

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DU CHARBON ET DE L'ACIER

RECUEILS DE RECHERCHES CHARBON

**Le gisement et le dégagement
du grisou I**

Rapport de synthèse 1962-1968/StBV

Technique minière

Recueil

N°

34

LUXEMBOURG 1971

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.

En conséquence du traité de fusion du 8 avril 1965, la Commission unique des Communautés européennes exerce les pouvoirs et les compétences dévolus à l'ex-Haute Autorité.

COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

COMMUNAUTÉ EUROPÉENNE DU CHARBON ET DE L'ACIER

RECUEILS DE RECHERCHES CHARBON

**Le gisement et le dégagement
du grisou I**

Rapport de synthèse 1962-1968/StBV

Technique minière

Recueil N° 34

LUXEMBOURG 1971

S O M M A I R E

	<u>Page</u>
0. Généralités.	5
1. Introduction.	5
2. Concentration en gaz du charbon et des roches	6
21. Détermination de la concentration en gaz par mesure de dégagement de gaz (procédé de désorption).	6
22. Détermination de la concentration en gaz par mesure de la capacité de fixation de gaz (procédé de mesure de pression de gaz).	7
221. Mesures souterraines de pression de gaz dans les terrains.	7
2211. Equilibre de la pression du gaz dans le charbon.	7
2212. Perméabilité au gaz du charbon sous contrainte et détendu.	8
2213. Mise au point d'un dispositif de mesure de la pression du gaz et essais de mesures.	9
2214. Résultats des mesures de pression de gaz.	10
222. Mesures d'adsorption.	11
2221. Relation entre l'adsorption de méthane et la pression du gaz.	12
2222. Relation entre l'adsorption de méthane et le degré de houillification.	13
2223. Relation entre l'adsorption de méthane et la granulométrie.	13
2224. Relation entre l'adsorption de méthane et la température.	13
2225. Relation entre l'adsorption de méthane et l'humidité et le mode de prélèvement de l'échantillon.	13
223. Détermination de la concentration en gaz et mesures de contrôle.	14
3. Degré de dégazage du charbon et des roches.	14
31. Détermination du degré de dégazage d'après la vitesse et la durée du dégagement de gaz.	14
311. Procédés et appareils de mesures.	15
312. Concentration résiduelle en gaz.	15
3121. Relation entre la concentration résiduelle en gaz et les facteurs d'influence miniers.	15

	<u>page</u>
3122. Relation entre la concentration résiduelle en gaz et les facteurs d'influence naturels.	16
313. Dégagement de gaz du charbon abattu.	17
3131. Relation entre le dégagement de gaz du charbon abattu et la granulométrie ainsi que la concentration en gaz.	17
3132. Caractéristiques de l'allure du dégagement du gaz.	18
3133. Durée du dégagement de gaz du charbon abattu et évolution après le transport dans la voie de chantier.	18
314. Résultats	18
32. Détermination du degré de dégazage d'après les différences de concentration en gaz avant et après l'influence des travaux miniers.	19
33. Etudes concernant le dégagement de gaz dans les silos à charbon souterrains.	19
34. Essai de l'installation de télécontrôle du méthane Dräger-Cerchar.	19
4. Zone de dégagement de gaz autour d'un chantier.	20
41. Délimitation de la zone de dégagement de gaz par détermination du degré de dégazage.	20
42. Délimitation de la zone de dégagement de gaz par mesure de l'accroissement du dégagement de gaz dans des sondages.	20
43. Observation des mouvements de terrains à l'aide d'une caméra de télévision pour sondages et par des mesures de variations de longueurs.	21
5. Remarque finale.	22

O. GENERALITES.

Le 6 juillet 1962, la Haute Autorité a accordé au Steinkohlenbergbauverein pour des "recherches sur la présence et le dégagement du méthane dans les terrains houillers", une aide financière d'un montant représentant 70 % des dépenses totales prévues pour une période de 4 ans, soit 2 973 400 DM (743 350 UC). Ce projet de recherche a pris fin le 31 mars 1968, après que la durée des recherches ait été prolongée de 2 ans et 3 mois sous le couvert des sommes prévues en 1962.

Le déroulement des travaux a été exposé régulièrement dans les rapports semestriels; les résultats des recherches effectuées font l'objet de rapports détaillés (1 - 6) qui peuvent être obtenus sur demande auprès de la Forschungsstelle für Grubenbewetterung. L'essentiel des trois premiers rapports, en partie très détaillés, a été repris dans cette synthèse; les trois derniers rapports sont joints en annexes 4 à 6.

Dans ce compte rendu, on redonnera encore une fois un bref aperçu d'ensemble sur ce qui avait été prévu à l'origine, ce qui a été réalisé et les résultats qui ont été obtenus.

1. INTRODUCTION.

Les travaux du projet de recherche pouvaient prendre appui sur les études d'un groupe de travail spécialisé en matière de "Dégagement de grisou" et qui travaillait déjà depuis plusieurs années au Steinkohlenbergbauverein. Parmi les travaux principaux de ce groupe, il y avait eu l'introduction du captage de grisou dans les sièges. L'expérience acquise dans ce domaine et les observations faites pendant de longues années sur le dégagement du grisou dans de nombreux sièges, à l'aide d'appareils de mesures enregistreurs et portatifs, avaient déjà fourni de nombreuses données fondamentales.

De plus, le groupe de travail "Dégagement de grisou" avait déjà réalisé un programme commun de recherches sur les problèmes de dégagement de gaz du Steinkohlenbergbauverein et du Land de Nord-Rhénanie-Westphalie.

Les recherches avaient fourni une série de résultats importants, mais avaient aussi montré dans quels domaines de nouvelles études étaient absolument nécessaires. Le nouveau projet de recherche en est résulté.

Pour s'assurer, dès le départ, que tous les travaux de recherches prévus seraient effectués de manière aussi pratique que possible, le programme devait être orienté sur un problème pratique. A ce point de vue, le problème du calcul prévisionnel du dégagement

de gaz paraissait le mieux approprié, car il touche à toutes les questions importantes du gisement du gaz dans les terrains et de la libération et du dégagement de grisou des couches. En outre, une connaissance suffisamment précise du dégagement de gaz est le préalable à la mise en oeuvre efficace de tous les moyens de lutte contre le grisou.

Dans l'optique du schéma de calcul prévisionnel du dégagement de gaz, nous avons par conséquent divisé le programme de recherche en trois parties principales :

- A) Concentration en gaz du charbon et des roches.
- B) Degré de dégazage du charbon et des roches.
- C) Zone de dégagement de gaz autour d'un chantier.

Cette division correspond aussi aux grandes subdivisions du présent rapport.

2. CONCENTRATION EN GAZ DU CHARBON ET DES ROCHES [1], [3] (1).

Le plan de la recherche prévoyait l'emploi de deux procédés différents de détermination de la concentration en gaz :

- 21. Détermination de la concentration en gaz par mesure de dégagement de gaz (procédé de désorption) et
- 22. Détermination de la concentration en gaz par mesure de la capacité de fixation de gaz (procédé d'adsorption).

Dans les deux procédés de détermination, il fallait opérer sur des échantillons de même composition, de façon que les résultats puissent être comparés.

21. Détermination de la concentration en gaz par mesure de dégagement de gaz (procédé de désorption).

Au cours d'une série d'essais préliminaires on a examiné qu'il était possible de tirer des conclusions concernant la pression originelle du gaz dans les terrains ou la concentration originelle en gaz d'une couche, de la vitesse de désorption du méthane d'un échantillon de charbon présent dans la mine ou de sa concentration en gaz.

Dans ce but, on a examiné, au laboratoire, l'évolution dans le temps du dégagement de grisou de carottes de charbon. Les carottes avaient un diamètre de 40 mm et une longueur de 80 mm. Du méthane était injecté dans les carottes, à la température constante de 30° C et sous les pressions de 10 et 20 kg/cm², jusqu'à ce que

(1) Les chiffres [1], [3], etc., signifient l'envoi aux annexes page

l'équilibre de pression soit atteint. Ensuite, le dégagement de gaz était mesuré avec un débitmètre à bulles de savon très sensible. Les résultats sont représentés sur la figure 1.

Les courbes montrent une chute si rapide au début que l'on ne peut faire une extrapolation au temps $t = 0$ avec certitude.

L'étude plus détaillée des courbes a montré, en réalité, que l'on peut obtenir de meilleurs résultats si l'on fait une distinction entre une branche raide et une branche plate. Cela signifie que deux processus d'écoulement au moins interviennent dans le dégagement du gaz d'une carotte de charbon. Les essais recommencés ensuite sur des échantillons de charbons broyés n'ont cependant fourni aucune courbe qui puisse être définie de façon satisfaisante par une expression mathématique simple. Par ailleurs, on avait constaté qu'une fraction considérable du méthane présent initialement peut déjà s'échapper avant que l'échantillon de charbon ne soit enfermé de manière étanche dans un récipient. Dans quelques cas, la perte a atteint 60 % de la concentration en gaz réelle, ainsi que des mesures comparatives l'ont montré.

Pour ces raisons, nous avons abandonné les essais en vue de déterminer directement la concentration en gaz sur un échantillon et nous avons décidé de suivre la voie indirecte de la pression de gaz et de la capacité d'adsorption.

22. Détermination de la concentration en gaz par mesure de la capacité de fixation de gaz (procédé de mesure de pression de gaz).

La détermination de la concentration en gaz par le procédé de mesure de pression consiste à mesurer dans la mine la pression du gaz dans le charbon en place et à mesurer la capacité de fixation de gaz du charbon correspondant, à la même pression, par le relevé d'une isotherme d'adsorption de méthane en laboratoire.

Les tâches essentielles étaient par conséquent pour nous de mettre au point une méthode valable de mesure de la pression du gaz dans la mine et de trouver le procédé le mieux adapté pour relever les isothermes d'adsorption.

221. Mesures souterraines de pression de gaz dans les terrains.

Quelques essais préliminaires en vue de la mise au point proprement dite d'un dispositif de mesure souterraine de la pression du gaz dans les terrains ont d'abord eu lieu.

2211. Equilibre de la pression du gaz dans le charbon.

Lorsque l'on introduit une sonde de mesure de pression de gaz dans un sondage, jusqu'à ce que la sonde soit fixée de manière étanche, il s'écoule une certaine quantité de gaz. Ce n'est que si cette quantité de gaz reste faible par rapport au volume de gaz qui participe à l'élévation de la pression que l'on peut escompter un résultat correct.

Sur une série de trous en charbon dur, on a mesuré le dégagement de gaz au cours de nombreux mois. La figure 2 montre le résultat de deux de ces mesures. Le dégagement moyen de méthane est tombé en 12 mois d'environ 6,5 m³/jour à 1,7 m³/jour; cependant il s'est maintenu encore au cours des mois suivants mais avec une diminution plus faible.

Les quantités totales de méthane libéré montrent qu'une large zone tout autour du sondage doit avoir participé au dégagement de gaz. A l'intérieur de la couche, il se produit donc une égalisation de la pression et la quantité de gaz perdue depuis l'achèvement du sondage jusqu'à l'introduction de la sonde et jusqu'au scellement de la chambre de mesure est extrêmement faible en comparaison du volume total de méthane emprisonné dans la couche. Cette perte ne fausse pratiquement pas le résultat de la mesure.

2212. Perméabilité au gaz du charbon sous contrainte et détendu.

Autour de toutes les cavités dans les terrains, donc aussi autour d'un sondage, il se forme une zone détendue. La question de savoir comment la perméabilité au gaz varie alors et de savoir si, autour de la sonde fixée dans le sondage, du gaz peut s'échapper de la chambre de mesure, a été examinée dans d'autres essais préliminaires. Comme il n'était pas possible de trouver un procédé approprié pour mesurer dans la mine la perméabilité au gaz du charbon en place, on a dû effectuer des mesures de perméabilité sur échantillons au laboratoire.

On a effectué ces mesures sur échantillons dans le sens parallèle et le sens perpendiculaire à la stratification. En appliquant une pression mécanique externe, on a essayé de représenter les conditions des terrains en place.

La perméabilité au gaz parallèlement à la stratification est de 10 à 20 fois plus grande que dans le sens perpendiculaire à la stratification.

L'influence d'une pression mécanique externe sur le charbon, au point de vue de la perméabilité au gaz, se marque nettement plus. Si l'on soumet les charbons à une pression mécanique externe atteignant 40 kg/cm², leur perméabilité diminue de 0,2 à 0,01 Millidarcy (md) ou environ 1 %. Elle atteint alors les ordres de grandeur valables pour les terrains carbonifères. Le tableau montre cette relation, en donnant les valeurs moyennes pour les 45 échantillons de charbon examinés.

Perméabilité au gaz du charbon sous diverses pressions externes
 (valeurs moyennes déduites de 45 mesures)

Pression mécanique kg/cm ²	Perméabilité au gaz en %		
	de	à	moyenne
0	100,0	100,0	100,0
5	10,1	38,1	23,6
10	1,0	20,8	9,8
20	0,7	9,2	3,8
40	0,3	3,1	1,1

En réalité, ces résultats numériques des mesures ne peuvent être transposés directement dans la mine aux états du charbon en place, mais le rapport des valeurs numériques reste le même. Même si, au voisinage immédiat du sondage de mesure de pression, la perméabilité augmente donc d'abord, le charbon détendu est à nouveau comprimé ensuite par le serrage de la sonde de mesure dans le sondage à une pression hydraulique d'environ 100 kg/cm² et la perméabilité diminue de sorte que le gaz ne peut s'échapper de la chambre de mesure au droit de la sonde.

2213. Mise au point d'un dispositif de mesure de la pression du gaz et essais de mesures.

Pour le scellement du sondage, on a essayé des procédés nombreux et très divers. Le colmatage du sondage à l'aide de différents matériaux n'a permis en aucun cas de fermer la chambre de mesure de manière étanche au gaz à l'extrémité des sondages, parce que jusqu'au moment du durcissement de la masse de plâtre, le gaz s'était toujours créé de fines voies d'écoulement qui restaient ouvertes après le durcissement. Dans les épontes, on a mis en place avec quelque succès un bouchon serré mécaniquement (Packer) mais qui a fait défaut dans la couche elle-même.

Les essais d'un flexible gonflable en caoutchouc renforcé de toiles et que l'on serre hydrauliquement ont eu du succès dans les sondages en charbon. La forme définitive qui a été trouvée finalement après de nombreuses autres petites modifications au flexible gonflable lui-même, à ses protections et aux armatures de raccordement, est restée pratiquement inchangée depuis lors (fig. 3). La sonde est introduite dans le sondage à l'aide de tiges assemblables; pour assurer le serrage, on utilise une petite pompe à main ou une pompe actionnée à l'air comprimé; la pression de serrage atteint environ 100 kg/cm². La pression de gaz qui s'établit dans la chambre de mesure est transmise par une conduite flexible à un manomètre et y est enregistrée.

Un dispositif de sécurité empêche la projection de la sonde hors du trou de sonde.

Pour des raisons de construction, on a dû garder pour la sonde un diamètre minimum de 56 mm. Il en est résulté pour les sondages de mesures en charbon un diamètre de 60 à 70 mm. (Ultérieurement, on a construit une sonde de 86 mm de diamètre extérieur pour les sondages à travers-bancs en roche dure qui peuvent le mieux être forés avec un tricône et qui ont souvent un diamètre de 95 mm.)

Pour fixer la longueur minimale nécessaire de scellement des sondes, on a effectué des essais avec des longueurs de 0,65 m - 1,30 m et 2,60 m. Lors de mesures comparatives on a observé avec les trois sondes les mêmes pressions de gaz; une longueur de scellement de 0,65 m est donc déjà satisfaisante. Pour les sondes standards, on a toutefois choisi une longueur de 1,50 m.

Dans une autre série d'essais, on a déterminé la profondeur du sondage à laquelle la pression originelle du gaz peut être mesurée. Cette longueur de trou dépend en premier lieu de la pression du gaz, du type de charbon et de l'âge de la galerie depuis son creusement. Si l'âge est seulement de quelques jours, des longueurs de trous de 15 à 20 m suffisent pour obtenir la pression de gaz originelle.

2214. Résultats des mesures de pression de gaz.

Jusqu'en 1968, on a effectué environ 150 mesures de pression de gaz. Alors qu'au début les mesures ont eu lieu principalement dans des sondages en charbon, c'est-à-dire donc à partir de galeries dans la couche à étudier elle-même, le plus grand nombre s'est fait ensuite dans des sondages à travers-bancs où diverses couches peuvent être recoupées et étudiées l'une après l'autre. Cette évolution a encore été justifiée par le fait que, pour les mesures dans la couche exploitée elle-même, la détermination de la concentration en gaz d'après la méthode directe légère, mise au point par le Cerchar, fournit les valeurs plus vite et à moindre frais.

Le passage aux mesures dans les sondages à travers-bancs a fourni de nombreux résultats mais a aussi donné lieu à de nouveaux problèmes. Les connaissances nouvelles ont trait à la répartition du gaz en direction verticale et horizontale et aussi à la présence et au mouvement de l'eau dans les terrains.

A l'encontre des idées antérieures, il s'est avéré que visiblement la concentration en gaz des terrains peut nettement varier, aussi bien en direction verticale qu'horizontale, même sur de courtes distances. Ces variations ne peuvent s'expliquer que partiellement par les dérangements géologiques ou l'influence d'une exploitation sous- ou sus-jacente antérieure. Toutefois, jusqu'à présent, il n'est pas encore possible d'expliquer ces phénomènes d'une manière simple et générale. Nous avons donc repris ces questions complexes dans la deuxième tranche de nos recherches sur le "gisement et dégagement du méthane" et nous espérons, au cours de nouvelles mesures, trouver encore de meilleures bases.

Un autre point qui offre parfois de grandes difficultés lors des mesures de pression de gaz dans les sondages à travers-bancs est la présence d'eau dans les terrains. Nos recherches ont

nettement montré entre-temps qu'en ce qui concerne l'eau dans les terrains, les couches ne peuvent être considérées comme une masse homogène. Au contraire, l'eau s'écoule de préférence par les diverses grosses fentes et fissures qui se créent partiellement à la suite des influences de l'exploitation. Une pression d'eau peut exister dans ces fissures, dont l'ordre de grandeur correspond à la pression hydrostatique d'une colonne d'eau s'étendant à peu près jusqu'à la surface du sol, tandis que règnent des pressions notablement plus faibles dans d'autres fissures plus petites même situées à une distance très faible des précédentes. Si une grosse fissure traverse accidentellement la chambre de mesure de pression de gaz, le résultat de la mesure sera alors très fortement faussé. (Ces observations sur la présence d'eau dans les terrains ont aussi une importance pour l'évolution du climat dans la mine et les études dans ce domaine.) On peut réellement observer l'influence de l'eau sur l'allure des courbes de pression enregistrées, mais jusqu'à présent on n'a pas encore réussi à distinguer sur la courbe totale la part redevable à la pression de l'eau et la part redevable à la pression du gaz, la seule qui nous intéresse ici. Pour cette raison, on a essayé d'éliminer les erreurs de mesures provoquées par l'eau en éliminant l'eau par des procédés mécaniques. Ces essais appartiennent à la deuxième tranche de notre programme de recherche.

Les venues d'eau mentionnées et quelques autres facteurs encore qui supposent une certaine expérience grâce à laquelle une mesure de pression de gaz peut être effectuée avec succès, sont la raison pour laquelle la Forschungsstelle für Grubenbewetterung a effectué elle-même jusqu'à présent toutes les mesures de pression de gaz pour les mines allemandes et étrangères. Mais c'est le but de nos travaux futurs d'effectuer les mesures de pression de gaz, aussi en ces points, selon un procédé de pure routine, de façon qu'elles puissent être effectuées également par les sièges aussi vite que possible.

Dans les sondages en charbon, les pressions de gaz se sont situées - selon le type de charbon - entre 7,0 atü dans le charbon gras et 44,0 atü dans l'anhracite; les courbes de croissance de pression avaient principalement la forme de courbes de gaz. Dans les sondages en roche, on a mesuré des pressions allant jusqu'à 71,5 atü. Ces pressions plus élevées sont probablement dues dans un grand nombre de cas à l'influence de l'eau.

222. Mesures d'adsorption.

La deuxième grandeur dont la concentration en gaz dépend, à côté de la pression du gaz dans les terrains, est la capacité de fixation de méthane (capacité d'adsorption) du charbon. Pour tracer les isothermes d'adsorption d'échantillons de charbon au laboratoire, on a utilisé aussi bien le procédé volumétrique que le procédé gravimétrique. On a donc pu rassembler des expériences avec les deux procédés et on a pu comparer les résultats afin de choisir la méthode appropriée.

Pour pouvoir tenir suffisamment compte des différences de composition des échantillons de charbon, il est avantageux de travailler le plus possible sur de grands volumes d'échantillons. On

a donc conçu l'installation de mesure selon le procédé volumétrique pour des échantillons de poids atteignant jusqu'à 350 g. La construction correspond à celle de ces appareils habituelle, connue par la littérature.

Dans l'installation de mesure de l'adsorption de méthane par le procédé gravimétrique, la limite de poids de l'échantillon de charbon et des capsules était fixée par la balance utilisée. Elle était de 1000 g; on ne pouvait donc étudier avec cette installation que des échantillons de 100 g au maximum. Pour le réglage de la température, c'est un thermostat à air qui s'est révélé le meilleur. Grâce à lui, la température de fonctionnement peut être maintenue constante à $\pm 0,5^\circ \text{C}$.

La limite supérieure de la gamme des pressions de gaz a été fixée à 50 kg/cm^2 d'après les résultats d'une série d'essais préliminaires, selon laquelle le charbon a déjà fixé plus de la moitié du volume total du méthane adsorbable à la pression de 20 à 25 kg/cm^2 .

Au cours des diverses séries d'essais, dans lesquelles on a étudié l'influence de divers facteurs sur la capacité d'adsorption de méthane, les deux méthodes ont été utilisées pour relever les isothermes d'adsorption. Cela fut possible parce que lors des mesures de comparaison antérieures, une bonne concordance des résultats des deux procédés était apparue.

2221. Relation entre l'adsorption de méthane et la pression du gaz.

La pression du gaz dans la phase gazeuse est le facteur d'influence le plus important sur l'adsorption de méthane par le charbon.

La figure 4 montre, à titre d'exemple, l'une des 100 isothermes d'adsorption mesurées jusqu'en 1968.

Pour exprimer l'allure de la courbe, la littérature a souvent proposé l'équation d'adsorption de Langmuir.

La comparaison des courbes d'adsorption mesurées avec les courbes calculées d'après Langmuir a donné le même résultat pour tous les charbons : les valeurs mesurées (cercles sur la fig. 4) se situaient au-dessus des points calculés pour la pression de 10 at environ, en dessous pour la gamme de pressions de 10 à 30 at et, à nouveau, au-dessus pour des pressions plus élevées. Cela indique plutôt une adsorption en couche multimoléculaire qu'une adsorption en couche monomoléculaire.

Cependant, comme les différences sont généralement de l'ordre de grandeur de l'incertitude de mesure, l'équation de Langmuir peut être utilisée pour éliminer les erreurs de mesure grossières et pour extrapoler les courbes dans la gamme des pressions plus élevées.

2222. Relation entre l'adsorption de méthane et le degré de houillification.

L'analyse des courbes d'adsorption mesurées, au point de vue de la relation entre la capacité de fixation de gaz et le degré de houillification, a confirmé les résultats antérieurs, à savoir que pour un même degré de houillification, une capacité de fixation très diverse est possible. Cela est montré par la figure 5, pour une pression de gaz de 1 at.

Excepté cette dispersion des points de mesures, il apparaît nettement toutefois que le volume de méthane adsorbé par les charbons augmente régulièrement avec le degré de houillification. Cela est vrai aussi aux pressions de gaz plus élevées.

2223. Relation entre l'adsorption de méthane et la granulométrie.

Des résultats des mesures, il ressort nettement qu'il existe une gamme de granulométrie "critique" entre 0,5 et 3,0 mm. Aussi bien au-dessus de 3,0 mm qu'en dessous de 0,5 mm, les diverses granulométries ne montrent aucune différence de capacité d'adsorption. Entre la classe granulométrique plus petite et la classe plus grande, il existe cependant une différence importante de capacité de fixation de méthane. Dans la classe de granulométrie plus grande - selon la valeur de la pression du gaz - elle n'atteint que 25 à 50 % de la classe de granulométrie plus petite. La raison supposée peut en être la fissuration naturelle du charbon.

Les résultats ont, en outre, conduit à ce que, pour les essais ultérieurs, tous les échantillons soient broyés à moins de 0,1 mm.

2224. Relation entre l'adsorption de méthane et la température.

La figure 6 montre pour un échantillon de charbon, à titre d'exemple, l'influence de la température sur l'adsorption, dans la gamme comprise entre 30 et 50° C. Lorsque la température augmente, la capacité d'adsorption de méthane du charbon diminue. Aux faibles pressions, cette influence de la température est relativement plus grande qu'aux pressions élevées.

Si la température effective des terrains s'écarte de la température à laquelle les isothermes d'adsorption ont été mesurées, le résultat peut être corrigé d'après les courbes moyennes obtenues dans une autre série de mesures (fig. 7).

2225. Relation entre l'adsorption de méthane et l'humidité et le mode de prélèvement de l'échantillon.

La teneur en humidité du charbon réduit sa capacité d'adsorption; un charbon séché peut donc fixer plus de gaz qu'à l'état "humide naturel". Le nombre de mesures concernant cette question n'était pas encore suffisant pour pouvoir établir une relation fonctionnelle entre la diminution de la capacité de fixation de gaz et la teneur en humidité. L'ordre de grandeur de la diminution est toutefois d'environ 25 % pour une humidité de 2 % en poids et d'environ 50 % pour une humidité de 3 % en poids.

La question importante, mais pas toujours suffisamment prise en considération, de l'influence que le mode de prélèvement de l'échantillon peut exercer sur le résultat des mesures d'adsorption, a été traitée très en détail. Des différences de capacité d'adsorption, qui atteignent jusqu'à 20 % et plus, peuvent effectivement se présenter sur l'épaisseur de la couche, entre le toit et le mur.

Il est donc important de toujours prélever des échantillons en tranches. Les erreurs qui en résultent restent indépendantes du fait que, dans chaque cas, on doit transposer le résultat d'une mesure individuelle à une zone plus grande.

223. Détermination de la concentration en gaz et en mesures de contrôle.

La concentration en gaz est composée d'une quantité de gaz importante, fixée par adsorption, et d'une quantité de gaz plus faible, emprisonnée sous pression dans les pores et les vides.

3. DEGRE DE DEGAZAGE DU CHARBON ET DES ROCHES [2] [3].

Les recherches faites au laboratoire et dans la mine ont montré que le dégagement de gaz d'un charbon peut durer plusieurs mois. Le charbon extrait contient donc encore une certaine quantité de gaz lorsqu'il quitte la division d'exploitation d'une mine.

Pour l'exploitant, la concentration en gaz est moins intéressante que la partie de ce gaz qui se dégage dans la mine lors de l'abattage et pendant le transport du charbon jusqu'à la surface et que nous appelons "la fraction libérée de la concentration en gaz"; cette quantité est celle qui doit être suffisamment diluée par le courant d'air et évacuée. Pour pouvoir exprimer la fraction libérée de la concentration en gaz, on utilise à côté de la concentration en gaz, la "concentration résiduelle en gaz" (concentration en gaz - concentration résiduelle en gaz = fraction libérée de la concentration en gaz) ou bien le "degré de dégazage" (concentration en gaz x degré de dégazage = fraction libérée de la concentration en gaz).

La deuxième partie principale de nos recherches fut donc consacrée aux études du degré de dégazage et aux problèmes connexes. Il était prévu de déterminer le degré de dégazage de deux manières :

- 31. D'après la vitesse et la durée du dégagement de gaz, et
- 32. D'après les différences de concentration en gaz avant et après l'influence des travaux miniers.

31. Détermination du degré de dégazage d'après la vitesse et la durée du dégagement de gaz.

Avant de pouvoir commencer les recherches systématiques sur le dégagement de gaz du charbon en place au front, pendant l'abattage et ensuite jusqu'à ce qu'il quitte la division d'exploitation et, finalement, la mine, en fonction des conditions de

gisement et d'exploitation, il fallait d'abord trouver et mettre au point des procédés de mesures appropriés à ces travaux.

311. Procédés et appareils de mesures.

On a finalement retenu deux procédés qui ont été adaptés aux nécessités particulières des mesures et qui ont été utilisés avec succès :

- a) Mesure des quantités de gaz dégagées par des échantillons de charbon abattu, et
- b) Détermination de la concentration résiduelle en gaz d'échantillons de charbon abattu, immédiatement et à différents moments après l'abattage.

Pour mesurer les quantités de gaz qui se dégagent des échantillons ou, si l'on rapporte les volumes à l'unité de temps, la vitesse du dégagement de gaz, on a construit un appareil qui réunit plusieurs débitmètres à bulles de savon, pour diverses gammes de vitesses, dans un boîtier transportable et qui peut ainsi être utilisé dans la mine (fig. 8).

L'avantage de cet appareil de mesure est que le dégagement de gaz n'est pratiquement pas entravé par des résistances à l'écoulement supplémentaires. Il a été utilisé pour l'étude de courtes périodes du dégagement de gaz, c'est-à-dire au moment du transport dans la taille et dans la voie de chantier et pour le temps de séjour du charbon dans le chantier.

Pour étudier le dégagement de gaz sur de plus longues périodes, on a utilisé, par contre, un procédé dans lequel la concentration résiduelle en gaz des échantillons est mesurée à différents intervalles plus longs du dégagement de gaz (fig. 9).

312. Concentration résiduelle en gaz.

Au cours de plusieurs campagnes de mesures, on a étudié la concentration résiduelle en gaz du charbon abattu à différents moments après l'abattage et en fonction de divers facteurs géologiques et miniers.

A cause de la forte dispersion des mesures qui est due aux hétérogénéités minéralogiques et pétrographiques du charbon et qui entraîne des écarts jusqu'à $\pm 20\%$ par rapport à la valeur moyenne, il est nécessaire de faire le plus grand nombre possible de mesures. (Maintes fois, des relations peu nettes n'ont pu être reconnues que difficilement, parce que la dispersion des mesures était trop grande.)

3121. Relation entre la concentration résiduelle en gaz et les facteurs d'influence miniers.

La relation avec le rythme journalier de l'abattage qui se marque, comme on le sait, sur le dégagement de grisou dans l'air dans la plupart des chantiers, n'a pas été constatée pour les concentrations résiduelles en gaz, en tout cas, pas avec les petites

profondeurs de passe de la machine d'abattage et l'exploitation à un ou deux postes. Ce n'est que dans une taille équipée d'une ha-veuse-chargeuse à tambour que la concentration résiduelle en gaz après l'abattage sur des échantillons de charbon prélevés à 800 mm de profondeur du front, en arrière de la machine, fut de 10 à 15 % supérieure à celle des échantillons provenant de la surface du front.

Par contre, on a observé nettement l'influence du long arrêt du front à la fin de la semaine sur la concentration résiduelle en gaz : la concentration résiduelle moyenne en gaz au premier poste d'abattage de la semaine était régulièrement de 20 à 30 % environ inférieure à la valeur moyenne calculée du mardi au vendredi.

Dans quelques chantiers, on a étudié si l'injection d'eau avait une influence sur la concentration résiduelle en gaz du charbon. Dans ce but, on a comparé les concentrations résiduelles en gaz de régions du front injectées et non injectées. Dans tous les cas, les différences furent très faibles et se situaient dans la gamme d'incertitude des mesures.

L'injection d'eau ne peut donc exercer aucune action déterminante sur la concentration résiduelle en gaz. Si, pendant l'injection, on observe occasionnellement un dégagement de gaz accru, il a visiblement pour cause l'expulsion du gaz libre présent dans les fissures et les macropores, principalement de la zone détendue et desserrée qui précède le front de taille.

Aussi bien en ce qui concerne la vitesse d'avancement que le mode de contrôle du toit, on n'a pu constater aucune influence sur la concentration résiduelle en gaz.

3122. Relation entre la concentration résiduelle en gaz et les facteurs d'influence naturels.

Parmi les facteurs d'influence naturels, le degré de houillification n'a pas une influence déterminante sur la valeur de la concentration résiduelle en gaz après l'abattage, comme le montre la figure 10.

Par contre, pour les couches du bassin de la Ruhr, il existe une relation significative entre la concentration résiduelle en gaz après l'abattage et la concentration en gaz de la couche (fig. 11) : la concentration résiduelle en gaz croît linéairement depuis une concentration en gaz de 5 m³/t, lorsque cette concentration augmente. L'équation de la droite est la suivante :

$$Q_{RG} = 0,16 Q_O + 2,8, \text{ en m}^3/\text{t}$$

où Q_{RG} = concentration résiduelle en gaz après l'abattage, en m³/t

$$Q_O = \text{concentration en gaz, en m}^3/\text{t}.$$

D'après les résultats des mesures dans 19 chantiers, l'écart ne dépasse pas 15 %.

Les études sur la concentration résiduelle en gaz de couches influencées par des exploitations sus-jacentes ont eu lieu dans 9 chantiers; elles ont permis de voir nettement que les concentrations résiduelles en gaz après l'abattage sont réduites sous l'influence d'une exploitation antérieure. On n'a cependant pas pu mettre en évidence, avec les résultats des mesures, une relation avec la distance de la couche exploitée précédemment ni avec le temps écoulé depuis la dernière exploitation sus-jacente. Par contre, on a pu voir que la zone d'influence peut s'étendre de 20 m au mur d'une taille et parfois même encore à plus de 60 m.

313. Dégagement de gaz du charbon abattu.

Pour l'exploitation, il est surtout intéressant de connaître dans quelle mesure le courant d'air se chargera du gaz dégagé par le charbon abattu et en quels points du circuit d'aérage ce gaz se dégage. Lors de l'étude de cette question, on a pu voir que seule la concentration en gaz est influencée par les conditions géologiques et minières. Comme autre facteur intervient la granulométrie.

La figure 12 représente, pour les charbons du bassin de la Ruhr, la concentration résiduelle en gaz à l'extrémité du transport dans la voie de chantier, en fonction de la concentration en gaz.

3131. Relation entre le dégagement de gaz du charbon abattu et la granulométrie ainsi que la concentration en gaz.

Pendant le temps de séjour dans les chantiers, le dégagement de gaz du charbon a été de :

- 0 à 1,5 m³/t pour une granulométrie de 25 à 60 mm,
- 0,1 à 2,0 m³/t pour une granulométrie de 8 à 25 mm,
- 0,5 à 3,9 m³/t pour une granulométrie < 8 mm.

Avec de telles variations, il ne semble pas permis d'admettre pour toutes les couches, une relation valable entre la granulométrie et le dégagement de gaz. De façon générale, on peut seulement dire que le dégagement de gaz est inversement proportionnel à la granulométrie.

Considérant une composition granulométrique moyenne du charbon abattu dans le bassin de la Ruhr, qui est constitué de :

- 40 % de grains < 8 mm
- 25 % de grains 8-25 mm, et
- 35 % de grains > 25 mm,

on obtient un dégagement de gaz moyen pondéré du charbon abattu dans la Ruhr de 0,3 à 2,5 m³/t ou 1,4 (+ 1,1) m³/t.

En fonction du degré de houillification, il augmente linéairement de 1,0 m³/t pour une concentration en gaz de 5 m³/t à 2,0 m³/t pour une concentration en gaz de 25 m³/t.

3132. Caractéristiques de l'allure du dégagement de gaz.

Les figures 13 et 14 montrent, à l'aide de deux exemples, l'évolution dans le temps du dégagement de gaz du charbon abattu. Pour tous les charbons grisouteux étudiés, on a obtenu le même résultat : la vitesse de dégagement du gaz a très fortement décru au cours des premières minutes après l'abattage et a diminué de plus en plus lentement lorsque le volume de grisou dégagé a augmenté. Immédiatement après l'abattage, le dégagement de gaz est donc très élevé.

Pour pouvoir obtenir aussi la valeur du gaz résiduel entre l'abattage et le début des mesures, on a retenu les concentrations résiduelles en gaz immédiatement après l'abattage et au début des mesures de vitesse de dégagement de gaz.

Il résulte de ces valeurs que 90 % environ du volume du gaz dégagé dans le chantier par le charbon abattu, sont libérés immédiatement après l'abattage et principalement pendant le transport dans la taille.

3133. Durée du dégagement de gaz du charbon abattu et évolution après le transport dans la voie de chantier.

Comme le montre l'exemple de la figure 15, le dégagement de gaz du charbon extrait s'étale sur des mois. Après 3 mois, on a encore mesuré sur des charbons du bassin de la Ruhr, des concentrations résiduelles en gaz atteignant $0,7 \text{ m}^3/\text{t}$ et sur des anthracites d'Ibbenbüren, des concentrations atteignant $1,2 \text{ m}^3/\text{t}$.

Sur les courbes de la figure 16, on peut lire directement les quantités de gaz dégagées par jour durant le stockage du charbon extrait.

Sur la figure 17, on a représenté l'allure du dégagement de gaz de sorte que l'on puisse en déduire la quantité de gaz libérée au total après un certain temps de dégazage, en pour-cent de la concentration résiduelle en gaz après l'abattage.

314. Résultats.

Sur la figure 18, on a représenté deux courbes déduites des résultats des études sur le dégagement de gaz du charbon abattu concernant la relation entre le degré de dégazage et la concentration en gaz.

L'une des courbes donne le degré de dégazage après l'abattage, l'autre le degré de dégazage à l'extrémité du transport dans la voie de chantier.

A l'aide de ces courbes, on peut déterminer maintenant pour tous les charbons de la Ruhr dont la concentration en gaz dépasse $5 \text{ m}^3/\text{t}$, selon la concentration mesurée, la fraction libérée de la concentration en gaz.

32. Détermination du degré de dégazage d'après les différences de concentration en gaz avant et après l'influence des travaux miniers.

Les particularités des procédés de détermination de la concentration en gaz, et en outre une nouvelle fois les possibilités qu'offre le procédé basé sur la mesure de la pression du gaz, sont à la base du fait que la détermination du degré de dégazage par les différences de concentration en gaz avant et après l'influence des travaux miniers est spécialement appropriée pour les couches satellites du toit et du mur.

Les difficultés déjà mentionnées pour la mise au point d'un procédé valable et suffisamment précis de mesure de la pression du gaz sont les raisons pour lesquelles les études envisagées sur le degré de dégazage des couches voisines influencées n'ont plus pu être entreprises au cours de la recherche avec l'ampleur prévue. Mais les mesures ont été préparées, les appareils de mesures adaptés en conséquence et certaines recherches préliminaires effectuées. Quant aux mesures proprement dites qui sont de longue durée et dont la préparation présente de grandes difficultés pour trouver des chantiers d'étude appropriés, elles ont dû être reportées à la deuxième tranche du projet de recherche.

33. Etudes concernant le dégagement de gaz dans les silos à charbon souterrains.

Les résultats sur la concentration résiduelle en gaz du charbon après l'abattage et le transport dans la voie de chantier, et surtout la constatation qu'une partie parfois encore considérable de la concentration en gaz peut être présente dans le charbon et s'en libérer si le charbon est entreposé dans les silos du fond ou de la surface, nous ont incités à étudier de plus près le dégagement de gaz dans les silos à charbon. Une série d'études de la sorte est déjà disponible; le grand nombre de types de silos, surtout leurs rapports très différents de longueur à diamètre et les grandes différences de concentration en gaz des charbons stockés nécessitent un très grand nombre de mesures avant qu'il ne soit possible de donner des règles générales pour l'aérage le plus favorable des silos comme pour la construction de nouveaux silos et leur exécution la plus valable. Les études qui doivent être complétées par des essais sur modèle au laboratoire, ne pourront donc être terminées que dans la deuxième tranche du projet de recherche.

34. Essai de l'installation de télécontrôle du méthane Dräger-Cerchar [5].

Au cours des recherches sur le dégagement de grisou du charbon, on a acquis dans la mine des expériences avec le central de télégrisométrie Dräger-Cerchar. Ces expériences sont résumées à l'annexe 2.

4. ZONE DE DEGAGEMENT DE GAZ AROUND D'UN CHANTIER.

Dans la troisième partie du projet de recherche, on avait prévu des études sur la forme et la grandeur de la zone de dégagement de gaz autour d'un chantier. Alors qu'antérieurement la zone de dégagement de gaz - c'est-à-dire le volume de terrains autour d'une cavité créée par les travaux miniers où les couches dégagent une partie plus ou moins grande de leur gaz dans le courant d'air du chantier - avait été surtout définie sur la base de considérations théoriques, il fallait maintenant délimiter cet espace par des mesures souterraines.

Deux procédés d'étude différents devaient être utilisés :

- 41. Fixation des limites de la zone de dégagement de gaz par la mesure du degré de dégazage; la limite de la zone de dégagement de gaz se situe là où le degré de dégazage des couches voisines est nul.
- 42. Fixation des limites de la zone de dégagement de gaz par la mesure de l'accroissement du dégagement de gaz dans des sondages à l'aide d'appareils enregistreurs, lors de l'approche d'un chantier et en fonction de divers paramètres tels que la composition des terrains, la composition des diverses roches, l'éloignement du chantier, la grandeur et la forme du chantier, la vitesse d'avancement du chantier ou de creusement et le mode de contrôle du toit.

41. Délimitation de la zone de dégagement de gaz par détermination du degré de dégazage.

Pour ces études, ce qui a déjà été dit au paragraphe 32 sur le degré de dégazage est valable. Comme un procédé convenable pour la mesure de la pression du gaz n'était pas disponible au début, on n'a pas pu non plus commencer ces mesures au début de nos recherches. Les travaux seront donc annexés aux mesures des degrés de dégazage dans la deuxième tranche du programme de recherche et les résultats obtenus par les mesures décrites au paragraphe 42 seront alors complétés.

42. Délimitation de la zone de dégagement de gaz par mesure de l'accroissement du dégagement de gaz dans des sondages.

Les mesures en vue de la délimitation de la zone de dégagement de gaz par l'accroissement du dégagement dans des sondages ont été effectuées dans 10 chantiers. Elles donnent des renseignements sur l'extension des influences de l'exploitation en bordure de celle-ci comme au toit et au mur. Les travaux furent longs et beaucoup plus coûteux qu'il n'avait été prévu lors de l'établissement du programme de recherche. Le choix déjà difficile sans cela de chantiers appropriés fut encore sensiblement plus difficile à cause de la concentration des exploitations au cours des dernières années, avec une réduction subséquente du nombre de chantiers, et à

cause du passage progressif d'une exploitation par étages à une exploitation par couches.

Une particularité pour l'analyse des résultats des mesures et de leur signification découle de la chose suivante : les actions sur les terrains qui résultent d'une exploitation s'étendent de plus en plus loin au cours du temps, selon les conditions du toit, jusqu'à la surface, mais également aussi plus loin au mur. Si l y a des sondages dans les terrains, les couches qu'ils traversent sont alors concernées et la paroi des sondages se détend à partir du trou et le charbon donne un dégagement de gaz accru.

Dans l'analyse des mesures on doit à nouveau vérifier, de cas à cas, si le gaz ne s'écoulerait pas de ces couches aussi vers le courant d'air de la taille par les terrains non sondés, c'est-à-dire si des voies d'écoulement sont ouvertes dans les épontes de ces couches jusqu'au chantier, voies par lesquelles la chute de pression existante peut agir.

La question de la délimitation de la zone du chantier au toit et au mur, notamment, nécessite encore pour les terrains vierges un complément de mesures sur le degré de dégazage avant et après le passage de l'exploitation par une section de mesures. Une analyse statistique des résultats du captage portant sur un total de 1700 sondages n'a pu contribuer que peu à l'étude de la zone de dégagement de gaz. Mais les données existantes seront encore une fois examinées lors des études prévues sur le captage de grisou.

L'annexe 1 contient un rapport détaillé sur les travaux effectués et sur les résultats obtenus.

43. Observation des mouvements de terrains à l'aide d'une caméra de télévision pour sondages et par des mesures de variations de longueurs.

Comme la détente des terrains provoquée au toit et au mur d'un chantier par l'exploitation est la condition indispensable à un dégagement de grisou renforcé de ces couches, on a essayé, en plus des variations du dégagement de gaz, de mesurer autant que possible les mouvements de terrains. Des observations, à l'aide d'une caméra de télévision, faites dans des sondages perpendiculaires et obliques aux bancs, au-dessus et en dessous du charbon, ont donné un aperçu de l'ordre de grandeur de ces mouvements. Elles ont montré que les mouvements perpendiculairement à la stratification sont si petits qu'ils ne peuvent être observés à la vue; à côté de ces observations, on a fixé des repères dans les sondages et les variations de longueur entre repères ont été transmises par des fils à un enregistreur spécialement conçu. Ce procédé de mesure plus précis a indiqué des décollements des bancs au mur du chantier de l'ordre de 1 à 3 mm/m, tandis que l'on a mesuré au toit des valeurs qui atteignaient 5 à 10 fois plus. Il est donc évident que les observations à l'aide de la télévision ne pouvaient fournir aucun renseignement utilisable dans ce cas.

Par contre, plus importante est la constatation que, dans les sondages, le méthane ne provenait que des couches de charbon,

dans un seul cas particulier des épontes et en réalité d'une fissure visible. Dans les terrains encore peu desserrés, ce sont les couches, évidemment donc de préférence, qui importent comme voies de migration pour le gaz.

La caméra de télévision s'est montrée très utile si l'on considère la détermination exacte de la puissance des couches présentes au toit et au mur. Dans ce cas, l'observation faite avec l'appareil de télévision fut nettement supérieure aux carottages habituels.

L'annexe 3 contient un rapport détaillé sur les recherches et les résultats obtenus.

5. REMARQUE FINALE.

Les études non encore terminées seront poursuivies au cours de la deuxième tranche du programme de recherche, complétées et terminées. Concernant les résultats partiels qui sont déjà disponibles quant à ces essais, on fera un rapport d'ensemble après l'achèvement complet du programme de recherche.

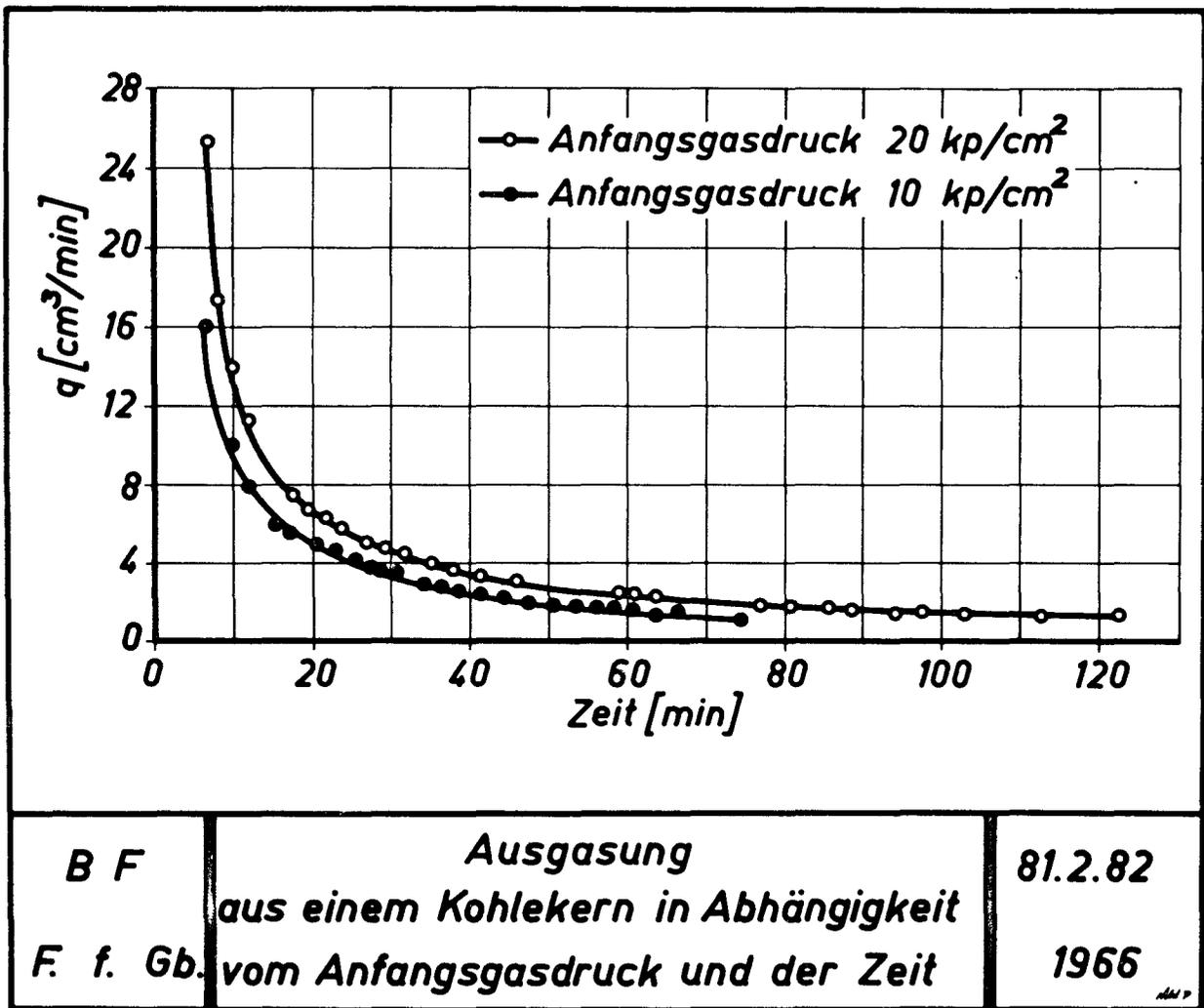


Fig. 1 : Dégagement de gaz d'une carotte de charbon en fonction de la pression initiale du gaz et du temps

Légende

Zeit = temps
 Anfangsdruck = pression initiale du gaz.

