

Min

61

47

(2.Ex.)



I-B-a-94

S. T.

W. - Saarbrücken - Tabac

ADMINISTRATION DES MINES DOMANIALES
FRANÇAISES DU BASSIN DE LA SARRE.

DIE BERGSCHÄDEN IM SAARREVIER

von

J. SCHLICKER, Obermarkscheider.



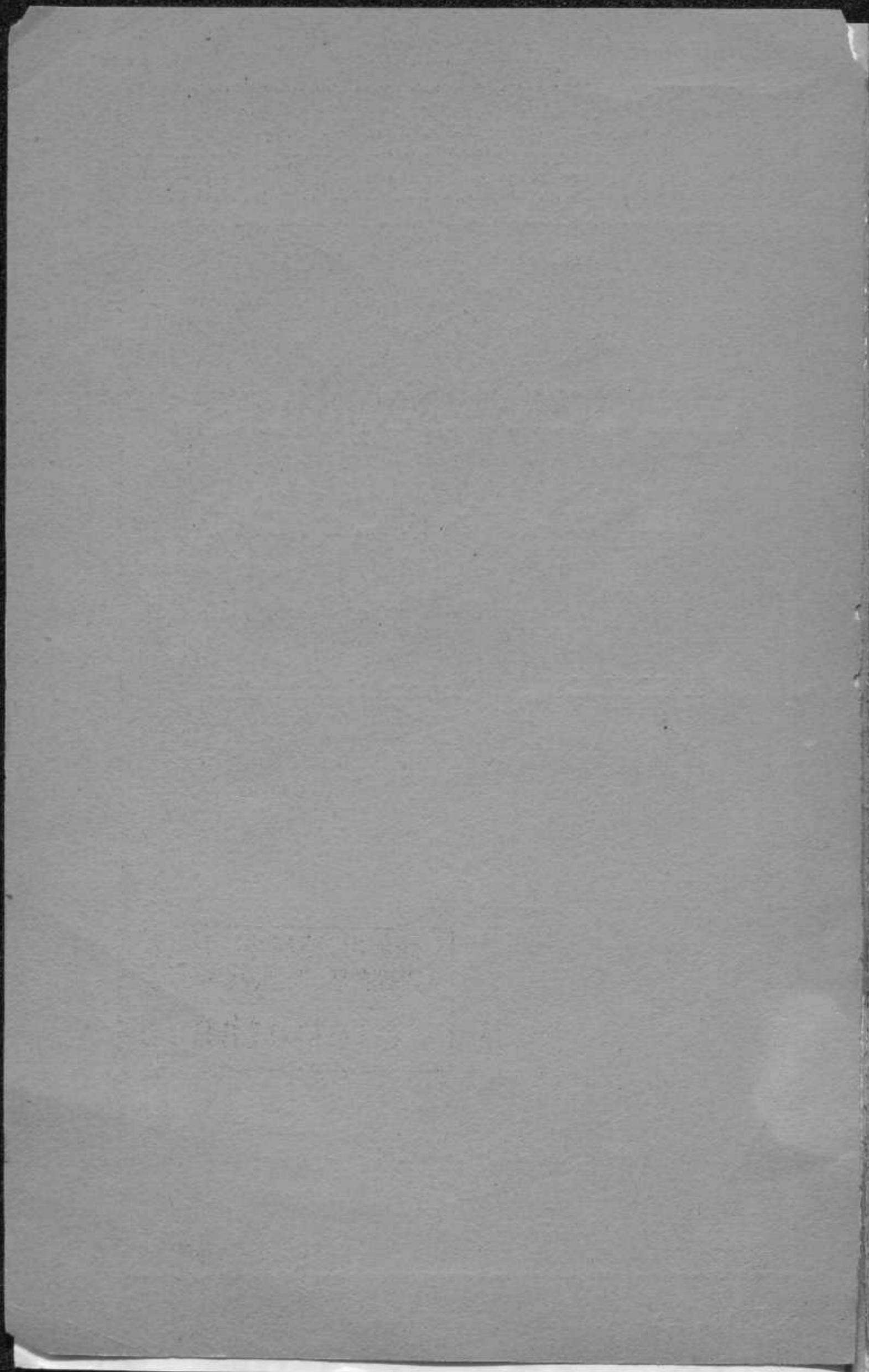
ADMINISTRATION DES MINES
DOMANIALES FRANÇAISES DE LA SARRE

Bibliothèque

I. B. a. 94.

Saarbrücken 1921.

I-B-a-94



ADMINISTRATION DES MINES DOMANIALES
FRANÇAISES DU BASSIN DE LA SARRE.

DIE BERGSCHÄDEN IM SAARREVIER

von

J. SCHLICKER, Obermarkscheider.



ADMINISTRATION DES MINES
DOMANIALES FRANÇAISES DE LA SARRE
Bibliothèque

I, B. a. 94.

Saarbrücken 1921.

Mim 61-47 (2. Ed.)



I.
II.

III.

IV.

V.
VI.
VII.
VIII.
IX.

✓

Inhalt.

	Seite
I. Einleitung	5
II. Entstehung der schädigenden Einwirkungen des Bergbaues auf die Erdoberfläche	6
a) durch den Betrieb von Aus- und Vorrichtungsstrecken zur Kohlegewinnung und insbesondere durch den Verhieb, den Abbau der Kohlenflöze	6
b) durch das aus den Bergwerken gepumpte Wasser	6
c) durch Gasausströmungen	7
III. Die Wirkungen des Zusammenbruchs der Hohlräume auf das Deckgebirge bis zur Erdoberfläche hin	8
a) Allgemeines	8
b) Die Höhe der Hohlräume und deren Ausfüllung	13
c) Die Lage der Hohlräume gegen die Horizontale	22
d) Die Teufenlage der Abbaue	23
e) Die Beschaffenheit der über den Hohlräumen bis zu Tage hin lagernden Gebirgsschichten	26
IV. Die Auswirkungen der Abbaue an der Erdoberfläche	30
a) Bodensenkungen	31
b) Tagebrüche	33
c) Erdspalten	33
d) Verschiebungen von Gebirgstteilen	35
e) Erderschütterungen	39
f) Wasserentziehungen	41
V. Zeit des Eintritts und Dauer der Einwirkungen des Bergbaues auf die Erdoberfläche	44
VI. Größe der Senkungen	46
VII. Ausdehnung der Einwirkungen des Bergbaues auf die Erdoberfläche	48
VIII. Gestaltung der Sicherheitspfeiler	52
IX. Zusammenfassung der gesammelten Erfahrungen und Feststellungen	54

gen
und
usw
und

figs
Ge
häl
Ve
im
so
he

ba
äh
da
vo
sel
Ke
flä
ni
be
gi
da
u
b
d
u
d
R

I. Einleitung.

Unter Bergschäden werden zusammengefaßt, alle schädigenden Einwirkungen des Bergbaues auf die Erdoberfläche und den auf ihr errichteten Anlagen, Bauwerken, Eisenbahnen usw., sowie alle Beeinflussungen von Grundwasser, Quellen und Wasserläufen aller Art.

Die Bergschäden machen sich am deutlichsten und häufigsten bemerkbar in einem stark bebauten Gelände. In einem Gelände mit geringer Bebauung, mit geringen Verkehrsverhältnissen, treten zwar auch die von ihnen hervorgerufenen Veränderungen auf, jedoch machen sich diese Veränderungen im freien Felde oder im Walde weniger geltend, sie treten nicht so in Erscheinung, sie wirken nicht so nachteilig und haben daher nicht so hohe Entschädigungskosten im Gefolge.

Oft entstehen Schäden, die ihre Entstehung nicht in bergbaulichen Einwirkungen haben, jedoch den Bergschäden völlig ähnlich auftreten. Typische Bergschäden gibt es nicht. Es ist daher in einem Bergbaugebiete oft schwer, die Ursachen von vorliegenden Schäden festzustellen. Um zu erkennen, ob Bergschäden vorliegen, bedarf es vor allem einer eingehenden Kenntnis der Auswirkungen der Grubenbaue an der Erdoberfläche in dem betr. Bergbaugebiete. Diese Auswirkungen sind nicht vollständig gleichzustellen denen in anderen Bergbaubezirken, da sie in erster Linie abhängig sind von dem geologischen Schichtenaufbau eines Bergbaugebietes. Es lassen sich daher die in einem Bergbaurevier gesammelten Erfahrungen und Feststellungen nicht ohne weiteres in einem anderen Bergbaubezirk zur Anwendung bringen, besonders dann nicht, wenn das Steinkohlengebirge in den verschiedenen Bezirken von ungleichen jüngeren Schichten überlagert ist. Die grundlegenden Feststellungen im Steinkohlengebirge werden wohl in allen Revieren im großen und ganzen gleich sein.

II. Entstehung der schädigenden Einwirkungen des Bergbaues auf die Erdoberfläche.

Die schädigenden Einwirkungen an der Erdoberfläche durch den Bergbau sind auf die durch ihn entstehenden Hohlräume in der Erde zurückzuführen. Letztere bilden sich:

- a) durch den Betrieb von Aus- und Vorrichtungsstrecken zur Kohlengewinnung und insbesondere durch den Verhieb, den Abbau der Kohlenflöze,
- b) durch das aus den Bergwerken gepumpte Wasser und
- c) durch Gasausströmung.

a) Durch Kohlengewinnung.

Die Größe der im Saarbezirke durch die Kohlengewinnung entstehenden Hohlräume läßt sich aus den folgenden Angaben und Berechnungen annähernd übersehen.

Die Größe des abgebauten und vor dem Kriege in Betrieb stehenden Baufeldes des früheren Saarbrücker Berechtigungsfeldes kann zu rund 14 500 ha angenommen werden. Aus diesem Baufelde wurden bis einschließlich 1919 rund 430 Millionen Tonnen Kohlen gewonnen.

Die durch diese Kohlengewinnung geschaffenen Hohlräume können mit Einrechnung der Aus- und Vorrichtungsstrecken wohl zu rund 430 Millionen cbm angenommen werden.

Werden diese Hohlräume gleichmäßig auf die ganze abgebaute und in Gewinnung stehende Fläche verteilt, so ergibt sich eine Höhe derselben von ca. 3 m.

Die vor dem Kriege im Jahre 1913 erzielte Förderung betrug 13 108 136 t.

Der durch diese jährliche Kohlengewinnung geschaffene Hohlraum kann mit Einrechnung der Aus- und Vorrichtungsstrecken wohl rund zu 13,1 Millionen cbm berechnet werden, der, gleichmäßig auf die benannte Fläche verteilt, $\frac{13,1}{145} =$ ungefähr $\frac{1}{11}$ m Höhe einnimmt.

Die gesamte Mächtigkeit der Magerkohlenflöze im Saarbezirk beträgt ca. 3,0 m, der Flammkohlenflöze ca. 14,70 m und der Fettkohlenflöze ca. 26,40 m. Durch ihren vollständigen Abbau werden entsprechende Hohlräume von ca. 3, bzw. 14,70, bzw. 26,40 m geschaffen.

b) Durch Grubenwasser.

Durch das aus den Gruben gepumpte Wasser werden große Substanzmassen den Gebirgsschichten und Gebirgssstö-

rungen entzogen und zwar sowohl mechanisch suspendiert in Form von Schlamm, wie auch chemisch gelöst, in Form der verschiedensten Salze.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß das in Form von Schlamm abgesetzte Material der Grubenwässer zum größten Teil aus der Steinkohlenformation selbst entstammt und staubförmige Gesteins-Partikelchen darstellt, welche ursprünglich die durch den Abbau entstandenen Hohlräume mit ausfüllten. Der Schlamm ist in der Hauptsache Material, welches hauptsächlich beim Abbau entstanden ist, worauf auch schon die Farbe der Grubenwässer hinweist.

Weitere Gesteinsteilchen werden aus den Gebirgsstörungen (Falten- und Spaltenverwerfungen), die oft mit losen Gesteinstrümmern der verschiedensten Art ausgefüllt sind und in der Regel viel Wasser führen, mit diesem fortgetragen. Ist das Steinkohlengebirge von diluvialen oder alluvialen Schichten oder vom Buntsandstein überlagert, dann nehmen die in dasselbe eintretenden großen Wassermengen leicht lösliche Gesteinsmassen in sich auf und führen sie durch Gebirgsstörungen und durch die durch den Abbau hervorgerufenen Gebirgsspalten den Grubenstrecken und den darin angelegten Wassersammelstellen zu. Bestimmte Zahlen lassen sich für diese mechanisch beigemengten Substanzmassen nicht angeben. Daß aber durch die Grubenwässer dem Erdinnern beträchtliches Material entzogen wird, ist an den schwarzen Schlammengen zu erkennen, welche sich in den Sümpfen zur Klärung der Grubenwasser ablagern, die auf vielen Bergwerken errichtet sind.

Im Jahre 1920 wurde aus den Mines Domaniales Françaises insgesamt eine Wassermenge von 28 Millionen cbm zu Tage gehoben.

c) Durch Gasausströmung.

Den Gruben entströmen enorme Gasmengen, die ursprünglich meist unter hohem Druck in den Poren der Kohle und in Gesteinsklüften eingeschlossen waren. Diesen Gasmassen muß, wenn auch nur eine geringe Verminderung der Gebirgsmassen, und damit zusammenhängend, die Bildung kleinster Hohlräume zugeschrieben werden.

In den ausziehenden Wetterströmen sämtlicher Mines Domaniales Françaises des Saarbezirks wurden im Durchschnitt der 5 Jahre 1915 bis 1919 ungefähr täglich 596 400 cbm, also

jährlich ungefähr 217,7 Millionen cbm Methan (C. H. 4) und täglich ungefähr 749,300 cbm, also jährlich ungefähr 263,5 Millionen cbm Kohlensäure (C. O. 2) festgestellt. Diese Gasausströmung kommt einem Gewichte von über 677 000 t gleich, das ungefähr 5 Prozent der gesamten jährlichen Kohlenförderung entspricht.

III. Die Wirkungen des Zusammenbruchs der Hohlräume auf das Deckgebirge bis zur Erdoberfläche hin.

a) Allgemeines.

Sind in der Erde Hohlräume geschaffen, so müssen nach den physikalischen Gesetzen der Schwere, die den Hohlraum überlagernden Schichten sinken, wenn die Schwere stärker wird als die Kohäsion der Schichten. Ist letztere größer als die Schwere, so erfolgt kein Niederbrechen. Hier sind zunächst zwei Fälle zu unterscheiden:

1. Es erfolgt eine einfache Einsenkung, ohne Bruch, indem sich die zunächst hangenden Schichten einfach auf die Sohle des Flözes oder auf den in den Hohlraum gebrachten Versatz auflagern. Ein solches Niedergehen erfolgt dort, wo die Elastizitätsgrenze der betreffenden Gesteinsschichten bei der Einsenkung in den Hohlraum nicht überschritten wird, also bei gleichförmigen, gutgelagerten, unzerklüfteten Schiefertonglagern, unter denen keine hohen Hohlräume liegen, also bei schwachen Flözen oder bei Flözen, bei denen die geschaffenen Hohlräume dicht ausgesetzt worden sind.

Sowohl beim StREBBAU, wie auch beim Abbau mit Schlammversatz habe ich bei entsprechenden Flözmächtigkeiten Durchbiegungen der hangenden Schiefertonschichten bis zu 0,90 m über die ursprüngliche Schichtenlage hinaus feststellen können, ohne daß dabei die Festigkeits- bzw. Elastizitätsgrenze erreicht war.

2. Es tritt ein Bruch der hangenden Schichten ein, indem dieselben in größeren oder kleineren Blöcken niedergehen und sich auf der Sohle in unregelmäßigen Haufen auftürmen. Diese Art des Niedergehens der hangenden Schichten tritt stets dort ein, wo deren Elastizitätsgrenze überschritten wird, also beim Abbau von mächtigen Flözen ohne vollständigen Bergeversatz, auch bei schwächeren Flözen, wenn deren Dachgestein aus

festen Sandsteinen, festen Schiefen oder auch sonst elastischen, jedoch zerklüfteten Schichten bestehen.

a) Das Niederbrechen der hangenden Schichten kann wieder in zwei Aktionen eingeteilt werden,

1. in die eigentliche Fallaktion und

2. in die Zerreißungsaktion des Gebirges, wobei zwischen einem eigentlichen Fallraum und einer diesen mehr oder minder konzentrisch umgebende Zerreißungssphäre, dem Nachbruchsraum, zu unterscheiden ist. Im Fallraum geht die Aktion des Niederfallens vor sich. Bevor jedoch die Gesteinsstücke fallen können, müssen sie sich losreißen, d. h. durch die Arbeit der Schwere vorerst die Kohäsion in mehr oder minder großer Zeit überwinden. Es arbeitet hier also ununterbrochen die Schwerkraft annähernd konzentrisch, zunächst unsichtbar, immer weiter nach oben und seitwärts und diese Aktion kann wohl als eine Zerreißungs-(Abreißungs)-Aktion und ihre räumliche Begrenzung die Zerreißungssphäre, den Aufbruchs- oder Nachbruchsraum bezeichnet werden. Stets macht sich dabei das physikalischen Gesetzen entsprechende Streben bemerkbar, diesen Raum dergestalt und so lange auszubauen, bis das hangende Gestein ein Gewölbe darstellt, dessen Form sich nach den Gesetzen der Statik der Parabel nähert.

Schon während des Auskohlens merkt der Bergmann, ob ein größerer oder geringerer Druck auf dem Flöze lastet und richtet danach seine Sicherheitsmaßnahmen gegen zu schnelles Hereinbrechen des Deckgebirges ein. In der Regel erfolgt dieses in den ersten Wochen nach erfolgter Auskohlung. Der Bergmann bezeichnet diesen Vorgang mit den Worten: „Der alte Mann“, d. i. der ausgekohlte, verlassene Raum, „geht zu Bruch“. Je nach der Beschaffenheit der hangenden Schichten vollzieht sich dieser Vorgang verschieden. Oft bleiben einzelne Teile des alten Mannes wochenlang offen; es bilden sich „Glocken“, die dann plötzlich im Ganzen zusammenbrechen. Während Hohlräume von größerer Ausdehnung in verhältnismäßig kurzer Zeit zusammenbrechen, können solche von kleinerem Umfange und besonders einzelne Strecken, jahrzehntelang offen bleiben, besonders wenn sie in geringer Tiefe liegen, also keinem hohen Druck ausgesetzt sind, wenn sie, wie dies in früheren Jahren vielfach geschah, mit Eichenholz ausgezimmert oder gar in Mauerung gesetzt wurden. Ich habe vielfach solche Strecken noch offen gefunden, in denen nur an einzelnen Stellen

Gebirgsmassen aus dem Hangenden oder aus den Seitenstößen hereingebrochen waren, obschon sie schon 50 und mehr Jahre außer Dienst gestellt, bzw. abgeworfen waren.

