

EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT FÜR KOHLE UND STAHL – HOHE BEHÖRDE KOMMISSION

FORSCHUNGSHEFTE KOHLE

Explosionsversuche mit Sperrern und Dämmen

II

Bergtechnik

**Kohleveredelung
Feuerungstechnik**

Heft Nr.

30

LUXEMBURG 1970

EXPLOSIONSVERSUCHE MIT SPERREN UND DÄMMEN – II

**ABSCHLUSSBERICHT ÜBER 230 EXPLOSIONSVERSUCHE, DIE VON DER
VERSUCHSGRUBENGESELLSCHAFT MBH MIT FINANZIELLER UNTER-
STÜTZUNG DER KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN
IN DEN JAHREN 1965 BIS 1968 AUF DEN SCHACHTANLAGEN HAGENBECK
IN ESSEN, KAISERSTUHL IN DORTMUND, SCHOLVEN IN GELSENKIRCHEN
SOWIE AUF DER VERSUCHSGRUBE TREMONIA DURCHGEFÜHRT WOR-
DEN SIND**

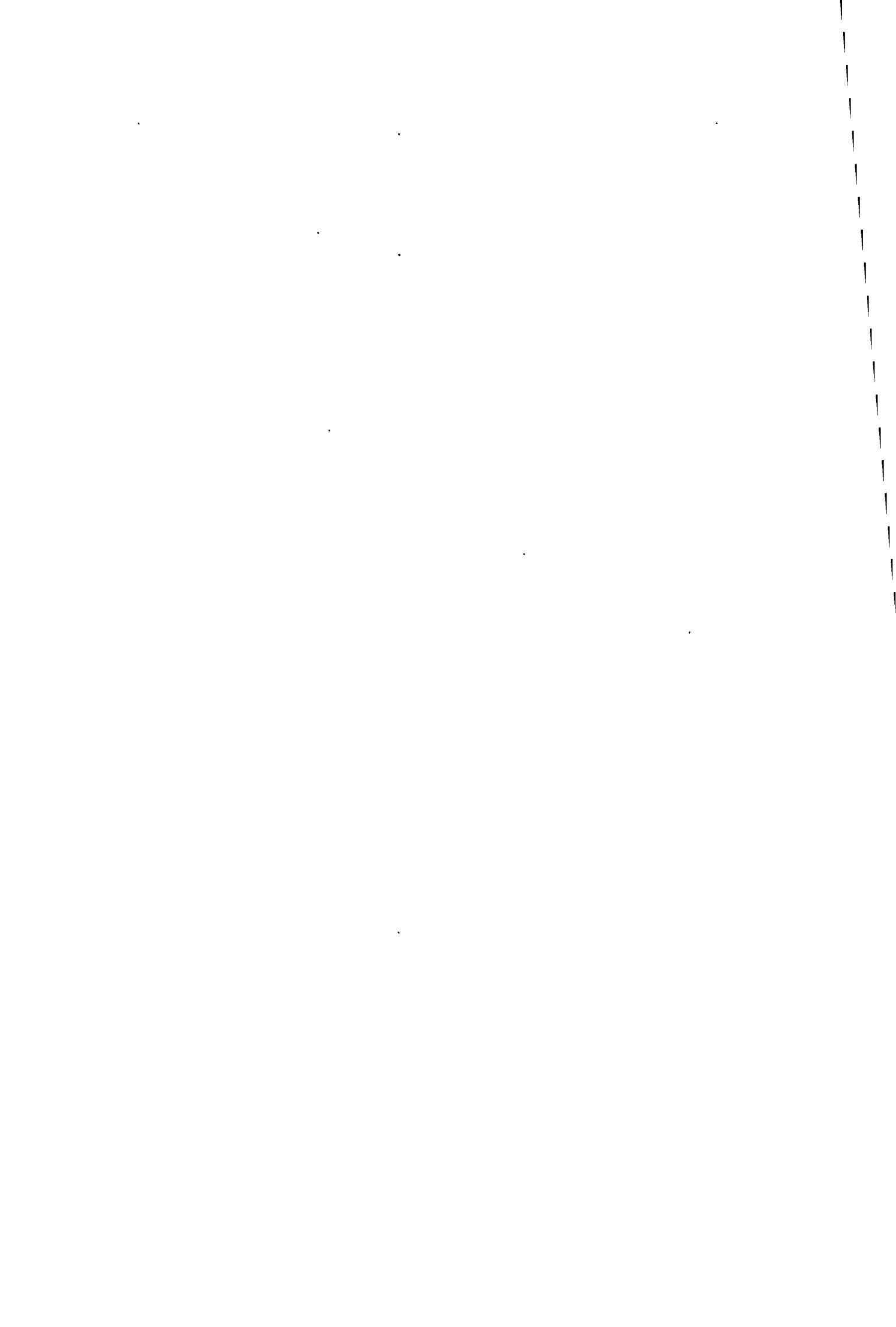
von Dr.-Ing. Steffenhagen und Dr.-Ing. Meerbach

Inhalt

	Seite
1. Einleitung	9
1.1. Allgemeine Bemerkungen über die Notwendigkeit von Untertage- Versuchen	9
1.2. Vorangegangene Forschungsarbeiten	9
1.3. Weitere Forschungsaufgaben	9
1.31 Explosionssperren in Strecken mit großen Querschnitten	10
1.32 Explosionssperren an Streckenabzweigungen und Kreuzungen	10
1.33 Doppelexplosionen	10
1.34 Explosionen in stark geneigten Strecken	10
1.35 Entwicklung und Erprobung der „aufgeteilten“ Sperren	11
1.36 Explosionsverhalten verschiedener Kohlenstäube	11
1.37 Explosionsfestigkeit von Streckenabschlüssen	11
2. Technische Voraussetzungen und Entwicklungen	12
2.1. Die benutzten Grubenbaue	12
2.11 Tremonia	12
2.12 Hagenbeck	12
2.13 Kaiserstuhl	13
2.14 Scholven	13
2.2. Die verwendeten Geräte	14
2.21 Flammenmessung	14
2.22 Messung des allseitigen Drucks	14
2.23 Winddruckmessung	14
2.24 Registrieranlage	15
2.3. Allgemeine Problematik der Versuche mit Untertage-Explosionen	15
2.31 Explosionseinleitung	15
2.32 Explosionsvorbereitungen	16
2.33 Auswirkung der Explosionen auf die benutzten Strecken	16
3. Die durchgeführten Untersuchungen	17
3.1. Versuche mit konventionellen Sperren	17
3.11 Explosionssperren in Strecken mit verschiedenen Querschnit- ten	17
3.111 Vorbemerkungen	17
3.112 Versuche auf Tremonia (8 m ²)	17
3.113 Versuche auf Hagenbeck (12,5 m ²)	19
3.114 Versuche auf Kaiserstuhl (14 m ²) und Scholven (15 m ²)	19
3.115 Versuche auf Scholven (24 m ²)	20

	Seite	
3.12	Explosionssperren an Streckenabzweigungen und Kreuzungen	21
3.121	Versuche auf Hagenbeck	21
3.122	Versuche auf Tremonia	22
3.123	Ausblick	23
3.13	Doppelexplosionen	24
3.131	Versuche auf Hagenbeck	24
3.132	Versuche auf Kaiserstuhl	24
1.133	Versuche auf Tremonia	24
3.14	Explosionen in stark geneigten Strecken	25
3.141	Einführung	25
3.142	Versuche auf Hagenbeck	25
3.2.	Entwicklung und Erprobung von „aufgeteilten“ Sperren	26
3.21	Definition und allgemeine Überlegung	26
3.22	Erste Versuche auf Kaiserstuhl	27
3.23	Versuche mit aufgeteilten Sperren unter verschiedenen Be- dingungen	27
3.231	Explosionen im Anfangsstadium	28
3.2311	Versuche auf Tremonia (8 m ²)	28
3.23111	Löschmittelmenge	28
3.23112	Verschiedene Bauformen	29
3.231121	Trogzeilen nach Bauart 2.	29
3.231122	Trogzeilen mit unsymmetri- scher Anordnung	29
3.231123	Versuche mit kleinen Trö- gen	29
3.231124	Versuche mit aufgehäng- ten Trögen	30
3.23113	Verschiedenartiges Initial	30
3.23114	Gesteinstaubbühnen	30
3.2312	Versuche auf Scholven (15 m ²)	30
3.232	Explosionen mit 60 m Anlauf	31
3.233	Explosionen mit 170 m Anlauf	32
3.234	Explosionen an Streckeneinmündungen	33
3.24	Beurteilung der aufgeteilten Sperren	33
3.3.	Explosionsverhalten verschiedener Kohlenstäube	34
3.31	Einführung	34
3.32	Die Versuchsreihen	34
3.33	Ungelöste Probleme	35
3.4.	Explosionsfestigkeit von Streckenabschlüssen	35
3.41	Mauerdämme	35
3.411	Versuche auf Hagenbeck	35
3.412	Versuche auf Kaiserstuhl	36
3.413	Versuche auf Scholven	36
3.414	Ergebnisse	36
3.42	Gebblasene Gipsdämme	36
3.421	Versuche auf Hagenbeck	36
3.422	Versuche auf Kaiserstuhl	37
3.423	Versuche auf Tremonia	37

	Seite
3.43 Hydraulisch hergestellte Dämme	37
3.431 Vorteile des Verfahrens	37
3.432 Dämme aus Saarialit	38
3.4321 Versuche auf Tremonia	38
3.4322 Versuche auf Scholven	38
3.433 Dämme aus Anhydrit	38
3.4331. Versuche auf Tremonia	38
3.4332 Versuche auf Scholven	38
3.434 Zusammenfassung	39
3.44 Dämme aus inhomogenem Material	39
3.441 Allgemeine Überlegungen	39
3.442 Versuche auf Tremonia	39
3.443 Ergebnisse	39
4. Abschluß	40
4.1. Zusammenfassung der Ergebnisse	40
4.2. Weitere Probleme und geplante Versuche	42
4.21 Aufgeteilte Sperren	42
4.22 Verschiedenartige Kohlenstäube	42
4.23 Auslösesperren	42



1. EINLEITUNG

1.1 Allgemeine Bemerkungen über die Notwendigkeit von Untertage-Versuchen

Trotz schärfster Rationalisierung und Anwendung modernster Mittel sind Explosions-Großversuche unter Tage materiell sehr aufwendig und versuchstechnisch dadurch schwierig, daß sie nicht wie Laborversuche beliebig gesteuert und reproduziert werden können. Die Versuchsgrubengesellschaft in Dortmund ist zur Zeit das einzige Institut, das die Möglichkeit zur Durchführung derartiger Explosionsversuche in ausgedehnten Tiefbaugruben im vollen Maßstab von Ernstfällen hat.

Die Frage, ob es zur Entwicklung von Sperren und Dämmen wirklich notwendig ist, aufwendige Großversuche untertage durchzuführen, muß erfahrungsgemäß bejaht werden. Eingehende Untersuchungen in übertägigen Rohr- oder Betonstrecken oder in Grubenbauen geringer Teufe, die mit der freien Atmosphäre in unmittelbarem Kontakt stehen, zeigen immer wieder, daß eine Explosion in solchen Strecken als mehr oder weniger gedämpfter Schwingungsvorgang verläuft. Diese Schwingungen, die durch die Reflexion der Explosionsstoßwelle am offenen Ende der Strecke verursacht werden, haben einen ziemlich starken Einfluß auf das Verhalten von Explosionssperren in der Strecke. Es besteht dabei die Gefahr, daß eine Sperrenart entwickelt wird, die gerade für die speziellen Eigenschaften der betreffenden Versuchsstrecke günstig und wirksam ist.

Auch bei untertägigen Explosionen werden Schwingungen beobachtet. Diese Schwingungen sind jedoch im Gegensatz zu den in die Atmosphäre mündenden Versuchsstrecken sehr stark gedämpft und haben keinen wesentlichen Einfluß auf die Wirksamkeit der Explosionssperren.

Es ist ferner zu berücksichtigen, daß moderne Abbaustrecken mit etwa 12 m² Querschnitt aufgefahren werden und daß Hauptstrecken im allgemeinen noch wesentlich größere Querschnitte erhalten. Aus rein wirtschaftlichen Gründen ist es aber nicht möglich, übertägige Explosionsstrecken mit diesen Abmessungen zu bauen, so daß die Erprobung von Sperrenbauarten für Strecken, die den heutigen Bergbaunormen entsprechen, nur in untertägigen Grubenbauen durchgeführt werden kann.

Das letztere Argument gilt in vollem Umfange auch für die Erprobung von Streckenabschlußdämmen, die ebenfalls auf ihre Explosionsfestigkeit bei großen Streckenquerschnitten untersucht werden müssen. Außerdem können bei Damm-Versuchen so hohe Drücke auftreten, daß übertägige Strecken größeren Querschnitts diesen nicht mehr gewachsen wären.

1.2. Vorangegangene Forschungsarbeiten

Nachdem bereits eine in den Jahren 1960/1961 durchgeführte Arbeit zur Erprobung von explosionsfesten Branddämmen durch die EGKS unterstützt worden war, wurden in den Jahren 1964/1965 erneut Mittel zur Durchführung von Explosionsversuchen auf den Schachanlagen Dorstfeld und König Ludwig zur Verfügung gestellt. Im Zusammenhang mit Zechenstilllegungen im westdeutschen Steinkohlenbergbau war es erstmals möglich, große betriebliche Grubenräume zur Durchführung von Explosionsversuchen auszunützen. Dadurch konnte das Untersuchungsprogramm über die Möglichkeiten der Versuchsgrube Tremonia hinaus beträchtlich ausgeweitet werden. Insbesondere ergab es sich, daß Explosionsversuche mit Dämmen und Sperren in Strecken großen Querschnitts durchgeführt werden konnten.

Die verhältnismäßig geringe Zahl der damals möglichen Explosionsversuche war aber keineswegs ausreichend, um eine abschließende Lösung der anstehenden Probleme herbeizuführen.

1.3 Weitere Forschungsaufgaben

Die Versuchsgrubengesellschaft hat sich daher bemüht, durch zahlreiche weitere Versuche sowohl in dem inzwischen erheblich erweiterten Grubengebäude der Versuchsgrube Tremonia als auch auf anderen Schachtanlagen die notwendigen Grundlagen zur Beantwortung der offenen Fragen auf dem Gebiet des Explosionsschutzes unter Tage zu schaffen.

In Anerkennung der Tatsache, daß die für die Versuche zur Verfügung stehenden Grubenbaue nicht beliebig gewählt werden konnten und daß daher auch keine vollige Freiheit in der Auswahl der Forschungsthemen bestand, waren von der KEG keine bestimmten Vorschriften in dieser Hinsicht gemacht worden. Die Versuchsgrubengesellschaft war daher in der Lage, die Forschungsaufgaben im einzelnen den jeweiligen Gegebenheiten anpassen zu können, womit eine optimale Ausschöpfung der zur Verfügung stehenden personellen und materiellen Mittel möglich war.

Im einzelnen wurden folgende Themen bearbeitet:

1.31 EXPLOSIONSSPERREN IN STRECKEN MIT GROSSEN QUERSCHNITTEN

Die Explosionsstrecken der Versuchsgrube Tremonia sind in 8 m² Querschnitt aufgeföhren. Es ist auch nicht bekannt, daß irgendwo Explosionsversuche in wesentlich größeren Strecken durchgeführt werden können. Da die im Kohlenbergbau verwendeten Streckenabmessungen jedoch heute sehr oft über das genannte Maß hinausgehen, war es dringend notwendig nachzuweisen, ob die durch Versuche in 8-m²-Strecken entwickelten Sperrenbauarten auch für wesentlich größere Strecken brauchbar sind.

1.32 EXPLOSIONSSPERREN AN STRECKENABZWEIGUNGEN UND KREUZUNGEN

In früheren Jahren wurden Explosionsversuche allgemein, nicht nur bei der Versuchsgrubengesellschaft, in annähernd geraden Sackstrecken durchgeführt, in denen die Explosion vor Ort gezundet wurde. Die in den Bergverordnungen verschiedener Länder niedergelegten Vorschriften über die erforderlichen Abstände von Sperren von Kreuzungen und Streckenabzweigungen beruhten daher lediglich auf allgemeinen Auffassungen von dem Verhalten einer Explosion und waren nicht durch entsprechende Versuche untermauert.

Durch den Ausbau des Grubengebäudes der Versuchsgrube Tremonia sowie durch die Benutzung von fremden Grubenbauen war es möglich, das Verhalten von Sperren an Streckenkreuzungen und Abzweigungen zu untersuchen.

1.33 DOPPELEXPLOSIONEN

Bei der Untersuchung von Grubenkatastrophen wird häufig die Frage aufgeworfen, ob nicht das Versagen einer bestimmten Sperre dadurch zu erklären ist, daß die Explosion in zwei zeitlich kurz nacheinander folgenden Wellen den Standort dieser Sperre erreicht haben könnte. In diesem Fall wäre die Sperre durch die erste Explosionswelle geworfen worden und hätte bei genügend großem Zeitabstand bis zur weiteren Explosionswelle auf diese keine Wirkung mehr gehabt.

Außerdem war durch Versuche der polnischen Versuchsgrube festgestellt worden, daß Wassertrogsperrren dann erheblich schlechter wirken als Gesteinstaubsperrren, wenn zwischen dem Explosionsstoß und der Flamme ein relativ großer Zeitabstand von mehreren Sekunden Dauer vorhanden ist.

Aus diesen Gründen erschien es zweckmäßig, eine Reihe von Doppelexplosionen durchzuführen, d.h. von Explosionen, bei denen der Standort der Sperre zweimal von Explosionswellen erreicht wurde.

1.34 EXPLOSIONEN IN STARK GENEIGTEN STRECKEN

Alle Untersuchungen über das Verhalten von Explosionsperrren sind bisher in söhligren Strecken durchgeführt worden. Es besteht jedoch unter Umständen die Notwendigkeit, auch stark geneigte Strecken durch Sperrren abzusichern. Dabei kann nicht als selbstverständlich vorausgesetzt werden, daß die für söhligre Strecken geeigneten Sperrrenbauarten auch in geneigten Strecken brauchbar sind. Es waren

daher Versuche mit einer besonderen, speziell für geneigte Strecken entwickelten Sperrenbauart erforderlich.

1.35 ENTWICKLUNG UND ERPROBUNG DER „AUFGETEILTEN“ SPERREN

Bei den konventionellen Sperren wird das Löschmittel an bestimmten Stellen des Grubengebäudes konzentriert (z.B. 400 kg Gesteinstaub oder 200 l Wasser je m² Streckenquerschnitt). Dazwischen bleiben Streckenstücke (z.B. von 200 m Länge in den deutschen Abbaustrecken) frei von Sperren. Es hat sich gezeigt, daß in diesem System gewisse Nachteile liegen. Besonders bedenklich ist, daß man nicht voraussagen kann, welche Heftigkeit im Ernstfall eine Explosion, die ja an jedem beliebigen Punkt des Grubengebäudes entstehen kann, am Standort der Sperre haben wird. Bekanntlich wirken die konventionellen Sperren mit aller Sicherheit nur gegen Explosionen mittlerer Stärke; gegen nahezu drucklose Abflammungen einerseits und gegen detonationsartig verlaufende Explosionen größter Heftigkeit andererseits sind sie mehr oder weniger wirkungslos. Deswegen wurde die Überlegung angestellt, ob eine wesentliche Erhöhung der Grubensicherheit vielleicht dadurch erreicht werden konnte, daß man das Löschmaterial nicht konzentriert an bestimmten Punkten anbringt und große sperrenfreie Zwischenräume läßt, sondern daß die Sperre weit auseinandergezogen und die einzelnen Reihen von Staubbühnen oder Wassertrögen mit Abständen von jeweils etwa 10 bis 30 m angeordnet werden, wobei schließlich eine Strecke mit den Loscheinheiten in fortlaufender Kette vollständig erfüllt wird. Die zunächst für solche Bauarten gewählte Bezeichnung „endlose Sperre“ wurde später in „aufgeteilte Sperre“ umgewandelt.

Bei einer aufgeteilten Sperre kann die eingesetzte Löschmittelmenge nicht wie bei der konzentrierten Sperre in kg Staub oder l Wasser je m² Streckenquerschnitt angegeben werden. Die Konzentration des Löschmittels muß vielmehr in diesem Falle auf den gesamten Streckenraum bezogen und in kg oder l je m³ Streckenvolumen ausgedrückt werden. Der Gesamtaufwand an Löschmaterial und Bühnen bzw. Wassertrögen, der nach den gültigen deutschen Vorschriften für konzentrierte Sperren in einer Abbaustrecke erforderlich ist, wird bei der aufgeteilten Sperre nicht überschritten, sofern die einzelnen Reihen von Bühnen oder Wassertrögen, in etwa 20 m Abstand voneinander angebracht, die ganze Strecke erfüllen. Bei der Erprobung dieser neuartigen Sperren kam es nun nicht darauf an, ihre grundsätzliche Eignung zur Bekämpfung von Kohlenstaubexplosionen bei verschiedenen Abständen der Bühnen bzw. Trogreihen (etwa von 10 bis 30 m) zu untersuchen, sondern auch Grenzwerte für Abstände und Löschmittelkonzentration zu ermitteln, um auf diese Weise neben der generellen sicherheitlichen Prüfung auch den Rahmen für die technische und wirtschaftliche Eignung des Verfahrens in der Praxis abzustecken.

In einer großen Zahl von Explosionsversuchen wurde deshalb festgestellt, unter welchen Bedingungen das Verfahren der aufgeteilten Sperren wirksam ist, d.h. welche Löschmittelkonzentrationen und Anordnungen ausreichen, um Kohlenstaubexplosionen abzulöschen.

1.36 EXPLOSIONSV ERHALTEN VERSCHIEDENER KOHLENSTÄUBE

Ohne Zweifel hängt der Verlauf einer Kohlenstaubexplosion in sehr starkem Maße von der Art der Beschaffenheit des verwendeten Kohlenstaubes ab. Es haben sich daher alle Versuchsanstalten um einen Standardstaub bemüht, mit dem sie ihre Explosionsversuche durchführen. Damit wird der Forderung nach einer möglichst guten Reproduzierbarkeit der Versuche Rechnung getragen. Da aber die in der Praxis vorkommenden Stäube nicht das gleiche Explosionsverhalten zeigen, ist es nicht sicher, daß die bei den Standardexplosionen erprobten Sperren bei verschiedenartigen Kohlenstäuben immer die gleiche gute Wirksamkeit haben. Es erschien daher dringend erforderlich, über die üblichen Laboratoriumsuntersuchungen zur Feststellung der Explosionsfähigkeit eines Staubes hinaus auch Großversuche mit Explosionsperren unter Verwendung verschiedener Kohlenstäube durchzuführen.

1.37 EXPLOSIONSFESTIGKEIT VON STRECKENABSCHLÜSSEN

Das Verfahren, Streckendämme aus Gips herzustellen, worüber auf Tremonia eingehende Versuche durchgeführt worden sind, wurde in den letzten Jahren technisch erheblich verbessert. Dadurch wurden nicht nur die Arbeitsmethoden bei der Herstellung des Dammes vereinfacht, sondern auch die Haltbarkeit der Dämme erhöht. Es war daher angebracht zu prüfen, ob die seinerzeit ermittelten Dammstärken, die eine genügende Explosionsfestigkeit gewährleisten, bei der verbesserten Herstellungsweise noch notwendig sind. Mit solchen Versuchen wurde eine Bestätigung der Berechnung angestrebt, welche bei diesen Dämmen aufgrund des homogenen Dammkörpers möglich sind.

Es gibt jedoch nach wie vor auch noch Dammbauarten, bei denen eine Berechnung der Explosionsfestigkeit des Dammes nicht möglich ist, weil das Damm-Material inhomogen ist. Auch mit derartigen Dämmen wurden Versuche zur Erprobung der Explosionsfestigkeit durchgeführt.

2. TECHNISCHE VORAUSSETZUNGEN UND ENTWICKLUNGEN

2.1 Die benutzten Grubenbaue

Die Untersuchungen wurden nicht nur auf der Versuchsgrube Tremonia, sondern auch in den Grubengebäuden der Schachtanlagen Hagenbeck in Essen, Kaiserstuhl in Dortmund und Scholven in Gelsenkirchen durchgeführt. Da es sinnvoll ist, die Ergebnisse nicht nach Versuchsorten, sondern nach den einzelnen Forschungsaufgaben zu ordnen, und da die gleichen Einzelprobleme zumeist auf mehreren Anlagen unter verschiedenartigen Bedingungen untersucht worden sind, erscheint es zweckmäßig, einen Überblick über die besonderen Eigenschaften der benutzten Grubenbaue zu geben, bevor im weiteren Bericht die Versuche in sachlicher Zusammenfassung behandelt werden.

2.11 TREMONIA

Ein schematischer Grundriß des Explosionsstreckennetzes der Versuchsgrube Tremonia ist in der Abbildung 1 gegeben. Die Strecken liegen auf der vierten Sohle in einer Teufe von rund 350 m. Zur Durchführung von Explosionen sind nur die 2. und 3. östliche Richtstrecke sowie die Querschläge 2 und 3 geeignet; die 1. östliche Richtstrecke und der Querschlag 1 dienen nur der Wetterführung und sind nicht explosionsfest ausgebaut. Die Wetterverbindung von der 1. zur 3. östlichen Richtstrecke wurde erst im Laufe der hier geschilderten Arbeiten hergestellt; bei einem Teil der Versuche war die 3. östliche Richtstrecke östlich des Querschlages 3 noch sonderbewettert.

Die Explosionsstrecken sind im wesentlichen mit einem Bogenausbau von 8 m² lichtigem Querschnitt versehen. Streckenstücke, die nur dem Auslauf der Explosion dienen, sind zum Teil ausbaulos. Die Verwendung von Grubenausbau in Explosionsstrecken stößt zwar auf erhebliche technische Schwierigkeiten, weil es nicht einfach ist, diesen Ausbau so zu verankern, daß er den Explosionen widersteht; er muß aber als eine Voraussetzung für die wirklichkeitstreue Durchführung von Versuchen angesehen werden. Einmal ist die durch den Ausbau gegebene Wandrauhigkeit von bestimmtem Einfluß auf die Turbulenz und damit auf die Geschwindigkeit einer Explosion, zum anderen bietet nur der Ausbau die Möglichkeit, Kohlenstaub so in der Strecke abzulagern, wie es auch unter natürlichen Bedingungen der Fall ist. Die Ablagerung von Kohlenstaub nur auf der Sohle oder auf besonders hierfür vorgesehenen Einbauten stellt einen Notbehelf dar und ist sicher nicht ohne Einfluß auf den Vorgang der Explosion.

Der Querschlag 1 kann an seinem nordlichen und südlichen Ende durch eine explosionsfeste Tür abgeschlossen werden. Eine ebensolche Tür befindet sich am nordlichen Ende des Querschlages 3 und an der Einmündung der ersten östlichen Richtstrecke in die 3. östliche Richtstrecke. Alle für Explosionen vorgesehenen Strecken sind mit Kabeln versehen sowie mit Einrichtungen, die es gestatten, Meßgeräte und notwendige Verstärker aufzustellen.

2.12 HAGENBECK¹⁾

Die verwendeten Hauptstrecken (Richtstrecke Finefrau, Querschlag nach Norden und Querschlag nach Süden, vgl. Abbildungen 2 und 3) waren in Stahlbögen mit 12,5 m² Querschnitt ausgebaut. Die Flozstrecke Finefrau hatte einen Bogenausbau von 10 bzw. 8 m² Querschnitt. Wie auch auf den anderen fremden Schachtanlagen konnten hier besondere Maßnahmen zur Sicherung des Grubenausbaues nicht getroffen werden. Es wurde in Kauf genommen, daß der Ausbau bei Beschädigung durch die Explosionen soweit wie möglich repariert werden mußte. Bei schwereren Schäden, die aber in erfreulich geringem Umfang auftraten, konnten nur Sicherungsmaßnahmen durchgeführt werden.

¹⁾ Über die Versuche auf der stillgelegten Schachtanlage Hagenbeck in Essen liegt ein ausführlicher Sonderbericht vor, der im Bedarfsfalle bei der Versuchsgrubengesellschaft angefordert werden kann.

Außer den genannten Grubenbauen stand für die Versuche auch ein Abhauen im Floz Geitling von der 10 zur 11. Sohle zur Verfügung, das für die ersten Versuchsreihen zur Wetterführung benötigt wurde und in einer letzten Versuchsreihe zur Durchführung von Explosionen in einer stark geneigten Strecke diente.

Auf der Schachanlage Hagenbeck wie auch auf den anderen fremden Anlagen war es nicht möglich, eine so sorgfältige Verkabelung der Explosionsstrecken wie auf Tremonia herzustellen. Es konnten daher jeweils immer nur die notwendigsten Meßgeräte eingesetzt werden

2.13 KAISERSTUHL ¹⁾

Auf der Schachanlage Kaiserstuhl in Dortmund stand für die Versuche der Querschlag NW 3 auf der 8. Sohle zur Verfügung. Ferner konnte der Schachtumtrieb mit in das Explosionsgebiet einbezogen werden, und der Blindschacht 831 und der Querschlag NW 3 auf der 7. Sohle dienten zur Abführung der Explosionsschwaden (Abbildung 4). In Abbildung 5 ist das eigentliche Explosionsgebiet im Grundriß dargestellt, und man sieht, daß hier eine Streckenlänge von fast 1200 m für die Explosionen zur Verfügung stand.

Der Querschlag NW 3 hatte einen Querschnitt von 14 m² und war mit Stahlbogen ausgebaut. Der Schachtumtrieb hatte einen Gelenkausbau mit etwa 10 m² Querschnitt.

Es waren mehrere Versuchsreihen geplant, von denen jedoch nur die erste Versuchsreihe, die der Erprobung von Sperrbauarten in dem Querschlag NW 3 mit 14 m² Querschnitt diente, zur Ausführung kommen konnte. Bei dem ersten Versuch des zweiten Versuchsabschnittes, bei dem Sperrren in Doppelexplosionen erprobt werden sollten, brach ein Brand aus, der sich durch direkte Bekämpfung nicht löschen ließ und zur Abdämmung des Versuchsgebietes zwang.

Die zur Verfügung stehenden großen Streckenlängen konnten daher leider nicht weiter für Versuche ausgenutzt werden

2.14 SCHOLVEN

Sehr günstige Versuchsmöglichkeiten boten sich der Versuchsgrubengesellschaft auf der 5. Sohle der Schachanlage Scholven in Gelsenkirchen (Abbildung 6).

Es bestand hier ein Schachtumtrieb von mehr als 500 m Länge, der mit einem Querschnitt von 15 m² in stählernen Bogen ausgebaut war. Infolge einer Krümmung waren nur etwa 400 m dieses Schachtumtriebes für die Versuche auszunutzen. Ein Knick beim 200. m war nicht so stark, daß er den Explosionsverlauf wesentlich beeinflussen konnte. Ferner standen einige weitere Grubenräume, u. a. ein Lokomotivschuppen von fast 150 m Länge und 24 m² Querschnitt, zur Verfügung. Dieser Raum eignete sich besonders für die Erprobung von Sperrbauarten in sehr großen, hohen Streckenräumen.

Zur Sicherung der Grubenbaue, insbesondere der in der Nähe des Schachtes 1 gelegenen Wasserhaltung, war auch hier die Errichtung von einigen Dämmen erforderlich. Diese wurden zum Teil aus Gips, zum Teil aus Anhydrit, aber alle nach den modernen hydraulischen Verfahren (Einbringen des mit Wasser vermischten Materials durch Pumpen) hergestellt. Die Dämme bei A und D (Abbildung 6) dienten vornehmlich der Erprobung ihrer Explosionsfestigkeit, während die Dämme bei B und C Sicherheitsdämme zum Schutze des Grubengebäudes waren, die nicht bis an die Grenze ihrer Belastbarkeit beansprucht werden durften. In eine vorhandene Mauer M zwischen Schachtumtrieb und Schlosserei wurde eine feste Stahltür eingesetzt, die dann ebenfalls als Versuchsobjekt diente.

Da aus versuchstechnischen Gründen das Explosionsgebiet nicht völlig abgeschlossen werden konnte, aber bei Versagen der Prüfsperrren eine allzu heftige Auswirkung der Explosion in das Füllort hinein vermieden werden sollte, wurde in der Kurve des Umtriebs vom 375. bis zum 500. Streckenmeter eine Staubbündezone angelegt, die zugleich bei den Versuchen erprobt wurde. Über die hierbei gemachten Erfahrungen wurde gesondert berichtet (Abschlußbericht vom 31.12.68 zum Forschungsvorhaben „Verwendung von hygroskopischen Salzen zum Staub- und Explosionsschutz in Steinkohlengruben“).

¹⁾ Auch über die Versuche auf Kaiserstuhl ist ein ausführlicher Sonderbericht angefertigt worden, der Interessenten zur Verfügung gestellt werden kann.

2.2 Die verwendeten Geräte

Die bei den früheren Versuchen auf fremden Schachtanlagen (Caroline, Oespel, Dorstfeld und König Ludwig) gemachten Erfahrungen hatten gezeigt, daß es notwendig ist, auch bei Versuchen in stillgelegten Grubenbauen trotz aller Schwierigkeiten möglichst genaue Messungen der Explosionsdaten zu gewinnen, wenn überhaupt die Versuche wissenschaftlich auswertbar sein sollen. Es wurden daher erhebliche Anstrengungen gemacht, um die bei den Explosionsversuchen auf Tremonia erprobten und bewährten Meßgeräte auch unter den wesentlich schwierigeren Bedingungen auf den fremden Schachtanlagen einzusetzen. Hierzu war vor allen Dingen eine Verkabelung der benutzten Strecken erforderlich. Die Kabel wurden mit einer möglichst großen Zahl von Adernpaaren und möglichst explosions sicher verlegt, wobei selbstverständlich in allen Fällen ein Kompromiß zwischen der zur Verfügung stehenden Zeit, dem möglichen technischen und finanziellen Aufwand und dem zu erwartenden Versuchserfolg angestrebt werden mußte.

2.21 FLAMMENMESSUNG

Die Messung und Registrierung der Explosionsflamme geschah mit Fotodioden auf der Basis von Germanium-Halbleitern, die in eigens dafür entwickelten Gehäusen explosionsfest am Ausbau angebracht wurden. Die Zahl der einsetzbaren Instrumente dieser Art war in Abhängigkeit von den verfügbaren Kabeln begrenzt; andererseits war es aber wichtig, möglichst genau das jeweilige Ende der Explosionsflamme festzustellen. Deshalb wurden zusätzlich Hilfseinrichtungen verwendet; diese bestanden zum Teil aus Plättchen aus Zelluloid, die an holzerne Ausbauteile angenagelt wurden. Zelluloid verbrennt auch unter Sauerstoffmangel, und die Feststellung nach dem Versuch, ob die Zelluloid-Plättchen verbrannt sind oder nicht, kann als genaues Maß für die Ausbreitung der Explosionsflamme dienen.

Da an Stahlausbau die Anbringung von Zelluloid-Plättchen Schwierigkeiten bereitet, wurde bei einem großen Teil der Versuche auf diese verzichtet und dafür elektrischer NYA-Draht verwendet. Der PVC-Überzug dieses Drahtes hat die Eigenschaft, sich in der Flamme charakteristisch zu verfärben bzw. zu verformen, so daß auch mit diesen Drähten eindeutig eine Bestimmung der Flammenausdehnung möglich ist.

2.22 MESSUNG DES ALLSEITIGEN DRUCKES

Zur Messung des allseitigen Druckes wurden zunächst die bewährten Federdruckindikatoren (Maihak) verwendet, die zur Gewinnung von Indikatordiagrammen an Dampfmaschinen und Motoren entwickelt worden sind. Diese Geräte haben den Vorteil, daß sie sehr widerstandsfähig und betriebssicher sind und daß sie nur einen elektrischen Impuls zur Auslösung des Anlaufs benötigen, dann aber selbständig ablaufen und auch dann den Druck registrieren, wenn Kabelverbindungen zerstört werden. Der Nachteil der Federdruckindikatoren liegt darin, daß die Aufzeichnung unter Tage erfolgt und daß die Meßstreifen daher erst nach jeder Explosion geborgen werden müssen, bevor mit der Auswertung begonnen werden kann.

Es wurden daher zusätzlich bei den Versuchen in zunehmendem Maße induktive Druckaufnehmer verwendet, die elektrisch wirken und eine Fernanzeige des Druckes nach Übertage bewirken, so daß schon unmittelbar nach dem Versuch eine Aussage über die Explosionsheftigkeit gemacht werden kann. Derartige Druckaufnehmer wurden insbesondere in allen Dämmen, die während der Versuche errichtet wurden, eingebaut.

2.23 WINDDRUCKMESSUNG

Eine besonders wichtige Kenngröße jeder Explosion ist der Winddruck, d.h. die Kraft, die von den bewegten Luft- bzw. Schwadenmassen in Streckenrichtung ausgeübt wird.

Die Messung dieses Winddruckes bereitet nicht unerhebliche experimentelle Schwierigkeiten. Die schon früher auf Tremonia entwickelte und für diese Zwecke benutzte Anlage ließ sich wegen Schwierigkeiten des Einbaus auf den fremden Schachtanlagen nicht anwenden. Daher mußten neuartige Geräte gefunden werden. Nach mehreren vergeblichen Versuchen gelang es, das Problem mit Hilfe der neu entwickelten Quarzkraftmesser zu lösen. Da es sich hierbei aber um sehr empfindliche Geräte handelt, die hohe Ansprüche an die Isolation der Kabel und an die mechanische Unversehrtheit richten, ist es bis heute nicht möglich, unter allen Umständen eine einwandfreie Funktion dieser Geräte zu garantieren. Es kann daher gelegentlich vorkommen, daß in den Protokollen die Angabe des Winddruckes fehlt.

2.24 REGISTRIERANLAGE

Die wachsende Zahl der Versuche auf auswärtigen Anlagen, die schnelle Versuchsfolge und die Verbesserung der Auswertung machten es erforderlich, auch eine größere, transportable Registrieranlage speziell für diese Versuche zu erstellen.

Neben der Registrierung der digitalen und analogen Meßwerte hat diese Anlage auch den Zweck, das untertägige Explosionsgeschehen über Tage optisch anzuzeigen, so daß der Versuchsleiter und die Grubenwehrmannschaften sofort einen Eindruck über Ausdehnung und Kraft der Explosion gewinnen, wonach sie sich bei der nachfolgenden Befahrung des Explosionsgebietes richten können.

2.3 Allgemeine Problematik der Versuche mit Untertage-Explosionen

Jeder einzelne Explosionsversuch unter Tage hat das Ausmaß einer Grubenkatastrophe. Auf diese Tatsache und die hieraus folgenden Schwierigkeiten bei der Durchführung derartiger Versuche ist besonders hinzuweisen.

Über die bereits erwähnten Abdämmungen hinaus sind eine ganze Reihe weiterer Sicherheitsmaßnahmen zu treffen, die im Einzelfall wechseln und bei den Berichten über die Explosionen nicht besonders erwähnt werden. Vor allem ist durch planmäßige Grubenwehreinsätze dafür zu sorgen, daß das Explosionsgebiet nach dem Versuch eingehend erkundet wird, daß eventuelle Entstehungsbrände rechtzeitig erkannt und bekämpft werden und daß für die möglichst schnelle Abfuhrung der Explosionsschwaden gesorgt wird.

Versuchstechnisch sind noch folgende Punkte von besonderer Bedeutung :

2.31 EXPLOSIONSEINLEITUNG

Wenn auch die ungewollte Entstehung einer Explosion bei Nichtbeachtung von Sicherheitsmaßnahmen verhältnismäßig leicht möglich ist, so ist es doch nicht einfach, eine Explosion künstlich einzuleiten, die bestimmte Kennwerte haben soll.

Da das Augenmerk bei einem Großteil der Versuche besonders darauf gerichtet war, Sperren bei relativ milden Explosionen zu erproben, durfte die Einleitung nicht zu heftig sein; andererseits sollte aber auch mit größtmöglicher Sicherheit die Einleitung der Explosion überhaupt gelingen, weil jeder Versuch mit großem Aufwand und Vorbereitungen verbunden ist, die nicht ungenutzt bleiben dürfen. Die jeweils ersten Versuche einer Versuchsreihe sind daher in dieser Beziehung stets mit einem gewissen Risiko verbunden. Allerdings ist es in den letzten Jahren infolge der inzwischen großen Erfahrung des Versuchspersonals nur in seltenen Fällen zur Fehlanlage eines Versuchs gekommen.

Die Einleitung einer Kohlenstaubexplosion kann erstens durch die Abflammung einer Schlagwetteransammlung erfolgen. Ist eine möglichst milde Einleitung erforderlich, so wird der Abflammung einer hochkonzentrierten Methanfirstenschicht der Vorzug gegeben gegenüber der Explosion eines CH_4 -Luft-Gemisches, die erfahrungsgemäß eine ziemlich heftige Explosionseinleitung darstellt. Auf die technischen Schwierigkeiten, die sich unter Umständen bei der Erstellung der Schlagwetteransammlung ergeben können, kann hier nicht näher eingegangen werden. Es ist zum Beispiel nicht einfach, insbesondere in geneigten Strecken und in Strecken mit durchgehender Wetterführung, die Gasansammlung bis zur Zündung der Explosion aufrechtzuerhalten. Bei einigen Versuchen hat es sich als notwendig erwiesen, hierfür allseitig geschlossene Gasbehälter aus Plastik zu verwenden. Unter günstigeren Bedingungen reichen ein Plastikzelt oder sogar ein oder mehrere Plastikschrime für diesen Zweck aus.

Es besteht aber auch die Möglichkeit, eine Kohlenstaubexplosion ohne Verwendung von CH_4 einzuleiten. Durch einen Sprengstoffschuß aus einem Stahlmörser läßt sich Kohlenstaub unmittelbar entzünden. Diese Methode stellt in einer 8-m²-Strecke ein relativ heftiges Initial dar. Nach den bei Versuchen auf fremden Schachtanlagen gemachten Erfahrungen reicht jedoch dieses Initial in einer größeren Strecke nicht aus, um eine Kohlenstaubexplosion einzuleiten. Es ist dann notwendig, einen oder mehrere Beutel mit Sprengstoff und Kohlenstaub zusätzlich im Augenblick der Zündung aufzuschließen. Auf diese Weise hat man in

Strecken mit größeren Querschnitten auch die Möglichkeit, die Stärke des Initials bei einer reinen Kohlenstaubeinleitung zu variieren.

2.32 EXPLOSIONSVORBEREITUNGEN

Die Explosionsvorbereitungen umfassen, zumal wenn es sich um Versuche in einem Grubengebäude handelt, in dem zuvor noch niemals Explosionsversuche durchgeführt worden sind, eine ganze Reihe von Arbeiten. Über die meßtechnischen Vorbereitungen ist unter 2.2 und über die Arbeiten, die zur Sicherung des Grubengebäudes erforderlich sind, unter 2.1 berichtet worden. Man muß im allgemeinen damit rechnen, daß diese beiden Komplexe einen Zeitraum von mehreren Wochen in Anspruch nehmen.

Die Vorbereitungen für den einzelnen Explosionsversuch lassen sich demgegenüber relativ kurzfristig erledigen; sie benötigen nur Tage oder Stunden. Es muß einerseits das zu prüfende Objekt aufgebaut und hergerichtet werden; zum anderen muß die fragliche Strecke in einen Zustand versetzt werden, der eine Kohlenstaubexplosion ermöglicht. Das Letztere ist insbesondere bei den ersten Versuchen in einem neuen Grubengebäude unter Umständen kein geringes Problem. Es ist nicht bekannt und im allgemeinen auch kaum durch irgendwelche Testversuche feststellbar, inwieweit der abgelagerte Kohlenstaub explosionsfähig ist bzw. ob der ausgestreute Gesteinstaub oder andere Neutralisationsmittel eine derartige dampfende Wirkung ausüben, daß relativ größere Mengen an Kohlenstaub zur Explosionsvorbereitung ausgestreut werden müssen. Auch in dieser Beziehung hat die Versuchsgrube einige Fehlschläge hinnehmen müssen, die sich dahingehend auswirkten, daß zwar die Einleitung einer Explosion gelang, die Explosion aber nicht in dem gewünschten Sinne die Grubenbaue durchlief, sondern gelegentlich von selbst wegen Mangels an Nahrung zum Erliegen kam. Durch die wachsende Erfahrung sind derartige Pannen sehr selten geworden. Trotzdem bildet das Ausstreuen des Kohlenstaubes immer noch ein gewisses Problem. Es ist zu bedenken, daß für Explosionen in ausgedehnten Grubenräumen mit großen Querschnitten unter Umständen einige Tonnen Kohlenstaub eingebracht und verteilt werden müssen und daß dieses in den letzten Stunden vor der Explosion zu geschehen hat, weil sonst die Gefahr besteht, daß der Kohlenstaub seine Wirksamkeit verliert.