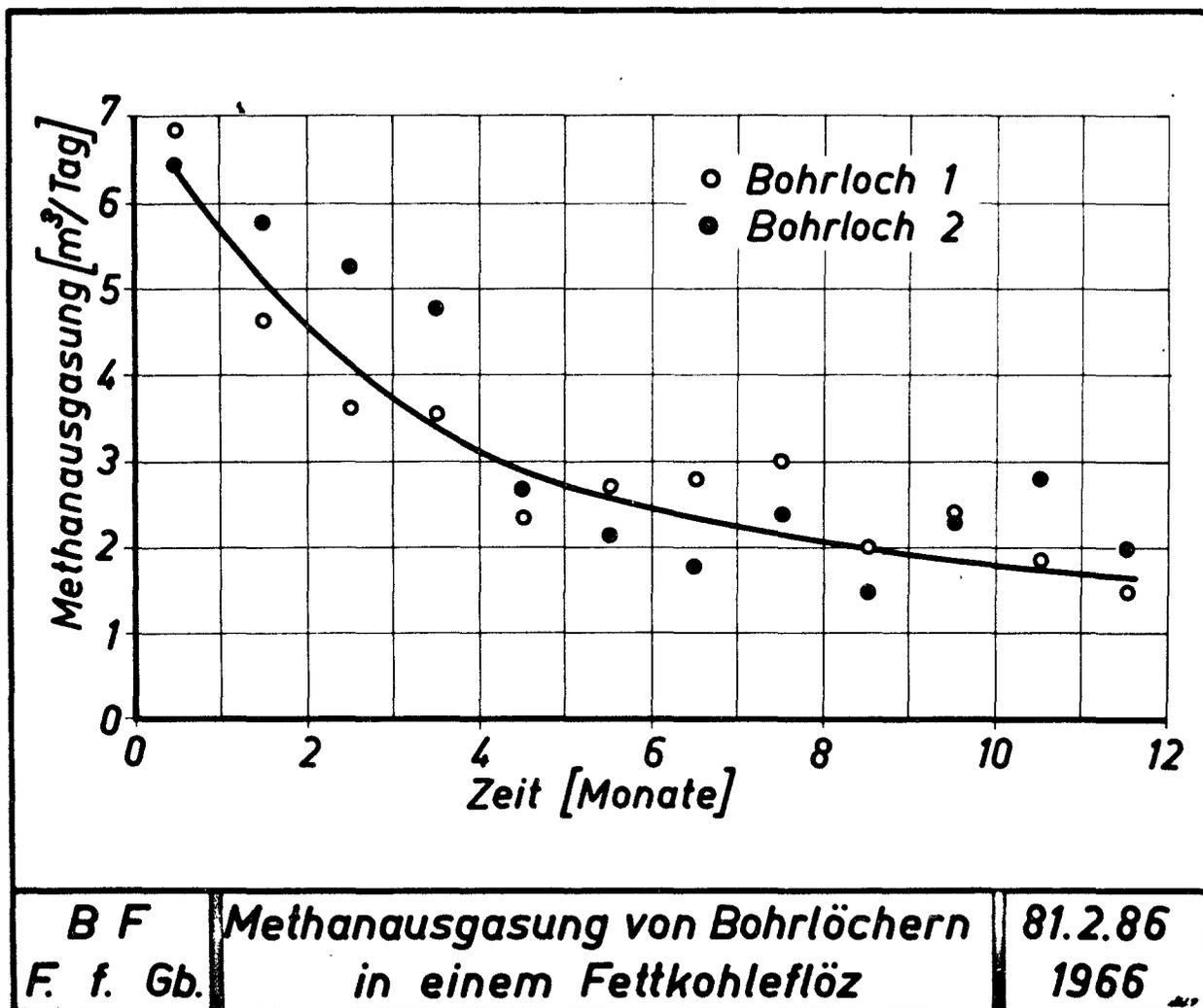


Fig. 2 : Dégagement de méthane de sondages dans une couche de charbon gras

Légende

Zeit (Monate) = temps (mois)
Methanausgasung (m³/Tag) = dégagement de méthane (m³/jour)
Bohrloch = sondage

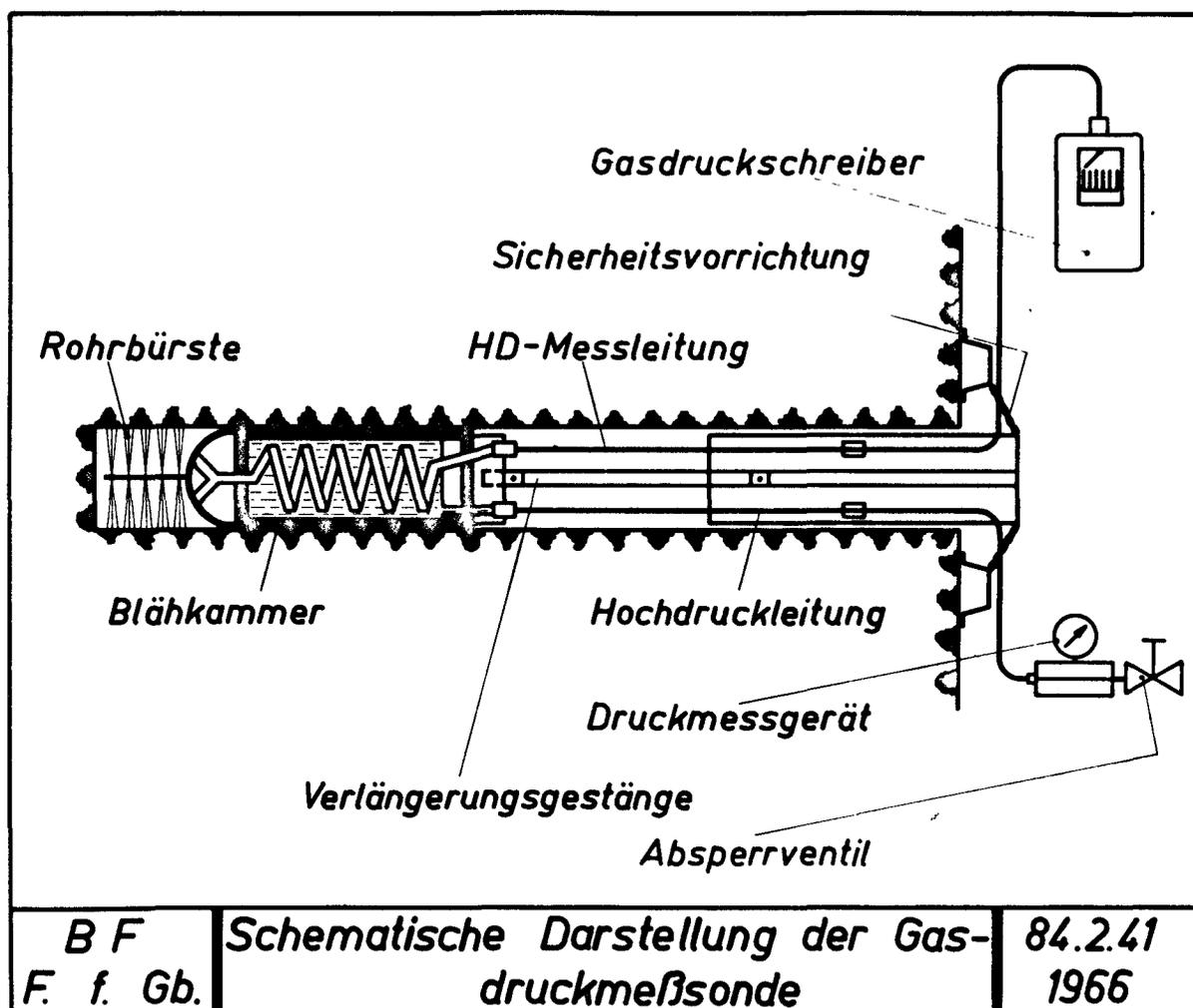


Fig. 3 : Schéma de la sonde de mesure de pression de gaz

Légende

- | | |
|------------------------|-------------------------------------|
| Gasdruckschreiber | = enregistreur de pression de gaz |
| Sicherheitsvorrichtung | = dispositif de sécurité |
| Rohrbürste | = brosse perforée |
| HD-Messleitung | = conduite de mesure haute pression |
| Blähkammer | = chambre gonflable |
| Hochdruckleitung | = conduite haute pression |
| Druckmessgerät | = manomètre |
| Verlängerungsgestänge | = tiges d'allongement |
| Absperrventil | = vanne d'isolement |

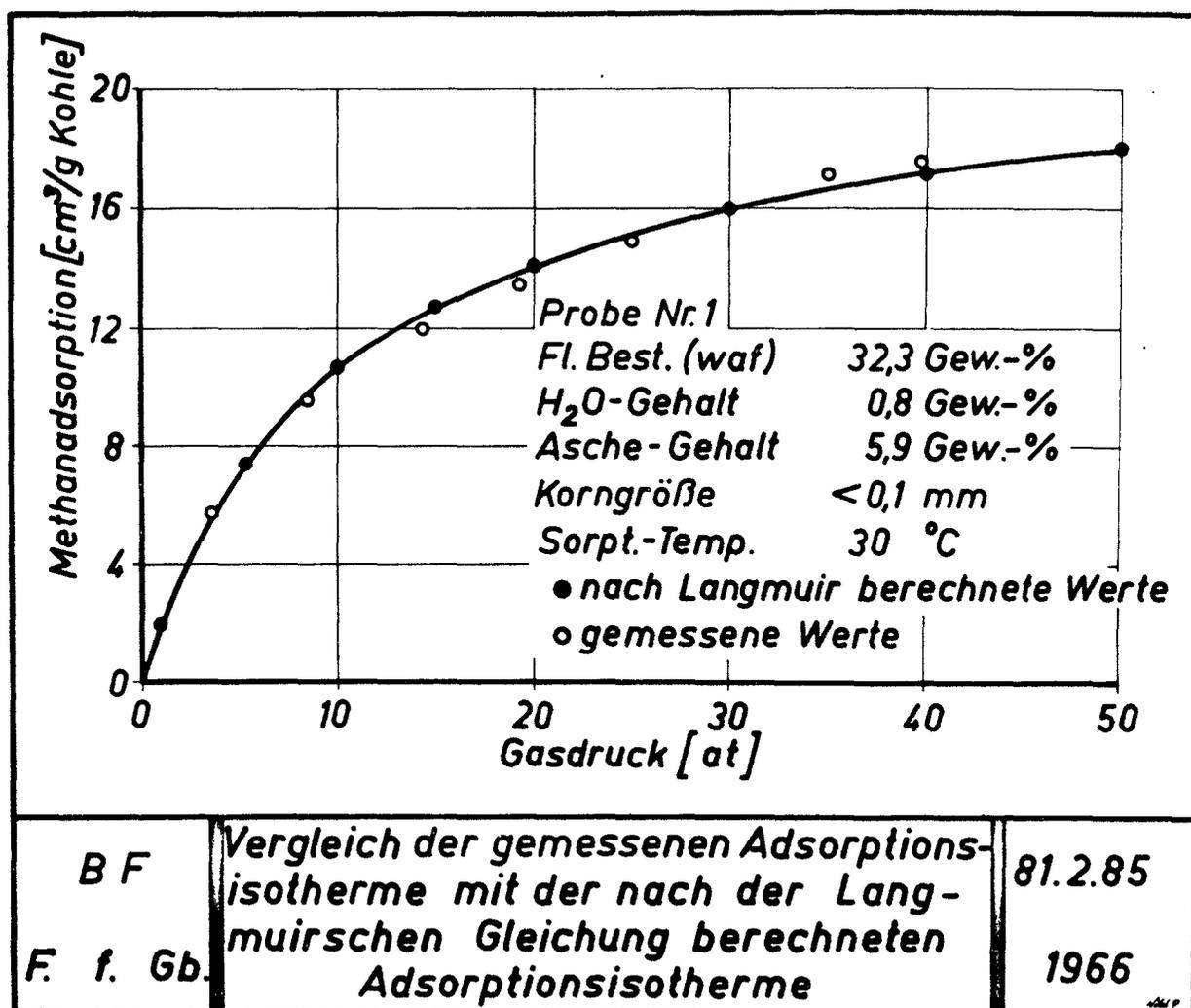


Fig. 4 : Comparaison de l'isotherme d'adsorption calculée d'après la formule de Langmuir

Légende

- | | |
|---|--|
| Gasdruck (at) | = pression de gaz (at) |
| Methanadsorption (cm ³ /g Kohle) | = adsorption de méthane (cm ³ /g charbon) |
| Probe Nr. 1 | = échantillon no 1 |
| Fl. Best (waf) | = matières volatiles (charbon sec et sans cendres) |
| H ₂ O-Gehalt | = teneur en H ₂ O |
| Asche-Gehalt | = teneur en cendres |
| Korngrösse | = granulométrie |
| Sorpt-Temp. | = température d'adsorption |
| nach Langmuir berechnete Werte | = valeurs calculées d'après Langmuir |
| gemessene Werte | = valeurs mesurées |

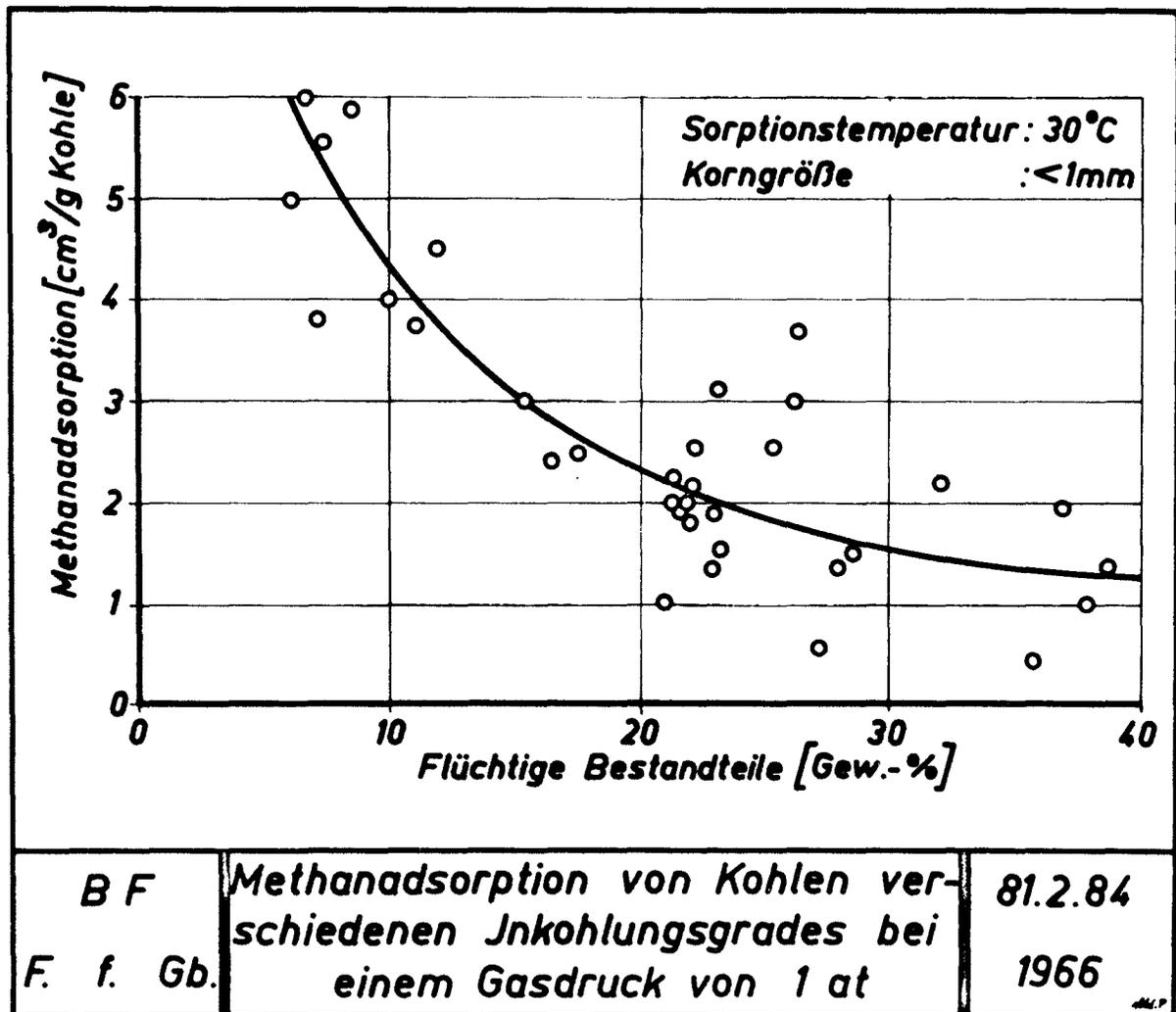


Fig. 5 : Adsorption de méthane par des charbons de divers degrés de houillification à la pression de gaz de 1 at

Légende

Flüchtige Bestandteile (gew.-%) = matières volatiles (% poids)
Methanadsorption ($\text{cm}^3/\text{g Kohle}$) = adsorption de méthane ($\text{cm}^3/\text{g charbon}$)
Sorptionstemperatur = température d'adsorption
Korngröße = granulométrie

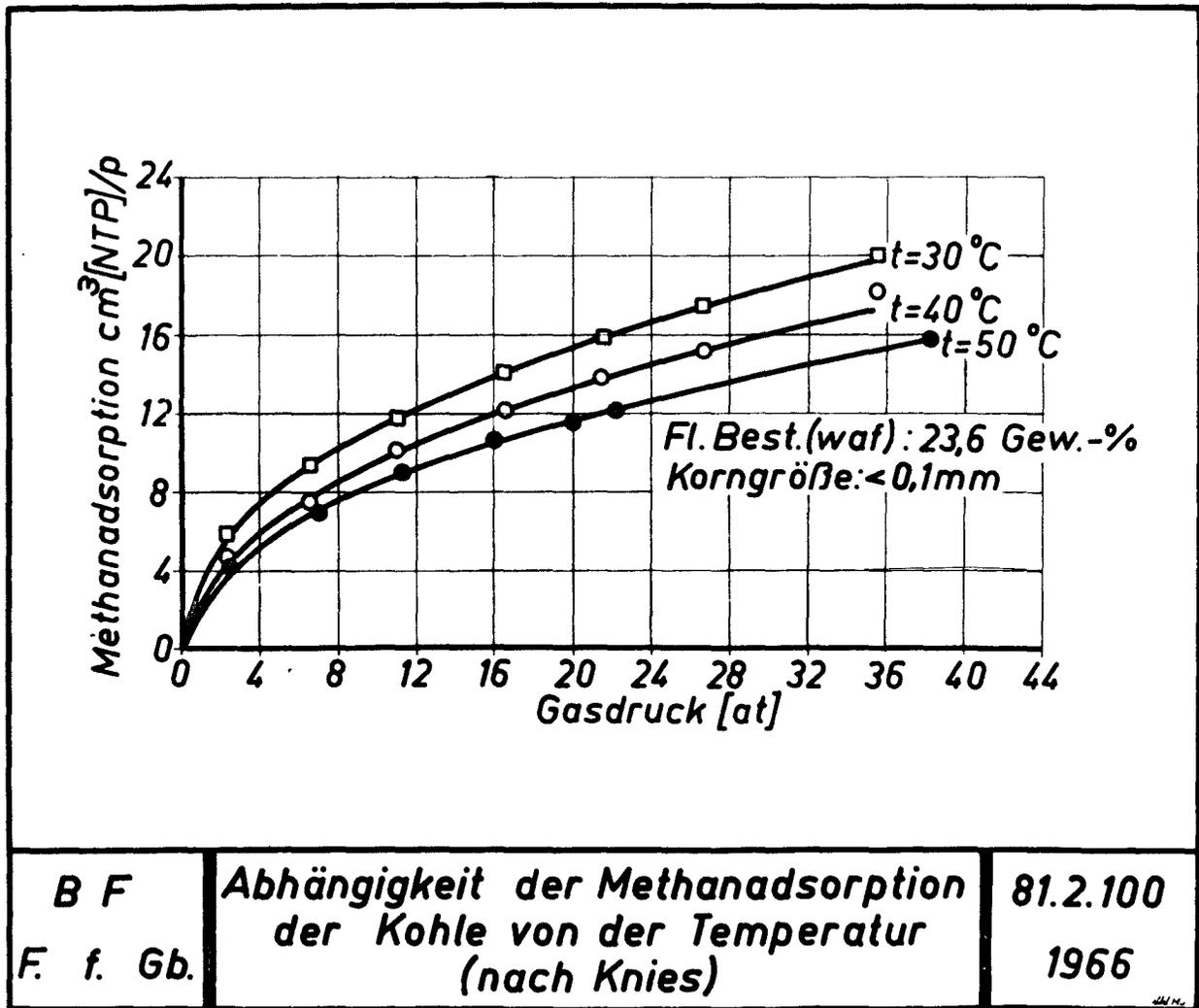


Fig. 6 : Relation entre l'adsorption de méthane du charbon et la température (d'après Knies)

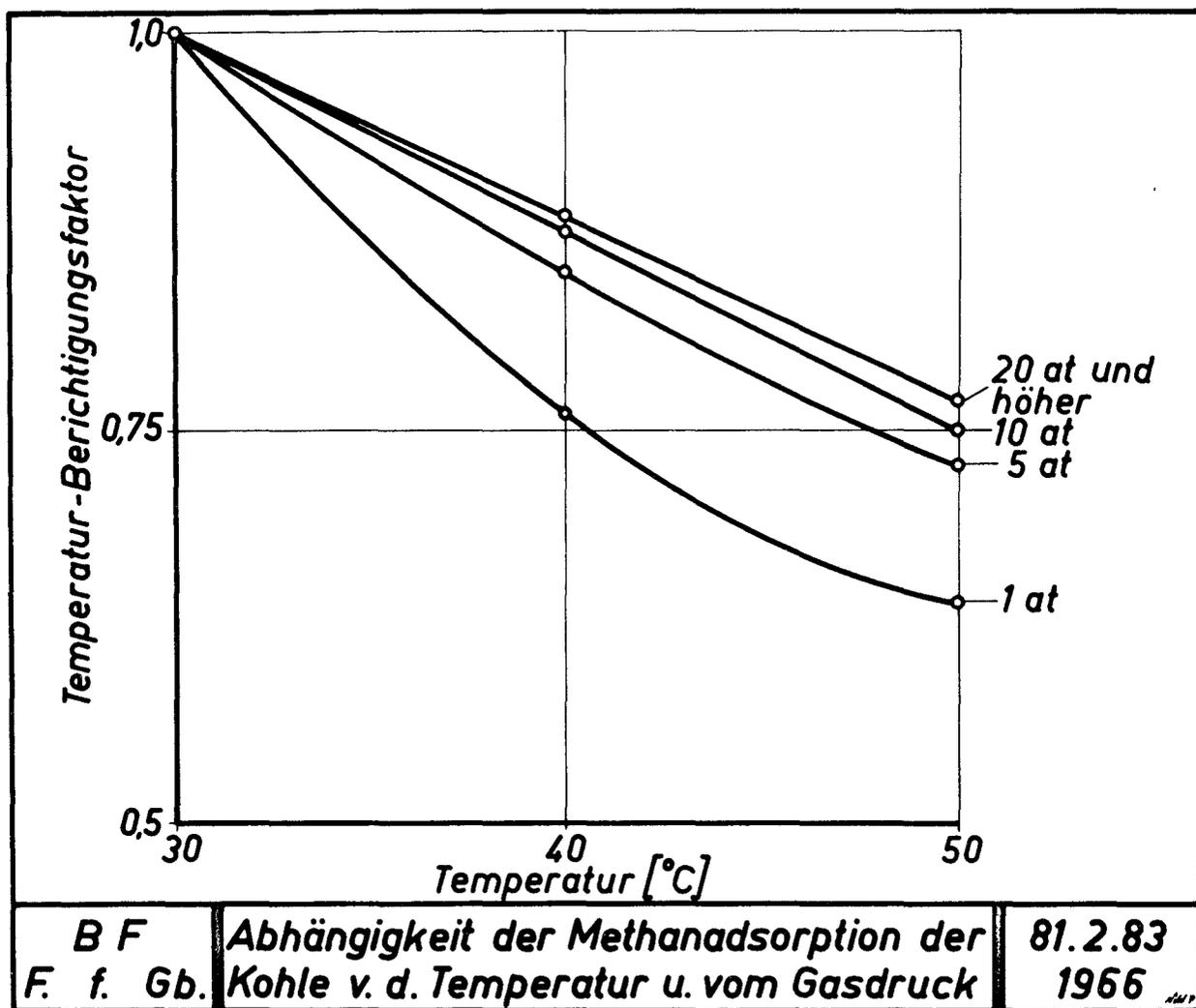


Fig. 7 : Relation entre l'adsorption de méthane du charbon et la température ainsi que la pression du gaz

Légende

Berichtigungsfaktor = facteur de correction

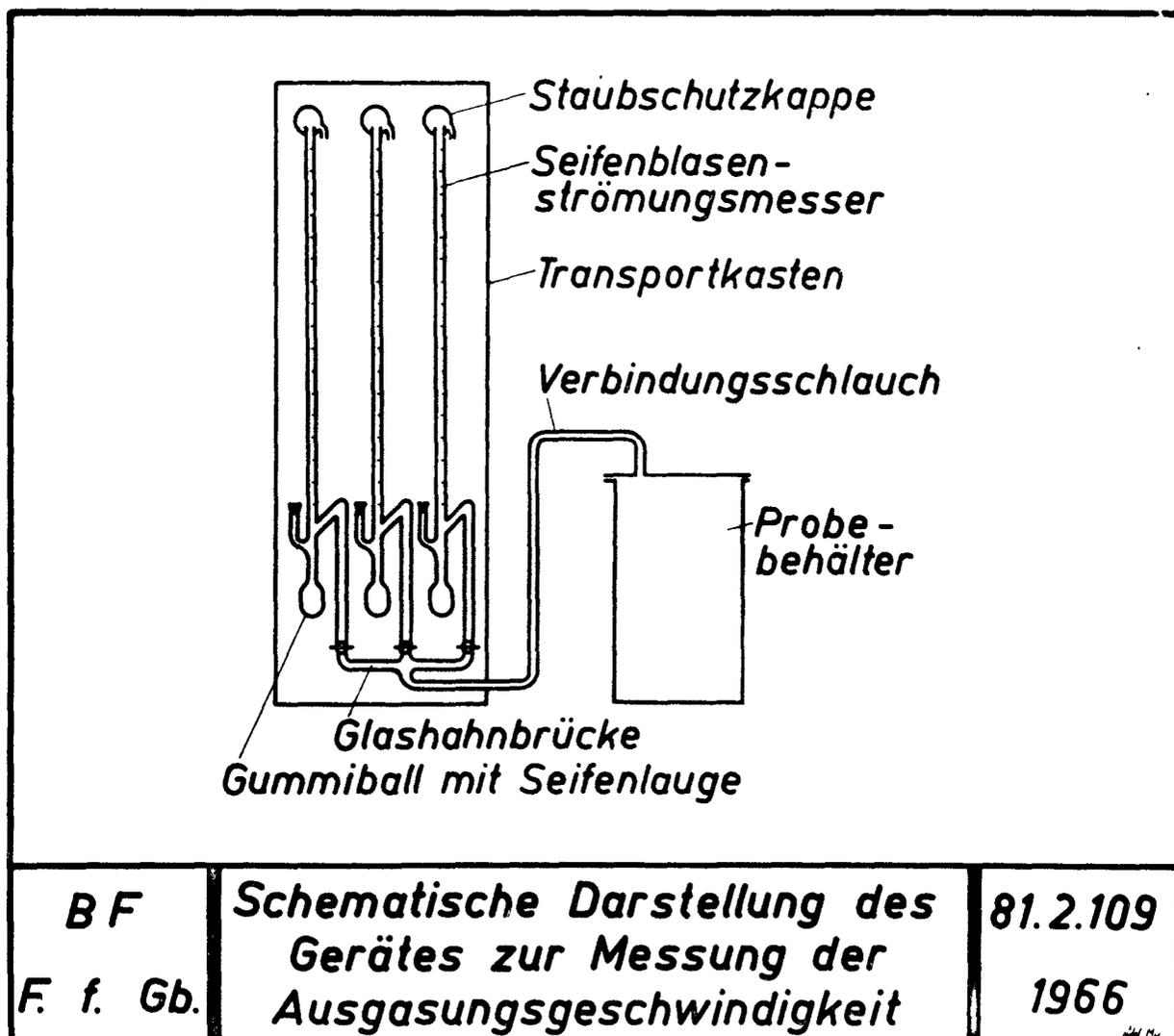
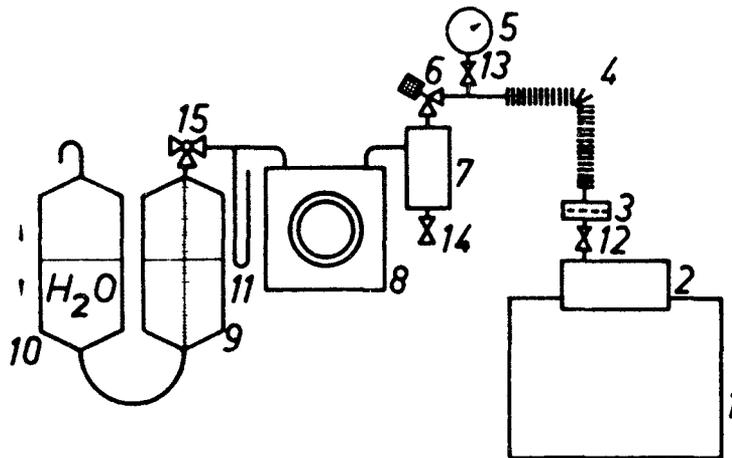


Fig. 8 : Schéma de l'appareil de mesure de la vitesse de dégagement de gaz

Légende

Staubschutzkappe	= coiffe de protection contre la poussière
Seifenblasenströmungsmesser	= débitmètre à bulles de savon
Transportkasten	= boîtier de transport
Verbindungsschlauch	= flexible de raccordement
Probebehälter	= récipient porte-échantillon
Glashahnbrücke	= robinets en verre
Gummiball mit Seifenlauge	= poire en caoutchouc avec eau savonneuse

- | | |
|---|-------------------------------|
| 1 Labor-Scheibenschwingmühle | 7 Abscheider |
| 2 Mahlbehälter | 8 Zweistufige Gasballastpumpe |
| 3 Staubfilter | 9 Gassammelbehälter |
| 4 Vakuumschlauch | 10 Niveaugefäß |
| 5 Kompressions-Vakuummeter | 11 U-Rohr-Manometer |
| 6 Elektromagnetisches Sicherheitsventil | 12-14 Ventile |
| | 15 Dreiwegehahn |



BF
F. f. Gb.

**Vereinfachte schematische
Darstellung der Apparatur zur
Bestimmung des Restgasinhaltes**

81.2.110
1966

Fig. 9 : Schéma simplifié de l'appareil de mesure de la concentration résiduelle en gaz

Légende

1. Broyeur vibrant à disques de laboratoire
2. Récipient broyeur
3. Filtre à poussières
4. Flexible à vide
5. Vacuomètre
6. Soupape de sûreté électromagnétique
7. Séparateur
8. Pompe à vide à deux étages
9. Récipient collecteur de gaz
10. Flacon niveau
11. Manomètre à tube en U
- 12-14. Vannes
15. Robinet à trois voies

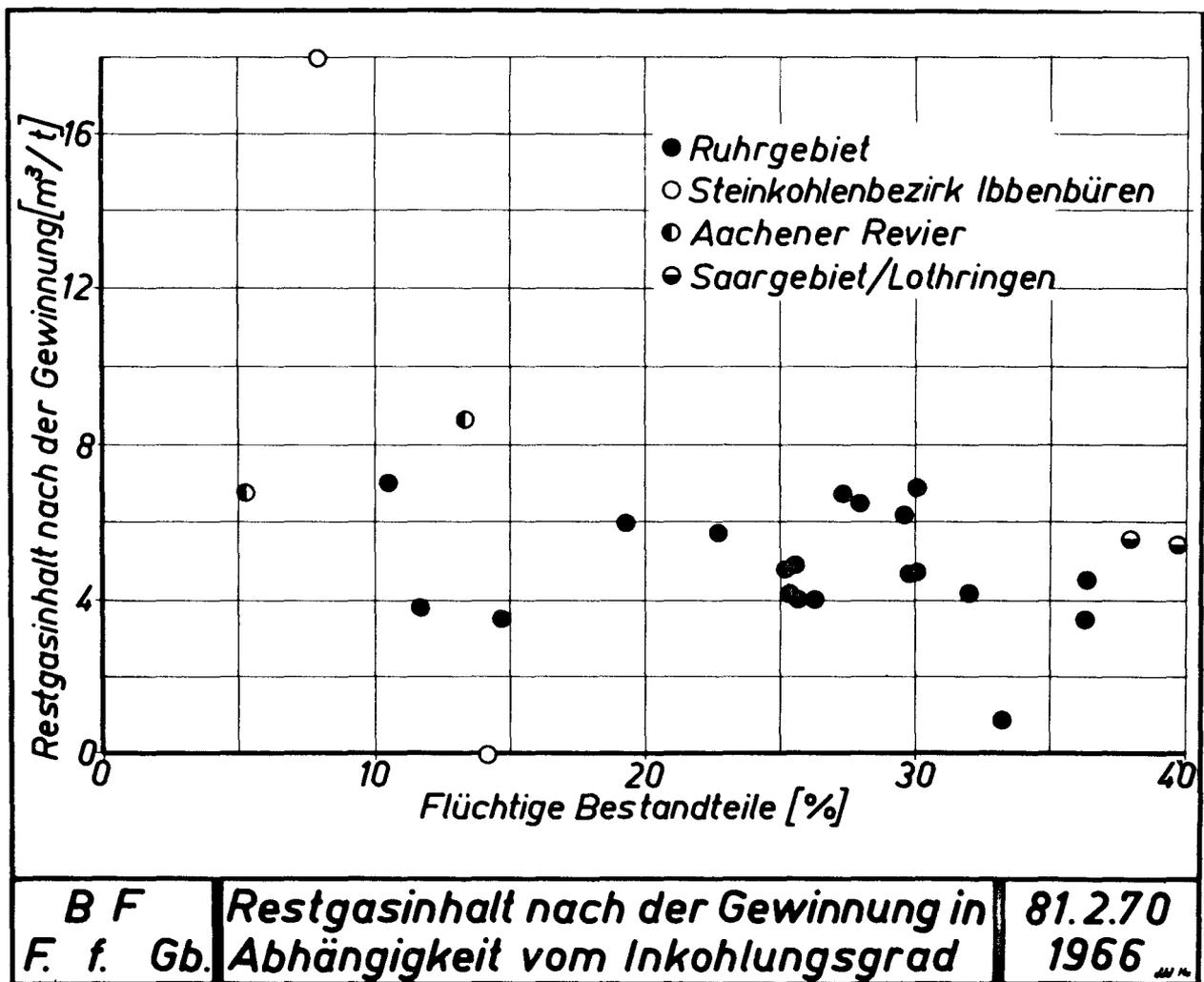


Fig. 10 : Concentration résiduelle en gaz après l'abattage en fonction du degré de houillification

Légende

Absc. : matières volatiles (%)

Ord. : concentration résiduelle en gaz après l'abattage (m³/t)

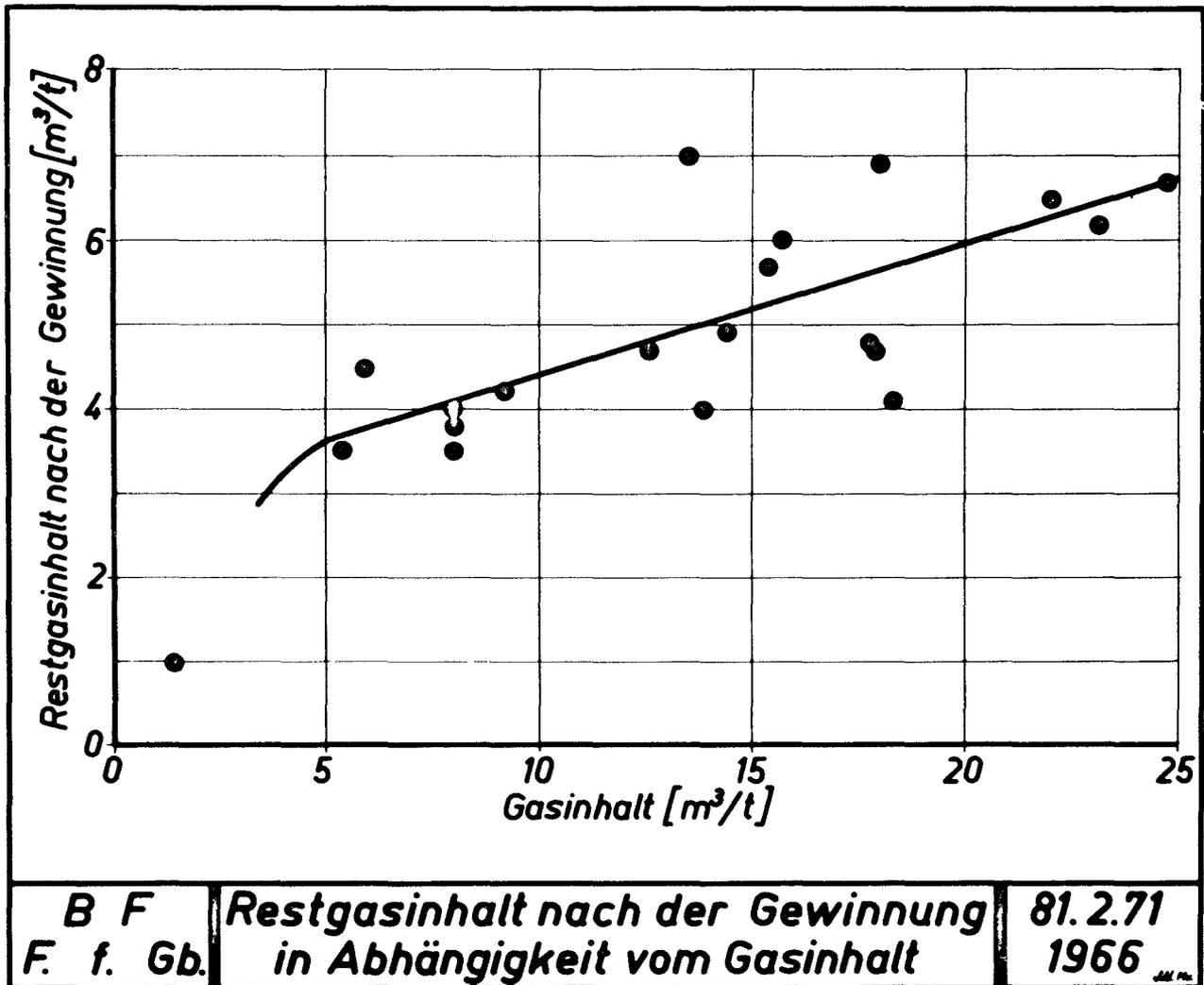


Fig. 11 : Concentration résiduelle en gaz après l'abattage en fonction de la concentration en gaz

Légende

Absc. : concentration en gaz (m³/t)

Ord. : concentration résiduelle en gaz après l'abattage (m³/t)

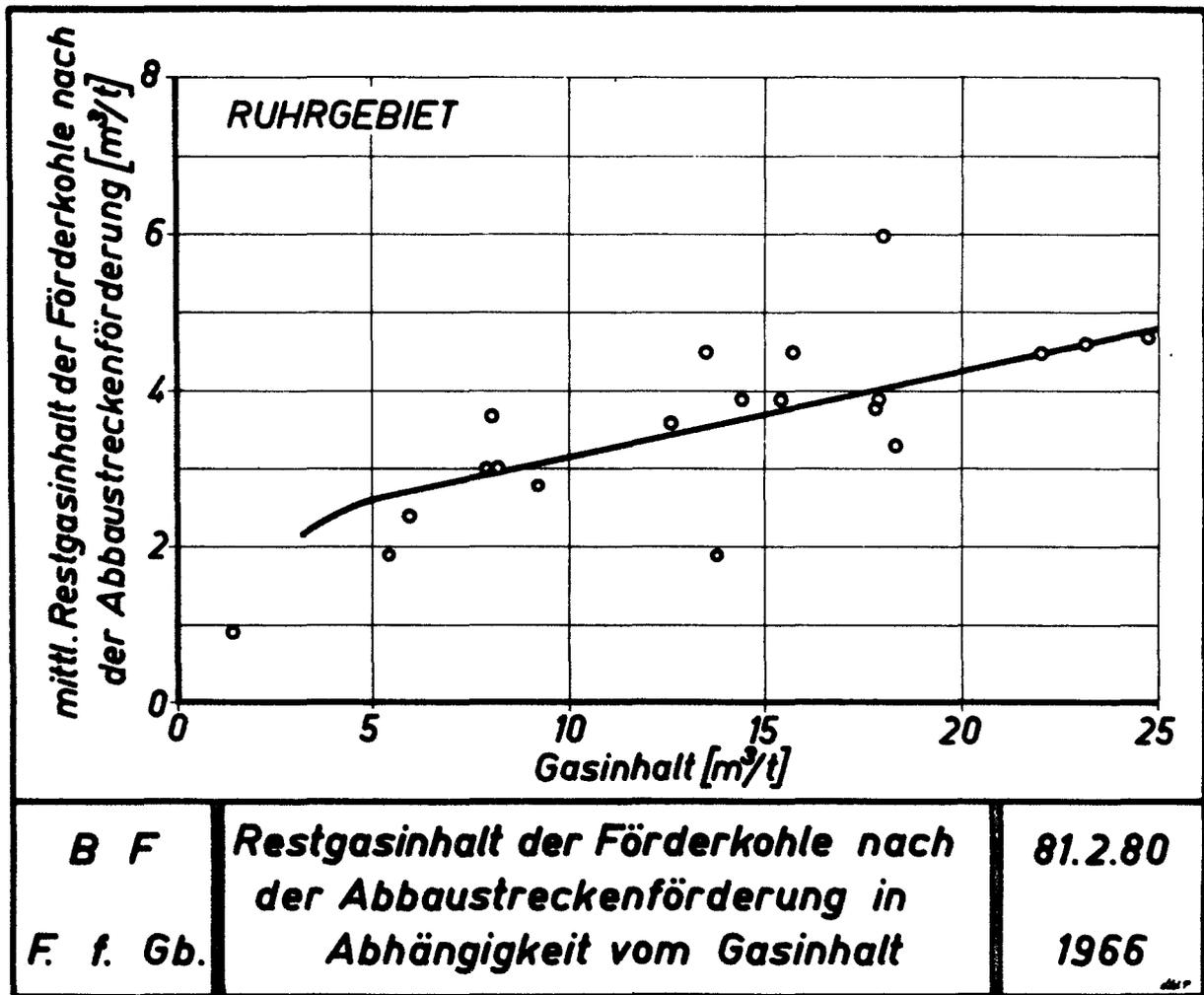
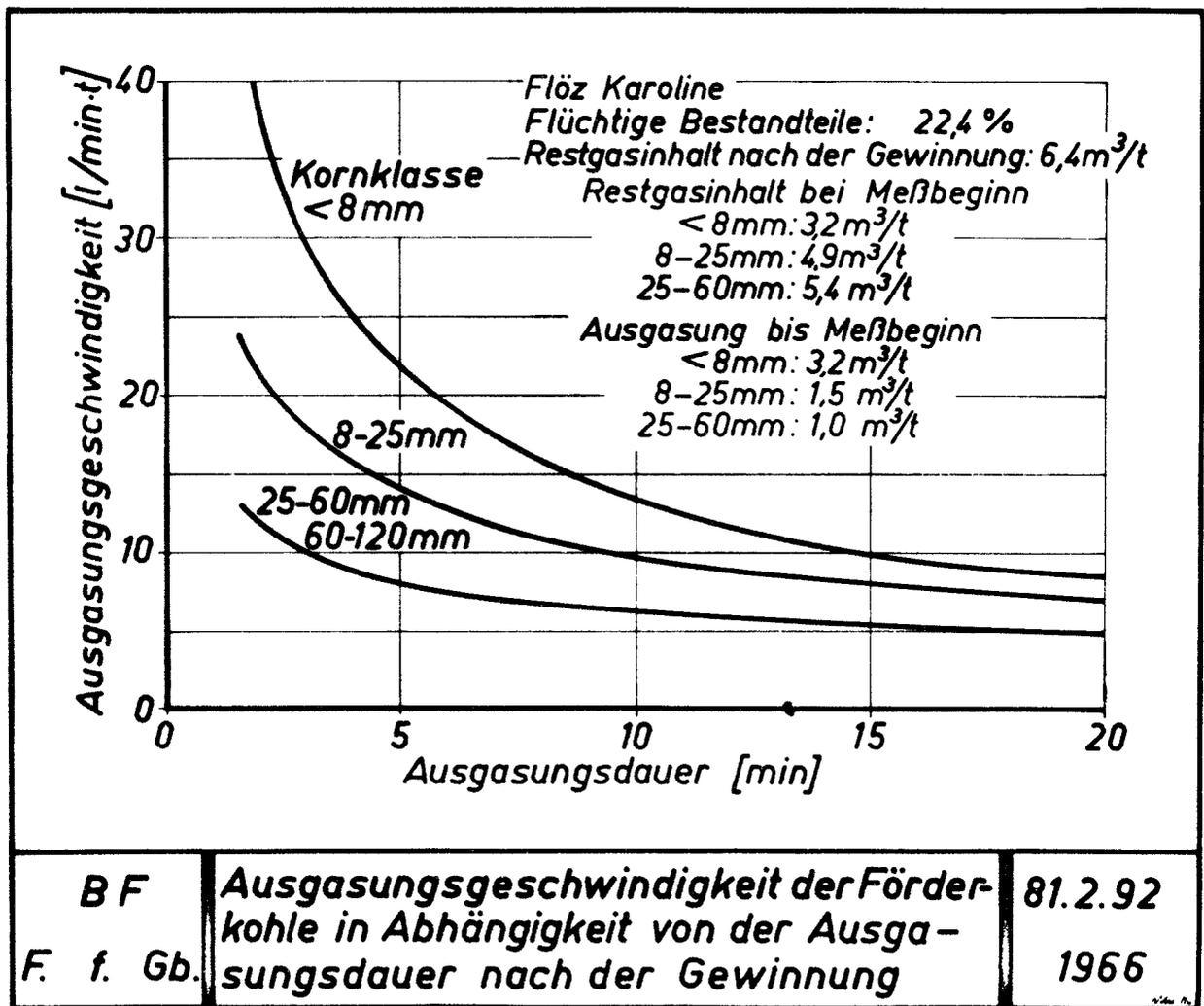


Fig. 12 : Concentration résiduelle en gaz du charbon abattu à l'extrémité du transport dans la voie de chantier en fonction de la concentration en gaz

Légende

Absc. : concentration en gaz (m^3/t)
 Ord. : concentration résiduelle moyenne en gaz du charbon abattu à l'extrémité du transport dans la voie de chantier (m^3/t)



B F	Ausgasungsgeschwindigkeit der Förderkohle in Abhängigkeit von der Ausgasungsdauer nach der Gewinnung	81.2.92
F. f. Gb.		1966

Fig. 13 : Vitesse du dégagement de gaz du charbon abattu en fonction de la durée du dégagement après l'abattage

Légende

Absc. : durée du dégagement de gaz (min)

Ord. : vitesse du dégagement de gaz (l/min.t)

Couche Karoline

M.V. : 22,4 %

Concentration résiduelle en gaz après l'abattage : 6,4 m³/t

Restgasinhalt bei Messbeginn = concentration résiduelle en gaz au début des mesures

Ausgasung bei Messbeginn = dégagement de gaz au début des mesures

Kornklasse = classe granulométrique

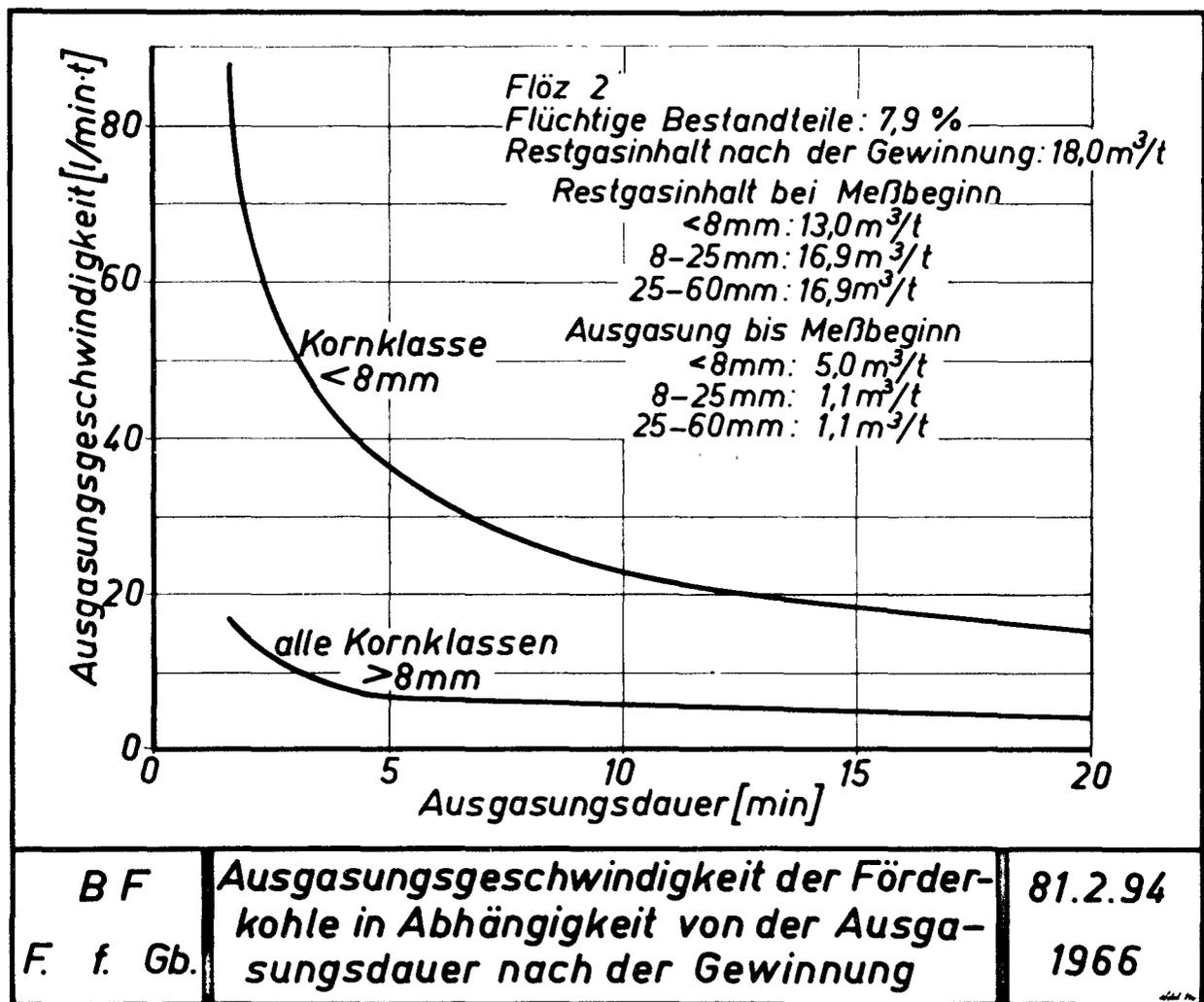


Fig. 14 : Vitesse de dégagement de gaz du charbon abattu en fonction de la durée du dégagement après l'abattage

Légende

- Absc. : durée du dégagement de gaz (min)
 Ord. : vitesse du dégagement de gaz (l/min.t)
- Couche Karoline
 M.V. : 22,4 %
 Concentration résiduelle en gaz après l'abattage : 6,4 m³/t
 Restgasinhalt bei Messbeginn = concentration résiduelle en gaz au début des mesures
 Ausgasung bei Messbeginn = dégagement de gaz au début des mesures
 Kornklasse ≙ classe granulométrique

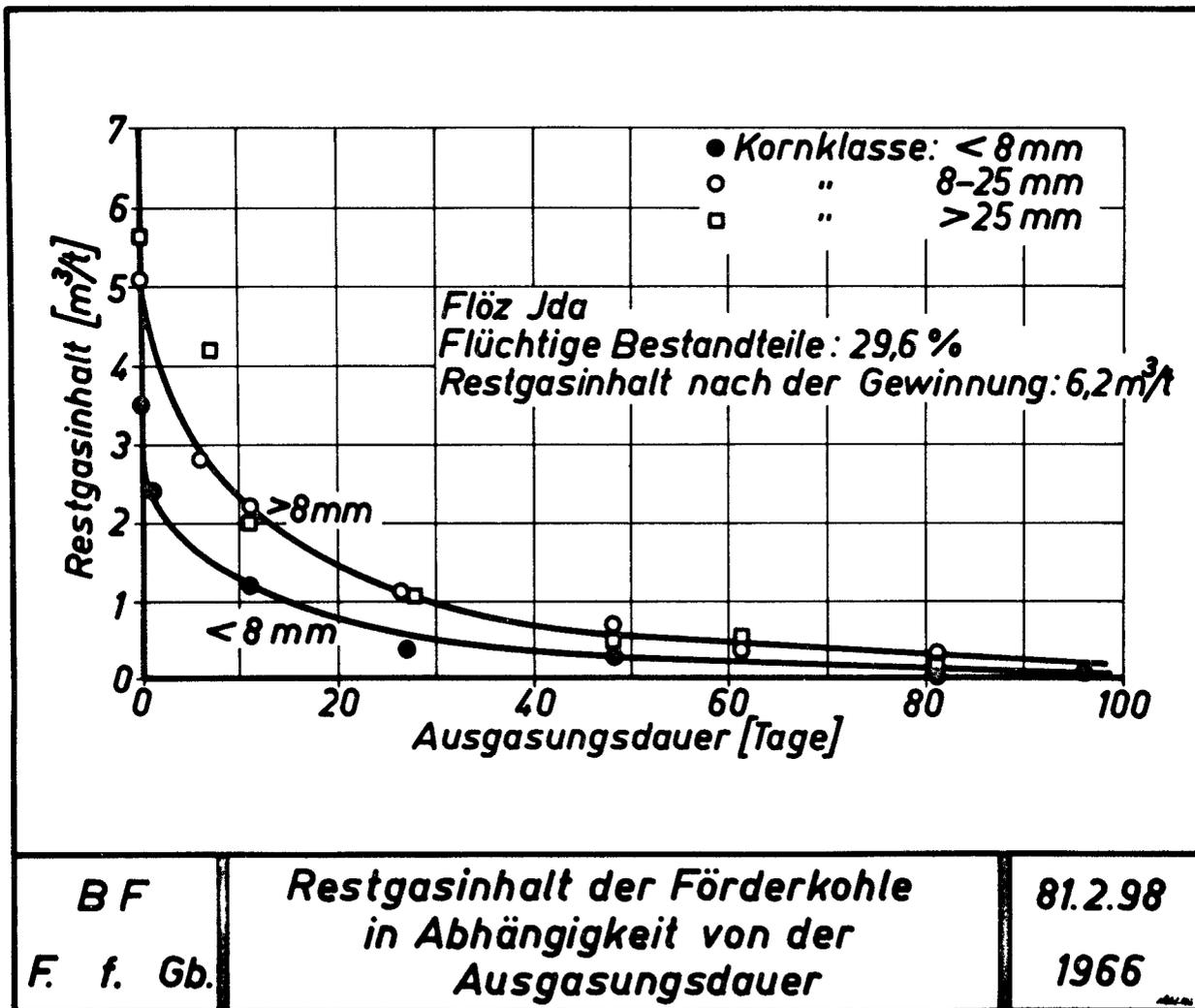


Fig. 15 : Concentration résiduelle en gaz du charbon extrait en fonction de la durée du dégagement de gaz

Légende

Absc. : durée du dégagement de gaz (jours)

Ord. : concentration résiduelle en gaz (m³/t)

Kornklasse

= classe granulométrique

Flöz Ida

= couche Ida

Flüchtige Bestandteile

= matières volatiles

Restgasinhalt nach der Gewinnung

= concentration résiduelle en gaz après l'abattage

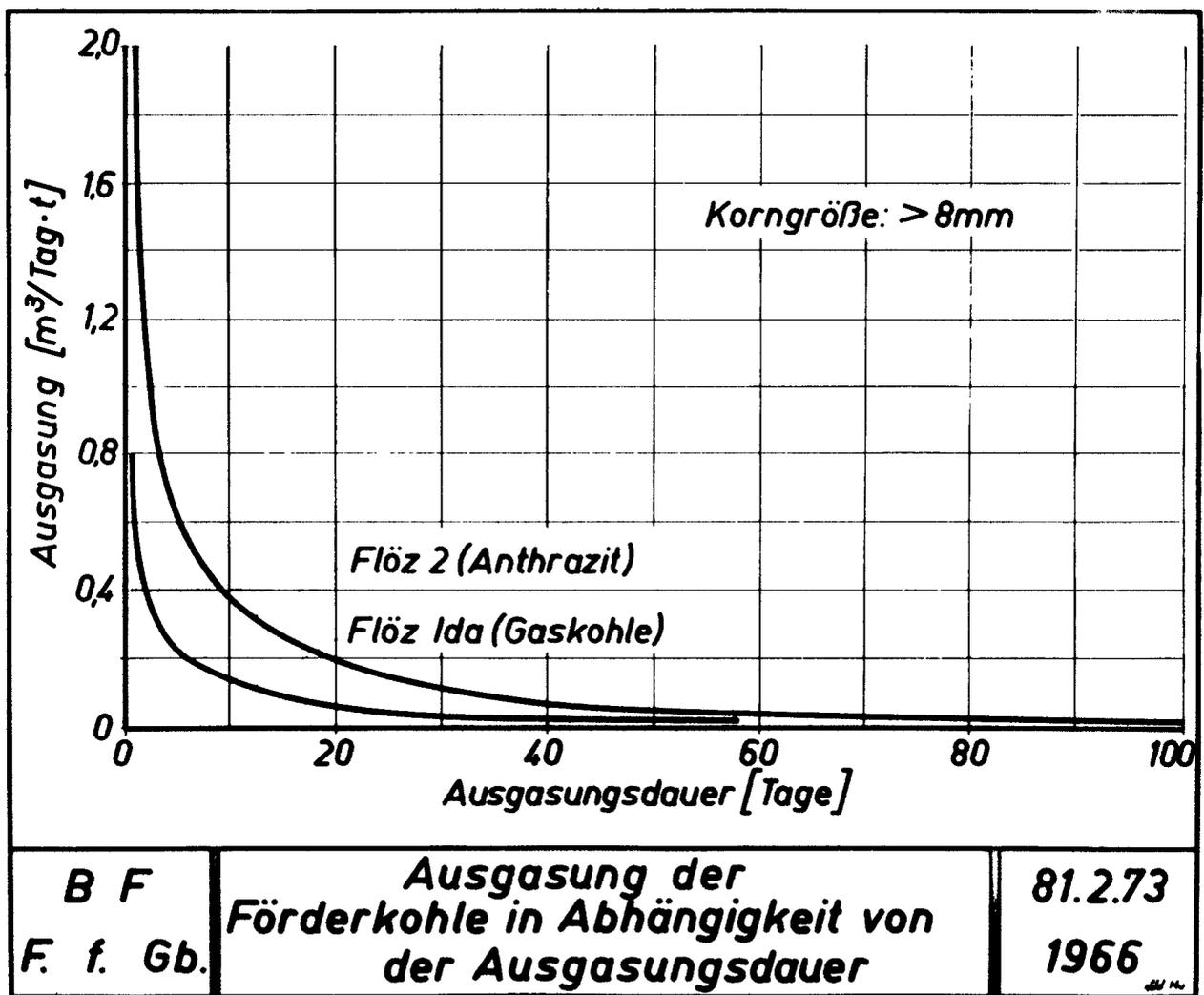


Fig. 16 : Dégagement de gaz du charbon extrait en fonction de la durée du dégagement

