

Klaus SPIES

Institut für Bergbaukunde II an der  
Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

#### ENTWICKLUNGSMETHODISCHE UNTERSUCHUNGEN ÜBER EINE NEUARTIGE KOMBINATION VON HYDROTRANSPORT UND BLASVERSATZ

Zusammenfassung. Bei der zunehmenden Bedeutung, die der Einbringung von Vollversatz in den nächsten Jahren zukommen wird, genügt es nicht, die betriebsbewährten Verfahren und Maschinen auch weiterhin gezielt zu verbessern, es muß darüber hinaus auch nach völlig neuen Technologien gesucht werden. Entwicklungsmethodische Untersuchungen, die am Institut für Bergbaukunde II der RWTH Aachen durchgeführt wurden, führten zu dem Ergebnis, daß in einer Kombination von Hydrotransport und Blasversatz eine erfolgversprechende neue Lösungsalternative für die flache und mäßig geneigte Lagerung zu sehen ist, welche die verfahrenstechnischen Nachteile des Spülversatzes und des Blasversatzes vermeidet und die Vorteile beider Verfahren verbindet.

#### 1. Allgemeines

Der Einbringung von Vollversatz kommt in den meisten Ländern, in denen der Strebbau das vorherrschende Abbauverfahren ist, eine ständig zunehmende Bedeutung zu. Dieser Trend wird sich zukünftig noch verstärken. In der stark geneigten und steilen Lagerung kann die Schwerkraft zum Einbringen des Versatzgutes in den Abbauhohlraum genutzt werden, wenn der von vielen geologischen, gebirgsmechanischen, technischen, verfahrenstechnischen, wirtschaftlichen und vor allem sicherheitlichen Aspekten abhängige Abbauzschnitt dies zuläßt.

Die vor allem aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus notwendig gewordene Abbaukonzentration und die sich daraus ergebende ständige Forderung nach Erhöhung der Betriebspunktförderung haben dazu geführt, daß vor allem in der Bundesrepublik Deutschland, wo die Kohlenproduktion unter einem außergewöhnlich hohen Kostendruck steht, das Abbaugeschehen im Laufe der letzten 20 Jahre ganz auf die flache und mäßig geneigte Lagerung zurückgenommen werden mußte. Obwohl man sich dabei bewußt war, daß durch derartige Entscheidungen, bei denen sich die Bergleute in jedem Einzelfalle sehr schwer getan haben, nicht unerhebliche Kohlenvorräte wahrscheinlich für immer aufgegeben werden müssen, war letztendlich der Wettbewerbsdruck der inländischen und ausländischen Energieträger dafür maßgebend, den Abbau auf die flachen und mäßig geneigten Lagerstättenteile zu beschränken, wo Betriebspunktförderungen bis zu 3000 und 4000 t.v. f. erreicht werden können. Bei gleichbleibender bzw. rückläufiger Gesamtförderung wurden durch diese Abbaukonzentration ganz erhebliche Kosteneinsparungen vor allem in der Infrastruktur möglich, weil in den sogenannten rückwärtigen Diensten der Grubenbetriebe bekanntlich der überwiegende Teil der Kosten anfällt.

Für die Einbringung von Vollversatz ergeben sich hieraus zwei Konsequenzen: Das Versatzgut kann nur unter zusätzlicher Aufwendung von Energie in den Abbauhohlraum eingebracht werden und die für einen Betriebspunkt je Zeiteinheit, d. h. je Tag oder Schicht benötigten Versatzgutmengen werden immer größer (Abb.1).

Diese beiden an die Versatzeinbringung zu stellenden grundsätzlichen Anforderungen müssen nun im Zusammenhang mit dem bereits erwähnten Trend gesehen werden, daß zukünftig aus einer ganzen Reihe von Gründen die Einbringung von Versatz in wesentlich stärkerem Maße als bisher notwendig wird:

Vollversatz vermindert die inneren und äußeren Bergschäden, verbessert die klimatischen Verhältnisse, was mit zunehmender Tiefe immer wichtiger wird, verringert die Ausgasung und die Gefahr der Selbstentzündung im Bereich des Alten Mannes.

In dicht besiedelten Gebieten, wie beispielsweise im Ruhrgebiet, wird es insbesondere wegen der immer stärker werdenden Forderungen des Umweltschutzes und der Umwelterhaltung in Zukunft wesentlich schwieriger werden, geeignete Plätze für die Aufhaltung der anfallenden Berge zu finden, deren Anteil an der Rohförderung einschließlich der Ortsberge in der Bundesrepublik Deutschland bekanntlich in den letzten zwei Jahrzehnten infolge der Vollmechanisierung auf etwa 50 % angestiegen ist. Aus diesem Grunde ist sogar überlegt worden, die Abbauhohlräume unter Verzicht auf die vorgenannten Vorteile des tragenden Vollversatzes lediglich als "Deponien" für die Berge zu benutzen, wenn es möglich wäre, Teilversatz unter im Vergleich zum Vollversatz sehr stark reduzierten Kosten einbringen zu können.

In einigen Bergbaugebieten, so in der Volksrepublik Polen und in der CSSR, ist die Einbringung von Versatz wegen der außerordentlich hohen Gebirgsschlaggefahr notwendig.

