

**DIE ABBAUMETHODEN IM GRUBENBETRIEB DES  
STEIRISCHEN ERZBERGES**

von

**Otto Paidasch**

# Die Abbaumethoden im Grubenbetrieb des Steirischen Erzberges

Von Otto Paidasch\*)

## 1. Einleitung

Angeichts der großartigen Tagbaukulisse stellt sich automatisch die Frage:

Warum überhaupt Grubenbetrieb am Steirischen Erzberg? Die Gründe für eine untertägige Erzgewinnung waren zu verschiedenen Zeiten ganz unterschiedlich.

Die heutige Aufgabe des Grubenbetriebes ist die Gewinnung jener erzeichen Lagerstättenteile, die außerhalb der Tagbaugrenze liegen (Abb. 1).

## 2. Entwicklung des Abbaues

Da diese Lagerstättenteile keine getrennten Erzkörper darstellen, sondern durch den Christof-Hauptverwurf abgesetzte Bereiche der großen Lagerstätte sind, besteht mit dem Tagbau ein geologischer und räumlicher Zusammenhang, der bei der Wahl des Abbauverfahrens zu berücksichtigen war.

Es schied somit von vornherein jede Art von Bruchbau aus, da sich die Bruchzone bis in den Tagbau ausgewirkt und dort schwerste Schäden und Behinderungen verursacht hätte.

Die Überlegungen konzentrierten sich daher auf gebirgsschonendere Abbaumethoden mit Fremdversatz, wobei eine Reihe verschiedener Abbauverfahren erprobt wurde.

Als zielführend erwies sich der seit einigen Jahrzehnten angewandte querschlägig geführte Kammerbau mit schrägfirtenartigem Verhieb und Fremdversatz (Abb. 2).

Die Vorrichtungsarbeiten für diese Abbaumethode waren relativ einfach. Von einer im Hangenden aufgefahrenen Streichendstrecke wurden die Abbau Strecken verquerend, im Abstand von 12 m, bis zur Liegendgrenze vorgetrieben. Anschließend wurden Versatzaufbrüche zur 22 bis 24 m höher gelegenen, streichenden Versatzstrecke hochgebrochen und der Abbau konnte beginnen.

Die Wahl der Sohlenabstände und somit der Scheibenhöhe von 22 bis 24 m erfolgte in Anlehnung an die obertägigen Etagenhöhen, während der Abstand der Abbaukammern von 12 m, bei 9 m Kammerbreite und 3 m Pfeilerstärke, auf Grund ausländischer Erfahrungen übernommen wurde. Versuche mit Scheibenhöhen von 36 m brachten keinen Erfolg.

Die Bohrarbeit erfolgte in diesem „Firstenschräggabbau“ händisch mit Bohrhammer und Bohrstütze, während für die Wegfüllarbeit gleisgebundene Wurf schaufellader Salzgitter HL 300 und 1 m<sup>3</sup>-Muldenkipper zur Verfügung standen.

Diese Kombination war zwar arbeitsmäßig gut aufeinander abgestimmt, doch trotz des hohen Mannschaftsbedarfes nicht sehr leistungsfähig. Außerdem war beim händischen Abbau eine relativ große Steinfallgefahr gegeben.

\*) Anschrift des Verfassers: Bergverwalter Dipl.-Ing. Otto Paidasch, VOEST-Alpine Montan AG, Bergdirektion Eisenerz, A-8790 Eisenerz.

Da der Erzbedarf ständig zunahm, ging man zu größeren Gleisladern der Type Eimco 40 mit Ladeband über. Als Fördergeschirr verwendete man zuerst 1 m<sup>3</sup>-Salzgitterhunte, die in Kreiselschleppern entleert wurden. Auf Grund der vielen Störungen und dadurch vergleichsweise geringer Leistung rüstet man auf 2,5 m<sup>3</sup> Seitenselbstkipper um, die von 100 PS-Fahrdrahtlokomotiven gezogen wurden.

Um den Vorteil der größeren Hunte voll nutzen zu können, war es notwendig, die Abbaustrecken nachzureissen und ein Doppelgeleise zu verlegen.

Dafür war aber nun die händische Bohrleistung im Firstenschrägabbau zu gering und man mußte darangehen, eine leistungsfähigere Abbaumethode zu entwickeln. Nach mehreren Versuchen (einer der ersten Versuche wollte den Firstenschrägabbau mit vielen kurzen, händisch gebohrten Abschlügen auf einen Abschlag mit Langbohrlöchern umstellen) kam man zu dem im Prinzip noch heute angewandten verquerenden Kammerbau mit strossenartigem Vertrieb durch Langbohrlöcher und Fremdversatz, kurz Langlochabbau genannt (Abb. 3).

Diese Abbaumethode erforderte gegenüber dem Firstenschrägabbau, wegen der notwendigen Auf-fahrung der Kopfstrecken, einen höheren Aufwand an Vorrichtungsarbeit. Dieser Nachteil wird aber durch die vielen anderen Vorteile (Steinfallgefahr gering; Mechanisierung verschiedener Arbeitsgänge möglich) wieder kompensiert.

Für das Bohren der Langbohrlöcher, welche einen Durchmesser von 42 mm haben, werden Bohrwagen verwendet. Für die Staubbekämpfung beim Bohren wird sowohl die Wasserspülung als auch die Staubabsaugung eingesetzt.

Mit der Weiterentwicklung der gleislosen Grubengeräte wurden die Gleislader durch raupenfahrbare Joylader, die Förderhunte und Fahrdrahtlokomotiven durch schleppkabelgebundene elektrische Pendelwagen ersetzt.

Mit dem Einsetzen der LHD-Technik wurden auch die elektrisch betriebenen Joylader und Pendelwagen im Abbau durch dieselbetriebene Schaufelfahrlader ersetzt, die durch ihre Wendigkeit noch größere Leistungen erreichen.

### 3. Versatz

Das Einbringen des Versatzes, der ursprünglich aus gebrochenem Abraumaterial des Tagbaues bestand, erfolgte zuerst mit 1 m<sup>3</sup>-Muldenvorwärtsskippern und Diesellokomotiven.

In weiterer Folge boten sich als günstiger Versatz die gewaschenen Aufbereitungsberge an, die mit dem Pendelwagen bzw. dem Schaufelfahrlader eingebracht wurden.

### 4. Senkungen, Pfeilerbrüche

Durch diese großräumige Abbautätigkeit, die erforderlichen großen Streckenquerschnitte sowie die verringerte Stützwirkung des Versatzes auf die Pfeiler beim Langlochabbau ergaben sich Pfeilerverbrüche und Senkungen, die vor allem den Gleisabbau stark behinderten.

Man hatte aber bald erkannt, daß die vielen Pfeilerverbrüche in der Anfangszeit des Langlochabbaues darauf zurückzuführen waren, daß man die Abbaue oft gleichzeitig nebeneinander betrieb, dadurch die nur 3 m starken Pfeiler jeglicher Stützung beraubte und sie so zum Einknicken brachte.

Diese Pfeilerverbrüche konnten durch konsequentes Einhalten eines Abbauschemas, wonach zuerst nur jede zweite Kammer gebaut wurde und erst später die dazwischenliegenden Kammern in Angriff genommen wurden, stark vermindert werden. Ganz ausschalten lassen sich aber solche Fälle vor allem dann nicht, wenn tektonische Störungen mit Blättern und Gesteinsgrenzen ungünstig zusammentreffen.

Für den Abbau mit gleisgebundenen Geräten sind lange Abbaustrecken von Vorteil. Es wurden daher die einzelnen Felder so vorgerichtet, daß der Abbau vom Liegenden bis zum Hangenden ohne Unterbrechung geführt werden kann (Abb. 4).

Ausgehend von der Erfahrung, daß man je Ladegerät etwa 5 Abbaukammern benötigt und zur Verhinderung von Pfeilerverbrüchen anfangs nur jede zweite Kammer bauen kann, ergab sich ein Bedarf von rd. 15 – 20 Abbaukammern für die damalige Erzeugungshöhe und es wurde das gesamte Feld in Verhieb genommen.

Entsprechend langsam war dann auch die Abbau- bzw. Verhiebsgeschwindigkeit und es kam zu Senkungen im Abbaufeld.

Das Maximum der Senkungen trat in der Mitte des Abbaufeldes auf, wobei Spitzenwerte bis zu 50 cm pro Quartal gemessen und Gesamtwerte bis zu 3 m erreicht wurden (Abb. 5).

Die im Nebengestein liegenden Streichendstrecken (Hangendstrecke: Schiefer; Liegendstrecke: Kalkschiefer oder Übergangsporphyroid) sind zwar nicht abgesunken, kamen aber unter starken Setzungsdruck, wobei in vielen Fällen auch eine Sohlenhebung eintrat.

Zusätzlich wirkte sich auch der Niveauunterschied zwischen den Abbaustrecken und den Streichendstrecken nachteilig auf den Abbaubetrieb aus.

Während die Streichendstrecken in vielen Fällen so stark verbrochen sind, daß sie auch bei stärkster Zimmerung nicht mehr aufrechterhalten werden konnten, blieben die Abbaustrecken vor allem im Erz- und Zwischengutbereich – trotz der starken Absenkung relativ standfest. Es hat sich auch gezeigt, daß durch den Senkungsvorgang keine Spannungen im Gebirge aufgebaut worden sind, durch die es zu Bergschlägen oder ähnlichen Verbruchserscheinungen hätte kommen können.

Da man diese Senkungen als ursächlich für das Auftreten einer Reihe von Pfeilerverbrüchen sowie Durchbrüchen der Schwebe erachtete, hat die Bergbehörde unter Beiziehung eines Sachverständigen für das Markscheidewesen folgende Fragen zu klären versucht:

- 1) Wie ist im Grubenbetrieb die Standfestigkeit des Gebirges allgemein und darüberhinaus die Standfestigkeit der Pfeiler zwischen den Abbaukammern im Hinblick auf die Gebirgsbewegungen zu beurteilen?
- 2) Welche Untersuchungen sind nötig, um die Gebirgsbewegungen am zweckmäßigsten und objektivsten im Hinblick auf notwendig erscheinende Maßnahmen zu erfassen?

Vom Sachverständigen wurde – zur Beantwortung dieser Fragen der Vorschlag gemacht, die vom Grubenbetrieb bereits vorgenommenen Höhenmessungen systematisch alle 3 Monate durchzuführen und die Meßpunkte zu Meßketten auszuweiten. Von der geol. Abteilung sollten markante Störungen in ihrer Ausdehnung nach oben und in die Tiefe verfolgt werden.