Légende

- Absc. : durée du dégagement (jours)
 Ord. : dégagement de gaz (m³/jour.t)
 Korngröße = granulométrie
 Flöz = couche
 Gaskohle = charbon à gaz

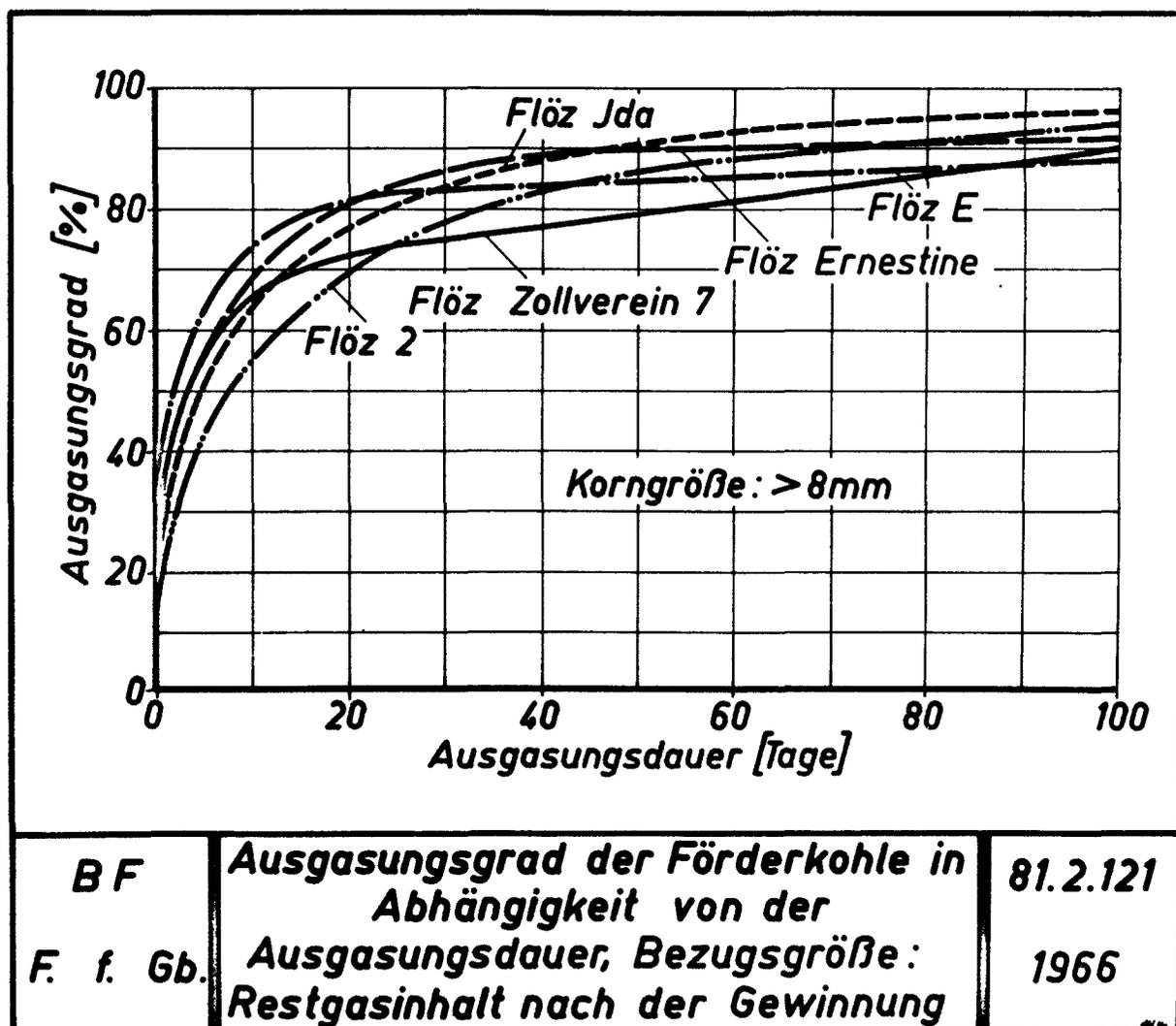


Fig. 17 : Degré de dégazage du charbon abattu en fonction de la durée du dégagement de gaz. Valeur de référence : concentration résiduelle en gaz après l'abattage

Légende

Absc. : durée du dégagement (jours)
Ord. : degré de dégazage (%)

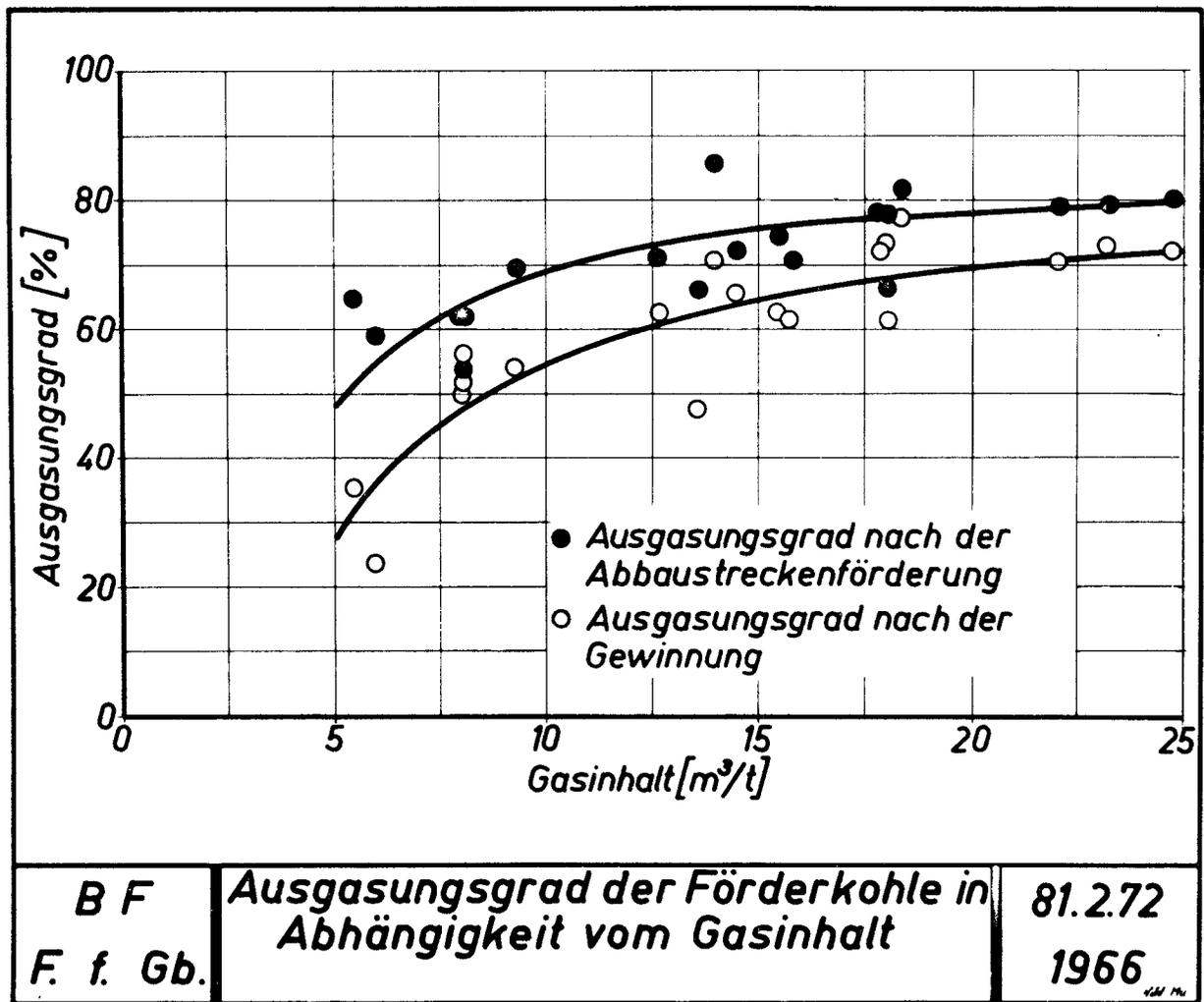


Fig. 18 : Degré de dégazage du charbon abattu en fonction de la concentration en gaz

Légende

- Absc. : concentration en gaz (m^3/t)
 Ord. : degré de dégazage (%)
 Points : degré de dégazage à l'extrémité du transport dans la voie de chantier
 Cercles : degré de dégazage après l'abattage

PUBLICATIONS ANNEXEES AU RAPPORT FINAL.

- [1] KNIES, H.
Entwicklung und Erprobung von Verfahren zur Untersuchung des Methangehaltes der Steinkohle.
Dissertation Technische Universität Berlin 1966.
- [2] MÜLLER, H.
Restgasinhalt und Ausgasung der Förderkohle.
Dissertation Technische Universität Berlin 1966.
- [3] PAUL, K.
Die Ermittlung des Gasinhaltes und des freiwerdenden Teils vom Gasinhalt im Steinkohlenbergbau.
Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl, Hohe Behörde,
II. Informationstagung "Das Grubengas und seine Bekämpfung",
Luxemburg, 10. Februar 1967.
- [4] NOACK, K.
Zur Frage des Ausgasungsraumes um Abbaubetriebe in flacher oder mässig geneigter Lagerung des Ruhrkarbons.
Dissertation Technische Hochschule Aachen 1969
und
Untersuchungen über Form und Grösse des Ausgasungsraumes um Abbaubetriebe in flacher oder mässig geneigter Lagerung des Ruhrkarbons.
Anlage 1 zum 1. Teil des Abschlussberichtes über das Forschungsvorhaben "Vorkommen und Freiwerden von Methan im Steinkohlengebirge".
- [5] MÜCKE, G.
Messtechnische Erfahrungen mit der Methan-Fernüberwachungsanlage Dräger-Cerchar.
Anlage 3 zum 1. Teil des Abschlussberichtes über das Forschungsvorhaben "Vorkommen und Freiwerden von Methan im Steinkohlengebirge".
- [6] WAGENER, B.
Bewegungsmessungen im Hangenden und Liegenden von Abbaubetrieben.
Anlage 3 zum 1. Teil des Abschlussberichtes über das Forschungsvorhaben "Vorkommen und Freiwerden von Methan im Steinkohlengebirge".

Recherches sur la forme et la grandeur de la zone de dégazage
autour des chantiers en gisement plat ou peu incliné de la Ruhr

Rapporteur : Dipl.-Ing. Klaus Noack

1. BUT DES RECHERCHES

Les recherches visaient essentiellement deux objectifs, à savoir :

- a) Expliquer l'allure du dégagement de gaz dans les zones influencées par l'exploitation, en l'absence de dépression;
- b) Délimiter ces zones.

En plus d'un élargissement des connaissances sur les relations physiques entre le dégagement de gaz et les mouvements de terrains, les recherches permettraient aussi des améliorations dans le domaine des applications pratiques et précisément dans les domaines du contrôle de l'aéragé, du captage de grisou et de la prévision du dégagement de gaz.

2. DESCRIPTION DES RECHERCHES PRINCIPALES

Le procédé de recherche utilisé consistait en la mesure du dégagement de gaz de sondages avant, pendant et après le passage de l'exploitation en dessous ou au-dessus d'eux. Les sondages étaient disposés autour des chantiers à étudier, de sorte que les limites présumées de la zone de dégazage puissent être fixées grâce à eux. En outre, les sondages ont été tubés de manière sélective, c'est-à-dire que, dans chaque cas, seule la couche à observer restait libre. Ainsi fut créé un réseau de points géométriquement bien définis sur lequel les mesures purent être faites. Au total, on a effectué huit recherches principales. Le tableau 1 fournit des renseignements sur les données les plus importantes concernant les recherches elles-mêmes, les propriétés particulières des gisements et la coupe des chantiers étudiés.

D'après ce tableau, les recherches se sont poursuivies sur une période de 5,5 ans environ, et précisément du 1er avril 1963 (recherche 1) au 31 août 1968 (recherche 6). Géographiquement, elles étaient limitées au district de la Ruhr, mais elles y étaient réparties dans toutes les parties du district. Stratigraphiquement, les zones des charbons à gaz supérieurs (Westphalien B) jusqu'aux zones des charbons gras moyens (Westphalien A) ont été concernées. Les chantiers étudiés se situaient à des profondeurs

comprises entre - 644 et - 827 m par rapport au niveau de la mer. Ils présentaient des puissances (abattues) de 120 à 301 cm et se situaient dans des couches en plateures. Le dégagement spécifique de gaz fut très variable ; il a varié entre 5,9 et 87,0 m³/t nette. Cinq chantiers furent menés avec foudroyage, deux avec remblayage pneumatique. Un chantier fut partiellement foudroyé et partiellement remblayé pneumatiquement. On a atteint des avancements mensuels moyens de 15 à 42 m et des productions nettes moyennes de 7.771 à 21,876 t. Six chantiers étaient équipés d'une installation de captage de grisou.

2.1. Dispositions des sections de mesures

Afin de pouvoir appliquer le procédé de recherche avec succès, les chantiers devaient remplir le plus largement possible les conditions suivantes :

- a) Les couches étudiées devaient être suffisamment grisouteuses, c'est-à-dire qu'elles devaient se situer dans le groupe des charbons à gaz ou des charbons gras;
- b) La pente ne devait pas dépasser 40 g, afin de faciliter l'analyse des résultats;
- c) Les chantiers devaient autant que possible se situer dans les parties de gisement non dérangées, car les dérangements, notamment aussi bien au point de vue de la mécanique des terrains que du dégagement de gaz, constituent des anomalies dans l'ensemble des terrains;
- d) Les zones de terrains étudiées devaient être très peu influencées par des exploitations antérieures. Comme règle, on a choisi des distances de 120 m au toit et 60 m au mur de la couche exploitée;
- e) Il fallait disposer de galeries appropriées (par exemple voies en direction, travers-bancs, voies en couche) sous ou au-dessus desquelles les chantiers passeraient;
- f) Ces galeries devaient se situer à une distance suffisante de la ligne de départ ou d'arrêt des chantiers afin que les mesures ne soient pas entachées par les phénomènes anormaux du départ et de l'arrêt;
- g) Autant que possible, il ne fallait pas faire de captage de grisou dans les chantiers étudiés afin d'éviter les confusions entre les zones de terrains drainées par le captage et les zones d'action des sondages de recherche;
- h) Au point de vue du temps disponible pour les études, du personnel affecté aux mesures et des appareils de mesures disponibles, les plannings des chantiers devaient pouvoir être incorporés dans un plan de recherche.

Le tableau 1 montre que les conditions énumérées ci-dessus n'ont pu être réunies dans tous les cas. Cela a dû être pris en considération ultérieurement lors de l'examen des résultats particuliers.

Si des sondages sont forés vers le haut ou vers le bas, dans une même direction, à partir d'une galerie sous laquelle ou au-dessus de laquelle passera une exploitation et si ceux-ci sont tubés de manière sélective de la manière décrite plus haut, on constitue une section de mesures. Cette section est caractérisée par le fait qu'elle contient tous les points de mesures et qu'elle occupe une position géométrique déterminée par rapport au chantier. Elle peut être essentiellement perpendiculaire à la direction d'exploitation (transversale) ou parallèle à la direction d'exploitation (longitudinale). Des sections transversales fournissent des renseignements aussi bien sur les limites dans le temps de la zone de dégazage que sur ses limites avant et arrière. A ce point de vue, elles sont réellement très parlantes, mais, en général, elles ne permettent pas de mesures répétées (par exemple dans d'autres travers-bancs). Les sections de mesures longitudinales ne fournissent de renseignements que sur les limites avant et arrière de la zone de dégazage. Mais à cette limitation s'oppose la possibilité de mesures répétées à la fréquence souhaitée. Dans la direction verticale, les deux sortes de sections de mesures ne sont limitées que par la longueur maximale de sondage réalisable. Le cas idéal est celui d'une recherche qui peut bénéficier aussi bien d'une section de mesure longitudinale que d'une section de mesure transversale, c'est-à-dire lorsqu'un chantier passe par exemple d'abord au-dessus et en dessous d'une galerie en direction parallèle à la direction d'exploitation et simultanément d'un travers-bancs perpendiculaire à la direction d'exploitation.

Le tableau 2 contient des données sur le nombre, la situation et l'orientation des sections de mesures ainsi que sur les sondages qui les occupent. Selon ce tableau, on a équipé 12 sections de mesures au total, dont 5 en toit et 7 en mur. Huit sections de mesures avaient une orientation transversale et quatre une orientation longitudinale. Les recherches 4, 5 et 6 qui concernent le même chantier, ont rempli pour le mur les conditions idéales énoncées. De même, la recherche 7 pour le toit.

Au total, on a foré 76 sondages dont 39 sondages montants et 37 sondages descendants. Le tableau 3 résume les caractéristiques les plus importantes de tous les sondages de recherche. Les numéros de sondages de la 2e colonne correspondent aux numéros de sondages des diverses recherches tels qu'ils ont été employés dans les rapports semestriels antérieurs et les coupes d'aperçu y annexées. L'index de la 3e colonne est de type décimal ; le premier chiffre de cet index donne le numéro de chaque recherche. La longueur de sondage a été déterminée à partir de la distance entre la couche à étudier et la galerie qui sera influencée par une exploitation sus- ou sous-jacente. Au total, on a foré 3 224 m de sondages. On a utilisé différents diamètres. En soi, un diamètre de sondage de 65 mm aurait été suffisant pour les études de dégazage. Mais comme on avait prévu aussi des observations de mouvements de terrains à l'aide d'une caméra de télévision de sécurité spéciale pour sondages, le diamètre a dû être porté dans la plupart des cas à 95 mm

et même, dans quelques sondages, à 143 mm. La longueur du tubage dépendait de la distance de la dernière couche traversée par le sondage à la galerie d'évacuation et qui ne devait plus être étudiée et par conséquent devait être scellée. Pour une partie des sondages, on a utilisé un tubage spécial pour captage de grisou de la firme Carl Hamacher KG, Wattenscheid, et pour le reste un tubage usuel du siège. Des 3 224 m de trous, 54 % (1 735 m) ont été tubés. L'inclinaison des sondages fut ordinairement de 100 g sauf dans quelques cas particuliers. De la liste des couches étudiées, il ressort que les séries stratigraphiques des charbons flambants inférieurs (Westphalien B) aux charbons gras moyens (Westphalien A) ont été concernées de manière presque continue. La distance normale de la couche étudiée à la couche exploitée, l'un des paramètres importants pour l'analyse ultérieure des résultats, a varié entre 83 m au mur et 136 m au toit.

2.2. Exécution des mesures

Au cours des recherches, on a effectué les mesures de dégagement de gaz de sondages et de certaines galeries influencées par l'exploitation. En outre, parallèlement, on a mesuré les mouvements de terrains dans quelques sondages et dans quelques galeries influencées par l'exploitation. Le tableau 4 contient les données les plus importantes concernant les mesures.

Sur les sondages, on a calculé le débit de CH₄ entre deux mesures, ainsi que le débit au moment de la mesure, à des intervalles réguliers de 1 jour à 1 semaine. En outre, on a utilisé les mesures de débit effectuées à l'aide de compteurs à gaz à soufflet et les mesures de CH₄ faites nécessairement avec l'interféromètre. A des intervalles d'un mois, les mesures faites à l'interféromètre ont été complétées par l'analyse d'échantillons de gaz prélevés dans les sondages. Pour la mesure permanente du débit, on disposait d'enregistreurs de débit instantané et cumulé. Ceux-ci n'ont toutefois été installés que sur certains sondages particulièrement intéressants. Sur les quelques sondages qui, pour des raisons d'exploitation, ont dû être raccordés au réseau de captage de grisou (sondages 771, 772, 708, 709, 710, 711, 806 et 807), on a effectué les mesures de débit, outre avec les compteurs à gaz, à l'aide de lugamètres, cela dans la conduite de mesure au-delà de chaque sondage. Simultanément, à l'aide de ces appareils, on a mesuré la dépression dans la conduite de mesure. Dans quelques-uns de ces sondages, on a contrôlé la teneur en CH₄ et la dépression à l'aide d'enregistreurs.

En plus des mesures sur les sondages, il y eut des mesures de débit et de teneur en CH₄ dans le courant d'air de certaines galeries influencées par l'exploitation. Pour cela, on a utilisé, soit des appareils portatifs (Anémomètre à moulinet et méthano-mètre), soit des appareils enregistreurs (Mono ou Unor et enregistreur de vitesse). Ces mesures ont servi, en outre, à établir le bilan du dégagement de grisou des chantiers étudiés. De plus, elles devaient fournir des renseignements sur le dégagement de grisou de certains chantiers souterrains.

Dans le courant d'air des galeries où il y avait des sondages d'étude, on a enregistré la pression barométrique et la température sèche. Cela devait faciliter le calcul pour ramener les débits de gaz mesurés à l'état normal. En outre, on avait pensé à la découverte de certaines relations entre la pression barométrique et le dégagement de gaz des sondages. Les enregistrements ont été complétés par des mesures de contrôle hebdomadaires à l'aide de baromètres anéroïdes et de psychromètres à aspiration.

Pour déterminer la concentration en gaz des couches étudiées, on a mesuré la pression du gaz dans les sondages 5 251, 616, 617 et 625 à l'aide de la sonde de Knies. Les mesures d'adsorption sur les échantillons de charbon correspondants ont été entreprises au laboratoire du grisou de la Forschungsstelle für Grubenbewetterung (Station de recherche pour l'aérage des mines); les mesures de porosité ont été faites dans un autre laboratoire de la Bergbau-Forschung GmbH.

Les mesures des mouvements de terrains ont débuté par l'essai de détection directe des voies d'écoulement du gaz en examinant la paroi non tubée des sondages à l'aide d'une caméra de télévision antigrisouteuse pour trous de sonde (recherches 1, 2, 7 et 8). Cela ne s'est pas révélé possible pour diverses raisons. On a donc réparti des repères de mesures sous forme d'anneaux à expansion le long de la partie non tubée des sondages. Les mouvements de ces repères sont transmis par des fils de mesures à des repères extérieurs au sondage et dont les mouvements relatifs furent d'abord mesurés à l'aide d'un mètre pliant (recherche 3), puis à l'aide d'enregistreurs de mouvements construits par la Forschungsstelle für Grubenbewetterung (recherches 4, 5 et 6).

Les mouvements de la sole, du toit et des parois d'un travers-bancs soumis à l'action d'une exploitation sous-jacente (recherches 7 et 8) comme ceux d'une galerie en direction influencée par une exploitation sus-jacente et en liaison avec un travers-bancs soumis à l'influence du même chantier sus-jacent (recherches 5 et 6) ont été mesurés par nivellement par le siège.

Généralement, les sondages descendants sont complètement ou partiellement remplis d'eau. Lorsqu'une exploitation passe sous eux, le niveau d'eau baisse. A partir de l'allure et de la vitesse de baisse du niveau d'eau, dans certaines conditions, on peut tirer des conclusions sur les variations de la perméabilité à l'eau des terrains. Des mesures de niveau d'eau ont été effectuées toutes les semaines à l'aide d'une jauge à eau dans les sondages 620, 621, 622, 623, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 801, 802, 803 et 804.

2.3. Analyse des mesures

Les mesures de dégagement de gaz des sondages devaient être analysées de sorte que l'on obtienne des données caractéristiques qui puissent être mises en relation avec divers paramètres d'influence.

Comme premier terme, on a calculé le dégagement de grisou V des sondages. En divisant ce nombre par la surface de charbon qui dégage du gaz, on obtient le dégagement total par unité de surface GFL. Le paramètre le plus important eu égard au but des recherches était la position géométrique du point de mesure par rapport à l'exploitation. On a donc précisé si le point de mesure se situait dans une certaine zone d'un système de coordonnées tri-rectangulaires. Les zones furent délimitées comme suit :

- a) dans le sens longitudinal : avant-arrière du front de taille;
- b) dans le sens transversal : zones 1, 2 et 3 (voir fig. 1);
- c) dans le sens vertical : au-dessus - en dessous de la couche exploitée.

La figure 1 montre le schéma de répartition des zones. Les zones externes (3) se situent à l'extérieur de la projection verticale des bords de l'exploitation. Les zones de bordure (2) se situent à l'intérieur du panneau et ont une largeur de 30 m. La zone médiane (1) est limitée par les zones de bordure (2).

Le tableau 5 donne un aperçu du dégagement de grisou de chaque sondage ainsi que de leur situation dans le sens transversal et le sens vertical. Au total, 37 sondages se trouvaient dans la zone médiane (1). Parmi eux, cinq (13,5 %) ne donnèrent pas de dégagement de grisou. Pour les 32 sondages restants, il a varié entre 37 litres et 79 785 m³. Dans les zones de bordure (2), il y eut 19 sondages dont deux (10,5 %) ne donnèrent aucun dégagement de gaz. Les valeurs de dégagement de grisou des 17 autres sondages se sont situées entre 53 litres et 60 133 m³. Dans les zones externes (3), il y eut 20 sondages. Parmi eux, dix (50 %) ne donnèrent aucun dégagement de gaz ; pour les dix autres, on obtint des valeurs de V comprises entre 12 litres et 4 786 m³. On doit donc chercher les limites latérales de la zone de dégazage dans les zones externes (3).

Trente points de mesures étaient disposés au-dessus de la couche exploitée. Parmi eux, sept (23,4 %) ne donnèrent aucun dégagement de gaz. Quarante-six points de mesures étaient situés en dessous de la couche exploitée, parmi lesquels 10 (21,8 %) furent improductifs. Si l'on exclut les zones externes (3), on obtient comme pourcentage de sondages improductifs au toit : 19,1 %, et au mur : 8,6 %. Cela montre que les recherches se sont approchées au toit plus près de la limite supérieure de la zone de dégazage qu'elles ne se sont approchées au mur de la limite inférieure correspondante.

Evidemment, pour les 17 sondages improductifs, il fallait notamment vérifier s'ils s'étaient trouvés dans la zone de dégazage ou non et, dans le premier cas, les raisons pour lesquelles ils s'étaient montrés déficients.

Afin de pouvoir tenir compte de la position des points de mesures dans le sens longitudinal, le dégagement de grisou V, dans le tableau 5, a été réparti en pourcentages V⁽⁺⁾ et V⁽⁻⁾ selon que le point de mesure se trouvait en avant ou en arrière du front de taille. Ainsi, pour 49 sondages productifs, la partie de loin la

plus grande du gaz s'est dégagée à l'arrière du front de taille. Les dix autres sondages productifs (101, 102, 104, 107, 202, 210, 620, 621, 623, 624) constituent des exceptions. Pour autant qu'il n'ait pas fallu, pour des raisons techniques, interrompre nécessairement et prématurément les mesures, d'où un résultat aberrant, il fallait trouver les causes de ces cas particuliers et voir en premier lieu, à cet égard, si l'exploitation avait eu ou non une influence.

Le dégagement total par unité de surface GFL a été porté également dans le tableau 5. Il a varié entre 0 et 12 m³/cm².

Comme deuxième terme, on a examiné l'allure du dégagement de gaz des sondages productifs pour lesquels on avait reconnu une influence de l'exploitation. Il s'agissait donc de 54 sondages au total. Les valeurs du débit V mesuré, ramené aux conditions normales, ont été portées sur un axe horizontal à la distance x entre le point de mesure et le front de taille, selon le moment de la mesure. Ainsi donc x est > 0 en avant du front de taille et x = 0 en arrière du front de taille.

Il se produit essentiellement quatre modifications dans l'allure du dégagement de gaz ; elles ont été désignées Type 1 a, 1 b, 2 a et 2 b (voir fig. 2). Pour les sondages de type 1 a, le dégagement de gaz avait lieu comme suit.

Au début des mesures V est > 0. Le dégagement de gaz diminue alors jusqu'à ce que V = 0. Au début de l'influence (x = x_B), il recommence, augmente rapidement jusqu'à un maximum V_{max} pour x = x_{max}, pour ensuite tomber à nouveau. Il atteint finalement la valeur V = 0 (x = x_E), ou bien la mesure a dû être interrompue prématurément (x = x_E). Comme exemple du type 1 a, on a représenté, sur la figure 2, l'allure du dégagement de gaz du sondage 202. L'allure du dégazage selon le type 1 b diffère du processus décrit ci-dessus uniquement par le fait que V ne s'annule pas entre le début des mesures et x_B. Comme exemple de ce type, on a choisi le sondage 110. Si le dégagement de gaz a seulement lieu principalement au point x_B, on a affaire à un dégagement du type 2. Le type 2 a se produit lorsque le dégagement de gaz semble diminuer selon une fonction constante comme on peut le voir par l'exemple du sondage 402. Si des discontinuités importantes se produisent, comme ce fut le cas, par exemple, pour le sondage 302, le dégagement de gaz a été rangé dans le type 2 b.

L'augmentation du dégagement de gaz entre x_B et x_{max} a été linéarisée de la même manière pour les 4 types. Pour exprimer la chute entre x_{max} et x_E, une fonction exponentielle semble constituer la meilleure approximation. Les types 1 a, 1 b et 2 a ont été exprimés par une fonction exponentielle unique. Pour le type 2 b on a calculé des fonctions exponentielles par intervalles.

Dans le tableau 6, on a rassemblé les valeurs suivantes pour chacun des sondages influencés :

x_B, x_{max}, x_E : positifs si le point de mesure se trouvait en avant du front de taille et négatifs s'il se trouvait en arrière du front de taille ;

V_{\max} et HFL, le débit maximum et le dégagement maximum par unité de surface que l'on en déduit;

b_1 et b_2 , les coefficients de pente de croissance et de décroissance des fonctions analytiques pour lesquels on a écrit les deux équations suivantes :

a) Croissance (x_B jusqu'à x_{\max}) : $\dot{V} = a_1 + b_1x$

b) Décroissance (x_{\max} jusqu'à x_E) : $\dot{V} = e^{a_2 + b_2x}$

2.4. Résultats individuels des recherches principales

La recherche 1 comprenait une section de mesures transversale au toit (galerie au 4e étage) et une section de mesures transversale au mur (galerie au 5e étage) d'un chantier en couche Gustav (fig. 3). La zone de dégazage au toit s'étendait dans le sens vertical jusqu'au groupe de couches Laura/Viktoria. Dans le sens horizontal, des bandes d'environ 20 m de largeur faisaient partie des zones 3. Le plan limite avant était incliné vers les vieux travaux. La limite inférieure de la zone de dégazage était constituée par un banc de grès très raide, d'environ 20 m d'épaisseur, situé à 32 m sous la couche exploitée. Latéralement, la zone de dégazage ne s'étendait pas au-delà des bords de l'exploitation. La direction du plan limite avant n'a pas pu être déterminée, car au mur un seul sondage (110) s'est montré productif.

La recherche 2 fut limitée au mur d'un chantier dans la couche Zollverein 1 (fig. 4). La section de mesures (bouveau du 7e étage) avait une direction transversale comme dans le cas de la recherche no 1. La limite inférieure de la zone de dégazage n'a pu être déterminée ; elle se situait toutefois en dessous de la couche Zollverein 4, la couche la plus éloignée de la couche en exploitation qui ait été étudiée. En direction transversale, seules les zones 1 et 2 faisaient partie de la zone de dégazage. Le sondage 202 a bien livré du gaz également, mais il se trouvait très probablement dans la zone de dégazage d'une galerie où les mouvements de terrains provoquaient un dégagement de gaz. Le sondage 210 a dû être fermé à cause de l'importance du dégagement de gaz au voisinage de la faille qui traverse l'exploitation au nord. Le plan limite avant était incliné sous le charbon en place, il n'était donc pas symétrique au plan correspondant du toit dans la recherche no 1. Dans la direction transversale, la surface limite avant s'incurvait sensiblement vers l'arrière le long des bords de la taille, par rapport au milieu de la taille.

La recherche no 3 a servi de contrôle à ces résultats, notamment au point de vue de l'inclinaison du plan limite avant ; cette recherche a été effectuée au mur d'un chantier dans la couche Robert (fig. 5). Les sondages de la section de mesures transversale (bouveau du 3e étage) se trouvaient uniquement dans la zone médiane du mur (1). La limite inférieure de la zone de dégazage se situait en dessous de la couche Karl la plus éloignée au mur qui ait été étudiée. En ce qui concerne le plan limite avant, on a constaté une légère inclinaison sous les vieux travaux. Ainsi, l'inclinaison

constatée lors de la recherche 2 fut pour le moins remise en question.

Les recherches 4 et 5 ont de même été effectuées au mur et précisément selon des sections de mesures longitudinales (galerie en direction au 4e étage). Le chantier étudié se trouvait donc mené dans la couche Robert (qui porte la désignation Robert sur la fig.6), de sorte que les sections de mesures se trouvaient dans la zone médiane (1). La recherche 4 n'a pas permis de déterminer la limite inférieure de la zone de dégazage. On a donc étendu la tranche de terrains observée, grâce aux sondages 500 et 501, jusqu'à une profondeur $h = - 83$ m sous la couche exploitée, c'est-à-dire jusqu'à Karl (désignation du siège : Elise-Wilhelm). Mais, de cette manière non plus, on n'a pas atteint la limite inférieure. La limite avant était dans les deux cas inclinée sous les vieux travaux; cela signifie que le résultat de la recherche 3 a pu être confirmé. Des mesures de mouvements de terrains sur les sondages 508 et 581 ont montré que les plans limites avant des décollements de bancs étaient de même inclinés sous l'arrière-taille. L'importance du décollement diminuait à distance croissante de la couche exploitée. Entre une galerie influencée par une exploitation sus-jacente et la couche exploitée, il existait une "zone neutre" où aucun mouvement ne s'était produit. Ainsi donc, l'allure des mouvements au mur d'une exploitation est perturbée par la présence du vide d'une galerie. Ce phénomène devait être pris en considération lors de la synthèse des résultats des mesures de dégazage.

La recherche 6 se rattache aux recherches 4 et 5 (voir fig. 7) grâce à des sections de mesures transversales au toit (bouveau 2e étage) et au mur (bouveau 4e étage) de la couche exploitée. Au toit, la couche la plus éloignée que l'on a étudiée, couche Mathilde 5 (désignation du siège Albert), se trouvait encore certainement dans la zone de dégazage. La limite supérieure n'a donc pas été atteinte. La limite latérale au toit n'a pas non plus pu être déterminée, car de forts mouvements de terrains dans le nouveau influencé par l'exploitation sous-jacente ont eu comme conséquence une destruction des sondages qui se trouvaient dans les zones 2 et 3. Il ne subsiste qu'un seul sondage productif (622), de sorte que l'inclinaison du plan limite avant n'a pas non plus pu être déterminée. Au mur par contre, les résultats des recherches 4 et 5 ont pu être confirmés, car ici aussi :

- 1) la limite inférieure de la zone de dégazage devait être située à plus de 83 m sous la couche exploitée et
- 2) le plan limite avant était incliné sous l'arrière-taille. En outre, on a trouvé la limite latérale au Sud entre les sondages 612 et 625 comme au Nord du sondage 613. Ainsi - du moins au voisinage de la couche exploitée - une bande de zone 3 de 30 m de largeur appartenait à la zone de dégazage au mur.

La recherche 7 concernait le toit d'un chantier en couche B (fig. 8). On disposait aussi bien d'une section de mesures transversale (bouveau SW 55) que d'une section de mesures transversale (voie en couche I₁). Bien que le point de mesure le plus éloigné au toit se soit trouvé à 136 m au-dessus de la couche

exploitée, il y avait encore une influence significative de l'exploitation sur le dégazage en ce point. La limite supérieure de la zone de dégazage devait encore se situer à une distance plus grande. Tandis qu'à la bordure NW (supérieure) de l'exploitation, la limite latérale de la zone de dégazage pénétrait d'environ 20 m dans la zone 3, on n'a pu reconnaître cette limite à la bordure SE (inférieure). Le plan limite avant était incliné au-dessus de l'arrière-taille comme dans la recherche 1. Les mesures de mouvements de terrains ont indiqué comme angle limite latéral et antérieur de la cuvette d'affaissement un angle de 75 g. A l'extérieur de ces limites, on n'a observé aucun dégazage. Le maximum de vitesse d'affaissement s'est produit dans un plan incliné à environ 75 g au-dessus de l'arrière-taille.

La recherche 8 comprenait une section de mesures transversale au toit (bouveau SW 55) et une section de mesures longitudinale au mur (voie en couche B) d'un chantier en couche I₁ (fig. 8). Le point de mesure le plus éloigné au toit (805) appartenait à la zone de dégazage malgré une distance $h = + 125$ m à la couche exploitée, de sorte que la couche Q exploitée a dû être considérée comme la limite naturelle supérieure de la zone de dégazage. De même, dans cette recherche, on n'a pu trouver la limite latérale au toit de la zone de dégazage au-dessus du bord SE (inférieur) de l'exploitation. La pente du plan limite avant n'a pas pu être déterminée avec certitude. Les mesures de mouvements de terrains ont indiqué à nouveau un angle limite latéral de 75 g, tandis que l'angle limite avant était quelque peu plus faible, soit 65 g. L'angle correspondant au maximum de vitesse d'affaissement de 76 g a été confirmé aussi bien en montant qu'en direction. Au mur, tous les sondages se trouvaient dans la zone de dégazage. Une analyse plus précise a paru peu significative, car on disposait uniquement de résultats obtenus sous dépression et parce que, en outre, une certaine influence antérieure du chantier de la recherche 7 sur les points de mesures 806 et 807 ne pouvait être exclue.

Les résultats actuels, tirés d'une analyse soignée des diverses recherches, n'étaient naturellement pas encore aptes à fournir un modèle unique de la forme et de la grandeur de la zone de dégazage autour d'un chantier. Leur valeur réside en ceci qu'ils ont mis en lumière des tendances générales et les facteurs de perturbation importants. Ces connaissances étaient des préalables indispensables à une synthèse fructueuse de tous les résultats de recherche.

3. DESCRIPTION DES RECHERCHES PARALLELES

En complément aux recherches principales, on a effectué une série de recherches parallèles. On doit ici faire rapport sur trois d'entre elles :

- a) Dégazage de galeries influencées par des exploitations sus-jacentes;
- b) Pression de gaz et concentration en gaz autour d'un bouveau;

c) Analyse statistique des résultats du captage industriel de grisou.

3.1. Dégazage de galeries influencées par des exploitations sus-jacentes

Deux galeries parallèles influencées par des exploitations sus-jacentes et situées dans les zones de dégazage au mur ont été étudiées aux points d'émission du gaz. Il s'agissait, dans un cas, d'une voie en couche en aérage secondaire située dans la couche Karl à 50 m sous la couche Robert exploitée, à la mine Emscher-Lippe et, dans l'autre cas, d'une galerie en direction, influencée par une exploitation sus-jacente, à 22 m de distance de la couche Albert 1 (désignation du siège : couche Robert), au 4^e étage de la mine Heinrich Robert (voir recherches 4 et 5). Les deux galeries se trouvaient dans la zone médiane (1) au mur.

Dans la voie de Karl, il y avait au total 41 sections de mesures qui se situaient à une distance de 10 m l'une de l'autre. Dans ces sections, on a entrepris les mesures suivantes, lors de trois séries de mesures qui ont été effectuées à des intervalles d'une semaine et deux semaines :

- a) Enregistrement d'une courbe de teneur en méthane de l'air;
- b) Enregistrement d'une courbe de vitesse d'air;
- c) Mesure de la section libre.

Entre temps, une analyse a montré que ces mesures pouvaient être réduites, dans une quatrième série de mesures, à la détermination de la vitesse d'air moyenne et de la teneur en méthane au milieu de la galerie et au toit de la galerie, sans risque d'erreur inacceptable. Comme le débit d'air était presque constant, on a pu aussi renoncer à la mesure de la vitesse d'air moyenne.

Dans la galerie en direction, on a effectué 60 séries de mesures à un intervalle moyen de 11 jours, en chacune des 22 sections de mesures. Les sections de mesures étaient distantes aussi de 10 m l'une de l'autre. En chaque section de mesures, on a mesuré la teneur en méthane au milieu de la galerie et au toit de la galerie. Cette dernière a été mesurée en outre à mi-distance entre deux sections de mesures. La vitesse d'air moyenne et la section libre n'ont été mesurées que dans des sections de mesures choisies.

Les valeurs moyennes ont été classées par groupes selon la distance x horizontale de la section de mesure au front de taille avec une largeur d'intervalle de 10 m. La valeur moyenne dans le groupe de la teneur en méthane au milieu de la galerie \bar{c}_M et de la teneur en méthane au toit de la galerie \bar{c}_F ont donné des courbes différentes. \bar{c}_M augmentait dans la direction de l'aérage et, de manière précise, pour la galerie en couche (direction de l'aérage et direction de l'abattage inverse) de $x + 55$ m à $x = -105$ m et pour la voie en direction (direction de l'aérage et direction de l'abattage parallèles) de $x = -135$ m à $x = +105$ m. \bar{c}_F pour la galerie en couche se situait au-dessus de \bar{c}_M dans une zone $x = +75$ m et $x = -100$ m, avec maximum pour $x = -5$ m. Dans

la galerie en direction, la zone des valeurs élevées de \bar{c}_F recouvrait celle des valeurs élevées de \bar{c}_M . Les valeurs les plus élevées se situaient entre $x = - 5$ m et $x = - 25$ m. Dans les deux cas, il y avait donc possibilité de formation d'une nappe au toit, ce qui n'était pas surprenant avec des valeurs d'indice de nappe S_j de 1,7 (voie en couche) et 3,4 (galerie en direction). Pour obtenir des renseignements plus précis sur la position des points d'émission de gaz, on a calculé pour chaque groupe les écarts m_M et m_F des valeurs particulières autour de la valeur moyenne du groupe. Comme la vitesse de l'air ne variait que faiblement dans la voie en couche, on ne put expliquer les valeurs élevées de m_M et m_F que par des apports de gaz très différents.

On a obtenu des valeurs élevées de m_F ($> 0,5 \bar{c}_F$) entre $x = + 15$ m et $x = - 45$ m. La zone correspondante dans la galerie en direction était située entre $x = + 65$ m et $x = - 145$ m. Comme ici des vitesses d'air différentes n'étaient pas à exclure, on a étudié, en outre, pour chaque série de mesures, les valeurs maximales de c_F . Environ 50 % des maxima se situaient dans une zone $x = + 10$ m à $x = - 30$ m.

D'après les résultats de cette étude complémentaire, il semble donc que l'extension longitudinale de la zone de dégazage au mur d'une exploitation décroisse avec la profondeur sous la couche exploitée. Par contre, elle semble augmenter avec une vitesse d'exploitation croissante. La même tendance apparaissait aussi pour l'importance du dégagement de gaz dans les galeries influencées par des exploitations sus-jacentes.

3.2. Pression de gaz et concentration en gaz autour d'un bouveau

Dans les sondages 616, 617, 625 (recherche 6) et 5 251 (recherche 5), on a mesuré la pression du gaz dans les couches recoupées par les sondages. On a prélevé des échantillons de charbon pour la détermination des isothermes d'adsorption et les mesures de porosité, en différents points de la mine situés à diverses distances des points de mesures de pression de gaz. La grandeur de l'erreur provoquée par cet écart dans l'espace, dans le calcul de la concentration en gaz, n'a pu être évaluée. Les résultats des mesures ont permis de faire une série de remarques importantes.

Dans le tableau 7, on a rassemblé les données des mesures ainsi que la concentration en gaz résultante. D'après ce tableau, la pression de gaz dans le sondage 616 augmentait avec la distance du point de mesure au bouveau. Cela vaut aussi pour le sondage 617, de la couche Fünfhandbank à la couche Franziska-Nebenbank. On a donc atteint dans ce sondage une région visiblement pas influencée par la galerie, où la pression du gaz atteignait en moyenne 73,1 atü. Cette pression de gaz dépassait toutes les valeurs connues jusqu'alors. Dans le sondage oblique 625 foré vers le haut avec une inclinaison de 32 g et selon un angle de 50 g par rapport à l'axe de la galerie, les pressions de gaz croissaient de même avec l'augmentation de la distance horizontale à la paroi de la galerie. La valeur obtenue pour la couche Robert constituait une anomalie dont la cause a pu être précisée par les mesures faites dans le sondage

5 251 foré dans le toit de la couche Robert avec une inclinaison de 50 g. Comme la pression du gaz au toit (45 atü) était sensiblement plus élevée que dans la couche exploitée Robert elle-même (11 atü), la couche Robert n'a pas pu être prédégazée par l'exploitation sus-jacente, mais il fallait tenir compte d'un prédégazage sous l'influence des chantiers qui avaient été menés dans la couche Robert (p.ex. galerie d'exploitation Sud et puits intérieur 44-13 sur la fig.7). La concentration en gaz montre une distribution spatiale semblable à celle de la pression de gaz.

Il est apparu que la zone de dégazage autour d'un nouveau était constituée par une zone complètement dégazée et par une zone adjacente à la première partiellement dégazée. Cette zone semble s'élargir dans la direction verticale, ce qui est en principe d'accord avec les théories de la mécanique des terrains concernant un manteau elliptique autour de la galerie. La limite inférieure de la zone partiellement dégazée se situait entre 11 et 26 m sous la sole de la galerie. La limite supérieure devait se situer à plus de 15 m au-dessus du toit de la galerie. Autour de la galerie en couche, il s'est formé une zone de dégazage semblable qui, en outre, avec le temps, s'est étendue très largement (à plus de 60 m) dans les parois de la couche en place.

3.3. Analyse statistique des résultats du captage industriel de grisou

Pour vérifier les résultats des études partielles quant à leur validité générale, on a entrepris l'analyse statistique des données chiffrées existant en grand nombre ou mieux disponibles dans le domaine du captage industriel de grisou. Dans 21 sièges du bassin de la Ruhr, on a choisi au total 51 chantiers qui étaient équipés d'une installation de captage. Les chantiers concernaient 23 couches différentes, depuis la couche Ernestine (charbon gras moyen) à la couche I (charbon à gaz supérieur). Pour chacun des 1 704 sondages, on a fixé 31 paramètres d'influence (x) et 14 "grandeurs objets" (fonctions). Le tableau 8 donne des renseignements sur la répartition de ces données.

La loi linéaire suivante a servi de base à un calcul de régression multiple :

$$y_5 = A + B_{1x1} + B_{2x2} + \dots + B_{31x31}$$

La loi a été étudiée selon un procédé itératif ; elle présentait la certitude maximale et ne contenait que des paramètres significatifs. La vérification de validité s'est faite à l'aide du Test-t. La loi recherchée s'exprimait par :

$$y_5 = 105\ 050 - 3\ 857\ x_1 - 489\ x_3 - 193\ x_5 - 45\ x_6 + 25\ 981\ x_8 \\ - 619\ x_9 + 69\ x_{10} + 1\ 412\ x_{12} - 245\ x_{13} - 4\ 785\ x_{14} - \\ 1\ 450\ x_{15} + 3\ 067\ x_{18} - 52\ 558\ x_{19} + 6\ 450\ x_{23} + 887\ x_{24} + \\ 5\ 529\ x_{29} + 0,4533\ x_{30} + 41\ x_{31}$$

Le même calcul a donné pour y_2 , la relation :

$$y_2 = 0,84 - 0,0188 x_1 - 0,0008 x_2 - 0,0148 x_4 + 0,9918 x_8 - \\ 0,0039 x_9 - 0,0729 x_{11} + 0,0356 x_{12} + 0,0027 x_{13} - \\ 0,0400 x_{14} - 0,0121 x_{15} - 0,0111 x_{16} + 0,0125 x_{18} - \\ 0,2415 x_{19} + 0,0364 x_{23} + 0,0071 x_{24} + 0,0513 x_{29} + \\ 0,000003 x_{30} + 0,0003 x_{31} - 0,0120 x_{320}$$

Dans celle-ci, $x_{320} = x_{20}^3$.

La relation entre l'apport de gaz des sondages (y_5) ou leur débit maximal de méthane mesuré (y_2) et la distance de la première couche exploitée au toit n'était pas certaine. Cela signifie que les sondages ne se trouvaient pas dans la zone de dégazage au mur de ces vieux travaux. Leur évaluation pour les sondages en toit a donné comme résultat que la limite inférieure de ces zones de dégazage au mur peut être située en moyenne à environ 55 m. Par contre la relation avec x_{19} (nombre de panneaux voisins exploités) était négative et significative dans les deux relations. Il en résulte que aussi bien l'apport de gaz que la valeur maximum décroissent avec un nombre croissant de panneaux voisins exploités. Ainsi, la limite latérale des zones de dégazage au toit de ces vieux travaux peut avoir dépassé les limites de l'exploitation. Des estimations ont conduit à un angle de pente du plan limite latéral de 83 g au-dessus du charbon en place lorsqu'une zone de culée latérale de 15 m de largeur était considérée.

Un autre calcul de régression a été effectué pour la fonction y_5 , séparément pour 1 434 sondages au toit et 176 sondages au mur. Comme paramètres d'influence, outre x_3 , x_4 , x_{21} , x_{30} et x_{31} , on a utilisé les grandeurs fixées supplémentaires x_{32} (distance perpendiculairement aux bancs de la source de gaz présumée à la couche exploitée en m), x_{33} (dégagement de gaz dans le courant d'air en $m^3 \text{ CH}_4/m^3 \text{ charbon}$), x_{34} (projection verticale de la longueur du sondage en m), ainsi que x_{35} (tangente $x_{26}/\sinus x_{25}$). Les calculs ont donné les relations suivantes :

$$a) y_5 \text{ (toit)} = - 29 723 + 329 x_{32} + 248 x_3 - 177 x_4 + 726 x_{33} + \\ 56 x_{21} - 83 x_{35} + 513 x_{34} + 534 x_{30} + 20 x_{31}$$

$$b) y_5 \text{ (mur)} = - 28 197 - 572 x_{32} + 71 x_3 - 199 x_4 + 815 x_{33} + \\ 25 x_{21} + 3 736 x_{35} - 394 x_{34} + 373 x_{30} + 54 x_{31}$$

Dans l'équation b) x_{32} doit être pris avec le signe moins. Dans l'équation a) B_2 , B_4 , B_5 , B_7 , B_8 et B_9 étaient certains; par contre, dans l'équation b) seuls B_6 et B_9 étaient sûrs.

Comme le dégagement de gaz des sondages en toit augmentait avec la hauteur (x_{34}) des sondages, la limite supérieure de la zone de dégazage au toit devait se situer à plus de 39 m. Les sondages se trouvaient tous dans les zones 2. En outre, on n'a pu constater de différences significatives dans le dégagement de gaz des sondages au toit en fonction de la position de leur zone de pénétration en direction transversale. Pour une puissance croissante de la couche exploitée, le dégagement de gaz des sondages au toit

augmentait aussi. En outre, on a pu établir une relation entre le dégagement de gaz et le degré de desserrage des terrains du toit. Dans le domaine étudié (gisement plat et peu incliné), le dégagement de gaz n'était pas influencé par la pente. La distance entre sondages au toit atteignait en moyenne 17 m. C'était visiblement trop peu pour éviter un chevauchement des zones d'action des sondages voisins ; le dégagement de gaz augmentait donc pour une distance croissante entre sondages.

Le fait que deux facteurs d'influence seulement soient significatifs au mur résulte probablement du nombre trop faible de sondages (176). On ne peut donc tirer ici aucune conclusion de l'équation b).

Comme les calculs de régression multiple ont été entrepris sur les données de sondages individuels, il se peut qu'aient pris le pas les chantiers d'exploitation ou les séries de sondages comprenant un grand nombre de sondages sur ceux qui comportaient seulement peu de sondages. On a donc effectué des calculs simples de régression linéaire sur les moyennes des séries \bar{y}_2 , \bar{y}_4 , \bar{y}_{12} , \bar{y}_{13} , \bar{y}_{14} , \bar{x}_{32} , ainsi que sur la valeur calculée \bar{x}_{36} (vitesse d'avancement par jour calendrier). Au toit ($\bar{x}_{32} > 0$), on disposait de 64 ensembles de données ; au mur ($\bar{x}_{32} < 0$), de 20 séries de données. Les fonctions étaient : \bar{y}_2 (valeur moyenne des débits maximaux de méthane mesurés), \bar{y}_4 (valeur moyenne des débits moyens de méthane mesurés), \bar{y}_{12} (valeur moyenne de la période s'étendant du début du captage au moment où l'on atteignait le débit de méthane maximal), \bar{y}_{13} (valeur moyenne de la période s'étendant entre le moment du débit maximal de méthane et le moment du débit minimal de méthane), \bar{y}_{14} (valeur moyenne de la période s'étendant entre le moment du débit minimal de méthane et la fin du captage), $\bar{y}_{12} \bar{x}_{36}$ (valeur moyenne de la vitesse d'avancement du début du captage au moment du débit maximal de méthane), $\bar{y}_{13} \bar{x}_{36}$ (valeur moyenne de la vitesse d'avancement entre le moment du débit maximal de méthane et le moment du débit minimal de méthane), $\bar{y}_{14} \bar{x}_{36}$ (valeur moyenne de la vitesse d'avancement entre le moment du débit minimal de méthane et la fin du captage), $\bar{y}_{12} + \bar{y}_{13}$ (valeur moyenne de la durée entre le début du captage et le moment du débit minimal de méthane) et $(\bar{y}_{12} + \bar{y}_{13}) \bar{x}_{36}$ (valeur moyenne de la vitesse d'avancement entre le début du captage et le moment du débit minimal de méthane).

