

Beitrag zur Tektonik der Kalisalzlagerstätte von Kałusz (Ostgalizien).

Von Dr. Franz Kossmat.

Mit vier Zinkotypen im Text.

Die Saline Kałusz verdankt ihre Berühmtheit in der geologischen Fachliteratur dem Umstande, daß sie als einzige unter den zahlreichen Salzgewinnungsstätten der subkarpathischen Miocänzone bauwürdige Mengen von Kalisalzen schon seit längerer Zeit erschlossen hat und noch gegenwärtig eine, allerdings in bescheidenem Umfange gehaltene Produktion dieses wichtigen Materials aufweist.

Über die geologischen Verhältnisse der interessanten Lokalität erhält man leicht Aufschluß durch die Arbeiten von J. Niedźwiedzki und E. Tietze, in denen auch die wichtigsten Ergebnisse früherer wissenschaftlicher und praktischer Forschungen verwertet sind¹⁾. Ich selbst hatte nur die Möglichkeit, am 18. und 19. April 1912 während und nach einer kommissionellen Untersuchung, an der auch Herr Hofrat Niedźwiedzki teilnahm, die Grube zu befahren und vor allem die interessanten, durch die letzten Veröffentlichungen des genannten Autors bereits wissenschaftlich verwerteten Neuaufschlüsse zu besichtigen.

Wenn ich auf Grund dieser sehr kurzen Bekanntschaft mit den örtlichen Verhältnissen eine tektonische Darstellung der merkwürdigen Lagerungsverhältnisse des Kałuszer Salinengebietes versuche, geschieht dies nur, weil sich mir bei diesem Anlasse Fragen aufdrängten, deren Beantwortung für die ostgalizische Miocänzone wissenschaftliches, viel-

¹⁾ J. Niedźwiedzki, Das Salzgebirge von Kałusz in Ostgalizien. Lemberg 1891. 18 S.

E. Tietze, Beiträge zur Geologie von Galizien. V. Die Aussichten des Bergbaues auf Kalisalze in Ostgalizien. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Wien 1893, pag. 89—124. Mit Grubenkarte.

— VI. Neuere Erfahrungen bezüglich der Kalisalze Ostgaliziens. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Wien 1896, pag. 1—36.

J. Niedźwiedzki: Neuere Aufschlüsse der Kalisalzlagerstätte in Kałusz. (Poln.) „Kosmos“. Lemberg 1910. 3 S.

— Geologische Skizze des Salzgebirges von Kałusz in Ostgalizien. Österr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen. Nr. 30 und 31. Wien 1912.

Jahrbuch d. k. k. geol. Reichsanstalt, 1913, 68. Band, 1. Heft. (Fr. Kossmat.) 22*

leicht auch praktisches Interesse haben kann. Ich muß gleich betonen, daß ich mir nicht anmaße, eine endgültige Lösung hier vorlegen zu können, schon aus dem Grunde nicht, weil manche wichtige Entscheidungen erst durch weitere bergmännische Arbeiten geschaffen werden können.

Zur Vereinfachung der Orientierung muß ich einige Angaben vorausschicken, die sich zwar größtenteils mit den bereits durch Niedźwiedzki und Tietze publizierten Befunden decken, aber für die tektonische Erörterung unvermeidlich sind.

Das in etwa 26 km Entfernung vom Außenrande der Karpathen aufgeschlossene miocäne Salzgebirge von Kałusz streicht fast rein NW—SO und fällt in den oberen Grubenhorizonten meist mit Neigungswinkeln von etwa 40—50°, in den tieferen wesentlich flacher nach Südwesten. Das Hangende der Salztone besteht sowohl in der Grube als obertags im allgemeinen aus grauen gipsführenden Tonen mit eingelagerten Sandsteinbänken; bunte, meist grünlich, bräunlich und rötlich gefärbte Tone sind über den Tagesaufschlüssen dieser Schichten bekannt und werden besonders von E. Tietze als ein wichtiges Glied der Schichtfolge wiederholt erwähnt. (Vgl. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1893, pag. 94, 118; 1896, pag. 21.)

Die Kalivorkommnisse haben den Charakter von langgestreckten Linsen innerhalb des zur Sudsalzgewinnung verwerteten Haselgebirges und bestehen im wesentlichen aus zweierlei Salzen¹⁾:

1. Rohkainit, nach Niedźwiedzki durchschnittlich mit 65% Kainit und 20—30% Salz mit Anhydrit und einigen Prozenten Tonsubstanz. Nester von Carnallit und Sylvin sporadisch vorhanden. Das Material wird vom Ärar mit einem Mindestgehalt von 10% K_2O für landwirtschaftliche Zwecke verkauft; die Produktion betrug 1908 rund 125.000 Meterzentner und stieg später noch etwas.

2. Sylvinit („Sylvinhalit“ bis „Halitosylvin“), ein Gemisch von Sylvin und Kochsalz mit wechselnden Tonbeimengungen. Die linsenartig auftretenden großkristallinischen Partien (Kristallsylvin) haben oft 40 bis über 50% KCl , während der große Durchschnitt des von zahlreichen Tonlagen durchzogenen roten Sylviniten in der Südostgrube nur ca. 20—24% KCl enthielt.

In den 70er Jahren baute ein Kalikonsortium, welches damals die Grube vom Ärar gepachtet hatte, im ganzen ein Quantum von etwa 300.000 Zentnern dieser Salze ab, doch hatte die Unternehmung keinen Erfolg, die Arbeiten wurden eingestellt und seitdem gelangten sylvinitische Salze der Grube nicht mehr zur Förderung, obwohl in der Folge die von der Salinenverwaltung betriebenen Aufschlußarbeiten sehr bemerkenswerte neue Resultate brachten.

¹⁾ Außerdem werden von verschiedenen Salzen als mineralogisch interessant noch erwähnt: Glaserit, Mirabilit, Kieserit, Epsomit, Blödit, Syngenit, Pikromerit (Schönit).

R. G ö r g e y, Minerale tertiärer Kalisalzlagertstätten (Kałusz, Stebnik, Wittelsheim). Mineralog.-petrograph. Mitteil., Wien 1910, pag. 517.

Die Verteilung der Kalisalze im Haselgebirge von Kalusz.

Zur Zeit der älteren Untersuchungen von Niedźwiedzki und Tietze waren nur im oberen Teile der Salztone Lager von Kalisalzen bekannt, es soll daher von deren Beschreibung ausgegangen werden.

I. Das Hauptvorkommen von Kainit bildet eine große, im Streichen und Fallen auskeilende, bis 16 m mächtige Linse, deren oberer Rand vom 1. Grubenhorizont nahe dem ziemlich zentral gelegenen Schacht IV in einer Länge von wenigen Metern geschnitten wird. Am 2. Horizont beträgt die Längenerstreckung bereits über 250 m und steht verhältnismäßig wenig hinter jener im III. zurück. Später wurde auch am IV. Horizont 138 m unter dem Tagkranz des Schachtes IV der Kainit mit beträchtlicher streichender Länge, aber teilweise intermittierend und im ganzen mit geringerer Mächtigkeit als in den höheren Strecken festgestellt und endlich auch als unbauwürdiger Schmitz bei 154·3 m des neuen Schachtes der südwestlichen Grubenabteilung durchteuft. Außerdem wurde im II. Horizont der Nordwestgrube eine genau in die streichende Fortsetzung des großen Lagers fallende, von ihm aber durch einen Abstand von ca. 300 m getrennte Kainitlinse angefahren.

Als Liegendes des Hauptvorkommens zeigen sich in den oberen Horizonten bis ca. 80 m mächtige Salztone mit 40—60% Na Cl-Gehalt, der durch mehrere Laugwerke gewonnen wird, während die nach oben in salzfreie Schichten übergehenden Hangendsalztone weniger mächtig, zugleich auch ärmer sind und sich erfahrungsgemäß wegen der gelegentlich auftretenden Beimengungen von Kalimagnesiasalzen zur Solengewinnung weniger eignen¹⁾.

II. Das Sylvinitlager der Südostgrube („Hangendsylvinit“) und die ihm eingeschalteten Kainitlinsen.

Annähernd in der gleichen Abteilung der Salztone wie der Kainit, aber meist nur wenige Meter unter der Hangendgrenze des eigentlichen Haselgebirges, ist in der Südostgrube ein Sylvinitlager von mehr als 10 m Maximalmächtigkeit vorhanden, bis auf ca. 300 m streichende Länge ausgerichtet (am II. Horizont) und in den reicheren Partien teilweise abgebaut.

