

Zur Tektonik des Kärntner Erzberges.

Von Bergrat Prof. Dr. H. Quiring, Berlin

Mit 7 Textabbildungen.

Im Jahre 1925 berichtete ich in einer Sitzung der Deutschen Geologischen Gesellschaft kurz über tektonische Untersuchungen im Bereich des Erzberges von Hüttenberg in Kärnten. Weitere Veröffentlichungen stellte ich auf Wunsch von Herrn Prof. Dr. Redlich, Prag, zurück, da eine ausführliche Bearbeitung der Lagerstätte durch die Herren Redlich und Ing. Habermelner in Aussicht stand. Diese Bearbeitung ist kürzlich erschienen¹⁾. Sie enthält Mitteilungen und eine Abbildung aus dem von mir 1925 der Grubenverwaltung erstatteten Bericht. Ich sehe mich daher veranlaßt, den die Nebengesteins- und Klufftektonik betreffenden Teil des Berichts mit einigen Ergänzungen zu veröffentlichen.

Am Aufbau des Hüttenberger Erzberges sind im wesentlichen beteiligt:

Glimmerschiefer,
kristalliner Kalkstein,
Injektionsgneis (Pegmatitgänge),
Spat- und Brauneisensteinkörper,
Schwerspat- Chalzedon- und Quarz-
ausscheidungen.

Glimmerschiefer und kristalliner Kalk bilden eine konkordante Gesteinsfolge, die in mehreren tektonischen Phasen, zum Teil schon in vor-kristalliner Zeit, aufgerichtet, schuppenförmig überschoben und durch Verwerfungen zerstückelt worden ist.

¹⁾ Ing. H. Habermelner, Die Eisenerzlagerstätten im Zuge Lölling — Hüttenberg — Friesach in Kärnten. Mit Beiträgen von F. Sellner und K. A. Redlich, „Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb.“, Bd. 76, Wien 1928, S. 87ff. u. 117ff. Die geschichtliche Einleitung enthält einige Ungenauigkeiten. Die im Bereich des Kniechtstollens bei den verunglückten Bergleuten gefundenen römischen Münzen waren nicht um + 100 geprägt, sondern stammten aus der Zeit des Kaisers Caj. Vibius Trebonianus Gallus, der von 251 bis 254 regierte. Ferner lag der bei dem Unglück eingestürzte und etwa 45 qm große Weitungsbaubau nicht 40, sondern 20 m unter der Tagesoberfläche. Der hierauf sich beziehende Aufsatz von F. Seeland (Beitrag zur Geschichte des Hüttenberger Erzberges. „Österr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen“, 23. Jg., Wien 1885) ist von den Verfassern übersehen worden. Noricum stand von — 600 bis zur Eroberung durch die Römer unter keltischer Herrschaft. Dem norischen Erzberg und dem Siegerland verdanken die Kelten des Frühlatène ihre vorzüglichen langen Stahlschwerter, die den schmiedeeisernen Kurzschwertern der Römer überlegen waren. Wenn auch der norische Stahl den Römern im vierten und dritten Jahrhundert vor unserer Zeitrechnung bekannt geworden ist — sie haben ihn von den Kelten eingehandelt —, so beginnt doch die bessere Bewaffnung des römischen Heeres erst mit der Erwerbung Noricums. Der in Candaliceae (Hüttenberg) in Rennöfen aus manganhaltigen „Blauerzen“ erschmolzene

I. Lagerungsverhältnisse des Nebengesteins.

Nach der Tageskartierung streichen im Bereich des Reviers Unterer Knappenberg¹⁾ die Gesteinsgrenzen zwischen Kalk und Glimmerschiefer etwa N 70° W. Die Ergebnisse der Kompaßmessungen der Schieferung an 147 Punkten unter Tage entsprechen annähernd diesem Verlauf des Gesteinswechsels und erweisen, daß Schichtung und Schieferung im wesentlichen gleichgerichtet sind. Als Durchschnittswerte haben sich ergeben:

	Zahl der Messungen		Südfallende Schichten		Zahl der Messungen		Nordfallende und überkippte Schichten	
	Streichen	Einfallen	Streichen	Einfallen	Streichen	Einfallen	Streichen	Einfallen
Bergezuf. Strecke zum Punkt VIII L.	3	N 73° W	30°	S	2	N 67° W	85°	N
Oberer Wolfbau und Wolfbau	36	N 65° W	40°	S	5	N 66° W	80°	N
2er Strecke und Querschl. 113-m-Sohle	20	N 65° W	25°	S	4	N 84° W	72°	N
Erbstollen-Sohle	27	N 66° W	35°	S	10	N 65° W	66°	N
14er Strecke und Heinrich-Sohle	19	N 67° W	39°	S	6	N 75° W	73°	N
Alb.-Dickmann-Stollen	13	N 55° W	47°	S	2	N 70° W	50°	N
Revier Unterer Knappenberg	118	N 64° W	36°	S	29	N 70° W	71°	N

Danach streichen die Schichten, soweit sie nach S fallen, von WNW nach OSO. Die nach N fallenden und überkippten Schichten streichen etwas mehr W—O, wohl aus dem Grunde, weil sie ihr abweichendes Einfallen durch spätere Überschiebung erhalten haben. Die Überkippfung und das Fallen nach N sind nur als Stauchungs- und Schleppungserscheinungen zu betrachten. Auch an der Tagesoberfläche ist örtlich ein stärker abweichendes Schichtenstreichen vorhanden. Es liegt dies ebenfalls an den überaus zahlreichen Verwerfungen und Überschiebungen.

Stahl wurde in den Staatswerkstätten von Aquileja, Verona, Cremona und Mantua zu Waffen und Werkzeugen verarbeitet. Um das Jahr + 300 scheint der römische Bergbau völlig verfallen zu sein. Auch die Besiedlung hat offenbar aufgehört, da sämtliche keltische und römische Orts- und Flurnamen in Vergessenheit geraten sind. Die Neubesiedlung ist, wie die Orts- und Flurnamen sowie die Rassenmerkmale der Bevölkerung bezeugen, durch Einwanderer bayrisch-dinarischen Stammes erfolgt, wahrscheinlich im Zusammenhang mit der Schenkung des Landes und der Verleihung der Erzvorkommen an den Erzbischof von Salzburg im Jahre 831.

¹⁾ Ich beschränke mich vornehmlich auf diesen Teil des Erzberges, weil er alle typischen Störungsformen enthält und mir unter der sachkundigen ausgezeichneten Führung des Herrn Ing. Habermelner, dem ich auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche, am besten bekannt geworden ist.

Besondere Erwähnung verdient das abweichend gerichtete Streichen der Schichten (N 55° W) im Albert-Dickmann-Stollen. In diesem NW-Streichen kommen die starken Schleppungen zum Ausdruck, die durch Sprünge hohen Verwurfs erzeugt sind, die den Stollen in N-S-Richtung queren. Ich werde noch weiter unten darauf eingehen. Diese Sprünge, die nach W fallen, haben die ursprünglich N 65° W streichenden Schichten nach N 55° W umgelenkt. Die entgegengesetzte Erscheinung besteht am Ostende des Hauptlagers. Dort wird das Lager durch mehrere nach O fallende Sprünge abgeschnitten und verworfen. Durch den Verwurf sind die Schichten um einen geringen Winkel in die W-O-Richtung umgelenkt (geschleppt).

Das Einfallen der Sedimente ist weit überwiegend nach SSW gerichtet, und zwar mit

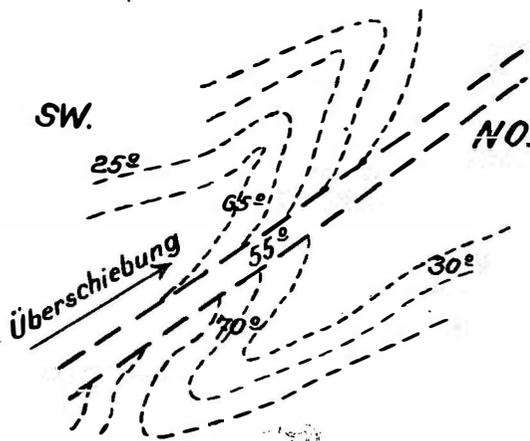


Abb. 1. Schichtenüberkipfung beiderseits einer Glimmerüberschiebung auf der Wolfbausohle.

verhältnismäßig flachen Fallwinkeln. Nur im Albert-Dickmann-Stollen herrschen Neigungen von mehr als 45° vor. Das Südfallen der Schichten ist als die ursprüngliche Lagerung anzusehen, die bei der ersten Aufrichtung der Schichten entstanden ist. Gebogen und überkippt wurden die Gesteine erst später bei der Schuppung auf Überschiebungsklüften. Solche Überkipnungen, erzeugt durch Überschiebung aus südlicher Richtung, sind an vielen Punkten in der Grube zu beobachten. Beispielsweise bietet sich auf der Wolfbausohle südöstlich des Versatzschachtes Bartenstein beistehendes Bild (Abb. 1), das als Typus der durch Überschiebung erzeugten Überkipnungen gelten kann.

Ohne Einschränkung kann gesagt werden: eine deutliche Faltung (Mulden- und Sattelformung) mit primär nach N fallenden bzw. isoklinal fallenden Schichten ist im Bereich des Unteren Knappenberges nicht vorhanden. Alle nach N fallenden und überkippten Schichten sind durch Schlepplagen beim schuppenförmigen Zusammenschub in die abweichende Lage gebracht worden. Diese Tatsache ist für die Be-

antwortung der Frage, ob und wie tief das eisensteinführende Kalkmassiv in die Tiefe setzt, von ausschlaggebender Bedeutung.

Im Barbarastollen und im westlichen Teil des Löllinger Reviers entspricht das Streichen der Schichten (aus 55 Messungen hat sich für die nach S fallenden Schichten ein Streichen nach N 53° W und ein Einfallen von 39° nach S ergeben) nicht vollständig (Winkelunterschied 12°) dem Streichen im Revier Unterer Knappenberg.

Im östlichen Teil des Löllinger Reviers biegt das nordwestliche Streichen unvermittelt um, so daß im Löllinger Erbstollen ein nord-südliches Streichen, das zwischen N 64° O und N 51° W wechselt, vorherrscht. Diese plötzliche Umbiegung der Schichten in die N-S-Richtung kommt auch in den Tagesaufnahmen zum Ausdruck, da sich das erzführende Kalkmassiv zwischen Holler und Garler nach S wendet und weiterhin in südlicher Richtung nach Lölling-Sonnenseite streicht.

