

Franz Joseph GELLER

Fachhochschule Bergbau der WBK-Rochum, BRD

Kurt OSENBURG

Siemag Transplan GmbH, Metphen, BRD

DRUCKGRADIENTEN IN DER HORIZONTALEN UND DER VERTIKALEN ROHRLEITUNG BEIM HYDROTRANSPORT VON ROHKOHLE AUF DER SPANISCHEN SCHACHTANLAGE "HULLERAS DE SABERO"

Zusammenfassung: Die Firma Siemag-Transplan ist gegenwärtig im Begriff, die Rohkohleförderung eines Abbaubetriebes auf der spanischen Schachtanlage "Sebero" durch den Einbau hydraulischer Transporteinrichtungen wirtschaftlicher zu gestalten. Das Funktionsprinzip sowohl der sühligen als auch der seigeren hydraulischen Förderung beruht auf der Grundlage der auf der Hydrogrube "Hansa" der BAG Westfalen in den Jahren 1977 bis 1980 gewonnenen Erfahrungen. Um sichere Kenntnisse über das Strömungsverhalten der zu fördernden, ballastreichen Rohkohle zu erhalten, wurden auf der Versuchsanlage des "Institutes für Fördertechnik und Bergwerksmaschinen" der TU Hannover ausgedehnte Messungen durchgeführt. Untersucht wurden die Strömungsverhältnisse der angelieferten Original-Rohkohle in Rohrleitungen unterschiedlicher Durchmesser als Funktion der Volumenkonzentration des Fördergutes.

### 1. Einführung

Der hydraulische Transport von festen Stoffen durch Rohrleitungen gewinnt aus wirtschaftlichen und umweltpolitischen Gründen gegenüber konventionellen Transportmöglichkeiten zunehmend an Bedeutung. Die Haupteinsatzgebiete der hydraulischen Förderung sind Industriezweige, bei denen feine bis grobkörnige Schüttgüter transportiert werden müssen, wie es z.B. in der Sand- und Kiesbaggerei, im Kohle-, Erz- und Meeresbergbau, aber auch in der Abfall- und Abwasserbeseitigung der Fall ist. Der Hydrotransport mit Wasser als Trägermedium ist für den Kurzstreckentransport bis 10 km wie auch für den Langstreckentransport über mehrere 100 km geeignet, wobei jedoch mit zunehmender Förderlänge der Feststoff auf ein vorgegebenes Maß zerkleinert werden muß. Diese Maßnahme ist notwendig, um den Druckverlust in Grenzen halten zu können und um die Fördergeschwindigkeit aus Gründen der Energieeinsparung nicht zu hoch ansetzen zu müssen [1]\*).

Zahlreiche Forschungsprojekte wurden von deutscher Seite bislang auf dem Gebiet der Hydrotechnik durchgeführt [2-11]. So könnten z.B. mit den Betriebserfahrungen der großzügig geplanten ehemaligen "Hydrogrube Hansa" der BAG-Westfalen die Investitions- und Betriebskosten gegenüber einer ähnlichen, mechanisch arbeitenden Anlage um die Hälfte reduziert werden [13]. Dieser Vorteil der hydraulischen Förderung soll auch der spanischen Schachtanlage "Sabero" zugute kommen, deren Kohlenflöze aus betrieblichen Gründen weiterhin mechanisch abgebaut werden. Aufgrund geologischer Schwierigkeiten bei den

\* Die in eckigen Klammern stehenden Ziffern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis in Abschn. 6.

Kohlevorkommen der steilen Lagerung waren vom Abbaubetrieb bis zum Querschlag bisher Trockenrutschen mit 30 Grad Neigung installiert, um die Kohle auf diese Weise durch ihre potentielle Energie den bereitstehenden Wagen zuzuführen. Neuerdings sieht man den Transport der Rohkohle mit Schwemmwasser in mit 6 Grad Neigung verlegten Rinnen vor. Von der im Querschlag des Abbaubereiches 6. Sohle installierten zentralen Aufgabestation erfolgt der hydraulische Transport durchgehend bis über Tage.

## 2. Eckdaten der Schachtanlage "Sabero"

Die gesamte horizontale Förderlänge unter Tage vom Abbaubereich 6. Sohle bis zum Schachtbereich 7. Sohle beträgt:

$$l_h = 1350 \text{ m} \quad (2-1)$$

Die vertikale Förderlänge von der 7. Sohle bis zur Rasenhängebank beläuft sich auf 507 m, wobei die übertägig horizontal verlegte Rohrleitung zusätzlich mit 50 m berücksichtigt werden muß:

$$l_v = 560 \text{ m} \quad (2-2)$$

Die Längen der horizontal anzuordnenden Rohrschleifen des Aufgabesystemes (RKA) betragen:

$$l_{RKA} = 100 \text{ m} \quad (2-3)$$

In einer Bergwerksstudie aus dem Jahre 1985 wurde ermittelt, daß der maximal zu fördernde Massenstrom der Rohkohle bei