Nach allen Erfahrungen muß ich annehmen, daß auch bei dem in früheren Jahren viel geführten Pfeilerbau, bei welchem viele Pfeiler absichtlich stehen gelassen wurden, weil damals in falscher Beurteilung der Einwirkungen des Abbaues auf die Erdoberfläche angenommen wurde, daß durch das Stehenlassen solcher Pfeiler in gewissen Abständen, eine Sicherheit gegen das Hereinbrechen der Schichten und gegen Beschädigungen der Erdoberfläche geschaffen würde, viele Hohlräume sich zwischen den stehen gebliebenen Pfeilern auf eine Reihe von Jahren offen gehalten haben. Nach allen Beobachtungen kann angenommen werden, daß dort, wo durch die Kohlenengewinnung größere, zusammenhängende Hohlräume geschaffen werden, ein recht baldiges zusammenhängendes Niederbrechen der hangenden Schichten erfolgt, welches sich dem Fortschreiten des Abbaues anschließt, daß dagegen bei einem Abbau mit Stehenlassen von Pfeilern, ein ganz unregelmäßiges, sich lange hinziehendes Niedergehen der hangenden Schichten eintritt.

Verhältnismäßig schnell vollzieht sich die Ausfüllung der Hohlräume, wenn das Deckgebirge durch Gebirgsstörungen zerrissen ist, wenn es aus gebräunten Schiefertönen oder aus kurzbrächigen Sandsteinen und nicht fest verkitteten Konglomeratmassen besteht, oder wenn es schon durch einen früheren Abbau aus seinem ursprünglichen Zusammenhang gerissen und zerstückelt worden ist. In diesen Gebirgsschichten besteht dann nicht mehr die ursprüngliche Konsistenz, Dichte und Elastizität. Die Druckverhältnisse sind sehr verschieden und es steigt in ganz besonderem Maße die Gefährlichkeit bezgl. Stein- und Kohlenfalles. Solche Schichten brechen oft plötzlich, ohne Durchbiegung nieder und füllen die Hohlräume aus.

Die niedergebrochenen Gebirgsschichten nehmen infolge der Auflockerung der Gesteinsmassen, die sich durch ihre Abtrennung voneinander und ihre Zerstückelung bei ihrem Hereinbrechen vollzieht, einen größeren Raum ein. Die Auflockerung ist unmittelbar nach dem Bruche am größten und vermindert sich dann in dem Maße, wie sich die Bruchmassen durch ihr Eigengewicht und, wenn der Bruch nicht zu Tage geht, durch das nach Auffüllung des Aufbruchraumes auf sie aufsetzende Gebirge zusammendrücken. Das Verhältnis zwischen dem Volumen des zu Bruch gegangenen Gesteins in dem Zustande,

in dem es sich befindet, nachdem der Aufbruch und das Zusammensetzen der Aufbruchmassen beendet ist und dem ursprünglich anstehenden Volumen des Dachgebirges wird als Volumenerhöhungskoeffizient bezeichnet.

In Folge dieser Volumenvermehrung muß in einer gewissen Höhe des Aufbruchs ein Moment eintreten, wo aller leerer Bruchraum derart ausgefüllt ist, daß ein ferneres Nachbrechen nicht mehr möglich ist, woraus gefolgert werden kann, daß mit der zunehmenden Teufe des Abbaues die Bruchwirkungen über Tage abnehmen und bei einer gewissen Teufe gleich Null werden.

Diese Teufe, aus welcher ein Abbau nach Tage hin wirkungslos verläuft, wird die unschädliche Abbautiefe bezeichnet. Im Saarbrücker Bezirk konnte eine solche Teufe noch nicht festgestellt werden. In allen Teufen bis zu 600 m machten sich bis jetzt Einwirkungen der Abbaue, nachdem sie eine bestimmte Ausdehnung angenommen hatten, an Tage bemerkbar, gleichviel ob die überlagernden Gebirgsschichten schon durch einen früheren Abbau aus ihrem Zusammenhang gerissen worden waren oder ob sie noch in ihrer ursprünglichen Lage standen.

Leider konnte bis jetzt noch nicht festgestellt werden, welche Größe eine Abbaufäche haben muß, um in einer bestimmten Teufenlage noch beeinflussend auf die Erdoberfläche einzuwirken. Die in anderen Bergrevieren in dieser Beziehung gemachten Erfahrungen und Zahlenangaben treffen für das Saarbrücker Revier nicht zu.

Bei der Beurteilung, ob Abbaue in geringem Umfange, ob einzelne Grubenstrecken in einer bestimmten Teufenlage noch Senkungen an Tage hervorrufen können, ist äußerste Vorsicht geboten. Neben der räumlichen Größe der Strecken ist deren Tiefenlage und besonders noch die Höhe der Hohlräume in Betracht zu ziehen, da vielfach kein Versatz in solche Strecken gebracht wird.

Die Beobachtungen im Flözbau haben gelehrt, daß das Hereinbrechen der Gebirgsschichten in größeren oder kleineren Blöcken, wie es vorstehend geschildert ist, sich nur in hohen Abbauräumen vollzieht und sich auch wohl nur auf die nächstliegenden über den Abbauräumen liegenden Schichten erstreckt. Höher hinauf brechen in ausgedehnten Abbauräumen die hangenden Schichten wohl nur in großen Blöcken, in Erd-

schollen, die sich nach dem Schwerpunkte des Abbaues hin verschieben oder es findet nur eine Durchbiegung bezw. ein Strecken der Schichten nach dieser Richtung hin statt. Sind die Hohlräume dicht mit Bergen versetzt, dann findet das Hereinbrechen in großen Blöcken auch schon in den untersten hangenden Schichten statt. Diese großen kompakten Massen lagern sich auf die bereits hereingebrochenen Massen und pressen die lockern Ausfüllungen der Hohlräume zusammen. Bestehen die hangenden Schichten aus Schiefertonen, die an sich schon plastisch oder in Verbindung mit feuchter Luft und Wasser plastisch werden, so vollzieht sich die dichte Ausfüllung der Hohlräume und das weitere Sinken des Hangenden nach Tage hin schneller, als wenn mächtige Sandstein- und Konglomeratlager das unmittelbare Hangende der Hohlräume bilden.

In Strecken, die über einem Abbaufelde liegen und auch beim Abbau von Flözen über alten Bauen, wurde vielfach die Beobachtung gemacht, daß ein größeres Zerstückeln der ursprünglichen Gebirgsschichten nicht eingetreten und oft der Zusammenhang der Schichten nur wenig verändert war. An Hand von genauen, nivellitischen und polygonometrischen Messungen in Strecken, unter welchen später zum Teil ein Abbaufeld zu liegen kam, konnte festgestellt werden, daß der über dem Abbaufeld liegende und angrenzende Teil der Strecken sich nicht nur gesenkt, sondern auch seitlich um mehrere Dezimeter verschoben hatte.

Ueber Tage wurde oft die Beobachtung gemacht, daß in dem Einwirkungsbereich von Abbaufeldern stehende Häuser schwer beschädigt waren, während andere in der Nähe stehende fast keine Beschädigungen, dagegen eine vielfach über einige Dezimeter betragende Schiefelage der Fußböden aufwiesen, was sich nur unter der Annahme erklären läßt, daß diese Gebäude auf einer durch Abbaueinwirkungen gebildeten großen Gebirgsscholle stehen und mit dieser eine nach dem Schwerpunkt der Abbaueinwirkungen hin geneigte Lage angenommen haben.

Wird zugegeben, daß im Allgemeinen eine größere Zerstückelung des Gebirges nur in den unmittelbar über dem Abbau liegenden Schichten stattfindet, und sich die höher gelegenen Schichten nur als eine mehr oder weniger kompakte Masse senken, dann kann nur eine geringe Volumenvermehrung ange-

nommen werden, und die sogenannte „schadlose Tiefe“ würde sich nur in einer großen Teufe errechnen lassen.

Vielfach werden in einem Bergwerksfelde eine ganze Reihe von Flözen nacheinander abgebaut, wobei sich die Einwirkungen des Abbaues auf die überlagernden Gebirgsschichten, bis nach Tage hin, stets wiederholen. Zur Ruhe gekommene Gebirgsschollen werden wieder in Bewegung gebracht und dabei oft weiter zerstückelt.

Nach allen bisher im Saarbrücker Revier gemachten Erfahrungen, muß angenommen werden, daß jede vollständige Auskohlung größerer Flözflächen fast immer eine Senkung der Erdoberfläche im Gefolge hat, mag dieselbe in geringerer oder größerer Tiefe, auf flach- oder steilgelagerten Flözen, mit oder ohne Bergeversatz geführt werden. Nur das Maß der Einwirkungen ist bei den verschiedenen Bedingungen, unter denen die Abbaue geführt werden, verschieden. Eine Grenze, unter welcher eine Einwirkung des Bergbaues auf die Erdoberfläche nicht mehr stattfindet, ist noch nicht erreicht worden und läßt sich auch nach den bisher gemachten Erfahrungen nicht bestimmen. Beeinflussend auf die geschilderten Vorgänge wirken hauptsächlich ein:

- b) die Höhe der Hohlräume und deren Zusetzung mit Gesteinsmaterial,
- c) die Lage der Hohlräume ob horizontal oder geneigt,
- d) die Teufenlagen der Abbaue und
- e) die Beschaffenheit der über dem Abbau bis zu Tage hin lagernden Gebirgsschichten.

b) Die Höhe der Hohlräume und deren Zusetzung mit Gesteinsmaterial.

Beim Steinkohlenbergbau werden die meist größten Hohlräume durch die Abbaue der Flöze geschaffen. Die Hohlräume, welche durch die nicht auf den Flözen betriebenen Strecken, den Gesteinsstrecken, Querschläge und Richtstrecken usw. geschaffen werden, treten gegen erstere ganz zurück. Daher wird der Flözabbau bei der Beurteilung von Bergschäden an erster Stelle in Rechnung gezogen. Aber auch die Gesteinsstrecken müssen mit berücksichtigt werden, besonders, wenn sie nahe an Tage liegen, denn diese einzelnen Strecken halten sich in der Regel sehr lange offen und können bei ihrem Zusammenbrüche eng begrenzte, mitunter aber erhebliche Schäden herbeiführen.

Der beim Flözenbau geschaffene Hohlraum ist in seiner Höhe abhängig von der Mächtigkeit der Flöze, deren Lage gegen die Horizontale und deren Zusammensetzung. Die Mächtigkeit der im Saarbrücker Revier abgebauten Flöze schwankt zwischen 0,80 und 3,40 m. Im Durchschnitt werden Flöze von 1 m bis 1,50 m Mächtigkeit gebaut.

Ein Flöz besteht entweder aus einer Kohlenbank oder aus mehreren Kohlenbänken, die durch Zwischenmittel von einander getrennt sind. Letztere bestehen fast ausnahmslos aus mehr oder minder festen Schiefertonschichten in einer Stärke von wenigen Millimetern bis zu mehreren Dezimeter. Vereinzelt kommen als Zwischenglied auch Brandschiefer, Letten, Tonerzstein und Tonstein vor.

Besteht ein Flöz aus mehreren Bänken, dann schließt es sowohl nach dem Hangenden, wie auch nach dem Liegenden mit einer Kohlenbank ab. Es kann als eine Ausnahme bezeichnet werden, wenn ein Flöz mehr als 1 m reiner Kohle in einer Bank führt.

Die Mächtigkeit der einzelnen Kohlenbänke bleibt sich sowohl in streichender Richtung, wie auch nach dem Einfallen hin, nicht gleich, sondern verändert sich in der Weise, daß starke Bänke allmählich abnehmen und oft zu schwachen Kohlenstreifen sich auskeilen und umgekehrt, daß schwache Kohlenbänke sich nach und nach verstärken. Ebenso veränderlich ist auch die Mächtigkeit der Zwischenmittel. Starke Zwischenmittel keilen sich allmählich aus und vielfach legen sich neue an.

Wird ein Zwischenmittel so stark, daß eine teilweise getrennte Gewinnung der Kohlenbänke stattfinden muß, so werden die es einschließenden Kohlenbänke als Hauptbank und Nebenbank oder auch als Ober- und Unterbank des Flözes oder auch als zwei verschiedene Flöze bezeichnet. Unmittelbar über den Flözen lagert entweder Brandschiefer oder Schiefertonschiefer; vereinzelt bildet jedoch auch Sandstein oder Konglomerat das Dach des Flözes. In diesen Fällen ist die Kohle von dem Nebengestein oft schwer zu trennen; der Bergmann sagt, sie ist „angebrannt“.

Das unmittelbare Liegende der Flöze besteht stets aus Schiefertonschiefer, niemals aus Sandstein oder Konglomerat. Die Sohle wird in der Regel durch eine ziemlich ebene Fläche gebildet, während das Dach, besonders wenn es aus Sandstein

oder Konglomerat besteht, oft sehr große, wellenförmige Unebenheiten aufweist. Besteht ein Flöz nur aus einer Kohlenbank, so wird bei seinem Abbau ein Hohlraum in der Höhe des Flözes geschaffen. Besteht jedoch ein Flöz aus mehreren Kohlenbänken mit Zwischenmitteln, so kann nur mit einer Höhe des Hohlraumes gerechnet werden, die gleich ist der Summe der Höhen der einzelnen Kohlenbänke, da die Zwischenmittel, die beim Flözabbau mit hereingewonnen werden, in dem abgebauten Gebirgsteil verbleiben, wie der Bergmann sagt, „versetzt“ werden.

Diese beim Flözabbau mitfallenden Zwischenmittel werden „Berge“ genannt. Sie nehmen beim Versetzen in den Hohlräumen einen weit größeren Raum ein, als sie im fest entstehenden Gebirge hatten. Es ist errechnet worden, daß 1 cbm fest anstehender Schieferton als Bergeversatz einen Raum von ca. 1,75 cbm einnimmt.

In der alten Zeit des Bergbaues, als die Flöze noch von Tage aus abgebaut wurden, war bei deren großen Anzahl der Hauptaugenmerk darauf gerichtet, in möglichst kurzer Zeit viele Kohlen zu Tage schaffen zu können. Die Kohlengewinnung fand fast ausschließlich nur auf möglichst mächtigen Flözen statt und auch da nur, wo die Bedingungen zur Gewinnung und Förderung günstig lagen, die Wasserhaltung keine Schwierigkeiten bereitete und wo ein möglichst großer Absatz der gewonnenen Kohlen zu erwarten war. An eine ökonomische Ausnutzung der Kohlenschätze wurde nicht gedacht; es wurde mehr oder weniger Raubbau betrieben. Irgend eine Rücksicht auf die Erdoberfläche wurde nicht genommen; es lag dazu auch keine Veranlassung vor. Die Gewinnungspunkte konnten dort angelegt werden, wo Grund und Boden einen geringen Wert hatten. Wälder, Ackerland und Oedland waren vorherrschend, Wiesen- und Gartenland traten dagegen zurück, die Besiedelung war sehr gering.

Das Einwirkungsgebiet des Bergbaues begrenzte sich zu dieser Zeit sehr scharf an Tage durch Pingen und Tagebrüche. Entschädigungsanträge für Bergschäden wurden kaum gestellt. Was nicht in den Abbau hineinfiel, konnte als bausicher angesehen werden.

Auch in späteren Jahren, als eine mehr vollständigere Kohlengewinnung dem Raubbau folgte und der Abbau auch auf weniger mächtige Flöze überging, wurde nicht daran gedacht,

durch geeignetes Zusetzen der Hohlräume die Erdoberfläche zu schützen. Dort, wo es geboten war, wurde ein Sicherheitspfeiler festgelegt, dessen Grenzen in nächster Nähe der zu schützenden Fläche mit senkrechten Ebenen begrenzt war. Bei dem großen Kohlenreichtum kam es auf einen stehen zu lassenden Sicherheitspfeiler, der auch in der Regel keine große Fläche einnahm, mehr oder weniger nicht an. Von den Einwirkungen des Zusammenbrechens der durch den Abbau geschaffenen Hohlräume auf die Erdoberfläche bestanden nur unklare, theoretische, auf keine sicheren Beobachtungen und Erfahrungen sich stützende Vorstellungen.

Bis in die 1880er Jahre hinein kam nur Bruchbau, je nach den örtlichen Verhältnissen als streichender, schwebender oder diagonalen Pfeilerbau zur Anwendung, wobei das Bestreben vorlag, die fallenden Berge auf die billigste Weise von Ort und Stelle zu schaffen, entweder dadurch, daß sie in den alten Mann versetzt oder zu Tage hin, nach den Bergehalden gebracht wurden. Die Bergleute zogen meistens den letzten Weg vor; er war für sie der einfachste und auch der vorteilhafteste. Sie betrachteten die Bergeförderung und besonders das Versetzen der Berge als eine sehr lästige Zugabe zur Kohlengewinnung und waren stets bestrebt, die Berge auf die für sie einfachste und vorteilhafteste Weise aus ihrem Arbeitsort fortzuschaffen. Es bedurfte jahrelanger eingehender Ermahnungen seitens der Aufsichtsbeamten, um die Bergleute nach und nach dahin zu bringen, die fallenden Berge möglichst in der Grube zu belassen, sie in die Hohlräume zu versetzen.

Bei dem früher betriebenen Pfeilerbau war es oft nicht zu vermeiden, daß bei eintretendem hohem Druck oft mehrere Pfeiler „zu Bruche gingen“, d. h. daß das Hangende zwischen mehreren Kohlenpfeilern hereinbrach. Bei dem Bestreben, möglichst viele Kohlen zu gewinnen und der Abneigung der Bergleute gegen das Versetzen der Berge, blieben vielfach diese Pfeiler stehen und es wurden nur die Kohlenpfeiler abgebaut, bei denen die Kohlen möglichst bequem und billig gewonnen werden konnten. Auch bei der teilweise damals noch vorherrschenden Ansicht, daß die Erdoberfläche gegen Herinbrechen durch das Stehenlassen von Kohlenpfeilern geschützt werden könnte, blieben Pfeiler stehen, die später bei einem Abbau auf tiefer gelegenen Flözen in Bewegung gebracht, sich in der schädlichsten Weise an Tage ausgewirkt haben.

Die in den 1850er Jahren einsetzende bedeutende Steigerung der Kohlengewinnung auf allen Gruben des Reviers und das verhältnismäßig schnelle Eindringen in tiefere Sohlen gaben in den 1880er Jahren Veranlassung zu rationellern Bauarten, zu den Abbauen mit Bergeversatz, zum Streb- und Stoßbau und bald darauf auch vereinzelt zum Abbau mit Spülversatz überzugehen.

