

Einige bergbauliche Eigenheiten der ungarischen Bauxit-Lagerstätten aufgrund ihrer geologischen Gegebenheiten

I. SZEPESHEGYI, K. TOLNAY et K. POHL

Les conditions géologiques et hydrologiques défavorables eurent une influence déterminante sur le développement du système d'exploitation des bauxites hongroises.

A cause de certains facteurs de nature tectonique, les tailles et les positions dans l'espace des lentilles de bauxite sont sujettes à des variations capricieuses. De nombreuses lentilles se situent sous la nappe karstique: leur exploitation a tendance à provoquer des incursions d'eau de gros volume. La surface de la dolomie du mur est moutonnée et souvent altérée. Le toit immédiat est une couche charbonneuse ayant tendance à l'autocombustion et sans trop de résistance mécanique. Le toit plus élevé est, par contre, difficile à foudroyer. Tout ceci interdit l'introduction des méthodes modernes de production à haute concentration telles que tailles longues, mécanisation complexe, etc. Les efforts destinés à développer une concentration de la production souterraine ont abouti à un système spécial de groupes de chambres, bien adapté à nos conditions géologiques et pourvu d'une mécanisation partielle.

Parmi les voies possibles de l'élimination des risques intrinsèques de l'exploitation minière sous nappe karstique, nous avons choisi et introduit l'abaissement actif de la nappe karstique par puits forés, garantissant un maximum de sécurité et d'autres avantages. Par conséquent, la bauxite s'exploite de nos jours entièrement à sec, à 60 mètres au-dessous du niveau originel de la nappe karstique.

L'abaissement planifié de la nappe a permis une augmentation considérable de la capacité de production et l'abattage sûr des lentilles de bauxite jugées auparavant totalement perdues sous la nappe karstique. En fonction des expériences et des résultats acquis, on peut déterminer par calcul la profondeur critique de l'abaissement de la nappe karstique et on peut donner un pronostic sur la quantité d'eau relevée relative à la mise en exploitation d'une lentille de bauxite.

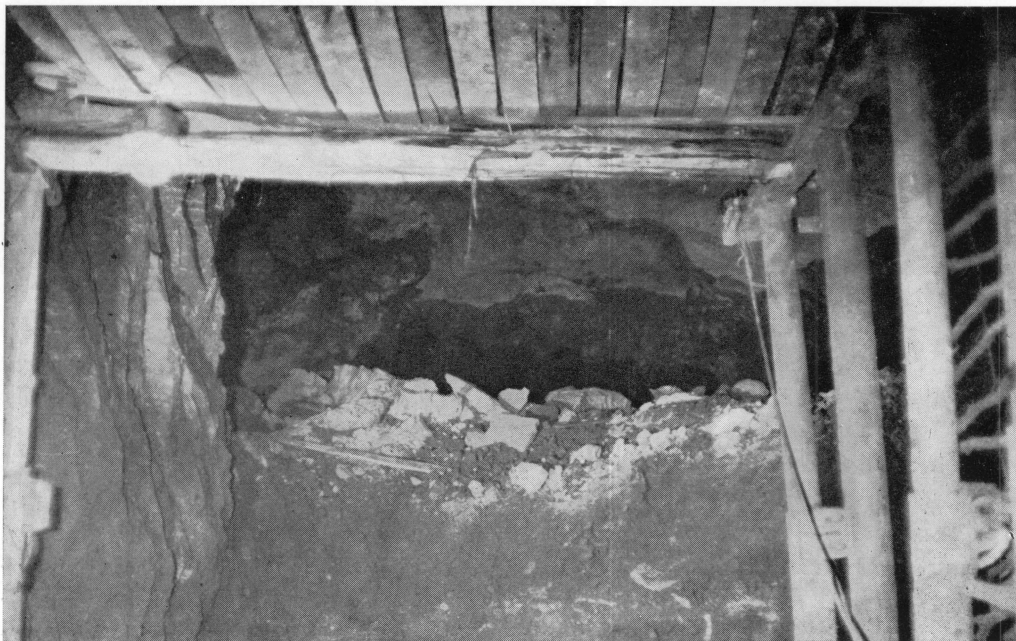
Die Abbauwürdigkeit eines Mineralvorkommens wird einerseits durch den Verbrauch, die Nachfrage, andererseits durch die technische Möglichkeit seiner Gewinnung und deren Wirtschaftlichkeit bestimmt. Die Nachfrage nach Bauxit ist in heimischer und internationaler Relation gleichermassen gesichert.