$$\dot{m}_P = 54,6 \text{ t/h} \quad (2-4)$$

liegt. Davon fallen in der Gewinnung 33,6 t/h an. Kurzzeitig können aus der Aus- und Vorrichtung 21 t/h hinzukommen. Berücksichtigt man noch eine Sicherheitsreserve von 10 %, ergibt sich ein Gesamtmassenstrom von

$$\dot{m}_P = 60 \text{ t/h.} \quad (2-5)$$

Die obere Korngröße für die hydraulische Förderung wurde auf einen Durchmesser von 30 mm festgelegt. Eine Kornanalyse ergab, daß 22 % der Feststoffe oberhalb dieses Wertes liegen, somit also 78 % der anfallenden Rohkohle hydraulisch transportiert werden müssen. Damit beläuft sich die maximale Förderleistung der Hydroanlage auf

$$\dot{m}_{Pmax} = 47 \text{ t/h.} \quad (2-6)$$

In der Studie wurde weiterhin festgestellt, daß in der Gewinnung wie auch in der Aus- und Vorrichtung je 180 m<sup>3</sup> Schwemmwasser pro Stunde benötigt werden. Bei gleichzeitigem Transport aus beiden Betriebsbereichen muß demnach ein Wasservolumenstrom von

$$\dot{V}_W = 360 \text{ m}^3/\text{h} \quad (2-7)$$

zur Verfügung gestellt werden.

## 3. Ermittlung von Druckgradienten zur Dimensionierung der horizontalen und vertikalen Rohrleitungen

Im Rahmen der Vorausplanung der hydraulischen Feststoffördereinrichtungen wurden zu Beginn des Jahres 1986 auf dem Universal-Hydroprüfstand des Institutes für "Fördertechnik und Bergwerksmaschinen" der TU Hannover eine Anzahl von Versuchen in Rohrsystemen mit den Nennweiten 100, 150 und 200 mm [14] durchgeführt. Um Anhaltswerte für die Auslegung der spanischen Anlage zu erhalten, untersuchte man in Hannover sowohl die horizontale als auch die vertikale hydraulische Förderung bei verschiedenen Feststoffkonzentrationen. Für diese Tests standen ausreichende Probemengen der Original-Rohkohle zur Verfügung.

In Abb. 1 sind die Kornanalysen von drei verschiedenen Proben sowie ihre zugehörigen

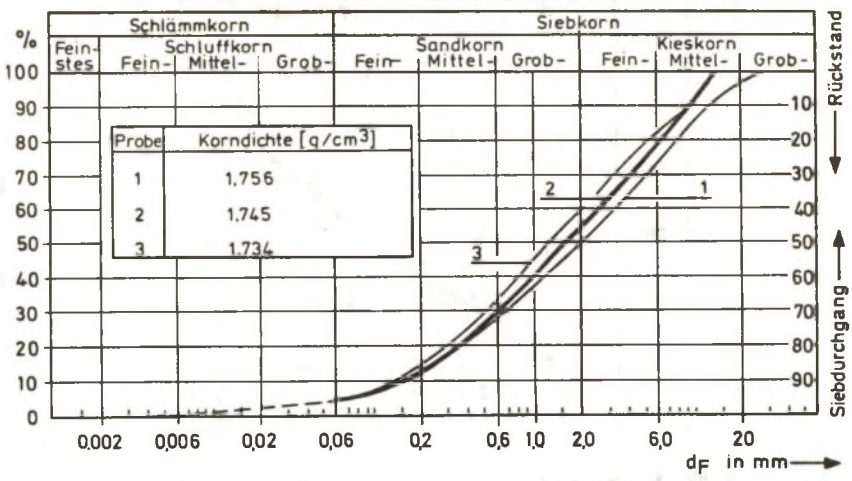


Abb. 1: Korngrößenanalyse der spanischen Rohkohle mit zugehörigen mittleren Korndichten [15]

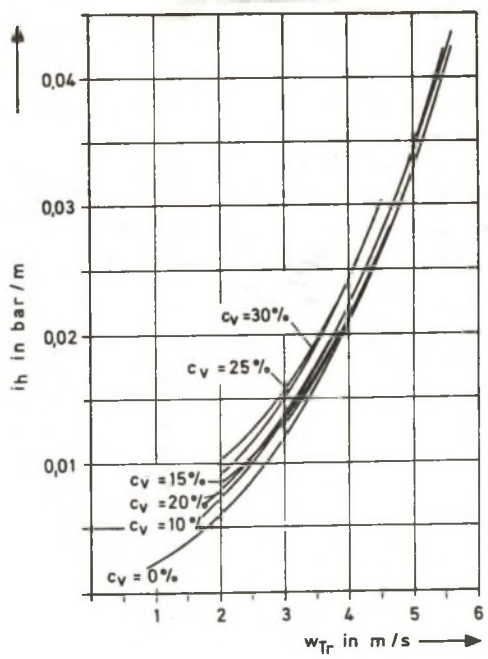


Abb. 2: Druckgradient  $i_h$  bei verschiedenen Volumenkonzentrationen  $c_v$  als Funktion der Trübe­geschwindigkeit  $w_{Tr}$  in einer horizontalen Rohrleitung NW 100 [15]

