

Zeitschrift für praktische Geologie.

1906. November.

Bergschläge und verwandte Erscheinungen.

Von

Prof. A. Rzehak in Brünn.

Wohl in allen modernen Lehrbüchern der Geologie ist von den „Spannungen“ die Rede, welche sich als Äußerungen der „endogenen Kräfte“ innerhalb der festen Erdrinde in der mannigfaltigsten Weise geltend machen. In erster Linie sind es die sogenannten „tektonischen“ Erdbeben, die gewöhnlich durch die plötzliche Auslösung der „latenten“ Rindenspannungen erklärt werden, wobei man sich in der Regel nicht bemüht, für das tatsächliche Vorhandensein solcher Spannungen unzweideutige Belege beizubringen; daher kommt es, daß den Lehren der modernen Geodynamik zumeist nur der Charakter von Hypothesen zuerkannt wird, die auf das nicht einwandfrei bewiesene Auftreten von Rindenspannungen gegründet sind.

In Wirklichkeit liegen Beobachtungen über Erscheinungen, die man als unzweifelhafte Äußerungen der eben erwähnten Spannungen auffassen darf, aus der Steinbruch-, Bergbau- und Tunnelbaupraxis bereits ziemlich zahlreich vor. Sie sind in neuerer Zeit unter verschiedenen Bezeichnungen (Bergschläge, Pfeilerschüsse, Kohlenstoßexplosionen, schlagendes oder knallendes Gebirge), insbesondere aus gewissen Steinkohlenbergwerken, bekannt geworden, doch reichen diesbezügliche Beobachtungen in Nordamerika bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts zurück. Prof. Johnston hat nämlich schon im Jahre 1854 (in den „Proceedings of the Amer. Assoc. for the Advancement of Science“. 8. Meeting, 1854. p. 283) auf eigentümliche, spontane Bewegungen aufmerksam gemacht, die in einem Steinbruch in Portland beobachtet worden waren. Die Bewegung bestand in dem Gleiten (sliding) einer Sandsteinschichte über eine andere, wodurch nach Johnston bewiesen wird, „that the strata of sandstone at this place are not, at the present time, perfectly at ease in their ancient bed“. Hiernach befinden sich die Sandsteinschichten offenbar in einem Zustande starker Pressung, welche gelegentlich durch das oben erwähnte Gleiten ausgeglichen wird.

Noch merkwürdiger und den in Europa beobachteten „Bergschlägen“ durchaus analog sind die spontanen Erhebungen und unter Knall erfolgenden Ribbildungen, die in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts in verschiedenen nordamerikanischen Steinbrüchen beobachtet wurden. Prof. W. H. Niles hat darüber in den „Proceedings of the Boston Soc. of Nat. Hist.“ (1871/2. XIV) berichtet. So entstanden z. B., wie der genannte Forscher persönlich beobachten konnte, in einem sonst sehr homogenen und kluffreien Gneis, welcher in einem Steinbruche bei Monson (Massachusetts) zu großen Werkstücken verarbeitet wurde, nicht selten kleine, langgestreckte Erhöhungen, gleichsam „miniature anticlinals“, die mitunter am First plötzlich, unter explosionsartigem Knall, aufbrachen, wobei Staub und Steine in die Höhe geworfen wurden. Einmal erfolgte, nachdem die Arbeiter den Steinbruch bereits verlassen hatten, ein so heftiger Knall, daß man eine Explosion des Pulvermagazins vermutete, während in Wirklichkeit eine annähernd kreisrunde Gesteinsmasse von etwa 30 Fuß Durchmesser und 1 Fuß Dicke aus dem Boden herausgesprungen war, wobei die Bruchstücke in der Mitte zu einem 3 Fuß hohen Hügel angehäuft waren. Nach einem solchen „cracking sound“ wurde einmal eine plötzliche Ausdehnung des Gesteins beobachtet, deutlich bezeichnet durch die gegenseitige Verschiebung der beiden Hälften der Bohrlöcher, die zum Abtrennen eines größeren Blockes in einer Reihe angelegt worden waren. Ähnliche Verschiebungen an Bohrlöchern wurden schon im Jahre 1869 an einem nur zum Teil ausgesprengten Gneisblock beobachtet. Dieser Block zeigte sich plötzlich um $1\frac{1}{2}$ Zoll länger als die Grube, der er entnommen worden war, und es ist sehr bemerkenswert, daß durch mehr als 2 Monate, während welcher Zeit der Stein fortwährend in der gleichen Lage verblieb, weder die Einwirkungen von Wärme und Kälte, noch die von Feuchtigkeit und Trockenheit auf den Grad der Ausdehnung einen merklichen Einfluß auszuüben vermochten. Die Bewegungsrichtung im Steinbruche von Monson geht nach Niles parallel zu der in den Steinbrüchen von Portland beobachteten und dürften nach

demselben Forscher (loc. cit. S. 86) beide Erscheinungen auf dieselbe Ursache zurückzuführen sein.