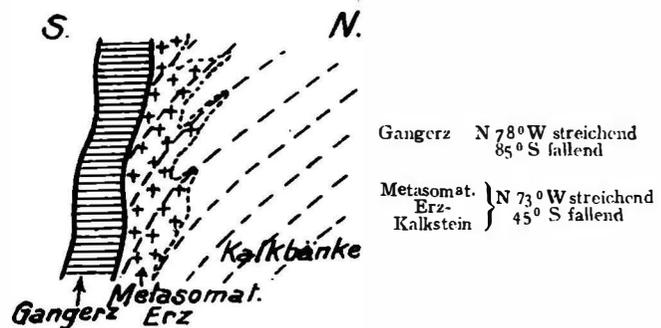


Abb. 2. Gangerz und metasomatisches Erz im Greitbau.

II. Beziehungen zwischen den Spateisensteinkörpern und dem Nebengestein.

Die bisher aufgeschlossenen und im Abbau stehenden Erzkörper setzen ausnahmslos in dem breiten Hüttenberger Kalkzuge auf, der von Gossen nach Lölling streicht und bis zu 400 m Breite besitzt. Unter Tage nimmt die Breite des Kalkzuges durch Wegfall eines an der Tagesoberfläche vorhandenen Glimmerstreifens bis auf 500 m zu. Das Liegende und Hangende des Kalkzuges bilden Glimmerschiefer.

Die Erzkörper streichen spitz zu den Kalken (etwas mehr ost-westlich) und besitzen bei wechselnder Mächtigkeit eine Länge bis zu 780 m (Hauptlager).

Der Bildungsprozeß des Spateisensteins läßt sich in mehrere teils nebeneinander, teils nacheinander ablaufende Vorgänge zerlegen, von denen die einfachen ekpleromatischen Vorgänge (Ausfüllung der Gangspalten und anderer tektonischer Hohlräume) und die antiklastischen Vorgänge (Ersetzung hydromechanisch und chemisch beseitigter Teile des Nebengesteins

bzw. präexistierender Gangarten) die wichtigsten sind. Die antiklastischen Vorgänge lassen sich in anapleromatische (Wiederauffüllung durch Korrosion entstandener Hohlräume) und metasomatische Vorgänge (Mineralbildung unter chemisch-molekularem Ersatz von Nebengesteinstteilen bzw. präexistierenden Gangarten) trennen.

Alle Eisenspatkörper des Kärntner Erzberges bestehen demnach genetisch aus folgenden Einzelabschnitten:

1. Spaltenausfüllungen (meist gelber, richtungslos körniger Spateisenstein, ausgeschieden in tektonischen Spalten und Rissen).

2. Ausfüllungen von schlotenförmigen Auswaschungshohlräumen (meist gelber, richtungslos körniger Spateisenstein, ausgeschieden in Korrosionshohlräumen).

3. Metasomatische Abschnitte (meist grauer Spateisenstein mit der Struktur und Textur des kristallinen Kalkes, entstanden durch molekularen Ersatz von Teilen des Nebengesteins, d. h. durch „äußere Gangmetasomatose“¹⁾).

Bei den Eisensteinkörpern des Hüttenberger Erzberges handelt es sich demnach um Gänge und Höhlenfüllungen mit starker äußerer Gangmetasomatose (Nebengesteinsvererzung). Die Höhlenfüllungen lassen sich von den Spaltenfüllungen nach der Art des Spateisensteins nicht trennen. Am zweckmäßigsten wird das grobspätige gelbe Erz der Spalten und Höhlen als Gangerz²⁾ dem feinkristallinen unreineren grauen und vielfach noch Bankung und Lagentextur zeigenden metasomatischen Erz gegenübergestellt.

Im Greitbau konnte nebenstehendes Profil aufgenommen werden (Abb. 2).

Die Unterscheidung zwischen Gangerz und metasomatischem Erz ist nicht nur aus Gründen der Aufbereitung wichtig, sondern weil die Auffindung mächtigerer Gangerze darauf hindeutet, daß eine stärkere Spaltenquelle³⁾ die Auscheidungen verursacht hat, denen sich bedeutende metasomatische Abschnitte anlegen können⁴⁾.

Die Tatsache, daß die Leitlinien der Lager, als die wir die Gangerze betrachten dürfen, zu

1) Beyschlag, Krusch, Vogt, Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine. Stuttgart 1914, Bd. I, S. 140.

2) Dennoch erschien es mir, um Verwechslungen vorzubeugen, zweckmäßig, die historisch gewordenen Bezeichnungen der einzelnen Erzkörper als Lager beizubehalten.

3) Vgl. H. Quiring, Thermenanstieg und Gangschieben. Zeitschr. f. prakt. Geol., Halle, 1924, S. 161 ff.

4) K. A. Redlich u. Haberfelner (a. a. O. S. 118) haben im Anschluß an Brunelchner zwischen dem gelben grobblättrigen und dem grauen Spateisenstein einen zeitlichen Unterschied konstruiert. Sie weisen den gelben Spat einer jüngeren Generation zu und verlegen die Bildung des grauen Spates vor die Kristallisationsschieferung. Ich kann ihnen darin nicht folgen. Die Muskovitlagen im grauen Spat betrachte

dem Streichen des Kalkes geringe Abweichungen zeigt, geht aus nachstehender Tabelle hervor:

	Zahl der Beobachtungen	Mittleres Streichen, Fallen des Nebengesteins		Zahl der Beobachtungen	Mittleres Streichen, Fallen des Gangerzes	
Wolfbau und 21er Strecke	43	N 65° W	35° S	4	N 72° W	65° S
14er Strecke und Heinrich-Sohle	19	N 67° W	39° S	8	N 77° W	72° S

Es besteht also deutliche Diskordanz zwischen dem Gangerz und dem begleitenden Nebengestein. Da von dem Gangerz die metasomatische Vererzung des Nebengesteins ausgegangen ist, so zeigen die Erzkörper auch im ganzen eine Diskordanz zum Nebengestein, die hauptsächlich darin besteht, daß die Erzkörper um 20—40° steiler einfallen als die Schichten. Mit anderen Worten: Der zur Zeit der Spateisenstein- generation in zahlreichen Stämmen und Ästen steil aufsteigende Eisensäuerling hat nicht eine bestimmte Bankfolge vererzt, sondern vorwiegend die nähere oder weitere Nachbarschaft seines Aufstiegsweges, der von einem Netz von Spalten vorgezeichnet worden ist.

Die Erzkörper machen daher die präsiditischen Verbiegungen des Nebengesteins nicht mit, wie ein Teil der früher gezeichneten Profile dies darstellt. Sie gehen unabhängig von den Verbiegungen des Nebengesteins in die Tiefe. Nachträgliche (postsideritische) Störungen (Überschiebungen) haben naturgemäß die Erzkörper verbogen und gestört.

ich als Relikte metasomatisch vererzter, ursprünglich gebänderter kristalliner Kalke, deren Bänderung aus lagenweise eingestreuten Glimmerschüppchen bestand. Während die Kalkkarbonatlagen restlos molekular durch Eisenkarbonat ersetzt wurden, widerstanden die silikatischen Lagen der metasomatischen Umwandlung. So erklärt sich auch, daß dort, wo die Glimmereinschlüsse im kristallinen Kalk sehr bedeutend sind, der graue Spat bei der Analyse Kieselsäuregehalte bis zu 20% aufweist. Die Theorie von Brunelchner-Redlich-Haberfelner wäre berechtigt, wenn eine völlige Durchschieferung des grauen Spates, die nicht erkennbar ist, vorhanden wäre. Die Glimmereinstreuung selbst, das Hineingeraten von Silikaten in eine ursprünglich reine Spateisenstein-Gangmasse, kann weder durch Kristallisationsschieferung, noch durch Transversalschieferung erklärt werden. Übrigens weisen sehr viele Spateisensteinlagerstätten der Erde, unter anderem die des Siegerlandes (Bornhardt, Die Gangverhältnisse des Siegerlandes und seiner Umgebung. Arch. f. Lagerstättenforschung, Heft 2, Berlin 1910) und Nordspaniens (H. Quiring, Gänge, Sprünge und flache Überschiebungen im Spateisensteinbezirk von Bilbao. Zeitschr. f. d. Berg- u. Sal.-Wes. i. Preuß. Staate, Berlin 1929) den Gegensatz zwischen grauem, meist metasomatischem, und gelbem, meist reinem Gangerz auf. Einen wesentlichen Altersunterschied hat man aus dieser Tatsache noch niemals abgeleitet, trotzdem namentlich im Siegerlande die paragenetische Stellung der Erze zueinander und die Beziehungen zu tektonischen Vorgängen ungleich klarer herausgearbeitet worden sind als in Steiermark und Kärnten.

III. Klüfte.

Es treten auf:

Druckklüfte: Präkristalline Überschiebungsklüfte mit glimmeriger Ausfüllung; postkristalline Überschiebungsklüfte mit lettiger Ausfüllung; postkristalline Verschiebungsklüfte mit lettiger Ausfüllung.

Zugklüfte: Präkristalline Sprünge mit glimmeriger Ausfüllung; präkristalline Sprünge mit Pegmatit-Ausfüllung; postkristalline präsideritische Sprünge mit lettiger Ausfüllung; postkristalline sideritische Sprünge mit Spateisenstein-Ausfüllung; postkristalline postsideritische Sprünge mit Schwerspat- und Chaledon-Ausfüllung; postkristalline postsideritische Sprünge mit lettiger Ausfüllung.

Die Ausfüllung der Klüfte bezeugt das verschiedene Alter der Störungen¹⁾. Wir haben danach die vorhandenen Glimmerklüfte, Pegmatitgänge, Lettenklüfte, Spateisensteingänge und Schwerspatgänge zeitlich zu ordnen.

A) Klüfte mit kristalliner Ausfüllung.

Die Klüfte mit glimmeriger Ausfüllung, die Glimmerklüfte, sind im Glimmerschiefer und kristallinen Kalk ebenso häufig wie die Lettenklüfte. Sie sind ursprünglich als Lettenklüfte entstanden und erst bei der Regional-Metamorphose zu Glimmerklüften umgewandelt worden. Die Metamorphose hat nicht nur das Nebengestein (geschichtete Kalke und Tonschiefer) zu kristallinen Kalk und Glimmerschiefer, sondern auch die Kluftausfüllung verändert.