Über die Befriedigung dieses Bedarfes hinaus trachtet jedes Bergwerk darnach, mit hochentwickelter Technologie und guter Betriebsorganisation die Betriebskosten ständig zu senken, um auf dem Markte bleiben zu können bzw. einen angemessenen Gewinn zu erzielen.

Im folgenden sollen jene bergbautechnischen Lösungen erörtert werden, mittels welcher wir bemüht sind, trotz der ungünstigen Gegebenheiten unseren Bergbau wirtschaftlicher zu betreiben.

Die ungarischen Bauxitvorkommen sind als flözartige und linsenförmige Lagerstätten bekannt.

1. Bei der flözartigen Ablagerung schwankt das Einfallen zwischen 5° und 25° . Das nahe Hangende wird in ziemlich gleichmässiger Lagerung von Tonen, sowie Tonmergel mit Kohlenschmitzen und Pyriteinlagerungen gebildet, während das hohe Hangende überwiegend aus Eozänkalk besteht, der im Gegensatz zu den Schichten des unmittelbaren Hangenden schwer zu Bruche geht, und zur Bildung von grossen Hohlräumen führt (Bild 1). Das Liegende der Erzformation ist der Triasdolomit. Seine Oberfläche verläuft ungleichmässig und ist von Klüften durchzogen. Die Mächtigkeit des Bauxitflözes wechselt zufallhaft von 0 bis 25 m, wie in Bild 2 zu sehen ist. Wie man sieht, bietet diese



[Bild. 1

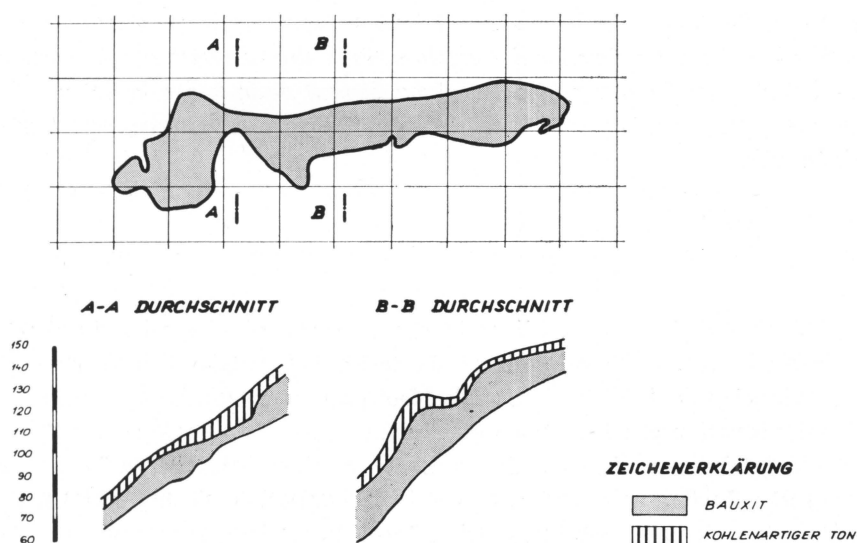


Bild. 2. — Halimba II. Etage + 100 m.ü.A.

Lagerung weder im Streichen noch im Einfallen die Möglichkeit, die Abbaue mit breitem Blick und entsprechender Baulänge anzulegen.