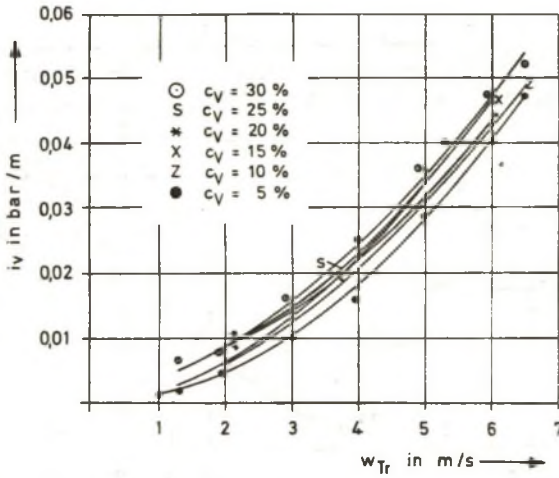


Abb. 3: Druckgradient  $i_v$  bei verschiedenen Volumenkonzentrationen  $c_v$  als Funktion der Trübe­geschwindigkeit  $w_{Tr}$  in einer vertikalen Rohrleitung NW 100 [15]

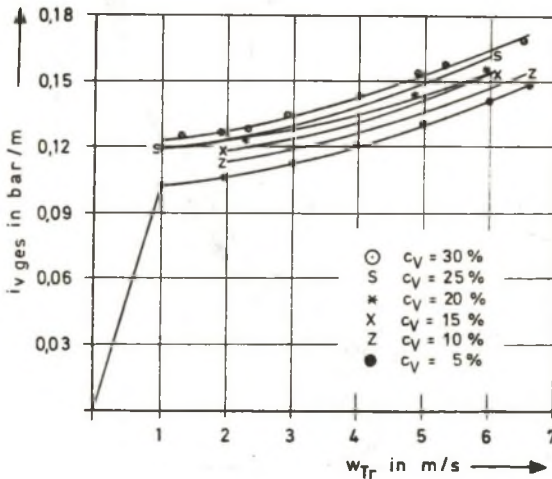


Abb. 4: Gesamtdruckgradienten  $i_{v,ges}$  bei verschiedenen Volumenkonzentrationen  $c_v$  als Funktion der Trübe­geschwindigkeit  $w_{Tr}$  in einer vertikalen Rohrleitung NW 100 [15]

Feststoffdichten erfaßt. Für alle - die Hydroeinrichtungen betreffenden - Kalkulationen wurde die mittlere Korndichte der Probe I mit

$$\rho_F = 1,8 \text{ t/m}^3 \quad (3-1)$$

zugrundegelegt. Mit der Dichte für Reinkohle  $\rho_K \approx 1,3 \text{ t/m}^3$  und der Bergedichte  $\rho_B \approx 2,6 \text{ t/m}^3$  ergibt sich für die zu fördernde Rohkohle ein relativ hoher Ballastanteil von  $\approx 35 \text{ Vol. } \%$  bzw. von  $\approx 52 \text{ Gew. } \%$ . Die Abb. 2 gibt den funktionalen Zusammenhang zwischen Druckgradienten und mittleren Transportgeschwindigkeiten einer horizontalen Rohrströmung mit  $D = 100 \text{ mm NW}$  für Volumenkonzentrationen zwischen

$$c_v = 0 + 30 \%$$

wieder. Die mit  $w_{\text{Krit}}$  bezeichneten Ablagerungsgeschwindigkeiten der ersten Feststoffpartikel lagen je nach Volumenkonzentration zwischen

$$w_{\text{Krit}} = 1,4 + 1,95 \text{ m/s.} \quad (3-3)$$

Für den vertikalen Transport in einer Rohrleitung NW 100 ergaben sich die in Abb. 3 dargestellten Verhältnisse. Die durch Wasser- und Feststoffreibung hervorgerufenen Druckgradienten sind wieder für verschiedene Volumenkonzentrationen als Funktion der Trübege-  
schwindigkeit aufgezeichnet. In Abb. 4 sind die Gesamtdruckgradienten aufgetragen. Dieser beinhaltet sowohl den durch Flüssigkeits- und Feststoffreibung zustande kommenden als auch den durch die Flüssigkeitssäule der Trübe hervorgerufenen hydrostatischen Druckgradienten.