Die Glimmerklüfte sind durchweg älter als die Spateisensteinbildung, da an ihnen nirgends die Erzkörper einen Verwurf oder eine Überschiebung zeigen.

1. Glimmer-Überschiebungen. Über das Streichen und Fallen der Glimmer-Überschiebungen im Revier Unterer Knappenberg gibt nachstehende Tabelle Aufschluß:

	Nach S fallende Überschiebungen			Nach N fallende Überschiebungen		
	Zahl der Beobachtungen	Mittleres Streichen	Mittleres Fallen	Zahl der Beobachtungen	Mittleres Streichen	Mittleres Fallen
Oberer Wolfbau und Wolfbau	7	N 65° W	52° S	1	N 70° W	15° N
21er Strecke und Querschlag 113-m-Sohle	5	N 76° W	59° S			
Erbstollensohle	8	N 71° W	49° S			
14er Strecke und Heinrich-Sohle	8	N 74° W	52° S			
Unteres Revier	28	N 72° W	53° S			

Demnach liegen die Glimmerüberschiebungen nicht vollständig im Streichen der Schichten, sondern durchschneiden sie unter einem spitzen

1) H. Quiring, Glimmerklüfte, Lettenklüfte, Schichtung und Schieferung am Südabfall der Niederen Tauern. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. f. 1925, Monatsber., S. 130 ff.

Winkel von 5—10° im Streichen und 15—20° im Einfallen. Die Glimmerüberschiebungen streichen mehr W—O als die nach S fallenden Schichten. Das Einfallen der Glimmerüberschiebungen ist weit überwiegend nach S gerichtet; es ist in gewissem Umfange vom Schichtenfallen abhängig und etwa um 17° steiler als das Schichtenfallen.

Eine vorhandene Transformation ist nirgends durch spätere Faltung erfolgt. Wo Umbiegungen der Glimmerüberschiebungen vorliegen, sind stets jüngere Lettenklüfte die Ursache. So kommt es, daß die Glimmerüberschiebungsklüfte zum Teil nach N fallen. Ferner sind die Glimmerüberschiebungen zum Teil wieder aufgerissen, so die bedeutende Überschiebungskluft im Hangenden des Bartenstein-Lagers auf der Wolfbau-Sohle. Die wieder aufgerissene Zone der Überschiebung liegt als Lettenkluft teils in der Mitte, teils an der Seite der alten Glimmerkluft, bildet also gewissermaßen ein Salband.

Die nicht seltenen Überkippen des Kalkes sind fast stets durch Glimmerüberschiebungen bewirkt. Dies geht schon daraus hervor, daß die überkippten und nach N fallenden Schichten, wie die vorstehende Tabelle zeigt, stärker W—O gerichtet sind als die nach S fallenden Schichten, sich also offensichtlich dem Streichen der Glimmerüberschiebungsklüfte angepaßt haben.

Für die Tektonik des Hüttenberger Erzberges im großen haben die Glimmerüberschiebungen eine sehr wesentliche Bedeutung.

Die größte Überschiebung des Unteren Reviers liegt im Hangenden des Lagers Bartenstein. Diese „Bartenstein-Überschiebung“ ist auf folgenden Sohlen durchörtert worden:

Auf der Heinrich-Sohle N 80° W streichend und mit 75° nach S fallend. Die Ausfüllung der Überschiebungskluft ist fast 10 m breit. Die benachbarten Schichten im Liegenden und Hangenden sind stark gestaucht und überkippt. Auch das Streichen ist beeinflusst.

In der 14er Strecke mit einer 2 m breiten Ausfüllung. Die Ausfüllung zeigt Auswaschungserscheinungen. Die Überschiebung bildet hier das natürliche Hangende des Bartenstein-Erzkörpers.

In der 21er Strecke, N 70° W streichend, 70° S fallend. Das liegende Nebengestein ist überkippt.

Auf der Wolfbau-Sohle, N 70° W streichend, 55° S fallend, Hangend- und Liegendscholle sind überkippt. Die Kluft ist später geringfügig wieder aufgerissen.

Auf der Wolfbau-Sohle im Hangenden des Weißerzliedlagers, N 60° W streichend, 35° S fallend, mit 7,5 m breiter Ausfüllung.

Die Bartenstein-Überschiebung, deren Schubweite mehrere hundert Meter beträgt, begrenzt, wie das nachstehende Profil (Abb. 3) zeigt, den Glimmerschieferstreifen, der über den Knappenberg südlich der Rudolfshöhe hinwegstreicht.

Infolgedessen setzt dieser Glimmer nicht in die heute betriebenen Grubenbaue nieder¹⁾. Der Glimmerschiefer der Rudolfshöhe bildet das natürliche Hangende des erzführenden Kalkmassivs, nicht, wie bisher angenommen wurde, die natürliche Unterlage. Der über die Rudolfshöhe verlaufende Kalkstreifen ist daher ein Teil des erzführenden Kalkmassivs. Eine ähnlich bedeutende Glimmerüberschiebung ist im Barbara-Stollen durchörtert worden. Sie dürfte gegen 300 m Schubweite besitzen; sie hat anscheinend die Verdoppelung des mächtigen Pegmatitlagers zwischen Andreaskreuz und Heft bewirkt.

Bedeutende Glimmerüberschiebungen liegen im Hangenden und Liegenden des Hauptlagers. Die im Liegenden befindliche Überschiebung ist auf der Heinrich-Sohle (N 80° W streichend, 40° S fallend) und auf der Wolfbau-Sohle (15 m breit) durchörtert worden mit einem Streichen in N 85° W und mit einem Einfallen von 50° S.

zerreibliche Beschaffenheit und vor allem durch die deutliche Diskordanz zu den begleitenden Kalkbänken von echten Glimmerschiefern unterscheiden, besondere Beachtung, da sie als die wichtigsten tektonischen Störungen des Erzberges zu gelten haben, auch wenn sie vor der Erzgeneration gebildet worden sind und die Erzkörper an ihnen einen Verwurf nicht erlitten haben.

Zahl, mittleres Streichen und Einfallen der im Barbara-Stollen und Löllinger Revier beobachteten glimmerführenden Überschiebungsklüfte gehen aus nachstehender Tabelle hervor.

	Zahl der Messungen	Streichen	Einfallen
Barbara-Stollen	3	N 64° W	53° S
Löllinger Erbstollen	2	N 23° W	42° W bzw. 80° W
Zwischenhorizont	I	N 70° W	50° S
Mittelbau	II	N 67° W	51° SW

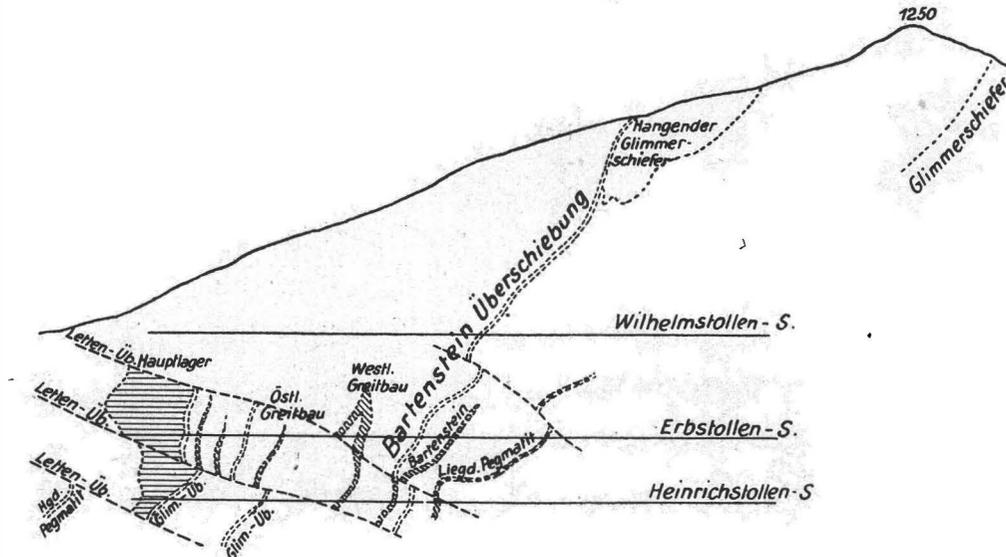


Abb. 3. Bartenstein - Überschiebung.

Auch diese Überschiebungskluft ist später geringfügig wieder aufgerissen. Die das natürliche Hangende des Hauptlagers bildende Überschiebung ist auf der Heinrich-Sohle, 2 m breit mit einem südlichen Fallen von 30°, durchquert worden. Inwieweit diese das Hauptlager begleitenden Glimmerüberschiebungen weitergehende tektonische Bedeutung haben, läßt sich nach den bisherigen Feststellungen nicht entscheiden. Jedenfalls verdienen alle diese Glimmerüberschiebungen, die sich durch den nicht geringen Kalkgehalt der Ausfüllungsmasse, ihre meist

Wie im Unteren Revier besteht also eine Diskordanz im Streichen zwischen den Schichten und den Glimmerüberschiebungen, die 5—15° beträgt. Die Glimmerüberschiebungen sind um diesen Betrag mehr W—O gerichtet. Diese Abweichung bestätigt, daß die Schichtenüberkipnungen mit den Glimmerüberschiebungen zusammenhängen. Das Einfallen der Glimmerüberschiebungen ist um rund 12° steiler als das Einfallen der Schichten.

Trotzdem im Löllinger Erbstollen nur zwei Glimmerüberschiebungen aufgenommen wurden, geht aus diesen wenigen Messungen hervor, daß die Glimmerüberschiebungen die Umbiegung der Schichten nach S mitgemacht, also ebenfalls N-S-Richtung angenommen haben. Es ist daraus zu schließen, daß die tektonische Bewegung, die zur Umbiegung des Kalkmassivs im Bereich des Löllinger Erbstollens

1) Haberfelner (a. a. O. S. 100) bezweifelt das Vorhandensein der Bartenstein-Glimmerüberschiebung mit der Begründung, daß sie etwa in Höhe der Heinrich-Sohle das Bartenstein-Lager durchbrechen müßte. Diese Forderung ist unerfüllbar. Da die Überschiebung älter als das Bartenstein-Lager ist, kann sie naturgemäß das Lager nicht durchbrechen, wird vielmehr selbst von dem Lager durchbrochen.

geführt hat, erst nach Entstehung der Glimmerüberschiebungen eingetreten ist.