2. Bei *linsenartiger Ausbildung* der Lagerstätte ist weder ein messbares Streichen noch ein Einfallen vorhanden. Die Konturen solcher Linsen sind unregelmässig und wechselnd, so dass auch diese sich nicht für Strebbau eignen.

Bild 3 zeigt den Schnitt durch eine Linse von ca 600 000 t Erzvorrat, in derem Liegenden die Aufschlussstrecke zu sehen ist.

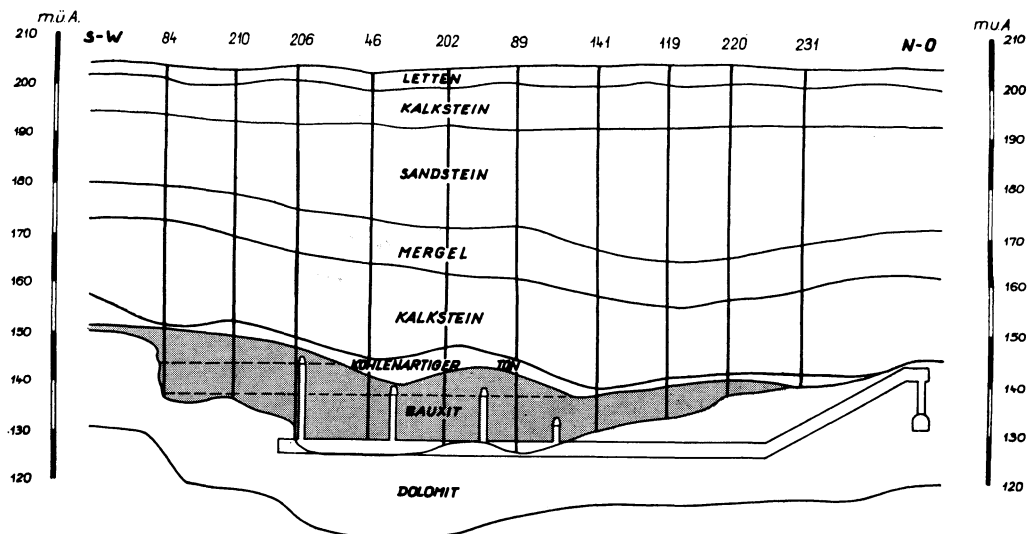


Bild. 3. — Dültnyires II. Linse geologisches profil. M = 1:500 horizontal; 1:200 vertikal

Diese Linsen befinden sich in Dolomitdolin von verschiedener Grösse. Die Kohle im Deckgebirge bedeutet auch hier eine Brandgefahr.

Schon aus diesen wenigen Angaben folgt, dass in den ungarischen Bauxitvorkommen eine komplex mechanisierte ideale Abbaukonzentration nicht verwirklicht werden kann, da sich weder im Streichen noch im Einfallen Streblängen über 50 m ausbilden lassen und auch die streichende Baulänge solcher Strebfelder — selbst im günstigsten Falle — nur ca 150 m beträgt.

Das Trachten nach einer Senkung der Bergbaukosten und die verlockenden ökonomischen Erfolge der mechanisierten Abbaukonzentration aber veranlassten die Fachleute des ungarischen Bauxitbergbaus, ein sowohl in flözartiger, wie in linsenartiger Lagerung gleichermassen anwendbares Abbauverfahren zu erarbeiten, dass sich den beschriebenen ungünstigen geologischen Verhältnissen möglichst gut anpasst, den Schwankungen des Hangenden und Liegenden folgen kann, und dabei eine relativ maximale Arbeitsortkonzentration sichert.

Auf diese Weise kam das System des Gruppenkammerabbaus zustande, wobei die Kammern in 5×3 m oder 3×3 m Querschnitt aufgeföhren, und mit Reibungs oder hydraulischen Stempeln samt Leichtmetallkappen ausgebaut werden. Das Räumen und Abföhren des gelösten Vorrates bis zum Sammelbunker wird mit den selbstföhrenden Ladegeräten Bauart CAVO-310, (Bild 4) durchgeföhrt.