In den beiden oberen Horizonten ist dieses Vorkommen erst etwas östlich der großen Kainitlinse und anscheinend nur wenig außerhalb deren Streichrichtung bekannt; im III. Horizont konnte es aber nach Prof. Niedźwiedzki weiter nach Nordwesten verfolgt werden und zog sich im Hangenden des Ostabschnittes der Kainitzone, von dieser durch ca. 3—5 m Salzton getrennt, noch etwa 40 m weit hin, bis es allmählich auskeilte.

Eine schöne Bekräftigung dieser Beobachtung erhält man am IV. Horizont, wo nordöstlich vom neuen Schacht die gleiche, lokal

¹⁾ Nach einer Mitteilung, die mir in Kalusz gemacht wurde, soll sich aber das alte „Barbara“-Langwerk im Hangenden des Kainits befunden haben.

aber schon mit Kainitnestern durchsetzte und stark reduzierte Sylvinlage im Hangenden der großen Kainitlinse festgestellt ist. Zwischen beiden schiebt sich hier eine etwa 10—20 m mächtige Salztonzone ein.

Durch die Arbeiten des alten Kalikonsortiums ist in der Umgebung des XVII. Gesenkes, das SW vom Schachte VII den zweiten mit dem dritten Horizont verbindet, eine jetzt noch der Beobachtung gut zugängliche, mehrere Meter dicke Kainiteinschaltung in dem bis gegen 15 m anschwellenden Sylvinlager, und zwar meist in dessen unterer Partie bekannt, nimmt also dieselbe Stellung ein wie die oben erwähnten Nester im Sylvin des IV. Horizonts.

In einem aus der Zeit zwischen 1874 und 1876 herrührenden Profil von Waibla, dessen Kopie ich in Lemberg sah, ist dieser knapp oberhalb des II. Horizonts rasch auskeilende, gegen den III. aber mit zunehmender Stärke und Längenausdehnung entwickelte Kainit der Südostgrube sorgfältig eingetragen.

Bei der tektonischen Besprechung soll auf die Frage des gegenseitigen Verhältnisses der einzelnen Vorkommnisse dieses Salzes¹⁾ noch eingegangen werden (pag. 186).

III. Die „Liegend“sylvine der nordwestlichen und südwestlichen Grubenabteilung.

1. Nordwestgrube.

Von besonderer Bedeutung für die Geologie von Kałusz sind folgende, in allen wesentlichen Punkten bereits von Prof. Niedźwiedzki veröffentlichten Ergebnisse der neueren Aufschlußarbeiten: Bei Auffahrung der nordwestlichen Strecken traf man am ersten und zweiten Horizont in beträchtlicher Entfernung vom Schachte Nr. IV ein 35—40° südwestlich fallendes Sylvinlager, das über 300 m weit bis zum Ende der gegenwärtigen Strecken regelmäßig anhielt, dabei allerdings mit seiner im Mittel zwischen 1.5—2 m bleibenden Mächtigkeit und seinem durch starke Tonbeimengung herabgesetzten Kaligehalt (nach Niedźwiedzki zirka 12% *KCl*) weit hinter dem Lager der Südostgrube zurücksteht.

Dieses neuentdeckte Vorkommen hält sich nach der ersten Mitteilung des genannten Autors (1910) etwa 30 m im Liegenden der theoretischen Streichlinie des Hauptkainitvorkommens. Diese Ansicht wurde noch dadurch bestätigt, daß am II. Horizont der letzte Hangendquerschlag in mehr als 20 m Horizontalabstand vom Sylvinlager eine bauwürdige, bis zirka 6 m mächtige und im Hangenden lokal von Sylvinschmitzen begleitete Kainitlinse erschloß, deren Be-

¹⁾ Prof. Niedźwiedzki bemerkte in seiner Arbeit vom Jahre 1891: „Es ist nicht gut tunlich, diese Kainitpartie (der Südostgrube) etwa als reduzierte Fortsetzung des untergetauchten Kainitlagers anzunehmen, denn ein Zusammenbaug könnte da nur vermittels einer knieförmigen Einbiegung quer durch die Salztonschichten statthaben, deren Annahme etwas unwahrscheinlich ist. Immerhin muß man dies als eine Möglichkeit im Auge behalten, deren Eintreten es tunlich machen würde, das Kałuzser Kalisalzvorkommen als ein einziges Lager zusammenzufassen, welches im Nordwesten aus Kainit, im Südosten ganz vorwaltend aus Sylvin zusammengesetzt erscheinen würde.“

schaffenheit völlig mit jener des Hauptkörpers stimmt. Am ersten Horizont trifft man in entsprechender Position nur einen Sylvinschmitz an, was als interessanter Hinweis auf die Möglichkeit vikariierenden Auftretens der beiden Salze Erwähnung verdient.

2. Das untere Sylvinlager der südwestlichen Grubenabteilung.

Eine weitere unerwartete Modifikation des bisherigen Lagerungsbildes der Kaluzer Lagerstätten ergab sich durch die Resultate einer im südwestlichen Salinenterrain bis 400·8 m niedergebrachten Bohrung, deren günstiges Ergebnis zum Abteufen des 270 m tiefen „Neuen Schachtes“ führte. Der Tagkranz des letzteren liegt in gleicher Höhe mit jenem des Schachtes Nr. IV und ist in fast genau südwestlicher Richtung 235 m von letzterem entfernt.

Die von Prof. Niedźwiedzki im „Kosmos“ 1910 zur Publikation gebrachten Profildaten weichen in einigen, allerdings nicht wesentlichen Details von den Eintragungen in den mir gezeigten Profilen der Salinenverwaltung ab, ich gebe daher zum Vergleiche beide nebeneinander wieder:

Profil im Neuen Schachte, 235 m SW vom Schacht Nr. IV.

Nach den Eintragungen der Salinenverwaltung	Meter	Meter	Nach Prof. Niedźwiedzki
Humusdecke, gipsführende Hangendtone mit zerrissenen Sandsteinpartien	0—107	0—127	Gipsführende Hangendtone.
Salzton, mit Sandstein-einlagerung in 123 bis 127 m Tiefe	107—135	127—135	Salzton.
{ Kalireicher Salzton	135—142	135—142	Sylvinführende Zone der SO-Grube.
{ Sylvinit	142—142·5		
Salzton	142·5—154·3	142—153	Salzton.
{ Kainit (= Haupt-Kainitlinse)	154·3—155·1	153—ca. 156	Kainitzone.
{ Kalireicher Salzton	155·1—156·3		
Salzton mit NaCl-Gehalt bis 66% (= Zone der Laugwerke in den ob. Horizonten der Saline)	156·3—234	156—237	Salzton.
Unteres Sylvinlager	234—252	237—250	Unteres Sylvinlager.
{ Armer Salzton, einige Meter sandigglimmeriger Schieferletten	bis 270	bis 270	Salzton mit geringem Sylvingehalt.
			Grünlicher Schiefer-ton mit geringem Salz-gehalt.

In der benachbarten Bohrung, deren Ausführung der Anlage des Schachtes vorhergegangen war, hatte man das untere Sylvinlager in der Tiefe 257·5—265·5 m durchstoßen. Darunter traf man 4·2 m

Salzton mit 3% *NaCl*, dann 20·3 *m* schlüpfrige Letten, 0·4 *m* Sandstein und schließlich bis zur 400·8 *m* tiefen Bohrlochsohle salzfreie, etwas sandige Schiefertone mit kleinen Anhydritnestern.

Im neuen Schachte zeigte das seither auch durch eine Strecke in 230 *m* Tiefe aufgeschlossene untere Sylvinitlager, das ich hier genau besichtigen konnte, ein Einfallen von 37° nach SW und wies nach den amtlichen Aufzeichnungen folgende Zusammensetzung auf:

	Unlöslicher Rückstand	<i>KCl</i>	<i>NaCl</i>	<i>CaSO₄</i>	<i>MgSO₄</i>
Obere Partie, 234 bis 246 <i>m</i>	16·70%	45·77	28·75	3·64	4·74
Untere Partie, 246 bis 252 <i>m</i>	25·06%	24·02	37·25	7·53	5·51

Der mittlere Gehalt an *KCl* entspricht also ungefähr der von Niedźwiedzki zuerst mitgeteilten Ziffer von 39% (= etwa 24% *K₂O*) *Ca* 4 *m* (nach Niedźwiedzki nur 2·2 *m*) über dem Hauptlager ist dem Salzton noch eine etwa 1 *m* mächtige, sehr reine Lage von großkristallinem, weißen Sylvinit eingeschaltet, die aber nur lokal entwickelt sein dürfte.