Um - wie in der flachen und mäßig geneigten Lagerung erforderlich - tragfähigen Vollversatz unter Aufwendung von Energie einbringen bzw. einbringen und verdichten zu können, gibt es - wenn man von der Zugabe von Bindemitteln einmal absieht - grundsätzlich nur vier physikalisch-technische Wirkungsmechanismen, deren betriebliche Eignung für den untertägigen Grubenbetrieb als nachgewiesen angesehen werden kann. Es sind dies das Fördern und anschließende Abwerfen des Versatzgutes über beliebige Fördermittel hinweg mit nachträglichem Verdichten, das Einbringen mit hoher Geschwindigkeit über Schleudereinrichtungen, der Spülversatz und der Blasversatz.

Das Einbringen über vorzugsweise mechanisch wirkende Fördermittel mit nachträglicher, hinreichend hoher Verdichtung würde relativ konstruktions- und platzaufwendige Maschinen und Geräte erfordern (Abb. 2), für die in dem beengten Strebbereich, von dem aus der Versatz eingebracht werden muß, kaum genügend Raum vorhanden sein dürfte (1)\*. Außerdem gibt es keinerlei Denkansätze, die erkennen lassen würden, daß das mechanische Einbringen mit nachträglichem Verdichten auch nur annähernd die Versatzgutmengen bewältigen könnte, welche in Hochleistungsbetrieben der flachen und mäßig geneigten Lagerung benötigt werden. Versatzschleudern (Abb. 3) haben sich in der Bundesrepublik Deutschland im untertägigen Grubenbetrieb bereits bewährt und sind auch jetzt noch außerhalb des Steinkohlenbergbaus zum Verfüllen der beim Kammerpfeilerbau entstehenden Hohlräume im Einsatz (2). Entwicklungsmethodische Untersuchungen, die am Institut für Bergbaukunde II der RWTH Aachen durchgeführt werden, lassen zwar erkennen, daß dieses Prinzip der Versatzeinbringung die Grenzen seiner weiteren Entwicklungsfähigkeit noch lange nicht erreicht hat, kurz- und mittelfristig gesehen kann jedoch nicht damit gerechnet werden, daß der Schleuderversatz eine in die betrieblichen Planungen von Versatzstreben einzubeziehende Konzeptvariante werden wird. Damit bleiben nur der Spül- und der Blasversatz übrig, wenn man den Forderungen nach wesentlich verstärkter Versatzeinbringung in den nächsten Jahren gerecht werden will.

## 2. Vor- und Nachteile von Spül- und Blasversatz

Spülversatz hat gegenüber allen anderen Versatzverfahren den Vorteil einer außerordentlich hohen Leistungsfähigkeit von 500 m<sup>3</sup>/h Versatzgut bezogen auf die Laufzeit der technischen Einrichtungen (Abb. 4). Diese sind außerordentlich einfach aufgebaut und mit Ausnahme von Schiebern an Leitungsverzweigungen praktisch ohne bewegte Bauteile. Die Belastung der Infrastruktur durch den Transport der Berge von der Tagesoberfläche bis zum Abbaubetrieb ist - verglichen mit den übrigen Versatzverfahren - ebenfalls die geringste von allen. Eine fest innerhalb des Streckenquerschnitts installierte Rohrleitung von 150-200 mm Durchmesser (3) stellt die geringste nur denkbare Belastung der Infrastruktur durch die Bergezufuhr dar und erfordert mit Ausnahme von gelegentlichen Kontrollen der Rohre keinerlei Personalaufwand.

Diesen außerordentlich großen Vorteilen steht jedoch eine ganze Reihe von Nachteilen gegenüber. Die Flexibilität, d. h. die Reaktionsfähigkeit auf unerwartet eintretende Betriebszustände im Streb, ist außerordentlich gering. Wenn es beispielsweise strebseitig plötzlich notwendig wird, die Versatzzufuhr zu stoppen, dann

\* Die eingeklammerten Ziffern beziehen sich auf das Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Aufsatzes

benötigt man bei Spülversatzanlagen mit langen Rohrleitungssystemen noch mindestens 10 min "Nachlaufzeit", um Verstopfungen mit Sicherheit zu vermeiden, da sich das Spülgut innerhalb der Leitungen nicht absetzen darf. Die der "Nachlaufzeit" entsprechende Versatzgut- und Wassermenge muß vom Streb noch aufgenommen oder in die Begleitstrecken abgeleitet werden. Das gleiche gilt für den Beginn des Spülbetriebes, wo ebenfalls etwa 10 min Vorlauf mit Wasser ohne Beigabe von Versatzgut erforderlich ist, um auch hier Verstopfungen des Leitungssystems mit Sicherheit ausschließen zu können. Wird es aus betrieblichen Gründen erforderlich, das Spülsystem des öfteren ab- und wieder anzuschalten, dann ergibt sich durch die entsprechenden Vor- und Nachlaufzeiten eine ganz erhebliche Leistungsminderung des ansonsten leistungsstarken Versatzsystems, abgesehen davon, daß beträchtliche zusätzliche Wassermengen abgeleitet, geklärt und wieder zu Tage gepumpt werden müssen.