Durch jüngere Störungen sind die Glimmerüberschiebungen zum Teil wieder aufgerissen oder stark deformiert worden. Beispiele für ein Wiederaufreißen der Glimmerklüfte bieten die auf dem Zwischenhorizont beobachtete Glimmerüberschiebung und mehrere Glimmerüberschiebungen auf der Mittelbausohle. Eine sehr deutliche Verbiegung einer Glimmerüberschiebung, welche die Fältelung des Nebengesteins mitmacht, zeigt ein Querschlag auf der Mittelbausohle (vgl. Abb. 4).

Wir haben den bezeichnenden Fall, daß eine spätere Stauchung Schichten und Überschiebungskluft gefaltet hat. Glätten wir das Profil aus, so ergibt sich, daß die Glimmerüberschiebung in sehr flach liegenden Schichten aufgerissen ist, und zwar mit einem Einfallwinkel von nur 15° . Da dieser Winkel am Hüttenberger Erz-

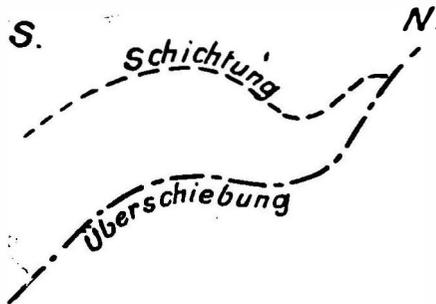


Abb. 4. Faltung einer Überschiebungskluft im Querschlag der Mittelbausohle.

berg fast konstant ist, so ist der Schluß gerechtfertigt, daß die Glimmerüberschiebungen sich kurz nach der Sedimentation gebildet haben, und zwar in noch fast undislozierten Schichten.

Die bedeutendste Glimmerüberschiebung des Löllinger Reviers sehe ich in einem Störungsbündel, das auf der Mittelbausohle etwa in Höhe des Westendes des Abendschlaghangendlagers querschlägig durchörtert worden ist. Eine zweite wichtige Glimmerüberschiebung, an der sowohl die hangenden wie die liegenden Schichten deutlich überkippt sind, ist ebenfalls auf der Mittelbausohle unterhalb des Schachthauptlagers durchfahren worden. Über den Einfluß dieser bedeutenden Überschiebung auf das Schachthauptlager lassen sich leider wegen fehlender Beobachtungen keine Angaben machen. Da das Lager jünger als die Überschiebung ist, kann sie es nicht verursacht haben, daß auf die 148-m-Sohle das Lager nicht niedergeht, vielmehr dürften hierbei Störungen (flache Letten-N-Überschiebungen) mitgewirkt haben, die ich allerdings in den von mir begangenen Querschlägen (von einem Falle abgesehen) nicht beobachtet habe.

Die letztgenannte bedeutende Glimmerüberschiebung kann mit der im Unteren Revier be-

obachteten Bartenstein-Überschiebung identisch sein.

Wegen der sehr wenigen Beobachtungen sind die Beziehungen zwischen den Glimmerüberschiebungen des Löllinger Reviers und den Erzkörpern nicht geklärt. Es scheint, als wenn das Abendschlagliegendlager im Hangenden einer Glimmerüberschiebung abgesetzt ist, die später wieder aufriß und einen sehr bedeutenden post-sideritischen Schub vermittelt hat.

2. Glimmersprünge. Glimmerführende Sprünge treten im Hüttenberger Erzberg nur sehr vereinzelt auf. Im Revier Unterer Knappenberg habe ich nur einen Sprung beobachtet, der N—S verläuft und seiger steht. Er tritt auf der 14er Strecke an die Bartenstein-Glimmerüberschiebung heran, wird von der Überschiebung abgeschnitten, ist also älter als diese. Im Löllinger Erbstollen ist eine $N 20^{\circ} W$ streichende und mit 80° nach O fallende Kluft aufgeschlossen, die eine zu Glimmerschiefer verhärtete Ausfüllung besitzt. Es ist nicht sicher, ob es sich um einen Sprung oder um eine Überschiebung handelt, die durch eine nachträgliche Bewegung steilgestellt worden ist.

3. Pegmatitgänge. Besonders bemerkenswert sind die präkristallinen Zugklüfte des Erzberges von Hüttenberg, die bei oder nach ihrem Aufreißen mit saurem Magma erfüllt wurden, das uns heute, nach der Regionalmetamorphose, als Injektionsgneis (Turmalinpegmatit) entgegentritt. Es ist zwar bisher immer angenommen worden, daß es Lager oder Lagergänge seien¹⁾, die dem Schichten- und Schieferungstreichen des Nebengesteins folgen, doch möchte ich auf einige Richtungsunterschiede im Bereich des Unteren Knappenberges aufmerksam machen. Nach meinen Messungen streichen die beiden Pegmatitkörper dort, wo sie durch posthume Tektonik weniger beeinflusst sind, $N 65^{\circ} W$. Ihr Fallen ist $62^{\circ} SW$. Es besteht demnach zwar gegenüber der allgemeinen Streichrichtung des Nebengesteins ($N 64^{\circ} W$) kein wesentlicher Unterschied, wohl aber gegenüber der Neigung der südlich fallenden Schiefer und Kalke ($36^{\circ} SW$).

Zwischen dem Fallen der Pegmatitkörper und dem Fallen der Eisensteingangkörper (meist $60—70^{\circ} SW$) ist eine auffällige Übereinstimmung erkennbar. Für die Gangnatur der im Streichen des Nebengesteins folgenden Pegmatitkörper spricht weiter eine Beobachtung am Ostende des Hauptlagers. Dort wird eine mit 70° nach N fallende Kalkbank von einem Pegmatitkörper

1) Die vielfach, z. B. auf der Erbstollensohle, inmitten des Spateisensteins liegenden Pegmatitfetzen sind vor oder während der Spatgeneration in die sideritischen Spalten abgestürzt und dann von Spateisenstein umkrustet worden. Auch Sellner (a. a. O. S. 93) erkennt die Präexistenz des Pegmatits gegenüber dem Spateisenstein an

durchbrochen, der N 75° W streicht und mit 80° S einfällt.

Außer diesen, dem Streichen des Nebengesteins folgenden Pegmatitgängen, treten südlich des Löllinger Berges. SSW — NNO, also senkrecht zum ersten System verlaufende mächtige Pegmatitkörper auf. Da im Löllinger Revier auch das Nebengestein eine vorwiegende nordsüdliche Streichrichtung annimmt, so könnte die abweichende Richtung durch eine Gesamt-schleppung gedeutet werden, die andererseits aber auch eine Ursache haben muß. Ich nehme an, daß die nordsüdliche Umbiegung des Nebengesteins, die in ihrem jetzigen Ausmaß zwar erst in post-kristalliner Zeit entstanden ist, durch das Aufreißen der SSW — NNO streichenden Pegmatitgänge bereits vor der Regionalmetamorphose eingeleitet wurde.

Aus der Gangnatur der vor der Kristallisationsmetamorphose entstandenen Pegmatitkörper ergibt sich, daß in sehr früher Zeit eine tektonische Zerrungsphase (Zerrungsrichtung NW — SO) die noch nicht kristallinen Sedimente betroffen hat und am Ostende des Kalklagers von Hüttenberg schon damals ein NO — SW streichendes Spaltenbündel, das präkristalline Löllinger Spaltenbündel, etwa auf der Streichlinie Lölling — Löllinger Berg hat aufreißen lassen, wodurch eine Umbiegung des allgemein NW — SO streichenden Kalklagers nach S hervorgerufen worden ist. Dabei wurde die nordwestlich des Spaltenbündels gelegene Scholle gesenkt und im Grundriß nach N vorgeschoben. Auf der großen Randspalte drangen die sauren Magmen auf, die uns heute als die Pegmatitkörper südlich des Löllinger Berges entgegen-treten. Bei der gewaltigen tektonischen Bewegung rissen im Liegenden des Hüttenberger Kalklagers, etwa parallel zu ihm, mehrere streichende Spalten auf, in denen ebenfalls saure Magmen aufstiegen und sich absetzten, die jetzigen Pegmatitlagergänge des Knappenberges.

Unmittelbare Altersbeziehungen zwischen den Pegmatitkörpern und den Glimmerüberschiebungen habe ich nicht feststellen können, doch steht das höhere Alter der Überschiebungen der präkristallinen Hauptfaltung-phase außer allem Zweifel, da die tektonische Einwirkung des Löllinger Spaltenbündels auf die Lagerungsverhältnisse nur zu erklären ist, wenn ein höheres Alter der Aufrichtung und Schuppung der Sedimente vorausgesetzt wird. Ferner zeigen die Pegmatitkörper zwar eine beträchtliche, aber doch weniger verwickelte nachträgliche tektonische Deformation als die Glimmerüberschiebungen.

B) Die Spateisensteinkörper in ihren Beziehungen zu präsideritischen Klüften.

Trotz des ähnlichen Einfallens der Pegmatitlagergänge am Knappenberg hat die Spateisen-

steingeneration zeitlich¹⁾ und genetisch nichts mit den vorkristallinen tektonischen und magmatischen Vorgängen zu tun, da sie in verhältnismäßig späte nachkristalline Zeit fällt. Räumlich haben jedoch die präexistierenden Störungen, vor allem die Glimmerüberschiebungen, die Entstehung, Lage und Form der Eisensteinkörper erheblich beeinflußt. So liegt das Hauptlager, wie die Aufschlüsse auf der Heinrich-Sohle und auf der Wolfbausohle zeigen, stellenweise zwischen zwei bedeutenden Überschiebungsklüften. Der Kalk zwischen den Überschiebungsklüften ist zu Spateisenstein, nachträglich dann zu Brauneisenstein, metasomatisch umgewandelt worden. In ähnlicher Weise legt sich in der 14er Strecke das Bartenstein-Lager der großen Bartenstein-Überschiebung an. In der Lokomotivstrecke der Erbstollensohle bildet eine Glimmerüberschiebung das natürliche Liegende und eine weitere Überschiebung das natürliche Hangende eines 1 m mächtigen Streifens metasomatischen Erzes. Auch das Punkt-VIIIer-Lager ist im Hangenden einer Glimmerüberschiebung abgeschieden.