Längst hatte man die schwerwiegenden Nachteile des Pfeilerbaues erkannt. Besonders machten sich immer mehr die großen Abbauverluste bemerkbar, die oft dadurch entstanden, daß wegen zu hohen Druckes und Zubruchegehen der Strecken, Bremsberg- und Grundstrecken-Sicherheitspfeiler, ja sogar Teile ganzer Bauabteilungen nicht mehr hereingewonnen werden konnten und damit Abbauverluste von 30 Prozent und darüber entstanden. Zu diesen Verlusten traten noch die durch Wärme- und Gasentwicklung aus den nichtgewonnenen Kohlen, sowie durch die Brandgefährlichkeit sich einstellenden Belästigungen und Gefahren. Ferner machte sich immer mehr das ganz unregelmäßige Zubruchegehen des Hangenden sehr störend bemerkbar. Dadurch wurden die Hohlräume zunächst nur teilweise ausgefüllt, die dann dem frischen Wetterstrom die Möglichkeit gaben, sich zu zerstreuen, während sie Sammelbehälter für schädliche Gase wurden, die beim weiteren, plötzlichen Zusammenbrechen des Hangenden in die belegten Abbaue eingepreßt wurden und für diese eine ständige Gefahrenquelle bildeten.

Nicht zuletzt machten sich auch immer mehr die schädlichen Einwirkungen des Pfeiler-Bruchbaues durch das ungleichmäßige Zusammenbrechen der Hohlräume an Tage bemerkbar.

Der Bergbau hat im Laufe der Jahre eine sehr beträchtliche Ausdehnung angenommen. Entsprechend hat auch die Besiedelung des Geländes zugenommen. Aus einzelnen Gehöften und kleinen Siedelungen im Saarbrücker Bergbaurevier sind große Dörfer und Städte geworden und an den Hauptverkehrsstraßen reiht sich meilenweit Haus an Haus. Früheres Wald- und Oedland wurde zu ertragsreichen Gärten, Wiesen und Aeckern nutzbar gemacht. Die Wertsteigerung des Grund und Bodens und der darauf errichteten Gebäude ist bedeutend gewachsen und nimmt immer noch zu.

Bei der großen Ausdehnung des Bergbaues und dessen Eindringen in immer größere Tiefen mußte notwendigerweise

auch sein Auswirkungsbereich an Tage entsprechend zunehmen, und da er gegen früher, viel wertvollere Objekte traf, zu immer größer werdenden Entschädigungen führen, die als neuer nicht zu unterschätzender Faktor beim Betriebe der Bergwerke in Rechnung gesetzt werden mußten. Es lag daher nahe, und die Verhältnisse drängten auch dazu, Mittel und Wege zu suchen, um die zu zahlenden Entschädigungen für schädliche Einwirkungen des Bergbaues, wenn nicht ganz auszuschalten, so doch auf ein Mindestmaß herabzudrücken. Hierzu war nur eine Möglichkeit gegeben und zwar die, die Bergschäden selbst fern zu halten. Eingehende Beobachtungen hatten schon erkennen lassen, daß dies durch ein möglichst dichtes Zusetzen der Hohlräume zu erzielen war. Alle anderen, auf die Auswirkungen der Grubenbaue an Tage in Betracht kommenden Faktoren entziehen sich vollständig dem Wirkungsbereich der Bergbautreibenden.

Wäre die Möglichkeit gegeben, die geschaffenen Hohlräume in ihrer ursprünglichen Größe, in der Dichte des anstehenden Gesteins mit Bergen auszusetzen, so würden deren Auswirkungen nach Tage hin vollständig beseitigt werden; es würden durch den Bergbau keine Beschädigungen mehr an der Erdoberfläche hervorgerufen werden.

Die Menge des hiervon notwendigen Versatzmaterials müßte gleich sein der Menge der aus der Grube geförderten Berge und aus weiterem Versatzmaterial, das dem Kubikinhalte der geförderten, ursprünglich fest entstehenden Kohlenmengen entsprechen würde. Aus dem Unterschiede der aus der Grube geförderten Produkte, Kohlen und Berge, und der in die Grube gebrachten Berge, Holz, Mauerungsmaterial und dergl. in cbm ausgedrückt, läßt sich ziemlich annähernd die Größe der Hohlräume berechnen, die auf Schädigungen der Erdoberfläche bestimmend einwirken.

Zwei Ursachen sind es, die das Aussetzen der Hohlräume in der Dichte des entstehenden Gesteins unmöglich machen. Schon bald nach der Hereingewinnung der Kohlen biegen sich in einer mehr oder weniger großen Entfernung von den Kohlenstößen die hangenden Schichten nach dem Hohlraum hin durch. Wie beträchtlich solche Durchbiegungen werden können, konnte ich in einem Abbau mit Schlammversatz in einer Teufenlage von ca. 380 m feststellen. Bei einer Entfernung von nur 4 m vom festen Kohlenstoß betrug sie schon 0,04 m; bei

einer solchen von 15 m 0,75 m und bei einer solchen von 28 m 0,88 m.

Das Durchbiegen der Schichten ist natürlich überall verschieden, kann aber, wie aus vorstehender Zahlenangabe zu ersehen ist, einen verhältnismäßig großen Rauminhalt einnehmen.

Während so der ursprünglich geschaffene Hohlraum oft bedeutend verkleinert wird, bilden sich über ihm, im Hangenden, neue Hohlräume, welche aber vollständig unzugänglich bleiben. Es ist daher leicht erklärlich, weshalb auch bei Abbauen mit dichtem Bergeversatz, bei Streb- und Stoßbauen und beim Bau mit Schlammversatz größere Senkungen der Erdoberfläche eintreten können. Einer größeren Durchbiegung der Schichten und der dadurch entstehenden Verminderung der Hohlräume, die zugesetzt werden können, kann nur dadurch entgegengetreten werden, daß ein dichter Bergeversatz dem Abkohlen auf dem Fuße folgt und der Hohlraum zwischen Kohlen- und Versatzstoß den örtlichen Verhältnissen entsprechend, möglichst klein gehalten wird.

Die andere Ursache besteht in der Zusammendrückbarkeit des Versatzes. Der „Auflockerungskoeffizient“ oder das „Schüttungsverhältnis“, d. i. das Verhältnis zwischen dem Raummaß des anstehenden Gesteins zu den hereingewonnenen, zu den Bergen, ist verschieden für die verschiedenen Gesteine, ja sogar für ein- und dasselbe Gestein, je nachdem es in große oder kleine Stücke zerbrochen ist. Für solche, die in weniger große, mehr flachere, regelmäßigeren Stücke brechen, wie z. B. bei Schiefertönen, kann ein Verhältnis von 1,5 bis 1,75, für solche jedoch, die mehr zur Bildung von unregelmäßigen Bruchstücken neigen, wie z. B. Sandstein und Konglomerat, ein Verhältnis von 1,85 bis 2,20 angenommen werden. Man wird wohl nicht weit fehlgehen, wenn man bei Trockenversatz, wie er beim Streb- und Stoßbau zur Anwendung kommt, ein Verhältnis von 1 : 2 annimmt.

Verschiedene andere Ursachen wirken auf das mehr oder weniger dichte Zusetzen der Hohlräume mit. Zunächst ist die Herkunft der Berge von Einfluß. Stammen sie aus dem Abbau selbst, oder aus dem „Nachreißen“ der Abbaustrecken, kann also mit eigenen Bergen versetzt werden, so sind sie schnell zur Stelle und je nach deren Menge kann oft schon alsbald nach dem Auskohlen des Arbeitsstoßes ein dichter Versatz beigegeführt und dem Sinken des Hangenden etwas entgegengewirkt

werden. Reichen dagegen die bei der Kohलगewinnung fallenden Berge nicht zur vollständigen Aussetzung der Hohlräume aus, müssen aus anderen Betrieben, oder von Tage her, „fremde“ Berge herbeigeschafft werden, dann nimmt in der Regel die Zusetzung der Hohlräume mehr Zeit in Anspruch und es kann dem Sinken des Hangenden nicht so entgegengetreten werden.

Von weiterem Einfluß ist die Mächtigkeit des abzubauenen Flözes bzw. die Höhe des Hohlraumes und das Einfallen des Flözes. Bei steilem Einfallen ist das Einbringen der Berge bequem durchzuführen; die Berge rutschen besser, auch setzen sie sich durch ihr Eigengewicht fest zusammen. Bei flachem Einfallen dagegen, besonders in schwachen oder auch sehr starken Flözen ist das Zusetzen oft sehr mühsam. In niedrigen Räumen werden die Bewegungen der Bergleute oft sehr behindert; in hohen Räumen ist das Hinaufbringen der Versatzberge, bis zum Hangenden hin, sehr schwierig und erfordert große Kraftanstrengung. Auch muß mit der Abneigung der Bergleute gegen die Bergewirtschaft gerechnet werden. Zu sehr sind sie darauf bedacht, „Häuschen zu bauen“, d. h. im Versatze Hohlräume zu belassen, die sich nach allen Seiten zusetzen, um den Anschein zu erwecken, viel geleistet zu haben. Oft kann nur durch eine scharfe Ueberwachung ein dichter Versatz erzwungen werden.

In manchen Fällen stehen dem Bergwerksbesitzer beim Grubenbetrieb nicht so viele Berge zur Verfügung, um die Hohlräume vollständig aussetzen zu können. Er ist dann gezwungen, entweder darauf zu verzichten oder über Tage mitunter bei großen Kosten Sandgruben oder Steinbrüche anzulegen. Unter Tage solche Betriebe, „Bergemühlen“ genannt, in Betrieb zu nehmen, hat, wenigstens zum Schutz der Oberfläche keinen Wert, denn auch die Bergemühlen werden früher oder später zu Bruche gehen. Müssen solche jedoch aus besonderen Gründen angelegt werden, dann empfiehlt es sich, möglichst eine Stelle zu wählen, über der an Tage durch Bodensenkungen keine größeren Beschädigungen hervorgerufen werden können.

Der Abbau mit Bergeversatz, zunächst der Strebau in seinen verschiedenen Arten und dann der Stoßbau, fand bald allgemeinen Eingang und verdrängte nach und nach fast vollständig den Bau ohne Bergeversatz, den Pfeilerbau, der z. Zt. nur mehr vereinzelt dort Anwendung findet, wo die Erdober-

fläche nicht geschützt zu werden braucht oder wo der Bergeversatz nur unter großen Kosten bewerkstelligt werden kann.

Die Vorteile, die der Abbau mit Bergeversatz brachte, sind nicht nur bei seinem günstigen Auswirken nach Tage hin, sondern allgemein in finanzieller Hinsicht bei der Kohlengewinnung zu suchen:

1. er ermöglicht einen reinen Abbau und schützt vor Abbauverlusten,
2. er sichert eine gas- und stückreichere Kohlengewinnung,
3. er führt eine große Hauerleistung herbei,
4. der Versatz wirkt in der besten Weise auf die Wetterführung ein,
5. es bleiben keine größeren Hohlräume offen, die als Gas- oder Wetteransammler und als Entstehungsorter von Grubenbrand gefährlich werden können,
6. durch den Versatz wird das Hangende getragen, das Zubruchegehen desselben hinausgehalten, der allgemeine Gebirgsdruck wesentlich herabgemindert und dadurch die Unfälle durch Stein- und Kohlenfall verringert,
7. Dementsprechend werden die Kosten der Holzzimmerung vermindert und
8. er beschränkt in hohem Maße den Ankauf und die Benutzung von Grundstücken zu Haldenflächen über Tage.

Nachdem einmal die günstigen Wirkungen des dichten Versatzes der Hohlräume erkannt waren, wurde auf der betretenen Bahn zur möglichst vollständigen Aussetzung der Hohlräume weiter gegangen und der Abbau mit Spülversatz eingeführt, der besonders dort zur Anwendung gebracht wird, wo es gilt, wertvolles Gelände an Tage vor Beschädigungen zu schützen. Wenn seine Anwendung in erster Linie diesem Schutze dient, so kommen auch in manchen Fällen bergmännische Gesichtspunkte in Betracht. Unter günstigen Verhältnissen kann die Einbringung des Versatzgutes unter Anwendung eines Wasserstroms sich billiger stellen, als bei Einbringung des Handversatzes. Dabei verringert sich die Gefahr des Steinfalles und des Grubenbrandes und es wird eine wesentliche Holzersparnis erzielt.

Als Versatzgut kommt dort, wo das Steinkohlengebirge vom Buntsandstein überlagert ist, dieser selbst in Frage, besonders bei den Gruben, deren Schächte in ihrem oberen Teile in diesem Gebirge stehen oder zu denen leicht eine Förderbahn gebaut werden kann.

Der aus den Buntsandsteinschichten gewonnene Sand läßt sich leicht mit Wasser mischen und durch Wasser forttragen. Er gibt das beste Versatzmaterial ab und läßt das Wasser schnell und in ziemlich klarem Zustande fortfließen; erhärtet bietet er von allen Versatzmaterialien dem Zusammendrücken den größten Widerstand, so daß von ihm das Hangende am besten getragen wird. Wo die Entnahme des Versatzmaterials nicht aus Buntsandsteinschichten oder diluvialen oder alluvialen Ablagerungen von Sand und Kies entnommen werden kann, kommen feinkörnige Berge (Waschberge), Kesselasche, zerstäubte Hochofenschlacken und dergleichen in Betracht.

c) Die Lage der Hohlräume, ob horizontal oder geneigt.

Ist ein Flöz horizontal gelagert, dann ist die Höhe des Hohlraumes, d. i. der seigere Abstand des Daches des Flözes von der Sohle, gleich der Mächtigkeit des Flözes.

Hat das Flöz eine geneigte Lage, so ist die Höhe stets größer als die Mächtigkeit; sie nimmt mit dem größeren Fallwinkel zu und berechnet sich, wenn die Flözmächtigkeit mit m und Fallwinkel mit α bezeichnet wird, zu $\frac{m}{\cos \alpha}$; sie nimmt bei geringen Fallwinkeln nur gering zu und wird bei einer Flözmächtigkeit von 1,20 m

bei einem Flözfallen von	10°	=	1,22 m,
„ „ „ „	20°	=	1,28 m,
„ „ „ „	30°	=	1,39 m,
„ „ „ „	40°	=	1,57 m.

Auch der Rauminhalt der Hohlräume nimmt bei dem geringen Einfallen der Flöze von 10 bis 30° , das im Saarrevier vorherrschend ist, nicht bedeutend zu.

Bei einem Abbaufeld, dessen streichende Ausdehnung 300 m und das in der Richtung des Einfalls, söhlig gemessen 200 m beträgt, berechnet sich ein Rauminhalt bei 1,20 m Flözmächtigkeit:

bei söhlicher Lage von	0°	=	72 000 cbr,
„ einem Flözfallen von	10°	=	73 116 „ ,
„ „ „ „	20°	=	76 608 „ ,

bei einem Flözfallen von $30^{\circ} = 83\,124 \text{ cbm}$,

.. $40^{\circ} = 93\,996 \text{ ..}$

Wird angenommen, daß beim Abbau eines Flözes von 1,20 m Mächtigkeit, die Hohlräume mit gleichem Gesteinsmaterial (Bergen) dicht ausgesetzt werden, ferner, daß sich die Ausfüllungsmasse in dem Verhältnis zum fest anstehenden Gestein wie 2 : 1 zusammenpressen läßt, so würde in gleicher Tiefenlage bei einem Niedergehen der hangenden Schichten der ursprüngliche Hohlraum zusammengepreßt,

bei horizontaler Lage des Flözes von 1,20 m auf 0,60 m,			
einem Flözfallen von 10°	..	1,22	0,61 .. ,
.. 20°	..	1,28	0,64 .. ,
.. 30°	..	1,39	0,70 .. ,
.. 40°	..	1,57	0,79 .. ,

Es verbliebe daher ein nicht zu beseitigender Hohlraum in der gleichen Höhe, der sich nach dem Hangenden hin und schließlich an Tage entsprechend seiner Größe, wenn auch unter verschiedenen Verhältnissen auswirken muß.

Je kleiner das Verhältnis des Zusammenpressens der in die Hohlräume gebrachten Ausfüllungsmasse zum fest anstehenden Gebirge ist, wie bei eingebrachten Buntsandsteinmassen durch Spülversatz, desto kleiner ist natürlich auch der nicht zu beseitigende Hohlraum.

Das Größerwerden der Hohlräume bei steilerer Lagerung wird sich indessen nicht entsprechend nach Tage hin geltend machen, ja vielleicht in seinen Wirkungen zum größten Teil dadurch aufheben, daß sich bei steilerer Lagerung die Hohlräume viel dichter aussetzen lassen.

Aus diesen Darlegungen kann wohl gefolgert werden, daß die Flözlage von der Horizontalen bis zu ungefähr 30° Einfallen, wie sie im Saarbrücker Bezirk vorherrschend ist, keinen wesentlichen Einfluß auf die Senkungen an Tage haben kann. Es ist mir auch bei der großen Zahl der vorliegenden Beobachtungen und nivellitischen Feststellungen nicht gelungen, zahlenmäßig eine Beeinflussung der Senkungen durch verschiedene Flözlagen nachweisen zu können.

d) Die Teufenlage der Abbaue.

Die Teufenlage der Abbaue sowohl, wie auch einzelner Strecken, ist von großem Einfluß auf die großen Auswirkungen an der Erdoberfläche.

Mit zunehmender Teufe nimmt der Gebirgsdruck zu, was sich durch die immer größer werdenden Durchbiegungen von

freigelegten Schichten bemerkbar macht, die so weit gehen kann, daß in der Firste der Hohlräume dünne Gesteinsschalen explosionsartig abgesprengt werden.

Für den zunehmenden Druck sprechen auch die in größeren Tiefen sich bemerkbar machenden Erscheinungen, daß im weichen Schiefertongebirge das Liegende quillt und ziemlich schnell in die darin aufgefahrenen Strecken hineingedrückt wird, ferner, die in den Alpentunnels bei überlagerndem Gebirge von 1500 bis 2000 m Höhe beobachteten „Bergschüsse“. Diese gewaltigen Gebirgslasten führen schon bei verhältnismäßig geringen Querschnitten der Tunnelhohlräume zu Absprengungen von Gesteinsschalen mit starken Knallerscheinungen aus vollständig gesundem Gebirge.

Jedes Teilchen eines Gesteins wird von den darüber lagernden Schichten gedrückt. Dieser Druck wirkt nicht nur in senkrechter, sondern auch in wagerechter Richtung. Weiche und nachgiebige Schichten übertragen den Druck allseitig und pflanzen ihn, ohne selbst zu tragen, über die obere und untere Begrenzung fort. Homogene Schichten von großer Druckfestigkeit und Mächtigkeit, wie dickbänkelige Sandstein- u. Konglomeratschichten nehmen den auf ihnen lastenden Druck auf, so daß dieser nicht immer proportional mit der Tiefe zunimmt, sondern öfters in einer gewissen Tiefe sprunghaft einsetzt.

Die Untersuchungen über die Zunahme des Druckes nach der Teufe hin, sind durch die Beziehungen, die zwischen Gewicht und Widerstand gegen Bruch bei den Gebirgsschichten bestehen, sehr verwickelter Natur. Mit der Dicke einer Gebirgsschicht wächst nicht nur ihr Gewicht, sondern auch ihr Bruchwiderstand bis zu einer gewissen Grenze.