Die an den Rändern des Abbauhohlraumes notwendige Trennung von Versatzgut und Wasser bringt eine ganze Reihe von verfahrenstechnischen Nachteilen mit sich. Es müssen in den Abbaubegleitstrecken - und bei flacher und mäßig geneigter Lagerung auch im Streb - wasserdurchlässige Matten angebracht werden, die meist an ausschließlich für diesen Zweck zu setzenden Holzstempeln befestigt werden. Hierdurch ergibt sich ein beträchtlicher zusätzlicher Arbeits- und Kostenaufwand. Das Wasser muß abgeleitet und in besonderen Kammern geklärt werden, bevor es wieder zu Tage gepumpt werden kann. In der flachen und mäßig geneigten Lagerung bildet sich am Hangenden ein spitzwinkeliges, langgestrecktes Dreieck aus, das nicht verfüllt werden kann, weil der Wasserspiegel auch im Abbauhohlraum stets eine horizontale Lage einnimmt. Hierdurch tritt eine zeitliche Verzögerung in der Unterstützung des Hangenden ein, durch welche die Vorteile des ansonsten fröhtragenden Spülversatzes häufig mehr als aufgehoben werden.

Blasversatzanlagen haben eine etwa halb so große Leistungsfähigkeit wie Spülversatzsysteme. Blasversatz erfordert ganz erheblich höhere technische Aufwendungen (und damit wesentlich höhere Kosten) in der gesamten Infrastruktur. Seine Flexibilität ist jedoch außerordentlich groß. Auch in der flachen und mäßig geneigten Lagerung kann der Abbauhohlraum relativ gut bis an die rückwärtigen Kappen des Strebausbaues verfüllt werden (4, 5, 6). Der beim Spülversatz zusätzlich erforderliche Arbeits- und Kostenaufwand für das Anbringen der als Filter dienenden Matten für das Ableiten, Klären und Zurückpumpen des Wassers entfällt. Beim Blasversatz kann, insbesondere in warmen Gruben, durch die expandierende Luft das Klima verbessert werden, jedoch ist der maschinentechnische Aufwand - verglichen mit dem Spülversatz - wesentlich größer.

Wenn man nun mit Blickrichtung auf die Entwicklung eines leistungsfähigen Systems für die Versatzzufuhr und -einbringung in der flachen und mäßig geneigten Lagerung die Vor- und Nachteile des Spülversatzes und des Blasversatzes einer entwicklungsmethodischen Untersuchung (7) unterzieht, dann läßt sich durch sinnvolle Kombination beider Verfahren eine neuartige Konzeption finden, bei der sowohl für die eigentliche Einbringung des Versatzes als auch für den Transport des Versatzgutes und für die Nachbarbereiche die Vorteile beider Verfahren verstärkt und ihre Nachteile vermindert werden.

### 3. Hydrotransport und Blasversatz

Die neuartige Konzeption zur Versatzeinbringung geht davon aus, die Überzeugenden Vorteile des Hydrotransportes für die Versatzzufuhr beizubehalten, jedoch die Nachteile des Spülversatzes im Abbaubereich zu vermeiden. Eine hohe Flexibilität wird dadurch erreicht, daß an der Nahtstelle zwischen Hydrotransport und Blasversatz Bunker vorgesehen werden, in denen zusätzlich noch die Trennung von Wasser und Versatzgut erfolgt, so daß das Wasser mit dem Nebengestein nicht mehr in Berührung kommt, Klärung und Zurückpumpen überschaubar und in wesentlich einfacherer Weise erfolgen können. Die Systemkombination macht sich ferner den Vorteil zu Nutze, daß auf der Blasversatzseite die derzeit gebräuchlichen maschinentechnischen Einrichtungen und beim Hydrotransport die bisherigen Rohrleitungssysteme weiter benutzt werden können. Da sich die Leistungsfähigkeit des Hydrotransportes und die des Blasversatzes bezogen auf den durchzusetzenden Versatzgut-Volumenstrom etwa wie 2 : 1 verhalten, bietet es sich an, den Abbau so zu führen, daß eine Hydrotransportleitung zur Versorgung von zwei Blasversatzstreden benutzt werden kann. Sollte es der Abbauszuschnitt nicht erlauben, zwei Abbaubetriebe mehr oder

weniger parallel zueinander zu führen, so ist es grundsätzlich auch möglich, das Kombinationsverfahren in ein und demselben Streb anzuwenden. Dann entfällt jedoch der Vorzug, das Wasser vollständig aus dem Abbaubereich herauszuhalten. Allerdings kann mit dieser Verfahrenskombination erreicht werden, daß das in der flachen und mäßig geneigten Lagerung bei ausschließlicher Verwendung von Spülversatz nicht verfüllbare spitzwinkelige Dreieck beseitigt wird, weil nur der untere liegende Teil des Abbauhohlraumes mit Spülversatz, der obere hangende Teil jedoch mit Blasversatz verfüllt wird.