Sie enthält, bei 130° getrocknet, nach einer im I. chemischen Laboratorium der Lemberger Universität ausgeführten Analyse (zitiert nach Niedźwiedzki 1912):

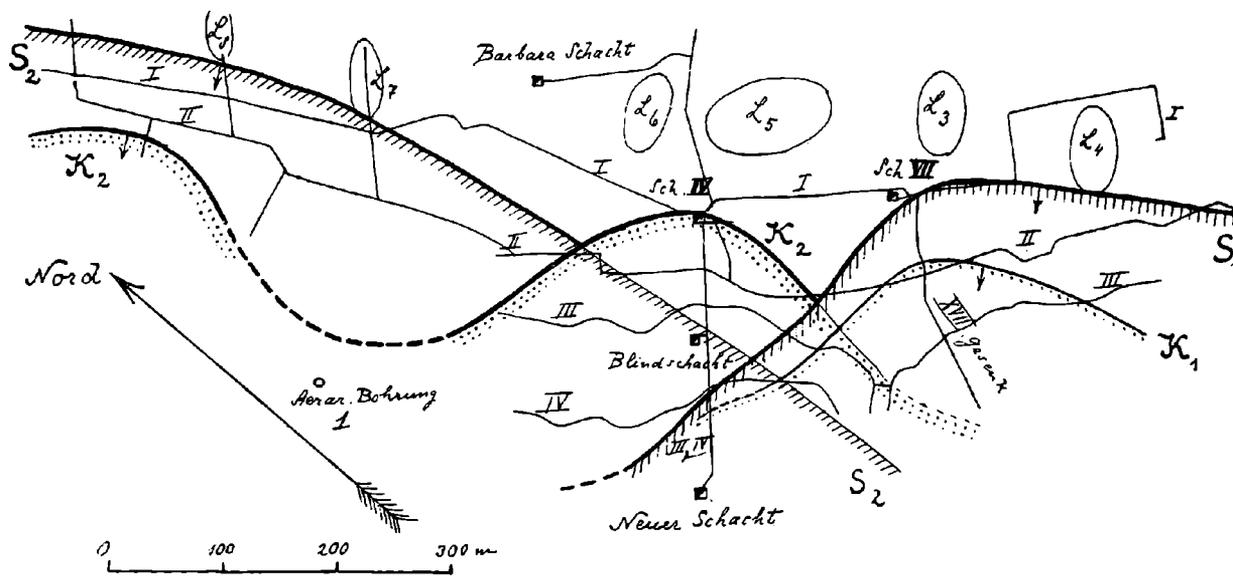
	Prozent
<i>KCl</i>	61·34
<i>NaCl</i>	22·24
<i>CaSO₄</i>	3·58
<i>H₂O</i>	0·81
Unlöslicher Rückstand	11·67

Das mächtige Sylvinitlager des Neuen Schachtes befindet sich, wie aus den obigen Profilen hervorgeht, sehr nahe dem Liegenden des ganzen Haselgebirges und ist von der Kainitzone durch rund 80 *m* (wahre Mächtigkeit etwa 65 *m*) Salzton getrennt.

Prof. Niedźwiedzki faßt es daher als ein selbständiges, wahrscheinlich auch vom Liegendesylvinit der Nordwestgrube verschiedenes Vorkommen auf, denn der letztere wird trotz seiner Lage unter dem Kainit noch immer von ziemlich mächtigem salzreichen Haselgebirge unterlagert, in welchem Laugwerke angelegt sind.

Die oberen Horizonte der Saline haben im östlichen Grubenabschnitte bisher nirgends einen Liegendesylvinit erschlossen, obwohl mehrere Schläge das Haselgebirge der Laugwerkszone bis nahe zur Liegendgrenze queren; nur durch einen nordöstlich vom neuen Schacht abgeteuften Blindschacht wurden unter dem IV. Horizont in 155 *m* Tiefe sylvinitische Salztonlagen getroffen, welche vielleicht dem Liegendzug der SW-Grube angehören, obwohl der Abstand zwischen ihnen und dem leitenden Kainitzug bedeutend geringer ist.

Fig. 1.



Schematische Darstellung der Kalisalzvorkommnisse in der Saline von Kalusz.

Die Schächte und Strecken sind nach der von Prof. Niedzwiedzki 1912 gegebenen Skizze eingetragen, wobei zur leichteren Orientierung im II., IV. und V. Horizont nur jene Streichstrecken angegeben sind, die der Kalizone folgen.

- S_1 = heiläufige obere Verbreitungsgrenze des Hangendsylvins der Südostgrube.
- K_1 = " " " " der Einschaltung von Kainit in S_1 .
- K_2 = " " " " des Hauptkainitkörpers.
- S_2 = " " " " des Liegendensylvins der Nordwest- und Südwestgrube.

Wo eine dieser Linsen unter eine andere taucht, ist die schematische obere Grenzlinie dünn gezeichnet.

L_3-L_6 = Langwerke im II. Horizont.

Höhenlage der Grubenetagen:

I. Horizont	=	49.2 m	unter dem Tagkranz des Schachtes IV
II. "	=	76.6 m	" " " " " "
III. "	=	108.4 m	" " " " " "
IV. "	=	138 m	" " " " " "
Begonnener V.	=	233 m	" " " " " "

Die Seeshöhen des Schachtes IV (Tagkranz), des Neuen Schachtes, der ararischen Bohrung I und Bohrung I der Gewerkschaft „Kali“ sind praktisch fast gleichzusetzen.

Besonders interessant ist es, daß eine 370 m SSW vom Neuen Schacht abgeteufte spätere Bohrung I der Gewerkschaft „Kali“ den Liegendsylvin gleichfalls antraf.

Die Hauptresultate sind nach dem mir in liebenswürdiger Weise zur Einsicht vorgelegten Profil folgende:

0·0— 2·0 m	Humus.	
2·0— 11·5 m	Schotter.	
11·5— 78·2 m	grauer Letten ohne Salz, mit Gips-	} gipsführende Hangendtone.
	schmitzen	
78·2—148·0 m	grauer Ton, trocken, locker, mit Gipspartien, bis 1 % <i>NaCl</i>	
148·0—195·6 m	grauer armer Salzton mit Kalispuren.	
195·6—472·5 m	reicher Salzton mit Kalispuren in verschiedenen Schichten, besonders in 224 m Tiefe. Anhydritschmitzen in 396 und 401 m Tiefe.	
472·5—473·1 m	Sylvin (= Liegendsylvin des Neuen Schachtes).	
473·1—503·4 m	lockere rote Schiefertone mit Gipsadern und Rutsch- streifen.	
503·4—504·85 m	Sandsteinplatte (vgl. die ca. 25 m unter dem Sylvin angetroffene Sandsteinplatte in der Bohrung beim Neuen Schacht).	

Darunter vorwiegend graue glimmerige Schiefertone, Tonmergel und Sandsteine, lokal mit Gasausströmungen.

In einer Tiefe von 498—499·8 m fand man in den glimmerigen grauen Schiefertönen kohlige Pflanzenspuren und Conchylienschalen (vgl. pag. 181).

Tektonische Erscheinungen im Kaluzer Salzgebirge.

Auf Grund der gegenwärtigen Aufschlüsse kennt man also Einschaltungen von Kalisalzen in sehr verschiedenen Teilen des Haselgebirges von Kaluz und kann unter bloßer Berücksichtigung des tatsächlichen Befundes folgende von Prof. N i e d z w i e d z k i ausgeschiedene Zonen feststellen:

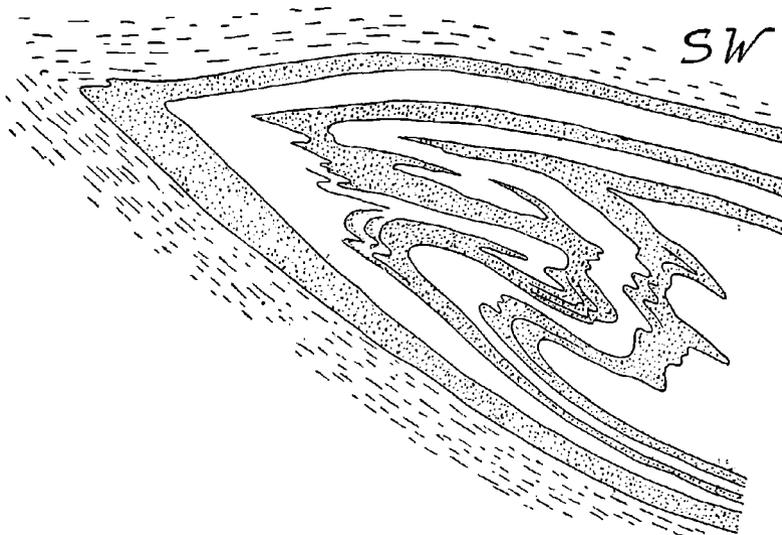
1. Hangendsylvin der Südostgrube.
2. Kainitzzone der zentralen und nordwestlichen Grubenpartie.
3. Sylvin der Nordwestgrube, im Liegenden des Kainits, aber noch im Hangenden der salzreichen Tone.
4. Unterer Sylvin des Neuen Schachtes nahe dem Liegenden des ganzen Haselgebirges.