Die nahe an Tage betriebenen Strecken und der dort geführte Abbau unterstehen keinem hohen Druck: sie halten sich daher oft sehr lange offen, haben aber bei ihrem Zusammenbrechen vielfach Tagebrüche im Gefolge. Diese treten nicht nur in dem zu Tage ausgehenden Steinkohlenegebirge ein, sondern auch in überlagernden Schichten des Buntsandsteins und in diluvialen und alluvialen Ablagerungen. Es sind meist trichterförmige Einbrüche der Erdoberfläche, in denen die losen Massen in den Bruch hinab, in die unterirdischen Hohlräume hinabsinken. Die an Tage verbleibenden Einsenkungen werden „Pingen“ oder auch „Kessel“ genannt.

Mit dem Niedergehen des Bergbaues nach der Teufe, bilden sich keine Tagebrüche mehr. Bestimmend wirken hier

mit, die Größe und Höhe der Hohlräume, deren Ausfüllung mit Gesteinsmassen und die Zusammensetzung der überlagernden Gebirgsschichten.

Bei dem früher vielfach geführten Pfeilerbau ohne festen Bergeversatz sind Tagebrüche noch bei 120 m Abbautiefe festgestellt worden. Die überlagernden Schichten bestanden in der Hauptsache aus Schiefertonen, zwischen denen schwächere Sandstein- und Konglomeratschichten gelagert waren.

Der beste Schutz gegen Tagebrüche gewährt stets ein dichter Versatz der Hohlräume.

Bei Teufen über 120 bis hinab zu 500 und 550 m bilden sich oft über Abbaufeldern, die nicht besonders dicht mit Bergen versetzt sind, an Tage Erdspalten und Risse, die eine fast senkrechte Richtung aufweisen und sich dann nach der Teufe hin verflachen. Oft erscheint dabei das dem Bergbau zugewendete Gelände etwas gesunken zu sein.

Bei Abbautiefen über 600 m sind an Tage keine Erdspalten und Risse mehr beobachtet worden.

Die Auswirkungen der Hohlräume machen sich in diesen Tiefen nur durch Bodensenkungen in der Hauptsache bemerkbar.

Es kann wohl allgemein angenommen werden, daß Hohlräume von einer bestimmten Größe nahe an Tage bis zu einer Teufe von 120 m Tagebrüche, in weiterer Tiefe bis 550 m Erdspalten und Risse und größeren Tiefen nur mehr Bodensenkungen, die fast stets mit den Tagebrüchen und Erdspalten zusammen vorkommen, hervorrufen können.

Nahe an Tage liegende Hohlräume bringen allgemein größere Senkungen der Erdrinde hervor als tiefer gelegene. Kleinere Hohlräume in größeren Tiefen können zusammenbrechen, ohne daß sich deren Auswirkungen an Tage zeigen, besonders dann, wenn die hangenden Schichten noch unverletzt anstehen. Hat dagegen in früherer Zeit bereits Abbau stattgefunden, sind die im Hangenden liegenden Gebirgsschichten durch frühere Abbaueinwirkungen zerbrochen und zerstückelt worden, dann können selbst in größerer Teufenlage Abbauräume von geringerem Umfange noch die Erdoberfläche beeinflussen.

Festgestellt worden ist, daß in unverritztem Gebirge einzelne Grubenstrecken, wie Grundstrecken, Querschläge, Tagestrecken usw. in Teufenlagen von ungefähr 50 m bei ihrem Zu-

brüchegehen noch Beschädigungen an Tage herbeigeführt haben, andererseits, daß durch Abbaustöße von ungefähr 40 m Breite in Teufenlagen von 400 bis 600 m nach Verlauf von 2 bis 3 Jahren, bei einem solchen von ca. 30 m Breite sogar nach 6 Jahren nicht die geringsten Senkungen an Tage herbeigeführt worden sind. Ausgeschlossen ist es jedoch nicht, daß noch Einwirkungen eintreten können. Eine „unschädliche Abbautiefe“, d. h. eine Tiefe, aus welcher der Flözbau nach Tage hin wirkungslos verläuft, ist im Saarbrücker Bezirk nicht festgestellt worden.

e) Die Beschaffenheit der über den Hohlräumen bis zu Tage hin lagernden Gebirgsschichten.

Das Saarbrücker Steinkohlenegebirge setzt sich zusammen aus Steinkohlenflözen, Schiefer-ton-, Sandstein-, Konglomerat- und vereinzelt Schichten von Toneisenstein und Tonstein. Vorherrschend sind die Schiefer-ton- und Sandsteinschichten, während Konglomeratschichten weniger auftreten. Die Steinkohlenschichten wechseln in ihrer Mächtigkeit von wenigen Millimetern bis zu Meterstärke, die Flöze von 0,60 m bis zu 3 m. In der Mehrzahl besitzen letztere eine Mächtigkeit von 1,00 bis zu 1,20 m. Steinkohlenflöze unter 0,60 m Mächtigkeit werden nur ausnahmsweise unter sonstigen guten Bedingungen abgebaut. Im Hangenden besitzen die Flöze vielfach eine 1 bis 5 cm starke Lage von Brandschiefer. Wo diese Lage fehlt, findet sich oft die Kohle mit dem Nebengestein verwachsen. In der Regel lagert im Hangenden eines Flözes durchweg nur Schiefer-ton, der stellenweise mit Kohlenstreifen durchwachsen ist. Selten haben die Flöze Sandstein oder Konglomerat zum Dach. Wo Flöze diese Gesteine zum Hangenden haben, zeigen sich sehr viele Unregelmäßigkeiten. Kohle und Gestein greifen durch unregelmäßige Vertiefungen und Erhebungen ineinander ein. Der Bergmann sagt: „Die Kohle ist angebrannt“. Diese Unregelmäßigkeiten finden sich nicht, wo eine Lage Schiefer-ton zwischen Flöz und Sandstein oder Konglomerat zwischengelagert ist.

Das Liegende besteht fast durchweg aus Schiefer-ton. Die Schiefer-tonschichten wechseln in ihrer Mächtigkeit von einzelnen Zentimeter bis zu ungefähr 60 m, während die Sandsteinschichten bis zu 24 m und die Konglomeratschichten bis zu ungefähr 12 m Stärke annehmen.

Das Kohlengebirge steht in einem großen Teil des Saarbrücker Bezirks zu Tage an, seine Schichten gehen zu Tage aus. An einzelnen Stellen finden sich Ueberlagerungen von Buntsandsteinschichten, die im Westen und Süden des Bezirks das Steinkohlengebirge vollständig bedecken. Es sind Schichten des sogenannten Mittlern Buntsandsteins, die hier flach bis zu 6° Neigung nach Süden zu einfallend, bis zu einer Mächtigkeit von ungefähr 300 m anstehen.

Vereinzelt liegen zwischengelagert, zwischen Kohlengebirge und Buntsandstein, schwache intensiv rot gefärbte Schichten von Schiefertönen, Sandsteinen oder Konglomeraten des Rotliegenden oder es liegen über dem Steinkohlengebirge diluviale oder alluviale Ablagerungen, bestehend aus Sand, Lehm, Gesotter, Kies und dergleichen.

Die unausgesetzten Bewegungen in der Erdrinde haben die geschichteten Gesteine zu mannigfachen mehr oder weniger beträchtlichen Lagerveränderungen gezwungen. Die Gesteine befinden sich daher in zahllosen Fällen in einer gegenüber ihrer ursprünglichen Bildung wesentlich veränderten Lagerung. Durch Schichtenbiegungen (Faltungen), Sprünge (Spaltenverwerfungen), Ueberschiebungen oder Wechsel (Faltenverwerfungen) und dergleichen, ist oft eine vollständige Unterbrechung ihres früheren Zusammenhanges eingetreten.

Sind die Schichtenfolgen verschiedener Altersstufen in ununterbrochener Aufeinanderfolge abgelagert worden, wie beim Steinkohlengebirge, so herrscht zwischen ihnen „Konkordanz“ und sie sind von allen späteren Veränderungen, Faltung, Spalten- und Faltenverwerfungen, Erosion und dergleichen gemeinsam betroffen worden. Ist dagegen zwischen der Ablagerung zweier Schichtenfolgen eine längere Zeit verstrichen, so daß vor Ablagerung der jüngeren Schichten beträchtliche Veränderungen in den alten Schichten vor sich gehen konnten, wie z. B. zwischen der Bildung des Steinkohlengebirges und der Ablagerung des Buntsandsteins, so liegen die jüngeren Schichten, die von diesen Veränderungen nicht mehr beeinflußt worden sind, diskordant auf den ältern. So setzten im Saarbezirk die Störungen des Steinkohlengebirges, Spalten- und Faltenverwerfungen, in der Regel nicht in den Buntsandstein über und nur ganz vereinzelt nachtriadische Störungen finden sich gleichzeitig in beiden Ablagerungen.

Jedes Gestein, ja jede einzelne Gebirgsschicht, hat ihre eigene Festigkeit und Zähigkeit, daher werden sich die ver-

schiedenen Gesteinsarten bei ihrem Einbrechen oder Niederbruche nicht auf gleiche Art und Weise verhalten.

Die Festigkeit eines Gesteins ist abhängig von der Natur der Gemengteile und der Art, wie diese Gemengteile mit einander verbunden sind, ferner von der Struktur des Gesteins. Feinschichtige Sandsteine und Schiefertone besitzen vielfach einen lageweisen Wechsel groben und feinen Kornes und haben in verschiedenen Richtungen verschiedene Festigkeit. Oft ist das Bindemittel, das die Körnchen der Sandsteine und Schiefertone verkittet, in Wasser aufweichbar. Tonige Sandsteine und Schiefertone zeigen vielfach diese Eigenschaft in hohem Maße.

Die geschichteten Gesteine besitzen die Neigung, sich nach einem unter ihnen geschaffenen Hohlraum zunächst durchzubiegen und brechen erst, wenn ihre Elastizitätsgrenze überschritten wird.

Die Größe der Durchbiegung ist von der Elastizitätsgrenze und dem Trägheitsmoment abhängig. Das über einem Abbauraum lagernde Gebirge darf nicht als eine einheitliche Druckschicht beurteilt werden, vielmehr ist es in einzelne Schichten mit mehr oder weniger Tragfähigkeit zu zerlegen. Der Elastizitätskoeffizient der Schiefertone ist ein weit größerer als der der Sandsteine.

An den einzelnen Grenzflächen zweier Schichten ist die Haltfestigkeit gering. Hier ist die Durchbiegung von Bedeutung. Ist sie bei der oberen Schicht kleiner, so wird die untere Schicht weniger stark gedrückt und es bildet sich ein hohler Raum zwischen beiden. Ist dagegen die Durchbiegung bei der oberen Schicht groß, so muß ein Teil der Last von der unteren auf Kosten ihrer eigenen Durchbiegung getragen werden. Daraus ergibt sich, wie mächtige, nur eine geringe Durchbiegung zeigende Sandsteinbänke, die Fortpflanzung der Einwirkungen der Hohlräume nach Tage hin beeinflussen können, wenn sie auch nicht unmittelbar im Hangenden der Flöze liegen.

Es können sich über den Abbauen freitragende Platten bilden, die auf weichen Gesteinsschichten ruhen und plötzlich ohne große Fallhöhe brechen. Freitragende Schichten zeigen oft keine Durchbiegungen, haben dagegen eine große Spannung in sich gesammelt, die schließlich zum gewaltsamen Aufbersten führt. Auf ähnliche Ursachen sind die sogenannten Bergschüsse zurückzuführen.

haben
ten,
tung
drück
Schic
Verw
eine
Maß
stein
mögl

trete
ursp
mit
größ
Bruc
rung

Vor
tät
von
ist
änd
und
wir
gen
ein

stö
den
zw
abg
zur
kur
oft
ges

han
lag
bil
we

2

Feinschichtige Sandsteine und besonders Schiefertone, haben die Neigung, sich nach den Schichtenflächen aufzuspalten, die um so stärker sich äußert, je dünnbänkiger die Schichtung ist. Bei flacher Lagerung entsteht hierdurch ein Abdrücken einzelner Schalen, bei steiler, ein Abrutschen auf der Schichtfläche. Eine solche Aufblätterung wird oft durch die Verwitterung beschleunigt, da ein geschichtetes Gestein dieser eine große Angriffsfläche bietet. Die Beurteilung, in welchem Maße die Atmosphären im Laufe von Jahrzehnten auf ein Gestein einwirken, ist sehr schwer, eine genaue Angabe fast unmöglich.

Die Gesteine besitzen bei Durchbiegungen, nach eingetretener Formveränderung nicht mehr die Möglichkeit, in die ursprüngliche Form zurückzukehren. Diese Eigenschaft wird mit Plastizität bezeichnet. Je weicher die Gesteine sind, desto größer ist die Plastizität. Schiefertone werden sehr leicht ohne Bruch stark gefaltet, besonders Ton, bei dem die Formveränderung sehr groß ist.

Ein nicht zu unterschätzender Faktor ist bei allen diesen Vorgängen die Zeit. Bei Gesteinen, die weit unter der Elastizitätsgrenze beansprucht werden, wird bei langer Einwirkung von elastischer Nachwirkung und Ermüdung gesprochen. Es ist dabei in Betracht zu ziehen, daß mit zunehmender Formveränderung die Widerstandsfähigkeit gegenüber einer dauernd und ungeschwächt einwirkenden Kraft allmählich verringert wird. Die Zeit hat also insofern Einfluß, als bei dem vielseitigen Einwirken von Kräften und Reaktionen an vielen Stellen ein Nachgeben eintritt.

Ein Kohlenflöz bildet nur selten eine vollkommen ungestörte Platte, die beim fortschreitenden Abbau gewonnen werden kann. Verwerfungen, Verdrückungen, Vertaubungen zwingen im Verein mit der Abbaumethode zur Einteilung in abgegrenzte Baufelder, die in verschiedenen Zeitabschnitten zum Abbau gelangen. Dadurch verwischen sich oft die Wirkungen der einzelnen Abbaue an der Oberfläche, so daß hier oft nur ganz allgemein die Gesamtwirkung der Hohlräume festgestellt werden kann.

Gebirgsstörungen können von vornherein im Gebirge vorhanden gewesen sein, sie können aber auch, wie die Drucklagen in der Kohle erst durch den Druck der Gebirgsmassen gebildet werden. Besonders ungünstig wirken bedeutende Verwerfungen, weil durch sie das Gebirge in eine Anzahl von

Schollen zerlegt wird, die sich leicht gegeneinander verschieben können und das Gebirge von ihnen oft auf verhältnismäßig viel größere Erstreckungen durchzogen wird, als dies die Schnittklüfte und Lösen tun. Im gestörten Gebirge kommt daher der Gebirgsdruck dem tatsächlichen Gewicht der überlagernden Massen am nächsten. Dazu kommt, daß das Gebirge durch die starke Beanspruchung, die es durch Verschiebungen auf den Klufflächen erlitten hat, in seinem Gefüge zerüttelt worden ist und dadurch seine Festigkeit und Elastizität größtenteils eingebüßt hat.

Der Widerstand, den diluviale und alluviale Ablagerungen, Dammerde, Sand, Lehm, Kies und Schotter, den auf sie einwirkenden Verschiebungskräften des Abbaues entgegenstellen, ist auf drei Ursachen zurückzuführen, auf die Adhäsion, die Kohäsion und die Reibung. Die Adhäsion ist so geringfügig, daß sie nicht besonders in Betracht gezogen zu werden braucht. Die Kohäsion ist je nach der Erdgattung und ihrem Zustand, ob trocken, feucht oder naß, verschieden. Bei Sand ist sie gering, bei Schotter kommt sie kaum in Frage, bei Lehm ist sie groß. Die Reibungsverhältnisse richten sich nach der Erdgattung und dem Zustand, in welchem sich diese befindet. Bei der geringsten Störung des Gleichgewichts werden diese Ablagerungen ihre Lage verändern, sofern sie sich nicht vermöge der im Innern auftretenden Kohäsions- und Reibungswiderstände zu halten vermögen. Die Fläche, längs welcher die Erdmassen im Augenblick des Nachgebens ihrer Unterlage abstürzen, wird die „gefährliche Böschung“ genannt. Sie ist von der Größe des natürlichen Böschungswinkels abhängig, das ist der Winkel, unter welchem die Erdteilchen vermöge des Reibungswiderstandes sich im Gleichgewicht zu halten vermögen. Er wächst mit der Größe der Reibungswiderstände. Da die natürliche Böschungsebene die maximale Grenze des Nachrutschens darstellt, empfiehlt es sich, bei der Beurteilung von Bergschäden in solchen Schichten, besonders bei Anschüttungen von Eisenbahndämmen, mit diesem Winkel zu rechnen.

IV. Die Auswirkungen der Abbaue an der Erdoberfläche.

Die unmittelbaren Auswirkungen des Abbaues auf die Erdoberfläche machen sich in der Regel als Bodensenkungen geltend, mit denen unter besonderen Verhältnissen Tagebrüche,

Erdsprun-
gungen

ben, l
tende
ten b
Gren
gelag
einf
der l
die g
des
Senk
und
Senk

flach
von
und

sich
her
unt
daß
sind
we
ges
Hä
kur
Ein
de
Bo

än
Ze
he
5
D

re

Erdspalten, Verschiebungen von Geländeteilen, Erderschütterungen und Wasserentziehungen auftreten.

a) Bodensenkungen.

Mitten über einem Abbaufelde, im Schwerpunkte desselben, bildet sich eine flache Senkungsmulde, die dem fortschreitenden Abbau folgt und darüber hinausgehend, nach allen Seiten bis zu einer durch die Teufenlage des Abbaues bedingten Grenzlinie ausbreitet. Hierbei sinken die Punkte, die bei flach gelagerten Flözen senkrecht über der Mitte, oder bei steiler einfallenden Flözen, zwischen der Mitte und der Vertikalen auf der Flözebene liegen, am tiefsten und ersten ein; sie erleiden die größten Senkungen. Je mehr die Punkte nach den Grenzen des Abbaufeldes zu liegen, desto später treten bei ihnen die Senkungen ein und für Punkte, dicht an der Begrenzungsebene und darüber hinaus, am spätesten. Hier erfahren auch die Senkungen eine rasche Abnahme.

Durch die Bodensenkungen entstehen namentlich in flachen Tälern, Versumpfungen des Geländes, Ansammlungen von Wasser, Störungen der Vorflut usw., die oft umfangreiche und teure Regulierungen notwendig machen.

Vielfach wurde festgestellt, daß Senkungen an und für sich keine oder nur geringe Beschädigungen an Bauwerken hervorrufen. Das wesentliche dabei ist, ob sich die Senkungen unter den Bauwerken gleichzeitig und gleichmäßig vollziehen, daß also das Bauwerk in seinem ganzen Umfange gleichmäßig sinkt, oder ob nur Teile desselben von der Senkung betroffen werden. Es sind Fälle bekannt, bei denen Häuser bis zu 7 m gesenkt wurden, ohne daß sie größere Schäden erlitten. Die Häuser waren nicht verankert und während der ganzen Senkungsperiode, die sich über 20 Jahre hinzog, stets bewohnt. Eine Reparatur der Häuser wurde während dieser Zeit von dem Bergwerksbesitzer auf Grund des § 150 des Allgemeinen Berggesetzes abgelehnt.