L'unique paramètre d'influence étudié était \bar{x}_{32} (distance de la source de gaz présumée à la couche exploitée). Les calculs ont donné les relations significatives suivantes :

$$\begin{aligned} \text{a) au toit : } \bar{y}_{14} &= - 0,0058 + 0,8306 \bar{x}_{32} \\ \bar{y}_{13} \bar{x}_{36} &= 113,4500 - 1,4641 \bar{x}_{32} \\ \bar{y}_{14} \bar{x}_{36} &= 3,9204 + 0,7521 \bar{x}_{32} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{b) au mur : } \bar{y}_{13} &= 180,0700 + 6,1800 \bar{x}_{32} \\
\bar{y}_{12} \bar{x}_{36} &= 72,7940 + 2,2033 \bar{x}_{32} \\
\bar{y}_{13} \bar{x}_{36} &= 199,9700 + 6,7552 \bar{x}_{32} \\
\bar{y}_{14} \bar{x}_{36} &= - 12,0950 - 2,0904 \bar{x}_{32} \\
\bar{y}_{12} \times \bar{y}_{13} &= 246,5700 + 8,1480 \bar{x}_{32} \\
(\bar{y}_{12} \times \bar{y}_{13}) \times \bar{x}_{36} &= 272,7600 + 8,9585 \bar{x}_{32}
\end{aligned}$$

D'après ces relations, la vitesse d'avancement entre le moment du débit maximal de méthane et le moment du débit minimal de méthane, aussi bien au toit qu'au mur, diminuait pour une distance croissante de la source de gaz à la couche exploitée. La même tendance a pu aussi être constatée au mur pour la vitesse d'avancement entre le début du captage et le moment du débit maximal de méthane, ainsi que pour la vitesse d'avancement entre le début du captage et le moment du débit minimal de méthane.

Notamment à la suite de ce dernier résultat, on a pu confirmer la conclusion tirée des mesures de dégazage de galeries influencées par une exploitation sus-jacente (voir 31), à savoir que l'extension longitudinale de la zone de dégazage au mur diminue lorsque la distance à la couche exploitée augmente.

4. SYNTHESE DE TOUS LES RESULTATS DES RECHERCHES

A partir des résultats des recherches, on a pu obtenir la représentation "moyenne" suivante de l'allure des surfaces limites de la zone de dégazage.

4.1. Limite antérieure

Sur la figure 9, on a porté toutes les paires de valeurs x_B , h (distance entre le sondage et le front de taille au début de l'influence, distance perpendiculairement aux bancs entre le point de mesure et la couche exploitée) qui ne provenaient pas des zones proches des voies. Les cas particuliers ont été éliminés. Les points ont été réunis par une parabole d'équation :

$$x_B = a \cdot h^2 + c$$

En prenant $c = + 30$ m comme terme constant, on obtient :
 $a = - 0,005$ pour le toit et $a = - 0,012$ pour le mur.

4.2. Limite latérale

Selon la répartition des sondages productifs et improductifs dans les zones 2 et 3 et selon les valeurs mesurées de l'angle limite, il faut accepter l'allure des plans limites latéraux représentée sur la figure 10. D'après cette figure, les bandes de 30 m de largeur des zones 3, adjacentes au panneau, appartenaient à la zone de dégazage (droites A). Il n'a pas été possible de

déterminer si l'évasement de la zone de dégazage en forme de cuvette était réel à grande distance de la couche exploitée selon l'angle limite de 75 g (droites B + et B -).

4.3. Limite arrière

Suite à l'analyse des grandeurs x_E (distance du sondage au front de taille à la fin du dégagement de gaz ou des mesures), il faut observer que :

- a) certains sondages ont dû être abandonnés avant la fin du dégagement de gaz;
- b) que la fin du dégagement de gaz dépend entre autres de la concentration en gaz de la couche étudiée.

Tandis que l'erreur provoquée par la cause a) semblait négligeable, on a tenu compte de l'influence perturbatrice b) dans le calcul, en ceci que seuls les points de mesures ont été retenus qui se situent dans les couches dont les concentrations en gaz sont à peu près égales. Pour l'évaluation de la concentration en gaz, on a choisi la grandeur HFL (dégagement maximal par unité de surface). Toutes les valeurs de x_E correspondant à des exceptions pour lesquelles il existe des causes d'influence spéciales ont été groupées selon les valeurs de HFL associées, les limites d'intervalles suivantes ayant été fixées :

Groupe A : $0,01 \cdot 10^{-6}$ à $1000 \cdot 10^{-6}$ Nl/min . cm²

Groupe B : $1001 \cdot 10^{-6}$ à $10\ 000 \cdot 10^{-6}$ Nl/min . cm²

Groupe C : $10\ 000 \cdot 10^{-6}$ Nl/min . cm²

Le groupe A comprenait neuf valeurs en toit et une valeur en mur. Au groupe B appartenait 8 valeurs en toit et 8 valeurs en mur. Le groupe C comprenait 21 valeurs en mur.

Une analyse d'après l'équation :

$$|x_E - x_{\max}| = a \cdot h$$

a montré que l'intervalle $|x_E - x_{\max}|$ augmentait avec une distance h croissante à la couche exploitée, et en réalité d'autant plus vite que la concentration en gaz représentée par HFL était plus élevée. En d'autres termes : pour une distance donnée à la couche exploitée, l'intervalle $|x_E - x_{\max}|$ s'allonge lorsque la concentration en gaz augmente. Dans le groupe B, une comparaison entre le toit et le mur était possible. Elle indiquait pour le mur une croissance plus rapide que pour le toit. Cela signifie que pour une distance donnée à la couche exploitée et une même concentration en gaz, l'intervalle $|x_E - x_{\max}|$ était plus long au mur qu'au toit.

Sur la figure 11 on a porté les paires de valeurs x_{\max} ; h (distance du sondage au front de taille au moment de la valeur maximale du dégagement de gaz; distance perpendiculairement aux bancs du point de mesure à la couche exploitée) et on a joint les points par des droites (droites A + et A -).

L'équation utilisée dans ce cas s'exprimait par :

$$x_{\max} = a \cdot h$$

Pour le toit a vaut - 0,598 et pour le mur 0,576. Les deux droites étaient donc symétriques; leur inclinaison au-dessus et en dessous des vieux travaux atteignait environ 65 g. Une addition des droites de jonction $x_{\max} = f(h)$ et $|x_E - x_{\max}| = f(h)$ a donné la limite arrière qui, pour le groupe B, avec une valeur moyenne \overline{HFL} d'environ $5000 \cdot 10^{-6} \text{ Nl/min} \cdot \text{cm}^2$, a été portée en outre sur la figure 11 (droites B + et B -).

4.4. Limite supérieure et limite inférieure

Seule la limite inférieure a pu être déterminée dans un cas particulier (recherche 1 au mur). Les deux limites ont donc dû être estimées. Les deux procédés suivants d'estimation ont été employés :

- a) Etude de la relation entre GFL (dégagement total par unité de surface) et h (distance perpendiculairement aux bancs du point de mesure à la couche exploitée) et extrapolation pour GFL = 0.
- b) Etude de la relation entre b_2 (coefficient de pente de la fonction de discontinuité = Abklingfunktion) et h (distance perpendiculairement aux bancs du point de mesure à la couche exploitée) et extrapolation pour $b_2 = 0$.

Pour la limite supérieure de la zone de dégazage, on a ainsi obtenu une valeur moyenne de $h = + 260 \text{ m}$ et, de même, pour la limite inférieure, une valeur moyenne de $h = - 100 \text{ m}$.

5. CRITIQUE DES RESULTATS

La zone de dégazage ainsi délimitée pouvait constituer une approximation de la zone de dégazage qui libère effectivement son gaz, totalement ou partiellement dans le chantier. Elle peut servir de modèle de départ pour des études connexes sur le degré de dégazage. C'est seulement par après qu'elle pourra être utilisée comme facteur dans le calcul prévisionnel du dégagement de gaz. Par contre, elle présente un intérêt direct pour l'ingénieur chargé du contrôle de l'aérage et du captage de grisou.

Tableau 1

Recherche no		1	2	3	4	5	6	7	8	Remarques
Société		Hüttenwerk Oberhausen AG	Ewald-Kohle AG	Emscher-Lippe Bergbau AG	Steinkohlenbergwerk Heinrich Robert AG			Essener Steinkohlenbergwerke AG		(1) Désignation unitaire (Désignation du siège : Robert) (2) (OF): gras supérieurs (MF): gras moyens OG : charbons à gaz supérieurs (3) compte tenu du plan moyen des mesures (4) Taille anticlinale (5) AM : Vieux travaux (6) dans la région du plan des mesures (7) valeur moyenne pour la période des mesures (8) VB : taille avançante RB : taille rabattante RB-V T : rabattante uniquement sur V T RB-V à convoyeur : rabattante uniquement sur V de base (9) jusqu'au plan des mesures (10) à partir du plan des mesures (11) BB : Foudroyage BV : Remblai pneumatique (12) Longueur du front selon l'axe de la taille perpendiculaire à l'avancement (13) HK : sondages montants de V T TK : sondages descendants de V T HB : sondages montants de V B TB : sondages descendants de V B SB : sondages spéciaux V T = voie de tête
Siège		Jacobi	Ewald 3/4	Emscher-Lippe	Franz Humbert			H u g o		
Début de la recherche		1.4.63	17.3.64	1.1.65	9.3.65	1.7.66	1.1.68	1.3.66	1.3.66	
Fin de la recherche		31.12.63	9.11.65	31.7.65	30.6.63	31.12.67	31.8.68	30.4.67	31.3.67	
Situation dans la Ruhr		Ouest	Centre	Nord	Est	Est	Est	Centre	Centre	
Couche		Gustav	Zollv.1	Robert	(1) Albert 1	(1) Albert 1	(1) Albert 1	B	I ₁	
Type de charbon ⁽²⁾		OF	OG	MF	MF	MF	MF	OG	OG	
Profondeur sous N.M. ⁽³⁾	m	644	816	628	755	749	745	827	728	
Puissance (charbon pur)	cm	155	197	189	242	227	247	159	90	
Puissance (abattue)	cm	168	244	213	301	279	298	188	120	
Pente	Gon	6	9	13/11 ⁽⁴⁾	2	0	0	6	6	
Distance aux vieux ⁽⁵⁾ travaux les plus proches au toit	m	165	32	-	90	80	90	280	160	
Distance aux vieux ⁽⁵⁾ travaux les plus proches au mur	m	-	-	-	-	-	-	-	-	
Panneaux voisins ⁽⁶⁾ exploités		0	0	1	0	0	0	0	0	
Dégagement spéci- ⁽⁷⁾ fique de gaz	m ³ /t _v F	5,9	12,1	11,6	30,1	30,1	13,9	87,0	9,8	
Procédé d'exploitation		Longue taille	Longue taille	Longue taille	Longue taille	Longue taille	Longue taille	Longue taille	Longue taille	
Direction de ⁽⁸⁾ l'exploitation		RB-V T ⁽⁹⁾ VB ⁽¹⁰⁾	VB	RB ⁽⁹⁾ VB ⁽¹⁰⁾	RB-V T	RB-V T	RB-V T ⁽⁹⁾ VB ⁽¹⁰⁾	VB	RB-V à convoyeur	
Contrôle du toit ⁽¹¹⁾		BV	BB	BB	BV/BB	BB	BB	BV	BB	
Longueur de taille ⁽¹²⁾	m	288	220	172	262	262	⁽⁹⁾ ⁽¹⁰⁾ 262/210	200	184	
Avancement moyen ⁽⁷⁾ mensuel	m	15	36	35	18	16	23	33	42	
Production nette ⁽⁷⁾ moyenne mensuelle	t	7 771	21 876	14 817	14 421	12 689	17 018	13 705	9 253	
Captage de grisou ⁽¹³⁾		-	-	HK/TK	HK	HK	HK	HK/TK HB/TB/SB	HK/TK	

Tableau 2											
Recherche no		1	2	3	4	5	6	7	8	Total	
Nombre de sections de mesures		2	1	1	1	1	2	2	2	12	(1) RI : galerie en direction QU : travers-bancs FL : voie en couche (2) par rapport au milieu de la section de mesure (3) distance minimale
Au toit		1	-	-	-	-	1	2	1	5	
Au mur		1	1	1	1	1	1	-	1	7	
Transversales		2	1	1	-	-	2	1	1	8	
Longitudinales		-	-	-	1	1	-	1	1	4	
Galerie influencée ⁽¹⁾ par une exploitation sous-jacente		RI	-	-	-	-	QU	QU/FL	QU		
Distance perpendiculaire à l'exploitation ⁽²⁾	m	44	-	-	-	-	62	196/122	90		
Galerie influencée ⁽¹⁾ par une exploitation sus-jacente		RI	QU	QU	RI	RI	QU	-	FL		
Distance perpendiculaire à l'exploitation ⁽²⁾	m	87	63	61	21	22	32	-	122		
Distance horizontale à la ligne de départ ⁽³⁾	m	184/184	436	82	250	479	844/759	602/602	554/314		
Distance horizontale à la ligne d'arrêt ⁽³⁾	m	34/34	322	412	674	315	150/122	481/490	186/336		
Nombre de sondages		13	10	5	5	9	15	12	7	76	
Sondages montants		10	10	5	1	5	5	-	3	39	
Sondages descendants		3	-	-	4	4	10	12	4	37	

Tableau 3												Feuille 1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Recherche N°	Sondage N°	Index N°	Longueur m	(1) Diamètre mm	Longueur tubage m	Incli- naison Gon	(2) Type de sondage	Couche étudiée	(3) Type de charbon	Distance per- pendiculaire à la couche exploitée m (4)	Surface de charbon cm ²	Remarques
1	1	101	43	115	21,0	100	H	Laura/Viktoria	UG	+ 82 (5)	1 444	(1) de la partie de sondage non tubée
1	2	102	52	115	21,0	100	H	Laura/Viktoria	UG	+ 82 (5)	2 528	
1	3	103	101	95	6,0	100	D	Laura/Viktoria	UG	+ 82 (5)	3 997	
1	4	104	63	115	40,5	100	H	Laura/Viktoria	UG	+ 82 (5)	4 839	
1	5	105	78	115	34,5	100	H	Laura/Viktoria	UG	+ 82 (5)	4 839	
1	6	106	40	95	34,5	100	T	Katharina	OF	+ 14	1 641	
1	7	107	39	95	25,5	100	T	Katharina	OF	+ 14	1 641	
1	8	108	22	115	13,5	100	T	Katharina	OF	+ 14	1 986	
1	9	109	44	95	22,5	100	H	Anna	OF	- 32	2 297	
1	10	110	59	95	39,0	100	H	Anna	OF	- 32	2 297	
1	11	111	38	115	33,0	100	H	Matthias 1	OF	- 53	2 022	
1	12	112	75	95	51,0	100	H	Anna	OF	- 32	2 297	
1	13	113	58	65	7,5	100	H	Matthias 1 Matthias 2	OF	- 61 (5)	3 041	(4) + : au toit - : au mur
2	1	201	30	114	16,5	100	H	Zollverein 2	MG	- 14	2 792	(5) Valeur moyenne
2	2	202	16	114	7,5	100	H	Zollverein 3	MG	- 30	7 517	(6) jusqu'au scel- lement
2	3	203	38	114	25,5	100	H	Zollverein 2	MG	- 14	2 792	(7) Dénomination du siège : Clemens
2	4	204	50	114	37,5	100	H	Zollverein 2	MG	- 14	2 792	(8) Dénomination du siège : FUnf- handbank
2	5	205	37	114	24,0	100	H	Zollverein 3	MG	- 33	11 276	(9) Dénomination du siège : Fran- ziska
2	6	206	20	114	6,0	100	H	Zollverein 4	MG	- 46	5 513	(10) Dénomination du siège : Karl
2	7	207	73	114	46,5	100	H	Zollverein 2/3	MG	- 20 (5)	5 011	(11) Dénomination du siège : Elise- Wilhelm
2	8	208	39	114	21,0	100	H	Zollverein 4	MG	- 46	5 513	(12) Dénomination du siège : Ida
2	9	209	58	114	43,5	100	H	Zollverein 3	MG	- 30	6 980	(13) Dénomination du siège : Albert
2	10	210	71	114	55,5	100	H	Zollverein 3	MG	- 26	4 832	(14) Dénomination du siège : Wellington
3	0	300	19(6)	65	3,0	100	H	Karl	MF	- 50	2 266	
3	1	301	37	95	31,5	100	H	Albert 2	MF	- 22	1 551	
3	2	302	29	95	13,5	100	H	Wellington	MF	- 30	1 283	
3	3	303	50	95	37,5	100	H	Albert 1	MF	- 10	3 729	
3	4	304	12	95	3,0	100	H	Karl	MF	- 50	3 311	
4	1	401	8	114	3,0	100	T	Albert 2 (7)	MF	- 27	2 506	
4	2	402	19	95	6,0	100	T	Albert 3 (8)	MF	- 38	1 790	
4	3	403	46	95	19,5	100	T	Wellington (9)	MF	- 68	5 071	
4	4	404	12	95	4,5	100	H	Albert 2 (10)	MF	- 11	1 492	
4	5	405	14	114	9,0	100	T	Albert 3 (8)	MF	- 38	2 148	
5	6	506	13	95	4,5	100	T	Albert 3 (8)	MF	- 38	2 028	
5	7	507	40	95	13,5	100	T	Wellington (9)	MF	- 68	4 475	
5	0	500	53	95	39,0	100	T	Karl (11)	MF	- 83	6 563	
5	8	508	15	95	3,0	100	H	Albert (12)	MF	- 19	3 132	
5	81	581	66	95	20,0	100	T	(9)(11) Wellington Karl	MF	- 76 (5)	4 773	
5	9	509	21	95	7,5	100	H	Albert 2 (10)	MF	- 11	1 492	
5	10	510	7	95	2,3	100	H	Albert 2 (12)	MF	- 19	3 132	
5	11	511	8	95	2,3	100	H	Albert 2 (12)	MF	- 19	3 132	
5	25a	5251	46	65	15,0	50	H	Mathilde 5(13)	OF	+ 35	4 040	
6	12	612	26	143	13,8	100	H	Albert 2 (10)	MF	- 11	1 797	
6	13	613	53	95	45,0	100	T	Karl (11)	MF	- 83	7 461	

Tableau 3												Feuille 2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Recherche N°	Sondage N°	Index N°	Longueur m	(1) Diamètre mm	Longueur tubage m	Inclinaison Gon	(2) Type de sondage	Couche étudiée	(3) Type de charbon	Distance perpendiculaire à la couche exploitée m (4)	Surface de charbon cm ²	Remarques
6	14	614	10	95	4,5	100	H	Albert 2 (12)	MF	- 19	2 985	
6	15	615	39	95	18,0	100	T	Wellington (9)	MF	- 68	3 880	
6	16	616	23	95	10,5	100	H	Albert 2 (10)	MF	- 11	1 194	
6	17	617	56	65	43,5	100	T	Karl (11)	MF	- 83	5 105	
6	18	618	17	65	15,0	100	H	Albert 2 (10)	MF	- 11	1 194	
6	19	619	55	95	42,0	100	T	Karl (11)	MF	- 83	7 461	
6	20	620	34	95	4,5	100	T	Mathilde 3(14) à Mathilde 5(13)	OF	+ 45 (5)	7 905	
6	21	621	31	95	4,5	100	T	Mathilde 5(13)	OF	+ 35	3 878	
6	22	622	31	95	4,5	100	T	Mathilde 3(14) à Mathilde 5(13)	OF	+ 45 (5)	6 712	
6	23	623	30	95	4,5	100	T	Mathilde 3(14) à Mathilde 5(13)	OF	+ 45 (5)	8 800	
6	24	624	30	95	4,5	100	T	Mathilde 3(14) à Mathilde 5(13)	OF	+ 45 (5)	7 756	
6	25	625	64	65	30,0	32	H	Albert 2 (10)	MF	- 11	1 838	
6	26	626	36	95	19,5	100	T	Wellington (9)	MF	- 68	4 175	
7	B ₁	701	46	143	39,0	100	T	I ₂	OG	+ 110	2 829	
7	B ₂	702	60	143	52,5	100	T	I ₂	OG	+ 110	2 829	
7	B ₃	703	71	143	63,0	100	T	I ₂	OG	+ 110	2 829	
7	B ₄	704	60	143	34,5	100	T	K	OG	+ 136	5 703	
7	B ₅	705	86	143	79,5	100	T	I ₂	OG	+ 110	2 829	
7	B ₆	706	85	143	60,0	100	T	I ₂	OG	+ 119	3 682	
7	B _{7a}	771	40	120	15,0	22	T	H ₁	OG	+ 106	9 910	
7	B _{7b}	772	35	120	15,0	22	T	H ₁	OG	+ 106	9 910	
7	B ₈	708	39	73	20,0	50	T	H ₂ /G ₁	OG	+ 100	4 516	
7	B ₉	709	33	73	16,5	61	T	H ₂ /G ₁	OG	+ 100	3 897	
7	B ₁₀	710	40	73	9,0	66	T	H ₁ à G ₂	OG	+ 100 (5)	7 679	
7	B ₁₁	711	70	73	9,0	66	T	H ₁ à F	OG	+ 85 (5)	9 604	
8	I ₁	801	32	143	25,5	100	T	N	UGF	+ 60	2 874	
8	I ₂	802	41	143	30,0	100	T	N	UGF	+ 60	2 874	
8	I ₃	803	42	143	31,5	100	T	N	UGF	+ 60	2 874	
8	I ₄	804	45	143	39,0	100	T	N	UGF	+ 60	2 874	
8	I ₅	805	55	143	7,5	100	H	P ₂ à Q ₂	UGF	+ 125 (5)	7 858	
8	I ₆	806	79	73	47,5	70	H	F	OG	- 53	1 880	
8	I ₇	807	71(6)	73	6,0	70	H	C à E	OG	- 92 (5)	5 295	
	Total		3 224		1 735							

Tableau 4

Feuille 1

Nature de la mesure	Appareil de mesure	Constructeur	Durée des mesures
Mesure de débit (Trous sans captage)	Compteur à gaz à soufflet	Württembergische Gaszählerfabrik J. Braun und Co GmbH (Stuttgart)	1 à 7 jours
Mesure de débit (Trous sans captage)	Compteur à gaz à soufflet avec enregistreur de débit instantané et cumulé, Système Braun-Neuhaus	Württembergische Gaszählerfabrik J. Braun und Co GmbH (Stuttgart)	permanence
Mesure de débit (Trous avec captage)	Lugamètre	Paul Gothe (Bochum)	7 jours
Mesure de dépression (Trous avec captage)	Lugamètre	Paul Gothe (Bochum)	7 jours
Mesure de dépression (Trous avec captage)	Vacuomètre	Dreyer, Rosenkranz + Droop AG (Hannover)	permanence
Mesure de CH ₄ (Sondages)	Interféromètre	Carl Zeis (Oberkochen)	1 à 7 jours
Mesure de CH ₄ (Sondages avec captage)	Mono 0 - 100%	Maihak AG (Hamburg)	permanence
Mesure de CH ₄ (Echantillons)	Uras	BASF (Ludwigshafen)	1 mois
Mesure de CH ₄ (Echantillons)	Unor 0 - 100 %	Maihak AG (Hamburg)	1 mois
Mesure de CH ₄ (Courant d'air)	Méthanomètre	Auergesellschaft mbH (Berlin)	1 jour ou 1 semaine ou 1 mois
Mesure de CH ₄ (Courant d'air)	Mono 0 - 5% Unor 0 - 3%	Maihak AG (Hamburg)	permanence
Mesure de vitesse (Courant d'air)	Anémomètre à moulinet	Wilhelm Lambrecht KG (Göttingen)	1 semaine ou 1 mois
Mesure de vitesse (Courant d'air)	Enregistreur de vitesse W	Paul Gothe (Bochum)	permanence

Tableau 4

Feuille 2

Nature de la mesure	Appareil de mesure	Constructeur	Durée des mesures
Mesure de température (Courant d'air)	Enregistreur de température	Adolf Thies + Co KG (Göttingen)	permanence
Mesure de température (Courant d'air)	Psychomètre à aspiration	R. Fuess (Berlin)	1 semaine
Mesure de pression (Courant d'air)	Microbarographe	R. Fuess (Berlin)	permanence
Mesure de pression (Courant d'air)	Baromètre anéroïde	R. Fuess (Berlin)	1 semaine
Mesure de section (Galerie d'aérage)	Mètre pliant	-	1 semaine ou 1 mois
Mesure de pression de gaz (sondages)	Sonde Knies + Enregistreur de pression	Construction propre Dreyer, Rosenkranz + Droop AG (Hannover)	-
Observation des mouvements (sondages)	Caméra de télévision pour sondages	Ibak Helmut Hunger (Kiel)	irrégulièrement
Mesure des mouvements (sondages)	Marques Fils Mètre pliant	Construction propre	1 à 7 jours
Mesure des mouvements (sondages)	Marques Fils Enregistreur de mouvement	Construction propre	permanence
Mesure de niveau d'eau (sondages)	Tuyau à eau	-	1 semaine
Mesure des mouvements (galeries)	Nivellement du siège		1 semaine

Tableau 5

Feuille 1

Recherche N°	Zone 1					Zone 2					Zone 3				
	Index N°	V m ³	V ⁽⁺⁾ ⁽²⁾ %	V ⁽⁻⁾ ⁽²⁾ %	GFL m ³ /cm ²	Index N°	V m ³	V ⁽⁺⁾ ⁽²⁾ %	V ⁽⁻⁾ ⁽²⁾ %	GFL m ³ /cm ²	Index N°	V m ³	V ⁽⁺⁾ ⁽²⁾ %	V ⁽⁻⁾ ⁽²⁾ %	GFL m ³ /cm ²
1	103	6 401	18,5	81,5	1,601	102	9,430	91,2	0,8	0,004	101	11,798	100,0	0	0,008
(H)	104	52,573	45,1	54,9	0,011						105 ⁽³⁾	139,838	0	100,0	0,029
	107	0,037	56,8	43,2	0,000						106	52,266	0,3	99,7	0,032
											108	0	0	0	0
Somme		6 453,610	18,7	81,3			9,430	91,2	0,8			203,902	5,9	94,1	
1	110 ⁽³⁾	1 119,577	27,2	72,8	0,487						109	0	0	0	0
(L)	111	0	0	0	0						112	0	0	0	0
											113	0	0	0	0
Somme		1 119,577	27,2	72,8								0	0	0	
2	204	6 082,721	0	100,0	2,179	203	3 282,113	10,2	89,8	1,176	201	0	0	0	0
(L)	205 ⁽³⁾	79 785,188	0	100,0	7,076	207 ⁽³⁾	60 133,175	0,2	99,8	12,000	202	154,510	76,2	23,8	0,0291
	206 ⁽³⁾	66 785,737	0,3	99,7	12,114						208	10,755	100,0	0	0,002
											209	0	0	0	0
											210	4 786,357	51,6	48,4	0,991
Somme		152 653,646	0,1	99,9			63 415,288	0,8	99,2			4 951,622	52,5	47,5	
3	300	1 923,305	29,2	70,8	0,850										
(L)	301	2 290,808	5,4	94,6	1,477										
	302	6 656,145	5,4	94,6	5,188										
	303	25 437,507	7,6	92,4	6,822										
	304	702,283	0	100,0	0,212										
Somme		37 012,050	8,0	92,0											
4	401	355,609	39,9	60,1	0,142										
(L)	402 ⁽³⁾	13 183,508	4,0	96,0	7,365										
	403 ⁽³⁾	4 230,694	1,0	99,0	0,834										
	404	1 605,788	9,0	91,0	1,076										
	405 ⁽³⁾	9 240,381	0,0	100,0	1,302										
Somme		28 615,980	8,0	97,0											
5	506 ⁽³⁾	13 631,478	0,1	99,9	6,722										
(L)	507 ⁽³⁾	36 981,790	0,0	100,0	8,264										
	500	3 610,603	0	100,0	0,550										
	508	0	0	0	0										
	581 ⁽³⁾	58 352,878	34,6	65,4	12,226										
	509	1 615,411	0	100,0	1,083										
	510	0	0	0	0										
	511	2 085,674	0	100,0	0,666										
Somme		116 277,834	17,4	82,6											
5(H)						5 251	116,547	0	100,0	0,029					
6(H)	622	127,868	5,6	94,4	0,019	621	946,759	100,0	0	0,244	620	889,252	100,0	0	0,112
						623	925,889		0	0,105	624	146,158	80,0	20,0	0,012
Somme		127,868	5,6	94,4			1 872,648	100,0	0			1 035,410	97,2	2,8	
6	614	1 786,273	0,0	100,0	0,598	618 ⁽³⁾	10 139,372	1,0	99,0	8,825	612 ⁽³⁾	128,149	0	100,0	0,071
(L)	615 ⁽³⁾	871,910	0	100,0	0,225	619 ⁽³⁾	1 972,972	0,0	100,0	0,264	613	0	0	0	0
	616	379,104	0	100,0	0,318	626 ⁽³⁾	1 139,289	0,5	99,5	0,255	625	0	0	0	0
	617 ⁽³⁾	10 416,957	1,8	98,2	2,041										
Somme		13 454,244	1,4	98,6			13 251,633	0,8	99,2			128,149	0	100,0	

Tableau 5

Feuille 2

(1) Recherche N°	Zone 1					Zone 2					Zone 3				
	Index N°	V m ³	V (+) (2) %	V (-) (2) %	GFL m ³ /cm ²	Index N°	V m ³	V (+) (2) %	V (-) (2) %	GFL m ³ /cm ²	Index N°	V m ³	V (+) (2) %	V (-) (2) %	GFL m ³ /cm ²
7	704	28,575	0	100,0	0,005	703	0,053	0	100,0	0,000	701	0	0	0	0
(H)	705	32,423	0	100,0	0,011						702	0,012	0	100,0	0,08
	706	0	0	0	0										
Somme		60,998	0	100,0			0,053	0	100,0			0,012	0	100,0	
7						771+772	2 000,880	0	100,0	0,101					
(H)						708	0	0	0	0					
						710	54,000	0	100,0	0,007					
						711	4 008,960	0	100,0	0,417					
Somme							6 063,840	0	100,0						
8	801	0	0	0	0	803	0	0	0	0	804	0	0	0	0
(H)	802	265,750	0	100,0	0,092										
	805	60,750	0	100,0	0,008										
Somme		326,500	0	100,0			0	0	0			0	0	0	
8						806	2 730,625	6,8	93,2	1,452					
(L)						807	16 768,389	2,1	97,9	3,167					
avec captage						709	46 832,697	0,0	100,0	12,018					
Somme							66 331,711	0,8	99,2						

(1) H : Toit = Au-dessus de la couche exploitée
L : Mur = En dessous de la couche exploitée

(2) (+) : En avant du front de taille
(-) : En arrière du front de taille

(3) Mesures interrompues

Tableau 6

Feuille 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Index N°	X_B m	X_{max} m	X_E m	V_{max} Nl/min	HEL 10^{-6} Nl/min . cm ²	b_1 Nl/min . m	b_2 $\frac{1}{m}$
101	+ 21	+ 9	+ 6	0,14	96,95	- 0,006	1,589
102	+ 28	+ 2	- 1	1,14	450,94	- 0,011	1,900
104	+ 11	- 3	- 4	3,11	642,69	- 0,283	8,030
105	-	- 4	- 74	1,40	289,31	-	0,024
106	+ 31	- 35	- 55	14,71	8 964,04	- 0,023	0,149
107	+ 16	+ 3	- 3	0,03	18,28	- 0,001	0,229
110	- 3	- 27	- 72	8,61	3 748,36	- 0,275	0,036
202	- 48	- 70	- 81	2,21	294,00	- 0,083	0,229
203	- 29	- 80	- 177	28,58	10 236,38	- 0,594	0,048
204	- 14	- 54	- 296	148,14	53 058,73	- 4,198	0,012
205	- 9	- 55	- 362	505,64	44 842,14	- 11,564	0,006
206	+ 58	- 49	- 364	330,92	60 025,39	- 2,464	0,005
207	+ 42	- 110	- 389	287,19	57 311,91	- 1,894	0,008
210	+ 24	- 5	- 124	33,57	6 947,43	- 0,648	0,021
300	+ 2	- 28	- 150	16,29	7 188,87	- 0,503	0,023
301	+ 5	- 2	- 83	54,50	35 138,62	- 7,770	0,052
302	+ 4	- 5	- 120	107,20	83 554,16	- 12,260	0,035
303	+ 13	- 1	- 159	332,68	89 214,26	- 25,490	0,035
304	+ 2	- 20	- 54	18,38	5 551,19	- 0,940	0,167
401	+ 21	- 4	- 12	11,34	4 525,13	- 0,387	0,547
402	+ 18	- 11	- 204	98,19	54 854,74	- 3,720	0,020
403	+ 25	- 21	- 156	48,82	9 627,29	- 0,743	0,036
404	+ 19	- 12	- 101	37,49	25 127,34	- 0,952	0,076
405	+ 13	- 51	- 171	50,94	23 715,08	- 0,730	0,027
506	+ 14	- 17	- 212	103,42	50 996,05	- 3,485	0,022
507	+ 1	- 32	- 204	238,17	53 222,34	- 8,475	0,029
500	- 23	- 35	- 179	34,76	5 296,35	- 1,288	0,802
581	+ 25	- 11	- 157	477,26	99,991,61	- 16,968	0,033

Tableau 6

Feuille 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Index N°	X_B m	X_{max} m	X_E m	V_{max} Nl/min	HEL 10^{-6} Nl/min . cm ²	b_1 Nl/min . m	b_2 $\frac{l}{m}$
509	- 2	- 21	- 42	57,15	38 304,29	- 2,170	0,199
511	- 4	- 25	- 86	45,32	14 469,99	- 2,289	0,112
5 251	+ 0	- 11	- 14	17,17	4 250,00	- 1,334	1,353
612	- 29	- 33	- 71	1,23	684,47	- 0,307	0,000
614	+ 3	- 12	- 48	39,89	13 028,47	- 2,554	0,318
615	- 1	- 23	- 119	6,77	1 744,85	- 0,241	0,007
616	+ 1	- 25	- 32	37,38	31 306,53	- 0,571	1,612
617	- 12	- 26	- 130	122,22	23 941,23	- 9,630	0,038
618	+ 7	- 11	- 74	180,14	150 871,02	- 11,840	0,027
619	- 15	- 50	- 76	24,02	3 219,41	- 0,755	0,039
622	+ 9	- 8	- 18	59,54	8 870,68	- 3,502	0,727
626	-	- 42	- 125	9,28	2 073,74	- 0,078	0,014
702	- 54	- 97	- 145	0,001	0,35	- 0,00001	0,072
703	- 25	- 80	- 167	0,004	1,41	- 0,00004	0,037
704	- 44	- 65	- 164	1,094	191,82	- 0,057	0,044
705	- 20	- 67	- 96	2,039	720,74	- 0,024	0,286
771	- 7	- 57	- 123	22,65	2 285,57	- 0,429	0,091
772	- 28	- 85	- 148	20,66	2 084,76	- 0,325	0,171
708	- 3	- 101	- 237	43,72	9 681,13	- 0,275	0,043
710	- 30	- 119	- 166	12,90	1 679,90	- 0,142	0,065
711	- 25	- 35	- 153	92,93	9 676,17	- 9,430	0,039
802	- 23	- 46	- 127	4,65	1 617,95	- 0,144	0,085
805	- 13	- 36	- 136	2,93	372,86	- 0,099	0,023
806	+ 11	- 80	- 96	62,30	33 138,29	- 0,292	0,082
709	- 13	- 31	- 117	515,12	132 183,73	- 29,514	0,082
807	+ 12	-	- 69	-	-	-	-

Tableau 7

Couche (1)	Sondage N°	Type de sondage ⁽²⁾	Distance à la galerie m ⁽³⁾	Pression de gaz atü	Concentration en gaz m ³ /t ⁽⁴⁾	Remarques
Ida-Nebenbank	616	H	+ 6	0	1,3	(1) Désignation du siège
Ida	616	H	+ 8	0,8	2,7	(2) H : Sondage montant T : Sondage descendant S : Sondage oblique
Karl	616	H	+ 15	14,0	11,1	
Fünfhanbank	617	T	- 11	32,1	15,2	(3) + : perpendiculaire- ment au-dessus - : perpendiculaire- ment en dessous x : plat
Franziska-Nebenbank	617	T	- 26	73,1	24,0	
Franziska	617	T	- 35	74,0	18,3	
Elisa-Wilhelm	617	T	- 48	72,1	26,3	(4) pour 30° C et charbon pur et sec
Ida-Nebenbank	625	S	x 16	5,0	5,8	
Ida	625	S	x 21	14,0	10,0	
Karl	625	S	x 38	27,0	15,2	
Robert	625	S	x 60	11,0	7,1	
Streifen	5 251	S	x 25	0,8	-	
Albert	5 251	S	x 44	45,0	14,1	

Tableau 8

Feuille 1

Grandeurs	Symbole	Unité	Minimum	Moyenne	Maximum	Ecartement type
Matières volatiles de la couche exploitée	x ₁	%	18,0	26,1	35,1	4,8
Profondeur moyenne d'exploitation	x ₂	m NN	254	708	1 030	170
Puissance nette moyenne de la couche	x ₃	cm	82	147	268	37
Pente moyenne	x ₄	Gon	1	12	45	8
Longueur moyenne de la taille	x ₅	m	85	221	290	40
Longueur de chassage	x ₆	m	100	824	1 920	575
Contrôle du toit (1)	x ₇	-	1	1,4	2	0,5
Sens de l'exploitation (2)	x ₈	-	1	1,1	2	0,3
Vitesse moyenne d'avancement	x ₉	cm/jour	61	164	382	58
Production journalière nette moyenne	x ₁₀	t/jour	105	596	1 200	221
Pourcentage de charbon dans les épontes jusqu'à 160 m au toit	x ₁₁	%	0,19	3,49	6,60	1,31
Pourcentage de grès jusqu'a 160 m au toit	x ₁₂	%	0,00	7,25	46,71	9,51
Distance du 1 ^{er} banc de grès jusqu'a 160 m au toit	x ₁₃	m	0	82	198(6)	72
Pourcentage de charbon dans les épontes jusqu'à 60 m au mur	x ₁₄	%	0,00	5,19	12,37	1,87
Pourcentage de grès jusqu'à 60 m au mur	x ₁₅	%	0,00	8,71	56,70	14,19
Distance du 1 ^{er} banc de grès jusqu'à 60 m au mur	x ₁₆	m	0	45	68(6)	25
Distance de la 1 ^{re} couche exploitée jusqu'a 160 m au toit	x ₁₇	m	16	94	180(6)	47
Distance de la 1 ^{re} couche exploitée jusqu'a 60 m au mur	x ₁₈	m	20	64	90(6)	10
Nombre de panneaux voisins exploités (3)	x ₁₉	-	0	0,8	2	0,5
Type, lieu et situation du sondage (4)	x ₂₀	-	1	1,4	4	0,7
Puissance des couches et limets traversés	x ₂₁	cm	0	231	624	141
Aérage (5)	x ₂₂	-	1	1,1	2	0,3
Dégagement de gaz moyen dans le courant d'air	x ₂₃	m ³ /min	1,50	6,77	13,97	3,68
Longueur du sondage	x ₂₄	m	11	55	111	21
Direction du sondage	x ₂₅	Gon	0	55	200	38
Inclinaison du sondage	x ₂₆	Gon	0	50	100	16
Rapport de la longueur du sondage projetée horizontalement et en direction de la taille à la longueur de la taille	x ₂₇	-	0,000	0,115	0,724	0,104
Diamètre du sondage	x ₂₈	mm	50	72	100	13
Longueur du tubage	x ₂₉	m	0	9	37	4
Distance du sondage au sondage précédent	x ₃₀	m	0	4 067	99 999 ⁽⁷⁾	19 713
Moyenne de toutes les dépressions mesurées	x ₃₁	mm WS	4	281	1 930	360
Durée de vie du sondage	y ₁	jour	2	115	1 221	102
Débit maximal de méthane mesuré	y ₂	m ³ /min	0,00	1,23	10,36	1,05
Débit minimal de méthane mesuré	y ₃	m ³ /min	0,00	0,17	1,97	0,23
Moyenne des débits de méthane mesurés	y ₄	m ³ /min	0,00	0,54	3,19	0,47
Débit total de méthane	y ₅	m ³	0	86 829	1 338 600	115 600
Teneur en méthane mesurée au moment du débit maximum	y ₆	% CH ₄	2	59	100	24

Tableau 8

Feuille 2

Grandeurs	Symbole	Unité	Minimum	Moyenne	Maximum	Ecartement type
Teneur en méthane mesurée au moment du débit minimum	y7	% CH ₄	1	26	100	21
Moyenne de toutes les teneurs en méthane mesurées	y8	% CH ₄	2	43	100	19
Débit de mélange (selon y ₆)	y ₉	m ³ /min	0,00	2,19	13,24	1,67
Débit de mélange (selon y ₇)	y ₁₀	m ³ /min	0,00	0,75	5,48	0,83
Débit de mélange (selon y ₈)	y ₁₁	m ³ /min	0,00	1,31	24,00	1,16
Durée du début du captage jusqu'au moment du débit de méthane maximal	y ₁₂	d	0	21	428	36
Durée du moment du débit de méthane maximal jusqu'au débit de méthane minimal	y ₁₃	d	0	74	876	82
Durée du moment du débit de méthane minimal jusqu'à la fin du captage	y ₁₄	d	0	21	394	36

(1) 1 : Foudroyage

2 : Remblayage pneumatique

(2) 1 : Taille avançante

2 : Taille rabattante

(3) 0, 1 ou 2

(4) 1 : Sondage montant dans la voie de retour d'air

2 : Sondage montant dans la voie d'entrée d'air

3 : Sondage descendant dans la voie de retour d'air

4 : Sondage descendant dans la voie d'entrée d'air

(5) 1 : montant

2 : descendant

(6) Erreur : + 10 % de la plus grande distance sur la coupe

(7) 1er sondage (sans sondage précédent)

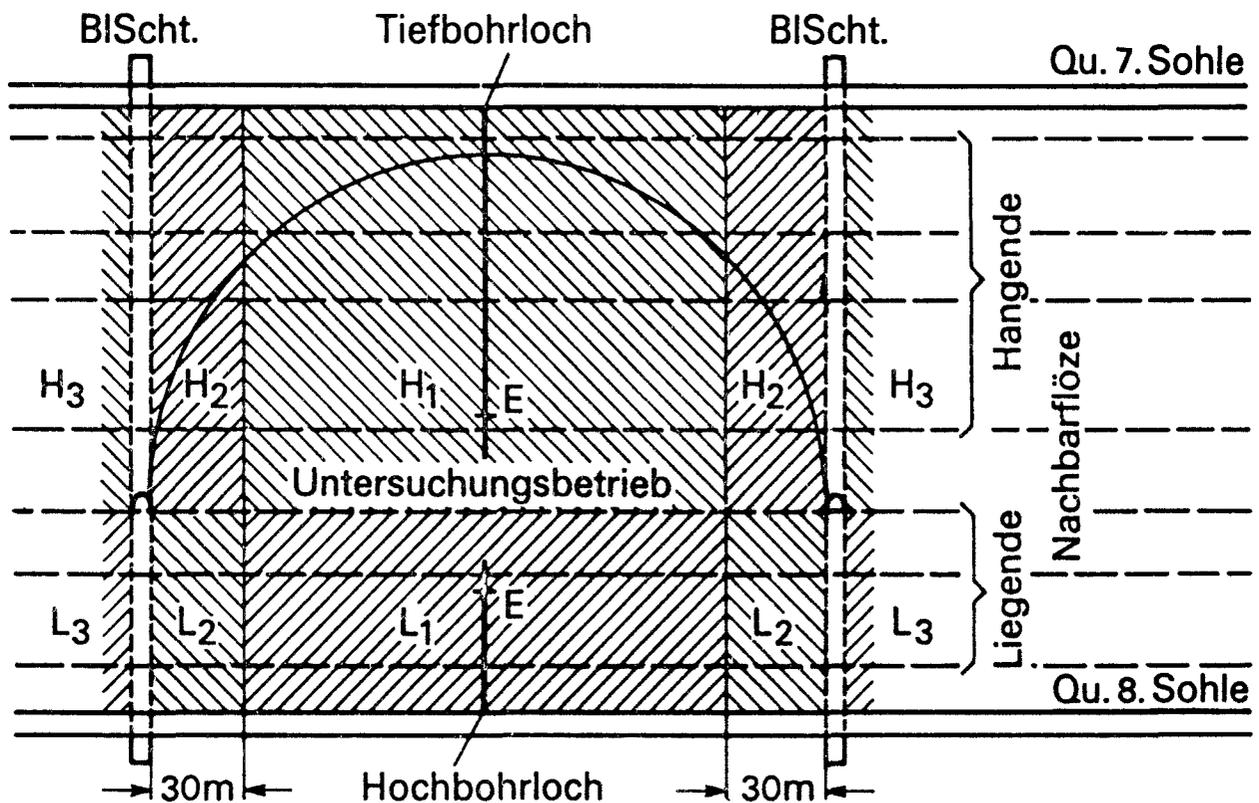
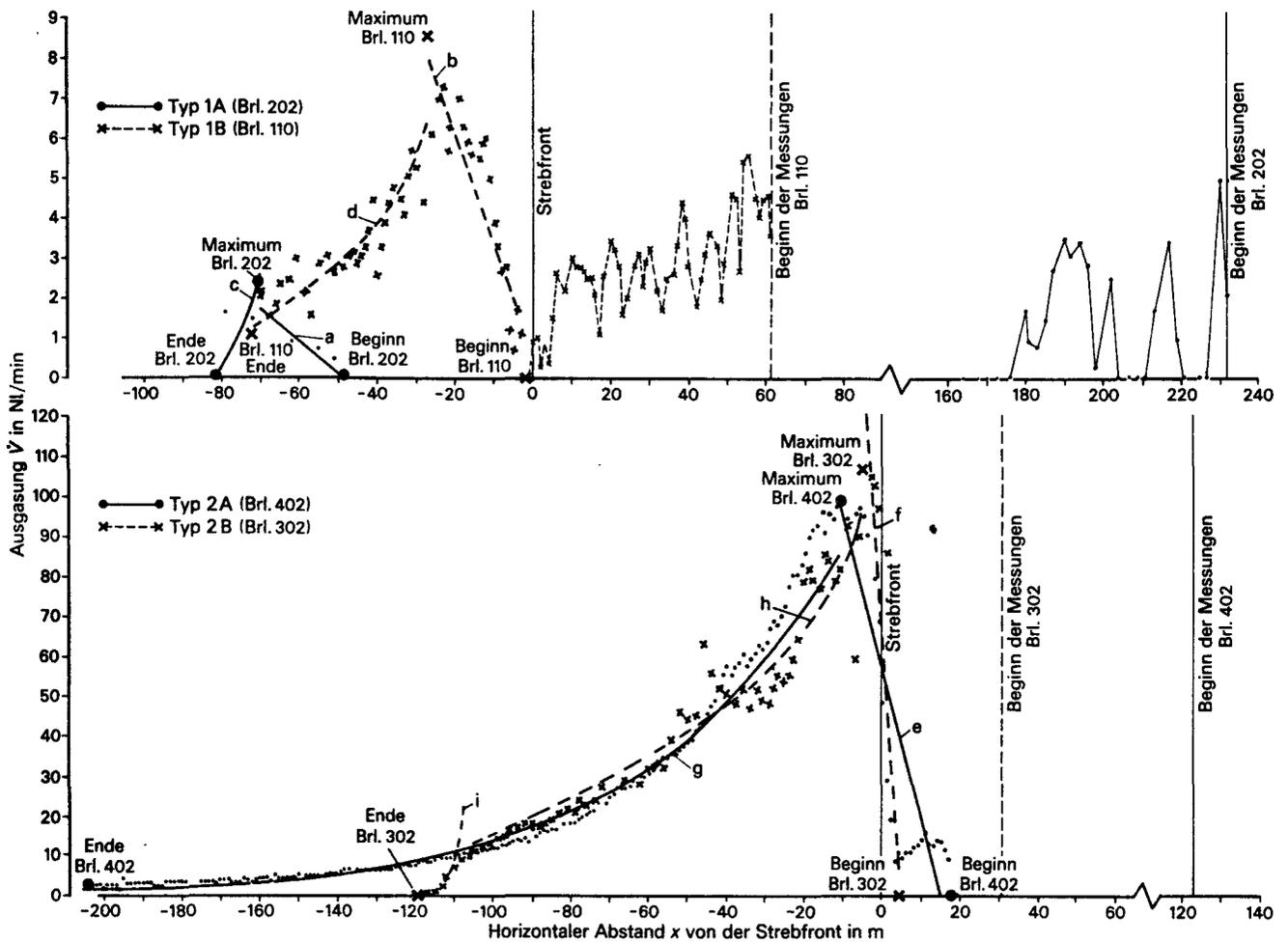


Figure 1 : Répartition des zones (schéma d'un extrait de coupe par une division)

Légende

B1. Scht	: Burquin
Tiefbohrloch	: Sondage descendant
Untersuchungsbetrieb	: Chantier étudié
Hochbohrloch	: Sondage montant
Qu. 7. Sohle	: T.B. 7e étage
Qu. 8. Sohle	: T.B. 8e étage
E	: Fin du tubage
H	: Toit
L	: Mur
1	: Zone médiane
2	: Zone de bordure
3	: Zone externe



Ausgleichsfunktionen:

a	$f_{111}(x) = 4,02 - 0,083x$	f	$f_{221}(x) = 68,30 - 12,26x$
b	$f_{121}(x) = 0,85 - 0,275x$	g	$f_{212}(x) = e^{4,66 + 0,020x}$
c	$f_{112}(x) = e^{17,02 + 0,229x}$	h	$f_{2221}(x) = e^{4,67 + 0,020x}$
d	$f_{122}(x) = e^{2,82 + 0,036x}$	i	$f_{2222}(x) = e^{64,87 + 0,571x}$
e	$f_{211}(x) = 54,88 - 3,72x$		

Figure 2 : Allure du dégazage (type 1 et type 2)

Légende

Beginn der Messungen	: Début des mesures
Strebfront	: Front de taille
Beginn Beeinflussung	: Début de l'influence
Höchstwert	: Valeur maximale
Ende Messungen	: Fin des mesures
Ende Gaslieferung	: Fin du dégagement de gaz

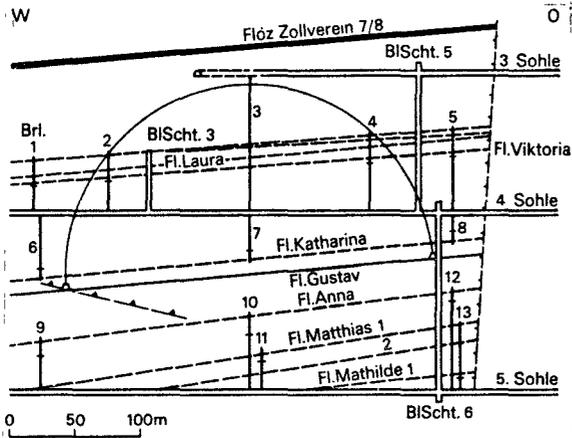


Fig. 3 : Recherche 1 - Siège Jacobi - Extrait de la coupe par les galeries en direction principales

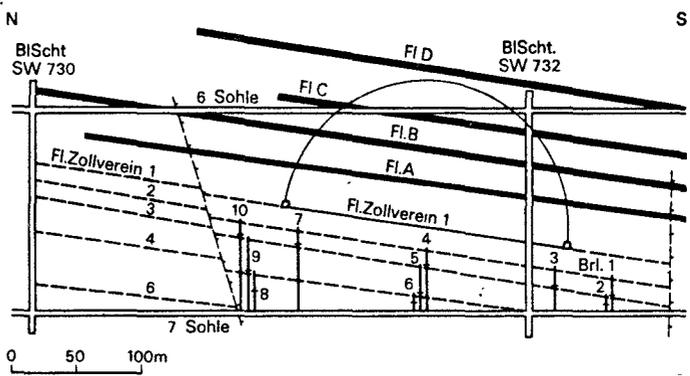


Fig. 4 : Recherche 2 - Mine Ewald 3/4 - Coupe par la division SW 3 (extrait)

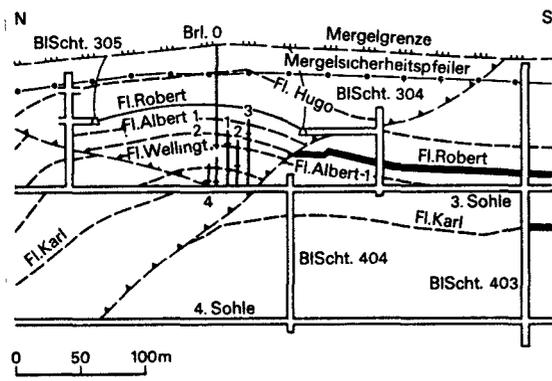


Fig. 5 : Recherche 3 - Mine Emscher-Lippe - Coupe par la division 2 Ouest (extrait)

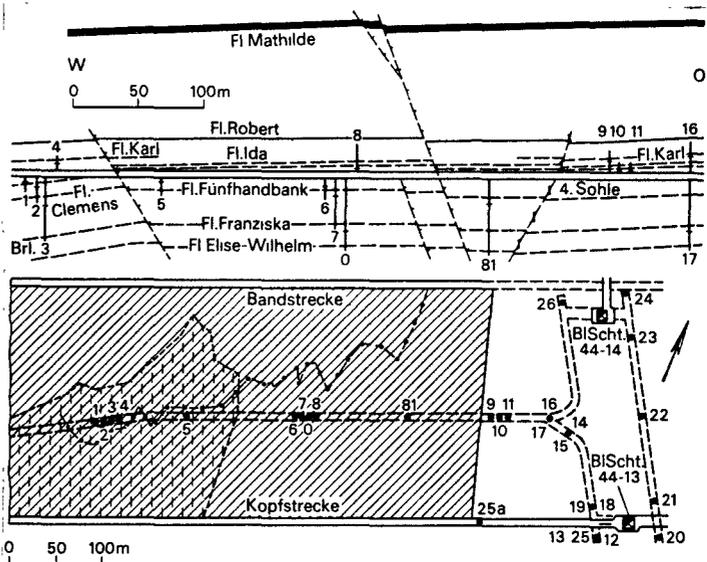


Fig. 6 : Recherches 4 et 5 - Mine Heinrich Robert - Coupe longitud.) 4e div. Plan (extrait)

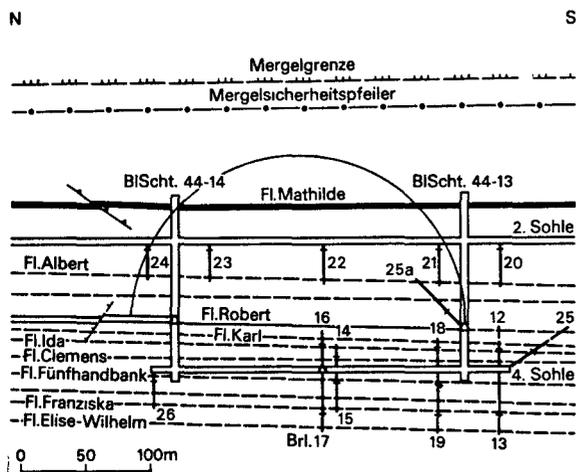
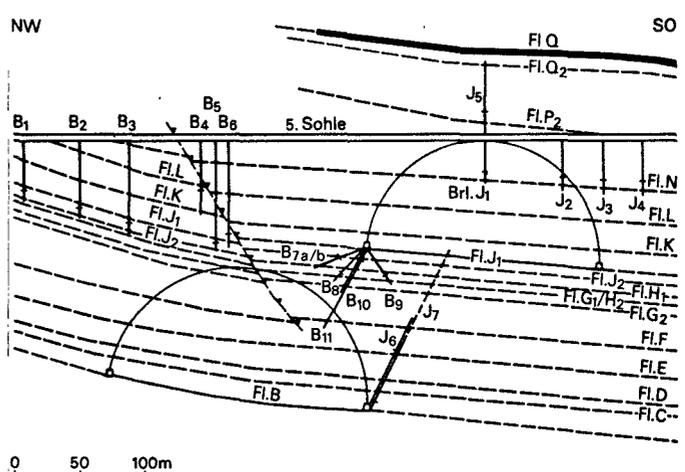


Fig. 7 : Recherche 6 - Mine Heinrich Robert - Coupe par la 4e division (extrait)



B₁₀ 70 m und B₁₁ 82 m südwestlich der Schnittebene
l₆ 285 m und l₇ 150 m nordöstlich der Schnittebene

Fig. 8 : Recherches 7 et 8 - Mine Hugo - Extrait de la coupe par la division W-5

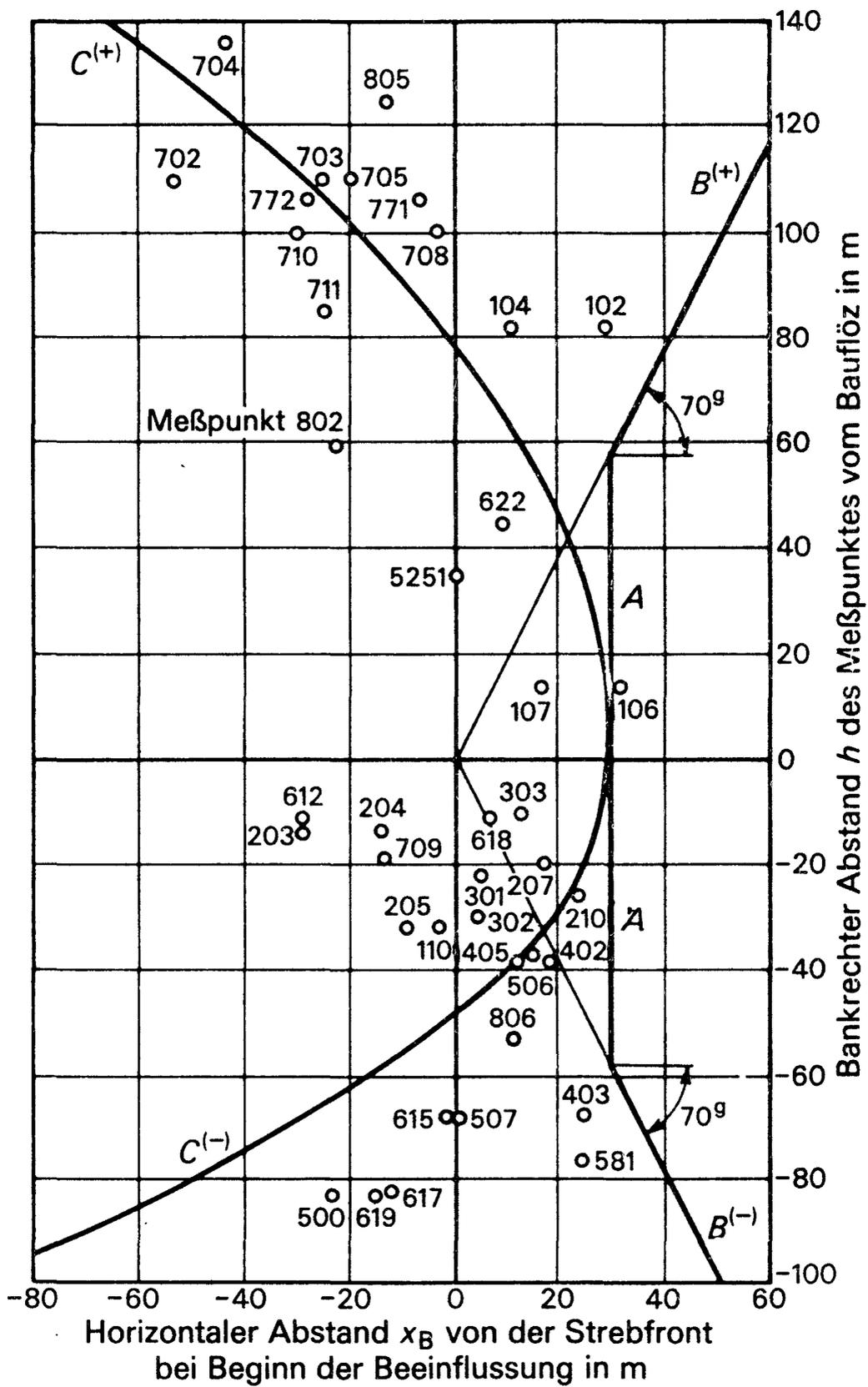


Figure 9 : Limite antérieure de la zone de dégazage. Coupe.