2.33 AUSWIRKUNG DER EXPLOSIONEN AUF DIE BENUTZTEN STRECKEN

Auf die auftretenden Schäden am Ausbau und an den Einbauten der Strecke infolge der Explosionsversuche ist schon hingewiesen worden. Jedoch auch dann, wenn keine sichtbaren Schaden eintreten, ist ein Einfluß von einer Explosion zur anderen nicht auszuschließen.

So wird zum Beispiel im allgemeinen nicht aller Kohlenstaub, der für eine Explosion eingebracht wurde, restlos verbrannt. Es bleiben Koksanteile und auch Kohlenstaub übrig. Um völlig ideale Verhältnisse herzustellen, wäre es daher erforderlich, die Strecke nach jedem Versuch gründlich zu reinigen, so wie es auch in übertägigen Versuchsstrecken üblich und möglich ist. Bei Untertageversuchen ist jedoch eine gründliche Reinigung nach jedem Versuch nicht möglich, wenn eine rasche Versuchsfolge eingehalten werden soll.

Bei den Versuchen auf fremden Schachtanlagen mußte im allgemeinen auf eine Reinigung der Strecken überhaupt verzichtet werden. Es war nur möglich, die Sohle von den groben Explosionstrümmern, z.B. Sperrresten, zu befreien und gelegentlich große Staubansammlungen zu entfernen. Dadurch trat selbstverständlich im Laufe der Versuchsreihe eine mehr oder weniger starke Verschmutzung des Explosionsbereichs ein. Es ließ sich jedoch erfreulicherweise feststellen, daß dieses keinen wesentlichen Einfluß auf den Verlauf der Explosionen hatte. Wie die Messungen ergaben, verliefen die ersten Explosionen einer bestimmten Versuchsreihe nicht anders als die letzten, sofern natürlich die willkürlich gewählten Versuchsbedingungen gleichgehalten wurden. Wenn in Einzelfällen doch einmal der Einfluß von einem Explosionsversuch auf den nächsten festgestellt worden ist, wird hierauf bei der Besprechung der jeweiligen Versuchsreihe eingegangen.

Auf der Versuchsgrube Tremonia wurde in früheren Jahren die Explosionsstrecke nach jedem Versuch gründlich gesäubert, was stets viel Zeit in Anspruch nahm. Auch hier wird jetzt aufgrund der Erfahrungen, die auf den fremden Schachtanlagen gemacht wurden, auf diese Arbeit innerhalb einer Versuchsreihe verzichtet. Nach jeweils 10 bis 20 Versuchen wird dann eine Pause eingelegt, die sowohl zur Reinigung als auch zur etwa notwendigen Reparatur der Strecke benutzt wird.

3. DIE DURCHGEFÜHRTEN UNTERSUCHUNGEN

3.1 Versuche mit konventionellen Sperren

Unter „konventionellen“ oder auch „konzentrierten“ Sperren sollen solche Sperren verstanden werden, bei denen das Loschmittel an bestimmten Stellen konzentriert im Grubengebäude angebracht wird, so wie es der bisherigen Erkenntnis und den bergbehördlichen Vorschriften in den Ländern der Gemeinschaft entspricht. Es ging hierbei nicht wie bei der Entwicklung der aufgeteilten Sperren (vgl. 1.37) um grundsätzlich neue Erkenntnisse, sondern es kam darauf an, die bisherigen Bauformen der Sperren noch genauer als bisher zu untersuchen und ihre optimale Wirksamkeit festzustellen, insbesondere unter Versuchsbedingungen, wie sie sich bisher in Versuchsstrecken noch nicht geboten hatten.

3.11 EXPLOSIONSSPERREN IN STRECKEN MIT VERSCHIEDENEN QUERSCHNITTEN

3.111 Vorbemerkungen

Die bisher in der Bundesrepublik Deutschland üblichen und vorgeschriebenen Sperrbauarten sind ursprünglich in Strecken mit Türstockausbau und etwa 7 m² Querschnitt entwickelt worden. In anderen Ländern wurden zum Teil Versuche in Rohrstrecken mit noch geringeren Querschnitten durchgeführt. Im Zuge der Weiterentwicklung des Bergbaus erfolgte der Übergang auf Versuche in Strecken mit bogenförmigen Ausbau, wobei jedoch die Querschnittgröße zunächst nicht wesentlich geändert wurde.

Da die meisten Grubenstrecken jedoch schon seit längerer Zeit wesentlich größere Querschnitte aufweisen, war dieser Zustand unbefriedigend, und die Versuchsgrube nahm die erste sich bietende Gelegenheit wahr, um Versuche mit Sperren in Strecken größeren Querschnitts durchzuführen. Auf der Schachanlage Dorstfeld stand ein Laderaum mit 22 m² Querschnitt und auf der Schachanlage König Ludwig eine Strecke mit 12,5 m² Querschnitt zur Verfügung. Über die dort im Rahmen des Forschungsvorhabens Dorstfeld/König Ludwig durchgeführten Versuche ist im Dezember 1965 eingehend berichtet worden. Die Versuche lieferten bereits gewisse neue Erkenntnisse, waren jedoch in ihrer Zahl zu gering, und es bestand daher das Bedürfnis, weitere Versuche unter verschiedenartigen Bedingungen in größeren Strecken durchzuführen.

Auch in den auf der Schachanlage Tremonia zur Verfügung stehenden 8-m²-Strecken waren durchaus noch nicht alle offenen Fragen geklärt, so daß auch hier weitere Versuchsreihen erforderlich waren, die jeweils im Hinblick auf die Versuche auf fremden Schachanlagen und unter Berücksichtigung der dort gewonnenen Ergebnisse durchgeführt wurden.

3.112 Versuche auf Tremonia (8 m²)

In der Zeit vom 24.6. bis 28.7. 1966 fanden auf der Versuchsgrube 11 Kohlenstaubexplosionen gegen Gesteinstaub- und Wassertragsperren statt. Die Versuche sind mit ihren wichtigsten Kenndaten in der Tabelle I aufgeführt.

Bei diesen Versuchen wurden insbesondere unsymmetrische Sperren, pendelnd aufgehängte Sperren, Sperren mit nur etwa 1/3 Sohlenüberdeckung und solche aus Trogen, die fest in Gestelle eingehängt waren, untersucht. Es wurde angestrebt, möglichst milde Explosionen mit kurzem Anlauf bis zur Sperre herzustellen. Dabei konnte man erwarten, daß das Loschmittel nicht mehr schnell und gut genug verteilt wurde, bis die Flamme die Sperrzone erreichte, so daß sich dabei die Grenze der Wirksamkeit der Sperren zeigte.

Zu dem Zweck wurde Grubengas für die Initiierung der Kohlenstaubexplosion in eine Kammer geleitet, die durch 2 Schirme aus Plastikfolie beim 30. und 36. Streckenmeter begrenzt wurde. Bei dieser Versuchsanordnung kann das verbrennende oder explodierende Gas sich nach beiden Seiten entspannen, gibt nur einen geringen Druckstoß zur Aufwirbelung von etwas Kohlenstaub und hat keinen direkten Einfluß auf die zu untersuchende Sperre.

Das Gas wurde zum Teil so eingebracht, daß es sich in hoher Konzentration unter der Firste der Kammer ansammelte. Als Maß für die Konzentrationsschichtung ist in den Protokollen der CH₄-Gehalt in der Höhe von 80 und 145 cm unter der Firste angegeben. Bei anderen Versuchen wurden homogene CH₄-Luft-Gemische verwendet; der CH₄-Anteil und das Initial wurden aber auch hierbei so gewählt, daß verhältnismäßig milde Explosionen auftraten. Es ergaben sich dann zunächst „Kohlenstaubabflammungen“, die mit

Geschwindigkeiten von 15 bis 30 m/s und sehr geringer Druckentwicklung abliefen und erst kurz vor der Sperre in milde Explosionen übergingen

Da es sich bei Untersuchungen bei der Berggewerkschaftlichen Versuchsstrecke gezeigt hat, daß schon bei sehr geringen Winddrücken eine gute Wasserverteilung erreicht wird, wenn PVC-Tröge fest in Gestelle eingehängt werden, wurde auf Tremonia auch eine solche Sperre in einer Explosion obiger Art untersucht. Es ist der Explosionsversuch Nr. 342 vom 26.7.1966. Die Sperre hat diese Explosion nicht aufhalten können. Die Flamme lief mit einer Geschwindigkeit von etwa 20 bis 25 m/s bis etwa zum 80. Streckenmeter, erreichte vor der Sperre ungefähr 40 m/s, um dann hinter der Sperre mit etwa 150 bis 200 m/s weiterzulaufen. Der statische Druck, der vor der Sperre mehr als 1 Sekunde lang bei 0,25 kp/cm² lag, stieg nach dem Versagen der Sperre auf 0,85 kp/cm² an. 8 von 20 Trögen hingen noch in ihren Gestellen.

Es waren noch 2 weitere Explosionen dieser Art geplant; sie verliefen jedoch trotz ähnlicher Initiierung etwas heftiger, wobei die Sperren gut ansprachen. Es waren die Explosionen Nr. 341 und 343 vom 25. und 28.7.1966. Ihr Verlauf glich dem der anderen Explosionen dieser Versuchsreihe; sie werden also nicht gesondert besprochen. Um Sperren zum Ansprechen zu bringen, mußten also etwas stärkere Explosionen als bei Nr. 342 erzeugt werden.

Die Explosionen Nr. 333 bis 340 wurden dadurch etwas heftiger – aber dennoch möglichst milde – initiiert, daß Schlagwetter mit 12 bis 14 % CH₄ in die Kammer eingelassen wurden. Nach der Zündung lief die Flamme etwa 30 bis 40 m mit einer Geschwindigkeit von 30 bis 60 m/s auf die Sperre zu und wurde dann schneller.

Zwei Versuche (Nr. 338 und 339), bei denen Staubsperren untersucht wurden, fielen ohne erkennbaren Grund aus der Reihe und wurden schon sehr bald heftiger. Dennoch hielt eine unsymmetrische Staubsperre die Explosion nicht auf.

Der Sperrenbereich steht in Bogenausbau von 8 m² und hat etwa 3,60 m Sohlenbreite. Zum Sperrenbau wurden Träger von 2,50 und 1,25 m oder Gestelle zum Einhängen der Tröge verwendet. Wesentlich ist, daß bei den unsymmetrischen Sperren eine Hälfte der Strecke völlig frei von Löschmittel war; die Bühnenträger von 1,25 m befanden sich ganz in der einen Streckenhälfte, während eine freie Lücke von 1,30 m in Höhe der Tröge die andere Streckenhälfte einnahm. Bei 2 Versuchen wurden die unsymmetrischen Sperren auf durchgehenden und lose auf starren Haltern aufliegenden Trägern errichtet, bei den anderen 3 Versuchen lagen die kurzen Träger auf der einen Seite lose auf starren Haltern und auf der anderen Seite auf Holmen, die von an der Firste befestigtem Bindedraht gehalten wurden. Die verwendeten Tröge aus PVC waren zu zweit, längs dicht nebeneinander stehend, aufgestellt, während die Staubbühnen – abgesehen von der zu knappen Sohlenüberdeckung und der pendelnden Aufhängung – nach der deutschen Bauart 1 errichtet wurden. Bei 3 Versuchen hingen die Tröge zu weit quer in den Gestellen. Bei einem Versuch wurden einzeln an Fäden aufgehängte Polyäthylen-Tröge mit eingelegten Plastiksäcken verwendet. In keinem Fall wurde die Wirksamkeit der Sperre durch eine besondere Behandlung der Strecke (Einstauben oder Befeuchten) unterstützt.

Das Ergebnis der Versuche war folgendes:

Bei dem oben beschriebenen Versuch, bei dem die Explosion zunächst bis kurz vor die Sperre als Kohlenstaubabflammung verlief, hat auch eine Sperre, bei der leicht zerbrechliche PVC-Tröge quer in Gestelle fest eingehängt waren, die Explosion nicht aufgehalten. Das war früher schon der Fall bei Sperren aus Polyäthylen-Trögen mit und ohne Plastiksackeinlagen, die an nicht zu festen Fäden einzeln aufgehängt waren, und bei Sperren aus auf Trogträgern aufgestellten PVC-Trögen mit eingelegten Plastiksäcken.

Mit dieser einen Ausnahme hielten die Wassersperren dieser Reihe die Explosionen auf. Bei den unsymmetrischen Sperren ging zwar die Flamme auf der trogfreien Stoßseite ungefähr 10 m weiter als am anderen Stoß, doch war der anschließende Streckenteil jedesmal sehr gut benetzt.

Von den Gesteinstaubsperrern hielt nur die symmetrisch gebaute Sperre die Explosion auf, bei den beiden unsymmetrischen Sperren waren zwar im Sperrenbereich die Zelluloid-Plättchen auf der Stoßseite, an der sich der Staub befand, teilweise nicht abgebrannt; es konnten aber die Explosionen nicht aufgehalten werden, obwohl sie nicht sehr milde anliefen. Bei diesen 3 Staubsperren mit 1,25 m breiter Staubauflage wurde immer nur etwa 1/3 der gesamten Sohlenbreite überdeckt.

3.113 Versuche auf Hagenbeck (12,5 m²)

Bei der Beurteilung der nachfolgend geschilderten und in der Tabelle II im einzelnen dargestellten Versuche auf der Schachanlage Hagenbeck ist zu berücksichtigen, daß diese zeitlich vor den im Abschnitt 3.112 auf der Schachanlage Tremonia durchgeführten Versuchen stattfanden. Die vorangegangenen Versuche auf der Schachanlage König Ludwig hatten ein relativ ungünstiges Ergebnis gebracht, so daß zunächst einmal festgestellt werden mußte, ob diese schlechten Ergebnisse auf die besonderen Verhältnisse, wie sie auf König Ludwig vorlagen, zurückzuführen waren oder aber ob sie tatsächlich in der Natur der geprüften Sperren lagen ¹⁾.

Insbesondere war noch nicht bekannt, ob Wassertrogsperrn auch dann wirksam sind, wenn die Tröge nicht dicht nebeneinander gestellt werden, sondern innerhalb der Trogzeile Lücken vorhanden sind. Die Versuche mußten daher mit Sperren begonnen werden, bei denen die Tröge die ganze Streckenbreite in Höhe der Trogzeile erfüllten. Sperren mit Lücke wurden erst in einem weiteren Versuchsabschnitt (vgl. 3.121) im Zusammenhang mit den Versuchen an Streckenabzweigungen verwendet.

Es zeigte sich zunächst, daß die Staubbinding auf der Sohle im Sperrbereich, wie sie auf König Ludwig angewendet worden war, um überhaupt Erfolge mit Sperren zu erhalten, nicht unbedingt nötig war. Auch ohne derartige Staubbinding hielten die Sperren einwandfrei die Explosion auf, sofern die Tröge in der Normbauart angeordnet wurden.

Für das Versagen der Sperren bei vier der durchgeführten Explosionen fand sich keine einwandfreie Erklärung. Es konnte kein willkürlich veränderlicher Versuchsparameter gefunden werden, in welchem sich diese vier Versuche von den anderen, bei denen die Sperren die Explosionsflammen aufhielten, unterschieden. Besonders deutlich wird dies, wenn man auch die unter 3.121 behandelten Versuche des zweiten Versuchsabschnittes auf der Schachanlage Hagenbeck in Betracht zieht.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß in einer Strecke mit 12,5 m² Querschnitt die gleichen Sperrbauformen zweckmäßig sind, wie sie in den 8-m²-Explosionsstrecken auf Tremonia erprobt wurden

3.114 Versuche auf Kaiserstuhl (14 m²) und Scholven (15 m²)

Wenn auch der Sprung im Querschnittsunterschied zwischen 12,5 und 14 bzw. 15 m² nicht so groß ist wie der von 8 auf 12,5 m², so waren doch die Versuche in Strecken mit 14 und 15 m² Querschnitt von erheblichem Interesse, zumal zwischenzeitlich neue Erkenntnisse über die möglichen Bauformen von Wassertrogsperrn auf Tremonia gewonnen worden waren (vgl. 3.112).

Die Explosionen auf Kaiserstuhl sind in der Tabelle III dargestellt; sie wurden nicht an dem geschlossenen Ende, sondern mitten in der freien Strecke gezündet, so daß sie sich nach beiden Seiten entwickeln konnten und bei einem Versuch jeweils zwei Sperren erprobt wurden. Aus experimentellen Gründen wurde auf die Mitwirkung von CH₄ bei der Einleitung der Explosion verzichtet. Es handelt sich um reine Kohlenstaubexplosionen, die durch Sprengschüsse eingeleitet wurden. Es war vorgesehen, möglichst milde Explosionen herzustellen, was dazu führte, daß beim ersten Versuch (Explosions-Nr. 344) nur eine Kohlenstaubabflämmung erzeugt wurde, die von selbst erlosch, ehe sie den Bereich der Sperren erreichte. Die Sperren wurden demzufolge auch nicht geworfen. Bei den weiteren Versuchen zeigte es sich, daß ein Abstand von 60 m zwischen Sperre und Entstehungsort der Explosion unter diesen Bedingungen nicht in allen Fällen ausreichend war, um die Wirksamkeit der Sperre zu gewährleisten. Erst bei 70 bis 80 m Anlaulänge konnte eine zufriedenstellende Wirkung der Sperre erreicht werden. Sperren mit eingehängten Trogen (Bauart 1) hielten zwar bei 2 Versuchen die Explosion auch schon nach 60 m Anlaulänge auf; jedoch war nicht sicher zu entscheiden, ob dieses auf die Bauform der Sperre oder auf andere Parameter des Explosionsverlaufes zurückzuführen war. Besonders zu erwähnen ist ein Versuch, bei dem die Tröge (30 l Inhalt) nicht im freien Streckenquerschnitt, sondern am Streckenumfang angeordnet waren und die Ex-

¹⁾ Auf der Schachanlage König Ludwig wurden insgesamt 14 Explosionsversuche in einer Verbindungsstrecke von 220 m Länge mit 12,5 m² Querschnitt durchgeführt. Die Strecke war an einem Ende – dort, wo auch die Explosionen gezündet wurden – durch einen explosionsfesten Damm verschlossen und mündete am anderen Ende in das Füllort eines Tagesschachtes mit Umtrieb.

Bei einem der Versuche entwickelte sich wegen zu schwachen Initials keine Kohlenstaubexplosion. Bei 11 Versuchen wurden Wassertrogsperrn zum Teil mit Trögen am Streckenumfang, zum Teil in konventioneller Bauart erprobt. Die Sperren hielten die Explosionsflamme nur dann auf, wenn gleichzeitig im Bereich der Sperren eine Staubbinding auf der Sohle durchgeführt worden war. Bei 2 Vergleichsversuchen mit Gesteinstaubsperrn wurde die Explosionsflamme in einem Falle aufgehalten

Explosionsflamme gut durch die Sperre aufgehalten wurde. Keine Erfolge konnten dagegen mit Sperren erzielt werden, bei denen die nur schwer zu zerstörenden Polyäthylen-Troge an Fäden aufgehängt waren

Auf Kaiserstuhl wurden die ersten Versuche mit Sperren durchgeführt, deren Bühnen bzw. Trogzeilen weiter als bisher üblich und zulässig auseinander gezogen waren. Über diese Versuche mit „aufgeteilten“ Sperren wird aber später (unter 3.2) im Zusammenhang berichtet.

Die Versuche auf der Schachanlage Scholven befaßten sich im wesentlichen mit der Erprobung der aufgeteilten Sperren, so daß sie auch erst im Abschnitt 3.2 ausführlich zu besprechen sind. Nur hinsichtlich der Bauform der Sperren (mit oder ohne Lücken, symmetrisch oder unsymmetrisch) können die gewonnenen Erkenntnisse hier schon vorweggenommen werden. Es darf unterstellt werden, daß eine Bauform der Sperre, die als aufgeteilte Sperre ihre Wirksamkeit erwiesen hat, sich auch als konzentrierte Sperre bewähren würde. Nach dem bisher vorliegenden Versuchsmaterial besteht kein Grund, an dieser Annahme zu zweifeln. Es ergab sich jedenfalls, daß die unsymmetrische Bauform, die sich in der 8-m²-Strecke als brauchbar erwiesen hatte, auch in der Strecke mit 15 m² Querschnitt möglich war. Auch hier waren die Wassersperren noch dann wirksam, wenn das gesamte Wasser in einer Hälfte des Streckenquerschnittes angeordnet wurde.

Zusammengefaßt besteht also nach den Ergebnissen der Versuche auf den Schachanlagen Hagenbeck, Kaiserstuhl und Scholven kein Grund, daran zu zweifeln, daß die in 8-m²-Strecken bewährten Bauarten von Wasser- und Gesteinstaubsperrern auch in Strecken bis zu 15 m² Querschnitte gut wirksam sind.

3.115 Versuche auf Scholven (24 m²)

Im Zuge der Erweiterung und Modernisierung der Schachanlagen besteht zuweilen auch das Bedürfnis, Sperren in Strecken mit sehr großen Querschnitten und Höhen von über 5 m einzubauen. Nach den herkömmlichen Vorstellungen dürfte dieses auf keine Schwierigkeiten stoßen, da es in weiträumigen Grubenbauen im allgemeinen leicht möglich ist, das Wasser im oberen Teil der Strecke anzubringen. Schon einfache theoretische Überlegungen, die den Zeitabstand zwischen dem Eintreffen des Luftstoßes und der Flamme am Ort der Sperre berücksichtigen, machen jedoch klar, daß die Verteilung des Löschmittels durch den freien Fall unter keinen Umständen schnell genug erfolgen kann, um eine Löschmittelverteilung im ganzen Streckenquerschnitt bei Eintreffen der Flamme zu gewährleisten. Dieses gilt nicht nur für besonders hohe, sondern auch für normale Grubenstrecken. In jedem Fall erfolgt die Verteilung des Löschmittels nur durch den Luftstoß der Explosion ausreichend schnell; eine Anbringung der Bühnen oder Trogzeilen möglichst in Streckenmitte ist also in jedem Fall erstrebenswert.

Während die Lage in Strecken bis etwa 15 m² Querschnitt nicht besonders kritisch zu sein scheint, weil die dort vorkommenden Entfernungen vom Ort des Löschmittels bis in die entferntesten Punkte des Streckenquerschnittes noch nicht sehr groß sind, können sich bei sehr großen Strecken so große Weglängen ergeben, daß auch die Verwirbelung durch den Luftstoß das Löschmittel nicht mehr schnell genug verteilen kann. Es war daher insbesondere zu untersuchen, welche Höhenlage für Sperren in einer großen Strecke zulässig ist, ohne daß ihre Wirksamkeit in Frage gestellt wird.

Die Versuche fanden in einem Großraum, der früher als Lokomotivschuppen gedient hatte und bei einer Länge von 140 m einen Querschnitt von 24 m² aufwies, statt. Sie sind in der Tabelle IV aufgeführt. Der Querschnitt und ebenfalls die Streckenhöhe von 5,1 m sind bis zu dem Ausbau gemessen. Bei der Berechnung der Löschmittelmenge nach dem Streckenquerschnitt wurde nicht berücksichtigt, daß hinter dem Ausbau zusätzliche Hohlräume von mehreren m² Querschnitt ausgebrochen waren.

Die Explosionsflamme ging bei Versagen der Sperre stets auf der Sohle durch den Sperrbereich hindurch und nicht unter der Firse. Dieses Verhalten kann für derartig große Strecken als typisch angesehen werden, weil hier der Kohlenstaub im wesentlichen auf der Sohle abgelagert ist. Die Ablagerungen am Streckenumfang und an eventuellen Einbauten sind, bezogen auf die Größe des zur Verfügung stehenden Volumens, so gering, daß bei ihrer Aufwirbelung vermutlich die untere Explosionsgrenze kaum erreicht wird.

Die Explosionen wurden zwar an der Stirnfläche des Laderaumes gezündet, jedoch ist zu bemerken, daß hier kein Streckenort im bergmännischen Sinne vorlag, sondern daß sich der Grubenbau unter rechtwinkliger Abknickung noch mehr als 30 m weit fortsetzte (vgl. Abb. 6). Es war also eine erhebliche Entspannungsmöglichkeit gegeben, was bei der Einleitung der Explosion berücksichtigt werden mußte. Es wurde kein CH₄ verwendet, sondern der Kohlenstaub unmittelbar durch einen Schuß mit Sprengpulver

und Gesteinsprengstoff aus einem Stahlmörser zur Entzündung gebracht. Zur Unterstützung dieses Initials war es allerdings erforderlich, vier Beutel mit je etwa 10 kg Kohlenstaub und einer Sprengladung von 3 Patronen Gesteinsprengstoff gleichzeitig mit dem Mörserschuß aufzuschließen. Bei den letzten Versuchen dieser Reihe wurde die Zahl der Kohlenstaubbeutel sogar auf 8 bzw. 6 erhöht.

Unter diesen Bedingungen entwickelte sich bei den ersten Versuchen eine Kohlenstaubexplosion in der gewünschten milden Form. Im weiteren Verlauf der Versuchsreihe traten jedoch nicht völlig geklärte Erscheinungen auf. Wahrscheinlich infolge der fortschreitenden Freilegung von Hohlräumen an der Firste und der zunehmenden Ansammlung von Gesteinstaub und Asche in dem großen Raum, wo eine Säuberung nach den einzelnen Versuchen aus verständlichen Gründen nicht möglich war, wurden die Explosionen noch milder als gewünscht. Das führte zum Teil so weit, daß sie bis zur Sperre einen abflammungsartigen Verlauf nahmen, wobei naturgemäß keine Wirkung der Sperre eintreten konnte.

Da die Länge des Raumes zur Anbringung einer aufgeteilten Sperre nicht ausreichte und auch im wesentlichen Bauform und Höhenlage der einzelnen Bühnen erprobt werden sollten, wurden konzentrierte Sperren verwendet. Die Löschmittelmenge von 200 l Wasser je m² Streckenquerschnitt wurde zwar angestrebt, jedoch bei bestimmten Bauarten in dem zur Verfügung stehenden Streckenstück nicht erreicht. Die Ergebnisse zeigen jedoch eindeutig, daß geringere Wassermengen jedenfalls nicht zum Versagen der Sperren führten.

Der wesentliche Versuchsparameter war die Höhe der Tröge über der Streckensohle. Nach den geltenden deutschen Vorschriften ist diese sowohl bei Bauart 1 als auch bei Bauart 2 auf 2,6 m begrenzt. Bei dieser Höhe liegt die Oberkante des Troges bei knapp 3 m. In Strecken bis zu 15 m² Querschnitt ist eine höhere Anbringung der Wassertröge kaum in Betracht zu ziehen; die Streckenhöhe von 5,1 m in dem Versuchsraum ließ jedoch eine wesentlich höhere Anbringung der Tröge zu.

Ferner wurde untersucht, ob es unbedenklich ist, die Tröge so zu stellen, daß eine durchgehende Lücke in der Sperre entsteht und gegebenenfalls wie groß diese Lücke sein darf. Wie aus den früheren Versuchen in kleineren Strecken bekannt ist, sind Wassertrogsperrren gegen eine derartige Lücke in Strecken geringeren Querschnitts relativ unempfindlich.

Als Ergebnis der 15 im Laufe dieser Versuchsreihe durchgeführten Explosionen kann festgestellt werden, daß bei einer Anbringung der Sperre in 2,6 m Höhe über der Sohle und bei Trogreihen ohne Lücke in keinem Fall ein Versagen der Sperre auftrat. Bei Anordnung der Tröge in 3 bzw. 4 m Höhe traten Versager auf, und zwar wurden 2 Sperren mit 3 m Höhe erprobt, die beide versagten. Bei 4 Versuchen mit Sperren in 4 m Höhe trat bei einem Versuch gerade noch eine Wirkung der Sperre ein, die restlichen 3 Sperren versagten. Damit kann als gesichert angesehen werden, daß auch in sehr großen Räumen Sperren nicht höher als 2,6 m über der Sohle angeordnet werden dürfen.

Auch gegen eine Lücke ist die Sperre in Großräumen wesentlich empfindlicher als in Strecken kleineren Querschnittes. In jeweils einem Versuch löschte zwar die Sperre in 2,6 m Höhe mit einer Mittellücke von 1,7 bzw. 1,0 m Breite die Explosionsflamme ab, bei weiteren 5 Versuchen, bei denen die Sperre eine Lücke hatte, wurde jedoch die Explosionsflamme nicht aufgehalten. Allerdings kann nicht ganz ausgeschlossen werden, daß bei diesen Versuchen die erwähnten besonderen Einflüsse (Ansammlung von Gesteinstaub und Asche) auf den Verlauf der Explosion so eingewirkt haben, daß die Wirksamkeit der Sperre beeinträchtigt wurde. Es war jedoch nicht möglich, das Netz der Meß- und Registriereinrichtungen so eng zu legen, daß sich dieser Einfluß hätte nachweisen lassen.

Jedenfalls können Sperren mit Lücken in größeren Grubenräumen nicht empfohlen werden; es wird im allgemeinen auch nicht notwendig sein, in derartig großen Räumen, die für die Anbringung von Rohrleitungen und Transporteinrichtungen Platz genug lassen, eine Sperre mit Lücke vorzusehen.

3.12 EXPLOSIONSSPERRREN AN STRECKENABZWEIGUNGEN UND -KREUZUNGEN

3.121 Versuche auf Hagenbeck

Auf der Schachtanlage Hagenbeck wurde erstmalig die Möglichkeit gefunden, das Verhalten von Sperren an Streckenverzweigungen zu untersuchen. Das Ergebnis der Versuche ist in kurzer Form in der Tabelle V dargestellt.

Die Explosionen wurden in der Flözstrecke Finefrau gezündet (Abb. 3b) und fanden in dieser Strecke kein Hindernis in Form einer Sperre vor. Nur eine gewisse Dämpfung des Explosionsverlaufes erfolgte durch Gesteinstaubstreuung. Die Sperren wurden im Querschlag nach Norden und in der Richtstrecke Finefrau angeordnet, und zwar in verschiedenen Abständen von der Einmündung der Flözstrecke. Als gewisser Nachteil für die Allgemeingültigkeit ist anzusehen, daß die Flözstrecke nicht geradlinig bis zu ihrer Einmündung verlief, sondern etwa 20 m vor dieser eine S-formige Kurve aufwies. Außerdem war die Einmündung nicht rechtwinklig, sondern bildete einen spitzen Winkel, wie es allerdings auch in praktischen Betrieben sehr häufig der Fall ist.

Es ergab sich, daß in Richtung auf die Richtstrecke im Floz Finefrau, d.h. in der Richtung, in der die Explosion nur eine Umlenkung um etwa 45° erfuhr, alle Wassertrogsperrern die Explosion aufhielten. Nur bei dem letzten Versuch, bei dem Gesteinstaubsperrern verwendet wurden, war die Wirkung der Sperre in dieser Richtung fraglich. Die Abstände der Sperren von der Ecke in dieser Richtung lagen zwischen 35 und 50 m. Wegen der Einmündung des Querschlags nach Süden war es nicht möglich, eine Sperre näher als 35 m an die Einmündung der Flözstrecke Finefrau heranzubringen.

Es wurden sehr verschiedene Bauformen von Sperren untersucht, unter anderem Sperren mit aufgehängten Trögen und Sperren, die durchgehende Lücken hatten. Im letzteren Falle ergab sich allgemein, daß die Explosionsflamme an dem Streckenstoß, wo das Löschmittel fehlt, weiter ging als an der anderen Seite. Die Sperren hatten aber im ganzen eine volle Wirksamkeit.

Im Querschlag nach Norden, d.h. in der Richtung, in der die Explosion eine Umlenkung um etwa 135° erfuhr, war das Verhalten der Sperren etwas anders. Hier versagten die Sperren gelegentlich, wenn sie in 25 m und 37,5 m Entfernung von der Ecke angebracht wurden. In einem Falle versagte auch eine unsymmetrische Sperre, die 50 m weit von der Einmündung entfernt war.

Es muß offenbar damit gerechnet werden, daß die Explosion, falls sie eine Umlenkung um einen so großen Winkel erfährt, gewissermaßen neu anlaufen muß, so daß dann eine größere Anlaufänge erforderlich ist, bis eine Explosionssperre wirksam werden kann.

Soweit es die beschränkten meßtechnischen Möglichkeiten zuließen, wurde versucht, ein Bild über das Verhalten von Explosionen an einer Abzweigung allgemein zu bekommen. Es zeigte sich zunächst, daß die Anlaufänge von 185 m vom Ort der Flözstrecke Finefrau bis zu der Einmündung zu groß war. Selbst bei einer Inertisierung des Kohlenstaubes durch 60 % Unbrennbares erreichte die Explosion eine Geschwindigkeit von 700 m/s. Das Initial wurde daraufhin beim 110. Streckenmeter der Flözstrecke aufgebaut, womit Explosionsgeschwindigkeiten von 100-400 m/s am Ausgang der Flözstrecke erzielt wurden. Es ist sehr bemerkenswert, daß gerade in den Fällen, in denen die Explosion in der Flozstrecke sehr heftig und schnell erfolgte, sie sich nicht oder kaum im Querschlag nach Norden und in der Richtstrecke Finefrau fortsetzte. In einigen Fällen erlosch die Explosionsflamme am Ausgang der Flözstrecke, obwohl gerade hier ein reichliches Staubangebot begann. Der Bereich der Sperren wurde in diesen Fällen von der Flammenspitze nicht oder gerade erreicht, so daß man nicht unbedingt von einer Wirkung der Sperren sprechen kann.

Das Verhalten der Explosionsflamme an der Abzweigung war nicht einheitlich. Bei einer Reihe von Explosionen trat eine beträchtliche Verzögerung der Flammengeschwindigkeit ein, und zwar nicht nur in der Richtung mit einer Ablenkung von 135° , sondern auch bei nur 45° Ablenkung. Dem stehen aber auch Versuche gegenüber, bei denen keine Verzögerung der Flammengeschwindigkeit oder sogar nicht unerhebliche Beschleunigungen an der Abzweigung zu verzeichnen waren.

3.122 Versuche auf Tremonia

Die Versuche wurden auf der Schachtanlage Tremonia fortgesetzt. Etwa in der Mitte der 740 m langen Explosionsstrecke mündet in diese ein 85 m langer Querschlag rechtwinklig ein, so daß eine T-förmige Streckenabzweigung entsteht (vgl. Abb. 1). Die Explosionen wurden am Ende des Querschlags gezündet und liefen auf die Explosionsstrecke zu, in der sie sich nach beiden Seiten ausbreiten konnten. Hierzu ist zu bemerken, daß der Abschluß am Ende des Querschlags nicht hermetisch dicht war, sondern eine gewisse Entspannung, wenn auch gegen einen relativ hohen Widerstand, auch in Richtung auf das andere Grubengebäude ermöglichte. Dadurch wurde der praktische Fall nachgeahmt, daß die Explosion in einer Richtung, z.B. durch einen Streb oder andere Verengungen im Grubengebäude, einen beträchtlichen Widerstand zu überwinden hat.

Die durchgeführten Versuche sind in der Tabelle VI/1 dargestellt, wobei die Versuche der Tabelle VI/2 die mit aufgeteilten Wassertrogsperrern in sonst gleicher Anordnung durchgeführt wurden, und die Versuche der Tabelle VII, bei denen es sich um Doppelplosionen handelt, mit in Betracht gezogen werden können.

Zunächst wurde die Wirkung von Sperrern untersucht, die sich schon im Querschlag der Explosion entgegenstellten. Es wäre die Vermutung möglich, daß derartige Sperrern kurz vor einer T-förmigen Einmündung nicht ausreichend wirksam werden, weil das Loschmittel keine Möglichkeit hat, sich zu einer Wolke zu formieren, da es an den gegenüberliegenden Stoß geschleudert wird. Die Befürchtung erwies sich als unbegründet. Auch bei Anordnung von nur wenigen Trogzeilen unmittelbar vor der Einmündung wurde die Explosion abgelöscht, sofern sie nicht in einen Geschwindigkeitsbereich kam, bei dem die Bekämpfung durch herkömmliche Sperrern sowieso fraglich ist. Dieses war bei dem Versuch Nr. 525 der Fall, bei dem durch die Anordnung des Kohlenstaubes auf Horden im Querschlag dafür gesorgt wurde, daß sich die Explosion auf kurzer Strecke sehr heftig entwickelte und am Ausgang des Querschlages schon eine Geschwindigkeit von 650 m/s erreichte. Unter diesen Bedingungen hielten 6 Trogzeilen, von denen je 2 in der Richtung der Abzweigung angebracht worden waren, die Explosion nicht auf.

Ebenfalls konnte eine Sperre, die in 68 m Entfernung von der Einmündung in der Richtstrecke angebracht wurde, die Explosion nicht aufhalten.

Diese hatte am Ort der Sperre bereits eine Geschwindigkeit von 800 m/s erreicht und lag damit in einem Bereich, bei dem mit einer Wirksamkeit von Sperrern nicht mehr gerechnet werden kann.

In allen anderen Fällen wirkten die Sperrern – bei den Versuchen mit aufgeteilten Wassertrogsperrern auch einzelne Trogzeilen – in unmittelbarer Nähe der Abzweigung.

Auch bei diesen Versuchen wurden wieder Beobachtungen über das Verhalten der Explosion an der Einmündung durchgeführt. Hierbei ergab sich ein Bild, das von den Erfahrungen auf der Schachanlage Hagenbeck nicht unwesentlich abwich. Es wurde zwar in einigen Fällen eine Verzögerung der Flammengeschwindigkeit an der Einmündung gemessen; bei diesen Versuchen waren jedoch dort Trogzeilen angebracht, durch welche natürlich die Flamme verzögert wurde. Die gleiche Wirkung kann man auch bei einer Sperre in einer geraden Strecke feststellen.

Bei allen Versuchen, bei denen die unmittelbare Umgebung der Einmündung frei von Sperrern bzw. Trogzeilen war, wurde eine sehr erhebliche Beschleunigung der Flammengeschwindigkeit in der Explosionsstrecke gegenüber dem Querschlag gemessen. Diese Beschleunigungswerte sind die größten, die überhaupt jemals bei den Versuchsgrube aufgetreten sind. Ihr Maximum liegt bei 11 000 m/s². Es ist allerdings bemerkenswert, daß im Verlauf der Flamme nicht etwa eine Unstetigkeit an der Ecke auftritt, sondern die Bewegung völlig stetig und kontinuierlich beschleunigt um die Ecke herum verläuft, so daß bei entsprechender Auftragung der Versuchsergebnisse die Umlenkung in einem Diagramm nicht zu erkennen wäre.

3.123 Ausblick

Die Versuche an Streckenabzweigungen und -kreuzungen können mit diesen 2 Versuchsreihen noch nicht als beendet angesehen werden, zumal die Ergebnisse von Hagenbeck ohne Zweifel von denen der Versuche auf Tremonia etwas abweichen. Es wird daher notwendig sein, auf diesem Gebiet noch weitere Versuche möglichst unter verschiedenartigen Bedingungen durchzuführen. Das Problem der Sperrern an Abzweigungen und Kreuzungen ist insofern von besonderer Bedeutung, als gerade an diesen Stellen Explosionssperrern gefordert werden und auch sinnvoll sind, weil sich hier die Explosion einmal relativ leicht aufhalten läßt, zum anderen aber, falls sie nicht aufgehalten wird, hier eine Verzweigung erfolgen kann, so daß der Wirkungsbereich der Explosion beträchtlich vergrößert wird.

Nach den bisherigen Ergebnissen bedarf jedenfalls die Vorschrift, in Abbaustrecken, in denen im wesentlichen mit einer Explosionsrichtung aus der Abbaustrecke heraus gerechnet werden muß, die erste Sperre erst in 50 m Entfernung von dem Ortsquerschlag anzubringen, einer kritischen Überprüfung. Da auch eine gewisse Entfernung der Sperre vom Übergang Streb/Strecke notwendig ist, hat die genannte Vorschrift zur Folge, daß der Streb erst mehr als 120 m zu Felde gezogen sein muß, ehe die Anbringung einer Sperre vorschriftsgemäß möglich ist. Hiervon muß aus Sicherheitsgründen abgeraten werden. Es erscheint zweckmäßig, Sperrern sofort dann einzubauen, wenn infolge einer ausreichenden Streckenlänge die technische Möglichkeit hierfür gegeben ist.

3.13 DOPPELEXPLOSIONEN

Über den Sinn und die Aufgabenstellung bei Doppelexplosionen ist in der Einleitung unter 1.33 schon berichtet worden. Derartige Versuche lassen sich naturgemäß nur dort durchführen, wo Streckenabzweigungen zur Verfügung stehen. Da es sicher nicht möglich ist, eine zweite Explosion in einem Streckenbereich zu zünden, der kurz vorher von einer ersten Explosion durchlaufen worden ist, müssen die beiden Explosionszweige aus zwei getrennten Strecken kommen und in eine gemeinsame Strecke einlaufen.

3.131 Versuche auf Hagenbeck

Die ersten Versuche zur Erzeugung derartiger Doppelexplosionen wurden auf der Schachanlage Hagenbeck unternommen. Die beiden Versuche sind in der Tabelle V/2 aufgezeichnet, die aus Gründen der Zweckmäßigkeit der Tabelle V/1 angehängt wurde, da das verwendete Grubengebäude im Kopf dieser Tabelle beschrieben worden ist. Auf die Versuche im einzelnen braucht nicht näher eingegangen zu werden; denn sie erfüllten nicht die Anforderungen, die an eine echte Doppelexplosion zu stellen sind. Die Sperre hielt zwar in beiden Fällen die Explosion auf, in einem Fall war es jedoch eindeutig nur eine Einzelexplosion (Versuch 326), weil in diesem Falle die Zweitexplosion nicht gezündet hat, und auch bei dem ersten Versuch (325) kann nicht mit Sicherheit eine zweifache Explosionseinwirkung am Ort der Sperre festgestellt werden.

Interessant ist jedoch, daß in beiden Fällen Sperren, die in 195 m Entfernung vom Explosionsentstehungs-ort angebracht wurden, die Explosion aufhielten. Dieses sind nämlich die größten Entfernungen vom Zündort bis zur Sperre, die bis dahin bei den Arbeiten der Versuchsgrube gewählt wurden. Infolge der Ausbildung des Grubengebäudes (Streckenabzweigungen, Krümmungen usw.) ging jedoch die Heftigkeit der Explosion am Sperrenort nicht über das übliche Maß hinaus, so daß die gute Wirkung der Sperre nicht überraschte.

3.132 Versuch auf Kaiserstuhl

Auf der Schachanlage Kaiserstuhl konnte nur ein Versuch als Doppelexplosion durchgeführt werden, weil danach die Explosionsversuche infolge eines ausgebrochenen Brandes abgebrochen werden mußten. Auch bei diesem Versuch kam keine Doppelexplosion zustande, weil die zweite Zündung versagte. Die Anlaflänge vom Zündort bis zur Explosionssperre betrug hier 230 m, war also noch größer als bei den Versuchen auf Hagenbeck, und es kann dazu das gleiche wie über die dortigen Versuche mit Doppelexplosionen gesagt werden. Auf eine tabellarische Darstellung dieses Einzelversuches wurde verzichtet.

3.133 Versuche auf Tremonia

Nach entsprechendem Ausbau von Strecken auf Tremonia war es möglich, der Frage der Doppelexplosionen systematisch nachzugehen. Der Ort der Versuche ist der gleiche wie für die Versuche an Streckenabzweigungen und -kreuzungen, die unter 3.122 geschildert sind (Tabelle VII).