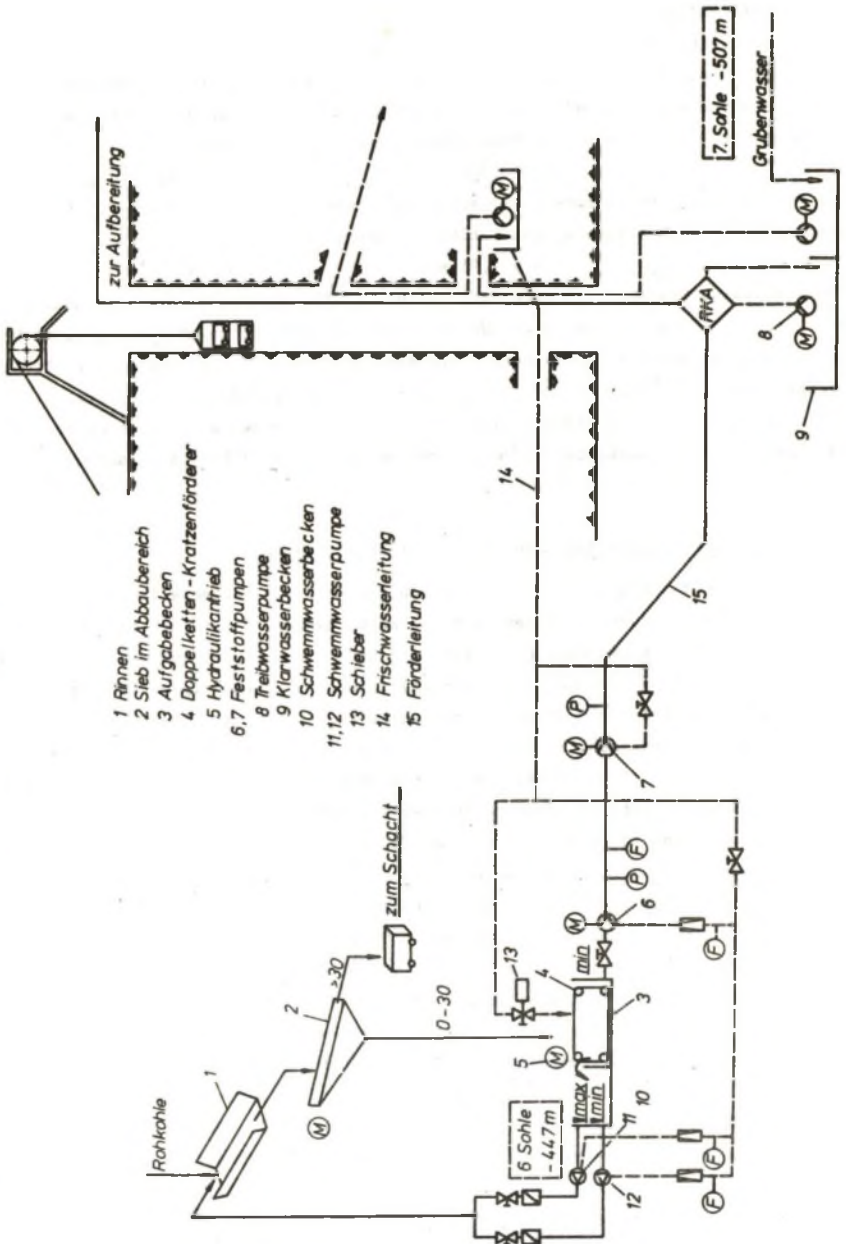
#### 4. Die hydraulische Förderanlage und ihre Haupt-Betriebsdaten

In Abb. 5 ist das Arbeitsschema der gesamten Förderanlage dargestellt. Die gewonnene Rohkohle wird über Rutschen (1) einem Sieb (2) zugeschwemmt, das Körner mit Abmessungen über  $30 \text{ mm}$  abscheidet und in Waggons leitet, die konventionell zu Tage gefördert werden. Der Rest des Feststoff-Wasser-Gemisches (Trübe) fließt in einen Aufgabebehälter (3), in dem ein Doppelketten-Kratzerförderer (4) installiert ist. Der mit einem regelbaren Hydraulikantrieb (5) versehene Förderer sorgt für konstante Füllung der beiden Feststoffpumpen (6) und (7), von denen die zweite auf halbem Wege der  $1,35 \text{ km}$  langen horizontalen Förderstrecke montiert ist. Die Feststoffpumpen drücken die Trübe unter Niederdruck (ca.  $3 \text{ bar}$ ) abwechselnd in eine der drei Kammern des Aufgabesystems (RKA). Eine ausführliche Beschreibung der Verfahrensweise des 3-Rohrkammaufgebers der Fa. Siemag Transplan GmbH erfolgt in Lit. [16]. Eine unter Hochdruck (ca.  $100 \text{ bar}$ ) arbeitende Treibwasserpumpe (8) fördert die Trübe mit Wasser aus dem Sumpf (9) zu Tage.