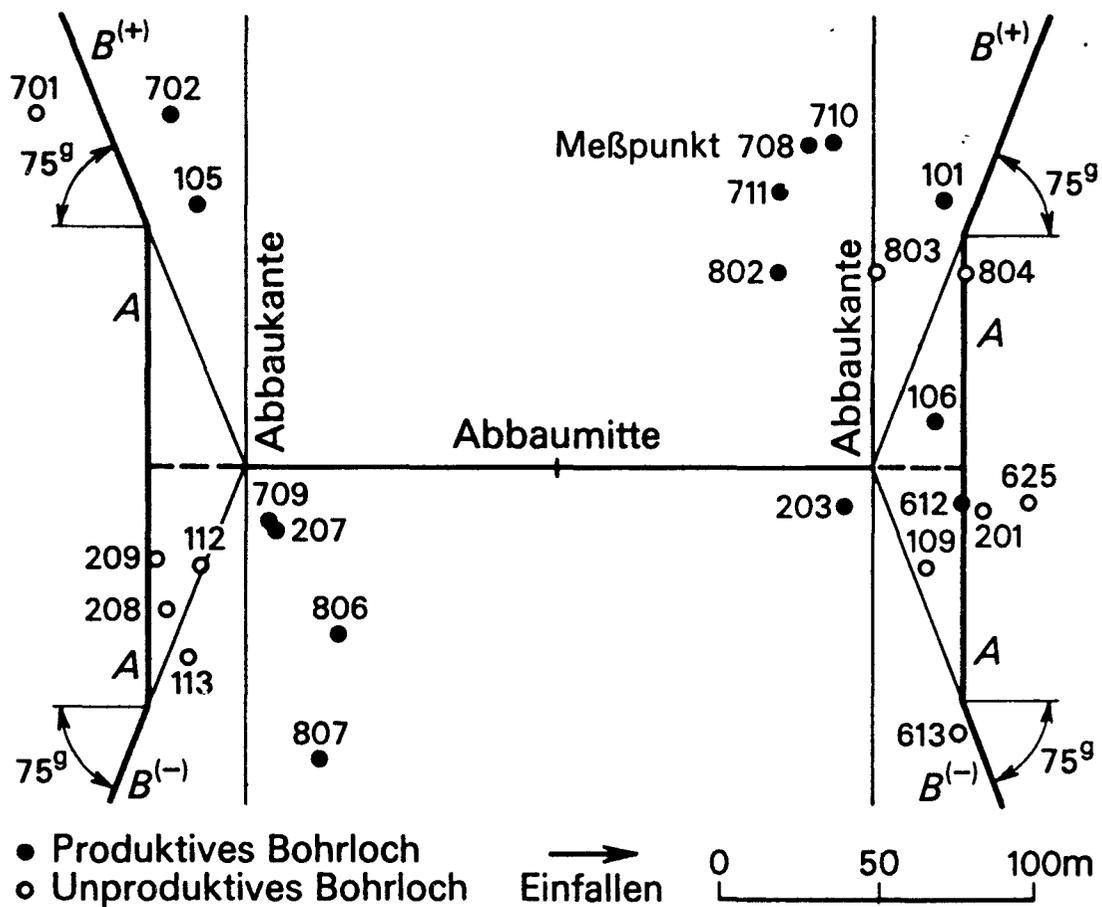


Figure 10 : Limite latérale de la zone de dégazage

Légende

- | | | |
|------------------------|---|----------------------|
| Strebrand | : | Bordure de la taille |
| Strebmitte | : | Milieu de la taille |
| Einfallen | : | Pentes |
| Unproduktives Bohrloch | : | Sondage improductif |
| Produktives Bohrloch | : | Sondage productif |

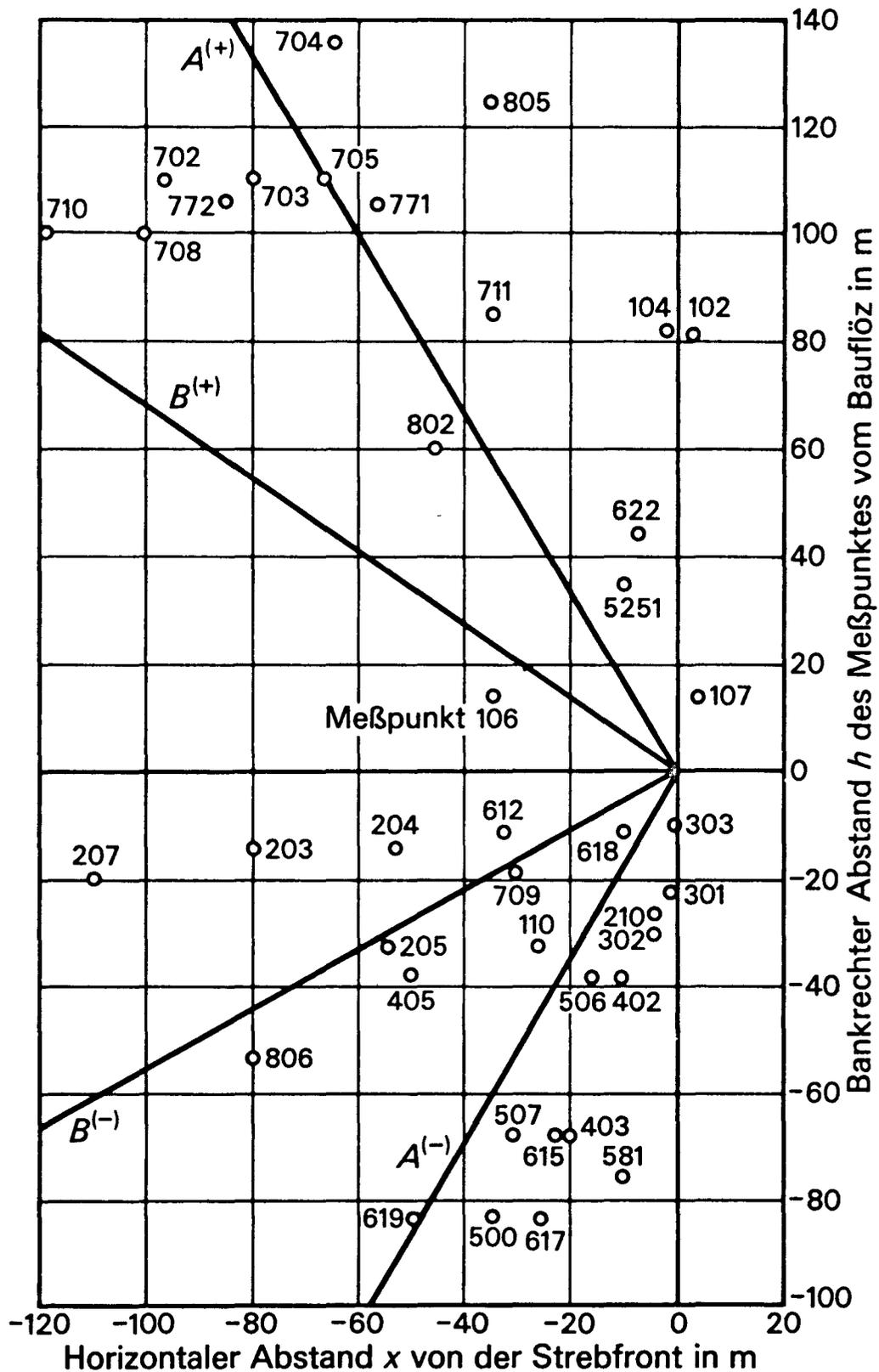


Figure 11 : Situation de la valeur maximale du dégagement de gaz (A) et limite arrière de la zone de dégazage (B). Coupe.

BIBLIOGRAPHIE

1. Arets, L.A.G.L., u.a.: Vorkommen von Grubengas und Bekämpfung höherer Grubengaskonzentrationen bei den Staatsmijnen in Limburg Geol. Mijnb. 41 (1962) S. 39/86.
2. Cernov, O.I.: Der Mechanismus der Gasabsaugung aus Kohlenflözen In: Voprosy teorii dagazacii ugol'nych plastov. (Fragen zur Theorie der Grubengasabsaugung.) Moskva: Gosgortekhnizdat 1963. S. 70/78
3. Chambon C. : Mécanique des terrains houillers dans le cas de déformations planes. Habilitationsschrift Nancy 1966.
4. Forstmann, R., und P. Schulz: Das Auftreten von Grubengas und seine Bekämpfung. Glückauf 80 (1944) S. 131/38.
5. Forstmann, R., und P. Schulz: Grubengasgewinnung untertage Glückauf 80 (1944) S. 175/79.
6. Gunther, J.: Freiwerden des Grubengases im Abbau. In: Das Grubengas und seine Bekämpfung. II. Informationstagung der EGKS. Luxemburg 1967. S. 34/46.
7. Giesel, W., und H. Wildner: Diskussionsbeitrag zum Vortrag Gunther. In: Das Grubengas und seine Bekämpfung. II. Informationstagung der EGKS. Luxemburg 1967. S. 123/25.
8. Hurck, G.: Es ist zu untersuchen, ob und welche Zusammenhänge zwischen den Gebirgsbewegungen und der Ausgasung beim Abbau des Flözes Albert 1, 8. Sohle, auf der Zeche Neumühl in Duisburg-Hamborn vorliegen. Diplomarbeit Aachen 1952.
9. Jacobi, O.: Die gebirgsmechanisch günstige Führung von Abbau-strecken. Glückauf 103 (1967) S. 1302/09.
10. Kucharskij, M.P., und Ju. V. Svetlakov: Entgasung eines Flözes tief unter dem Abbau anderer Flöze. Ugol 36 (1961) Nr. 4 S. 34/44.
11. Kegel, K.-H.: Probleme der Ausgasung. Glückauf 99 (1963) S. 512/22.
12. Knies, H.: Entwicklung und Erprobung von Verfahren zur Untersuchung des Methangehaltes der Steinkohle. Diss. TU Berlin 1966.
13. Labasse, M.H. : La mécanique des terrains houillers. Rev. Ind. Minér. 39 (1957) S. 105/18

14. Lidin, G.D., und A.T. Ajruni: Die Theorie der Entgasung dicht beieinanderliegender Kohlenflöze. In: Voprosy teorii degazacii ugol'nych plastov. (Fragen zur Theorie der Grubengasabsaugung.) Moskva: Gosgortechizdat 1963. S. 3/69.
15. Linsel, E.: Entstehung und Freiwerden des Grubengases. In: Das Grubengas und seine Bekämpfung. I. Informationstagung der EGKS. Luxemburg 1963. Ann. Min. Belg. 1963 S. 1045/55, 1121/26. Geol. Mijnb. 42 (1963) S. 384/93.
16. Lengemann, A.: Die Begrenzung der Abbaueinwirkungen im Gebirge und ihr Einfluss auf die Vorausberechnungsverfahren auf Grund von Modellversuchen. Diss. Aachen 1967.
17. Mende, H., und K. Trösken: Einrichtung einer Methanabsauganlage auf der Zeche Hansa untertage. Glückauf 86 (1950) S. 1/11.
18. Mohr, F.: Gebirgsmechanik. Goslar: H. Hübener 1963.
19. Müller, H.: Restgasinhalt und Ausgasung der Förderkohle. Diss. TU.Berlin 1966.
20. Noack, K.: Zur Frage des Ausgasungsraumes um Abbaubetriebe in flacher oder mässig geneigter Lagerung des Ruhrkarbons. Diss. Aachen 1969.
21. Otto, G.: Ergebnisse der Überwachung zweier Abbaubetriebe mit hoher Ausgasung. Glückauf 98 (1962) S. 1286/98.
22. Otto, G.: Ausgasungs- und Bewegungsmessungen im Bereich unter- und überbauter Querschläge. Glückauf 99 (1963) S. 871/80.
23. Patteisky, K.: Entstehung des Grubengases und Bedingungen für Gaslagerung sowie Gasabgabe. Bergbau-Rdsch. 1 (1949) S. 189/93.
24. Patteisky, K.: Die Art des Vorhandenseins des Grubengases im Gebirge und seines Austretens. Bergbau-Arch. 12 (1951) Nr. 2 S. 29/61.
25. Patteisky, K.: Schlagwetter im Kohlenbergbau, Ursachen ihrer Bildung und Abwehr der Gefahren. Mitt. Westf. Berggew.-Kasse 1953 Nr. 6 S. 1/40.
26. Patteisky, K.: Zeitdauer der durch einen Flözabbau hervorgerufenen Ausgasung der Begleitschichten und Ausmass ihrer dabei eintretenden Vorausgasung. Mitt. Westf. Berggew.-Kasse 1954 Nr. 9 S. 1/31.
27. Patteisky, K.: Entstehung und Lagerung des Grubengases, Gasabgabe der Gebirgsschichten und Grad der Grubengasführung. 1957. (Unveröffentlicht).
28. Paul, K.: Beitrag zur Frage des Auftretens von Methan im Steinkohlenbergbau. Diss. TU Berlin 1959.

29. Stuffken, J.: Die Ausgasung von Kohlenflözen. Eine Berechnungsmethode für den Abbau von Grubenfeldern. Diss. Delft 1957.
30. Stuffken, J.: Ein Berechnungsverfahren zur Bestimmung der Ausgasung von Steinkohlenflözen. Geol. Mijnb. 20 (1958) S. 223/32.
31. Schulz, P.: Auswertung der bei der Methanabsaugung gemachten Erfahrungen über das Auftreten von Methan im Steinkohlengebirge und über sein Freiwerden durch Bohrlöcher. Ein Beitrag zur Vorbestimmung der gesamten und absaugbaren Ausgasung eines Abbauvorhabens. (Unveröffentlicht).
32. Schulz, P. : Le dégagement de grisou du charbon causé par l'exploitation. Une étude sur les possibilités quantitatives de captage et sa prédétermination. Rev. Univ. Min. 102 (1959) S. 41/58.
33. Tarnowski, J.: Voraussage der Ausgasung nach Ergebnissen von Bohrungen. Przegląd gorn. 15 (1959) S. 172/81.
34. Vidal, V.: Vier Jahre Grubengasabsaugung auf den Saargruben. Schlägel und Eisen 1952 S. 420/24, 470/72.
35. Weddige, A., und J. Bosten: Künstliche Ausgasung eines Abbaufeldes und Nutzbarmachen des Methans für die Gasversorgung. Glückauf 80 (1944) S. 241/50.
36. Winter, K.: Derzeitiger Stand der Vorausberechnung der Ausgasung beim Abbau von Steinkohlenflözen. Bergfreiheit 23 (1958) S. 439/54.
37. Winter, K.: Ausgasung im Einwirkungsbereich des Abbaus und ihre Bewertung für die Bildung von Methanschichten. Beschr. Internat. Konf. Leiter grubensicherheitl. Versuchsanst. Sheffield 1965. Paper 1.
38. Statistische Untersuchung über die Brauchbarkeit des Schichtungsindex zur Überwachung der Grubenbaue auf Methanschichtenbildung. Bericht des Arbeitskreises "Methanschichten" beim Steinkohlenbergbauverein, Essen. 1967.

Expériences pratiques de mesures avec le central de
télégrisométrie Dräger - Cerchar

Rapporteur : Dr. Ing. Gerhard Mücke

1. APERCU SUR LE TELECONTROLE AUTOMATIQUE DU METHANE

Les avantages au point de vue technique et de la sécurité de la mesure à distance du méthane résident avant tout, à côté d'une indication automatique permanente, dans le fait que le dégagement de gaz dans les divers chantiers répartis dans le champ d'exploitation puisse être contrôlé en un point central. Les écarts par rapport au cours normal du dégagement de gaz du chantier d'exploitation sont immédiatement connus et une comparaison avec la mesure du courant d'air ainsi qu'avec l'allure du dégagement de gaz dans d'autres chantiers permet des conclusions immédiates sur les causes relevant de la technique de l'aérage à considérer. Lors des incidents d'aérage (arrêt de ventilateurs, dégâts aux portes d'aérage, etc.), on peut prendre sans hésiter les mesures nécessaires à leur élimination. Une installation de télémessure de méthane, de sécurité intrinsèque, alimentée indépendamment du chantier, présente, en outre, l'avantage que les mesures peuvent être poursuivies après le dépassement des teneurs de méthane autorisées provoqué par des incidents, ce qui est d'une grande importance pour la sécurité car elle permet de juger du degré de danger.

Le premier central de télégrisométrie mis au point par le Cerchar (Verneuil) et construit par la Compagnie auxiliaire des mines (Douai) a été installé en février 1962 dans un charbonnage du Nord de la France. Le mode d'emploi de l'installation (1, 3) (+) et les bases électrotechniques de la télétransmission des mesures (2) ont été largement décrits. Dans les charbonnages soviétiques, on a développé des appareils de mesures basés sur le même principe (7), mais qui, toutefois, sont de moindre performance eu égard à leur rayon d'action et au nombre de points de mesures; dans l'industrie minière britannique, on prévoit une construction sous licence (8). La première application en Allemagne de l'Ouest a eu lieu en septembre 1965 dans une mine de la Sarre (6). Le perfectionnement constant du central de télégrisométrie a conduit aussi à un élargissement du domaine d'emploi (4, 9).

A la fin de 1967, 18 centraux de télégrisométrie avaient été construits. Dans les mines françaises, 10 sont en service, et dans les charbonnages des autres pays, 5 dont 2 en Allemagne de l'Ouest. Concernant le nombre important et toujours croissant de

(+) Les chiffres entre parenthèses correspondent aux références bibliographiques.

ces installations en France, il faut remarquer que dans ce pays, les enregistreurs de méthane et les grisomètres portatifs n'ont pas connu jusqu'à présent une extension aussi grande que dans les sièges ouest-allemands. Récemment, pour la première fois, on a aussi communiqué les résultats pratiques des observations faites avec ces installations dans les charbonnages de ce pays et concernant la présence de teneurs plus élevées de méthane dans le courant d'air et leurs causes (11, 12). Ils coïncident largement aux indications fournies par les enregistreurs de méthane installés dans les charbonnages ouest-allemands depuis plusieurs années et dont le nombre s'élevait à environ 420 appareils à la fin de 1967. Dans les mines françaises, les résultats excellents obtenus avec l'emploi des centraux de télégrisométrie ont conduit à ce que les teneurs limites de méthane puissent être relevées à 1,5 % en tête de taille et à 2 % dans la voie de retour d'air (10).

Dans la suite, il est fait rapport sur l'expérience pratique de plus de deux années acquise avec le central de télégrisométrie Dräger-Cerchar dans un siège très grisouteux du Nord du Bassin de la Ruhr. La construction et le mode d'emploi de ce central sont ici supposés connus. Pour autant que cela soit nécessaire à la description des constatations techniques, on indiquera les changements et les améliorations apportés au cours de la période de recherche.

Le central de télégrisométrie de la série 100 étudié ici et comprenant les têtes de mesures installées dans la mine, les convertisseurs de signaux correspondants et l'armoire de mesure installée à la surface a été construit par la Compagnie auxiliaire des mines. Il est équipé d'un tiroir pour 10 points de mesures et travaille selon le même principe de mesure que le central universel perfectionné en France et l'installation de la série 200 construite ultérieurement par le licencié allemand, la firme Dräger de Lübeck. Au point de vue de la grandeur des signaux, il faut remarquer que dans la série P, la tension de pointe atteint 180 mV à la sortie du convertisseur; dans la série B, elle a été portée à 1000 mV.

Dans l'installation étudiée, on ne dispose pour l'indication des mesures sur chacune des 10 pistes successives de l'enregistreur - cela pour une échelle de mesure non linéaire entre 0 et 6 % de CH₄ - que d'une largeur de diagramme de 24 mm qui est insuffisante pour une lecture précise des valeurs mesurées. Les nouveaux centraux de mesures français de type universel ont été équipés entre temps d'un enregistreur 10 pistes amélioré, sur lequel la largeur d'enregistrement d'une piste individuelle a été fondamentalement conservée, mais où l'échelle de mesure a été réduite à 0 - 3 % CH₄. En cas de nécessité, la largeur de l'enregistrement peut en outre être doublée ou quadruplée (4). De plus, sur une piste d'enregistrement, on peut porter actuellement deux mesures que l'on distingue l'une de l'autre par une indication points et une indications traits. Dans la série 200, la firme Dräger a opté pour l'utilisation d'un enregistreur par points (Fallbügelpunkt-schreiber) à 12 canaux, avec une largeur d'enregistrement de 120 mm. Pour la gamme d'indication de cette installation réduite de même à 0 - 3 %, on dispose d'une largeur d'enregistrement plus que suffisante (à savoir 3 mm par 0,1 % CH₄ dans le tronçon linéaire de

0 - 2 % CH₄). Pour pouvoir juger de la clarté de l'enregistrement par points de 12 points de mesures simultanément sur un diagramme, il faut encore une expérience pratique.

Les affichages des teneurs limites de méthane sont réalisés de manière continue à l'aide de potentiomètres. Dans l'installation étudiée, on peut seulement détecter, grâce à l'indicateur d'alarme, lors de l'allumage de la lampe d'avertissement, qu'en l'un ou plusieurs des points de mesures branchés sur les indicateurs de seuils correspondants, la teneur limite affichée a été dépassée. Grâce à l'indicateur ou à l'enregistreur de mesures, on peut alors déterminer le point de mesure concerné. Comme l'armoire centrale n'est pas non plus équipée de dispositifs de coupure pour l'équipement électrique souterrain, l'information de valeur limite n'a de signification que comme indicateur d'alarme. On donnera ultérieurement encore des indications sur les perfectionnements nouvellement obtenus à ce point de vue.

Dans un procédé de mesure calorique, les phénomènes techniques de la mesure ont une importance lorsque les teneurs en méthane dépassent la gamme de mesures, cela à cause de l'oxygène nécessaire à la combustion du méthane sur le filament chauffant. Le comportement électrique de la chambre de mesure utilisée provoque, dans le cas de teneurs en méthane élevées, une saturation de l'indicateur qui va buter soit à droite soit à gauche de l'appareil de mesure. Dans les deux cas, l'alarme est déclenchée et l'indication de la mesure sort de l'échelle; cela signifie l'univocité de la mesure pour toutes les teneurs en méthane.

2. COMPORTEMENT DES ELEMENTS DE MESURE

Pour les filaments de mesure thermocatalytiques qui sont portés périodiquement à de hautes températures à de courts intervalles de temps, à côté de la précision de la mesure, sont caractéristiques pour le comportement technique, la dérive de zéro, la durée de vie et la variation de sensibilité.

Dans le tableau 1, on a donné pour tous les filaments de mesure de la série P utilisés jusqu'à présent la dérive du zéro cumulée jusqu'à la destruction et la dérive moyenne établie sur 10 jours de mesures. Le plus haut écart total atteint + 3,78 % CH₄, le plus faible + 0,8 % CH₄, la valeur moyenne de la dérive moyenne du zéro sur 10 jours de mesures + 0,095 % CH₄. Comme pour les filaments de mesure des grisomètres portatifs, dans la plupart des cas, la dérive n'est pas linéaire avec le temps de vie, mais à peu près parabolique. La dérive du zéro est donc essentiellement plus faible au début et ce n'est qu'à la fin de la durée de vie qu'elle est plus grande que la valeur moyenne indiquée. En outre, elle varie progressivement avec l'accroissement de la teneur en méthane absolue. Une dérive du zéro jusqu'à + 0,1 % CH₄ en 10 jours, qui se produit seulement la plupart du temps à la fin de la durée de vie, est encore tout à fait tolérable moyennant une surveillance régulière, car la plupart du temps, en pratique, on effectue une correction de zéro toutes les semaines. Dans ces conditions, on obtient aussi en pratique sur plusieurs mois une précision de mesure de $\pm 0,1$ % CH₄ dans

la gamme 0 - 3 % CH₄. Pour les têtes de mesures individuelles, les écarts lors de mesures répétées sont de même essentiellement inférieures à $\pm 0,05$ % CH₄.

Dans le tableau 2, on a donné pour toutes les chambres de mesure de la série B utilisées jusqu'à présent, la dérive totale du zéro et la dérive moyenne sur 10 jours de mesures. Dans ce cas, il ne s'agit toutefois pas de la déviation totale du zéro depuis la première utilisation jusqu'à la destruction du filament de mesure, mais jusqu'au moment où la variation de sensibilité dépassait $+ 0,2$ % CH₄. Les déviations totales se situent ainsi entre $+ 0,45$ % CH₄ et $+ 1,15$ % CH₄; la valeur moyenne de la dérive moyenne du zéro sur 10 jours de mesures atteint $+ 0,058$ % CH₄. L'allure de cette dérive dans le temps n'est que faiblement incurvée vers le haut dans la plupart des cas. La grandeur de la dérive est aussi influencée ici par la valeur de la teneur en méthane.

La figure 1 montre des exemples caractéristiques de courbes de dérive du zéro de filaments de mesure des séries P et B. Pour la série P, la courbe monte plus vite que pour la série B; inverse est le comportement en ce qui concerne la tendance à une variation de sensibilité en fonction de la durée de vie.

De même que la dérive du zéro, la durée de vie du filament de mesure est aussi fonction de la valeur de la teneur en méthane, car les deux phénomènes sont également imputables à la volatilisation du fil de platine. Alors que pour des mesures en air pur la durée de vie d'un filament de mesure atteint environ 8 mois (environ 76 000 mesures), en pratique, avec une teneur en méthane de 1,2 % - selon l'examen fait jusqu'à présent - la durée de vie atteint en moyenne 5 mois (environ 50 000 mesures). Si l'on compare ces chiffres avec les données de la littérature sur la dérive du zéro et la durée de vie, il faut tenir compte de ce que la plupart des têtes de mesures se sont trouvées constamment dans des courants d'air à assez haute teneur en méthane. Dans des cas exceptionnels, on a pu aussi atteindre dans nos conditions pratiques des durées de vie de 10 mois qui dépassaient donc largement la moyenne. Grâce aux têtes de mesures miniatures récemment mises au point et sur lesquelles est incorporé en outre un dispositif de réglage de la tension, on espère obtenir de plus longues durées de vie même dans les hautes teneurs de méthane.

La variation de sensibilité diversement constatée trouve de même sa cause dans la variation de structure à la suite des phénomènes de combustion qui se produisent à la surface des filaments. Les têtes de mesures sont équipées d'un dispositif de réglage du zéro qui, de l'extérieur, permet un réglage du zéro électrique. Il n'existe toutefois pas de réglage pour la correction de variation de sensibilité car elle n'était pas nécessaire pour les têtes de mesure P. Lorsque des variations de sensibilité plus importantes se sont produites avec les têtes de mesures de la série B, la chambre de combustion est évidemment devenue inutilisable et devait être échangée contre une nouvelle. Les nouveaux détecteurs de mesures N sont équipés d'un dispositif de réglage du zéro accessible de l'extérieur avec deux autres potentiomètres logés dans le boîtier pour la mise au point de la sensibilité et le réglage de la tension.

0 - 2 % CH₄). Pour pouvoir juger de la clarté de l'enregistrement par points de 12 points de mesures simultanément sur un diagramme, il faut encore une expérience pratique.

Les affichages des teneurs limites de méthane sont réalisés de manière continue à l'aide de potentiomètres. Dans l'installation étudiée, on peut seulement détecter, grâce à l'indicateur d'alarme, lors de l'allumage de la lampe d'avertissement, qu'en l'un ou plusieurs des points de mesures branchés sur les indicateurs de seuils correspondants, la teneur limite affichée a été dépassée. Grâce à l'indicateur ou à l'enregistreur de mesures, on peut alors déterminer le point de mesure concerné. Comme l'armoire centrale n'est pas non plus équipée de dispositifs de coupure pour l'équipement électrique souterrain, l'information de valeur limite n'a de signification que comme indicateur d'alarme. On donnera ultérieurement encore des indications sur les perfectionnements nouvellement obtenus à ce point de vue.

Dans un procédé de mesure calorique, les phénomènes techniques de la mesure ont une importance lorsque les teneurs en méthane dépassent la gamme de mesures, cela à cause de l'oxygène nécessaire à la combustion du méthane sur le filament chauffant. Le comportement électrique de la chambre de mesure utilisée provoque, dans le cas de teneurs en méthane élevées, une saturation de l'indicateur qui va buter soit à droite soit à gauche de l'appareil de mesure. Dans les deux cas, l'alarme est déclenchée et l'indication de la mesure sort de l'échelle; cela signifie l'univocité de la mesure pour toutes les teneurs en méthane.

2. COMPORTEMENT DES ELEMENTS DE MESURE

Pour les filaments de mesure thermocatalytiques qui sont portés périodiquement à de hautes températures à de courts intervalles de temps, à côté de la précision de la mesure, sont caractéristiques pour le comportement technique, la dérive de zéro, la durée de vie et la variation de sensibilité.

Dans le tableau 1, on a donné pour tous les filaments de mesure de la série P utilisés jusqu'à présent la dérive du zéro cumulée jusqu'à la destruction et la dérive moyenne établie sur 10 jours de mesures. Le plus haut écart total atteint + 3,78 % CH₄, le plus faible + 0,8 % CH₄, la valeur moyenne de la dérive moyenne du zéro sur 10 jours de mesures + 0,095 % CH₄. Comme pour les filaments de mesure des grisoumètres portatifs, dans la plupart des cas, la dérive n'est pas linéaire avec le temps de vie, mais à peu près parabolique. La dérive du zéro est donc essentiellement plus faible au début et ce n'est qu'à la fin de la durée de vie qu'elle est plus grande que la valeur moyenne indiquée. En outre, elle varie progressivement avec l'accroissement de la teneur en méthane absolue. Une dérive du zéro jusqu'à + 0,1 % CH₄ en 10 jours, qui se produit seulement la plupart du temps à la fin de la durée de vie, est encore tout à fait tolérable moyennant une surveillance régulière, car la plupart du temps, en pratique, on effectue une correction de zéro toutes les semaines. Dans ces conditions, on obtient aussi en pratique sur plusieurs mois une précision de mesure de $\pm 0,1$ % CH₄ dans

la gamme 0 - 3 % CH₄. Pour les têtes de mesures individuelles, les écarts lors de mesures répétées sont de même essentiellement inférieures à $\pm 0,05$ % CH₄.

Dans le tableau 2, on a donné pour toutes les chambres de mesure de la série B utilisées jusqu'à présent, la dérive totale du zéro et la dérive moyenne sur 10 jours de mesures. Dans ce cas, il ne s'agit toutefois pas de la déviation totale du zéro depuis la première utilisation jusqu'à la destruction du filament de mesure, mais jusqu'au moment où la variation de sensibilité dépassait + 0,2 % CH₄. Les déviations totales se situent ainsi entre + 0,45 % CH₄ et + 1,15 % CH₄; la valeur moyenne de la dérive moyenne du zéro sur 10 jours de mesures atteint + 0,058 % CH₄. L'allure de cette dérive dans le temps n'est que faiblement incurvée vers le haut dans la plupart des cas. La grandeur de la dérive est aussi influencée ici par la valeur de la teneur en méthane.

La figure 1 montre des exemples caractéristiques de courbes de dérive du zéro de filaments de mesure des séries P et B. Pour la série P, la courbe monte plus vite que pour la série B; inverse est le comportement en ce qui concerne la tendance à une variation de sensibilité en fonction de la durée de vie.

De même que la dérive du zéro, la durée de vie du filament de mesure est aussi fonction de la valeur de la teneur en méthane, car les deux phénomènes sont également imputables à la volatilisation du fil de platine. Alors que pour des mesures en air pur la durée de vie d'un filament de mesure atteint environ 8 mois (environ 76 000 mesures), en pratique, avec une teneur en méthane de 1,2 % - selon l'examen fait jusqu'à présent - la durée de vie atteint en moyenne 5 mois (environ 50 000 mesures). Si l'on compare ces chiffres avec les données de la littérature sur la dérive du zéro et la durée de vie, il faut tenir compte de ce que la plupart des têtes de mesures se sont trouvées constamment dans des courants d'air à assez haute teneur en méthane. Dans des cas exceptionnels, on a pu aussi atteindre dans nos conditions pratiques des durées de vie de 10 mois qui dépassaient donc largement la moyenne. Grâce aux têtes de mesures miniatures récemment mises au point et sur lesquelles est incorporé en outre un dispositif de réglage de la tension, on espère obtenir de plus longues durées de vie même dans les hautes teneurs de méthane.

La variation de sensibilité diversement constatée trouve de même sa cause dans la variation de structure à la suite des phénomènes de combustion qui se produisent à la surface des filaments. Les têtes de mesures sont équipées d'un dispositif de réglage du zéro qui, de l'extérieur, permet un réglage du zéro électrique. Il n'existe toutefois pas de réglage pour la correction de variation de sensibilité car elle n'était pas nécessaire pour les têtes de mesure P. Lorsque des variations de sensibilité plus importantes se sont produites avec les têtes de mesures de la série B, la chambre de combustion est évidemment devenue inutilisable et devait être échangée contre une nouvelle. Les nouveaux détecteurs de mesures N sont équipés d'un dispositif de réglage du zéro accessible de l'extérieur avec deux autres potentiomètres logés dans le boîtier pour la mise au point de la sensibilité et le réglage de la tension.

La figure 2 montre un exemple de dérive du zéro et de variation de sensibilité en fonction de la durée d'utilisation.

3. INFLUENCES PERTURBATRICES

Au début des essais, la transmission des signaux de mesures a souvent été dérangée. Les dérangements étaient notamment importants sur les lignes des têtes de mesures les plus éloignées. La grandeur de la fréquence du signal parvenant à l'armoire centrale diminue lorsque la distance augmente, parce que la capacité et la résistance électrique provoquent un affaiblissement de l'amplitude lorsque la longueur de la ligne augmente. L'affaiblissement du signal de sortie n'a en soi aucune influence sur la transmission de la grandeur mesurée, tant que la tension minimum n'est pas inférieure à 5 mV sur l'armoire centrale. Inversement, on a pu constater, à l'aide d'enregistrements oscillographiques, que le niveau de dérangement augmentait avec la longueur de la ligne, car les câbles d'alimentation électrique posés dans le puits et dans la mine provoquent des tensions d'induction sur les lignes de mesures. En réalité, les tensions alternatives induites, de fréquences inférieures à la fréquence de mesure, sont filtrées, de sorte qu'elles ne peuvent influencer la mesure ou l'enregistrement. Toutefois, les tensions de basses fréquences sont souvent affectées par des "Oberwellen" (ondes parasites) qui se situent dans la gamme des fréquences audibles. Ces ondes peuvent fausser un signal de mesure très affaibli, à cause de leur grande amplitude propre.

A cause de la corrosion de la fiche de raccordement, la mesure a aussi été parfois perturbée. De telles corrosions peuvent entraîner un court-circuit franc et également la rupture de la ligne. En raison de la mise à la terre unipolaire de toutes les lignes de mesures sur un appareil RC, il est arrivé qu'une unité de mesure défectueuse ait agi comme cause de perturbation sur les autres points de mesures et ait influencé leurs signaux de mesures.

Après avoir reconnu leurs causes, on a pu éliminer les dérangements cités ci-dessus et, en premier lieu, grâce à l'amplification mentionnée du signal de mesure et une modification correspondante de l'installation de télémesure. A la suite d'autres influences, des corrosions se sont aussi manifestées au cours du temps sur les boîtiers des têtes de mesures et des convertisseurs de signaux. Bien qu'elles n'affectent pas la transmission des mesures, elles ont cependant comme conséquence que les boîtiers et les raccords filetés de la fiche de raccordement ne peuvent s'ouvrir que difficilement. Le risque de corrosion est accru par la présence de substances chimiques employées depuis quelque temps dans les voies de chantiers pour la fixation des poussières et qui, par leur mode d'emploi comme des aérosols, parviennent sur les appareils avec le courant d'air. A cause de l'action électrolytique, l'oxydation des parties des appareils construites principalement en métaux légers et des raccords est favorisée. Grâce à l'emploi d'autres métaux et de vernis appropriés, on a obtenu une meilleure protection contre les facteurs de corrosion et on a facilité l'entretien.

L'influence de vitesses d'air différentes sur les mesures a été étudiée au fond sur une paire de mesures. L'indication de méthane n'a pas varié pour des vitesses d'air variables par paliers de 0 à 8 m/s. En outre, on a constaté que des débits différents de gaz de rinçage n'influencent pas la mesure. L'influence de la pression barométrique, de la température et des gaz parasites non combustibles est largement compensée par le filament de compensation. De plus, les facteurs de perturbation, tels que CO, poussières, choc et position restent à l'intérieur des limites d'erreur tolérables.

4. LIGNES DE TRANSMISSION

La tête de mesure est raccordée au convertisseur correspondant par un câble à 4 conducteurs de 5 m de longueur. A partir du poste convertisseur (codeur), la mesure est transmise à l'armoire centrale par une ligne de sécurité intrinsèque. La particularité de cette télétransmission consiste en ce que, par paire de fils, une seule mesure peut être transmise; une exploitation multiple comme dans les systèmes de télétransmission usuels dans de nombreuses mines allemandes, multiplexées en temps et en fréquence, n'est donc pas possible. Cela signifie qu'entre chaque émetteur de mesure et l'armoire centrale on doit disposer d'une paire de conducteurs libres dans un câble de sécurité intrinsèque. Cette paire de conducteurs sert également à l'alimentation en courant de l'accu placé dans le poste codeur et comme câble de liaison téléphonique entre le point de mesure et l'armoire centrale.

La liaison à 2 fils entre l'armoire centrale et le point de mesure fournit pratiquement un courant de 27 mA sous une tension à vide de 39 V. Pour des raisons de sécurité, chaque paire de conducteurs possède un limiteur de courant qui, en cas d'incident, limite la tension à 47 V et le courant à 117 mA. Les incidents, par exemple ruptures de lignes, sont indiqués sur l'armoire centrale par l'allumage d'une lampe témoin et le déclenchement d'un signal acoustique.

La résistance totale de la ligne de transmission ne peut dépasser 600 Ohm et la capacité 1μ F. Sur la base des caractéristiques électriques du câble employé (voir tableau 3), les mesures peuvent être transmises jusqu'à une distance d'environ 8 km. Techniquement, des longueurs de transmission encore plus grandes sont possibles, car la tension d'entrée sur l'armoire centrale ne doit atteindre que 5 mV (4).

Pour la télétransmission, on a placé les types de câble renseignés au tableau 3. Le câble de puits d'une longueur de 1500 m (20 paires de conducteurs) va de l'armoire centrale située dans le bâtiment des bureaux - par un caniveau de 200 m de longueur et par les puits d'entrée d'air 3 et 1 - jusqu'à la bifurcation diagonale de l'étage de 480 m. Ensuite, vient un câble de bouveau de 2000 m de longueur (10 paires de conducteurs) qui se termine à la bifurcation des galeries 10 Sud/2 Est. De là, on a placé les câbles de galeries à 2 paires jusqu'aux divers points de mesures; leur longueur totale atteint environ 18 500 m. La figure 3 donne un aperçu

de la disposition des câbles avec les boîtes de dérivation. Lors du placement d'un central de télégrismétrie à la mine Luisenthal (8), il s'est révélé avantageux d'employer des câbles dont l'isolement des conducteurs est constitué de polyéthylène au lieu de PVC, car ainsi la capacité de ligne est réduite à 55 nF/km.

Durant le temps total de service, aucun dégât n'est survenu au câble du puits ni au câble du bouveau. A la suite des travaux de minage et d'autres effets mécaniques, les câbles de galeries ont parfois été endommagés. Comme les ruptures de câble sont indiquées sur l'armoire centrale, on a pu détecter rapidement ces dégâts et y remédier. A la différence de l'exploitation multiple, grâce au mode de transmission utilisé ici, ce n'est chaque fois qu'un seul point de mesure qui est concerné par une rupture de ligne.

Au sujet des coûts d'acquisition, il faut remarquer que les dépenses pour les câbles de sécurité intrinsèque sont accrues d'environ un quart. Dans le cas présent, les conditions pour le placement d'un câble de sécurité intrinsèque étaient favorables parce que tous les signaux de mesures provenant d'un quartier d'exploitation étaient transmis par le câble collecteur de 3500 m de longueur posé une fois pour toutes.

5. AUTRES DEVELOPPEMENTS

A côté de l'installation utilisée depuis plus de deux ans au siège d'Ibbenbüren-Ostfeld, il existe en France (4) des centraux de télégrismétrie, type universel, mis au point ultérieurement, et en Allemagne (9) des installations de télécontrôle de méthane de la série 200 récemment construites avec une série d'améliorations remarquables. Au point de vue fonctionnel il n'y a aucune différence essentielle entre ces deux réalisations, si ce n'est le mode d'enregistrement des mesures.

Grâce au nouveau développement et à la construction d'appareils complémentaires, le domaine d'emploi des installations de télécontrôle s'est actuellement élargi.

Dans la réalisation la plus récente, tête de mesure et codeur sont réunis dans une seule unité sensible qui est plus petite que le convertisseur de signal antérieur seul.

En plus des mesures de la teneur en méthane dans le courant d'air (gamme de mesures : 0 à 3 % CH₄), on peut mesurer la teneur en méthane dans les conduites de captage (gamme de mesures : 0 à 100 % CH₄) à l'aide de têtes catharométriques. En outre, on a conçu une tête à thermistance pour la mesure de la vitesse de l'air. Pour la mesure à distance de la teneur en oxyde de carbone, on peut raccorder l'appareil de mesure, à l'aide d'un élément de couplage, à une sortie de tension de comparaison de 0 à 10 V. On n'a pas encore l'expérience de ces détecteurs dans l'industrie minière ouest-allemande.

Durant les périodes de chômage de l'exploitation, le cycle d'interrogation peut être allongé par paliers jusqu'à 30 minutes.

Une autre amélioration a été obtenue grâce à l'incorporation de trois seuils limites réglables au choix. Lors d'un dépassement de la teneur limite, on obtient maintenant une alarme optique sélective qui indique de quel capteur provient le déclenchement. La transmission d'ordres de déclenchement par le réseau de câbles de l'installation de télémessure aux appareils électriques de la mine est déjà possible avec le central universel; pour les installations de la série 200, un dispositif analogue est en préparation.

Pour les nouvelles installations de télécontrôle, les stations spécialisées allemandes ont aussi émis des avis entre temps, de sorte que sous peu il faudra tenir compte de leur approbation générale par l'administration des mines. L'emploi pratique est imminent dans un charbonnage ouest-allemand.

6. SURVEILLANCE DES CHANTIERS

L'installation d'un central de télécontrôle du méthane, autorisée spécialement par le bureau de l'administration des mines de Dortmund, a eu lieu au siège Ibbenbüren-Ostfeld peu après que l'on ait commencé l'exploitation de la couche anthraciteuse no 2. Les mesures de concentration en gaz effectuées par la Forschungsstelle für Grubenbewetterung de la Bergbau-Forschung GmbH avaient indiqué pour la couche 2 une concentration en gaz non constatée jusqu'à présent à ce niveau. A partir de mesures de pressions de gaz de plus de 50 atü en plusieurs endroits vierges de la couche et à partir des isothermes d'adsorption, on avait obtenu une concentration en gaz de $23 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{t}_n$. L'allure en plateaux, non dérangée, de la couche permettait une forte mécanisation grâce aux bonnes conditions des épontes et, par conséquent, des productions unitaires élevées. Malgré l'application du captage de grisou aussi bien dans les voies d'entrée d'air que dans les voies de retour d'air et malgré des débits d'air de $1500 \text{ m}^3/\text{min}$ et davantage, à cause du fort dégagement fondamental de gaz dans tous les chantiers de ce quartier, il était nécessaire d'obtenir une dérogation pour une teneur en méthane dans le courant d'air jusqu'à 1,5 %. Pour cela, le télécontrôle central du méthane effectué en plus des mesures prescrites par l'administration des mines à l'aide d'enregistreurs locaux, s'est avéré extrêmement utile. A cause de la grande vitesse d'avancement, de nouvelles tailles devaient constamment être préparées. Les particularités techniques de l'aérage lors des travaux préparatoires en couche avaient comme conséquence des variations fréquentes de l'aérage. Pour ces changements aussi, l'avantage du contrôle central du dégagement de gaz est apparu.

La figure 4 donne un aperçu des panneaux exploités entre temps ou des panneaux en cours d'exploitation dans la couche 2. Les chantiers où des têtes de mesures ont été installées pour le télécontrôle central du méthane y sont représentés. Sur la figure, on ne peut voir que l'emplacement des points de mesures a varié avec la position de la taille. Au total, il s'agit de 18 chantiers en couche 2 qui représentaient au 1er octobre 1968 une longueur totale de chassage de 10 000 m; cela correspond à un volume de charbon exploité de 3,6 millions de tonnes nettes. Les deux premières tailles

en couche 2 étaient déjà exploitées au moment de la mise en service du central de télégrisométrie.

Les difficultés de dégagement de gaz qui se sont produites dans les chantiers sont illustrées par l'exemple des deux panneaux 5/6 Ouest et 11/12 Ouest, grâce aux valeurs données dans le tableau suivant :

	<u>Taille 5/6</u>	<u>Taille 11/12</u>	
Production	1000	900	t/jour
Courant d'air	1800	1600	m ³ /min
Dégagement de gaz dans le courant d'air	22,5	21,6	m ³ CH ₄ /min
Captage de grisou	21,5	23,4	m ³ CH ₄ /min
Dégagement de gaz total	44	45	m ³ CH ₄ /min
Dégagement spécifique	89	101	m ³ CH ₄ /t _n

A cause du fort dégagement fondamental de gaz, la teneur en méthane dans le courant d'air s'approchait, à la fin de la semaine de travail, de la limite permise. Un dégagement de gaz encore plus important ne pouvait pratiquement pas être maîtrisé, car l'accroissement du débit d'air et du pourcentage de grisou capté n'était plus possible.

A côté des chantiers d'exploitation, on a surveillé aussi les chantiers en aérage secondaire et d'autres points de mesures importants au point de vue de l'aérage. Dans un cas, il s'agissait d'un traçage en couche avec fort dégagement de grisou; dans un autre cas, on a contrôlé le sondage descendant foré jusqu'à 1 400 m à partir du puisard du puits Nord, car on pouvait y escompter un fort dégagement de gaz lors de la recoupe des couches.

