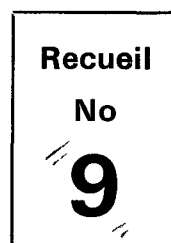


COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DU CHARBON ET DE L'ACIER — HAUTE AUTORITÉ

RECUEIL DE RECHERCHES CHARBON

**Mise à l'épreuve de barrages
et d'arrêts-barrages**

Technique minière
Valorisation du charbon
Combustion du charbon



LUXEMBOURG 1967

Aux termes de l'article 55, alinéa 2, c, du traité instituant la Communauté européenne du charbon et de l'acier, la Haute Autorité encourage la recherche intéressant le charbon et l'acier, notamment en accordant des aides financières. La présente brochure rend compte de l'exécution et des résultats de l'un de ces projets de recherche.

**RAPPORT SUR LA MISE A L'ÉPREUVE
PAR LA VERSUCHSGRUBENGESELLSCHAFT MBH, DORTMUND,
DANS LES ANNÉES 1964 ET 1965, DE BARRAGES ET ARRÊTS-BARRAGES
SOU MIS A DES EXPLOSIONS DE GRISOU ET DE POUSSIÈRE DE CHARBON
DANS DES MINES ABANDONNÉES**

par le D^r-Ing. Steffenhagen et le D^r-Ing. Meerbach

PRÉFACE

Les coups de poussières au fond peuvent provoquer les catastrophes minières les plus graves si leur propagation dans les galeries n'est pas arrêtée à temps.

Depuis le début de notre siècle, on vérifie dans des galeries expérimentales en surface l'efficacité des mesures de lutte et de prévention contre les coups de poussières. Se sont révélés efficaces, les barrages en poussières stériles contre la propagation des coups de poussières ainsi que divers procédés permettant de fixer les dépôts de poussières et d'empêcher d'une manière générale leur tourbillonnement, source possible de déflagration.

Il s'est avéré indispensable d'expérimenter et de perfectionner les différents procédés et les diverses mesures de lutte et de prévention contre les coups de poussières dans des conditions d'exploitation réelles. Des sièges d'extraction modernes ayant dû être fermés pour des raisons de rentabilité ont permis la réalisation de tels essais. Les explosions expérimentales déclenchées pour la première fois dans de vraies galeries et dans des conditions d'exploitation réelles ont fourni des résultats et des indications intéressants. Le présent recueil de recherche fait le point de ces travaux.

K. M. Hettlage

Table des matières

| | Page |
|--|------|
| 1. Objet et but des recherches | 9 |
| 2. Limitation en temps et en possibilités dans l'exécution des recherches | 11 |
| 3. Déroulement des recherches | 12 |
| 4. Essais des barrages | 13 |
| 4.1 Essais d'explosions dans la mine Dorstfeld | 13 |
| 4.11 Conditions locales | 13 |
| 4.12 Travaux préparatoires | 13 |
| 4.13 Conduite des essais | 15 |
| 4.14 Discussion des résultats | 17 |
| 4.2 Essais d'explosions contre les barrages dans la mine König Ludwig | 20 |
| 4.21 Conditions locales | 20 |
| 4.22 Travaux préparatoires | 20 |
| 4.23 Conduite des essais | 21 |
| 4.24 Discussion des résultats | 21 |
| 5. Essais des arrêts-barrages | 22 |
| 5.1 Essais d'explosions dans la mine Dorstfeld | 22 |
| 5.11 Conditions locales | 22 |
| 5.12 Travaux préparatoires | 22 |
| 5.13 Conduite des essais | 23 |
| 5.14 Discussion des résultats | 25 |
| 5.2 Essais des arrêts-barrages | 26 |
| 5.21 Conditions locales | 26 |
| 5.22 Travaux préparatoires | 26 |
| 5.23 Conduite des essais | 27 |
| 5.231 Préparation des explosions | 27 |
| 5.232 Essais avec les « augets à eau le long du parement » | 29 |
| 5.233 Essais avec les arrêts-barrages à eau « conventionnels » | 29 |
| 5.2331 Variation de la longueur de parcours de l'explosion | 29 |
| 5.2332 Variation de la disposition des augets et de la quantité d'eau | 29 |
| 5.2333 Variation de la quantité de poussière, du mélange de poussières et de leur fixation | 30 |
| 5.234 Essais comparatifs avec des arrêts-barrages à poussières stériles | 31 |
| 5.24 Discussion des résultats | 31 |

| | |
|---|----|
| 6. Résumé des résultats | 32 |
| 6.1 Connaissances sur la résistance à l'explosion des barrages | 32 |
| 6.2 Expériences sur l'efficacité des arrêts-barrages à eau et des arrêts-barrages à poussières stériles | 33 |
| 7. Nécessité de continuer les travaux de recherches | 34 |
| 8. Conclusion | 34 |
| Annexe | 37 |

1. OBJET ET BUT DE LA RECHERCHE

Les incendies de mines qui ne peuvent être immédiatement combattus et éteints par des appareils d'extinction ou par le barrage du feu et l'arrêt de l'arrivée d'air obligent à la fermeture des ouvrages considérés par la construction de **barrages** étanches à l'air. Même pour les ouvrages qui ne sont plus nécessaires à l'exploitation, un isolement par barrages permanents est indispensable. Ces barrages doivent aussi, pour des raisons de sécurité, **résister aux explosions**, c'est-à-dire qu'ils doivent résister à la pression d'un coup de grisou ou d'un coup de poussière de charbon, contre lesquels ils ne peuvent être efficaces qu'après leur achèvement. Lors de l'isolement par barrages d'un quartier en feu présentant un danger d'explosion, des barrages dits avant-barrages seront, en outre, édifiés, à titre de première mesure de protection, pour lesquels jusqu'à présent on employait des sacs de sable. Les barrages définitifs, qui doivent résister aux explosions, sont normalement construits en maçonnerie. Dans chacun de ces cas, les travaux de construction des barrages exigent un temps considérable et une importante main-d'œuvre et imposent aux mineurs des conditions de travail très difficiles.

En ce qui concerne la résistance des barrages en maçonnerie, des renseignements suffisants manquent pour savoir à quelle pression d'explosion les murs construits de la manière habituelle en briques cuites peuvent résister ou bien si un mur double est nécessaire, dont l'intervalle serait rempli avec des pierres et comprimé avec des schistes secs ou de la boue de ciment.

Ces dernières années, l'emploi du plâtre dans ces travaux de barrage est passé au premier plan, car il présente de gros avantages du point de vue sécurité et économie dans l'exploitation. Mais là aussi les renseignements manquent sur l'épaisseur nécessaire des barrages en plâtre, lorsqu'ils doivent résister aux explosions. La Versuchsgrubengesellschaft mbH a déjà effectué, il y a plusieurs années, dans sa mine Tremonia à Dortmund, un certain nombre de recherches sur les explosions contre les barrages en plâtre dans une galerie de 8 à 10 m² de section et a rassemblé ainsi des renseignements sur la réalisation correcte et l'épaisseur nécessaire de tels barrages en plâtre dans une galerie de la section mentionnée. Il est cependant nécessaire, pour élargir les connaissances, de rechercher la résistance des barrages en plâtre aux pressions des explosions dans des galeries d'une **section plus grande** (plus de 3,5 m de hauteur de toit). A ce sujet, l'Organe permanent pour la sécurité dans les mines de houille à Luxembourg donne des indications dans les directives concernant la construction des avant-barrages en plâtre pour la lutte contre les incendies de mines, qui sont contenues dans son rapport du 10 décembre 1963 (document n° 4928/63). La résistance des barrages en maçonnerie doit aussi être essayée pour différentes sections de galeries. Un calcul mathématique n'est possible qu'approximativement et comporte d'importantes incertitudes.

Des galeries d'une section de plus de 8 à 10 m² n'existent pas jusqu'à présent dans la mine Tremonia. Mais pour essayer la **résistance des barrages en maçonnerie et en plâtre**, il a été possible d'effectuer des **recherches d'explosions** dans des galeries de grande section dans les fosses « Dorstfeld » à Dortmund et « König Ludwig » à Recklinghausen avant l'arrêt définitif de ces exploitations qui doivent être fermées par suite des mesures de rationalisation. Ces recherches, qui seront analysées plus loin, se trouvaient, en temps et en lieu, en relation avec les explosions de grisou et les coups de poussière de charbon qui ont été provoqués **pour vérifier l'efficacité des arrêts-barrages** dans ces mêmes installations minières.

L'expérience ayant révélé qu'une explosion de poussière de charbon peut être combattue non seulement avec des poussières stériles mais aussi avec de l'eau, des recherches systématiques sur les possibilités d'utilisation des différents types de barrages ont été entreprises au début du siècle en France, en Grande-Bretagne, aux États-Unis et en Allemagne. L'utilisation d'arrêts-barrages à eau a également été examinée, mais abandonnée rapidement parce que l'on craignait que l'entretien et la surveillance de ces arrêts-barrages ne suscitât de grandes difficultés. Les arrêts-barrages à poussières inertes ont été jugés utilisables et adoptés progressivement dans les charbonnages de plusieurs pays.

La Versuchsgrubengesellschaft, grâce à des recherches intensives menées pendant plusieurs décennies, a élucidé une grande partie des problèmes ayant trait à la conception et au type de construction à retenir pour les arrêts-barrages à poussières et a recueilli, lors de recherches effectuées dans les conditions les

plus diverses, des renseignements détaillés sur l'efficacité de ces arrêts-barrages comme moyen de protection contre les explosions. Il a ainsi été constaté que les arrêts-barrages à poussières inertes ne constituent pas un moyen de protection universel contre la propagation des coups de poussière de charbon, mais, au contraire, qu'ils peuvent être défaillants dans certaines conditions inhabituelles. Cette constatation s'est concrétisée d'une façon particulièrement tragique lors de la catastrophe minière de Luisenthal en Sarre. Des recherches effectuées ultérieurement ont confirmé que les arrêts-barrages à poussières peuvent être défaillants dans certaines conditions, non seulement lorsque les poussières stériles, après avoir absorbé de l'humidité, ne sont plus volatiles, mais encore lorsque, par exemple, l'arrêt-barrage étant en parfait état, une explosion à son stade initial est précédée d'une poussée d'air trop faible, ou en cas de violentes explosions au stade de plein développement avec propagation très rapide des flammes.

S'efforçant de parfaire la protection contre les explosions, la mine expérimentale a entrepris des recherches, il y a environ deux ans et demi, pour savoir si les **barrages** composés d'augets remplis d'eau, connus depuis longtemps dans le pays et à l'étranger mais peu employés, pourraient être plus efficaces que les arrêts-barrages à poussières inertes. Comme, dans les mines modernes, toutes les galeries sont équipées de conduites d'eau et que les récipients en matière plastique translucide peuvent être utilisés à cet effet beaucoup plus avantageusement que les augets en bois ou en métal employés antérieurement, l'intérêt manifesté pour l'adoption d'arrêts-barrages à eau, pour des raisons de sécurité mais aussi pour des motifs économiques, s'est considérablement accru. Les essais d'explosion effectués dans la mine de Tremonia ont révélé que les arrêts-barrages à eau bien conçus, quand ils sont réalisés dans une galerie de 8 à 10 m² de section, sont tout aussi efficaces que les arrêts-barrages à poussières stériles, et leur sont même supérieurs à certains égards. Toutefois, l'efficacité des arrêts-barrages à eau est limitée à certains égards, à savoir dans le cas d'explosions très faibles au stade initial et dans le cas d'explosions très fortes avec propagation rapide des flammes. Les arrêts-barrages à eau présentent cependant une série d'avantages techniques et économiques que les arrêts-barrages à poussières stériles n'ont pas.

Avant de recommander l'utilisation généralisée des arrêts-barrages à eau dans les charbonnages, il a été nécessaire, pour compléter les connaissances, d'examiner de façon approfondie l'efficacité de ces arrêts-barrages à eau lorsqu'ils sont utilisés dans des conditions autres que celles de Tremonia, en particulier dans les conditions limites entre explosions très faibles et explosions très fortes, et dans des galeries de grande section. Il s'est avéré que les enseignements tirés des essais effectués à la mine de Tremonia dans des galeries de 8 à 10 m² de section ne peuvent pas être appliqués automatiquement aux galeries actuelles de 12 à 14 m² de section.

La mine expérimentale a pu effectuer ces essais dans les sièges précités peu avant leur fermeture.

Comme mesures complémentaires de protection contre les explosions, l'utilisation des procédés de **fixation des poussières** a certains avantages: ils sont prescrits par le service des mines dans les charbonnages de l'Allemagne de l'Ouest. Il s'agit de l'emploi des pâtes de sels hygroscopiques qu'on pulvérise sur tout le contour de la galerie, afin d'obtenir que la poussière de charbon qui se dépose dans les galeries soit transformée en pâte alourdie et partant neutralisée. Ce procédé, à côté de la protection de la santé, renforce la protection contre les explosions, étant donné que, dans une galerie où, sur grandes distances, aucune poussière de charbon ne pourra être soulevée, une explosion ne trouvera aucune alimentation et sera, par conséquent, affaiblie ou complètement éteinte. Cependant, des renseignements insuffisants ont été tirés du nombre, jusqu'à présent réduit, des recherches effectuées à Tremonia sur la meilleure façon, au sens de la protection contre les explosions, de disposer les zones empâtées, et en particulier sur les longueurs qu'elles doivent avoir pour assurer un effet suffisant.

Par les essais qui constituent l'objet des recherches étudiées ici, on s'est attaché en **particulier** :

- en trois à cinq essais sur des barrages en maçonnerie construits d'après les modèles habituels, ainsi que sur des barrages en plâtre dans des galeries de sections allant jusqu'à 22 m², à essayer leur résistance contre les explosions de grisou,

— en huit à douze essais, à vérifier l'efficacité des arrêts-barrages à poussières stériles, des arrêts-barrages à eau, ainsi que des zones neutralisées par les pâtes de sels, vis-à-vis des coups de poussières de charbon, dans les conditions d'essais suivantes:

- a) sections de galeries entre 8 et 22 m²,
- b) grandes longueurs de galeries jusqu'à 1 km,
- c) variations brusques de section, fortes courbes et embranchements à angle aigu, points d'entrée d'air frais,
- d) dispositifs variés d'allumage et d'augets à eau.

On déterminera plus loin, autant que possible, si un coup de poussières de charbon peut traverser deux fois une même galerie.

Concurremment aux essais d'explosions sur des arrêts-barrages à eau, on a prévu d'installer des zones avec des pâtes de sels pour la fixation des poussières de charbon et de vérifier leur efficacité vis-à-vis des explosions.

2. LIMITATION EN TEMPS ET EN POSSIBILITÉS DANS L'EXÉCUTION DES RECHERCHES

Une exécution complète des recherches susmentionnées était impossible dans les autres mines en raison des difficultés d'exploitation. Non seulement dans la mine Dorstfeld, mais encore dans celle de König Ludwig, les travaux étaient extraordinairement **pressés par le temps**. A dater du moment où les possibilités de l'exploitation ont permis de préparer les recherches contre les explosions, jusqu'au moment où, pour éviter des frais importants, il a été nécessaire de commencer le remblayage du puits, la mine expérimentale n'a été disponible — dans les deux fosses — que pendant un temps réduit pour l'exécution des travaux; ces derniers furent exécutés avec la mise en œuvre de toutes les forces disponibles et, suivant les besoins, effectués à postes continus, même les jours de repos et les dimanches.

Cependant, le programme de recherches à **Dorstfeld** a dû être interrompu après quatre explosions de grisou contre les barrages et trois autres explosions pour l'essai d'arrêts-barrages dans une galerie d'environ 22 m² de section et de 165 m de longueur, car la machine d'extraction, qui pouvait encore servir pour la circulation dans le puits, était nécessaire ailleurs et, pour cette raison, a été démontée.

Quand, quelques mois plus tard, l'accord sur le plan des recherches a été donné et que les moyens nécessaires sont devenus disponibles, la mine expérimentale a installé en quelques semaines un équipement auxiliaire d'extraction pour une profondeur d'environ 825 m, réparé les dégâts de l'équipement du puits apparus entre temps et réalisé ainsi les conditions nécessaires à la continuation des travaux de recherches. Mais quand les galeries purent à nouveau être visitées, avec l'emploi d'ailleurs d'appareils de sauvetage, il est apparu qu'entre-temps des parties importantes des galeries s'étaient remplies d'acide carbonique à teneur élevée; un danger d'incendie est même apparu en plusieurs endroits. En conséquence, la mine expérimentale a été obligée d'abandonner la mine Dorstfeld.

Dans la mine **König Ludwig** il a été possible de procéder au total à 14 essais d'explosions pour la vérification des arrêts-barrages à eau et à poussières stériles, pendant lesquels certaines conclusions ont pu être obtenues sur la résistance des barrages en maçonnerie; ces essais ont été effectués dans une galerie de 12,5 m² de section qui répond parfaitement aux conditions des mines modernes. La longueur

de la galerie s'élevait à 220 m. Après le 14^e essai, le travail a dû être interrompu, étant donné que l'occupation de la mine n'était plus possible plus longtemps. En outre, les frais généraux étaient déjà tellement élevés qu'ils dépassaient sensiblement les limites de l'aide accordée et faisaient supporter à la mine expérimentale de fortes charges supplémentaires. Le nombre maximal prévu d'essais d'explosions était aussi déjà dépassé. En raison des résultats précieux qui ont alors été obtenus, la mine expérimentale a tout de même continué les essais dans la mine König Ludwig, aussi longtemps que l'exploitation l'a permis. Dans le rapport présenté, les résultats des essais effectués en dehors du cadre défini à l'origine par le plan des recherches sont également indiqués.

Pour les raisons citées, tous les problèmes particuliers définis dans le programme de recherches n'ont pas pu être résolus. Les essais d'explosions dans des galeries de grande longueur jusqu'à 1 km n'étaient plus possibles, et peu de conclusions ont pu être dégagées sur le comportement des explosions dans les variations importantes de sections, aux croisements des galeries et aux embranchements. Le comportement des explosions aux points d'entrée d'air frais n'a pas pu être observé, pas plus que le double passage d'une explosion dans une même galerie. Le temps a manqué pour l'installation des zones empâtées de sels ; il s'était révélé entre-temps qu'avec les procédés de fixation des poussières, toute une série de problèmes chimiques, physiques, techniques et industriels qui se trouvaient liés nécessitait le groupement des essais envisagés dans un programme spécial de recherches qui a été agréé par la Haute Autorité.

3. DÉROULEMENT DE LA RECHERCHE

Lorsque la mine expérimentale eut déterminé la possibilité d'effectuer des travaux de recherches dans la mine **Dorstfeld** et que la direction de la mine eut donné son accord, des documents ont été envoyés à la Haute Autorité à Luxembourg et les pourparlers entamés. Comme le temps pressait, les travaux préparatoires des essais ont commencé simultanément, c'est-à-dire **le 23 décembre 1963**. Après autorisation des essais d'explosion par le service des mines et après la conclusion, le 22 janvier 1964, d'un accord avec le propriétaire de l'installation minière, la Harpener Bergbau AG, la première explosion a été allumée le 24 janvier 1964.

Le 17 février 1964, une proposition définitive d'autorisation du projet de recherches a été soumise à la Haute Autorité. Mais, dès le 20 février 1964, les travaux de recherches ont dû être interrompus en raison de la décision de la direction de la mine relative au démontage de la machine d'extraction.

Le 2 juillet 1964, la mine expérimentale a reçu communication de la direction générale « Charbon » de la Haute Autorité de l'autorisation du projet de recherches. Des craintes furent émises par la direction de la mine et par le service des mines sur la continuation des travaux de recherches, car en raison du remblayage d'un puits commencé entre-temps il y avait un danger important pour le personnel. Il était indispensable, par conséquent, d'éliminer ces difficultés par un contrôle de la situation et l'application de certaines mesures techniques. Après la conclusion des pourparlers nécessaires et l'établissement d'une réglementation écrite avec la direction de la mine qui servit de base à la convention du 15 septembre 1964, ainsi qu'avec le service des mines, le puits fut de nouveau rendu praticable, grâce à une installation auxiliaire d'extraction. Mais il est apparu, après une nouvelle visite des galeries, qu'il était impossible, comme il est indiqué au chiffre 2, de continuer les travaux de recherches dans la mine Dorstfeld.

La convention sur le programme de recherches a été rédigée les 16 décembre 1964 et 14 janvier 1965, prévoyant la durée des travaux de recherches du 23 décembre 1963 jusqu'au 31 décembre 1964. Le 9 février 1965, un rapport provisoire avec ses annexes sur les travaux de recherches effectués et un relevé provisoire des comptes ont été soumis à la direction générale « Charbon » et une prolongation de la durée de la convention jusqu'au 31 décembre 1965 a été demandée car on pensait pouvoir poursuivre en un autre endroit les essais prévus. L'occasion s'est alors présentée dans la mine **König Ludwig** de la Ewald

Kohle AG à Recklinghausen, dans une galerie de déblocage à l'étage 630 m. Les pourparlers avec la direction de la mine et le plan d'exploitation ont été étudiés ; les amendements nécessaires à la convention passée avec la Haute Autorité ont été proposés le 19 mai 1965. En raison du manque de temps qui se faisait aussi sentir à la mine König Ludwig, les travaux préparatoires nécessaires ont été conduits avec une grande célérité, de sorte que, dès le 23 mai 1965, la première explosion pouvait avoir lieu. 14 essais ont été faits au total jusqu'au 4 juillet 1965.

4. ESSAIS DES BARRAGES

4.1 Essais d'explosions dans la mine Dorstfeld

4.11 *CONDITIONS LOCALES*

Pour effectuer les essais d'explosions contre les barrages dans une galerie d'une section relativement grande, il semble très utile de faire la comparaison avec l'expérience de tels essais acquise dans des galeries de 8 à 10 m² de section. En conséquence, l'occasion a été saisie d'utiliser pour les recherches dans la mine Dorstfeld une grande chambre à 823 m de profondeur, de 22 m² en moyenne de section et d'une longueur de 165 m. Cette chambre appelée « chambre de charge » (employée précédemment pour la charge des batteries de locomotives) se trouvait au puits 1 au 7^e étage (fig. 1) et comportait trois recoupes, de 5 à 6 m² chacune conduisant au travers-banc principal ; une de ces recoupes était réalisée comme une longue chambre (fig. 2). A l'autre extrémité de la chambre de charge, une galerie de 10 m² de section conduisait au bure W 712 au travers duquel s'effectuait le retour d'air vers le 6^e étage. La chambre de charge était partiellement construite en parpaings de béton, la majeure partie étant en béton coulé. Trois couches de madriers en bois donnaient au soutènement une certaine souplesse. A peu près au milieu, la chambre était élargie à 28 m² et là se trouvait un dépôt pour les locomotives, de 15,5 m de longueur et d'environ 10 m² de section. Dans la chambre, la température atteignait 22 °C; l'humidité relative de l'air était d'environ 65 %.

4.12 *TRAVAUX PRÉPARATOIRES*

Aux deux extrémités de la chambre, les barrages pour les essais par explosions de grisou étaient prévus. L'endroit approprié pour l'introduction du gaz se trouvait au milieu de la chambre, afin d'obtenir la propagation la plus symétrique possible des deux côtés et d'essayer deux barrages lors de chaque essai.

Les dépôts mentionnés de locomotives qui se trouvaient dans cette zone ont été détruits jusqu'à la charpente d'acier. Pour la réalisation de la chambre à grisou, deux barrages en planches ont été placés à un intervalle de 30 m et recouverts d'une couche de PVC de telle sorte que la galerie soit fermée sur toute la section (fig. 3). Étant donné que dans la partie de la galerie située entre les deux barrages, la section transversale atteignait 25 m², la chambre à grisou avait un volume de 750 m³. Dans la zone de cette chambre à gaz, tous les joints et assises de mézières en bois de la construction de béton ont été soigneusement crépis avec du mortier, en raison du danger de voir la flamme de l'explosion provoquer encore l'incendie des pièces de bois ou des poussières de charbon dans les joints. Lors des explosions, ce crépi a été partiellement arraché et n'a pu être renouvelé pour les essais ultérieurs; toutes les pièces en bois de la construction ont été alors plusieurs fois sérieusement humidifiées pour éviter un incendie au fond.

A la sortie de la chambre de charge vers le bure W 712, un barrage final très résistant en maçonnerie a été édifié ; à l'autre extrémité, vers le travers-banc, un barrage en plâtre a été construit. Le barrage en maçonnerie pouvait être réalisé par l'utilisation partielle d'un mur déjà existant. Il a été monté par l'assemblage d'un mur d'une épaisseur de deux briques et demie (environ 63 cm) du côté du retour d'air et, à une distance d'environ 1,25 m, d'un second mur d'une épaisseur de trois briques (77 cm). L'espace entre les deux murs a été remblayé de pierres et bourré sous pression avec 15 t de poussière stérile sèche, en laissant six tubes dans le mur du côté de l'explosion (fig. 4). Le barrage a donc eu de cette manière une épaisseur globale d'environ 265 cm. Pour pouvoir circuler dans la galerie derrière le barrage et pour l'aération de la chambre, un tube d'acier de 700 mm de diamètre a été maintenu dans le barrage ; il pouvait être fermé par une bride solide lors des explosions.

Les barrages en plâtre à l'entrée de la chambre ont été réalisés en tenant compte des directives pour la construction des barrages provisoires en plâtre pour la lutte contre les incendies de mines, citées au début de cet article au chiffre 1. On n'a pas tenu compte des directives concernant l'épaisseur des barrages qui auraient dû atteindre environ 5 m pour 5 m aussi de hauteur du toit. Les barrages ont été construits apparemment plus faiblement afin de pouvoir connaître les limites de leur solidité.

Comme des conditions défavorables et différentes de celles qui se rencontrent dans l'exploitation auraient été réalisées si les barrages en plâtre avaient été montés dans des galeries lisses en béton sans ancrage, des cintres de soutènement ont été placés sur une longueur de 4 m et ancrés solidement dans le béton à l'aide de crampons. Ce procédé d'« imitation de soutènement » s'avéra très avantageux ; bien que la plupart des barrages aient été détruits plusieurs fois par les explosions, ces cintres restèrent dans une certaine mesure à leur place.

A une distance qui correspondait à l'épaisseur prévue du barrage, des cloisons en bois ont été montées et rendues étanches à l'aide des toiles en fibre de verre renforcées. La cavité ainsi formée (fig. 5) a été remplie avec un mélange de plâtre et d'eau au moyen d'un tube de la forme prévue dans les directives citées, c'est-à-dire que le plâtre sec était introduit par le tuyau à l'aide de deux souffleurs et, à la sortie du tube, mélangé à l'eau à l'aide de buses concentriques (fig. 6).

Dans ce but, il a été utilisé

- pour le premier barrage de 2,5 m d'épaisseur :
61 t. de plâtre et 28 m³ d'eau,
travail fourni : 36 postes,
durée du travail : 16 heures ;
- pour le second barrage de 4 m d'épaisseur :
75 t. de plâtre et 61 m³ d'eau,
travail fourni : 43 postes,
durée du travail : 20 heures ;
- pour la réparation du dernier barrage, détruit à moitié par une explosion :
28 t. de plâtre et 15,5 m³ d'eau,
travail fourni : 31 postes,
durée du travail : 12 heures.

Les barrages en plâtre ont également été pourvus, pour l'aération et la circulation, d'un tube de 700 mm de diamètre, fermé au moment des explosions au moyen d'une bride montée du côté de l'explosion. En outre, d'autres tubes ont été installés dans ce barrage pour le montage d'un appareil de mesure de la pression et pour les traversées des câbles.

En rapport avec les essais d'explosions ultérieurs, un autre barrage en plâtre servant de fermeture pour la chambre à grisou a été édifié dans la recoupe déjà mentionnée en forme de chambre entre le travers-banc et la chambre de charge. Pour la section transversale de la galerie d'environ 5 m² à cet endroit, une épaisseur de barrage de 1,5 m a paru suffisante. Ce petit barrage a été réalisé pour observer la résistance des barrages en plâtre.

Il a été prévu de ne soumettre les barrages dans la « chambre de charge » qu'à **des explosions de grisou** (sans participation de poussière de charbon), étant donné qu'elles sont plus facilement et plus exactement reproductibles que les explosions de poussière de charbon et, lors de la recherche de la résistance du barrage et de l'évolution de la pression dans le temps, qu'elles n'arrivent à la pression maximale que devant le barrage. La manière dont s'établit cette pression n'a aucune importance. Pour réaliser l'accumulation de gaz, on a utilisé l'appareillage portatif en usage à Tremonia ; il est composé de bouteilles d'acier renfermant du méthane comprimé (jusqu'à 200 bars) avec la robinetterie et les tuyauteries correspondantes (fig. 7).

Comme résultat intéressant obtenu lors des préparatifs des essais, il faut noter qu'il a été possible, contrairement aux prévisions, de réaliser dans la chambre à gaz d'un volume de 750 m³ un mélange gazeux d'une **homogénéité** suffisante lorsque cela était nécessaire pour renforcer l'allumage initial. La différence des concentrations entre deux points de mesure à 0,7 m au-dessous du toit et 1,8 m au-dessus du mur (hauteur de la galerie d'environ 5 m) a atteint dans un cas 1,4 % CH₄ (9,0 et 7,6 %) et, lors d'un autre essai, seulement 0,4 % CH₄ (10,3 et 9,9 %). Dans les conditions données, ceci peut être considéré comme satisfaisant. Ce résultat a été obtenu parce que le gaz s'écoulait à travers une seule buse de 1 160 mm de longueur et de 100 mm de diamètre, qui était réduit dans la buse à 40 mm. Cette buse se trouvait à peu près au milieu sur le mur de la chambre à grisou et produisait immédiatement à la sortie, dans une sorte de brûleur Bunsen, un mélange spontané de grisou et d'air.

En ce qui concerne les **dispositifs de mesure** pendant les essais des barrages, on peut dire ce qui suit :

Pour mesurer la pression statique, des manomètres à ressort à mouvement d'horlogerie (indicateurs Maihak) ont été installés, dans des coffrets antidéflagrants. En outre, un manomètre électrique à induction était installé dans le barrage en plâtre et communiquait directement au jour les valeurs mesurées. Pour la mesure des longueurs de la flamme, de petits témoins en celluloïd disposés à intervalles réduits le long de la galerie étaient généralement utilisés et permettaient de reconnaître par leur combustion l'extension de la flamme.

Pour l'alimentation en courant électrique de l'appareillage et pour la retransmission des valeurs mesurées, des câbles spéciaux ont dû être posés sur le mur. Dans le puits, les câbles téléphoniques existants pouvaient être utilisés.

4.13 CONDUITE DES ESSAIS

La première explosion de grisou pour éprouver un barrage en plâtre de 2,5 m d'épaisseur à une extrémité de la chambre de charge et du barrage en maçonnerie à l'autre extrémité devait prendre un développement relativement faible. Par conséquent, le méthane n'a pas été mélangé à l'air pour former une atmosphère grisouteuse, mais a été dirigé concentré et chauffé au toit, de telle sorte qu'il s'est formé une couche de méthane entre les écrans. Cette couche a été allumée par un cordeau détonant qui, de son côté, a été mis à feu au moyen d'une amorce électrique. Comme pour les essais à Tremonia, les explosions dans la mine de Dorstfeld ne furent allumées qu'après l'évacuation de la mine et après la sortie du personnel occupé aux derniers préparatifs.

90 m³ de méthane ont été introduits et une teneur de 46 % a été mesurée au toit. Toutefois, l'obturation de la chambre de charge par les deux barrages n'a pas été suffisante pour combattre le mouvement de l'air dû aux ventilateurs en marche. Un renflement important des deux écrans en PVC dans la même direction est apparu et un fort courant passait à travers de petits orifices. Comme il n'était plus possible d'arrêter les ventilateurs, de la fin de l'admission du gaz jusqu'à l'allumage, une perte importante de gaz s'est produite.

L'explosion ne fut finalement qu'une flambée et développa sur les deux barrages une surpression de 0,3 bar qui n'occasionna aucune détérioration. L'ordre des essais et les résultats sont indiqués à la fig. 8. Des écrans de limitation de la chambre à grisou, un seul était renversé, l'autre est resté debout. Un petit

incendie dans la zone de la chambre à grisou, qui a pris naissance dans les restes de papier et de plastiques, a pu facilement être éteint par l'équipe de sauvetage. L'équipe de sauvetage a prélevé des échantillons dans les fumées qui, cependant, conformément aux prévisions, montraient une teneur réduite en CO (0,04 à 0,07 %).