Der eine Explosionszweig wurde als unmittelbare Kohlenstaubzündung durch einen Mörserschuß ausgelöst, der andere durch eine CH₄-Abflammung als Schlagwetter-Kohlenstaubexplosion. Die CH₄-Abflammung erfolgte in allen Fällen am Ende des Querschlag, wo auch die Explosionsversuche 3.122 gezündet worden waren. Der Mörser wurde für die ersten Versuche beim 334. Streckenmeter in der Richtstrecke, also etwa 50 m weit von der Einmündung des Querschlag in diese entfernt aufgestellt. Dieser Abstand der beiden Zündquellen erwies sich jedoch als zu gering. Es gelang nicht, die beiden Explosionszweige eindeutig voneinander zu trennen, und zwar unabhängig davon, ob die Erstzündung im Querschlag oder in der Richtstrecke durchgeführt wurde. In jedem Fall wurde nur die Erstexplosion willkürlich von über Tage ausgelöst. Die zweite Explosion löste sich durch die Wirkung der ersten Explosion mit einer bestimmten Verzögerung selbständig aus.

Daraufhin wurde der Standort des Mörsers in den Ort der Richtstrecke verlegt. Die Erstexplosion wurde in diesen Fällen stets in dem Querschlag gezündet und traf auf zwei Sperren im Abstand von 36-41 m von der Einmündung. Beim letzten Versuch (411) dieser Reihe wurde nur eine Sperre in Richtung Streckenort im Abstand von 52 m angeordnet, in Richtung Schacht war eine Staubbidezzone angebracht worden. Die Erstexplosion wurde in allen Fällen durch die Sperren bzw. die Staubbidezzone aufgehalten. Bei dem

letzten Versuch wurde zwar der Mörserschuß ausgelöst; es entwickelte sich jedoch nur eine Abflämmung, die nicht in eine Explosion überging. Bei den ersten beiden Versuchen erfolgte ausgehend vom Streckenort eine Kohlenstaubexplosion. Diese erreichte den Ort der Sperre in Richtung Streckenort etwa 2 bzw. 2,5 s später und von der anderen Seite als die Erstexplosion. Die Sperre war also zu diesem Zeitpunkt schon längst geworfen und hatte ihre Wirkung getan. Es kann angenommen werden, daß sich praktisch kein Wasser mehr im freien Streckenquerschnitt befand. Trotzdem erlosch auch die Zweitexplosion im Bereich der Explosionssperre. Diese Zweitexplosion hatte besonders beim Versuch Nr. 375 eine Geschwindigkeit von 780 m/s und lag damit in einem Heftigkeitsbereich, der von normalen Sperren, wie schon mehrfach erwähnt, nicht beherrscht wird. Trotzdem erlosch die Explosionsflamme. Es kann daher als eindeutig sichergestellt werden, daß dieses auf die Wirkung der inerten Schwaden der Erstexplosion zurückzuführen ist, die der Zweitexplosion keine Möglichkeit zur erneuten Verbrennung von Kohlenstaub lieferten. Nach unseren Messungen bei anderen Explosionen beträgt der Sauerstoffgehalt in den Schwaden einer kräftigen Kohlenstaubexplosion weniger als 1 %, womit klargestellt ist, daß in einer derartigen Atmosphäre keine Verbrennungsreaktion mehr möglich ist.

Die Versuche reichen also aus, um die eingangs gestellte Frage mit einem klaren Nein zu beantworten. Es ist nicht möglich, daß im Laufe von wenigen Sekunden eine zweite Explosion den Standort einer Sperre, die eine erste Explosion aufgehalten hat, überquert und dann von dieser Sperre nicht mehr aufgehalten wird. Doppelexplosionen in diesem Sinne können als ausgeschlossen gelten. Das besagt natürlich nicht, daß z.B. im Falle eines Brandes, bei dem ein ständiges Initial gegeben ist, nach größeren Zeitabständen, nachdem die Wetterführung für die Zuführung von neuem Sauerstoff gesorgt hat, eine zweite Explosion in einem Grubenbau, der vor einiger Zeit von einer Explosion berührt worden ist, stattfinden kann. Der Zeitabstand zwischen derartigen Explosionen muß aber immer in der Größenordnung liegen, daß eine ausreichende Spülung des Grubengebäudes durch den Wetterstrom erfolgen konnte, d.h. er muß wenigstens einige Minuten betragen.

3.14 EXPLOSIONEN IN STARK GENEIGTEN STRECKEN

3.141 Einführung

Über die Notwendigkeit zur Durchführung von Explosionsversuchen in stark geneigten Strecken wurde bereits in der Einleitung das Wesentliche gesagt. Es ist jedoch klar, daß die Anwendung von Sperren in geneigten Strecken bei dem derzeitigen Stand der Technik auf eine geringe Zahl von Betriebspunkten beschränkt ist. Zunächst besteht ein Bedürfnis hierfür nur in den Förder- und Wetterbergen beim schwebenden Abbau von steil gelagerten Flözen, z.B. in der Warndtschachtanlage des Saarlandes. Allerdings werden auch auf anderen Schachtanlagen in zunehmendem Maße tonnlägige Schächte zur Aufschließung von neuen Sohlen verwendet. In solchen Grubenbauen, die meistens Neigungen um 15° aufweisen, ist es durchaus nicht sicher, ob normale Sperren ausreichend wirksam sind.

Das Problem ist daher nicht extrem dringend, jedoch sollten Möglichkeiten zur Durchführung von Explosionen mit Sperren in geneigten Strecken jeweils ausgenutzt werden.

3.142 Versuche auf Hagenbeck

Eine derartige Möglichkeit bot sich in dem Aufhauen zwischen der 10. und 11. Sohle im Flöz Geitling auf der Schachtanlage Hagenbeck. Daher wurde im Anschluß an die beiden auf der 11. Sohle durchgeführten Versuchsreihen eine Versuchsreihe mit Explosionen in diesem Aufhauen durchgeführt. Da die 11. Sohle inzwischen ausgeraubt worden war und sich langsam mit Wasser füllte, war es nur nötig, zur Sicherung gegenüber dem übrigen Grubengebäude auf der 10. Sohle in der Flözstrecke Geitling einen Gipsdamm zu errichten. Das Einfallen des Flözes beträgt etwa 60°, das Aufhauen war schräg gestellt, so daß Böschung und Kohlenstoß eine Neigung von etwa 50° hatten. Bei einer Flözmächtigkeit von durchschnittlich 1,15 m war das Aufhauen über 4 Felder offen und hatte eine Breite von 4,6 m. Es war mit hölzernen Stempeln und Schalholzkappen so ausgebaut, daß die Schalhölzer senkrecht zum Kohlenstoß standen. Etwa 40 m unter der 10. Sohle wurde eine Störung durchfahren, in welcher sich der freie Querschnitt streckenweise auf etwa 3 m² verringerte.

Die Explosionen wurden etwa in der Mitte des Aufhauens zwischen der 10. und 11. Sohle durch eine Schlagwetterabflämmung gezündet. Sie sollten gleichzeitig bergauf und bergab laufen. Jeweils etwa 40 m unter und über dem Zündpunkt war eine Wassertrogsperrre mit einer Löschmittelmenge von 200 kg je m² ange-

bracht. Die Sperren bestanden aus je 14 Polyäthylentrogen mit 80 l Inhalt, die an je 4 Kunststoffäden aufgehängt worden waren.

Zum Anlauf der Explosion befanden sich unterhalb sowie überhalb der Gasansammlung Kohlenstaubhorden, ebenfalls war in der Störung Kohlenstaub auf Horden angeordnet. Im übrigen wurde Kohlenstaub in dem Aufhauen frei ausgestreut. Da der Kohlenstaub in Geitling nicht als explosionsgefährlich gilt, wurde für die Versuche der sogenannte „Derner-Normalstaub“ aus Floz Johann eingebracht.

Das Gas wurde bei den ersten Versuchen in Plastikzelte eingeleitet, die so gut wie möglich an den Stempeln abgedichtet worden waren. Die Dichtigkeit war jedoch nicht ausreichend, so daß infolge der steilen Lagerung und des Auftriebes das Gas weitgehend entwich und bei 2 Versuchen trotz erhöhter Gasmenge keine Zündung erreicht wurde. Daraufhin wurden für einen 3. Versuch verschweißte und verklebte Polyäthylenschläuche verwendet, die sich als ausreichend dicht erwiesen und das Gas bis zur Zündung, die etwa 35 min nach dem Einlassen erfolgte, nicht entweichen ließen. Es wurden 3 m³ CH₄ durch Schießbaumwolle und Brückenzünder gezündet und im Strebraum insgesamt 450 g Kohlenstaub je m³ ausgestreut. Dadurch entwickelte sich eine relativ milde Kohlenstaubexplosion die auf der 10. Sohle einen Überdruck von 0,2 bar ¹⁾ erzeugte. Die Explosionsflamme wurde sowohl strebauf als auch strebabwärts von den Sperren aufgehalten.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß sich Sperren mit Wassertrögen aus schwer zerstörbarem und schwer entflammbarem Polyäthylen, die an Kunststoffäden aufgehängt waren, bei einer milden Explosion in einem steilen Überhauen gut bewährt haben. Weitere Versuche mit ähnlichen Anordnungen sollen durchgeführt werden, sobald sich hierfür Möglichkeiten bieten.

3.2 Entwicklung und Erprobung von „aufgeteilten“ Sperren

3.21 DEFINITION UND ALLGEMEINE ÜBERLEGUNGEN

Wassertrog- oder Gesteinstaubsperrern werden bisher allgemein in Form von konzentrierten Sperren verwendet, d.h. vorschriftsmäßige Mengen des Löschmittels werden auf einer relativ kurzen Streckenlänge im Grubengebäude konzentriert (in der Bundesrepublik 400 kg Gesteinstaub oder 200 l Wasser je m² Streckenquerschnitt). Es hatte zeitweilig die Auffassung bestanden, daß die Konzentration des Löschmittels so hoch wie nur möglich sein müsse. Allmählich hatte sich jedoch die Erkenntnis durchgesetzt, daß eine Sperre auch eine gewisse räumliche Ausdehnung haben muß, um ihre optimale Wirksamkeit zu entwickeln. Auch eine sehr hohe Löschmittelkonzentration ist im allgemeinen nicht in der Lage, die Flamme auf einer sehr kurzen Strecke abzulöschen, weil eine völlig homogene Verteilung des Löschmittels in der Praxis nie garantiert werden kann. Daraus resultierte die Auffassung, daß eine hohe Löschmittelkonzentration über ein langes Streckenstück aufrechterhalten werden müsse.

Allerdings hatte schon F.W. Mayer durch Versuche in dem Explosionsstollen bei Brüx in Böhmen in den Jahren 1938-40 gezeigt, daß man Explosionen auch durch sehr weit auseinandergezogene einzelne Gesteinstaub- und Wassertrog Bühnen ablöschen kann. Diese Versuche fanden jedoch nur verhältnismäßig geringe Beachtung und wurden, da sie in einem Stollen von nur 2,5 m² Querschnitt durchgeführt worden waren, nicht als repräsentativ für die Verhältnisse im westeuropäischen Steinkohlenbergbau angesehen.

Die Versuchserfahrung der letzten Jahre hat jedoch gezeigt, daß die konzentrierten Wassertrog- und Gesteinstaubsperrern nicht in der Lage sind, jede Explosion aufzuhalten. Entwickelt eine Explosion z.B. im Anfangsstadium eine geringe Geschwindigkeit und sehr schwachen Druck, so kann sie eine Sperre durchlaufen, ohne daß das Löschmaterial genügend zur Wirkung kommt. Sobald andererseits Explosionen ein gewisses Maß an Heftigkeit überschreiten, was nach einer Anlaufflänge von etwa 150-200 m der Fall sein kann, entsteht die Gefahr, daß sie von den üblichen Sperren nicht mehr gestoppt werden. Das bedeutet aber, daß ein System von konzentrierten Sperren, selbst wenn diese in Abständen von nur 200 m angeordnet werden, wie es im westdeutschen Steinkohlenbergbau vorgeschrieben ist, keine absolute Sicherheit gegen jede an irgendeinem Punkt des Grubengebäudes entstehende Explosion bietet.

Es ist deshalb notwendig, zusätzliche Maßnahmen zur Bekämpfung des sedimentierten Staubes zu ergreifen, damit die Explosion im Bereich zwischen den Sperren nicht auf eine übermäßige Stärke anwachsen kann.

¹⁾ 1 bar = 100 kN/m² = 1,01972 kp/cm².

Alle bisher entwickelten Verfahren zur Bekämpfung des sedimentierten Staubes sind jedoch nicht ohne Probleme und bei einem hohen Staubanfall, wie er in den modernen konzentrierten Betrieben auftritt, nur unter großen Schwierigkeiten anwendbar. Auf der Suche nach der Verbesserung des Explosionsschutzes ist die Versuchsgrube der Frage der „aufgeteilten“ Sperren nachgegangen. Hierbei wird das Loschmittel (Gesteinstaub oder Wasser) nicht konzentriert angeordnet, sondern in relativ kleinen Mengen auf viele Punkte im Grubengebäude verteilt, d.h. der Abstand der einzelnen Staubbühnen oder Wassertrogzeilen ist relativ groß.

Für die praktische Anwendung ist daran gedacht, in den besonders gefährdeten Grubenbauen, z.B. in den Abbaustrecken, auf deren gesamte Erstreckung derartige Sperren einzubringen. Der zunächst für diese neue Art von Sperren gewählte Ausdruck „endlose“ Sperren ist jedoch trotzdem nicht zutreffend, da sie sich nicht durch das ganze Grubengebäude erstrecken sollen, sondern in einiger Entfernung vom Übergang Streb/Strecke bzw. am Ansatzpunkt der Ausbaustrecke ein Ende haben werden. Auch Hauptstrecken wird man voraussichtlich nicht lückenlos mit solchen Sperren ausstatten wollen, sondern im wesentlichen die Bereiche größerer Gefährdung, Streckenabzweigungen usw. damit sichern.

3.22 ERSTE VERSUCHE AUF KAISERSTUHL

Die ersten Versuche mit Sperren, bei denen die Trogzeilen bzw. Bühnen weiter als üblich auseinandergezogen waren, fanden auf der Schachanlage Kaiserstuhl statt (vergl. Tabelle III). In der dort vorliegenden Strecke von rund 14 m² Querschnitt wurde der Bühnenabstand zunächst auf 5,6 m und später auf 10 m vergrößert. Das ergab Löschmittelkonzentrationen von 3,1 l bis 1,7 l/m³ Streckenraum bei Wassertrogsperrern und von 3,8 kg/m³ bei Gesteinstaubsperrern. Die Konzentration kann in diesem Falle nicht mehr auf den Querschnitt der Strecke, sondern muß auf den gesamten von Bühnen oder Trogreihen erfüllten Raum bezogen werden.

Es zeigte sich, daß diese Sperren eine sehr gute Wirksamkeit hatten. Während konzentrierte Sperren bei den Versuchen gelegentlich versagt hatten, hielten die aufgeteilten Wassertrogsperrern fast ausnahmslos die Explosion auf. Bei den aufgeteilten Gesteinstaubsperrern war die Wirkung gegen die Explosion nicht ganz so gut. Hier erlosch zwar bei einem Versuch die Explosionsflamme am Beginn der Sperrzone; es hatte jedoch den Anschein, als ob sich eine eigentliche Explosion gar nicht entwickelt hätte und die Kohlenstaubabflämmung auch ohne Sperre zum Erliegen gekommen wäre. Beim zweiten Versuch mit Gesteinstaubsperrern ging die Flamme über das Ende der Sperrzone hinaus, wenn auch eine gewisse Wirkung der Sperre noch zu erkennen war.

An dieser Stelle muß eine allgemeine Bemerkung über die Problematik der Versuche mit aufgeteilten Sperren eingefügt werden, die zum besseren Verständnis der nachfolgenden Versuche erforderlich erscheint: Während es beim Einsatz der aufgeteilten Sperren in der Praxis vorgesehen ist, sie über einen gewissen Teil des Grubengebäudes auszudehnen, d.h. ihnen eine Länge von mehreren 100 m zu geben, kann bei Versuchsexplosionen aus technischen und finanziellen Gründen stets nur eine kürzere Sperrzone erprobt werden. Es ist daher bei einigen Versuchsexplosionen der Fall eingetreten, daß die Flamme das Sperrrende erreicht hat und sich gelegentlich auch in dem am hinteren Ende der Sperrzone ausgestreuten Kohlenstaub wieder verstärkt und kräftig ausgebreitet hat. Auch bei diesen Versuchen, die als negativ gewertet werden mußten, wurde aber fast immer im Bereich der Sperre eine Verminderung der Flammenintensität und Geschwindigkeit festgestellt, so daß mit sehr großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann, daß auch in diesen Fällen die Sperre die Explosion abgelöscht hätte, wenn einige Trogzeilen mehr für diese betreffenden Versuche eingebracht worden wären.

Die Ergebnisse der Versuche auf der Schachanlage Kaiserstuhl waren jedenfalls im ganzen gesehen so ermutigend, daß sie Veranlassung gaben, eine größere Versuchsreihe mit aufgeteilten Wassertrog- und Gesteinstaubsperrern durchzuführen.

3.23 VERSUCHE MIT AUFGETEILTEN SPERREN UNTER VERSCHIEDENEN BEDINGUNGEN

Da es sich bei den aufgeteilten Sperren nicht nur um ein neues Baumuster von Sperren, sondern um eine grundsätzlich neue Anordnung handelt, war es klar, daß eine große Zahl von Versuchen unter den verschiedenartigsten Bedingungen erforderlich sein würde, um ein willkürlich überzeugendes Bild von der Brauchbarkeit dieser neuen Maßnahme zum Explosionsschutz zu gewinnen.

3.231 Explosionen im Anfangsstadium

Auf Grund der Tatsache, daß sich die aufgeteilten Sperren durch die ganze zu schützende Grubenstrecke hinziehen sollen, werden sie unter praktischen Bedingungen in den meisten Fällen von einer Explosion im Anfangsstadium getroffen werden.

Es ist schon seit längerem bekannt, daß die herkömmlichen Sperren, deren Wirksamkeit darauf beruht, daß durch den Winddruck der Explosion das Löschmittel geworfen und verteilt wird, nur dann wirken, wenn dieser Winddruck eine gewisse Größe übersteigt. Gegen anlaufende Explosionen mit noch sehr kleiner Kraft wirken die herkömmlichen Sperren nicht. Der große Vorteil der aufgeteilten Sperren ist darin zu sehen, daß zwar im allgemeinen die ersten Bühnen bzw. Trogzeilen der Sperre, die unmittelbar am Entstehungspunkt der Explosion liegen, keine oder nur eine geringe Wirkung ausüben werden, daß aber die sich in ihrem weiteren Verlauf zu größerer Heftigkeit entwickelnde Explosion dort, wo sie gerade stark genug ist, um die Bühnen bzw. Trogzeilen mit genügender Kraft zu werfen, auf jeden Fall auch Bühnen oder Trogzeilen vorfindet und daher in dem Stadium ihrer Entwicklung abgelöscht wird, in dem sie am empfindlichsten auf eine Sperre reagiert.

In den meisten Versuchen wurden aufgeteilte Sperren daher bei Explosionen im Stadium der Entstehung erprobt, d.h. die Explosion wurde in unmittelbarer Nähe der ersten Trogzeilen der aufgeteilten Sperre initiiert. Bei diesen Versuchen wurde Wert darauf gelegt, ein möglichst schwaches Initial zu verwenden, um die Bedingungen zu verschärfen; denn es kann als sicher gelten und hat sich auch bei den späteren Versuchen voll bestätigt, daß die Sperren bis zu einer gewissen Grenze der Explosionsheftigkeit um so sicherer und schneller wirken, je kräftiger das Initial und der Anlauf sind. Bei dem verwendeten milden Initial ist es gelegentlich vorgekommen, daß die Explosion ohne deutlich sichtbare mechanische Wirkung und Sperrenbetätigung erlosch. In diesen Fällen konnte nicht einwandfrei nachgewiesen werden, ob das Erlöschen der Explosion auf die Wirkung der Sperre zurückzuführen war oder auf das zu schwache Initial.

3.2311 Versuche auf Tremonia (8 m²)

Der größte Teil der Versuchsexplosionen erfolgte auf Tremonia in einer Strecke von 8 m² Querschnitt und 265 m Länge (Tabelle VIII). Um die Explosionen möglichst mild einzuleiten, wurden sie im allgemeinen durch die Abflammung einer CH₄-Firstenschicht gezündet. In einigen Fällen wurde ein mageres CH₄-Luftgemisch verwendet. In einer Versuchsreihe wurden bewußt das Initial und die sonstigen Bedingungen, z.B. die Menge des ausgestreuten Kohlenstaubes, verändert, um nachzuweisen, ob diese Parameter Einfluß auf die Wirksamkeit der Sperre hatten.

Um eine weitere Milderung der Explosionsheftigkeit zu erzielen und aus Gründen der Allgemeingültigkeit, wurden die Explosionen nicht im Streckenort gezündet, sondern in der freien Strecke etwa 30 m vom Streckenort entfernt. An Kohlenstaub wurde im allgemeinen eine Menge von 500 g/m³ im Anlaufbereich der Explosion, d.h. auf den ersten 30 m, und in der weiteren Strecke eine Streuung von 300 g/m³ verwendet. Außerdem wurde in bestimmten Bereichen eine Inertisierung durch Gesteinstaub angewandt. Dieses hatte nicht den Zweck, die Wirksamkeit der Sperre zu unterstützen, sondern im Gegenteil sollte hierdurch die Explosion verlangsamt werden, was eine Erschwerung für die Sperre bedeutete.

Die Versuche wurden zum überwiegenden Teil mit Wassertrogsperrn durchgeführt, da diese Sperrenform im westdeutschen Steinkohlenbergbau bereits die vorherrschende Sperrenform ist. Gelegentlich wurden jedoch auch Vergleichsversuche mit Gesteinstaubsperrn angestellt.

3.23111 Loschmittelmenge

Von grundlegender Bedeutung für die Entwicklung des Verfahrens der aufgeteilten Sperren ist die Bestimmung der Löschmittelkonzentration, die zur Bekämpfung der Kohlenstaubexplosionen noch ausreichend ist. Es wäre theoretisch möglich, Bühnen bzw. Wassertrogzeilen in dem für konzentrierte Sperren üblichen Abstand im ganzen Grubengebäude anzubringen und dadurch selbstverständlich einen sehr weitgehenden Explosionsschutz zu erreichen. Dieses Verfahren, das eine sehr große Anzahl von Trogzeilen und gewaltige Mengen an Loschmaterial verlangen würde, wäre aber vom wirtschaftlichen Standpunkt völlig untragbar. Wenn aufgeteilte Sperren wegen sicherheitlicher Vorteile in die praktischen Betriebe eingeführt werden sollten, so wäre es wünschenswert, daß sie mit einem gleichen oder geringeren Material- und Arbeitsaufwand errichtet werden könnten als die herkömmlichen Sperren.

Die erste Versuchsreihe von 18 Versuchen (Tabelle VIII/1) diente deshalb dazu festzustellen, wie weit die Löschmittelkonzentration verringert werden kann, ohne die Wirksamkeit der Sperre zu beeinträchtigen. Die Menge von 1,7 kg/m³ Streckenraum, die sich bei den Versuchen auf Kaiserstuhl bereits bewährt hatte, konnte hierfür als Ausgangswert genommen werden. Die Versuche fanden einheitlich mit Trogzeilen nach Bauart 1 statt. Die Tröge sind hierbei bekanntlich in feste Rahmen eingehängt. Die Wassermenge wurde schrittweise von 2,0 l/m³ über 1 l/m³ und 0,66 l/m³ bis auf 0,5 l/m³ verringert. Mit diesem letzten Wert wurde zwar die untere Grenze noch nicht erreicht, denn auch mit 0,5 l/m³ wirkten die aufgeteilten Sperrern noch sehr gut; es wurde aber darauf verzichtet, einen absoluten Mindestwert festzustellen, weil die Versuche mit besonderen Bauformen und verschiedenartiger Anordnung der Wassertröge zunächst wichtiger erschienen.

3.23112 Verschiedene Bauformen

3.231121 Trogzeilen nach Bauart 2

Bei den weiteren Untersuchungen wurden die beiden im westdeutschen Steinkohlenbergbau eingeführten Bauformen der Sperre mit aufgestellten und eingehängten Trögen miteinander verglichen. Es wurde mit 10 Versuchen noch einmal die gleiche Versuchsreihe wie im vorigen Abschnitt, aber unter Verwendung von Trogzeilen der Bauart 2 und mit von 2,0 auf 0,5 l/m³ abnehmender Wasserkonzentration durchgeführt (Tabelle VIII/2). Es zeigte sich, daß die beiden Bauarten im wesentlichen gleichwertig waren und auch bei der Bauart 2 eine Wassermenge von 0,5 l/m³ noch zur Ablöschung der Explosion ausreichte.

Die Verringerung der Wassermenge wurde in beiden Versuchsreihen sowohl dadurch erreicht, daß die Wassermenge je Trogzeile verkleinert wurde, als auch durch eine Vergrößerung des Abstandes der einzelnen Trogzeilen. Die Wassermenge je Trogzeile wurde hierbei bis auf 10 l/m² Streckenquerschnitt verringert und der Trogzeilenabstand bis auf 30 m vergrößert. Bei diesen Versuchen wurde zunächst das Löschmittel symmetrisch in dem Streckenquerschnitt angeordnet, weil diese Anordnung die beste Wirksamkeit der Wassertrögsperrern erwarten ließ.

3.231122 Trogzeilen mit unsymmetrischer Anordnung

Analog zu den Überlegungen, die zu den Versuchen mit konzentrierten Sperrern unsymmetrischer Bauart (vgl. 3.112) geführt hatten, gilt aber auch für die aufgeteilten Sperrern, daß in der Praxis häufig nicht die ganze Streckenbreite für den Einbau von Trogzeilen bzw. Gesteinstaubbühnen zur Verfügung steht. Oft beschränken Rohrleitungen, Einschienenhängebahnen oder andere Streckeneinbauten die Anbringungsmöglichkeiten von Sperrern. Es war deshalb von großer Bedeutung festzustellen, ob die aufgeteilten Sperrern auch dann noch wirksam sind, wenn die einzelnen Trogzeilen bzw. Bühnen nicht die ganze Streckenbreite erfüllen. Daher wurden insbesondere mit der geringsten Wasserkonzentration von 0,5 l/m³ 6 Versuche durchgeführt, bei denen die Trogzeilen jeweils nur die halbe Streckenbreite erfüllten (Tabelle VIII/3). Eine Streckenhälfte blieb bei diesen Versuchen völlig von Löschmitteln frei. Auch unter diesen als extrem anzusehenden Bedingungen bewährten sich die aufgeteilten Sperrern mit einer Wasserkonzentration von 0,5 l/m³ einwandfrei.

3.231123 Versuche mit kleinen Trögen

Bei allen bisherigen Versuchen wurden Wassertröge von 80 l Inhalt, wie sie für den westdeutschen Steinkohlenbergbau genormt sind, verwendet. Diese Tröge haben sich in den meisten praktischen Fällen bewährt und als zweckmäßig erwiesen. Es sind jedoch auch Verhältnisse denkbar, bei denen kleinere Tröge sich besser dem Streckenquerschnitt anpassen und daher einen vorteilhafteren Aufbau einer Sperre ergeben würden. Aus diesem Grunde wurden auch im ganzen 13 Versuche mit Trögen durchgeführt, die nur 40 l Wasserinhalt hatten (Tabelle VIII/4). Diese kleinen Tröge sind besonders dafür geeignet, am Streckenumfang angebracht zu werden. Während es nach herkömmlicher Anschauung unbedingt erforderlich ist, ein Löschmittel im freien Streckenquerschnitt der Explosion auszusetzen, haben sich bei früheren Versuchen konzentrierte Wassertrögsperrern, bei denen die Tröge nicht im freien Streckenquerschnitt, sondern in der Nähe der Stöße und zum Teil zwischen den Ausbaubögen angebracht worden waren, auch gut bewährt. Es war zu prüfen, ob dieses Bauprinzip für aufgeteilte Sperrern ebenfalls anwendbar ist. Von den 8 Versuchen, die mit dieser Anordnung der kleinen Tröge durchgeführt wurden, versagte bei 3 Versuchen die Sperre und löschte die Explosionsflamme nicht aus. Bei einem weiteren Versuch ist das Ergebnis fraglich, weil sich nur eine Ablämmung bildete, die möglicherweise auch ohne Vorhandensein einer Sperre zum

Erlöschen gekommen wäre. Damit traten bei Verwendung von Trögen am Streckenumfang erheblich mehr Versager auf als bei den übrigen Anordnungen von aufgeteilten Wassertrogsperrern

Um zu untersuchen, ob dieses Ergebnis auf die Verwendung von kleinen Trögen oder auf die spezielle Anordnung am Streckenumfang zurückzuführen ist, wurden 5 weitere Versuche durchgeführt, bei denen die kleinen Tröge normal auf Trogträger im freien Streckenquerschnitt aufgestellt wurden. Auch bei diesen 5 Versuchen ergab sich zwar ein Versager, dieser könnte jedoch auch auf andere Umstände zurückzuführen sein, wie auch bei der Verwendung von anderen aufgeteilten Sperrern ja gelegentlich Versager auftraten. Bei den übrigen 4 Versuchen löschte die Sperre aus kleinen Trögen mit einer Wasserkonzentration von 1,0 bzw. 0,5 l/m³ die Explosionsflamme einwandfrei ab.

Es ist also anzunehmen, daß auch die kleinen Tröge grundsätzlich für Sperrern brauchbar sind. Die Anordnung der Tröge am Stoß ist jedoch offenbar nicht ebenso wirksam wie die Anordnung der Tröge im freien Streckenquerschnitt und sollte daher nach Möglichkeit vermieden werden.

3.231124 Versuche mit aufgehängten Trögen

Da die Bauform der Wassertrog Sperre mit aufgehängten Trögen, wie sie sich für die Anwendung in stark geneigten Strecken (vgl. 3.14) als geeignet gezeigt hat, u.U. betriebliche Vorteile gegenüber den anderen Bauarten haben könnte, wurden auch aufgeteilte Sperrern mit dieser Bauform erprobt (Tabelle VIII/5). Bei früheren Versuchen mit konzentrierten Sperrern mit aufgehängten Trögen hatte sich kein wesentlicher Unterschied in der Wirkung gegenüber aufgestellten und eingehängten Trögen ergeben (vgl. Vers. Nr. 323, Tabelle V).

Bei zwei Versuchen versagte die Sperre, ebenso wie eine in dieser Art aufgebaute Sperre auch schon bei den Versuchen auf der Schachanlage Kaiserstuhl versagt hatte. Die Sperrernbauart mit aufgehängten Trögen ist daher offenbar für die Verwendung als aufgeteilte Wassertrog Sperre nicht geeignet.

3.23113 Verschiedenartiges Initial

Bei den im letzten Abschnitt genannten Versuchen wurde die Explosion nicht durch die Abflammung einer Schlagwetteransammlung, sondern durch einen Mörserschuß initiiert. Diese Veränderung erfolgte im Rahmen einer Reihe von 8 Versuchen, bei denen geprüft werden sollte, ob bei Explosionen im Anfangsstadium das Initial einen Einfluß auf die Wirksamkeit einer aufgeteilten Sperre hat (Tabelle VIII/6). Zu diesem Zweck wurde von dem sonst benutzten Initial, einer CH₄-Ansammlung vom 30.-36. Streckenmeter, abgegangen. Bei 2 Versuchen wurde die CH₄-Ansammlung vergrößert und insbesondere die CH₄-Menge auf 30 m³ erhöht. Hierdurch wurde keine Änderung im Explosionsverlauf und auch keine Änderung in der Wirksamkeit der Sperre festgestellt.

Bei weiteren 6 Versuchen wurden reine Kohlenstaubexplosionen durchgeführt, die durch einen Schuß aus dem Mörser gezündet wurden. Bei diesen Versuchen wurde die Kohlenstaubkonzentration in der Strecke schrittweise bis auf 750 g/m³ Staub erhöht, wozu noch der jeweilige Reststaub der vorhergehenden Explosion kam. Durch diese Maßnahme sollte eine sehr stark verstaubte Abbaustrecke nachgeahmt werden. Auch durch die Erhöhung der Kohlenstaubkonzentration wurde der Explosionsverlauf nicht geändert, und die Sperrern der Bauart 1 blieben nach wie vor einwandfrei wirksam. Für alle diese Versuche wurden Sperrern mit einer Wasserkonzentration von 1 l/m³ verwendet.

3.23114 Gesteinstaubbühnen

Schließlich wurden 3 Versuche mit aufgeteilten Gesteinstaubsperrern durchgeführt (Tabelle VIII/7). Von diesen waren 2 Sperrern mit einer Staubkonzentration von 1,31 kg/m³ und einem Bühnenabstand von 20 m erfolgreich, während eine dritte Sperre in der gleichen Anordnung die Explosion nicht aufhalten konnte. Bei rein formaler Berechnung ergibt sich daraus ein wesentlich ungünstigeres Verhältnis der negativen zu den positiven Versuchen für Gesteinstaubsperrern als für Wassertrogsperrern. Jedoch ist die Zahl von 3 Versuchen zu gering, um eine statistische Auswertung vorzunehmen, so daß noch kein abschließendes Urteil über die Brauchbarkeit von Gesteinstaubsperrern als aufgeteilte Sperrern abgegeben werden kann.

3.2312 Versuche auf Scholven (15 m²)

Wenn auch die aufgeteilten Sperrern im wesentlichen für Abbaustrecken geeignet erscheinen und daher meistens in Strecken mit relativ geringem Querschnitt Anwendung finden dürften, so

war es doch für die Allgemeingültigkeit der Versuche von großem Interesse, aufgeteilte Sperren auch in einer Strecke mit größerem Querschnitt zu erproben. Entsprechende Versuche fanden auf der Schachanlage Scholven in einem Schachtumtrieb von etwa 550 m Länge und 15 m² Querschnitt statt. Der Umtrieb war nicht völlig gerade, hatte jedoch zwei gerade Stücke von je etwa 200 m Länge, die durch eine Abknickung von ungefähr 30° miteinander verbunden waren. Die Explosionen wurden beim 200. m in diesem Knickpunkt gezündet und liefen nach beiden Richtungen in den geraden Streckenstücken auseinander; dort wurden auch die aufgeteilten Sperren angeordnet. Versuchsanlage und Ergebnisse sind aus der Tabelle IX zu ersehen. Es wurden reine Kohlenstaubexplosionen durchgeführt, weil die Initiierung durch Mörserschuß in der großen Strecke mit nicht völlig zu unterbindender Wetterbewegung wesentlich einfacher war als die Einleitung der Explosion mit Schlagwettern.

Die Explosion wurde bei diesen Versuchen praktisch innerhalb der aufgeteilten Sperre gezündet, wobei aus Zweckmäßigkeitsgründen die beiden Trogzeilen in unmittelbarer Nähe des Initials, nämlich beim 190. und 210. Streckenmeter, fortgelassen worden waren. Da auch schon die Trogzeilen beim 170. und 230. m bei keinem der Versuche so ansprachen, daß mit einer Wasserverteilung bzw. einer Löschwirkung hätte gerechnet werden können, erscheint dieses Vorgehen gerechtfertigt. Die Trogzeilen beim 190. und 210. m, also in 10 m Entfernung vom Initial, hätten möglicherweise die Entstehung einer Explosion überhaupt verhindert, weil sie wahrscheinlich durch die Wirkung der Sprengstoffladungen des Initials geworfen worden wären. Damit wäre aber dem Versuchsziel in keiner Weise gedient gewesen, so daß es sinnvoll und richtig war, den Explosionen eine gewisse Anlauflänge zu geben.

In der großen Strecke wurden praktisch die gleichen Versuche wiederholt, die bereits in der 8-m²-Strecke durchgeführt worden waren. Es wurden Sperren mit etwa 2.0, 1.0, 0.8 und 0.5 l/m³ erprobt, wobei sowohl die Bauart 1 mit eingehängten als auch die Bauart 2 mit aufgestellten Trögen verwendet wurden. Ebenfalls wurden in dieser Versuchsreihe extrem unsymmetrische Anordnungen des Löschmittels angewandt, bei denen die eine Streckenhälfte völlig von Löschmitteln frei war. Die aufgeteilten Sperren waren bei allen Versuchen wirksam und verhinderten eine Ausbreitung der Explosion.

Da die Explosionsflamme bei einigen Versuchen das Ende der Sperrenzone erreichte und in manchen Fällen sogar über die Staubstreuung noch etwas hinausging, war nicht sofort klar, ob die Sperren tatsächlich gewirkt hatten. Die größere Flammenausdehnung wurde stets bei der Sperre beobachtet, die in Richtung Schacht lag, d.h. in der Richtung, in welcher die Explosion die leichtere Expansionsmöglichkeit hatte. Nach der anderen Richtung war das Grubengebäude weitgehend abgeschlossen. Es standen zwar relativ große Volumina zur Verfügung, jedoch erfolgte an den in dieser Richtung vorhandenen Streckenabschlüssen eine Reflexion des Explosionsstoßes, die sich in den Diagrammen der Explosionen deutlich bemerkbar machte. Diese Reflexion hatte zur Folge, daß die Explosionsflamme, welche in manchen Versuchen zu dem Zeitpunkt des Eintreffens dieses Rückstoßes noch nicht erloschen war, erneut in Richtung Schacht beschleunigt wurde und dadurch über den Punkt hinausging, den sie bei völlig ungestörter Entfaltung der Explosion erreicht hätte. Um diese theoretische Erkenntnis zu untermauern, wurde zum Abschluß der Versuchsreihe ein Leerversuch durchgeführt. Hierbei wurde die Explosion in der gleichen Weise angelegt und gezündet wie bei den vorhergegangenen Versuchen mit Sperren, nur wurden keine aufgeteilten Sperren eingebaut. Dadurch wurde die Explosion sehr viel heftiger und ausgedehnter, als sie bei allen Versuchen mit Sperren gewesen war. Auf diese Weise konnte die Wirkung der Sperren bei den vorangegangenen Versuchen eindeutig nachgewiesen werden.

3.232 Explosionen mit 60 m Anlauf

Bei den bisher geschilderten Versuchen wurden sehr milde Explosionen durchgeführt, weil die aufgeteilten Sperren gegen solche Explosionen im Anfangsstadium eine besonders gute Wirkung versprochen. Außerdem war aus früheren Versuchen bekannt, daß gerade milde Explosionen relativ schwer von Sperren konventioneller Bauart aufzuhalten sind. Die Wirksamkeit der aufgeteilten Sperren wurde aber auch bei kräftigeren Explosionen untersucht. Die Stärke der Explosion kann einmal durch die Anlauflänge, zum andern durch die Art der Einleitung beeinflusst werden.

Auf Tremonia wurden heftigere Explosionen angelegt, indem sie durch die Explosion eines CH₄-Luftgemisches in der Nähe des Streckenortes initiiert wurden (Tabelle X). Die Schlagwetter selbst wurden durch einen Schuß mit 250 g Sprengpulver gezündet, wodurch erfahrungsgemäß eine Steigerung der Explosionsheftigkeit gegenüber der milden Zündung mit Schießbaumwolle hervorgerufen wird.

Durch das kräftige Initial und einen Anlauf von 60 m wurde erreicht, daß die Explosionen einen Überdruck von mehr als 2 bar und Geschwindigkeiten von einigen 100 m/s erreichten. Sie lagen damit etwa um den Faktor 3 über den milden Explosionen der früheren Versuche. Bei 9 Versuchen wurden stichprobenartig die verschiedenen Baumuster von Wassertrogsperrern mit Konzentrationen zwischen 1 und 0,5 l/m³ Wasser mit und ohne Lücke erprobt. Alle diese Versuche hatten ein positives Ergebnis, d.h. die Explosionsflamme wurde im Bereich der Sperre aufgehalten.

Bei einem Versuch wurden an Stelle der sonst verwendeten PVC-Tröge solche aus Styropor benutzt. Die Tröge wurden extrem unsymmetrisch, d.h. in einer Streckenhälfte, aufgebaut. Die Trogräger gingen im Gegensatz zu früheren Versuchen nicht von Stoß zu Stoß, sondern waren ebenfalls in Streckenmitte unterbrochen und hier an Drähten aufgehängt. Die Flamme ging bei diesem Versuch bis zum 220. Streckenmeter, also weiter als bei den übrigen Versuchen. Es kann aber auch in diesem Fall eine gewisse Wirksamkeit der Sperre bejaht werden; denn ohne eine Sperre wäre die Explosion erheblich weiter gegangen und hätte vor allem in dem Bereich etwa des 113. Streckenmeters einen wesentlich höheren Druck erzeugt.

Um zu prüfen, ob diese geringere Wirksamkeit in diesem Falle auf die besondere Art der Aufhängung der Trogräger zurückzuführen war, wurde bei einem Versuch mit PVC-Trögen die gleiche Art der Anbringung gewählt. Bei diesem Versuch wurde die Explosion eindeutig im Sperrbereich aufgehalten. Wie spätere Versuche zeigten, wäre es jedoch verfehlt, aus diesem Ergebnis auf eine geringere Wirksamkeit der Styroportröge zu schließen.

Zwei Versuche wurden mit Staubbühnen durchgeführt. Beim ersten Versuch wurden nur 7 Staubbühnen verwendet, und die Wirkung war fraglich, weil die Flamme bis zum 170. Streckenmeter ging. Bei Verwendung von 10 Staubbühnen wurde jedoch eine eindeutige Wirkung der Sperre beobachtet. Allerdings betrug bei diesen Versuchen der Bühnenabstand nur 10 m und die Löschmittelkonzentration 2 kg/m³; sie lag also wesentlich höher als die Wasserkonzentration bei den Wassertrogsperrern.

Die Versuche zeigen, daß aufgeteilte Sperrern auch bei kräftigeren Explosionen einwandfrei wirksam sind.

3.233 Explosionen mit 170 m Anlauf

Auf der Schachtanlage Scholven ergab sich die Möglichkeit, Versuche mit größerem Anlaufweg bis zum Beginn der aufgeteilten Sperre durchzuführen (Tabelle XI). Die Explosionen wurden am Damm beim 0. Streckenmeter, d.h. am Ende des Umtriebes, gezündet. Sie liefen 170 m weit bis zum Beginn der aufgeteilten Sperre. Bei den ersten Versuchen wurde durch eine Inertisierung mit Gesteinstaub im Bereich bis zum Beginn der Sperre dafür gesorgt, daß die Explosion relativ langsam und milde verlief. Bei Fortfall der Inertisierung und alleiniger Verwendung von Kohlenstaub wurden die Explosionen etwas heftiger, erreichten jedoch nicht die Geschwindigkeit, die sie nach 170 m Anlauf in der 8-m²-Strecke auf Tremonia erreicht hätten. Das liegt zum Teil daran, daß sich Explosionen in Strecken größeren Querschnitts ohnehin langsamer und schwächer entwickeln als in kleinen Strecken, zum andern hatte der Schachtumtrieb im Anlaufbereich der Explosion zwei Abzweigungen, die eine gewisse Druckentlastung ermöglichten und damit ebenfalls zur Verlangsamung der Explosion beitrugen.

Unter diesen Bedingungen hielten aufgeteilte Wassertrogsperrern mit Konzentrationen von etwa 1 l/m³ und 0,5 l/m³ – zum Teil in unsymmetrischer Anordnung – die Explosionen auf. Ebenfalls bewährte sich eine Gesteinstaubsperre mit 20 m Bühnenabstand in einer Gesteinstaubkonzentration von 1 kg/m³. Allerdings war hierbei der Staub symmetrisch angeordnet.

Um die gewünschten heftigen Explosionen zu erzeugen, wurden bei den letzten beiden Versuchen Kunstgriffe angewendet. Der Staub wurde bei einem Versuch vom 0. bis zum 50. m und beim letzten Versuch vom 0. bis zum 100. m auf Querhorden gelagert. Durch diese Anordnung wird eine sehr schnelle und gründliche Verteilung des Kohlenstaubes im Streckenraum ermöglicht, so daß erfahrungsgemäß eine Explosion sich sehr gut und schnell entwickeln kann. So wurde dann auch bei dem vorletzten Versuch eine Flammengeschwindigkeit von 285 m/s und bei dem letzten Versuch eine Flammengeschwindigkeit von 400 m/s erreicht. Bemerkenswert ist, daß bei diesen schnellen Explosionen die Flamme schon von der ersten oder von den ersten beiden Trogzeilen der aufgeteilten Sperre abgelöscht wurde. Insbesondere beim letzten Versuch entstanden erhebliche Verwüstungen in der von der Explosion durchlaufenen Strecke.