L'observation et l'analyse des enregistrements ont donné essentiellement les mêmes résultats sur l'existence et les causes de teneurs en méthane élevées que ceux déjà obtenus dans de nombreux cas particuliers à l'aide d'analyseurs de gaz locaux. Toutefois, l'enregistrement central présente l'avantage que l'on peut déjà obtenir, au cours de l'exploitation, un rapide aperçu général sur les conditions du dégazage aux points difficiles. Les raisons constatées de pointes de méthane de plus ou moins longue durée peuvent être classées comme suit.

a) Diminution du débit d'air

Cette réduction peut être provoquée par l'arrêt des ventilateurs principaux et secondaires ou par l'accroissement d'importance de courts-circuits d'air à la suite de l'ouverture de portes d'aérage ou parce que celles-ci deviennent inétanches.

b) Influence de l'aérage secondaire

Après les tirs de mines dans un traçage en couche grisouteuse, lors des purges des galeries et montages après des arrêts de l'aérage secondaire ou après la remise en marche des appareils de dilution des nappes de grisou, il peut se produire momentanément et localement des enrichissements limités de méthane.

c) Incidents de captage de grisou

Comme pour des raisons de technique de mesure, on ne peut encore généralement pas effectuer à présent de mesures permanentes dans les conduites de captage; les incidents de captage ne sont seulement connus dans la plupart des cas que par une élévation de la teneur en méthane dans le courant d'air. En plus des condensations d'eau très gênantes dans les conduites de gaz, il faut aussi tenir compte occasionnellement d'un dégagement de gaz accru lors du forage des trous de captage.

d) Libération de grisou

Ici, on a dû tenir compte dans un cas d'une désorption soudaine de méthane à la suite d'une détente brusque de la couche et des épontes et, par ailleurs, du dégagement supplémentaire de méthane des vieux travaux en relation avec une forte chute de la pression barométrique. Comme exemple particulier, il faut mentionner ici le D.I. de roche et de méthane dans l'antenne de la voie de chantier 4 Sud, où, à l'aide des enregistrements, on a pu calculer un dégagement de méthane de 1 200 m³.

7. RESUME

L'essai effectué pendant plus de deux ans, dans une mine très grisouteuse, d'un central de télégrisoumétrie de sécurité intrinsèque, type Cerchar, a montré la validité de la technique de mesure et les avantages pour la sécurité d'un contrôle central du dégagement de gaz. L'installation comprend les têtes et les codeurs de mesures souterrains et une armoire centrale à la surface. La télétransmission se fait de manière telle que l'effet résultant de la combustion thermocatalytique du méthane sur un filament préchauffé électriquement est converti en un signal modulé en fréquence, lequel est transmis par un câble de sécurité intrinsèque à l'armoire de mesure. Le comportement technique des éléments de mesures a montré que l'on obtient également en pratique une précision $\pm 0,1$ % CH₄ grâce à une vérification et un entretien réguliers, bien que les filaments soient soumis à de grandes exigences à cause de la présence de méthane supérieures à la moyenne aux points d'utilisation. Par contre, il s'est avéré que dans des conditions particulièrement défavorables, les signaux en fréquence peuvent être perturbés par des inductions électriques dues à des ondes parasites. Le relèvement du niveau d'émission est apparu comme une contre-mesure efficace. Les valeurs de résistance et de capacité autorisées pour le câble employé fixent la longueur de transmission utilisable à 8 km. Le type de transmission utilisé implique que l'emploi multiple des lignes n'est pas possible, car la fréquence elle-même constitue la mesure de la grandeur mesurée. Mais d'autre part, le procédé présente l'avantage que, en raison de la sécurité intrinsèque de tout le système, les mesures peuvent être poursuivies également après un dépassement des teneurs limites de méthane autorisées. Les dépenses pour le câble de transmission viennent peu en ligne de compte dans le cas présent car, en raison de la concentration des points de mesures dans un quartier, un câble collecteur unique est constamment utilisé. Les perfectionnements apportés entre temps ont conduit

à quelques améliorations importantes et à une extension du domaine d'emploi. Cela concerne l'enregistrement des mesures et l'affichage sélectif des teneurs limites, en outre la mesure des teneurs de méthane dans la gamme 0 - 100 % CH₄ et la mesure des vitesses d'air. L'indication des teneurs limites et l'analyse des enregistrements permettent de détecter très rapidement la présence de teneurs en méthane élevées, de déterminer leurs causes et de prendre immédiatement les mesures voulues. Le contrôle central du dégagement de gaz contribue ainsi largement à l'accroissement de la sécurité de la mine.

TABLEAU 1

Dérive du zéro des filaments de mesure de la série P

N° de la chambre de combustion	Dérive du zéro en % CH ₄	Temps de mesure en jours	Dérive moyenne du zéro sur 10 jours en % CH ₄
1	0,85	102	0,083
2	1,80	92	0,196
2/2	1,20	97	0,124
3	0,80	103	0,078
3/2	1,35	191	0,071
4	1,90	186	0,102
4/2	1,9	204	0,093
5	3,78	311	0,121
6	2,50	390	0,064
7	1,35	89	0,152
7/2	2,62	320	0,082
7/3	1,82	151	0,121
8	1,22	184	0,066
8/2	1,15	150	0,076
9	0,82	178	0,046
9/2	1,55	283	0,055
Valeur moyenne	1,66	189	0,095

TABLEAU 2

Dérive du zéro des filaments de mesure de la série B

N° de la chambre de combustion	Dérive du zéro en % CH ₄	Temps de mesure en jours	Dérive moyenne du zéro sur 10 jours en % CH ₄
1	1,15	126	0,091
2	1,05	158	0,066
3	0,94	102	0,092
4	0,65	102	0,064
5	0,95	256	0,037
1/1	0,45	152	0,030
3/1	0,40	71	0,056
4/1	1,10	148	0,075
6	0,87	266	0,032
9	0,80	190	0,042
Valeur moyenne	0,84	157	0,058

TABLEAU 3

Câble utilisé (selon VDE 0816/6.64)

Spécification	Désignation	Dimensions	Résistance de ligne Ohm/km	Capacité pratique nF/km
Câble téléphonique du puits	GS-YYbY	20 x 2 x 0,8 mm	73	120
Câble téléphonique de la mine	G-Y(Z)Y	10 x 2 x 0,8 mm	73	120
Câble téléphonique de la mine	G-Y(Z)Y	2 x 2 x 0,8 mm	73	120

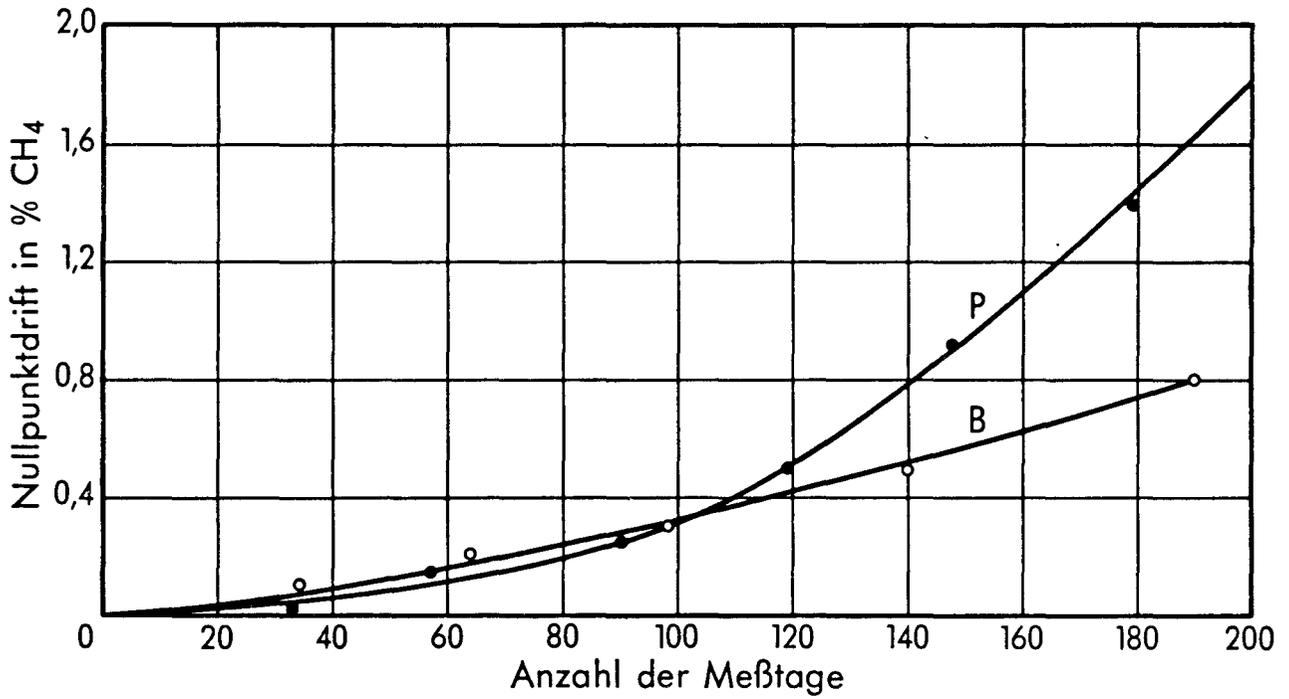


Fig. 1 : Dérive du zéro de filaments de mesures des séries P et B
 Abs : Jours de mesures
 Ord : Dérive du zéro (% CH₄)

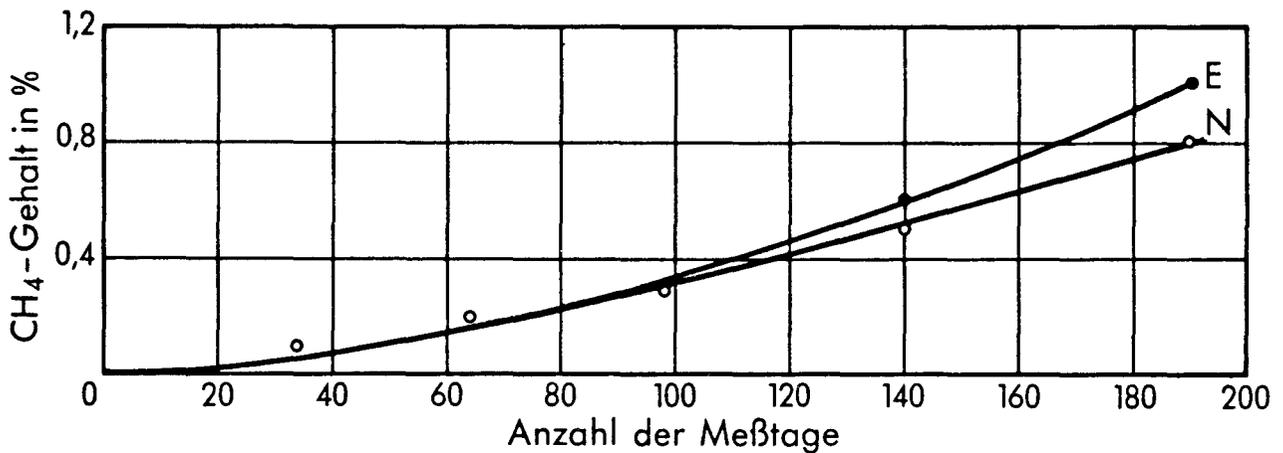


Fig. 2 : Dérive du zéro N et variation de sensibilité E
 du filament de mesure B 9/1
 Abs : Jours de mesures
 Ord : % CH₄

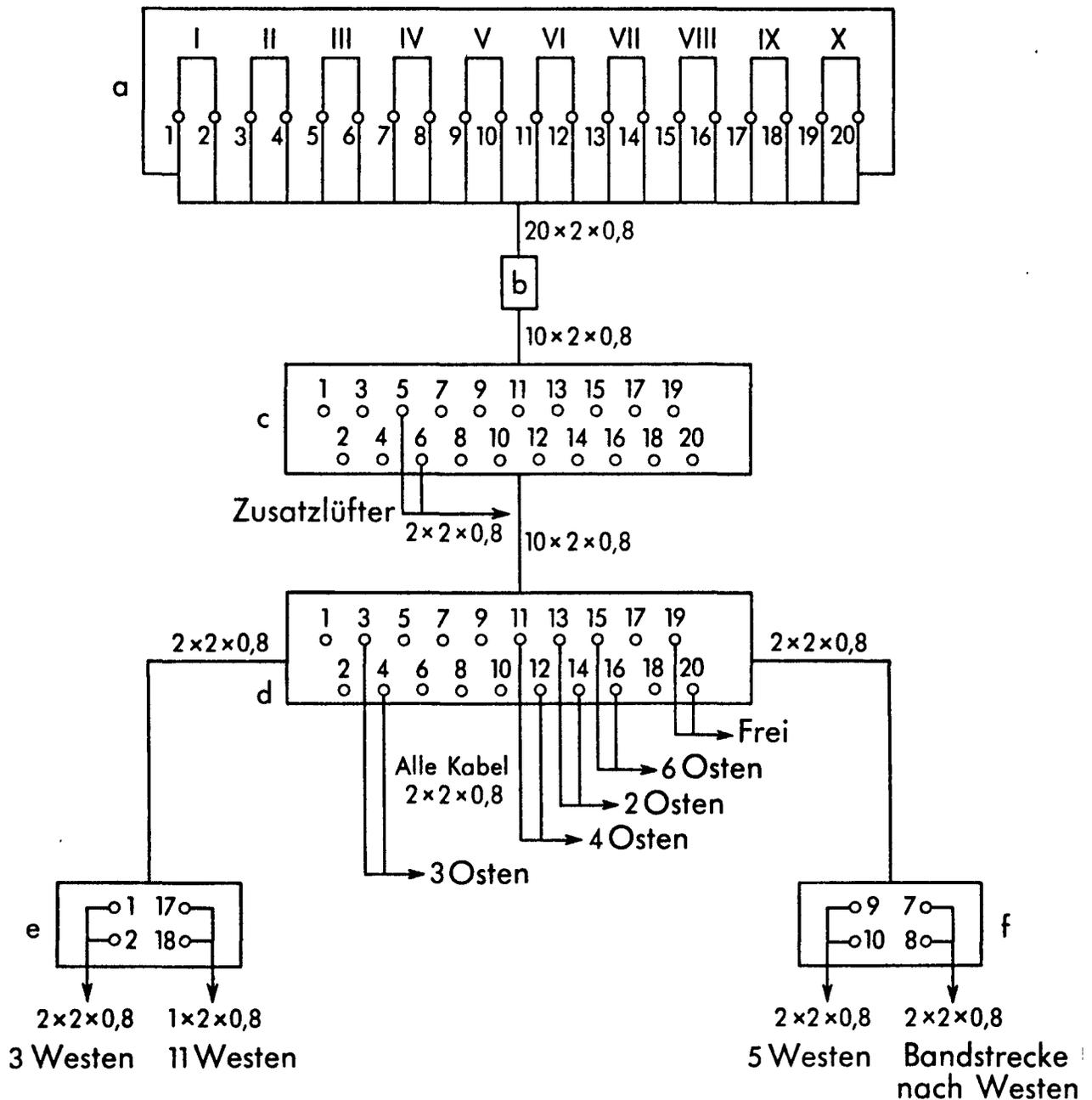


Fig. 3 : Schéma du réseau de câbles pour les points de mesures en couche 2 (janvier 1968)

Légende

- | | |
|----------------------|-------------------------------------|
| Messschrank | : armoire centrale |
| Messstelle | : point de mesure |
| Muffe | : manchon |
| -480 m Sohle Scht. 3 | : étage de -480 m, puits 3 |
| Verteiler | : répartiteur (boîte de dérivation) |
| Zusatzlüfter | : ventilateur d'appoint |
| Frei | : libre |
| Osten | : Est |
| Alle Kabel | : tous les câbles |
| Westen | : Ouest |
| Bandstr. n. Westen | : voie à courroie vers l'ouest |

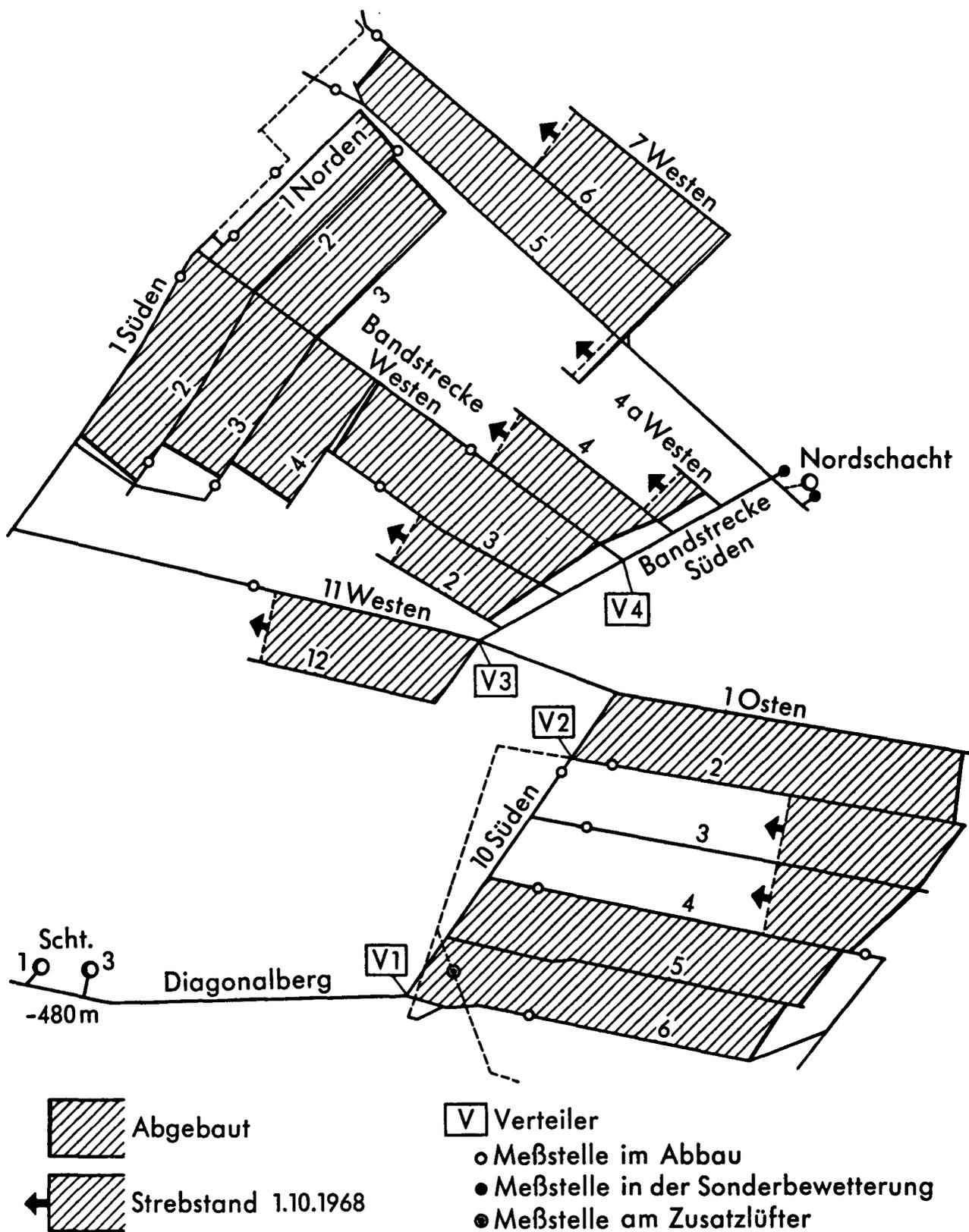


Fig. 4 : Emplacement des points de mesures en couche

Légende

abgebaut	: exploité
Strebstand 1.10.1968	: situation de la taille au 1.10.68
Messstelle	: point de mesures
Verteiler	: répartiteur

BIBLIOGRAPHIE

1. Belugou, P., M. de Vergeron und A. Monomakhoff: Neuartige französische Methanmessgeräte. Glückauf 100 (1964) S. 269/72.
2. Monomakhoff, A.: Exemple de transmission par paires spécialisées. Central de télégrisométrie. Rev. Ind. Minér. 46 (1964) S.963/70.
3. Kessler, G.: Ortsfeste Gasanalysengeräte für die Wetterüberwachung. Glückauf 100 (1964) S. 1425/35.
4. Monomakhoff, A.: Développement des appareils de grisométrie en France. 12. Internat. Konf. Grubensicherheitl. Versuchsanst. Dortmund 1967. Bericht Nr. 49.S. 1/31.
5. Rapport sur l'activité du centre en 1967. Centre d'études et recherches des Charbonnages de France. Paris S. 43/57.
6. Mais, K.-H.: CH₄-Messwerte fernübertragen. Schacht und Heim 13 (1967) Nr. 2 S. 7/10.
7. Birenberg, I.E., L. G. Mel'kumov und A.V. Sapilov: Systèmes, appareils et dispositifs automatiques de surveillance des teneurs en grisou. Rev. Ind. Minér. 50 (1968) S. 699/702.
8. Neill, A.G.: A system of telemethanometry. Coll. Guard. 216 (1968) S. 340/44.
9. Wächter, K.A.: Die Methan-Fernüberwachungsanlage Dräger-Cerchar. Dräger-H. 1968 Nr. 273 S. 5/11.
10. Bruyet, B.: Les variations de teneur dans les retours d'air de tailles. Influence des facteurs d'exploitation. Doc. Techn. Charb. France 1968 Nr. 3 S. 85/100.
11. Desvignes, M.: Utilisation des centraux de télégrisométrie dans le Bassin du Nord Pas-de-Calais. Doc. Techn. Charb. France 1968 Nr. 3 S. 101/04.
12. Fabre, J., und G. Bordonné: Anomalies de teneurs en grisou mises en évidence par le Central de télégrisométrie au Siège de Folschviller. Doc. Techn. Charb. France 1968 Nr. 3 S. 105/14.

Mesures des mouvements de terrains au toit et au
mur des chantiers

Rapporteur : Dipl. Ing. Bruno Wagener

1. BUT DES RECHERCHES

Ce rapport est un complément au chapitre "Forme et grandeur de la zone de dégazage autour d'un chantier". Sous le terme zone de dégazage, il faut comprendre la zone de terrains visiblement influencée, au point de vue dégagement de gaz, par une exploitation. Comme il existe une relation étroite entre le dégagement de grisou et les mouvements de terrains, ceux-ci doivent, autant que possible, être observés en même temps que les dégagements de gaz. Ce rapport est consacré à l'observation des mouvements de terrains.

2. EXECUTION DES RECHERCHES

En principe, les recherches ont été effectuées tant que les sondages ont pu être forés au-dessus et en dessous du chantier, jusqu'au niveau principal de dégagement de gaz, c'est-à-dire la couche. Le gaz libéré a été amené sur un compteur (Messuhr) et récupéré. Souvent, la région étudiée s'étendait latéralement au-delà des limites de l'exploitation. Pour obtenir des renseignements sur l'influence dans la direction verticale, on a foré des sondages dans les couches ou séries de couches successives du gisement et on les a tubés et scellés jusqu'à la couche étudiée. Ainsi, on a pu attribuer avec certitude le dégagement de gaz à un horizon déterminé.

L'observation des mouvements de terrains a dû être limitée, d'une part, au tronçon de trou demeuré libre et n'a pu, d'autre part, être poursuivie longtemps dans tous les sondages. Les tableaux 1 à 3 donnent un aperçu d'ensemble sur la forme et la grandeur de la zone de dégazage.

Le tableau 1 donne des renseignements sur les caractéristiques les plus importantes des 8 recherches effectuées. D'après ce tableau, les recherches commencèrent en avril 1963 et se terminèrent en août 1968. Les chantiers se situaient à l'ouest, au centre et à l'est du bassin de la Ruhr, à des profondeurs comprises entre - 644 m et - 827 m. Les couches en plateure appartiennent au faisceau s'étendant des charbons à gaz supérieurs (Westphalien B) aux charbons gras moyens (Westphalien A). La puissance exploitée atteint de 120 à 301 cm. Pour des avancements moyens de 15 à 42 m/mois, la

production moyenne nette était comprise entre 7 770 et 21 880 tn/mois. Le foudroyage fut appliqué dans cinq chantiers et le remblayage pneumatique dans deux autres. Un chantier fut d'abord partiellement foudroyé et partiellement remblayé pneumatiquement et, par la suite, toute la taille fut foudroyée. Le dégagement de gaz fut très variable. On a mesuré des valeurs comprises entre 6 et 87 m³/tn.

2.1. Conditions et organisation des recherches

Pour effectuer les recherches sous la forme esquissée et pouvoir les comparer avec d'autres, le cas idéal de chantier d'étude devait répondre aux conditions suivantes :

- a) La pente ne devait pas dépasser 40 g afin de limiter l'étude aux gisements plats ou peu inclinés.
- b) Le chantier étudié devait se situer dans une région à densité de gisement suffisante. La couche devait être suffisamment grisouteuse, mais toutefois pas à un point tel que le captage de grisou soit nécessaire.
- c) La région devait, dans la mesure du possible, être indemne de dérangements géologiques.
- d) La région ne devait pas être influencée par des exploitations antérieures. Par conséquent, la distance à la première couche exploitée au toit devait atteindre 100 - 120 m au minimum et au mur 60 m.
- e) Pour pouvoir observer les actions au toit et au mur, il fallait disposer de galeries appropriées à la disposition des sondages.
- f) Les galeries de recoupe où l'on ferait des observations devaient être suffisamment écartées des lignes de départ et d'arrêt de la taille, de sorte que les résultats ne soient pas influencés par le démarrage ou l'arrêt.
- g) Finalement, les divers chantiers d'étude devaient être répartis dans le temps, de sorte que les travaux puissent être effectués avec le personnel et le matériel disponibles.

Comme prévu, ces conditions ne furent que partiellement réalisées, ce que souligne le tableau 1.

Les sondages forés vers le haut ou vers le bas, à partir d'une galerie, constituent une section de mesures. L'orientation par rapport au chantier étudié est plus ou moins perpendiculaire (transversale) ou parallèle (longitudinale).

Le tableau 2 donne le nombre, la position et l'orientation des sections de mesures avec, chaque fois, le nombre de sondages.

Le tableau 3 indique tous les sondages d'étude avec leurs caractéristiques les plus importantes. Les numéros des sondages dans la colonne 2 sont les mêmes que ceux qui ont été donnés dans les rapports semestriels antérieurs et les schémas d'ensemble de chacune des recherches.

3. DESCRIPTION DES APPAREILS ET PROCÉDES UTILISÉS

Les recherches ont eu comme premier objectif la détection des voies d'écoulement du gaz par l'examen visuel de la paroi des sondages. Dans ce but, on a utilisé deux caméras de télévision, spéciales pour sondages, de sécurité vis-à-vis du grisou, l'appareillage de télévision provenant de la firme Grundig. La firme Ibak, Helmut Hunger, Kiel, s'est occupée de l'adaptation au but poursuivi et a surtout réalisé la protection nécessaire contre le grisou. Le premier appareillage de télévision, de sécurité, pour trous de sonde a été mis en service en 1960. Il se compose essentiellement de trois parties : la sonde, le câble et le récepteur. La sonde a un diamètre extérieur de 58 mm, une longueur de 760 mm et un poids de 7 kg. Elle contient les chambres de prises de vue appropriées - Vidikon 1/2" - l'optique, un miroir tournant de 45°, le dispositif d'éclairage et divers dispositifs de protection.

La figure 7 montre un schéma de la sonde. Le câble a une longueur d'environ 100 m, un diamètre extérieur de 25 mm et un poids métrique de 900 g. La sonde porte une prise fixe de liaison avec le récepteur. Le récepteur (fig. 1) comprend l'appareil d'observation avec un écran de 35 cm et, en plus du dispositif de commande, un adaptateur et les dispositifs de réglage. Le poids est de 150 kg; les dimensions sont 80 x 45 x 95 cm. L'installation est alimentée en courant alternatif 220 V, 50 Hz, par l'intermédiaire d'un couplage de sécurité antigrisouteuse. Le raccordement est prévu pour 600 W.

La protection contre le grisou est assurée de manière spéciale. Le récepteur, le câble et la sonde sont remplis d'un gaz inerte - azote - et sont maintenus sous surpression. Des détecteurs de pression contrôlent l'état de l'appareil. De tels "contrôleurs de pression" ont été placés dans le récepteur et dans la sonde. Ces deux détecteurs sont placés en série dans un circuit de sécurité intrinsèque. Ce n'est que lorsque la surpression est de 0,1 atü qu'un relais établit la tension du réseau. La pression d'utilisation est de 0,3 atü si l'azote s'échappe de l'appareil, par exemple lors d'un dégât à la sonde, le contrôleur de pression agit et ouvre le circuit de protection. Le relais déclenche alors et met l'appareil hors tension.

Selon le but, si l'objectif est dirigé radialement sur la paroi du sondage grâce au miroir tournant, on parle de vue radiale. Dans un sondage de 95 mm, la surface de sondage observée est d'environ 3 x 4 cm. Le rapport d'agrandissement entre l'objet et l'image est dès lors d'environ 1 : 8.

Cette première réalisation d'appareil de télévision anti-grisouteux pour sondages au méthane, que l'on peut considérer comme appareil d'essai, s'est bien comportée. Au début, on a dû vaincre quelques difficultés de visibilité, car les parois des sondages montants sont souvent recouvertes de schlamms ou de croûtes de sel. De plus, une roche humide n'est généralement pas identifiable et dans les sondages descendants l'eau est souvent trouble. Ces difficultés ont pu être résolues grâce à la mise au point d'une technique de rinçage convenable.

L'expérience acquise avec l'emploi de cette première installation a suggéré quelques souhaits de changements, surtout au point de vue du domaine d'utilisation, et qui ne pouvaient pas être réalisés uniquement par une transformation. On en vint ainsi à la construction d'une deuxième installation de télévision de sondages. Le récepteur est semblable extérieurement à celui de la première installation. La protection contre le grisou, qui s'était avérée convenable, a été maintenue. La différence essentielle réside dans une longueur de câble plus grande, rendue possible par la technique des transistors et dans une autre construction de la sonde.

Avec cet appareillage, l'image peut être transmise sur une longueur maximale de 560 m sans perte de qualité notable. Le câble est divisé en trois tronçons de 150, 160 et 250 m qui, selon la nécessité, peuvent être utilisés seuls ou ensemble. La figure montre le container de câble avec 150 m de câble. La sonde est constituée de deux parties. La partie télévision, toujours nécessaire et qui est représentée sur la figure 3, est raccordée et vissée sur le dispositif de vision et d'éclairage le plus approprié. La figure 5 montre le dispositif de prise de vue axiale, la figure 6, le dispositif de prise de vue radiale à grand angulaire et, finalement, la figure 4, le dispositif de prise de vue radiale, tel qu'il est utilisé en particulier pour ces études. Grâce à une exécution modulaire, cette installation de télévision peut être appliquée à différents problèmes si l'on dispose des appareils de prise de vue convenables. Dans cet appareil, le diamètre de la sonde est plus grand que dans le premier cas et est égal à 76 mm avec le dispositif de prise de vue axiale, et à 83 mm avec le dispositif de prise de vue radiale.

Sur la figure 8, on a montré schématiquement comment se déroule l'observation d'un sondage à l'aide de la télévision. Le sondage est d'abord réalisé avec une sonde. Le sondage est foré vers le bas et rempli d'eau. Le récepteur, à gauche sur la figure, est, d'une part, raccordé au réseau et, d'autre part, au câble de la caméra. La sonde est suspendue au câble dans le sondage. Pour mesurer la profondeur, le câble est muni de marques tous les mètres. Le point zéro se trouve au milieu du miroir correspondant au milieu de l'écran. Le point repère est le bord supérieur du plateau du tubage. Dans l'exemple (fig. 8), on a juste mesuré le toit de la couche à 16,29 m. Un flexible à eau est placé à côté du câble. Son extrémité se trouve juste au-dessus de la sonde, car le diamètre du sondage est trop faible pour l'amener jusqu'à la fenêtre de la caméra. De cette manière, dans la région observée, l'eau, souvent trouble, est chassée par de l'eau claire. Généralement, l'examen se fait du bas vers le haut, car la sonde reste alors dans la région rincée juste avant. Les résultats de l'examen, à l'aide de la télévision, sont consignés par écrit et ce n'est que dans des cas particuliers que l'on a filmé l'écran.

Un autre procédé déjà utilisé par le groupe de travail "Dégazage" est celui de la mesure de la variation de longueur de sections de sondages. A différentes hauteurs du sondage, on fixe des repères dont les mouvements sont transmis à l'aide de fils à l'orifice du sondage. Une masse suspendue maintient le fil sous tension. Ce procédé a été perfectionné. La précision de la mesure est notamment d'autant meilleure qu'il y a moins de frottement dans

le système de mesure. Il faut donc veiller, lors du placement de plusieurs repères, à ce que les fils ne s'entremêlent pas. Le frottement des fils l'un sur l'autre peut parfois fausser la mesure et la rendre inutilisable. De même, il faut craindre que les fils ne collent ensemble à cause du sel répandu par les gouttelettes d'eau dans le sondage. En outre, les frottements ont comme conséquence une hystérèse relativement élevée qui, lors d'un changement de sens des mouvements (raccourcissement et extension du terrain), fausse le moment et la valeur du mouvement. Pour contrôler les dispositifs de mesures, on utilise les observations de tension-dilatation. Elles donnent la possibilité :

- a) de déterminer la valeur du frottement et ainsi d'évaluer la précision de mesure escomptable, et
- b) de s'assurer de la validité des résultats grâce à des mesures répétées. Comme la dilatation du fil est proportionnelle à la longueur libre, on peut savoir si le fil est libre sur toute sa longueur et si la valeur mesurée peut être associée au point de repère initial dans le sondage.

Lors de l'une des études effectuées, on a mesuré une ou deux fois par semaine, à l'aide d'un mètre pliant, la longueur entre le tubage et un repère sur le fil. Dans de nombreux cas, cette fréquence de mesure est trop faible pour suivre l'allure des mouvements avec une précision suffisante. Une fréquence de mesure plus grande dans l'application de ce procédé nécessite toutefois une dépense si élevée en personnel et en moyens qu'il est plus économique d'employer un enregistreur. Un enregistreur valable doit répondre aux conditions suivantes :

- a) La valeur de mesure obtenue mécaniquement ne devait pas être transformée parce que la transformation est coûteuse, elle entraîne une éventualité supplémentaire de perturbation et n'augmente en aucun cas la précision. En outre, en cas de transformation en grandeur électrique, par exemple, il faut tenir compte des exigences de la sécurité antigrisouteuse.
- b) Les mesures obtenues en tous les points de mesures d'un sondage doivent être nettement identifiables sur un enregistrement pour donner immédiatement une idée claire de leur relation variable avec la situation de la taille.

Comme un tel appareil n'existait pas sur le marché, la Forschungsstelle für Grubenbewetterung (Station d'essais pour l'aé-
rage) a conçu un enregistreur mécanique à 6 pistes de différentes couleurs pour l'enregistrement de la convergence et après quelques modifications l'a fait construire à l'atelier. Dans un boîtier, étanche à l'eau, on a logé un support de rouleau de papier à diagramme du commerce (largeur du rouleau : 120 mm). Six fils au maximum passent sur le rouleau enregistreur. Les plumes fixées aux fils tracent avec des couleurs différentes sur le rouleau enregistreur la piste de la valeur mesurée. Le boîtier de l'enregistreur est directement fixé sur le tubage et cela aussi bien pour les sondages montants que pour les sondages descendants. Les fils sont d'exécution parfaitement hermétique; de la sorte, les sondages d'observation peuvent être utilisés simultanément pour les mesures de débits

de gaz et les mesures de mouvements de terrains. L'entretien n'est nécessaire qu'une fois par semaine.

La figure 9 montre un enregistreur en utilisation.

4. RESULTATS DES RECHERCHES

Les appareils de télévision ont été utilisés lors des recherches nos 1, 2, 4, 7 et 8. Les recherches nos 2 et 3 tombèrent ensemble. A cette époque, le second appareil de télévision n'était pas encore disponible. Les mesures y ont donc été effectuées avec des attaches et des fils dans les sondages. De même, on a utilisé les mesures à l'aide de fils lors des recherches nos 5 et 6. L'enregistrement des mesures s'est fait ici de manière permanente pour la première fois.

Sur les figures 10 à 15, on a représenté les coupes par les sections de mesures des chantiers étudiés.

Lors de la recherche no 1 (fig. 10), on a examiné presque tous les sondages à l'aide de la caméra de télévision. Pour le placement de la sonde dans les sondages montants, on a construit une tige d'allongement légère qui, en liaison avec un trépied, s'est bien comportée. De faibles apports d'eau et des dépôts de sel sur les parois des sondages rendirent les observations très difficiles. Les sondages forés vers le bas au toit de la couche exploitée n'ont cependant pas pu être examinés de manière courante. Ils étaient déjà écrasés sur les premiers mètres par les mouvements de la sole de la galerie dès qu'ils se trouvaient dans la zone d'influence de l'exploitation. Seuls les sondages dirigés vers le haut sont restés ouverts pendant la période totale d'observation. On n'a pas constaté de décollement de bancs à la suite de l'exploitation dans les zones observées.

La recherche no 2 (fig. 11) n'a permis d'observer que les couches du mur. Tous les sondages avaient été forés vers le haut et sont restés ouverts pendant tout le temps d'observation. L'appareil de télévision a été principalement employé au point difficile du chantier. Dans ces sondages, la zone observée se situait entre 25 et 60 m sous la couche exploitée. On n'a pu constater que des fissures isolées de 0,2 mm.

Les sondages situés en bordure des sections de mesures n'ont pu être constamment examinés avec la caméra, partiellement pour des raisons d'exploitation, partiellement pour des raisons techniques. A partir des résultats disponibles, on peut cependant conclure qu'il n'y eut là pas de mouvements visibles. Les sondages se trouvaient dans des terrains très stratifiés, surtout schisteux. Dans ce cas, si l'on n'a pu détecter aucune fissure à la suite de l'exploitation par une observation visuelle aussi bonne, cela ne signifie cependant pas qu'aucune variation de longueur n'a eu lieu. Il fallait plutôt penser que les petits mouvements à la surface des schistes et des couches avaient entraîné un décollement de l'ensemble de la série des bancs. Etant donné le grand nombre de ces

surfaces et du fait que leur limite n'est pas souvent nette, le procédé d'une observation purement visuelle ne convient pas.

Dans la recherche no 4 (fig. 14), les sondages se trouvaient également au mur de l'exploitation. Trois d'entre eux étaient dirigés vers le bas. Lors de l'approche de la taille, les tubages ont été écrasés, de sorte que l'examen n'a plus été possible. Le quatrième sondage appartenant à ce groupe atteignait, avec une longueur de 11,5 m à partir du toit de la galerie, un point situé à 8 m sous la couche. Le procédé d'observation a été complété par le marquage de repères dans le sondage. Comme repère, on a utilisé les anneaux de dilatation qui avaient été placés à environ 1,5 m de distance, mais qui n'empêchaient pas le passage de la sonde. En plus de l'examen habituel des fissures des parois, on a fait, en outre, des mesures sur les surfaces inférieures des anneaux de dilatation. Là encore il n'a été constaté aucun décollement de bancs dans ce sondage après le passage de la taille. Les mouvements doivent donc être inférieurs à la précision de la mesure des longueurs sur le câble, donc, entre les anneaux, être inférieure à 1 cm.

Les recherches nos 7 et 8 (fig. 12) ont été effectuées à partir d'un bouveau qui était sus-jacent à deux exploitations. La taille en couche I₁ était à une distance moyenne (distance normale) de la galerie de 90 m, tandis que pour la couche B, cette distance atteignait 196 m. Les traits portés perpendiculairement sur les sondages indiquent les longueurs du tubage. Dans les sondages autour de la taille I₁, on n'a disposé pour les observations que d'un tout petit tronçon au voisinage de la couche N. Les sondages avaient un diamètre de 143 mm et étaient pourvus d'un tubage de 100 mm de dimension nominale. L'espoir que, lors d'un mouvement de la sole de la galerie, le passage reste encore suffisant pour la sonde n'a pas été réalisé. A l'approche de la taille, les sondages se refermaient déjà auprès de la paroi de la galerie, comme tous les sondages descendants observés jusqu'alors. Par contre, les sondages restèrent libres dans la zone de la couche B, également après le passage de la taille, bien que dans le sondage B5, le tubage se rompit à environ 11 m. On n'a constaté aucune fissure.

Comme déjà dit, on ne disposa pas d'appareil de télévision pour la recherche no 3 (fig. 13). On a donc marqué des repères dans les sondages : trois dans les sondages nos 1, 2 et 3 et cinq dans le sondage no 0. Ils intéressaient la zone située à 10 - 50 m sous l'exploitation. Les fils ont été mesurés à peu près deux fois par semaine à l'aide d'un mètre pliant. Le marquage a eu lieu peu avant le passage de la taille. Comme l'ont montré les mesures ultérieures, le mouvement principal a dû être saisi quand même, bien que les courbes indiquent déjà une montée rapide à la deuxième mesure. Le résultat de cet examen est intéressant à divers points de vue et montre que :

- a) La mesure avec un mètre pliant, surtout si elle est effectuée par diverses personnes, fournit des valeurs relativement grossières. Les mesures oscillent diversement de 3 - 5 mm. De façon évidente, il s'agit donc d'erreurs de lecture ou de manipulation.
- b) Malgré ce défaut, cette mesure est utilisable dans l'ensemble, parce qu'elle indique une tendance nette.

- c) Les mouvements commencent à peu près au passage de la taille.
- d) Les variations de longueurs relatives sont de l'ordre de 1 mm entre les différents points. On ne peut observer de compensation au décollement, même si les observations se poursuivent encore 4 mois après le passage de la taille.
- e) Les mesures de tension-dilatation sur les fils permettent valablement de voir si les mouvements peuvent être attribués aux divers repères de mesure ou si le fil se coince en un autre endroit.

Le sondage 0 en donne un exemple : les repères supérieurs se situaient à des profondeurs de 44, 34 et 26 m. En outre, un bouchon devait sceller le sondage à 19,5 m, afin de retenir le gaz qui s'écoulait au-dessus de ce niveau. Le passage des fils était réalisé de façon étanche (au gaz) à l'aide d'une boîte à bourrage. L'essai a raté parce que la résine (Epoxidharz) utilisée pour le scellement s'est partiellement écoulée du sondage. Il fallait craindre un entrelacement des fils. La mesure tension-dilatation a donné pour les trois fils la même valeur de dilatation, soit 32 mm/25 kg. Par comparaison avec les autres fils, cela fait une longueur de fil de 19 m. Les courbes de variation de longueur entre le plateau et les repères se confondent, comme on s'y attendait, pour les repères placés à 44, 34 et 26 m, avec celles du repère placé à 16 m de profondeur.

Le programme de mesures de mouvements a pris fin avec les recherches 5 et 6. Les recherches précédentes avaient permis de fixer à peu près les ordres de grandeur au point de vue qualitatif. Aussi bien la recherche no 4, dans laquelle l'examen visuel du sondage avait été complété par la mesure de repères, que la recherche no 3, qui ne comprenait que l'examen de sondages à l'aide de repères et de fils, montraient qu'au mur d'une exploitation, la variation relative de longueur était de l'ordre de quelques mm/m.

Lors de la recherche no 5 (fig. 14), on a entrepris des mesures de longueur au mur de l'exploitation, dans 5 sondages. Trois d'entre eux étaient dirigés vers le haut et deux atteignaient un niveau situé à 60 m sous la galerie en direction du 4e étage. A l'exception de la zone tubée, qui atteignait 5 - 8 m au toit de la galerie et 20 ou 40 m au mur, cette observation s'étendait au mur de la couche exploitée entre 5 et 75 m.

Loin en avant de la taille, on a fixé les repères dans le sondage no 9, afin de tester la capacité fonctionnelle de l'enregistreur de convergence. Déjà après peu de temps, l'appareil s'est montré satisfaisant. Les figures 16 à 20 montrent le résultat de l'analyse des enregistrements.

La vitesse de déroulement des enregistrements était de 1 cm/h; celle-ci convenait très bien, surtout pour les observations au mur de l'exploitation. Les espoirs mis dans l'enregistrement ont été en grande partie satisfaits. Malheureusement, il n'est pas possible de soustraire les appareils de mesures aux perturbations extérieures. Il y a là un défaut du système de mesures. Les dérangements qui sont survenus à la suite de coups ou de chocs contre le

boftier de l'enregistreur ou à la suite de la mise en mouvement des fils ne peuvent pas toujours être éliminés avec une sécurité satisfaisante. Cela reste en étroite relation avec la précision de la mesure. Celle-ci dépend des propriétés élastiques du fil et du frottement total qui se produit entre le point repère et l'enregistreur. La précision de l'enregistrement est donc négligeable. Une mesure tension-dilatation permet de déterminer la précision de mesures escomptables grâce au cycle d'hystérésis plus ou moins rigide qui existe entre les courbes charge-décharge des divers dispositifs de mesures. La précision de la mesure est donc fonction de la longueur. Pour des longueurs de fils de 20 m, elle était d'environ + 1 mm dans les sondages montants. Dans les sondages descendants, qui étaient repérés jusqu'à des profondeurs de 50 m, elle était de + 2 à 3 mm.

Comme précision de la mesure, on cite la valeur qui n'est pas enregistrée dans un cas extrême. Un cas extrême ne se produit toutefois que si le sens du mouvement varie. Simultanément, la tension de traction dans le fil change de sens. Mais cela a pour conséquence le passage d'une branche à une autre branche de la courbe d'hystérésis. La valeur du mouvement qui se situe entre les deux courbes n'est pas transmise parce qu'elle est dissipée dans le système. La précision de l'enregistrement est donc encore plus grande que celle citée plus haut, parce que les mouvements sont en général de sens constant. Le comportement est le même lors de la mise en oeuvre d'une troisième force, qui ne dérange pas si le sens de la traction est maintenu, c'est-à-dire si le système reste sur la même courbe après comme avant. Toutefois, cette action a comme conséquence un changement sur l'autre branche de la courbe, de sorte qu'elle perturbe la mesure d'autant plus que l'hystérésis de chaque dispositif de mesure est grande.

Sur les figures, on a porté en fonction du temps :

- 1) les variations de longueur entre plateau et repères du sondage;
- 2) la variation de longueur relative en mm/m entre les différents repères, et
- 3) la distance du sondage à la taille.

Une coupe des terrains d'après les données du chef-sondeur et une coupe schématique du sondage avec report à l'échelle des repères complètent les figures. Les mesures dans le sondage no 9 (fig. 16) ont duré presque une année entière avant que les premiers mouvements n'aient lieu. Le toit de la galerie et les diverses couches jusqu'à la couche exploitée du moins étaient au repos absolu. L'affaissement tardif de la sole de la galerie a entraîné les premiers mouvements. Les valeurs sont les mêmes pour tous les fils. Cela signifie que seul le toit s'est mis en mouvement et en réalité au maximum jusqu'à la profondeur de 11 m. L'action de l'influence de l'exploitation sur la dynamique de la galerie n'est pas ici clairement délimitée. Les résultats des sondages 8 et 80 permettent de supposer un mouvement anticipé à 40 - 50 m. Dix jours après l'arrêt de la taille au voisinage immédiat du sondage 9, le mouvement a cessé soudainement. De même, il a repris soudainement avec le démarrage de la taille. En même temps, les décollements commençaient à se produire dans l'ensemble de la zone. Au bout de 18

jours, les mouvements cessèrent à nouveau. Le calme régna jusqu'à la fin des observations qui durèrent encore 9 mois.

Les mouvements dans le sondage 8 sont représentés sur la figure 17. La vitesse d'avancement fut à peu près constante pendant la durée des observations. Une influence nette de l'exploitation a pu être constatée 25 m en avant de la taille. Elle avait vraisemblablement déjà débuté à 50 m. Le décollement des bancs du toit a duré environ 3 mois et donc notablement plus longtemps que dans le sondage 9.

Dans le sondage 80 (fig. 18), l'affaissement prématuré du toit a été favorisé par l'affaissement tardif de la sole de la galerie. L'approche de la taille a considérablement accéléré ce mouvement à partir d'une distance de 20 m. Le passage de la taille a déclenché les plus grands mouvements, comme pour tous les autres sondages. Les décollements de bancs eurent lieu au passage de la taille, en quelques jours, et même les principaux en quelques heures. Une compression des couches n'a été enregistrée que sur le sondage 80 et, en réalité, peu avant le passage de la taille. Cela concernait notamment la zone située entre les repères 3 et 4 qui se situaient à environ 9 - 11 m sous l'exploitation et ont indiqué une compression de 1 mm/m d'après l'enregistrement. Les tronçons du sondage qui se trouvent 2 m au-dessus et 4 m en dessous, n'ont témoigné que d'une très faible compression.

A peu près dans le prolongement de l'axe longitudinal du sondage 80, on a foré vers le bas le sondage 81 (fig. 19). Il avait une profondeur de 66 m et n'a pu être marqué que 12 m avant le passage de la taille. Jusqu'au passage de la taille, seule la sole de la galerie a accusé des mouvements. Dès que la taille a atteint l'aplomb du sondage, les mouvements s'y produisirent aussi sous forme de coups. A partir des enregistrements, on a calculé des variations de longueur de 0,3 - 0,5 mm/m. On ne peut pratiquement pas constater de gradation avec la profondeur. Dans la partie supérieure du sondage qui se situe entre le repère 4 à 21 m et l'enregistreur à 0 m de profondeur et qui est désignée 4 - 0 sur la figure, on aurait pu s'attendre à une valeur plus grande que celle qui est indiquée. Là se produit alors pleinement le décollement des bancs à la sole immédiate de la galerie.

Le sondage 0 n'a fourni, à ce sujet, qu'un complément imparfait. Le sondage se boucha juste sous le dernier tuyau après le placement du tubage. Il ne fut donc pas possible d'y installer plus d'un repère. La figure 20 montre le résultat de la mesure. Un décollement des bancs au mur de la galerie, depuis le début des observations, ressort nettement des enregistrements. Les observations commencèrent dès que la taille se trouva à 20 m en avant du sondage. La vitesse de variation de longueur qui correspond à la pente de la courbe, est à peu près constante et retombe à zéro à 10 m en arrière de la taille. Un phénomène marqué au passage de la taille, comme dans le sondage 81, ne ressort pas de la mesure.

Dans le sondage 81, en plus des mouvements des fils par rapport au plateau, on a enregistré sur le diagramme la convergence entre les plateaux des sondages 80 et 81. L'enregistrement a commencé à 12 m en avant de la taille et a montré la montée la plus raide.

Peu avant le passage de la taille, la courbe était plus plate. Après le passage de la taille, la convergence tend vers un équilibre au bout de 14 jours environ et, à partir de là, présente un accroissement constant d'environ 1 cm/mois.

De janvier à juillet 1968, des nivellements ont complété les mesures relatives dans les sondages. Les figures 22, 23 et 24 montrent les résultats. Le point repère se situait, en plan, à 60 m au-delà du montage du chantier étudié et a pu rester suffisamment immobile. Comme le placement d'un repère dans les terrains avec des piquets était trop coûteux, on a utilisé comme points d'appui, les bords supérieurs des éclisses et le soutènement par cintres. Dans les boueux, on n'a représenté que les variations de cote des points de la sole.

La sole et le toit montrent des soulèvements dont la relation avec la distance à la taille est nettement évidente. Environ 50 m après le passage de la taille, les mouvements cessent. Dans la galerie en direction, les points de la sole jusqu'à la station 82 présentent des variations de cote de + 0 mm, tandis que le toit montre des affaissements. Au moment de la première mesure, la station 84,5 se situe approximativement sous la taille. Les résultats des mesures au mur y apparaissent seulement à partir de la 5e mesure. Au toit, on peut constater une réponse sensiblement plus rapide au moment du passage de la taille. En moyenne, la sole de la galerie s'est soulevée de 12 cm, le toit de 7 cm. Dans le boueux nord, la sole s'est soulevée dans la région centrale de 25 cm, et à 15 cm sur les bords. Le soulèvement à la station 5,5 dépasse la mesure normale avec ses 31 cm. Dans le boueux sud, la station 32 atteint la même valeur de soulèvement. Ces stations se situent chaque fois à l'embranchement de la galerie avec un puits intérieur. Il est évident que le soulèvement important de la sole doit être imputé à ces conditions locales. Les mouvements dans le boueux sud montrent une allure semblable à celle constatée dans le boueux nord. Toutefois, les soulèvements n'atteignent au centre de galerie, à la station 34, que 6 cm maximum. Mais ce point se situe déjà en plan à l'extérieur du panneau.

Dans le cadre de la recherche no 6 (fig. 14 et 15), on n'a procédé dans le sondage no 23 qu'à des mesures de mouvements. Sur la figure 21, on a esquissé la situation par rapport à l'exploitation; la figure 21a montre une coupe stratigraphique par le sondage, ainsi que les variations de longueur relatives des différents tronçons du sondage. Conformément à ce que l'on attendait, les valeurs se situent à un ordre de grandeur supérieur à celui des valeurs déduites des observations en mur. Malheureusement les mesures ont dû être interrompues prématurément parce que la galerie a subi de fortes pressions et a été finalement abandonnée. Au début des observations, la taille se trouvait à 70 m en avant du sondage. Comme le montre la figure 21, les mouvements avaient déjà commencé. Après que la taille se fut approchée à 40 m, la vitesse des mouvements a augmenté et est demeurée constante pendant 25 m jusqu'après le passage de la taille, pour alors augmenter à nouveau. La vitesse d'avancement mensuelle a été de 25 m pendant la durée des observations. Les courbes de variations relatives de longueurs montrent deux groupes distincts pour la zone proche de la galerie et la zone

éloignée de la galerie. Les mouvements enregistrés au début se sont montrés indirectement en rapport avec l'exploitation, car la dynamique de la galerie notamment a été à nouveau activée par l'exploitation. Ils se propageaient jusqu'à 7,5 m au mur de la galerie. En dessous de 7,5 m, il n'y a encore qu'une influence de l'exploitation sans influence perturbatrice de la galerie. Ce n'est que 20 à 25 m après le passage de la taille que le mouvement se produit dans les terrains situés de 36 à 47 m au-dessus de l'exploitation. Les points proches de l'exploitation s'affaissent plus fort que les points éloignés et, de la sorte, le décollement des bancs est aussi différent. Il atteint 23 ou 16 mm/m, suivant les cas. Après 20 à 30 jours, les mouvements diminuent à nouveau assez vite. L'allure des courbes laisse supposer qu'ici, il ne fallait plus s'attendre qu'à peu de variations de longueurs dans le sondage.

Bien que les variations de longueurs au mur de l'exploitation soient essentiellement plus faibles et, de plus, dans les trois sondages d'observation également de grandeurs différentes, tous les sondages ont cependant quelque ressemblance. La zone d'influence de la galerie est évidente. Les points proches de l'exploitation, de même que ceux proches des galeries, subissent un mouvement plus grand que les points plus éloignés. Ainsi se forme entre ces deux zones d'influence, une zone peu affectée par les variations de longueur.