Bei einer ungleichmäßigen Senkung genügt häufig eine Veränderung der Lage eines Teiles des Baugrundes um wenige Zentimeter, um größere Schäden des aufstehenden Gebäudes herbeizuführen. In vielen Fällen führten schon Senkungen von 5 cm zur Bildung von Rissen und Spalten in den Mauern und Decken der Häuser.

Das Maß der Senkung gestattet daher nicht ohne weiteres einen Rückschluß auf die Größe der Beschädigung.

Die Senkungen vollziehen sich am gleichmäßigsten über der Mitte des Abbaufeldes, am ungleichmäßigsten an den Rändern desselben. Bauwerke, die mitten über einem Abbaufelde zu stehen kommen, sind nicht so gefährdet als solche, die an den Rändern und darüber hinaus liegen.

Viele Beschädigungen an Bauwerken werden dem Bergbau zur Last gelegt, die auf andere Ursachen, so z. B. auf Mängel in der Bauart, ungenügende Fundamentierung, ungeeigneten Baugrund, atmosphärische Einwirkungen usw. zurückzuführen sind

Häufig findet man an Gebäuden, in Gebieten, wo kein Bergbau umgeht und niemals Bergbau gewesen ist, auf natürlichen Ursachen beruhende Risse und sonstige Schäden, die beim vorhandenen Bergbau unfehlbar auf diesen zurückgeführt werden würden.

Besonders häufig treten bei Gehängeschiebungen Ribbildungen auf, die ihrer Gestaltung nach von Bergschäden nicht zu unterscheiden sind.

Bei hohen Bahndämmen, auf denen ein häufiger Zugverkehr stattfindet, sind Senkungen beobachtet worden, die nur durch Setzen des angeschütteten Materials durch seine eigene Schwere, besonders aber durch dauernde Erschütterungen hervorgerufen wurden.

In der Nähe von Bauwerken durchgeführte Kanäle, niedergebrachte Senkbrunnen usw. haben während ihrer Anlage Ursache zu Bodensenkungen gegeben.

Bei Gebäudeschäden muß daher die Umgebung genauestens auf andere Ursachen untersucht werden.

Die Senkungen im Saarbrücker Bergbaugelände werden durch Nivellements festgestellt, die von festen, unverrückten Festpunkten ausgehend, auf N. N. berechnet werden. An den Häusern werden als Festpunkte Sockelecken, Fensterbänke, Türeingangsschwellen angenommen. Seit mehreren Jahren sind vielfach eiserne Bolzen an den Hausecken angebracht worden. Zweckmäßig ist es, die Höhenbestimmungen an mindestens zwei Festpunkten eines Hauses vorzunehmen. In letzter Zeit werden Häuser nach Vereinbarungen mit deren Besitzer unter eine genaue Höhenkontrolle gestellt. Zu diesem Zwecke werden an allen vier Ecken der Häuser Höhenbolzen angebracht, die dann in ihren Höhenlagen zu N. N. bestimmt und darin in gewissen Zeitabschnitten kontrolliert werden. Hierbei ist es möglich, die kleinsten Senkungen der Häuser fest-

zuste
Fälle
den

besti
urtei
fläch

in g
den
fach
auf,
reih
hin,
ren
Erd

Wä
bes
dec
all
ba
Bö
oft
ih

di
So
d
ni
ru
h
s
n
S
f

zustellen. Durch diese Maßnahmen wurden in verschiedenen Fällen Prozesse ferngehalten und gütliche Vereinbarungen mit den Hausbesitzern getroffen.

Unstreitig wird durch periodisch durchgeführte Höhenbestimmungen das beste Tatsachenmaterial geschaffen zur Beurteilung der Einwirkungen der Grubenbaue auf die Erdoberfläche und der darauf errichteten Anlagen.

b) Tagebrüche.

Liegen ausgedehnte Abbaufelder mit hohen Hohlräumen in geringen Tiefen bis zu ungefähr 120 m, dann entstehen mit den Bodensenkungen oft auch Tagebrüche. Diese treten vielfach ganz plötzlich teils vereinzelt, teils auch gruppenweise auf, besonders in der Nähe des Ausgehenden. Noch heute reihen sich in den Saarbrücker Waldungen auf lange Strecken hin, vielfach Trichter an Trichter, besonders dort, wo in früheren Jahrzehnten mächtige Flöze ohne Bergeversatz nahe der Erdoberfläche abgebaut wurden.

Nach dem Entstehen zeigen die Tagebrüche steile Wände, die sich aber bald in Trichterform abböschten und ganz besonders dann, wenn sie in den das Steinkohlenegebirge bedeckenden Buntsandsteinschichten oder in diluvialen oder alluvialen Massen entstehen, da diese Massen leicht in den Abbau hinunterfallen und bald einen ihren Massen entsprechenden Böschungswinkel einnehmen. Atmosphärische Einflüsse tragen oft zur Erweiterung der Trichter und zur Ausfüllung der unter ihnen befindlichen Hohlräume bei.

Während bei ausgedehnten Abbaufeldern in der Regel die Tagebrüche schon in den ersten Monaten oder Jahren nach Schaffung der Hohlräume entstehen, können einzelne Strecken, die nahe an Tage, vielleicht bis zu Teufen von 50 m liegen und nicht mit Bergen zugesetzt oder in Eisenzimmerung oder Mauerung gestellt sind, noch nach vielen Jahrzehnten Tagebrüche hervorrufen. Es sind Fälle bekannt, in denen das Auftreten solcher Tagebrüche über einzelnen Strecken erst nach 50 und mehr Jahren nach Abwurf derselben, d. h. der Zeit, in der die Strecken nicht mehr zum Grubenbetriebe benutzt wurden, erfolgte.

c) Erdspalten.

Erdspalten und Erdrisse sind an Tage über Abbaufeldern beobachtet worden, die eine Teufenlage bis zu 550 m haben

und in denen die geschaffenen Hohlräume mit Bergen ausgesetzt worden sind. Sie treten häufiger auf als Tagebrüche, seltener in der Hauptsenkungsmulde, in der Mitte der Abbaufelder, als vielmehr an den Rändern des Abbaues, daher auch an Sicherheitspfeilern und zwar etwas über die Senkrechten der Abbaugrenzen hinausgehend, bis zu Böschungswinkeln zu 75° . Nur vereinzelt wurden noch Spalten bis zu Böschungswinkeln von 75° bis 70° festgestellt.

Die Erdspalten treten nicht vereinzelt auf, sondern zeigen sich in mehr oder weniger parallelen Systemen von oft vielen zueinander gleichgerichteten Linien, die vielfach der Ausdehnung des Abbaues entsprechend, auf lange Strecken zu verfolgen sind. Mit der jeweiligen Abbaugrenze laufen sie ungefähr parallel und geben so die ungefähre Grenze der Einwirkungen der Abbaue an. In der Regel treten sie nur in streichender Richtung der Abbaufelder, seltener in der Fallrichtung auf und geben so an Tage die ungefähre Grenze der Einwirkungen der Abbaue, sowohl in streichender Richtung, wie auch nach dem Einfallen hin an.

Besonders bemerkbar machen sich Erdspalten in dem das Steinkohlenegebirge überlagernden Buntsandstein. Aber auch hier nur, wenn sie eine gewisse Breite und Tiefe erreicht haben. Kleinere Spalten und Risse werden vielfach bei dem jedesmaligen Bestellen der Ackerstücke zugepflügt und in Wiesen und Wäldern durch Humuserde, Wurzelwerk, Grashalme, Laub und dergl. verdeckt. Erst wenn sie hier eine gewisse Breite von mehreren Zentimetern erreicht haben, treten sie in die Erscheinung. Daher ist der Zeitpunkt ihres Auftretens in Verbindung mit dem sie hervorgerufenen Abbau nicht mit Sicherheit festzustellen. Anscheinend treten sie in Buntsandsteinüberlagerungen von 20 bis 60 und mehr Meter Mächtigkeit erst nach Ablauf von 1 bis 2 Jahren nach erfolgtem Abbau auf und nehmen mit fortschreitendem Abbau, insbesondere beim Verhieb mehrerer Flöze an Zahl und Ausdehnung zu. Sind die Einwirkungen der Abbaue nicht so bedeutend, dann schließen sich oft, besonders im Kohlenegebirge, beim Fortschreiten der Abbaue vorhandene Risse und neue treten an deren Stelle.

In der Regel fallen die Spalten nach dem Abbau zu ein. Vielfach ist deren Einfallen in der Nähe der Tagesoberfläche fast senkrecht und erst in einer gewissen Tiefe zeigt sich eine ausgesprochene Einfallrichtung. Es sind Spalten mit fast senkrechtem Einfallen bis zu 20 m Teufe im Buntsandstein beobach-

tet wo
ten S
mete
auf de
artige
meter

durch
entste
samm
Mass
Zenti
vorg
nur a
biete

Hohl
Fall
gebe
wir
Sch
sach
Sch
Tag
sch
bez
tric
sen
ne
Sch
ger

un
Gl
Sc
Di
St
Sc
st

tet worden. Oft ist auch das auf der dem Bergbau zugewendeten Seite der Erdspalten liegende Gelände um mehrere Zentimeter bis zu mehreren Dezimetern gesunken, gegenüber dem auf der anderen Seite der Spalten anstehenden Gelände. Derartige Senkungen an Erdspalten wurden von wenigen Zentimetern an bis 1 m Stärke festgestellt.

Nicht zu verwechseln sind die Erdspalten mit anderen, die durch Austrocknung lehmiger, an Tage anstehender Schichten entstehen und mit bergbaulichen Einwirkungen in keinerlei Zusammenhang stehen. In der Regel besitzen die in lehmigen Massen entstehenden Spalten nur eine Breite von wenigen Zentimetern und setzen sich nicht, wie durch den Bergbau hervorgerufenen, in längeren Reihen fort, sondern verändern sich nur an gleicher Stelle, in einem örtlich ganz begrenzten Gebiete.

d) Verschiebungen von Gebirgstteilen.

Beim Niederbrechen der hangenden Schichten über einem Hohlraum haben wir 2 Aktionen unterschieden, ein eigentlicher Fallraum und eine diesen mehr oder minder konzentrisch umgebende Zerreißungssphäre, dem Nachbruchraum; ferner haben wir unterschieden zwischen dem Nachbrechen der hangenden Schichten bis zu Tage hin und dem Nachsinken, dem Nachsacken und Zusammenpressen der gebrochenen und gebogenen Schichten. Entsprechend diesen Aktionen lassen sich auch über Tage zwei besonders wirksam hervortretende Kräfte unterscheiden, die als Pressungen und Zerrungen oder Schiebungen bezeichnet werden. Erstere äußern sich über dem Senkungstrichter, über dem Hauptaufbrechungsraum, während um diesen sich Schiebungen bemerkbar machen, weil die zerbrochenen oder gebogenen Schichten das Bestreben haben, nach dem Schwerepunkte des Abbaues abzugleiten und infolgedessen, allgemein an den Abbaurändern Zerrungen entstehen.

Recht deutlich lassen sich über Tage diese Pressungen und Schiebungen bzw. Zerrungen an Eisenbahn- und Straßen-Gleisen erkennen. Mitten über dem Abbaufeld finden sich die Schienenköpfe einander genähert und oft aneinander gepreßt. Diese Pressungen äußern sich mitunter so stark, daß an Straßenbahngleisen die Laschen, die Verbindungsstücke der Schienen, abgesprengt werden, die Schienenköpfe aufeinanderstoßen und ein Verbiegen der Schienen hervorgerufen wird.

An den Rändern des Abbaufeldes dagegen, finden sich die Schienenköpfe auseinandergezogen. Die Schiebungen bzw. Zerrungen äußern sich hier oft so stark, daß eine Lageänderung der Schwellen, an denen die Schienen befestigt sind, eintritt.

Die Pressungen und Schiebungen treten auch wohl deutlich an den Grenzlinien von Grundstücken in die Erscheinung. Ursprünglich in einer Messungslinie, in einer geraden Linie, stehende Grenzsteine, finden sich oft nach den bergbaulichen Einwirkungen gegenseitig um mehrere Dezimeter bis Meter verschoben. Zäune, Mauern, Wasserläufe, Kanäle, ja selbst Häuser werden aus ihrer ursprünglichen Lage in eine andere, oft beträchtlich von der früheren abweichende gebracht. Grenzlinien, an denen entlang in früheren Jahren Häuser gebaut wurden, gehen nach Eintritt der Verschiebungen mitten durch die Häuser; es entstehen die schwierigsten Grenzverschiebungen und Grenzverzerrungen, so daß sich in einem stark bebauten Gelände kaum mehr die Grenzlinien in ihrer ursprünglichen Lage vor Eintritt der bergbaulichen Einwirkungen, herstellen lassen.

Mit den Geländeschiebungen erhalten natürlich auch die trigonometrischen und polygonometrischen Festpunkte der Landesaufnahme und der Markscheider, überhaupt aller Vermessungsbeamten, eine andere Lage und es finden sich über ausgedehnten Abbaufeldern, im weiten Umkreise, kaum mehr eine Anschlußseite zu neuen Messungen in alter unveränderter Lage. Hier ist für die Vermessungsbeamten die größte Vorsicht geboten. Es ist vorgekommen, daß bei Anschlußmessungen sich noch vier aufeinander folgende Polygonpunkte in ihrer früheren gegenseitigen Winkel- und Längelage zueinander vorfanden und angenommen werden konnte, daß keine Verschiebungen der Polygonpunkte eingetreten seien. Bei weiterer Untersuchung fand sich jedoch, daß diese vier Punkte wahrscheinlich auf einer zusammenhängend gebliebenen Gebirgsscholle lagen und sich mit dieser durch die Abbaueinwirkungen zusammenhängend verschoben hatten und daher die früheren Koordinaten der Polygonpunkte nicht mehr als zutreffend angenommen werden konnten.

Zur Ermittlung der Größe der Verschiebungen wurden seit vielen Jahren neben den Nivellements zu Feststellungen von Bodensenkungen auch polygonometrische Messungen ausgeführt im Anschluß an Festpunkte, welche ganz außerhalb des Einwirkungsbereichs der Grubenbaue liegen und danach

das Ma
schied
stimmt.

Na

Bezeichn
der Punt

X

X₁

X₂

X₃

X₄

X₅

X₆

X₇

X₈

X₉

X₁₀

X₁₁

X₁₂

X₁₃

X₁₄

X₁₅

F

eckspu

bungen

A

gen de

folgen

Punkte

dessell

punkte

nach u

Bei v

größere

W

schich

nen Be

stand

wirku

das Maß der Verschiebungen aus dem jedesmaligen Unterschied der Koordinaten nach der Formel $v = \sqrt{y^2 + x^2}$ bestimmt.

Nachstehend mögen einige Zahlenangaben folgen:

Bezeichnung der Punkte	Größe der Senkung m	Der Punkt hat sich verschoben	
		um m	In Jahren
x	0.20	0.16	3
x ₁	0.77	0.34	3
x ₂	0.86	0.38	3
x ₃	0.26	0.04	8
x ₄	0.80	0.33	8
x ₅	0.86	0.51	8
x ₆	0.20	0.21	8
x ₇	0.16	0.21	8
x ₈	0.17	0.34	8
x ₉	0.26	0.40	8
x ₁₀	1.40	0.68	8
x ₁₁	2.02	0.92	8
x ₁₂	2.34	1.07	8
x ₁₃	2.78	1.12	8
x ₁₄	3.42	1.58	17

Bei verschiedenen in den 1890er Jahren gebildeten Dreieckspunkten der Landesaufnahme wurden seitliche Verschiebungen bis zu 2 m festgestellt.

Aus allen Feststellungen ergab sich, daß die Verschiebungen der Punkte nach dem Schwerpunkte des Abbaues hin erfolgen und daß das Maß der seitlichen Verschiebung eines Punktes in keiner Weise abhängig ist von dem Senkungsmaß desselben, sondern von der Lage des Punktes zum Schwerpunkte des Abbaues. Die großen seitlichen Schiebungen sind nach und nach durch den Abbau mehrerer Flöze entstanden. Bei vielen Punkten ist das Maß der seitlichen Schiebungen größer als das Maß der Senkung.

Wird dem Niederbrechen oder Niedergehen fester Gebirgsschichten nahe der Tagesoberfläche und der damit verbundenen Bewegung, der seitlichen Schiebung, ein plötzlicher Widerstand in den Schichten entgegengesetzt, so kann eine Rückwirkung eintreten, in der Weise, daß das Gelände anschließend

an seine frühere Lage, etwas in die Höhe gehoben wird, während es weiterhin nach der Senkungsmulde zu, sich einsenkt. Solche Geländeerhöhungen gleichen flachen Rippen oder Wülsten und sind bis zu einer Stärke von 10 cm beobachtet worden. Sie treten auf bis zu Böschungswinkeln von ungefähr 70° , also bis zu den Stellen, an denen auch Erdspalten und Risse auftreten.

Wie eine ganze Reihe von Vermessungen und Feststellungen der letzten Jahrzehnte gezeigt haben, nehmen an diesen Verschiebungen ganze Sicherheitspfeiler mit allen aufstehenden Betriebs- und Wohngebäuden teil. So hat sich der Sicherheitspfeiler einer älteren Schachtanlage um ca. 1,30 m und der einer anderen Grubenanlage um ca. 1,0 m in der Richtung des Flözfallens verschoben. Auch in den Förder- und Wetter-schächten machen sich diese seitlichen Schiebungen oft in hohem Maße bemerkbar. So hat sich bei einer Bestimmung der Lage des Mittelpunktes eines Förderschachtes an Tage und in den verschiedenen Bausohlen ergeben, daß der Schacht von der untersten Bausohle (der V. Sohle) bis zur III. Sohle, 139 m hoch, noch senkrecht steht, dagegen von der III. Sohle aufwärts bis zu Tage hin, auf eine Länge von 230 m, sich um 0,90 m nach Norden zu geneigt hat.

In einem anderen Förderschacht wurde von der I. Sohle bis zu Tage hin, auf eine Länge von 135 m, ein Ueberhängen von rund 1 m und in einem weiteren Schacht derselben Grubenanlage von der II. Sohle bis zu Tage auf eine Länge von 190 m ein solches von ca. 1,50 m bei einer Senkung der Schachthängebänke von ca. 0,80 m festgestellt.

Auf einer anderen Grube steht ein Förderschacht von der tiefsten Bausohle, der VI. Sohle, bis zur II. Sohle 332 m senkrecht, um dann von dieser an bis zu Tage hin, auf eine Länge von 177 m, um 1,27 m nach Norden zu überzuneigen.