Ogleich auch in den klassischen Kalisalzlagerstätten des deutschen Zechsteins die sogenannten „Abraum“salze nicht immer entsprechend dem Typus Staßfurt einen geschlossenen Komplex im Hangenden einer mächtigen unteren Anhydrit- und Salzgruppe darstellen, sondern mit-

unter getrennte Einschaltungen innerhalb des Haselgebirges bilden¹⁾, ist doch ihre Erscheinungsform in Kalusz besonders seit der Entdeckung des „Liegend“-Sylvins der Südwestgrube so eigenartig, daß man sich im Hinblick auf die geologischen Verhältnisse des Karpathenvorlandes die Frage vorlegen muß, ob nicht diese Anomalien wenigstens zum Teil auf tektonische Ursachen zurückzuführen sind. Tatsächlich liefern die Grubenaufschlüsse genug Anhaltspunkte, um die Berechtigung dieser Frage darzutun.

1. Als Beispiel für eine intensive Faltung im salzführenden Gebirge von Kalusz erscheint mir von besonderer Wichtigkeit ein

Fig. 2.



Ostwand der Abbaukammer IV im III. Horizont, Kalusz.

Länge der dargestellten Partie zirka 6—7 m.

Punktiert sind die hellen Kainitonen, weiß gelassen die grauen mehr mit Salzionen vermengten Lagen, gestrichelt die Salztone des Hangenden und Liegenden.

Aufschlußbild, das ich am 19. April v. J. gelegentlich einer zweiten Befahrung des III. Horizonts am östlichen Ulm der schräg im Lager ansteigenden Abbaukammer IV beobachten konnte. Der hier in senkrechter Wand geschnittene östliche Teil der großen Kainitlinse besteht aus einem feinstreifigen Wechsel dunklerer tonreicher mit hellen reineren Lagen und zeigt sehr deutlich den Bau eines nach Nordosten überkippten und geschlossenen Sattels, in welchem besonders

¹⁾ Vgl. z. B. Dr. Kurt Beck, Petrographisch-geologische Untersuchungen des Salzgebirges an der oberen Aller im Vergleich mit dem Staßfurter und Hannoverischen Lagerstättentypus. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1911, pag. 289 ff., besonders pag. 299.

die inneren Bänder durch scharf ausgezogene, förmlich geflossen erscheinende Detailfalten auffallen, während die äußeren Lagen mit einem einfachen Knie aus dem äußerst flach liegenden Hangendschenkel in den etwa 40° SW fallenden Liegendschenkel umbiegen. Hangend- und Liegendsalzton dieses keilförmigen Kainitsattels vereinigen sich im oberen Teil der Abbaukammer völlig bruchlos miteinander.

Daß an dieser Stelle die bekannte Linsenform des Kainitkörpers nicht mit der Art der Ablagerung, sondern mit der Tektonik einer überfalteten plastischen Schichtgruppe zusammenhängt, erscheint mir völlig klar.

Ein analoges, nur in untergeordneten Einzelheiten abweichendes Faltenbild läßt sich am anderen Ulm der 6 m breiten Abbaukammer wahrnehmen, ebenso konnte ich in westlicher gelegenen Querschnitten (zum Beispiel Abbaukammer IX) ähnliche Bilder nach Norden überschlagener Falten deutlich sehen, obwohl die Zeit zu einer systematischen Verfolgung des interessanten Phänomens leider nicht ausreichte¹⁾.

2. Für den Faltenbau zwar nicht beweisend, aber mit ihm in ausgezeichneter Übereinstimmung ist die Tatsache, daß man im II. Horizont das keilförmig zugeschärfte, schließlich nur mehr zirka $\frac{1}{2}$ m mächtige Westende der Kainitlinse sowohl im Hangenden als auch im Liegenden deutlich von einer mehrere Zentimeter starken Anhydritschnur begleitet sieht.

Herr Ing. Majewski teilte mir, als ich ihm gegenüber auf Grund der erwähnten Beobachtungen meine Ansicht von der Überfaltung der Kainitzone aussprach, noch in der Grube mit, daß auch im III. Horizont die gleichen Verhältnisse in mehreren Abbaukammern zu beobachten sind und konnte mir eine derartige Stelle zeigen. Auch Prof. Niedźwiedzki bemerkt in seiner Arbeit 1912: „Fast konstant wird der Kainit sowohl im Hangenden als auch im Liegenden begleitet von einer 1—3 cm dicken, oft gekrümmten und zerfetzten Platte von dichtem Anhydrit, welche natürlich auf den Streckenwänden als ein schmales Band erscheint. Selbe setzt auch bei stärkster Verwitterung des Kainitlagers fort und hilft dann dessen Verlauf verfolgen.“

3. Einen sehr wichtigen Beitrag zur Lösung der Frage erblicke ich auch im Ergebnis einer 360 m NNW vom Neuen Schachte entfernten, also im Einfallenden der nordwestlichen Sylvinstrecken ausgeführten Bohrung (ärarische Bohrung I), deren Resultate meines Wissens nicht verwertet sind.

¹⁾ Prof. Niedźwiedzki schreibt 1912 über das Kainitlager: „Gewöhnlich tritt in ihm eine unvollkommen schichtige Struktur zum Vorschein, oft nicht geradlinig, sondern mehr oder weniger wellig, hie und da gekrümmt, ja auch fast konzentrisch schalig.“

Vielleicht bezieht sich die letztere Bemerkung auf einen Teil der oben erwähnten Aufschlußbilder.

0·0—142·0	<i>m</i>	Quartärschotter, grauer Lettén und Schiefer- tone (= gipsführende Hangendtone des Neuen Schachtes etc.).
142·0—152·0	<i>m</i>	Salzton mit 15% <i>NaCl</i> .
152·0—182·0	<i>m</i>	Salzton mit Kalisalzen.
182·0—250·0	<i>m</i>	Salzton mit 15% <i>NaCl</i> .
250·0—272·5	<i>m</i>	grauer Schiefertón mit Gips.
272·5—317·0	<i>m</i>	Salzton mit 5·2% <i>NaCl</i> .
317·0—378·6	<i>m</i>	grauer Schiefertón mit Gips.
378·6—414·8	<i>m</i>	Salzton ohne Salz.
414·8—416·0	<i>m</i>	„Schotter“ (?).
416·0—450·9	<i>m</i>	Salzton.

Auf ein Profil eingetragen kommt die kaliführende Region (152—182 *m*) genau in das Einfallende der Kainit-Sylvinzone der nordwestlichen Grubenabteilung. Über ihre Beschaffenheit gab das Bohrloch keinen Aufschluß, da nur mit *NaCl*-Spülung gearbeitet wurde und dadurch jedenfalls ein Teil der leicht löslichen Kalisalze vom Spülwasser ausgelaugt wurde. Erwägt man, daß in allen bekannten Profilen der Kaluzser Grube die gipsführenden Tone das bezeichnende Hangendgestein darstellen, so ist ihr zweimaliges Auftreten im Liegenden des kaliführenden Haselgebirges entschieden geeignet, die bereits durch das Verhalten des Kainitkörpers nahegerückte Annahme einer intensiven, überkippten Faltung ganz wesentlich zu stützen. Das Profil der Nordwestgrube ist unter diesem Gesichtspunkt etwa nach dem in Fig. 3 dargestellten Schema zu deuten.

4. Das bereits erwähnte Bohrloch I der Kaligesellschaft hat zwischen den Hangendtonen und den gleichfalls als gipsführend bezeichneten roten Liegendtonen das Salzgebirge in einer scheinbaren Mächtigkeit von 325 *m* durchfahren, während in dem 370 *m* weiter nordöstlich gelegenen Profil des Neuen Schachtes auf die gleiche Region nur 150 *m* — bei Annahme der von Prof. Niedźwiedzki vorgenommenen Abtrennung einer salzfreien oberen Zone des Haselgebirges sogar kaum 130 *m* — entfallen.