Für die Tatsache, daß Glimmerüberschiebungen vielfach das natürliche Liegende und Hangende der Erzkörper bilden, lassen sich folgende Gründe angeben:

a) Beim Aufstieg dienten den Eisenkarbonatthermen²⁾ als Wege:

1. Spalten und Risse, 2. Auswaschungshohlräume, 3. wasserdurchlässiges Gestein.

b) Die Aufstiegswege der Thermen im Kalkmassiv wurden vorgezeichnet und beeinflußt durch die bestehenden Zerrüttungszonen (Überkippungszonen, Verbiegungszonen) beiderseits der Glimmerüberschiebungen.

c) Die Glimmerüberschiebungen bildeten teils die wassertragende Unterlage, teils das abdämmende Dach des aufsteigenden Eisensäuerlings.

d) In den Zerrüttungszonen beiderseits der Glimmerüberschiebungen bildeten sich beim Aufstieg der heißen Therme besonders bedeutende Auswaschungshohlräume, die sich mit Spateisenstein füllen konnten.

1) Sehr bezeichnend ist die Abb. 2, die Sellner a. a. O. S. 93) wiedergegeben hat. Hier schieben sich zwei deutliche Spateisensteingänge in die ältere Pegmatitmasse des Heinrich-Querschlagges vor.

2) Es gibt nur eine hydrothermale Spateisensteingeneration in Hüttenberg. Nachträgliche Umkristallisationen, Neubildung von Drusenspat usw. stehen dem nicht entgegen. Das wesentlichste Beweismittel für die Einheitlichkeit der Generation ist, daß der Mangan- und Magnesiumkarbonatgehalt des grauen und des gelben Spates derselbe ist. Der abweichende Kieselsäuregehalt ist auf das Vorhandensein der Glimmerrelikte im metasomatischen grauen Spat zurückzuführen. In den Lagerstätten anderer Reviere, in denen mehrere Spatgenerationen erkennbar sind, prägt sich dies in abweichender Mineralzusammensetzung aus. So ist der jüngere Spateisenstein des Siegerlandes durch einen weit geringeren Mangan-gehalt ausgezeichnet.

Wie sehr gerade die Schichten im Hangenden bzw. Liegenden einer Überschiebung zur Bildung von Auswaschungshohlräumen (Schlotten) neigen, zeigen die Aufschlüsse im Bereich des Bartenstein-Lagers in der 14er Strecke, wo im Zuge der Bartenstein-Überschiebung durch absteigende Wasser große Höhlen geschaffen worden sind. Der Einfluß der Lage der Glimmerüberschiebungen auf der Erzabscheidung kommt auch darin zum Ausdruck, daß zwischen dem Streichen der Erzkörper (im Durchschnitt $N 74^{\circ} W$) und dem Streichen der Glimmerüberschiebungen (im Durchschnitt $N 72^{\circ} W$) kaum ein Unterschied besteht.

Diese Aufnahmeergebnisse tun dar, daß die nicht seltenen Glimmerschieferpartien im Kalk nicht, wie bisher angenommen worden ist, primäre Ablagerungen tonig-sandigen Gesteins, sondern Störungen sind.

C) Klüfte mit lettiger Ausfüllung.

Bedeutend jünger als die Glimmerstörungen, die bereits vor der Regionalmetamorphose entstanden, sind diejenigen Klüfte, deren lettige Ausfüllung erweist, daß sie die regionale Kristalli-

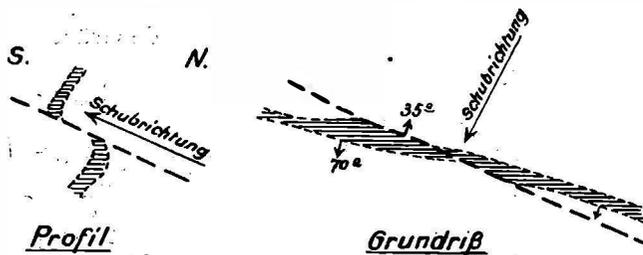


Abb. 5. Grundrißliche Verstellung und Auswalzung der Spateisensteinkörper durch nach S fallende Überschiebungsklüfte.

sationsmetamorphose nicht mitgemacht haben. Die Druckstörungen unter ihnen (Überschiebungsklüfte) gehören im wesentlichen einer jüngeren alpinen Pressungsperiode an, die sich in den Niederen Tauern nicht in Faltung, sondern in Schuppung des Gesteins geäußert hat. Wie in vielen vorgefalteten Massiven hat der Schub lediglich zum Aufreißen von Verschiebungs- und Überschiebungsklüften steiler und flacher Stellung geführt.

1. Die Lettenüberschiebungen mit S-Fallen. Die etwa im Streichen der Schichten verlaufenden Überschiebungsklüfte mit lettiger Ausfüllung fallen teils nach S, teils nach N.

Ob generell ein Altersunterschied zwischen beiden Gruppen besteht, konnte nicht festgestellt werden.

Lettenüberschiebungen mit S-Fallen habe ich an 29 Punkten im Unteren Revier beobachtet. Ihr mittleres Streichen und Einfallen ist aus obenstehender Zusammenstellung zu entnehmen.

Während also im Bereich des erzführenden Kalkes das Streichen der Lettenüberschiebungen $N 71^{\circ} W$ ist, sind die Überschiebungsklüfte im Albert-Dickmann-Stollen $N 54^{\circ} W$ gerichtet. Die

	Zahl der Beobachtungen	Mittleres	
		Streichen	Fallen
Bergezuführungsstrecke und Wolfbausohle	8	$N 78^{\circ} W$	$45^{\circ} S$
21er Strecke, 113-m-Sohle, Erbstollensohle	6	$N 62^{\circ} W$	$42^{\circ} S$
14er Strecke, Heinrich-Sohle	4	$N 71^{\circ} W$	$52^{\circ} S$
Albert-Dickmann-Stollen	11	$N 54^{\circ} W$	$53^{\circ} S$

Lettenüberschiebungen haben sich dort zweifellos dem Streichen der Schichten angenähert, das, wie oben bereits erwähnt, stärker NW gerichtet ist als in den übrigen Teilen des Reviers.

Die Lettenüberschiebungen mit Südfallen haben zum Teil die alten Glimmerüberschiebungen als Bahnen benutzt, so z. B. die Bartenstein-Überschiebung.

Die Schubweiten der Lettenüberschiebungen mit Südfallen im Unteren Revier dürften nicht sehr bedeutend sein, im Löllinger Revier

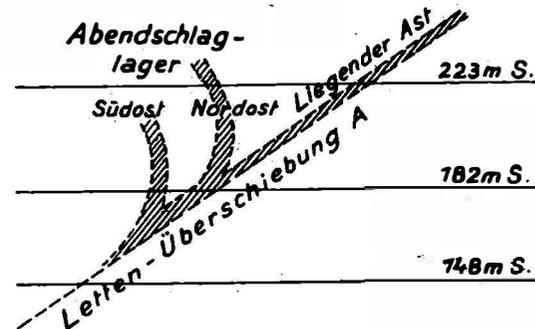


Abb. 6. Die Lage der Abendschlaglager zur Letten-Überschiebung A.

scheinen sie dagegen von größerer tektonischer Wirkung gewesen zu sein.

Über Anzahl, Streichen und Fallen gibt die nachstehende Zusammenstellung Aufschluß:

	Zahl der Messungen	Streichen	Einfallen
Barbara-Stollen	6	$N 67^{\circ} W$	$53^{\circ} S$
Martini-Stollen	4	$N 60^{\circ} W$	$52^{\circ} S$
Löllinger Erbstollen	5	$N 13^{\circ} W$	$46^{\circ} SW$
Zwischenhorizont	2	$N 63^{\circ} W$	$57^{\circ} S$
Mittelbau	13	$N 52^{\circ} W$	$43^{\circ} S$

Deutlich prägt sich in diesen Durchschnittszahlen aus, wie im Bereich des Löllinger Erbstollens auch die nach S fallenden Lettenüberschiebungen N-S-Richtung angenommen haben. Dies ist nur so erklärbar, daß die Hauptablenkung des Ostendes des erzführenden Kalkmassivs nach S erst nach Ausbildung der Lettenüberschiebungen und damit auch nach Entstehung der Eisensteinkörper erfolgt ist.

Die Lettenüberschiebungen sind andererseits älter als der größte Teil der Querstörungen. So sind im Martini-Stollen

zwei Lettenüberschiebungen von zwei NO-Sprüngen abgeschnitten, im Zwischenhorizont ist eine Lettenüberschiebung von einem N-Sprung verworfen. Nur ein einziger Fall (auf der Mittelbausohle) ist mir bekanntgeworden, wo ein N 24° O streichender Sprung von einer N 55° W streichenden Lettenüberschiebung abgeschnitten ist.

Unter den Lettenüberschiebungen mit S-Fallen befinden sich einige mit sehr bedeutender Schubweite. Ich habe sie mit A, B, C bezeichnet. Meist handelt es sich um wiederaufgerissene Glimmerüberschiebungen. Durch die aus S-Richtung wirkenden Lettenüberschiebungen sind die Spateisensteinkörper in der Weise zerrissen worden, daß im Grundriß und Profil folgende Verstellung eingetreten ist (s. Abb. 5): Ein sehr bezeichnendes Beispiel derartiger Verstellung (allerdings geringen Ausmaßes) bietet das Querschichtlager auf dem Zwischenhorizont. Dort wird das W—O streichende Lager durch eine wiederaufgerissene Glimmerüberschiebung (Streichen N 60°

W; Einfallen 50° S) in zwei Teile zerlegt, die stumpf gegeneinander versetzt sind.