In einem erst in den 1890er Jahren abgeteuften Förderschachte bedurfte es nur des Abbauens zweier Flöze in Teufen von 37 und 60 m außerhalb eines zu schwach bemessenen Schachtsicherheitspfeilers, um in ungefähr 25 Jahren eine Verschiebung des Mittelpunktes um 31 cm in der Richtung des Flözfallens herbeizuführen.

Ueber die Größe der Gebirgstheile, die durch den Flözabbau zerbrochen und gegenseitig verschoben werden, waren bestimmte Anhaltspunkte nicht zu erlangen. Allgemein kann wohl angenommen werden, daß die Gebirgsschollen zunächst

sehr v
Einwir

direkt
schädi
men c
stehen
erleid
mehr c
seitige

bunge
werde
gehör
gen so
Eigen
diese
Anlag
und C
ihren
Talge
bäude

wass
läuft

und
einer
derun
den l

räum
groß
reibt

zeich
stein
zu b

sehr verschieden groß sind und durch wiederholte bergbauliche Einwirkungen immer mehr zerkleinert werden.

Findet das Brechen und Verschieben von Gebirgsschollen direkt unter einem Bauwerke statt, so wird dasselbe oft so beschädigt, daß es kaum wieder hergestellt werden kann. Kommen dagegen Bauwerke vollständig auf Gebirgsschollen zu stehen, dann werden sie im einzelnen nicht so stark beschädigt, erleiden aber mit der seitlichen Verschiebung in der Regel eine mehr oder minder große Schiefelage, die oft sehr schwer zu beseitigen ist.

Von den durch den Flözabbau hervorgerufenen Verschiebungen müssen Rutschungen und Senkungen unterschieden werden, die auf andere Ursachen zurückzuführen sind. Hierher gehören die Gehängeschiebungen, bei denen die Vorbedingungen schon in der Erdrinde vorhanden sind und auf bestimmten Eigenschaften gewisser Gesteinsschichten beruhen. Werden diese durch atmosphärische Einflüsse oder durch irgendwelche Anlagen, wie z. B. Bau von Eisenbahnen und Wegen, Wasser- und Gasleitungen oder Kanalisationsarbeiten und dergl. aus ihrer Gleichgewichtslage gebracht, so kommen sie an einem Talgehänge in's Rutschen und können zu ganz erheblichen Gebäudeschäden führen.

Die Ursache zu den Rutschungen bietet gewöhnlich eine wasserundurchlässige Schicht, auf der das Grundwasser abläuft und eine Schmierfläche erzeugt.

Auch in den oberen Schichten der Erdrinde eingeschlossen und unter Druck stehende Schwimmsandlager, die an irgend einer Stelle angeschnitten werden, können bedeutende Veränderungen an der Erdrinde und an den auf ihr stehenden Gebäuden hervorrufen.

e) Erderschütterungen.

Wirkungen der Expensivkraft der Gesteine.

Die Expensivkraft der Gesteine macht sich in den Hohlräumen der Bergwerke oft in der Weise geltend, daß sie mit großer Gewalt Gesteinsmassen lossprengt, oft vollständig zerreibt und in die Hohlräume hineinschleudert.

Diese Vorgänge von den Bergleuten als Bergschläge bezeichnet, sind als plötzliche Spannungsauslösungen in den Gesteinen oberhalb und unterhalb des ausgekohlten Hohlraumes zu betrachten. Vielfach wurden dadurch unter donnerartigem

Getöse mehrere Zentner sehr feinkörniger Kohle aus dem Abbaustoß in die Abbaustrecke hineingeschleudert.

Die Bergschläge treten mit, aber auch ohne Schlagwetterentwicklung auf. Mit die meisten Bergschläge sind in solchen Gesteinen beobachtet worden, die gar keine Schlagwetter führen: sie sind daher wohl als eine von plötzlichen Gasausbrüchen völlig verschiedene Erscheinung aufzufassen und treten meist nur dann auf, wenn sich die Bauabteilungen in unmittelbarer Nähe vom alten Mann befinden, und sind am häufigsten, wenn ein Kohlenpfeiler mitten im abgebauten Felde liegt, oder wenn der Abbau mit ungenügendem oder ohne Versatz, schnell an solchen Stellen vorgetrieben wird, wo das Hangende infolge seiner Festigkeit und Zähigkeit, schwer zu Bruche geht. Häufig sind Bergschläge in Kohlendistrikten nur auf wenige Flöze beschränkt.

Starke Gebirgsschläge machen sich über Tage ähnlich den natürlichen Erdbeben bemerkbar, es erzittern die Häuser, Gegenstände geraten in's Schwanken und fallen um, in den Decken und Wänden bilden sich Risse und oft wird ein donnerähnliches Geräusch verspürt.

Während die Gebirgsschläge in einzelnen Bergbaubezirken vielfach auftreten, gehören sie im Saarbrücker Bezirk zu den äußersten Seltenheiten.

Dort, wo die kohlenführenden Schichten in plastischem Material, wie z. B. weichen Schiefertonen, eingelagert sind, kann sich die im Gebirge vorhandene Expansionskraft auch derart äußern, daß sie von allen Seiten Gesteinsmaterial in die Hohlräume hineindrückt. Liegt die plastische Schicht im Liegenden des Hohlraumes, so erfolgt ein Quellen der Sohle, oft mit solcher Gewalt, daß dieselbe bis über $\frac{1}{4}$ der Streckenhöhe gehoben wird. Bei einem Nachgraben der Streckensohle wiederholt sich oft diese Erscheinung, wenn auch nicht in demselben Maße und erst nach mehrmaligem Nachgraben, nach Herstellung eines Sohlengewölbes, Ausmauerung der ganzen Strecke in runder oder ellipsoidischer Form, gelingt es, der Streckensohle die gewünschte Lage zu geben, ohne daß aber damit die Gefahr des Aufquillens ganz beseitigt ist.

Ueber die Ursachen des Aufquillens der liegenden Schichten in Hohlräumen sind die Ansichten der Fachleute geteilt. Vielfach wird angenommen, daß die im Liegenden der Hohlräume gelagerten plastischen Schiefertonschichten durch den Zutritt von Luft und Wasser sich aufblähen und zu arbeiten be-

ginnen.
Hohlräu
Masse
Allgem
birgsdr
deren

Da
Sandst
menge
enthalt
viele ü
ihr Ge
aus an

I
stein i
denen
sandig
wie ei
ten zu

I
das K
Letter
Steink
diese
zerris
sands
des K

Reger
Wass
wird
Diese
wass
Stein
oberf
tener
licher
ist vo
Täler

ginnen. Andererseits herrscht die Ansicht vor, daß die um die Hohlräume anstehenden Gebirgsmassen in die plastischen Massen einsinken und solche in die Hohlräume hineinpressen. Allgemein kann angenommen werden, daß je größer der Gebirgsdruck und die Plastizität der Schichten, auch um so größer deren Aufquillen ist.

f) Wasserentziehungen.

Das Kohlengebirge ist im allgemeinen wasserarm. Nur die Sandstein- und Konglomeratschichten führen geringe Wassermengen, während die Schiefertonschichten fast kein Wasser enthalten. Die Wasserarmut des Gebirges geht so weit, daß viele über ihm liegenden Ansiedelungen sich gezwungen sahen, ihr Gebrauchswasser oft durch Zuleitungen aus weiter Ferne, aus anderen Gebirgsschichten zu beschaffen.

Der über dem Steinkohlengebirge abgelagerte Buntsandstein ist dagegen sehr wasserreich. An manchen Stellen, an denen die Gesteinsmassen nicht fest verkittet sind, also mehr sandige Massen vorliegen, nehmen diese das Wasser gleichsam wie ein Schwamm auf und führen es tiefer gelegenen Schichten zu.

Durch eine fast durchweg an den Auflagerungsstellen auf das Kohlengebirge liegende, oft mehrere Meter mächtige Lettenschicht, welche wohl als die frühere Alluvialschicht des Steinkohlengebirges angesprochen werden kann, wird, wenn diese Schicht nicht schon durch Einwirkungen der Grubenbaue zerrissen worden ist, das Wasser in den Schichten des Buntsandsteins zurückgehalten und ihm der Eintritt in die Schichten des Kohlengebirges versperrt.

Das aus atmosphärischen Niederschlägen aller Art, als Regen, Schnee, Hagel, Reif usw. in die Erde eindringende Wasser kommt entweder als Quellen wieder zu Tage oder es wird teilweise durch Bohrbrunnen wieder der Erde entzogen. Diese Bohrbrunnen schöpfen ihr Wasser aus dem Grundwasser. Der obere Grundwasserstand liegt in den Tälern des Steinkohlengebirges mehr oder weniger tief unter der Erdoberfläche und steigt, in im Buntsandsteingebirge eingeschnittenen Tälern, bis zur Erdoberfläche. Hier findet sich ein reichlicher oberer Grundwasserstand, der im allgemeinen abhängig ist von den örtlichen atmosphärischen Niederschlägen. In den Tälern der Buntsandsteinablagerungen liegen im Saargebiete

alle Wassergewinnungsstellen der größeren Wasserwerke der Bergverwaltung und verschiedener Kommunen.

Da die Niederschläge jährlichen Schwankungen unterliegen, sind auch jährliche Schwankungen des Grundwasserstandes vorhanden. Die Veränderungen des Grundwasserhorizonts können nur durch systematische Beobachtungen festgestellt werden, welche auch das Material zur Beantwortung der Frage liefern, wie weit ungewöhnliche meteorologische Vorgänge, wie z. B. extrem trockene Sommer und schneereiche Winter den Höhenstand des Grundwassers beeinflussen.

Der Wasservorrat eines Gebietes hängt weiter von der Strömungsgeschwindigkeit des Grundwassers ab. Je schneller es in den Gesteinsschichten fließt, desto mehr Wasser läuft in einer Zeiteinheit durch einen bestimmten Querschnitt.

Eine große Beeinflussung erleiden oft die Grundwasserhorizonte durch lang anhaltende nasse oder trockene Jahreszeiten. Im ersteren Falle werden in Bezug auf Wassergewinnung und Versorgung keine Klagen laut, da die Auffüllung des Grundwassers in der Regel erwünscht ist. Nach einer lang anhaltenden Trockenheit dagegen, sinkt der Grundwasserstand und die Ergiebigkeit der Quellen und Brunnen sinkt oder hört ganz auf. In solchen Fällen werden dann vielfach die eingetretenen Schädigungen dem nahegelegenen Bergbau zur Last gelegt. Der Nachweis, ob derartige Wasserverluste auf den Bergbau oder auf eine natürliche Ursache zurückzuführen sind, ist oft nicht leicht zu erbringen, wenn nicht umfangreiches Beobachtungsmaterial vorliegt.

Eine weitere, die Abtrocknung der Schichten beeinflussende Tatsache ist die Zunahme der Bebauung eines Wassergewinnungsgebietes und besonders die Ausführung von Straßenpflaster und einer Kanalisation, durch welche ein großer Teil der niedergehenden atmosphärischen Wasser dem Grundwasser entzogen und abgeführt werden.

Die natürliche Abtrocknung und die mit dem Vordringen der Kultur verbundene, müssen daher bei allen Wasserentziehungsfragen mit berücksichtigt werden.

Mit den durch den Bergbau hervorgerufenen Einwirkungen auf die bis zu Tage anstehenden Gebirgsschichten findet natürlich auch eine solche auf die in diesen Schichten zirkulierenden kleinen Wasseräderchen statt. Es werden ihnen in der Regel andere Wege gegeben, wodurch es zu Wasserentziehungen, zum Versiegen von Quellen und Schöpfbrunnen kom-

men ka
kungen
tion se
auftret
entzieh

S
steinsc
diesen
teufen
die Sch
tet sind
nen us
horizon

D
Kanäle
des B
nach v
Jahren
tend.
der Sc
ten ein
durch
schäch
merk
Jahren
nen R
dieser

und m
Talnic
bare V
meine
mende
Wasse

ziehen
mit fo
löste
kunge
hunge
Bergv
recht

men kann. Ganz besonders machen sich bergbauliche Einwirkungen in den Buntsandsteinschichten auf die Wasserzirkulation schädigend bemerkbar. Hier trägt die an einzelnen Stellen auftretende Zerklüftung des Gesteins wesentlich zu Wasserentziehungen auf weite Strecken bei.

Selbst das Niederbringen von Schächten in Buntsandsteinschichten kann schon größere Wasserentziehungen aus diesen Schichten herbeiführen und zwar so lange, bis das Abteufen der Schächte das Steinkohlengebirge erreicht hat und die Schachtwände gegen das Eindringen von Wasser abgedichtet sind. In der Regel hört dann die Beeinflussung der Brunnen usw. bald auf, da schon in kurzer Zeit der Grundwasserhorizont wieder in's Gleichgewicht kommt.

Die Wasserentziehung aus Wasserläufen, Teichen, Kanälen usw., denen das Wasser von einem höheren, außerhalb des Bergbaugesbietes liegenden Gelände zufließt, macht sich nach vielfachen Erfahrungen, in der Regel nur in den ersten Jahren, nachdem der Abbau unter ihnen stattgefunden hat, geltend. Es sind Fälle bekannt, in denen der nur 50 bis 80 m unter der Sohle der Wasserläufe geführte Abbau nach 2 bis 6 Monaten eine Wasserentziehung herbeiführte, die sich hauptsächlich durch größere zu bewältigende Wassermengen an den Förder-schächten, durch die Notwendigkeit verstärkten Pumpens, bemerkbar machte, die jedoch allmählich nach Verlauf von 5 bis 6 Jahren ihr Ende erreichte. Die durch den Bergbau entstandenen Risse und Spalten im Steinkohlengebirge hatten sich in dieser Zeit vollständig geschlossen.

An anderen Stellen, an denen bei Tiefenlagen von 1400 m und mehr der Abbau unter größeren Wasseransammlungen in Talniederungen hindurch betrieben wurde, konnte eine bemerkbare Wasserentziehung nicht festgestellt werden. Im allgemeinen kann wohl angenommen werden, daß mit der zunehmenden Teufenlage des Abbaues auch die Gefahren größerer Wasserentziehungen geringer werden.

Bei allen Wasserentziehungen ist noch in Betracht zu ziehen, ob mit dem Wasser auch Substanzmassen mechanisch mit fortgeführt werden, oder ob das Wasser nur chemisch gelöste Teile enthält. In diesem Falle scheiden weitere Einwirkungen auf die Erdoberfläche aus. Bei allen Wasserentziehungen durch den Bergbau ist in Betracht zu ziehen, daß der Bergwerksbesitzer nach § 54 des A. B. G. vom 24. 6. 1865 berechtigt ist, alle Vorrichtungen unter und über Tage zu treffen,

die zur Aufsuchung und Gewinnung des ihm verliehenen Minerals erforderlich sind. Auf Grund dieser Bestimmung ist ihm auch das Recht zuerkannt, fremden Grundstücken Grundwasser oder Quellwasser durch den Bergbaubetrieb zu entziehen und auch oberirdische Wasserläufe durch Senkung des Wasserspiegels zum Nachteil anderer zu beeinflussen, ohne daß gegen ihn auf Unterlassung geklagt oder polizeilich eingeschritten werden kann, sofern die dadurch hervorgerufenen Einwirkungen sich nicht als gemeinschädliche darstellen, denen die Bergpolizeibehörden nach § 196 des A. B. G. entgegenzutreten können.

Der Bergbautreibende ist aber verpflichtet, alle Schäden durch Wasserentziehungen, ohne Rücksicht auf ein Verschulden, vollständig zu ersetzen.

V. Zeit des Eintritts und Dauer der Einwirkungen des Bergbaues auf die Erdoberfläche.

Bei den durch den Flözabbau hervorgerufenen Bewegungen der Gebirgsschichten, lassen sich zwei Perioden feststellen, eine, welche als die primäre und eine, welche als sekundäre Bewegungsperiode bezeichnet werden kann.

In die erste Bewegungsperiode ist zu rechnen das Nachbrechen der über den ausgehöhlten Flözen lagernden hangenden Schichten, welches in der Regel der Auskohlung direkt nachgefollt und sodann das allmähliche Nachbrechen und Einsinken der übrigen hangenden Schichten bis zu Tage hin.

In die zweite Periode ist zu rechnen das Nachsinken, Nachsacken und Zusammenpressen der zerbrochenen und gebogenen hangenden Schichten, bis das Gebirge wieder eine der Teufe entsprechende Festigkeit erlangt hat und die Bewegungen über dem Abbaufelde endgültig als erledigt betrachtet werden können.

Während die primäre Bewegungsperiode sich verhältnismäßig schnell vollzieht, braucht die sekundäre vielfach eine Reihe von Jahren.

Durch inzwischen eingetretene neuere Abbaue hervorgerufene Bewegungen beeinflussen den Verlauf der älteren und die Zeitdauer der Gesamtbewegung.

Die ersten Einwirkungen eines Kohlenabbaues machen sich an Tage in verschiedener Weise bemerkbar und verschie-

den is
Abba

allgen
dem
Schic
und z
bis zu
an Ta
ca. 20
ca. 4
sprec
die e
späte

birge
zen,
an; a
gen
Mäch
Zeitp
Tage
in se
5 m
Alluv
brich
lage
Kohl
Jahr
nen
Bun

abge
sprü
so v
ober
fähr

den ist auch die Zeit, in der sie von der Inangriffnahme eines Abbaufeldes an gerechnet verlaufen.

Bestimmend auf diese Zeit wirken ein:

1. die Flächenausdehnung des Abbaufeldes,
2. die Tiefenlage desselben und
3. die Beschaffenheit der über dem Abbaufelde lagernden Gebirgsschichten.

Nach vielen jahrzehntelangen Untersuchungen kann im allgemeinen angenommen werden, daß in einem Baufelde, in dem die Carbonschichten zu Tage ausgehen und in dem die Schichten nicht schon durch einen früheren Abbau zerbrochen und zerstückelt worden sind, bei einer Teufenlage des Abbaues bis zu ungefähr 200 m, sich die ersten meßbaren Einwirkungen an Tage in der Zeit von 2 bis 4 Monaten, bei Teufenlagen von ca. 200 bis 400 m, in 4 bis 6 Monaten und bei Teufenlagen von ca. 400 bis 600 m, in 6 bis 8 Monaten nach Schaffung entsprechender Hohlräume eintreten werden. Vereinzelt wurden die ersten meßbaren Einwirkungen erst ungefähr 1 bis 2 Monate später festgestellt.

Diluviale und alluviale Ablagerungen über dem Kohlengebirge, die im Saarrevier nur wenige Meter Mächtigkeit besitzen, schließen sich den Einwirkungen im Kohlengebirge sofort an; auch schwächere, nur wenige Meter starke Ueberlagerungen von Buntsandsteinschichten. Haben aber letztere eine Mächtigkeit von 30 und mehr Meter erreicht, dann wird der Zeitpunkt der ersten meßbaren Einwirkungen über ihnen, an Tage erheblich verzögert. Da in der Regel der Buntsandstein in seinen Auflagestellen auf dem Kohlengebirge auf einer bis ca. 5 m starken sehr plastischen, lettigen Schicht (dem früheren Alluvium des Kohlengebirges) ruht und nur in großen Stücken bricht, folgt er nicht unmittelbar den Bewegungen seiner Unterlage und senkt sich erst bzw. bricht, wenn die Senkungen im Kohlengebirge ein gewisses Maß erreicht haben. Es können Jahre vergehen, bis die im Steinkohlengebirge hervorgetretenen Abbaueinwirkungen sich über mächtigen, unzerklüfteten Buntsandsteinablagerungen äußern.