Das überschüssige Wasser im Aufgabebehälter (3) wird durch Überläufe in ein Schwemmwasserbecken (10) geleitet. Mit zwei Pumpen (11) und (12) wird das Schwemmwasser zu den Betriebspunkten gepumpt. Je nach Schwemmwasserbedarf kann die Pumpe (11) oder (12) abgeschaltet werden. Dem Schwemmwasser und dem Aufgabebehälter (3) kann durch die Frischwasserleitung (14) zusätzlich Grubenwasser aus dem Sumpf 4. Sohle zugeführt werden. Der Zufluß wird durch den sondengesteuerten Schieber (13) geregelt. Die Sperrwasserversorgung der Feststoffpumpen erfolgt ebenfalls aus der Frischwasserleitung.

Die Abb. 6 zeigt das aus betrieblicher Erfahrung (durch Meßwerte an bestehenden Anlagen) zu erwartende Fließdiagramm der Förderanlage, aus dem die maximal auftretenden Zahlenwerte der Volumenströme des Feststoffes  $V_F$ , des Wassers  $V_W$  und der Trübe  $V_{Tr}$  an besonders markanten Stellen entnommen werden können.

Abb. 5: Schematische Darstellung der gesamten Fördereinrichtung der spanischen Schachtanlage "Hulleras de Sabero"



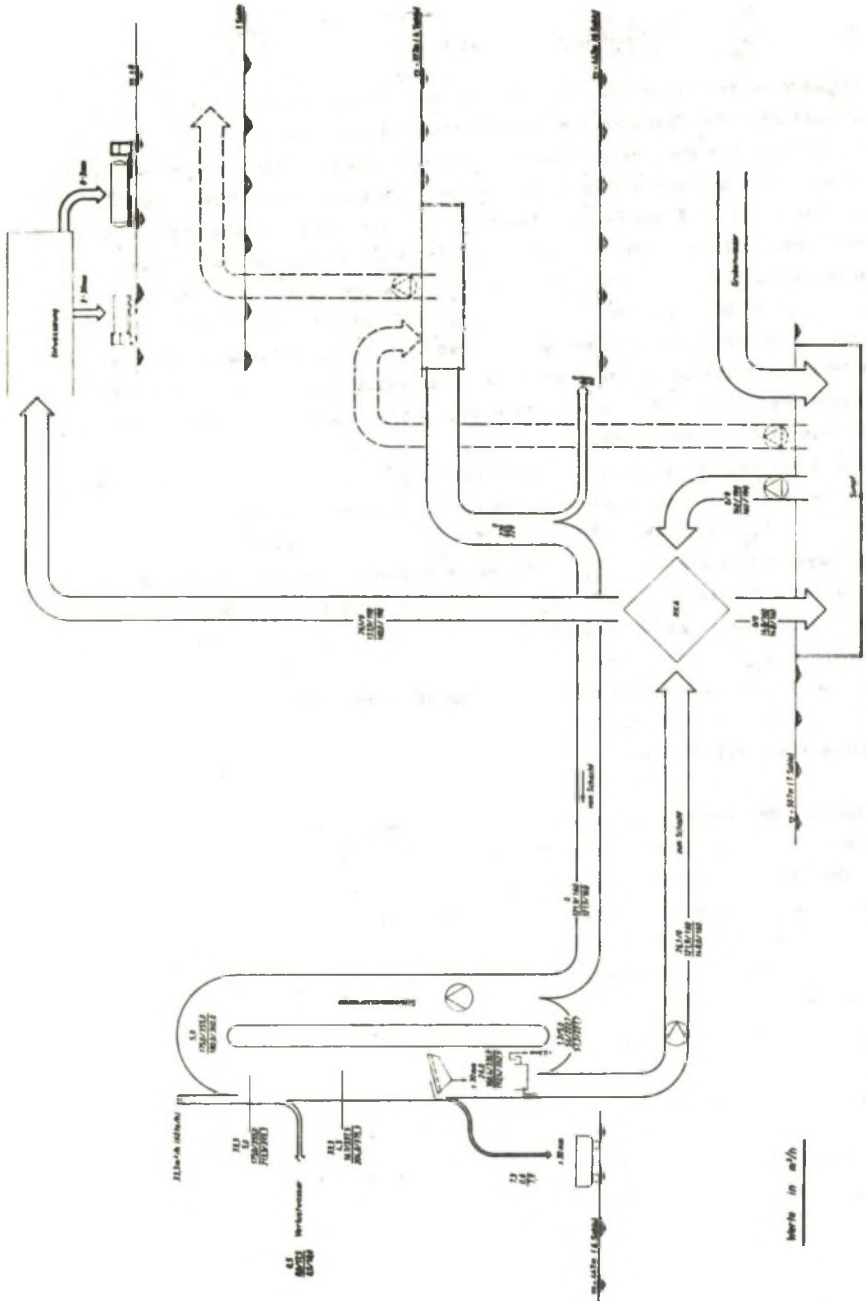


Abb. 6: Fließdiagramm der hydraulischen Förderanlage "Hulleras de Sabero"