Lors de la **seconde explosion**, des mesures furent prises en temps utile pour la mise à l'arrêt des ventilateurs. Le courant d'air a pu alors être arrêté et les fuites de gaz ne se produisirent plus. Lors de la répétition d'une explosion, on a renoncé aux couches de méthane au toit et le gaz fut mélangé à l'air au travers d'une buse de telle sorte qu'après introduction de 80 m³ de méthane un mélange grisouteux à 8,5 % fut obtenu. L'allumage fut amorcé à la poudre noire ; mais pour la sécurité, en cas de raté, un cordeau détonant avec amorces spéciales avait été monté. Il s'ensuivit une forte explosion et la surpression devant le barrage en maçonnerie monta jusqu'à 2,7 bars et jusqu'à 3,6 bars devant le barrage en plâtre (fig. 9). De ce fait, des fissures apparurent dans la maçonnerie du barrage fixe et le barrage fut incurvé de 20 cm au maximum dans la direction de l'explosion (fig. 10). Devant le barrage, les bêtes de bois au toit ont été enfoncées et des lézardes se formèrent de telle manière que les poussières stériles comprimées ont été soufflées sur le soutènement en béton. Le barrage demeura quand même debout dans son ensemble et assura comme avant une bonne fermeture de la galerie, pouvant, avec peu de frais, être rendu à nouveau suffisamment étanche à l'air.

Mais le barrage en plâtre céda à la pression et fut tellement détruit en 0,5 seconde, après la première et brutale onde de choc, que les liaisons par câbles furent arrachées. Les morceaux de plâtre du barrage ont été projetés à travers les entrées de la chambre de charge jusque dans le travers-banc (fig. 11). En conséquence de cela et par suite de l'effet de la pression d'explosion, il n'y eut pas de dégâts importants du soutènement et des tuyauteries.

Pour le **troisième essai**, le barrage fixe en maçonnerie a été laissé tel quel après la seconde explosion, et seule la cavité au-dessus du soutènement en béton a été remplie d'un mélange de plâtre et d'eau. A l'endroit même où se trouvait le premier barrage en plâtre, un nouveau barrage en plâtre de 4 m d'épaisseur a été édifié (fig. 12).

Étant donné que cette explosion ne devait pas être tout à fait aussi violente, 62 m³ de méthane seulement ont été introduits dans la chambre, édifiée comme lors de la première explosion. On a alors mesuré 9 % à 70 cm au-dessous du toit, et 7,6 % de méthane à 1,80 m au-dessus du mur. L'allumage a été amorcé de nouveau à la poudre noire avec un cordeau détonant supplémentaire. L'explosion a provoqué devant le barrage en maçonnerie une surpression de 1,4 bar, à laquelle il résista sans dégât. La surpression devant le barrage en plâtre a atteint 2,2 bars (fig. 13). Le barrage a alors été rompu au toit et enlevé sur une hauteur de 2,5 m. La partie inférieure du barrage en plâtre resta en bon état (fig. 14).

Le barrage en plâtre a été amélioré pour le **quatrième essai**, tandis que le barrage en maçonnerie n'exigeait aucun travail. On a essayé en même temps de renforcer la partie restante du barrage en plâtre, en forant de bas en haut 22 trous de 40 mm de diamètre et en introduisant dans chaque trou un fer rond de 10 mm avec du plâtre sec. Dans la partie supérieure du barrage qui devait à nouveau être rempli de plâtre, un grillage métallique a été tendu tous les 50 cm comme renforcement supplémentaire.

96 m³ de méthane ont été introduits dans la chambre reconstruite et 10,3 % de CH₄ à 70 cm au-dessous du toit, ainsi que 9,9 % à 1,80 m au-dessus du mur ont été mesurés. L'explosion a été, par conséquent, relativement violente et a atteint une surpression de 4,7 bars devant le barrage en plâtre et de 3,6 bars devant le barrage en maçonnerie (fig. 15). Ce dernier a été déplacé au toit de 5 cm suivant la direction de l'explosion et les fissures dans la maçonnerie ont été quelque peu élargies.

Le barrage en plâtre a été entièrement détruit, tandis que des blocs de plâtre ayant jusqu'à 3 m³ d'épaisseur étaient projetés jusque dans le travers-banc ; des dégâts ont été occasionnés au soutènement et aux tuyauteries. Le petit barrage en plâtre mentionné ci-dessus, qui réalisait la fermeture de la chambre des transformateurs d'une section de 5 m², a été soumis, lors des explosions ultérieures de grisou et de poussière de charbon contre les arrêts-barrages à eau, à une surpression d'explosion de 2,8 bars. Le barrage a alors été fissuré et desserré mais a quand même conservé, dans l'ensemble, sa cohésion.

4.14 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Le barrage en maçonnerie se montra très résistant et sa résistance dépassa les prévisions. Si des surpressions de près de 10 bars ont déjà mesurées devant les barrages, lors des essais d'explosions, ainsi que dans les galeries étroites, des explosions violentes de cette sorte sont rarement possibles en pratique, étant donné qu'elles ne peuvent avoir lieu que si la galerie entière est remplie d'un mélange homogène de grisou d'environ 10 % de CH₄. Dans les conditions ci-dessus, c'est-à-dire dans une galerie de plus de 20 m² de section, une surpression d'environ 4 bars constitue déjà l'effet le plus violent imaginable en pratique.

Le barrage double en maçonnerie a parfaitement résisté à cette pression. Les dégâts qu'il a subis étaient si peu importants que derrière le barrage il n'y avait aucun effet remarquable de l'explosion et que le personnel qui s'y serait trouvé n'aurait pas été blessé. Par conséquent, ce procédé de construction des barrages (deux murs de deux briques et demie d'épaisseur, distants de 1,25 m, l'intervalle remblayé de pierres et rempli sous pression de poussières stériles) peut être considéré et recommandé comme résistant à l'explosion, même dans des galeries de très grande section.

Il est hors de doute qu'un barrage rempli de boue de ciment comprimée présentera, après la prise du ciment, une résistance encore plus grande.

Un seul mur d'une épaisseur de trois briques (77 cm) n'aurait pas apparemment résisté sans dégâts importants dans les grandes galeries de 22 m² de section à des surpressions d'explosion d'environ 4 bars, comme cela s'est produit lors des essais.

La résistance du barrage en plâtre n'a, par contre, pas satisfait aux conditions exigées. Il avait été envisagé de les construire plus légèrement que ne le recommandaient les directives déjà mentionnées que « l'Organe permanent pour la sécurité dans les mines de houille » indique dans son compte rendu du 10 décembre 1963. D'après les essais antérieurs à Tremonia, il est indiqué dans les directives que les barrages en plâtre doivent avoir une épaisseur de 2 m pour une hauteur de galerie jusqu'à 3 m et une épaisseur de 2,5 m pour une hauteur de toit jusqu'à 3,5 m, tandis que pour les galeries plus importantes, d'après les connaissances acquises jusqu'à présent, il peut être recommandé de réaliser les barrages avec une épaisseur égale à la hauteur. Une épaisseur de 5 m pour le barrage de la chambre de charge aurait donc été nécessaire. Mais comme dans les directives il est fait observer que des résultats pratiques manquent quant aux barrages en plâtre de grandes dimensions, on débuta intentionnellement à Dorstfeld avec des épaisseurs de barrages relativement réduites, bien entendu avec un résultat négatif. Même une épaisseur de 4 m ne parvint pas à résister à une surpression de 2 bars sur cette grande surface de barrage de 22 m².

Dans les essais, mentionnés sub 4.13, réalisés dans la chambre de charge du siège de Dorstfeld, les pressions d'explosion enregistrées devant le barrage de maçonnerie ont toujours été inférieures à celles enregistrées devant le barrage en plâtre. Ce phénomène est dû à une certaine asymétrie de la chambre de charge, raison pour laquelle la poussée de l'explosion ne s'est pas répartie uniformément des deux côtés. Les différences de pression apparues ne traduisent pas, cependant, de différences notables dans les conditions d'essais pour le barrage en maçonnerie et le barrage en plâtre, les pressions ne présentant pas d'écart sensible.

Le petit barrage en plâtre dans la chambre des transformateurs, qui avait en gros 2 m de hauteur, aurait dû avoir, d'après les directives, une épaisseur de 2 m. Il a été construit, pour les essais, avec une épaisseur de 1,5 m seulement. Avec une surpression de 2,8 bars, ce barrage a été visiblement sollicité à la limite de sa résistance. Il aurait certainement résisté s'il avait été construit avec 2 m d'épaisseur.

Ainsi les essais ont confirmé les indications des directives citées plus haut, à savoir que les barrages en plâtre de dimensions plus réduites que celles prévues par les directives ne sont pas aptes à résister aux contraintes provoquées par les explosions. D'autres essais, pour confirmer ces résultats et obtenir des bases précises pour la construction des barrages en plâtre dans les galeries de grandes sections, seraient certainement souhaitables, mais ils n'ont pas pu être effectués dans la mine Dorstfeld faute de temps.

En outre, après destruction du barrage de 4 m d'épaisseur au second essai, il a été observé que, dans les parties du barrage qui sont restées debout, il y avait encore des parties, où la prise du plâtre n'était pas achevée, qui ont certainement affaibli la résistance du plâtre. Les raisons de ce phénomène ont été étudiées de divers points de vue.

La supposition qu'il pourrait être provoqué par une différence dans la qualité du plâtre ne s'est pas confirmée. Bien que le plâtre employé pour les essais à Dorstfeld n'ait pas été aussi blanc que le plâtre des livraisons précédentes, ce qui peut avoir été causé par une souillure importante due à des restes d'argile, les échantillons n'ont accusé en laboratoire aucune différence de résistance qui aurait dépassé les limites des tolérances.

L'influence de l'eau utilisée n'est cependant pas entièrement à éliminer. Alors que l'eau utilisée à Tremonia est une eau douce, l'eau de Dorstfeld est une eau d'exhaure contenant une quantité considérable de chlorure de sodium et des sels de magnésium et de calcium. Étant donné que cette question est d'un intérêt général, des expériences ont été faites en laboratoire sur des mélanges de plâtre avec différentes sortes d'eau. Il est apparu qu'avec de l'eau d'exhaure un durcissement du mélange encore plus rapide qu'avec l'eau courante peut être obtenu. Le mélange durcissait au plus tard dans les 20 minutes tant avec 50 ml qu'avec 75 ml d'eau d'exhaure ou d'eau courante pour 100 g de plâtre. La solidité du plâtre durci répondait aux normes dans tous les cas. L'eau salée n'a donc aucune influence négative évidente sur le temps de durcissement, ni sur la résistance du plâtre.

La seule possibilité qui restait était donc d'attribuer le défaut de durcissement de la masse de plâtre à l'irrégularité d'introduction de la poudre de plâtre et de l'eau, bien que le procédé ait été très surveillé par un contrôle permanent lors du soufflage du plâtre. La buse annulaire employée assurait un mélange particulièrement bon des deux produits et un certain surplus d'eau n'est pas dommageable d'après les recherches précédentes. Mais avec une masse aussi importante de matériau introduit, il est possible qu'avec une proportion d'eau momentanément trop importante il se produise de petites accumulations de plâtre liquide dans le barrage de 4 m d'épaisseur qui pourraient ne pas sécher suffisamment vite dans le court laps de temps avant l'essai d'explosion. Cela ne pourrait pas se produire dans un barrage en plâtre de petites dimensions. Il faut donc tirer ici la conclusion que les barrages de grande épaisseur exigent un contrôle particulièrement attentif pendant leur exécution.

Bien que, lors des explosions, les barrages en plâtre aient été, sauf lors du premier essai, fortement endommagés ou détruits, ils restèrent tout de même debout assez longtemps pour renvoyer plusieurs fois les ondes de pression des explosions dans la chambre de charge. Des mesures obtenues, on peut tirer d'intéressantes conclusions mathématiques.

Les diagrammes pression-temps, obtenus lors des trois explosions à grand développement, sont repris aux figures 16, 17 et 18. En même temps, la ligne de base du graphique pression-temps indique chaque fois l'endroit où la mesure a été effectuée, de sorte qu'un diagramme espace-temps est également obtenu d'après cette représentation. Les ondes de pression apparues et réfléchies aux deux extrémités de la chambre de charge, sur le barrage en maçonnerie et sur le barrage en plâtre, peuvent donc facilement être coordonnées les unes vis-à-vis des autres. Par les lignes droites tracées et par la pente de chacune de ces lignes, on peut déterminer la vitesse avec laquelle l'onde de pression a parcouru la chambre de charge.

La vitesse avec laquelle une onde de pression se propage dans un milieu, c'est-à-dire la vitesse soit de l'onde sonore, soit de l'onde de choc, dépend de l'état physique de ce milieu, donc essentiellement de la pression, de la densité et de la température. Il n'y a cependant aucune possibilité de présumer que ces grandeurs aient été les mêmes à tous les endroits de la chambre de charge. La vitesse de propagation ne doit donc pas absolument être représentée par des lignes droites, car des vitesses variables peuvent se produire. Cependant, on peut connaître en première approximation les caractéristiques d'une vitesse uniforme de propagation.

Il en résulte l'image suivante :

Dans les trois essais les vitesses ont accusé, pendant le développement de l'explosion, une tendance décroissante : la vitesse la plus élevée a été néanmoins atteinte lors du premier passage. Mais seules les

vitesse des ondes de pression, après la première réflexion, ont été prises en considération car, dans la période pendant laquelle le premier effet de la pression se fait sentir dans l'axe de la galerie vers les deux barrages, l'explosion ne fait que commencer à se développer, de sorte que pour cette onde de pression aucun point de départ bien défini ne peut être trouvé. Pour cette raison, seule une ligne pointillée est tracée, qui n'a pu être utilisée pour le calcul d'une vitesse.

Quelques considérations théoriques se rattachent aux observations sur les vitesses d'explosion. La vitesse du son dans un gaz est donnée par la formule de Laplace ;

$$v = \sqrt{\frac{c_p}{c_v} \cdot \frac{p}{\rho}}$$

où c_p/c_v (rapport de la chaleur spécifique à pression constante à la chaleur spécifique à volume constant) est égal pour l'air à 1,4, p est la pression et ρ la densité du gaz. La vitesse du son ne sera pas modifiée par une compression isothermique, étant donné que la densité est directement proportionnelle à la pression. Dans le cas considéré, la densité ne peut pas varier, étant donné que la quantité de matière enfermée entre les deux barrages demeure constante pendant l'explosion. En supposant $\rho = \text{constant}$, il est possible, à partir de la vitesse mesurée du son, de calculer une valeur pour la pression. Si le calcul est fait chaque fois pour la vitesse du son maximale, apparaissant pendant le développement de l'explosion, on obtiendra alors :

1° pour l'essai n° 206 (2^e essai du barrage en plâtre)

$$v = 670 \text{ m/s} = v_0 \cdot \frac{670}{330} = v_0 \cdot 2,03$$

$$p/p_0 = (v/v_0)^2, \text{ alors } p = p_0 \cdot 4,1 \quad p_{\text{max}} = \text{environ 3 bars de surpression}$$

2° pour l'essai n° 207 (3^e essai du barrage en plâtre)

$$v_{\text{max}} = 580 \text{ m/s} = v_0 \cdot \frac{580}{330} = v_0 \cdot 1,76$$

$$p_{\text{max}} = p_0 \cdot 3,06 \quad p_{\text{max}} = \text{environ 2 bars de surpression}$$

3° pour l'essai n° 208 (4^e essai du barrage en plâtre)

$$v_{\text{max}} = 740 \text{ m/s} = v_0 \cdot \frac{740}{330} = v_0 \cdot 2,23$$

$$p_{\text{max}} = p_0 \cdot 5,0 \quad p_{\text{max}} = 4 \text{ bars de surpression}$$

Le fait que les pressions maximales ainsi calculées correspondent très bien aux valeurs observées justifie la poursuite du calcul. L'augmentation de la pression ne peut être expliquée que par l'augmentation de la température. Mais ici la relation suivante est valable :

$$p = p_0 (1 + \alpha t) \quad \alpha = \frac{1}{273}$$

En introduisant les valeurs ci-dessus calculées pour la pression maximale, nous obtenons:

1^{er} essai n° 206 : $\Delta p = 3,1$ $t = 850^{\circ} \text{C}$

2^e essai n° 207 : $\Delta p = 2,06$ $t = 560^{\circ} \text{C}$

3^e essai n° 208 : $\Delta p = 4,0$ $t = 1100^{\circ} \text{C}$

Ces valeurs de températures se trouvent aussi tout à fait dans des limites possibles, si l'on tient compte du fait que ce ne sont pas les températures maximales se produisant lors des explosions, mais des valeurs moyennes pour l'ensemble de la chambre de charge.

De cette manière on peut, par les essais, obtenir une évaluation des rapports dominants de la pression et de la température, lors d'une forte explosion de grisou.

Les prélèvements de fumées par l'équipe de sauvetage après les explosions ne montreront que des concentrations réduites de CO (d'environ 0,1 %) et de CO² (environ 0,3 %), alors que l'oxygène de l'air ne s'est trouvé abaissé qu'à 20 %. Ce résultat n'est pas exceptionnel, étant donné que le volume d'air disponible était de l'ordre d'environ 3 500 m³ et que 96 m³ de CH₄ ont été introduits au maximum pour l'explosion. En outre, comme cela a déjà été indiqué, les défauts d'étanchéité pendant les essais où le barrage n'a pas été détruit ou endommagé étaient importants, de telle sorte qu'un mélange de l'air entre le moment de l'explosion et le prélèvement, après environ 30 minutes, doit être pris aussi en considération.

4.2 Explosions pour la mise à l'épreuve des barrages, dans la mine König Ludwig

4.21 CONDITIONS LOCALES

Dans le cadre du plan des recherches, les essais sur l'efficacité des arrêts-barrages à eau s'avèrent plus urgents et plus importants que ceux des barrages de fermeture. Au siège König Ludwig, où il y avait à nouveau nécessité de faire exceptionnellement vite, les barrages n'ont été, par conséquent, réalisés et vérifiés dans leur solidité que dans la mesure où ils étaient nécessaires pour protéger les puits et autres galeries pendant les essais d'explosion de poussières sur les arrêts-barrages à eau.

Les conditions locales dans la mine König Ludwig seront examinées en liaison avec les essais d'explosion contre les arrêts-barrages à eau (chiffre 5.21). Il suffit ici d'indiquer qu'à proximité immédiate de la zone d'effet des explosions trois barrages en maçonnerie ont pu être mis en observation.

4.22 TRAVAUX PRÉPARATOIRES

Ils consistaient dans les travaux de fermeture suivants :

- 1° Un barrage puissant de 3 briques (77 cm) était nécessaire à l'extrémité nord de la galerie d'explosion de 12,5 m² de section où la chambre à grisou a été édifiée et où une protection des autres galeries devait être réalisée ; dans ce but, un mur existant a été utilisé, dans lequel se trouvait une porte d'aérage qui a été enlevée ; le mur fut entièrement fermé et porté à une épaisseur de 3 briques.

- 2° Un barrage en maçonnerie, également d'une épaisseur de 3 briques, a été placé entre les puits 1 et 2 dans une galerie de liaison qui avait une section d'environ 4 m^2 ; ce barrage était destiné à protéger le puits 1 et son accrochage contre les dégâts.
- 3° Enfin, deux barrages avaient été construits par la mine elle-même dans la zone d'explosion en vue du remblayage du puits 2 pour interdire l'écoulement des matériaux de remblayage en cas de montée ultérieure des eaux à cet étage.

Ils se trouvaient à environ 10 m au nord et au sud de la recette du puits 2 dans une section de 18 m^2 environ et leur épaisseur était de deux briques (51 cm) à la partie inférieure et d'une brique (25 cm) à la partie supérieure. Le barrage nord a été directement exposé aux effets de l'explosion, tandis que celui du sud ne fut pratiquement pas touché.

La situation du barrage dans la galerie d'explosion sera mieux précisée lorsqu'on décrira les travaux préparatoires des essais des arrêts-barrages (chiffre 5.22 et fig. 24).

4.23 CONDUITE DES ESSAIS

Pendant les explosions de poussières de charbon allumées par le grisou et destinées aux essais des arrêts-barrages à eau, les barrages en maçonnerie ont été soumis à des pressions d'explosion élevées. Le mur en briques de 77 cm d'épaisseur de la galerie d'explosion qui servit de fermeture pour la galerie et ferma la chambre à grisou à cet endroit, résista à toutes les explosions et sans aucune détérioration. Le mur de même épaisseur dans la galerie de liaison entre les deux puits, où la section est d'environ 4 m^2 , ne montra non plus aucune détérioration après les essais.

Le barrage en maçonnerie à la partie nord du puits 2, destiné au maintien des remblais, se trouvait dans une section de 18 m^2 et avait une épaisseur de 51 cm dans sa partie inférieure et de 25 cm dans sa partie supérieure ; il a été endommagé au cours des essais d'explosions et finalement a été complètement détruit.

Les barrages en plâtre n'ont pas pu être essayés dans la mine König Ludwig, étant donné qu'il est apparu plus important d'utiliser le peu de temps disponible pour les essais des arrêts-barrages.

4.24 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Le barrage en maçonnerie à l'extrémité de la galerie d'explosions, d'une épaisseur de trois briques (77 cm) a été soumis durant les essais à une surpression maximale de 1,4 bar, ce qui correspond pour une section de galerie de $12,5 \text{ m}^2$ à une force de 175 t. Dans la galerie de liaison entre les puits, le barrage en maçonnerie de même épaisseur, de 4 m^2 de surface, a été sollicité par une surpression d'un ordre de grandeur de 2 bars (il était impossible de procéder ici à des mesures précises). Les deux barrages ont montré une résistance pleinement satisfaisante.

Le barrage en maçonnerie au nord du puits 2, de 51 cm d'épaisseur, qui était réduit à 25 cm dans sa partie supérieure, a résisté aussi à la pression d'explosion lors du premier essai. Il y avait alors une surpression maximale d'environ 1,2 bar. Cette pression n'a pas pu être mesurée directement devant le barrage, mais elle a été relevée à une distance de 90 m soit au 160^e mètre dans la galerie d'explosions ; mais comme le choc de l'explosion se propageait en ligne droite depuis cet endroit directement sur le barrage, dans une section de galerie constante, on peut admettre que, par suite de l'accumulation de l'énergie cinétique de l'explosion sur le barrage, la pression était vraisemblablement plus forte et non plus faible. C'est seulement lors d'une surpression d'explosion de 1,4 bar mesurée de nouveau au 160^e mètre de la galerie que le barrage qui se trouvait à l'accrochage dans une section de 18 m^2 a été endommagé dans sa partie supérieure où il n'avait que 25 cm d'épaisseur. Une fois l'assemblage du barrage ébranlé de cette manière, les explosions ultérieures ont produit aussi des détériorations croissantes dans sa partie inférieure.

De ces résultats obtenus dans la mine König Ludwig, on peut conclure que les barrages maçonnés à 3 briques d'épaisseur (77 cm) ont certainement une résistance suffisante pour résister, dans les galeries de mine d'une section jusqu'à 12,5 m², aux pressions qui peuvent se produire lors des coups de grisou et de poussières de charbon.

5. ESSAIS DES ARRÊTS-BARRAGES

5.1 Essais d'explosions dans la mine Dorstfeld

5.11 CONDITIONS LOCALES

Pour profiter de l'occasion rare d'effectuer des essais d'explosions contre des arrêts-barrages dans une galerie de mine d'une section exceptionnelle et apprendre ainsi jusqu'à quel point les renseignements obtenus dans la galerie Tremonia d'une section de 8 à 10 m² peuvent être ici confirmés, la chambre de charge de la mine Dorstfeld a été aussi utilisée pour l'essai des arrêts-barrages à eau.

Les conditions locales, ainsi que l'aéragé, étaient alors les mêmes que pendant les essais d'explosions contre les barrages (chiffre 4.14). L'ordre des essais a dû, par contre, être sensiblement changé.

5.12 TRAVAUX PRÉPARATOIRES

Étant donné que pour éprouver les arrêts-barrages seules les explosions de poussière de charbon sont utilisables, des travaux préparatoires spéciaux ont été nécessaires pour la réalisation de ces essais :

Le barrage en maçonnerie qui avait résisté à toutes les explosions de grisou a été enlevé, en grande partie, de telle manière que les explosions aient une possibilité de détente dans la direction du bure W 712. Le passage démonté de la chambre de charge, allant du travers-banc vers la salle des transformateurs, a été prévu comme zone d'allumage.

Pour parer au développement éventuel de l'explosion dans une direction indésirable dans le travers-banc, la sortie vers le travers-banc a été fermée par le barrage en plâtre déjà cité. Contre ce barrage en plâtre, en direction de la chambre de charge, une chambre de 14 m de longueur a été préparée pour la retenue du grisou. Étant donné que cet élément de galerie était pourvu d'un soutènement par cintres avec garnissage courant et qu'une fermeture étanche ne pouvait être obtenue, il est apparu nécessaire, en complément du barrage, de séparer la salle du travers-banc par un écran en PVC.

Lors de toutes les expériences, l'explosion de poussière de charbon devait déjà pénétrer avec force dans la salle des transformateurs avant qu'elle ne fasse irruption à l'intérieur de la grande chambre de charge. C'est pourquoi des claies ont été montées dans la salle des transformateurs perpendiculairement à l'axe de la galerie et remplies de telle manière avec de la poussière de charbon qu'une masse de 500 g de poussière de charbon par m³ de galerie soit obtenue (fig. 19).

Pour amortir un effet possible de l'explosion en direction du puits 3, le passage central entre la chambre de charge et le travers-banc a été équipé d'un mur en gros blocs de plâtre sur une longueur de 2,5 m.

Comme **appareils de mesures**, des manomètres à ressort et mouvement d'horlogerie étaient utilisés (indicateurs Maihak), comme lors des essais des barrages, pour la détermination de la pression statique. Des plaquettes de celluloid placées sur le pourtour de la galerie montraient par leur combustion l'extension de la flamme. Pour avoir la possibilité, en dehors de la longueur de la flamme, d'obtenir des renseignements sur sa vitesse et sa durée, des cellules photo-électriques furent installées à des distances déterminées les unes des autres et branchées sur un enregistreur. Étant donné que, faute de temps, les câbles correspondants ne pouvaient être posés que provisoirement, des défauts se produisirent lors des explosions et aucune mesure valable ne put être obtenue. Après la constatation de ces défauts, d'autres précautions ont été prises lors des essais dans la mine König Ludwig, et le résultat désiré a été obtenu.

5.13 CONDUITE DES ESSAIS

En tout, trois explosions de poussières de charbon ont pu être effectuées dans la mine Dorstfeld, les deux premières pour l'essai des arrêts-barrages à eau, tandis que la dernière, essai à vide sans arrêt-barrage, était prévue à titre de comparaison.

Lors du **premier essai**, l'explosion devait parvenir pleinement développée dans la grande section sur l'arrêt-barrage. Ce dernier était donc installé à une distance de 80 m de la sortie de la salle des transformateurs. Dans la chambre de charge, 200 l d'eau par m² de section furent placés sur sept plateaux ; les plateaux ont été pourvus de ce fait d'un étau central et deux fois quatre augets de 80 l d'eau ont été placés sur chaque plateau (fig. 20). La hauteur libre des plateaux au-dessus du sol était de 2,5 m de telle façon qu'entre le bord supérieur du plateau et le toit se trouvait un espace libre d'environ 1,8 m. La prescription du Service des mines de l'Allemagne occidentale suivant laquelle il faut placer les arrêts-barrages dans le tiers supérieur de la galerie n'a donc pas été observée rigoureusement. Dans la chambre de charge, de la poussière de charbon a été déposée sur des claies dans un prolongement de la galerie de 110 m à partir de l'entrée de la salle des transformateurs. Ces claies se trouvaient vis-à-vis de celles de la salle des transformateurs le long du parement ; seules les quatre premières claies près de l'entrée de la salle des transformateurs étaient posées transversalement. La quantité de poussière de charbon atteignait 300 g par m³ dans la chambre de charge.

Afin d'empêcher l'explosion de prendre une extension exagérée en cas de non fonctionnement de l'arrêt-barrage, la poussière de charbon n'a été déposée que jusqu'à 5 m au delà de l'extrémité de la zone protégée et cela contrairement à ce qui a été fait lors des essais dans la galerie d'explosion Tremonia, où une zone postérieure de 30 m de longueur avait été prévue derrière l'arrêt-barrage. Pour le cas où l'arrêt-barrage n'aurait pas arrêté l'explosion, cette zone postérieure aurait suffi pour que la flamme de l'explosion ne s'éteigne que loin au delà de la zone protégée et pour indiquer nettement ainsi le non-fonctionnement de l'arrêt-barrage.

Pour amorcer l'explosion on a introduit 16 m³ de méthane, qui ont donné 11 % de CH₄ dans la chambre et qui ont été allumés par un tir à la poudre noire. Le fait que la teneur en CH₄ calculée aurait dû déjà être atteinte avec une quantité moins importante de méthane ne provient pas de la non-étanchéité de la chambre, mais de l'impossibilité de connaître les volumes des vides se trouvant derrière le garnissage. Une forte explosion de poussières de charbon eut lieu qui provoqua, dans la salle des transformateurs, une surpression de 1,4 bar ; au milieu de la chambre de charge, 2,1 bars ; à la sortie de la chambre de charge, 1,5 bar (fig. 21).

D'après les indications des plaquettes de celluloid placées sur les parements et à la couronne de la chambre, la flamme était éteinte 1 à 2 m au delà de l'extrémité de l'arrêt-barrage, lequel avait été complètement renversé.

Il est à noter que l'explosion dans la chambre de charge se développa aussi très fortement en direction du travers-banc, bien qu'il n'y eût là aucune poussière de charbon et que la forme de l'entrée de la salle des transformateurs dans la chambre de charge imprimât un sens nettement déterminé de propagation vers la sortie (bure W 712).

La flamme se développa dans le passage nord jusque dans le travers-banc et le barrage en plâtre dans le passage central fut soufflé et projeté dans le travers-banc.

Lors du **second essai**, l'explosion a été réalisée de la même manière que pour le premier. 17 m³ de méthane ont été introduits et 13 % de CH₄ mesurés dans la chambre. Étant donné que l'arrêt-barrage commençait cette fois à une distance de 25 m de l'entrée de la salle des transformateurs, la poussière de charbon n'avait été déposée dans la chambre de charge que sur une longueur de 60 m avec la même concentration et la même disposition que lors du premier essai.

On peut supposer qu'en raison de la forte explosion de grisou dans la chambre l'explosion de la poussière de charbon a aussi été plus forte que la première et a atteint, déjà dans la salle des transformateurs, une surpression de 2,8 bars. La flamme a été éteinte à l'extrémité de l'arrêt-barrage à eau qui a été construit de la même manière que lors du premier essai. La surpression ne s'est élevée, par conséquent, que jusqu'à 1,5 bar au milieu de la chambre de charge et jusqu'à 1,2 bar à la sortie (fig. 22).

Étant donné qu'après l'explosion le sol de la chambre de charge était mouillé depuis l'entrée de la salle des transformateurs et que, même dans cette partie, - c'est-à-dire **avant** l'arrêt-barrage si on considère le sens de l'explosion - des débris des augets d'eau ont déjà été retrouvés, il faut admettre que l'arrêt-barrage avait été atteint par la flamme avant qu'il ne fût entièrement renversé. On peut présumer que cela est dû au court parcours avant l'arrêt-barrage ainsi qu'à la manière dont l'explosion a commencé. Mais la partie de l'arrêt-barrage qui a fonctionné en temps voulu a fourni une masse d'eau suffisante pour éteindre l'explosion. Le reste de l'arrêt-barrage fut alors projeté par le choc en retour en direction de la chambre à grisou.

Cette même explosion eut, d'autre part, un effet puissant dans la chambre de charge en direction du passage et projeta dans le travers-banc les morceaux de plâtre qui, après la première explosion, avaient été rapportés dans le passage central et fixés par des étais en bois.

Le **troisième essai** a été effectué comme essai à vide sans arrêt-barrage ; il devait indiquer si l'arrêt-barrage, lors du premier essai, avait effectivement influé sur le développement de l'explosion. Cette confirmation était nécessaire ; étant donné que, lors du premier essai, l'extrémité de la zone empoussiérée de charbon et l'extrémité de la flamme se trouvaient l'une près de l'autre, il aurait été possible de penser que la flamme n'a pas pu aller plus loin, en raison du fait que derrière la zone empoussiérée elle ne pouvait plus trouver à s'alimenter. On sait par expérience que la flamme frappe très loin au delà de la zone des poussières de charbon, quand elle n'est pas arrêtée par un arrêt-barrage ; il est cependant apparu nécessaire dans ce cas de faire une vérification, surtout parce qu'il y avait une circonstance favorable.

La **troisième explosion** a été réalisée de la même manière et elle se déroula comme la première, mais aucun arrêt-barrage n'avait été mis en place. En conséquence, les explosions se ressemblaient aussi beaucoup dans la zone précédant l'arrêt-barrage. La surpression dans la salle des transformateurs dépassait légèrement, avec 2,1 bars, la surpression de 1,4 bar qui a été mesurée lors du premier essai ; mais au milieu de la chambre de charge la différence des surpressions (2,4 contre 2,1 bars) était minime. La flamme se développa maintenant à 34 m au delà de l'extrémité de la zone des poussières de charbon et parvint aussi à 38 m plus loin que lors de l'essai avec un arrêt-barrage. Encore plus remarquable est l'influence de l'arrêt-barrage sur la pression à la sortie de la chambre de charge. Tandis que la pression mesurée avec l'arrêt-barrage n'était que de 1,5 bar, la surpression sans arrêt-barrage atteignit 4,1 bars (fig. 23).