Bei Lemont, südlich von Chicago, wurden ähnliche Erscheinungen wie die aus dem Gneisgebiet von Monson beschriebenen im sogen. „Niagarakalkstein“ beobachtet, indem sich die Sohle eines in diesem Kalkstein angelegten Steinbruches zu einer Welle aufwölbte, die am First plötzlich unter einem explosionsartigen Knall aufgerissen wurde. Niles zieht aus all diesen Beobachtungen eine Reihe von Schlußfolgerungen, die ohne Zweifel durchaus zutreffend sind. So nimmt er als Ursache der „spontaneous elevations“ und „spontaneous fractures“ eine starke seitliche Pressung an, die sich nur in nordsüdlicher Richtung geltend macht; in den explosionsartigen Brüchen „kulminiert“ dieser Seitendruck, der stark genug ist, auch so kompakte Gesteine wie den Gneis von Monson auf ein kleineres Volumen zusammenzudrücken.

In Drinkers großem Werke „Tunneling“ etc. (New-York 1878) findet sich in dem Abschnitte „Breaks and falls in tunneling“ (S. 749 ff.) eine Anzahl hieher gehöriger Erscheinungen beschrieben. So wurden nach Mitteilungen des „resident engineer“ Warren G. Sanborn in einem Tunnel der Cincinnati Southern Railroad die Sandsteinschichten der Tunnelsohle plötzlich unter einem Knall, dem ein polterndes (rumbling) Geräusch folgte, aufgesprengt, wobei sich auf dem früher ebenen Boden ein etwa 8—9 Zoll hoher, oben zerrissener Rücken (ridge) bildete; dieser Rücken entspricht offenbar den „miniature anticlinals“ von Monson. Bei einer Bohrung fand man das Gestein auf mehrere Fuß Tiefe aufgelockert; das Wasser der Seitengräben war ganz verschwunden. Nach einer Mitteilung des Ingenieurs Robert B. Stanton war der Knall ungefähr so stark wie bei der Explosion einer kleinen Mine und die Gewalt, mit welcher die Sandsteinschichten aufsprangen, hinreichend groß, um einige auf dem Boden sitzende Männer aufwärts zu schnellen. Stanton bemerkt ausdrücklich, daß sich das plötzliche Losbrechen des Gesteins durchaus nicht auf die Wirkungen der Sprengschüsse zurückführen lasse, indem dieses Losbrechen auch dann beobachtet wurde, wenn mehrere Tage vorher keine Sprengungen stattgefunden haben. Wie Drinker mitteilt, wurden ähnliche Phänomene von T. Sterry Hunt auch im Granit von Munson (Massachusetts) und im unterkarbonischen Sandstein von Ohio beobachtet¹⁾. In Bezug auf die wahrscheinliche Ursache

derselben sagt Drinker (l. c. S. 751): „It is probable, that the cause of the break is owing to a state of tension existing in the rock in place; then, when the strata are cut, a tendency to spring results.“

Sehr interessante Beobachtungen ähnlicher Art sind in neuerer Zeit aus verschiedenen Bergwerken beschrieben worden. So hat z. B. K. Baumgartner „Über Störungen und eigenartige Druckerscheinungen (sogen. „Pfeilerschüsse“ oder „Kohlenstoßexplosionen“) in der oberbayerischen tertiären Kohlenmulde auf Grube Hausham“ (Österr. Zeitschr. für Berg- und Hüttenwesen 1900. Nr. 36. S. 461 ff.) berichtet, daß sich im „Großkohl“ der erwähnten Mulde ein derartiger Druck bemerkbar mache, daß sich die Kohle schon bei den geringsten mechanischen Eingriffen seitens der Häuer unter Knistern und Krachen in feineren und gröberen Platten bei lebhafter Staubeentwicklung ablöst. Am 8. Juni 1892 trat eine derartige „Explosion“ so heftig auf, daß sie obertags auf viele Kilometer weit als Erdbeben verspürt wurde. Etwas Ähnliches geschah am 11. Januar 1897, indem beim Anbohren des Hangenden des „Großkohls“ plötzlich ein „ungeheurer Krach“ erfolgte, der sich obertags weithin als Erderschütterung fühlbar machte, so daß man sogar geneigt war, den unterirdischen Krach als Äußerung eines Erdbebens aufzufassen. In Wirklichkeit ist jedoch, wie Baumgartner ganz richtig bemerkt, die obertags beobachtete, in der Grube jedoch nur wenig fühlbare Erschütterung als eine Folgeerscheinung der dynamischen Vorgänge in den Flözen zu deuten. In durchaus zutreffender Weise werden diese „dynamischen Vorgänge“ auf die Spannung zurückgeführt, in welche die Kohlenflöze infolge der Gebirgsfaltung versetzt wurden; in den Flözen „ist ein Teil der Kraft, welche die Muldenbildung bewirkte, aufgestapelt, daher das Zerspringen und Zerklüften, die lebhafte Lassenbildung, sobald der Stoß freigelegt wird“. Die Lassenbildung geht an manchen Stellen sozusagen vor den Augen des Beschauers vor sich, denn wenn sich eine Platte abgelöst hat, so ist der dahinter befindliche Kohlenstoß anfangs fest, beginnt jedoch bald wieder zu „arbeiten“ und lockert sich. Bei den Versuchen, die Spannungsauslösung durch Schüsse zu befördern, hörte man oft zwei aufein-