Einer Anregung von Prof. C l a r folgend, sollte auch der Frage nachgegangen werden, ob bei den festgestellten Gebirgsbewegungen noch Auswirkungen eines Talzuschubes zu berücksichtigen sind.

Nachdem in den nächsten 2 1/2 Jahren systematisch gemessen worden war, konnte das Vorhandensein eines Talzuschubes ausgeklammert werden; Lösungsvorschläge für das Senkungsproblem konnten vorderhand noch nicht erstellt werden.

Da die Bergdirektion der Meinung war, daß die Lösung des Problems eher auf der geologischen Seite liege und die vorhandenen Meßdaten dazu ausreichen müßten, wurde mit Zustimmung der Bergbehörde ein geologischer Sachverständiger mit dieser Aufgabe betraut. In seinem „Gutachten über die Senkungserscheinungen im Grubenbetrieb des Steirischen Erzberges und deren Folgerungen für den weiteren Abbau“ kam er zu folgenden Erkenntnissen:

- 1) Das Studium der Senkungserscheinungen und die Analyse der einschlägigen Meßdaten läßt als auslösende Ursache für die hier auftretenden Senkungen und die sie begleitenden Erscheinungen die verhältnismäßig vielen offenen Abbauräume erkennen, wobei eine räumliche und zeitliche Beziehung der Senkungsbereiche zur Lage und Entstehung von Abbauräumen gegeben ist.
- 2) Im Großen läßt sich dabei im SSW des Grubenfeldes ein älteres Senkungssystem auf die Auszierung der Sohlen von Dreikönig aufwärts beziehen. Ein jüngeres Senkungssystem, dessen maximale Senkungsbereiche weiter im NNE liegen, erstreckt sich von Dreikönig abwärts bis Elias, mit Einzelverbrüchen bis Schiller.

- 3) Da aktive Tektonik und ein Talzusub als Ursache lebendigen Gebirgsdruckes ausscheiden, können die Senkungs- und Verbruchserscheinungen nur als Abbaufolge angesehen werden. Die unter den Punkten 1) und 2) vermerkten Beziehungen stellen also kausale Zusammenhänge dar.
- 4) Die ersten Spuren aktiv werdender Gebirgsbewegungen zeigen sich immer zuerst an den Grenzen verschieden reagierender Gesteine, in weichen Schieferlagen (bes. Graphitschiefer), an schon tektonisch vorgegebenen Bruchzonen oder in der Scharung mehrerer Schwächebereiche. Der Gesamtmechanismus der Senkungs- und Verbruchsvorgänge wird vom vorgegebenen, steilflächigen tektonischen Bau des Gebirges entscheidend gelenkt, wobei steile Schwächezonen (Störungen u.a.) sowie steilstehende Grenzzonen zwischen bildsamen und starren Gesteinen bevorzugte Bewegungsbahnen abgeben.
- Die Steilflächigkeit des Baues verhindert dabei eine seitliche Ausweitung der Senkungsräume nach oben im Sinne der trichterförmigen Erweiterung, wie sie in flachliegenden Schichtprofilen aufzutreten pflegt. So haben die Senkungen nirgends auf den massigen Liegendporphyroid übergegriffen.
- 5) Senkungen und Verbrüche greifen ihrer Entstehung entsprechend aus den tiefer liegenden Abbaufeldern nach oben weiter, wobei bis zum Eintritt zerstörender Folgen bzw. flächenhaft ausgedehnter Senkungen vielfach eine Zeitspanne bis zu 2 Jahren zu bemerken ist.
- Diese unter anderem auf die gegenseitige Verspannung der Einzel-Gesteinskörper des Gebirges rückführbare Reaktionsträgheit kann aber nicht als allgemein verlässliche Richtzeit verwendet werden.
- Die starke tektonische Inanspruchnahme des Gebirges hat in gleichen Gesteinen durchaus unterschiedliche lokale Verhältnisse geschaffen. Dadurch reagieren etwa Scharungen mehrerer Schwächezonen aller Art rascher als ihre Nachbarschaft, wo z. B. vorgeordnete Strecken im Erz überraschend lange ohne Veränderung stehen.
- Auch vorher bereits aufgelockertes Gebirge wird schnell durch tiefer liegende Abbaue in Bewegung geraten, wobei durch mehrere Sohlen durchreißende Bruchzonen besonders schnell aktiviert werden. Ältere Senkungsräume, die zum Stillstand gekommen sind, stehen nur in labilem Zustand.
- 6) Die über ausgedehnten Auserzungszonen stehengelassenen Schweben vermögen nur kurze Zeit dem Druck des darüberlastenden Gebirges standzuhalten. Wenn sie in die Absenkungen des Gebirges mit einbezogen werden, reißen sie an vorgegebenen Schwächestellen durch und verlieren ihre tragende Funktion.

Aus den vorangeführten Erkenntnissen und den weiteren Überlegungen ergaben sich für den künftigen Abbau in der Grube folgende grundsätzliche Folgerungen:

- 1) Beschränkung der durch die Auserzung erzeugten offenen Hohlräume auf das unvermeidbare Minimum, sowohl hinsichtlich der Volumina der Einzelhohlräume als auch hinsichtlich ihrer Anzahl und flächenhaften Verbreitung.
  - 2) Wo den Schweben über ihre tragende Funktion hinaus keine weitere langfristige technische Bedeutung zukommt, können sie mit abgebaut werden.
  - 3) Mit Rücksicht auf die maximal mit 2 Jahren zu bemessende Reaktionszeit des Gebirges, besonders bei aufgelockertem und labilem Dachgebirge, müssen Auserzung und Versatzeinbringung möglichst rasch erfolgen (Wettlauf mit dem Gebirgsdruck!!).
- Dies wird von der Wahl der Abbaumethode, der Dimensionierung der in Abbau stehenden Feldesteile, von einem entsprechenden Geräte-Einsatz und einem wohldurchdachten Taktbetrieb abhängig sein.
- 4) Den geologischen Vorbedingungen entsprechend muß die E-W-Richtung für Vorrichtung und Abbau als günstig bezeichnet werden.

Um den Wettlauf mit dem Gebirgsdruck zu gewinnen, war es also erforderlich, den Abbau so zu beschleunigen, daß man den Auswirkungen der Senkungen entgeht. Möglich war dies nur durch Konzentration, d.h. den Abbau auf eine kleinere Feldesfläche zu konzentrieren und diese schneller abzubauen. Da aber die Anzahl der Angriffspunkte je Lademaschine vorgegeben ist, konnte die Konzentration nur durch Änderung der Vorrichtung erreicht werden (Abb. 6).

Durch Auffahren einer Mittelstrecke war ein zweiflügeliger Abbau vom Liegenden und Hangenden zu dieser Mittelstrecke möglich. Dadurch ergab sich die doppelte Anzahl von Angriffspunkten und es war nur mehr die halbe Feldesfläche notwendig.

Die so geschaffenen Abbaustreifen (Abb. 7) umfaßten etwa ein Viertel der Lagerstätte bzw. die Hälfte eines Feldes und wurden einer nach dem anderen von der untersten bis zur obersten Scheibe abgebaut.

Durch Vereinigung der beiden Gruben und Umstellung des Abbaubetriebes auf gleislose Geräte konnte auch die vorgesehene Schwebelänge abgebaut werden.

Eine weitere Verbesserung brachte die Verlegung der streichenden Hangend- und Liegendstrecke vom Nebengestein in den Erzkörper. Dadurch wurden sie in den Senkungsmechanismus einbezogen und blieben von größeren Zerstörungen verschont. Alle diese Maßnahmen und Umstellungen haben sich gut bewährt und die Auswirkungen der Senkungen sind erheblich zurückgegangen.

Die Entwicklung und der weitere Verlauf der Senkungen wurde auch weiterhin durch Messungen kontrolliert. Eine sehr interessante Meßreihe war im Hauptquerschlag Wegstollen situiert, da hier noch lange nach Beendigung des Abbaubetriebes Senkungsbeobachtungen durchgeführt werden konnten (Abb. 8 und Abb. 9).

Aus der Senkungskurve, die dem üblichen Senkungsverlauf entspricht, kann man noch folgendes erkennen:

- 1) Das etwas stärkere Absinken auf der Hangendseite im Bereiche von Kluftscharungen.
- 2) Der gut ausgeprägte Abriß an der Gesteinsgrenze im Liegenden und
- 3) das Fehlen jeglicher Restpfeilerwirkung im Kurvenverlauf, was auf die schon hingewiesene „Gutmütigkeit“ unseres Gebirges deutet.

## 5. Änderung der Abbau-Dimensionen

### 5.1. Vergrößerung der Kammerbreite

Nachdem sich die Lösungsvorschläge zur Verringerung der Senkungen im Abbau auch praktisch bewährt haben, wollte man als nächsten Schritt verschiedene Möglichkeiten zur Erhöhung des Abbau-Ausbringens untersuchen.

Der im Grubenbetrieb angewandte verquerende Kammerbau mit Kammerbreiten von 9 m und Pfeilerstärken von 3 m arbeitet mit theoretischen Abbauverlusten von 25 %; die tatsächlichen Abbauverluste liegen aber noch höher.

Eine Änderung der Abbaumethode hat sich schon im Diskussionsstadium als unzweckmäßig erwiesen.

Bei grundsätzlicher Beibehaltung der derzeitigen Abbaumethode wäre aber eine Verminderung der Abbauverluste nur durch Vergrößerung der Kammerbreite bei gleichbleibender Pfeilerstärke und Scheibenhöhe möglich.

Da über das Verhalten unseres Gebirges bei größeren Kammerbreiten kaum Erfahrungen vorliegen, war es zunächst vorgesehen, drei Abbaue über zwei Scheiben mit einer Kammerbreite von 10 m als Versuchsabbau zu führen. Entsprechend den 10 m Kammerbreite mußten die Abbau- und Kopfstrecken mit 13 m Achsabstand aufgefahren werden (Abb. 10).

Im Zuge des Versuchsabbaues sollte neben der reinen Beobachtung des Gebirgsverhaltens auch durch Messung gebirgsmechanisch relevanter Daten versucht werden, über Gesteins- und Gebirgsfestigkeiten weitere Aussagen bezüglich der Belastbarkeit von Pfeilern und Firste zu gewinnen.

Vom Sachverständigen wurde dazu – in Abstimmung mit dem Betrieb – folgendes Arbeitsprogramm vorgelegt.