Der Gruppenkammerabbau ist dann erfolgreich und wirtschaftlich, wenn es gelingt, das Arbeiten des Lade- und Räumegerätes so gut zu organisieren, dass nur kurze Föhrlwege zu beföhren sind und das Gerät seine Betriebszeit hauptsächlich für die Ladearbeit ausnützt. Die fortlaufende Arbeit bei kurzen Abföhrlwegen ist dadurch gesichert, dass mit einem CAVO-Räumgerät 2 bis 3 Kammern bedient werden. Die Belegung der Kammern und das

TRAVAUX, Proceedings of the 3rd International Congress of ICSOBA , Nice, 17 - 21 September 1973
 Erschliessen der Bauxitlinse zeigt Bild 5 in Draufsicht und Schnitt. Es empfiehlt sich, die Kammern in nahezu gleicher Entfernung von den gemeinsamen Entladestelle anzulegen, da dann das Räumegerät am besten ausgenützt wird.



Bild. 4

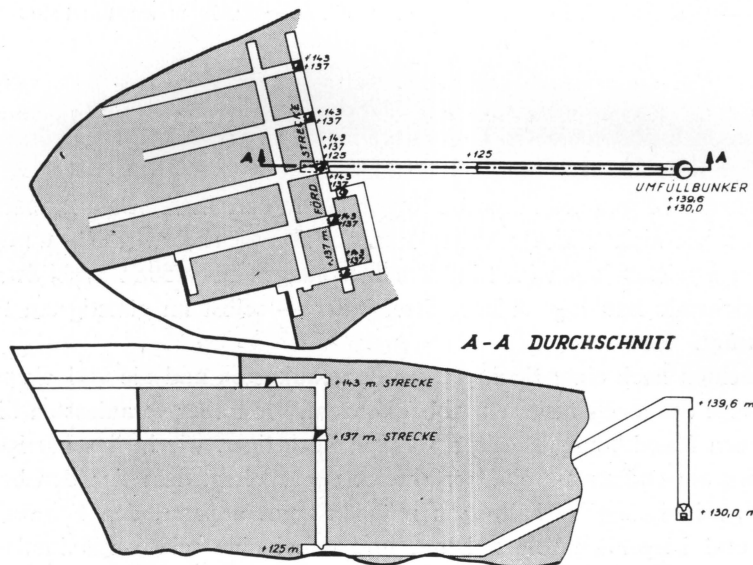


Bild. 5. — Dültnyires II. Linse Aufbereitungs- und Abbausystem

Wird auf einmal nur eine Scheibe abgebaut, so ist verhältnismässig viel Vorrichtungsarbeit zu verrichten. Mit Einführung des Sohlenbruchbaus ist innerhalb der Bauxitlinse die Vorrichtungsarbeit auf die Hälfte bis ein Drittel gesunken, da nur in jeder zweiten oder dritten Scheibe Strecken aufgeföhren werden müssen. (In Bild 5 nur in jeder zweiten Scheibe.) Das über der Vorrichtungsscheibe noch zurückgebliebene Erz wird noch vor dem Abbau der nächsten Kammer zu Bruche geworfen.



Bild. 6

In Bild 6 ist ein ferngesteuerter CAVO-Betrieb mit Sohlenbruchbau zu sehen.

Durch den Einsatz der CAVO-Geräte wurde es möglich, mit diesem Räum- und Fördergerät dem unregelmässigen Liegenden zu folgen, so dass in den Dolinen kein Erz zurückbleibt. In jenen Gruben, die mit dieser Abbaumethode fördern, werden Gleise nicht mehr verlegt.

In vielen Fällen werden die Streckensohlen durch Tropfwasser so weich, dass die schweren CAVO-Geräte in der Sohle versinken. Das Aufschneiden der Sohle und Einsinken



Bild. 7

der CAVO-Fahrzeuge verhinderten wir mit Radführungen (Bild 7), die aus einer Kombination von teleskopartig zusammensetzbaren Rohren und Rippenblechen hergestellt waren.