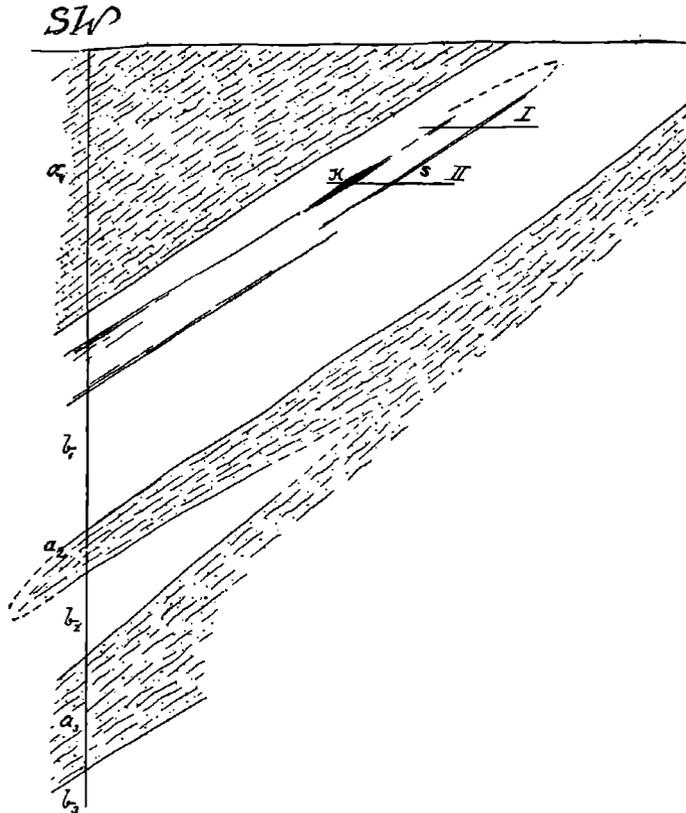
Eine derartig rasche Zunahme in den Neigungsverhältnissen, daß sie genügen würde, diese gewaltige Differenz zu erklären, ist bei den Kaluzser Verhältnissen ausgeschlossen, besonders da die seichte Lage der Hangendgrenze des Haselgebirges im erwähnten Bohrloche gerade eine zunehmende Verflachung des Fallwinkels beweist, wie sie ja auch im Grubenbau deutlich konstatiert wurde.

Andererseits wäre eine rasche Veränderung der Ablagerungsmächtigkeit bei einem so homogenen Sediment, wie es die dortigen Salztone sind, nicht wahrscheinlich. Hingegen ist bei Annahme überkippter Faltung die Verbreiterung mit zunehmender Entfernung vom Antiklinalknie, also in der Richtung gegen Südwest, etwas nahezu Selbstverständliches. Unbedingt halte ich die große Mächtigkeitszunahme in der Fallrichtung des Haselgebirges für eine sekundäre, tektonisch veranlaßte Erscheinung.

Das Profil des Neuen Schachtes ist gleichfalls geeignet, diese Annahme zu unterstützen, da die oberen kalisalzführenden Lagen

nahezu horizontal liegen, während der liegende Teil des Haselgebirges samt dem unteren Sylvinitlager mit einem Winkel von ungefähr 37° gegen SW einfällt.

Fig. 3.



Theoretisches Profil durch das Ararische Bohrloch Nr. 1 und die nordwestliche Abteilung der Grube von Kalusz.

Maßstab für Höhe und Länge = zirka 1:4000.

- a_1 = graue Letten und Schiefertone (= gipsführende Hangendschichten).
 b_1 = Salzton mit 15% $NaCl$ und Einlagerungen von Kalisalzen. (K = Kainit,
 S = Sylvinitlager der nordwestlichen Strecken.)
 a_2 = grauer Schiefertone mit Gips.
 b_2 = Salzton mit wenig Salz.
 a_3 = grauer Schiefertone mit Gips.
 b_3 = Salzton.

I und II = I. und II. Grubenhorizont.

5. Daß starke Bewegungen stattgefunden haben, deren Wirkungen im allgemeinen nur durch die plastische Anpassung der Salztone an die herrschenden Druckverhältnisse verschleiert sind, wird ferner be-

stätigt durch die von Herrn Grubenverwalter Turkiewicz beim Abteufen des Neuen Schachtes gemachte Beobachtung, daß die im gipsführenden Hangendton eingeschalteten Sandsteinbänke zerrissen sind und oft als förmliches Riesenblockwerk in der nachgiebigen Masse schwimmen.

Wo ich den Hangendton in der Grube beobachten konnte, ist er durch zahlreiche Druckflächen in einen schlüpfrigen, von einem Gewirre sekundär auskristallisierter Gipslamellen durchzogenen Schieferletten verwandelt.

6. Am östlichen Ende der Sylvinzone im II. Horizont sieht man das Lager durch eine ca. 70° südfallende Rutschfläche gegen die stark zerdrückten, gipsführenden Hangendschiefertone begrenzt. Die noch in einem weiter westlich getriebenen Querschlag mit bedeutender Mächtigkeit zwischen Sylvinit und Gipston durchstreichenden Salztone sind hier verschwunden, also jedenfalls durch die erwähnte Störungsfläche abgeschnitten. Ein kurzer, in geringer Entfernung vom östlichen Ende der Strecke gegen Nord geführter Liegendschlag tritt aus dem hier ziemlich flach wellig gelagerten Sylvinit wiederum in zerquetschte gipsführende Tone ein, die sich vom Dach in die Sohle der Strecke herabziehen, also den Sylvinit auch auf der Nordseite begrenzen.

Da diese Stelle bereits in die auf den Grubenkarten eingetragene, durch westlicher gelegene Querschläge angetroffene untere Grenzlinie des Salzgebirges fällt, gewinnt man den Eindruck, daß sich Hangend- und Liegendton hier vereinigen. Freilich könnte es sich in diesem Falle auch um eine bloße Verdrückung der Lagerstätte und eine dadurch bewirkte scheinbare Verschmelzung von echtem Hangenden mit echtem Liegendem handeln. Jedenfalls taucht die obere Grenzlinie der Sylvinitlinse gegen Osten tiefer, womit sich der Mißerfolg der in dieser Richtung getriebenen Untersuchungsstrecke im zweiten Horizont erklärt.

Bei der großen Bedeutung, welche der stratigraphischen Beziehung zwischen Hangend- und Liegendtonen für die tektonische Deutung der Kaluszener Lagerstätte zufällt, ist es mißlich, daß für eine sichere Erledigung dieser Frage das vorliegende Material trotz der neuen Daten nicht ausreicht.

Im westlichen Grubenteil zeigen die Angaben über die ärarische Bohrung Nr. I sehr auffallende Übereinstimmung dieser Komplexe, da beide als gipsführende Schiefertone bezeichnet werden.

Der vom Neuen Schacht in 230 m Tiefe gegen Osten getriebene Querschlag zeigt im Liegenden des unteren Sylvinit ohne scharfe Grenze ein graues, von schmalen roten Sylvinitstreifen durchzogenes Haselgebirge, hierauf eine wenige Meter starke Zone schwach salzführender Tone und schließlich grauen, noch etwas salzig schmeckenden Schieferton mit rötlichen sandigen Linsen. Diese von zahlreichen glänzenden Druckflächen durchzogenen Liegendschichten weisen dünne Salz- und Gipsadern auf. Sie müssen entschieden den im Bohrloche I der Kaligesellschaft zwischen 473 und 503 m angetroffenen gipsführenden roten Tonen parallelisiert werden, besonders da auch die dort erwähnte Sandsteinplatte vorhanden ist. In den tieferen Partien des

Liegendgebirges werden von Niedźwiedzki kleinere Anhydritnester angegeben.

Irgendein greifbarer petrographischer Unterschied zwischen Hangend- und Liegendsschichten scheint nirgends vorhanden zu sein, da beide vorwiegend aus grauen und rötlichen Schiefertönen mit Sandsteineinlagerungen bestehen. Tietze schreibt bezüglich der auch an anderen Stellen der subkarpathischen Miocänzone oft angeführten roten oder bunten Tone ausdrücklich: „Bei Kałusz existieren dergleichen aber sicher im Hangenden der salzföhrnden Bildung, während freilich, wie früher erwähnt wurde, nach einer älteren Angabe auch als Liegendes dieser Bildung solche Tone vorkommen sollen“. (Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1893, pag. 118.)

Tatsächlich wurde auch mir in der Salinenverwaltung mitgeteilt, daß ein Liegendschlag am II. Horizont unter dem Haselgebirge rote Schieferletten mit Gips antraf und daß die gleichen Schichten in analoger Stellung am ersten Horizont beobachtet wurden.

Gewiß bedeutet bei der monotonen Ausbildung der subkarpathischen Tertiärbildungen petrographische Analogie noch nicht stratigraphische Identität, aber zusammengehalten mit den übrigen Erscheinungen muß sie jedenfalls beachtet werden. Daß in dem so stark gestörten und häufig wasserführenden¹⁾ Hangendgestein niemals Anhydrit, sondern nur Gips, meist in regelloser Verteilung auftritt, braucht keinen ursprünglichen Unterschied zu bedeuten.

