

# Steinkohlenbergwerk Zollverein



**Innovationen 1965 – 1975**  
von Dr.Ing Hermann Nocke

# Steinkohlenbergwerk Zollverein Innovationen 1965 - 1975



Der Steinkohlenbergbau in der Bundesrepublik Deutschland unterlag auch in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts zunehmenden Schwierigkeiten: Die ständig wachsende Teufe der Abbaubetriebe hatte höheren Gebirgsdruck, steigende Gebirgstemperaturen und schwieriger werdende Arbeitsbedingungen zur Folge. Auch auf dem Bergwerk Zollverein wurden innovative Projekte mit dem Ziel einer Verringerung der Betriebskosten sowie zur Verbesserung der Sicherheit am untertägigen Arbeitsplatz und zur Erleichterung des körperlichen Arbeitseinsatzes untertage entwickelt. Das Betriebsklima für die Entwicklung innovativer Projekte war auf Zollverein nicht optimiert. Die Produktionslinie, Grubenbetriebsführung mit Produktion, waren vorrangig an der Erfüllung der Produktionssollwerte interessiert. Die Stabsstelle Zollverein war aufgeteilt in einen „Bergwirtschaftlichen Fachbereich“ für Kostenerfassung, Statistik und Materialwirtschaft“ und in einen „Fachbereich Bergtechnik und gesamttechnische Planung“. Hierzu gehörten Überwachung der Produktionsbetriebe, Mechanisierung und Rationalisierung der Betriebe, Koordinierung verschiedener beteiligter Fachbereiche sowie Konzeption und Durchführung innovativer Projekte.

## Sachgebiete

1. Übergang Streb – Strecke – Systemanalyse
2. Anker – Türstock – Ausbau
3. Hydraulische Schreit-Spannstation am Streb-Streckenübergang
4. Maschinelle Herstellung von Aufhauen
5. Maschinelles Blindschachtbohren
6. Zusammenfassung

## 1. Übergang Streb – Strecke – Systemanalyse

Ein besonderer Schwerpunkt im Abbaubetrieb ist der Bereich „Übergang Streb – Strecke“. Hier überschneiden sich mehrere Betriebsvorgänge wie Strebförderung, Gewinnungseinrichtung z.B. Kohlenhobel, des Weiteren Streckenförderung, Materialtransport, Personenfahrgang, Ausbau Streb-Strecke und Wetterführung. Dieser sich über 15 bis 20 m erstreckende Bereich ist die Schlüsselstelle für die notwendige Optimierung der Betriebspunktförderung, d.h., die Steigerung des Abbaufortschritts in den Gewinnungsbetrieben von 4 m bis 5 m täglich auf etwa 10 m täglich und mehr.

Zu dieser Problemstelle wurden Planungen und Lösungsvorschläge erarbeitet (Anlage 1).

## 2. Anker – Türstock – Ausbau

Mit weiter in die Teufe vordringendem Abbau wuchsen u.a. die Probleme in den Abbau-strecken. Infolge höheren Gebirgsdrucks trat stärkere Konvergenz auf mit geringer werdendem verfügbarem Streckenquerschnitt. Hierdurch entstanden erhebliche Nachteile für den Förder- und Transportbetrieb sowie für Personenfahrgang, wie auch für die Wetterführung. Um die 1 – 2jährige Nutzungszeit der Abbaustrecken mit ausreichendem Querschnitt zu gewährleisten, mussten z.B. bei aufbrechender Streckensohle beträchtliche Streckenabschnitte maschinell durchgesenkt oder bei stärkerer Verformung des stählernen Bogenausbaus durchgebaut, d.h., erneuert werden. Hierdurch ergab sich auf Zollverein die Forderung nach einem technisch und wirtschaftlich vorteilhaften Streckenausbau zur besseren Beherrschung der Problematik am Streb-Streckenübergang. Geplant wurde ein kombinierter Anker-Unterstützungsausbau in rechteckigem Querschnitt. Als Ankertyp wurde erstmals im Ruhrbergbau ein 1,8 m langer „Klebanker“ eingesetzt, dessen Klebstoffpatrone anfänglich in Frankreich produziert wurde.

Dieses Projekt ist in den Anlagen 2 – 4 dargestellt.