Bei zweiflügeligem Abbau (Abb. 5), wo die Vorteile der neuen Konzeption zweifellos am besten genutzt werden können, ist in die Hydrotransportleitung, durch welche das Versatzgut von der Tagesoberfläche aus herangeführt wird, eine Dosier- und Umschaltvorrichtung eingebaut, die es gestattet, das Wasser-Berge-Gemisch wahlweise dem einen oder anderen Streb zuzuführen, ohne daß für den Umschaltvorgang der Volumenstrom des Wasser-Berge-Gemisches unterbrochen werden müßte. Die beiden Verzweigungen des Rohrleitungssystems für den Hydrotransport, die sich an die Dosier- und Umschaltvorrichtung anschließen, führen das Wasser-Berge-Gemisch abwechselnd dem Entwässerungsbunker des einen oder des anderen Bauflügels zu. Mit dem Umschaltvorgang automatisch gekoppelte Wasserzufuhrdüsen, die unmittelbar hinter der Dosier- und Umschaltvorrichtung angeordnet sind, sorgen dafür, daß nach dem Umschaltvorgang für eine gewisse Zeit Wasser nachströmt, damit Verstopfungen in den Verzweigungsleitungen ausgeschlossen werden können. Hinter den Entwässerungsbunkern sind Dosierbänder vorgesehen, deren Geschwindigkeit vom Blasdruck geregelt wird, damit der Luftstrom in den nachgeschalteten Blasmaschinen unabhängig vom jeweiligen Betriebszustand stets mit der maximalen Bergemenge beladen werden kann.

Da der Volumenstrom des Hydrotransportsystems - wie bereits erwähnt - etwa doppelt so groß ist wie die Kapazität der Blasversatzsysteme, wird sich der jeweilige Entwässerungsbunker, auf welchen das Wasser-Berge-Gemisch geleitet wird, allmählich füllen. Ist die Aufnahmekapazität des Entwässerungsbunkers erschöpft, wird auf den jeweils anderen Bauflügel umgeschaltet. Wenn das Hydrotransportsystem und beide Blasversatzsysteme in Betrieb sind, wird sich der eine Entwässerungsbunker etwa in der gleichen Zeit füllen, in welcher der andere entleert wird, d. h. beim "idealen Betriebszustand" können das Hydrotransportsystem und die beiden Blasversatzsysteme ohne Unterbrechung arbeiten. Treten Störungen in einer der drei Systemkomponenten auf, reichen Flexibilität und Pufferungsmöglichkeiten aus, die negativen Auswirkungen von Betriebsstillständen auf das gesamte Betriebssystem so gering wie nur eben möglich zu halten.

Die Entwässerungsbunker sollten vorzugsweise in den Abbaustrecken in unmittelbarer Nähe der Abbaubetriebe aufgestellt werden. Beim derzeitigen Stand der Entwicklungsarbeiten scheint es besonders vorteilhaft zu sein, sie als fahrbare oder vorziehbare Durchlaufbunker auszubilden. Wegen der Volumenstromrelation zwischen Hydrotransport und Blasversatz wird während der Beschickung des Bunkers durch die Hydrotransportleitung etwa die Hälfte der anfallenden Berge über das Dosierband der Blasmachine zugeführt, während die andere Hälfte im Bunker gespeichert wird. Das Entwässern der Bunker erfolgt über in deren unterem Bereich angeordnete Sammelbecken, Abführungsleitungen und Sinkabscheider, in denen sich wesentliche Teile des noch in der Flüssigkeit befindlichen feinkörnigen Feststoffes absetzen. Der Überlauf dieser Sinkabscheider wird über Pumpen auf Hydrozyklon-Batterien weitergeleitet. Das aus den Hydrozyklonen austretende Wasser ist weitgehend vom Feststoff gereinigt. Es wird über entsprechende Leitungen zum Schacht zurückgepumpt, während der eingedickte Feststoff über Schlammumpen auf den Entwässerungsbunker geleitet wird. Der Feststoff, welcher sich in den Sinkabscheidern absetzt, wird in gewissen Zeitabständen entnommen und über nicht dargestellte mechanische Fördereinrichtungen den Entwässerungsbunkern zugeführt.

Wegen des Massenstromverhältnisses von 2 : 1 bei Hydrotransport und Blasversatz müssen die Durchlaufgeschwindigkeiten der Entwässerungsbunker und damit die Geschwindigkeiten der mechanischen Fördereinrichtungen in diesen Bunkern veränderbar sein, in Abhängigkeit von den drei Betriebsgrößen Volumenstrom an der Aufgabeseite, Bunkerfüllung und Entnahme geregelt und den jeweiligen Betriebsverhältnissen angepaßt werden können. Mit den heutigen Möglichkeiten der Prozeßleittechnik dürfte diese Optimierungsaufgabe ohne weiteres zu lösen sein.

Die den Bunkern nachgeschalteten Dosierbänder dienen ausschließlich dazu, die Beladungsmenge des Luftstroms über den jeweiligen Blasdruck automatisch zu regeln und zu optimieren.