Diese Versuche zeigen, daß die Wirksamkeit von aufgeteilten Sperrern erhöht wird, wenn sich die Flammengeschwindigkeit der Explosion bis etwa zur Schallgeschwindigkeit steigert. Das Ergebnis ist nicht verwunderlich, da auch konzentrierte Sperrern am besten bei Explosionen mit etwa Schallgeschwindigkeit wirken.

3.234 Explosionen an Streckeneinmündungen

Aufgeteilte Sperren könnten nach den bisherigen Erkenntnissen vorzugsweise für die besonders gefährdeten Abbaustrecken zu empfehlen sein. Am unmittelbaren Übergang Streb/Strecke sind jedoch wegen der dort vorhandenen Geräte und Einbauten Sperren im allgemeinen nicht möglich, und es war daher zu untersuchen, in welcher Entfernung vom Übergang Streb/Strecke die aufgeteilte Sperre beginnen muß, um eine aus dem Streb herausschlagende Explosion wirksam bekämpfen zu können. Ferner werden aufgeteilte Sperren dort zweckmäßig sein, wo in kurzen Streckenabschnitten zwischen zwei Einmündungen der verfügbare Platz nicht für die Anbringung einer konzentrierten Sperre ausreicht. Es wird an solchen Stellen immer noch möglich sein, einzelne Trogzeilen zwischen den Einmündungen anzubringen.

Aus diesen beiden Gründen war es erforderlich, das Verhalten von aufgeteilten Sperren auch in unmittelbarer Nähe bzw. in einiger Entfernung von Streckenabzweigungen zu untersuchen. Die Versuche fanden auf Tremonia an der gleichen Stelle statt, wo bereits die Versuche mit konzentrierten Sperren in der Nähe von Streckenabzweigungen durchgeführt worden waren (Tabelle VI/2).

Die Kohlenstaubexplosionen wurden wieder, wie bei den früher geschilderten Versuchen (Abschnitt 3.122), am Ende des 85 m langen Querschlag durch einen Mörserschuß ausgelöst. Bei den ersten Versuchen wurde die aufgeteilte Sperre so angelegt, daß Trogzeilen sowohl im Querschlag als auch in der Richtstrecke angebracht wurden. Bei diesen Versuchen löschte schon die erste bzw. die zweite Trogzeile im Querschlag die Explosion aus, so daß die Flamme die Abzweigung gar nicht erreichte. Bei einem Versuch wurde die aufgeteilte Sperre so angeordnet, daß die Einmündung im Bereich der Sperre lag. Die Explosion wurde in diesem Falle durch Aufstellung von Querhorden im Querschlag sehr stark beschleunigt, erlosch aber in der Richtstrecke nach beiden Richtungen in der zweiten bzw. dritten Trogzeile.

Die restlichen Versuche wurden derart angelegt, daß die aufgeteilte Wassertrogsperre erst in 60 bzw. 68 m Abstand von der Einmündung des Querschlag begann. Wie bei konzentrierten Sperren erscheint auch bei aufgeteilten Sperren die Anbringung von Trogzeilen im Bereich unmittelbar am Übergang Streb/Strecke nicht möglich. Die Explosionen erfuhren an der Einmündung des Querschlag in die Richtstrecke stets eine sehr erhebliche Beschleunigung der Flammengeschwindigkeit (vgl. Abschnitt 3.122). Eine konzentrierte Sperre in 60 m Abstand von der Einmündung hatte daher die Explosionsflamme nicht aufhalten können. Ebenfalls versagte eine aufgeteilte Sperre mit nur 4 Trogzeilen. Sofern jedoch eine größere Anzahl von Trogzeilen verwendet wurde und die Wasserkonzentration 1 l/m^3 betrug, wurde die Flamme regelmäßig innerhalb der ersten 3-4 Trogzeilen abgelöscht. Bei einem Versuch wurde die Wassermenge auf $0,5 \text{ l/m}^3$ verringert; die Explosionsflamme schlug hier zwar durch die ganze Länge der aufgeteilten Sperre hindurch, erreichte aber die im Hauptquerschlag aufgebaute Sicherheitssperre nicht mehr, so daß auch in diesem Falle von einer Wirkung der aufgeteilten Sperre gesprochen werden kann.

Wenn auch noch weitere Versuche unter Bedingungen, wie sie am Übergang Streb/Strecke vorliegen, erforderlich und geplant sind, so kann doch schon jetzt festgestellt werden, daß aufgeteilte Wassertrogsperren an dieser Stelle des Grubengebäudes eine mindestens ebenso gute, sehr wahrscheinlich sogar eine bessere Wirkung haben als konzentrierte Sperren.

3.24 BEURTEILUNG DER AUFGETEILTEN SPERREN

Explosionsversuche mit aufgeteilten Sperren sind unter sehr verschiedenartigen Bedingungen durchgeführt worden. Es wurden sowohl die Art und Heftigkeit der Explosion als auch die Bauart der Sperre und die Konzentration des Löschmittels in weiten Grenzen variiert. Außerdem wurden verschiedenartige Grubenbaue für die Versuche benutzt.

Bei insgesamt etwa 100 Explosionsversuchen mit aufgeteilten Sperren erreichte nur in Einzelfällen die Flamme das Ende der Sperrzone, und auch bei diesen Versuchen läßt sich stets noch eine Wirkung der Sperre nachweisen. Im allgemeinen wurde die Flamme im Sperrbereich, oft schon nach Durchlaufen weniger Trogzeilen oder Bühnen abgelöscht.

Damit hat die aufgeteilte Sperre eine sehr weitgehende Zuverlässigkeit bewiesen. Unabhängig von weiteren Versuchen, die noch zur Klärung bestimmter Sonderprobleme durchgeführt werden sollen, kann vom Standpunkt des Explosionsschutzes schon jetzt die Einführung der neuen Bauart empfohlen werden. Die deutschen Bergbehörden, die über den Fortgang der Versuchsarbeiten laufend unterrichtet worden sind, haben auch schon in Ausnahmefällen den versuchsweisen Einbau von aufgeteilten Sperren genehmigt. Es wird

also in der nächsten Zeit möglich sein, auch betriebliche Erfahrungen (z.B. über Kosten der Anbringung und Instandhaltung, eventuelle Schwierigkeiten bei Fahrung und Transport in den Strecken usw.) mit den aufgeteilten Sperrern zu sammeln.

3.3 Explosionsverhalten verschiedener Kohlenstäube

3.31 EINFÜHRUNG

Der Anlaß für die ersten Versuche mit verschiedenen Kohlenstäuben war das Explosionsunglück auf der Schachanlage Luisenthal und die im Anschluß daran geäußerte Befürchtung, daß der dort vorhandene Staub mit wesentlich mehr flüchtigen Bestandteilen, als sie der für Explosionsversuche verwendete Derner Normalstaub enthält, möglicherweise ein anderes Explosionsverhalten zeigen könnte. Es wäre dann denkbar, daß Explosionen dieses Staubes von den herkömmlichen Sperrern nicht aufgehalten werden können. Laborversuche mit den verschiedenen Stäuben ließen den Schluß auf recht verschiedenartige Explosionseigenschaften zu. Zur Ergänzung der Versuchsreihe wurden auch Stäube von Eßkohlen-Flözen mit weniger flüchtigen Bestandteilen, als sie der Derner Normalstaub enthält, mit in das Programm einbezogen.

3.32 DIE VERSUCHSREIHEN

Die Versuche fanden in der kleinen Explosionsstrecke der Versuchsgrube Tremonia statt. Sie sind im einzelnen in der Tabelle XII aufgeführt. Mit jedem der untersuchten Stäube wurden 3 Explosionsversuche vorgenommen, bei denen die Staubkonzentration von 100 über 300 auf 600 g je m³ Streckenraum gesteigert wurde. Während bei 100 g/m³ die untere Grenze der Explosionsfähigkeit von Kohlenstäuben zu suchen ist, gelangt man bei 600 g/m³ im allgemeinen in einen Bereich, bei dem bei weiterer Steigerung des Staubangebotes keine Steigerung der Explosionsheftigkeit mehr zu erwarten ist.

Um die Versuche mit einem vertretbaren Aufwand an Mitteln durchzuführen und auch nicht zu heftige Explosionen zu verursachen, wurde die Streuzone auf 50 m begrenzt. Davor lag jeweils eine Anlaufzone, die einschließlich der Schlagwetteransammlung 30 m betrug, so daß insgesamt 80 m der Strecke für die Explosion vorbereitet wurden. Wie zu erwarten war, ging bei fast allen Versuchen die Flamme weit über den Bereich hinaus, der mit Kohlenstaub versehen worden war. Es wurden Flammenreichweiten bis zu 275 m, d.h. bis über das Ende der Explosionsstrecke hinaus verzeichnet. Außer der Flammenreichweite sind in der Tabelle noch der allseitige Druck, der als Durchschnittswert aus der Anzeige einer Reihe von Druckmeßgeräten gewonnen wurde, und die Flammengeschwindigkeit in dem Bereich, in dem diese etwa konstant war, angegeben.

Ferner wurden bei jedem Versuch Schwadenproben genommen, deren Ergebnis ebenfalls in der Tabelle erscheint.

Das Bild der Versuche ist nicht völlig einheitlich; es können jedoch mit gewissen Vorbehalten einige allgemeine Feststellungen gemacht werden. Reichweite der Flamme und Explosionsgeschwindigkeit sowie statischer Druck nehmen fast allgemein mit steigendem Kohlenstaubgehalt zu, wobei die Unterschiede zwischen 300 und 600 g/m³ bei den meisten Kohlenstäuben schwach sind. In Einzelfällen sind aber auch stark erhöhte Drücke bzw. Flammengeschwindigkeiten bei 600 g Staub/m³ ermittelt worden. Die Explosionserscheinungen waren im übrigen bei fast allen Staubsorten ähnlich. Es war kein außergewöhnliches Explosionsverhalten bei den Saarkohlenstäuben festzustellen, das zu der Vermutung Anlaß geben könnte, daß die Sperrern üblicher Bauart bei Explosionen dieser Stäube weniger wirksam wären als bei Explosionen von Derner Normalstaub. Erstaunlicherweise wurden auch von den Eßkohlenstäuben teilweise ziemlich heftige Explosionen erzeugt. Nur der selektiv vermahlene Eßkohlenstaub der Schachanlage Ibbenbüren zeigte eine deutlich verringerte Explosionsneigung, obwohl er in den Konzentrationen von 300 und 600 g/m³ noch eindeutig explosionsfähig war.

Bei der selektiven Vermahlung wurde die Zerkleinerung der Kohle weitgehend den natürlichen Verhältnissen angeglichen; so wurden z.B. keine Mahlkörper verwendet, sondern die Zerkleinerung wurde nur durch den Fall und den gegenseitigen Stoß der Kohlekörper bewirkt. Außerdem wurde der Mahlvorgang abgebrochen, nachdem etwa 10 % des eingegebenen Gutes zu Staub zerkleinert worden war.

3.33 UNGELÖSTE PROBLEME

Das bisherige Ergebnis der Versuche ist noch nicht völlig zufriedenstellend. Es zeigte sich insbesondere, daß es technisch nicht leicht möglich ist, die benötigten Mengen der verschiedenen Stäube in genügender Reinheit zu beschaffen. Die insbesondere bei dem Eßkohlenstaub aus Ibbenbüren aufgetretenen großen Unterschiede der flüchtigen Bestandteile zwischen dem zwangsvermahlenden und dem selektiv-vermahlenden Staub lassen sich nicht allein durch die verschiedenen Mahlvorgänge erklären. Außerdem bedarf es auch näherer Angaben über die Körnung des verwendeten Staubes. Durch Laborversuche ist in der Zwischenzeit festgestellt worden, daß eine globale Körnungsangabe, z.B. von 0 bis 80 μm , wie in der Tabelle verwendet, nicht ausreichend ist. Das Staubkorn im Bereich von 20 μ hat z.B. völlig andere Explosionseigenschaften als Staubkörner im Bereich von 60 bis 80 μ . Daher sollte für jeden Staub eine genaue Korngrößenverteilung bestimmt werden, um aus dieser auf die etwaigen Explosionseigenschaften schließen zu können.

Die bisher durchgeführten Versuche können daher nur als die Einleitung zu weiteren Versuchsreihen aufgefaßt werden, die allgemeine Klarheit über das Explosionsverhalten verschiedener Stäube geben werden. Es ist vorgesehen, in diese Versuchsreihen auch die in ausländischen Versuchsinstituten verwendeten Kohlenarten mit einzubeziehen, z.B. sind mit der polnischen und der englischen Versuchsstrecke Kontakte wegen der Lieferung von Kohle aufgenommen worden.

3.4 Explosionsfestigkeit von Streckenabschlüssen

3.41 MAUERDÄMME

Wenn keine Preßluft oder andere Energie an der Dammbaustelle zur Verfügung steht, ist heute noch der früher allgemein übliche Mauerdamm die einfachste Art eines festen Streckenabschlusses. Daher wurden bei den Versuchsreihen auf fremden Schachtanlagen häufig derartige Dämme zum Schutz von bestimmten Teilen des Grubengebäudes errichtet. Selbstverständlich wurde die Gelegenheit benutzt, Erfahrungen über die Explosionsfestigkeit von Mauerdämmen bei den Versuchen zu gewinnen.

3.411 Versuche auf Hagenbeck

Auf der 11. Sohle der Schachanlage Hagenbeck wurden insgesamt 4 Mauerdämme errichtet (vgl. Abb. 3a). Je ein Damm stand im Querschlag nach Süden und im Querschlag nach Norden in jeweils 12,5 m² Querschnitt. Die beiden Mauern wurden in einer Stärke von je 3 Steinen, d.h. etwa 75 cm ausgeführt. Die Mauer im Querschlag nach Norden, der vor Beginn der Versuche bereits ausgeraubt war, wurde als endgültige Abdämmung ohne einen Durchgang gebaut. Der Damm im Querschlag nach Süden mußte zur Durchführung der Versuchsarbeit befahrbar bleiben, da unmittelbar vor diesem Damm die Explosionen der ersten Versuchsreihe gezündet wurden und die Befahrung des Grubengebäudes nach den Explosionen von der 10. Sohle her durch das Wetteraufhauen in Geitling erfolgte. Der Damm erhielt daher eine Panzertür von den Abmessungen etwa 1 x 2 m. Ein dritter Damm wurde in der Ortsstrecke Finefrau errichtet und sollte während des ersten Versuchsabschnittes das Eindringen der Explosion in diese Strecke verhindern. Für den zweiten Versuchsabschnitt mußte dieser Damm entfernt werden. Er erhielt eine Stärke von nur 2 Steinen (etwa 50 cm), was an dieser Stelle für ausreichend erachtet wurde. Ein vierter Damm wurde schließlich in der Grundstrecke Geitling errichtet, nachdem der Damm im Querschlag nach Süden durch eine Explosion zerstört worden war.

Bis auf den Damm im Querschlag nach Norden, der jedoch auch leichte Beschädigungen erlitt, wurden alle anderen Dämme im Laufe der Versuche beschädigt oder zerstört.

Der Damm im Querschlag nach Süden hielt alle Versuche des ersten Versuchsabschnittes unbeschädigt aus. Maximal wurde hierbei ein Überdruck von 1,35 bar vor dem Damm gemessen. Bei dem ersten Versuch des zweiten Versuchsabschnittes, bei dem die Explosionsschwelle auf diesen Damm zulief, wurde er völlig zerstört; seine Bauteile wurden bis zu 40 m weit fortgeschleudert. Der bei diesem Versuch im Querschlag nach Süden in einer Entfernung von rund 100 m vor dem Damm gemessene Überdruck betrug 1,65 bar. Es ist anzunehmen, daß sich vor dem Damm eine erhebliche Drucksteigerung ergeben hat.

Der Damm in der Flözstrecke Finefrau überstand 15 Explosionsversuche des ersten Versuchsabschnittes ohne nennenswerte Beschädigung. Bei diesen Versuchen wurden im Bereich des Dammes Überdrücke bis zu 1,7 bar erreicht. Bei dem 17. Versuch wurde der obere Teil des Dammes beschädigt, der Überdruck

betrug hierbei 1,25 bar. Nachdem das Gefüge auf diese Weise erst einmal zerrüttet worden war, wurden bei den weiteren Versuchen, bei denen nur geringere Drücke auftraten, ständig weitere Steine aus dem Verband gerissen, so daß am Ende der Versuchsreihe die Mauer etwa zu 1/3 abgetragen war.

Um nach der Zerstörung des Dammes im Querschlag nach Süden das Aufhauen in Geitling vor Explosionen zu schützen, wurde in der Grundstrecke Geitling von etwa 6 m² Querschnitt ein Mauerdamm in der Stärke von 2 Steinen (etwa 50 cm) errichtet und mit einer Tür versehen. An der der Explosion abgewandten Seite wurde zur Verstärkung dieses Dammes ein K-Bau angebracht und außerdem wurden die Ausbaubögen hinter dem Damm durch besonders sorgfältige Verbolzung gesichert. Dieser Damm hielt den weiteren Versuch, bei denen Überdrücke bis zu 1,55 bar im Querschlag nach Süden gemessen wurden, stand. Erst bei dem 1. Versuch mit einer Doppelexplosion wurde dieser Damm zerstört. Genaue Angaben über den Druck, der bei diesem Versuch in der Grundstrecke Geitling geherrscht hat, können jedoch nicht gemacht werden.

3.412 *Versuche auf Kaiserstuhl*

Auf der Schachanlage Kaiserstuhl wurde der Damm 2 im Schachtumtrieb (vgl. Abb. 5) als Mauerdamm ausgeführt, weil in diesem Damm eine Panzertür eingebaut werden mußte, um Fahrung und Förderung im Explosionsgebiet zu ermöglichen. Der Schachtumtrieb hatte einen Querschnitt von 10 m² und der Damm erhielt eine Stärke von 3 Steinen (77 cm).

Die Dammtür hatte eine Höhe von 1,6 m und eine Durchfahrtsbreite von 0,9 m. Der Damm wurde an der der Explosion abgewandten Seite durch einen K-Bau aus Holz verstärkt.

Während der Versuche des ersten Abschnittes erhielt dieser Damm keine nennenswerten Druckbelastungen. Erst bei dem letzten Versuch, der als Doppelexplosion ausgeführt werden sollte und der vor diesem Damm gezündet wurde, stieg der Überdruck hier bis auf 2,1 bar an. Dadurch wurde zwar im Mauerwerk des Dammes eine leichte Verschiebung verursacht, der Damm blieb aber einschließlich der Dammtür voll funktionsfähig.

3.413 *Versuche auf Scholven*

Auf Scholven war ein Mauerdamm von 2 Steinen (etwa 50 cm Stärke) vorhanden, der in das Versuchsprogramm ohne sonderliche Mehrarbeit mit einbezogen werden konnte. Der Damm befand sich am Eingang der Schlosserei, die von dem Schachtumtrieb abzweigte (vgl. Abb. 6) und stand hier in einem Querschnitt von etwa 12 m². Es wurde die in dem Damm befindliche Gittertür durch eine feste Stahltür ersetzt. Außerdem wurde ein Druckaufnehmer eingebaut. Im Verlauf der ersten Versuchsserie wurde diese Mauer durch die am Eingang der Schlosserei vorbeilaufenden Explosionen mit Überdrücken bis zu 0,8 bar belastet, ohne daß Beschädigungen auftraten. Bei dem am Ende dieser Versuchsreihe durchgeführten Leerversuch ohne Sperren traten wesentlich höhere Drücke auf, und die Mauer gab bei 1,6 bar Überdruck nach. Sie wurde völlig zerstört und beschädigte außerdem noch den dahinter liegenden Grubenausbau.

3.414 *Ergebnisse*

Bei allen bisher mit Mauerdämmen als Streckenabschlüssen durchgeführten Explosionsversuchen hat sich ergeben, daß diese nur den Druck von relativ leichten Explosionen aushalten. Selbst Abschlußmauern, die mit 3 Steinen (77 cm Stärke) errichtet werden, reichen nicht aus, um einen Überdruck von etwa 5 bar aufzunehmen; dieses wird aber für Streckenabschlüsse als erforderlich angesehen.

3.42 *GEBLASENE GIPSDÄMME*

Da die Untersuchung von geblasenen Gipsdämmen, d.h. von Dämmen, bei denen das Material pneumatisch in den Dammraum gebracht und erst dort befeuchtet wird, bereits in den Jahren 1960/61 im wesentlichen abgeschlossen worden war, wurden in der Berichtszeit keine Versuche besonders zur Erprobung solcher Dämme angelegt. Es ergab sich jedoch im Laufe der anderen Untersuchungen, daß gelegentlich auch derartige Dämme durch Explosionen belastet wurden, so daß einige zusätzliche Erfahrungen anfielen.

3.421 *Versuche auf Hagenbeck*

Als Sicherheitsmaßnahme bei den Explosionen in stark geneigten Strecken wurde, wie bereits unter 3.14 erwähnt, in der Kopfstrecke von Flöz Geitling auf der 10. Sohle ein geblasener Gipsdamm

errichtet. Der Damm stand in einer Strecke von etwa 10 m² Querschnitt und erhielt eine Stärke von 3,5 m. Es wurden 44 t Gips und 32 m³ Wasser verwendet (Wasserwert 0,73 m³/t).

Da der Damm nur von einer Explosion mit dem geringen Überdruck von 0,2 bar belastet wurde, kann über seine Standfestigkeit keine Aussage gemacht werden.

3.422 *Versuche auf Kaiserstuhl*

Auf Kaiserstuhl wurden zwei Gipsdämme in einer Strecke von etwa 14 m² Querschnitt errichtet. Der erste war ein Sicherheitsdamm und sollte das Füllort Schacht 3 sowie die dort befindlichen Wasserhaltungs- und Hochspannungsanlagen gegen die Auswirkung der Explosion sichern. Der Damm wurde daher in einer Stärke von 8 m, die der doppelten Firstenhöhe an der Dammbaustelle entsprach, errichtet. Es wurden 106 t Gips und 72 m³ Wasser verbraucht, das entspricht einem Wasserwert von 0,68 m³/t, und der Arbeitsaufwand betrug 27 Schichten. Zur Befahrung und Bewetterung wurde der Damm mit einem Dammrohr von 700 mm Durchmesser versehen. Außerdem wurden einige Durchführungen für Kabel- und Meßleitungen eingebaut. Da die Streckenfirste im Dammbereich gebräch war, konnte der Anschluß ans Gebirge nur durch teilweises Auspacken der Stöße hergestellt werden. Der Damm wurde ebenso wie der bereits erwähnte Mauerdamm auf Kaiserstuhl (Abschnitt 3.412) bei den Versuchen der ersten Versuchsreihe nicht nennenswert belastet und bekam nur bei dem letzten Versuch der Doppelexplosion einen Überdruck von 1,6 bar. Soweit festgestellt werden konnte, wurden dabei keine Beschädigungen des Dammes hervorgerufen. Allerdings ist bemerkenswert zu erwähnen, daß der Damm nur eine sehr geringe Wetterdichtigkeit hatte. Einem hinter dem Damm entstandenen Brand konnten so viel Wetter zuströmen, daß sich der Brand in kurzer Zeit sehr heftig entwickelte.

In der gleichen Blastechnik wurde im Querschlag NW 3 am Ende des Explosionsbereiches beim 1086. m ein Gipsdamm mit einer Stärke von 3,8 m in der Strecke von 14 m² Querschnitt und 4 m Firstenhöhe errichtet und mit einem Dammrohr von 700 mm Durchmesser versehen. Es wurden hierfür 62 t Gips und 41 m³ Wasser bei 16 Arbeitsschichten benötigt, der Wasserwert betrug 0,66 m³/t.

Der Damm wurde bei allen Versuchen der ersten Versuchsreihe von dem Explosionsdruck getroffen. Maximal wurde ein Überdruck von 1,3 bar festgestellt. Diesen Belastungen hielt der Damm ohne erkennbare Beschädigungen stand.

3.423 *Versuche auf Tremonia*

Im Rahmen der Versuche zur Erprobung von Staubbindezonen ergab sich auch auf Tremonia die Möglichkeit zur Erprobung eines Gipsdammes. Dieser wurde in der 3. östlichen Richtstrecke auf der 4. Sohle bei einem Streckenquerschnitt von 8 m² in einer Stärke von 3,3 m erstellt. Es wurden 27,5 t Gips und 20,6 m³ Wasser verbraucht (Wasserwert 0,75 m³/t).

Der Damm wurde bei 3 Explosionen Überdrücken von 2,0, 3,7 und 1,6 bar ausgesetzt und erlitt bei diesen Beanspruchungen keine Beschädigungen.

3.43 *HYDRAULISCH HERGESTELLTE DÄMME*

3.431 *Vorteile des Verfahrens*

Die pneumatische Beförderung des Gipsmaterials in den Dammbereich hat zwar manche technischen Vorteile, insbesondere den, daß sehr große Streckenlängen und auch Höhenunterschiede überwunden werden können; es bestehen aber auch einige Nachteile. Entscheidend ist, daß es bei diesem Verfahren kein sicheres Mittel gibt, um die Homogenität des Dammes bei schneller Herstellung zu gewährleisten und zu kontrollieren. Wenn das Wasser-Gips-Verhältnis nicht genau eingehalten wird, bilden sich entweder trockene Nester oder zu feuchte Stellen. In beiden Fällen wird die optimale Gipsfestigkeit nicht erreicht, und der Damm als Ganzes hat dann unter Umständen keine ausreichende Festigkeit. Dieser Nachteil wird vermieden, wenn das Material vorher außerhalb des Dammes gut vermischt wird, um hydraulisch, d.h. als Trübe in den Dammbereich gepumpt zu werden. Dieses ist bei normalem Stuckgips nicht möglich, weil er zu schnell abbindet und Pumpen und Rohrleitungen verstopft. Durch Zusätze von Verzögerern oder durch die Verwendung von weniger schnell abbindenden Gipsorten, z.B. des stark gebrannten Saarlits, läßt sich jedoch diese Gefahr beseitigen. Eine noch längere Abbindezeit hat der völlig wasserfreie Anhydrit.

3.432 Dämme aus Saarialit

3.4321 Versuche auf Tremonia

Da die Verfahren der hydraulischen Herstellung von Gipsdämmen neu sind, wurden besondere Versuchsreihen zur Erprobung der Explosionsfestigkeit derartiger Dämme angesetzt. Auf Tremonia fanden diese Versuche in einer besonders hierfür hergerichteten Strecke mit Stahlbogenausbau, 8 m² Querschnitt und 58 m Länge auf der 3. Sohle statt.

Eine Übersicht über die Versuche gibt Tabelle XIII, wobei zunächst nur die ersten 4 Versuche in Betracht zu ziehen sind. Es wurden reine Schlagwetterexplosionen durchgeführt, weil sich diese in abgeschlossenen Grubenräumen von begrenzter Ausdehnung relativ leichter realisieren lassen als Kohlenstaubexplosionen. Es kommt bei der Erprobung von Dämmen nur auf den Druckanstieg an, der nach Meßverfahren bei Schlagwetterexplosionen in etwa der gleiche ist wie bei heftigen Kohlenstaubexplosionen

Um die Verhältnisse, wie sie im Falle der Brandbekämpfung vorliegen, möglichst naturgetreu nachzuahmen, wurden die ersten Explosionen jeweils nur wenige Stunden nach der Fertigstellung des Dammes gezündet. Allerdings wurde durch eine geeignete Anordnung des eingelassenen CH₄ dafür gesorgt, daß diese Versuche nicht gleich die größte Heftigkeit erreichten. Auch bei Brandfeldexplosionen ist nicht mit sehr großer Explosionsheftigkeit zu rechnen. Der hydraulisch eingebrachte Gipsdamm wurde in 4 Explosionen nacheinander Überdrücken von 1,1, 4,0, 15 und 19 bar ausgesetzt, wobei er bis zu dem Überdruck von 15 bar keine nennenswerten Beschädigungen erhielt. Da nach allgemeiner Erkenntnis bei Gruppenexplosionen in abgedämmten Räumen maximal ein Überdruck von 5 bar zu erwarten ist, hatte der Damm also eine weit höhere Festigkeit, als aus sicherheitlichen Gründen gefordert werden müßte. Bei dem abschließenden Versuch mit einem Überdruck von 19 bar wurden erhebliche Beschädigungen am Damm und in der Strecke hervorgerufen.

3.4322 Versuche auf Scholven

Auf Scholven ergab sich die Gelegenheit, hydraulisch eingebrachte Dämme bei größeren Streckenquerschnitten als auf Tremonia zu erproben. Im Schachtumtrieb wurde in einen Ausbruchsquerschnitt von 20,38 m² ein hydraulischer Gipsdamm aus Saarialit D von 1,5 m Stärke eingebracht (Damm A, Abb. 6). Es wurden hierfür rund 32 t Saarialit D und 21 m³ Wasser verwendet. Der Wasserwert betrug damit 0,6 m³/t. Der Damm konnte in einer Zeit von 5 Stunden und 17 Minuten bei einem spezifischen Gipsverbrauch von 1,13 t/m³ hergestellt werden.

Dieser Damm wurde bei allen Explosionsversuchen auf der Schachtanlage Scholven mit Druck belastet. Den maximalen Überdruck von 4,8 bar erhielt er bei dem Leerversuch zum Abschluß der ersten Versuchsreihe. Auch bei diesem Druck wurden an dem Damm keinerlei Beschädigungen festgestellt.

3.433 Dämme aus Anhydrit

3.4331 Versuche auf Tremonia

Auch mit Dämmen aus Anhydrit wurde zunächst eine Versuchsreihe in der bereits unter 3.4321 genannten Strecke auf Tremonia durchgeführt. Der Damm erhielt eine Stärke von nur 1,0 m. Er wurde im ganzen 6 Explosionen ausgesetzt, bei denen sich die vor dem Damm erzeugten Überdrücke wieder von Versuch zu Versuch steigerten. Während beim ersten Versuch der Druck 1,5 bar betrug, stieg er über 5,7, 14,3 auf 18,0 bar an. Bei den beiden letzten Versuchen wurden nur 12,0 und 16,0 bar erreicht. Bei all diesen Versuchen erlitt der Damm selbst keine Beschädigungen, nur der das Dammrohr abschließende Deckel wurde verbeult bzw. sogar abgerissen, sofern er auf der der Explosion abgewandten Seite angebracht war.

Der Damm mußte durch Schießarbeit entfernt werden, wobei es sich zeigte, daß Anhydrit ein außerordentlich festes und in einer kristallinen Form anfallendes Material ist, das nahezu die Festigkeit von Beton erreicht.

3.4332 Versuche auf Scholven

Auf Scholven wurden insgesamt 3 Dämme aus Anhydrit errichtet. 2 davon dienten nur zur Sicherung von Grubenräumen und wurden so dimensioniert, daß von vornherein keine Beschädigung zu erwarten war. Sie standen in Strecken mit Ausbauquerschnitten von etwa 18 und 22 m² und erhielten Überdrücke von maximal 2,0 bar (Dämme B und C in Abb. 6).

Ein weiterer Anhydritdamm (Damm D) wurde in einer Stärke von 1 m in einer Strecke von 18 m² Ausbruch errichtet. Es wurden rund 27,5 t Anhydrit und 9,9 m³ Wasser (Wasserwert 0,36 m³/t) verwendet. Der spezifische Anhydritverbrauch betrug 1,25 t/m³ und die Pumpzeit etwa 6 Stunden und 15 Minuten. Nachdem die unter 3.413 erwähnte Mauer zerstört worden war, wurde dieser Damm von allen weiteren Explosionen belastet. Er erhielt maximal einen Überdruck von 6,0 bar bei einer Kohlenstaubexplosion. Bei einem weiteren Versuch mit einer Schlagwetterexplosion, der speziell zur Erprobung dieses Dammes dienen sollte, wurde nur ein Druck von 4,5 bar erreicht. Auch dieser Damm hielt allen Belastungen ohne jegliche Beschädigung stand.

3.434 Zusammenfassung

Die Versuche haben gezeigt, daß die hydraulischen Dämme bei außerordentlich geringen Dammstärken schon erhebliche Drücke aufzunehmen in der Lage sind. Allerdings darf daraus noch nicht geschlossen werden, daß Dämme mit derartig geringen Wandstärken auch in jedem Fall zur Abdämmung von Grubenbauen ausreichend sind. Die Forderung nach Wetterdichtigkeit oder die Berücksichtigung möglicherweise auftretender Gebirgsdrücke führt unter Umständen zu wesentlich größeren Dammstärken, als sie aus Gründen der Explosionsfestigkeit notwendig wären.

3.44 DÄMME AUS INHOMOGENEM MATERIAL

3.441 Allgemeine Überlegungen

Wenn auch die modernen Verfahren der Dammherstellung im allgemeinen erhebliche Vorteile gegenüber den konventionellen Dammbauarten bringen, so werden in der Praxis doch häufig Situationen gegeben sein, in denen sich ein Damm nur konventionell, d.h. als doppelter Mauerdamm mit Bergefüllung herstellen läßt.

Solche Dämme aus inhomogenem Material lassen sich im Gegensatz zu den hydraulisch hergestellten Dämmen nicht auf ihre Festigkeit berechnen. Es erschien daher von großem Interesse, eine Reihe von Explosionsversuchen anzustellen, um über die Festigkeit von derartigen Dämmen Auskunft zu erhalten.

3.442 Versuche auf Tremonia

Die Versuche fanden an der gleichen Stelle statt wie die Prüfung von Saarialit- und Anhydrit-Dämmen. Es wurden 3 verschiedene Dämme untersucht, die alle die Länge von etwa 5,5 m erhielten; das entspricht der zweifachen Firsthöhe an der Dammbaustelle und damit der deutschen Bergverordnung. Auch das Füllmaterial war in allen 3 Fällen gleich und bestand aus Waschbergen, die von Hand eingebracht und nachträglich mit Gesteinstaub trocken verpreßt wurden. Die Dämme unterschieden sich nur in der Festigkeit der Abschlußwände. Der erste Damm, der nur explosionsseitig mit einer Kalksandsteinmauer von 25 cm Stärke versehen war und als schachtseitigen Abschluß einen Holzverschlag aufwies, wurde schon bei dem ersten Versuch bei einem Überdruck von nur 0,8 bar in der Weise beschädigt, daß der Holzverschlag brach und das Dammbaumaterial schachtseitig auslief. Daraufhin wurde bei der zweiten Versuchsreihe auch der schachtseitige Abschluß als Ziegelsteinmauer von 25 cm Stärke ausgeführt. Dieser Damm wurde 3 Versuchen ausgesetzt und erhielt in steigender Folge Überdrücke von 1,25, 2,85 und 4,3 bar. Schon bei dem Überdruck von 2,85 bar wurde die explosionsseitige Mauer um etwa 15 cm durchgedrückt. Bei dem letzten Versuch wurde der Damm zerstört und das Dammbaumaterial bis etwa zur halben Streckenhöhe abgetragen. Ein dritter Damm wurde beidseitig mit einer stärkeren Ziegelsteinmauer (rund 50 cm Stärke) versehen und in 4 Versuchen erprobt. Dieser Damm hielt Explosionen mit Überdrücken von 4,6 und 10,8 bar ohne jegliche Beschädigungen aus. Bei einem Druck von 11 bar wurde die explosionsseitige Mauer geringfügig im oberen Teil um 3-4 cm verschoben. Bei dem letzten Versuch wurde ein Überdruck von 22,2 bar vor dem Damm erzeugt. Das ist der höchste Druck, der bisher jemals bei Explosionsversuchen von der Versuchsgrubengesellschaft gemessen worden ist. Auch bei diesem Versuch blieb der Damm erhalten. Die explosionsseitige Mauer wurde allerdings um etwa 20 cm eingedrückt. Ferner wurden erhebliche Zerstreuungen am Dammrohr und an dem Dammrohrdeckel, der auf der schachtwärtigen Seite des Dammes angebracht worden war, hervorgerufen.

3.443 Ergebnisse

Die Versuche haben gezeigt, daß sich auch in konventioneller Bauweise Abschlußdämme herstellen lassen, die außerordentlich hohe Drücke aufnehmen können. Allerdings muß auf die Herstellung starker, beidseitiger Abschlußmauern besonderer Wert gelegt werden. Es genügt nicht, einen wenn

auch relativ langen Pfropfen noch nicht verfestigtem Material einzubringen. Warum das so ist, kann durch folgende Überlegung geklärt werden. Bei einem Überdruck von 5 bar wirkt auf einen Damm von 10 m² Stirnfläche eine Druckkraft von 5 MN. Um durch die Schwerkraft allein dieser Kraft das Gleichgewicht zu halten, wäre eine Damm-Masse von etwa 500 t erforderlich. Bei dem spezifischen Gewicht des Dammbaumaterials von höchstens 2 wären also 250 m³ oder eine Streckenlänge von 25 m erforderlich, damit ein Damm ohne Verfestigung einen Druck von 5 bar aushalten konnte. Derartig lange Abschlußpfropfen werden sich höchstwahrscheinlich nur in Ausnahmefällen herstellen lassen.

4. ABSCHLUSS

4.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Der Bericht umfaßt die Ergebnisse von rund 230 Explosionsversuchen, von denen 225 in den anliegenden Tabellen I - XIII mit ihren Bedingungen und Ergebnissen im einzelnen dargestellt sind ¹⁾. Die Arbeiten standen unter dem grubensicherheitlichen Generalthema der Erprobung von Explosionssperren und Dämmen, womit zwangsläufig auch Untersuchungen über die Zündung und den Verlauf von Schlagwetter- und Kohlenstaubexplosionen verbunden waren. Im einzelnen wurden die Probleme bearbeitet, die von der augenblicklichen Situation her als besonders dringend erschienen und für die versuchstechnisch die Möglichkeit einer Lösung gesehen wurde.

Die in Explosionsstrecken von 8 m² Querschnitt entwickelten Bauformen für Wassertrogsperrren haben sich in Strecken bis 15 m² ohne Einschränkung bewährt, und sie dürften deshalb allgemein in Steinkohlenbergwerken anwendbar sein.

Für extrem große Grubenstrecken und für Strecken mit besonders gestalteten Einbauten werden auch in Zukunft Sonderlösungen getroffen werden müssen. Einige Erfahrungen über die Wirkung von Sperren in Grubenbauen großer Höhe wurden gesammelt.

Wertvolle neue Ergebnisse wurden bei den Untersuchungen über den Verlauf von Explosionen an Streckenabzweigungen, insbesondere im Bereich des Überganges Streb/Strecke und über die zweckmäßige Anbringung von Sperren erzielt. Immerhin blieben aber gewisse Unklarheiten bestehen, die Anlaß zu weiteren Versuchsreihen unter verschiedenartigen Bedingungen geben sollten.

Durch Versuche mit Doppelexplosionen konnte gezeigt werden, daß eine Grubenstrecke nicht zweimal im Abstand von wenigen Sekunden von einer Explosion durchlaufen werden kann, daß es also ausreicht, wenn eine Sperre auf den einmaligen Ansturm einer Explosion ihre volle Wirkung zeigt.

Sonderversuche befaßten sich mit der Bekämpfung von Explosionen in stark geneigten Strecken, wobei es gelang, auch für diese schwierigen Bedingungen eine geeignete Explosionssperre zu entwickeln und ihre gute Wirkung nachzuweisen.

Ein großer Teil der durchgeführten Untersuchungen diente zur Entwicklung und Erprobung einer neuen Art der Sperrenanordnung, nämlich der aufgeteilten Sperre, die durch eine sehr geringe Konzentration des Löschmittels (Gesteinstaub oder Wasser) infolge großer Abstände der einzelnen Bühnen oder Trogzeilen voneinander gekennzeichnet ist. Es konnten außerordentlich günstige Ergebnisse erzielt werden, die zeigten, daß solche aufgeteilten Sperren offenbar einen Wirkungsbereich haben, der dem von konventionellen Bauarten nicht nur vollwertig entspricht, sondern noch darüber hinausgeht. Die grundlegende Untersuchung der Verwendbarkeit von aufgeteilten Sperren und ihre als besonders wichtig anzusehende Erprobung bei Explosionen im Stadium der Entstehung kann als abgeschlossen gelten. Die Ergebnisse sind so zufriedenstellend, daß dem Bergbau und den Behörden die Einführung von aufgeteilten Wassertrogsperrren empfohlen werden kann; ihre versuchsweise Anwendung ist im westdeutschen Steinkohlenbergbau schon im Gange.

¹⁾ Es mußte in diesem Abschlußbericht davon abgesehen werden, die Versuche nach dem „Berichtsschema für Versuche zur Erprobung von Sperren zum Schutze gegen Kohlenstaubexplosionen“ (Dok Nr 3244/1/67) darzustellen, das der Ständige Ausschuß für die Betriebssicherheit und den Gesundheitsschutz im Steinkohlenbergbau aufgrund eines Vorschlages seiner Arbeitsgruppe „Entzündliche Stäube“ zur allgemeinen Benutzung bei derartigen Untersuchungen empfohlen hat; bei der großen Zahl der Versuche hatte der Abschlußbericht dadurch einen nicht tragbaren Umfang angenommen. Die hier beigefügten Tabellen stellen jedoch einen Auszug dar, der in das genannte Berichtsschema eingepaßt werden kann.

Zur Abrundung der Erfahrungen sind jedoch noch weitere Versuche mit aufgeteilten Sperrern notwendig und vorgesehen.

Das gleiche gilt für die Untersuchung des Explosionsverhaltens verschiedener Kohlenstäube. Wenn auch die bisherigen Versuche noch keine schwerwiegenden Unterschiede in der Explosionsfähigkeit verschiedener Kohlenstäube aufgezeigt haben, so sollte doch dieser Frage auch in Zukunft Beachtung geschenkt werden; die Erprobung von möglichst vielen Kohlensorten auf Explosionsgefährlichkeit durch Großversuche unter Tage im Vergleich zu Untersuchungen im Laboratorium wäre wünschenswert.

Weitgehende Klarheit konnte über die Explosionsfestigkeit verschiedenartiger Streckenabschlüsse erzielt werden. Mauerdämme sind im allgemeinen nicht als ausreichend explosionsfest anzusehen, dagegen haben die modernen hydraulisch eingebrachten Gips- und Anhydritdämme schon bei geringer Stärke eine außerordentlich hohe Festigkeit. Auch in konventioneller Bauweise können Dämme aus inhomogenem Material (Bergefüllung zwischen Mauern aus Ziegelsteinen) sehr fest hergestellt werden, vorausgesetzt daß die Abschlußmauern genügend stark gemacht werden.

Eine Übersicht über die gewonnenen Erkenntnisse zeigt einschließlich einiger früherer Ergebnisse die nachfolgende Aufstellung.

Explosionsfestigkeit von Streckenabschlüssen
(in Versuchen ermittelt)

Baumaterial Bauart	Stärke des Dammes	Lichter Querschn. der Strecke ¹⁾ m ²	Dynam. Belastbar- keit in 100 kN/m ²	Versuchs- ort Grube
Glas- oder Steinwollekissen	L = 2 H	8	0,5	Tremonia
Trockener Gesteinstaub zwischen Holzverschlägen oder Wänden aus Branddammkissen	L = 2 H	8	1,0	Tremonia
Grobe Berge zwischen 1-Stein-Mauer (explosionsseitig) und Holzverschlag (schachtseitig), trocken mit Gesteinstaub verpreßt	L = 2 H	8	1,0	Tremonia
Ziegelstein-Mauer (2 Steine)	51 cm	10	1,0	Hagenbeck
Gips (trocken geblasen)	L = 1/2 H . . . H	12,5	1,0	Scholven
Wassersäcke (etwa 3,0 x 0,5 x 0,5 m)	L = H	22	2,0	Dorstfeld
Sandsäcke	L = 2 H	4	2,0	Tremonia
Grobe Berge zwischen Mauern (1 Stein stark), trocken mit Gesteinstaub verpreßt	L = 2 H	8	2,0	Tremonia
Grobe Berge zwischen Mauern (2 1/2 ... 3 Steine stark) trocken mit Gesteinstaub verpreßt	L = 2 H	8	3,0	Tremonia
Gips (trocken geblasen)	L = 1/2 H	22	4,0	Dorstfeld
Gips (hydraulisch eingebracht)	L = 1/2 H . . . H	8	5,0	Tremonia
Anhydrit (hydraulisch eingebracht)	L = 1/4 H . . . 1/3 H	20	5,0	Scholven
Grobe Berge zwischen Mauern (2 Steine stark), trocken mit Gesteinstaub verpreßt	L = 1/4 H . . . 1/3 H	18	5,0	Scholven
Gips (hydraulisch eingebracht)	L = 2 H	8	15,0	Tremonia
Anhydrit (hydraulisch eingebracht)	L = 1/3 H . . . 1/2 H	8	15,0	Tremonia
	L = 1/4 H . . . 1/3 H	8	15,0	Tremonia

¹⁾ Es handelte sich bei den Versuchen nur bei den Glas- oder Steinwollekissen um rechteckigen Streckenquerschnitt, im übrigen um Strecken mit Bogenausbau bzw. bogenförmigem Ausbruch.