Von den genannten bedeutenden Überschiebungen dürfte die Überschiebung A (Streichen N 50° W; Einfallen 40—50° SW) die größte Schubweite besitzen. Die Überschiebung fällt stückweise im Einfallen mit dem Abendschlagliedlager zusammen. Als wiederaufgerissene Glimmerüberschiebung ist sie auf der Mittelbausohle durchörtert worden. Sie hat verursacht, daß das Abendschlaghangendlager nicht bis zur Mittelbausohle niedersetzt (vgl. Abb. 6). Die Überschiebung A schneidet den Löllinger Erbstollen mit etwas umgelenktem Streichen (N 40° W) sehr spitz und fällt auf der Mittelbausohle mit dem Xaveriliedlager zusammen. Die Schubweite der Überschiebung A ist leider nicht bestimmbar. Die Schubweite der Überschiebung C kann etwa 100 m betragen. Auf die Einwirkung der Überschiebungen auf die Erzkörper werde ich weiter unten eingehen. (Schluß folgt.)

Der „Traß“ des Nördlinger Rieses im Vergleich mit den übrigen deutschen Traßvorkommen.

Von Wilhelm Ahrens und Alfred Bentz (Berlin).

Eine vornehmlich zu wissenschaftlichen Vergleichszwecken durchgeführte Untersuchung der Lagerstätten des sogenannten bayrischen Trasses im Nördlinger Ries hat gewisse, namentlich durch einen Vergleich mit dem rheinischen Traß gewonnene allgemeine Gesichtspunkte ergeben, die für die Praxis nicht unwichtig sind. Sie sollen im folgenden kurz dargelegt werden. Für alle Einzelheiten im Auftreten und in der petrographischen Zusammensetzung der Tuffe sei auf die Literatur, vor allem auf die Arbeiten Schusters¹⁾, Löfflers²⁾ und Schnells³⁾ verwiesen.

Während früher ganz allgemein die Traßvorkommen des Rieses als senkrecht in die Tiefe setzende Schlotte, ähnlich denen der Uracher Vulkanröhren, aufgefaßt wurden, hat Schuster nachgewiesen, daß neben den Schlottrassen in weiter Verbreitung Wannentrassen vorkommen, die in mehr oder weniger geringer Mächtigkeit flache Senken der Landoberfläche erfüllen. Als Unterschied zwischen Wannentrassen und Schlottraß werden von Schuster und Schnell folgende Punkte angeführt:

1. Der Wannentraß bedeckt ausgedehntere Flächen, zeigt säulig-plattige Absonderung, auch Andeutung einer leichten Schichtung (?), ziemlich homogenes Gefüge, Zurücktreten der großen

Glasbomben und Blockeinschlüsse. Im Bruch steht häufig Grundwasser.

2. Der Schlottraß hat nur geringe Ausdehnung, zeigt regellose oder schwach kalottenförmige Absonderung, grobbrecciöses Gefüge und läßt am Nebengestein oft Kontakterscheinungen erkennen. Der Bruch ist grundwasserfrei.

Diese Unterscheidungsmerkmale treffen jedoch nicht in jedem Einzelfall zu, und es ist praktisch nicht ganz einfach, oft sogar unmöglich, Wannentraß von Schlottraß zu unterscheiden. Insbesondere kann die Art der Absonderung leicht irreführen, da sie als reine Verwitterungsform auch bei echten Schlottrassen in Form von Bankung auftreten kann. Ebenso unsicher ist die Ausbildung des Gefüges und die Größe der Einschlüsse. Der Kontakt mit dem Nebengestein, der eine sichere Entscheidung zuläßt, ist nur in wenigen Fällen aufgeschlossen, so z. B. in Frohnhofen. Auch die echten Wannentrassen, z. B. die von Otting, Amerdingen, Aufhausen und Mauren, zeigen keine Schichtung.

Es kommt hinzu, daß bei den Wannentrassen, z. B. bei Amerdingen, durchaus die Möglichkeit einer unmittelbaren Verbindung mit einem Schlottraß vorliegt, daß also mindestens ein Teil der Wannentrassen nur eine ± flache Fortsetzung eines Schlottrasses darstellt. Es ist weiter selbstverständlich denkbar, daß durch die Erosion einzelne Teile abgetrennt werden können, die uns natürlich als reine Wannentrassen erscheinen müssen, da die ursprünglichen morphologischen Verhältnisse wohl kaum irgendwo genügend klar zu übersehen sein werden. Es ist natürlich nicht möglich, nur nach den Absonde-

1) Schuster, Neues zum Problem des Rieses. „Das Problem des Rieses“, herausgegeben vom Oberrheinischen Geologischen Verein. Verlag der Stadt Nördlingen, 1926, S. 280—291.

2) Löffler, Beiträge zur Riesentstehungshypothese. Ebenda, S. 26—83.

3) Schnell, Der bayerische Traß und seine Entstehung. Ebenda, S. 222—279.

(7) [Hausen, H.] Malmgeologisch expedition till Petsamo. Vuosikertomus-Arsberättelse 1922, Suomen Geologinen Komissioni-Geologiska Kommissionen i Finland (S. G. K.-G. K. F.), Helsinki-Helsingfors 1924, S. 10—16.

(8) Hausen, H., Über die präquartäre Geologie des Petsamo-Gebietes am Eismeere. Bull. Comm. Géol. Finl. Nr. 76, Helsinki Helsingfors 1926, 100 S., 2 Taf., 13 Abb., Übersichtskarte 1:400000.

(9) Høltedahl, Olaf, Bidrag till Finmarkens Geologi. N. G. U. Nr. 84, Kristiania (Oslo) 1918, VII u. 314 S., 38 Abb., 21 Taf., 2 Karten, english Summary.

(10) Marstrander, Henning, Sydvaranger Jernmalmsfelt. Tidsskrift for bergvæsen, 6. Jg., Kristiania (Oslo) 1918, S. 1—6, 14—18, 25—27, 38—46, 49—52, 74—80, 28 Abb.

(11) Nicolay, Gerhard, Die norwegischen Eisenerze. Zeitschr. f. prakt. Geol., 22. Jg., Berlin 1914, Sydvaranger, S. 78—83, 1 Abb.

(12) Reusch, Hans, lagtagelser fra en reise i Finmarken 1890. N. G. U. Nr. 4, Kristiania (Oslo) 1891, S. 22—111, 44 Abb.

(13) Reusch, Hans, Fra det indre af Finmarken. N. G. U. Aarbog for 1903, Nr. II, Kristiania (Oslo) 1902, S. 3—64, 2 Taf.

(14) Sederholm, J. J., Remarks concerning the lecture of H. Hausen, 18 February 1925. Bull. comm. géol. de Finlande Nr. 85, Helsinki-Helsingfors 1929, S. 38.

(15) [Tanner, Väinö.] Undersökningsexpeditionen till Petsamo-fjällen. Vuosikertomus-Arsberättelse 1924, S. G. K.-G. K. F., Helsinki-Helsingfors 1925, S. 21—41, 3 Abb., 11 Analysen.

(16) [Tanner, Väinö.] Undersökningsexpeditionen till Petsamo-fjällen. Vuosikertomus-Arsberättelse 1925, S. G. K.-G. K. F., Helsinki-Helsingfors 1926, S. 23—34, 11 Analysen.

(17) [Tanner, Väinö.] Undersökningsexpeditionen till Petsamo. Vuosikertomus-Arsberättelse 1926, S. G. K.-G. K. F., Helsinki-Helsingfors 1927, S. 19—27, 8 Analysen.

(18) [Tanner, Väinö.] Undersökningsexpeditionen till Petsamo. Vuosikertomus-Arsberättelse 1927, S. G. K.-G. K. F., Helsinki-Helsingfors 1927, S. 9—16, 1 Karte.

(19) Vélain, Ch., Sur des sables diamantifères recueillis par M. Ch. Rabot dans la Lapponie russe (vallée du Pasvig). C. R. Académie des Sciences, t. 112, Paris 1891, S. 112—115.

(20) Vogt, J. H. L., Norges jernmalmsforekomster. Norges geologiske Undersøkelse (N. G. U.) Nr. 51, Kristiania (Oslo) 1910, 225 S., 14 Abb., Sydvaranger, S. 38—49, Abb. 1—6.

(21) [Vogt, J. H. L.] Norway [in]. The iron ore resources of the world, Stockholm 1910, S. 607 bis 620.

(22) Vogt, J. H. L., Jernmalm og jernverk. Kristiania (Oslo), N. G. U. Nr. 85, Sydvaranger, S. 107—110.

Zur Tektonik des Kärntner Erzberges.

Von Bergrat Prof. Dr. H. Quiring, Berlin.

Mit 7 Textabbildungen.

(Schluß.)

2. Lettenüberschiebungen mit N-Fallen. Trotz ihrer geringen Schubweite sind die Überschiebungsklüfte mit N-Fallen für die Tektonik der Eisensteinkörper des Reviers Unterer Knappenberg sehr bedeutungsvoll. Streichen und Fallen konnte an 20 Punkten gemessen werden:

	Zahl der Beobachtungen	Mittleres	
		Streichen	Fallen
Wolfbausohle	5	N 54° W	41° N
113-m-Sohle, Erb- stollensohle	8	N 64° W	32° N
14er Strecke, Hein- rich-Sohle	6	N 61° W	37° N
Albert-Dickmann- Stollen	1	N 65° W	65° N
Revier Unterer Knappenberg	20	N 60° W	37° N

Im Bereich der Erzkörper waren vier selbständige Kluftbündel bzw. Einzelstörungen des nach N fallenden Überschiebungssystems unterscheidbar. Von N nach S habe ich sie mit α , β , γ , δ ¹⁾ bezeichnet. Sie streichen mehr nach

1) Es ist zu begrüßen, daß die von mir gewählte Bezeichnung der Überschiebungsklüfte und die Nomenclatur der weiter unten noch zu behandelnden Sprünge von Herrn Ing. Haberfelner beibehalten worden ist. Sehr wertvoll ist die Beobachtung Haberfelners (a. a. O. S. 101), daß zur Zeit auf den Lettenüberschiebungen sich eine rückläufige Bewegung vollzieht, die jährlich 1—2 cm beträgt. Sie beweist, daß sich im Zentralgebiet der Ostalpen Zerrungen in N—S-Richtung äußern, die offenbar mit der regio-

NW als das Nebengestein, durchschneiden die Eisensteinkörper also spitz und versetzen sie im Profil und Grundriß in folgender Weise (Abb. 7):

Die Schubweiten der nach N fallenden Lettenüberschiebungen sind im ganzen nicht sehr groß. Sie betragen bei jeder der vier genannten Einzelklüfte bzw. Kluftbündel nur zwischen 10 und 25 m. Immerhin ist wegen der unregelmäßigen Form der Erzkörper und wegen der wechselnden Zahl der Erzkörper eine Identifizierung der voneinander getrennten Teile schwierig.