Un ou plusieurs essais semblables avec des arrêts-barrages à poussières stériles auraient été très utiles après ces essais avec des arrêts-barrages à eau, mais il n'était plus possible de les faire, faute de temps.

5.14 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Les essais d'explosions dans la mine Dorstfeld pour la mise à l'épreuve des arrêts-barrages ont donné des résultats d'ensemble remarquablement précieux, car les arrêts-barrages à eau mentionnés se sont très bien comportés dans les grandes sections inhabituelles de galeries de 22 m². Ce résultat a été obtenu bien que les essais aient été réalisés contrairement aux règles qui précisent que les arrêts-barrages doivent principalement être installés dans le tiers supérieur de la section de la galerie. Dans le cas présent, l'arrêt-barrage était installé un peu au-dessus de la moitié supérieure de la galerie ; on aurait pu alors craindre qu'une flamme d'explosion pleinement développée pût se propager au-dessus de l'arrêt-barrage. Mais tel ne fut pas le cas. Lors des deux essais avec 80 et 25 m de longueur de développement, 200 l d'eau étaient suffisants par m² de section de la galerie pour éteindre les explosions pleinement développées. Lors du second essai, l'ensemble des planches de l'arrêt-barrage n'a pas été immédiatement efficace lors de l'arrivée de l'explosion, une partie n'a été basculée qu'ultérieurement dans la direction du point d'allumage. Le troisième essai à vide (sans arrêt-barrage) a prouvé la justesse des observations précédentes.

Ces résultats sont, par conséquent, très précieux, étant donné que tous les essais précédents effectués pour éprouver les arrêts-barrages l'ont été dans des galeries de section réduite ; on pouvait craindre qu'un arrêt-barrage de construction normale pût ne pas convenir dans une galerie de grande section pour, en cas d'explosion, remplir la galerie sur toute la hauteur avec des matériaux dispersés formant barrage et combattre suffisamment la flamme dans toutes les parties de la section de la galerie. On avait déjà songé à prévoir dans les galeries particulièrement grandes, par exemple, pour la protection des puits principaux, une méthode de construction « d'arrêts-barrages à étages », dans laquelle les plateaux seraient disposés sur deux plans, un rang immédiatement sous la couronne de la galerie, l'autre approximativement au milieu de la galerie.

Le résultat des essais montre que de telles dispositions pour les arrêts-barrages à eau ne sont pas nécessaires. Les arrêts-barrages construits d'après la figure 20 ont donné une bonne répartition de l'eau et ont réalisé un effet pleinement satisfaisant. Par manque de temps, des essais comparatifs avec des arrêts-barrages à poussières stériles n'ont pas pu être effectués.

La distance des arrêts-barrages aux courbes et aux embranchements des galeries était, dans les prescriptions d'Allemagne occidentale, de 25 m jusqu'à la fin de 1964. Par manque de galeries de recherches appropriées, aucun essai n'a encore été effectué, pour autant qu'on le sache, pour montrer quelle grandeur répondrait aux conditions de lutte contre les explosions. En particulier, des réserves peuvent être émises sur le point de savoir si une distance de 25 m entre l'arrêt-barrage et l'embranchement de la galerie est suffisante, quand les galeries présentent des sections très variées. S'il se produit un passage d'une explosion depuis une galerie de section réduite dans une autre de section plus grande, on pourrait admettre que l'explosion dans la grande galerie doit recommencer entièrement à nouveau. Cependant un arrêt-barrage qui est installé seulement à 25 m du point de sortie d'une explosion peut, d'après les expériences correspondantes de toutes les stations d'essais, ne pas arrêter cette explosion.

Bien que l'on ne puisse tirer une loi générale d'un seul essai, il est tout de même intéressant de savoir que, lors de cet essai, l'arrêt-barrage à eau à une distance de 25 m seulement d'un embranchement de galerie, qui était lié à un élargissement d'environ 5 m² à 22 m², a bien arrêté l'explosion.

L'observation que l'explosion s'est dans tous les cas développée avec force dans les embranchements latéraux, notamment à travers les deux passages nord de la chambre de charge vers le travers-banc, indépendamment de ce qu'il y ait eu ou non une résistance par un arrêt-barrage dans la chambre de charge, est d'un intérêt général. Il se produisit chaque fois un effet de pression qui était suffisamment fort pour souffler le mur construit en morceaux de plâtre dans le passage central et pour renverser dans le travers-banc principal quelques planches de l'arrêt-barrage qui y était édifié. Lors du dernier essai - c'est-à-dire sans arrêt-barrage dans la chambre de charge - quelques détériorations dans les tuyauteries et dans le soutènement du travers-banc principal ont été constatées. Étant donné que, dans tous les cas, les flammes n'ont que tout juste atteint le travers-banc principal, il faut en conclure qu'elles n'ont trouvé aucune alimentation dans les passages. Après les travaux entrepris pour l'édification du barrage en plâtre, il y avait eu de grandes quantités de poussières inertes qui, d'ailleurs, avant chaque essai, pour des raisons

de sécurité étaient de nouveau rafraîchies, alors qu'il n'y avait plus de poussières de charbon, en raison de l'exploitation même. On peut, cependant, considérer avec certitude que l'explosion se serait développée avec force dans le travers-banc principal s'il s'y était trouvé de la poussière explosive de charbon. En outre, les passages de la salle des transformateurs vers la chambre de charge étaient disposés de telle sorte qu'une orientation pilote dans la chambre de charge était nettement préparée pour l'explosion et ne conduisait dans le travers-banc qu'en contournant un angle aigu.

Il s'ensuit qu'en général on ne peut pas imposer une direction déterminée à l'explosion par la conformation des ouvrages souterrains, c'est-à-dire de l'empêcher de se développer dans d'autres directions.

Des prélèvements de fumées ont été aussi effectués dans la mine de Dorstfeld, lors des explosions de poussières de charbon. Pendant le parcours relativement long entre le puits et la zone d'explosion, l'équipe de secours n'a pas pu se trouver assez rapidement sur place pour obtenir des échantillons de fumées non diluées, même lorsqu'elle passait par l'étage de retour d'air. La dilution des fumées se produisait très rapidement par le courant d'air. En conséquence, il n'a été possible de constater que des teneurs en CO de quelques dixièmes de pour-cent. Dans les échantillons de fumées non diluées se trouvent toujours, d'après l'expérience acquise, plusieurs pour-cent de CO. Il paraît donc indispensable dans ce cas de construire des appareils automatiques pour ces prélèvements.

5.2 Essais des arrêts-barrages à la mine König Ludwig

5.21 CONDITIONS LOCALES

La mine König Ludwig comprenait avec 9 puits des galeries exceptionnellement étendues. La réalisation des essais d'explosion dans une partie d'un champ, alors que dans l'autre partie l'exploitation suivait encore son cours, se heurtait à des difficultés importantes et exigeait de multiples précautions. Dans le court espace de temps disponible, une sélection a dû être faite dans le cadre du plan de recherches parmi les essais dont l'exécution paraissait possible dans la mine König Ludwig, essais parmi lesquels celui des arrêts-barrages à eau dans une galerie de 12,5 m² de section, habituelle dans les mines modernes, présentait la plus grande urgence.

Dans ce but, une galerie de liaison qui se trouvait à l'étage 630 m et avait une longueur de 220 m (fig. 24) dans la zone des puits 1, 2 et 6, était la mieux appropriée. La galerie allait du puits d'entrée d'air 2 jusqu'au bure 43 de retour d'air, dont la tête se trouvait à l'étage 527 m à proximité immédiate du puits 6 de retour d'air. Pour séparer les courants d'air, trois lourdes portes d'aérage avaient été construites dans la galerie ; deux de ces portes se trouvaient à une distance d'environ 15 m l'une de l'autre à l'extrémité nord de la galerie près du bure 43, tandis que la troisième se trouvait à l'extrémité sud de la galerie à proximité du puits 2. Les ventilateurs du puits 6 n'étaient plus utilisables pour l'exploitation de la mine et ont été, par conséquent, arrêtés. Le retour d'air a été reporté sur le puits « Grullbad-Schacht » se trouvant plus loin et qui était encore en service comme puits de retour d'air.

La galerie choisie était droite et horizontale et était équipée de cintres d'acier de 12,5 m² de section nette. La température locale atteignait en moyenne 20°C ; l'humidité relative de l'air était de 60 à 70 %.

5.22 TRAVAUX PRÉPARATOIRES

Pour utiliser les possibilités favorables de conduire les fumées des explosions par le court chemin passant par le bure 43, l'étage 527 m et le puits 6, le ventilateur du puits 6 a été remis chaque fois en service pendant la durée des essais; lors du premier essai, le ventilateur du puits Grullbad-Schacht a été arrêté pendant le même temps. Dans la zone des puits 1, 2 et 6, les mesures suivantes ont été prises (fig. 24) :

Pour protéger le puits 1 et sa recette contre les dégâts, la galerie de liaison nord à l'étage 630 m entre le puits 1 et le puits 2 a été obstruée par un barrage qui avait déjà été employé pendant les essais des barrages (chiffre 4.22).

Des portes d'aération ont été installées au même étage à la recette sud du puits 1, afin de réduire le court-circuit d'aération entre le puits 1 et le puits 6 par le puits 2 et assurer l'aération du champ de Grullbad pendant les travaux préparatoires des explosions.

Ces portes obturatrices ont été construites solidement en bois de telle manière qu'elles puissent résister aux effets des explosions. Cependant, tel n'a pas été le cas avec les fortes explosions. Les portes obturatrices ont été détruites plusieurs fois et durent finalement être reconstruites après les explosions.

Aux étages 527 m et 442 m, une porte obturatrice par étage a été nécessaire dans les galeries de liaison entre le puits 1 et le puits 2 pour supprimer le court-circuit d'aération. Ces portes obturatrices ont été installées comme des sas, car autrement la circulation n'aurait plus été possible en raison de la dépression élevée.

Pendant les travaux préparatoires, la mine a commencé à remblayer le puits 2. Il était, cependant, possible de maintenir le même courant d'air dans la zone d'explosion, car un ancien bure se trouvait à proximité du puits entre les étages 527 m et 630 m. Plusieurs murs de fermeture aux recettes de ces bures ont dû être démontés aux étages 527 et 630 m.

Pour offrir dans une direction une solide résistance à l'explosion à son point de formation et protéger efficacement les galeries du champ 4/5 de König Ludwig avant le développement de l'explosion, la galerie d'explosion vers le nord a été fermée par un barrage solide (mentionné au chiffre 4.22). A cet effet, les orifices des portes d'aération ont été maçonnés dans les deux barrages existants et le barrage sud a été renforcé à trois briques (77 cm). Tout d'abord, un tuyau de 400 mm de diamètre a été installé à travers les deux barrages, qui pendant l'explosion pouvait être solidement fermé du côté sud par une bride. Plus tard, il est apparu utile d'augmenter le courant d'air après l'explosion et un autre tuyau de 700 mm de diamètre a été installé ; il pouvait en même temps être utilisé pour la circulation.

Deux autres murs de fermeture du puits 2 qui devaient servir à retenir les masses de remblai ont été déjà mentionnés (chiffre 4.22). Le plus au nord de ces murs a été détruit au cours des explosions et a dû être reconstitué.

Dans la galerie d'explosion même, la porte d'aération déjà mentionnée à la sortie sud de la galerie a été enlevée en même temps que son barrage en maçonnerie de deux briques d'épaisseur, pour que l'explosion trouve une sortie vers le sud. Les tuyauteries qui avaient été fixées contre les parements à mi-hauteur de la galerie devaient être posées sur le mur, étant donné que, dans la position où elles avaient été trouvées auparavant, elles avaient été arrachées et endommagées par l'explosion.

Comme **instruments de mesure**, des indicateurs Maihak, des cellules photo-électriques et des plaquettes de celluloid ont été installés (cf. chiffre 5.12) de la même manière que dans la mine Dorstfeld. Les câbles pour l'alimentation en énergie et la transmission des mesures ont été installés dans le caniveau après avoir été isolés par une enveloppe.

5.23 CONDUITE DES ESSAIS

5.231 Préparation des explosions

La section des galeries choisies pour les essais dans la mine König Ludwig correspondait, avec ses 12,5 m², à la grandeur de très nombreuses voies de chantier et de dessertes dans les mines actuelles. Dans les voies de chantier, le problème le plus important pour les arrêts-barrages utilisés est d'arrêter une explosion

éventuelle de poussière de charbon déjà au premier stade de son développement, quand la pression de l'explosion et la vitesse de la flamme sont encore relativement réduites. Mais avec une pression d'explosion faible il y a un grand danger qu'elle ne suffise pas à détruire l'arrêt-barrage et à projeter le matériau - poussière stérile ou eau - assez rapidement et à le disperser aussi uniformément que possible sur toute la section de la galerie. Lors de l'essai des arrêts-barrages à eau, il est par conséquent intéressant, au point de vue de sécurité, de connaître surtout leur comportement en présence d'effets d'explosion très faibles. Pour cette raison, dans la mine König Ludwig, les essais des arrêts-barrages à eau avec des explosions de poussières de charbon très molles et sur une longueur réduite de galerie ont été considérés comme problème principal.

Dans ce but, les explosions ont été provoquées par l'allumage d'une couche de CH₄. Pour réaliser une telle couche, il fallait que, entre le moment de l'introduction du gaz par le personnel du fond et l'allumage de l'explosion depuis le jour, après évacuation de tout le personnel, il ne se produise dans la chambre à grisou aucune fuite notable de gaz par introduction d'air. Étant donné que le barrage n'était pas étanche en raison de la dépression d'air très élevée, bien qu'une couche de latex le recouvrit, une tente en lattes de bois et plastique, remplissant toute la section de la galerie de 7 m de longueur, a été édifée devant le barrage pour empêcher les fuites de gaz (fig. 25). De cette manière, les petits courants d'air qui passaient à travers le barrage ne pouvaient produire aucun changement dans la teneur en gaz de la chambre à grisou.

Devant la tente plastique, quatre claies composées de petites planchettes, chargées chacune de 10 kg de poussières de charbon, ont été posées perpendiculairement à la direction de la galerie. Plus loin, de la poussière de charbon a été répandue jusqu'au 30^e mètre de galerie, de telle manière qu'avec la poussière déposée sur les claies la quantité de poussières d'un tourbillon intégral aurait atteint 400 gr par m³ de galerie. Du 30^e mètre jusqu'au début de l'arrêt-barrage qui s'étendait, lors du premier essai, du 60^e au 64^e mètre, un mélange dans un rapport de 2 à 1 de poussières de charbon et de poussières stériles a été répandu de telle sorte que la quantité de poussière d'un tourbillon intégral aurait atteint 300 g de poussières de charbon par m³ de galerie. A partir du début de l'arrêt-barrage, c'est-à-dire à partir du 60^e mètre de la galerie, de la poussière pure de charbon a été dispersée de nouveau jusqu'à 20 m au delà de l'arrêt-barrage. Le gaz a été chauffé et introduit, sans être mélangé, dans la tente en plastique; il se disposa en une couche mince très concentrée sous la couronne de la chambre.

Cette manière de préparer les explosions conduisit à un échec :

L'inflammation de l'accumulation de méthane se développa lors du premier essai avec une pression tellement réduite que trop peu ou pas de poussière de charbon s'éleva en tourbillon et, par conséquent, aucune explosion de poussière de charbon ne put se produire. La flamme de grisou a été éteinte au 19^e mètre de la galerie. Les détails de la propagation de l'explosion et du développement de l'explosion sont indiqués à la figure 26. (Dans la description des essais suivants, le détail de la conduite des essais ne sera plus rapporté et il ne sera fait état que des observations correspondantes.)

Lors du second essai et de tous les essais suivants - en tout 14 -, la préparation de l'explosion a été, par conséquent, changée de la manière suivante : le gaz n'a plus été chauffé, mais a été seulement introduit à travers de l'eau à la température de la mine pour compenser le refroidissement dû à l'expansion. Ensuite, le tuyau d'évacuation n'a pas été placé à la couronne de la galerie, mais avec l'orifice de sortie près du milieu de la galerie. Grâce à ces précautions, il a été possible d'obtenir que la couche de gaz sous la couronne de la galerie ne soit pas aussi concentrée que lors du premier essai. Il a alors été mesuré une teneur en CH₄ de 2 % à 120 cm au-dessous de la couronne de la galerie, tandis qu'à 60 cm au-dessous de la couronne 75 % de CH₄ ont été constatés. Lors des essais ultérieurs, les teneurs à 60 cm au-dessous de la couronne étaient de 35 % et, à 130 cm au-dessous de la couronne, entre 20 et 25 %. Afin de faciliter la prise de l'inflammation de grisou sur la poussière de charbon, deux sacs contenant chacun 15 kg de poussière de charbon ont été suspendus directement devant la tente en plastique à 7 m à l'extérieur de la chambre à grisou et on les a fait sauter 0,5 seconde après l'allumage du grisou au moyen de deux moitiés de cartouches d'explosif de sécurité de troisième classe. L'explosion de poussières de charbon s'est alors développée de la manière souhaitée. Avec cette méthode de préparation au lieu d'origine de l'explosion et dans la zone de l'arrêt-barrage, il se produisit des surpressions d'explosion entre 0,5

et 1 bar et, seulement dans des cas exceptionnels, des surpressions maximales mesurées de 1,3 bar. Des pressions supérieures pouvaient, cependant, se produire à l'extrémité de l'arrêt-barrage, surtout en cas de non-fonctionnement de l'arrêt-barrage. Ici le maximum de 2,2 bars a été constaté. Les vitesses de la flamme dans la zone de l'arrêt-barrage se situaient dans la plupart des essais entre 80 et 130 m/s. Dans des cas exceptionnels, des vitesses plus élevées allant jusqu'à 250 m/s ont été mesurées.

5.232 Essais avec les « augets à eau le long du parement »

Le second et le troisième essais ont été effectués avec des augets de forme allongée et de 30 l de capacité, qui étaient installés sur le pourtour de la galerie suivant la manière montrée par la figure 27. Ce procédé d'installation de l'eau a certains avantages pratiques par rapport à la disposition transversale conventionnelle, étant donné qu'il laisse libre presque la totalité de la section de la galerie pour les installations de transport et pour la circulation. Lors des essais dans une galerie de 8 à 10 m² de section de la mine expérimentale Tremonia, cette disposition a donné de bons résultats. Mais dans la galerie de 12,5 m², la flamme de l'explosion n'a touché ni un arrêt-barrage avec 100 l d'eau par m² de section de galerie (essai n° 251, fig. 28, 29) ni un arrêt-barrage avec 200 l/m² (essai n° 252, fig. 30, 31). Ce résultat inattendu a été le prétexte pour arrêter les essais de réalisations spéciales et pour s'occuper du comportement d'arrêts-barrages à eau « conventionnels » dans une section de galerie de 12,5 m².

5.233 Essais avec les arrêts-barrages à eau « conventionnels »

Le terme « conventionnel » désigne une réalisation qui diffère le moins possible de la réalisation habituelle des arrêts-barrages à poussières stériles : des planches sont placées sur des supports fixés sur le soutènement et sur ces planches sont installés des augets d'une capacité normale de 80 l, en plastique, remplis d'eau.

5.2331 Variation de la longueur de parcours de l'explosion

Pendant les essais dans la galerie d'explosion de la mine expérimentale Tremonia, il a été établi que tant un arrêt-barrage à eau qu'un arrêt-barrage à poussières stériles ne répondent de manière certaine que s'ils sont éloignés d'au moins 60 m du lieu de formation de l'explosion. Cela est valable particulièrement pour les faibles explosions avec une pression réduite et une faible vitesse de la flamme, comme cela a été réalisé dans la mine König Ludwig. Dans le cas d'une explosion plus forte, un arrêt-barrage de Tremonia peut répondre et être efficace déjà à une distance d'environ 50 m du lieu de formation de l'explosion. Dans la galerie de 12,5 m², un arrêt-barrage réalisé normalement entre le 61^e et le 75^e mètre de la galerie avec 200 l/m² (essai n° 254, fig. 32, 33) n'a pas fonctionné. Il a été alors nécessaire de vérifier si, avec une grande longueur de parcours avec les grandes sections de galerie, un fonctionnement efficace de l'arrêt-barrage peut être obtenu. Mais même le report de l'arrêt-barrage entre le 70^e et le 85^e mètre de la galerie (essai n° 255, fig. 34, 35) et entre le 90^e et le 105^e mètre (essai n° 256, fig. 36, 37) n'a apporté aucun changement dans le résultat négatif.

5.2332 Variations de la disposition des augets et de la quantité d'eau

Étant donné qu'avec une longueur de parcours de 90 m, comme dans l'essai n° 256, il a été possible d'obtenir une explosion pleinement développée, ce qui a été confirmé par le déroulement de cet essai, il n'y avait aucune chance d'obtenir un changement sensible du résultat des essais par une augmentation ultérieure de la longueur de parcours. En conséquence, on a recherché si le non-fonctionnement de

l'arrêt-barrage pouvait être attribué à une disposition qui ne convient pas ou à une quantité d'eau insuffisante. En comparaison avec un arrêt-barrage à poussières stériles, qui prend une longueur de 45 à 50 m avec 400 kg/m², un arrêt-barrage à eau avec 200 l/m² et 15 m environ de longueur doit être considéré comme très court. Grâce à cette concentration, les arrêts-barrages à eau peuvent, en exploitation, être installés également là où l'installation d'un arrêt-barrage à poussières stériles ne serait plus possible. En conséquence, la longueur d'installation réduite des arrêts-barrages à eau peut être considérée comme un avantage important par rapport aux arrêts-barrages à poussières stériles.

D'un autre côté, il est possible que, pour l'efficacité d'un arrêt-barrage, la répartition des produits d'extinction sur une longueur déterminée de la galerie soit nécessaire, de telle sorte que, dans un arrêt-barrage à eau, on aura, avec les plus petites constructions techniquement possibles, une trop grande concentration des produits d'extinction et partant une diminution de l'efficacité. Lors de l'essai n° 258, les augets ont donc été disposés de la manière indiquée à la figure 38, afin d'obtenir le desserrement désiré. Pour une augmentation simultanée de la quantité d'eau à 400 l/m², l'arrêt-barrage s'étira alors du 60^e au 108^e mètre de la galerie. Un arrêt-barrage à poussières stériles avec 400 kg/m², réalisé ultérieurement pour un essai comparatif pour la discussion, a présenté la même longueur. Mais, tant dans cet essai (fig. 39, 40) que dans l'essai suivant (essai n° 259, fig. 41, 42), pour lequel la quantité d'eau, 240 l/m², a été placée dans de petits augets, disposés comme indiqué à la figure 43 dans une zone allant du 60^e au 108^e mètre de la galerie, la flamme de l'explosion n'a pu être arrêtée.

5.2333 Variation de la quantité de poussière, du mélange de poussières et de leur fixation

Dans la mine König Ludwig, en dehors de la section de la galerie, la masse de la poussière était également différente de celle des explosions précédentes dans la mine expérimentale Tremonia. Il en est résulté, lors du premier essai, que la faible quantité de poussières n'a pas été suffisante pour la propagation de l'explosion ou n'a pas du tout été allumée. Pour cette raison, une certaine quantité de poussières a été répandue pour le second essai (comparer les figures 28 et 26). Étant donné que l'explosion avec une quantité élevée de poussières a donné le résultat attendu et souhaité, cette quantité de poussières a été conservée dans les autres essais. Il aurait été concevable que la quantité de poussières seule, indépendamment d'une modification possible dans le déroulement de l'explosion, ait une influence sur l'efficacité de l'arrêt-barrage. C'est pourquoi, ou bien les quantités de poussières ont été réduites dans les essais suivants, ou bien, par un traitement du mur avec des sels hygroscopiques, des dispositions ont été prises pour que, dans la zone de l'arrêt-barrage, la poussière déposée sur le mur ne participe pas ou seulement très peu à l'explosion. Dans la galerie d'explosions de la mine expérimentale Tremonia, le mur est relativement humide à tel point qu'il n'est pas possible de prévoir avec certitude un soulèvement intégral des poussières et une prédisposition à l'explosion des poussières répandues sur le mur.

Lors de l'essai n° 260 (fig. 44, 45), la quantité élevée de poussières fut tout d'abord maintenue ; cependant par une aspersion de chlorure de calcium (paillettes nommées aussi « Montan-Schuppen ») sur le mur entre le 60^e et le 104^e mètre de galerie, on a pu limiter dans cette zone le volume de poussières explosives au mur. L'arrêt-barrage à eau avec 200 l par m² de section de galerie a été construit de façon quelque peu étirée, si bien qu'il s'étendait du 70^e au 94^e mètre de la galerie. Mais, même par cet arrêt-barrage, la flamme de l'explosion n'a pas été arrêtée.

Lors des essais n° 262 (fig. 46, 47) et n° 263 (fig. 48, 49), la disposition de la poussière resta sans changement depuis l'entrée jusqu'au 30^e mètre de la galerie. Ensuite, jusqu'au début de l'arrêt-barrage, un mélange de 300 g de poussières de charbon avec 150 g de poussières stériles et, sous l'arrêt-barrage, comme dans les 20 m après lui, 300 g de poussières de charbon pur ont été saupoudrés par m³ de galerie. En outre, le mur a été traité avec du chlorure de calcium dans une zone s'étendant de 10 m en avant jusqu'à 10 m en arrière de l'arrêt-barrage. Dans ces conditions d'essai, un arrêt-barrage avec 400 l d'eau par m² de section de la galerie du 60^e au 108^e mètre de la galerie, de même qu'un arrêt-barrage avec 200 l/m² du 60^e au 84^e mètre de la galerie arrêterent l'explosion. Lors des deux essais, la flamme s'est éteinte au 64^e mètre environ de la galerie, c'est-à-dire au début de la zone de l'arrêt-barrage, phénomène qui avait déjà été constaté avec une grande régularité lors des essais dans la galerie d'explosion de la mine expérimentale Tremonia.

Lors du dernier des essais effectués (n° 264, fig. 50, 51), le traitement du mur, dans un but de contrôle, n'a pas été réalisé entre le 60^e et le 74^e mètre de la galerie. Cependant, la faible quantité de 300 g de poussières de charbon par m² de section a été maintenue. Dans ces conditions, l'arrêt-barrage n'a pas arrêté la flamme de l'explosion.

5.234 Essais comparatifs avec des arrêts-barrages à poussières stériles

Les essais n° 257 (fig. 52, 53) et n° 261 (fig. 54, 55) ont été effectués avec des poussières stériles. Les arrêts-barrages ont été réalisés d'après les directives de l'OBA de Dortmund pour les arrêts-barrages principaux et remplis avec 400 kg de poussières par m² de section de la galerie (fig. 56). Ils allaient du 60^e au 108^e mètre de la galerie. Les quantités de poussières de charbon mentionnées ont été saupoudrées ; un traitement du mur avec du chlorure de calcium n'a pas été effectué. Lors du premier essai, l'arrêt-barrage à poussières stériles a arrêté la flamme d'explosion et aucune trace de flamme n'a plus été observée après le 98^e mètre de la galerie. Ainsi, la flamme a quand même atteint en pratique l'extrémité de la zone de l'arrêt-barrage de telle sorte qu'avec une quantité plus faible de poussières stériles un non-fonctionnement de l'arrêt-barrage aurait été possible.

Lors du second essai, la flamme n'a pas été arrêtée et l'explosion la plus forte de cette série d'essais se produisit.

5.24 DISCUSSION DES RÉSULTATS

Pour l'exploitation critique du résultat des essais des arrêts-barrages dans la mine König Ludwig, dont les résultats ne concordent pas avec ceux de Tremonia, il est nécessaire de déterminer avant tout quels sont les paramètres expérimentaux qui ont changé par rapport aux essais précédents dans la fosse Tremonia, et quelles sont les incidences de ces changements sur les résultats des essais.

Un changement essentiel concerne la **section de la galerie**, qui, de 8 à 10 m² dans la galerie d'explosion Tremonia, a été augmentée à 12,5 m². Mais, précisément, l'essai des arrêts-barrages dans des sections de galerie augmentée était le but des essais. Cependant, ce but n'a pas été atteint, car ce n'était pas seulement ce paramètre « section de galerie » qui a été changé, tous les autres restant constants.

Ainsi l'**humidité de l'air** dans les galeries König Ludwig était plus réduite que celle rencontrée généralement dans la mine expérimentale Tremonia. Là, l'humidité de l'air atteignait généralement 80 à 90 %, tandis que dans la mine König Ludwig elle était de 60 à 70 %. L'influence de l'humidité de l'air sur le développement de l'explosion et l'efficacité des arrêts-barrages n'est pas connue et il n'y a aucune possibilité de sécher la galerie d'explosion Tremonia de telle manière qu'on puisse effectuer des essais comparatifs avec différentes humidités relatives. Ici il ne reste que l'espoir d'obtenir par d'autres essais dans d'autres mines de nouveaux résultats sur l'influence des humidités relatives.

En outre, après le premier essai sans résultat qui avait été effectué avec un saupoudrage de 300 g de **poussières de charbon** par m³ de galerie, le saupoudrage de poussières de charbon a été considérablement augmenté et a atteint 900 g par m³ de galerie. De telles quantités de poussières de charbon n'ont pas été employées lors des essais dans la mine expérimentale Tremonia. Les essais ultérieurs qui ont été effectués dans la mine expérimentale Tremonia, après la fin des travaux à König Ludwig, ont néanmoins montré qu'à Tremonia l'influence de quantités plus importantes de poussières de charbon sur le développement des explosions et sur l'efficacité des arrêts-barrages dans des galeries de 8 à 10 m² de section est si réduite qu'elle peut être négligée. Si, dans une section de 12,5 m², la concentration de poussières a une influence considérable, elle n'est pas encore clairement établie, en raison des recherches réduites effectuées jusqu'à présent.

La **section de la galerie** est cependant un facteur des conditions des recherches, sur l'importance desquelles certains renseignements complémentaires ont pu être obtenus par des essais d'explosion dans la mine König Ludwig, et ce dans deux directions :

- a) L'une montre que le déroulement physique d'une explosion de poussières de charbon diffère peu qu'elle se produise dans des galeries à section réduite ou à section importante. C'est ce que montre une comparaison soignée des diagrammes des explosions de König Ludwig et des diagrammes des essais correspondants dans la galerie Tremonia. Cependant, il était impossible d'obtenir dans la mine König Ludwig, avec des instruments de mesure provisoires, des résultats de mesures aussi nombreux que dans la galerie Tremonia entièrement équipée ; les deux valeurs les plus importantes d'une explosion, le développement de la pression et la vitesse de la flamme, ont été, cependant, mesurées dans les deux galeries et aucune différence notable n'est alors apparue.
- b) Des différences essentielles ont, par contre, été observées dans **l'efficacité de l'arrêt-barrage** dans la mine König Ludwig par rapport aux résultats de Tremonia. A Tremonia, une pleine efficacité des arrêts-barrages à eau a été obtenue presque sans aucune exception, les essais étant effectués jusqu'à présent dans les conditions les plus variées, en particulier avec des explosions à amorçage faible (60 à 80 m de longueur de progression jusqu'à l'arrêt-barrage). Par contre, dans la mine König Ludwig, la flamme n'a été arrêtée que deux fois dans la zone de l'arrêt-barrage sur un ensemble de onze essais avec arrêt-barrage à eau.

Le développement de la flamme dans la zone de l'arrêt-barrage a été étudié, aussi loin qu'il a été possible, avec les moyens disponibles. Il a été constaté que la flamme n'avait touché pratiquement aucun endroit des parements de la galerie ou du sol dans la zone de l'arrêt-barrage, car les plaquettes de celluloid qui s'y trouvaient sont restées intactes. Seules les plaquettes qui se trouvaient au-dessus du sol sur des poteaux de 80 cm de hauteur au milieu de la galerie ont été brûlées. Ces observations permettent de conclure que la flamme a passé par la zone de l'arrêt-barrage sous forme d'un tuyau étroit qui probablement n'a pas été touché, ou alors pas au moment opportun, par l'eau, car avec des explosions très faibles les effets du choc ne sont pas suffisants pour assurer une bonne répartition de l'eau. Il est évident que la formation d'un tel tuyau d'explosion est beaucoup plus facile dans une grande section de galerie que dans une section réduite. Il faut cependant remarquer que le nombre de onze essais avec des arrêts-barrages à eau ne suffit en aucun cas à clarifier le problème, d'autant plus que lors de ces essais plusieurs paramètres ont été changés pour des raisons de contingences : la quantité de poussières de charbon, le traitement du mur de la galerie dans la zone de l'arrêt-barrage avec de la poussière et des produits de fixation des poussières, ainsi que la disposition des augets à eau dans certaines limites.

Les deux essais avec les arrêts-barrages à poussières stériles, dont l'un a donné un résultat positif et l'autre négatif, n'ont pu fournir aucun éclaircissement sur les cas de non-fonctionnement.