Eine Möglichkeit für das Weiterentwickeln unseres Abbauverfahrens sehen wir in der Erhöhung der Kammerabmessungen und in einer grösseren Scheibenmächtigkeit.

Eine weitaus schwerere Aufgabe als die durch die geologischen Verhältnisse bedingten bergbaulichen Probleme, ist die Bekämpfung und Überwindung der von den hydrologischen Gegebenheiten herrührenden Wassergefahr.

Unsere Bergwerksbetriebe liegen in einem Gebiet, das ein mehr oder weniger zusammenhängendes Wasserspeichersystem darstellt. In unseren Nyiräder Bauxitgruben beträgt das Niveau des ruhenden Karstwasserspiegels + 176 m ü.A.

Betrachtet man unsere in der Tiefe von + 40 m oder + 60 m ü.A. befindlichen Bauxitlinsen, so wirkt in diesen bereits ein Piezodruck von 100 m Wassersäule. Die grossen offenen Verwerfer und diese begleitenden Zonen aus zermürbtem brüchigem Dolomitgestein, können bei solch hohen Drücken grosse Wassermengen weiterleiten und bedeuten in unseren Gruben eine grosse Gefahr für Menschen und Anlagen.

Bei dem vorbeugenden Schutz gegen Wassereinbrüche wird durch das Belassen der erforderlichen Sicherheitspfeiler und Schutzschichten der abbaubare Bauxitvorrat der Bauxitlinsen so sehr vermindert, dass die Vorbedingung für einen rationalen Bergbau damit erlischt (Bild 8).

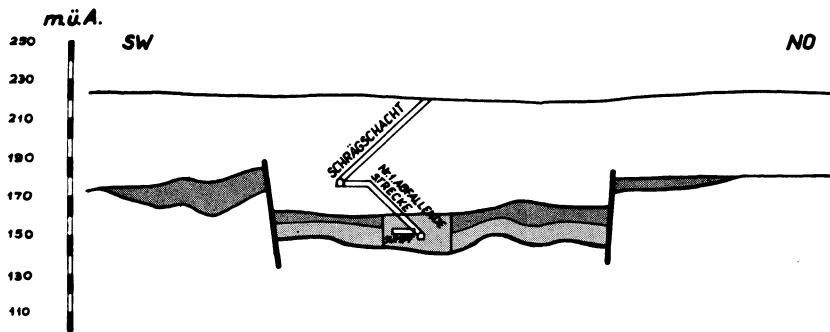


Bild. 8. — Dülnyires VII. Linse geologisches Profil

Wenn wir an die tief unter dem Karstwasserspiegel gelegenen Bauxitvorräte herankommen wollen, bleibt uns nur die eine Möglichkeit, durch Anzapfung des Karstwassers das Wasserniveau unter die räumliche Lage des Erzes abzusenken.

Die Anzapfung des Karstwassers kann mit Wasserschächten, aufgefahrenen Wasserstrecken oder Bohrungen bewerkstelligt werden.

In Nyirád sind die Hangendschichten des Dolomits mürbe und brüchig und geben das Wasser leicht ab. In diesem Gebiet ist die Anzapfung mit Bohrschächten fraglos wirtschaftlicher und von vornherein sicherer.

Die Entwässerung mit Bohrschächten bot auch die Möglichkeit, das Tempo der Wasserabsenkung den Belangen des Bergbaus anzupassen. Ausserdem entspricht dieses Wasser der Trinkwasserqualität, weshalb mit seiner Verwertung begonnen wurde.

Zwecks Bestimmung der hydrodynamischen Parameter wurde in den sog. technischen Bohrungen das Probepumpen durchgeführt. Gemessen wurden ferner die in den vorhandenen Grubenbetrieben zustandekommenden Depressionstrichter; in den hydrogeologischen Beobachtungsbrunnen aber wurden Schluckversuche angestellt.

