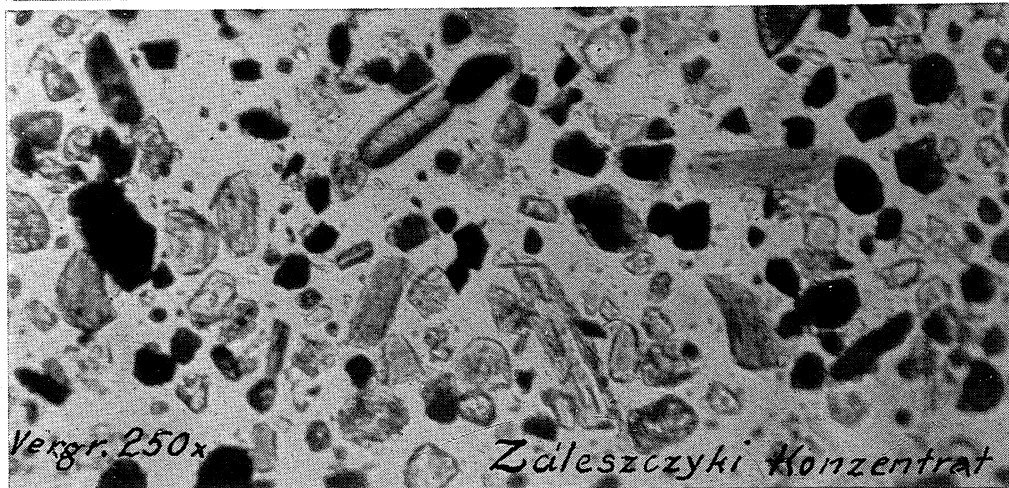


Fig. 3.