Tant que des résultats d'autres essais nombreux dans des galeries d'une section de plus de 12 m² ne seront pas obtenus et des résultats continus communiqués, la seule **conclusion générale** suivante peut être tirée : les explosions de poussières de charbon mollement amorcées ne provoquent pas, au stade initial, lorsqu'elles ne développent pas encore une surpression nettement supérieure à 1 bar, le fonctionnement efficace de l'arrêt-barrage et en tout cas pas avec certitude, car l'effet de pression n'est pas alors suffisamment fort pour détruire l'arrêt-barrage et disperser avec une force suffisante le matériau de l'arrêt-barrage - poussières stériles ou eau - et le répartir sur toute la section de la galerie.

6. RÉSUMÉ DES RÉSULTATS

6.1 Connaissances sur la résistance à l'explosion des barrages

Lors des explosions de grisou et de poussière de charbon dans les mines Dorstfeld et König Ludwig, les barrages de fermeture furent essayés quant à leur résistance. Les résultats en ont été indiqués aux chiffres 4.14 et 4.24. En résumé, on notera ce qui suit :

Pour un barrage en maçonnerie, une épaisseur de trois briques (77 cm) suffit en général, dans les galeries d'une section allant jusqu'à 12,5 m², pour donner au barrage une résistance suffisante à l'explosion. Dans les galeries à section exceptionnellement importante (20 m² et davantage), cette épaisseur de barrage ne suffit pas. Il est nécessaire d'ériger dans de telles galeries des barrages doubles en maçonnerie, de remplir l'intervalle avec des pierres et de le bourrer avec de la poussière stérile sèche ou avec de la boue de ciment.

Aucun renseignement n'a pu être tiré des essais d'explosions pour déterminer l'épaisseur nécessaire des barrages en maçonnerie dans les galeries de 14 à 18 m² de section.

Lors de la réalisation des **barrages en plâtre**, il paraît indispensable, d'après les résultats des essais d'explosion, de se conformer aux directives données dans son compte rendu du 10 décembre 1963 (document n° 4928/63) par l' « Organe permanent pour la sécurité dans les mines de houille » pour la construction de barrages en plâtre dans la lutte contre les incendies de mines. Les barrages en plâtre qu'on avait délibérément construits plus faibles pour les essais, afin d'essayer la limite de leur résistance, ont été endommagés ou détruits au cours des explosions. De toute manière, il n'y a encore aucune possibilité d'effectuer suffisamment d'essais pour obtenir des valeurs exactes sur les épaisseurs nécessaires pour les barrages en plâtre résistant à l'explosion aux différentes sections de galerie. Il manque encore, notamment, l'essai de tels barrages dans des galeries d'environ 12 à 18 m² de section.

6.2 Expériences sur l'efficacité des arrêts-barrages à eau et des arrêts-barrages à poussières stériles

Le plus important dans le programme de recherches était de savoir si les arrêts-barrages à augets plastiques remplis d'eau peuvent être considérés comme une mesure de protection entièrement efficace et au moins de même valeur que les arrêts-barrages connus à poussières stériles. Les résultats obtenus jusqu'à présent dans la mine expérimentale Tremonia, dans une galerie de 8 à 10 m² de section, ont tous été positifs. Pour vérifier les arrêts-barrages à eau dans des galeries de section plus grande, trois essais d'explosion ont pu être effectués dans la mine Dorstfeld et quatorze dans la mine König Ludwig. Les résultats sont traités aux chiffres 5.14 et 5.24.

Comme résultat essentiel, on notera ce qui suit :

Lors des fortes explosions de poussières de charbon, les arrêts-barrages à eau avec 200 l par m² de section de galerie, dans une galerie de 22 m² de section, se sont comportés avec la même efficacité que dans la galerie plus réduite de Tremonia. Par contre, des explosions très faibles qui avaient été allumées doucement et qui n'ont provoqué, sur un parcours de 60 à 90 m, qu'une surpression statique d'à peine plus de 1 bar n'ont pas été arrêtées dans la plupart des essais dans une galerie de 12,5 m² de section. Ces observations ne correspondent pas aux résultats de Tremonia, où, dans une galerie de 8 à 10 m² de section, de telles explosions exceptionnellement faibles étaient régulièrement arrêtées par les arrêts-barrages à eau. Dans la mine König Ludwig, la flamme d'explosion passa souvent à une certaine distance du mur de la galerie, sous l'arrêt-barrage à eau. Le nombre d'essais ne fut pas suffisant pour éclaircir ce phénomène inattendu. Lors de deux essais comparatifs avec des arrêts-barrages à poussières stériles, le résultat fut une fois positif, l'autre fois négatif, donc également insatisfaisant. On ne pouvait donc que conclure provisoirement que les arrêts-barrages de tout type peuvent ne pas fonctionner, quand, lors d'explosions très faibles, les effets de pression ne sont pas suffisants pour détruire complètement l'arrêt-barrage et disperser suffisamment le matériau - poussières stériles ou eau - sur toute la section de la galerie. Dans de tels cas, un passage de la flamme est souvent plus fréquent dans une grande section que dans une petite.

Malgré l'utilisation intégrale du temps accordé pour les essais et des moyens disponibles, il n'a pas été possible d'expérimenter davantage l'action des arrêts-barrages.

7. NÉCESSITÉ DE COMPLÉTER LES TRAVAUX DE RECHERCHES

Les résultats exposés concernant les essais d'explosions contre les arrêts-barrages à eau dans les mines Dorstfeld et König Ludwig conduisent obligatoirement à la conclusion que, dans l'intérêt de la sécurité dans les mines de charbon, il serait souhaitable de compléter d'urgence par de nouveaux essais l'expérience acquise. La question primordiale est la meilleure protection possible contre les explosions par des arrêts-barrages.

Jusqu'à présent, tous les essais de cette sorte avec des explosions de grisou ou de poussières de charbon ont été effectués dans notre pays et à l'étranger, autant qu'on le sache, dans des galeries de section relativement réduite. Dans les présents travaux de recherches, il est apparu pour la première fois que les résultats acquis dans les galeries expérimentales de section réduite ne peuvent, en aucune manière, être appliqués à des galeries d'une section aussi importante que celles qui sont préférées actuellement pour des raisons techniques dans la plupart des mines de charbon. Il est donc très important de continuer les recherches sur les arrêts-barrages à eau par comparaison avec les arrêts-barrages à poussières stériles dans des sections de galerie de 12 à 18 m² environ, et principalement :

- avec des explosions très faibles au stade initial,
- avec des changements importants de section des galeries, ainsi qu'aux croisements et embranchements,
- avec de fortes explosions sur de grandes longueurs de parcours;

il y aura lieu ensuite de déterminer les modes optimaux de réalisation des arrêts-barrages à eau au moyen de recherches ultérieures pour satisfaire au mieux aux conditions de transport dans les galeries tout en conférant à l'arrêt-barrage sa pleine efficacité.

La poursuite des recherches a été mise en route ; elle doit s'insérer dans un nouveau programme pour lequel une nouvelle aide a été demandée à la Haute Autorité. On disposera pour ces essais d'ouvrages souterrains appropriés dans d'autres mines à fermer. Les premiers travaux ont déjà permis d'enregistrer des résultats très positifs pour l'élimination des insuffisances des barrages d'eau observées à la mine König Ludwig et complètent très utilement l'ensemble des connaissances acquises jusqu'ici.

8. CONCLUSION

Les travaux de recherche examinés ici ont été exécutés en collaboration étroite avec les services compétents et les commissions techniques de la Haute Autorité ainsi qu'avec l'administration des mines du bassin de la Ruhr. La compréhension et la serviabilité des directions des mines dans lesquelles se trouvaient les galeries prévues pour les essais nous ont été particulièrement précieuses. Le poste central de secours minier nous a fourni un appui technique important. Nous adressons nos remerciements à tous les services qui ont contribué à la solution du problème, si important pour les travailleurs et l'entreprise, de la protection contre les explosions souterraines.

ANNEXE

Index des figures

- 1 — Extrait du plan d'aérage de la mine Dorstfeld
- 2 — Chambre de charge, 7^e étage
- 3 — Travaux sur l'écran de la chambre à grisou
- 4 — Remplissage du barrage en maçonnerie
- 5 — Buse du tube d'injection dans la chambre intérieure entre les cloisons
- 6 — Tube d'injection en fonctionnement (tube d'injection pour le plâtre avec une buse à eau circulaire)
- 7 — Groupe de bouteilles de méthane avec berline d'eau chaude et instruments de mesure
- 8 — Explosion de grisou contre des barrages en plâtre et des barrages en maçonnerie au puits de Dorstfeld, explosion n° 205
- 9 — Explosion de grisou contre des barrages en plâtre et des barrages en maçonnerie au puits de Dorstfeld, explosion n° 206
- 10 — Barrage en maçonnerie après une forte explosion
- 11 — Restes du barrage en plâtre
- 12 — Barrage en plâtre terminé
- 13 — Explosion de grisou contre des barrages en plâtre et des barrages en maçonnerie au puits de Dorstfeld, explosion n° 207
- 14 — Barrage en plâtre terminé
- 15 — Explosion de grisou contre des barrages en plâtre et des barrages en maçonnerie au puits de Dorstfeld, explosion n° 208
- 16 — Diagramme pression-temps en différents points de la galerie d'explosion et vitesse des ondes de pression, explosion n° 206
- 17 — Diagramme pression-temps en différents points de la galerie, d'explosion et vitesse des ondes de pression, explosion n° 207
- 18 — Diagramme pression-temps en différents points de la galerie d'explosion et vitesse des ondes de pression, explosion n° 208
- 19 — Claies à poussières de charbon dans la salle des transformateurs
- 20 — Arrêt-barrage à eau et claies à poussières de charbon
- 21 — Explosion n° 209 de grisou et de poussières pour la mise à l'épreuve d'arrêt-barrage à eau au puits de Dorstfeld
- 22 — Explosion n° 210 de grisou et de poussières pour la mise à l'épreuve d'arrêt-barrage à eau au puits de Dorstfeld
- 23 — Explosion n° 211 de grisou et de poussières pour la mise à l'épreuve d'arrêt-barrage à eau au puits de Dorstfeld
- 24 — Mine König Ludwig : galeries à proximité des puits 1, 2, 6
- 25 — Tente en plastique pour l'accumulation de grisou
- 26 — Essai d'explosion de grisou-poussières de charbon contre arrêt-barrage en eau à la mine König Ludwig, explosion n° 250
- 27 — Arrêt-barrage à eau avec augets latéraux
- 28 — Essai d'explosion de grisou-poussières de charbon contre arrêt-barrage en eau à la mine König Ludwig, explosion n° 251
- 29 — Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps, explosion n° 251

- 30 — Essai d'explosion de grisou-poussières de charbon contre arrêt-barrage en eau à la mine König Ludwig, explosion n° 252
- 31 — Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps, explosion n° 252
- 32 — Explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage à eau à la mine König Ludwig, explosion n° 254
- 33 — Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps, explosion n° 254
- 34 — Explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage à eau à la mine König Ludwig, explosion n° 255
- 35 — Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps, explosion n° 255
- 36 — Explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage à eau à la mine König Ludwig, explosion n° 256
- 37 — Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps, explosion n° 256
- 38 — Arrêt-barrage à eau en réalisation étirée
- 39 — Explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage à eau à la mine König Ludwig, explosion n° 258
- 40 — Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps, explosion n° 258
- 41 — Explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage à eau à la mine König Ludwig, explosion n° 259
- 42 — Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps, explosion n° 259
- 43 — Arrêt-barrage à eau à petits récipients
- 44 — Explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage à eau à la mine König Ludwig, explosion n° 260
- 45 — Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps, explosion n° 260
- 46 — Explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage à eau à la mine König Ludwig, explosion n° 262
- 47 — Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps, explosion n° 262
- 48 — Explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage à eau à la mine König Ludwig, explosion n° 263
- 49 — Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps, explosion n° 263
- 50 — Explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage à eau à la mine König Ludwig, explosion n° 264
- 51 — Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps, explosion n° 264
- 52 — Explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage à eau à la mine König Ludwig, explosion n° 257
- 53 — Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps, explosion n° 257
- 54 — Explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage à eau à la mine König Ludwig, explosion n° 261
- 55 — Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps, explosion n° 261
- 56 — Arrêt-barrage à poussières stériles

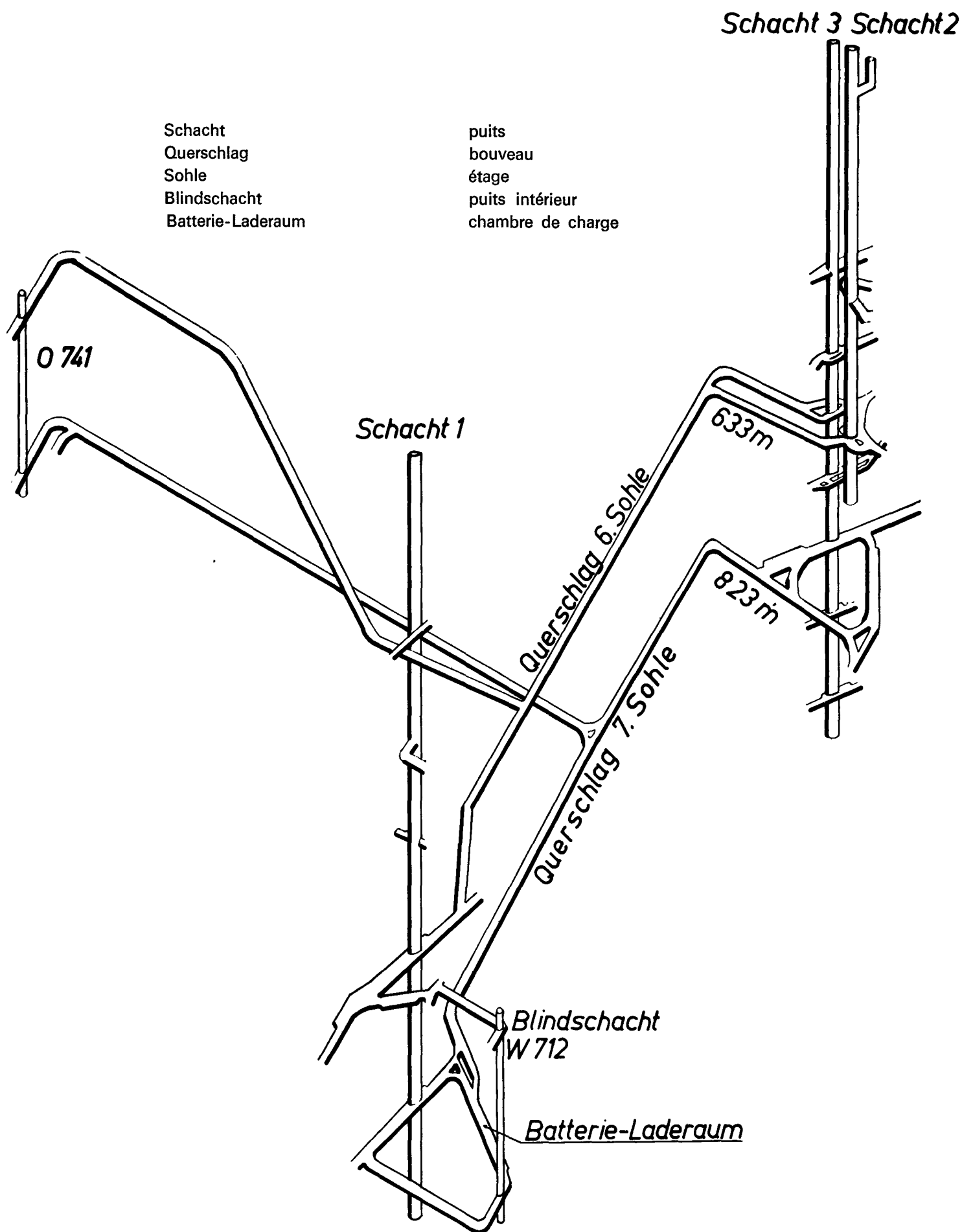


Fig. 1 : Extrait du plan d'aérage de la mine Dorstfeld

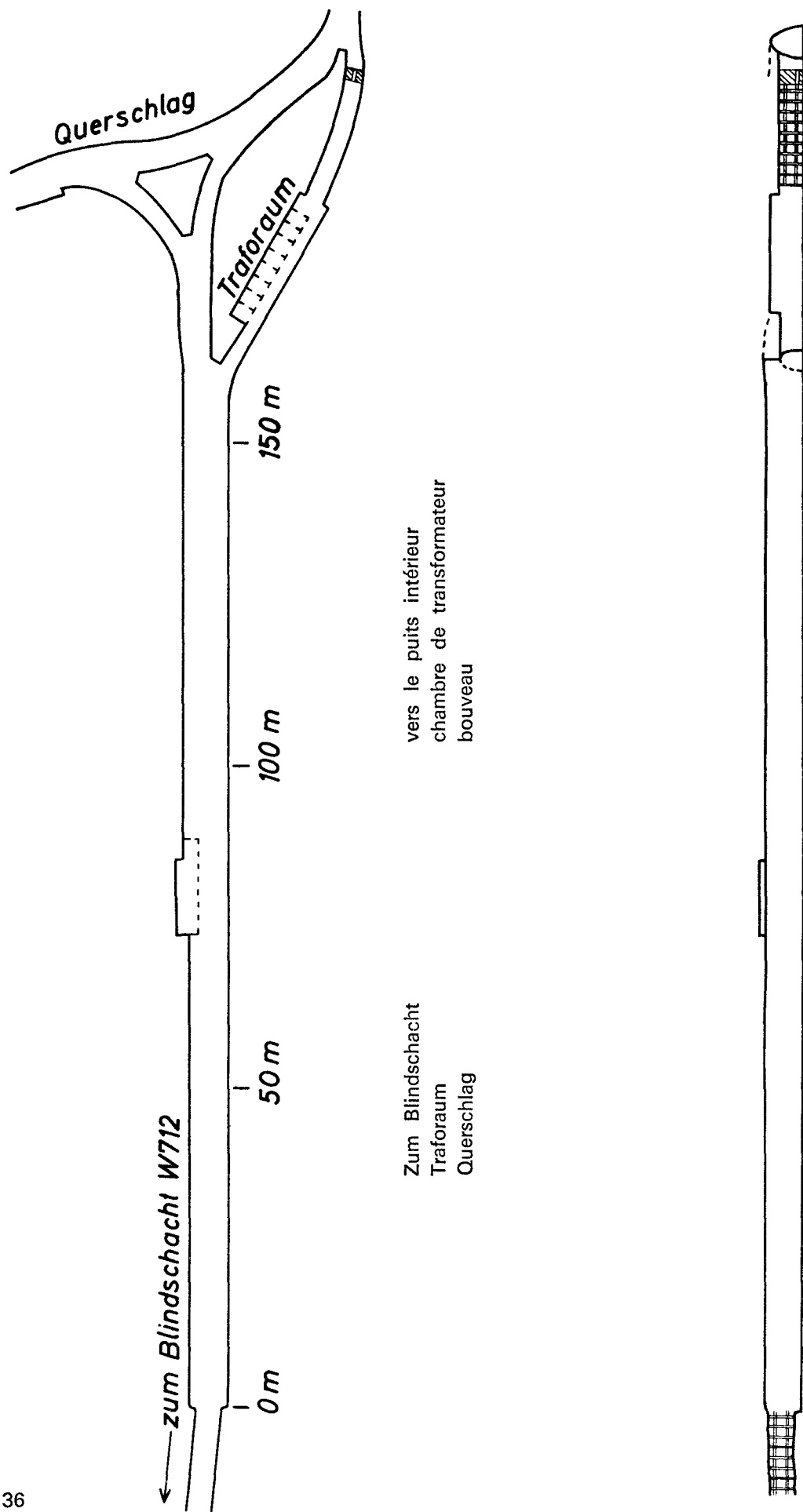


Fig. 2 : Chambre de charge, 7° étage (puits 1)



Fig. 3 : Travaux sur l'écran de la chambre à grisou

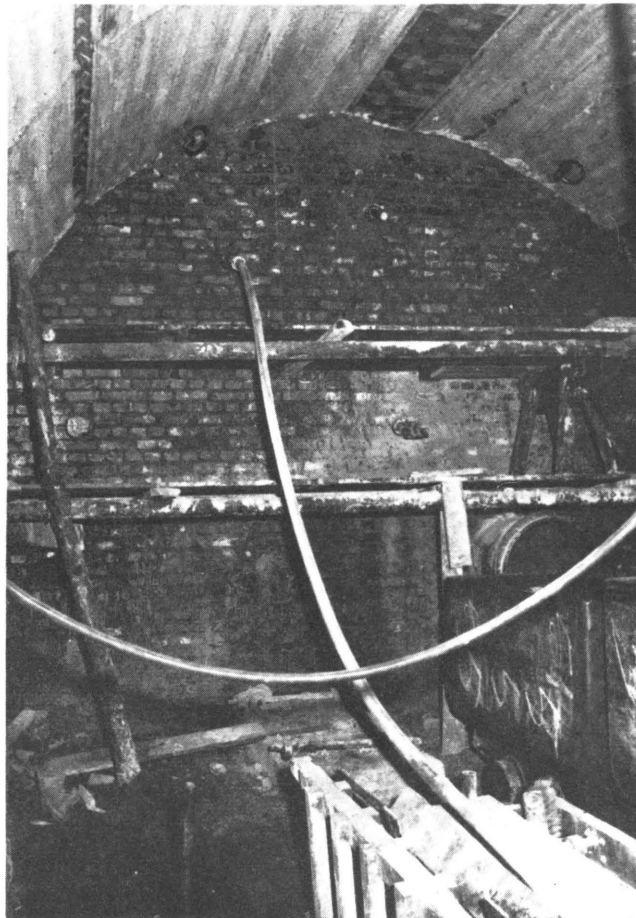


Fig. 4 : Remplissage du barrage en maçonnerie

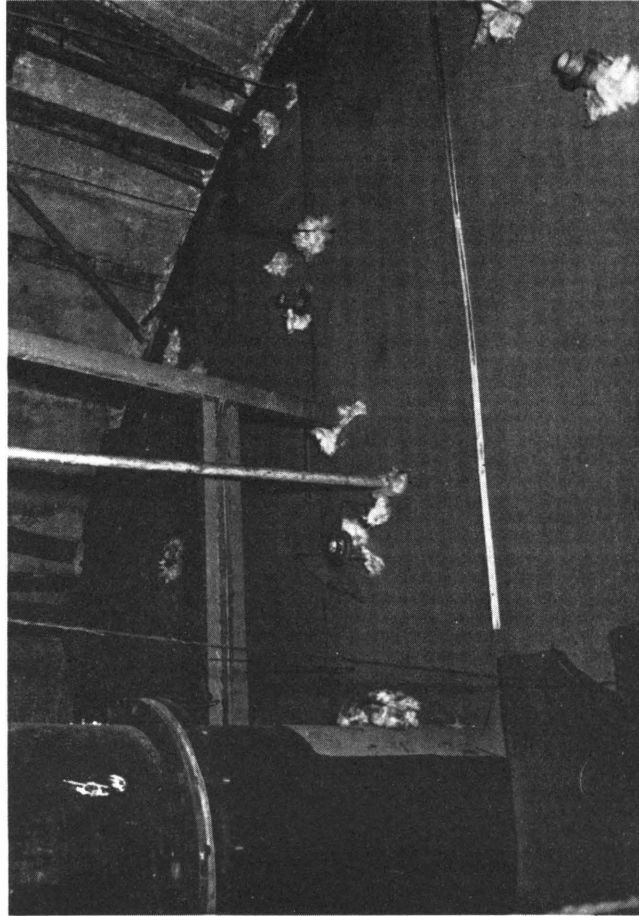


Fig. 5 : Buse du tube d'injection dans la chambre intérieure entre les cloisons

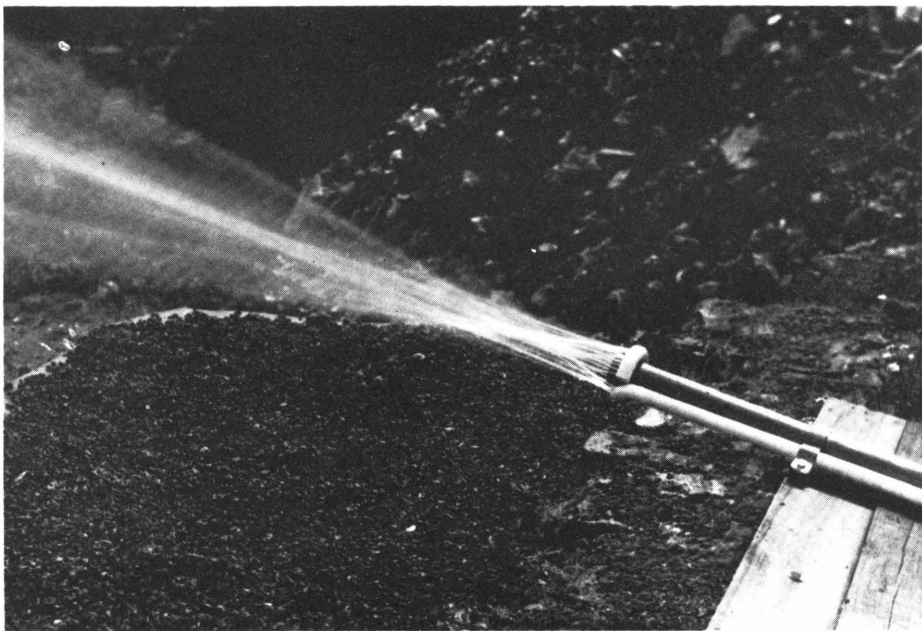


Fig. 6 : Tube d'injection en fonctionnement (tube d'injection pour le plâtre avec une buse à eau circulaire)

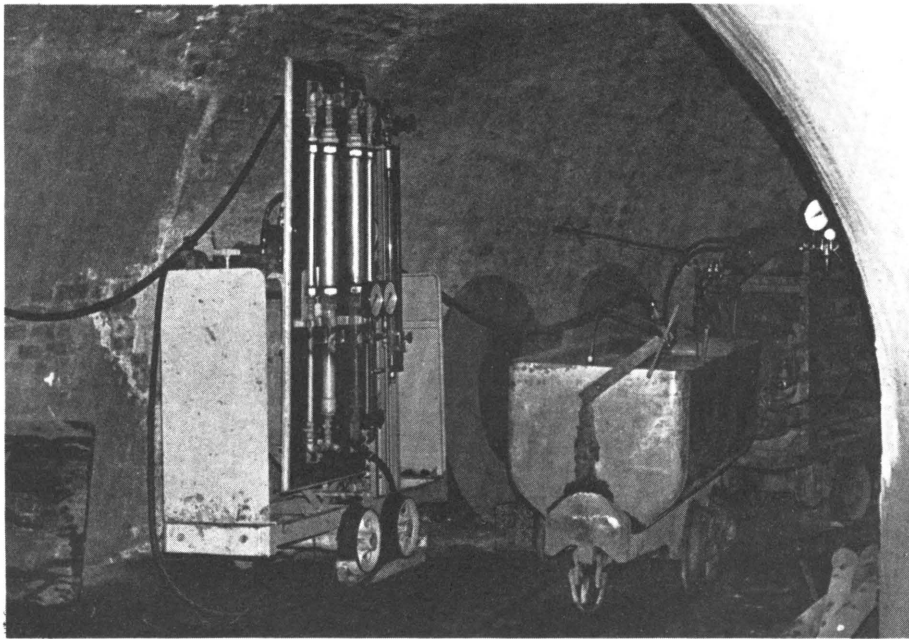


Fig. 7 : Groupe de bouteilles de méthane avec berline d'eau chaude et instruments de mesure

| | |
|---|--|
| Mauerdamm | barrage en maçonnerie, épaisseur 2.6 m. |
| Vordere Mauer | mur antérieur 3 briques 77 cm |
| Hintere Mauer | mur postérieur 2½ briques 62,5 cm |
| Zwischenraum | intervalle 1,25 m rempli de briques et injecté avec de la poussière |
| Dammrohr mit Blindflansch | buse avec couvercle |
| Streckenquerschnitt | section de galerie |
| Statischer Druck | pression statique |
| Eingelassene Methanmenge | quantité de méthane introduite : 90 m ³ CH ₄ réchauffé |
| Interferometermessung 30 cm unter der Firste | mesure par interféromètre en 30 cm en dessous du toit |
| Zündung : Schießbaumwolle und 3 Brückenzünder | mise à feu : cordon détonant et 3 détonateurs |
| Gipsdamm | barrage en plâtre |
| Verarbeiteter Gips | quantité de plâtre utilisé |
| Sack | sac |
| Verarbeitetes Wasser | quantité d'eau utilisée |
| Flamme | flamme |
| Gasraum | chambre à grisou |

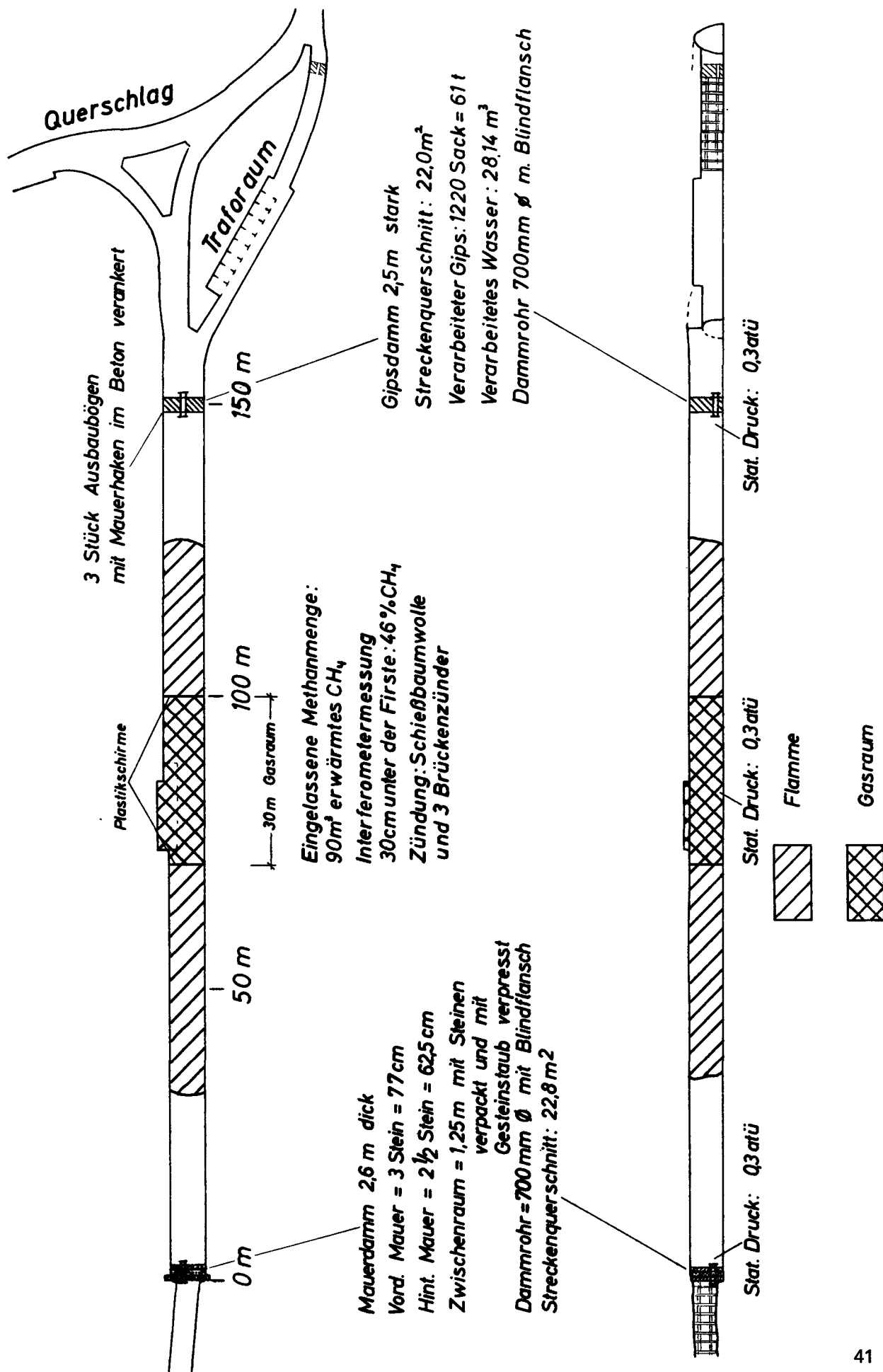
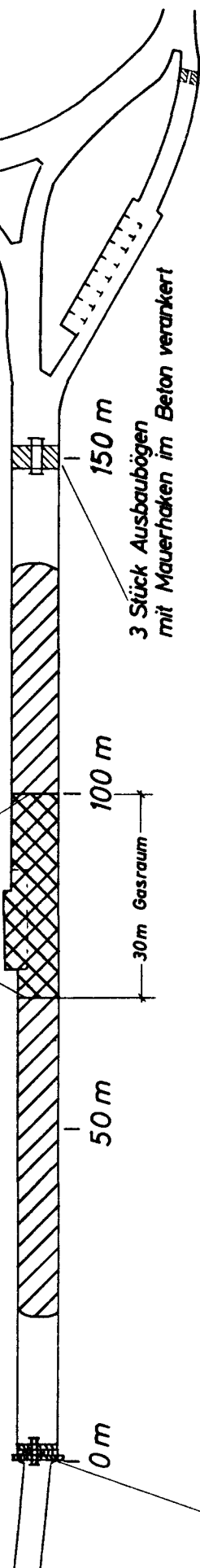