Nachdem ich bereits bei der zweiten Grubenbefahrung gegenüber den Herren Ing. Majewski und Gawronski auf Grund der Lagerungsverhältnisse in der Kainitregion die Frage der Faltenüberkipfung aufgeworfen hatte, bekam ich im Lemberger Bureau der Kaligesellschaft fossilführende Bohrkerne aus den Liegendtönen (Tiefe 498—499·8 *m* ihres Bohrloches I) zu Gesicht.

Eine Anzahl von Proben aus diesem Horizont waren an das geologische Institut der Universität Lemberg eingesendet worden, wo sie Dr. W. von Friedberg einer Bestimmung unterzog. Er führt folgende Arten an:

Ervilia pusilla Phil., einige Exemplare

Cardium vindobonense Partsch, ein Exemplar

„ *aff. hispidum* Eichw.

Pecten sp., vielleicht *Pecten Koheni* Fuchs

und schreibt weiter:

„Die angeführten Arten erlauben einen sicheren Schluß, daß die sie enthaltenden Tone jünger als Burdigalien (untermiocän) sind. Ich habe zwar bis jetzt kein Profil der Bohrung bekommen, es wurde mir aber mitgeteilt, daß die in der Tiefe von 500 *m* angebohrten Tone unter Kalisalzlagen liegen. Da wir keinen Grund zur Annahme haben, daß die Fossilien enthaltenden Tone überkippt sind, müssen wir nicht nur ihnen, sondern auch der darüberliegenden Salzformation ein jung-

¹⁾ Vgl. E. Tietze, Jahrb. 1893, pag. 97.

miocänes Alter zuschreiben.“ („Einige Bemerkungen über das Miocän in Polen.“ Verhandl. d. k. k. geol. R.-A. 1912, pag. 385¹⁾).

Ich habe kein Urteil über die stratigraphische Stellung der galizischen Salzformation, die man im allgemeinen als Äquivalent des zwischen die zweite und erste Mediterranstufe gestellten „Schlier“ bezeichnet. Aus der Mitteilung von W. v. Friedberg und speziell aus der Klausel: „da wir keinen Grund zur Annahme haben, daß die Fossilien enthaltenden Tone überkippt sind“ entnehme ich aber, daß die Fauna dieser im Bohrprofil als gipsführend bezeichneten Tone ganz gut dem stratigraphischen Hangenden des Salzgebirges entstammen könnte und jedenfalls auf keinen alten Horizont der subkarpathischen Tertiärformation hinweist, wie es die im sicheren Liegenden des Salzgebirges zu erwartenden „Dobrotower“ Schichten sind.

Wichtig erscheint mir ferner die Tatsache, daß in Rumänien die Bänke mit *Ervilia pusilla* das Hangende der Salzformation charakterisieren und von den dortigen Geologen an die Grenze zwischen II. Mediterranstufe und sarmatischen Schichten gestellt werden. (G. M. Murgoci, Tertiary Formations of Oltenia with regard to salt, petroleum and mineral springs. Journal of Geology, vol. XIII, Chicago 1905, pag. 686, 693.)

Eine endgültige Entscheidung über die stratigraphische Identität oder Verschiedenheit der Kałuszer Liegend- und Hangendtone wird allerdings erst möglich sein, wenn auch aus den letzteren Fossilfunde vorliegen werden.

Vorderhand spricht der paläontologische Befund nach meiner Ansicht für jene tektonischen Schlußfolgerungen, zu denen mich die Lagerungsverhältnisse des dortigen Salzgebirges geführt haben.

Vermutliche Tektonik der Kainit- und Sylvinitlager.

Zur Orientierung über das gegenwärtige Verhalten der einzelnen Kalisalzkörper eignet sich am besten die bereits im einleitenden Teile besprochene zentrale Kainitlinse, welcher nach den von mir gesehenen Aufschlüssen im III. Horizont der Bau einer liegenden Falte zukommt. Die Scheitelregion der letzteren liegt am höchsten, nämlich etwas über dem ersten Horizont, in der Umgebung des Schachtes IV und sinkt dann sowohl gegen NW als auch SO allmählich herab. In der Nordwestgrube kann man die im Hangendschlag des II. Horizontes angetroffene westliche Kainitlinse durch das Wiederemportauchen dieses Faltenscheitels erklären. In der Südostgrube hingegen sinkt letzterer tiefer, so daß er am III. Horizont etwa 200 m südlich vom IV. Schacht liegt und gegen den IV. Horizont noch weiterhin schräg hinabsteigt.

¹⁾ Auch V. Hilber, Geologische Studien in den ostgalizischen Miocängebieten, Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1882, stellte die mit den podolischen Gipsen vergesellschafteten Ervilienschichten in die zweite Mediterranstufe, pag. 306 u. 307.

Schon im III., noch deutlicher aber im IV. Horizont und im Neuen Schacht zieht sich über den östlichen Teil des großen Kainitkörpers als schmale Bank der letzte Ausläufer des Hangendsylvins, welcher nun gegen Osten rasch emporsteigt und an Mächtigkeit zunimmt. Die im XVII. Gesenk vom II. bis unter den III. Horizont sichtbare Kainiteinschaltung innerhalb des Sylvinlagers ist nicht kurzweg als Fortsetzung der Hauptlinse zu betrachten, da sie am IV. Horizont und im Neuen Schacht ganz deutlich deren Hangendes bildet. Trotzdem scheint aber eine enge Wechselbeziehung in dem Sinne zu bestehen, daß in jener Region, wo die Ablösung des zentralen Kainitkörpers durch den östlichen Sylvin erfolgt, ein Alternieren der beiden genannten Bänder stattfindet.

Die hangende Kainit-Sylvinzone liegt am IV. Horizont zum Teil beträchtlich mehr als 10 m über dem Hauptkainit, während nach Prof. Niedźwiedzki am III. Horizont der Abstand nur mehr 3—5 m beträgt. Es könnte nicht auffallen, wenn die trennende Salztonlage nach Osten und zugleich nach oben ganz auskeilt, so daß von da ab die Sylvinzone mit dem eingeschalteten Kainit die fazielle Vertretung des zentralen Kainitkörpers darstellen würde. Vielleicht gehört der am XVII. Gesenk aufgeschlossene und ober dem II. Horizont rasch auskeilende Kainitstreifen inmitten des Sylvins sogar zum Kern der liegenden Falte, womit das von Waibla gezeichnete Profil des XVII. Gesenkes schön übereinstimmen würde.

Wir könnten so den Kainit und den östlichen Sylvinzug als eine zusammengehörige Kalisalzzone auffassen, welche sich in den tieferen Horizonten durch Einschiebung von Salzton spaltet, wobei der Sylvin, so weit er überhaupt reicht, die Oberbank darstellt.

Vergleichen wir aber mit diesem Lagerungsbild des IV. Horizonts und des Neuen Schachtes die Aufschlüsse in anderen Teilen der Grube, dann liegt angesichts der Tatsache einer überkippten, enggepreßten Faltung im Kalisalzkörper der östlichen Region die Schlußfolgerung sehr nahe, daß der „Liegendsylvin“ unter dem Kainitkörper der nordwestlichen Strecken nichts anderes ist als ein Stück des überkippten Gegenflügels zum Hangendsylvin der Südostgrube.

Da Gebilde wie die Salztone bei einigermaßen intensiver Faltung in sehr hohem Grade deformierbar sind, kann es nicht Verwunderung erregen, wenn in ihnen einzelne Schichten, wie es zum Beispiel bei den kaliführenden Lagen deutlich ist, nicht nur in ihrem gegenseitigen Abstand wechseln, sondern auf weite Strecken, einmal im Hangend-, ein andermal im Liegendschenkel zerrissen oder abgeschnürt sind, ohne daß die Spur einer Ablösungsfläche sichtbar wird. Auch die kleinen Detailfalten des Kainits lassen derartige Erscheinungen beobachten. Die ganze Masse der Kaluzser Salztone ist ja an sich eine förmliche Breccie, deren zahllose Klüfte durch das bewegliche, leicht umkristallisierende Salz ausgefüllt sind.

Die im Sylvin der Südostgrube auffallende perlschnurartige Aneinanderreihung der durch ärmere, tonige Lagerabschnitte voneinander getrennten bauwürdigen Linsen muß ich als Begleiterscheinung von

Bewegungen im Salzgebirge auffassen, da die großkristallinische Ausbildung und größere Reinheit der reichsten, meist durch Mitvorkommen von blauem Steinsalz ausgezeichneten Nester, ihre mitunter fast drusenartige Anordnung, die mir besonders in einzelnen Partien des unteren Lagers am Neuen Schacht auffiel, eine Stoffwanderung aus stärker gequetschten gegen mehr gelockerte Striche wahrscheinlich macht.