3. Lettensprünge. Zahlreiche Querklüfte durchsetzen den Erzberg. Während bei den Überschiebungsklüften die hangende Scholle aufgeschoben erscheint, ist bei den Querklüften (Sprünge) die hangende Scholle abgesunken. Der Verwurf beträgt zum Teil mehrere hundert Meter. Zwei Sprungsysteme treten auf:

NNW—SSO-Sprünge (kurz als N-Sprünge bezeichnet)
SW—NO- " (" " NO- " ")

Von einigen wenigen Horizontalverschiebungen¹⁾ abgesehen, sind die Querstörungen

nalen Hebung der Alpenscholle seit dem Beginn des Mittelmiozäns zusammenhängen (vgl. Jahrbuch der Preuß. Geol. Landesanstalt 1926, Beyschlag-Band, S. 552).

1) Im Oberen Wolfbau habe ich eine N 30° W streichende und mit 65° O einfallende Verschiebungskluft beobachtet, deren Rutschstreifen mit 10° nach S geneigt sind.

durch seitliche Zerrung (Dilatation) entstanden, so daß die hangenden Gebirgskeile Raum zum Absinken erhielten.

Zwischen den N-Sprüngen und den NO-Sprüngen besteht ein Altersunterschied insofern, als die NO-Sprünge größtenteils einer späteren Zerrungsperiode ihre Entstehung verdanken. Allerdings sind in der zweiten Periode auch die Sprünge des N-Systems zum Teil wieder aufgelebt.

a) Die N-Sprünge. Die N-Sprünge streichen nicht streng nach N, sondern zeigen eine mehr oder weniger deutliche Abweichung nach NW. In der nachfolgenden Zusammenstellung sind die zwischen N 5° O und N 45° W streichenden Sprünge, die ich beobachtet und aufgenommen habe, zusammengefaßt:

	Zahl der Beobachtungen	Mittleres Streichen	Zahl der Beobachtungen	Mittleres Fallen nach W	Zahl der Beobachtungen	Mittleres Fallen nach O
Bergezuführungsstrecke, Ob. Wolfbau, Wolfbau	11	N 8° W	1	60° W	10	65° O
21er Strecke, Erbstollen	7	N 22° W	2	72° W	5	60° O
Albert-Dickmann-Stollen	6	N 10° W	6	72° W		
Unteres Revier	24	N 14° W	9	70° W	15	63° O

Von den 24 beobachteten Sprüngen fallen demnach 9 nach W, 15 nach O. Der hohe Fallwinkel von 60—72 bezeugt die Entstehung der Sprünge durch Vertikalverwurf. Alle Sprünge sind „echt“, d. h. die hangende Scholle erscheint abgesunken.

Der weitaus bedeutendste Sprung des N-Systems im Bereich des Unteren Revieres ist die über Gossen verlaufende große Verwerfungs-kluft, die das erzführende Kalkmassiv im W begrenzt und die Fortsetzung des Kalkmassivs um 400 m nach N versetzt. Die Verwurfshöhe ist auf 260—280 m zu veranschlagen. Dieser „Obergossener Sprung“ ist im Albert-Dickmann-Stollen durchfahren worden. Er trennt Glimmerschiefer und Kalk dort, wo auf fast 75 m Länge der Stollen in Mauerung gesetzt werden mußte. Es ist dies ein Zeichen dafür, daß die Sprungausfüllung aus lettigem Material bestanden hat. Auf eine jüngere Entstehung deuten auch die zahlreichen Parallelklüfte hin, die im Albert-Stollen durchfahren worden sind. Sie streichen wie der Obergossener Sprung N 10° W bis N 16° W und besitzen lettige Ausfüllung. Die Fortsetzung des Obergossener Sprunges nach S über das Tal hinweg ist bisher durch Kartierung nicht genau festgelegt worden; dies dürfte jedoch, da die Kalk- und Hornblendezüge versetzt erscheinen, möglich sein.

Ein ähnlicher aber weitaus geringerer Sprung ist im engeren Lagerbezirk bekanntgeworden. Er trennt das Weißerzliegendlager vom Bartenstein-Lager. Seine Verwurfshöhe beträgt 10 bis 15 m.

Der Sprung ist auf der 14er Sohle und auf der Wolfbausoehle (viermal) aufgeschlossen. Er zeigt eine 0,5—1,5 m breite Lettenausfüllung, streicht N 6° W bis N 40° W und fällt mit 55°—70° nach O ein.

Ein ähnlicher Sprung schneidet das Weißerzliegendlager im O auf der Wolfbausoehle ab; er streicht dort N 4° O und fällt mit 65° nach O. Da er die nach N fallende Überschiebung a um etwa 20 m seitlich verschiebt, ist sein Seiger- verwurf auf 7 m zu veranschlagen.

Im Barbara-Stollen wurde das N-System der Sprünge nicht beobachtet.

Im Revier Lölling sind die Querverwerfungen, ebenso wie die Querklüfte des Knappenberges, überwiegend jünger als die Überschiebungen. Die nachstehende Zusammenstellung, bei der die N 10° O bis N 30° W streichenden Sprünge berücksichtigt sind, gibt die mittlere Streich- richtung und das Einfallen wieder.

	Nach O fallende Sprünge			Nach W fallende Sprünge		
	Zahl	Streichen	Fallen	Zahl	Streichen	Fallen
Martini-Stollen	2	N 7° O	65° O	—	—	—
Zwischenhorizont	2	N 5° O	65° O	—	—	—
Mittelbau	4	N 21° W	59° O	1	N 4° O	70° W
Revier Lölling	8	N 8° W	62° O	—	—	—

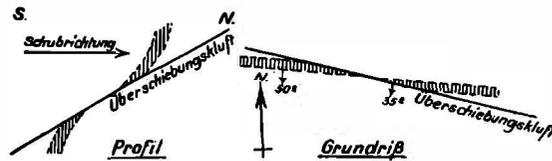


Abb. 7. Grundrißliche Verstellung der Spateisensteinkörper durch nach N fallende Letten-Überschiebungsklüfte.

Auffällig ist das Fehlen der N-Sprünge in Löllinger Erbstollen, obwohl gerade im Erbstollen das Streichen der Schichten eine N—S-Richtung begünstigt haben würde. Als Störungen der Eisensteinkörper treten die N-Sprünge zurück.

b) Die NO-Sprünge. Obwohl keiner der NO-Sprünge die Verwurfshöhe des Obergossener Sprunges erreicht, sind sie für die Tektonik der Erzkörper von wesentlicher Bedeutung. Die mittlere Streichrichtung und das Einfallen der von mir im Revier Unterer Knappenberg aufgenommenen, zwischen N 10° O und N 50° O streichenden Sprünge geht aus nachstehender Zusammenstellung hervor:

	Zahl der Beobachtungen	Mittleres Streichen	Zahl der Beobachtungen	Mittleres Fallen nach W	Zahl der Beobachtungen	Mittleres Fallen nach O
Obere Wolfbausoehle	4	NN 29° O	—	—	4	80° O
113-m-S.-Erbstollen	11	NN 29° O	—	70° W	9	68° O
14er Str., Heinr.-St.	9	NN 28° O	6	71° W	5	78° O

Die sehr steile Stellung der nach O fallenden Störungen ist zum Teil dadurch bedingt, daß in dieser Gruppe einige Horizontalverschiebungen enthalten sind.

Die nach NO streichenden Sprünge sind teils vor, teils nach der Entstehung der Lettenüberschiebungen mit N-Fallen aufgerissen. So setzen in der 14er Strecke die N 10 O bis N 14 O streichenden Sprünge¹⁾ an den Lettenüberschiebungsklüften ab, sind also älter als diese. Dagegen werden in derselben Strecke die Überschiebungsklüfte von einer N 45° O streichenden und 85° O einfallenden Sprungkluft verworfen. Die letztere ist also jünger als die Überschiebung.

Die Brauneisenerzführung vieler Sprungklüfte (z. B. einer Kluff im Hangenden des Hauptlagers auf der Heinrich-Sohle) sagt über das Alter der Sprünge nichts aus, da das Brauneisenerz nachträglich durch Deszenzen in die Klüfte hineingelangt sein kann. Die Sprunghöhe der Mehrzahl der NO-Sprünge ist gering, so der Verwurf der beiden Sprünge, die das westliche Greitbäulager auf der Heinrich-Sohle verwerfen.

Sehr bedeutend sind dagegen die Sprünge, die das Hauptlager im O begrenzen und verwerfen. Diese Sprünge, die auf der Erbstollensohle (Lokomotivstrecke) und 7 m über Wolfbausohle vorzüglich aufgeschlossen sind, bilden ein ganzes Bündel von Parallelklüften, die N 10° O bis N 50° O streichen und, von einigen seiger stehenden Klüften abgesehen, im allgemeinen nach O einfallen. Dementsprechend ist das Hauptlager staffelförmig nach O abgesunken.

Welche der Klüfte den Hauptverwurf vermittelt hat, wäre an sich nicht leicht festzustellen, da die Mächtigkeit der Ausfüllung im allgemeinen keinen Schluß auf die Verwurfshöhe zuläßt. Immerhin ist in Ansehung der Breite der Zerrüttungszonen nicht anzunehmen, daß die Klüfte, selbst in ihrer Gesamtheit, einen so hohen Verwurf vermittelt haben wie der Gossener Sprung.