Im Besitz der hydrologischen und hydrodynamischen Grunddaten projizierten wir dann die Wasserabsenkung mit einer Brunnengruppe derartig, dass der durch diese gelegte Schnitt von der Umgrenzungslinie jener Brunnen umfasst wird, die in dem Gesamtgebiet der Bauxitlinsen vorhanden waren.

Die Lagerung des Bauxits ergab, das in den beiden Linsengruppen von Nyirád und Darvastò eine Wasserabsenkung erforderlich wurde. Mit Berücksichtigung ihrer gegenseitigen Beeinflussung rechneten wir mit einem Depressions-Doppeltrichter, der sich um zwei Zentren der Absaugung bilden würde. Die heutige Form des Trichters mit zwei Depressionszentren ist in Bild 9 durch die Isohypsen veranschaulicht. Unten im Bilde sind — auf eine nord-südlich orientierte Ebene projiziert — die Nyiráder Bauxitlinsen dargestellt. In Bild 10 sind die Depressionstrichter in verzerrtem Massstab dargestellt.

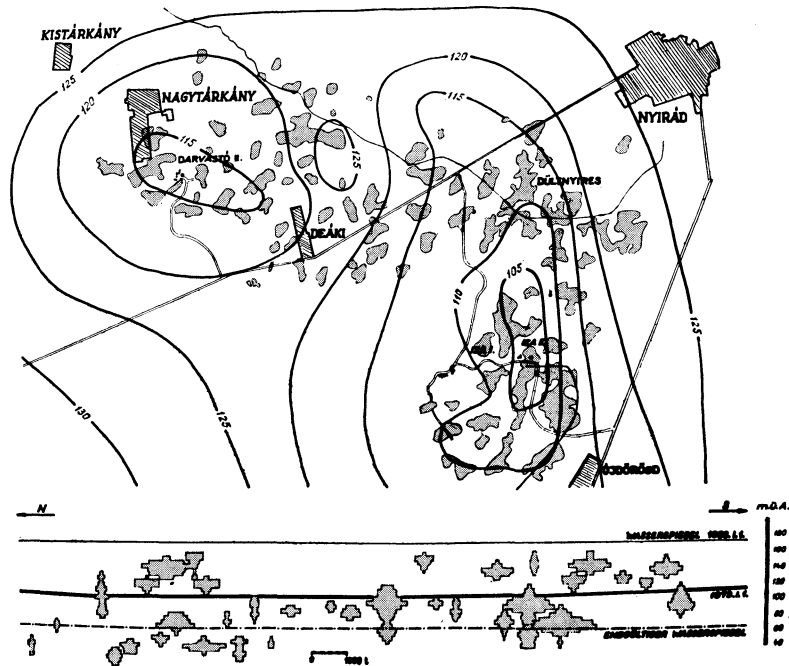


Bild. 9

Überzeugt von der Wirtschaftlichkeit der Wassererschliessung mit grosskalibrigen Bohrschächten und mit Ausnützung dieses Prinzips, wurden die einzelnen Wasserabsenk-schächte mit Schachtbohrgeräten der Bauart Wirth so abgebohrt, dass in jedem Brunnen 3 EMU-Tauchpumpen, Typ D-800 mit $7 \text{ m}^3/\text{min}$ Einzelförderleistung eingebaut werden konnten. Als Ergebnis der vorhergehenden hydrologischen Aufschlussbohrungen wird die im Projekt mit $244 \text{ m}^3/\text{min}$ veranschlagte Wassermenge heute aus 18 Brunnen gefördert.

Im Jahre 1972 wurde durch das Fördern von $127,10^6 \text{ m}^3$ Wasser der Wasserspiegel um 10–11 m abgesenkt.

Mit dem bei der Wasserabsenkung zu Tage geförderten Wasser von Trinkwasser-qualität kann nach dem Bau der Fernleitungen der steigende Bedarf der Dörfer in der Umgebung, ferner die Wasserversorgung der Stadt Ajka und der nördlich des Balaton gelegenen Gegend gedeckt werden. Die projizierten, teilweise bereits ausgebauten Fern-leitungen sind in Bild 11 zu sehen.