¹⁾ Eine diesbezügliche Publikation von Sterry Hunt ist mir nicht bekannt. Der „Granit“ von „Munson“ ist wahrscheinlich identisch mit dem von Niles erwähnten „kompakten Gneis“ von „Monson“; die Mitteilungen von Niles scheinen dem Autor des „Tunneling“ entgangen zu sein.

anderfolgende Knalle, von denen der spätere auf die plötzliche „Auslösung der Spannung im Stoße“ zurückzuführen ist.

Die Frage, ob nicht etwa bloß das Gewicht der Gebirgsschichten den Druck erzeuge, verneint Baumgartner, hauptsächlich mit Rücksicht auf den Umstand, daß immer das zuerst gebaute Flöz druckhaft, das nachfolgende hingegen fest ist, ohne Rücksicht darauf, ob es sich im Hangenden oder Liegenden des erstgebauten Flözes befindet; die Kohlenstoßexplosionen sind sonach „lediglich der Spannung, der im Flöze aufgespeicherten Energie“ zuzuschreiben. Eine sehr interessante Mitteilung über „die in den letzten Jahren auf Steinkohlengruben des Oberbergamtsbezirkes Dortmund vorgekommenen Gebirgsstöße und die hierdurch herbeigeführten Unfälle“ hat Dill (in der „Z. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preuß. Staate“, 51. Bd. Berlin 1903. S. 439 ff.) veröffentlicht. Die Begleiterscheinungen der in dem genannten Gebiete seit einer Reihe von Jahren ziemlich häufig beobachteten Bergschläge („Gebirgsstöße“) werden von Dill in folgender Weise geschildert: Schußartiger Knall, starker Luftdruck; die Kohlenstöße platzen auseinander und werfen die meist fein zerkörnten Kohlenmassen weit in die Strecken hinein; das Liegende wölbt sich auf, die Zimmerung wird umgeworfen, in der Regel jedoch nicht zerbrochen; alles, was sich in der Nähe der Unfallstelle befindet, wird fortgeschleudert. Das Hangende bleibt gewöhnlich unversehrt. Hin und wieder sind starke Schlagwetteransammlungen zu beobachten. Obertags treten Erdbebenerscheinungen auf, die zuweilen von einem donnerähnlichen Geräusch begleitet sind.

Bemerkenswert ist der Umstand, daß die Bergschläge im Dortmunder Kohlenrevier fast immer nur dort auftreten, wo die Flöze ein sehr festes, nicht leicht zu Bruche gehendes Hangendes besitzen. Die durch einen einzigen Bergschlag losgelösten Kohlenmassen sind oft sehr beträchtlich; so konnten nach dem gegen Ende Oktober 1896 erfolgten „Gebirgsstoß“ drei Schichten hindurch je 30 Förderwagen mit dem losgelösten Material gefüllt werden. Dementsprechend waren auch die sonstigen mechanischen Wirkungen außerordentlich heftig. Die mit Kohle angefüllten Förderwagen wurden 4 m weit geschleudert, das Fördergleis auseinandergerissen, vom Liegenden abgehoben und verbogen. Obertags machte sich gleichzeitig ein Erdbeben fühlbar. Noch furchtbarer war der Bergschlag vom 14. Juli 1899, der sich auf der Zeche „Recklinghausen I“ im Flöz „Sonnenschein“

(300—400 m untertags) als „heftiger Knall und Schlag“ äußerte und 4 Bergleute tötete. Durch den „scharfen Luftzug“ wurden nicht nur die Lampen verlöscht, sondern auch einzelne Bergleute von ihren Arbeitsplätzen weggeschleudert. Das Liegende wurde „mit einem heftigen Ruck emporgehoben“, während das Hangende fast ganz unversehrt blieb. Obertags wurde in einer ganzen Reihe von Gemeinden eine Erderschütterung verspürt; die erschütterte Bodenfläche war ein Kreis von etwa 10 km, das „pleistoseiste“ Gebiet ein Kreis von ungefähr 2 km Halbmesser. Auf der genannten Zeche machte sich die Erschütterung als senkrechter Stoß („sukkussorisch“), in der Umgebung als wellenförmige Bodenbewegung („undulatorisch“) fühlbar. In der Ortschaft Recklinghausen schlug eine Kirchenglocke an; mehrere Kamine zeigten deutliche Spuren einer drehenden Bewegung. Stellenweise (am Ufer der Emscher) bildeten sich Risse im Erdboden. Vor der HAUPTERSCHÜTTERUNG sollen mehrere schwache „Schläge“ beobachtet worden sein; auch nach der HAUPTERSCHÜTTERUNG blieb das Gebirge noch längere Zeit in Bewegung.