Für den konstruktiven Aufbau des Entwässerungsbunkers gibt es eine ganze Reihe von technischen Realisierungsmöglichkeiten. In jedem Fall müssen die Bunker den räumlichen Verhältnissen in den Abbaustrecken angepaßt werden, wodurch jedoch die Bunkerkapazität keineswegs eingeschränkt zu werden braucht, da in den Strecken der Querschnitt zwar beengt ist, jedoch hinreichend an Länge zur Verfügung steht. Die Bunker können beispielsweise als Bunkerförderer (Abb. 6) ausgebildet sein, bei denen zwischen zwei kräftigen, hochgezogenen Seitenblechen ein Mehrfachkettenband mit Rundgliederketten und Mitnehmern umläuft. Zur Entwässerung befinden sich zumindest im Bodenblech, je nach Konstruktionsart möglicherweise auch in den Seitenwänden Bohrungen oder Schlitze. Durch ein Ableitblech wird das Wasser mit den darin noch enthaltenen kleinen Feststoffteilchen in das Sammelbecken weitergeleitet, wobei dafür Sorge getragen werden sollte, daß das Untertrum des Bunkerförderers außerhalb des Entwässerungsbereiches angeordnet wird. Kufen oder auf der prinzipiellen Darstellung nicht eingezeichnete Fahrwerke sorgen dafür, daß der Bunker dem Abbaufortschritt und dem Vorrücken der Blasmuschine folgend in seiner Längsachse vorwärts bewegt werden kann.

Eine andere mögliche Konzeptvariante des Entwässerungsbunkers scheint besonders dann vorteilhaft zu sein, wenn bei lettigem Versatzgut eine Verklebung der Entwässerungsbohrungen oder -schlitze zu erwarten ist (Abb. 7). Ein umlaufender Wanderrost übernimmt bei dieser Ausführungsform den Transport und die Entwässerung des Versatzgutes. Wenn die Stäbe des Wanderrostes quer zur Förderrichtung angeordnet sind, dann erfolgt über den Antriebsstummeln ein "Aufspreizen" benachbarter Stäbe des Rostes, wodurch Verkrustungen bei lettigem Versatzgut entweder von selbst herausbrechen oder durch zusätzliche mechanische Reinigungseinrichtungen herausgebürstet werden können. Da bei dem notwendigen Bunkervolumen erhebliche Zugkräfte zur Bewegung des Wanderrostes zu erwarten sind, ist es zweckmäßig und vorteilhaft, den Wanderrost auf einem Doppelaußenkettenband abzustützen, um die Stäbe und die Gelenke des Rostes nicht mit den Zugkräften zu belasten. Das Wasser mit den darin noch enthaltenen Feststoffteilchen kann - wie bei der zuvor beschriebenen Ausführungsform - über ein schräg angeordnetes Leitblech in ein Sammelbecken geführt und anschließend in die Sinkabscheider weitergeleitet werden.

Auf Abb. 8 ist der prinzipielle Aufbau einer möglichen Ausführungsform der Dosier- und Umschaltvorrichtung für die Verzweigung des Hydrotransportsystems im Abbaubereich dargestellt. Das Gerät gestattet es, das Umschalten oder auch Dosieren eines Wasser-Feststoff-Gemisches ohne Unterbrechung des Volumenstromes vorzunehmen. Es besteht im wesentlichen aus einem rotationsfähigen konischen Rohrabschnitt, welcher über Wälzlager in einem kräftigen Rahmen gelagert ist. Entsprechende Abdichtungen sorgen dafür, daß das Wasser-Feststoff-Gemisch weder austreten noch die Wälzlager verschmutzen kann. An der einen Seite umfaßt das rotationsfähige konische Rohrstück die Zuführungsleitung, an der anderen Seite steckt es in einem Ring, welcher an der V-förmigen Verzweigung angebracht ist. In das rotationsfähige konische Rohrelement ist einseitig ein Futterstück eingelegt, welches vorzugsweise aus verschleißfestem Werkstoff besteht und leicht auswechselbar ist. Mit diesem Futterstück wird in den beiden Endstellungen ein Rohrleitungsstrang der Verzweigung verschlossen und der Volumenstrom in den jeweils anderen offenen Strang hineingeleitet. Die Ablenkung des Wasser-Berge-Gemisches erfolgt relativ spitzwinkelig, so daß der Gesamtverschleiß und der Durchflußwiderstand gering bleiben. Die Achse des abgewinkelten Förderstromes stimmt im Auslauf des rotationsfähigen konischen Rohres mit der Achse des Rohrleitungsstranges überein, in welchen der Volumenstrom hineingeleitet wird.

Wenn man das rotationsfähige konische Rohrstück nicht bis in die vorgesehenen Endstellungen dreht, sondern in Zwischenstellungen anhält, dann kann der Förderstrom genau dosiert auf beide Verzweigungsäste aufgeteilt werden. Hierdurch ergibt sich eine Vielzahl weiterer Anwendungsmöglichkeiten innerhalb und außerhalb des Bergbaus.

Um das Prinzip der Dosier- und Umschaltvorrichtung betrieblich zu erproben, wurde ein gegenüber den Abmessungen für den Hydrotransport von Wasser-Berge-Gemischen maßstäblich verkleinerter Prototyp gebaut, der zum

umschalten und dosieren in einer Beton-Hinterfüll- und Verpreßeinrichtung in Grubenbauen, die unter Abbaudruck geraten sind, auf Schachtanlagen des Ruhrgebietes eingesetzt werden soll.