Fig. 8 : Situation des lieux de l'explosion n° 205 : Explosion de grisou contre des barrages en plâtre et des barrages en maçonnerie au puits de Dorstfeld

Légende, voir figure 8

Zündung : 1 Patrone Schwarzpulver und Schießbaumwolle
Plastikschirme
3 Stück Ausbaubögen mit Mauerhaken im Beton verankert

allumage : 1 cartouche de poudre noire et cordeau détonant
écrans en plastique
cintres en 3 pièces ancrés dans le béton au moyen de crochets



Mauerdamm 2,6 m dick

Vord. Mauer = 3 Stein = 77cm

Hint. Mauer = 2 1/2 Stein = 62,5cm

Zwischenraum = 1,25 m mit Steinen verpackt und mit Gesteinstaub verpresst

Dammrohr = 700 mm Ø

Streckenquerschnitt: 22,8 m²

Eingelassene Methanmenge : 80 m³

Interferometermessung : 8,5 % CH₄

Zündung : 1 Patr. Schwarzpulver u. Schießbaumwolle

Gipsdamm 25m dick

Streckenquerschnitt: 22,0 m²

Verarbeiteter Gips : 1220 Sack = 61 t

Verarbeitetes Wasser : 28,14 m³

Dammrohr 700 mm Ø mit Blindflansch

Stat. Druck: 2,7 atü

Stat. Druck: 1,8 atü

Stat. Druck: 3,6 atü



Fig. 9 : Situation des lieux de l'explosion n° 206 : Explosion de grisou contre des barrages en plâtre et des barrages en maçonnerie au puits de Dorstfeld

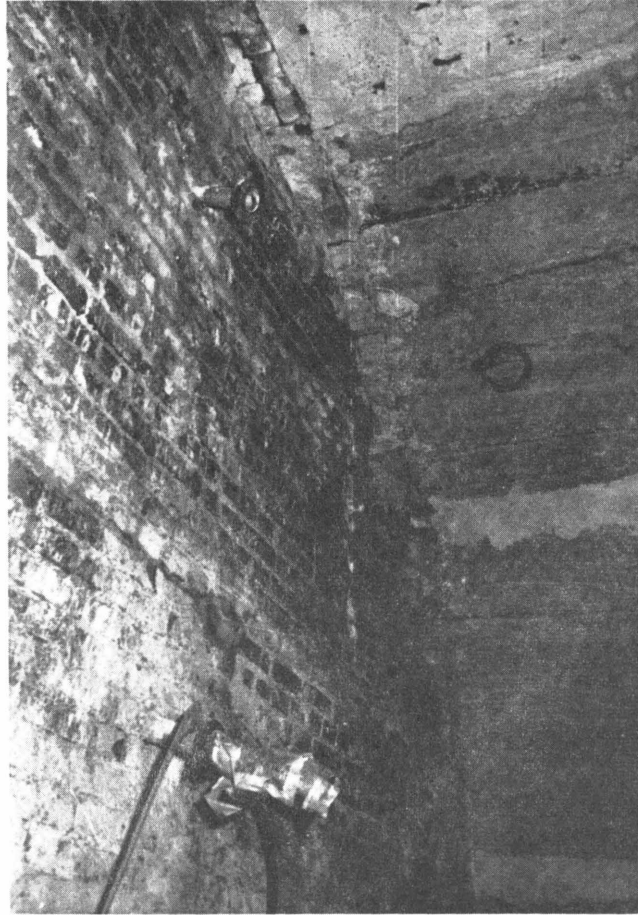


Fig. 10 : Barrage en maçonnerie après une forte explosion

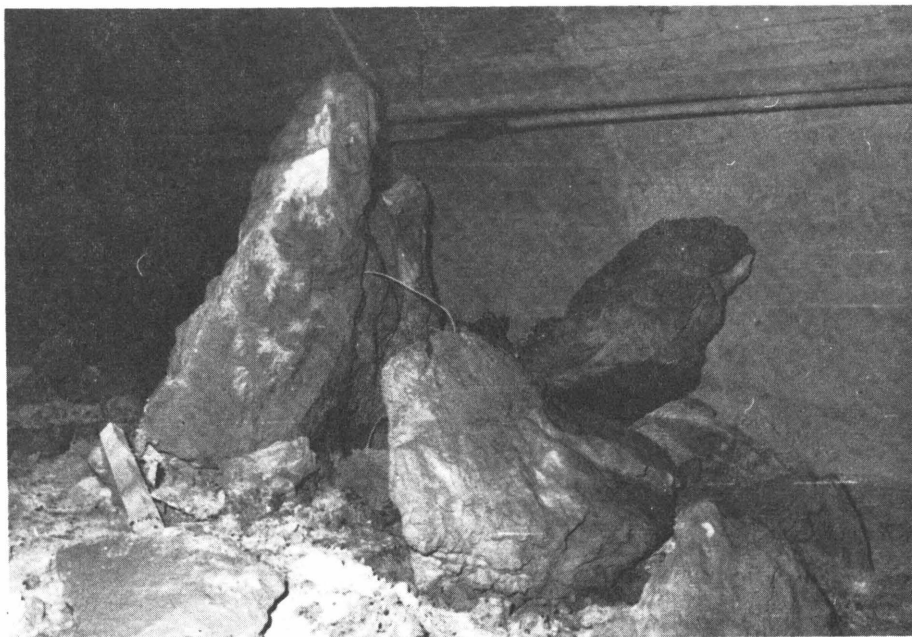


Fig. 11 : Restes du barrage en plâtre

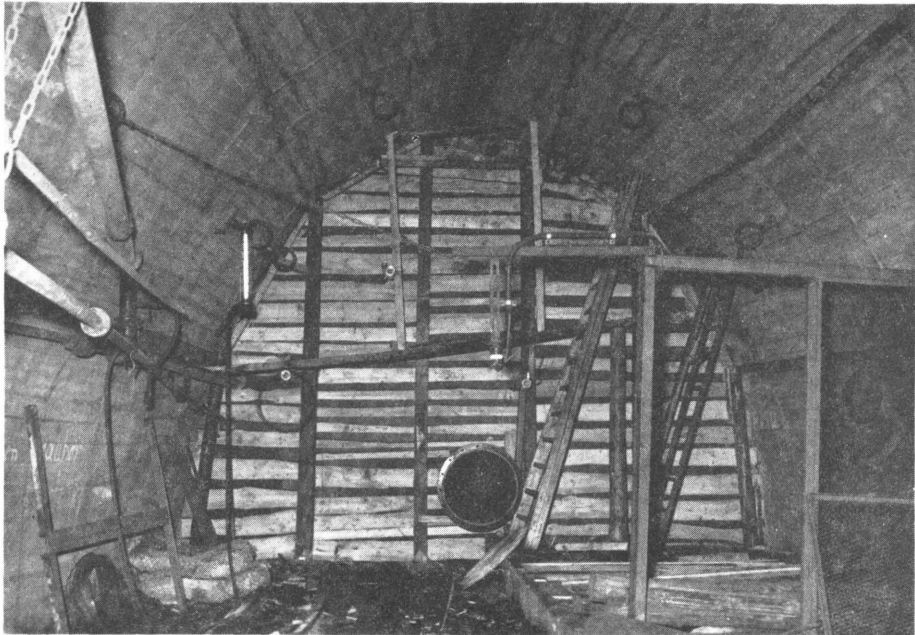


Fig. 12 : Barrage en plâtre terminé

(Légende, voir figure 8)

Der bei Explosions-Versuch Nr. 206 über dem Mauerdamm entstandene Hohlraum (in der Quetschholzlage) wurde mit nassem Gips verblasen

L'espace vide occasionné par l'explosion n° 206 fut remblayé avec du plâtre humide

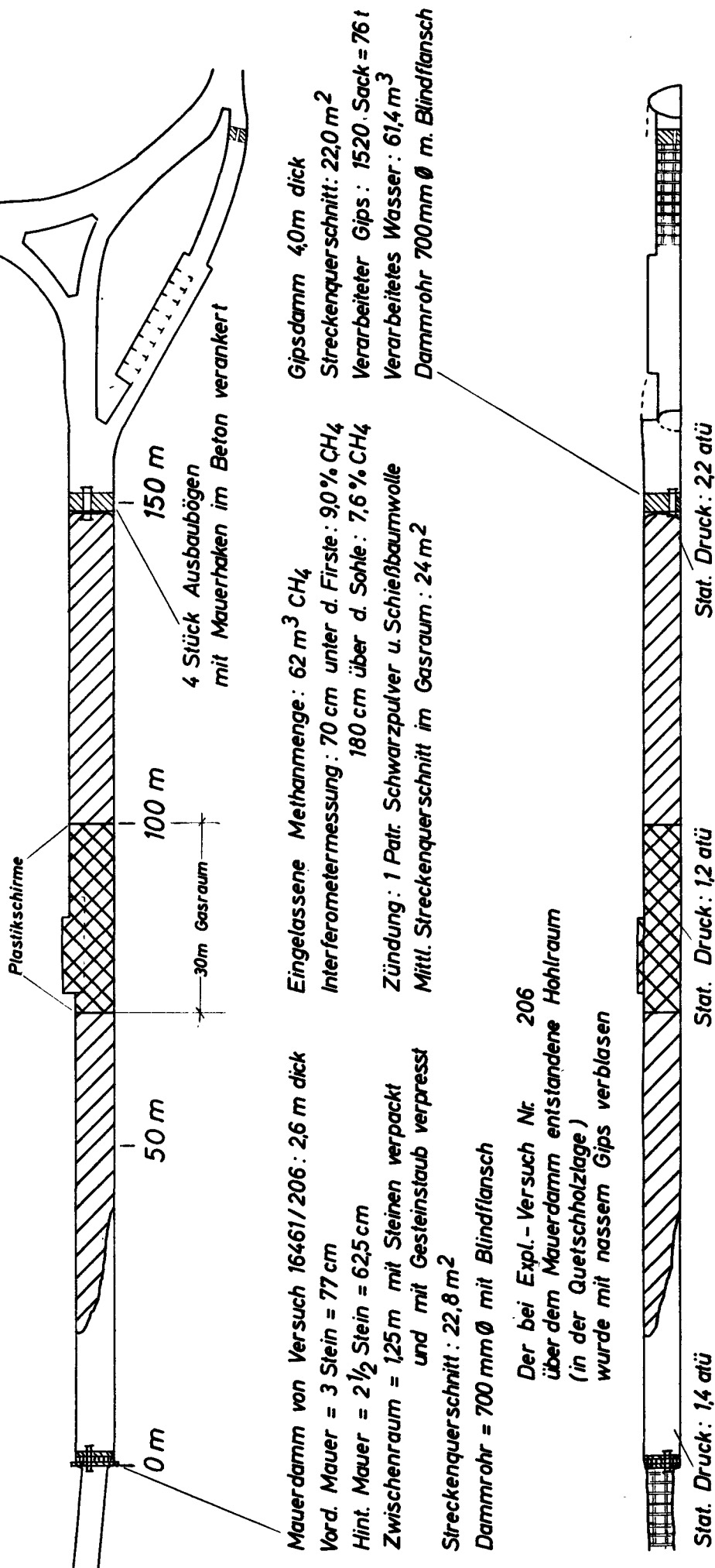


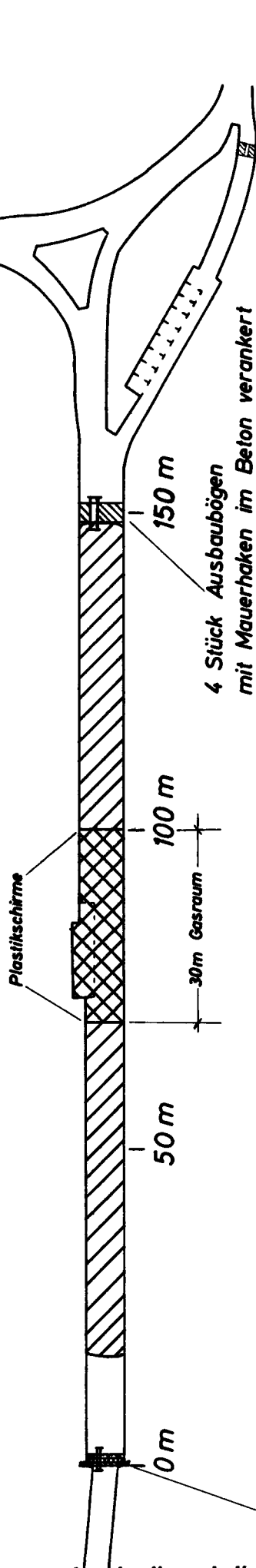
Fig. 13 : Situation des lieux de l'explosion n° 207 : Explosion de grisou contre des barrages en plâtre et des barrages en maçonnerie au puits de Dorstfeld



(Légende, voir figure 8)

Gipsdamm wurde im stehengebliebenen Teil armiert, der fehlende obere Teil ausgebessert mit Gips

La partie restante du barrage a été renforcée avec des fers ronds introduits dans des trous forés avec du plâtre sec. La partie supérieure manquante du barrage a été remplie de plâtre.



Mauerdamm von Versuch Nr. 16462/207: 2,6 m

Vord. Mauer = 3 Stein = 77cm

Hint. Mauer = 2 1/2 Stein = 62,5 cm

Zwischenraum = 1,25 m mit Steinen verpackt und Gesteinstaub verpresst

Streckenquerschnitt = 22,8 m²

Dammrohr = 700 mm Ø mit Blindflansch

Eingelassene Methanmenge: 96 m³

Interferometermessung: 70 cm unter d. Firste = 10,3% CH₄

180 cm über d. Sohle = 9,9% CH₄

Zündung: 1 Patr. Schwarzpulver u. Schießbaumwolle

Mittl. Streckenquerschnitt im Gasraum: ~ 24 m²

Gipsdamm von Versuch Nr. 16462/207

wurde im stehengebliebenen Teil ar-

miiert, der fehlende obere Teil aus -

gebessert mit 27,95 t Gips

und 15,48 m³ Wasser.

Streckenquerschnitt: 22 m²

Dammrohr 700 mm Ø m. Blindflansch

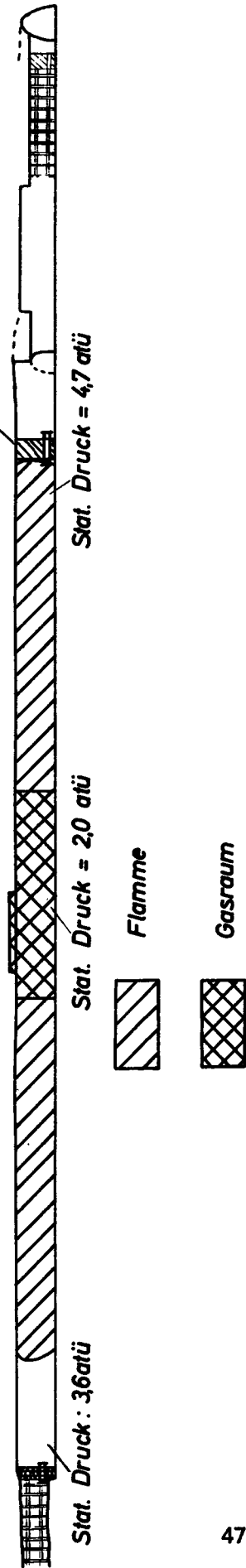


Fig. 15: Situation des lieux de l'explosion n° 208 : Explosion de grisou contre des barrages en plâtre et des barrages en maçonnerie au puits de Dorstfeld

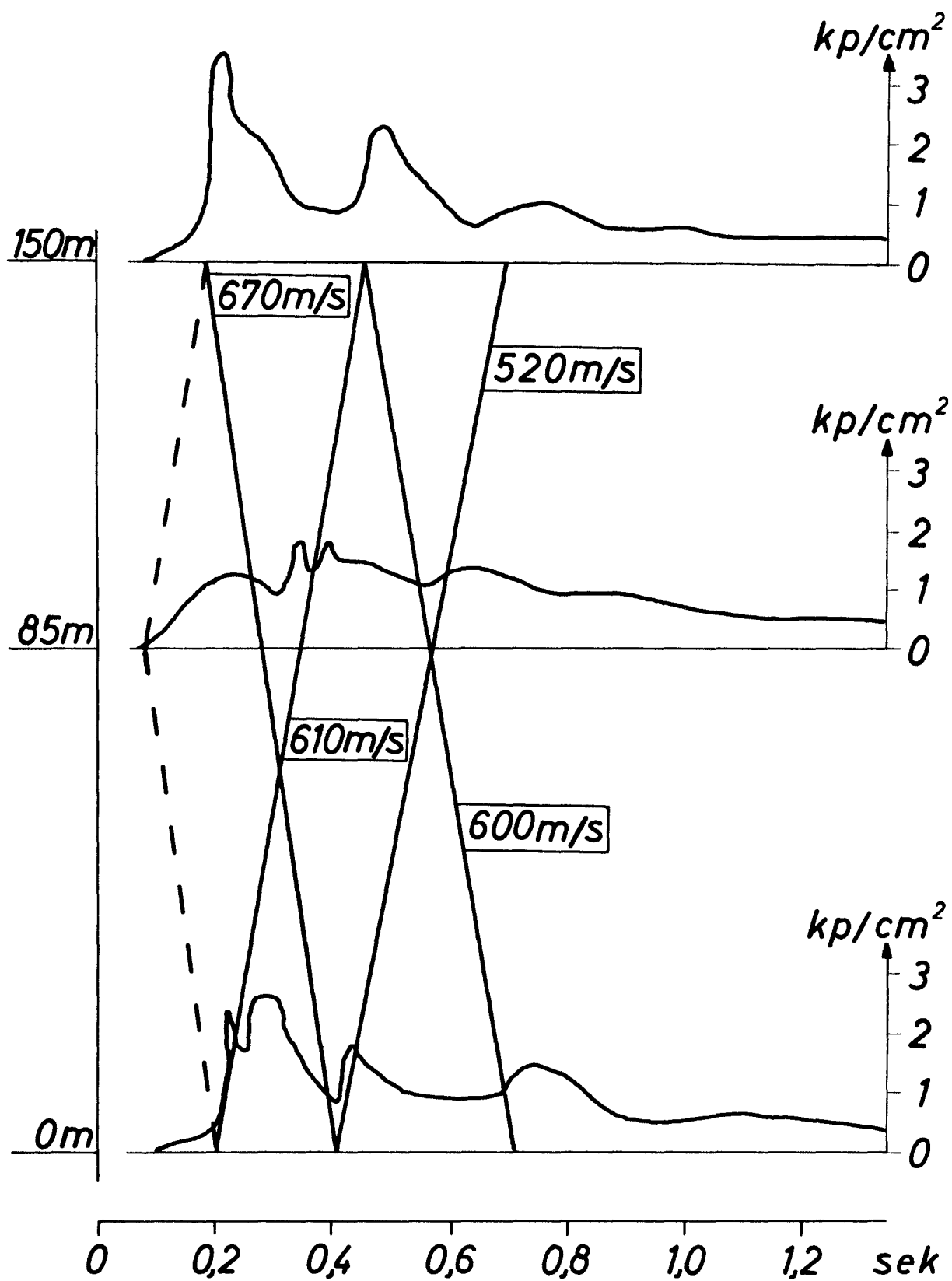


Fig. 16 : Diagramme pression-temps en différents points de la galerie d'explosion et vitesse des ondes de pression (explosion n° 206)

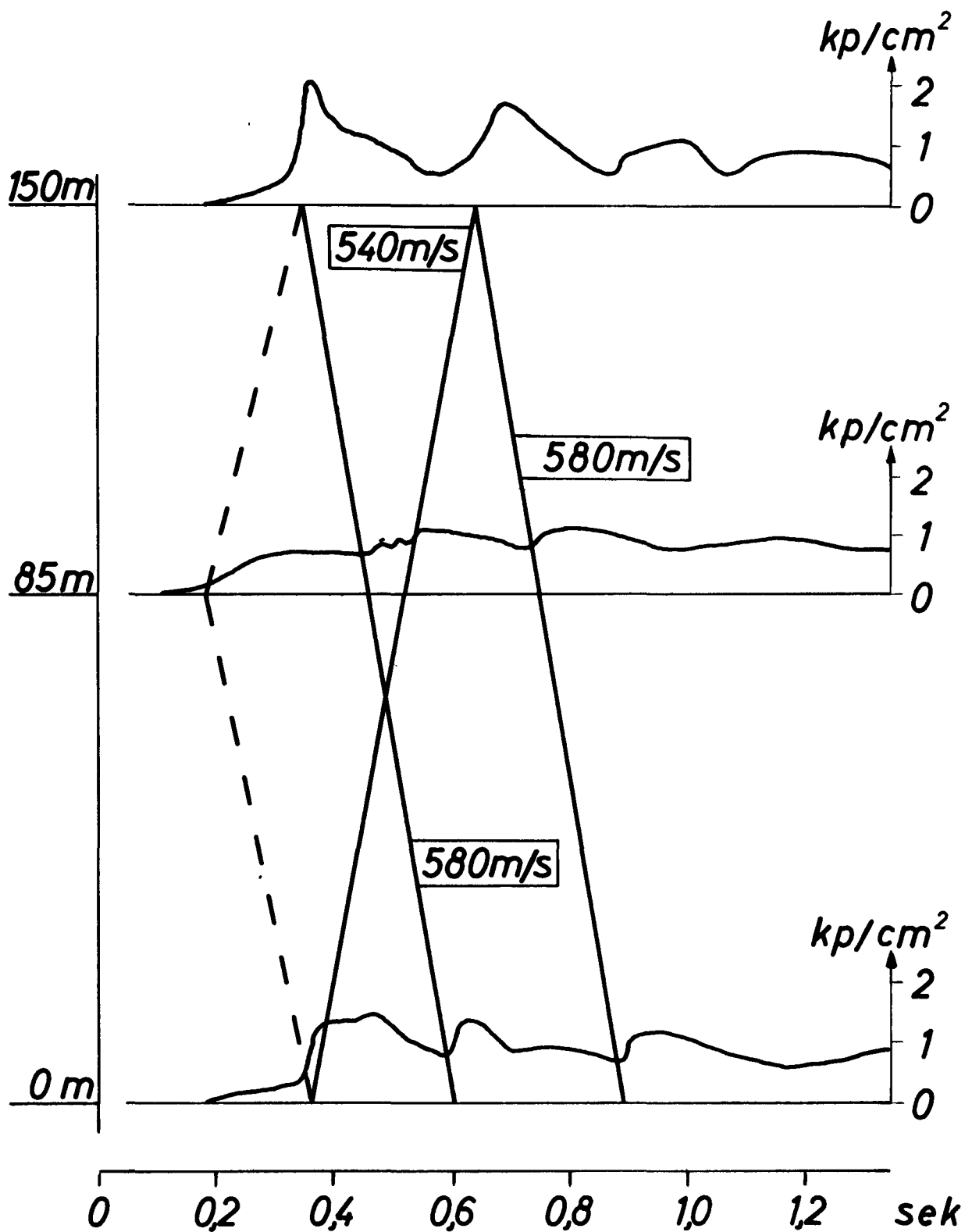


Fig. 17 : Diagramme pression-temps en différents points de la galerie d'explosion et vitesse des ondes de pression (explosion n° 207)

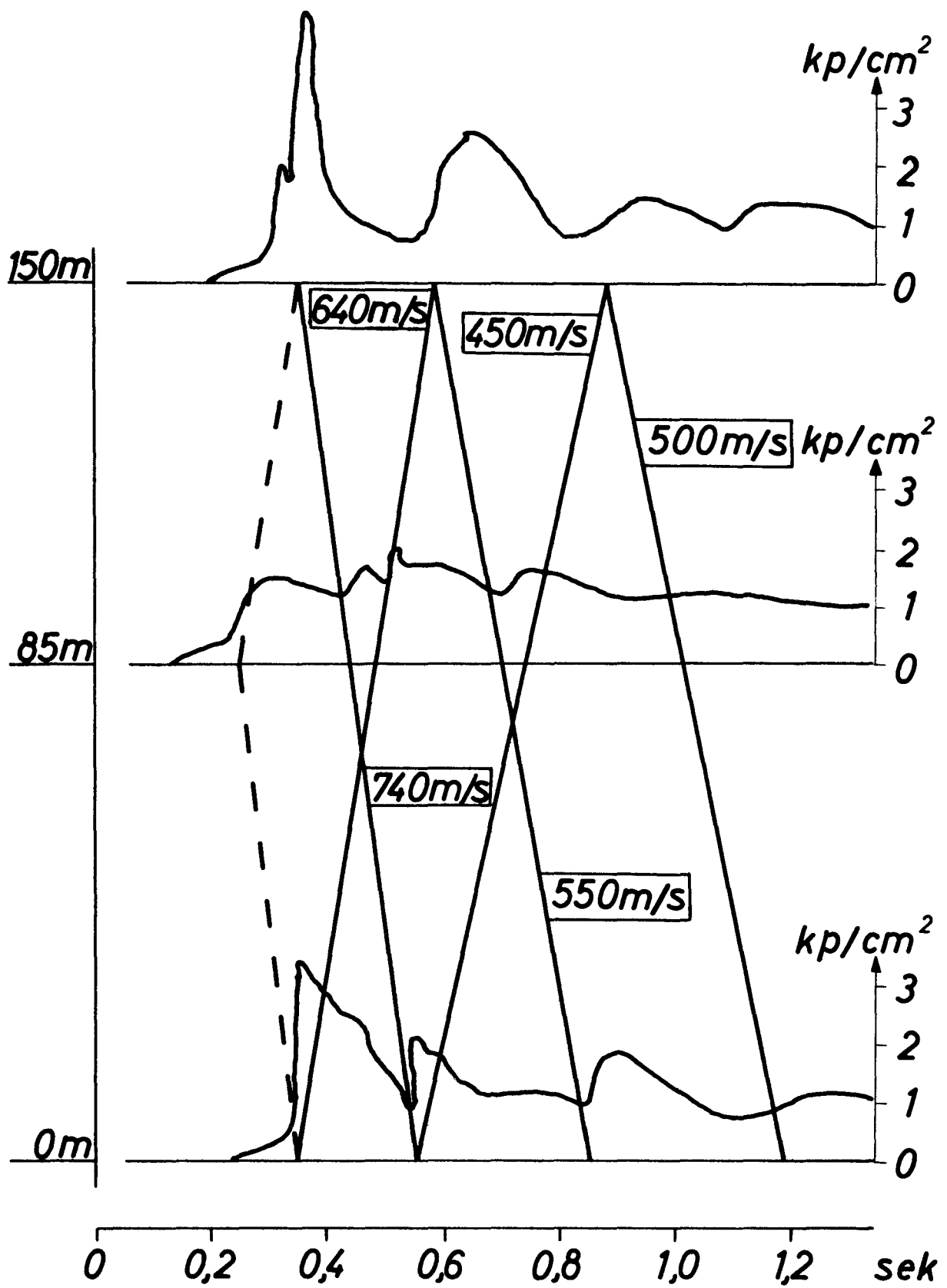


Fig. 18 : Diagramme pression-temps en différents points de la galerie d'explosion et vitesse des ondes de pression (explosion n° 208)



Fig. 19 : Claies à poussières de charbon dans la salle des transformateurs



Fig. 20 : Arrêt-barrage à eau et claies à poussières de charbon

| | |
|--|---|
| Südlicher Streckeneingang mit Gipsstücken zugepackt | entrée de la galerie sud bouchée avec des blocs de plâtre |
| Horden | clates |
| Kohlenstaub | poussières de charbon |
| Kohlenstaubhorden quergestellt | clates de poussières de charbon disposées transversalement |
| Wassersperre | arrêt-barrage à eau |
| Bühne | planche |
| Tröge | auges |
| Gesamtmenge | quantité totale |
| Gasraum | chambre à grisou |
| Eingelassene Methanmenge | quantité de grisou introduite |
| Interferometermessung | mesure à interféromètre |
| Zündung | allumage |
| Schwarzpulver | poudre noire |
| Schießbaumwolle | cordon détonant |
| Gipsdamm | barrage en plâtre |
| Verarbeiteter Gips | plâtre employé |
| Verarbeitetes Wasser | eau employée |
| Lutte | buse |
| Blindflansch | couvercle |

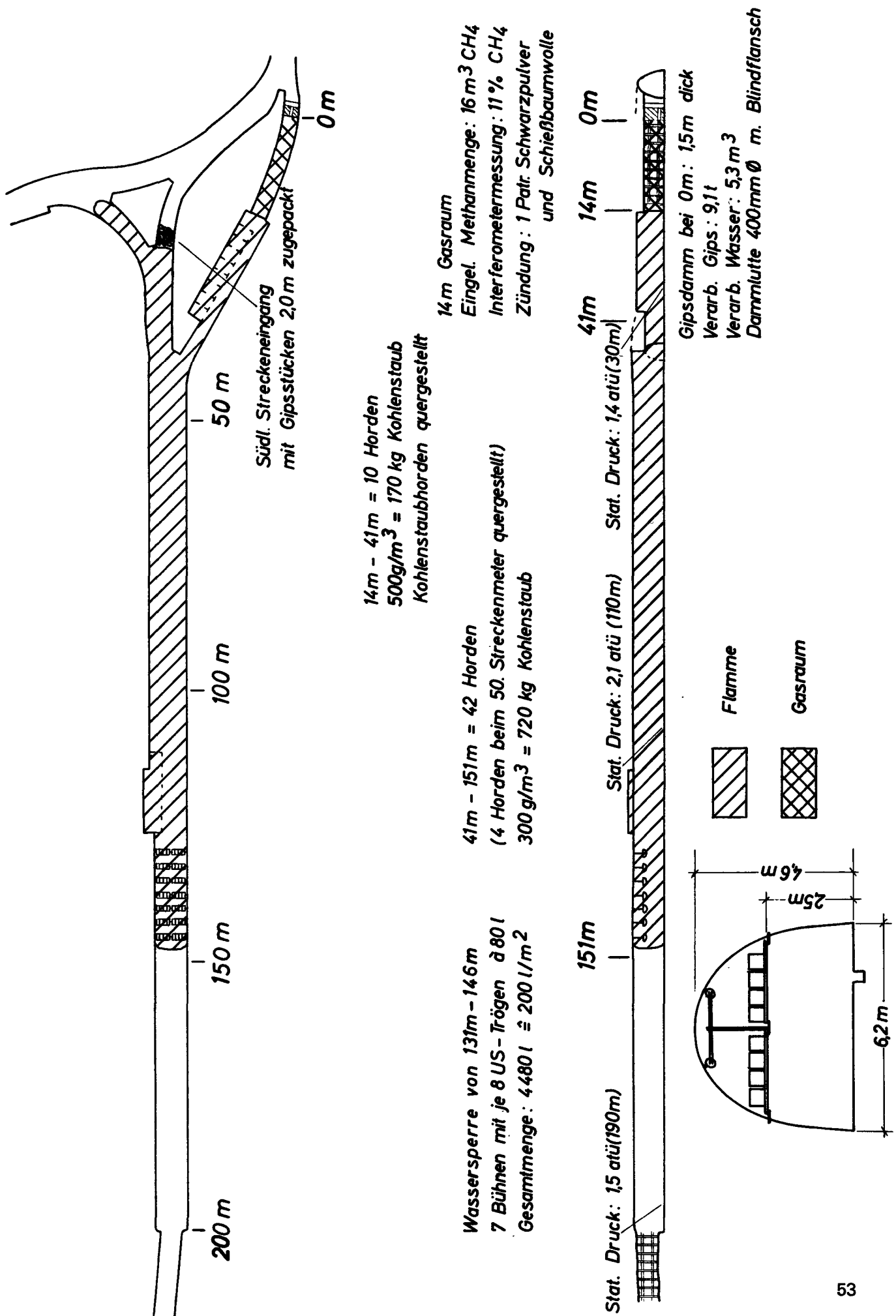


Fig. 21 : Explosion n° 209 de grisou et de poussière pour la mise à l'épreuve d'arrêt-barrage à eau au puits de Dorstfeld