4.2 Weitere Probleme und geplante Versuche

4.21 AUFGETEILTE SPERREN

In gleicher Weise wie die konzentrierten Sperren müssen auch die aufgeteilten Sperren bezüglich ihres Verhaltens an Streckenkreuzungen und Abzweigungen noch genauer untersucht werden. Besonders ist dabei an den sehr kritischen Punkt: Übergang Streb/Strecke zu denken.

Bisherige Einzelversuche lassen es als wahrscheinlich erkennen, daß aufgeteilte Sperren in der Lage sind, auch Explosionen von sehr großer Heftigkeit aufzuhalten, gegen die konzentrierte Sperren wirkungslos sind. Diese Feststellung muß noch durch weitere Versuche mit sehr großer Anlauflänge und maximaler Heftigkeit untermauert werden.

Da jede Sperre einer Explosion mechanische Energie entzieht und dieses bei den aufgeteilten Sperren über einen sehr weiten Streckenbereich hin erfolgt, wäre es denkbar, daß derartige Sperren auch gegen Schlagwetterexplosionen wirksam sein könnten. Versuche in dieser Hinsicht erscheinen ratsam.

4.22 VERSCHIEDENARTIGE KOHLENSTÄUBE

Die Untersuchung des Explosionsverhaltens verschiedenartiger Kohlenstäube erscheint geeignet, zur Klärung einiger noch ungelöster Fragen der Theorie von Kohlenstaubexplosionen beizutragen. Selbstverständlich wird das Schwergewicht dieser Untersuchungen auf dem Gebiet der Laboratoriumsarbeiten liegen müssen, gelegentliche Reihen von Großversuchen unter betrieblichen Bedingungen erscheinen jedoch nicht weniger erforderlich.

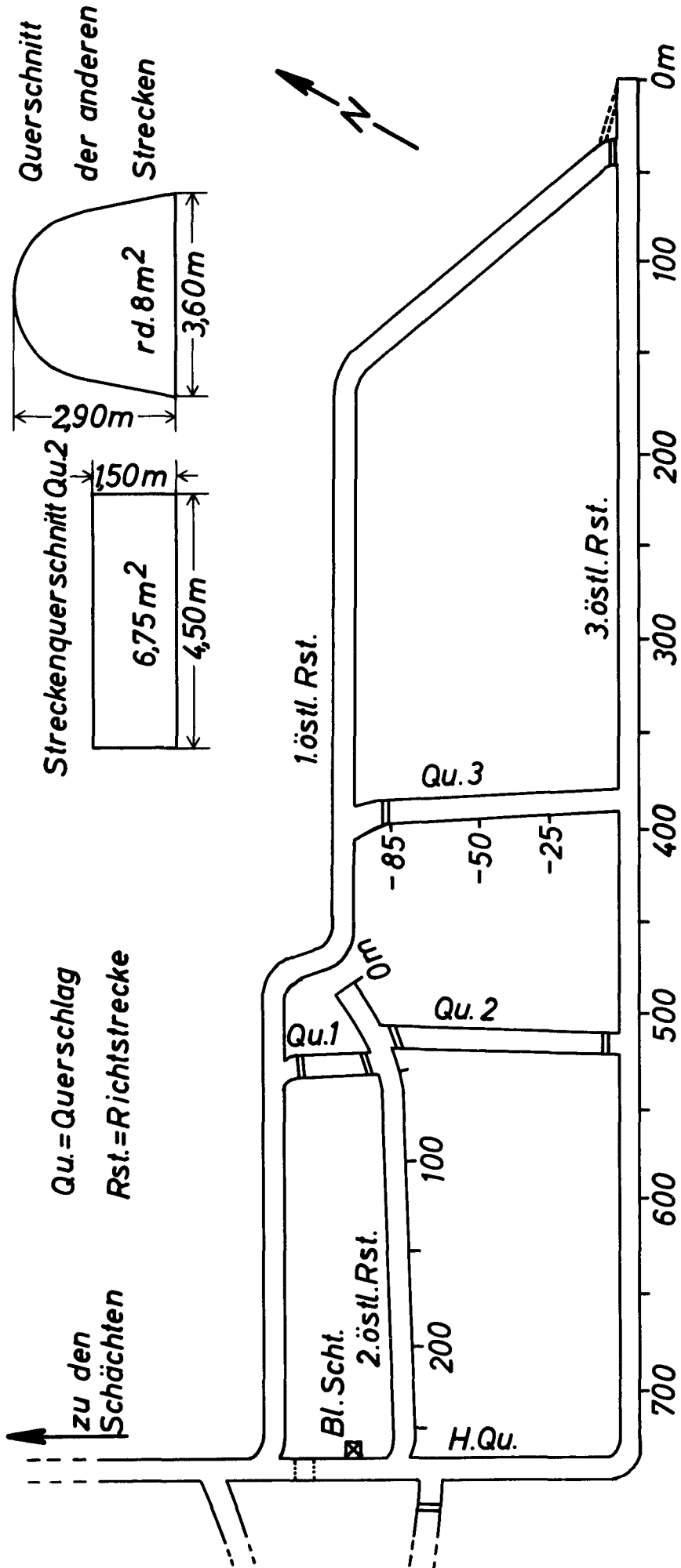
Zunächst ist beabsichtigt, aus rein praktischen Erwägungen heraus, das Explosionsverhalten der Stäube zu untersuchen, die in den verschiedenen Ländern für Explosionen zur Erprobung von Sperren benutzt werden. Möglicherweise werden sich hierdurch Unterschiede in der Beurteilung verschiedener Sperrenbauarten erklären lassen.

4.23 AUSLÖSESPERREN

Alle bisher im Kohlenbergbau eingeführten Sperrenbauarten haben den Nachteil der Druckabhängigkeit, d.h. daß sie eine Explosion nur dann aufhalten können, wenn ein ausreichender Explosionsdruck die Zerstörung der Sperren und Verteilung des Löschmaterials im Streckenraum bewirkt. Zur weiteren Verbesserung des Explosionsschutzes verfolgen deshalb mehrere Fachinstitute den Gedanken der „Auslösesperren“, die mit optischen oder thermischen Detektoren und einem geeigneten Auslösemechanismus ausgestattet werden könnten; als Löschmaterial kämen in diesem Falle außer Gesteinstaub und Wasser auch Feuerlöschpulver (verschiedene Salze) in Frage. Derartige Explosionssperren sind für übertägige Gasleitungen entwickelt worden und haben sich bei Versuchen in großen Stahlrohren auch schon gegen Schlagwetter- und Kohlenstaubexplosionen als wirksam gezeigt. Ihre Weiterentwicklung für Zwecke des Explosionsschutzes unter Tage erscheint aussichtsreich und wird von mehreren westeuropäischen Instituten angestrebt, wobei eine besonders enge Zusammenarbeit zwischen dem Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France und der Versuchsgrubengesellschaft mbH vereinbart worden ist. Beide Gesellschaften haben entsprechende Forschungsvorhaben und die finanzielle Unterstützung der Kommission der Europäischen Gemeinschaften hierfür beantragt.

Versuchsgrubengesellschaft mbH
(Steffenhagen)

Der Versuchsleiter
(Meerbach)



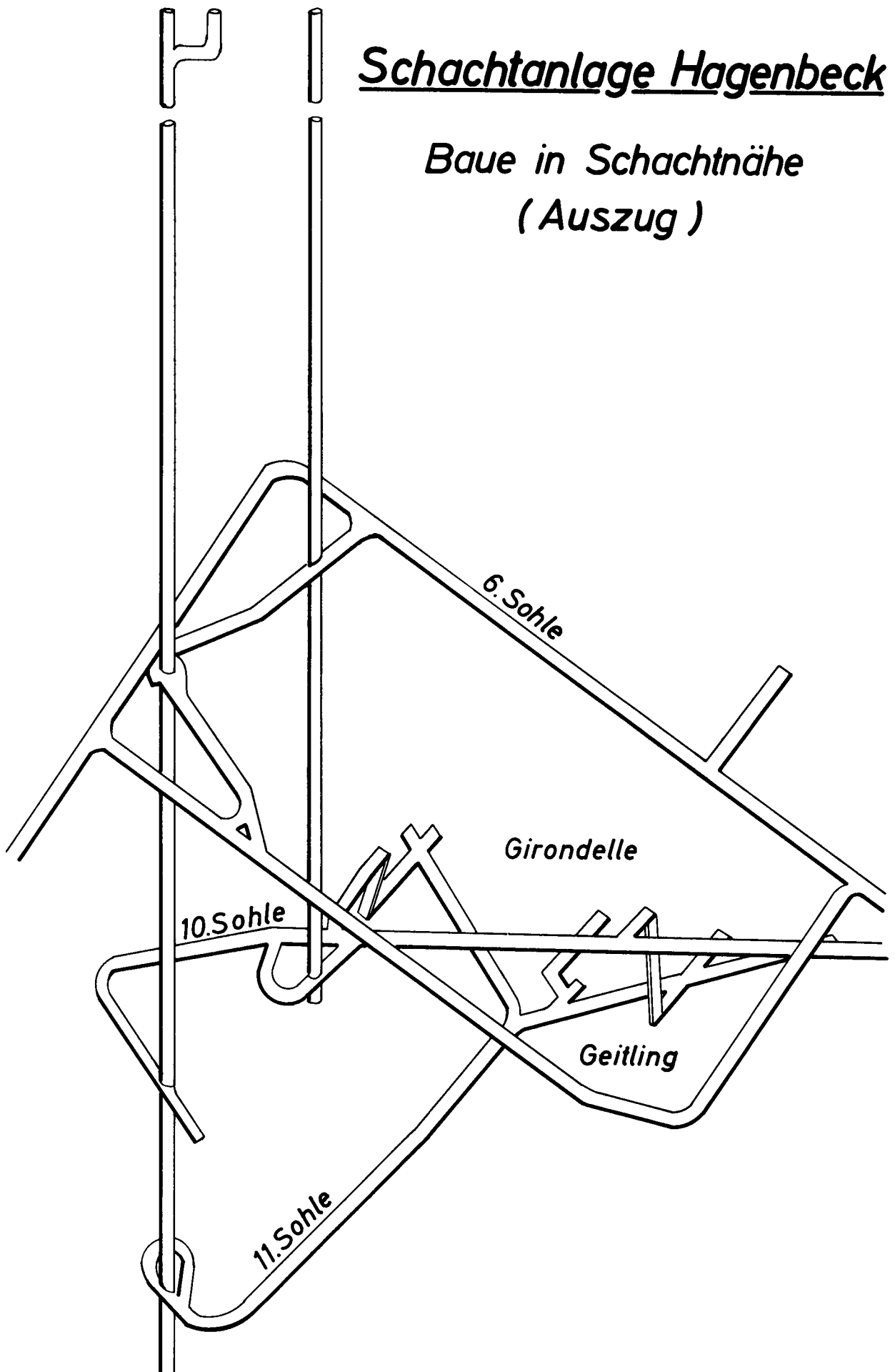
- Explosionsfester Damm mit Tür
- Wettertür

Schematischer Grundriß des Explosionsstreckennetzes
4. Sohle Tremonia

Schacht 3 Schacht 2

Schachtanlage Hagenbeck

Baue in Schachtnähe
(Auszug)



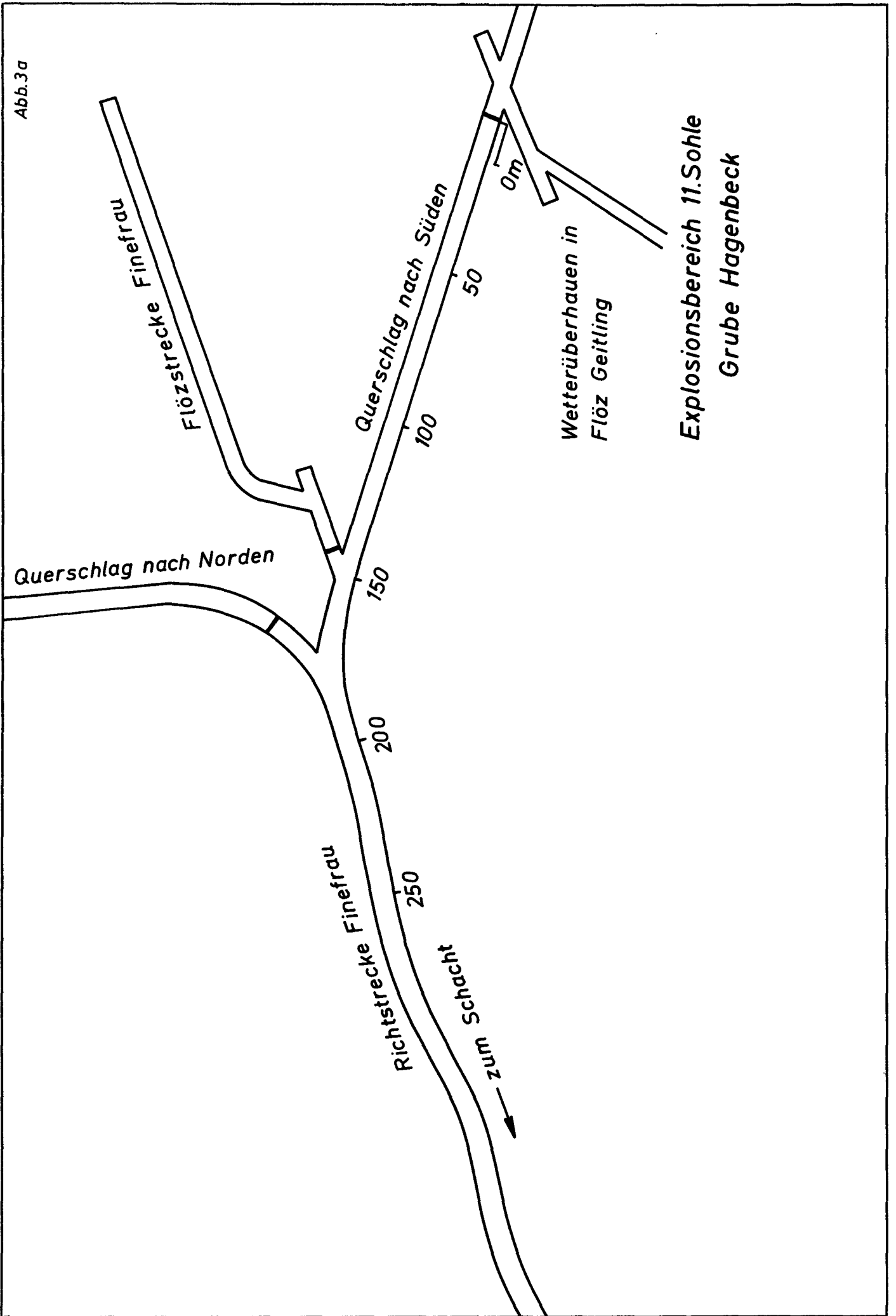
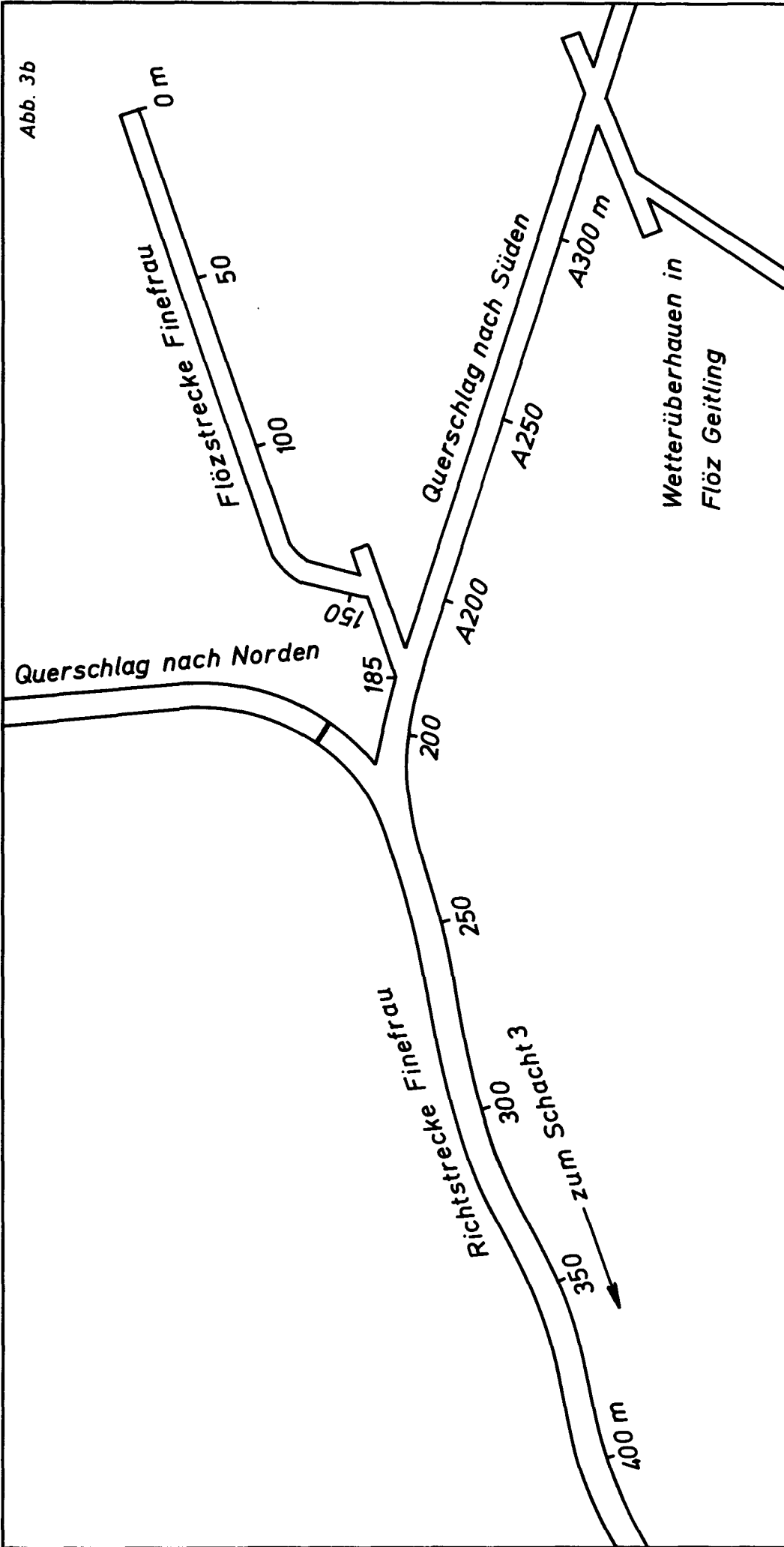


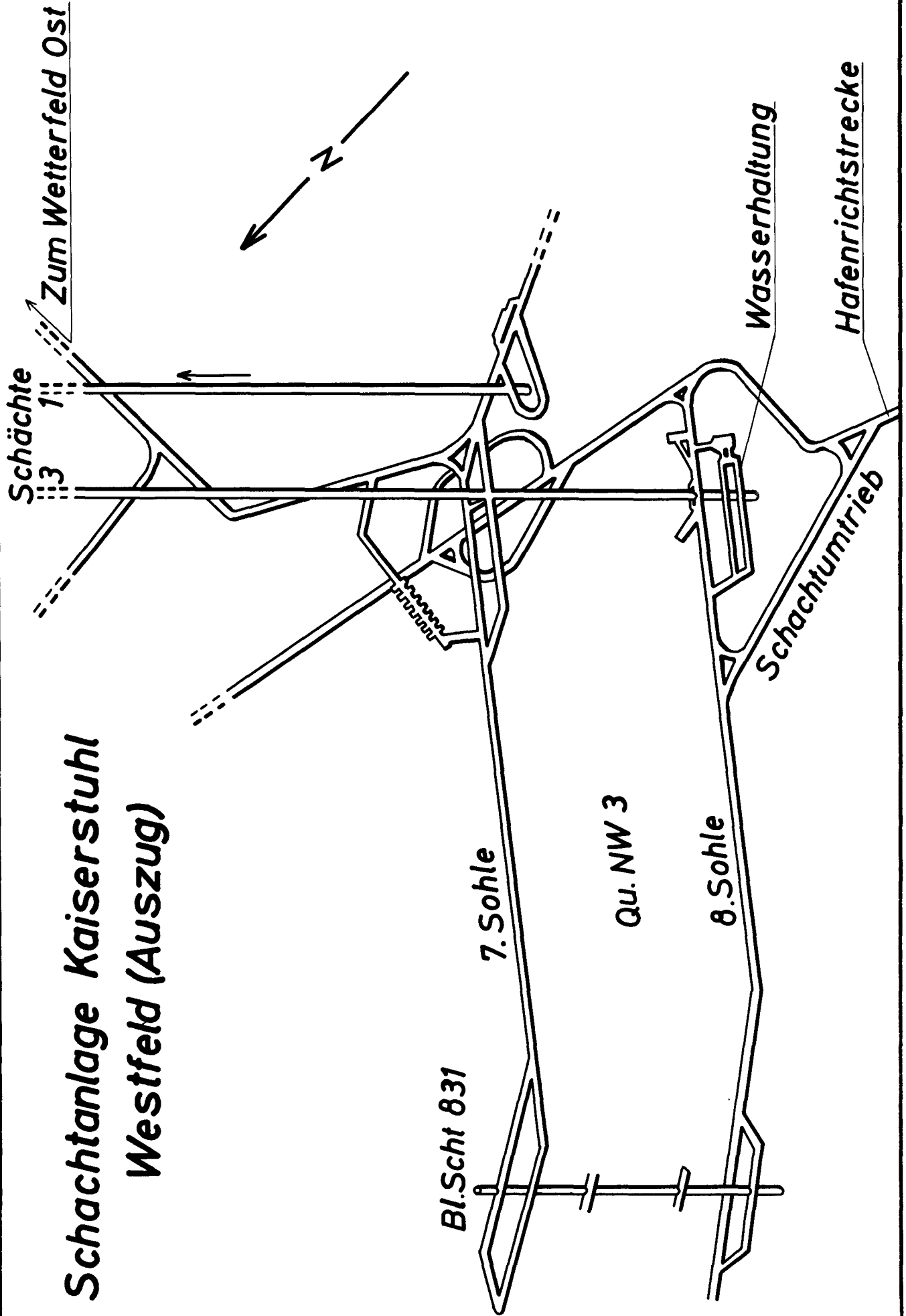
Abb. 3b

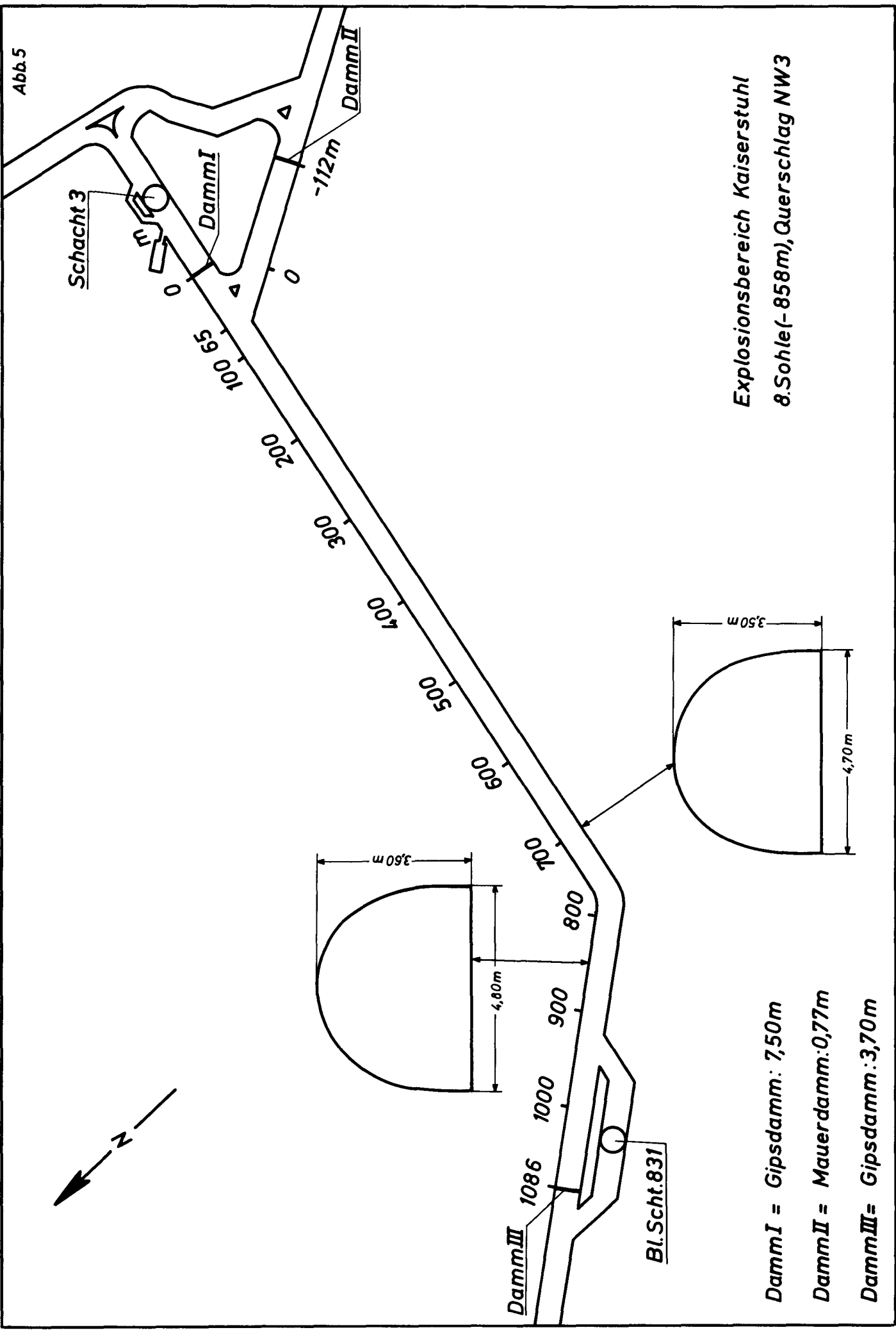


Explosionsbereich 11.Sohle
Grube Hagenbeck

Abb. 4

Schachtanlage Kaiserstuhl Westfeld (Auszug)





Schacht 3

Damm I

Damm II

Damm III

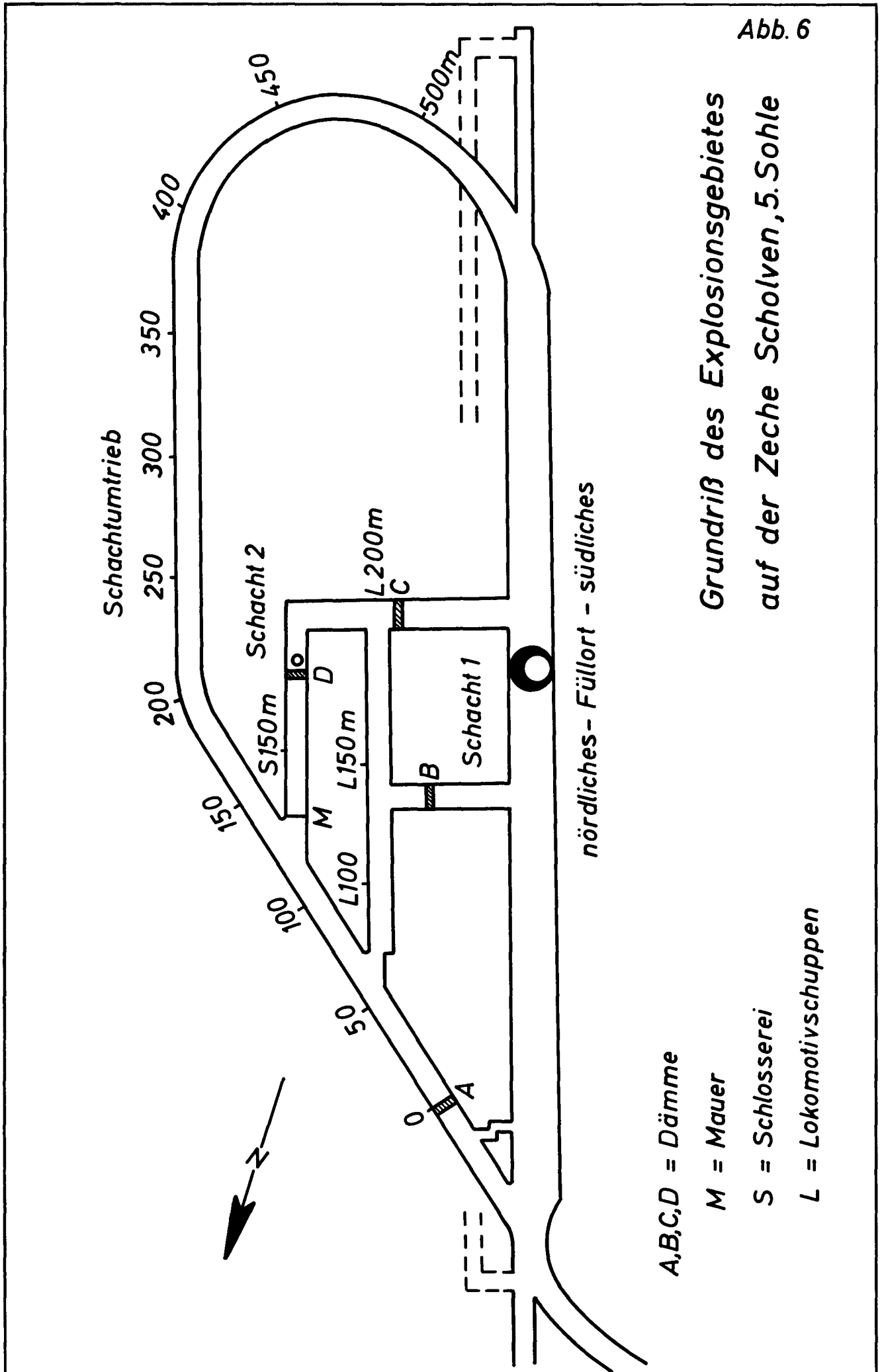
Bl. Scht. 831

Explosionsbereich Kaiserstuhl
8. Sohle (-858m), Querschlag NW3

Damm I = Gipsdamm: 7,50m

Damm II = Mauerdamm: 0,77m

Damm III = Gipsdamm: 3,70m



nördliches - Füllort - südliches

- A,B,C,D = Dämme
- M = Mauer
- S = Schlosserei
- L = Lokomotivschuppen

Grundriß des Explosionsgebietes
auf der Zeche Scholven, 5. Sohle

TABELLE 1

Zu Abschnitt 3.112: Versuche mit verschiedenen Sperranordnungen in einer Strecke von 8 m² Querschnitt
Ort der Versuche: Tremonia, 4. Sohle, 2. Querschicht nach Süden, Länge 265 m, Querschnitt gewölbt, 8 – 10 m² im Bereich der Versuchssperre Bogenausbau H 8. Söhliger Verlauf der Strecke. Keine Abzweige im Explosionsbereich
Kohlenstaub: „Dermer Normalstaub“: Fettkohle, Kornung 0 – 80 µm, Spez. Oberfläche 39,6 m²/g (Benzoladsorption) 0,01 m²/g (Geometrische Oberfläche) 1 % Feucht, 7 % Asche, 26 % Fluchtige Bestandteile (waf)
Initial: Methanansammlung vom 30 bis 36 Streckenmeter

Datum Nr. d. Expl	Art der Sperre Art der Expl	Staublagerung von bis Menge g/m ³ kg	Neutralisation von bis (% Gestein- staub) Gehalt an Unbrenn- barem	Initial – Beurteilung CH ₄ -Menge (m ³) – Art der Einleitung, % 0,8 m – % 1,45 m unter Firste – Beurteilung des Initials	Sperre beschreibung der Sperrbauart; Ort der Sperre, Loschmittelmenge je m ² Str – Querschnitt u. m ³ Streckenraum	Explosionsverlauf Winddruck beim 85 m – Flammengeschwindigkeit am Zündort – vor – hinter der Sperre – Max Beschl der Flamme – Aliseltiger Überdruck am Zündort – im Sperrbereich – hinter der Sperre – Max Reichweite der Flamme	Wirkung der Sperre
24.6.66 333	Wassertrogsperr Schlagw./Kohlenst	36 bis 130 m 500/300 g/m ³ (274 kg)	66 bis 90 m ca. 40 %	6,6 m ³ – gemischt 12,2 % – 11,4 %, mittelstark	20 PVC-Troge (80 l) Bauart 2, 10 Bühnen 90 m bis 110 m – 200 kg/m ² – 10 kg/m ³ – Lucke 1,3 m	kN/m ² – 35 m/s – 150 m/s – 0,7 – 0,8 – 0,45 bar – 105 m	ja
27.6.66 334	Wassertrogsperr Schlagw./Kohlenst	36 bis 130 m 500/300 g/m ³ (274 kg)	66 bis 90 m ca. 40 %	ca 7 m ³ – gemischt 12,5 % – 12,0 % – mittelst	20 PVC-Troge (80 l) einseitig pendelnd, 10 Bühnen 10 – 110 m – 200 kg/m ² – 10 kg/m ³ , Lucke 1,3 m	kN/m ² – 35 m/s – 100 m/s – 0,95 – 1,1 – 0,6 bar – 100 m	ja
30.6.66 335	Wassertrogsperr Schlagw./Kohlenst	36 bis 66 m, 66 bis 130 m 500 g/m ³ + 10 kg; 300 g/m ³ (284 kg)	66 bis 90 m ca. 40 %	ca 7 m ³ – gemischt 12,4 % – 21,6 % – mittelst	20 PVC-Troge (80 l), Bauart 2, 10 Troge, eins Lucke 1,3 m 90 bis 110 m – 200 kg/m ² – 10 kg/m ³	18 kN/m ² – m/s – 150 m/s – 0,95 – 1,05 – 0,53 bar – 99 m	ja
4.7.66 336	Gesteinstaubsperr Schlagw./Kohlenst	36 bis 66 m; 66 bis 171 m 500 g/m ³ + 10 kg; 300 g/m ³ (392 kg)	66 bis 90 m ca. 40 %	ca 7 m ³ – gemischt 12,5 % – 12,5 % – mittelst	Sperre nach Bauart 1, jedoch einseitig pendelnd 90 bis 151 m – 400 kg/m ² – 6,5 kg/m ³ – eins Lucke 1,3 m	17 kN/m ² – 55 m/s – 150 m/s – ca 3000 m/s ² 1,60 – 2,30 – 2,75 bar – ca 280 m	nein
7.7.66 337	Wassertrogsperr Schlagw./Kohlenst	36 bis 66 m, 66 bis 130 m 500 g/m ³ + 10 kg; 300 g/m ³ (284 kg)	66 bis 90 m ca. 40 %	ca 7,5 m ³ – gemischt 13,1 % – 13,2 % – mittelst	20 PVC-Troge (80 l), Bauart 2 – in Streckenmitte 90 bis 110 m – 200 kg/m ² – 10 kg/m ³ – zwei Lucken je 0,85 m	22 kN/m ² – 55 m/s – 150 m/s – 1,00 – 1,15 – 0,60 bar – 99 m	ja
11.7.66 338	Gesteinstaubsperr Schlagw./Kohlenst	36 bis 66 m, 66 bis 171 m 500 g/m ³ + 20 kg; 300 g/m ³ (392 kg)	66 bis 90 m ca. 40 %	ca 7,5 m ³ – gemischt 13,8 % – 13,8 % – mittelst	Sperre nach Bauart 1 mit unsymmetrischer Staubauflage 90 bis 151 m – 400 kg/m ² – 6,5 kg/m ³ – eins Lucke 1,3 m	20 kN/m ² – m/s – 200 m/s – 300 m/s – ca 300 m/s ² 1,45 – 1,60 – 1,95 bar – ca 280 m	nein
18.7.66 339	Gesteinstaubsperr Schlagw./Kohlenst	36 bis 66 m, 66 bis 171 m 500 g/m ³ + 20 kg; 300 g/m ³ (392 kg)	66 bis 90 m ca. 40 %	ca 8,0 m ³ – gemischt 13,0 % – 13,0 % – m. stk	Sperre nach Bauart 1, Staub in Streckenmitte 90 bis 151 m – 400 kg/m ² – 6,5 kg/m ³ – 2 Lucken je 0,8 m	14 kN/m ² – 35 m/s – 200 m/s – 1,15 – 1,20 – 0,60 bar – 122 m	ja
21.7.66 340	Wassertrogsperr Schlagw./Kohlenst	36 bis 66 m, 66 bis 130 m 500 g/m ³ + 20 kg; 300 g/m ³ (294 kg)	66 bis 90 m ca. 40 %	ca 9,0 m ³ – Firstenschicht 26 % – 22 % – milde	20 Polyethylen-Troge, an Schnuoren aufgehängt, Wasser in 90 bis 110 m – 200 kg/m ² – 10 kg/m ³ Plastiksäcken	18 kN/m ² – 60 m/s – 150 m/s – 0,95 – 1,15 – 0,75 bar – 110 m	ja
25.7.66 341	Wassertrogsperr Schlagw./Kohlenst	36 bis 66 m, 66 bis 129 m 500 g/m ³ + 10 kg; 300 g/m ³ (276 kg)	66 bis 88 m ca. 40 %	ca 9,0 m ³ – Firstenschicht 31,6 % – 19,2 % – sehr mild	20 PVC-Troge (80 l), Bauart 1 (eingehängt) symmetrisch 88 bis 109 m – 200 kg/m ² – 9,5 kg/m ³	6 kN/m ² – 35 m/s – 100 m/s – 0,65 – 0,70 – 0,35 bar – 96 m	ja
26.7.66 342	Wassertrogsperr Schlagw./Kohlenst	36 bis 66 m, 66 bis 129 m 500 g/m ³ + 10 kg; 300 g/m ³ (276 kg)	66 bis 88 m ca. 40 %	ca 9,0 m ³ Firstenschicht 31,6 % – 19,2 % – sehr mild	20 PVC-Troge (80 l), Bauart 1 (eingehängt) symmetrisch 88 bis 109 m – 200 kg/m ² – 9,5 kg/m ³	weniger 5 kN/m ² – 25 m/s – 90 m/s – 0,70 – 0,85 – 0,70 bar – ca 280, m	nein
28.7.66 343	Wassertrogsperr Schlagw./Kohlenst	36 bis 66 m; 66 bis 127 m 500 g/m ³ + 10 kg; 300 g/m ³ (276 kg)	66 bis 88 m ca. 40 %	ca 9,0 m ³ – Firstenschicht 32 % – 24 % – sehr mild	20 PVC-Troge (80 l), Bauart 1 (eingehängt) symmetrisch 88 bis 109 m – 200 kg/m ² – 9,5 kg/m ³	weniger 5 kN/m ² – 30 m/s – 100 m/s – 0,55 – 0,60 – 0,20 bar – 97 m	ja

Tabelle II

Zu Abschnitt 3.113: Versuche mit verschiedenen Sperrbauarten in einer Strecke mit 12,5 m² Querschnitt (Hagenbeck) Ort der Versuche: Schachanlage Hagenbeck, 11 Sohle, Querschlag nach Süden, Länge 170 m, Querschnitt gewölbt, 12,5 m², Stein-Bogenbau Schöfliger Verlauf der Strecke, ein Abzweig beim 150 Streckenmeter ist durch eine 50 cm starke Mäuer geschützt.
 Sperrbauart: Sperrschicht mit 30 cm Kohlenstaub.
 Initial: Methanansammlung vom 2. bis 9. Streckenmeter, durch Schweißbaumwollfäden gezundet. Rauminhalt des Gaszettes etwa 80 m³.

