Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 89 (1971)
Heft: 32

Artikel: Kohlenschlamm-Transport durch Rohrleitungen
Autor: Rodio, G.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-84958

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 06.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Kohlenschlamm-Transport durch Rohrleitungen

DK 622.693.4:662.87

1. Einleitung

Für den Transport grosser Mengen von Kohle auf grosse Enfernungen kommen neben Bahn, Strasse oder Wasserstrasse auch Rohrleitungen in Frage. Der nachstehende Aufsatz ist eine Übersetzung und Zusammenfassung eines Artikels von *A. R. Murdison* [1]). Es geht dabei um eine Orientierung über das neue Transportsystem sowie um die Darstellung der Vorteile und Grenzen seiner Anwendung.

2. Grundlagen über den Transportschlamm

Für den Transport wird die Kohle mit Wasser zu einem Transportschlamm vermischt. Es wird dabei zwischen heterogenem und homogenem Transportschlamm unterschieden. Heterogener Transportschlamm wird gewöhnlich nur auf kurze Transportwege verwendet, zum Beispiel bei Baggerungen, in Bergwerken oder bei Verladeanlagen. Die Festteile sind hier verhältnismässig gross und in dem sich in Bewegung befindlichen Schlamm nicht gleichmässig verteilt. Die grösseren, schwereren Brocken schleifen dem Rohrboden entlang und bewirken einen starken Abrieb der Rohrwandungen. Wenn der Schlamm nicht mehr in Bewegung ist, findet sehr rasch eine Sedimentation statt, die die Wiederinbetriebnahme stark erschwert. Homogener Transportschlamm verhält sich ähnlich wie eine Flüssigkeit, und es sind die Gesetze der Rheologie (Mechanik der nicht ganz festen und der noch flüssigen Stoffe) anwendbar. Eine Kombination von mittelgrossen Körnern, die von feinem Schlamm getragen werden, haben sich als wirtschaftlichster Transportschlamm erwiesen. Die Transportgeschwindigkeit in der Rohrleitung liegt an der unteren Grenze des turbulenten Geschwindigkeitsbereiches; dadurch kann der Druckabfall in der Rohrleitung klein gehalten werden und die Turbulenz verhindert das Absinken der grösseren Teile. Den Rohrwänden entlang besteht fast keine Geschwindigkeit, so dass der Reibungsverschleiss gering ist.

3. Anforderungen an den Kohlenschlamm

Um Druckabfall und Rohrverschleiss auf einem Mindestmass halten zu können, wird für grosse Entfernungen nur homogener Transportschlamm verwendet. Dazu ist am Anfang der Transportstrecke eine Schlammaufbereitungsanlage und eine Test-Rohrleitungsschleife erforderlich. Diese ist zur Kontrolle des aufbereiteten Schlammes nötig. Einerseits muss der Schlamm nach einem Betriebsunterbruch wieder in Bewegung gesetzt werden können, anderseits soll der Kraftaufwand für seinen Transport möglichst klein sein. Der pro Tonnen-Kilometer benötigte Kraftbedarf hängt ausserordentlich stark von der Konzentration des Schlammes ab. Er erreicht optimale Werte zwischen 45 und 55 Gewichtsprozenten des Transportgutes, jedoch schon ein mehrfaches bei 30 % und bei 70 % (Bild 1).

[1]) *A. R. Murdison*, P. Eng., Executive Engineer, Acres Limited: Coal Slurry Pipe Line Transportation, An Introduction. «The British Columbia Professional Engineer», Vancouver B. C. Canada, March 1971.