Bei dem entwicklungsmethodisch gefundenen neuen System der Kombination von Hydrotransport und Blasversatz handelt es sich im gegenwärtigen Entwicklungsstadium lediglich um eine Konzeption, deren grundsätzliche Machbarkeit als gegeben angesehen werden kann, weil die technischen Einrichtungen für Hydrotransport und Blasversatz betrieblich vielfältig bewährte Systemkomponenten sind und die zusätzlich benötigten Bauteile, wie der Entwässerungsbunker und die Dosier- und Umschaltvorrichtung keine grundsätzlich neuen Probleme aufwerfen. Trotzdem bedarf das System noch eines aufwendigen und langen Entwicklungsweges, bis einmal ein betrieblicher Großeinsatz ins Auge gefaßt werden kann. Das gilt sowohl für die Detailkonstruktionen zum Entwässerungsbunker und zur Dosier- und Umschaltvorrichtung als auch für die Beseitigung der bei diesen Einrichtungen in den ersten Betriebseinsätzen zu erwartenden Kinderkrankheiten. Weiterhin sind verfahrenstechnische Untersuchungen durchzuführen, um zu einer Detailabstimmung der Durchsatzleistungen von Hydrotransport- und Blasversatzanlage sowie zu einer optimalen Dimensionierung der zwischenschaltenden Bunkerkapazitäten zu kommen. Vor allem müssen Fallstudien darüber angefertigt werden, wie nach betrieblichen Störungen in einzelnen Systemkomponenten oder in den benachbarten Betriebsbereichen die sich daraus möglicherweise ergebenden negativen Auswirkungen auf den gesamten Betriebsablauf so gering wie möglich gehalten werden können. Sowohl die weiteren verfahrenstechnischen Untersuchungen als auch die vor Beginn der eigentlichen Konstruktionsarbeiten noch notwendigen Grundsatzstudien sollen im Rahmen eines Forschungsvorhabens am Institut für Bergbaukunde II der RWTH Aachen durchgeführt werden.

#### Literatur

- (1) Carr, I.L.: Mechanisierung der Arbeiten am Übergang Streb-Strecke im britischen Steinkohlenbergbau. In: Glückauf 113 (1977), S. 940-946
- (2) Kuhlmann, Heinrich: Neue Erfahrungen mit mechanischem Versatz. In: Glückauf 81/84 (1948), S. 341-349
- (3) Palarski, Jan: Betriebserfahrungen mit Versatz im Steinkohlenbergbau Polens. In: Glückauf 122 (1986), S. 665-668
- (4) Pfannenstiel, Philipp-Kaspar: Abbau- und Förderverfahren, Versorgung und Automation. In: Glückauf 119 (1983), S. 878-882
- (5) Voss, Kurt Heinz und Manne Buschmann: Untersuchungen über frühtragenden dichten Versatz. In: Glückauf-Forschungshefte 44 (1983), S. 199-204
- (6) Kundel, Heinz: Die Strebtechnik im deutschen Steinkohlenbergbau im Jahre 1985. In: Glückauf 122 (1986), S. 707-727
- (7) Spies, Klaus: Eine Entwicklungsmethodik zum systematischen Aufsuchen neuer Abbautechniken. In: Glückauf-Forschungshefte 47 (1986), S. 273-282

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jan PALARSKI

Wpłynęło do Redakcji 1987.02.26

#### BADANIA ROZWOJOWE NOWEGO RODZAJU KOMBINACJI HYDROTRANSPORTU Z PODSADZKĄ PNEUMATYCZNĄ

#### S t r e s z c z e n i e

W najbliższych latach wprowadzenie pełnej podsadzki dla terenów górniczych, gdzie w przeważającym stopniu prowadzona była eksploatacja ścianowa, nabierze ciągle wzrastającego znaczenia. Obok dalszego technicznego

rozwoju dotychczas sprawdzonych metod i maszyn do doprowadzenia podsadzki, niezbędnie konieczne jest poszukiwanie zupełnie nowych dotychczas niewykorzystywanych technologii. Studia rozwojowe na temat podsadzania złóż o małym i umiarkowanym nachyleniu, prowadzone w Instytucie Nauk Górniczych przy RWTH w Aachen, doprowadziły do wniosku, że kombinacja hydrotransportu z podsadzaniem pneumatycznym stwarza szczególnie korzystne rozwiązanie, gdyż można uzyskać wzrost wydajności i uniknąć licznych słabych punktów i niektórych trudnych zagadnień. Ponieważ wydajności dotychczas stosowanego transportu hydraulicznego i podsadzania pneumatycznego mają się do siebie w stosunku mniej więcej równym 2:1, szczególnie korzystnym rozwiązaniem technicznym jest zastąpienie dwóch instalacji do podsadzania pneumatycznego jedną instalacją hydrotransportu. Łączenie obu elementów systemu, a więc hydrotransportu i podsadzania pneumatycznego następuje za pomocą zbiorników odwadniających, urządzeń dozujących i przełączających, pomp, osadzarek, hydrocyklonów i systemu połączeń rurowych. W nowej kombinowanej metodzie woda jest utrzymywana poza obszarem złoża. Odwadnianie doprowadzonej za pomocą hydrotransportu mieszaniny wody i skały płonnej następuje w przepływowych zbiornikach odwadniających, które podczas zakłóceń ruchomych mogą służyć, jako dodatkowe możliwości buforowania.

#### ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗВИТИЯ НОВОЙ КОМБИНАЦИИ ГИДРОТРАНСПОРТА С ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ЗАКЛАДКОЙ

#### Р е з ю м е

В ближайшие годы все более важное значение будет иметь введение полной закладки для горных районов, где в большинстве проводилась лавовая разработка. Вместе с дальнейшим техническим развитием уже проверенных методов и машин для закладки необходим поиск совсем новых, до сих пор неиспользованных технологий. Исследования на тему закладочных работ в месторождениях с малым и умеренным наклоном, проведенные в Горном институте в Аахен, привели к выводу, что комбинация гидроtransporta с пневматической закладкой создает особенно благоприятные решения, так как позволяет увеличить производительность и избежать слабые стороны и некоторые трудные проблемы. Так как эффективность до сих пор применяемого гидроtransporta и пневматической закладки относятся как 2:1, выгодно применять вместо двух устройств гидро-пневматической закладки одно устройство для гидроtransporta. Соединение обоих элементов системы происходит с помощью обезвоживающих устройств, дозирующих и переключающих устройств насосов, отсадочных машин, гидроциклонов и трубчатых соединений. В новом комбинированном методе вода содержится вне района месторождения. Обезвоживание смеси воды и пустой породы происходит в проточных обезвоживателях, которые во время задержки в протекании могут служить в качестве дополнительных буферных возможностей.

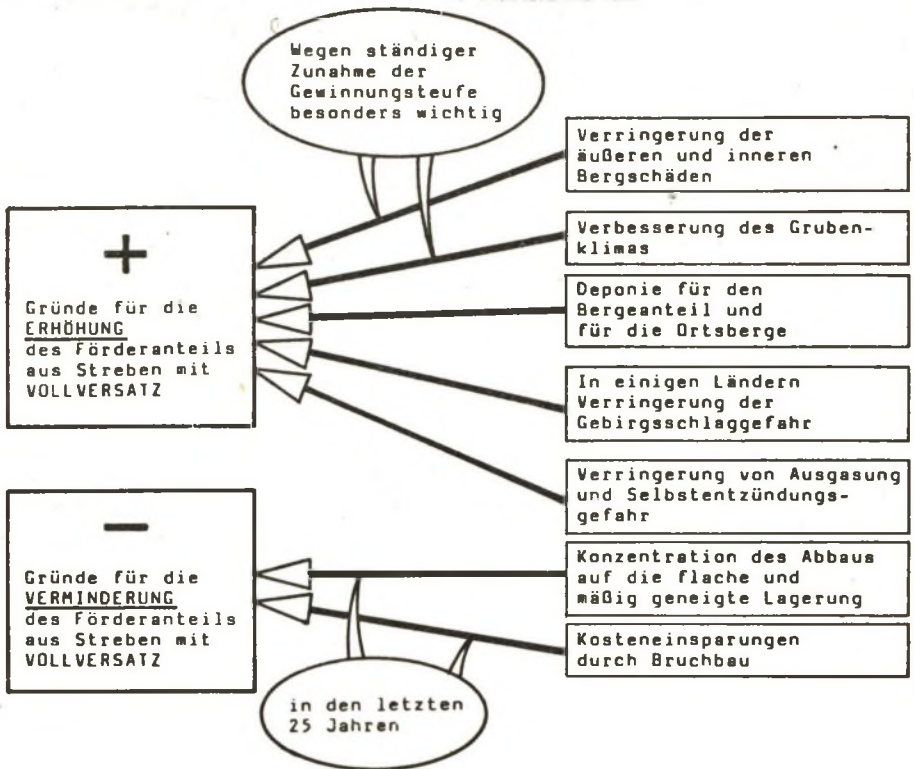


Abb. 1: Gründe für die verstärkte Einbringung von Vollersatz

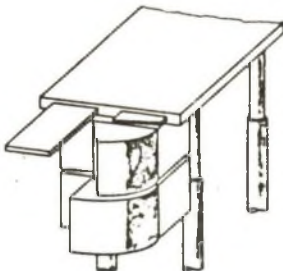


Abb. 2: Hydraulische Einrichtung zum Verdichten von Versatz

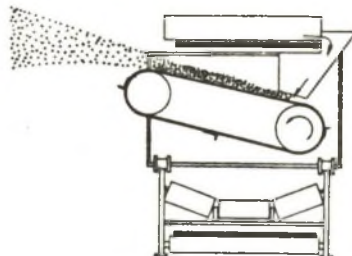


Abb. 3: Versatzschleuder



### Spül- versatz

#### Vorteile

- Frühtragender Versatz mit hoher Tragfähigkeit
- Sehr hohe Leistungsfähigkeit
- Sehr niedriger Aufwand in der Infrastruktur
- Keine Energiezufuhr