Merkwürdig sind einzelne „Gebirgsstöße“, die sich in der Grube (auf der Zeche „Shamrock“) nur sehr wenig, obertags hingegen sehr stark fühlbar gemacht haben. Dies war z. B. der Fall am 2. Juli 1897 und am 24. März 1899, an welchen Tagen die an sich schwachen Bergschläge obertags von regelrechten Erdbebenerscheinungen (Erschütterung der Häuser, Einstürze von Kaminen, Bildung von Rissen im Mauerwerk etc.) begleitet waren.

Was die Ursachen der Gebirgsstöße speziell in den westfälischen Steinkohlengruben anbelangt, so ist man nach Dill zumeist geneigt, das plötzliche Hereinbrechen des festen Hangendsandsteins in abgebauten, lange offen stehenden Feldesteilen als die eigentliche Ursache, alle übrigen Erscheinungen jedoch als „Folgewirkungen“ aufzufassen. Demgegenüber ist zu bemerken, daß gerade in den westfälischen Gruben das Hangende bei Bergschlägen in der Regel intakt bleibt, und daß heftige Bergschläge mitunter auch an solchen Stellen auftreten, wo noch wenig abgebaut wurde. Auch „plötzliche Gasausbrüche“ hat man für das Auftreten von Bergschlägen verantwortlich zu machen gesucht. Nach Versuchen von Lindsay Wood können die in der Kohle enthaltenen Gase auf 15—30 Atmosphären gespannt sein, und „dégagements instantanés“, wie sie von Dufranc-Demanet (Traité d'Exploitation des Mines de

Houille) beschrieben werden, kommen gewiß in vielen Kohlenrevieren vor; speziell in Westfalen sind jedoch bei Bergschlägen größere Gasansammlungen nur ausnahmsweise beobachtet worden. Es kann sich demnach auch hier nur um „plötzliche Spannungsauslösungen“ handeln, wie dies auch L. Cremer in einem bei Dill (loc. cit.) reproduzierten bergamtlichen Gutachten ausgesprochen hat.

In einzelnen sächsischen Kohlengruben (Revier von Zwickau und Lugau-Ölsnitz) sind die Bergschläge ebenfalls bekannt; sie treten dort teils beim Auffahren von Strecken in unverritztem Felde und beim Beginne des Abbaues, teils in der Nähe schon abgebauter Grubenfeldflächen in Flözen mit festem Hangenden auf. Die Bergschläge der letzteren Art sind durchaus analog den westfälischen.

Im Becken von Kladno in Böhmen sollen die Erschütterungen von solchen Stellen ausgehen, an denen bereits viel Kohle abgebaut und das Hangende des Hauptflözes in großem Umfange entblößt wurde. F. Katzer macht in seiner „Geologie von Böhmen“ keinerlei Mitteilungen über die im Kladno-Rakonitzer Becken auftretenden Bergschläge. Hingegen hat Bergingenieur A. Wildt in einem im „Naturforschenden Vereine“ in Brünn gehaltenen Vortrage (ein ganz kurzer Auszug desselben findet sich in den „Verhandl. d. naturf. Ver., 42. Bd. 1903, Sitzgsber. S. 40) die in Kladno häufig vorkommenden und von Erdbeben begleiteten „Detonationen“ — die er mit Unrecht als eine „Eigentümlichkeit der alten Gruben Kladnos“ bezeichnet — auf die durch den Bergbau begünstigte Austrocknung der Flöze und ihrer tonigen Zwischenmittel zurückzuführen gesucht. Gegen diesen Erklärungsversuch hat sich A. Weithofer (Verhandl. d. naturf. Ver. Brünn, 43. Bd. 1904, Sitzgsber. S. 44 f.) mit aller Entschiedenheit ausgesprochen, indem er als Ursache der „außerordentlich heftigen Erschütterungen, die oft ganze Strecken zu Bruche werfen und 500 m hoch obertags noch sehr empfindlich zu fühlen sind“, nur die durch den versatzlosen Abbau des mächtigen Flözes ausgelösten Spannungen gelten läßt. Mit dem gewöhnlichen Niedergehen des Gebirges infolge der Schwerkraft haben diese „Detonationen“ nichts zu tun; sie sind vielmehr als „auf tektonischen Ursachen basierend“ zu bezeichnen.