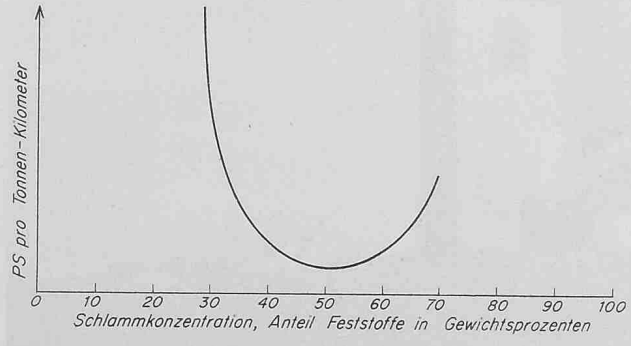

Bild 1. Einfluss der Schlammzusammensetzung auf den Kraftbedarf beim Transport

4. Ausführbarkeit einer Transportschlamm-Pipeline

Es sind die folgenden grundlegenden Faktoren von Bedeutung:

a) Über die ganze, dem Projekt zugrunde liegende Zeitspanne muss ein entsprechender Anfall an Transportgut sichergestellt werden.

b) Der vorgeschlagene Rohrleitungstransport muss im Vergleich zu den anderen Transportarten günstiger sein. Dabei müssen die Anlagekosten (Aufbereitungsanlage, Rohrleitung, Nebenanlagen), der Anfall an Transportgut und dessen Mengenänderungen, die Zuverlässigkeit der Systeme, die Betriebskosten usw. berücksichtigt werden.

c) Sämtliche Erfordernisse für die technische Durchführbarkeit müssen erfüllt sein.

d) Falls die Pipeline einer anderen Gesellschaft gehört oder von einer anderen Gesellschaft betrieben wird, als diejenige, die die Kohle ausbeutet, transportiert oder verwertet, müssen die Tarife der vorgesehenen Transportdauer und dem Transportvolumen angepasst sein.

e) Die Tarife müssen sowohl eine wirtschaftliche Investition, wie auch die entsprechenden Abschreibungen der Anlagen gestatten.

f) Die durchschnittliche Transportmenge des Systems und die Mengenänderungen müssen innerhalb der projektierten Grenzwerte und abgemachten Tarife verbleiben.

Bevor eine Transportschlamm-Pipeline näher untersucht wird, sollten die vorgenannten Erfordernisse erfüllt sein. Während für Steinkohle bereits gute technische Erfahrungen und Kostenangaben vorliegen, ist dies für Braunkohle noch nicht der Fall. Ihr natürlicher hoher Wassergehalt erschwert die Herstellung eines günstigen Transport-

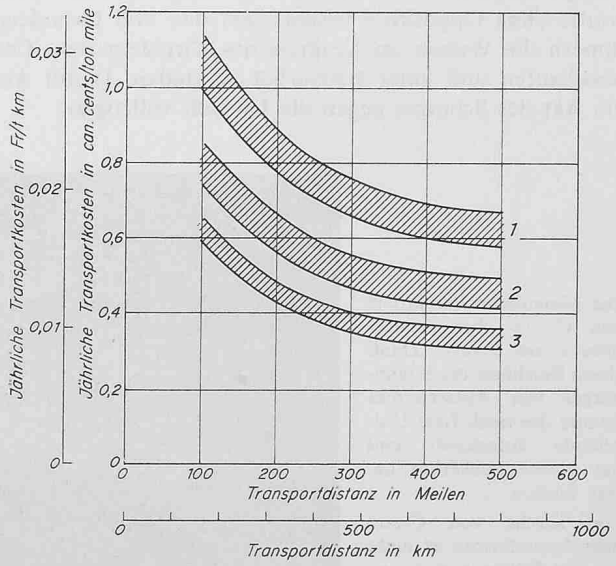

Bild 2. Kosten des Kohlentransportes durch Rohrleitungen. Inbegriffen sind Vorbereitung, Transport und Kapitalkosten (nach [6]). Streubänder für einen Durchsatz: 1 von 3 Mio tons/Jahr; 2 von 6 Mio tons/Jahr; 3 von 12 Mio tons/Jahr