Die Ergebnisse in den mit Anker-Türstock ausgebauten Abbaustrecken waren voll befriedigend. Der Ausbau wurde in mehreren Strecken von insgesamt etwa 3.000 m Streckenlänge realisiert.

Das Interesse von Fachkreisen des Steinkohlenbergbaus führte zu zahlreichen Befahrungen / Besichtigungen vor Ort.

Etwa 25 Jahre nach dem Zollverein-Einsatz von Klebankern berichtete die RAG-Werkszeitschrift von einem „neuartigen Klebankerausbau“ in Bergwerken am Niederrhein. Die gute Zollverein-Idee fand also eine erfreuliche Wiederbelebung.

Nicht unerwähnt bleiben soll ein Streckenbruch in der letzten geankerten Abbaustrecke im Flöz Ernestine der Betriebsabteilung Zollverein 6/9. Ein Streckenabschnitt von rd. 35 m im Bereich des Streb-Streckenübergangs war auf der Nachtschicht hereingebrochen, ohne dass Personen betroffen waren. Bis dahin waren drei Abbaustrecken mit weit über 1.000 m Streckenlänge problemlos aufgefahren worden.

Die Untersuchung der Bruchstelle durch eine objektiv vorgehende Personengruppe ergab, dass nur rd. 54% der laut Betriebsplan erforderlichen hydraulischen Ausbaustempel im Bruchraum vorgefunden wurden. Der Rest von 46 % des bergbehördlich vorgeschriebenen Unterstützungsausbaus in Form hydraulischer Einzelstempel fehlte! Die Betriebsaufsicht hatte diesen Mangel einreißen und nicht beseitigen lassen. Darüber hinaus wurde bekannt, dass die auf beiden Seiten der Ankerstrecke vorgeschriebenen Holzpfiler, die der geankerten Streckenfirste als Auflager dienen sollten und daher auch Gegenstand der bergbehördlichen Zulassung waren, auf Anordnung weggelassen worden waren. Umso eher konnten die Streckenfirste an den Streckenrändern abreißen (Anlage 2 – 4).

An diesem Ereignis wurde wieder einmal klar, dass durchdachte und erfolgreiche Systeme durch Nachlässigkeit und Ignoranz leicht scheitern können.

### 3. Hydraulische Schreit-Spannstation am Streb-Streckenübergang

Eine weitere Innovation zur Optimierung des Streb-Streckenübergangs war die hydraulische Schreit-Spannstation, entwickelt von der Gewerkschaft Eisenhütte Westfalia / Lünen unter Mitwirkung der technischen Stabsstelle Zollverein (siehe Anlage 3, Seite 7 ff.). Diese Station erhöhte die Sicherheit im Streb-Streckenübergang ganz erheblich und verringerte den Arbeitsaufwand in diesem Bereich u.a. beim Umbau des Streckenausbaus um 40 – 50 %. Diese Schreit-Spannvorrichtung ermöglichte eine Steigerung des Abbaufortschritts von konventionellen 4 – 5 m je Tag auf 10 m je Tag und mehr. Sie war Grundlage zur notwendigen Steigerung der Wirtschaftlichkeit.

Der auf dem Strebförderer angebrachte Kohlenseitenausstrag (Anlage 3, Bild 14) ließ das vom Strebförderer herangebrachte Kohlehaufwerk über den strebseitigen Streckenstoß in den darunter gelegenen Strecken-Ladepanzer gleiten.

Dieser in Zusammenarbeit mit der Bergbauforschung Essen auf Zollverein entwickelte Kohlenseitenausstrag war Innovation, für den Ruhrbergbau ein Ersteinsatz.

Die in den Anlagen 1 – 4 dargestellten Projekte zielten auf eine Optimierung des Übergangsbereichs Streb-Strecke, den neuralgischen Betriebsbereich in Hinsicht auf Arbeitssicherheit, Gebirgsbeherrschung, Arbeitskosten und, allgemein auf Steigerung der Wirtschaftlichkeit des Abbaubetriebs.