Der maximal auftretende Feststoffvolumenstrom (bezogen auf den Abbaubetrieb), errechnet sich aus:

$$V_F = \frac{\dot{m}_F}{\rho_F} = \frac{60,0 \text{ t/h}}{1,8 \text{ t/m}^3} = 33,3 \text{ m}^3/\text{h} \quad (4-1)$$

Durch die Verluste an Feststoff bzw. an Wasser in den Rinnen vom Abbau bis zur Aufgabestation reduziert sich der Volumenstrom der Trübe vor Siebaufgabe auf 375,3 m<sup>3</sup>/h. Entsprechend der Kornanalyse des Ursprungsgutes haben 78 % des Fördergutes Kornabmessungen von 0 bis 30 mm; somit muß die Anlage einen maximalen Feststoffvolumenstrom von 26,1 m<sup>3</sup>/h hydraulisch fördern, da 22 % des Feststoffvolumenstromes (> 30 mm) mechanisch durch Wagenförderung transportiert wird (s. Abschn. 2). Um im Abbau den maximal nötigen Schwemmwasservolumenstrom von 360 m<sup>3</sup>/h zur Verfügung stellen zu können, wird das Überschußvolumen (227,7 m<sup>3</sup>/h) vom Schacht aus mit 121,9 m<sup>3</sup>/h Wasser aufgefüllt.

Es muß allerdings darauf hingewiesen werden, daß sich die im Schwemmwasserkreislauf befindliche Trägerflüssigkeit im Laufe einer gewissen Zeitspanne mit Fein- bzw. Feinststoffen anreichern wird, so daß sich ein periodisch durchzuführender Austausch dieser Trägerflüssigkeit nicht umgehen läßt.

Die für den horizontalen wie auch für den vertikalen Förderbereich bestimmende Größe ist - wie aus dem Fließbild hervorgeht - der maximale Volumenstrom der Trübe:

$$V_{Tr} = 148,0 \text{ m}^3/\text{h} \quad (4-2)$$

Da die Ablagerungsgeschwindigkeiten  $w_{Krit}$  - wie schon erwähnt - in der Rohrleitung mit NW 100 dicht unter 2 m/s liegen, wurde unter Berücksichtigung einer Sicherheit von ca. 50 % die Trübegeschwindigkeit gewählt zu:

$$w_{Tr} \approx 3,2 \text{ m/s} \quad (4-3)$$

Hieraus ergibt sich für die horizontale Rohrleitung ein Durchmesser von

$$d_R = 125 \text{ mm} \quad (4-4)$$

bei einer Volumenkonzentration von

$$c_v = 17,6 \% \quad (4-5)$$

Für die Durchmesser der Kammern des Rohrkammeraufgebers wird der gleiche Wert angesetzt ebenso für die Schachtleitung, obschon sich - wie ebenfalls durchgeführte Sinkuntersuchungen ergeben haben - im ungünstigsten Fall maximale Sinkgeschwindigkeiten  $w_s$  für Bergeschwärme mit einer Korngröße von ca. 20 mm ergeben haben von nur

$$w_s \approx 0,5 \text{ m/s.} \quad (4-6)$$

Bei der Dimensionierung der Pumpen ergab sich eine Gesamtleistung aller an der Förderanlage beteiligten Pumpen von

$$E_P \approx 600 \text{ kW} \quad (4-7)$$

Auf die Wiedergabe weiterer Details, wie z.B. die Wandstärkenbestimmung der Förderleitungen (teilweise unter Berücksichtigung der Verschleißeinwirkung), die Dimensionierung der Rückführleitungen und übriger Nebeneinrichtungen, die Sicherung der Schachtförderleitungen, die Kornzerkleinerung u.a. kann in diesem Zusammenhang nicht eingegangen werden. Es wird deswegen auf Lit. [17] verwiesen.

## 5. Zusammenfassung

Die vorliegende Studie berichtet über inhaltliche Schwerpunkte einer an der FH-Bergbau der W&K-Bochum angefertigten Diplom-Arbeit [17]. Diese Arbeit entstand in engem Zusammenwirken mit der Fa. Stomag Transplan GmbH, Netphen, die den Auftrag erhalten hat, den



Förderbetrieb der spanischen Schachtanlage "Hulleras de Sabero" teilweise auf Hydrotransport umzustellen.

Im Rahmen der Planung der gesamten hydraulischen Feststoff-Fördereinrichtung wird die Ermittlung der optimalen Auslegungsdaten für die Anlage besonders angesprochen. Die hydraulische Förderanlage ist im Stande, pro Stunde maximal 47 Tonnen Rohkohle mit Kornabmessungen < 30 mm vom Abbaubereich bis zur Übertage-Aufbereitungsanlage zu fördern. Für Stücke mit Kornabmessungen > 30 mm ist weiterhin der konventionelle Transport in Wagen vorgesehen. Als Basis für die Berechnungen dienten Versuchsergebnisse, die auf dem Prüfstand des Institutes für "Fördertechnik und Bergwerksmaschinen" der Technischen Universität Hannover ermittelt wurden. Die Dimensionierung der horizontalen und vertikalen Förderleitungen - insbesondere der horizontalen Feststoffförderleitung - geschah unter Berücksichtigung des Reibungs- und Korrosionsverschleißes.