- 1) Die Ermittlung des derzeitigen und künftigen Belastungszustandes in den Pfeilern und Firsten soll auf rechnerischem Wege erfolgen, weil die Genauigkeit meßtechnischer Daten einen Streubereich aufweist, welcher über denjenigen hinausgeht, der bei der Kammererweiterung um 1 m für die Belastungsänderung zu erwarten ist.
- 2) Die Tragfähigkeit von Pfeilern und Firsten soll über die Gesteinsfestigkeit ermittelt und über das tektonische Gefüge zur Gebirgsfestigkeit korrigiert werden. Dazu ist vorgesehen:
  - a) Gewinnung von Bohrkernen aus allen Hauptgesteinstypen und zu Vergleichszwecken jeweils aus dem bisherigen Abbau, dem Versuchsabbau sowie dem künftigen Abbaubereich.
  - b) Bestimmung folgender Gesteinseigenschaften:  
Einachsige Druckfestigkeit, Zugfestigkeit, dreiachsige Druckfestigkeit, Elastizitätsmodul und Poisson'sche Zahl.
  - c) Gefügekundliche Aufnahme des Probenahmebereiches.
- 3) Zum Zwecke der Messung des Versatzwiderstandes gegen die Pfeilerverformung sollen Druckkissen eingebaut und die Druckentwicklung beobachtet werden.
- 4) In die Pfeiler der Versuchsabbau sollen Extensometer eingebracht werden, um Stauchungen in den Pfeilern während und nach dem Abbau zahlenmäßig erfassen zu können.

Die 3 Versuchsabbau sind planmäßig in Betrieb gegangen und auch die Punkte 2) und 4) des Arbeitsprogramms waren schon erledigt. Kurz bevor der Abbaustand in den Versuchsabbauen den Einbau der Druckkissen erlaubte (Punkt 3), kam es zu einem tödlichen Arbeitsunfall und die Berghauptmannschaft hat aus Sicherheitsgründen die Fortführung des Abbaubetriebes als Versuch mit 10 m Kammerbreite untersagt.

Da mit den vorhandenen Meßdaten keine endgültige Aussage über eine mögliche Kammerverbreiterung zu machen war, wurde auch auf eine Auswertung der Einzelergebnisse verzichtet und das gesamte Projekt zu den Akten gelegt.

## 5.2. Verringerung des Achsabstandes

Im Gegensatz zur Grube Elias-Liedemann mit ihren Scheibenhöhen von 21 – 23 m wird die Grube Etage I in Scheiben zu einer Höhe von je 19,2 m und in eine Scheibe – die sogenannte Schwebel – mit 8 m unterteilt (Abb. 11).

Da sich das zur Zeit bei einer Scheibenhöhe von 21 – 23 m in Anwendung befindliche Bohrschema nicht wesentlich ändern läßt, sich aber bedingt durch die niedrigere Scheibenhöhe in der Grube Etage I, bei einem Abbauabstand von 12 m, auf das Volumenausbringen sehr nachteilig auswirkt, mußte aus wirtschaftlichen Überlegungen eine Änderung gefunden werden (Abb. 12).

Um die bestehende Abbaubreite von rd. 8,50 m beibehalten zu können, müßten die Rahmenlöcher bei der Langlochbohrung von oben um 3° stärker nach außen geneigt werden, d.h. von 7,5° auf 10,5°. Sprengtechnisch hätte sich dies ohne weiteres durchführen lassen, es müßte lediglich bei jedem Abschlag um ein Bohrloch mehr gebohrt werden. Die Praxis zeigte aber, daß die 7,5° Neigung nach außen nicht überschritten werden darf, denn dadurch werden ungünstige Überhänge geschaffen, die zu häufigen Pfeilerbrüchen führen.

Um den großen Abbauverlusten entgegenzutreten bleibt also nur die Möglichkeit, die Abbauabstände zu verringern. Wie aus der Projektion zu ersehen ist, liegt der günstigste Abstand bei 11 m. Denn bei dieser Distanz wird die vorgeschriebene Stärke des Pfeilers (3 m) nicht angegriffen und die Abbaubreite, die dann bei etwas unter 8 m liegt, gestattet ein relativ sicheres Arbeiten.

Der Mehraufwand an Vorrichtungsarbeiten von ca. 8 % würde aber durch die Verringerung der Abbauverluste um ca. 1 Million Tonnen und die dadurch bedingte Verlängerung der Lebensdauer der Grube Etage I um rd. 9 Monate wieder wettgemacht.

Durch eine Veränderung der Achsabstände von 12 m auf 11 m in der Grube Etage I entsteht eine Verschiebung der Kammern und Bergfesten gegenüber der Situation in der Grube Elias-Liedemann, deren Extremform so geartet sein kann, daß unter einer Kammer in der Grube Elias-Liedemann eine Bergfeste der Grube Etage I zu liegen kommt (Abb. 13).

Hiedurch ändert sich der Kraftlinienfluß in der Schweben in einer Form, die durch konventionelle Methoden der Mechanik nicht erfaßbar ist, für die Stabilität des Gebirges aber vielleicht von Nachteil sein könnte.

Die Beurteilung dieses veränderten Spannungsverlaufes wurde von einem Sachverständigen durchgeführt.

Als Methode der Spannungsanalyse wurde die Methode der endlichen Elemente herangezogen. Dazu wurden zwei Ausschnitte aus der Schweben zwischen der Grube Elias-Liedemann und der Grube Etage I gewählt, die den Extremfällen der Abbaukonfiguration entsprechen, nämlich den Fall des Modells I für die Lage der Kammern untereinander (= Koinzidenz der Bergfestenachsen) mit 12 m Achsabstand (Abb. 14) und den Fall des Modells II für die Versetzung der Bergfesten der Grube Etage I unter die Kammern der Grube Elias-Liedemann (Abb. 15).

Entsprechend dieser Problemstellung war es Aufgabe des Gutachters, einen Vergleich der Spannungsfelder in den zwei Modellen vorzunehmen, um daraus auf die Veränderung des Stabilitätszustandes zu schließen.

Als Ergebnis dieser Spannungsstudie kann festgehalten werden:

- 1) Wenn man von den Spannungskonzentrationen in den Kammerecken absieht, die im realen Gebirge meist durch Nachgeben oder Nachbrechen abgebaut werden, so bilden sich für beide Modelle die größten Hauptnormalspannungen und maximalen Schubspannungen nicht in der Schweben aus, sondern in den Pfeilern. Die Schweben erscheint daher nicht als gefährdeter Teil in der gesamten Abbaukonfiguration.
- 2) Die aufscheinenden Druckspannungen (max.  $451 \text{ kp/cm}^2$ ) liegen unter den meisten Festigkeitswerten, wie sie im Labor Ginzling ermittelt wurden.  
Die aufscheinenden maximalen Schubspannungen, welche jedoch in ihren Höchstwerten nur in den Pfeilern auftreten (max.  $170 \text{ kp/cm}^2$ ) liegen im Bereich der Festigkeitswerte. Diese Tatsache steht auch im Einklang mit der starken Bergfestenkonvergenz, die im Betrieb beobachtet wird.
- 3) Zugspannungen treten nur in der Firste der Kopfstrecken auf. Hierbei weist das Modell I Beträge auf, die mit dem Wert von  $7 \text{ kp/cm}^2$  unter der geringsten Festigkeit von  $33 \text{ kp/cm}^2$  liegen. Das Modell II jedoch weist in der Firstenmitte einen Betrag von  $55 \text{ kp/cm}^2$  auf. Dadurch könnte örtlich in der Grube die Zugfestigkeit übertroffen werden und es zu Rißbildungen und Steinfällen aus der Firste kommen.

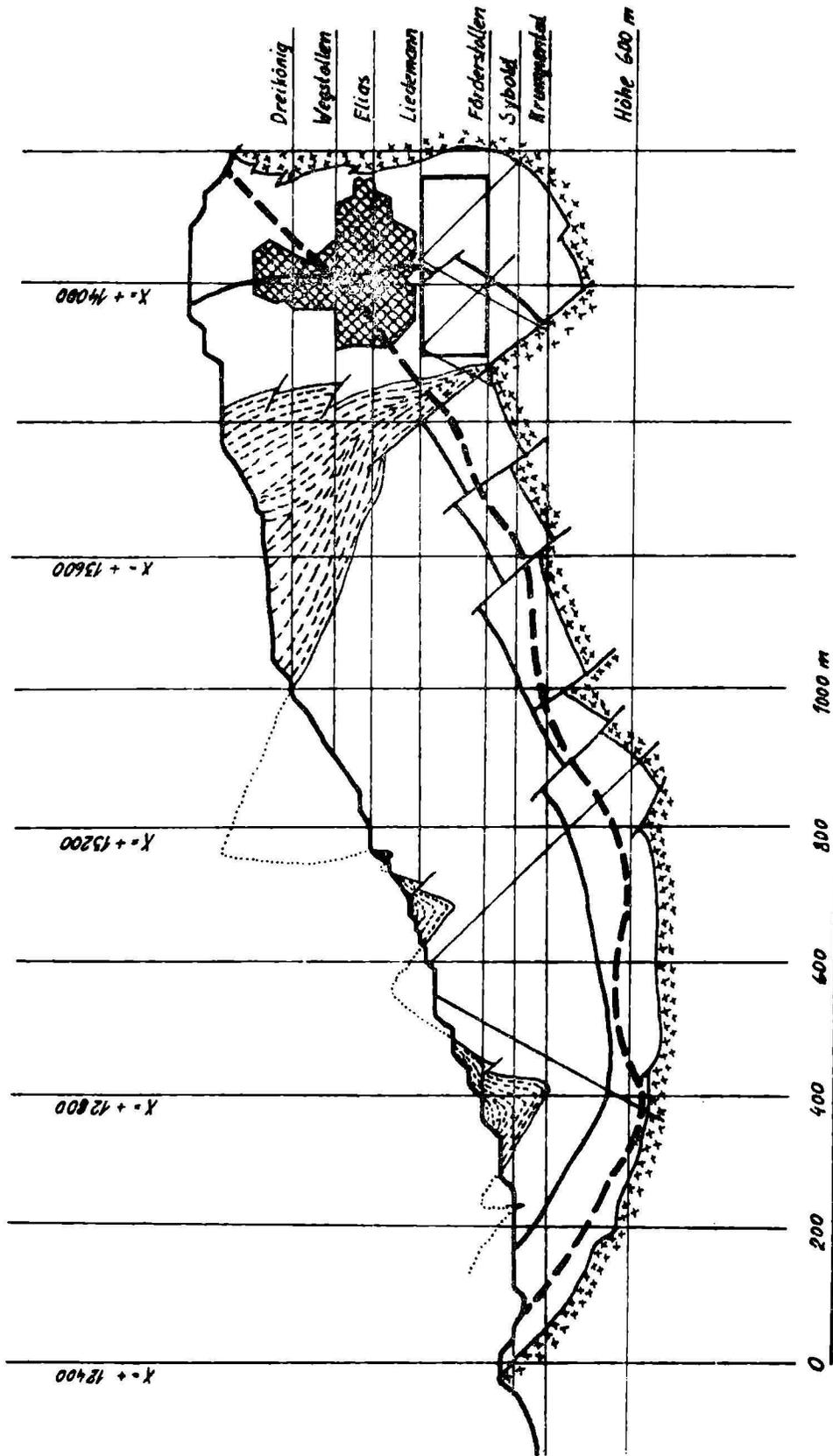
Auf Grund dieser positiven Aussage wurde uns von der Berghauptmannschaft die Genehmigung erteilt, den Abstand der Abbauachsen in der Grube Etage I mit 11 m zu bemessen.