5. RECHERCHES SPECIALES

L'emploi des installations de télévision a montré que celles-ci sont utilisables pour des problèmes différents. En relation avec les observations de mouvements, il y a la vérification des joints du tubage. Dans plusieurs cas, on a pu voir des joints défaits dans des sondages descendants, aussi bien que dans des sondages montants. Souvent le défaut a pu être réparé. Cependant, les installations de télévision se sont notamment révélées utiles pour les travaux d'éclaircissements.

La mise en oeuvre des sondages d'étude et les procédés développés en outre pour les observations en sondages en ont fourni les bases et sont mûrs pour l'exploitation. Dans une série de sondages qui étaient partiellement prévus pour des mesures de pression de gaz, on a obtenu une vue des couches et une image grâce à l'une des installations de télévision. Lors des pertes de carottes, la télévision offre une bonne possibilité d'obtenir des renseignements grâce à la méthode visuelle. Les difficultés du début, à cause des parois de trous enschlammées ou humides, avaient aussi un avantage. Si le gaz s'échappe des terrains, il se forme des petits soufflards aux points d'émission. En aucun cas, jusqu'à présent, les épontes n'ont pu être considérées comme sources de gaz. Le gaz provient toujours du charbon lui-même. Fréquemment, il y a eu un soufflard au toit ou au mur d'une couche.

6. RESUME

Les méthodes de mesures, pour étudier les mouvements de terrains provoqués par une exploitation, ont été constamment perfectionnées au cours des recherches. Grâce à un procédé visuel, l'observation des parois des sondages par la télévision, on a déterminé l'ordre de grandeur des mouvements au toit et au mur d'un chantier. Elle a montré que les variations de longueur sont à rechercher dans la gamme de quelques mm/m. En outre, il s'est avéré que dans nos terrains fortement stratifiés, une observation par section est valable. Les grandeurs des mouvements ainsi trouvées peuvent généralement être considérées comme régulièrement réparties sur tout le tronçon. Les repères marqués dans le sondage et l'enregistrement des mesures ont montré finalement que les mouvements au mur d'une exploitation atteignent 1 - 3 mm/m et ne sont pas visuellement vérifiables.

A environ 40 m au toit de la même exploitation, le décollement des bancs était de 23 mm/m et retombait à une hauteur de 50 m au-dessus de la taille à 16 mm/m. L'influence de la galerie et de l'exploitation a été reconnue dans tous les sondages. Au mur, l'influence de l'exploitation s'est marquée par à-coups au passage de la taille. Au toit, le retard dans l'observation atteignait 1 mois ou 20 - 25 m. Ici aussi, les mouvements se produisent presque spontanément. Par des nivellements au mur du chantier, on a complété l'image de l'allure des mouvements. Les soulèvements atteignaient 7 cm en moyenne au toit et 15 cm en moyenne au mur. L'emploi répété des installations de télévision dans le cadre des travaux et le dépassement des difficultés subséquentes ont conduit à un procédé pratique, de sorte que l'appareil est, par exemple, utilisé avec succès dans les sondages de reconnaissance.

Tableau 2											
Recherche no		1	2	3	4	5	6	7	8	Total	
Nombre de sections de mesures		2	1	1	1	1	2	2	2	12	(1) RI : galerie en direction QU : travers-bancs FL : voie en couche (2) par rapport au milieu de la section de mesure (3) distance minimale
Au toit		1	-	-	-	-	1	2	1	5	
Au mur		1	1	1	1	1	1	-	1	7	
Transversales		2	1	1	-	-	2	1	1	8	
Longitudinales		-	-	-	1	1	-	1	1	4	
Galerie influencée ⁽¹⁾ par une exploitation sous-jacente		RI	-	-	-	-	QU	QU/FL	QU		
Distance perpendiculaire à l'exploitation ⁽²⁾	m	44	-	-	-	-	62	196/122	90		
Galerie influencée ⁽¹⁾ par une exploitation sus-jacente		RI	QU	QU	RI	RI	QU	-	FL		
Distance perpendiculaire à l'exploitation ⁽²⁾	m	87	63	61	21	22	32	-	122		
Distance horizontale à la ligne de départ ⁽³⁾	m	184/184	436	82	250	479	844/759	602/602	554/314		
Distance horizontale à la ligne d'arrêt ⁽³⁾	m	34/34	322	412	674	315	150/122	481/490	186/336		
Nombre de sondages		13	10	5	5	9	15	12	7	76	
Sondages montants		10	10	5	1	5	5	-	3	39	
Sondages descendants		3	-	-	4	4	10	12	4	37	

Tableau 1

Recherche no		1	2	3	4	5	6	7	8	Remarques
Société		Hüttenwerk Oberhausen AG	Ewald- Kohle AG	Emscher- Lippe Bergbau AG	Steinkohlenbergwerk Heinrich Robert AG			Essener Stein- kohlenbergwerke AG		(1) Désignation unitaire (Désignation du siège : Robert) (2) (OF) : gras supérieurs (MF) : gras moyens OG : charbons à gaz supérieurs (3) compte tenu du plan moyen des mesures (4) Taille anticlinale (5) AM : Vieux travaux (6) dans la région du plan des mesures (7) Valeur moyenne pour la période des mesures (8) VB : taille avançante RB : taille rabattante RB-V T : rabattante uniquement sur V T RB-V à convoyeur : rabattante uniquement sur V de base (9) jusqu'au plan des mesures (10) à partir du plan des mesures (11) BB : Foudroyage BV : Remblai pneumatique (12) Longueur du front selon l'axe de la taille perpendiculaire à l'avancement (13) HK : sondages montants de V T TK : sondages descendants de V T HB : sondages montants de V B TB : sondages descendants de V B SB : sondages spéciaux V T = voie de tête
Siège		Jacobi	Ewald 3/4	Emscher- Lippe	Franz Humbert			H u g o		
Debut de la recherche		1.4.63	17.3.64	1.1.65	9.3.65	1.7.66	1.1.68	1.3.66	1.3.66	
Fin de la recherche		31.12.63	9.11.65	31.7.65	30.6.63	31.12.67	31.8.68	30.4.67	31.3.67	
Situation dans la Ruhr		Ouest	Centre	Nord	Est	Est	Est	Centre	Centre	
Couche		Gustav	Zollv.1	Robert	(1) Albert 1	(1) Albert 1	(1) Albert 1	B	I ₁	
Type de charbon ⁽²⁾		OF	OG	MF	MF	MF	MF	OG	OG	
Profondeur sous N.M. ⁽³⁾	m	644	816	628	755	749	745	827	728	
Puissance (charbon pur)	cm	155	197	189	242	227	247	159	90	
Puissance (abattue)	cm	168	244	213	301	279	298	188	120	
Pente	Gon	6	9	13/11 ⁽⁴⁾	2	0	0	6	6	
Distance aux vieux ⁽⁵⁾ travaux les plus proches au toit	m	165	32	-	90	80	90	280	160	
Distance aux vieux ⁽⁵⁾ travaux les plus proches au mur	m	-	-	-	-	-	-	-	-	
Panneaux voisins ⁽⁶⁾ exploités		0	0	1	0	0	0	0	0	
Dégagement spécifique ⁽⁷⁾ de gaz	m ³ /t _{VF}	5,9	12,1	11,6	30,1	30,1	13,9	87,0	9,8	
Procedé d'exploitation		Longue taille	Longue taille	Longue taille	Longue taille	Longue taille	Longue taille	Longue taille	Longue taille	
Direction de ⁽⁸⁾ l'exploitation		RB-V T ⁽⁹⁾ VB ⁽¹⁰⁾	VB	RB ⁽⁹⁾ VB ⁽¹⁰⁾	RB-V T	RB-V T	RB-V T ⁽⁹⁾ VB ⁽¹⁰⁾	VB	RB-V à convoyeur	
Contrôle du toit ⁽¹¹⁾		BV	BB	BB	BV/BB	BB	BB	BV	BB	
Longueur de taille ⁽¹²⁾	m	288	220	172	262	262	(9) (10) 262/210	200	184	
Avancement moyen ⁽⁷⁾ mensuel	m	15	36	35	18	16	23	33	42	
Production nette ⁽⁷⁾ moyenne mensuelle	t	7 771	21 876	14 817	14 421	12 689	17 018	13 705	9 253	
Captage de grisou ⁽¹³⁾		-	-	HK/TK	HK	HK	HK	HK/TK HB/TB/SB	HK/TK	

Tableau 3												Feuille 1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Recherche N°	Sondage N°	Index N°	Longueur m	(1) Diamètre mm	Longueur tubage m	Inclinaison Gon	(2) Type de sondage	Couche étudiée	(3) Type de charbon	Distance perpendiculaire a la couche exploitée m (4)	Surface de charbon cm ²	Remarques
1	1	101	43	115	21,0	100	H	Laura/Viktoria	UG	+ 82 (5)	1 444	(1) de la partie de sondage non tubée (2) H : sondage montant T : sondage descendant D : sondage de recoupe (3) MF: ch. gras moyens OF: ch. gras supérieurs UG: ch. à gaz inférieurs MG: ch. à gaz moyens OG: ch. à gaz supérieurs UGF: ch. flamb. inférieurs
1	2	102	52	115	21,0	100	H	Laura/Viktoria	UG	+ 82 (5)	2 528	
1	3	103	101	95	6,0	100	D	Laura/Viktoria	UG	+ 82 (5)	3 997	
1	4	104	63	115	40,5	100	H	Laura/Viktoria	UG	+ 82 (5)	4 839	
1	5	105	78	115	34,5	100	H	Laura/Viktoria	UG	+ 82 (5)	4 839	
1	6	106	40	95	34,5	100	T	Katharina	OF	+ 14	1 641	
1	7	107	39	95	25,5	100	T	Katharina	OF	+ 14	1 641	
1	8	108	22	115	13,5	100	T	Katharina	OF	+ 14	1 986	
1	9	109	44	95	22,5	100	H	Anna	OF	- 32	2 297	
1	10	110	59	95	39,0	100	H	Anna	OF	- 32	2 297	
1	11	111	38	115	33,0	100	H	Matthias 1	OF	- 53	2 022	
1	12	112	75	95	51,0	100	H	Anna	OF	- 32	2 297	
1	13	113	58	65	7,5	100	H	Matthias 1 Matthias 2	OF	- 61 (5)	3 041	
2	1	201	30	114	16,5	100	H	Zollverein 2	MG	- 14	2 792	(5) Valeur moyenne
2	2	202	16	114	7,5	100	H	Zollverein 3	MG	- 30	7 517	(6) jusqu'au scellement
2	3	203	38	114	25,5	100	H	Zollverein 2	MG	- 14	2 792	(7) Dénomination du siège : Clemens
2	4	204	50	114	37,5	100	H	Zollverein 2	MG	- 14	2 792	(8) Dénomination du siège : Fünfhandbank
2	5	205	37	114	24,0	100	H	Zollverein 3	MG	- 33	11 276	(9) Dénomination du siège : Franziska
2	6	206	20	114	6,0	100	H	Zollverein 4	MG	- 46	5 513	(10) Dénomination du siège : Karl
2	7	207	73	114	46,5	100	H	Zollverein 2,3	MG	- 20 (5)	5 011	(11) Dénomination du siège : Elise-Wilhelm
2	8	208	39	114	21,0	100	H	Zollverein 4	MG	- 46	5 513	(12) Dénomination du siège : Ida
2	9	209	58	114	43,5	100	H	Zollverein 3	MG	- 30	6 980	(13) Dénomination du siège : Albert
2	10	210	71	114	55,5	100	H	Zollverein 3	MG	- 26	4 832	(14) Dénomination du siège : Wellington
3	0	300	19(6)	65	3,0	100	H	Karl	MF	- 50	2 266	
3	1	301	37	95	31,5	100	H	Albert 2	MF	- 22	1 551	
3	2	302	29	95	13,5	100	H	Wellington	MF	- 30	1 283	
3	3	303	50	95	37,5	100	H	Albert 1	MF	- 10	3 729	
3	4	304	12	95	3,0	100	H	Karl	MF	- 50	3 311	
4	1	401	8	114	3,0	100	T	Albert 2 (7)	MF	- 27	2 506	
4	2	402	19	95	6,0	100	T	Albert 3 (8)	MF	- 38	1 790	
4	3	403	46	95	19,5	100	T	Wellington (9)	MF	- 68	5 071	
4	4	404	12	95	4,5	100	H	Albert 2 (10)	MF	- 11	1 492	
4	5	405	14	114	9,0	100	T	Albert 3 (8)	MF	- 38	2 148	
5	6	506	13	95	4,5	100	T	Albert 3 (8)	MF	- 38	2 028	
5	7	507	40	95	13,5	100	T	Wellington (9)	MF	- 68	4 475	
5	0	500	53	95	39,0	100	T	Karl (11)	MF	- 83	6 563	
5	8	508	15	95	3,0	100	H	Albert (12)	MF	- 19	3 132	
5	81	581	66	95	20,0	100	T	(9)(11) Wellington Karl	MF	- 76 (5)	4 773	
5	9	509	21	95	7,5	100	H	Albert 2 (10)	MF	- 11	1 492	
5	10	510	7	95	2,3	100	H	Albert 2 (12)	MF	- 19	3 132	
5	11	511	8	95	2,3	100	H	Albert 2 (12)	MF	- 19	3 132	
5	25a	5251	46	65	15,0	50	H	Mathilde 5(13)	OF	+ 35	4 040	
6	12	612	26	143	13,8	100	H	Albert 2 (10)	MF	- 11	1 797	
6	13	613	53	95	45,0	100	T	Karl (11)	MF	- 83	7 461	

Tableau 3												Feuille 2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Recherche N°	Sondage N°	Index N°	Longueur m	(1) Diamètre mm	Longueur tubage m	Inclinaison Gon	(2) Type de sondage	Couche étudiée	(3) Type de charbon	Distance perpendiculaire à la couche exploitée m (4)	Surface de charbon cm ²	Remarques
6	14	614	10	95	4,5	100	H	Albert 2 (12)	MF	- 19	2 985	
6	15	615	39	95	18,0	100	T	Wellington (9)	MF	- 68	3 880	
6	16	616	23	95	10,5	100	H	Albert 2 (10)	MF	- 11	1 194	
6	17	617	56	65	43,5	100	T	Karl (11)	MF	- 83	5 105	
6	18	618	17	65	15,0	100	H	Albert 2 (10)	MF	- 11	1 194	
6	19	619	55	95	42,0	100	T	Karl (11)	MF	- 83	7 461	
6	20	620	34	95	4,5	100	T	Mathilde 3(14) à Mathilde 5(13)	OF	+ 45 (5)	7 905	
6	21	621	31	95	4,5	100	T	Mathilde 5(13)	OF	+ 35	3 878	
6	22	622	31	95	4,5	100	T	Mathilde 3(14) à Mathilde 5(13)	OF	+ 45 (5)	6 712	
6	23	623	30	95	4,5	100	T	Mathilde 3(14) à Mathilde 5(13)	OF	+ 45 (5)	8 800	
6	24	624	30	95	4,5	100	T	Mathilde 3(14) à Mathilde 5(13)	OF	+ 45 (5)	7 756	
6	25	625	64	65	30,0	32	H	Albert 2 (10)	MF	- 11	1 838	
6	26	626	36	95	19,5	100	T	Wellington (9)	MF	- 68	4 175	
7	B ₁	701	46	143	39,0	100	T	I ₂	OG	+ 110	2 829	
7	B ₂	702	60	143	52,5	100	T	I ₂	OG	+ 110	2 829	
7	B ₃	703	71	143	63,0	100	T	I ₂	OG	+ 110	2 829	
7	B ₄	704	60	143	34,5	100	T	K	OG	+ 136	5 703	
7	B ₅	705	86	143	79,5	100	T	I ₂	OG	+ 110	2 829	
7	B ₆	706	85	143	60,0	100	T	I ₂	OG	+ 119	3 682	
7	B _{7a}	771	40	120	15,0	22	T	H ₁	OG	+ 106	9 910	
7	B _{7b}	772	35	120	15,0	22	T	H ₁	OG	+ 106	9 910	
7	B ₈	708	39	73	20,0	50	T	H ₂ /G ₁	OG	+ 100	4 516	
7	B ₉	709	33	73	16,5	61	T	H ₂ /G ₁	OG	+ 100	3 897	
7	B ₁₀	710	40	73	9,0	66	T	H ₁ à G ₂	OG	+ 100 (5)	7 679	
7	B ₁₁	711	70	73	9,0	66	T	H ₁ à F	OG	+ 85 (5)	9 604	
8	I ₁	801	32	143	25,5	100	T	N	UGF	+ 60	2 874	
8	I ₂	802	41	143	30,0	100	T	N	UGF	+ 60	2 874	
8	I ₃	803	42	143	31,5	100	T	N	UGF	+ 60	2 874	
8	I ₄	804	45	143	39,0	100	T	N	UGF	+ 60	2 874	
8	I ₅	805	55	143	7,5	100	H	P ₂ à Q ₂	UGF	+ 125 (5)	7 858	
8	I ₆	806	79	73	47,5	70	H	F	OG	- 53	1 880	
8	I ₇	807	71(6)	73	6,0	70	H	C à E	OG	- 92 (5)	5 295	
	Total		3 224		1 735							

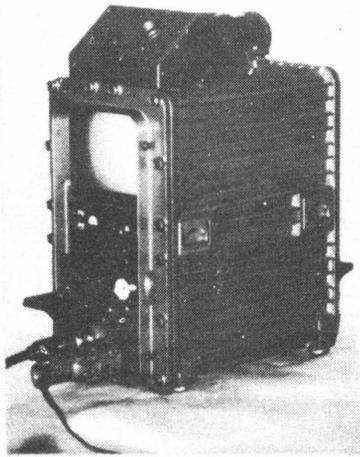


Fig. 1 : Récepteur
de télévision,
modèle 1965

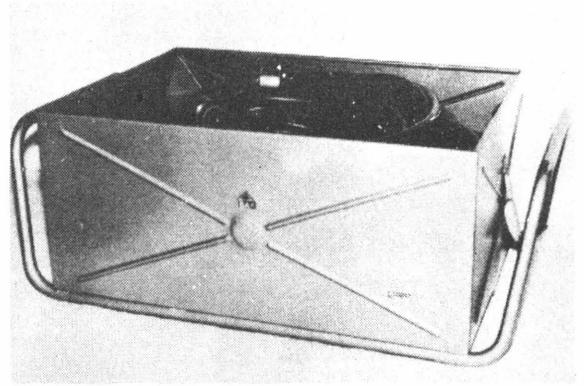


Fig. 2 : Boîte à câble,
modèle 1965

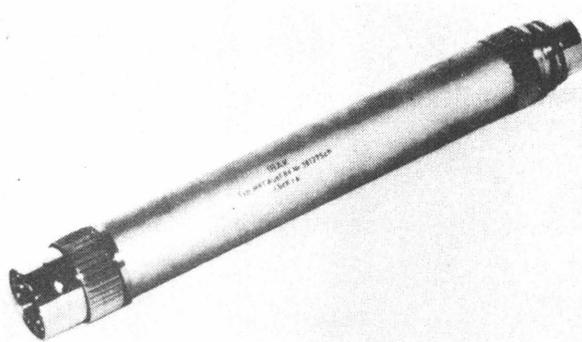


Fig. 3 : Sonde, modèle 1965

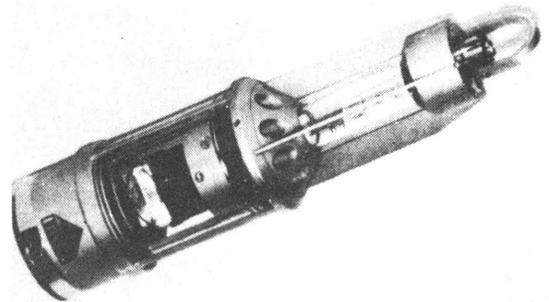


Fig. 4 : Miroir tournant,
modèle 1965

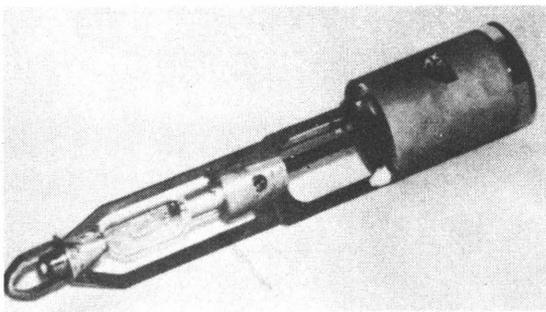


Fig. 5 : Appareil de prise de
vue axiale, modèle
1965

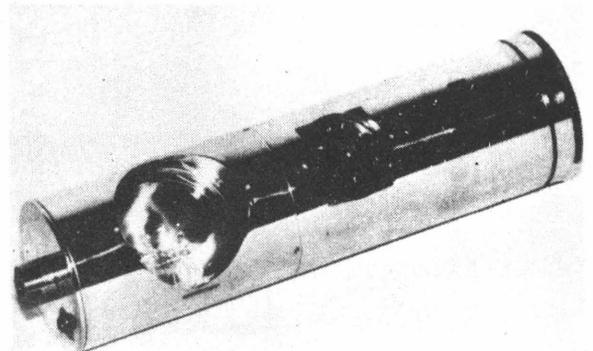


Fig. 6 : Appareil de prise de
vue radiale, grand
angle, modèle 1965

Légende de la figure 7

Spezialkabel	: câble spécial
Stopfbüchse	: boîte à bourrage
Steckverbindung	: prise fixe
Druckwächter	: contrôleur de pression
Motor m. Getriebe für Opt. Fokussierung	: moteur et commande de foca- lisation optique
Resistron 1/2"	: Resistron 1/2"
Optik	: optique
Objektbeleuchtung	: éclairage de l'objet
Spiegel, um 45° geneigt	: miroir, incliné à 45°
Plexiglasfenster	: fenêtre en plexiglas
Kompass	: boussole
Kompassbeleuchtung	: éclairage de la boussole
Motor für Spiegeldrehung	: moteur pour la rotation du miroir
Feuchtigkeitsfühler	: détecteur d'humidité

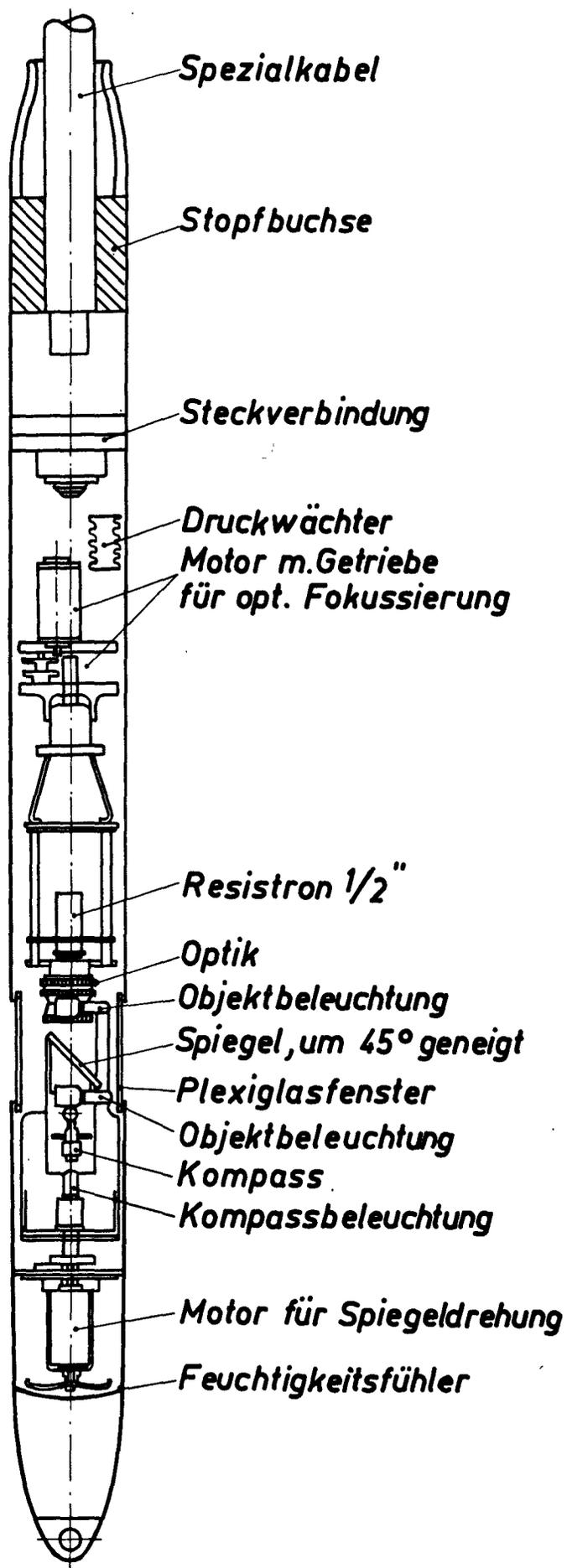


Fig. 7 : Caméra pour trou de sonde de l'appareillage de télévision, type 1960

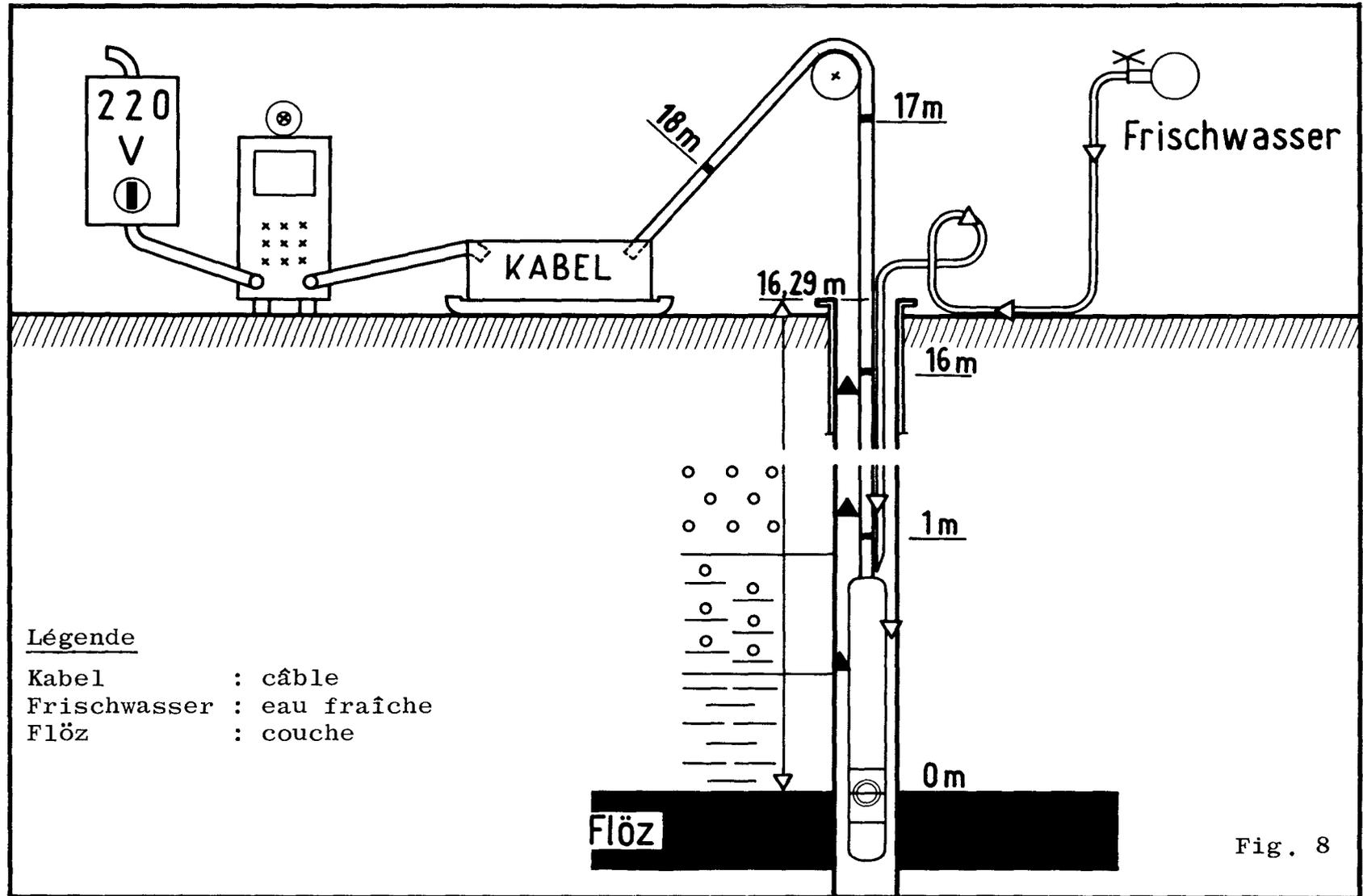


Fig. 8 : Examen à l'aide de la télévision (schématiquement)

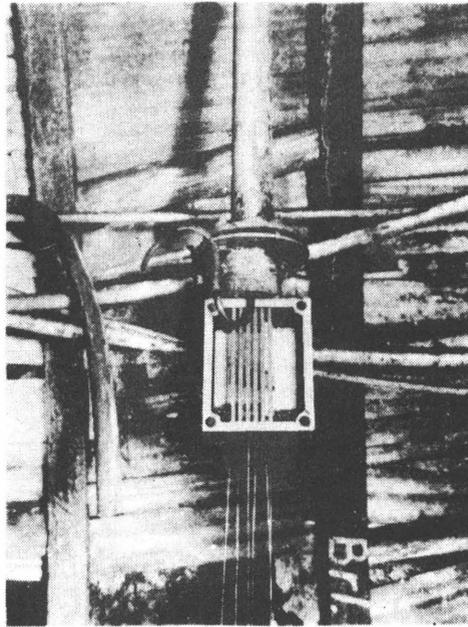
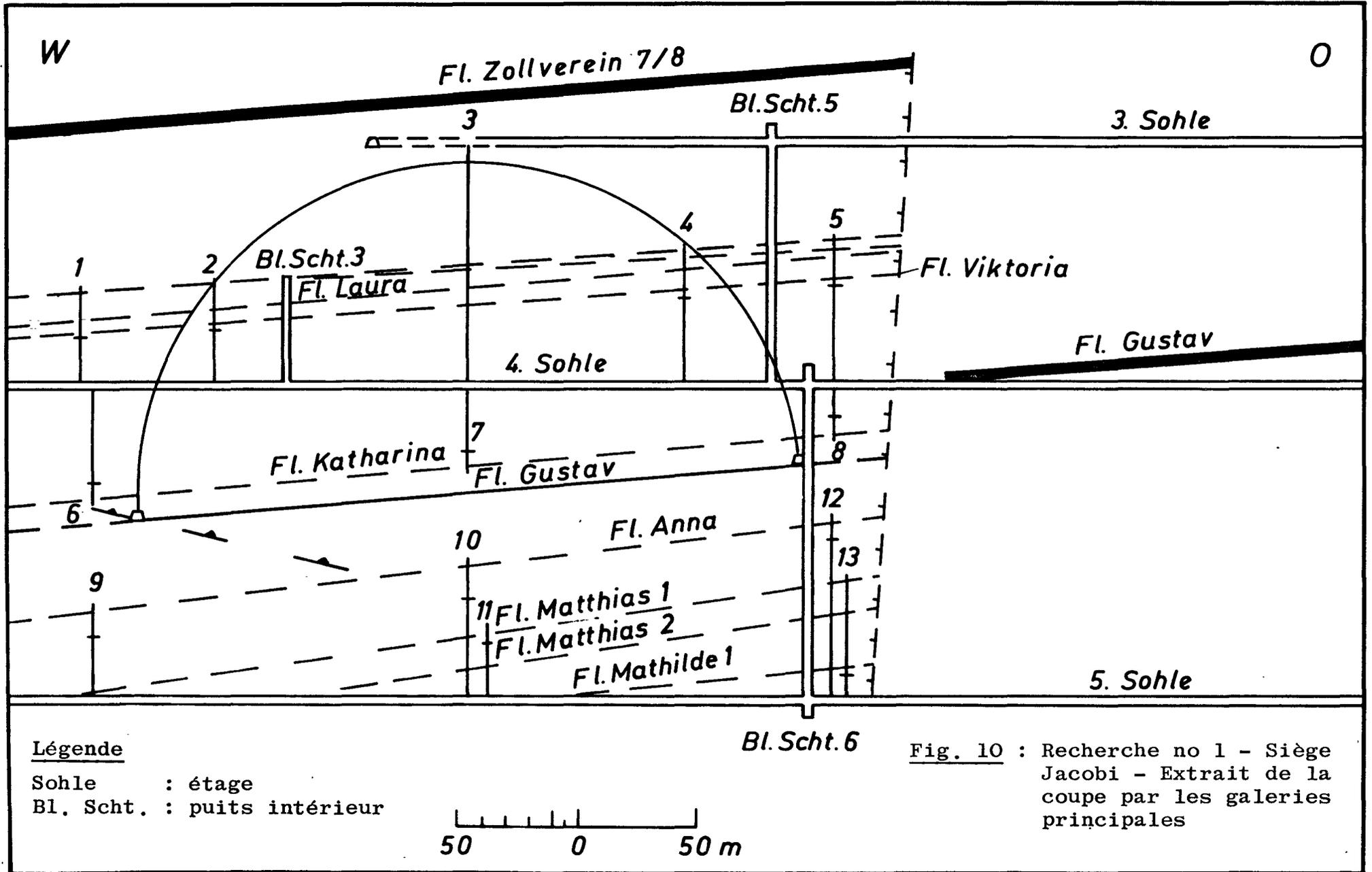
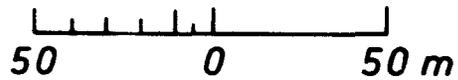


Fig. 9 : Enregistreur de convergence mécanique à plusieurs pistes



Légende

Sohle : étage
 Bl. Scht. : puits intérieur



Bl. Scht. 6

Fig. 10 : Recherche no 1 - Siège Jacobi - Extrait de la coupe par les galeries principales

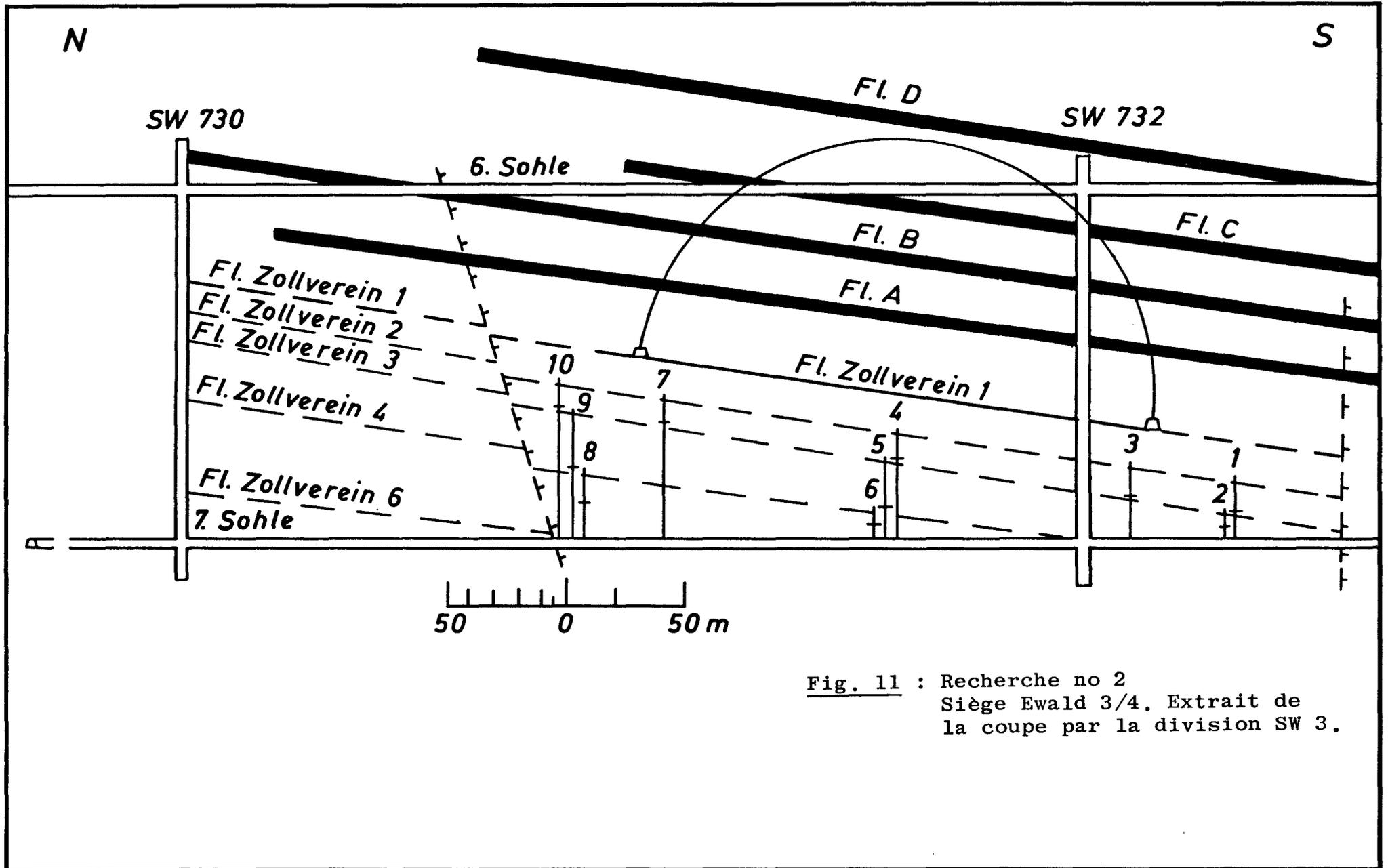
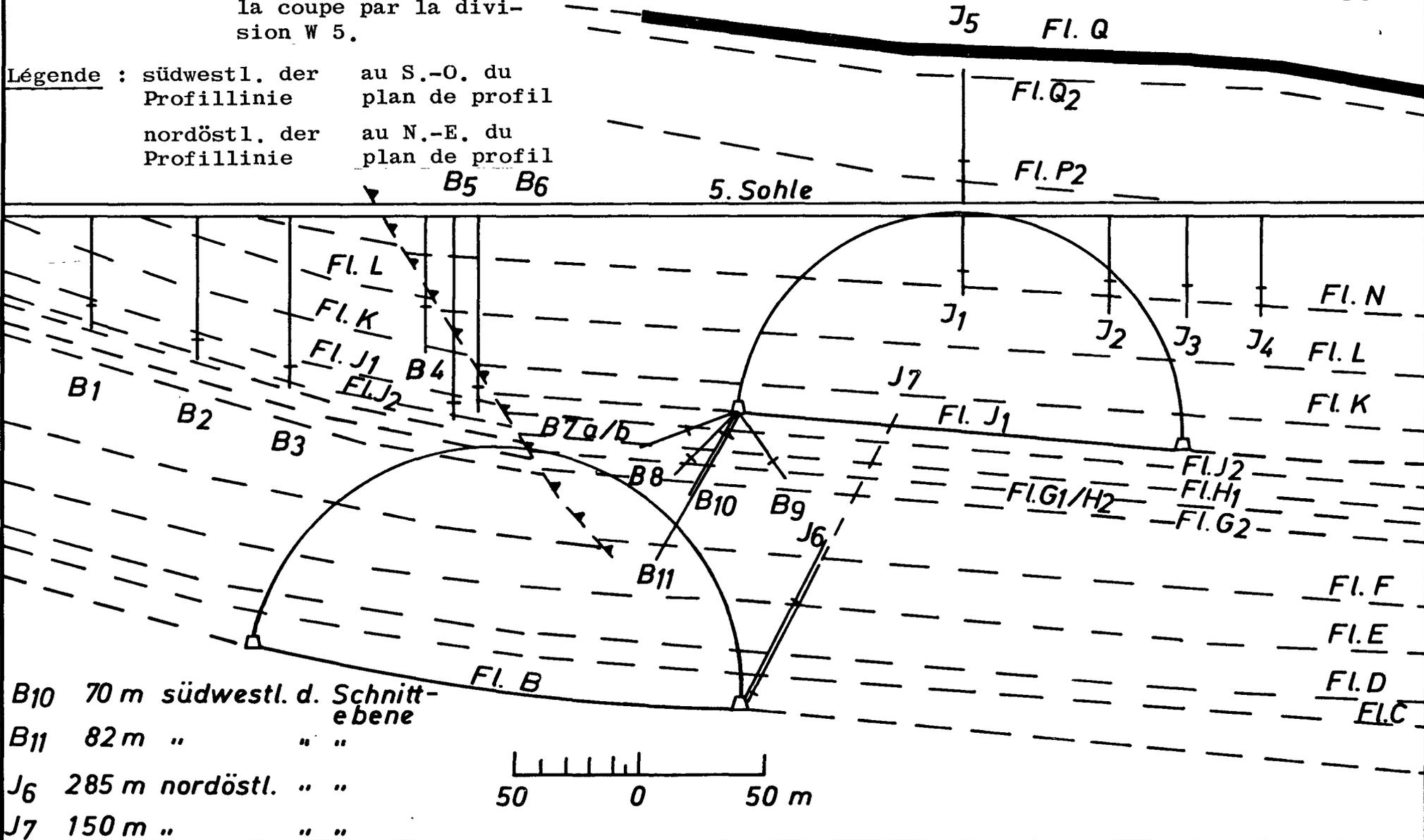


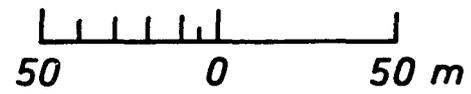
Fig. 11 : Recherche no 2
 Siège Ewald 3/4. Extrait de
 la coupe par la division SW 3.

Fig. 12 : Recherches nos 7 et 8
 Mine Hugo. Extrait de
 la coupe par la divi-
 sion W 5.

Légende : südwestl. der Profillinie au S.-O. du plan de profil
 nordöstl. der Profillinie au N.-E. du plan de profil



- B10 70 m südwestl. d. Schnitt-ebene
- B11 82 m " " "
- J6 285 m nordöstl. " "
- J7 150 m " " "



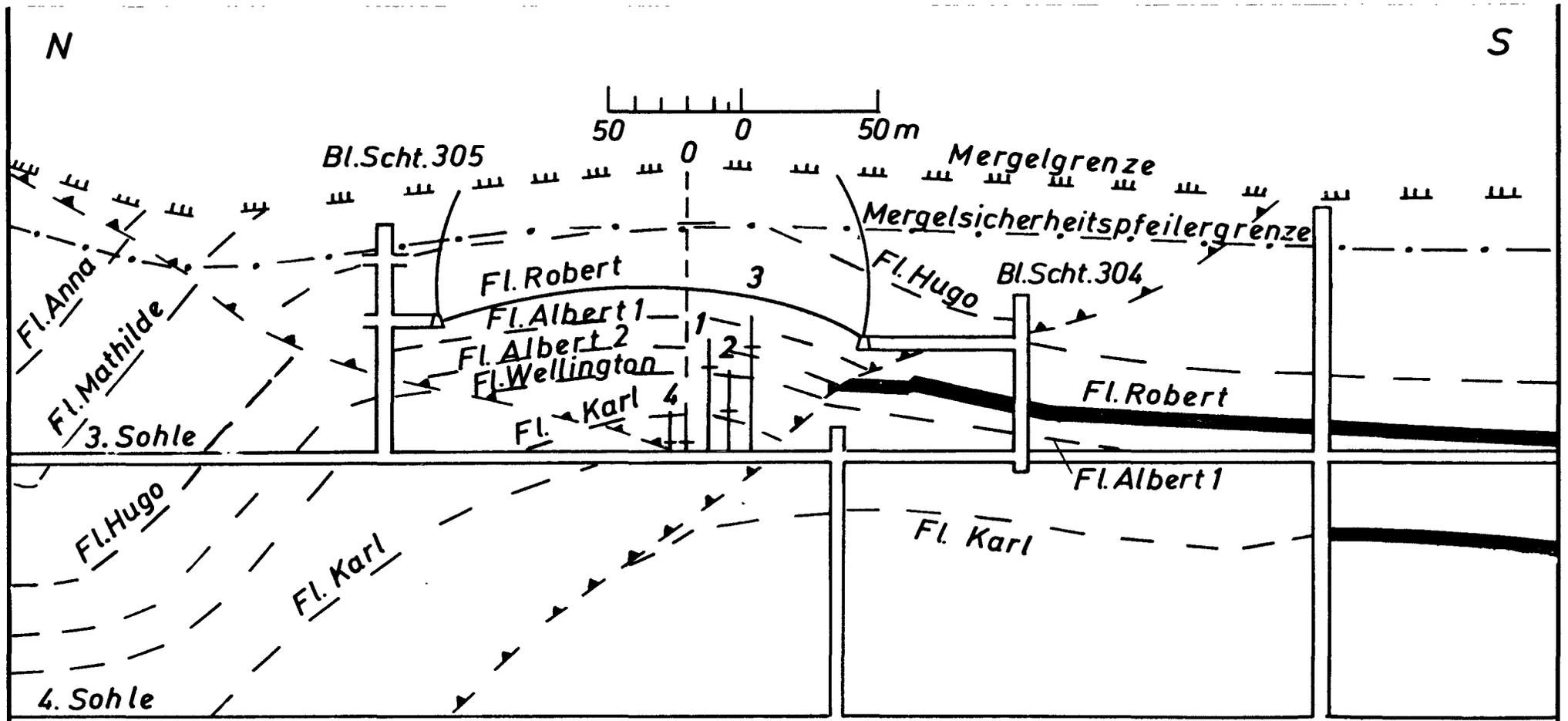


Fig. 13 : Recherche no 3 - Mine Emscher-Lippe.
 Extrait de la coupe par la division
 2 W.

Légende :

- Proj. Mergelgrenze : limite projetée de la marne
- Bl. Scht. : puits intérieur
- Spezial Sattel : anticlinal spécial

Fig. 14 : Recherches nos 4 et 5
Mine Heinrich Robert AG
Coupe longitudinale)
Plan) 4e division (extrait)

Légende

Bandstrecke : voie à courroie
Richtstrecke : voie en direction
Kopfstrecke : voie de tête
Bruchbau : foudroyage

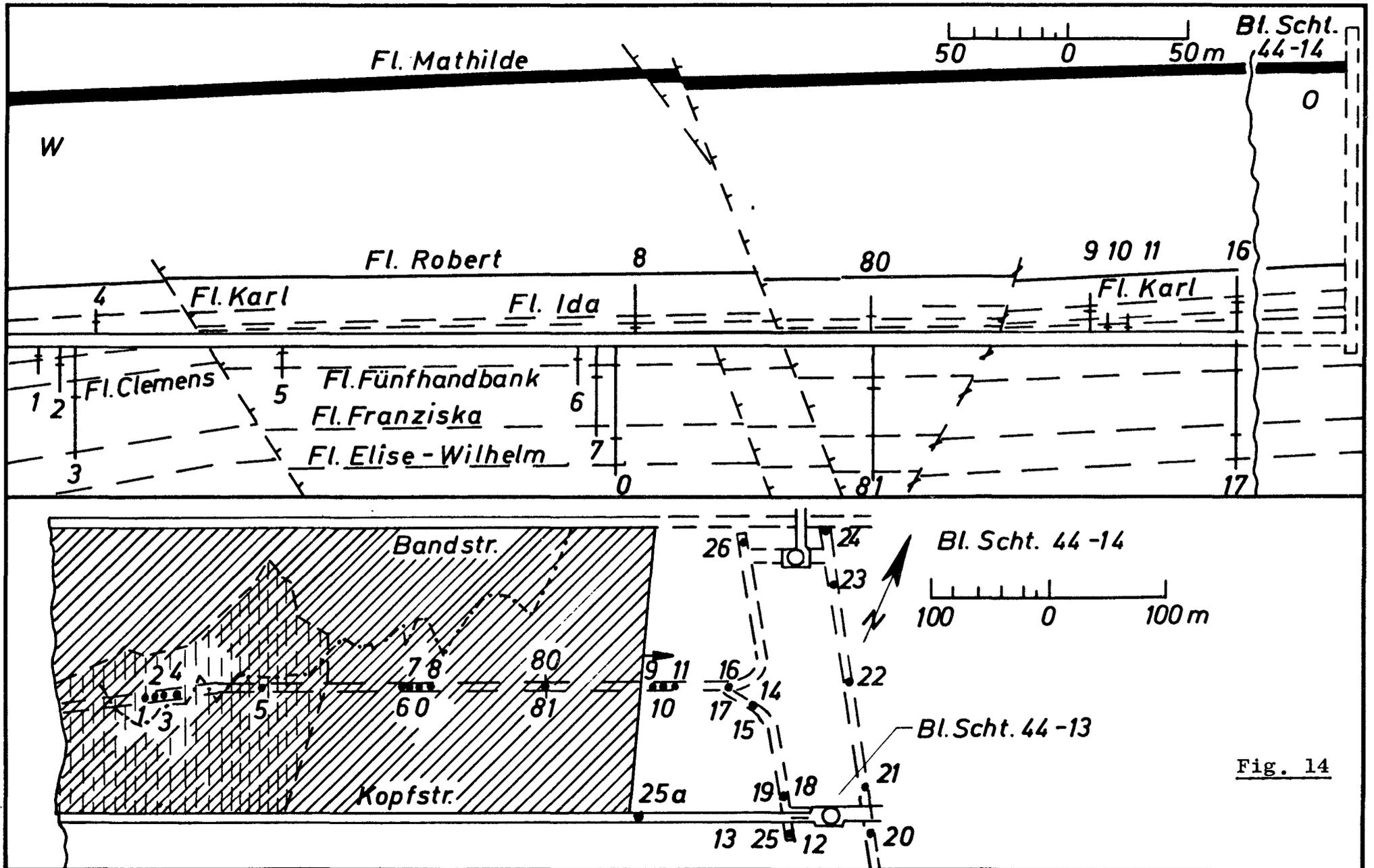


Fig. 14

Fig. 15 : Recherche no 6
Mine Heinrich Robert AG. Extrait de la coupe par la
4e division

Légende

Mergelgrenze	: limite de la marne
Mergelsicherheitspfeiler	: pilier de sécurité au contact de la marne
östl. d. Schnittebene	: à l'est du plan de coupe
westl. d. Schnittebene	: à l'ouest du plan de coupe

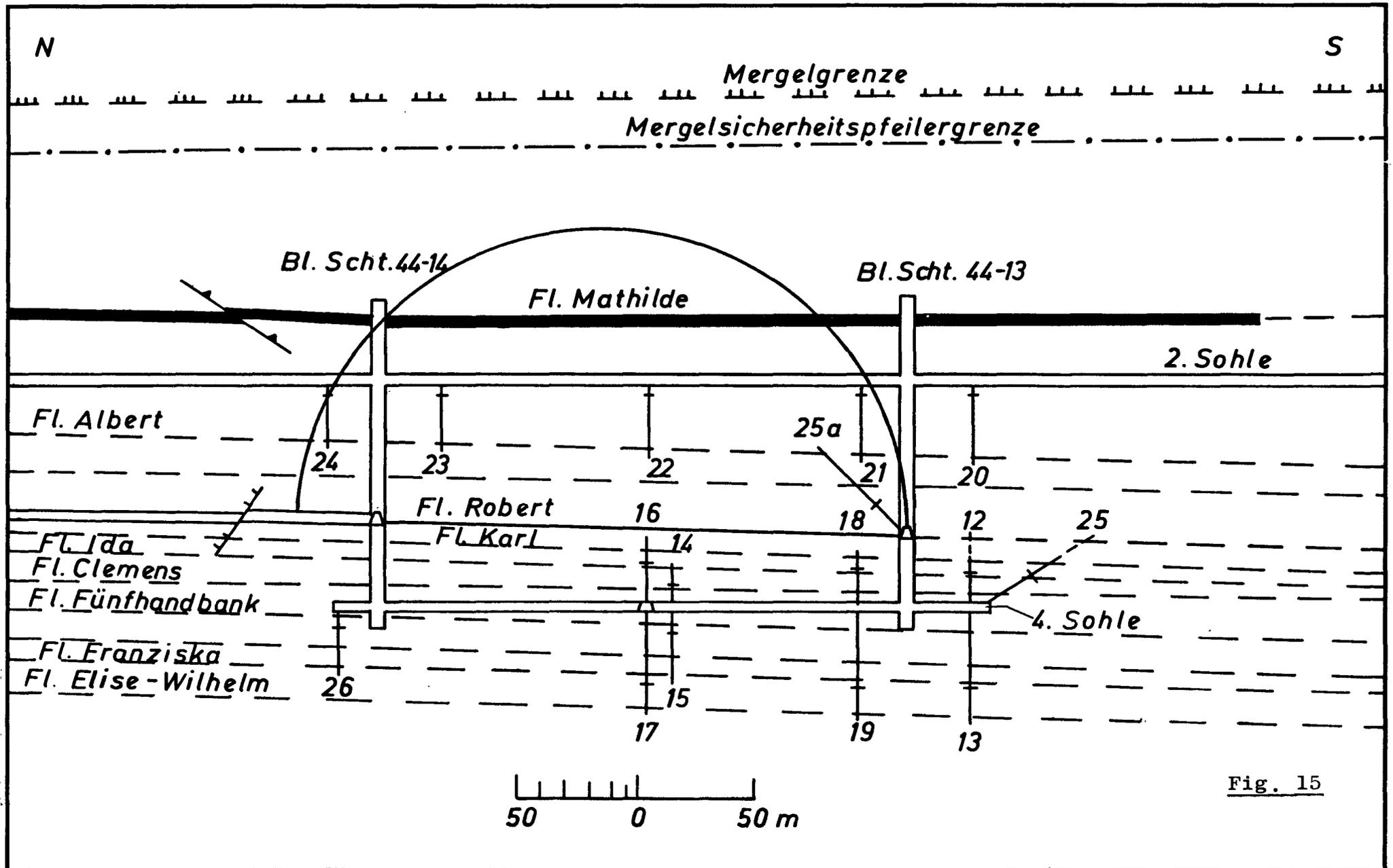
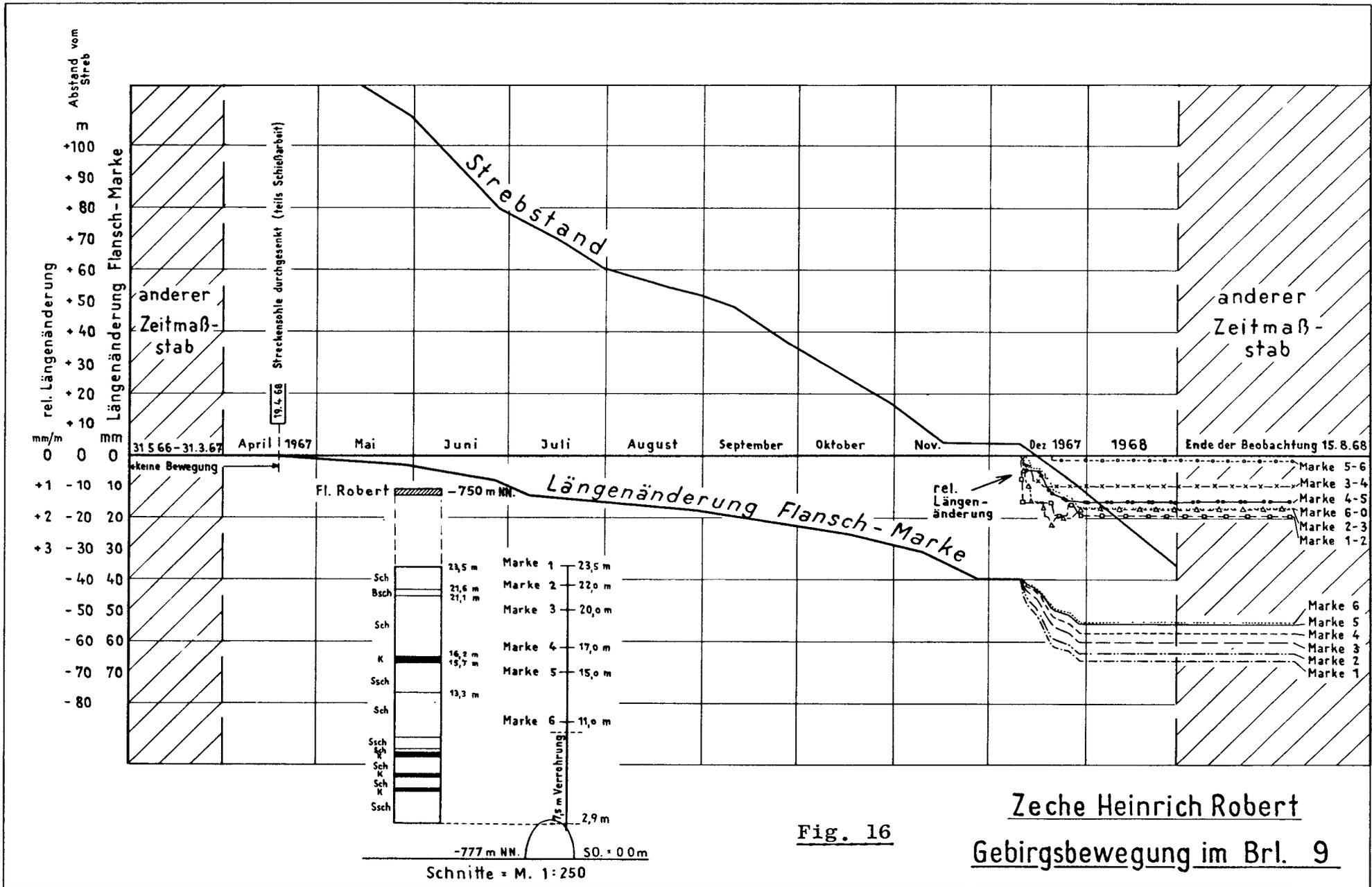