Zur Bestimmung der Sprunghöhe und der Lage des Hauptsprunges kann zunächst die Pegmatitführung am Ostende des Hauptlagers als Fingerzeig dienen. Die Pegmatitführung ist sowohl auf der Erbstollensohle als auch auf der Oberen Wolfbausohle an eine steilstehende Kluff geknüpft, die N 25° O bzw. N 50° O streicht. Diese Pegmatitführung kann als Anzeichen für einen größeren Verwurf gelten. In der Tat schneidet auf der Stollensohle die pegmatitführende Kluff das Hauptlager in seiner ganzen Breite ab. Bei der Gleitbewegung ist die Pegmatitführung mitgerissen (geschleppt) worden und stammt, wie es scheint, von dem nicht sehr mächtigen Pegmatitlageregang im Bereich des Hauptlagers. Dieser Pegmatitkörper ist auf der Heinrich-Sohle, 3 m mächtig, durchörtert worden. Er liegt etwa 25 m im Hangenden des Hauptlagers, streicht N 55° W und fällt mit 55° nach S. Ihm gehören auch die Pegmatitblöcke an, die auf dem aufwärts führenden Talwege, 200 m nordöstlich des Erbstollenmundloches, gefunden

worden sind. Wenn dieses Pegmatitlager die Ausfüllung der Hauptkluff, die ich als Stoffener Hauptkluff bezeichnen möchte, geliefert hat, so beträgt die grundrißliche Verschiebung, die der Hauptkluff zuzuschreiben ist, mindestens 100 m. Der Hauptverwurf scheint tatsächlich dieses Maß zu besitzen, da auf der Oberen Wolfbausohle östlich der Kluff das Pegmatitlager angefahren worden ist.

Einen weiteren Anhalt zur Bestimmung der Verwurfshöhe bzw. Verschiebung bietet die Tagesaufnahme. Die grundrißliche Verstellung der südlichen Kalk-Glimmerschiefergrenze beträgt unter Mitberücksichtigung eines N-Sprunges 150 m. Um dieses Maß dürfte also das Hauptlager seitlich versetzt sein, so daß die weitere östliche Fortsetzung des Hauptlagers im Kniechte Lager zu erblicken ist. Die erheblichen Unterschiede in der Ausbildung der Lager erklären sich durch die beträchtliche, nicht näher bestimmbare vertikale Absenkung nach O.

Im Löllinger Revier bestimmen die NO-Sprünge, zu denen die N 20° O bis N 59° O streichenden Klüfte gerechnet worden sind, in hervorragender Weise den Gebirgsbau. Sie treten in folgenden Stollen und Sohlen, die begangen werden, auf:

	Nach O fallende Sprünge			Nach W fallende Sprünge		
	Zahl der Mes-sungen	Strei-chen	Fallen	Zahl der Mes-sungen	Strei-chen	Fallen
Barbara-Stollen .	3	N 51° O	82° SO	1	N 44° O	66° NW
Martini-Stollen .	2	N 40° O	47° SO	—	—	—
Lölling-Erbstollen	6	N 54° O	66° SO	—	—	—
Lölling. Mittelbau	2	N 20° O	55° SO	3	N 31° O	69° NW

Von den im Löllinger Erbstollen aufgenommenen Störungssystemen sind die NO-Sprünge, die in ihrer ersten Anlage wohl durch Horizontalverschiebung entstanden sind und daher besser als „Blätter“ zu bezeichnen wären, am zahlreichsten. Da sie ferner als einzige Störungsgruppe trotz der Umbiegung der Schichten nach S ihre Streichrichtung bewahrt haben, so sind sie entweder jünger als die Umbiegung der Schichten nach S oder sie haben diese Schichtenumbiegung verursacht. Die Entscheidung, welche dieser beiden Möglichkeiten in Frage kommt, ist nicht leicht, doch zeigt die Häufung der NO-Klüfte im Löllinger Erbstollen, daß die Schichtenumbiegung eine Schlep-pung ist, hervorgerufen durch die Störungs-wirkung der NO-Klüfte. Als jüngste Störungsklüfte haben die NO-Klüfte nicht nur die Schichten, sondern auch die Glimmerüberschiebungen und die Lettenüberschiebungen in N—S-Richtung gebracht. Diese das Kalklager nach S umbiegenden Klüfte lassen sich unter der Bezeichnung „Löllinger Spaltenbündel“ zusammenfassen.

Wie bereits erwähnt, ist die Fortsetzung des Kalkmassivs nach S in den sehr gestörten Kalkpartien der Lölling-Sonnseite zu sehen.

1) Vielleicht sind diese Klüfte noch dem älteren N—S streichenden Kluffsystem zuzurechnen.

Als abschneidende Störungen der Eisensteinkörper sind die NO-Klüfte im Revier Lölling von großer Bedeutung. Ackerbau-Liegendlager und Ackerbau-Mittellager werden im W von einem NO—SW streichenden Sprung abgeschnitten. Das Schachthangendlager wird auf der Mittelbausohle im O durch einen Sprung beeinflußt und aus seiner Streichrichtung gebracht. Derselbe Sprung begrenzt auf dem Zwischenhorizont das Schachtlager im W. Zwei N 35° O streichende Lettensprünge (echte Sprünge) trennen auf dem Zwischenhorizont das Schachtlager und das Querschachtlager vom Pauluslager, in dem sich nach O die beiden Schachtlager scharen.

Die geologische Geschichte des Kärntner Erzberges

läßt sich kurz in folgender Weise zusammenfassen:

I. Vorkristalline Zeit: 1. Ablagerung sandig-toniger und kalkiger Sedimente. 2. Präkristalline Pressungsphase. Aufrichtung und Schuppung unter Vermittlung NW—SO streichender und nach SW einfallender Überschiebungsklüfte. Die einseitige Lage der Klüfte weist darauf hin, daß der aus SW wirkende Schubvektor höher¹⁾ angegriffen hat als der aus NO wirkende, daß also das nordöstliche Vorland in rascherer Senkung begriffen war als das andrängende südwestliche Rückland. 3. Präkristalline Zerrungs- und Eruptionsphase. Aufreißen von NW—SO und NO—SW streichenden Sprüngen. Aufstieg saurer Magmen auf den Zugklüften. Erste Anlage des „Löllinger Spaltenbündels“.

II. Kristallisationsmetamorphose. Umwandlung der ursprünglichen Sedimente zu

1) Vgl. H. Quiring, NW—SO-Schub im Koblenzer Pressungsgelenk des Rheinischen Gebirges. Ein Beitrag zur Genesis der Transversalschieferung. Jahrb. d. Pr. Geol. L.-A. für 1928, S. 59ff.

Glimmerschiefer, Glimmerquarzit und kristallinem Kalk, des Injektionsmagmas zu Turmalinpegmatit, der ursprünglich lettigen Luftausfüllungen zu „Glimmerausfüllungen“. Kristallisationsschieferung.

III. Nachkristalline Zeit. 1. Sideritische Zerrungsphase und Spateisensteingeneration. Aufbrechen von vorwiegend NW—SO streichenden und nach SW einfallenden Zugspalten. Aufstieg von Eisenkarbonatthermen, Auswaschung von Hohlräumen im Kalk; Absatz von gelbem Spateisenstein in den Spalten, Rissen und Hohlräumen; metasomatische Umwandlung benachbarter Kalksteinabschnitte zu grauem Spateisenstein. 2. Postsideritische Pressungsphase. Schuppung unter Vermittlung NW—SO streichender und teils nach SW, teils nach NO einfallender Überschiebungsklüfte. Überschiebung der Eisensteinkörper. Entstehung einzelner Horizontalverschiebungen, namentlich im Bereich des Löllinger Spaltenbündels. 3. Erste postsideritische Zerrungsphase. Aufbrechen SSO—NNW streichender Spalten, z. B. des Obergossener Sprunges. Zerrungsrichtung O—W. 4. Zweite postsideritische Zerrungsphase. Aufbrechen SW—NO streichender, meist nach SO einfallender Sprünge, zum Teil unter Wiederaufreißen älterer Klüfte. Zerrungsrichtung NW—SO. Entstehung des Stoffener Sprunges und Hauptausbildung des Löllinger Spaltenbündels. Umbiegung des Ostendes des Kalklagers, der eisen-erzführenden Zone und der Überschiebungsklüfte nach S.

Zu welchem der beiden postsideritischen Sprungsysteme die reichliche Schwespat-, Chalzedon- und Quarzföhrung gehört, ist noch nicht ermittelt. Daß diese jungen hydrothermalen Absätze nicht dem sideritischen Erzbildungszyklus zuzuweisen sind, kann als sicher gelten.

Q., Mai 1929.

Literaturbesprechungen.

Schreiter, R.: **Über erz- und gesteinsmikroskopische Untersuchungen am kupferhaltigen serpentinsierten Pyroxenit von Vetloa . . . in Kolumbien.** (Aus Stutzer, Beiträge zur Geologie und Mineralogie von Kolumbien.) N. Jahrb. Beil.-Bd. LVIII A. (1928), S. 141—152.

Es handelt sich um einen Pyroxenit, der auf Haarrissen und in kleinen Trümchen gediegen Kupfer mit Kalkspat und Epidot föhrt. Örtlich findet sich auch Kupferglanz. Das Kupfer ist sicher nicht magmatisch, sondern bei und nach der Serpentinisierung des Gesteins zugeföhrt. Die Erzvorräte sind gering, aber immerhin bauwürdig.

Harvey, R. D.: **Electrical Conductivity and Polished Sections.** Econ. Geol. 1928, S. 778—803.

Es wurden zwei verschiedene Apparate zur Messung der elektrischen Leitfähigkeit kleiner Erz-körnchen in Anschliffen konstruiert. Der eine leitet zwischen zwei Kupfernadeln auf 0,41 mm Entfernung einen Strom durch das Mineral und mißt die Stromstärke durch zwei zwischen den beiden Kupfernadeln in 0,17 mm Entfernung voneinander aufgesetzte Platin-

nadeln. Der andere Apparat sendet durch zwei Platinnadeln einen Strom von genau bekannter Stärke durch das Mineral und bestimmt den Widerstand, den dieser Strom im Mineral findet. Beide Apparate sind außerordentlich sorgfältig durchkonstruiert, insbesondere, um durch stets gleichmäßig starkes Aufliegen der Nadelspitzen den Übergangswiderstand in allen Fällen in genau gleicher Höhe zu halten. Die Durchföhrung von 2000 Messungen an 138 verschiedenen Erzen zeigt aber, daß der Widerstand bei den einzelnen Mineralien in sehr weiten Grenzen schwankt, so daß sich die Widerstandsbereiche sehr zahlreicher Mineralien weitgehend überdecken. Der diagnostische Wert der Messungen bleibt darum ziemlich gering.

Schwarz, G. M.: **Copper Veins on Susie Island, Lake Superior.** Econ. Geol. 1928, S. 762—772.

Susie Island ist eine kleine Insel an der Nordwestküste des Lake superior, nahe der Stelle, wo die kanadische Grenze diesen See trifft. Das Gebiet gehört derselben präkambrische Animikie-Formation an, die