Datum Nr. Expt	Art der Sperre Art der Explosion	Staubablagerung von bis Streckenbereich Staubmengen	Staubstreuung Neutralisation von bis Staubmengen	Initial CH ₄ -Menge, Art d Einleit. C ₂ -Gehalt, Beurteilung des 30. cm – 60 cm – 150 cm – Initials unter der Firste –	Sperre Beschreibung der Sperrbauart Ort der Loschmittelmenge je Sperre m ² Str.-Quer- schm – m ³ Streckenraum	Explosionsverlauf Max Beschl d Flamme – Max Reich- weite der Flamme	Wirkung der Sperre
23 10 65 279	Keine Sperre Schlagwetterexpt	kein Kohlenstaub		ca 10 m ² – Firsten- schicht – 29,5% – 27,0% – 21,0% – milde	keine Sperre Versuch zur Erprobung des Initials	38 m	
25 10 65 280	Wassertrogsperre Schlagw/Kohlenst	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 60 m – 50 bis 94 m ca 40%, Staubbündung an der Sohle	ca 10 m ² – Firsten- schicht – 31% – 29% – 21% – milde	32 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 11 Trogzeilen 60 bis 84 m – 200 kg/m ² – 8,3 kg/m ² – keine Lucke	30 m/s ² 38 m/s ² 75 m	ja
30 10 65 282	Wassertrogsperre Schlagw/Kohlenst	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 60 m – 50 bis 94 m ca 40%, Staubbündung an der Sohle	ca 10 m ² – Firsten- schicht – 29,5% – 29% – 19% – milde	32 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 11 Trogzeilen 60 bis 84 m – 200 kg/m ² – 8,3 kg/m ² – keine Lucke	m/s ² 75 m	ja
2 11 65 283	Wassertrogsperre Schlagw/Kohlenst	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 60 m – 50 bis 94 m ca 40%, Staubbündung an der Sohle	ca 10 m ² – Firsten- schicht – 34% – 29% – 11% – milde	32 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 11 Trogzeilen 60 bis 84 m – 200 kg/m ² – 8,3 kg/m ² – keine Lucke	20 m/s ² 72 m	ja
6 11 65 284	Wassertrogsperre Schlagw/Kohlenst	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 99 m ca 40%	ca 10 m ² – Firsten- schicht – 27,5% – 25% – 19% – milde	32 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 11 Trogzeilen 60 bis 78,5 m – 200 kg/m ² – 10,8 kg/m ² – keine Lucke	m/s ² 72 m	ja
8 11 65 285	Wassertrogsperre Schlagw/KohlLust	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 60 m ca 40%	ca 10 m ² – Firsten- schicht – 28% – 26,5% – 20% – milde	32 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 11 Trogzeilen langgestellt mit ca 70 cm Lucken – 60 bis 78,5 m – 200 kg/m ² – 10,8 kg/m ²	780 m/s ² 250 m	nein
10 11 65 286	Wassertrogsperre Schlagw/Kohlenst	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 100 m ca 40%	ca 10 m ² – Firsten- schicht – 33% – 31,5% – 21,5% – milde	32 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 11 Trogzeilen langgestellt mit ca 70 cm Lucken, Trägerab- stand 40 cm – 60 bis 80 m – 200 kg/m ² – 10 kg/m ²	500 m/s ² 315 m	nein
15 11 65 287	Wassertrogsperre Schlagw/Kohlenst	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 99 m ca 40%	ca 10 m ² – Firsten- schicht – 35% – 34% – 28% – milde	32 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 11 Trogzeilen keine Lucken	110 m/s ² 232 m	nein
19 11 65 288	Wassertrogsperre Schlagw/Kohlenst	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 99 m ca 40%	ca 10 m ² – Firsten- schicht – 24,5% – 22,5% – 15% – milde	32 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 11 Trogzeilen keine Lucken	m/s ² 62 m	ja
22 11 65 289	Wassertrogsperre Schlagw/Kohlenst	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 99 m ca 40%	ca 8 m ² – Firsten- schicht – 25% – 24% – 17% – milde	32 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 11 Trogzeilen 60 bis 78,5 m – 200 kg/m ² – 10,8 kg/m ² – keine Lucke	m/s ² 65 m	ja
24 11 65 290	Wassertrogsperre Schlagw/Kohlenst	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 100 m ca 40%	ca 8 m ² – Firsten- schicht – 26% – 24% – 20% – milde	36 PVC-Troge (70 l) – Bauart 2 – 12 Trogzeilen keine Lucke	m/s ² 73 m	ja
27 11 65 291	Wassertrogsperre Schlagwetter	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 100 m ca 40%	ca 7,5 m ² – Firsten- schicht – 74% – 44% – 2% – sehr milde	36 PVC-Troge (70 l) – Bauart 2 – 12 Trogzeilen 60 bis 80 m – 200 kg/m ² – 10 kg/m ² – keine Lucke	36 m	Kohlenstaub nicht gezundet
29 11 65 292	Wassertrogsperre Schlagw/Kohlenst	9 bis 30 m 300 g/m ² + 60 kg	außerdem vorhandener Staub von dem Versuch Nr 291	ca 8 m ² – Firsten- schicht – 33% – 32% – 19% – milde	die gleiche Sperre wie beim Versuch Nr 291	m/s ² 70 m	ja
1 12 65 295	Wassertrogsperre Schlagw/Kohlenst	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 110 m ca 40%	ca 8 m ² – Firsten- schicht – 39% – 37% – 5% – milde	32 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 16 Trogzeilen – 60 bis 90 m – 200 kg/m ² – 6,7 kg/m ² – Lucke – 90 cm in Streckenmitte	m/s ² 70 m	ja
3 12 65 296	Gesteinsstaubsperre Schlagw/Kohlenst	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 125 m ca 40%	ca 9 m ² – Firsten- schicht – 2% – 30% – 24% – milde	14 Bühnen (100 kg) – 12 Bühnen (300 kg) – Bau- art 1 – 60 bis 105 m – 400 kg/m ² – 8,9 kg/m ²	1130 m/s ² 90 m	ja
6 12 65 297	Wassertrogsperre Schlagw/Kohlenst	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 100 m ca 40%	ca 8 m ² – Firsten- schicht – 34% – 33% – 3% – milde	36 PVC-Troge (70 l) – langgestellt – 12 Trog- zeilen – 60 bis 80 m – 200 kg/m ² – 10 kg/m ² – Lucke 1 m	m/s ² 65 m	ja
8 12 65 298	Wassertrogsperre Schlagw/Kohlenst	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 101 m ca 40%	ca 7 m ² – Firsten- schicht – 38% – 32% – 4% – milde	32 PVC-Troge (je 26 mit 70 m mit 30 l) – 13 Trog- zeilen – 60 bis 81 m – 200 kg/m ² – 9,5 kg/m ² – langgest. – 1 m Lucke	4500 m/s ² 500 m	nein
10 12 65 299	Wassertrogsperre Schlagw/Kohlenst	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 99 m ca 40%	ca 12 m ² – Firsten- schicht – 49% – 42% – 5% – milde	32 PVC-Troge (80 l) quergestellt – 11 Trog- zeilen – 60 bis 78,5 m – 200 kg/m ² – 10,8 kg/m ² keine Lucke	m/s ² 70 m	ja
13 12 65 301	Wassertrogsperre Schlagw/Kohlenst	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 99 m ca 40%	ca 16 m ² – Firsten- schicht – 45% (60 cm) – 37% (170 cm) – 5% (250 cm) – mild	32 PVC-Troge (80 l) quergestellt – 11 Trog- zeilen – 60 bis 78,5 m – 200 kg/m ² – 10,8 kg/m ² keine Lucke	m/s ² 68 m	ja
16 12 65 302	Gesteinsstaubsperre Schlagw/Kohlenst	9 bis 30 m 500 g/m ² + 60 kg	30 bis 125 m ca 40%	ca 16 m ² – Firsten- schicht – 38% (60 cm) – 35% (170 cm) – 0% (270 cm) – milde	14 Bühnen (100 kg) – 12 Bühnen (300 kg) – Bau- art 1 – 60 bis 105 m – 400 kg/m ² – 8,9 kg/m ² keine Sperre	m/s ² 92 m	ja
14 12 65 300	ohne Sperre Kohlenstaubexpt	Staubreste der Explosion Nr. 301 Armmongelt 2 – Vor dem Morsor 105 kg Kohlenstaub, davon 60 kg durch Sprengstoff aufge- wirbelt	Initial durch Morserschuß mit Schwarzpulver und Kohlenstaub			1150 m/s ² 378 m	

Tabelle 3
 Versuche mit verschiedenen Sperrbauarten in einer Strecke mit 14 m² Querschnitt
 Schachtanlage Kaiserstuhl, 8. Sohle, Querschlag NW 3, Länge 1086 m, Querschnitt gewolbt 14 m², Stahlbogen-
 ausbau, solcher Verlauf der Strecke, Abzweige beim 30., 65. und 927. Streckenmeter
 „Derner Normalstaub“ siehe Tabelle 1
 Stahlmorser mit 500 g Schwarzpulver und einer Patrone Ammonit 2 geladen, beim 775. Streckenmeter, Koh-
 lenstaubhaufen (20 kg) mit 1 Patr. Wettersprengstoff Kl. 1 beim 781. m, 2 Plastiksacke mit je 15 kg Kohlenstaub
 und 3 Patr. Ammonit 2 beim 795. m, alle Sprengladungen mit Momentzündern gezündet. Vor dem Morser ein
 Brett mit 5 kg Kohlenstaub und 5 Horden mit je 10 kg Kohlenstaub

Tabelle 3

Zu Abschnitt 3 114
Ort der Versuche:
 „Derner Normalstaub“ siehe Tabelle 1
Kohlenstaub:
Initial:

Datum Nr der Expl	Art der Sperren Art der Explosion	Staubstreuung		Neutralisation von bis Gehalt an Unbrennbarem	Sperre A – Ort Sperre B – Ort	Sperre Beschreibung – Loschmittelmenge je m ² Querschnitt – je m ³ Raum – Bemerkungen	Explosionsverlauf		Wirkung der Sperre
		Staubablagerung von	bis Staubmengen				Winddruck v d Sperre – Flammengeschw an der Sperre, hinter der Sperre – Max Flammengeschw – Reichweite der Flamme – Beurteilung des Initials	Zu Initial schwaches	
30.9.66 344	Wassertragsperre Kohlenstaubexplosion	775 bis 805 m 500 g/m ³ + 75 kg	805 bis 875 m 600 g/m ³	805 bis 835 m ca 40%	Sperre siehe Versuch Nr. 345 nur Sperre A	Sperre wurde nicht geworfen	Abflammungsartiger Verlauf, daher keine Messungen von Druck u Flammengeschwindigkeit – 759 m bis 812 m	zu Initial schwaches	nein
4.10.66 345	Wassertragsperren Kohlenstaubexplosion	755 bis 805 m 500 g/m ³ + 105 kg	805 bis 875 m 755 bis 880 m 600 g/m ³	805 bis 835 m ca 40%	A) 835 bis 855 m B) 725 bis 700 m	33 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 9 Trogzeilen – 9,5 kg/m ² – keine Lucke 32 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 11 Trogz – 185 kg/m ² – 7,5 g/m ³ – 90 cm Lucke 39 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 13 Trogz – 223 kg/m ² – 3,1 kg/m ³ – 5,6 m Abstand wie Sperre A	5 kN/m ² – 0,45 bar – 35 m/s – 500 m/s – 400 m/s ² – 930 m – sehr kN/m ² – 0,4 bar – m/s – m/s – m/s ² – 660 m 8 kN/m ² – 0,45 bar – 90 m/s – m/s – m/s ² – 875 m – milde kN/m ² – 0,45 bar – 90 m/s – m/s – m/s ² – 660 m – milde	sehr milde	nein
7.10.66 346	Wassertragsperren Kohlenstaubexplosion	775 bis 805 m 500 g/m ³ + 105 kg	805 bis 824 m 775 bis 659 m 600 g/m ³	805 bis 835 m ca 40%	A) 835 bis 904 m B) 750 bis 679 m	36 PVC-Troge (80 l) – Bauart 1 – 9 Trogz – 205 kg/m ² – 10,2 kg/m ³ – keine Lucke 39 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 13 Trogz – 223 kg/m ² – 3,1 kg/m ³ – 5,6 m Abstand	8 kN/m ² – 0,45 bar – 30 m/s – m/s – m/s ² – 845 m – sehr milde 9 kN/m ² – 0,5 bar – 90 m/s – m/s – m/s ² – 670 m – milde 9 kN/m ² – 0,55 bar – 80 m/s – 155 m/s – 150 m/s ² – 950 m – milde	ja	ja
17.10.66 347	Wassertragsperren Kohlenstaubexplosion	775 bis 805 m 500 g/m ³ + 105 kg	805 bis 875 m 775 bis 659 m 600 g/m ³	805 bis 835 m ca 40%	A) 835 bis 855 m B) 750 bis 679 m	13 Bühnen (300 kg) – Bauart 1 – 9 Trogz – 280 kg/m ² – 3,8 kg/m ³ – 5,6 m Abstand 36 PVC-Troge (80 l) – Bauart 1 – 9 Trogz – 205 kg/m ² – 10,2 kg/m ³ – keine Deckel	8 kN/m ² – 0,45 bar – 40 m/s – m/s – m/s ² – 845 m – milde kN/m ² – 0,4 bar – 45 m/s – m/s – m/s ² – 705 m – milde kN/m ² – 0,6 bar – m/s – 200 m/s – m/s ² – 950 m – sehr milde	ja	ja
21.10.66 348	Wassertragsperren Kohlenstaubexplosion	775 bis 805 m 500 g/m ³ + 105 kg	805 bis 875 m 775 bis 659 m 600 g/m ³	805 bis 835 m ca 40%	A) 835 bis 855 m B) 750 bis 679 m	13 Bühnen (300 kg) – Bauart 1 – 9 Trogz – 280 kg/m ² – 3,8 kg/m ³ – 5,6 m Abstand 36 PVC-Troge (80 l) – Bauart 1 – 9 Trogz – 205 kg/m ² – 10,2 kg/m ³ – keine Deckel	8 kN/m ² – 0,45 bar – 40 m/s – m/s – m/s ² – 845 m – milde kN/m ² – 0,4 bar – 45 m/s – m/s – m/s ² – 705 m – milde kN/m ² – 0,6 bar – m/s – 200 m/s – m/s ² – 950 m – sehr milde	ja	ja
25.10.66 349	Wassertragsperren Kohlenstaubexplosion	775 bis 805 m 500 g/m ³ + 105 kg	805 bis 875 m 775 bis 659 m 600 g/m ³	805 bis 835 m ca 40%	A) 837 bis 855 m B) 750 bis 679 m	32 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 8 Trogz – 185 kg/m ² – 10,2 kg/m ³ – 2,6 m Höhe 39 Polyäthylen-Troge (80 l) – 13 Trogz – 223 kg/m ² – 3,1 kg/m ³ – 5,6 m Abstand an Faden	8 kN/m ² – 0,45 bar – 45 m/s – m/s – m/s ² – 845 m – milde kN/m ² – 0,6 bar – m/s – 200 m/s – m/s ² – 950 m – sehr milde kN/m ² – 0,6 bar – m/s – 200 m/s – m/s ² – 950 m – sehr milde	ja	ja
30.10.66 350	Wassertragsperren Kohlenstaubexplosion	775 bis 805 m 500 g/m ³ + 105 kg	805 bis 875 m 775 bis 660 m 600 g/m ³	805 bis 835 m ca 40%	A) 835 bis 855 m B) 750 bis 680 m	36 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 9 Trogz – 205 kg/m ² – 10,2 kg/m ³ – 2,2 m Höhe über Sohle 8 Trogz mit je 3 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 137 kg/m ² – 1,7 kg/m ³ – 10 m Abstand über Sohle	8 kN/m ² – 0,6 bar – 100 m/s – m/s – m/s ² – 560 m – milde 17 kN/m ² – 0,3 bar – 45 m/s – 160 m/s – 230 m/s ² – 925 m milde 10 kN/m ² – 0,45 bar – 75 m/s – m/s – m/s ² – 710 m	nein	nein
2.11.66 351	Wassertragsperren Kohlenstaubexplosion	775 bis 805 m 500 g/m ³ + 105 kg	805 bis 895 m 775 bis 660 m 600 g/m ³	805 bis 855 m ca 40%	A) 855 bis 875 m B) 750 bis 660 m	36 PVC-Troge (80 l) – Bauart 2 – 9 Trogz – 205 kg/m ² – 10,2 kg/m ³ – 2,2 m Höhe über Sohle 8 Trogz je 3 PVC-Troge (80 l) – Deckel Bauart 2	10 kN/m ² – 0,65 bar – 105 m/s – m/s – m/s ² – 865 m 26 kN/m ² – 0,65 bar – 105 m/s – m/s – m/s ² – 865 m ca 10 kN/m ² – 0,5 bar – 50 m/s – m/s – m/s ² – 720 m 12 kN/m ² – 0,45 bar – 150 m/s – m/s – m/s ² – 865 m milde	ja	ja
7.11.66 352	Wassertragsperren Kohlenstaubexplosion	775 bis 805 m 500 g/m ³ + 105 kg	805 bis 895 m 775 bis 660 m 600 g/m ³	805 bis 845 m ca 40%	A) 845 bis 864 m B) 720 bis 680 m	70 PVC-Troge (40 l) 1 am Streckenumfang – 200 kg/m ² – 10,5 kg/m ³ 5 Trogz je 4 PVC-Troge (80 l) – Bauart 1 – 114 kg/m ² – 2,3 kg/m ³ – 10 m Abstand	ca 12 kN/m ² – 0,5 bar – 55 m/s – m/s – m/s ² – 675 m	ja	ja

Tabelle IV

Zu Abschnitt 3.115 : Versuche mit verschiedenen Sperrbauarten in einer Strecke mit 24 m² Querschnitt und 5,1 m Streckenhöhe
Ort der Versuche : Schachtanlage Schölvien , 5. Sohle, Lokomotivschuppen am Schacht 1, Länge 140 m, Querschnitt gewölbt 24 m (Ausbauquerschnitt) Stahlbogenausbau mit Betonplattenverzug Sohliger Verlauf der Strecke, Abzweige beim 0. und 60. Streckenmeter

Kohlenstaub : „Dermer Normalstaub“ , siehe Tab 1 Nur bei einigen Versuchen wurde ein Staub mit 30 % Ascheanteilen verwendet
Initial : Stahlmorser mit 500 g Schwarzpulver und 100 g Ammonit 2, geladen beim 0. Streckenmeter. Vor dem Morser ein Brett mit 5 kg Kohlenstaub, 6 Horden mit zusammen 50 kg Kohlenstaub und 4 Beutel mit je 10 kg Kohlenstaub und 375 g Ammonit 2. Alle Sprengladungen wurden mit Momentzündern initiiert

Datum - Nr. d. Expl	Art der Sperre Art der Explosion	Staub von bis Staubmengen	Neutralisation - Gehalt an Un- brennbarem	Beschreibung der Sperrbauart Ort der Sperre - Loschmittelmenge je m ² - je m ³ - Höhe über der Sohle - Lucke	Sperre	Explosionsverlauf	Winddruck beim 75 m - 150 m - Flammengeschwin- digkeit vor - hinter der Sperre	Wirkung Sperrung
2 8 68 496	Wassertrogsperr Kohlenstaubexplosion	0 bis 20 m - 20 bis 94 m 500 g/m ³ + 95 kg 300 g/m ³	50 bis 94 m ca. 30 %	30 PVC-Troge (80 l) - Bauart 1 - 6 Trog - 4,8 m Abstand - Deckel 50 bis 74 m - 100 kg/m ² - 3,5 kg/m ³ - 2,6 m Höhe		0,40 - 0,30 - 0,30 bar - milde - m/s ² - 60 m - 71 m - 81 m	ja	
6 8 68 497	Wassertrogsperr Kohlenstaubexplosion	0 bis 20 m - 20 bis 110 m 500 g/m ³ + 95 kg 300 g/m ³	64 bis 110 m ca 30 %	60 PVC-Troge (80 l) - Bauart 1 - 12 Trog - 2,4 m Abstand - Deckel 64 bis 90 m - 200 kg/m ² - 7,0 kg/m ³ - 2,6 m Höhe		0,5 - 0,35 - 0,45 bar - milde m/s ² - 70 m - 75 / 78 m - 81 m	ja	
12 8 68 498	Wassertrogsperr Kohlenstaubexplosion	0 bis 20 m - 20 bis 110 m 500 g/m ³ + 95 kg 300 g/m ³	64 bis 110 m ca 30 %	48 PVC-Troge (80 l) - Bauart 1 - 12 Trog - 2,4 m Abstand - Deckel 64 bis 90 m - 160 kg/m ² - 5,5 kg/m ³ - 4,0 m Höhe		0,55 - 0,50 - 0,55 bar - milde m/s ² - 95 m - 76 m - 88 m	ja	
14 8 68 499	Wassertrogsperr Kohlenstaubexplosion	0 bis 20 m - 20 bis 110 m 500 g/m ³ + 95 kg 300 g/m ³	64 bis 110 m ca 30 %	48 PVC-Troge (80 l) - Bauart 1 - 12 Trog - 2,4 m Abstand - Deckel 64 bis 90 m - 160 kg/m ² - 5,5 kg/m ³ - 4,0 m Höhe		0,70 - 0,65 - 0,70 bar - zunächst milde, später mittelkraftig - 230 m/s ² - m - 158 m - m	nein	
16 8 68 500	Wassertrogsperr Kohlenstaubexplosion	0 bis 20 m - 20 bis 110 m 500 g/m ³ + 95 kg 300 g/m ³	64 bis 110 m ca 30 %	60 PVC-Troge (80 l) - Bauart 1 - 15 Trog - 1,6 m Abstand - Deckel 64 bis 87,5 m - 200 kg/m ² - 8,4 kg/m ³ - 4,0 m Höhe		1,05 - 0,85 - 1,5 bar - mittelkraftig 0 m/s ² - m - 165 m - m	nein	
19 8 68 501	Wassertrogsperr Kohlenstaubexplosion	0 bis 20 m - 20 bis 130 m 500 g/m ³ + 95 kg 300 g/m ³	65 bis 130 m ca 30 %	60 PVC-Troge (80 l) - Bauart 1 - 15 Trog - 3,2 m Abstand - Deckel 65 bis 110 m - 200 kg/m ² - 4,2 kg/m ³ - 4,0 m Höhe		1,20 - 0,85 - 1,05 bar - zunächst milde, später mittelkraftig - 105 m/s ² - m - 165 m - m	nein	
21 8 68 502	Wassertrogsperr Kohlenstaubexplosion	0 bis 20 m - 20 bis 110 m 500 g/m ³ + 95 kg 300 g/m ³	64 bis 110 m ca 30 %	60 PVC-Troge (80 l) - Bauart 2 - 10 Trog - 2,4/4,8 m Abstand - Deckel 64 bis 91 m - 200 kg/m ² - 7,4 kg/m ³ - 2,6 m Höhe		0,40 - 0,45 - 0,40 bar - sehr milde m/s ² - 70 m - 78 m - 95 m	ja	
23 8 68 503	Wassertrogsperr Kohlenstaubexplosion	0 bis 20 m - 20 bis 110 m 500 g/m ³ + 95 kg 300 g/m ³	keine	48 PVC-Troge (80 l) - Bauart 2 - 12 Trog - 2,4 m Abstand - Deckel 64 bis 90 m - 160 kg/m ² - 5,5 kg/m ³ - 2,6 m Höhe - Mittellücke 1,7 m		0,70 - 0,60 - 0,75 bar - milde 82/86 m - 90/97 m - 100 m	ja	
27 8 68 504	Wassertrogsperr Kohlenstaubexplosion	0 bis 20 m - 20 bis 110 m 500 g/m ³ + 95 kg 300 g/m ³	keine	48 PVC-Troge (80 l) - Bauart 2 - 12 Trog - 2,4 m Abstand - Deckel 64 bis 90 m - 160 kg/m ² - 5,5 kg/m ³ - 3,0 m Höhe - Mittellücke 1,6 m		0,85 - 0,90 - 0,95 bar - zunächst milde später mittelkraftig - 1400 m/s ² - m - 185 m	nein	
30 8 68 505	Wassertrogsperr Kohlenstaubexplosion	0 bis 20 m - 20 bis 110 m 500 g/m ³ + 95 kg 300 g/m ³	keine	60 PVC-Troge (80 l) - Bauart 2 - 10 Trog - 2,4/4,8 m Abstand - Deckel 64 bis 90 m - 200 kg/m ² - 7,4 kg/m ³ - 3,0 m Höhe - keine Lucke		0,65 - 0,65 - 0,60 bar - milde - 0,0 m/s ² - m - 210 m - m - im Sperrbereich nur geringe Flammeneinwirkungen	nein	
29 68 506	Wassertrogsperr Kohlenstaubexplosion	0 bis 20 m - 20 bis 110 m 500 g/m ³ + 95 kg 300 g/m ³	keine	48 PVC-Troge (80 l) - Bauart 2 - 12 Trog - 2,4 m Abstand - Deckel 64 bis 90 m - 160 kg/m ² - 5,5 kg/m ³ - 2,6 m Höhe - Mittellücke 1,7 m		0,70 - 0,65 - 0,70 bar - milde - 60 m/s ² - - 165 m - m - im Sperrbereich nur geringe Flammeneinwirkungen	nein	
4 9 68 507	Wassertrogsperr Kohlenstaubexplosion	0 bis 20 m - 20 bis 110 m 500 g/m ³ + 95 kg 300 g/m ³	keine	60 PVC-Troge (80 l) - Bauart 2 - 12 Trog - 2,4 m Abstand - Deckel 64 bis 90 m - 200 kg/m ² - 7,4 kg/m ³ - 2,6 m Höhe - Mittellücke 1 m		0,55 - 0,45 - 0,55 bar - milde 93 m - 90 m - 125 m	ja	
6 9 68 508	Wassertrogsperr Kohlenstaubexplosion	0 bis 20 m - 20 bis 110 m 500 g/m ³ + 95 kg 300 g/m ³	keine	60 PVC-Troge (80 l) - Bauart 2 - 12 Trog - 2,4 m Abstand - Deckel 64 bis 90 m - 64 bis 90 m - 200 kg/m ² - 7,4 kg/m ³ - 2,6 m Höhe - Mittellücke 1 m		0,6 - 0,6 - 0,6 bar - Abflamungsartig bis zur Sperrung, dann milde - m/s ² - m - 195 m - m	nein	
9 9 68 509	Wassertrogsperr Kohlenstaubexplosion	0 bis 20 m - 20 bis 110 m 500 g/m ³ + 125 kg 300 g/m ³	keine	60 PVC-Troge (80 l) - Bauart 2 - 12 Trog - 2,4 m Abstand - Deckel 64 bis 90 m - 200 kg/m ² - 7,4 kg/m ³ - 2,6 m Höhe - Mittellücke 1 m		1,3 - 1,25 - 1,85 bar - mittelkraftig 600 m/s ² - m - 220 m - m	nein	
12 9 68 510	Wassertrogsperr Kohlenstaubexplosion	0 bis 20 m - 20 bis 110 m 500 g/m ³ + 115 kg 300 g/m ³	keine	60 PVC-Troge (80 l) - Bauart 2 - 10 Trog - 2,4/4,8 m Abstand - Deckel 64 bis 90 m - 200 kg/m ² - 7,4 kg/m ³ - 2,6 m Höhe - keine Lucke		0,5 - 0,45 - 0,55 bar - milde m/s ² - 97 m - 85/90 m - 99 m	ja	

Tabelle V/1

Zu Abschnitt 3.121: Versuche mit Sperrern an Streckenzweigungen auf der Schachtanlage Hagenbeck

Ort der Versuche: Flozstrecke Finiefrau sowie Richtstrecke Finiefrau und Querschlag nach Norden, 11 Sohle – Längen Flozstrecke 185 m – Richtstrecke ca 500 m Querschlag ca 150 m – Querschlag im Sperrbereich 12,5 m², sonstiger Verlauf – außer Abzweig der Flozstrecke noch weiterer Abzweig des Querschlags nach Norden, etwa 30 m vom Abzweig der Flozstrecke entfernt, etwa 20 m von der Abzweig durch Mauer zugesezt

Kohlenstaub: Derner Normalstaub, siehe Tab. I
Neutralisation: Nach 30 m Anlauf (von dem Morscher aus gerechnet) bis zum Beginn der Sperrern Losmittelmittelkonzentration Bei allen Wasserrosperrern 200 kg/m³ und 10,7 kg/m³ Stahlmorscher mit 50 g Schwärzpulver und 100 g Ammongelit 2, vor dem Morscher ein Brett mit 5 kg und 5 Horden mit je 10 kg Kohlenstaub, ein Staubhaken (20 kg) mit 100 g Weiteprengstoff, 5 m vor dem Morscher, bei einigen Versuchen ein weiterer Staubhaken (40 kg) mit 250 g Schwärzpulver und 200 g Ammongelit 2 neben dem Morscher, alle Sprengladungen mit Momentzündern

Bemerkung: Die Meierzahlen zählen jeweils vom Streckenort der Flozstrecke aus, im Querschlag nach Süden sind sie zur Unterscheidung von der Richtstrecke mit einem A versehen

Datum Nr d Expl	Art der Sperrern Art der Explosion	Staubstreuung Staubablagerung von bis – Gehalt an Unbrennbarem Staubmengen – im Neutralisationsbereich – Ort des Initials	Sperrere Sperrere A) Sperrere im Qu n Süden Ort – Entf v d Ecke – Beschreibung B) Sperrere in Richtstr Finiefrau Ort – Entf v d Ecke – Beschreibung	Fl Geschw alls Druck (in Ft-Str)	Explosionsverlauf Winddr – Alls Druck – Fl-Geschw – Fl-Beschl – Ft-Reichw 1 Zelle im Qu n Süden, 2 Zelle in R-Str Finiefrau	Wirkung der Sperrern
7.1.66	Wasserrtrosperrern Kohlenstaubexplosion	0 bis 30 m, 30 bis 185 m, A.248.5 bis 271.5 m, 40% 500 g/m ³ + 75 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ , Morscher 0 m	A) A210 bis A228.5 m – 25 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) – Bauant 2 B) 233 bis 251.5 m – 48 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2)	480 m/s 2,2 bar	kn/m ² – 1,65 bar – 45 m/s – 900 m/s ² – A 230 m kn/m ² – 2,3 bar – 900 m/s – 200 m/s ² – 245 m	ja ja
22.1.66	Wasserrtrosperrern Kohlenstaubexplosion	0 bis 30 m, 30 bis 185 m, A.248.5 bis 271.5 m, 40% 500 g/m ³ + 75 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ , Morscher 0 m	A) A210 bis A228.5 m – 25 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) B) 233 bis 251.5 m – 48 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2)	700 m/s 2,2 bar	kn/m ² – 1,5 bar – 205 m/s – 1500 m/s ² – A 340 m 26 kn/m ² – 1,8 bar – 40 m/s – 1500 m/s ² – 245 m	nein ja
29.1.66	Wasserrtrosperrern Kohlenstaubexplosion	0 bis 30 m, 30 bis 185 m, A.273.5 bis 271.5 m, 40% 500 g/m ³ + 75 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ , Morscher 0 m	A) A235 bis A253.5 m – 50 m – 32 PVC-Troge (80 l) B) 233 bis 251.5 m – 48 m – 32 PVC-Troge (80 l)	600 m/s 2,45 bar	30 kn/m ² – 1,55 bar – 400 m/s – 1000 m/s ² – A 270 m 30 kn/m ² – 2,15 bar – 450 m/s – 750 m/s ² – 270 m	ja ja
8.2.66	Wasserrtrosperrern Kohlenstaubexplosion	110 bis 140 m, 140 m bis 185 m, A.273.5 bis 271.5 m, 40% 500 g/m ³ + 75 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ , Morscher 110 m	A) A235 bis A253.5 m – 50 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) keine Lucke B) 233 bis 251.5 m – 48 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) keine Lucke	215 m/s 1,15 bar	35 kn/m ² – 1,2 bar – 125 m/s – 550 m/s ² – A 238 m 35 kn/m ² – 0,85 bar – m/s – m/s ² – 248 m	ja ja
12.2.66	Wasserrtrosperrern Kohlenstaubexplosion	110 bis 140 m, 140 m bis 185 m, A.273.5 bis 271.5 m, 40% 500 g/m ³ + 75 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ , Morscher 110 m	A) A235 bis A253.5 m – 50 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) keine Lucke B) 233 bis 251.5 m – 48 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) keine Lucke	m/s 0,7 bar	23 kn/m ² – 1,5 bar – 250 m/s – m/s ² – A 250 m 18 kn/m ² – 0,65 bar – m/s – m/s ² – 248 m	ja ?
15.2.66	Wasserrtrosperrern Kohlenstaubexplosion	0 bis 30 m, 30 bis 185 m, A.273.5 bis 271.5 m, 60% 500 g/m ³ + 75 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ , Morscher 0 m	A) A235 bis A253.5 m – 50 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) keine Lucke B) 233 bis 251.5 m – 48 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) keine Lucke	700 m/s 2,25 bar	kn/m ² – 1,5 bar – m/s – m/s ² – A 235 m kn/m ² – 1,7 bar – 700 m/s – 0 m/s ² – 234 m	?
19.2.66	Wasserrtrosperrern Kohlenstaubexplosion	0 bis 30 m, 30 bis 185 m, A.261 bis 268,5 m, 65 bis 55% 500 g/m ³ + 75 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ , Morscher 0 m	A) A222.5 bis A241 m – 37,5 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) keine Lucke B) 220 bis 238.5 m – 35 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) keine Lucke	600 m/s bar	70 kn/m ² – 1,0 bar – m/s – m/s ² – A 190 m 70 kn/m ² – 1,5 bar – m/s – m/s ² – 190 m	– –
22.2.66	Wasserrtrosperrern Kohlenstaubexplosion	110 bis 140 m, 140 bis 185 m, A.261 bis 268,5 m, 60% 500 g/m ³ + 75 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ , Morscher 110 m	A) A222.5 bis A241 m – 37,5 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) keine Lucke B) 220 bis 238.5 m – 35 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) keine Lucke	0,5 bar	12 kn/m ² – 0,55 bar – 165 m/s – m/s ² – A 230 m kn/m ² – 0,35 bar – m/s – m/s ² – 280 m	ja ja
26.2.66	Wasserrtrosperrern Kohlenstaubexplosion	110 bis 140 m, 140 bis 185 m, A.261 bis 268,5 m, 60% 500 g/m ³ + 75 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ , Morscher 110 m	A) A222.5 bis A241 m – 37,5 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) keine Lucke B) 220 bis 238.5 m – 35 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) keine Lucke	300 m/s 0,5 bar	13 kn/m ² – 0,55 bar – 300 m/s – 0 m/s ² – A 310 m kn/m ² – 0,4 bar – 70 m/s – 600 m/s ² – 260 m	nein ja
8.3.66	Wasserrtrosperrern Kohlenstaubexplosion	110 bis 140 m, 140 bis 185 m, A.273.5 bis 273,5 m, 60% 500 g/m ³ + 75 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ , Morscher 110 m	A) A235 bis A253.5 m – 50 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) unsym Lucke 1,3 m B) 220 bis 238.5 m – 35 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) unsym Lucke 1,3 m	250 m/s 0,5 bar	20 kn/m ² – 0,65 bar – 150 m/s – 250 m/s ² – A 254 m kn/m ² – 0,5 bar – 150 m/s – 250 m/s ² – 276 m	ja ja
3.3.66	Wasserrtrosperrern Kohlenstaubexplosion	110 bis 140 m, 140 bis 185 m, A.273.5 bis 273,5 m, 60% 500 g/m ³ + 75 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ , Morscher 110 m	A) A235 bis A253.5 m – 50 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) unsym Lucke 1,3 m B) 220 bis 238.5 m – 35 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) unsym Lucke 1,3 m	100 m/s 0,5 bar	18 kn/m ² – 0,6 bar – 180 m/s – 250 m/s ² – A 260 m 21 kn/m ² – 0,55 bar – 350 m/s – 850 m/s ² – 260 m	ja ja
12.3.66	Wasserrtrosperrern Kohlenstaubexplosion	110 bis 140 m, 140 bis 185 m, A.273.5 bis 273,5 m, 60% 500 g/m ³ + 75 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ , Morscher 110 m	A) A235 bis A253.5 m – 50 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) unsym Lucke 1,3 m B) 235 bis 253,5 m – 50 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) unsym Lucke 1,3 m	200 m/s 0,5 bar	17 kn/m ² – 0,6 bar – 75 m/s – 600 m/s ² – A 246 m 12 kn/m ² – 0,55 bar – 150 m/s – 250 m/s ² – 265 m	ja ja
15.3.66	Wasserrtrosperrern Kohlenstaubexplosion	110 bis 140 m, 140 bis 185 m, A.273.5 bis 273,5 m, 60% 500 g/m ³ + 75 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ , Morscher 110 m	A) A235 bis A253.5 m – 50 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) unsym Lucke 1,3 m B) 235 bis 253,5 m – 50 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) unsym Lucke 1,3 m	400 m/s 0,55 bar	25 kn/m ² – 0,7 bar – 70 m/s – 1100 m/s ² – A 330 m 20 kn/m ² – 0,55 bar – 750 m/s – 1250 m/s ² – 272 m	nein ja
22.3.66	Wasserrtrosperrern Kohlenstaubexplosion	110 bis 140 m, 140 bis 185 m, A.273.5 bis 273,5 m, 60% 500 g/m ³ + 75 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ , Morscher 110 m	A) A235 bis A253.5 m – 50 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) unsym Lucke 1,3 m B) 235 bis 253,5 m – 50 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) unsym Lucke 1,3 m	m/s 0,7 bar	kn/m ² – 0,7 bar – m/s – m/s ² – A 245 m 35 kn/m ² – 0,65 bar – 180 m/s – m/s ² – 265 m	ja ja
321	Wasserrtrosperrern Kohlenstaubexplosion	110 bis 140 m, 140 bis 185 m, A.273.5 bis 273,5 m, 60% 500 g/m ³ + 75 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ , Morscher 110 m	A) A235 bis A253.5 m – 50 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) – trogtrager fest – unsym Lucke 1,3 m B) 235 bis 253,5 m – 50 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) – trogtrager fest – unsym Lucke 1,3 m	750 m/s 0,55 bar	kn/m ² – 0,55 bar – 130 m/s – 6200 m/s ² – A 243 m 30 kn/m ² – 0,45 bar – 150 m/s – 6000 m/s ² – 242 m	ja ja
322	Wasserrtrosperrern Kohlenstaubexplosion	110 bis 140 m, 140 bis 185 m, A.273.5 bis 273,5 m, 60% 500 g/m ³ + 75 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ , Morscher 110 m	A) A235 bis A253.5 m – 50 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) – trogtrager fest – unsym Lucke 1,3 m B) 235 bis 253,5 m – 50 m – 32 PVC-Troge (80 l) – 11 Trogz (2) – trogtrager fest – unsym Lucke 1,3 m	75 m/s 0,55 bar	25 kn/m ² – 0,65 bar – 250 m/s – 900 m/s ² – A 288 m 38 kn/m ² – 0,65 bar – 350 m/s – 1400 m/s ² – 288 m	ja ja
22.3.66	Gesteinstaubsperrern Kohlenstaubexplosion	110 bis 140 m, 140 bis 185 m, A.273.5 bis 273,5 m, 60% 500 g/m ³ + 75 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ , Morscher 110 m	A) A222.5 bis A267.5 m – 37,5 m – 14 leichte + 17 schw Bühnen (2) – 1400 kg/m ² – 9,1 kg/m ³ – keine Lucke B) 222,5 bis 267,5 m – 37,5 m – 14 leichte + 12 schw Bühnen (1) – 400 kg/m ² – 11,5 kg/m ³ – keine Lucke	0,5 bar	17 kn/m ² – 0,6 bar – 105 m/s – m/s ² – A 247 m 28 kn/m ² – 0,5 bar – 135 m/s – m/s ² – 320 m	ja nein?
29.3.66	Wasserrtrosperrere Schiagw Kohist Expl	116 bis 140 m, 140 bis 185 m, A.330 bis 273,5 m 500 g/m ³ + 50 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ + 95 kg, Morscher beim 330 m, 7 m ³ CH ₄ vom 108 bis 115 m	Neutralisation 140 bis 185 m 60% – im Qu n r U r Str Finiefrau Staubreste der vorangehenden Explosion	m/s 0,6 bar	kn/m ² – 1,1 bar – m/s – A 350 m kn/m ² – 0,6 bar – m/s – m/s ² – 258 m	ja
1.4.66	Wasserrtrosperrere Schiagw Kohlenst Doppelexplosion	116 bis 140 m, 140 bis 185 m, A.330 bis 273,5 m 500 g/m ³ + 50 kg, 300 g/m ³ , 600 g/m ³ + 95 kg, Morscher beim A 330 m, 7 m ³ CH ₄ vom 108 bis 115 m	Neutralisation 140 bis 185 m 60% – A.300 bis A 185 m 65% 185 bis 235 m 40%		18 kn/m ² – bar – 30 m/s bis 200 m/s – 140 m/s ² – 35 kn/m ² – A350 m bar – – – 288 m	ja

Tabelle V/2

Tabelle VI/1

Zu Abschnitt 3.122: Versuche mit Sperren an Streckenabzweigungen auf Tremona
Ort der Versuche: 3 ostl Richtstr. und Querschlag 3, 4 Sohle Lange Richtstr. 740 m, Querschlag 85 m, Abzweig des Querschlages beim 385 Streckenmeter – Querschlag 8 m gewölbt, Stahlboгенаusbau Der Querschlag 3 wurde an seinem nördlichen Ende durch einen explosionsfesten Bohlenstamm gegen das übrige Grubenbaue abgeschlossen
Kohlenstaub: „Derner Normalstaub“ Initial: Stahlmorser vor dem Bohlenstamm in Querschlag (-85 m) geladen mit 500 g Sprengpulver und 100 g Ammongelit 2, vor dem Morser ein Brett mit 1 kg und 5 Querhorden mit je etwa 5 kg Kohlenstaub
Bemerkung: Die Meterzahlen im Querschlag zählen ausgehend von der Einmündung in die Richtstrecke mit negativem Vorzeichen

Datum – Nr. d. Expl.	Art der Sperren – Art der Explosion	Staubstreuung	Neutralisation – Gehalt an Unbrennb	Sperre	im Querschlag 3 – Fl Geschw – Winddr., alls Druck	Explosionsverlauf	Reichweite der Flammen	Wirkung der Sperren
11 11 68	Wassertrogsperrn	-85 bis -0 m, 327 bis 442 m,	-85 bis -0 m	Ort der Sperren – Entfernung v d Ecke – Beschreibung der Sperren	33 m/s – 1,1 bar	A) 14 kN/m ² – 0,25 bar – m/s – m/s ² B) 16 kN/m ² – 0,3 bar – m/s – m/s ²	0 m	ja
518	Kohlenstaubexplosion	300 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	ca 40 %	357 bis 378 m – 4 m – 20 Polystyrol-Troge (80 l) m Deckel – 10 Trogz (2) – 200 kg/m ² – 8,3 kg/m ³	400 m/s – 40 kN/m ²	A) kN/m ² – 0,8 bar – m/s – m/s ² B) kN/m ² – 0,7 bar – m/s – m/s ²	375 m	ja
13 11 68	Wassertrogsperrre	-85 bis -0 m, 365 bis 405 m	-80 bis -22 m	389 bis 412 m – 4 m – 20 Polystyrol-Troge (80 l) m Deckel – 10 Trogz (2) – 200 kg/m ² – 8,3 kg/m ³	0,9 bar	A) 7 kN/m ² – 0,3 bar – m/s – m/s ² B) 10 kN/m ² – 0,3 bar – m/s – m/s ²	-22 m	ja
519	Kohlenstaubexplosion	300 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	ca 40 %	-22 bis -1 m – 1 m – 20 Polystyrol-Troge (80 l) m Deckel – 10 Trogz (2) – 200 kg/m ² – 8,3 kg/m ³	250 m/s – 42 kN/m ²	A) 14 kN/m ² – 0,25 bar – m/s – m/s ² B) 16 kN/m ² – 0,3 bar – m/s – m/s ²	0 m	ja
18 11 68	Wassertrogsperrre	-85 bis -0 m, 365 bis 405 m	-85 bis -55 m – -55 bis -6 m	-5,7 bis -1 m – 1 m – 6 Polystyrol-Troge (80 l) m Deckel – 3 Trogz (2) – 60 kg/m ² – 8,3 kg/m ³	0,7 bar	A) 14 kN/m ² – 0,25 bar – m/s – m/s ² B) 16 kN/m ² – 0,3 bar – m/s – m/s ²	0 m	ja
22 11 68	Kohlenstaubexplosion	300 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	ca 40 % – ca 65 %	-1, 376 u 393 m – 1, u 8,5 m – 6 Polyst-Troge (80 l) m Deckel – 3 Trogz (2) – je eine Trogzelle nach jeder Richtung an der Abzweigung	0,45 bar	A) 20 kN/m ² – 0,4 bar – m/s – m/s ² B) 17 kN/m ² – 0,4 bar – m/s – m/s ²	378 m	ja
521	Wassertrogsperrre	-85 bis -0 m, 356 bis 413 m	-85 bis -55 m – -55 bis -0 m	453 bis 477 m – 68 m – 20 Polyst-Troge (80 l) m Deckel – 10 Trogz (2) – 200 kg/m ² – 8,3 kg/m ³	2,1 bar	A) 120 kN/m ² – 4,2 bar – 420 m/s – 1300 m/s ² B) 140 kN/m ² – 5,6 bar – 800 m/s – 2100 m/s ²	390 m	ja
27 11 68	Kohlenstaubexplosion	300 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	keine Neutralisation	-3,4 bis 273,6 bzw 395,6 m – 12 Polyst-Troge (80 l) m Deckel – 6 Trogz (2) je 2 Trogz nach jeder Richtung von der Abzweigung	650 m/s – 90 kN/m ²	A) 114 kN/m ² – 3,7 bar – 410 m/s – 1600 m/s ² B) 104 kN/m ² – 3,6 bar – 500 m/s – 1000 m/s ²	150 m 820 m 175 m 880 m	nein nein nein nein
4 12 68	Wassertrogsperrre	-85 bis -25 m, -25 bis -0 m, 353 bis 417 m, 500 g/m ³ zu 50% auf Horden, 300 g/m ³	keine Neutralisation		5,0 bar			

Tabelle VI/2 – zu Abschnitt: 3.2.3.4.