Daß nicht etwa — wie man nach dem bisher Mitgeteilten vielleicht glauben könnte — die Kohlenlager zu Bergschlägen ganz besonders disponiert sind, geht aus den durchaus analogen, in Erzlagerstätten beob-

achteten Erscheinungen hervor. Sehr interessant sind die diesbezüglichen Mitteilungen von F. Mladek über „Erderschütterungen im Przibramer Bergbau terrain“ (Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenw. 1905. S. 349—351), woselbst seit neuester Zeit Bergschläge (die tschechische Lokalbezeichnung lautet „praskavka“) in den Birkenberger Erzgängen bemerkbar werden und als „ein gefährlicher Feind sowohl für den in der Grube arbeitenden Bergmann als auch für die Grubenbaue selbst“ erscheinen. An geeigneten Stellen erfolgt ein Bersten der Gebirgsschichten unter kanonenschußähnlichem Knall, verbunden mit einer so heftigen Erschütterung der ganzen Pfeilermasse, daß sich obertags auf einer Kreisfläche von etwa 6 km Halbmesser ein Erdbeben fühlbar macht. Wie F. Mladek (loc. cit. S. 351) erwähnt, wurden bei einer derartigen Erderschütterung die registrierenden Hebel der im 32. Laufe situierten seismographischen Station aus ihrer normalen Lage „zurückgeworfen“, während die Hebel obertags die normale Linie verzeichneten. Die Bergschläge selbst erklärt Mladek — im Gegensatze zu Baumgartner — für „Wirkungen des Pfeilergewichtes“; das Gewicht der Gesteinsmassen ruft nach seiner Ansicht Spannungen hervor, die an geeigneten Stellen zur Auslösung gelangen.

Über „Spannungen im Gesteine als Ursache von Bergschlägen in den Przibramer Gruben“ hat in neuester Zeit auch Hugo Stefan (in d. Österr. Z. f. Berg- u. Hüttenwesen 1906. Nr. 20. S. 253 ff.) berichtet. Nach diesem Berichte äußern sich die Bergschläge im Przibramer Maria-Schacht in zweierlei Formen. So wird beim Vortrieb von Feldörterten und Firstenstraßen im festeren „Grünstein“ (Diabas) häufig ein „Knistern und Prasseln“ vernommen, welches den Bergmann warnt; nicht selten werden plötzlich scharfkantige „Gesteinsschalen“ mit heftigem Knall von der Ortsbrust weggeschleudert. Es ist bemerkenswert, daß die Schläge nur in den festen Gesteinspartien auftreten, während im milden Gebirge unschädliche Niederbrüche stattfinden. Nach zeitweiliger Einstellung der Arbeit beruhigt sich gewöhnlich das schlagende Gestein; beim neuerlichen Abschrämen wiederholen sich jedoch häufig die oben erwähnten Erscheinungen, welche H. Stefan auf eine „Pressung“ zurückführt, die „in den meisten Fällen eine im Gebirgsbau begründete oder tektonische ist“.

Eine zweite Art von Bergschlägen wurde in Przibram zum ersten Male im Jahre 1897 beobachtet. „Das Feldort stand zur Hälfte

neben dem Hangenden in auskeilendem Grünstein, am Liegenden in geschichtetem festen Sandstein (Grauwacke). Als sich zwei Arbeiter zum Bohren anschickten, löste sich von der fertig zugeglichenen Liegendulm nahe der Streckenfirst parallel der Schichtung eine zwei Meterzentner schwere, in viele scharfkantige Stücke zersplitterte Gesteinsmasse mit schußähnlichem Knalle los und tötete einen der Arbeiter.“ Die abspringenden Gesteinsstücke sind auch hier wieder — ähnlich wie in den bayerischen Braunkohlen und im Granitgneis des Tauertunnels — ebenflächig und scharfkantig. Einem stärkeren Schläge folgen häufig mehrere schwächere, so daß eine solche Firstenstraße stunden-, ja selbst tagelang nur mit der größten Vorsicht betreten werden kann. Im Oktober und November des Jahres 1905 wurden sechs Bergschläge verzeichnet; man sucht sich gegen dieselben einigermaßen dadurch zu schützen, daß man das Schlaggebirge täglich mindestens 18 Stunden lang ruhen läßt und überdies bei der Arbeit Schutzschilder anwendet.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß „schlagende“ Grauwackensandsteine nur in Tiefen unter etwa 1000 m angefahren wurden.

Die Ursache der Bergschläge liegt nach H. Stefan — abgesehen von chemischen Vorgängen — hauptsächlich im Zusammenwirken verschiedener Faktoren. Es sind dies: „Unterschiede in der Zusammensetzung, Struktur und Kohäsion der Schichten, somit auch verschiedene Widerstandsfähigkeit gegen Pressungen bei derartiger Anordnung der Gebirgglieder, daß ein Auslösen vorhandener Spannungen leicht eintritt, und eine Tiefenlage, in welcher einerseits die Belastung durch die überlagernden Massen zur Wirksamkeit gelangt, andererseits die Gesteinsverwitterung nicht zu weit fortgeschritten ist“.