Der Entwässerung der Grubenbetriebe ist selbstredend der Tiefe zu eine wirtschaftliche Grenze gesetzt. Mit zunehmender Tiefe steigen die spezifischen Wasserförderkosten (Ft/m^3) fast linear; hingegen nimmt die Menge an Bauxitvorräten unterhalb einer gewissen Tiefe drastisch ab.

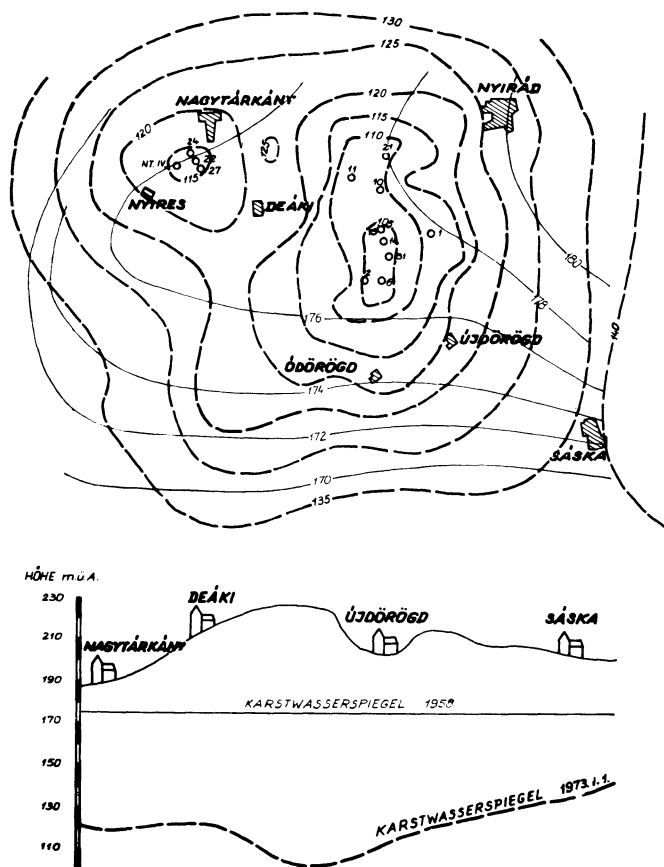


Bild. 10. — Nyirád-darvastó-Gebiet Veränderung von Karstwasser-Spiegel 1958.-1973. I. I.

	1973. I. I.	1958.
Wasserhebung aus-Grossbohrschächten	221,6 m ³ /M	—
-einem Wasserschacht	0,5 m ³ /M	—
-anderen Stellen	23,4 m ³ /M	3,9 m ³ /M
Gesamnte Wasserhebung	245,5 m ³ /M	3,9 m ³ /M