Für die Vertikalförderung des Feststoff-Wasser-Gemisches über eine Strecke von ca. 500 m kommt der 3-Kammer-Rohraufgeber der Firma Siemag Transplan GmbH zum Einsatz. Für sämtliche Feststoffförderleitungen ergab sich eine Nennweite von 125 mm. Die Volumenkonzentration beträgt in der horizontalen Förderleitung ca. 17,6 %. Die zu installierenden Pumpen benötigen eine Gesamtleistung von ca. 600 kW.

#### 6. Literaturverzeichnis

- [1] Weber, M. : Strömungsfördertechnik, Krausskopf Verlag, Mainz (1974)
- [2] Geller, F.J., Harzer, H. : Hydraulische Förderung von Grobkohle, Sonderdruck aus Fördern + Heben, 6/76, Krausskopf-Verlag, Mainz, S. 1-8
- [3] Harnisch, H. : Möglichkeiten der hydraulischen Förderung und der hydromechanischen Gewinnung, Glückauf, 110 (1974) Nr. 1, S. 5-8
- [4] Böhme, F., Ebbecke, K. : Ergebnisse und Probleme experimenteller Untersuchungen des hydraulischen Transports körniger Braunkohle, Glückauf-Forschungsbericht H. 6 (1975),
- [5] Geller, F.J. : Entwicklung eines hydraulischen Transportverfahrens für Versatzberge, Glückauf-Forschungsbericht 1 (1980), S. 31-36
- [6] Harzer, H. : Hydraulische Schachtförderung im deutschen Bergbau, Glückauf 111 (1975), Nr. 1, S. 18-20
- [7] Siebert, H. : Betriebserfahrungen mit der Hydrotechnik auf der Hydrogrube Hansa, Glückauf 116 (1980) Nr. 18, S. 945-952
- [8] Geller, F.J., Gies, R. : Untersuchungen an einem Prüfstand für den hydraulischen Bergetransport, Glückauf-Forschungsbericht, H. 1 (1981), S. 27-31
- [9] Gaessler, H., Prettin, W. : Planungsgrundlagen für die hydraulische Kohlenförderung, Glückauf-Forschungsbericht, H. 5 (1975), S. 185-194
- [10] Samples, R.E. : Hydraulisches Fördersystem zum Transport von Grobkohle vom Kohlenstoß bis zur Aufbereitungsanlage, Glückauf, 118 (1982) Nr. 10, S. 505-508
- [11] Gies, R., Geller, F.J. : Pressure Gradients and Degradation at the Hydrotransport of Coarse Washery Shales, Conference Hydrotransport 8, Johannesburg, South Afrika, organised and sponsored by BHRA Fluid Engineering, Cranfield (1982)

- [12] Gies, R. : Hydraulischer Versatzbergetransport von Übertage bis zum Abbaubetrieb, Forschungsbericht 592-217 (BMW), RAG - K - Nr. 481, Ruhrkohle AG, Essen (1982)
- [13] Siebert, H. : Forschungsbericht Optimierung Hydrobergbau, Hydrogrube Hansa, Ruhrkohle AG Essen, Mai 1981
- [14] Spies, J. : Hydraulische Vertikalförderung kleinstückiger Feststoffe im stationären und instationären Betrieb, Dissertation TU Hannover (1984), S. 76-82
- [15] - : Institut für Fördertechnik und Bergwerksmaschinen der TU Hannover: Versuchsergebnisse über Untersuchungen beim Hydrotransport von Rohkohle spanischer Herkunft in horizontalen und vertikalen Rohrleitungen (April/Mai 1986)
- [16] - : Technischer Informationsdienst der Firma Siemens Transplan, Netphen (1981)
- [17] Geuer, M. : Planung und Dimensionierung einer hydraulischen Feststofffördereinrichtung für eine Schachtanlage in Spanien, unveröffentlichte Diplom-Arbeit a.d. Fachhochschule Bergbau der WBK-Bochum, Fachbereich Maschinentechnik, SS 1986

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jan PALARSKI

Wpłynęło do Redakcji 1987.02.24

ГРАДИЕНТ ДАВЛЕНИЯ В ГОРИЗОНТАЛЬНОМ И ВЕРТИКАЛЬНОМ ТРУБОПРОВОДЕ ВО ВРЕМЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЫРОГО УГЛЯ В ИСПАНСКОЙ ШАХТЕ HULLERAS DE SABERA

#### Р е з ю м е

Чтобы повысить эффективность условий эксплуатации угля в одном из горнодобывающих предприятий "Sebero" фирма Siemens Transplan применила на нем гидравлическую транспортировку угля. Принцип действия как горизонтальной, так и вертикальной гидравлической добычи основан на результатах эксперимента, проведенного в 1977-1980 годах в "Hydrogrube Hansa" в Вестфалии.