Die bisherigen Erfahrungen nach 2 Jahren Abbaubetrieb bestätigen die Ergebnisse des Gutachters.

Abb. 1

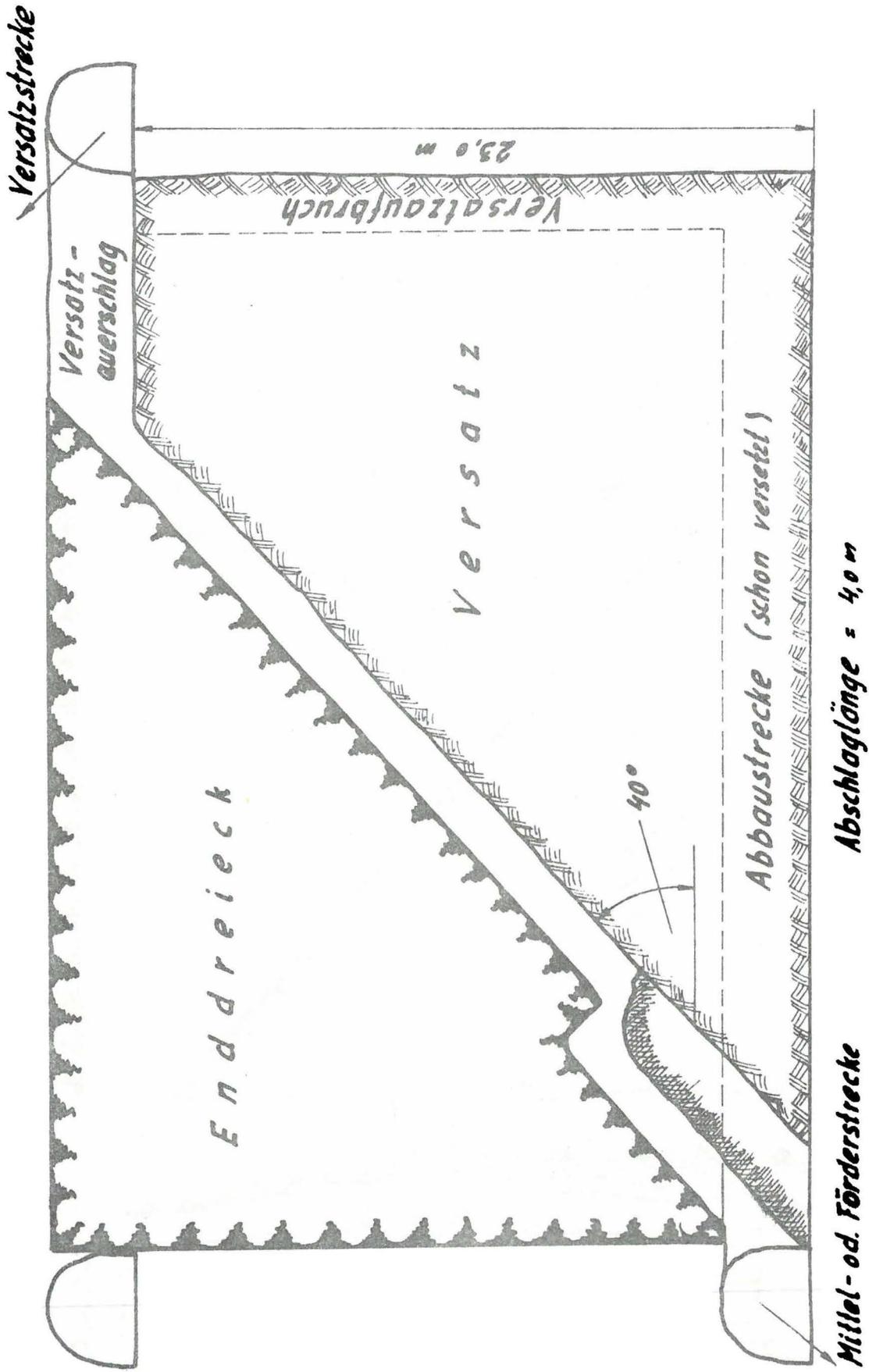
W-E Richtung

Saigerschnitt in Y - 2500



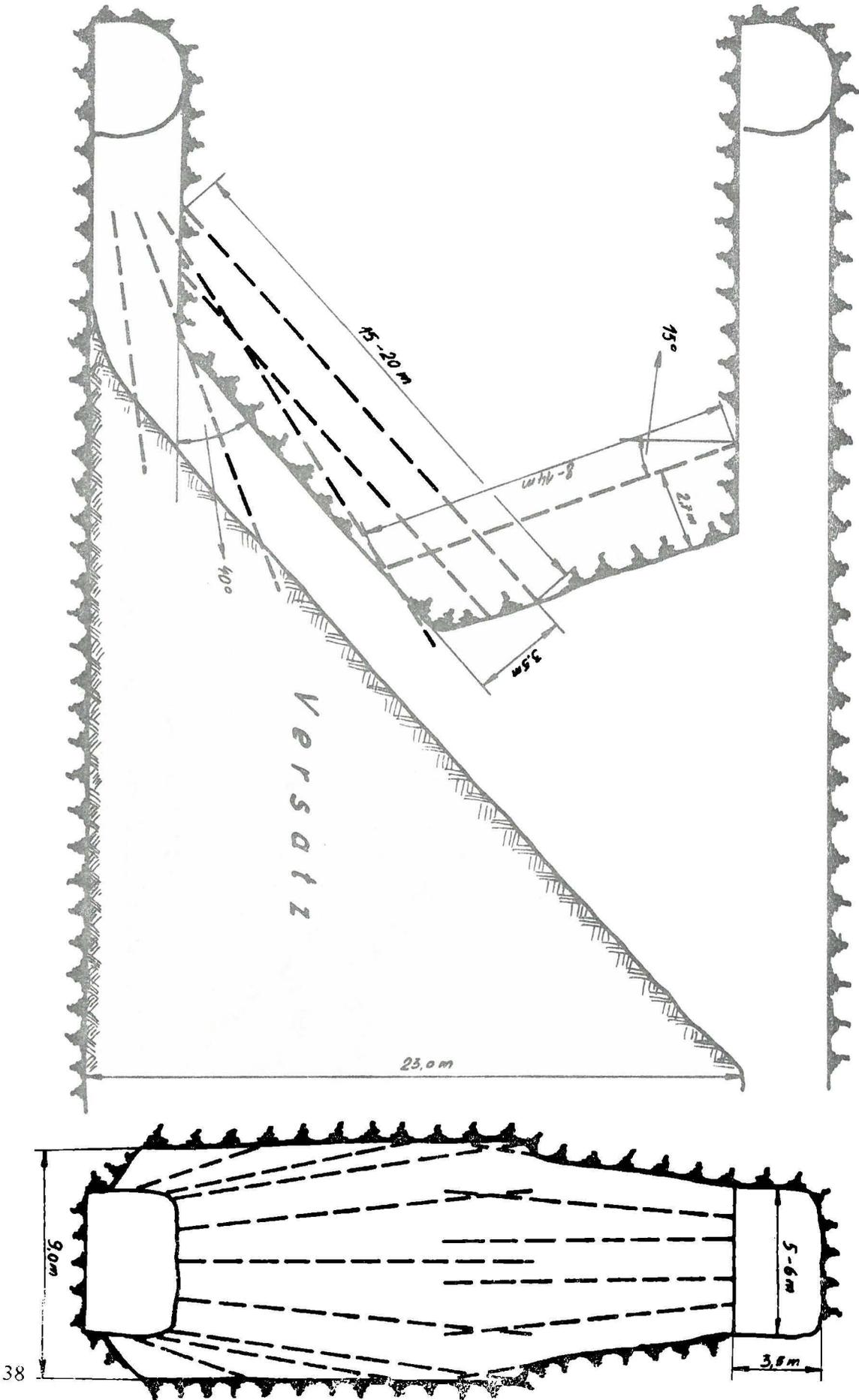
VOEST-ALPINE AG Steirischer Erzberg

*Firstenschrägabbau - Schematische Darstellung*