gemisches sowie die Trennung von Kohle und Wasser nach dem Transport. Für Steinkohle kann ein Rohrleitungstransport günstiger als ein Bahntransport sein, wenn die Bahn grössere Transportentfernungen bedingen würde oder wenn zusätzliche Bahnlinien gebaut werden müssten. Mit zunehmendem Transportvolumen und grösser werdender Entfernung erhöht sich der wirtschaftliche Vorteil einer Rohrleitung, weil der relative Anteil der Aufbereitungsanlage sinkt (Bild 2). Bei mittleren topographischen Verhältnissen ergibt eine etwa 800 km lange Pipeline bei einer jährlichen Transportmenge von 5 bis 6 Mio t Transportkosten gleicher Grösse wie ein Bahntransport zum Sondertarif von 1,3 Rappen pro t/km (0,5 can. cents pro ton-mile). Bei höherem Transportvolumen oder grösserer Entfernung wird die Rohrleitung günstiger.

Die nachgenannten Faktoren, die nicht ohne weiteres in einen Kostenvergleich einbezogen werden können, begünstigen zusätzlich den Pipeline-Transport:

a) Die Pipeline ist kapitalintensiv. Moderne Pumpstationen werden fernbedient und neben dem Überwachungspersonal wird nur noch eine kleine Unterhaltmannschaft benötigt. Einmal erstellt, werden sich Lohnteuerungen wenig auf die Transportkosten auswirken. Die Betriebssicherheit der Anlage wird durch Streiks usw. wenig oder kaum beeinflusst.

b) Von den Jahreskosten sind rund 70 % feste Kosten wie Zinsen, Abschreibungen usw.; diese sind der allgemeinen Teuerung nicht unterworfen. Vom Rest betreffen etwas mehr als die Hälfte Stromkosten, die wiederum relativ stabil sind. Damit werden 85 % bis 95 % der Jahreskosten von der Teuerung kaum beeinflusst.

c) Rohrleitungssysteme sind wetterunabhängig und zuverlässig. Der Zuverlässigkeitsfaktor liegt bei 98 %. Infolge des kontinuierlichen Betriebes des Rohrleitungssystems sind keine grossen Ausgleichlager erforderlich.

d) Die unterirdische Rohrleitung mit dem darüber wieder bebaubaren Land stellt einen minimalen Eingriff in die Natur dar.

5. Technische Überlegungen, Projekt, Bau

Projekt und Bau einer Kohlenschlamm-Pipeline haben grosse Ähnlichkeit mit derjenigen einer Öl-Pipeline. Die dort gewonnenen Erfahrungen können direkt weiterverwendet werden. Die Probleme des Kohlenschlammes hingegen müssen neu bearbeitet werden. Für die Bemessung der gesamten Rohrleitungsanlage sind meist Grossversuche mit einer Testschleife nötig. Die optimale Transportgeschwindigkeit im Rohr liegt für Kohlenschlamm mit einem spezifischen Gewicht von rund 1,4 t/m³ zwischen 1,5 und 1,8 m/s. Ein kleineres Transportvolumen als das projektierte kann dadurch erreicht werden, dass intermittierend «Pakete» [2]) von Kohlenschlamm und solche von reinem Wasser gepumpt werden.

Gefälle von 10 % bis 15 % in der Rohrleitung verhindern gerade noch ein Abrutschen des Schlammes in Längsrichtung. Um bei einem Unterbruch dadurch bewirkte Blockierungen der Leitung zu vermeiden, dürfen keine grösseren Gefälle in der Leitung auftreten. Somit spielen bei der Projektierung ausser Stahlqualität, Wandstärke, innerem und äusserem Korrosionsschutz, Pumpstationen, Fernsteuerung usw., auch noch die topographischen Verhältnisse eine entscheidende Rolle, weil diese wegen der einzuhaltenden grössten Steigungen Leitungsverlängerungen bedingen kann.

[2]) Englisch «batch».