4 11 68	Aufget. Wassertrogsp	-85 bis -0 m, 327 bis 442 m	Zusätzlich 2 Kohlenstaubbeutel mit 200 g Ammongelit 2	Je eine Trogz beim -24,6, -12,7, -1, -18 PVC-Troge (80 l) m Deckel – 9 Trogz (1) – 360, 376, 389, 429, u. 446 m – 1,7 kg/m ³ und 1,0 kg/m ³	180 m/s – 33 kN/m ²	A) kN/m ² – 0,2 bar – m/s – m/s ² B) 10 kN/m ² – 0,2 bar – m/s – m/s ²	-16 m	ja
515	Kohlenstaubexplosion	300 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³		Je eine Trogz beim -24,6, -12,7, -1, -18 PVC-Troge (80 l) m Deckel – 9 Trogz (2) – 360, 376, 389, 410, 429 u. 446 m – 1,7 kg/m ³ und 1,0 kg/m ³	0,8 bar	A) 9 kN/m ² – 0,25 bar – m/s – m/s ² B) 7 kN/m ² – 0,3 bar – m/s – m/s ²	-10 m	ja
6 11 68	Aufget. Wassertrogsp	-85 m bis -0 m, 340 bis 470 m,	Zusätzlich 1 Kohlenstaubbeutel mit 200 g Ammongelit 2	Je eine Trogz beim -24,6, -12,7, -1, -18 Polyst-Troge (80 l) m Deckel – 9 Trogz (2) – 360, 376, 389, 410, 429 u. 446 m – 1,7 kg/m ³ und 1,0 kg/m ³	1,2 bar	A) 12 kN/m ² – 0,3 bar – m/s – m/s ² B) 17 kN/m ² – 0,35 bar – m/s – m/s ²	-10 m	ja
516	Kohlenstaubexplosion	500 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	keine Neutralisation	Je eine Trogz beim -24,6, -12,7, -1, -18 Polyst-Troge (80 l) m Deckel – 8 Trogz (2) – 360, 376, 389, 410, 429 u. 446 m – 1,7 kg/m ³ und 1,0 kg/m ³	300 m/s – 56 kN/m ²	A) 12 kN/m ² – 0,3 bar – m/s – m/s ² B) 17 kN/m ² – 0,35 bar – m/s – m/s ²		ja
8 11 68	Aufget. Wassertrogsp	-85 bis -0 m, 340 bis 470 m,	keine Neutralisation	Je eine Trogz beim 265, 285, 60 m – 16 Polyst-Troge (80 l) m Deckel – 8 Trogz (2) – 305, 325, 445, 465, 485 u. 505 m – 60 m – zweimal je 80 kg/m ² – 1,0 kg/m ³	1,1 bar	A) >128 kN/m ² – 4,0 bar – 680 m/s – 8600 m/s ² B) >108 kN/m ² – 5,0 bar – 800 m/s – 11000 m/s ²	250 m	ja
517	Kohlenstaubexplosion	500 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	keine Neutralisation	453 bis 672 m – 68 m – 24 Polyst-Troge (80 l) m Deckel – 12 Trogz (2) – 20 m Abst – 1 kg/m ³ in Richtung Streckenort keine Sperre	2,5 bar	A) >125 kN/m ² – 2,8 bar – 400 m/s – 330 m/s ² B) >107 kN/m ² – 5,6 bar – 500 m/s – 1000 m/s ²	260 m	nein
25 11 68	Aufget. Wassertrogsp	-85 bis -0 m, 245 bis 525 m,	keine Neutralisation	453 bis 672 m – 68 m – 24 Polyst-Troge (80 l) m Deckel – 12 Trogz (2) – 20 m Abst – 1 kg/m ³ in Richtung Streckenort keine Sperre	1,1 bar	A) 266 kN/m ² – 6,0 bar – 450 m/s – 2000 m/s ² B) 224 kN/m ² – 6,8 bar – 650 m/s – 6000 m/s ²	280 m	ja
522	Kohlenstaubexplosion	300 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	keine Neutralisation	453 bis 672 m – 68 m – 12 Polyst-Troge (80 l) m Deckel – 12 Trogz (2) – 20 m Abst – 0,5 kg/m ³ in Richtung Streckenort keine Sperre	2,0 bar	A) kN/m ² – 3,7 bar – 450 m/s – 5000 m/s ² B) 160 kN/m ² – 7,8 bar – 600 m/s – 8000 m/s ²	480 m	ja
2 12 68	Aufget. Wassertrogsp	-85 bis -0 m, 365 bis 692 m,	keine Neutralisation	453 bis 672 m – 68 m – 12 Polyst-Troge (80 l) m Deckel – 12 Trogz (2) – 20 m Abst – 1 kg/m ³ in Richtung Streckenort keine Sperre	350 m/s – 62 kN/m ²	A) kN/m ² – 3,7 bar – 450 m/s – 5000 m/s ² B) 160 kN/m ² – 7,8 bar – 600 m/s – 8000 m/s ²	245 m	ja
524	Kohlenstaubexplosion	300 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	keine Neutralisation	313 bis 532 m – kein Abst. – 24 Polyst-Troge (80 l) m Deckel – 12 Trogz (2) – 20 m Abst – 1 kg/m ³ – Sperre vor der Einmündung	350 m/s – 76 kN/m ²	A) kN/m ² – 3,7 bar – 450 m/s – 5000 m/s ² B) 160 kN/m ² – 7,8 bar – 600 m/s – 8000 m/s ²	185 m	ja
12 12 68	Aufget. Wassertrogsp	-85 bis -0 m, 365 bis 692 m,	keine Neutralisation		2,4 bar	A) kN/m ² – 3,7 bar – 450 m/s – 5000 m/s ² B) 160 kN/m ² – 7,8 bar – 600 m/s – 8000 m/s ²	480 m	ja
528	Kohlenstaubexplosion	300 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	keine Neutralisation		2,2 bar	A) kN/m ² – 3,7 bar – 450 m/s – 5000 m/s ² B) 160 kN/m ² – 7,8 bar – 600 m/s – 8000 m/s ²	185 m	ja
16 12 68	Aufget. Wassertrogsp	-85 bis -0 m, 365 bis 692 m,	keine Neutralisation		300 m/s – 68 kN/m ²	A) kN/m ² – 3,7 bar – 450 m/s – 5000 m/s ² B) 160 kN/m ² – 7,8 bar – 600 m/s – 8000 m/s ²	740 m	ja
529	Kohlenstaubexplosion	300 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	keine Neutralisation		2,2 bar	A) kN/m ² – 3,7 bar – 450 m/s – 5000 m/s ² B) 160 kN/m ² – 7,8 bar – 600 m/s – 8000 m/s ²	350 m	ja
18 12 68	Aufget. Wassertrogsp	-85 bis -25 m, -25 bis -0 m, 293 bis 552 m, 500 g/m ³ zu 50% auf Horden, 300 g/m ³ , 50 %	keine Neutralisation		1,4 bar	A) kN/m ² – 3,7 bar – 450 m/s – 5000 m/s ² B) 160 kN/m ² – 7,8 bar – 600 m/s – 8000 m/s ²	450 m	ja
530	Kohlenstaubexplosion	300 g/m ³ , 300 g/m ³ , 50 % auf Horden	keine Neutralisation					ja

Tabelle VII

Zu Abschnitt: 3.133: Versuche mit Doppelexplosionen auf der Schachtanlage Tremonia
Ort der Versuche: wie Tab. VI (Meterzahlen im Querschlag mit negativem Vorzeichen) **Wassertragsperren:** Je Sperre 20 PVC-Troge (80 l) – 10 Troge (2) – 200 kg/m² – 83 kg/m² Loschmittkonzentration Symm. Anordnung (Abweichungen hier- von sind vermerkt)

Kohlenstaub: „Demer Normalstaub“ **Initiale:** A) Zeit aus PVC-Folie von dem Bohldamm im Querschlag 3 vom -85 bis -80 m – Inhalt ca. 43 m³ – gefüllt mit CH₄-Luft-Gemisch und gezündet durch Brückenzünder mit kurzen Schießbaumwollfäden. 2 Kohlenstaubborden v. d. Zeit
 B) Stahlmorser mit 250 g Sprengpulver und 200 g Ammongelit 2 geladen entweder beim 334 m oder beim 1 m in der 3. ostl. Richtstrecke. Ein Brett mit Kohlenstaub so- wie 5 Kohlenstaubborden vor dem Morser
 eines der beiden Initiale wurde primär willkürlich ausgelöst, das zweite initial wurde dann selbsttätig durch die Wirkungen der Erstexplosion (Druck und Flamme) ausge- löst und leitete die Zweitexplosion ein

Datum Nr. der Expl.	Art der Sperren Art der Explosion	Kohlenstaubstreuung von bis Staubmengen	Staubstreuung Neutralisation von bis Neutralisator Gehalt an Unbrenn- barem oder Pastenzone	Initial 1) Primärinitial 2) Sekundärinitial	Ort der Sperren – Abst- v. d. Eck- 90° Be- merkungen	Sperren Abst- m. Querschlag 3 Fl.-Ge- schw. – Winddr. – Alls Druck	Explosionsverlauf Winddr. – Alls Dr. – Flammengeschw. – Flammen- geschw. – Flammeneinrich- 1. Zeile Richtung Ort – 2. Zeile Richtung Schicht in der Richtst	Wirkung der Sperren	Bemerkungen
22.2.67 366	Wassertragsperre Doppelexplosion	-85 bis -0 m, 334 bis 468 m, 300 g/m ² bis 600 g/m ² (766 kg)	-55 bis -0 m, 364 bis 424 m, ca. 35% ca. 35%	1) B) Morser 334 m 2) A) 6,5 m ³ CH ₄	424 bis 448 m – 39 m	m/s – 14 kN/m ² 0,3 bar	A) 1 kN/m ² – 1,8 bar – 220 m/s – m/s ² – 128 m B) 25 kN/m ² – 7,5 bar – 125 m/s – m/s ² – 430 m	ja	Die beiden Explosionen konnten nicht getrennt werden, sondern gingen ineinander über
24.2.67 369	Wassertragsperre Doppelexplosion	-85 bis -0 m, 334 bis 468 m, 300 g/m ² bis 600 g/m ² (766 kg)	-55 bis -0 m, 364 bis 424 m, ca. 35%	1) B) Morser 334 m 2) A) 6,5 m ³ CH ₄	424 bis 448 m – 39 m	170 m/s – 95 kN/m ² 0,5 bar	A) 1 kN/m ² – 1,2 bar – 55 m/s – m/s ² – 180 m B) 5 kN/m ² – 1,6 bar – 100 m/s – m/s ² – 635	nein	Die Sperre ist schon von der 1. Expl. unter 'aufen worden. Keine Trennung der Expl.
27.2.67 370	Wassertragsperre Doppelexplosion	-85 bis -0 m, 334 bis 468 m, 300 bis 600 g/m ² (776 kg)	-55 bis -0 m, 364 bis 424 m, ca. 35%	1) B) Morser 334 m 2) A) 6 m ³ CH ₄	424 bis 448 m – 39 m	450 m/s – 68 kN/m ² 0,6 bar	A) 1 kN/m ² – 1,3 bar – 75 m/s – m/s ² – 200 m B) 4 kN/m ² – 1,1 bar – 100 m/s – m/s ² – 463 m	ja	Flammen der Expl. nicht getrennt, jedoch Ausbildg. der Stoßwelle durch 2 Expl. in R. Strecke
13.67 371	Wassertragsperre Kohlenstaubexplosion	-85 bis -0 m, 334 bis 476 m, 300 bis 600 g/m ² (749 kg)	-55 bis -0 m, 364 bis 413 m, ca. 35%	1) B) Morser 334 m 2) A) nicht gezündet	413 bis 456 m – 28 m (4,8 m Abst. – 4,2 kg/m ³)	keine Expl. im Qu. 3	A) 1 kN/m ² – 0,15 bar – 25 m/s – m/s ² – 300 m B) 1 kN/m ² – 0,15 bar – 35 m/s – m/s ² – 480 m	ja	Abblammungsartiger Verlauf, der sich jedoch auch hinter der Sperre nicht zur Expl. entwickelte
3.3.67 372	Wassertragsperre Doppelexplosion	-85 bis -0 m, 334 bis 476 m, 300 bis 600 g/m ² (749 kg)	-55 bis -0 m, 364 bis 413 m, ca. 35%	1) B) Morser 334 m 2) A) 8 m ³ CH ₄	413 bis 456 m – 28 m (4,8 m Abst. – 4,2 kg/m ³)	63 kN/m ² 1,4 bar	A) 1 kN/m ² – 0,70 bar – 90 m/s – m/s ² – 175 m B) 50 kN/m ² – 0,5 bar – 200 m/s – m/s ² – 245 m	ja	Flammen der beiden Expl. nicht getrennt, jedoch deutlich zwei Stoßwellen zu erkennen
6.3.67 373	Wassertragsperre Schlagw. Kohlenst. Expl.	-85 bis -0 m, 334 bis 476 m, 300 bis 600 g/m ² (749 kg)	-55 bis -0 m, 364 bis 413 m, ca. 35%	1) A) 4,5 m ³ CH ₄ 2) B) Morser 334 m	413 bis 456 m – 28 m (4,8 m Abst. – 4,2 kg/m ³)	150 m/s – 47 kN/m ² 0,6 bar	A) 1 kN/m ² – 2,0 bar – 600 m/s – 1100 m/s ² – 40 m B) 55 kN/m ² – 1,1 bar – m/s – m/s ² – 480 m	ja	Die Zündung B) hat keinen Einfluß mehr auf den Verlauf der Expl. genommen
13.3.67 374	Wassertragsperren Doppelexplosion	-85 bis -0 m, 0 bis 470 m, 200 bis 600 g/m ² (1492 kg)	-55 bis 0 m, 30 bis 325 m, ca. 35%	1) A) 4,0 m ³ CH ₄ 2) B) Morser 1 m	326 bis 349 m – 36 m 426 bis 448 m – 41 m	90 m/s – 12 kN/m ² 0,6 bar	A) 1 kN/m ² – 1,2 bar – 240 m/s – m/s ² – 0 m B) 28 kN/m ² – ,8 bar – m/s – m/s ² – 430 m	2 mal ja	Die Sperre in Richtung Ort hat sowohl die 1. als auch die 2. Expl. aufgehalten. Flammen zeitlich eindeutig getrennt (28)
15.3.67 375	Wassertragsperren Doppelexplosion	-85 bis -0 m, 0 bis 470 m, 200 bis 600 g/m ² (1492 kg)	-55 bis -0 m, 30 bis 325 m, ca. 35%	1) A) 4,5 m ³ CH ₄ 2) B) Morser 1 m	326 bis 349 m – 36 m 426 bis 448 m – 41 m	200 m/s – 60 kN/m ² 1,2 bar	A) 1 kN/m ² – 2,5 bar – 780 m/s – m/s ² – 0 m B) 112 kN/m ² – 1,9 bar – 300 m/s – m/s ² – 427 m	ja	Beide Sperren haben 1. Expl. aufgehalten. Die 2. Expl. ist deutlich zeitl. getrennt (23,5). Obwohl sie mit 780 m/s bei solchen Geschw. versagen (Sperren) anläuft, erlischt sie in den Schwaden der 1. Expl.
19.9.67 411	Wassertragsperre Schlag Kohlenst. Expl.	-85 bis -0 m, 0 bis 683 m, 300 bis 600 g/m ² (1579 kg)	-55 bis -0 m, 333 bis 483 m, ca. 35% – Staubbindezone	1) A) 4,5 m ³ CH ₄ 2) B) nicht gezündet	313 bis 333 m – 52 m (Bauart I – 10 kg/m ³)	140 m/s – 27 kN/m ² 0,5 bar	A) 80 kN/m ² – 1,6 bar – 190 m/s – m/s ² – 300 m B) 68 kN/m ² – 2,5 bar – 180 m/s – m/s ² – 630 m	ja	Der Morserschuß hat zwar ausgelöst, aber nur eine Abblammung ver- ursacht, die nicht in eine Expl. überging

Tabelle VIII/1

Zu Abschnitt 3.2311 Versuche auf der Versuchsgrube Tremonia mit Explosionen im Anfangsstadium und aufgeteilten Sperrern
Zu Abschnitt 3.2311 Loschmittelmenge
Ort der Versuche. Versuchsgrube Tremonia, 2 ostl Richtstrecke, 4 Sohle weiter wie Tab 11 **Kohlenstaub:** „Derner Normalstaub“ siehe Tab 1
Initial: A) Schlagweiterkammer vom 30 bis 36 m, davor 2 Querhorden mit Kohlenstaub, Zündung der Schlagweiter durch Brückenzünder mit Schießbaumwolle und Anordnung (Firstenschicht oder Gemisch). CH₄-Menge ist bei jedem Versuch angegeben
 B) Morser beim 30 m, geladen mit 100 g Ammoglitt 2 und 250 g Sprengpulver, vor dem Morser ein Brett und 5 Querhorden mit Kohlenstaub
Bemerkung: Der Kohlenstaub wird in dem mit Ausbau versehenen Streckenstück ausgestreut. Im Bereich vom 36 bis 63 m wurden 6 Langhorden und gegebenenfalls weitere Langhorden im Bereich vom 140 m an aufgestellt

Datum Nr d Expl	Art der Sperre Art der Expl	Staubstreuung von bis Staubmengen	Neutralisation – Gehalt an Unbrennbarem	Initial CH ₄ -Menge Anordnung	Ort d Sp – Troge bzw Bühnen – Abstand – Loschmittelmenge je m ³ , nähere Beschreibung der Sperre	Explosionsverlauf Allseitiger Druck beim 30, 42, 60, 163 /213 m Bereich d Flamme – Winddruck beim 60, 113 m – Flammengeschw b Initial, später – Max Beschl	Wirkung der Sperre	Bemerkungen über Explosionsverlauf
6 4 67	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	36 bis 66 m, 66 bis 140 m 500 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	66 bis 90 m ca 40%	A) 6 m ³ CH ₄ Firstenschicht	40 bis 130 m – 20 PVC-Troge (80 l) – 10 Trogz (1) – 10 m – 2,0 kg/m ³ keine Lucke symm Anordnung, Trogdeckel	0,05 – 0,25 – 0,10 – 0,08 – bar – 26 bis 62 m – kleiner als 0,5 kN/m ² – 14 m/s – m/s – m/s ²	ja	Infolge d Wirkung der Trogz keine Explosion
11 4 67	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	36 bis 66 m, 66 bis 140 m 500 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	66 bis 90 m ca 40%	A) 8 m ³ CH ₄ Firstenschicht	40 bis 130 m – 20 PVC-Troge (80 l) – 10 Trogz (1) – 10 m – 2,0 kg/m ³ keine Lucke, symm Anordnung, Trogdeckel	0,8 – 1,0 – 0,8 – 0,45 bar – 21 bis 113 m – 20 m/s – 210 m/s – 350 m/s ²	ja	Schwache Explosion
14 4 67	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	36 bis 66 m, 66 bis 140 m 500 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	wie Nr 378	A) 4,5 m ³ CH ₄ Gemisch 7,5%	wie Nr 378	0,5 – 0,6 – 0,7 – 0,4 – 0,25 bar – 21 bis 63 m – 10 kN/m ² – 50 m/s – m/s – m/s ²	ja	Schwache Explosion
18 4 67	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	36 bis 66 m, 66 bis 140 m 500 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	wie Nr 378	A) 5,0 m ³ CH ₄ Gemisch 7,0%	wie Nr 378	0,4 – 0,5 – 0,55 – 0,35 – 0,2 bar – 25 bis 63 m – 8 kN/m ² – 110 m/s – m/s – m/s ²	ja	Schwache Explosion
21 4 67	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	36 bis 66 m, 66 bis 140 m 500 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	wie Nr 378	A) 10 m ³ CH ₄ Firstenschicht	wie Nr 378	0,25 – 0,45 – 0,35 – 0,25 bar – 25 bis 76 m – 3 kN/m ² – 30 m/s – 90 m/s – 180 m/s ²	ja	Abflammung, die in Expl ubergang
25 4 67	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	36 bis 66 m, 66 bis 140 m 500 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	wie Nr 378	A) 12 m ³ CH ₄ Firstenschicht	wie Nr 378	0,95 – 1,0 – 1,0 – 0,7 – 0,3 bar – 21 bis 98 m – 5 kN/m ² – 20 m/s – 60 m/s – 120 m/s ²	ja	Abflammung mit Übergang zu milder Explosion
28 4 67	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	36 bis 66 m, 66 bis 140 m 500 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	wie Nr 378	A) 4 m ³ CH ₄ Gemisch 7,1%	40 bis 120 m – 10 PVC-Troge (80 l) – 5 Trogz (1) – 20 m – 2,0 kg/m ³ keine Lucke, symm Anordnung, Trogdeckel	0,45 – 0,6 – 0,6 – 0,4 – 0,3 bar – 24 bis 80 m – 9 kN/m ² – 50 m/s – m/s – m/s ²	ja	Schwache Explosion
3 5 67	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	36 bis 66 m, 66 bis 140 m 500 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	wie Nr 378	A) 8 m ³ CH ₄ Firstenschicht	60 bis 120 m – 8 PVC-Troge (80 l) – 4 Trogz (1) – 20 m – 1,0 kg/m ³ keine Lucke, symm Anordnung, Trogdeckel	1,8 – 1,7 – 2,5 – 3,0 – 3,5 bar – 10 bis 310 m – 8 kN/m ² – 25 m/s – 450 m/s – 1060 m/s ²	nein	Zunächst Abflammung mit nur 2 kN/m ² , dann kräftige Expl
8 5 67	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	36 bis 66 m, 66 bis 140 m 500 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	66 bis 90 m ca 40%	A) 4 m ³ CH ₄ Gemisch 6,9%	60 bis 140 m – 10 PVC-Troge (80 l) – 5 Trogz (1) – 20 m – 1 kg/m ³ keine Lucke, symm Anordnung – Trogdeckel	1,35 – 1,25 – 1,4 – 1,4 – 0,6 bar – 20 bis 121 m – kN/m ² – 40 m/s – 380 m/s – 1140 m/s ²	ja	mittelkräftige Explosion mit schwachem Anlauf
10 5 67	Schlagw-Kohlenst Expl	36 bis 66 m, 66 bis 140 m 500 g/m ³ + 30 kg, 300 g/m ³	keine Neutralisation	A) 5 m ³ CH ₄ Firstenschicht	wie Nr 385	1,0 – 1,2 – 1,1 – 1,1 – 0,6 bar – 22 bis 113 m – 9 kN/m ² – 30 m/s – 130 m/s – 330 m/s ²	ja	mittelkräftige Explosion mit schwachem Anlauf
12 10 67	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	30 bis 45 m, 36 bis 66 m, 66 bis 150 m 500 g/m ³ , 500 g/m ³ , 300 g/m ³	66 bis 90 m ca 40%	A) 4 m ³ CH ₄ Gemisch 7%	50 bis 140 m – 10 PVC-Troge (80 l) – 10 Trogz (1) – 10 m – 1 kg/m ³ Troge abwechselnd am nordl & sudl Stoß – Deckel	0,4 – 0,6 – 0,4 – 0,7 – bar – 28 bis 105 m – 7 kN/m ² – 35 m/s – m/s – m/s ²	ja	Schwache Explosion
16 10 67	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	30 bis 45 m, 36 bis 66 m, 66 bis 150 m 500 g/m ³ , 500 g/m ³ , 300 g/m ³	wie Nr 415	A) 9 m ³ CH ₄ Firstenschicht	wie Nr 415	0,15 – 0,2 – 0,15 – 0,2 – 0,1 bar – 21 bis 69 m – 1,5 kN/m ² – 15 m/s – m/s – m/s ²	ja	Abflammungsartiger Verlauf
17 10 67	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	30 bis 45 m, 36 bis 66 m, 66 bis 170 m 500 g/m ³ , 300 g/m ³ , 300 g/m ³	wie Nr 415	A) 8 m ³ CH ₄ Firstenschicht	wie Nr 415	0,6 – 1,0 – 0,6 – 0,8 – 0,4 bar – 21 bis 130 m – 8 kN/m ² – 30 m/s – 200 m/s – 170 m/s ²	ja	Schwache Explosion mit sehr mildem Anlauf
30 1 68	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	30 bis 45 m, 36 bis 66 m, 66 bis 170 m 500 g/m ³ , 300 g/m ³ , 300 g/m ³	66 bis 90 m ca 40%	A) 5 m ³ CH ₄ Firstenschicht	60 bis 160 m – 12 PVC-Troge (80 l) – 6 Trogz (1) – 20 m – 1 kg/m ³ keine Lucke, symm Aufbau, Trogdeckel	0,4 – 0,5 – 0,5 – 0,3 – 0,2 bar – 21 bis 81 m – 6 kN/m ² – 38 kN/m ² – 60 m/s – m/s – m/s ²	ja	milde Explosion
12 2 68	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	30 bis 45 m, 36 bis 66 m, 66 bis 150 m 500 g/m ³ , 500 g/m ³ , 300 g/m ³	66 bis 90 m ca 40%	A) 5,7 m ³ CH ₄ Gemisch 10,5%	50 bis 140 m – 8 PVC-Troge (80 l) – 4 Trogz (1) – 30 m – 0,66 kg/m ³ keine Lucke, symm Aufbau, Trogdeckel	0,6 – 0,6 – 0,7 – 0,5 – 0,3 bar – 20 bis 120 m – 12,5 kN/m ² – 16 kN/m ² – 60 m/s – m/s – m/s ²	ja	milde Explosion
14 2 68	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	30 bis 45 m, 36 bis 66 m, 66 bis 150 m 500 g/m ³ , 500 g/m ³ , 300 g/m ³	wie Nr 460	A) 4,7 m ³ CH ₄ Gemisch 10%	wie Nr 460	0,4 – 0,6 – 0,8 – 0,6 – 0,3 bar – 25 bis 110 m – 18 kN/m ² – 18 kN/m ² – 70 m/s – m/s – m/s ²	ja	mittelkräftige Explosion
2 2 68	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	30 bis 45 m, 36 bis 66 m, 66 bis 150 m 500 g/m ³ , 500 g/m ³ , 300 g/m ³	wie Nr 460	A) 5,2 m ³ CH ₄ Firstenschicht	60 bis 140 m – 5 PVC-Troge (80 l) – 5 Trogz (1) – 20 m – 0,5 kg/m ³ ein Trogz je Trogezie symm in Streckenmitte, Trogdeckel	0,5 – 0,5 – 0,5 – 0,3 – 0,2 bar – 25 bis 113 m – 7 kN/m ² – 38 kN/m ² – 70 m/s – m/s – m/s ²	ja	milde Explosion
9 2 68	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	30 bis 45 m, 36 bis 66 m, 66 bis 150 m 500 g/m ³ , 500 g/m ³ , 300 g/m ³	wie Nr 460	A) 3,9 m ³ CH ₄ Gemisch 8,5%	Troge symm in Streckenmitte, Trogdeckel	0,5 – 0,5 – 0,6 – 0,5 – 0,3 bar – 25 bis 138 m – 10 kN/m ² – 11,5 kN/m ² – 80 m/s – m/s – m/s ²	ja	sehr milde Explosion
31 3 67	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	36 bis 66 m – 66 bis 140 m 500 g/m ³ , 300 g/m ³	66 bis 90 m ca 40%	A) 9 m ³ CH ₄ Firstenschicht	40 bis 130 m – 20 PVC-Troge (80 l) – 10 Trogz (2) – 10 m – 2,0 kg/m ³ keine Lucke, symm Anordnung	0,20 – 0,40 – 0,30 – 0,15 bar – 25 bis 71 m – 23 m/s – m/s – m/s ²	ja	Infolge der Wirkung der Trogz hat sich keine Expl entwickelt können

Tabelle VIII/2

Zu Abschnitt: 3.231121: Trogriehnen nach Bauart 2

Datum - Nr d Expl	Art der Sperre - Art der Expl	Staubstreuung	Initial CH ₄ -Menge - Anordnung	Sperre	Explosionsverlauf	Wirkung der Sperre	Bemerkungen über Explosionsverlauf
31 3 67 376	Aufget WT-Sperre Schlagw -Kohlenst Expl	36 bis 66 m - 66 bis 140 m - 500 g/m ³ - 300 g/m ³ - 66 bis 90 m - ca 40 %	A) 9 m ³ CH ₄ Firstenschicht	Ort d Sp - Troge bzw Bühnen - Abstand - Loschmittel- menge je m ³ - nähere Beschreibung der Sperre	Allseitiger Druck beim 30 - 60 - 113 - 163/213 m - Bereich d Flamme - Winddruck beim 60, 113 m - Flammengeschw b initial später - max Beschl	ja	infolge der Wirkung der Trogz hat sich keine Expl entwickeln können
6 11 67 424	Aufget WT-Sperre Schlagw -Kohlenst Expl	30 bis 45 m - 36 bis 66 m - 66 bis 150 m - 30 kg - 500 g/m ³ - 300 g/m ³ - 66 bis 90 m - ca 40 %	A) 6 m ³ CH ₄ Firstenschicht	10 PVC-Troge (80 l) - 5 Trogz (2) - 20 m - keine Lucke, symm Anordnung	0,1 - 0,1 - 0,05 - 0,05 - bar - 26 bis 60 m - kN/m ² - 7 m/s - m/s - m/s ²	ja	Abflammung
7 11 67 425	Aufget WT-Sperre Schlagw -Kohlenst Expl	wie 424 - wie 424	A) 6,3 m ³ CH ₄ Firstenschicht	wie Nr. 424	0,1 - 0,8 - 0,8 - 0,5 - 0,3 bar - 18 bis 113 m - 5 kN/m ² - 40 m/s - 130 m/s - 300 m/s ²	ja	schwache Explosion
13 11 67 428	Aufget WT-Sperre Schlagw -Kohlenst Expl	wie 424 - wie 424	A) 6,3 m ³ CH ₄ Firstenschicht	10 PVC-Troge (80 l) - 5 Trogz (2) - 20 m - keine Lucke, symm Aufbau, Trogdeckel	1,2 - 1,25 - 1,3 - 1,25 - 0,5 bar - 25 bis 140 m - 16 kN/m ² - 40 m/s - 300 m/s - 870 m/s ²	ja	mittelstarke Explosion mit mildem Anlauf
15 11 67 429	Aufget WT-Sperre Schlagw -Kohlenst Expl	wie Nr. 424 - wie Nr. 424	A) 6,5 m ³ CH ₄ Firstenschicht	50 bis 170 m - 10 PVC-Troge (80 l) - 5 Trogz (2) - 30 m - keine Lucke, symm Aufbau, Trogdeckel	1,5 - 1,5 - 1,4 - 1,45 - bar - 17 bis 190 m - 7,5 kN/m ² - 30 m/s - 300 m/s - 1350 m/s ²	ja	mittelstarke Explosion mit mildem Anlauf
3 1 68 443	Aufget WT-Sperre Schlagw -Kohlenst Expl	30 bis 45 m - 36 bis 66 m - 66 bis 90 m - 30 kg - 500 g/m ³ - 300 g/m ³ - 66 bis 90 m - ca 40 %	A) 5,4 m ³ CH ₄ Firstenschicht	50 bis 170 m - 20 PVC-Troge (80 l) - 5 Trogz (2) - 30 m - keine Lucke, symm Aufbau, Trogdeckel	0,5 - 0,5 - 0,5 - 0,3 - 0,3 bar - 25 bis 113 m - 8 kN/m ² - 45 m/s - 200 m/s - 310 m/s ²	ja	milde Explosion
5 1 68 444	Aufget WT-Sperre Schlagw -Kohlenst Expl	30 bis 45 m - 36 bis 66 m - 66 bis 150 m - 30 kg - 500 g/m ³ - 300 g/m ³ - 66 bis 90 m - ca 40 %	A) 7,2 m ³ CH ₄ Firstenschicht	50 bis 140 m - PVC-Troge (80 l) - 4 Trogz (2) - 30 m - keine Lucke, symm Aufbau, Trogdeckel	0,9 - 1,0 - 1,0 - 0,8 - 0,5 bar - 22 bis 165 m - 6 kN/m ² - 40 m/s - 100 m/s - 120 m/s ²	ja	milde Explosion
8 1 68 445	Aufget WT-Sperre Schlagw -Kohlenst Expl	wie Nr. 444 - wie Nr. 444	A) 6,7 m ³ CH ₄ Firstenschicht	wie Nr. 444	0,7 - 0,8 - 0,7 - 0,6 - 0,4 bar - 20 bis 115 m - 11 kN/m ² - 66 kN/m ² - 50 m/s - 120 m/s - 180 m/s ²	ja	milde Explosion
10 1 68 446	Aufget WT-Sperre Schlagw -Kohlenst Expl	wie Nr. 444 - wie Nr. 444	A) 5,8 m ³ CH ₄ Firstenschicht	60 bis 140 m - 5 PVC-Troge (80 l) - 5 Trogz (2) - 20 m - 0,5 kg/m ³ - ein Trog je Trogz, symm Trogdeckel	0,1 - 0,15 - 0,2 - bar - 22 bis 155 m - 1,5 kN/m ² - 3 kN/m ² - 30 m/s - 30 m/s - 0 m/s ²	ja	Abflammung
12 1 68 447	Aufget WT-Sperre Schlagw -Kohlenst Expl	wie Nr. 444 - wie Nr. 444	A) 5,5 m ³ CH ₄ Firstenschicht	wie Nr. 446	0,7 - 0,7 - 0,6 - 0,6 - 0,3 bar - 21 bis 175 m - 4,5 kN/m ² - 51 kN/m ² - 25 m/s - 110 m/s - 140 m/s ²	ja	sehr milde Explosion
Tabelle VIII/3							
Zu Abschnitt: 3.2.3.1.1 2.2.: Trogzeilen mit unsymmetrischer Anordnung							
20 10 67 418	Aufget WT-Sperre Schlagw -Kohlenst Expl	30 bis 45 m - 36 bis 66 m - 66 bis 150 m - 30 kg - 500 g/m ³ - 300 g/m ³ - 66 bis 90 m - ca 40 %	A) 8 m ³ CH ₄ Firstenschicht	50 bis 140 m - 10 PVC-Troge (80 l) - 10 Trogz (1) - 10 m - 1 kg/m ³ - unsymm Aufbau, Lucke am sudl Stoß, Trogdeckel	1,0 - 1,5 - 1,0 - 1,5 - 0,55 bar - 22 bis 114 m - 7 kN/m ² - 30 m/s - 200 m/s - 500 m/s ²	ja	Mittelstarke Explosion mit schwachem Anlauf
23 10 67 419	Aufget WT-Sperre Schlagw -Kohlenst Expl	wie Nr. 418 - wie Nr. 418	A) 8 m ³ CH ₄ Firstenschicht	wie Nr. 418 - Lucke am nordl Stoß	0,1 - 0,05 - 0,05 - bar - 21 bis 70 m - - kN/m ² - 5 m/s - m/s - m/s ²	?	Abflammung
24 10 67 420	Aufget WT-Sperre Schlagw -Kohlenst Expl	wie Nr. 418 - wie Nr. 418	A) 8 m ³ CH ₄ Firstenschicht	wie Nr. 419	0,05 - 0,05 - 0,05 - bar - 21 bis 75 m - - kN/m ² - 5 m/s - m/s - m/s ²	?	Abflammung
5 2 68 457	Aufget WT-Sperre Schlagw -Kohlenst Expl	30 bis 45 m - 36 bis 66 m - 66 bis 150 m - 30 kg - 500 g/m ³ - 300 g/m ³ - 66 bis 90 m - ca 40 %	A) 7,2 m ³ CH ₄ Firstenschicht	60 bis 140 m - 5 PVC-Troge (80 l) - 5 Trogz (1) - 20 m - 0,5 kg/m ³ - unsymm Aufbau mit Lucke im sudl Stoß, Trog- deckel	0,5 - 0,5 - 0,6 - 0,4 - 0,2 bar - 25 bis 138 m - 7 kN/m ² - 50 m/s - m/s - m/s ²	ja	milde Explosion
7 2 68 458	Aufget WT-Sperre Schlagw -Kohlenst Expl	wie Nr. 457 - wie Nr. 457	A) 7,2 m ³ CH ₄ Firstenschicht	wie Nr. 457 unsymm Aufbau mit Lucke im nordl Stoß, Trogdeckel	0,4 - 0,4 - 0,5 - 0,3 - 0,2 bar - 26 bis 218 m - 6 kN/m ² - 6 kN/m ² - 75 m/s - m/s - m/s ²	ja?	abflammungsähnlicher Verlauf
8 11 67 426	Aufget WT-Sperre Schlagw -Kohlenst Expl	30 bis 45 m - 36 bis 66 m - 66 bis 150 m - 30 kg - 500 g/m ³ - 300 g/m ³ - 66 bis 90 m - ca 40 %	A) 4 m ³ CH ₄ Gemisch 7 %	60 bis 140 m - 9 PVC-Troge (80 l) - 9 Trogz (2) - 10 m - 1 kg/m ³ - unsymm Aufbau, Lucke am nordl Stoß, Trogdeckel	0,25 - 0,25 - 0,25 - 0,25 - 0,1 bar - 26 bis 115 m - 2,5 kN/m ² - 65 m/s - m/s - m/s ²	ja	sehr milde Explosion
10 11 67 427	Aufget WT-Sperre Schlagw -Kohlenst Expl	wie Nr. 426 - wie Nr. 426	A) 6,3 m ³ CH ₄ Firstenschicht	50 bis 140 m - 10 PVC-Troge (80 l) - 10 Trogz (2) - 10 m - 1 kg/m ³ - unsymm Aufbau, Lucke am sudl Stoß, Trogdeckel	0,35 - bar - 0,4 - 0,20 - 0,20 bar - 25 bis 138 m - kN/m ² - 40 m/s - 300 m/s - 650 m/s ²	ja	milde Explosion

Tabelle VIII/4

Zu Abschnitt: 3.231123: Kleine Troge

Datum – Nr d Expl	Art der Sperre – Art der Explosion	Staubstreuung		Initial CH ₄ -Menge Anordnung	Ort d Sp – Troge bzw Bühnen – nähere Beschreibung der Sperre – Abstand – Loschmittelmenge je m ³	Explosionsverlauf	Wirkung d Sperre	Bemerkungen über Explosionsverlauf
		Staubstreuung von bis Gehalt an Unbrennbarem	– Staubmengen – Neutralisation –					
27 10 67 421	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	30 bis 45 m – 36 bis 66 m – 500 g/m ³ – 300 g/m ³ – wie Nr 421	– 66 bis 150 m – 30 kg – – 66 bis 90 m – ca 40 %	A) 7,2 m ³ CH ₄ Frstenschicht A) 4,2 m ³ CH ₄ Gemisch 7,3 %	60 bis 140 m – 20 PVC-Troge (40 l) – 5 Trogz – Troge am Streckenumfang angeordnet, Trogdeckel – 20 m – 1 kg/m ³ wie Nr. 421	0,1 – 0,08 – 0,1 – 0,07 – bar – 27 bis 70 m 1 kN/m ² – 20 m/s – m/s – m/s ²	?	Abflammung
28 10 67 422	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	wie Nr 421		A) 6,6 m ³ CH ₄ Frstenschicht	wie Nr. 421	1,2 – 0,9 – 1,1 – 1,4 – 0,9 bar – 18 bis 120 m 14 kN/m ² – 80 m/s – 360 m/s – 1500 m/s ²	ja	mittelstarke Explosion
3 11 67 423	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	wie Nr 421		A) 6,3 m ³ CH ₄ Frstenschicht	wie Nr. 421	2,35 – – 2,7 – 2,4 – bar – 8 bis 280 m 14 kN/m ² – 50 m/s – 480 m/s – 860 m/s ²	nein	nach mittelstarkem A kräftige Explosion
6 12 67 435	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	wie Nr 421		A) 6,3 m ³ CH ₄ Frstenschicht	60 bis 140 m – 20 PVC-Troge (40 l) – 5 Trogz – Troge am Streckenumfang angeordnet, Trogdeckel – 20 m – 1 kg/m ³	0,9 – 0,9 – 1,1 – 0,8 – 0,4 bar – 21 bis 119 m 9 kN/m ² – 45 m/s – 300 m/s – 900 m/s ²	ja	schwache Explosion im Auslauf noch schr ler werdend
8 12 67 436	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	wie Nr 421		A) 6,6 m ³ CH ₄ Frstenschicht	wie Nr. 435	1,6 – 2,0 – 2,0 – 2,0 – 5,8 bar – 13 bis 340 m – 18 kN/m ² – 50 m/s – 600 m/s – 1800 m/s ²	nein	nach mittelstarkem A sehr kräftige Explosio Explosion
11 12 67 437	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	wie Nr 421		A) 6,3 m ³ CH ₄ Frstenschicht	wie Nr. 435	1,1 – 1,1 – 1,2 – 1,0 – 0,6 bar – 20 bis 120 m – 8 kN/m ² – 60 m/s – 200 m/s – 350 m/s ²	ja	milde Explosion
13 12 67 438	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	wie Nr 421		A) 7,2 m ³ CH ₄ Frstenschicht	wie Nr. 435	1,2 – 1,2 – 1,2 – 1,0 – 0,5 bar – 20 bis 110 m – 13 kN/m ² – 50 m/s – 300 m/s – 620 m/s ²	ja	milde Explosion
18 12 67 439	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	wie Nr 421		A) 6,3 m ³ CH ₄ Frstenschicht	wie Nr. 435	1,5 – – 1,8 – – 0,5 bar – 13 bis 320 m – kN/m ² – 50 m/s – 400 m/s – 1750 m/s ²	nein	nach mittelstarkem Anlauf kräftige Explo
20 12 67 440	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	wie Nr 421		A) 6,3 m ³ CH ₄ Frstenschicht	60 bis 140 m – 20 PVC-Troge (40 l) – 5 Trogz (2) – Troge auf normalen Bühnenträgern, Trogdeckel – 20 m – 1 kg/m ³	1,5 – 1,7 – 1,8 – – 3,3 bar – 13 bis 320 m – 7 kN/m ² – 40 m/s – 360 m/s – 570 m/s ²	nein	nach mittelstarkem A kräftige Explosion
22 12 67 441	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	wie Nr 421		A) 5,9 m ³ CH ₄ Frstenschicht	wie Nr. 440	0,9 – 0,9 – 1,1 – 0,8 – 0,5 bar – 20 bis 113 m – 6 kN/m ² – 40 m/s – 360 m/s – 1040 m/s ²	ja	milde Explosion zum Flammenende besch nigend
27 12 67 442	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	wie Nr 421		A) 5,1 m ³ CH ₄ Frstenschicht	wie Nr. 440	1,0 – 0,9 – 1,0 – 0,8 – 0,4 bar – 23 bis 158 m – 5 kN/m ² – 50 m/s – 180 m/s – 430 m/s ²	ja	milde Explosion
15 1 68 448	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	wie Nr 421		A) 5,5 m ³ CH ₄ Frstenschicht	60 bis 140 m – 10 PVC-Troge (40 l) – 5 Trogz (2) – symm Anordnung, Mittellücke 0,75 m, Trogdeckel – 20 m – 0,5 kg/m ³	1,1 – 1,1 – 1,3 – 1,0 – 0,5 bar – 20 bis 170 m – 10 kN/m ² – 32 kN/m ² – 50 m/s – 100 m/s – 170 m/s ²	ja	milde Explosion
17 1 68 449	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	30 bis 45 m – 36 bis 66 m – 500 g/m ³ – 300 g/m ³ – wie Nr 421	– 66 bis 170 m – 30 kg – – 66 bis 90 m – ca 40 %	A) 5,5 m ³ CH ₄ Frstenschicht	60 bis 160 m – 12 PVC-Troge (40 l) – 6 Trogz (2) – symm Anordnung, Mittellücke 0,75 m, Trogdeckel – 20 m – 0,5 kg/m ³	0,9 – 0,9 – 1,0 – 0,9 – 0,5 bar – 20 bis 170 m – 6 kN/m ² – 38 kN/m ² – 25 m/s – 100 m/s – 200 m/s ²	ja	milde Explosion

Tabelle VIII/5
Zu Abschnitt 3.231.124: Aufgehängte Trog

Datum Nr d Expl	Art der Sperre Art der Explosion	Staubstreuung		Neutralisa- tion – Ge- halt an Un- brennbarem	Initial CH ₄ -Menge Anordnung	Sperre Ort der Sperre – Trog bzw. Bühnen – Abstand – Loschmittelmenge je m ² – nähere Beschreibung der Sperre	Explosionsverlauf	Wirkung d Sperre	Bemerkungen über Explosionsverlauf
		von	bis						
2.6.67 392	Aufget WT-Sperre Kohlenst Explosion	30 bis 150 m 500 g/m ³ + Restkohlenstaub		keine Neutr	B)	60 bis 140 m – 10 Polyethylen-Troge (80 l) – 5 Trogz – 20 m – 1 kg/m ³ keine Lucke, Troge an Faden aufgehängt	Alseitiger Druck beim 30, 42, 60, 13, 163 /213 m – Bereich d Flamme – Winddruck beim 60 – 113 m – – Flammengeschw b Initial – später – Max Beschl	nein	nach schwachem Anlauf kraftige Explosion
6.6.67 393	Aufget WT-Sperre Kohlenst Explosion	wie Nr 392		wie Nr 392	B)	wie Nr 392	2,2 – 2,4 – 2,6 – 4,0 – 3,4 bar – 10 bis 310 m 10 kN/m ² – 20 m/s – 400 m/s – 850 m/s ² 2,6 – 5,4 – – 4,8 – 4,2 bar – 7 bis 320 m 33 kN/m ² – 60 m/s – 600 m/s – 1000 m/s ²	nein	nach mittelstarkem Anlauf sehr kraftige Explosion