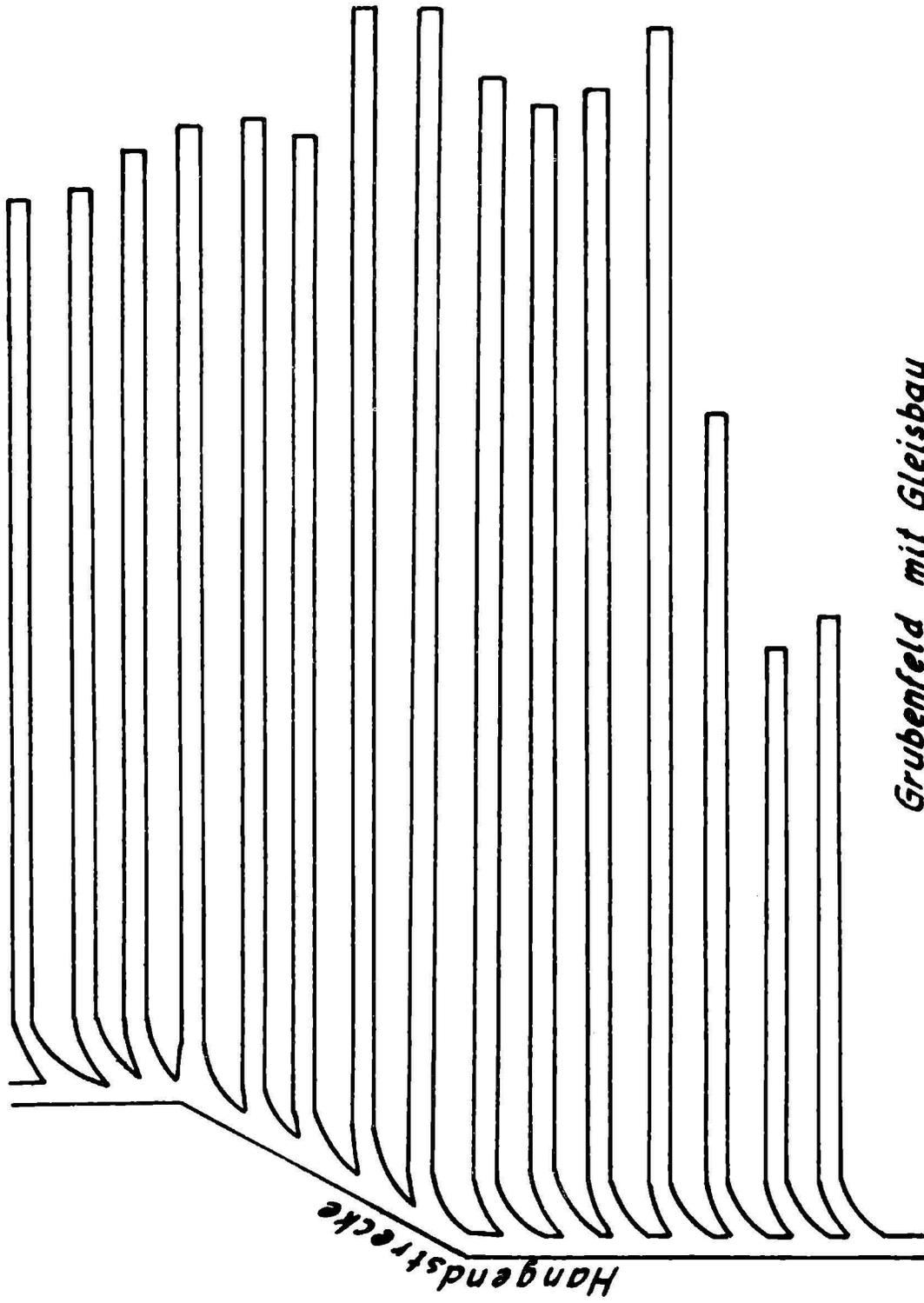
**Abb. 2**

Abb. 3



Bohrschema beim Langlochbau

Abb. 4

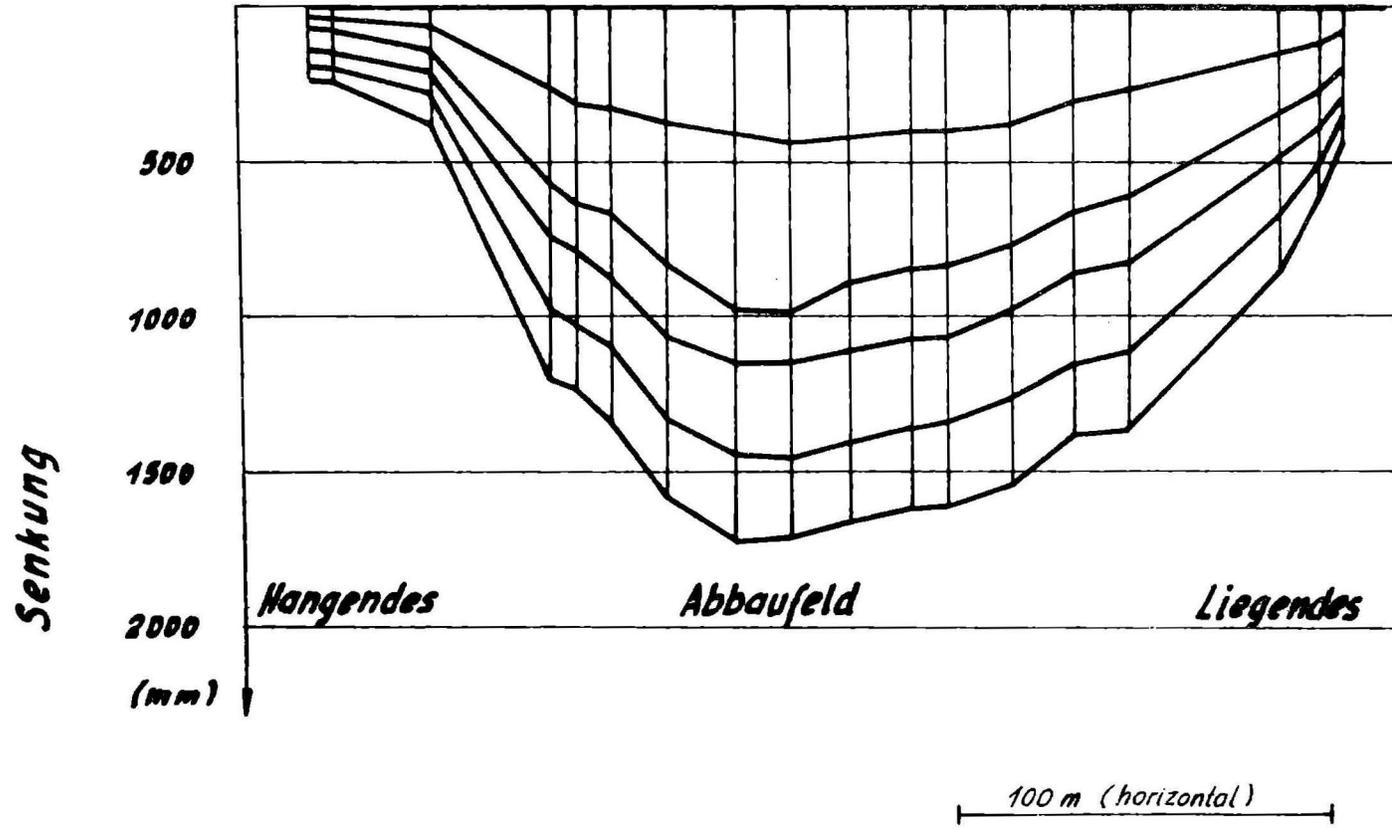


*Grubenfeld mit Gleisbau*

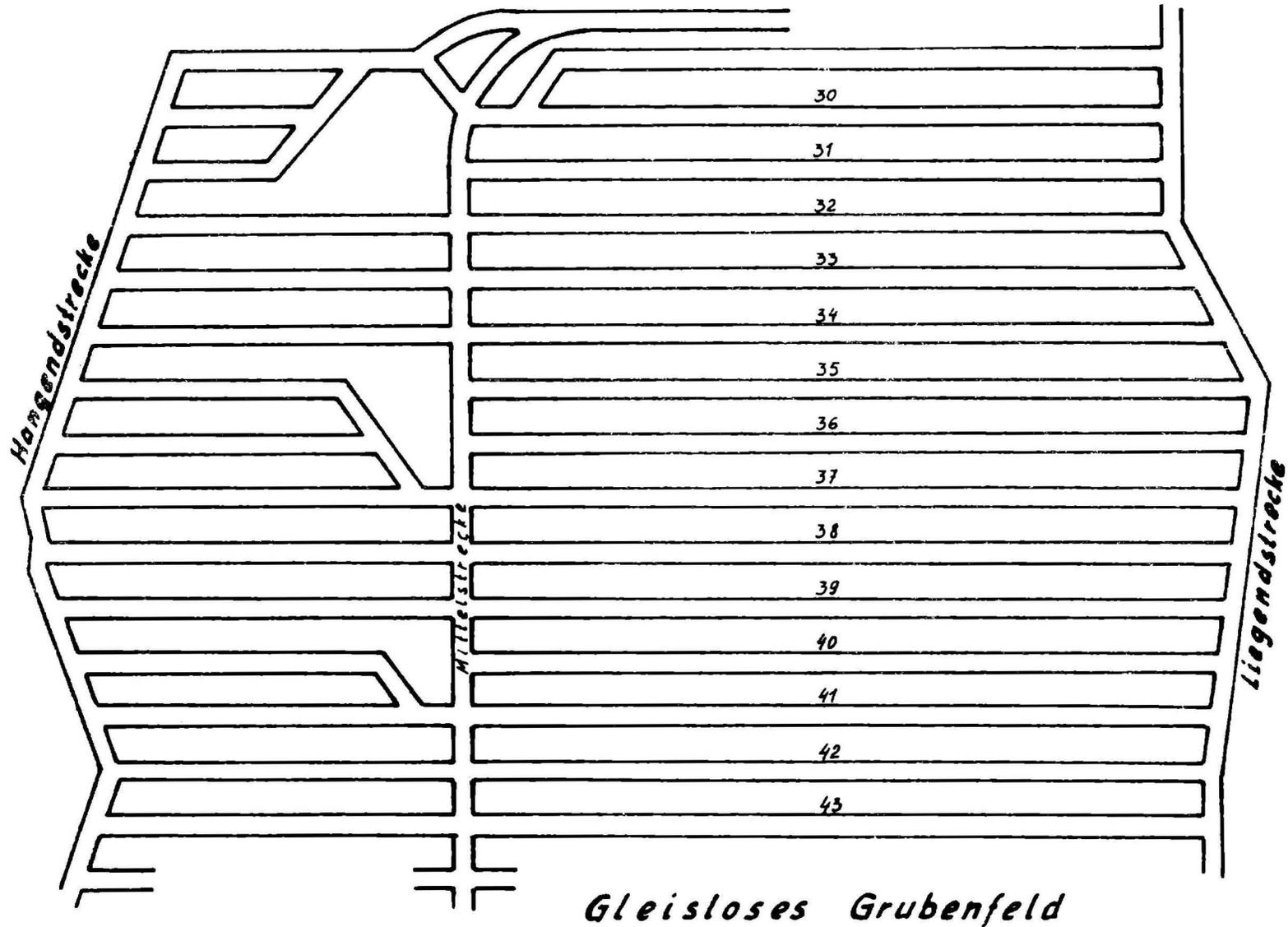
**VOEST ALPINE AG Steirischer Erzberg**

### Senkungsverlauf über