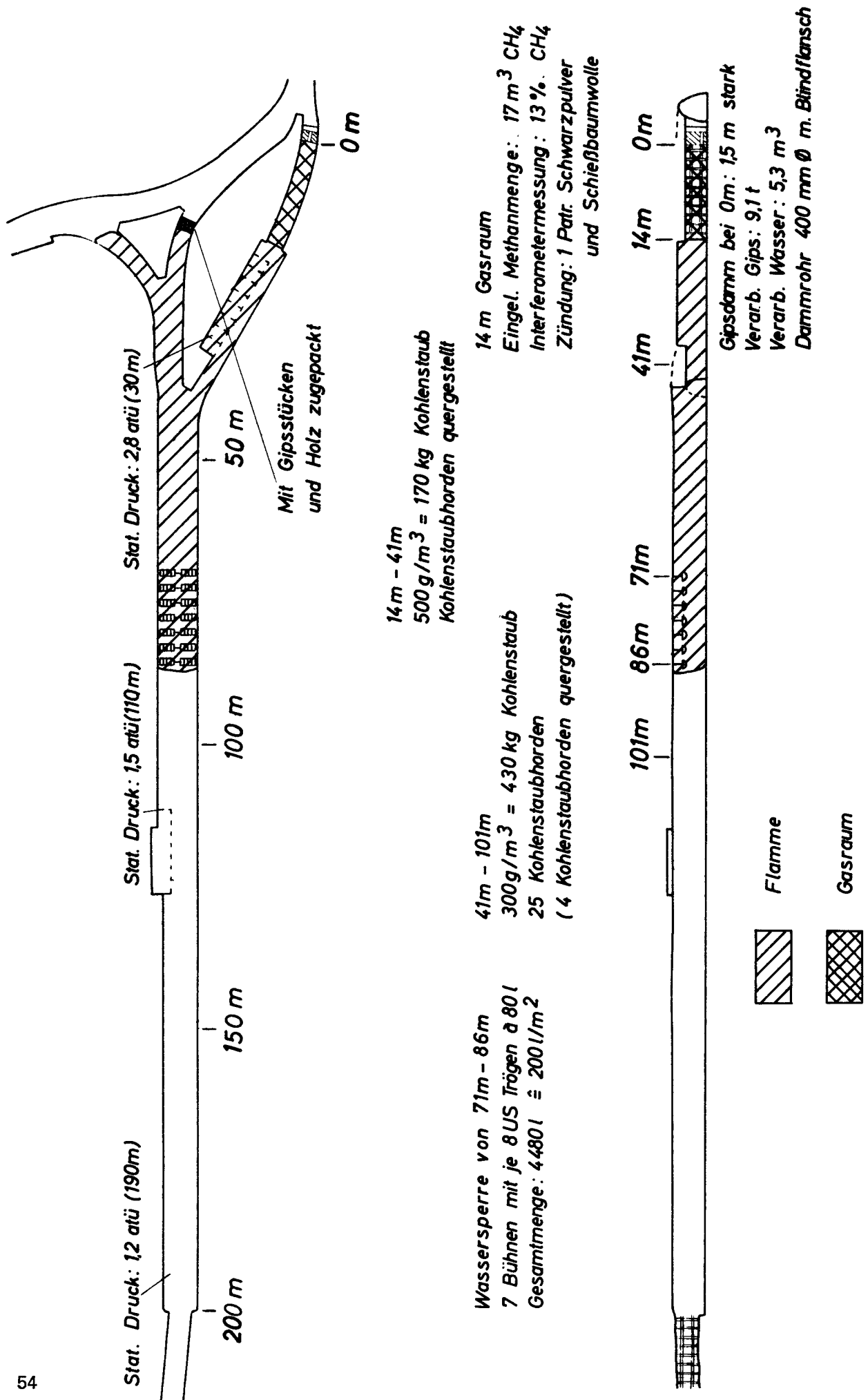
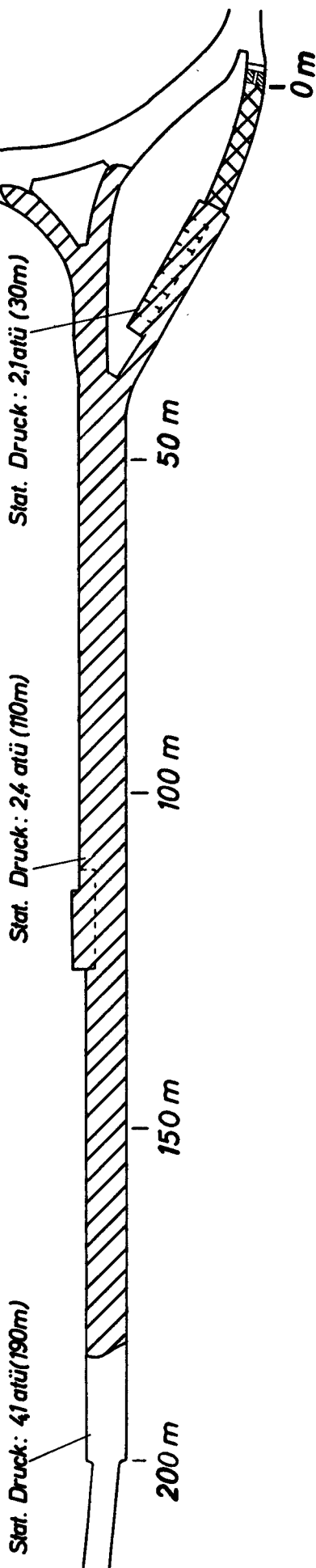


Fig. 22 : Explosion n° 210 de grisou et de poussières pour la mise à l'épreuve d'arrêt-barrage à eau au puits de Dorstfeld

(Légende, voir figure 21)

Gipsdamm von Versuch Nr. 210 blieb unausgebessert stehen. Es wurde eine Mauer aus aufgestapelten Gipsböcken davor gesetzt.

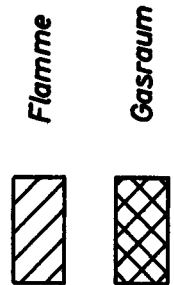
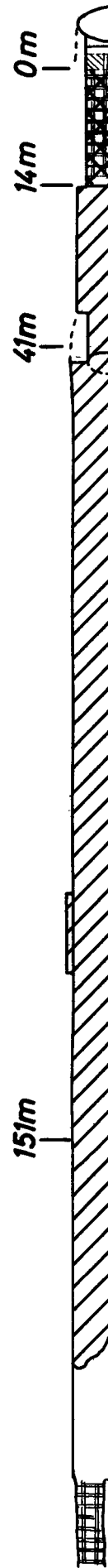
Le barrage en plâtre de l'essai n° 210 n'a pas été amélioré. Un mur de sacs de plâtre a été érigé devant le barrage.



41m - 151m
 300g/m³ = 720 kg Kohlenstaub
 40 Kohlenstaubhorden
 (4 Kohlenstaubhorden quergestellt)

14m - 41m
 500g/m³ = 170 kg Kohlenstaub
 10 Kohlenstaubhorden quergestellt

0m - 14m
 Eingel. Methanmenge: 14 m³ CH₄
 Interferometermessung: 12,8 % CH₄
 Zündung: 1 Patr. Schwarzpulver
 und Schießbaumwolle



Gipsdamm von Versuch Nr. 16465/210 blieb unausgebessert stehen. Es wurde eine Mauer aus aufgestapelten Gipsböcken davor gesetzt

Fig. 23 : Explosion n° 211 de grisou et de poussières pour la mise à l'épreuve d'arrêt-barrage à eau au puits de Dorstfeld

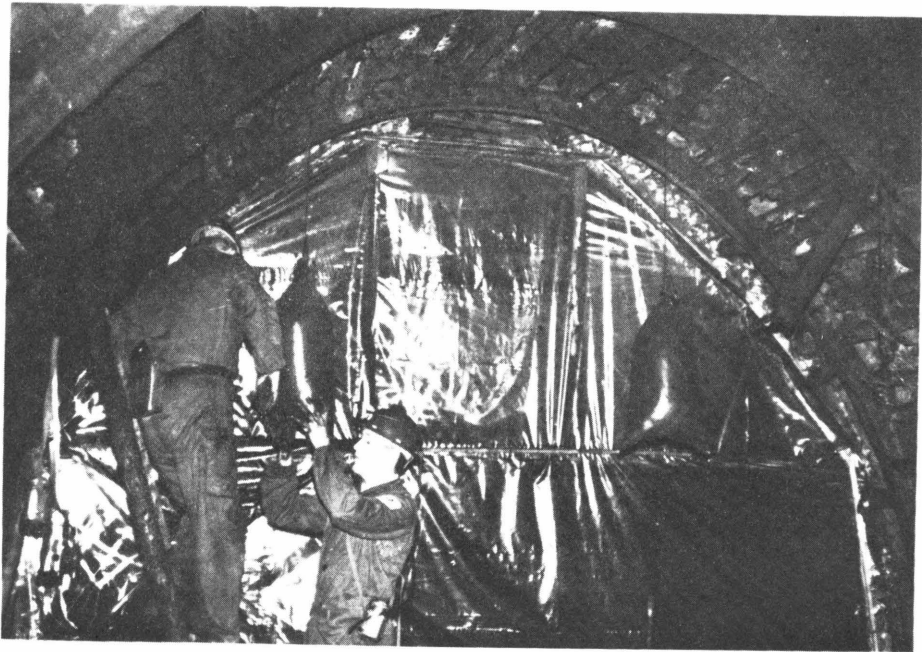


Fig. 25 : Tente en plastique pour l'accumulation de grisou

| | |
|----------------------------------|---|
| Mauer von 2 Steinen | mur de 2 briques |
| Plastikzelt | tente en plastique |
| Querhorden | claires transversales |
| Kohlenstaub | poussières de charbon |
| Kohlenstaubstreuung | épardage de poussières de charbon |
| vermischt mit Gesteinstaub | mélangé avec de la poussière stérile |
| Wassersperre mit Stoßrögen | arrêt-barrage à eau avec des claires latérales |
| Alte Gesteinstaubsperrre | ancien arrêt-barrage en poussières stériles |
| 10 Bühnen auf je einem Holm | 10 plates-formes d'une planche |
| ca. 300 kg Gesteinstaub je Bühne | environ 300 kg de poussières stériles par plate-forme |
| Wasserschnellsperre | arrêt-barrage rapide à eau |
| Längenprofil | profil en long |
| Streckenaustrau : Klönne Bögen | soutènement de galerie : cintres Klönne |
| Querschnitt | section |
| Bauabstand | distance |
| Verzug | garnissage |
| Schalhölzer | planches |
| Stoßsperre | arrêt-barrage latéral |
| Schnellsperre | arrêt-barrage rapide |

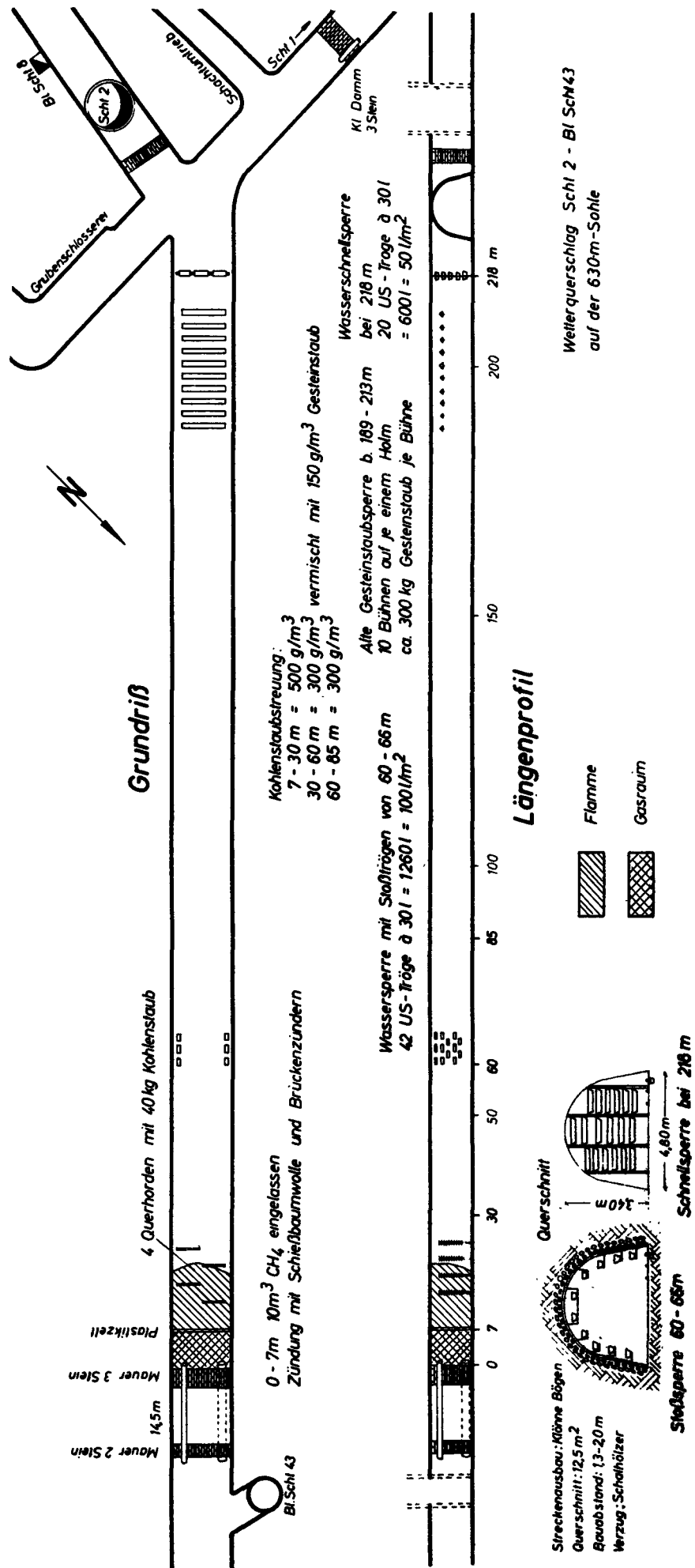
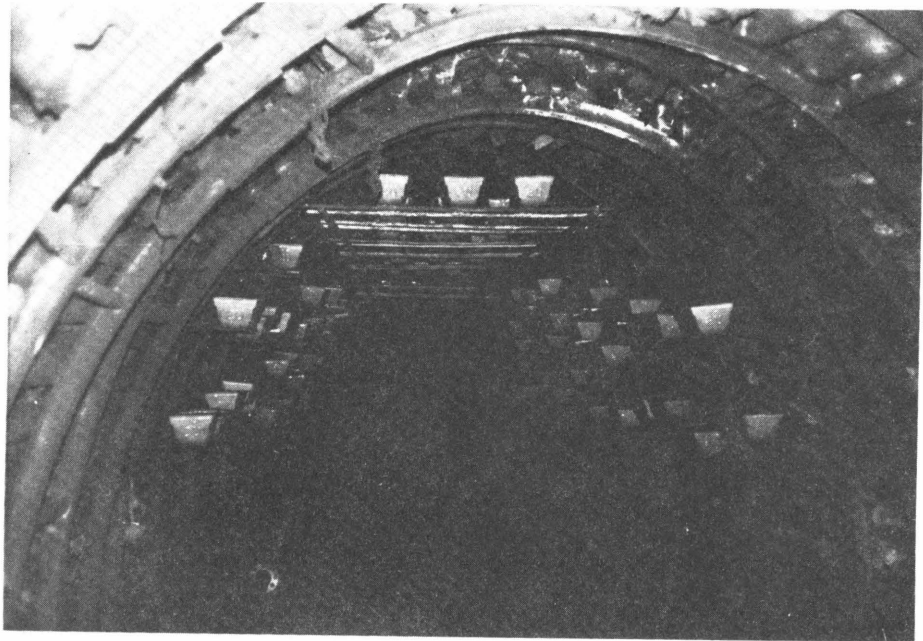


Fig. 26 : Essai d'explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage en eau à la mine König Ludwig (explosion n° 250)



(Légende, voir figure 26)

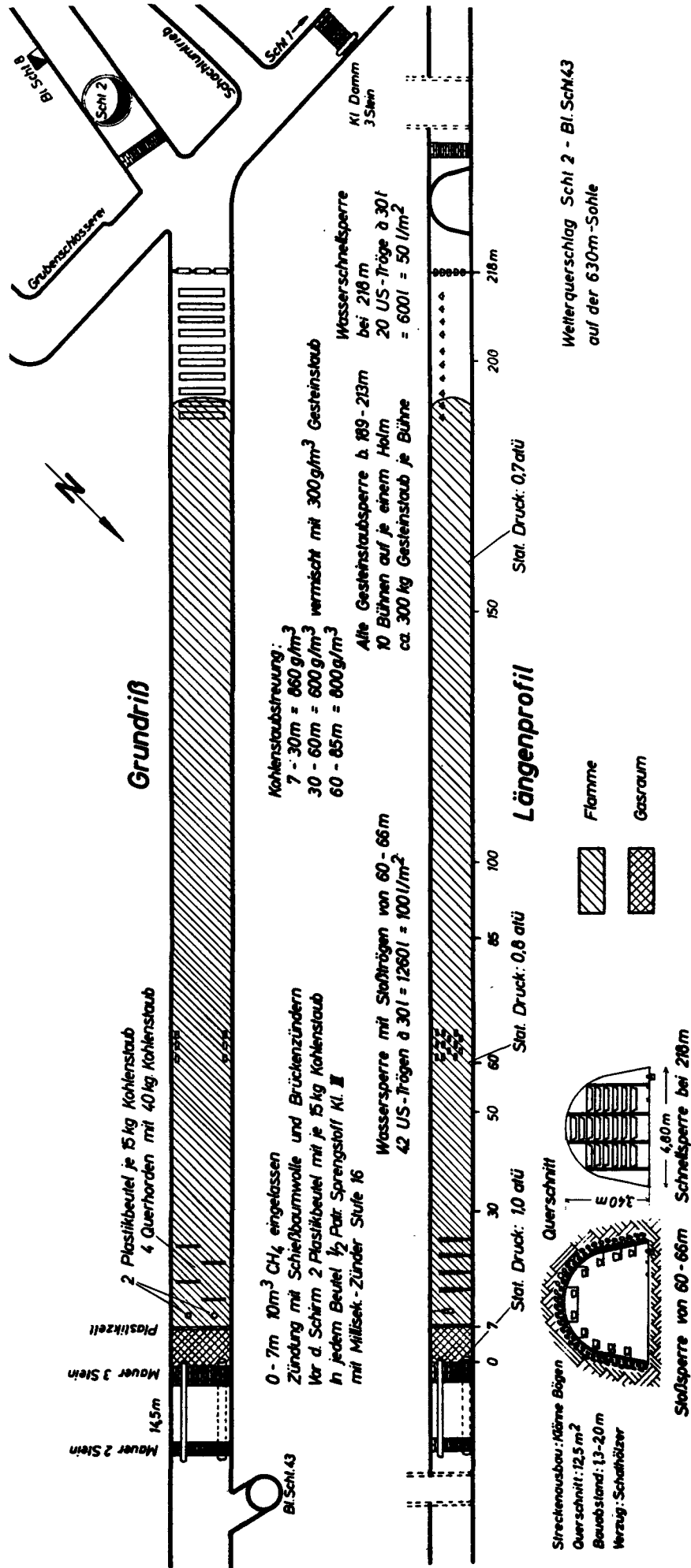


Fig. 28 : Essai d'explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage en eau à la mine König Ludwig (explosion n° 251)

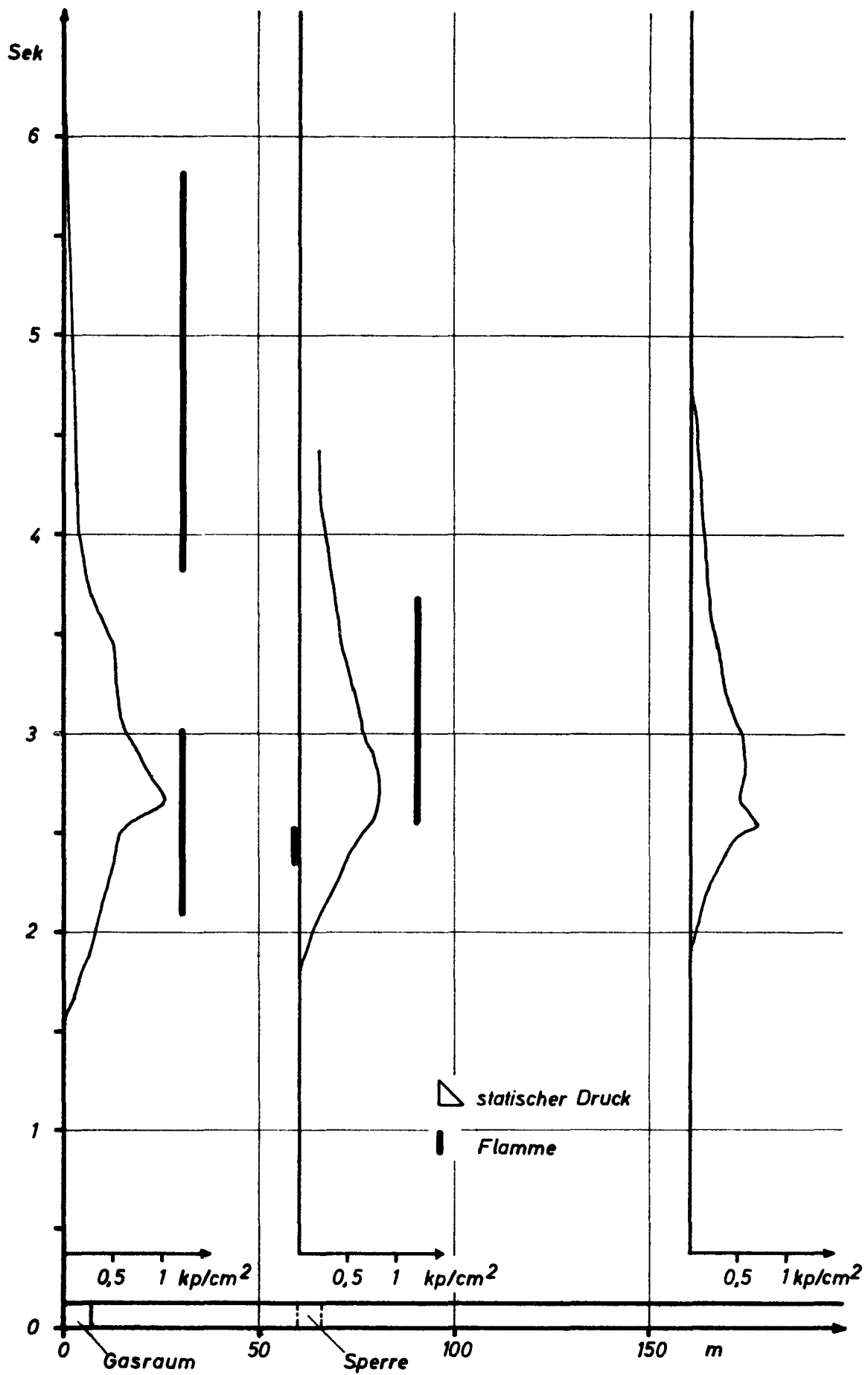


Fig. 29 : Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps (explosion n° 251)

(Légende, voir figure 26)

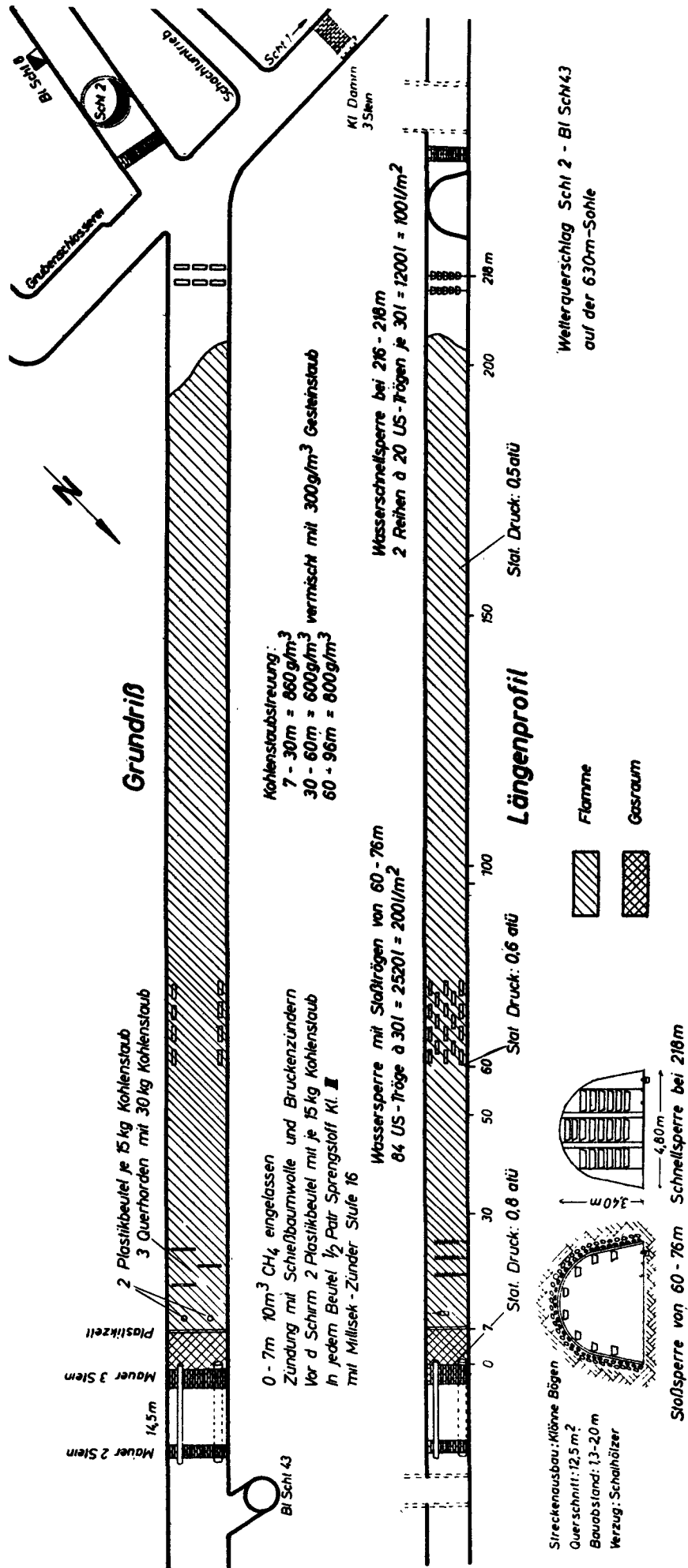


Fig. 30 : Essai d'explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage en eau à la mine König Ludwig (explosion n° 252)

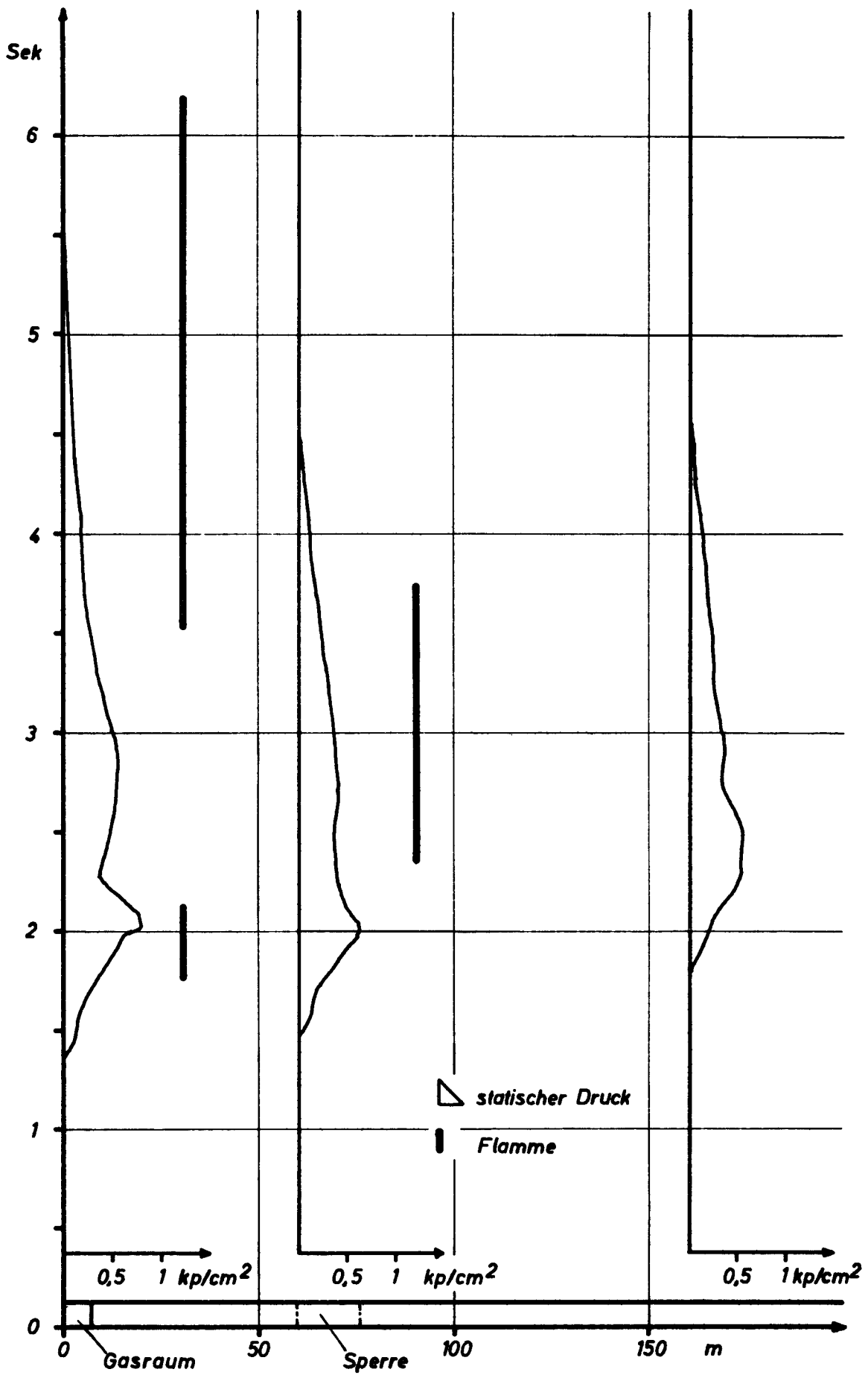


Fig. 31 : Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps (explosion n° 252)

2 Plastikbeutel je 15 kg Kohlenstaub

3 Querhorden mit 30 kg Kohlenstaub

Tröge an den Schmalseiten gebohrt und in Ketten aufgehängt

2 sachets en plastique avec 15 kg de poussières de charbon

3 claies transversales avec 30 kg de poussières de charbon

augets pendus à des chaînes

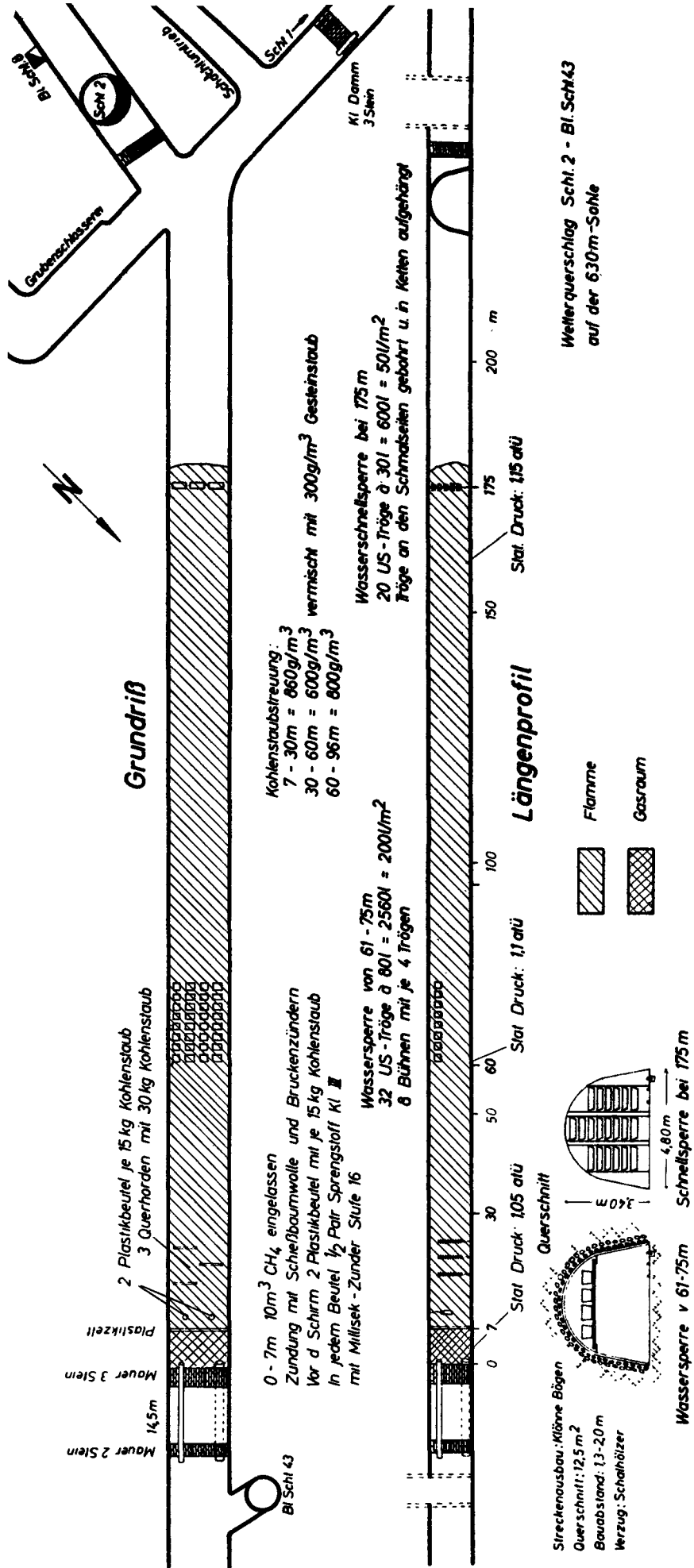


Fig. 32 : Explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage à eau à la mine König Ludwig (explosion n° 254)