Fig. 16 : Siège Heinrich Robert AG
Mouvements de terrains dans le sondage 9

Légende

rel. Längenänderung	: variation relative de longueur
Abstand vom Streb	: éloignement de la taille
Längenänderung Flansch, Marke	: variation de longueur plateau-repère
anderer Zeitmassstab	: autre échelle de temps
keine Bewegung	: aucun mouvement
Streckensole durchgesenkt (teils Schiessarbeit)	: sole de la galerie rabasséné (partiellement à l'aide de tirs)
Strebstand	: position de la taille
Marke	: repère
Schnitte	: coupe
Ende der Beobachtung	: fin de l'examen



Légende

rel. Längenänderung	: variation relative de longueur
Abstand vom Streb	: éloignement de la taille
Längenänderung Flansch, Marke	: variation de longueur plateau-repère
anderer Zeitmassstab	: autre échelle de temps
keine Bewegung	: aucun mouvement
Streckensole durchgesenkt (teils Schiessarbeit)	: sole de la galerie rabasséné (partiellement à l'aide de tirs)
Strebstand	: position de la taille
Marke	: repère
Schnitte	: coupe
Ende der Beobachtung	: fin de l'examen
Beginn der Messung	: commencement de la mesure
rel. Längenänderung zwischen den Marken	: variation relative de longueur entre les repères

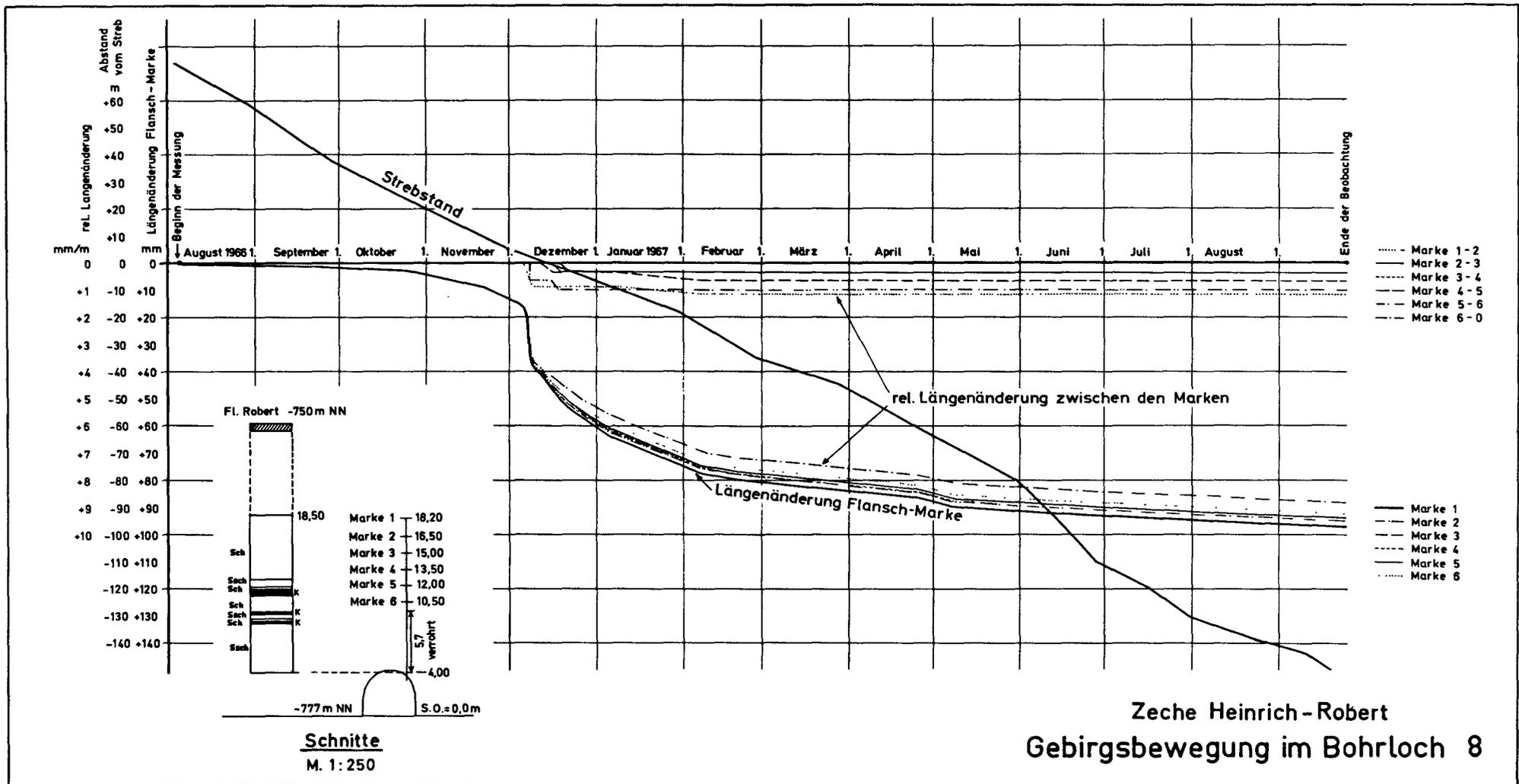


Fig. 17 : Siège Heinrich Robert AG
Mouvements de terrains dans le sondage 8

Légende

rel. Längenänderung	: variation relative de longueur
Abstand vom Streb	: éloignement de la taille
Längenänderung Flansch, Marke	: variation de longueur plateau-repère
anderer Zeitmassstab	: autre échelle de temps
keine Bewegung	: aucun mouvement
Streckensole durchgesenkt (teils Schiessarbeit)	: sole de la galerie rabasséné (partiellement à l'aide de tirs)
Strebstand	: position de la taille
Marke	: repère
Schnitte	: coupe
Ende der Beobachtung	: fin de l'examen
Beginn der Messung	: commencement de la mesure
rel. Längenänderung zwischen den Marken	: variation relative de longueur entre les repères

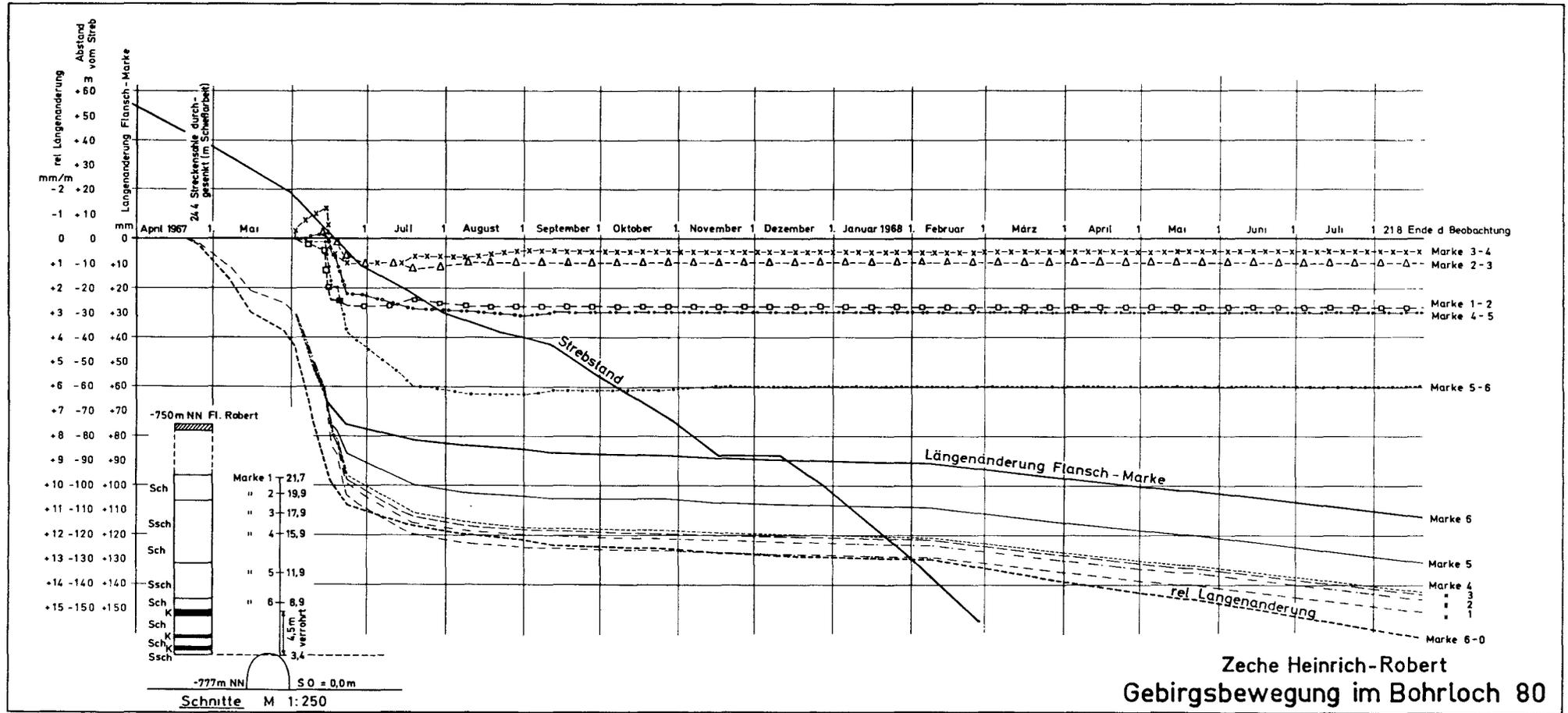


Fig. 18 : Siège Heinrich Robert AG
 Mouvements de terrains dans le sondage 80

Légende

rel. Längenänderung	: variation relative de longueur
Abstand vom Streb	: éloignement de la taille
Längenänderung Flansch. Marke	: variation de longueur plateau-repère
anderer Zeitmassstab	: autre échelle de temps
keine Bewegung	: aucun mouvement
Streckensohle durchgesenkt (teils Schiessarbeit)	: sole de la galerie rabasséné (partiellement à l'aide de tirs)
Strebstand	: position de la taille
Marke	: repère
Schnitte	: coupe
Ende der Beobachtung	: fin de l'examen
Beginn der Messung	: commencement de la mesure
rel. Längenänderung zwischen den Marken	: variation relative de longueur entre les repères
verrohrt	: tubé
Konvergenz Brl 80 - Brl 81	: convergence sond. 80 - sond. 81

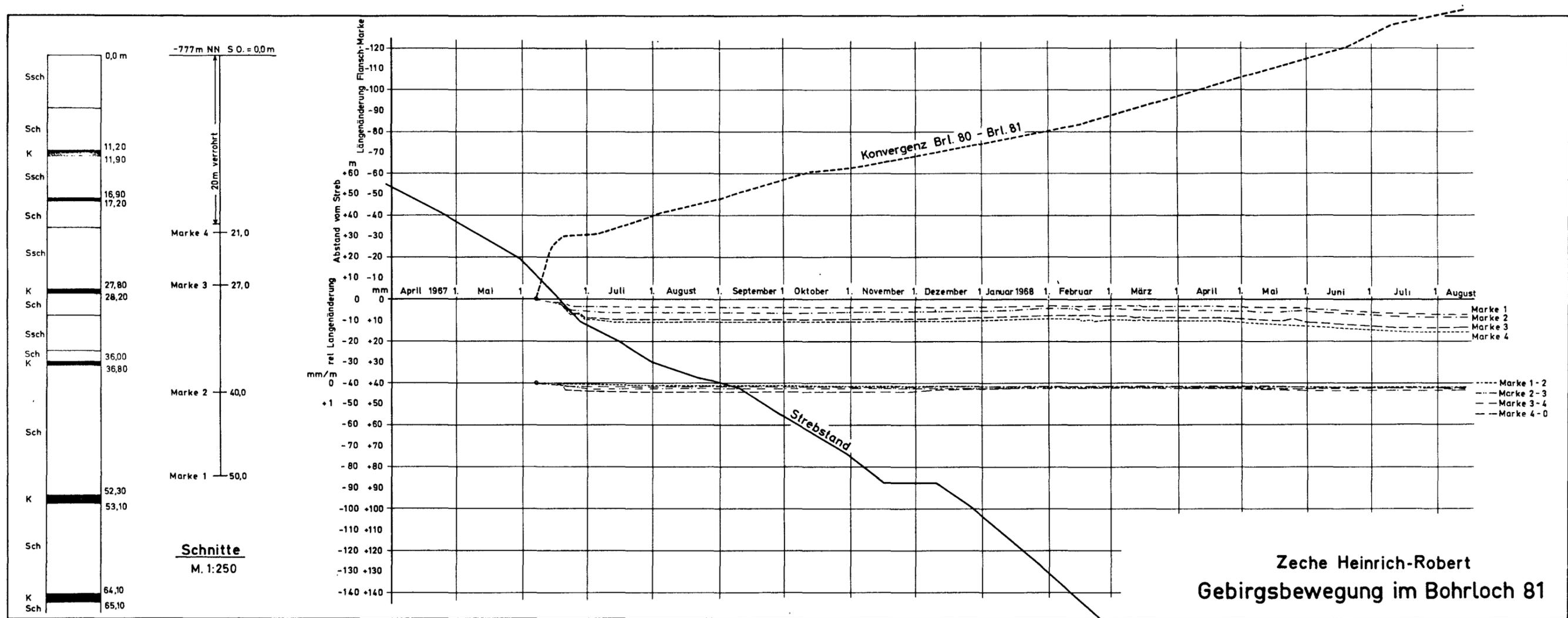


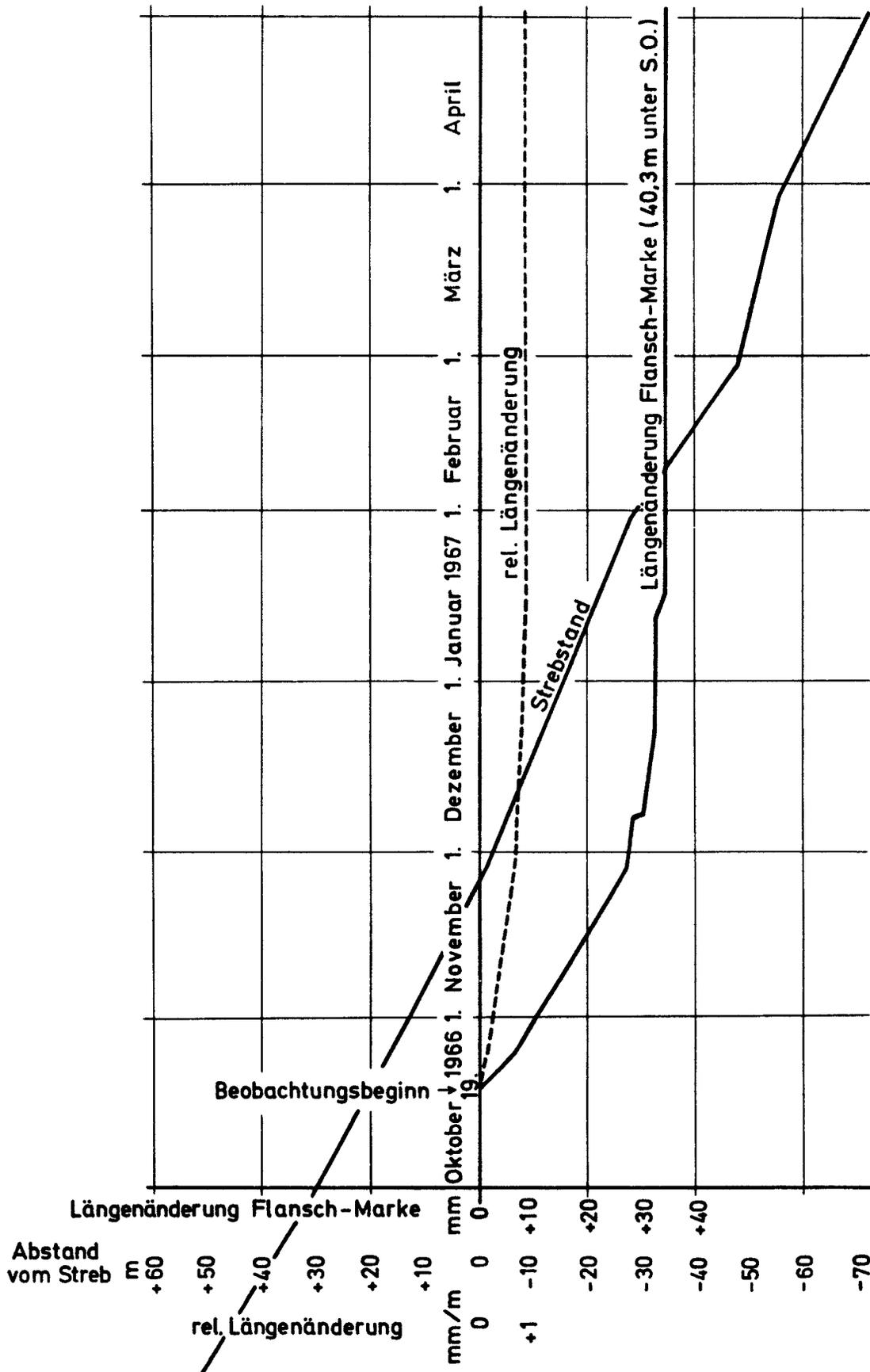
Fig. 19 : Siège Heinrich Robert AG
Mouvements de terrains dans le sondage 81

Fig. 20 : Siège Heinrich Robert AG
Mouvements de terrains dans le sondage O

Légende

rel. Längenänderung	: variation relative de longueur
Abstand vom Streb	: éloignement de la taille
Längenänderung Flansch. Marke	: variation de longueur plateau-repère
anderer Zeitmassstab	: autre échelle de temps
keine Bewegung	: aucun mouvement
Streckensole durchgesenkt (teils Schiessarbeit)	: sole de la galerie rabasséné (partiellement à l'aide de tirs)
Strebstand	: position de la taille
Marke	: repère
Schnitte	: coupe
Ende der Beobachtung	: fin de l'examen
Beginn der Messung	: commencement de la mesure
rel. Längenänderung zwischen den Marken	: variation relative de longueur entre les repères
Beobachtungsbeginn	: début des observations

Ende der Beobachtung 27. 10. 1967



Zeche Heinrich-Robert
Gebirgsbewegung im Bohrloch 0

Fig. 20

Légende

rel. Längenänderung	: variation relative de longueur
Abstand vom Streb	: éloignement de la taille
Längenänderung Flansch, Marke	: variation de longueur plateau-repère
anderer Zeitmassstab	: autre échelle de temps
keine Bewegung	: aucun mouvement
Streckensole durchgesenkt (teils Schiessarbeit)	: sole de la galerie rabasséné (partiellement à l'aide de tirs)
Strebstand	: position de la taille
Marke	: repère
Schnitte	: coupe
Ende der Beobachtung	: fin de l'examen
Beginn der Messung	: commencement de la mesure
rel. Längenänderung zwischen den Marken	: variation relative de longueur entre les repères
Schreibergehäuse	: boîtier de l'enregistreur

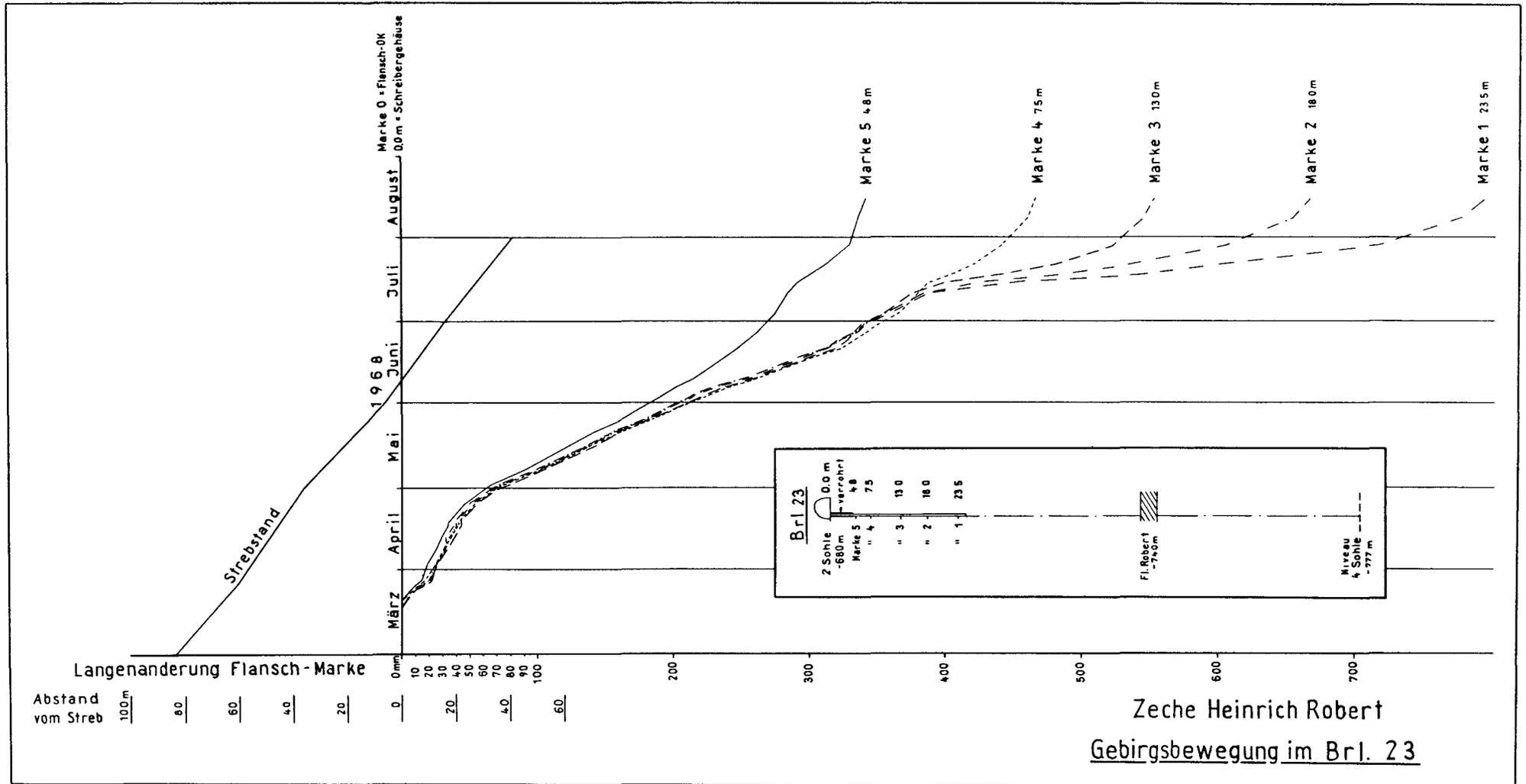
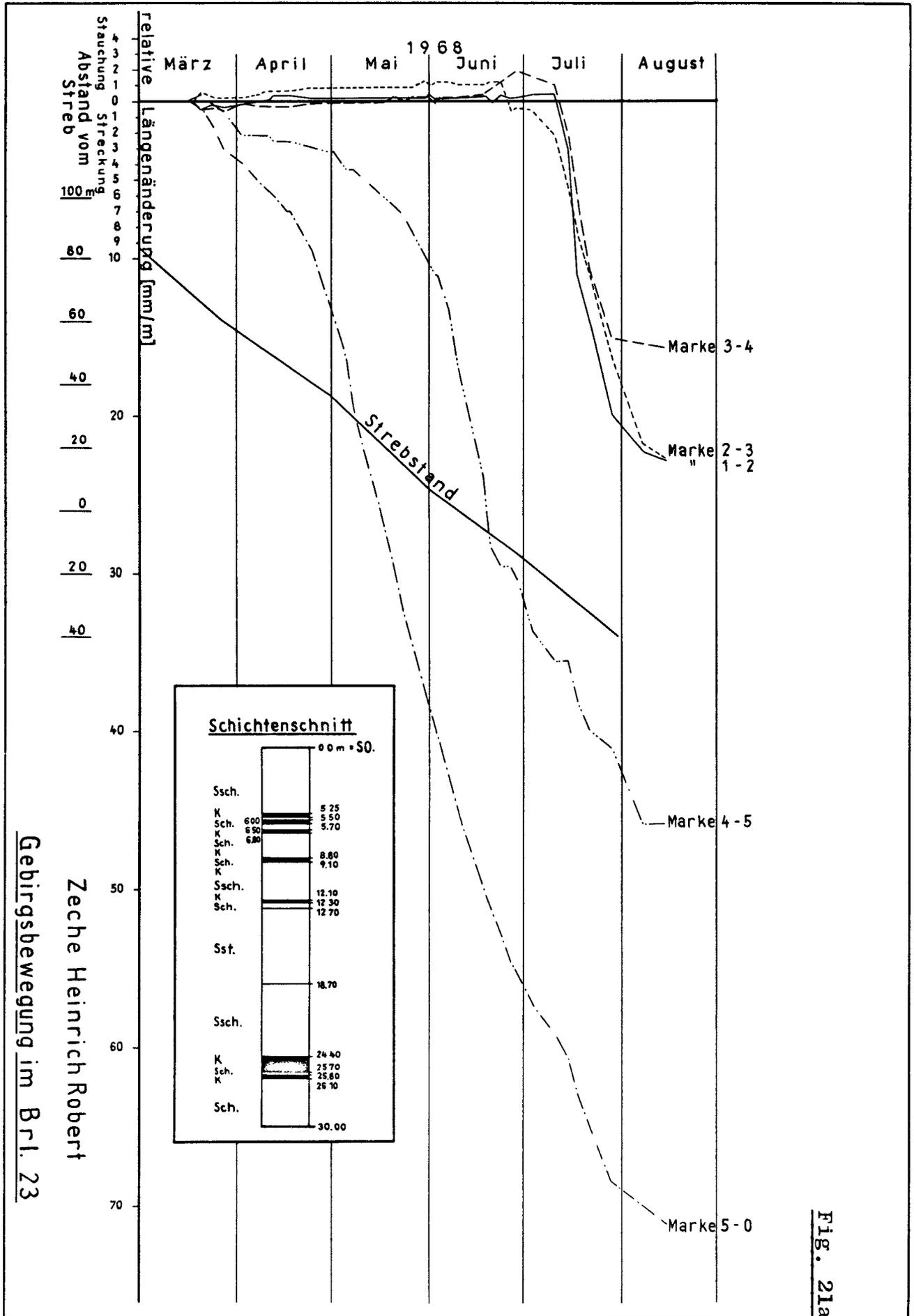


Fig. 21 : Siège Heinrich Robert AG
Mouvements de terrains dans le sondage 23

Fig. 21a : Siège Heinrich Robert AG
Mouvements de terrains dans le sondage 23

Légende

rel. Längenänderung	: variation relative de longueur
Abstand vom Streb	: éloignement de la taille
Längenänderung Flansch. Marke	: variation de longueur plateau-repère
anderer Zeitmassstab	: autre échelle de temps
keine Bewegung	: aucun mouvement
Streckensole durchgesenkt (teils Schiessarbeit)	: sole de la galerie rabasséné (partiellement à l'aide de tirs)
Strebstand	: position de la taille
Marke	: repère
Schnitte	: coupe
Ende der Beobachtung	: fin de l'examen
Beginn der Messung	: commencement de la mesure
rel. Längenänderung zwischen den Marken	: variation relative de longueur entre les repères
Stauchung	: raccourcissement
Streckung	: extension
Schichtenschnitt	: coupe des terrains



Gebirgsbewegung im Br. 23

Zeche Heinrich Robert

Fig. 21a

Légende

- 1) Plan 4e étage, voie en direction Est
 - Bohrloch : sondage
 - Sohle : sole
 - Firste : toit
 - Strebstand : position de la taille
 - Querschlag nach Süden : nouveau Sud

- 2) Längenschnitt : coupe longitudinale
(Firstpunkte) (points du toit)
 - Massstab für die Höhen : échelle pour les hauteurs
 - Massstab für die Längen : échelle pour les longueurs
 - Höhenunterschied : différence de hauteur
 - Zeichenerklärung : explication des signes
 - Pkt-Bezeichnung : désignation des points

- 3) Längenschnitt : coupe longitudinale
(Sohlenpunkte) (points de la sole)

Steinkohlenbergwerk Heinrich Robert AG
 Grundriß 4 Sohle, Richtstrecke nach Osten

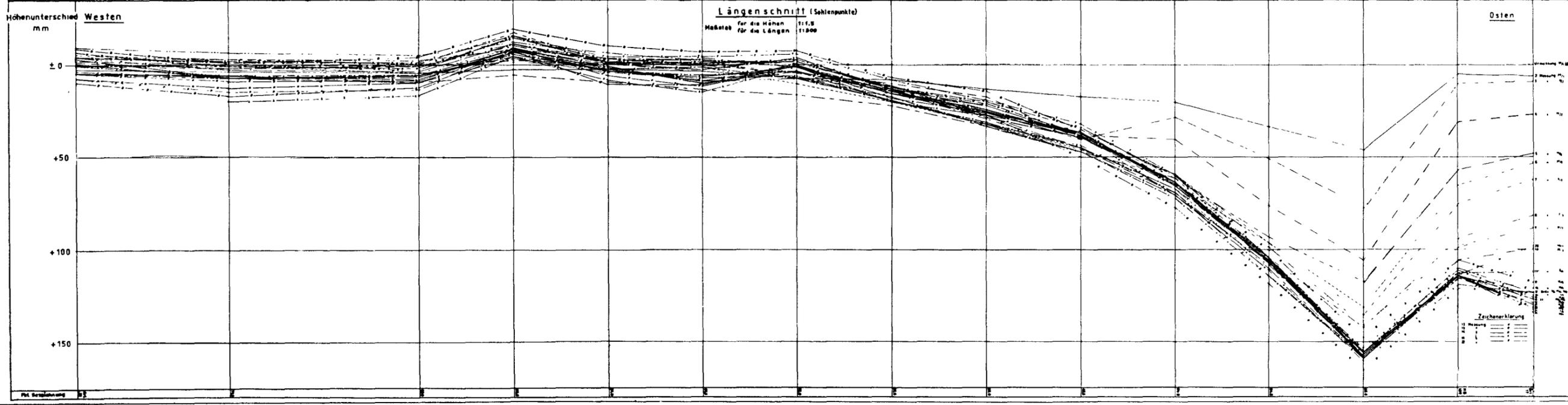
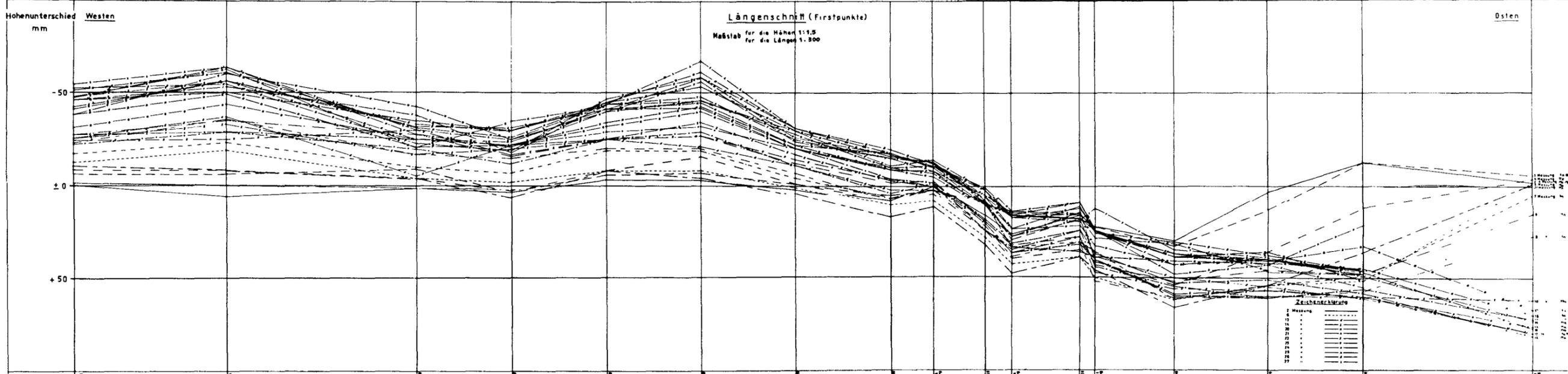
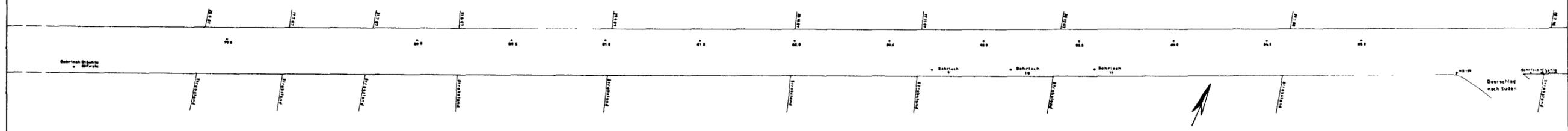


Fig. 22 : Mine Heinrich Robert AG

Légende

- 1) Plan 4e étage. Bouveau Nord
 - Bohrloch : sondage
 - Sohle : sole
 - Firste : toit
 - Strebstand : position de la taille
 - Querschlag nach Norden : bouveau nord

- 2) Längenschnitt : coupe longitudinale
(Firstpunkte) (points du toit)
 - Massstab für die Höhen : échelle pour les hauteurs
 - Massstab für die Längen : échelle pour les longueurs
 - Höhenunterschied : différence de hauteur
 - Zeichenerklärung : explication des signes
 - Pkt-Bezeichnung : désignation des points

- 3) Längenschnitt : coupe longitudinale
(Sohlenpunkte) (points de la sole)

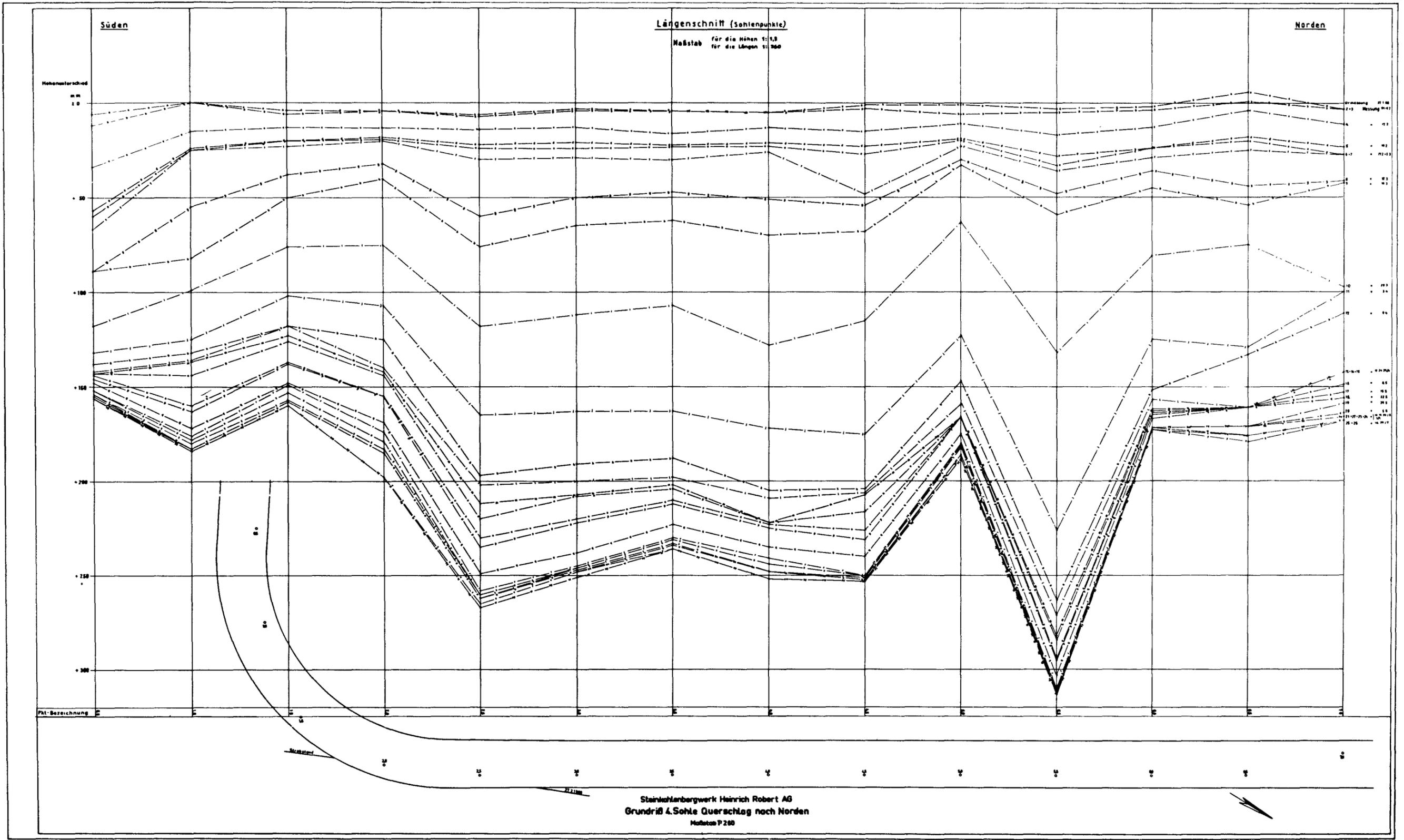


Fig. 23 : Mine Heinrich Robert AG

Légende

1) Plan 4e étage. Bouveau Sud.

Bohrloch : sondage
Sohle : sole
Firste : toit
Querschlag nach Süden : bouveau sud

2) Längenschnitt : coupe longitudinale
(Firstpunkte) (points du toit)

Massstab für die Höhen : échelle pour les hauteurs
Massstab für die Längen : échelle pour les longueurs
Höhenunterschied : différence de hauteur
Zeichenerklärung : explication des signes
Pkt-Bezeichnung : désignation des points

3) Längenschnitt : coupe longitudinale
(Sohlenpunkte) (points de la sole)

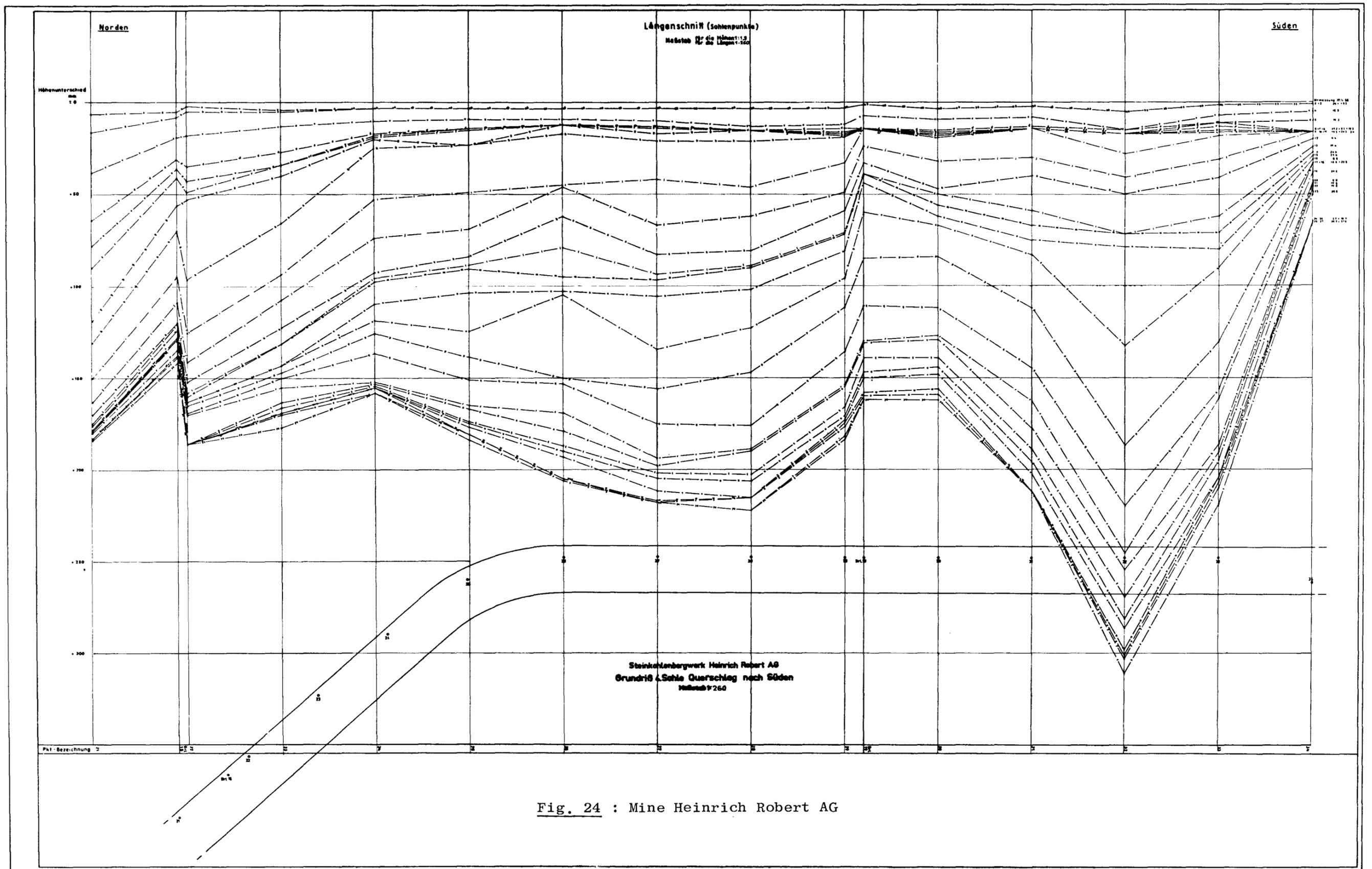
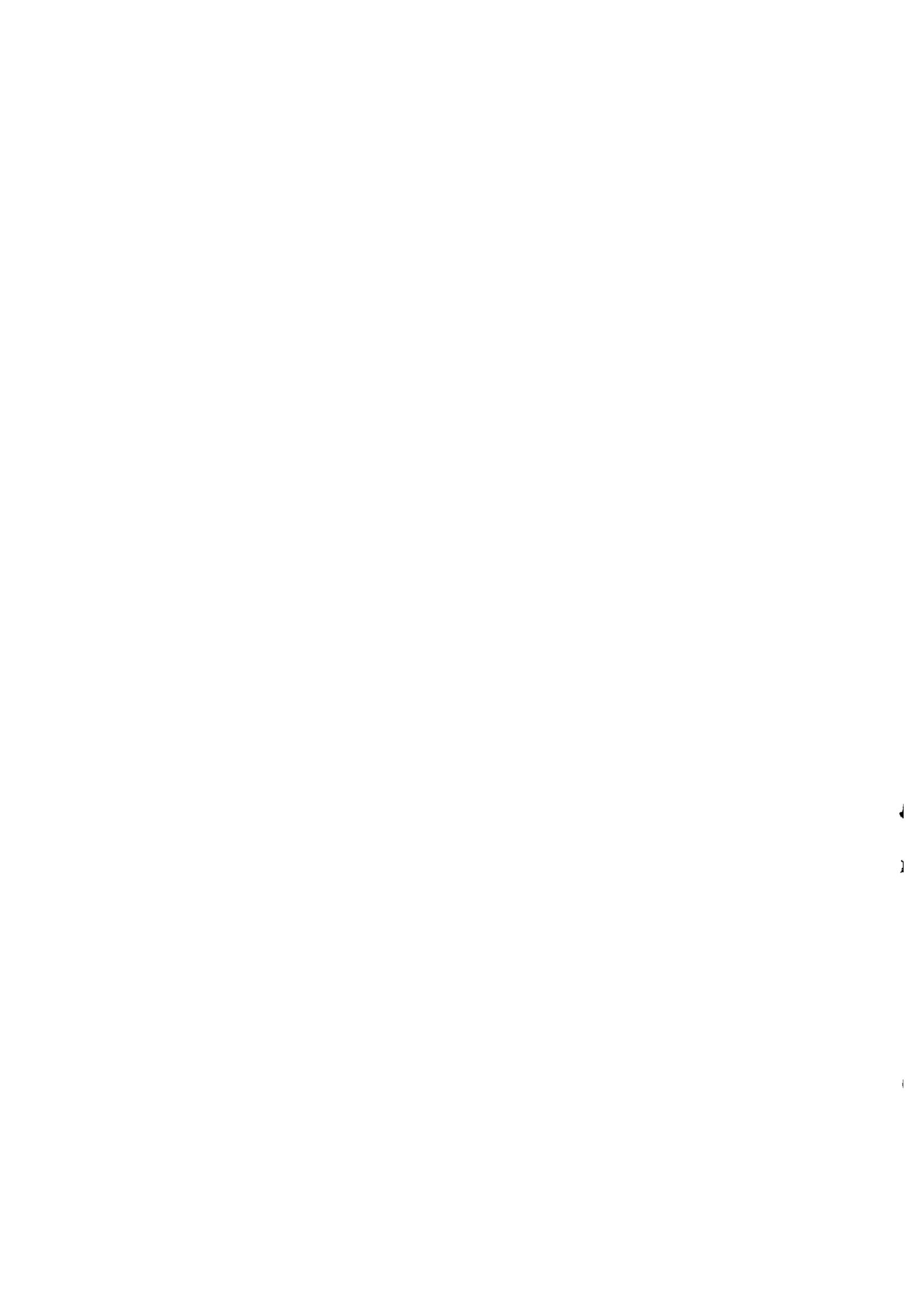


Fig. 24 : Mine Heinrich Robert AG



**Publications technico-économiques de la Commission
des Communautés européennes dans le domaine du charbon**

Doc n°	Titre	Annee	Langues	Prix en unités de compte
9591/1/59/1	Creusement rapide de galeries dans le rocher et dans le charbon	1959	a	2,50
6740/2/60/1	Mesures de rationalisation dans les charbonnages	1960	a, 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	a, f	3,00
	Le grisou et les moyens de le combattre			
	Deuxième journée d'information du 10 février 1967 à Luxembourg	1967	a, f	2,50
13909	Reunion technique de la commission de recherches charbon du 10 au 12 avril 1967 a Essen	1967	a, f	2,50
	Recueils de recherches Charbon			
11466/2/66/1	N° 1 Chargement des fours a coke avec du charbon prechauffe	1966	a, f, i, n	1,50
11734/2/66/1	N° 2 Combustion de charbon	1966	a, f, i, n	1,50
11735/2/66/1	N° 3 Inflammation et combustion de charbon gras sur grille	1966	a, f, i, n	1,50
12546/2/66/1	N° 4 Mecanisation du creusement au rocher — Machine de creusement des galeries SVM 40	1966	a, f	1,50
12633/2/66/1	N° 5 Chaudiere «Package» a tube d'eau a grille oscillante	1966	a, f	1,50
12634/2/66/1	N° 6 Chaudiere «Packard» a tube d'eau alimentee a charbon pulverise	1966	a, f	1,50
14057	N° 7 Degagements instantanes I — CERCHAR	1966	a, f	1,50
14059	N° 8 Degagements instantanes I — INCHAR	1966	a, f	1,50
3931	N° 9 Mise à l'épreuve de barrages et d'arrêts-barrages	1967	a, f	1,50
3936	N° 10 Telecontrôle et telecommande en taille havee	1967	a, f	1,50
4488	N° 12 Desulfuration des gaz de fumees des foyers au charbon	1969	a, f	1,50
4489	N° 13 Contraintes, mouvements et formation de cassures dans les roches encaissant les galeries en veine	1969	a, f, n	1,50
4490	N° 14 Chaudiere de chauffage central a coke	1969	a, f, n	1,50
15837	N° 15 Etude sur le tirage des cheminées sous l'influence de rafales de vent	1970	a, f, n	2,50
	N° 16 Recherches concernant les techniques de combustion des differentes categories de charbon dans les poeles et petites chaudières	1969	en preparation	
	N° 17 Soutenement mecanise I — Steinkohlenbergbauverein	1969	a, f	2,50
16085	N° 18 Telecommande et automatization des travaux souterrains dans les houilleres du Royaume-Uni et de la Communauté europeenne du charbon et de l'acier (Situation 1968)	1970	a, f	1,50
15745	N° 20 Recherches fondamentales sur la chimie et la physique des charbons et des cokes — Rapport de synthese 1963-1965	1968	a, f	3,50
4543	N° 21 Commandes hydrostatiques pour des installations d'abatage de charbon	1968	a, f, n	1,50
	N° 22 Recherches sur les pressions des terrains I — Steinkohlenbergbauverein	1969	a, f	1,50
4492	N° 23 Recherches sur les pressions des terrains I — CERCHAR — Rapport general	1968	a, f	1,50
	N° 24 Recherches concernant les mouvements de terrain au voisinage des galeries	1969	a, f, n	1,50
	N° 25 Mecanique des terrains houillers dans le cas de deformations planes	1969	a, f	5,50
4493	N° 26 Etude concernant le gisement, le degagement du grisou et les moyens de le combattre, effectuee dans les mines des Pays-Bas	1968	a, f, n	1,50
4494	N° 27 Etude des pressions de terrain en relation avec les degagements instantanes de grisou	1969	a, f, n	1,50
	N° 28 Cadres articules sur piles de bois	1969	f, n	1,00
15791	N° 29 Recherches fondamentales sur la chimie et la physique des charbons et des cokes — Rapport de synthese II 1965-1967	1969	a, f	1,50
16353	N° 30 Essais d'explosion avec des arrêts-barrages et des barrages d'isolement	1970	a, f	2,50
16409	N° 31 Expertise sur le creusement des galeries au rocher	1970	a, f	2,50
16490	N° 32 Utilisation des cendres volantes et du mâchefer de generateurs de vapeur chauffes au charbon	1970	a, f	1,50
	N° 33 La recherche charbonniere encouragee par la Communauté	1970	a, f, i, n	1,00
16878	N° 34 Le gisement et le degagement du grisou I — Rapport de synthese 1962-1968/Steinkohlenbergbauverein	1971	a, f	2,50
16879	N° 35 Le gisement et le degagement du grisou I — Rapport de synthese 1963-1968/INIEX	1971	a, f	2,50
16880	N° 36 Recherches fondamentales sur la chimie et la physique des charbons et des cokes — Rapport de synthese III 1967-1969	1970	a, f	3,50
	N° 37 Soutenement mecanise II — Rapport de synthese 1967-1969 — StBV		en preparation	
	N° 38 Sur la mecanique de la combustion du charbon — Rapport de synthese 1962-1970 — CERCHAR		en preparation	
EUR 4520	Technique et evolution dans le domaine de la cokefaction	1970	a, f, e	14,00
EUR 4533	Pression des terrains et soutienement dans les mines — Journees d'information	1970	a, f	16,00

Des exemplaires supplementaires du present recueil tout comme les publications mentionnees plus haut peuvent être commandes a

Office des publications officielles des Communautés europeennes
Case postale 1003
LUXEMBOURG

OFFICE DES PUBLICATIONS OFFICIELLES DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

16878/2/71/1