einem Abbaufeld (Abstand der Messungen: 6 Monate)

Abb. 5



VOEST-ALPINE AG Steirischer Erzberg



*Gleisloses Grubenfeld*

*Abb. 6*

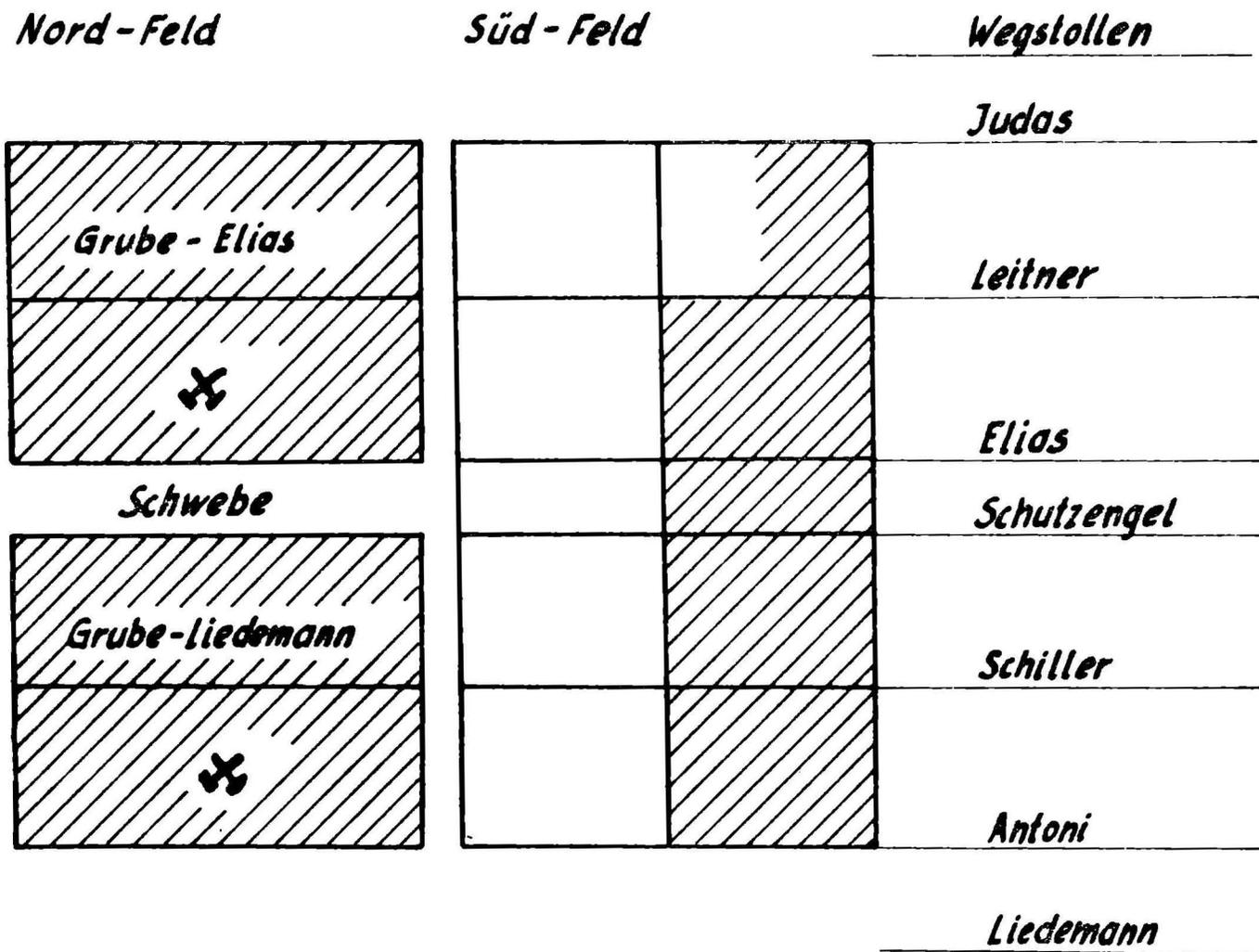


Abb. 7

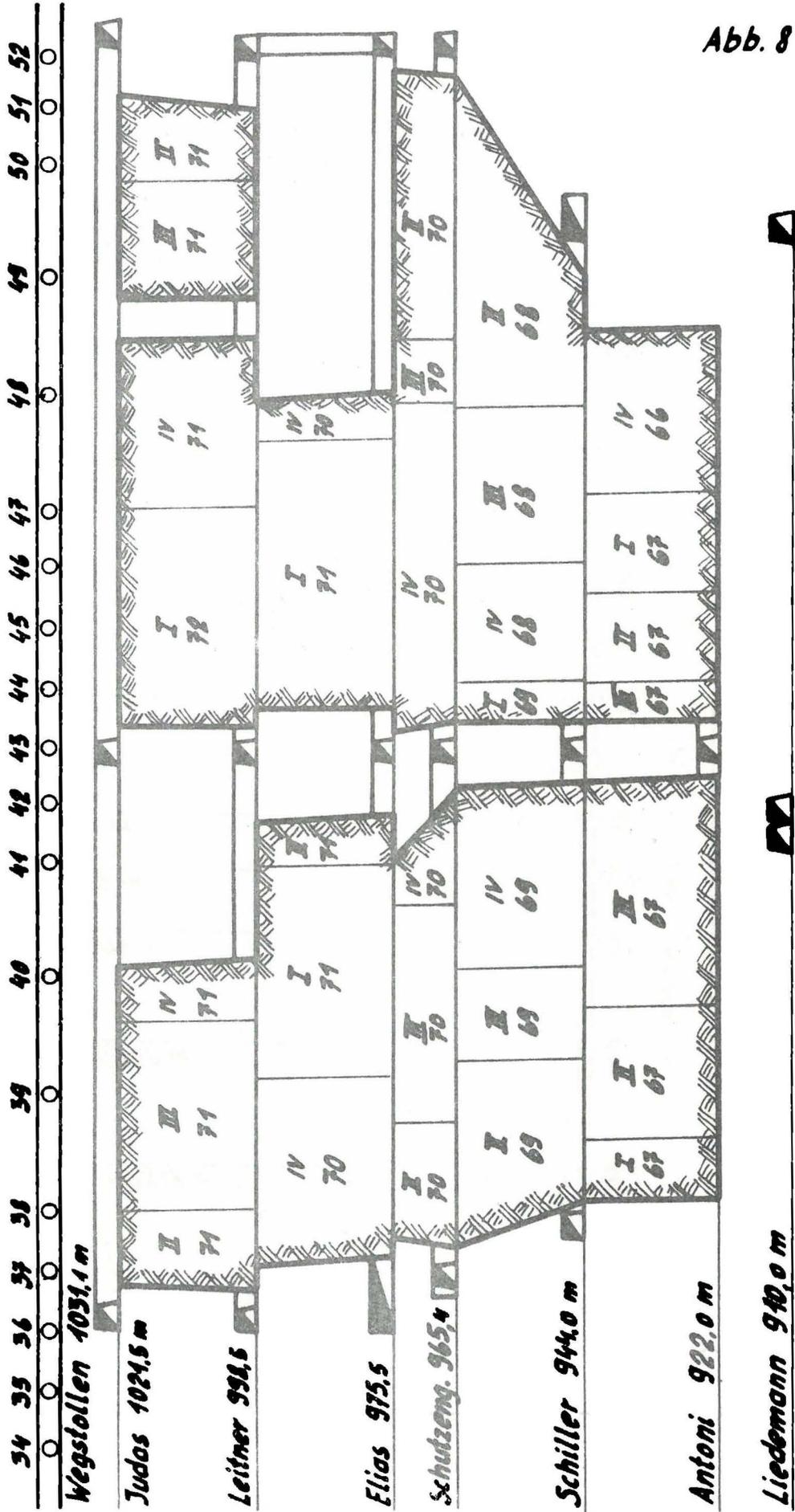


Abb. 8

Abb. 9

Sohle Wegstollen Querschlag III 1031,1 m ü.d.M.