6. Schlammaufbereitung und -trennung

In der Aufbereitungsanlage wird die vom Kohlenbergwerk in etwa 5-cm-Körnung angelieferte Kohle mittels Hammer- und Stabmühlen zerkleinert und zerrieben. Nach Beigabe von Wasser wird der Schlamm unter genauer Einhaltung des Wassergehaltes mittels Zentrifugalpumpen in Arbeitsbehälter gefördert, in welchen durch Rührwerke eine gleichmässige Verteilung der grösseren Kohlenteilchen im feinen Kohlenschlamm erreicht wird. Zusätze für Korrosionsschutz werden noch beigegeben. An der Ankunftsstelle wird der Schlamm wiederum in Arbeitsbehälter gepumpt. Anschliessende Zentrifugen verringern den Wassergehalt des Kohlenschlammes auf rund 15 %. Über Transportbänder, Trocknungs- und Pulverisierungsanlagen gelangt dann der Kohlenstaub direkt zu den Brennern.

7. Pumpenausrüstung

Infolge der hohen Drücke – zwischen 70 und 110 atü je am Ende von Leitungsabschnitten – ergeben sich im flachen Gelände Entfernungen von etwa 80 km zwischen den einzelnen Pumpstationen. Die Drücke werden von doppelwirkenden Kolbenpumpen erbracht. Mehrstufige Zentrifugalpumpen, die wegen ihrer geringen Kosten und bescheidenem Unterhalt für Flüssigkeiten wirtschaftlich sind, kommen wegen des grossen Verschleisses für Transportschlamm nicht in Frage. Die erwähnten, doppelwirkenden Kolbenpumpen (bis zu 1700 PS Leistung) sind aus den für Ölbohrungen entwickelten Schlammpumpen abgeleitet worden. Sie werden analog denjenigen von Öl-Pipelines im Freien aufgestellt und ferngesteuert.

8. Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Der Rohrtransport von Kohlenschlamm auf grössere Entfernung ist technisch durchführbar. Verschiedene Anlagen wurden bereits erstellt und werden mit Erfolg betrieben. Diese Transportart sollte in Betracht gezogen werden, wo immer grosse Kohlenmengen regelmässig über lange Strecken zu transportieren sind. Die Wirtschaftlichkeit ist von Fall zu Fall zu untersuchen.

Adresse des Verfassers: *G. Rodio,* dipl. Ing. ETH in Firma Elektro-Watt, Ingenieurunternehmung AG, Postfach, 8021 Zürich.

Literaturverzeichnis

[1] *M. Donovan* and *M. T. Shultz:* Solids Preparation for Pipeline Transport. Symposium on Pipeline Transport of Solids. Canadian Society for Chemical Engineering. Toronto Section. November 10th, 1969.

[2] *G. S. Stevens:* Pipelining Solids – The Design of Long Distance Pipelines. Symposium on Pipeline Transport of Solids. Canadian Society for Chemical Engineering. Toronto Section. Nov. 10th, 1969.

[3] *J. G. Bruce:* Economics of Solids Pipelining. "Pipeline and Gas Journal", July 1970, pp. 44—45.

[4] *F. H. Love,* Editor: The Black Mesa Story. "Pipeline Engineer". Nov. 1969, pp. 38—42.

[5] 270 Mile Pipeline to Bring Coal to Mohave Plant. "Electrical World", Sept. 23rd, 1968, pp. 22—24.

[6] *T. L. Thompson* and *E. J. Wasp:* Coal Pipelines – A Reappraisal! "Pipe Line News", Dec. 1968, pp. 12—15.

[7] *M. L. Rizzone, J. E. Miller* and *T. E. Schmieman:* Slurry Pumps: Some Design Considerations. "Pipeline Engineer", Nov. 1969, pp. 45—50.

[8] *L. E. Paulson:* Lignite Transportation by Pipeline. A study Simulating Flow Characteristics. Submitted as a Thesis to the Faculty of the University of North Dakota. June, 1964.

[9] *E. J. Wasp* et al.: Cross Country Coal Pipeline Hydraulics. "Pipe Line News", July 1963, pp. 20—28.

[10] *W. F. McDermott* et al.: Savage River Mines – The World's First Long Distance Iron Ore Slurry Pipeline. Society of Mining Engineers. AIME, Fall Meeting, Minneapolis. Sept. 1968, pp. 18—20.