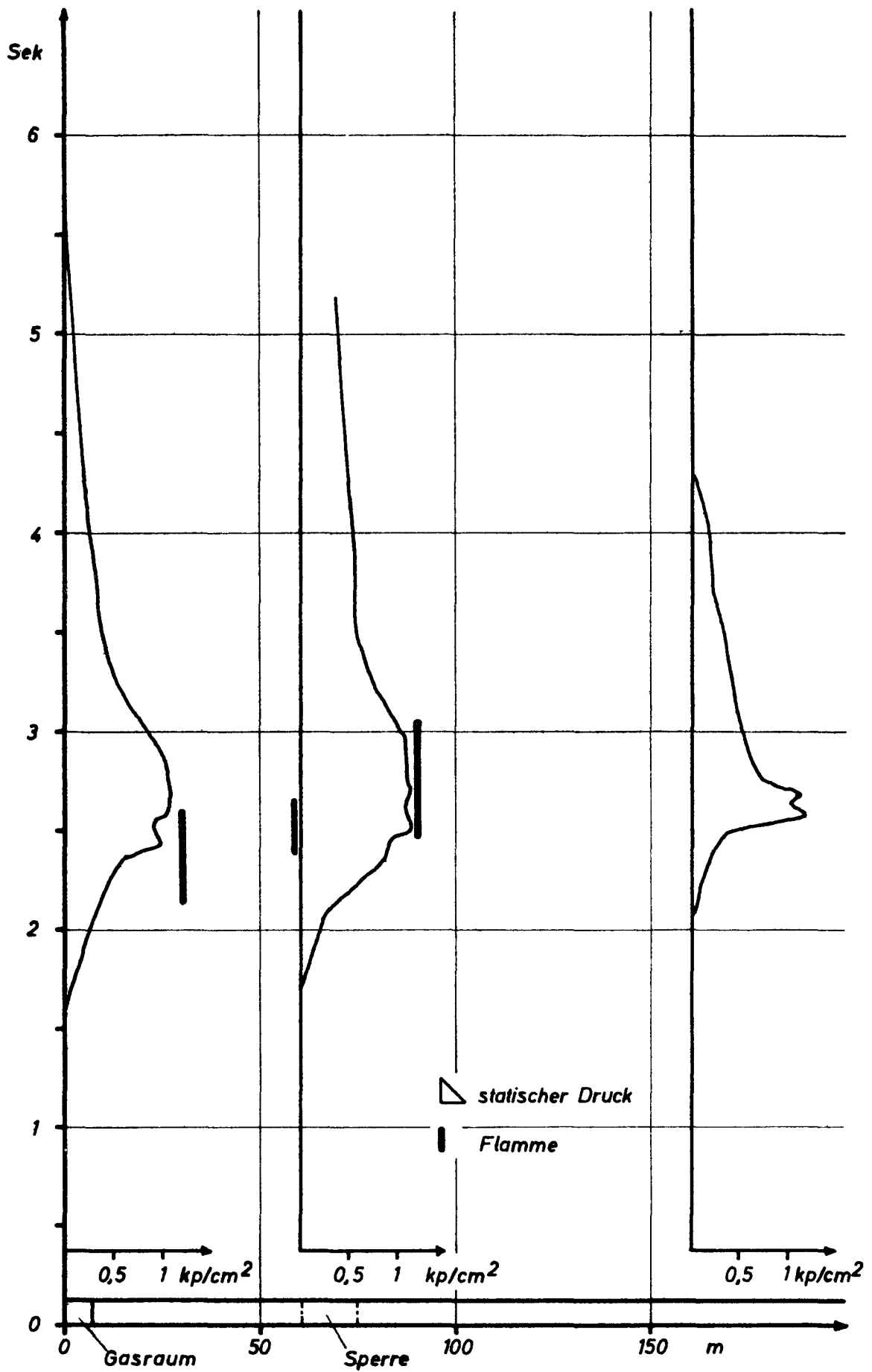


Fig. 33 : Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps (explosion n° 254)

(Légende, voir figure 32)

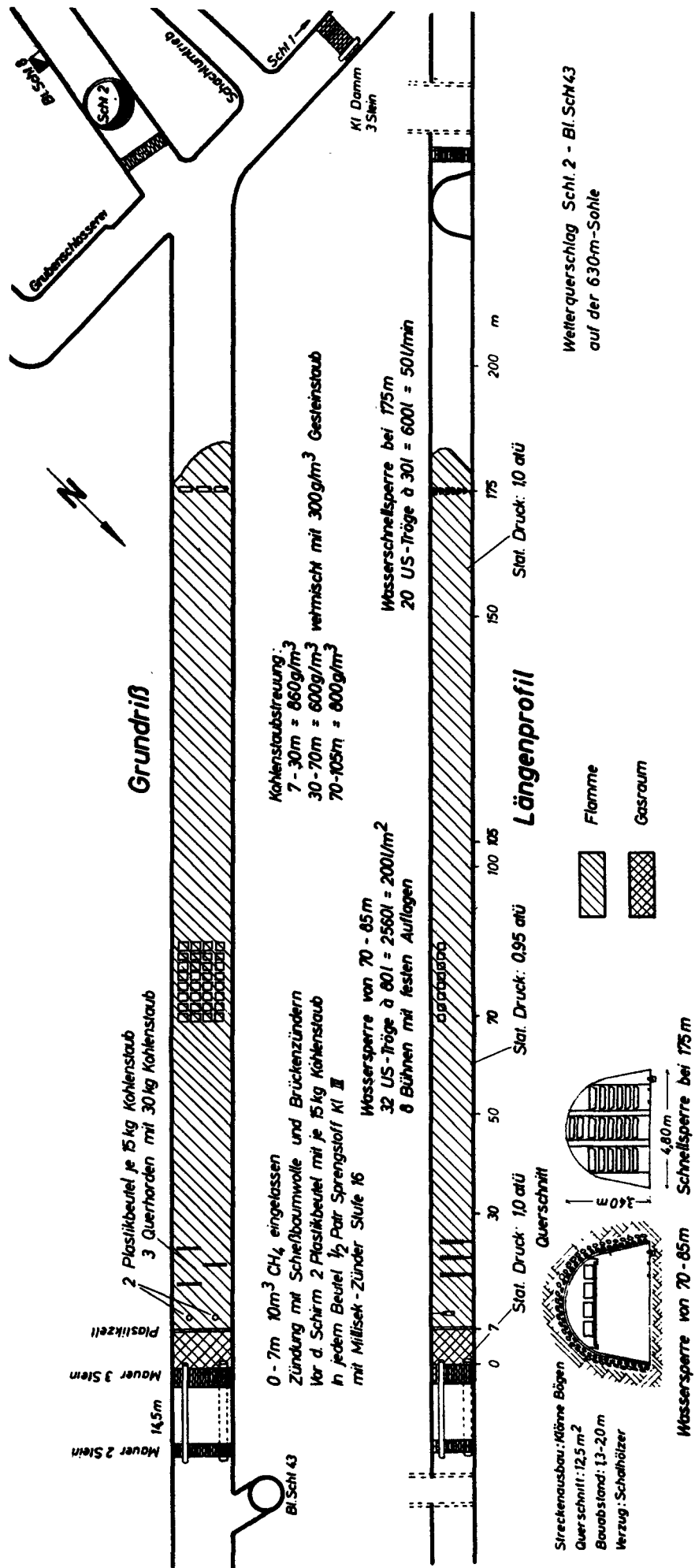


Fig. 34 : Explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage à eau à la mine König Ludwig (explosion n° 255)

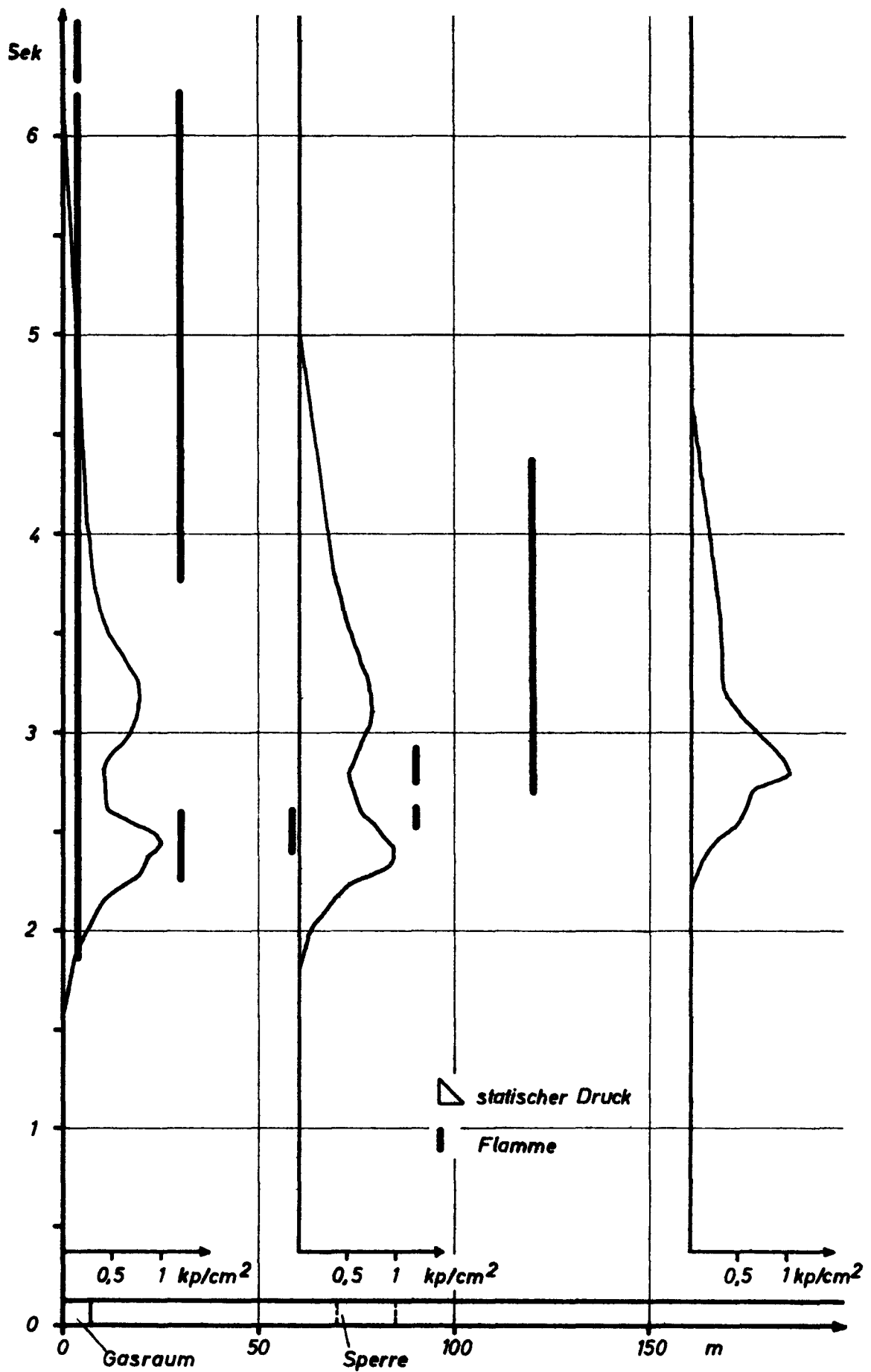


Fig. 35 : Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps (explosion n° 255)

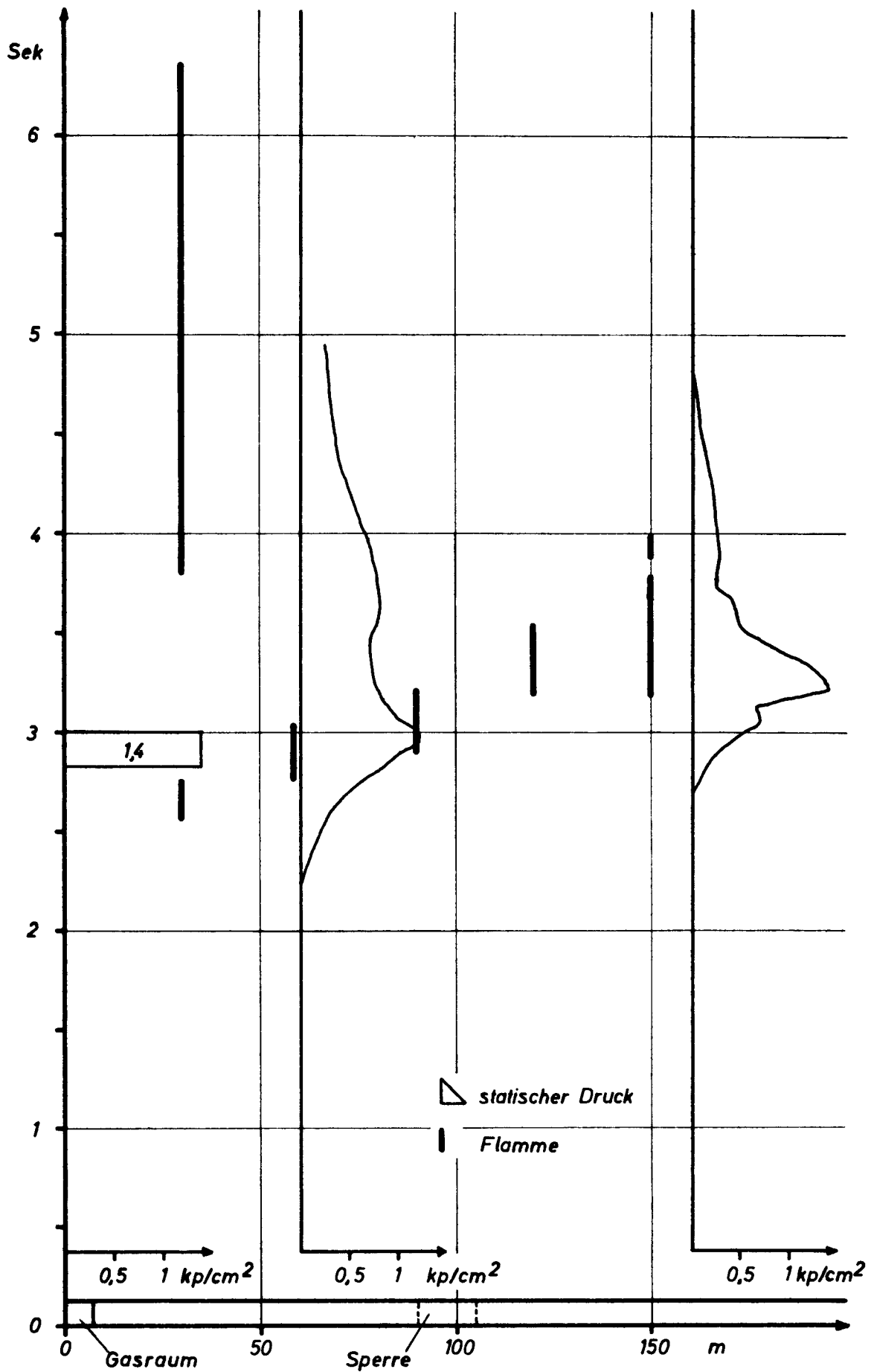


Fig. 37 : Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps (explosion n° 256)

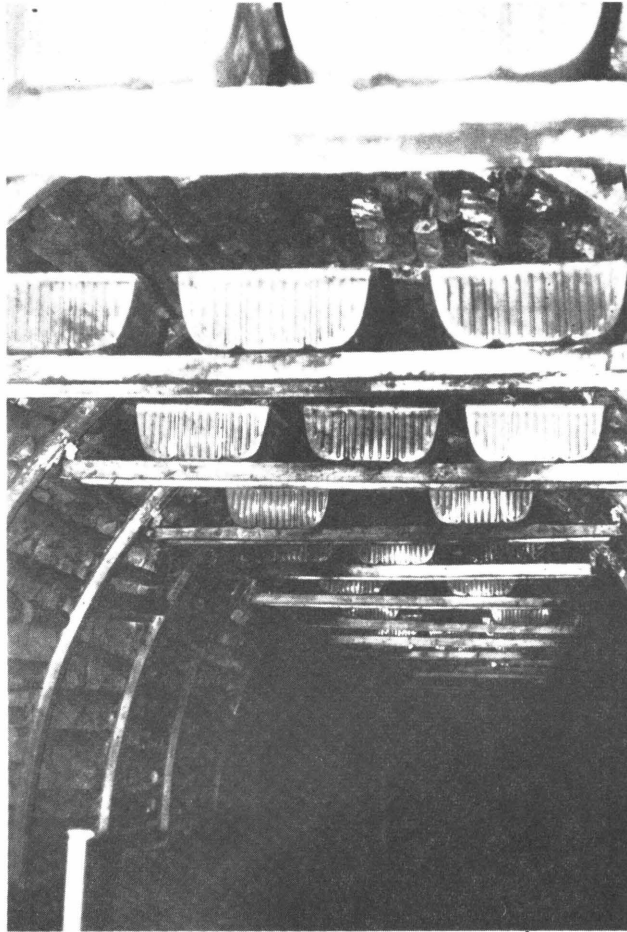


Fig. 38 : Arrêt-barrage à eau en réalisation étirée

(Légende, voir figure 32)

72

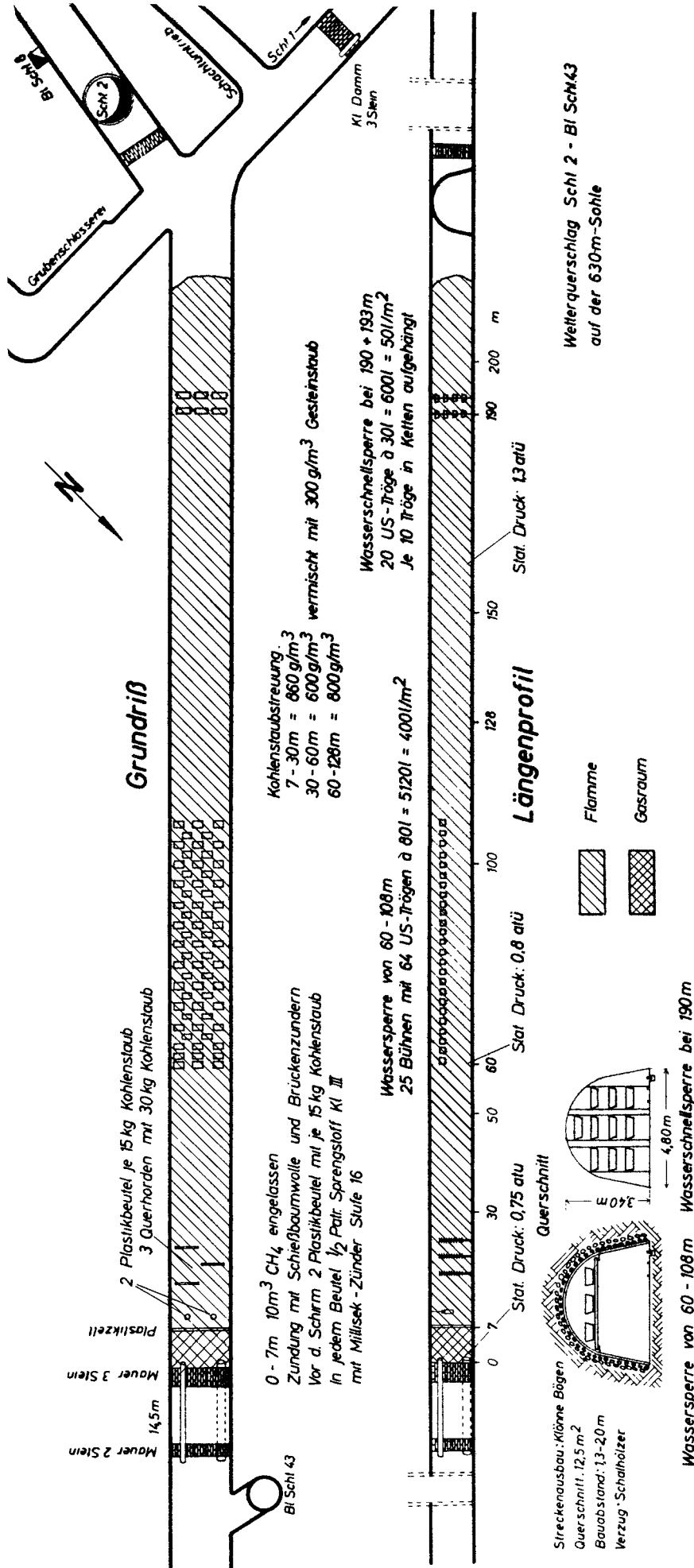


Fig. 39 : Explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage à eau à la mine König Ludwig (explosion n° 258)

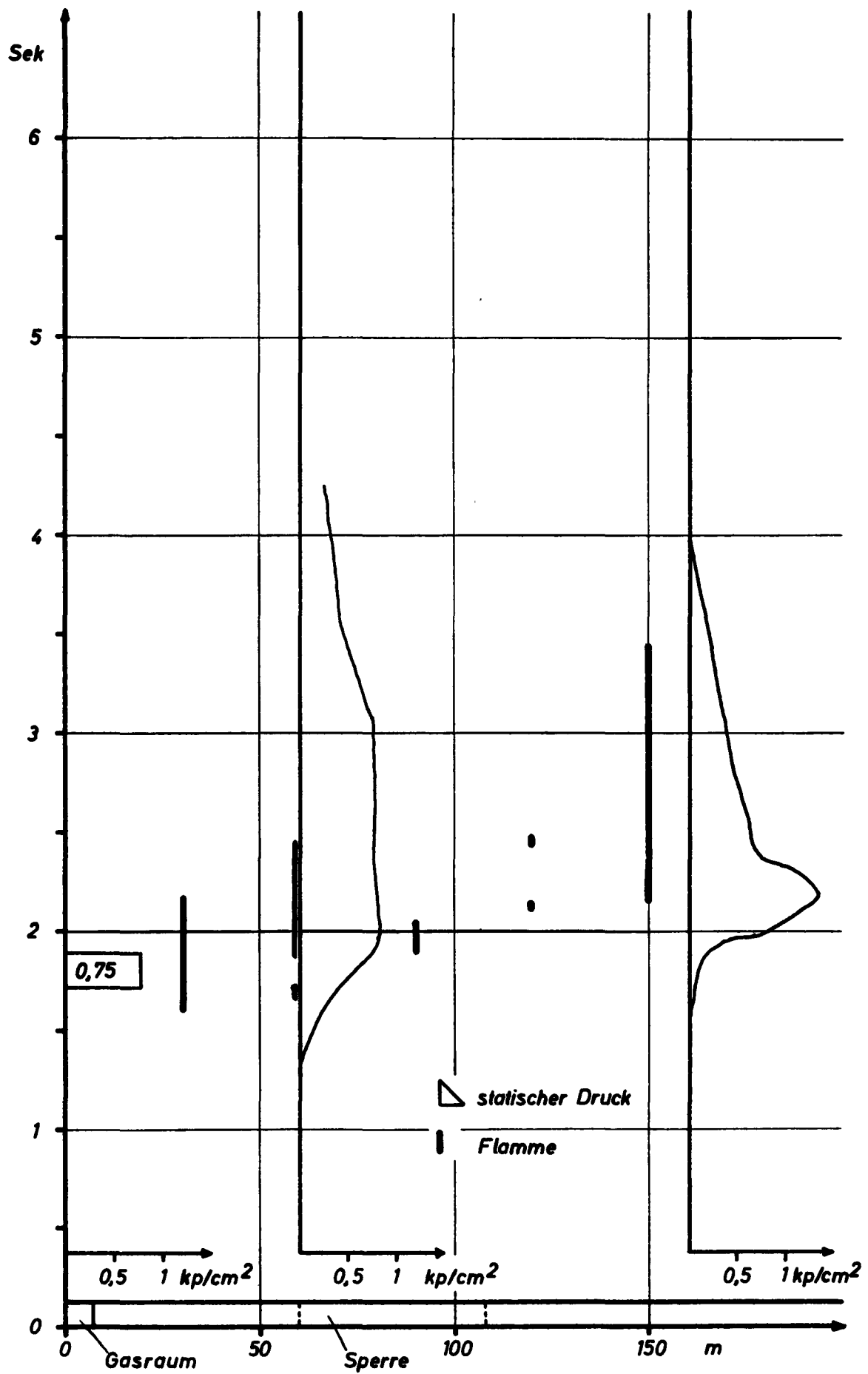


Fig. 40 : Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps (explosion n° 258)

(Légende, voir figure 32)

74

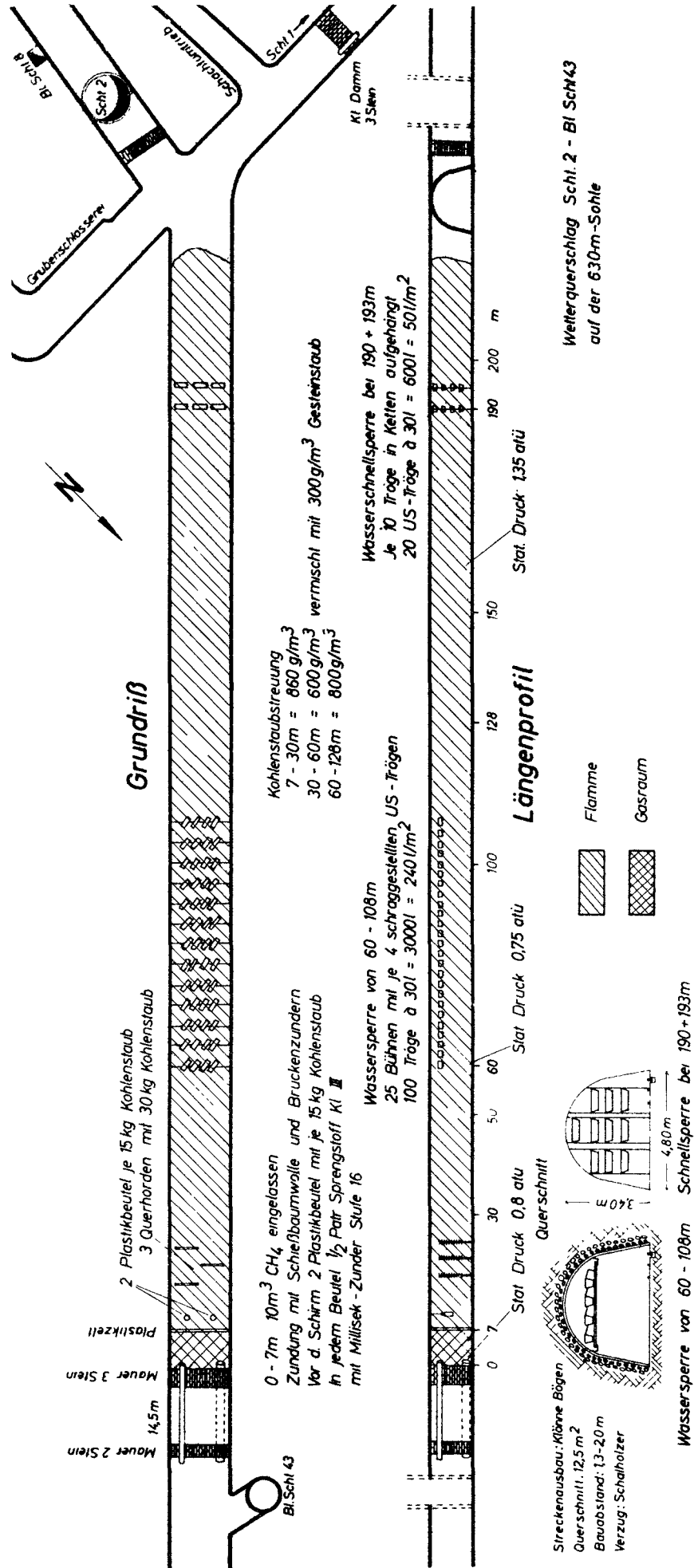


Fig. 41 : Explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage à eau à la mine König Ludwig (explosion n° 259)

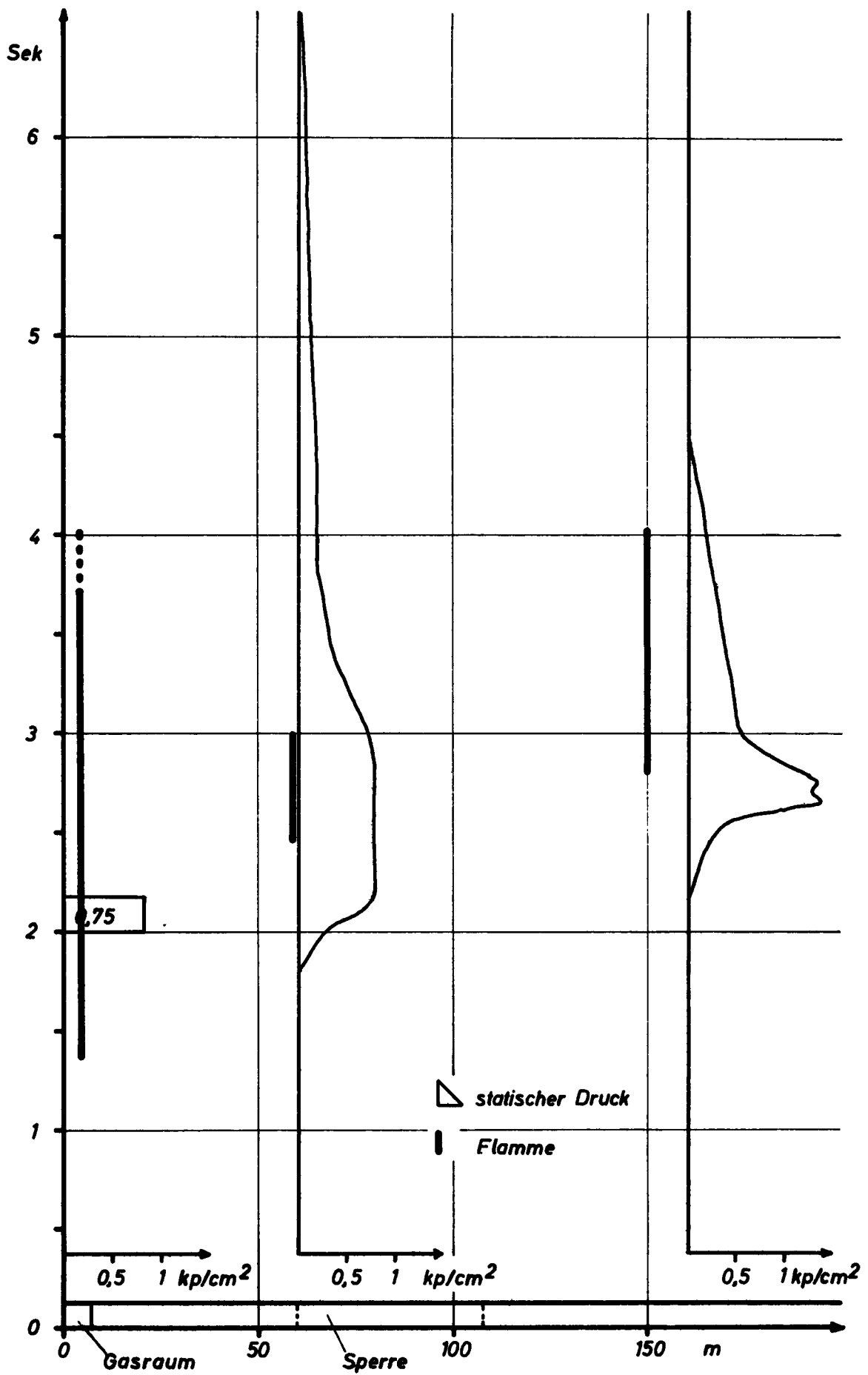


Fig. 42 : Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps (explosion n° 259)