- Originaler Wasserspiegel
- Gegenwärtiger Wasserspiegel
- Wasserfernleitung

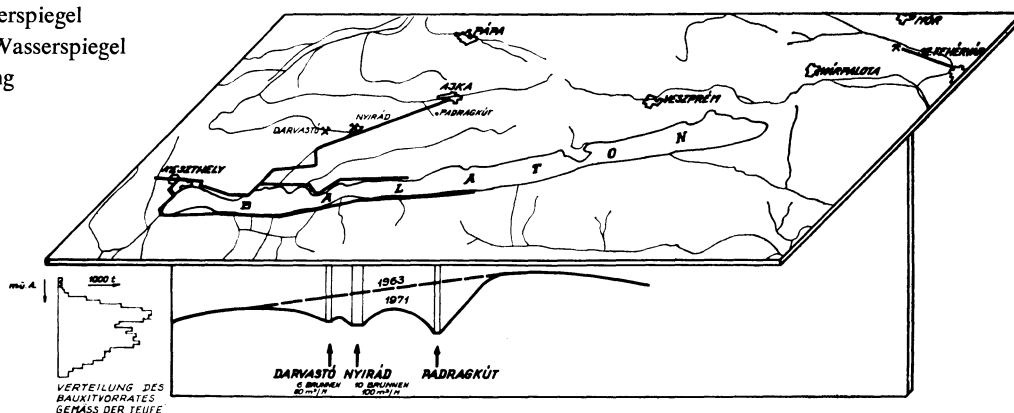


Bild. 11. — Wasserwältigung von nyiráder Bauxitgruben durch Grossbohrung-Brunnenartige, regionale Wasserspiegelabsenkung

Unser Bild des ungarischen Bauxitbergbaus wäre nicht vollständig, wenn wir nicht auch über die Entstehung der Grubenbrände, ihre Vorbeugung und unsere Bemühungen zu ihrer Vermeidung berichten würden.

Charakteristisch für unsere Grubenbrände sind die durch Oxydationsprozesse hervorgerufenen endogenen Brände. Eine Brandgefahr besteht in der Grube überall dort, wo im unmittelbaren Hangenden auf bunten Ton, kohlenführender Ton und Brandschiefer gelagert sind. Besonders feuergefährlich wird die Situation in der Grube, wenn auf den stark pyrithaltigen, kristallinen Eisensulfid führenden grauen Bauxit eine Kohlschicht gelagert ist, über welcher der Eozänmergel und Kalkstein ansteht.

Die Grubenbrände entstehen meist durch Selbstentzündung, infolge Oxydation des hereingebrochenen Vorrates. Dieser Prozess wird dadurch gefördert, dass das hohe Hangende nur sehr schwer nachbricht, und dass durch die beim Kammerpfeilerbau zurückgelassenen grösseren und kleineren Bergefesten sich niemals ein gut schliessender Bruch erzielen lässt. Infolgedessen entstehen im undichten alten Mann Schleichwetterströme und die Selbstentzündung setzt ein.

Als Vorbeugung und zur Bekämpfung der Grubenbrände führten wir Untersuchungen und Versuche in mehreren Richtungen durch:

— Mit zahlreichen chemischen Verfahren versuchten wir die Entstehung der Selbstentzündung zu verhindern. Hierzu wurden die Chemikalien in festem, kristallinem Zustand oder als Lösung verwendet. Auch Absperrversuche mit Schaum wurden ausgeführt. Alle diese Versuche brachten kein befriedigendes Ergebnis.

— Der Luftabschluss im alten Mann wurde eingeführt und hierzu verschiedene Kunststoff-Absperrflächen angewendet.

— Um die zustandekommenden Brandherde festzustellen, wird mit Hilfe der in die Firste gebohrten Bohrlöcher und der in diese eingesetzten Mess-Sonden der Temperaturanstieg in der verbrochenen Firste dauernd verfolgt. Nähert sich die Temperatur dem erfahrungsgemässen kritischen Wert, so wird über die von übertags oder aus der Grube hergestellten Bohrlöcher in den Erhitzungsherd Trockeneis eingeführt. Das Resultat ist eine Abkühlung der Gesteinsumgebung, sowie durch freiwerdendes CO₂ das Ersticken des Brandes.

— Die verbrochene Firste der Strecken isolieren wir gegen falsche Wetter durch Injektierung von Bentonit-Dispersion.

Als Ergebnis unserer bisherigen Bemühungen ist die Anzahl unserer Grubenbrände von jährlich durchschnittlich 20 Bränden bis 1964, heute auf 2-3 Brände/Jahr zurückgegangen.

Ich hoffe mit diesen Ausführungen ihnen einen kurzen Überblick über die Probleme des ungarischen Bauxitbergbaus, von unseren Bemühungen diese Probleme zu lösen und von unseren Resultaten in positivem und negativem Sinne gegeben zu haben.

*Bakonyi Bauxitbánya
8300 Tapolca (Hongrie)*