Sind in dem Abbaufelde in früheren Jahren schon Flöze abgebaut und dadurch die hangenden Schichten aus ihrem ursprünglichen Zusammenhange gerissen und zerstückelt worden, so vollziehen sich die Einwirkungen des Abbaues auf die Erdoberfläche schneller. In Tiefenlagen der Abbaue bis zu ungefähr 200 m folgen sie denselben gewöhnlich schon im ersten

Monat; in tieferen Lagen ungefähr 1 bis 2 Monate früher als im unverritzten Gebirge.

Haben sich im Steinkohleengebirge, das bis zu Tage ansteht, die ersten Einwirkungen des Abbaues an der Erdoberfläche bemerkbar gemacht, sind die ersten kleinen Senkungen eingetreten, dann nehmen letztere allmählich zu und erreichen in der primären Bewegungsperiode bei Teufenlagen des Abbaues bis zu 200 und 300 m in 2 bis 3 Jahren, bei größeren Teufenlagen nach 3 bis 4 Jahren ihren größten Betrag, um dann in der sekundären Bewegungsperiode allmählich in 6 bis 8 Jahren wieder abzunehmen.

Während dieser Zeit kann es vorkommen, daß Ruhepausen eintreten, in denen vielleicht in 2 bis 3 Jahren keine Senkungen beobachtet werden können und leicht die Annahme entstehen kann, das Gebirge sei vollständig zur Ruhe gekommen. Dann treten wieder auf Jahre hinaus kleine unregelmäßige Senkungen ein, bis nach 8 bis 10 Jahren, vereinzelt auch erst in 10 bis 15 Jahren keine Senkungen mehr festzustellen sind.

Im allgemeinen kann daher angenommen werden, daß ein Gelände, welches über einem umfangreichen, vollständigen Abbau eines Flözes liegt, nach Beendigung des Abbaues in 10 bis 15 Jahren, je nach der Teufenlage des Abbaues zur Ruhe gekommen ist.

Ist inzwischen unter diesem Gelände ein neuer Flözabbau eingetreten, so werden die noch vorhandenen Einwirkungen beeinflusst durch jene des neuen Abbaues und so wird ein Gelände, unter dem mehrere Flöze hintereinander abgebaut werden, sich in fortwährender Bewegung befinden und erst in ungefähr 10 bis 15 Jahren nach Abbau des letzten Flözes zur Ruhe kommen.

VI. Größe der Senkungen.

Die Senkungen erreichen ihr größtes Maß ungefähr über der Mitte eines Abbaufeldes. Dieses Maß ist in der Hauptsache abhängig von der Höhe der durch den Abbau geschaffenen Hohlräume und der Dichte und Güte des in diese Hohlräume gebrachten Versatzes. Jahrzehntelange Untersuchungen zur Ermittlung der Größe der Senkungen über einem Abbaufelde im Verhältnis zur abgebauten Kohlenmächtigkeit, haben im allgemeinen folgende Resultate ergeben:

Die größten Senkungen an Tage betragen durchschnittlich

nach Ab
bei eine

a)

b)

c)

d)

Di

einzelne

minder

auf das

ten wäl

bau we

und bei

Hohlräu

ges Aus

B

ringster

mit grö

B

stimmte

die früh

ständig

lich mit

der Se

das me

darauf

schon i

den Se

A

Buntsa

Versat

ten Flö

E

Flözab

folgend

E

mit Pi

Stoßba

nach Abbau eines Flözes in Teufenlagen von 100 bis 600 m und bei einem Flözeinfallen von 10 bis 30°:

- a) mit Pfeilerbau, also ohne besonderen Bergeversatz 60 bis 80 Prozent der Flözmächtigkeit,
- b) mit Streb- oder Stoßbau, also mit vollständigem Bergeversatz 40 bis 60 Prozent,
- c) mit Spülversatz 10 bis 30 Prozent und
- d) mit gemischtem Versatz, also mit Handversatz und nachträglichem Spülversatz 30 bis 50 Prozent der Flözmächtigkeit.

Die Unterschiede in den Maßen der Senkungen bei den einzelnen Abbaumethoden sind hauptsächlich auf das mehr oder minder feste Zusetzen der Hohlräume zurückzuführen und auch auf das teilweise Senken bzw. Brechen der hangenden Schichten während der Einbringung des Versatzes. Bei dem Pfeilerbau werden oft Berge, die in Aus- und Vorrichtungsstrecken und beim Nachreißen und Verbauen von Strecken fallen, in die Hohlräume gebracht, so daß beim Pfeilerbau ein ungleichmäßiges Aussetzen der Hohlräume die Regel bildet.

Beim Streb- und Stoßbau finden sich über Tage die geringsten Senkungen an den Stellen, an denen die Hohlräume mit größerer Sorgfalt zugesetzt worden sind.

Bei Abbauen mit gemischtem Versatz, werden in bestimmten örtlichen Lagen zur Vermeidung größerer Senkungen, die früheren Pfeiler- und auch Strebbaue, soweit nicht ein vollständiges Zusetzen der Hohlräume erfolgen konnte, nachträglich mit Spülversatz ausgefüllt. Die Unterschiede in der Größe der Senkungen beim Spülversatzverfahren sind einesteils auf das mehr oder weniger gute Versatzmaterial, andernteils auch darauf zurückzuführen, daß beim Einbringen des Versatzgutes schon in den Hohlräumen starke Durchbiegungen der hangenden Schichten stattgefunden haben.

Als bestes Versatzgut haben sich die Sandmassen aus den Buntsandsteinschichten erwiesen und es konnten mit diesem Versatzmaterial die Senkungen bis zu 10 Prozent der abgebauten Flözmächtigkeit herabgedrückt werden.

Bei ungefähren Feststellungen der bei einem zukünftigen Flözabbau zu erwartenden größten Senkungen an Tage können folgende Unterlagen zu Grunde gelegt werden:

Ein Flöz von 1 m Kohlenmächtigkeit wird durch Abbau mit Pfeilerbau eine Senkung von 60 bis 80 cm, mit Streb- oder Stoßbau eine solche von 40 bis 60 cm und mit Spülversatz eine

solche von 10 bis 30 cm hervorrufen, je nach der Größe des Versatzes, der Dichte desselben und der Zeit, in der er eingebracht wird.

Diese Senkungen sind fast in gleicher Höhe zu erwarten, von der Mitte des Abbaufeldes ausgehend, bis nahe an dessen Rändern, um sodann rasch abnehmend, darüber hinausgehend, in bestimmten Entfernungen, die von der Tiefenlage des Abbaues abhängig sind, ihr Ende zu finden.

VII. Ausdehnung der Einwirkungen des Bergbaues auf der Erdoberfläche.

Von besonderer Wichtigkeit ist es, an Tage festzustellen, in welchem Gebietsumfang sich die schädigenden Kräfte, die während und nach vollendetem Kohlenabbau auftreten, äußern. Diese Kenntnis ist notwendig einerseits um Schadenersatzansprüche auf ihre Berechtigung hin prüfen zu können, um überhaupt den Umfang und die Größe der Schadenersatzpflicht des Bergwerksbesitzers festzustellen, andererseits, um die Einwirkungen des Bergbaues durch geeignete Maßnahmen, durch Stehenlassen von Sicherheitspfeilern, von zu schützenden Stellen der Erdoberfläche fernzuhalten oder sie durch geeignete Abbaumethoden auf ein Mindestmaß herabzudrücken.

Alle diese Fragen treten auf, wenn sich in dem Bergwerksfelde Bauwerke befinden, die sich durch ihre Altertümlichkeit, ihren künstlerischen, historischen oder sonstigen Wert besonders auszeichnen, wenn Quellen oder Bohrbrunnen zur Wasserversorgung einer großen Bevölkerung im Felde liegen, für welche ein geeigneter Ersatz nicht zu beschaffen ist, wenn große, wichtige Bauwerke an Eisenbahnen, wenn Flußläufe, Friedhöfe, Wasserleitungen usw. geschützt werden sollen. Durch eingehende seit den 1880er Jahren durchgeführte Aufmessungen und Nivellements wurden die Fragen zu lösen gesucht.

Die Grenzen der Einwirkungen der Grubenbaue an Tage wurden durch Nivellements genau bestimmt, wobei Nivellements-differenzen von mehr als 2 cm gegen frühere Bestimmungen als Veränderungen in der Höhenlage angenommen wurden.

Die so festgestellten äußersten Grenzen der Abbaueinwirkungen wurden mit den in der Grube liegenden Grenzpunkten der Abbaue verbunden und nun die Winkel ermittelt, welche

diese Ver-
sen Win-
legt, um
des Win-
Kenntnis
ist die M
eines Ab
an Tage

Be-
gebirge
bauarten
auch sei
in einem
einem s

In
Saarrev
winkel

In
werden
baues h
Abbaue
kel aus
erleiden
bereits

D
Einwir
Böschu
linie vo
den Ge
von w

E
heitspf
grenzu
Horizo
wirksa

diese Verbindungslinien mit der Horizontalen einschließen. Diesen Winkeln wurden die Bezeichnung Böschungswinkel beigelegt, um sie von den Bruchwinkeln, bei denen der eine Schenkel des Winkels in der Flözebene liegt, zu unterscheiden. Bei der Kenntnis der Böschungswinkel und der Tiefenlage der Abbaue ist die Möglichkeit gegeben, sofort die äußersten Einwirkungen eines Abbaufeldes, sowohl in den einzelnen Sohlen, wie auch an Tage, auf dem Grubenbilde angeben zu können.

Bei den Bestimmungen der Böschungswinkel im Kohlengebirge wurde zunächst festgestellt, daß die verschiedenen Abbauarten keinen wesentlichen Einfluß auf ihn ausüben und er auch seine bestimmte Größe behält, gleichgültig, ob der Abbau in einem bisher noch unverritzten Gebirge stattfindet oder in einem solchen, in dem bereits Abbau stattgefunden hat.

In allen Teufenlagen des Abbaues, bis zu den tiefsten im Saarrevier, das ist bis zu 600 m, wurden die Mindestböschungswinkel bestimmt:

- nach dem Hangenden hin, ungefähr 63°
vereinzelt herabgehend bis zu 60° ,
- nach dem Liegenden hin, ungefähr zu 66°
vereinzelt herabgehend bis zu 60° ,
- in streichender Richtung, ungefähr bis zu 65°
vereinzelt herabgehend bis zu 60° .

Im allgemeinen kann wohl mit Sicherheit angenommen werden, daß die Böschungswinkel nach allen Seiten des Abbaues hin, nicht unter 60° herabgehen, daß die Methoden der Abbaue keinen wesentlichen Einfluß auf die Größe dieser Winkel ausüben und daß sie auch keine größeren Veränderungen erleiden, wenn der nach Tage hin führende Schenkel durch ein bereits vom Abbau zerrissenes Gebirge geht.

Danach sind Tagesanlagen nur dann absolut sicher gegen Einwirkungen der Abbaue geschützt, wenn sie außerhalb eines Böschungswinkels von 60° liegen, d. h. wenn die Verbindungslinie von der Abbaugrenze in der Grube nach dem zu schützenden Gegenstand über Tage, mit der Horizontalen einen Winkel von weniger als 60° bildet.

Es folgt weiter aus diesen Feststellungen, daß alle Sicherheitspfeiler zum Schutz von Tagesanlagen, bei denen die Begrenzungsflächen einen größeren Winkel als 60° gegen die Horizontale aufweisen, oder sogar senkrecht stehen, keinen wirksamen Schutz gewähren können und daß die auf ihrem

Rande stehenden Gebäude oft ganz besonderen schädlichen Einwirkungen des Abbaues, den Senkungen und Schiebungen ausgesetzt sind.

Nur ein Sicherheitspfeiler, dessen Begrenzungsebene nach der Teufe hin mit einem Winkel von 60° gegen die Horizontale konstruiert ist, gewährt einen wirksamen Schutz für die auf ihm errichteten Anlagen.

Liegen in dem Abbaufelde Sprünge von geringer Verwurfshöhe, auf die beim Abbau eines Flözes keine Rücksicht genommen zu werden braucht, durch welche der Abbau also ungehindert weiter fortschreiten kann, so ändern sie an den endgültigen Bruch- und Böschungsverhältnissen der Abbau-Hohlräume nach Tage hin im großen und ganzen nichts gegenüber denen im sprungfreien Felde.

Anders jedoch gestalten sich die Verhältnisse, wenn der Abbau an Sprüngen von größerer Mächtigkeit und Verwurfshöhe sein Ende findet. Hier muß unterschieden werden, ob der Sprung dem Abbau ab- oder zufällt, ob ein Sprung in's Liegende oder Hangende vorliegt. Fällt der Sprung dem Abbau ab, dann wird er, bevor er angefahren wird, sich durch einen größeren Gebirgsdruck bemerkbar machen. Beim Anfahren desselben wird das Nachbrechen der hangenden Gebirgsschichten bis zu seinen Salbändern hin, sofort erfolgen, jedoch nicht an ihnen halt machen, sondern sich in kürzerer oder längerer Zeit weiter über den Sprung hinaus fortsetzen, so daß schließlich nach dem Zuruhekommen des Gebirges auch hier sich Böschungswinkel von ungefähr 60° gebildet haben werden.

Anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn der Sprung dem Abbau zufällt. In solchen Fällen findet in der Regel ein Nachbrechen der hangenden Schichten bis zum Sprunge hin statt, wenn derselbe auch ein kleineres Einfallen als 60° besitzt.

Da die im Saargebiet größere Sprünge in der Regel Einfallwinkel von ungefähr 50 bis 70° besitzen und bei Sprüngen, die dem Abbau zufallen, der eine Schenkel des Böschungswinkels in die Sprungebene zu liegen kommt, so werden die Böschungswinkel gleich den Einfallwinkeln der Sprünge und erhalten Größen von ungefähr 50 bis 70° .

In wie weit die Grenzen der Abbaueinwirkungen an Tage bei den festgestellten Böschungswinkeln von 60 über die Grenzen der Abbaue in den verschiedenen Teufenlagen hinausgehen können, möge nachstehende Zahlenreihe veranschaulichen.

Die
baugrenz

W
vialen S
gehend,
winkel d
Da jedoc
ringe Mä
nur von
vorfinde
werden.

Be
wirkung
das Ste
die Ein
ken ders
machen
in mehr
falls üb
fortsetz
gegense
bildet. V
oberfläch
wohl du

Die letzte mögliche seitliche Einwirkung liegt von der Abbaugrenze entfernt bei einer Teufenlage des Abbaues von

25 m bei	14,43 m,
50 m ..	28,87 m,
75 m ..	43,30 m,
100 m ..	57,7 m,
150 m ..	86,6 m,
200 m ..	115,5 m,
250 m ..	144,3 m,
300 m ..	173 m,
350 m ..	202 m,
400 m ..	231 m,
450 m ..	260 m,
500 m ..	289 m,
600 m ..	346 m,
700 m ..	404 m,
800 m ..	462 m,
900 m ..	520 m,
1000 m ..	577 m.

Wird das Steinkohlengebirge von diluvialen oder alluvialen Schichten überlagert, so bilden sich von ersterem ausgehend, andere Böschungswinkel, die sich dem Dossierungswinkel der betr. Gesteinsmassen, Sand, Schotter usw. nähern. Da jedoch diese Ablagerungen im Saargebiete nur eine sehr geringe Mächtigkeit von wenigen Metern besitzen und sich auch nur von geringem Umfange an einzelnen Stellen abgelagert vorfinden, brauchen sie weiter nicht in Berechnung gezogen zu werden.

Bei Buntsandsteinablagerungen sind die Grenzen der Einwirkungen an Tage nicht leicht festzustellen, da sie nicht wie das Steinkohlengebirge brechen und niedergehen. Erst wenn die Einwirkungen der Abbaue im Steinkohlengebirge das Sinken derselben von ungefähr 20 cm hervorgerufen haben, machen sie sich durch das Brechen der Buntsandsteinschichten in mehr oder minder großen Schollen bemerkbar, das sich ebenfalls über die Senkrechten der Abbaugrenzen hinausgehend, fortsetzt und hier, je nach der Größe der Schollen und deren gegenseitige Verschiebung, eine nicht leicht auffindbare Grenze bildet. Vereinzelt ist an diesen Stellen ein Höherliegen der Erdoberfläche um mehrere Zentimeter festzustellen gewesen, das wohl durch das Brechen der nahe an Tage gelegenen Schichten.

ten, vielleicht auch durch gegenseitige Verschiebungen von Gebirgsschollen hervorgerufen worden ist.

Vereinzelt haben sich in Buntsandstein-Ueberlagerungen erst in 5 bis 8 Jahren nach beendetem Abbau Erdspalten an Tage, auch trichterförmige Einsenkungen von 2 bis 3 m Durchmesser, nahe der Grenzen der Abbaufelder gebildet.

Einwirkungen der Grubenbaue in Buntsandstein-Ueberlagerungen unter einem Böschungswinkel von 60° sind bis jetzt noch nicht beobachtet worden.

Gestaltung der Sicherheitspfeiler.

Die Sicherheitspfeiler auf den Saargruben sind im Laufe der Jahre ganz verschieden gestaltet worden. Im letzten Jahrzehnt wurden verschiedene aufgehoben, neue wurden nicht gebildet. Die Querschnitte derselben richteten sich nach dem Zweck, den sie erfüllen sollten. Wo in der Hauptsache nur ein Schacht zu schützen war, erhielten sie eine runde oder quadratische Form an Tage, traten noch schützende Maschinengebäude hinzu, eine elliptische, waren verschiedene Anlagen zu schützen, eine vieleckige Form.

Ursprünglich wurden alle Sicherheitspfeiler mit senkrechten Ebenen begrenzt, und da in dieser Zeit der Abbau sich nur in geringen Tiefen bewegte, gingen seine Einwirkungen an Tage nicht weit über seine Grenzlinien hinaus. Die Sicherheitspfeiler erfüllten allgemein damals ihren Zweck, besonders, da sie reichlich groß bemessen waren und die Grubenbaue oft schon vor der gezogenen Grenzlinie zur Einstellung kamen. Erst mit dem fortschreitenden Tiefergehen des Abbaues machten sich immer mehr schädliche Einwirkungen an Tage, an den Rändern der Pfeiler bemerkbar.