Man wird vielleicht die große Trockenheit der Salztone als Argument gegen derartige Umlagerungsvorgänge einwenden; ich glaube aber, daß dazu sehr geringe Feuchtigkeitsmengen genügen, die leicht zur Verfügung standen, da ein beträchtlicher Teil der primären Abraumsalze nicht nur reich an Kristallwasser, sondern auch in hohem Grade hygroskopisch ist.

Kainit und Sylvin sind nach den Erfahrungen in den deutschen Kaligruben als häufige Umsetzungsprodukte carnallitisch-kieseritischer Primärsalze bekannt und es fehlt in Kalusz wenigstens nicht ganz an Anzeichen derartiger Entstehungsweise. So erwähnt auch Tietze am III. Grubenhorizont als theoretisch interessant zwei getrennte Carnallitvorkommen im Liegendteil des Hauptkainitlagers südöstlich und nordwestlich des Grubenschachtes Hingenau (Jahrb. 1893, pag. 101 und 102), ferner kleine Carnallitvorkommen in einem beiläufig von der Sohle des genannten Schachtes auf 30 m tonnläufig abgeteufte Gesenke (Jahrb. 1896, pag. 24).

Bei Annahme sekundärer Entstehung aus Gemischen von Abraumsalzen und Kochsalz würden sich manche Unregelmäßigkeiten des Verhaltens von Salzton, Kainit und Sylvin innerhalb der kaliführenden Zone leichter erklären. Es wäre auch nicht auffallend, wenn die beiden letztgenannten Salze teilweise vikariierend für einander auftreten, da dies in deutschen Kalisalzlagerstätten wiederholt beobachtet wurde, wie schon das allgemein bekannte Staßfurter Profil zeigt.

Für die schwierige Beantwortung der Frage nach der Stellung des neuentdeckten Liegendensylvins der südwestlichen Grubenabteilung könnte dieser Umstand von Bedeutung sein.

Stellt man sich auf den Standpunkt, daß tektonische Wiederholungen in der Kaluszer Lagerstätte vorhanden sind, dann wird man dazugeführt, den in so eigentümlicher Lage, fast unmittelbar am Liegenden der ganzen Salztonablagerung auftretenden unteren Sylvin als Bestandteil eines überkippten Faltenschenkels aufzufassen.

Damit würde auch die anscheinende Anomalie verschwinden, daß der mächtige untere Sylvin des Neuen Schachtes nur von einigen Metern eines sehr armen Salztones (3% NaCl) unterteuft wird, was bei Ablagerungen von Abraumsalzen jedenfalls befremden muß.

Angesichts des starken Mächtigkeitswechsels der Salztone ist es möglich, an eine eventuell durch einzelne Schmitzen hergestellte Verbindung mit dem in der Nordwestgrube am I. und II. Horizont ausgerichteten Lager zu denken, da beide unter Berücksichtigung des Fallwinkels annähernd in die gleiche Linie fallen. Bei dieser Annahme vermißt man natürlich über dem Liegendensylvin des Neuen Schachtes einen inversen Kainitzug und muß sich die Frage vorlegen, ob ein solcher infolge von Verdrückung fehlt oder ob der Sylvin hier die gesamte Kalisalzzone repräsentiert. Groß genug wäre die Mäch-

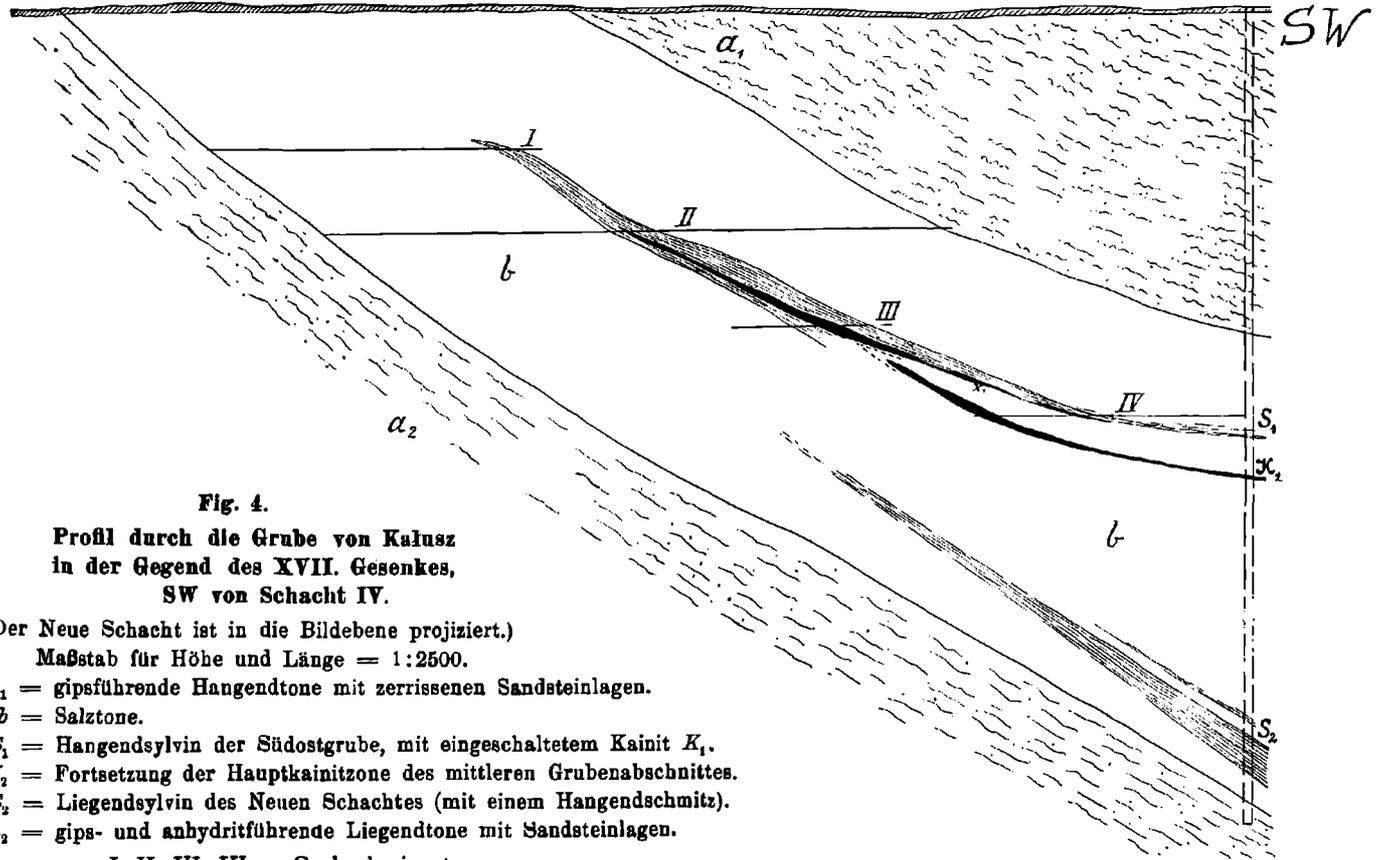


Fig. 4.

Profil durch die Grube von Kalusz
in der Gegend des XVII. Gesenkes,
SW von Schacht IV.

(Der Neue Schacht ist in die Bildebene projiziert.)

Maßstab für Höhe und Länge = 1:2500.

a_1 = gipsführende Hangendtone mit zerrissenen Sandsteinlagen.

b = Salztonne.

S_1 = Hangendsylvinit der Südostgrube, mit eingeschaltetem Kainit K_1 .

K_2 = Fortsetzung der Hauptkainitzone des mittleren Grubenabschnittes.

S_2 = Liegendensylvinit des Neuen Schachtes (mit einem Hangendschmitz).

a_2 = gips- und anhydritführende Liegendtone mit Sandsteinlagen.

I, II, III, IV = Grubenhorizonte.

tigkeit, besonders da 4 m über dem ca. 11 m mächtigen Hauptvorkommen noch eine 1 m starke, grobkristallinische Sylvinitlage (Kristallsylvin) angetroffen wurde. Auch zeigen die amtlichen Analysen im Hauptlager einen Gehalt von 4.78—5.51 % $MgSO_4$, so daß eine stoffliche Beziehung zum Kainit vorhanden ist.

Der Zusammenhang mit dem enggepreßten, liegenden Sattel der oberen Kalizone muß dabei nicht ein unmittelbarer sein, sondern kann durch erneuerte Sattelbildung und Zerreißen kompliziert werden.

Das Haselgebirge der Laugwerkzone.