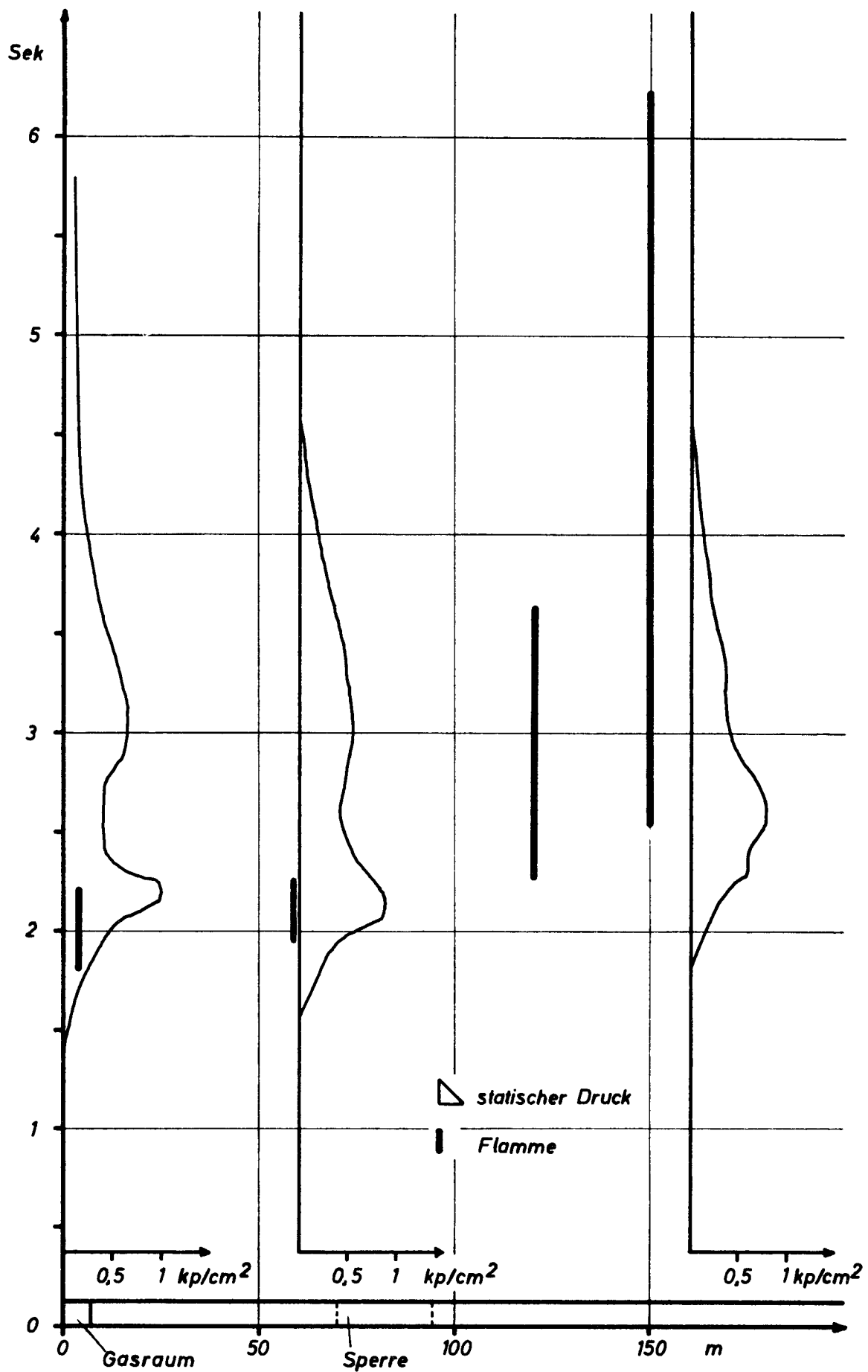


Fig. 45 : Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps (explosion n° 260)

(Légende, voir figure 44)

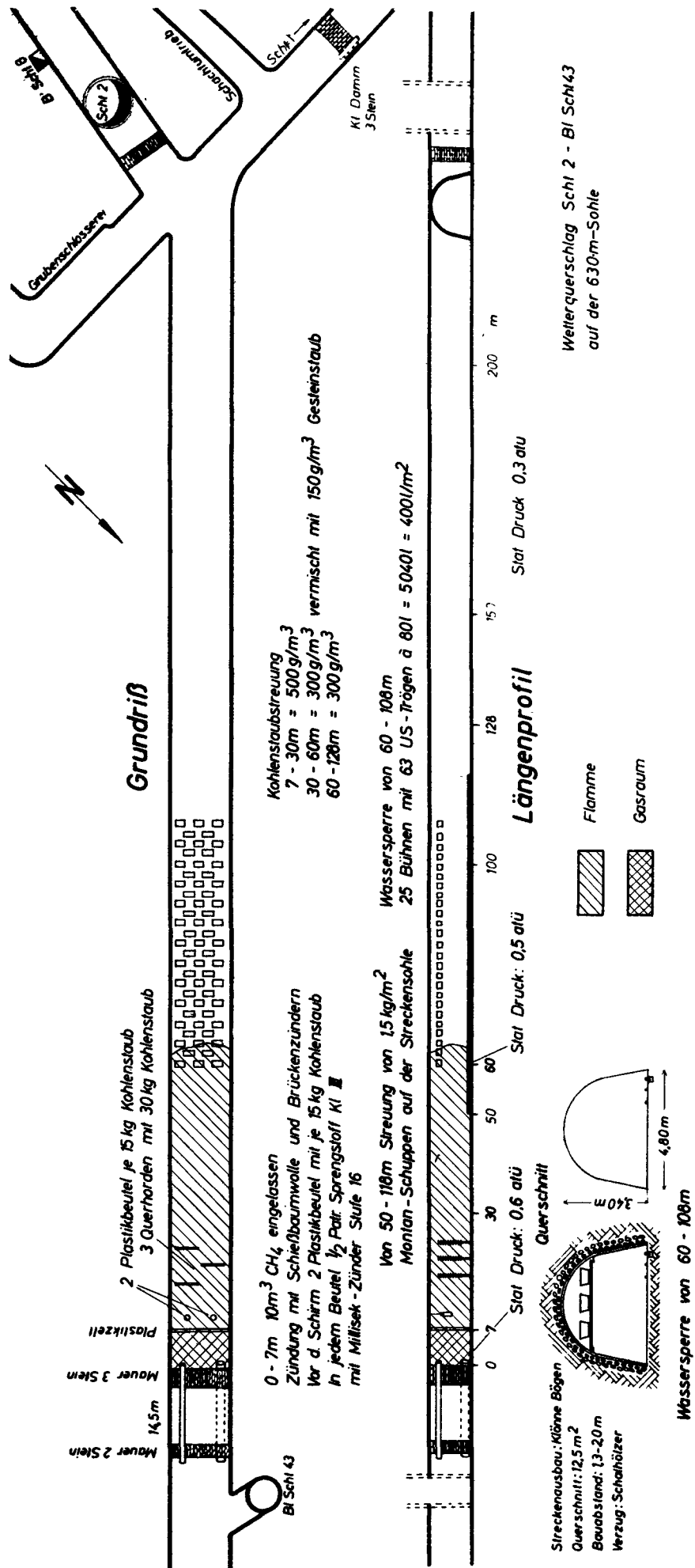


Fig. 46 : Explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage à eau à la mine König Ludwig (explosion n° 262)

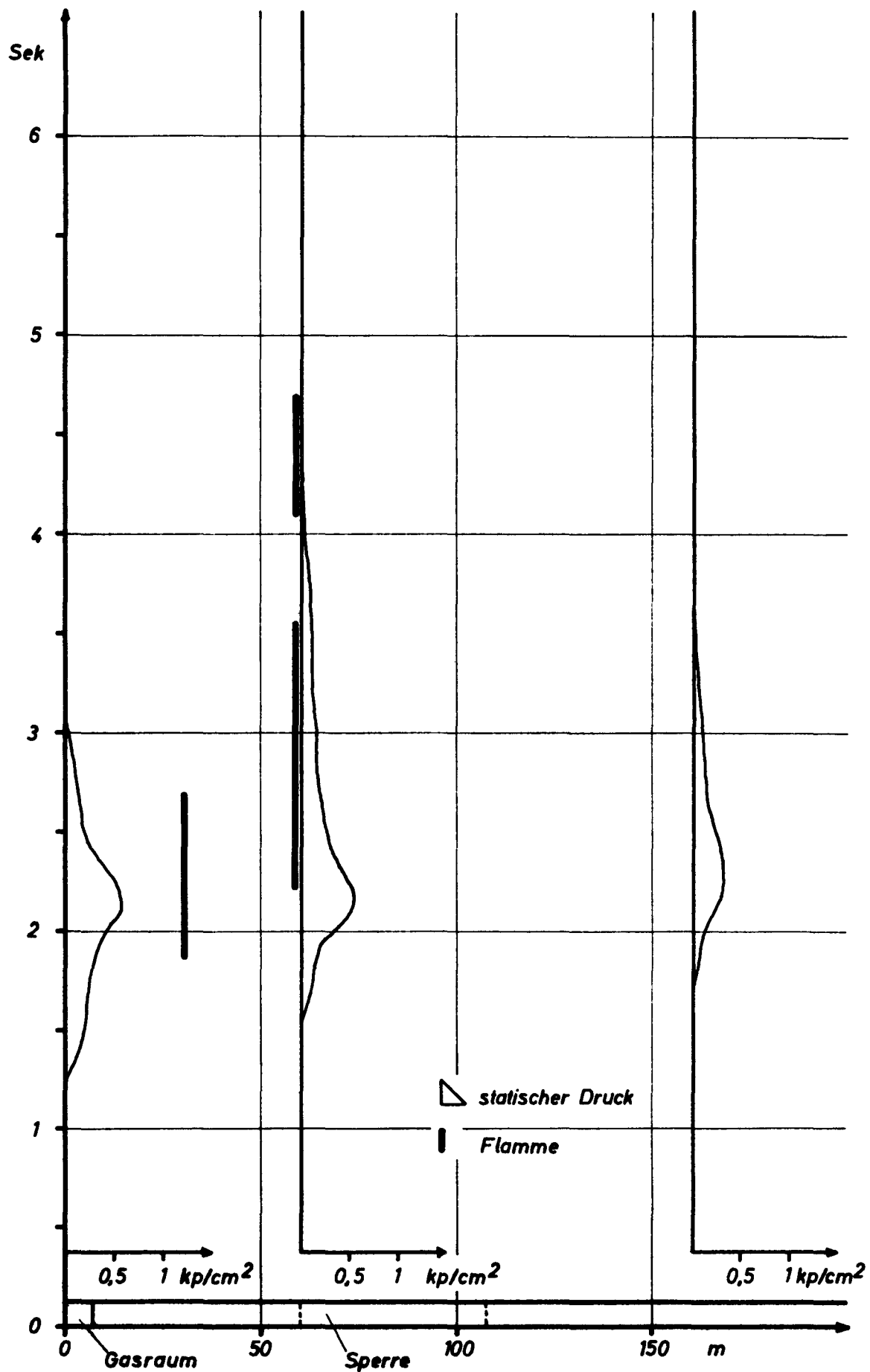


Fig. 47 : Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps (explosion n° 262)

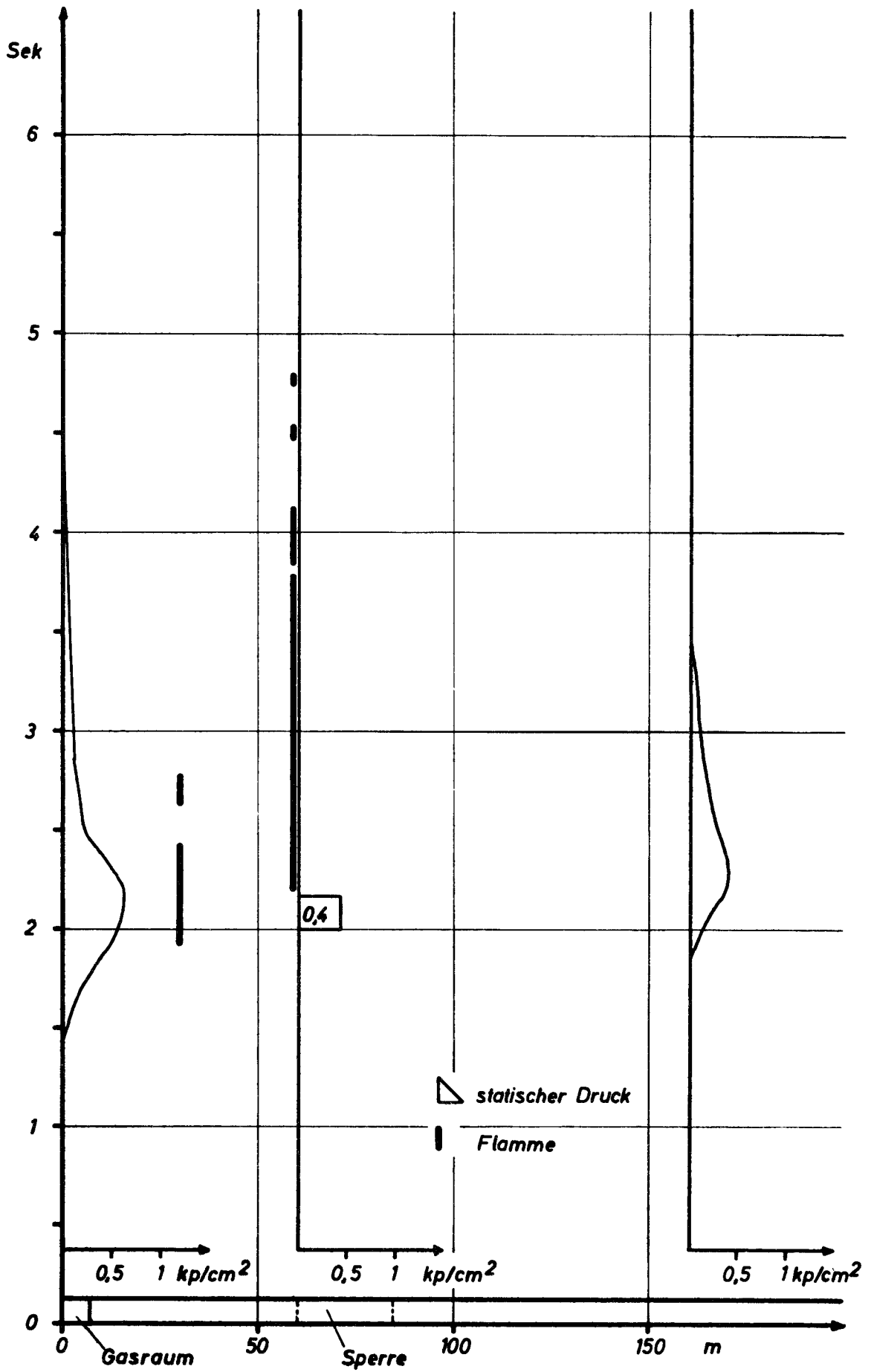


Fig. 49 : Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps (explosion n° 263)

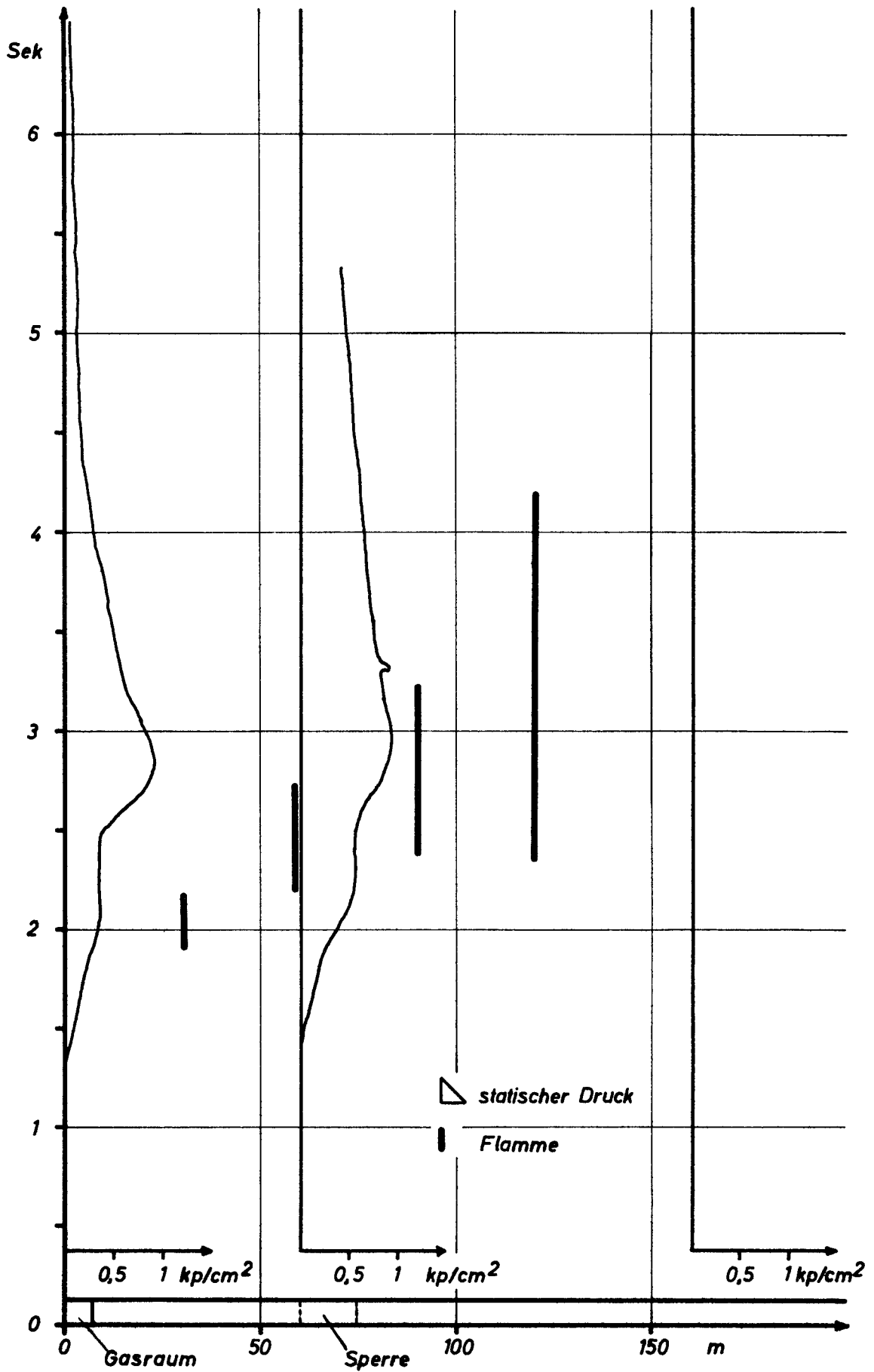


Fig. 51 : Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps (explosion n° 264)

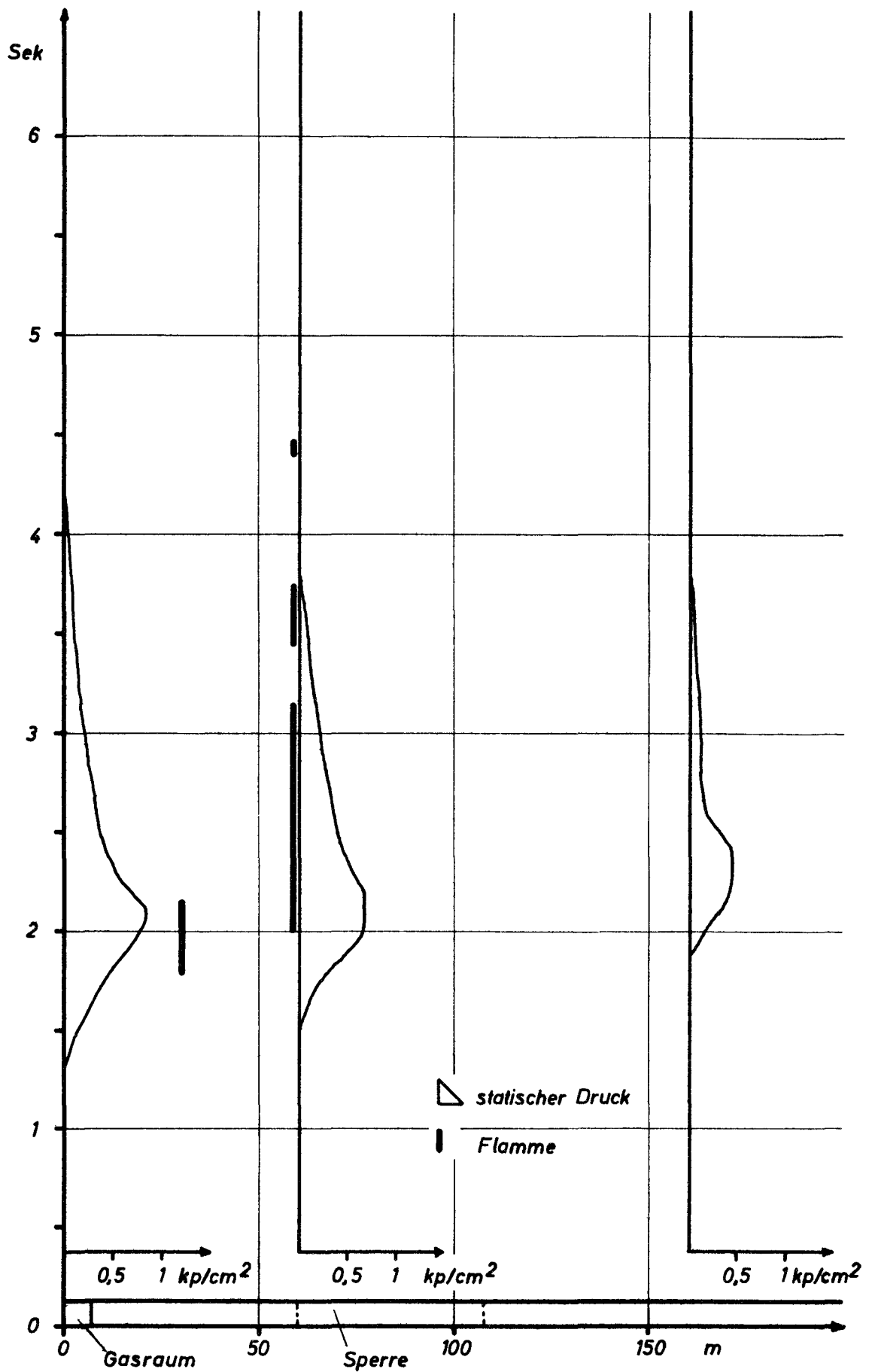


Fig. 53 : Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps (explosion n° 257)

(Légende, voir figure 52)

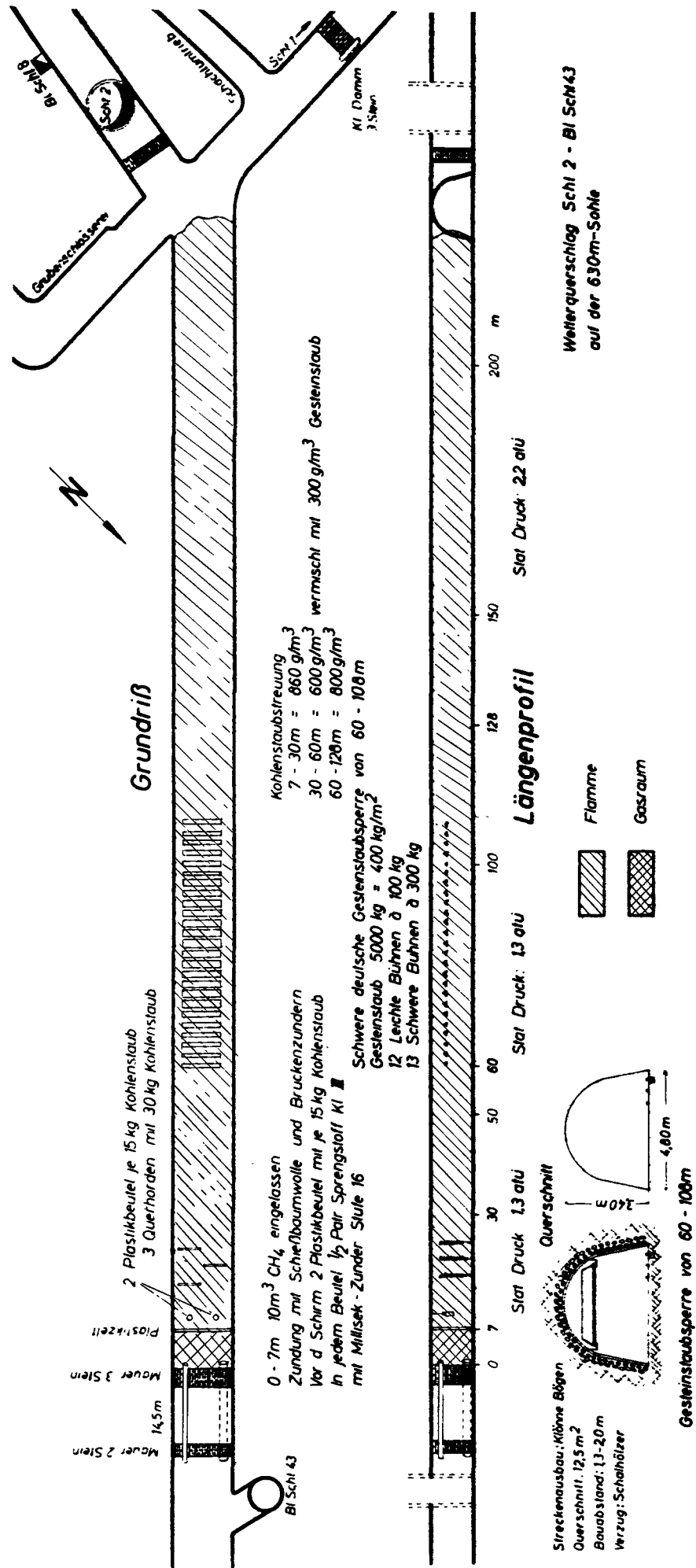


Fig. 54 : Explosion de grisou et de poussières de charbon contre arrêt-barrage à eau à la mine König Ludwig (explosion n° 261)

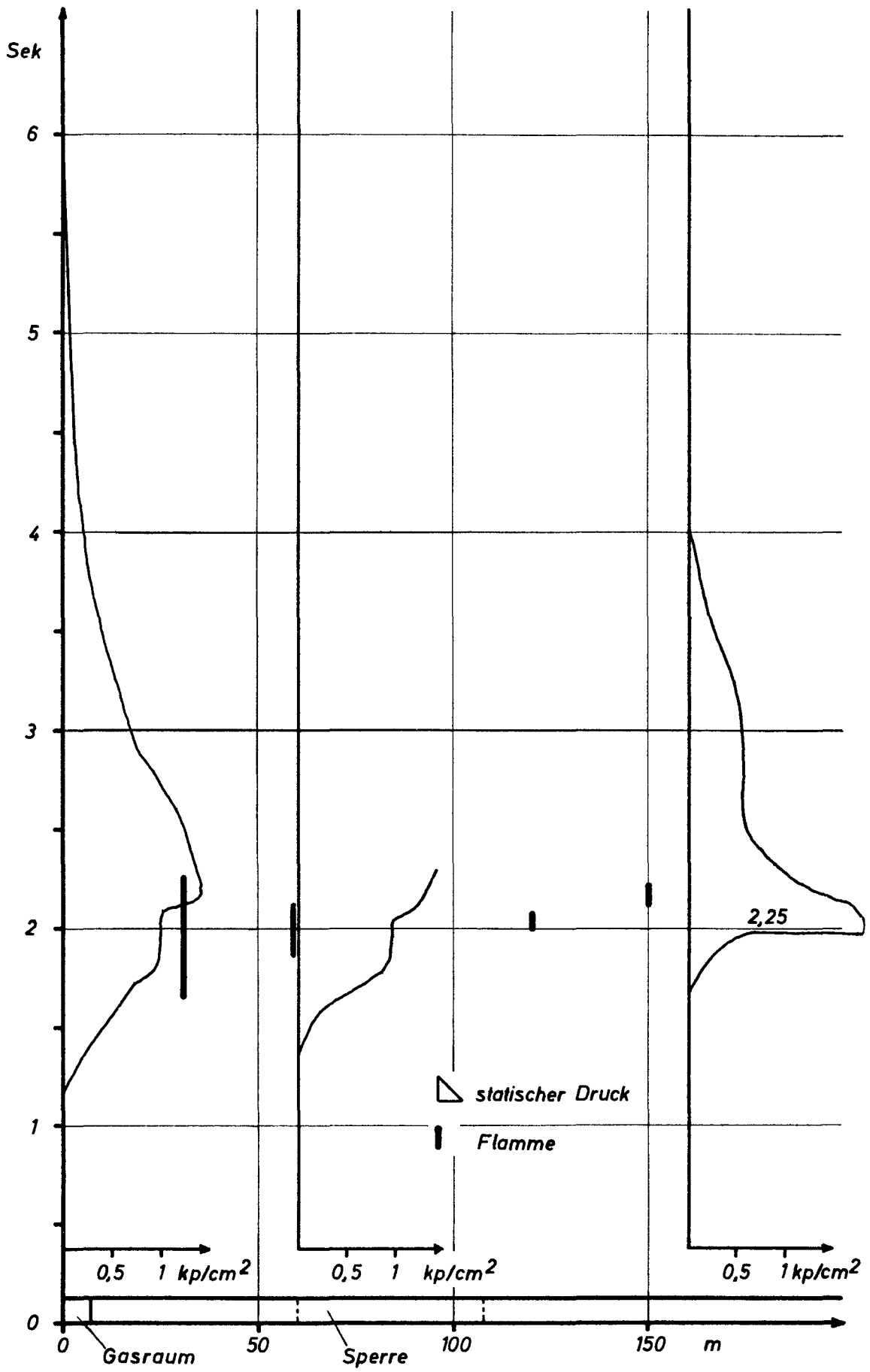


Fig. 55 : Diagramme de propagation de l'onde de pression et de la flamme en fonction du temps (explosion n° 261)

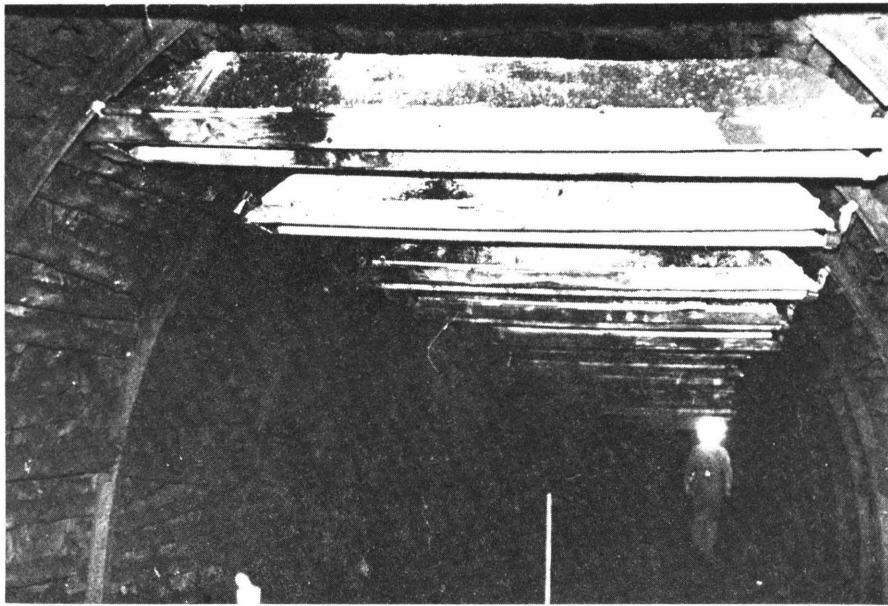


Fig. 56 : Arrêt-barrage à poussières stériles

Publications technico-économiques de la direction générale « Charbon » de la Haute Autorité

| Doc. n° | Titre | Année | Langues | Prix en unités de compte |
|---------------------------------------|--|-------|------------|--------------------------|
| 6740/2/60/1 | Mesures de rationalisation dans les charbonnages | 1960 | d, f | 2,50 |
| 11848/2/66/1 | Mesures de rationalisation et de modernisation dans les charbonnages des bassins de la Sarre et de la Lorraine | 1966 | d, f | 3,00 |
| Recueils de recherches Charbon | | | | |
| 11466/2/65/1 | N° 1 Chargement des fours à coke avec du charbon préchauffé | 1966 | d, f | 1,50 |
| 11734/2/66/1 | N° 2 Combustion du charbon | 1966 | d, f, i, n | 1,50 |
| 11735/2/66/1 | N° 3 Inflammation et combustion de charbon gras sur grille | 1966 | d, f, i, n | 1,50 |
| 12546/2/66/1 | N° 4 Mécanisation du creusement au rocher - Machine de creusement des galeries SVM 40 | 1966 | d, f | 1,50 |
| 12633/2/66/1 | N° 5 Chaudière « Package » à tube d'eau à grille oscillante | 1966 | d, f | 1,50 |
| 12634/2/66/1 | N° 6 Chaudière « Package » à tube d'eau alimentée à charbon pulvérisé | 1966 | d, f | 1,50 |
| 3934 | N° 7 Dégagements instantanés I - CERCHAR | 1966 | d, f | 1,50 |
| 3935 | N° 8 Dégagements instantanés I - INICHAR | 1966 | d, f | 1,50 |

Des exemplaires supplémentaires du présent rapport tout comme les publications mentionnées plus haut peuvent être commandés à

l'Office central de vente des publications
des Communautés européennes

9, rue Goethe
LUXEMBOURG