Als anfangs der 1890er Jahre vereinzelt ermittelt worden war, daß sich die Auswirkungen der Abbaue bis zu einem Böschungswinkel von ungefähr 60° nach Tage hin erstreckten, wurden teilweise die Sicherheitspfeiler auf einzelnen Gruben nach und nach verstärkt, indem ihren Grenzlinien von Tage an eine Neigung von 80° , anderen eine Neigung von 75° , wieder anderen eine solche von 70° bis 65° gegeben wurde. Bei einigen Sicherheitspfeilern ließ man die senkrechte Begrenzung bis zu einer bestimmten Sohle bestehen und erweiterte die Grenzlinien erst von dieser Sohle an. Besonders wichtige Sicherheitspfeiler erhielten eine Abböschung von 65° mit der

weitere
sonders

B
daß sie
an Tage
wirkun

E
Tage an
richtete

D
stehen
dann, v

D
lichen.

V
maschi
Schäch
förmige
werden
erhalte

und de
nete si

weiteren Maßnahme, daß der Raum zwischen 65^0 und 60^0 besonders dicht mit Bergen versetzt wurde.

Bei allen diesen Sicherheitspfeilern hat sich aber gezeigt, daß sie keinen vollkommenen Schutz bieten, daß das Gelände an Tage, an ihren Grenzlinien mehr oder weniger Abbaueinwirkungen ausgesetzt ist.

Es ist mit großer Sicherheit anzunehmen, daß nur ein von Tage an mit 60^0 abgeböschter Sicherheitspfeiler den auf ihm errichteten Tagesanlagen einen sicheren Schutz gewährt.

Durch das Stehenlassen solcher Sicherheitspfeiler entstehen aber ganz bedeutende Kohlenverluste und besonders dann, wenn die abzubauenen Flöze in größerer Teufe liegen.

Die nachstehenden Zahlenreihen sollen dies veranschaulichen.

Wird angenommen, daß die Förderschächte, die Fördermaschinenanlagen und die sonstigen in unmittelbarer Nähe der Schächte liegenden wichtigen Werksanlagen durch einen kreisförmigen Sicherheitspfeiler an Tage von 50 m Radius geschützt werden sollen, so würde der Radius des Pfeilers eine Größe erhalten

bei	25 m Teufe von	64,43 m,
„	50 m „ „	78,87 m,
„	75 m „ „	93,30 m,
„	100 m „ „	107,7 m,
„	150 m „ „	136,6 m,
„	200 m „ „	165,5 m,
„	250 m „ „	194,3 m,
„	300 m „ „	223 m,
„	350 m „ „	252 m,
„	400 m „ „	281 m,
„	450 m „ „	310 m,
„	500 m „ „	339 m,
„	600 m „ „	396 m,
„	700 m „ „	454 m,
„	800 m „ „	512 m,
„	900 m „ „	570 m,
„	1000 m „ „	627 m,

und der Flächeninhalt eines solchen Sicherheitspfeilers berechnet sich:

an Tage zu	7 854 qm,
bei 25 m Teufe zu	13 000 qm,
„ 50 m „ „	19 500 qm,

bei	75 m	Teufe	zu	27 300 qm,
..	100 m	..	..	36 400 qm,
..	150 m	..	..	58 600 qm,
..	200 m	..	..	86 000 qm,
..	250 m	..	..	118 600 qm,
..	300 m	..	..	156 500 qm,
..	350 m	..	..	199 600 qm,
..	400 m	..	..	248 000 qm,
..	450 m	..	..	301 500 qm,
..	500 m	..	..	360 000 qm,
..	600 m	..	..	494 000 qm,
..	700 m	..	..	648 000 qm,
..	800 m	..	..	823 000 qm,
..	900 m	..	..	1 019 000 qm,
..	1000 m	..	..	1 236 000 qm.

Auf verschiedenen älteren, auf den Fettkohlen bauenden Gruben des Saarbezirks ist in den letzten Jahren festgestellt worden, daß ganze Sicherheitspfeiler von Hauptschachtenanlagen mit allen aufstehenden Schacht- und Betriebsgebäuden und mit allen in ihnen niedergebrachten Schächten sich in Bewegung befinden und in der Richtung des Einfallens der Schichten verschoben haben. Die Abweichung aus der lotrechten Richtung beginnt ungefähr über dem letzten rund um die Sicherheitspfeiler abgebauten Flöze. Es handelt sich hier um Verschiebungen der Sicherheitspfeiler in vollständig abgebauten Gebirgstteilen, in denen die früher mit dem Pfeiler in Verbindung stehenden Gebirgsschichten aus ihrem Zusammenhange gerissen und durch einen mehrmaligen Flözabbau vollständig zerstückelt und verschoben worden sind.

Verschiedene Umstände mögen hier bei der Verschiebung der Sicherheitspfeiler zusammengewirkt haben, unter anderen auch der Druck des aus jedem Zusammenhang mit den Gebirgsschichten gerissenen Pfeilers auf seine Unterlage, auf nassen glitschigen Schiefertonschichten, auf denen bei der etwas steilen Lagerung von ungefähr 30° ein allmähliches Abgleiten auf einzelnen Schichten erfolgt sein wird.

Zusammenfassung der wichtigsten Feststellungen.

1. Jeder Abbau von größerem Umfange, mag er auf Flözen von größerer oder geringerer Mächtigkeit, in horizontaler oder geneigter Lagerung nahe an Tage,

oder in größerer Tiefe geführt werden, beeinflußt mehr oder weniger die Erdoberfläche.

2. Die Beeinflussung der Erdoberfläche macht sich bemerkbar durch:
 - a) Bodensenkungen,
 - b) Tagebrüche,
 - c) Erdspalten,
 - d) Erderschütterungen,
 - e) Verschiebungen von Gebirgstetten und
 - f) Wasserentziehungen.
3. Bodensenkungen sind die gewöhnlichsten Folgen der Abbaue. Sie treten bei allen Abbauarten und bei jeder Teufenlage der Abbaue auf.
4. Tagebrüche können bei ausgedehnten Abbaufeldern auf mächtigen Flözen, bei unvollständigem Bergeversatz, bei Teufenlagen bis zu ungefähr 120 m entstehen. Auch einzelne Strecken in geringer Tiefenlage bis zu ungefähr 50 m, können, wenn sie nicht mit Versatzmaterial ausgefüllt worden sind, bei ihrem Zusammenbruche Tagebrüche hervorrufen.
5. Das Auftreten von Erdspalten ist beobachtet worden bis zu Teufenlagen der Abbaue von 600 m und unter Böschungswinkel bis zu 70° , meistens parallel dem Streichen der Flöze.
6. Erderschütterungen können bei plötzlichen Zusammenbrüchen größerer Hohlräume eintreten. Im Saarbezirk sind bemerkenswerte Erderschütterungen noch nicht beobachtet worden.
7. Verschiebungen von Gebirgstetten treten bei ausgedehnten Abbauen und besonders dann auf, wenn mehrere Flöze untereinander abgebaut werden.
8. Wasserentziehungen im Steinkohlengebirge treten nur auf, bei Abbauen in nicht zu großen Teufenlagen und oft auch nur vorübergehend. Dagegen können Abbaue in Teufenlagen bis über 600 m noch schädigend auf die Wasserzirkulation in den dem Steinkohlengebirge aufgelagerten Buntsandsteinschichten einwirken.
9. Die Größe der Beeinflussung der Erdoberfläche durch die Abbaue ist abhängig:
 - a) von der Ausdehnung und Höhe der durch die Abbaue in der Erde geschaffenen Hohlräume,

- b) von deren mehr oder weniger geneigten Lage zur Horizontalen.
 - c) von der Teufenlage und
 - d) von der Beschaffenheit der über den Hohlräumen gelagerten Gebirgsschichten.
10. Der größte und am meisten beeinflussende Faktor ist die Ausdehnung und die Höhe der entstandenen Hohlräume.
 11. Die mehr oder weniger geneigte Flözlage wirkt in der Hauptsache nur insofern beeinflussend mit, als bei steileren Flözlagen die Höhe der Hohlräume bei gleicher Flächenausdehnung eines Abbaufeldes wächst.
 12. Bei geringer Teufenlage der Abbaue ist die Beeinflussung größer; sie tritt schneller ein als bei Abbauen in größerer Teufe.
 13. Mächtige über den Hohlräumen liegende Sandstein- und Konglomeratschichten brechen nicht so leicht wie Schiefertonschichten und beeinflussen dadurch das Auswirken der Hohlräume nach Tage hin.
 14. Je größer und höher die durch den Flözabbau geschaffenen Hohlräume sind, desto größer ist das Maß der Beeinflussung auf die Erdoberfläche.
 15. Werden die Hohlräume zugesetzt, so vermindert sich das Maß der Beeinflussung um so mehr, je dichter die Zusetzung erfolgt.
 16. Dem Bergwerksbesitzer steht als einziges Mittel zur Bekämpfung der Bergschäden an der Erdoberfläche, das möglichst dichte Zusetzen der Hohlräume zur Verfügung.
 17. Das möglichst dichte Zusetzen der Hohlräume wird, wenn die Flözlage es zuläßt, bei Anwendung von Spülversatz mit Sandmassen erreicht, wenn dabei das Spülgut recht bald nach der Auskohlung eingebracht werden kann.
 18. Bei Anwendung des Spülversatzes entstehen an Tage Höchstsenkungen von 10 bis 30 Prozent der abgebauten Kohlenmächtigkeit, bei Anwendung von Streb- oder Stoßbau 40 bis 60 Prozent und bei Anwendung von Pfeilerbau ohne Versatz 60 bis 80 Prozent.
 19. Die Zeit der ersten Beeinflussung der Erdoberfläche nach erfolgtem Abbau eines Flözes ist abhängig von der Flächenausdehnung des Abbaufeldes, dessen Tie-

20.

21.

22.

23.

24.

fenlage und der Beschaffenheit der über demselben liegenden Gebirgsschichten.

Stehen die Schichten des Steinkohlegebirges bis zu Tage an und sind sie noch nicht durch einen früheren Abbau zerbrochen oder zerstückelt worden, dann machen sich die ersten nachweisbaren Senkungen an Tage geltend, bei einer Teufenlage des Abbaues bis zu ungefähr 200 m in der Zeit von 2 bis 4 Monaten, in Teufenlagen von ungefähr 200 bis 400 m in 4 bis 6 Monaten und bei Teufenlagen von 400 bis 600 m in 6 bis 8 Monaten. Sind die Schichten des Steinkohlegebirges schon durch einen früheren Abbau zerbrochen und zerstückelt worden, dann treten im ersten Falle die Senkungen schon in wenigen Wochen, im letzteren Falle in ungefähr 1 bis 2 Monaten früher ein.

20. Diluviale und alluviale Ablagerungen über dem Steinkohlegebirge von geringerer Mächtigkeit folgen sofort den Senkungen desselben.
21. Die über dem Steinkohlegebirge diskordant aufgelagerten Buntsandsteinschichten von mehr als 10 m Mächtigkeit folgen nicht unmittelbar dessen Einwirkungen. Erst wenn in diesen Senkungen bis gegen 20 cm eingetreten sind, machen sich vielfach die ersten Bewegungen in Buntsandstein geltend, der zunächst in großen Schollen bricht.
22. Allgemein muß angenommen werden, daß die Auswirkungen eines Abbaufeldes in Buntsandsteinschichten sich später bemerkbar machen und auch länger andauern als im Steinkohlegebirge, daß sie oft ganz plötzlich in Form von Tagebrüchen oder Erdspalten auftreten, die sich über das ganze Abbaufeld bis zu den Abbaurändern hin erstrecken können.
23. Die einmal aufgetretenen Senkungen an Tage nehmen allmählich zu und erreichen bei Teufenlagen der Abbaue bis zu ungefähr 200 bis 300 m in 2 bis 3 Jahren, bei größeren Teufenlagen in 3 bis 4 Jahren ihren größten Betrag, um dann allmählich wieder abzunehmen. Nach 4 Jahren treten in der Regel nur noch Senkungen von einzelnen Zentimeter in ganz unregelmäßiger Zeitfolge auf.
24. Die gesamte Senkungsperiode eines Abbaufeldes dauert von der Einstellung des Abbaues an gerechnet

ungefähr 10 bis 15 Jahre. In der Regel sind nach 10 Jahren meßbare Senkungen nicht mehr festzustellen.

25. Sind die Auswirkungen eines Abbaues noch nicht beendet und es findet unter dem betr. Gelände ein neuer Flözabbau statt, so beeinflussen die von diesem Abbau ausgehenden Auswirkungen, die noch bestehenden des alten Abbaues, die natürlich dann einen anderen Verlauf nehmen und mit denen des neuen Abbaues zusammenfallen. Die Zeit, in der die gesamten Auswirkungen zur Ruhe kommen, rechnet dann von der Beendigung des neuen Abbaues ab.
26. Die größte Senkung an Tage tritt in der Regel in der Mitte des Abbaufeldes auf; sie folgt dem fortschreitenden Abbau bis nahe an dessen Grenzen und nimmt dann, darüber hinausgehend, bis zu einer bestimmten Grenzlinie schnell ab.
27. Die über einem größeren Abbaufelde liegenden Gebirgsschichten werden in mehr oder minder große Schollen zerbrochen, die in dem Bestreben, nach dem Schwerpunkt des Abbaues abzugleiten, ihre gegenseitigen Lagen ändern, wodurch Pressungen und Zerrungen bzw. Schiebungen im Gebirge entstehen.
28. Die Pressungen äußern sich allgemein über dem Abbaufelde, die Zerrungen bzw. Schiebungen an dessen Rändern.
29. In einem sprungfreien Felde äußern sich die letzten meßbaren Einwirkungen eines Abbaues nach allen Seiten, über dessen Grenzen hinausgehend bis zu Böschungswinkeln von ungefähr 60° , wobei unter Böschungswinkel der Winkel zu verstehen ist, dessen Schenkel lotrecht auf der Abbaugrenze stehen und von dem der eine Schenkel in der Horizontalen liegt, während der andere die Verbindungslinie von der Abbaugrenze in der Grube nach dem äußersten meßbaren Senkungspunkt an Tage bildet.
Bei Winkeln unter 60° sind noch keine meßbaren Senkungen der Erdoberfläche mit Sicherheit beobachtet worden.
30. Liegen jedoch an den Grenzen der Abbaufelder größere Sprünge, so können je nach deren Einfallen, die Böschungswinkel gleich den Einfallwinkeln der Sprünge werden und demnach unter Umständen auch

unter den Winkel von 60° herabgehen, da die Einwirkungen der Abbaue in der Regel an Sprüngen, welche ihnen zufallen, ihr Ende erreichen.

31. Ueber einem Abbaufelde, bis nahe an seine Ränder hin, in dem Felde der Pressungen, findet ein mehr gleichmäßiges Niedergehen der Schichten statt. In diesem Teile sind die Schollenverschiebungen gering.
32. An den Rändern des Abbaufeldes und darüber hinausgehend, bis zu Böschungswinkeln von ungefähr 70° in dem Felde der Zerrungen und Schiebungen, findet ein sehr ungleichmäßiges Niedergehen der Schichten statt. Hier treten oft Schollenverschiebungen von größerem Ausmaße auf. Die größte bis jetzt durch Messungen festgestellte Verschiebung beträgt 2 m.
33. Durch solche Schollenverschiebungen werden Grundstücke aus ihren katastermäßigen Grenzen gebracht und auch die auf ihnen ruhenden Anlagen und Bauwerke mitverschoben, so daß in einzelnen Fällen eine genaue katastermäßige Grenzwiederherstellung gar nicht mehr durchzuführen ist.
34. Diese Schollenverschiebungen haben natürlich auch eine Verschiebung der Festpunkte der Landesaufnahme wie auch der markscheiderischen Festpunkte über Tage und in der Grube im Gefolge, so daß oft im weiten Umkreis von Grubenanlagen Dreiecks-Polygon-Nivellements- und sonstige Vermessungspunkte keinen sicheren Anschluß mehr bieten und oft von weiten Erstreckungen her, von außerhalb der in Betrieb stehenden Baufelder belegenen Festpunkten, neue zuverlässige Bestimmungen nach dem Grubenfelde hin erfolgen müssen.

Die größte durch Nivellements bestimmte Senkung eines Punktes an Tage beträgt z. Zt. 12 m. Sie vollzog sich in 28 Jahren.

35. Bauwerke, die mitten über einem größeren Abbaufelde liegen, sinken oft gleichmäßig mit der Erdoberfläche ein und erleiden hierbei keine größeren Schäden. Es sind Fälle bekannt, bei denen Häuser sich über 7 m gesenkt haben, ohne daß sie verankert zu werden brauchten. Während dieser Senkungszeit, die in 18 Jahren erfolgte, waren die Häuser stets bewohnt.

36. Fundamentsicherungen durch Betonklötze und Verankerungen von Häusern, die in solchen Lagen zum Abbau gebaut werden, gewähren ihnen wenn auch nicht einen vollkommenen, so doch einen guten Schutz gegen Beschädigungen durch den Grubenbau.
37. Bauwerke, die an die Ränder eines Abbaufeldes zu stehen kommen, erleiden durch das ungleichmäßige Niedergehen des Gebirges und die hier stattfindenden Zerrungen und Schiebungen in der Regel größere Schäden.

In diesen Lagen gewähren auch Fundamentsicherungen und Verankerungen den Gebäuden keinen besonderen Schutz.

Es können aber auch in solchen Lagen Gebäude ziemlich unbeschädigt bleiben und zwar dann, wenn sie beim Niederbrechen des Gebirges vollständig auf einer Scholle stehen bleiben und mit dieser die Gebirgsbewegungen mitmachen. Vielfach zeigen aber in solchen Fällen die Gebäude eine mehr oder weniger große Schiefelage gegen die Horizontalen.

38. Kleinere Gebäude lassen sich, ohne größeren Schäden ausgesetzt zu sein, über einem Abbaufelde erst 5 bis 6 Jahre nach Beendigung des Abbaues, also nach Beendigung der Hauptsenkungen errichten, wenn sie Fundamentsicherungen und Verankerungen erhalten. Die Erbauung größerer Gebäude empfiehlt sich dagegen erst nach einem Zeitraum von 10 Jahren.
39. Sicherheitspfeiler schützen nur dann die auf ihnen stehenden Bauwerke, wenn sie von ihrer Grenzlinie von Tage an unter einem Winkel von 60° nach der Tiefe hin abgeböscht sind, also die Form einer abgekürzten Pyramide oder eines abgekürzten Kegels erhalten.
40. Das Stehenlassen solcher Sicherheitspfeiler hat für das Bergwerk große Nachteile im Gefolge; es treten große Kohlenverluste ein, die Vorrichtungsarbeiten und der Abbau werden erschwert. Es empfiehlt sich daher außer den Sicherheitspfeilern für die Hauptförderschächte möglichst weitere fernzuhalten.

eran-
Ab-
nicht
gegen

es zu
mäßige
enden
ößere

erun-
onde-

äude
vonn
g auf
Ge-
er in
niger

äden
bis 6
seen-
nda-
Die
egen

nnen
linie
der
bge-
s er-

das
roße
der
aher
der-



291 SULB



0002200134