Von großem Interesse ist das „knallende Gebirge“ des im Bau befindlichen Tauertunnels. Das schlagende Gestein ist hier nach den mir vorliegenden Proben ein sehr fester, porphyrisch ausgebildeter Granitgneis, dessen Feldspatkristalle (häufig Zwillinge) von Quetschflächen begrenzt erscheinen. Die Bergschläge treten am häufigsten in dem kompakten, nur sehr wenig zerklüfteten Gestein auf, indem sich, wie Prof. Dr. F. Becke berichtet (Anzeiger d. k. k. Akad. d. Wiss. Wien 1904, 1905 u. 1906.), plötzlich; ohne irgendwelche vorangehende Anzeichen, große Platten des Gesteins unter Knall ablösen und weit fortgeschleudert werden. Da die abgesprengten Massen mitunter einen Rauminhalt von mehreren Kubikmetern (!) besitzen, so bildet das „Knallgebirge“ für

die Tunnelarbeiter eine große Gefahr; tatsächlich sind auf der Nordseite des Tauertunnels nicht nur zahlreiche Verletzungen, sondern auch drei Todesfälle auf die Rechnung der Bergschläge zu setzen. Auf der Südseite des Tauertunnels trat „knallendes Gebirge“ zwischen 1136 und 1158 m auf, ebenfalls im festen, sehr harten und klufftfreien Granitgneis.

Auch im Wocheiner Tunnel wurden — nach einer mündlichen Mitteilung des Herrn Prof. A. Steinermayr — Bergschläge beobachtet. Das „knallende Gebirge“ besteht dort aus festem, dolomitischen Kalkstein, aus welchem im Jahre 1904 ungefähr in der Mitte des Sohlstollns ein großer Block mit heftigem Knall heraussprang.

Als ein sehr wichtiges Resultat der hier mitgeteilten Beobachtungen ist die Tatsache zu verzeichnen, daß das Auftreten der Bergschläge ganz unabhängig ist vom Gestein und auch vom geologischen Alter desselben. Wir finden sie im Tauertunnel im archaischen Granitgneis, in Prizibram in altpaläozoischen Ablagerungen, in Westfalen und Kladno im Karbon, im Wocheiner Tunnel in der Trias angehörigen dolomitischen Kalksteinen, in Oberbayern endlich in der braunkohlenführenden Molasse; die in Nordamerika gemachten Beobachtungen beziehen sich auf Gneis, Granit, Kalkstein (Niagarakalkstein) und Sandstein. Da die Bergschläge auch in Tunnelstollen vorkommen, in welchen nur relativ wenig Gestein abgebaut ist, so ist die bei den Unfallsberichten aus Steinkohlenruben so häufig betonte Nähe stark abgebauter Felder keineswegs eine notwendige Bedingung des Auftretens dieser Erscheinung. Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß dieselbe tatsächlich nur auf die plötzliche Auslösung in der Erdrinde vorhandener Spannungen zurückzuführen ist. Die Frage nach der letzten Ursache dieser Spannungen wird in den meisten Fällen schwer zu beantworten sein; offenbar können sehr ähnlich verlaufende Erscheinungen sehr verschiedene Ursachen haben, wenn auch vielleicht der „faltende Tangentialschub“ als die häufigste Ursache der durch die Bergschläge ausgelösten Spannung bezeichnet werden darf.

Daß latente Spannungen mitunter selbst noch an kleinen Gesteinsstücken beobachtet werden können, beweist das von F. Katzer mitgeteilte eigentümliche Verhalten eines Pseudochiastolithschiefers, welcher bei gelindem Erhitzen unter Detonation in dünne Lamellen zerspringt. Die Ursache dieser Erscheinung gibt Katzer nicht an, bemerkt jedoch, daß an ein rasches Verdampfen des

etwa mechanisch eingeschlossenen Wassers wegen der geringen Hitze nicht gedacht werden kann, und daß auch die plötzliche Ausdehnung eingeschlossener Gase (etwa Kohlenwasserstoffe) unwahrscheinlich ist, weil andere, sehr ähnliche Gesteine das oben geschilderte Verhalten nicht zeigen.

Neben ihrer praktischen Wichtigkeit haben die Bergschläge auch noch ein sehr bedeutendes theoretisches Interesse, da sie auf vielerlei Erscheinungen, die bisher ziemlich rätselhaft waren, ein helles Licht werfen. Da haben wir zunächst gewisse Detonationsphänomene, die als „Luftknalle“, „mist puffers“, „Barisalgun“ usw. beschrieben und in der verschiedenartigsten Weise erklärt wurden. Sie mögen ja gewiß verschiedene Ursachen haben, dürften aber doch hauptsächlich auf die Auslösung von Rindenspannungen zurückzuführen sein. Ch. Davison („Geological Magazine“ 1892), Hughes („Nature“ 1895. 53. Bd. S. 30 f.) und in neuerer Zeit E. Tietze (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1901. 51. Bd. S. 623 ff.)¹⁾ geben dieser Erklärung der Luftknalle den Vorzug vor anderen, weil sie allen beobachteten Verhältnissen am meisten gerecht wird. Speziell Hughes hat auf die „Aufhebung von Gesteinsspannungen“, wie sie bei Steinbrucharbeiten vorkommen und mitunter von einer Knallerscheinung begleitet sind (er denkt hierbei offenbar an die Beobachtungen von Prof. Niles, loc. cit.), aufmerksam gemacht und die Meinung ausgesprochen, daß sich diese Spannungen auch bei der langsam fortgesetzten Gebirgsbildung durch einen Knall bemerkbar machen können. Die Kluftbildung findet ja ohne Zweifel auch jetzt noch statt und wird in vielen Fällen ebenfalls auf die Auslösung von Spannungen zurückzuführen sein. Dr. Junker hat das „Zerspringen von Felsen“ als Ursache mancher Luftknalle angenommen, und das unter lautem Krachen erfolgende Bersten der Eisdecke lehrt uns, daß tatsächlich schon die einfache Kluftbildung mit einer Schallerscheinung verbunden sein kann. Wir können dies übrigens oft genug an Glaswaren beobachten, die mitunter ohne erkennbare Ursache einen Sprung bekommen, wobei die Sprungbildung von einem deutlichen Knall begleitet wird. Das von mir selbst wiederholt beobachtete spon-