Wenn man die Profile vergleicht, welche sich im Neuen Schacht und im Bohrloch I der Kaligesellschaft ergeben haben, so fällt es auf, daß die unmittelbaren Hangendschichten der oberen Kalisalzone mit den entsprechenden Liegendschichten des unteren Sylvinlagers stoffliche Verwandtschaft zeigen. In beiden Fällen hat man es mit einem wenig mächtigen, geringprozentigen Salzton zu tun, der noch Spuren von Kalisalzen aufweist, während die als trennende Schichtgruppe zwischen den beiden Kalizonen angetroffene Hauptmasse der Salzzone durch höheren $NaCl$ -Gehalt und wenig KCl ausgezeichnet ist. Daß es sich bei letzteren Schichten um das wahre Liegende der oberen Kalizone handelt, ist völlig klar, gleichgültig, ob man für die Kaluzer Lagerstätte überkippte Faltung oder normale Aufeinanderfolge annimmt.

Schwierig ist hingegen die Frage nach der Stellung jener bis ca. 80 m mächtigen, hochprozentigen Salzzone, welche in den oberen Horizonten der Saline das Liegendgebirge von der Kalizone trennen und durch eine Reihe von Laugwerken zur Sudsalzgewinnung ausgebeutet werden. Einerseits ist im mittleren Grubenteil durch den III. und IV. Horizont ihr Zusammenhang mit der mächtigen mittleren Salzzone des Neuen Schachtes (156—234 m) festgestellt, andererseits gewinnt man aber im Profil der Abbaukammer IV entschieden den Eindruck, daß am Scheitel des überfalteten Kainitsattels eine ununterbrochene Verbindung zwischen ihnen und den Hangendsalztönen besteht.

Man kann sich vorstellen, daß durch Abreißen, beziehungsweise Ausschnürung der Kalizone zwischen der Scheitelregion der Antiklinale und dem unteren Sylvin die Kommunikation zwischen dem jüngeren und dem älteren Salzton hergestellt und dadurch vielleicht ein Materialausgleich¹⁾ begünstigt wurde. Auch ist der hangende Salzton, wie ein von mir befahrener, aus dem Sylvin bis zum Gipston getriebener, zirka 100 m langer Querschlag im östlichen Grubenab-

¹⁾ Damit würde ganz gut stimmen, daß auch das Haselgebirge der Laugwerkzone gewissermaßen mit Schmitzen von Kalisalzen verflößt ist. Trotz sorgfältiger Behandlung enthält das Kaluzer Sudsalz nach Prof. Niedźwiedzki (1912) noch 0.1% Kali.

schnitt (II. Horizont) zeigt, partienweise recht mächtig entwickelt, dabei freilich in seinen oberen Teilen sehr salzarm. Die alten Barabara-Laugwerke sollen aber, wie mir in der Salinenverwaltung mitgeteilt wurde, im Hangendton angelegt gewesen sein, was darauf hinweisen würde, daß auch die letzteren lokal bauwürdiges Haselgebirge enthalten können.

Schlußbemerkungen.

Die obigen Erörterungen kurz zusammenfassend komme ich zur Schlußfolgerung, daß auf Grund der jetzigen Aufschlüsse in der Kafuzzer Grube die Existenz bedeutender tektonischer Störungen durch Faltung anzunehmen ist. Besonders unter Berücksichtigung des überfalteten Sattels in der Kainitregion des zentralen Grubengebietes muß ich es als wahrscheinlich bezeichnen, daß der sogenannte Liegendensylvin der nordwestlichen Strecken und der untere Sylvin des Neuen Schachtes zum überkippten Gegenflügel des Hangendsylvins der östlichen Abbaue gehören.

Es gibt Anzeichen, welche darauf hinweisen, daß sich die Überfaltung nicht nur innerhalb des Haselgebirges abgespielt hat, sondern sich auf die ganze Kafuzzer Miocänregion erstreckt. Wenigstens sind nicht nur durch die Aufschlüsse des Neuen Schachtes, sondern auch durch die ärarische Bohrung Nr. 1 im westlichen Teil des Salinengebietes Erscheinungen zutage getreten, welche mindestens die Vermutung erlauben, daß die gipsführenden Hangendschichten ein stratigraphisches Äquivalent auch im Liegenden des Salzgebirges haben, wodurch die so auffallende Lage des unteren Sylvins in den tiefsten Schichten des salzführenden Gebirges ihren rätselhaften Charakter verlieren würde.

Allerdings ist eine sichere Entscheidung über diesen und einige andere Punkte noch nicht möglich, aber jedenfalls liegen die Verhältnisse so, daß es notwendig ist, bei einer Besprechung der ostgalizischen Salzzone die berührten tektonischen Probleme zu berücksichtigen¹⁾. Daß die Funde von Ervilienschichten im Liegenden der Kafuzzer Salztone nicht gegen, sondern für die hier vertretene Auffassung sprechen, wurde auf pag. 185 betont.

Bekanntlich zeigen sich Vorkommnisse von Kalisalzen nicht auf die Saline von Kafuz beschränkt, sondern sind in einer langen, über Morszyn, Turzawielka nach Stebnik bei Drohobycz reichenden Zone bekannt.

Eine in den Jahren 1894 und 1895 ausgeführte Bohrung bei Turzawielka ergab nach E. Tietze²⁾ umstehendes Resultat:

¹⁾ Vgl. auch die von Prof. D. Stille in den sonst wenig gepreßten „saxonischen“ Faltenzonen beobachteten intensiven Überfaltungen des hannoverschen Salzgebirges. Zeitschr. f. prakt. Geologie, Berlin 1911, pag. 167.

²⁾ Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1896.

	Tiefe Meter
1. Dammerde	0—0·4
2. Schotter mit Lehm gemischt	0·4—9·0
3. Gipsführender blauer Ton der Salz- formation mit Spuren von Kali- und Magnesiasalzen	9—88·11
4. Reiches Haselgebirge :	
a) im oberen Teil kalifrei	88·11—211·28
b) unterer Teil mit Einlagerungen von Kalisalzen	211·28—289·0
5. Roter Ton mit Zwischenlagen von rotem Sandstein	289—507·0

Das Auffallendste an dem Ergebnis ist die Erscheinung, daß Kalisalze, allerdings immer nur in kleinen Mengen, in zwei durch kalifreies Haselgebirge getrennten Zonen angetroffen wurden, wobei in den unteren Teilen der Schichtfolge nicht nur die Salztonschichten, sondern auch noch die oberen Lagen der Liegendgruppe 5 Beimischungen enthielten. (Vgl. Tietze, l. c. pag. 5.)

Merkwürdig ist ferner, daß an den Tagesaufschlüssen bei Turzawielka auch im Hangenden des Salzgebirges rote und bunte Tone auftreten, welche Tietze den Hangendtonen von Kalusz vergleicht, während er andererseits die Möglichkeit offen läßt, daß sie einem Wiederauftauchen der im unteren Teile des Bohrloches angetroffenen Schichten entsprechen. (l. c. pag. 21.)

Wenn man annehmen dürfte, daß überkippte Faltung vorliegt und daß auch die angetroffenen Liegendtone von Turzawielka stratigraphisch jünger sind als das Haselgebirge, dann würde sich sowohl diese Beziehung als auch die scheinbar ganz anormale Lage der kaliführenden Zonen erklären. Ich muß bemerken, daß Tietze schon 1893 bei Untersuchung der Umgebung von Turzawielka eigenartige Lagerungsverhältnisse fand, welche ihn zur Vermutung drängten, daß in diesen Gebieten Überfaltungen vorkommen (vgl. Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. 1893, pag. 117), nur gestatteten ihm die mangelhaften Tagesaufschlüsse nicht, dieses Problem weiterzuverfolgen.

Es kann kein Zufall sein, daß an so weit voneinander entfernten Punkten innerhalb der gleichen subkarpathischen Tertiarzone derartige Fragen auftauchen und es wäre jedenfalls von Interesse, ihnen bei Ausführung weiterer Arbeiten Aufmerksamkeit zu schenken. Wenn die Linsenform der Kalisalzlager nicht ein primäres Ablagerungsmerkmal, sondern in der Hauptsache eine Begleiterscheinung der Faltung im Haselgebirge ist, dann wird man jedenfalls bei Ausführung weiterer Bohrungen dem Verlaufe der Sattelzonen besondere Aufmerksamkeit schenken müssen.

Bedenkt man, daß nur wenige Kilometer nordöstlich von Kalusz bereits der Rand der podolischen Platte durchzieht, wo über unge-

falteten oberkretazischen Mergeln in geringer Mächtigkeit miocäne, gipsführende, aber salzfreie Schichten (podolische Gipsformation) transgredieren, während im Bereiche der Saline bereits eine so ausgezeichnete Entwicklung der Salzformation mit Abraumsalzen vorhanden ist, dann scheint es, daß der Abstand dieser beiden Entwicklungen in nicht unbeträchtlicher Weise durch Faltenbildung verkürzt worden ist.