#### Nachteile

- Erhebliche Belastungen durch Wasser im Abbaubereich
- Herstellen arbeits- und kostenaufwendiger Verschlüsse mit durchlässiger Matten für die Entleerung
- Klärung des Wassers in besonderen Grubenbauen
- Zurückpumpen des Wassers
- Sehr geringe Flexibilität, Vor- und Nachlaufzeiten nur mit Wasser
- In der flachen und mäßig geneigten Lagerung unverfülltes Dreieck zwischen Hangendem und Versatz

### Blas- versatz

- Auch in der flachen und mäßig geneigten Lagerung relativ dichter Versatz bis zum rückwärtigen Ende des Strebbaubaus
- Hohe verfahrenstechnische Flexibilität
- Verbesserung des Grubenklimas durch Expansion der Luft

- Hohe Aufwendungen in der Infrastruktur
- Erheblicher maschinentechnischer Aufwand für die Einbringung
- Staubbelastung im Streb

Abb. 4: Vor- und Nachteile von Spül- und Blasversatz

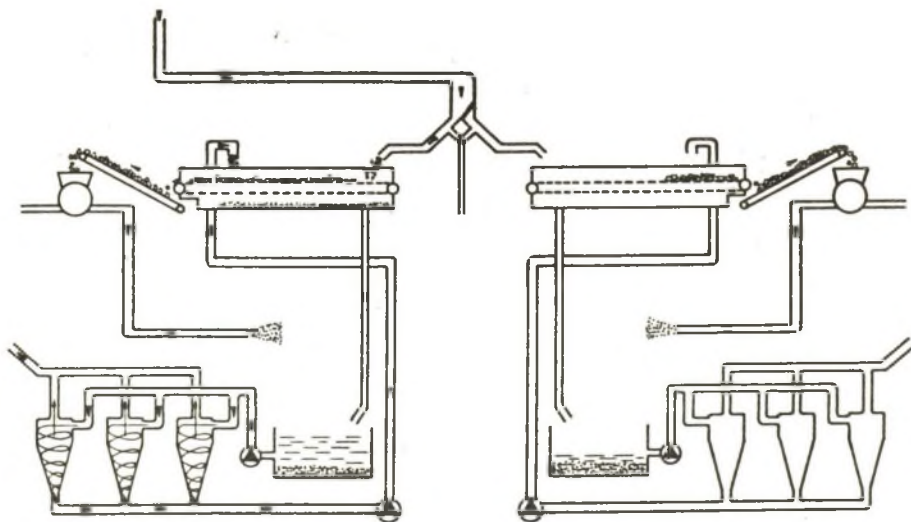


Abb. 5: Konzept des neuartigen Hydrotransport-Blasversatz-Systems für zweiflügeligen Abbau

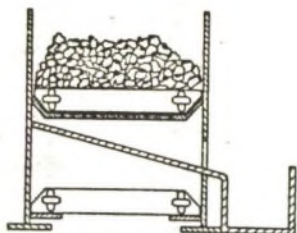


Abb. 6: Prinzipieller Aufbau eines Entwässerungsbunkers mit umlaufendem Kettenband

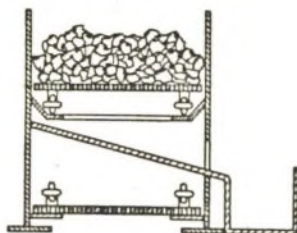


Abb. 7: Prinzipieller Aufbau eines Entwässerungsbunkers mit umlaufendem Wanderrost

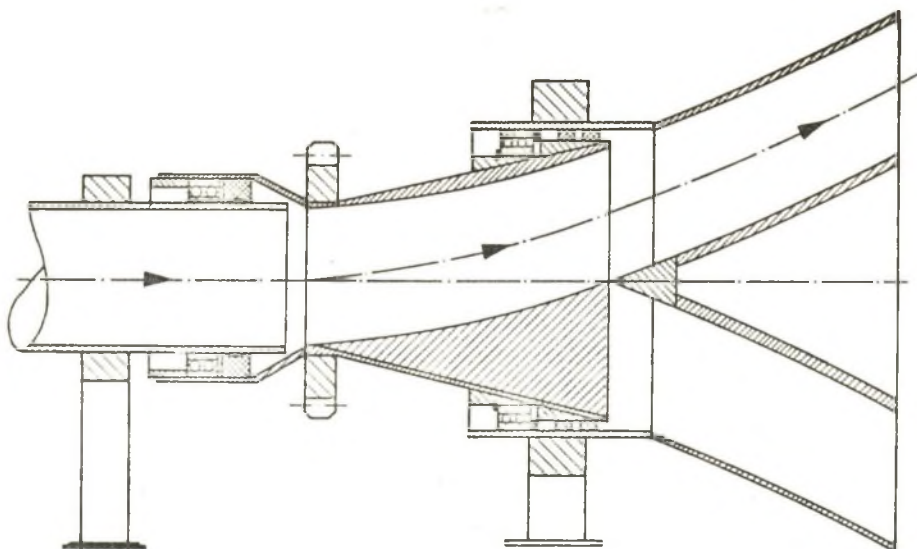


Abb. 8: Umschalt- und Dosiereinrichtung für Wasser-feststoff-Gemische