На основе схематического представления всей транспортной системы о присутствующей ей проточной схеме Siurny будет обсуждено определение оптимальных входных данных оборудования. С помощью гидравлической транспортировки в течение часа можно перевезти 47 тонн сырого угля с зернистостью 30 мм с места эксплуатации на поверхность. В горизонтальной плоскости гидравлическая транспортировка проходит в длину 1350 м. С целью транспортировки смеси вода-твердые тела на горизонтальном отрезке длиной 560 м применяется трехфазный трубчатый подаватель фирмы Siemens Transplan GmbH. Все трубы в устройстве гидравлического транспорта диаметром 125 мм. Объемное сжатие около 17,6%. Насосы потребляют мощность около 600 кВт.

Для того, чтобы получить достоверные данные, о протекании струи с большим содержанием сырого угля, на экспериментальной установке в Институте горной техники и горнодобывающих устройств в Ганновере были проведены предварительные исследования в большом масштабе. Были исследованы подлинные образцы угля из труб различного диаметра, как функция объемного сжатия транспортируемого материала.

GRADIENT CISNIEN W POZIOMYM I PIONOWYM RUROCIAGU PODCZAS  
HYDROTRANSPORTU WĘGLA SUROWEGO W HISZPANSKIEJ KOPALNI  
"HULLERA DE SABERO"

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

Aby ekonomicznie ukształtować warunki eksploatacji jednego z zakładów wydobywczych kopalni "Sabero" firma Siemag Transplan zastosowała tam hydrauliczny transport węgla surowego. Zasada działania zarówno poziomego jak i pionowego wydobywania hydraulicznego opiera się na zasadach uzyskanych jako doświadczenia w latach 1977-80 z "Hydrogrube Hausa" BAG Westfalen.

W oparciu o schematyczne przedstawienie całego systemu transportowego z przynależnym schematem przepływowym Siurny zostanie omówione ustalenie optymalnych danych wyjściowych instalacji. Instalacja transportu hydraulicznego jest w stanie w ciągu godziny przetransportować maksymalnie 47 ton węgla surowego o uziarnieniu 30 mm z obszaru eksploatacji do napowierzchniowych instalacji przerobczych. Transport w poziomie występuje na odcinku o długości 1350 m. W celu przetransportowania mieszaniny woda - ciało stałe na pionowym odcinku długości ok. 560 m zastosowano trójkomorowy podajnik rurowy firmy Siemag Transplan GmbH. Wszystkie przewody do transportowania ciał stałych są średnicy 125 mm. Stężenie objętościowe w poziomych odcinkach transportera wynosi 17,6%. Zainstalowane pompy pobierają łączną moc na poziomie ok. 600 kW.

Aby uzyskać wiarygodne dane na temat przepływu strumienia, dla bogatego w balast węgla surowego, przeprowadzono uprzednio na instalacji doświadczalnej Instytutu Technik Wydobywczych i Maszyn Górniczych przy TH Hannover badania na szeroką skalę. Badaniom poddano dostarczone oryginalne próbki węgla w instalacjach rurowych o różnej średnicy jako funkcję stężenia objętościowego transportowanego materiału. Niektóre z uzyskanych wyników zostaną również omówione.

PRESSURE GRADIENTS IN THE HORIZONTAL AND VERTICAL PIPELINE  
AT THE HYDRAULIC TRANSPORT OF RAW COAL AT THE SPANISH COLLIERY  
"HULLERAS DE SABERO"

S u m m a r y

Siemag-Transplan Company has installed a hydraulic transport system in order to economise the transport of raw coal from one working face of the Spanish "Sabero" Colliery. The functional principle of both the horizontal and the vertical hydraulic transport is based on the experience gained at "Hansa Hydromine" of BAG Westfalen in the years 1977 to 1980.

The paper presents the diagrammatic view of the complete transport system with the flow chart of the slurry and deals in detail with the determination of optimal design data. The hydraulic transport installation is able to pump up to 47 t/h of raw coal < 30 mm from the working district to the surface preparation plant. The horizontal transport pipe is 1350 m long. For the vertical transport of the slurry over a distance of 560 m the three-chamber-pipe feeder of Siemag Transplant GmbH is used. The diameter of all transport pipes is 125 mm. The volumetric concentration in the horizontal pipe is about 17.6%. The installed rating of the pumps is about 600 kW.

In order to gain knowledge of the flow behaviour of the transported low-grade coal, extensive test measurements were carried out at the test rig of the "Institut für Fördertechnik und Bergwerkmaschinen" of TU Hannover. Original raw coal (from "Sabero" Colliery) was investigated in pipes of various diameters as a function of the volumetric concentration of the transported material. The paper also presents some results of these investigations.