tane Ausspringen von rundlich begrenzten Glasscherben aus den für Gasglühlicht bestimmten Lampenzylindern möchte ich geradezu als ein vollkommenes Analogon der Bergschläge bezeichnen, da dieses Ausspringen explosionsartig, mit einer in Anbetracht der geringen Dicke des Glases ganz erstaunlichen Heftigkeit erfolgt, und zwar nicht etwa durch zu rasches Erwärmen des Glases, sondern — meiner Erfahrung nach — auch noch 10—12 Stunden nach dem Gebrauche der Lampe. Die im Glase vorhandene Spannung muß also stundenlang fortwährend zunehmen, bis sie endlich groß genug wird, die Kohäsion zu überwinden. Ich brauche hier wohl kaum darauf hinzuweisen, daß sich das Vorhandensein von Spannungen in rasch gekühlten Gläsern durch verschiedene optische Anomalien verrät.

Es mag sein, daß mehr oberflächliche Spannungsauslösungen häufiger von akustischen Erscheinungen begleitet werden als diejenigen, die in tieferen Partien der Erdkruste erfolgen; die letzteren dürften dafür häufiger mit stärkeren Erschütterungen verbunden sein. So leiten uns die Bergschläge zu einem der wichtigsten geodynamischen Phänomene hin, nämlich zu den „tektonischen“ Erdbeben. Auch bei diesen ist die Spannungsauslösung mitunter von einem Knall begleitet, wie denn andererseits nach A. Penck (Meteorol. Zeitschrift, Wien 1899) die Gegenden, in welchen Luftknalle vorkommen, in manchen Fällen „tektonisch bedeutsam“ sind. Eine den Steinarbeitern vieler Gegenden wohlbekannte, eigentümliche Erscheinung, die „Gare“, ist ohne Zweifel ebenfalls auf das Vorhandensein von latenten Spannungen zurückzuführen. Diesem Gedanken hat schon Prof. F. Rinne Ausdruck gegeben, indem er („Gesteinskunde“, S. 99) sagt: „Vielleicht ist die Gare eine Folge von Druck, welcher sich bei der Gebirgsbildung oder bei der Zusammenziehung des erkaltenden Gesteins einstellte, der indes nur zu Spannungen, aber nicht zur Kluftbildung führte“.

Aus den in neuester Zeit auffallend häufig auftretenden Erdbeben und Vulkanausbrüchen wird bekanntlich nicht selten — namentlich in Laienkreisen — der Schluß gezogen, daß sich der Erdkörper derzeit in einem Stadium „gesteigerter Erregung“ befindet. Die ebenfalls erst in neuerer Zeit zahlreicher beobachteten Bergschläge scheinen diesen Schluß — wenigstens soweit er sich auf die seismische Erregung bezieht — durchaus zu rechtfertigen, denn meiner Ansicht nach haben wir bei den Bergschlägen tatsächlich den Erdbebendämon in flagranti ertappt. Da der faltende Seitendruck nur eine andere

¹⁾ E. Tietze behandelt die Luftknalle in gewohnt gründlicher Weise in einem besonderen Kapitel seiner Schrift: „Die geognostischen Verhältnisse der Gegend von Landskron und Gewitsch“. Dieses Kapitel führt die Überschrift: „Der Reichenauer Berg und das dortige Detonationsphänomen“ und enthält zahlreiche Literaturangaben. auf die ich hiermit verweise.

Manifestation desselben Dämons ist, so können die Bergschläge auch als sehr gewichtige Argumente zugunsten der modernen Gebirgsbildungstheorie geltend gemacht werden.

Die Roteisensteinlager bei Fachingen a. d. Lahn.

Von
Bergassessor **C. Hatzfeld**-Saarbrücken.

Einleitung.

Die Roteisensteinlager von Fachingen bilden einen Teil der im unteren Lahngebiete innerhalb der devonischen Schichten in großer Zahl auftretenden Roteisensteinlager.