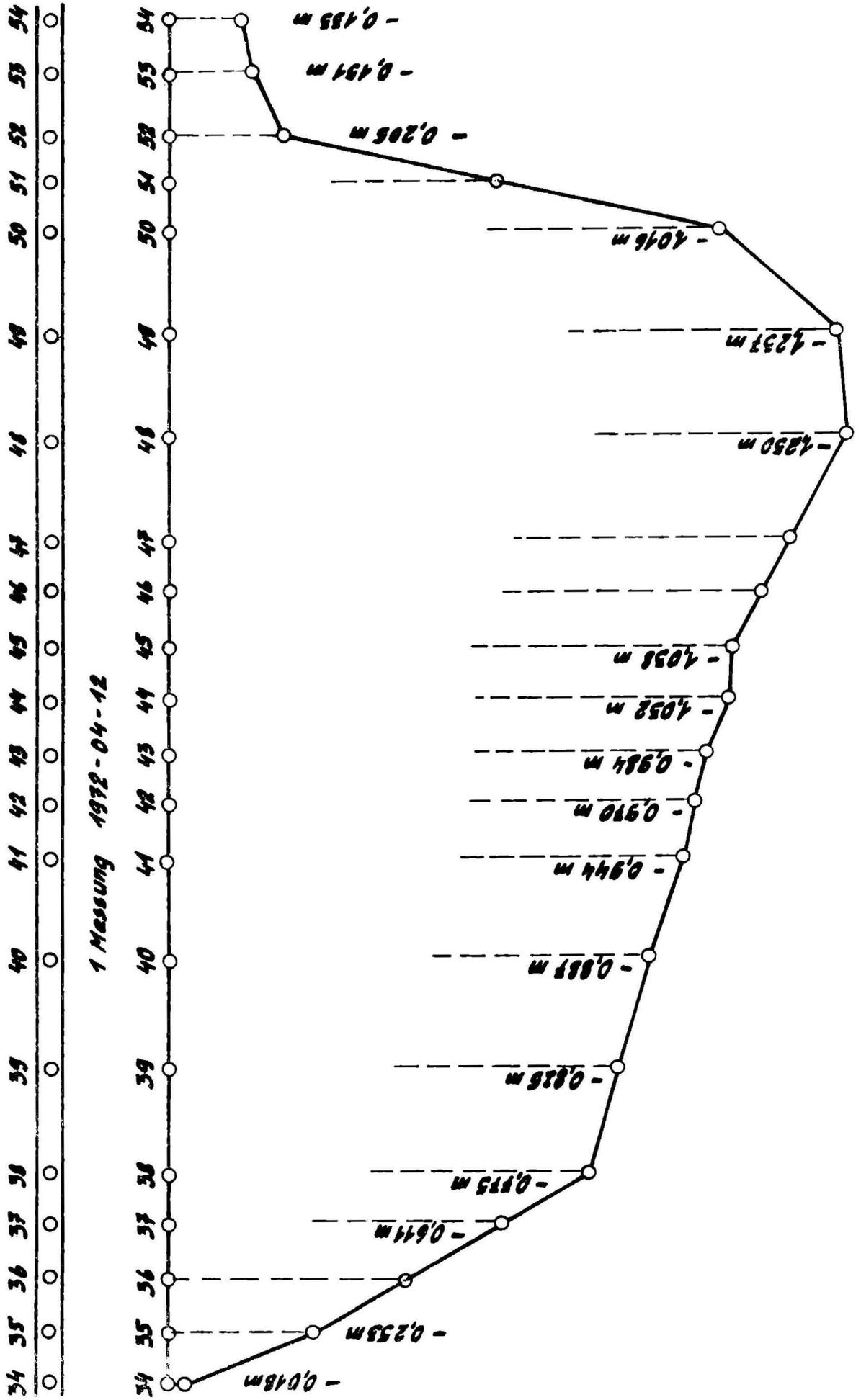
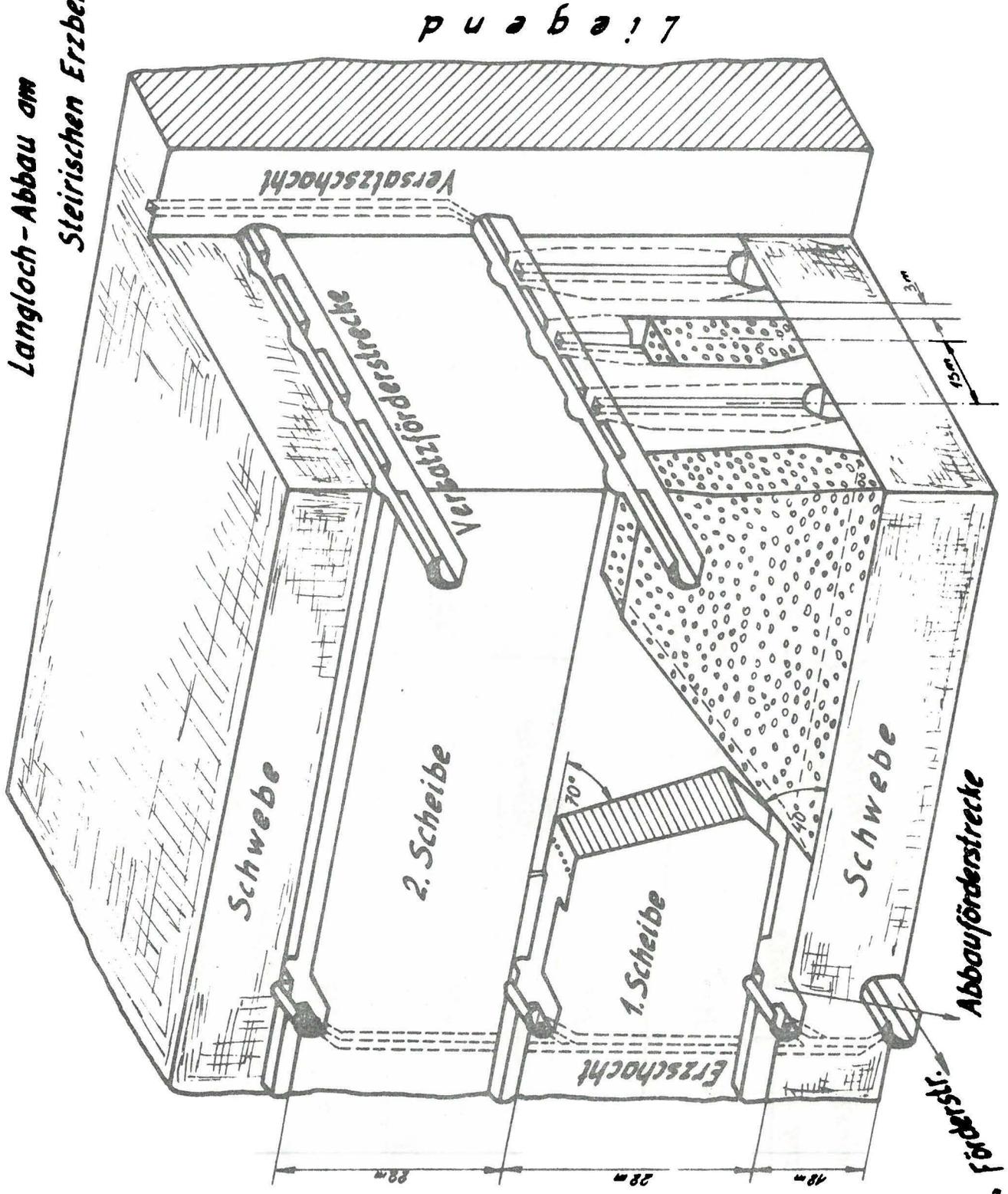


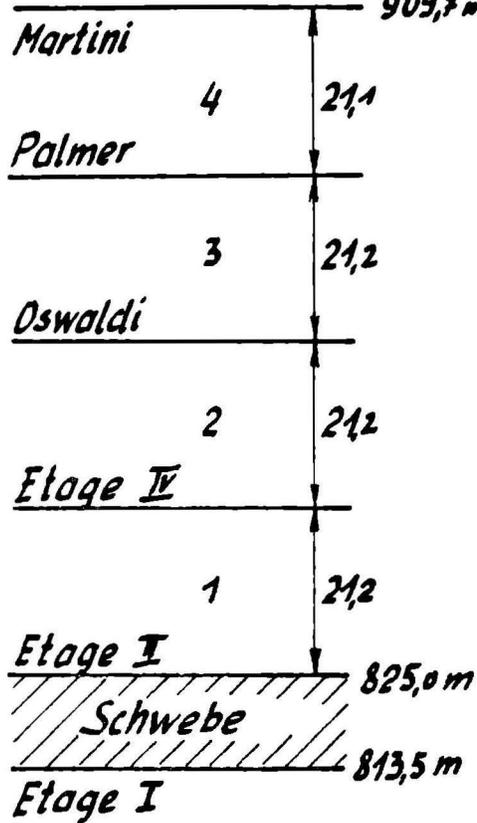
Abb. 10

Langloch-Abbau am  
Steirischen Erzberg

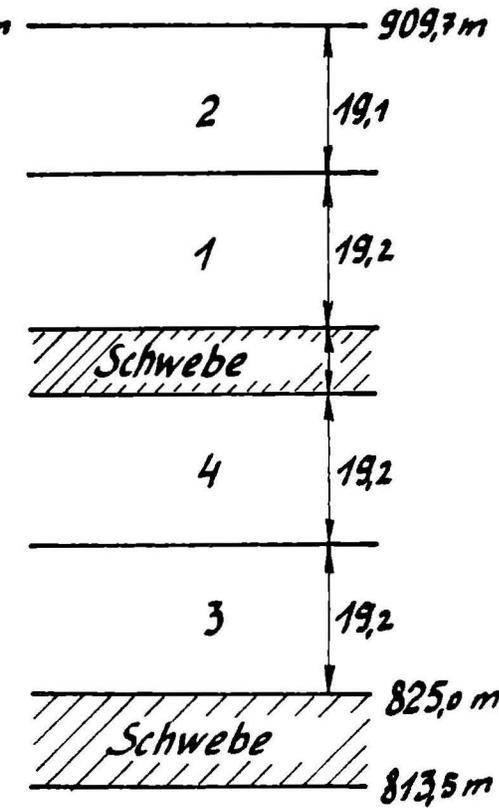


puab017

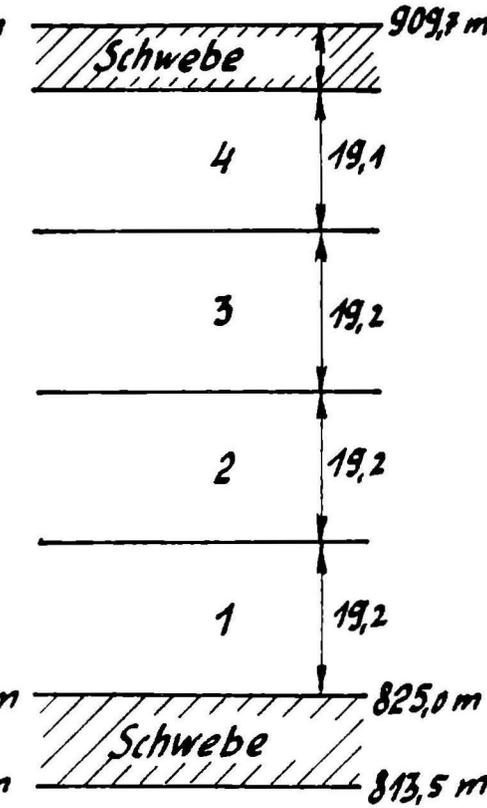
1) 4 Scheiben  
Liedemann



2) 4 Scheiben mit  
Zwischenschwebe



3) 4 Scheiben m. Schwebe  
oberhalb d. 4. Scheibe



4) 3 Scheiben m. Schwebe  
oberhalb d. 3. Scheibe

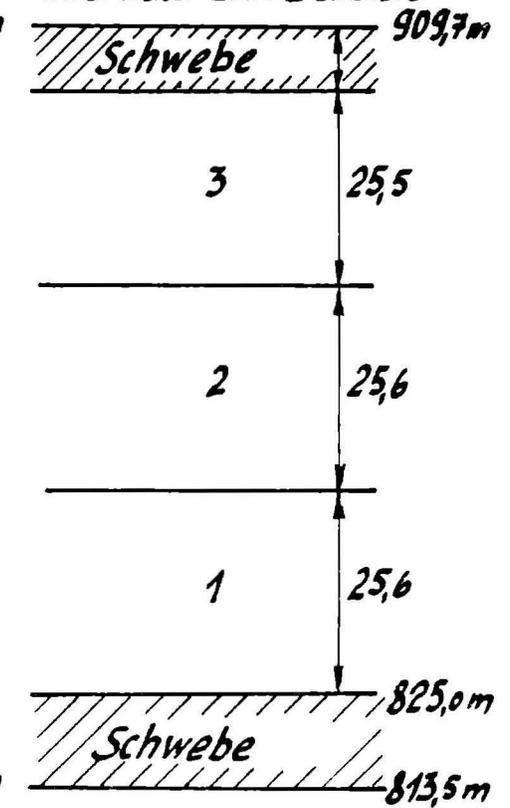


Abb. 11

*Gegenüberstellung des Abbaubringens bei gleichbleibendem Bohrschema und  
Abbaubständen von 12,0 m bzw. 11,0 m*