Tabelle VIII/6

Zu Abschnitt 3.231.113: Verschiedenartiges Initial

16.5.67 387	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	30 bis 45 m, 70 bis 150 m 30 kg, 500 g/m ³ , 300 g/m ³	40 bis 70 m	keine Neutr	30 bis 40 m 15 m ³ CH ₄ Firstenschicht	60 bis 140 m – 10 PVC-Troge (80 l) – 5 Trogz (1) – 20 m – 1 kg/m ³ keine Lucke, symm. Anordnung, Trogdeckel	1,15 – 1,15 – 1,1 – 0,8 – 0,45 bar – 20 bis 83 m 10 kN/m ² – 30 m/s – 100 m/s – 170 m/s ²	ja	schwache Explosion
19.5.67 388	Aufget WT-Sperre Schlagw-Kohlenst Expl	wie Nr 387		wie Nr 387	30 bis 40 m 30 m ³ CH ₄ Firstenschicht	wie Nr 387	1,4 – 1,6 – 1,6 – 1,0 – 0,7 bar – 13 bis 81 m 10 kN/m ² – 50 m/s – 170 m/s – 300 m/s ²	ja	schwache Explosion
23.5.67 389	Aufget WT-Sperre Kohlenstaub Explosion	30 bis 60 m; 60 bis 150 m 500 g/m ³ , 300 g/m ³		keine Neutr	B)	wie Nr 387	0,18 – 1,0 – 0,8 – 0,7 – 0,2 bar – 20 bis 102 m 4 kN/m ² – 30 m/s – 150 m/s – 400 m/s ²	ja	schwache Explosion
26.5.67 390	Aufget WT-Sperre Kohlenst Explosion	30 bis 150 m 500 g/m ³ + Restkohlenstaub		keine Neutr	B)	wie Nr 387	0,8 – 1,0 – 0,9 – 0,6 – 0,4 bar – 20 bis 80 m 7 kN/m ² – 50 m/s – 300 m/s – 750 m/s ²	ja	mittelkraftige Explosion mit schwachem Anlauf
30.5.67 391	Aufget WT-Sperre Kohlenstaub Explosion	30 bis 150 m 750 g/m ³ + Restkohlenstaub		keine Neutr	B)	wie Nr 387	1,1 – 1,0 – – 1,5 – 0,7 bar – 20 bis 102 m 8 kN/m ² – 70 m/s – 350 m/s – 950 m/s ²	ja	mittelkraftige Explosion mit schwachem Anlauf
9.6.67 394	Aufget WT-Sperre Kohlenst Explosion	30 bis 150 m 500 g/m ³ + Restkohlenstaub		keine Neutr	B)	wie Nr 387	0,9 – 0,9 – 0,8 – 1,2 – 0,4 bar – 20 bis 113 m 3 kN/m ² – 50 m/s – 200 m/s – 450 m/s ²	ja	mittelkraftige Explosion mit schwachem Anlauf

Tabelle VIII/7

Zu Abschnitt: 3.23114: Gesteinstaubbühnen

17.11.67 430	Aufget G Staubsperre Schlagw Kohlenst Expl	30 bis 45 m; 36 bis 66 m, 66 bis 90 m, 66 bis 90 m 30 kg; 500 g/m ³ , 300 g/m ³ – ca. 40%			A) 5,8 m ³ CH ₄ Firstenschicht	60 bis 160 m – 6 Gest. Staubbühnen je 210 kg – 20 m – 1,31 kg/m ³ Bühnenrager 10 cm hoch, symm. Aufbau, keine Lucke	0,3 – 0,3 – 0,25 – 0,25 – 0,15 bar – 16 bis 152 m 2 kN/m ² – 35 m/s – m/s – m/s ²	ja	schwache Explosion
19.1.68 450	Aufget G Staubsperre Schlagw Kohlenst Expl	30 bis 45 m, 36 bis 66 m, 66 bis 170 m, 66 bis 90 m 30 kg, 500 g/m ³ , 300 g/m ³ – ca. 40%			A) 5,5 m ³ CH ₄ Firstenschicht	60 bis 160 m – 6 Gest. Bühnen (210 kg) (1) – 20 m – 1,31 kg/m ³ Hohe der Bühnenrager 10 cm, keine Lucke	0,8 – 0,8 – 0,7 – 0,8 – 1,3 bar – 18 bis 330 m 7 kN/m ² – 11 kN/m ² – 20 m/s – 100 m/s – 130 m/s ²	nein	mittelkraftige Explosion mit mildem Anlauf
16.2.68 562	Aufget G Staubsperre Schlagw Kohlenst Expl	30 bis 45 m, 36 bis 66 m – 66 bis 150 m, 66 bis 90 m 30 kg, 500 g/m ³ , 300 g/m ³ – ca. 40%			A) 4,5 m ³ CH ₄ Gemisch 10,6%	60 bis 140 m – 5 Gest. Bühnen (210 kg) (2) – 20 m – 1,31 kg/m ³ Hohe der Bühnenrager 10 cm, keine Lucke	0,7 – 0,7 – 0,9 – 0,7 – 0,4 bar – 19 bis 155 m 15 kN/m ² – 18 kN/m ² – 55 m/s – m/s – m/s ²	ja	milde Explosion

Tabelle IX

Zu Abschnitt 3.2312: Versuche auf der Schachtlanlage Scholven mit Entstehungsexplosionen und aufgeteilten Sperrern

Ort der Versuche: Scholven, Umrtrieb Schacht 1.5 Sohle, Länge 550 m – Querschnitt gewölbt, 15 m², Stahlbogenausbauleichte Krümmung beim 200 m, Halbkreisurve vom 390 bis 550 m, sonst geradlinig – schlinger Verlauf – Abzweigungen beim 55 und 125 m – beim 0 m Abschluß durch Gipsdamm, beim 510 m Drossel durch Bohliendamm

Initial: Morser beim 200 m mit 500 g Sprengpulver und 100 g Ammongelit 2 geladen, vor dem Morser ein Brett mit Kohlenstaub – 8 Hornden und 4 Beutel mit Kohlenstaub im Bereich 10 m vor und hinter dem Morser (zusammen 100 kg Kohlenstaub) In den Beuteln je 300 g Ammongelit 2, alle Sprengladungen mit Momentzündern initiiert

wie Tabelle I

Kohlenstaub:

Datum Nr. d. Expi	Art der Sperrern – Art der Explosion	Staubstreuung	Staubstreuung von bis – Staubmengen	Sperrern	Explosionsverlauf	Reichw der Flamme/Sperrern	Wirkung der Sperrern
3 5 68 476	Wassertragsperrern Kohlenstaubexplosion	70 bis 150 m, 150 bis 250 m, 250 bis 300 m, 300 g/m ³ , 500 g/m ³ + 100 kg, 300 g/m ³	70 bis 150 m, 150 bis 250 m, 250 bis 310 m	Ort der Sperrern – Zahl und Art der Wassertrage, alle Trage mit Decklein – Zahl u Art d. Trogzeilen – Abst der Trogzeilen – Konzentration des Loschm – nähere Angaben über Aufbau der Sperrern A) Sperrern in Richtung Damm A – B) Sperrern in Richtung Kurve und Schacht 1	Winddr im Sperrern – Als Dr im Sperrern – Flammingeschw im Anlauf, im Max – Max Beschleunigung, 1 Zeile in Richtung Sperrern A), 2 Zeile in Richtung Sperrern B)	143 m 265 m	ja ja
6 5 68 477	Aufget WT-Sperrern Kohlenstaubexplosion	70 bis 150 m, 150 bis 250 m, 250 bis 310 m, 300 g/m ³ , 500 g/m ³ + 100 kg, 300 g/m ³	70 bis 150 m, 150 bis 250 m, 250 bis 310 m	A) 90 bis 150 m – 28 PVC-Troge (80 l) – 7 (1) – 10 m – 2,13 kg/m ³ – keine Lucke, symm B) 250 bis 277 m – 40 PVC-Troge (80 l) – 10 (1) – 3 m – 7,90 kg/m ³ – keine Lucke, symm	14 kN/m ² – 0,45 bar – 50 m/s – m/s – m/s ² 12,5 kN/m ² – 0,45 bar – 80 m/s – m/s – m/s ²	315, m 315, m	ja ja
8 5 68 478	Aufget WT-Sperrern Kohlenstaubexplosion	70 bis 150 m, 150 bis 250 m, 250 bis 330 m, 300 g/m ³ , 500 g/m ³ + 100 kg, 300 g/m ³	70 bis 150 m, 150 bis 250 m, 250 bis 330 m	A) 90 bis 170 m – 20 PVC-Troge (80 l) – 5 (1) – 20 m – 1,07 kg/m ³ – keine Lucke, symm B) 250 bis 290 m – 12 PVC-Troge (80 l) – 3 (1) – 20 m – 1,07 kg/m ³ – keine Lucke, symm	17 kN/m ² – 0,50 bar – 100 m/s – m/s – m/s ² 17 kN/m ² – 0,55 bar – 100 m/s – m/s – m/s ²	133 m 330 m	ja ja
10 5 68 479	Aufget WT-Sperrern Kohlenstaubexplosion	wie Nr. 478	wie Nr. 478	A) 90 bis 170 m – 15 PVC-Troge (80 l) – 5 (1) – 20 m – 0,79 kg/m ³ – Lucke 1 m am Stoß B) 250 bis 310 m – 12 PVC-Troge (80 l) – 4 (1) – 20 m – 0,79 kg/m ³ – Lucke 1 m am Stoß	15 kN/m ² – 0,60 bar – 110 m/s – m/s – m/s ² 17 kN/m ² – 0,60 bar – 125 m/s – m/s – m/s ²	125 m	ja
13 5 68 480	Aufget WT-Sperrern Kohlenstaubexplosion	wie Nr. 478	wie Nr. 478	A) 90 bis 170 m – 10 PVC-Troge (80 l) – 5 (1) – 20 m – 0,53 kg/m ³ – Lucken 1 m am Stoß u 90 cm Mitte B) 230 bis 310 m – sonst wie A)	11 kN/m ² – 0,45 bar – 90 m/s – m/s – m/s ² 11 kN/m ² – 0,55 bar – 60 m/s – m/s – m/s ²	355 m	ja
15 5 68 481	Aufget WT-Sperrern Kohlenstaubexplosion	wie Nr. 478	wie Nr. 478	A) 90 bis 170 m – 10 PVC-Troge (80 l) – 5 (1) – 20 m – 0,53 kg/m ³ – unsymm, Lucke 1,9 m am Stoß B) 230 bis 310 m – sonst wie A) jedoch 2 Lucken 1 m am Stoß u 90 cm Mitte, wechselseitig	24 kN/m ² – 0,65 bar – 180 m/s – m/s – m/s ² 18 kN/m ² – 0,70 bar – 190 m/s – m/s – m/s ²	80 m 355 m	ja ja
17 5 68 482	Aufget WT-Sperrern Kohlenstaubexplosion	wie Nr. 478	wie Nr. 478	A) 90 bis 170 m – 15 PVC-Troge (80 l) – 5 (1) – 20 m – 0,79 kg/m ³ – unsymm, Lucke 90 cm in Mitte B) 230 bis 310 m – sonst wie A)	20 kN/m ² – 0,65 bar – 125 m/s – m/s – m/s ² 20 kN/m ² – 0,85 bar – 85 m/s – m/s – m/s ²	130 m 315 m	ja ja
20 5 68 483	Aufget WT-Sperrern Kohlenstaubexplosion	70 bis 330 m, 600 g/m ³ + 100 kg	70 bis 330 m	A) 90 bis 170 m – 10 PVC-Troge (80 l) – 5 (2) – 20 m – 0,53 kg/m ³ – unsymm, 3 Lucken 1,3/0,4/0,6 m B) 230 bis 310 m – sonst wie A)	14 kN/m ² – 0,65 bar – 85 m/s – 200 m/s – 600 m/s ² 16 kN/m ² – 0,70 bar – 115 m/s – m/s – m/s ²	75 m 350 m	ja ja
22 5 68 484	Aufget WT-Sperrern Kohlenstaubexplosion	70 bis 330 m, 300 g/m ³ + 100 kg	70 bis 330 m	A) 90 bis 170 m – 15 PVC-Troge (80 l) – 5 (2) – 20 m – 0,79 kg/m ³ – unsymm, Lucke 2 m im Stoß B) 230 bis 310 m – sonst wie A)	14 kN/m ² – 0,55 bar – 110 m/s – 160 m/s – 250 m/s ² 13 kN/m ² – 0,60 bar – 80 m/s – 160 m/s – 400 m/s ²	100 m 390 m	ja ja
24 5 68 485	Leerversuch Kohlenstaubexplosion	wie Nr. 478	wie Nr. 478	A) wie Nr. 483 B) wie Nr. 483	14 kN/m ² – 0,55 bar – 100 m/s – m/s – m/s ² 14 kN/m ² – 0,60 bar – 130 m/s – m/s – m/s ²	105 m 360 m	ja ja
				A) keine B) keine	kN/m ² – 1,50 bar – 100 m/s – 250 m/s – 750 m/s ² kN/m ² – 2,0 bar – 110 m/s – 600 m/s – 1150 m/s ²	30 m 560 m	

Tabelle X

Zu Abschnitt 3.2.3.2.: Versuche mit Explosionen mit 60 m Anlauf und aufgeteilten Sperren

Ort der Versuche: Versuchsgrube Tremonia, sonst wie Tabelle VIII

Art der Explosionen: Schlagwetter-Kohlenstaub-Explosionen

Initial: Kammer in der Ortsbrüst vom 0 bis 5 m - angefüllt mit Schlagwetter von etwa 10 % CH₄ (rund 5 m³ CH₄) und initiiert durch einen Schuß mit 250 g Sprengpulver aus einem Bohrloch in der Ortsbrüst. Vor der Schlagwetterkammer 2 Querhorden mit Kohlenstaub

Kohlenstaub: Art wie Tabelle I, der Staub wurde in den ausbaulosen Streckenstücken vom 5 bis 19 m und vom 33 bis 63 m auf Langshorden gelagert, sonst in dem Streckenumfang verteilt

Datum	Nr d Expl	Art d Sperre	Staubstreuung	Sperre	Explosionsverlauf	Flammen-Flam- geschw beim 60 m	Flammen-Flam- reich- weite	Wirkung der Sperre
26 2 68	465	Aufget. WT-Sperre	Kohlestaubstreuung von 0 bis 60 m 500 g/m ³ – 60 bis 150 m 300 g/m ³	Ort – Troge oder Bühnen, Zahl und Art – Zahl der Trogzeilen – Abstand – Loschmittelmenge je m ³ – Bemerkungen	Winddruck beim 60 - 113 m – allseitiger Druck beim 0. - 42 - 60 - 113 - 213 m	320 m/s	80 m	ja
28 2 68	466	Aufget. WT-Sperre	0 bis 60 m 500 g/m ³ – 60 bis 150 m 300 g/m ³	60 bis 140 m – 10 PVC-Troge (80 l) m Deckel – 5 Trogz (1) – 20 m – 1 kg/m ³ – symm., keine Lucke	97 - 83 kN/m ² – 2,5 - 2,2 - 3,2 - 1,4 - 0,9 bar	300 m/s	140 m	ja
1 3 68	467	Aufget. WT-Sperre	0 bis 60 m 500 g/m ³ – 60 bis 160 m 300 g/m ³	60 bis 140 m – 5 PVC-Troge (80 l) m Deckel – 5 Trogz (1) – 20 m – 0,3 kg/m ³ – symm., in Mitte	96 - 136 kN/m ² – 2,3 - 2,0 - 2,7 - 1,5 - x bar	200 m/s	115 m	ja
4 3 68	468	Aufget. WT-Sperre	0 bis 60 m 500 g/m ³ – 60 bis 150 m 300 g/m ³	60 bis 150 m – 8 PVC-Troge (80 l) m Deckel – 4 Trogz. (1) – 30 m – 0,66 kg/m ³ – symm., keine Lucke	92 - 102 kN/m ² – 2,2 - 2,1 - 2,3 - 1,3 - 1,0 bar	180 m/s	96 m	ja
6 3 68	469	Aufget. WT-Sperre	wie Nr 468	60 bis 140 m – 10 PVC-Troge (80 l) m Deckel – 5 Trogz (2) – 20 m – 1 kg/m ³ – symm., keine Lucke	90 - 175 kN/m ² – 2,2 - 1,8 - 2,1 - 1,2 - 0,8 bar	400 m/s	113 m	ja
8 3 68	470	Aufget. WT-Sperre	0 bis 60 m 500 g/m ³ – 60 bis 160 m 300 g/m ³	60 bis 140 m – 5 PVC-Troge (80 l) m Deckel – 5 Trogz (2) – 20 m – 0,5 kg/m ³ – symm., in Mitte	94 - 134 kN/m ² – 2,3 - 2,1 - 2,5 - 2,1 - 1,3 bar	400 m/s	104 m	ja
11 3 68	471	Aufget. WT-Sperre	0 bis 60 m 500 g/m ³ – 60 bis 150 m 300 g/m ³	60 bis 150 m – 8 PVC-Troge (80 l) m Deckel – 4 Trogz (2) – 30 m – 0,66 kg/m ³ – symm., keine Lucke	96 - x kN/m ² – 2,3 - 1,5 - 2,3 - 1,3 - 1,0 bar	250 m/s	113 m	ja
13 3 68	472	Aufget. WT-Sperre	wie Nr 471	60 bis 140 m – 5 PVC-Troge (80 l) m Deckel – 5 Trogz. (2) – 20 m – 0,5 kg/m ³ – unsymm., Lucke im Stoß	116 - 176 kN/m ² – 2,2 - 1,9 - 2,3 - 1,4 - 1,0 bar	260 m/s	220 m	ja?
15 3 68	473	Aufget. Gest. Sperre	0 bis 60 m 500 g/m ³ – 60 bis 140 m 300 g/m ³	60 bis 140 m – 5 Styropor-Troge (80 l) m Deckel – 5 Trogz. (2) – 20 m – 0,5 kg/m ³ – Troge unsymm., Trogträger einseitig an Draht aufgehängt, Lucke im Stoß	100 - 212 kN/m ² – x - 1,9 - 2,0 - 1,2 - x bar	250 m/s	170 m	ja?
19 3 68	474	Aufget. WT-Sperre	0 bis 60 m 500 g/m ³ – 60 bis 150 m 300 g/m ³	60 bis 120 m – 7 Staubbühnen (160 kg. (1)) – 10 m – 2 kg/m ³ – symm., keine Lucke	115 - x kN/m ² – 2,1 - 2,2 - 2,3 - 2,5 - 1,3 bar	200 m/s	130 m	ja
22 3 68	475	Aufget. Gest. Sperre	0 bis 60 m 500 g/m ³ – 60 bis 160 m 300 g/m ³	60 bis 140 m – 5 PVC-Troge (80 l) m Deckel – 5 Trogz (2) – 20 m – 0,5 kg/m ³ – Troge unsymm. eingebaut, Trogträger einseitig an Draht aufgehängt, Lucke im Stoß	100 - 148 kN/m ² – 2,1 - 2,0 - 2,2 - 1,3 - 1,0 bar	200 m/s	113 m	ja

Tabelle XI

Zu Abschnitt 3.2.3.3 : Versuche mit aufgeteilten Sperrern und Explosion mit 170 m Anlauf

Ort der Versuche: Scholven, nähere Angaben Tabelle IX, der Bohldamm am Ausgang des Umtriebes war durch die vorhergehende Versuchsreihe zerstört worden, dafür wurde im Anschluß an die Prüfsperre eine Sicherheitssperre durch den ganzen Schachtumtrieb eingebaut.

Kohlenstaub: siehe Tabelle I

Initial: Morser beim 0 m am Damm A, geladen mit 500 g Sprengpulver und 100 g Ammongelit 2. Vor dem Morser ein Brett und 4 Hornden mit Kohlenstaub, ferner zwei Beutel mit Kohlenstaub und je 300 g Ammongelit 2, zusammen 50 kg Kohlenstaub zusätzlich. Alle Sprengladungen mit Momentzunder initiiert

Datum	Nr. der Expi	Art der Sperre	Kohlenstaubstreuung von ... bis ... Menge in g/m ³	Neutralisation von ... bis ... Gehalt an Unbrennbarem	Ort der Sperre – Zahl und Art der Wassertröge oder Bühnen – Zahl der Trogzeilen – Abstand – Loschmittkonzentration	Bemerkungen	Winddruck beim 60 - 150 m	Allseitiger Druck beim 0. - 150. - 250 m	Flammen-Geschw maximal	Reichweite	Wirkung der Sperre
29.5.68	486	Aufget WT-Sperre	0 bis 50. m: 500 g/m ³ + 50 kg; 50. bis 330 m 300 g/m ³	50 bis 170 m: 55%	170 bis 510 m – 68 PVC-Troge (80 l) m Deckel – 17 Trogz (1) – 20 m – 1,07 kg/m ³		20 - 7 kN/m ²	0,6-0,5-0,5 bar	75 m/s	255 m	ja
31.5.68	487	Aufget WT-Sperre	wie Nr. 486	wie Nr. 486	170 bis 310. m – 16 PVC-Troge (80 l) m Deckel – 8 Trogz (1) – 20 m – 0,53 kg/m ³	unsymm Aufbau, Lucke 1,9 m am Stoß	22 - 12 kN/m ²	0,7-0,7-0,7 bar	80 m/s	310 m	ja
5.6.68	488	Aufget WT-Sperre	wie Nr. 486	keine	170 bis 310 m – 32 PVC-Troge (80 l) m Deckel – 8 Trogz (1) – 20 m – 1,07 kg/m ³	keine Lucke	24 - 28 kN/m ²	0,9-0,9-0,8 bar	200 m/s	325 m	ja
7.6.68	489	Aufget WT-Sperre	wie Nr. 486	keine	170 bis 310 m – 32 PVC-Troge (80 l) m Deckel – 8 Trogz (2) – 20 m – 1,07 kg/m ³	keine Lucke	25 - 32 kN/m ²	1,1-1,2-0,8 bar	170 m/s	300. m	ja
10.6.68	490	Aufget WT-Sperre	wie Nr. 486	keine	170 bis 310 m – 16 PVC-Troge (80 l) m. Deckel – 8 Trogz (2) – 20 m – 0,53 kg/m ³	unsymm Aufbau, Lucke 1,9 m am Stoß	11 - 25 kN/m ²	1,0-0,9-0,6 bar	140 m/s	305 m	ja
14.6.68	491	Aufget. WT-Sperre	wie Nr. 486	keine	170 bis 310 m – 16 Styroportröge (80 l) m Deckel – 8 Trogz (2) – 20 m – 0,53 kg/m ³	unsymm Aufbau, Lucke 1,9 m am Stoß	14 - 28 kN/m ²	1,1-1,0-1,0 bar	135 m/s	325 m	ja
19.6.68	492	Aufget. Gest -Sperre	wie Nr. 486	keine	170 bis 350 m – 18 Gest Bühnen (300 kg, (1)), – 20 m – 1 kg/m ³	keine Lucke	13 - 26 kN/m ²	1,1-1,1-0,8 bar	150 m/s	350 m	ja
21.6.68	493	Aufget WT-Sperre	wie Nr. 486 jedoch Kohlenstaub von 0. bis 50 m auf Querhornden	keine	170 bis 350 m – 40 PVC-Troge (80 l) m Deckel – 10 Trogz (1) – 20 m – 1,07 kg/m ³	keine Lucke	42 - 98 kN/m ²	1,7-1,7-1,1 bar	285 m/s	200 m	ja
25.6.68	494	Aufget WT-Sperre	wie Nr. 486 jedoch Kohlenstaub vom 0 bis 100 m auf Querhornden	keine	wie 493		62 - 96 kN/m ²	2,0-2,6-0,9 bar	400 m/s	195 m	ja

Tabelle XII

Zu Abschnitt 3.3 : Explosionsverhalten verschiedener Kohlenstaube

Ort der Versuche: Versuchsgrube Tremonia, 2 ostl. Richtstrecke, 4 Sohle Länge 265 m – Querschnitt gewölbt, 8 m² – schwache Krümmungen beim 30 und 65 Streckenmeter – sohliger Verlauf – Ausbau mit Stahlbogen vom 19 bis 33 und vom 63 bis 140 m, sonst ohne Ausbau

Initial: Schlagwetter-Abflamung in einem durch Plastikschirm abgeteilten Streckenstück von 5 m Länge und etwa 50 m³ Rauminhalt am Streckenort, Zündung durch offene Brückenzunder mit kurzen Schießbaumwollfäden, CH₄-Gehalt der Schlagwetter etwa 7 %.

Bemerkung: Der Kohlenstaub wurde in den mit Ausbau versehenen Streckenstücken ausgestreut, im Bereich vom 5 bis zum 19 m wurden 2 Quer- und 2 Langshorden und im Bereich vom 33 bis 62 m 7 Langshorden angebracht. Die auf diesen Horden abgelagerte Staubmenge ist in den angegebenen Staubmengen je m³ mit berücksichtigt.

Datum	Expl - Nr	Art der Explosion	Staubstreuung	Explosionsdaten Alls Druck – Fl Geschw – Fl Reichw	Schwaden Gehalt an CO ₂ O ₂ CO
Leerversuch ohne Staub					
19 1 67	355	Schlagwetter-Explosion		0,15 bar – – 23 m	
„Derner Normalstaub“: Kennwerte wie Tabelle I					
6 2 67	362	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 300 g/m ³ – 30 bis 80 m 100 g/m ³	1,62 bar – 300 m/s – 220 m	4,7 % 14,8 % 0,5 %
7 2 67	363	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 500 g/m ³ – 30 bis 80 m 300 g/m ³	2,12 bar – 320 m/s – 270 m	6,9 % 10,2 % 2,8 %
8 2 67	364	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 500 g/m ³ – 30 bis 80 m 600 g/m ³	3,30 bar – 430 m/s – 265 m	9,1 % 5,9 % 5,6 %
Saarkohlenstaub: a) Grube Luisenthal, Floz 3; Feuchtigkeit 1,85 %, Asche (wf) 11,9 %, fl Best (wfaf) 37,9 %, Kornung etwa 0 bis 80 µm					
24 1 67	357	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 300 g/m ³ – 30 bis 80 m 100 g/m ³	2,30 bar – 300 m/s – 250 m	7,4 % 10,4 % 2,4 %
23 1 67	356	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 500 g/m ³ – 30 bis 80 m 300 g/m ³	3,90 bar – – m/s – 275 m	ca 4 %
25 1 67	358	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 500 g/m ³ – 30 bis 80 m 600 g/m ³	3,40 bar – 330 m/s – 275 m	9,1 % 6,0 % 6,5 %
b) Grube Duhamel, Floz Schwalbach Feuchtigkeit 3,61 %, Asche (wf) 15,8 %, fl Best (wfaf) 40,7 %, Kornung etwa 0 bis 80 µm					
30 1 67	359	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 300 g/m ³ – 30 bis 80 m 100 g/m ³	1,35 bar – 130 m/s – 220 m	4,4 % 15,1 % 0,3 %
31 1 67	360	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 500 g/m ³ – 30 bis 80 m 300 g/m ³	2,35 bar – 240 m/s – 272 m	9,8 % 6,7 % 3,8 %
1 2 67	361	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 600 g/m ³ – 30 bis 80 m 600 g/m ³	3,40 bar – 330 m/s – 255 m	9,1 % 6,5 % 5,6 %
EBKohlenstaub (Westende): Floz Gironde, Feuchtigkeit 1,05 %, Asche (wf) 7,7 %, fl Best (wfaf) 15,6 %, Kornung etwa 0 bis 80 µm					
13 2 67	365	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 300 g/m ³ – 30 bis 80 m 100 g/m ³	0,20 bar – 30 m/s – 62 m	1,0 % 19,4 % 0,0 %
14 2 67	366	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 500 g/m ³ – 30 bis 80 m 300 g/m ³	1,35 bar – 250 m/s – 260 m	4,9 % 14,5 % 0,7 %
15 2 67	367	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 500 g/m ³ – 30 bis 80 m 600 g/m ³	2,10 bar – 620 m/s – 272 m	8,9 % 4,6 % 3,9 %
EBKohlenstaub (Ibbenbüren): ajzwangsvermahlen, Feuchtigkeit unter 1 %, Asche (wf) 21,9 %, fl Best (wfaf) 23,6 %, Kornung etwa 0 bis 80 µm					
12 6 67	395	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 300 g/m ³ – 30 bis 80 m 100 g/m ³	1,13 bar – 120 m/s – 221 m	4,9 % 14,2 % 0,4 %
13 6 67	396	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 500 g/m ³ – 30 bis 80 m 300 g/m ³	1,35 bar – 140 m/s – 225 m	6,2 % 11,9 % 0,8 %
14 6 67	397	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 500 g/m ³ – 30 bis 80 m 300 g/m ³	1,25 bar – 170 m/s – 280 m	6,4 % 11,6 % 1,0 %
b) selektiv vermahlen, Feuchtigkeit unter 1 %, Asche (wf) 30,0 %, fl Best (wfaf) 13,4 %, Kornung etwa 0 bis 80 µm					
19 6 67	398	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 300 g/m ³ – 30 bis 80 m 100 g/m ³	0,40 bar – 70 m/s – 118 m	3,7 % 15,8 % 0,0 %
20 6 67	399	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 500 g/m ³ – 30 bis 80 m 300 g/m ³	0,55 bar – 90 m/s – 155 m	4,7 % 14,2 % 0,2 %
21 6 67	400	Schlagw-Kohlenst -Expl	5 bis 30 m 500 g/m ³ – 30 bis 80 m 600 g/m ³	0,60 bar – 105 m/s – 180 m	6,1 % 12,2 % 0,4 %

Tabelle XIII

Zu Abschnitt 3.4.: Explosionsfestigkeit von Streckenabschlüssen
 Ort der Versuche: Versuchsgrube Tremonia, 1 ostl Richtstr, 3 Sohle, Länge 58 m – Querschnitt gewolbt, 8 m² – geradlinig, schlig, Ausbau mit Stahlbogen

Datum	Nr. der Expl	Art der Expl	Explosionsentzündung	Ort; Menge; Art der Schlagwette – Initial	Explosionsverlauf Allseitiger Druck beim 0 m – 25 m – vor dem Damm – hinter dem Damm – Flammengeschwindigkeit – Flammengeschwindigkeit	Bemerkungen
28 11 67	431	Schlagwetterexpl	3.3311 Hydraulischer Gipsdamm vom 46,8 bis 48,3 m (1,5 m stark), Material: 16 t Saaralit D, 10 m ³ Wasser, Wasserwert 0,625 m ³ /t, Einbauten Luftleitung NW 80, Dammrohr 700 mm Ø	0 bis 25 m: 18 m ³ CH ₄ , Firstenschicht – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	0,5 bar – 0,8 bar – 1,1 bar – bar – 0 bis 41 m – 29 m/s	Luftrohr 300 mm Ø und Schnuffelrohr 19 mm Ø
29 11 67	432	Schlagwetterexpl	0 bis 12,5 m: 12 m ³ CH ₄ , Gemisch ca. 8,5 % – 250 g Sprengpulver	0 bis 25 m: 18 m ³ CH ₄ , Firstenschicht – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	2,3 bar – 2,6 bar – 4,0 bar – bar – 0 bis 46,8 m – 210 m/s	Keine Beschädigungen am Damm und in der Strecke
30 11 67	433	Schlagwetterexpl	0 bis 25 m: 25,6 m ³ CH ₄ , Gemisch 8,9 % – 250 g Sprengpulver	0 bis 25 m: 12 m ³ CH ₄ , Gemisch ca. 8,5 % – 250 g Sprengpulver	5,8 bar – 9,2 bar – 15,0/12,3 bar – bar – 0 bis 46,8 m – 500 m/s	Keine Beschädigungen am Damm, in der Strecke Verzugsteine aus der Firste gefallen
1 12 67	434	Schlagwetterexpl	0 bis 46,8 m: 46,3 m ³ CH ₄ , Gemisch 9,3 % – 250 g Sprengpulver	0 bis 46,8 m: 46,3 m ³ CH ₄ , Gemisch 9,3 % – 250 g Sprengpulver	11,0 bar – 12,5 bar – 19,0 bar – 0 bis 46,8 m – 1000 m/s	Dammrohrdeckel nach außen durchgebeult Stärkere Beschädigungen am Damm und in der Strecke
23 1 68	451	Schlagwetterexpl	3.3321 Hydraulischer Anhydritdamm vom 47 bis 48 m (1,0 m stark), Material: 19 t synth Anhydrit, 6,8 m ³ Wasser, (Wasserwert 0,36 m ³ /t) Einbauten Dammrohr 700 mm Ø, Schnuffelrohr 19 mm Ø	0 bis 48 m (1,0 m stark), Material: 19 t synth Anhydrit, 6,8 m ³ Wasser, (Wasserwert 0,36 m ³ /t) Einbauten Dammrohr 700 mm Ø, Schnuffelrohr 19 mm Ø	0,9 bar – 0,35 bar – 1,45/1,50 bar – bar – 0 bis 33 m – 60 m/s	Keine Beschädigungen am Damm und in der Strecke
24 1 68	452	Schlagwetterexpl	0 bis 25 m: 16,6 m ³ CH ₄ , Firstenschicht – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	0 bis 25 m: 16,6 m ³ CH ₄ , Firstenschicht – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	1,8 bar – 1,80 bar – 5,5/5,7 bar – bar – 0 bis 28 m – 350 m/s	Keine Beschädigungen am Damm und in der Strecke
25 1 68	453	Schlagwetterexpl	0 bis 25 m: 11,5 m ³ CH ₄ , Gemisch 9,5 % – Zündkerze + 250 g Sprengpulver	0 bis 25 m: 11,5 m ³ CH ₄ , Gemisch 9,5 % – Zündkerze + 250 g Sprengpulver	4,5 bar – 5,0 bar – 11,3/14,3 bar – bar – 0 bis 40 m – 800 m/s	Keine Beschädigungen am Damm und in der Strecke
26 1 68	454	Schlagwetterexpl	0 bis 25 m: 18 m ³ CH ₄ , Gemisch 9,2 % – Zündkerze + 250 g Sprengpulver	0 bis 25 m: 18 m ³ CH ₄ , Gemisch 9,2 % – Zündkerze + 250 g Sprengpulver	10,0 bar – 8,5 bar – 17,0/18,0 bar – bar – im Dammrohr – 0 bis 47 m – 1200 m/s	Keine nennenswerten Beschädigungen an Damm, i d Strecke Beschädigungen an Einbauten (Rohrleitung NW 300)
20 2 68	463	Schlagwetterexpl	0 bis 47 m: 37,8 m ³ CH ₄ , Gemisch 10,4 % – Zündkerze + 500 g Sprengpulver	0 bis 47 m: 37,8 m ³ CH ₄ , Gemisch 10,4 % – Zündkerze + 500 g Sprengpulver	bar – 5,0 bar – 11,0/12,0 bar – 11,0 bar – 0 bis 47 m – 500 m/s	Dammrohrdeckel 3 bis 4 mm durchgebeult, einige Schrauben beschädigt
21 2 68	464	Schlagwetterexpl	0 bis 47 m: 35,3 m ³ CH ₄ , Gemisch 10,0 % – 250 g Sprengpulver	0 bis 47 m: 35,3 m ³ CH ₄ , Gemisch 10,0 % – 250 g Sprengpulver	bar – 5,5 bar – 16,0/16,0 bar – 24,3 bar – im Dammrohr – 0 bis 47 m – 1200 m/s	Dammrohrdeckel abgerissen und fortgeschleudert, stark verformt
21 2 68	464	Schlagwetterexpl	0 bis 47 m: 39,0 m ³ CH ₄ , Gemisch 12,5 % – 750 g Sprengpulver	0 bis 47 m: 39,0 m ³ CH ₄ , Gemisch 12,5 % – 750 g Sprengpulver	vom 43 bis 48,5 m (1 – 2H), explosionsseitiger Abschluß Kalksandsteinmauer 25 cm	Holzverschiag gebrochen, Dammmaterial ausgelauten
9 10 68	511	Schlagwetterexpl	3.342 Dämme aus inhomogenem Material: a) Damm aus Waschbergen, mit Gesteinstaub trocken verpreßt	0 bis 25 m: 15 m ³ CH ₄ , Firstenschicht – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	0,75 bar – 0,5 bar – 0,8/0,8 bar – bar – 0 bis 32 m – 90 m/s	
21 10 68	512	Schlagwetterexpl	b) Damm wie a) Schachseitiger Abschluß Ziegelsteinmauer 25 cm	0 bis 25 m: 15 m ³ CH ₄ , Firstenschicht – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	1,3 bar – 1,4 bar –	
22 10 68	513	Schlagwetterexpl	0 bis 25 m: 18 m ³ CH ₄ , Firstenschicht – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	0 bis 25 m: 18 m ³ CH ₄ , Firstenschicht – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	1,3 bar – 1,4 bar – 1,25/1,25 bar – bar – 0 bis 43 m – 40 m/s	Keine Beschädigungen am Damm und in der Strecke, Gesteinstaub ausgeblasen
23 10 68	514	Schlagwetterexpl	0 bis 12,5 m: 12,6 m ³ CH ₄ , Gemisch 12 % – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	0 bis 12,5 m: 12,6 m ³ CH ₄ , Gemisch 12 % – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	1,8 bar – 1,8 bar – 2,85/2,85 bar – bar – 0 bis 31 m – 400 m/s	Explosionsseitige Mauer um etwa 15 cm durchgedrückt
6 12 68	526	Schlagwetterexpl	0 bis 25 m: 19,8 m ³ CH ₄ , Gemisch 11 % – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	0 bis 25 m: 19,8 m ³ CH ₄ , Gemisch 11 % – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	3,3 bar – 3,0 bar – 4,3/4,3 bar – 0,55 bar – 0 bis 43 m – 460 m/s	Damm zerstört und bis etwa zur halben Streckenhöhe abgetragen
9 12 68	527	Schlagwetterexpl	c) Damm wie a) Explosionsseitiger und schachseitiger Abschluß je eine Ziegelsteinmauer 50 cm	0 bis 25 m: 19,8 m ³ CH ₄ , Gemisch 11 % – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle		
20 12 68	531	Schlagwetterexpl	0 bis 12,5 m: 12 m ³ CH ₄ , Gemisch 10,6 % – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	0 bis 12,5 m: 12 m ³ CH ₄ , Gemisch 10,6 % – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	2,5 bar – 2,5 bar – 4,6/4,6 bar – bar – 0 bis 35 m – 250 m/s	Keine Beschädigungen am Damm, Gesteinstaub ausgeblasen
3 1 69	532	Schlagwetterexpl	0 bis 25 m: 16 m ³ CH ₄ , Gemisch 10,4 % – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	0 bis 25 m: 16 m ³ CH ₄ , Gemisch 10,4 % – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	3,8 bar – 3,9 bar – 10,8/10,8 bar – bar – 0 bis 32 m – 350 m/s	Keine Beschädigungen am Damm, Dammrohrdeckel etwas verbeult
			0 bis 25 m: 15 m ³ CH ₄ , Gemisch 8,7 % – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	0 bis 25 m: 15 m ³ CH ₄ , Gemisch 8,7 % – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	3,6 bar – 5,0 bar – 10,5/11,0 bar – bar – 0 bis 30 m – 600 m/s	Explosionsseitige Mauer im oberen Teil um 3 bis 4 cm verschoben
			0 bis 43 m: 35 m ³ CH ₄ , Gemisch 9,0 % – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	0 bis 43 m: 35 m ³ CH ₄ , Gemisch 9,0 % – 2 Bruckenzunder mit Schießbaumwolle	10,1 bar – 8,4 bar – 20,8/22,2 bar – 2,4 bar – 0 bis 43 m – 1400 m/s	Explosionsseitige Mauer um etwa 20 cm eingedrückt, Dammrohrdeckel mit Flansch abgerissen und schachseitiges Ende des Dammrohres aufgespritzt

**Technisch-wirtschaftliche Veröffentlichungen
der Kommission der Europäischen Gemeinschaften auf dem Gebiet der Kohle**

Dok. Nr.	Titel	Jahr	Sprachen	Preis in EWA-RE
9591/1/59/1	Schnelles Auffahren von Strecken im Gestein und in der Kohle	1959	d	2,50
6740/1/60/1	Rationalisierungsmaßnahmen im Steinkohlenbergbau	1960	d, f	2,50
11848/2/66/1	Modernisierung und Rationalisierung im Saarbergbau und im lothringischen Revier	1966	d, f	3,00
	II. Informationstagung „Das Grubengas und seine Bekämpfung“ vom 10. Februar 1967 in Luxemburg	1967	d, f	2,50
13909	Technische Tagung des Forschungsausschusses Kohle vom 10. bis 12. April 1967 in Essen	1967	d, f	2,50
	Forschungshette Kohle			
11466/1/65/1	1 – Beschickung von Koksofen mit vorerhitzter Kohle	1966	d, f, i, n	1,50
11734/1/66/1	2 – Verbrennung von Kohle	1966	d, f, i, n	1,50
11735/1/66/1	3 – Zündung und Verbrennung von Fettkohlen auf Rosten	1966	d, f, i, n	1,50
12546/1/66/1	4 – Mechanisierung der Auffahrung von Gesteinsstrecken – Streckenvortriebsmaschine SVM 40	1966	d, f	1,50
12633/1/66/1	5 – Kompakt-Wasserrohrkessel mit Schüttelrosten	1966	d, f	1,50
12634/1/66/1	6 – Kompakt-Wasserrohrkessel mit Kohlenstaubfeuerung	1966	d, f	1,50
3934	7 – Plötzliche Gasausbrüche I – CERCHAR	1966	d, f	1,50
3935	8 – Plötzliche Gasausbrüche I – INICHAR	1966	d, f	1,50
3931	9 – Erprobung der Wirksamkeit von Dämmen und Sperren durch Explosionsversuche	1967	d, f	1,50
3936	10 – Fernüberwachung und Fernsteuerung im Streb bei schneidender Gewinnung	1967	d, f	1,50
4488	12 – Entschwefelung von Rauchgasen aus Kohlefeuerungen	1969	d, f	1,50
4489	13 – Spannungen, Bewegungen und Bruchbildungen im Bereich von Abbaustrecken	1969	d, f, n	1,50
4490	14 – Zentralheizungskessel für Koks	1969	d, f, n	1,50
15837	15 – Untersuchung über den Schornsteinzug bei boigem Wind	1970	d, f, n	2,50
	16 – Feuerungstechnische Untersuchungen an Einzelöfen und kleineren Heizkesseln unter Verwendung verschiedener Kohlearten			
	17 – Mechanisierter Strebausbau – Steinkohlenbergbauverein	1969	in Vorbereitung d, f	2,50
16085	18 – Fernsteuerung und Automatisierung in Untertagebetriebe der Steinkohlenbehörde Großbritanniens und der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl		d, f	
15745	20 – Grundlagenforschungen über die Chemie und Physik von Kohle und Koks – Synthesebericht I	1968	d, f	3,50
4543	21 – Hydrostatische Antriebe von Gewinnungsmaschinen im Kohlenbergbau	1968	d, f, n	1,50
	22 – Gebirgsdruckforschung I – Steinkohlenbergbauverein	1969	d, f	1,50
4492	23 – Gebirgsdruckforschung I – CERCHAR Allgemeiner Bericht	1968	d, f	1,50
	24 – Untersuchungen über die Gebirgsbewegungen in der Umgebung von Strecken	1969	d, f, n	1,50
	25 – Über die Mechanik des Steinkohlengebirges im Falle ebener Deformation	1969	d, f	5,50
4493	26 – Vorkommen, Freiwerden und Bekämpfung von Grubengas im niederländischen Steinkohlenbergbau	1968	d, f, n	1,50
4494	27 – Untersuchungen über den Gebirgsdruck in Zusammenhang mit Grubengasausbrüchen	1969	d, f, n	1,50
	28 – Cadres articulés sur piles de bois	1969	f, n	1,00
15791	29 – Grundlagenforschung über Chemie und Physik von Kohle und Koks – Synthesebericht 1965-1967	1969	d, f	1,50
16353	30 – Explosionsversuche mit Sperren und Dämmen II	1970	d, f	2,50
16409	31 – Das Auffahren von Gesteinsstrecken	1970	d, f	2,50
16490	32 – Nutzbarmachung von Flugstäuben und Schlacken aus steinkohlegefeuerten Dampferzeugern	1970	d, f	1,50

Weitere Exemplare des vorliegenden Heftes können ebenso wie die oben aufgeführten Veröffentlichungen bezogen werden beim

Zentralvertriebsbüro der amtlichen Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften
37, rue Glesener
LUXEMBURG