In geologischer Hinsicht befinden wir uns in dieser Gegend, der die Lager des unteren Lahngebietes angehören, an dem westlichen Ende der großen, mitteldevonischen „Lahnmulde“. Letztere erstreckt sich, aus der Gegend von Wetzlar kommend, mit nordost-südwestlichem Verlaufe bis in die Gegend der Stadt Diez, wo sich ihre Grenze nach verschiedenen Richtungen deutlich festlegen läßt. Im Westen erreichen die Schichten der mitteldevonischen Lahnmulde ihr Ende an einer großen, von Kayser¹⁾ aufgefundenen und als „Rupbachspalte“ bezeichneten Verwerfung, die aus der Gegend von Rettert (Blatt Rettert) über das Rupbachtal (Blatt Schaumburg) verläuft und sich bis nach Hlöchst (Blatt Montabaur) verfolgen läßt. Nach Norden hin steht die Mulde, zum Teil durch die tertiären Gebilde des Westerwaldes unterbrochen, mit der „Dillmulde“ in Zusammenhang. Nach Süden dagegen bildet eine große, aus Taunusquarziten und Hunsrückschiefern bestehende Sattelzone, die etwa aus der Richtung Ergesstein, Eichelberg, Wirthskopf (Blatt Rettert) nach dem Mensfelder und Nauheimer Kopf (Blatt Limburg) verläuft, die Grenze dieser Lahnmulde. Der nördlich dieser großen Sattelzone liegende Teil der Lahnmulde bildet seinerseits nochmals drei durch zwischengeschobene Sättel von Unterdevon getrennte Spezialmulden, die von Süden nach Norden als die Hahnstätten-Katzenelnbogener Mulde, die Balduinstein-Rupbachtaler Mulde und die Niedererbach-Hadamarer Mulde bezeichnet werden.

Im engsten Zusammenhange mit diesen drei Spezialmulden steht auch das Auftreten der dieser Gegend angehörenden Roteisensteinlager. Es ist eine geologisch noch nicht

genügend beachtete Erscheinung, daß zwischen der Verbreitung und Anordnung dieser Roteisensteinlager und den stratigraphischen und tektonischen Verhältnissen dieser Gegend offenbar eine bestimmte Beziehung obwaltet. Denn ebenso, wie sich in dem allgemeinen Schichtenaufbau die drei oben genannten Spezialmulden beobachten lassen, so können wir auch die Roteisensteinlager des unteren Lahngebietes zu drei größeren Vorkommen zusammenfassen, die jedesmal einer der betreffenden Spezialmulden angehören. Es sind dies bei der Hahnstätten-Katzenelnbogener Mulde die Lager von Katzenelnbogen, in der Hadamar-Niedererbacher Mulde die Lager in der Umgegend von Hadamar und in der Balduinstein-Rupbachtaler Mulde die Roteisensteinlager von Fachingen, die die bergbaulich bedeutendsten Lager dieser Gegend umfassen²⁾.

I. Kapitel.

Allgemeine Verhältnisse des Lagerstättengebietes³⁾.

I. Stratigraphische Verhältnisse⁴⁾.

Die genannte Birlenbach-Balduinstein-Rupbachtal-Mulde, der die Roteisensteinlager von Fachingen angehören, beginnt westlich vom Rupbachtal, einem linken, oberhalb des Ortes Laurenburg einmündenden Seitentale der Lahn, wo sie an der großen, von Kayser als Rupbachspalte bezeichneten Verwerfung vollständig abschneidet. (Fig. 96). Von hier läßt sich die Mulde nach NO hin, bis über das Aartal bei Diez verfolgen. Die südliche Grenze bildet eine aus Koblenzschichten bestehende Sattelerhebung, die in der Nähe des Ortes Biebrich am Rupbachtal beginnt,

²⁾ Die geologischen Verhältnisse des Gebietes, dem die Fachinger Roteisensteinlager angehören, sind hauptsächlich durch die Arbeiten von Koch und Kayser, die die Blätter Schaumburg und Limburg kartiert haben, näher bekannt geworden. Zu diesen Aufnahmen sind inzwischen eine Reihe von Ergebnissen hinzugekommen, durch die die Stellung verschiedener, in dieser Gegend auftretender Tonschiefer festgelegt werden konnte, und die zu wesentlich anderen Schlußfolgerungen bezüglich der gesamten tektonischen Verhältnisse dieses Gebietes und der Stellung der Roteisensteinlager geführt haben.

Wir müssen daher bei den folgenden Erörterungen auf die bisherigen Untersuchungen von Koch und Kayser zurückgreifen, da es notwendig ist, die auf Grund der neueren Ergebnisse hervorgetretenen Abweichungen klarzulegen, und da die gesamten stratigraphischen und tektonischen Verhältnisse bei der späteren Beurteilung der Genesis der Lager in Betracht gezogen werden müssen.

³⁾ Vergl. hierzu die Blätter Schaumburg und Limburg.

⁴⁾ Die „Übersichtskarte“ ist unter Berücksichtigung der notwendigen Änderungen nach den Blättern Limburg und Schaumburg angefertigt.

¹⁾ Erläuterungen zu Blatt Schaumburg der geologischen Karte von Preußen etc. 1:25 000.