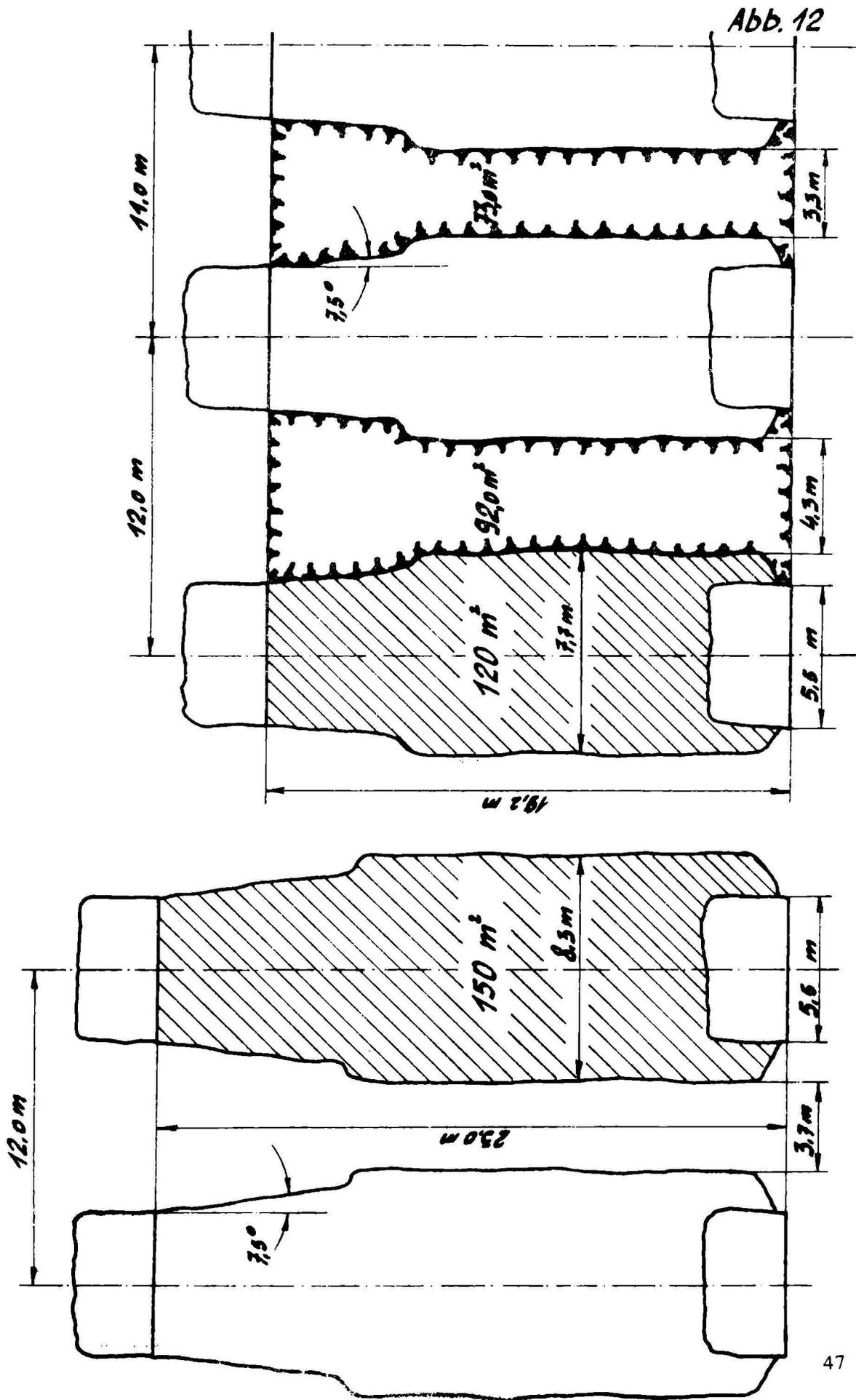
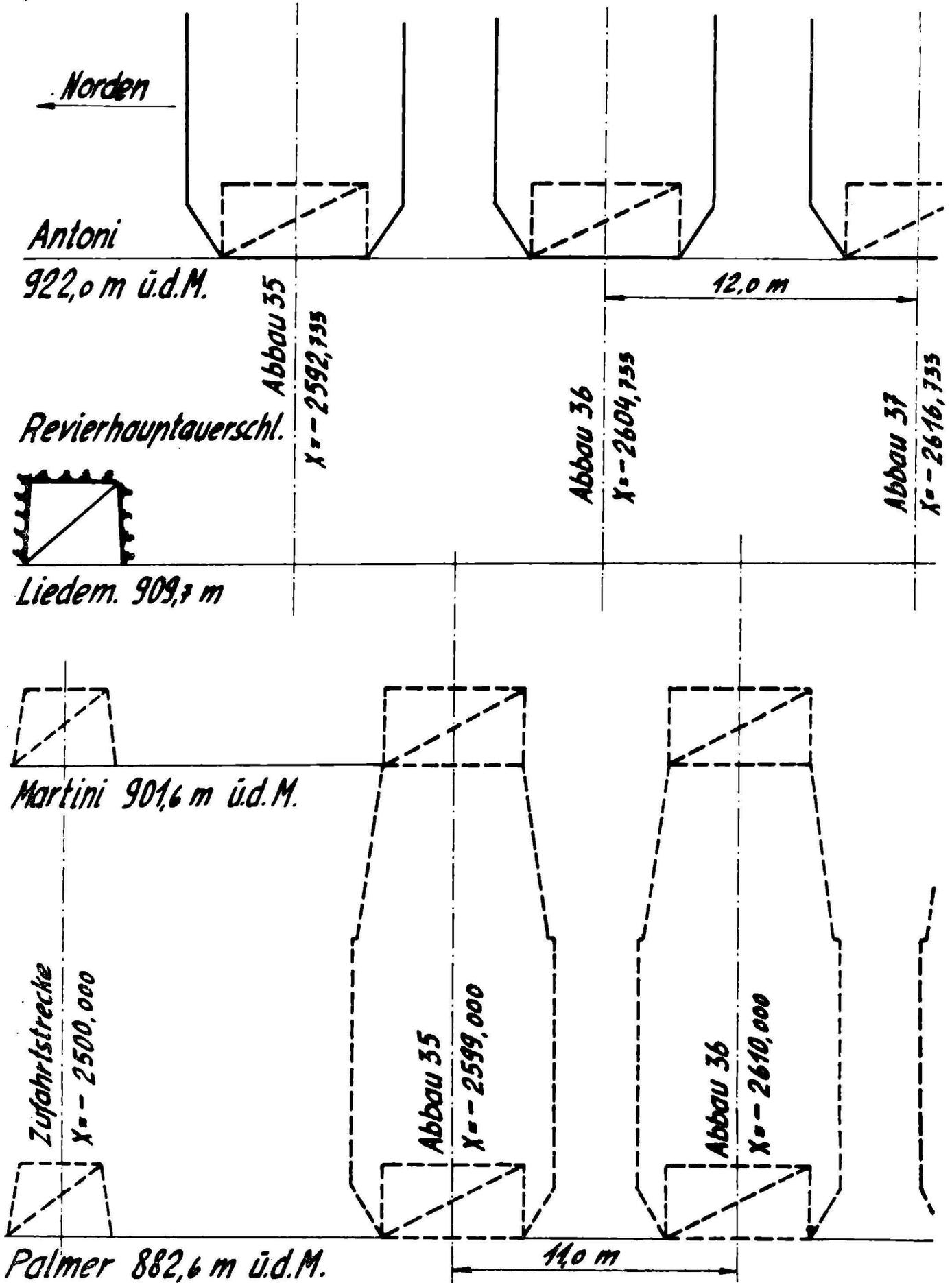
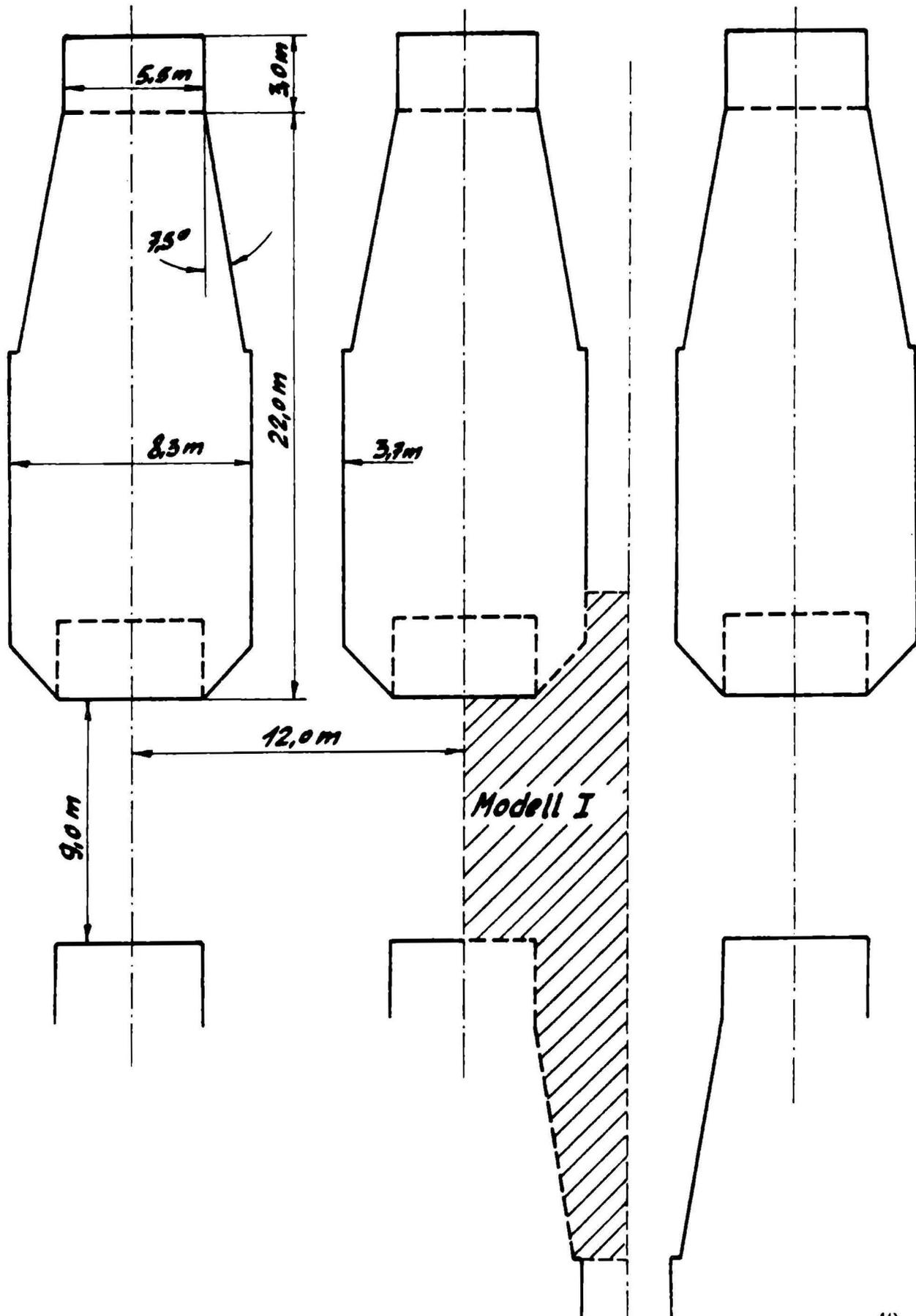


Abb. 13



Abbaukonfiguration für Modell I:

Abb. 14



Abbaukonfiguration für Modell II

Abb. 15