Zur Schreit-Spannstation gibt es einen interessanten Bericht. Die Station wurde auf der Nachtschicht normalerweise nicht betrieben. Dennoch müssen unbefugte Personen bestimmte Bedienungshebel betätigt haben, ohne zu wissen, was sie damit auslösten. Offenbar wurden die hydraulischen Stützstempel heruntergefahren, so dass ein Unterstützungsrahmen umfiel. Will heißen: Die Station fällt um! – Zufällig fiel dieses Vorkommnis in die Zeit, in der bundesdeutsche Militärflieger vom Typ „Starfighter“ gelegentlich abstürzten. Findige Bergleute belegten also die Spannstation wegen der Abstürze mit dem Spitznamen „Starfighter“. Dieser Spitzname blieb der Station trotz erfolgreicher Einsätze erhalten. In der Folgezeit wurde sie noch zweimal zum Absturz gebracht, allerdings wiederum nur auf der Nachtschicht.

#### **4. Maschinelle Herstellung von Aufhauen**

Ein weiterer Schwerpunkt bergmännischen Arbeitseinsatzes ist das Herstellen eines Aufhauens im Flöz. Die Vorbereitung eines untertägigen Abbaubetriebs erfordert die Herstellung eines Hohlraumes im abzubauendem Flöz über die geplante Länge von 220 bis 250 m im Rechteckquerschnitt, d.h., Flözmächtigkeit, etwa 1,3 – 1,4 m, bei etwa 6 m Aufhauenbreite. Ein solches Aufhauen ist gewissermaßen die Starttrampe des aus ihr zu entwickelnden Strebs. Dazu wird der Hohlraum mit Strebausbau, Strebförderer und Gewinnungseinrichtung bestückt. Das traditionelle Aufhauen von Hand war eine der besonders belasteten Arbeiten infolge räumlicher Enge, der hohen Gebirgstemperatur, des Staubanfalls und der schweren Lösearbeit, häufig mit Abbauhammer der an der Ortsbrust im Verband anstehenden zäh-festen Kohle. Die Aufhauenmaschine vom Typ VM 04 der Gewerkschaft Eisenhütte / Westfalia in Lünen wurde im Jahr 1966 auf Zollverein eingesetzt und über mehrere Jahr weiter entwickelt.

Gegenüber der Auffahrleistung im Aufhauen von Hand mit 6 bis 8 m täglich betrug die Leistung der VM 04 im Durchschnitt 15 m täglich, in der Spitze 38 m täglich! Hierzu kam ein Kostenvorteil des maschinellen Aufhauens von mehr als 20 %. Mit dieser Maschine wurden mehr als 6.000 m Aufhauenlänge hergestellt. Die Attraktivität der Ergebnisse wurde von zahlreichen Fachgremien anerkennend gewürdigt. Nähere Ausführungen bietet die Anlage 5.

#### **5. Maschinelles Blindschachtbohren**

Das Vordringen des Abbaus in die Tiefe erforderte auf Zollverein in den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts die Herstellung, d.h., die Ausrichtung der 14. Sohle. Durch vorzeitigen Übergang des Abbaus in die Tiefe entstand ein Engpass in der Ausrichtung. Für die Bewetterung der tieferen Sohle musste der dafür geplante Blindschacht kurzfristig erstellt werden. Ein konventioneller Teufbetrieb hätte die zeitliche Zielvorstellung nicht mehr erfüllen können.

Anstoß zum Einsatz einer neu entwickelten sehr leistungsfähigen Gesenkbohrmaschine war deren erfolgreicher Einsatz auf dem Bergwerk Walsum im Jahr 1972 und natürlich der zeitliche Druck auf Zollverein, der ein konventionelles Teufen wegen zu hohen Zeitbedarfs nicht zuließ. Die Maschine, gebaut von der Fa. Wirth & Co.KG, wurde betrieben von Thyssen-Schachtbau GmbH und der Deilmann Haniel GmbH. Allerdings stand der Nachweis aus, dass die Gesenkbohrmaschine auch in hartem, abrasiven Gestein höhere Bohrfortschritte erzielen könne. Weitere Angaben zu diesem Projekt enthält der Bericht in Anlage 6.



## 6. Zusammenfassung

In den 60er und 70er Jahren des 20. Jahrhunderts wurden auf Zollverein mehrere innovative Projekte durchgeführt. Sie alle dienten dem Zweck, die Betriebskosten zu senken, die Arbeitssicherheit der Belegschaft zu erhöhen und die körperliche Arbeit zu erleichtern.

Schwerpunkte der innovativen Tätigkeiten lagen im Abbaubereich wie auch im Teufen eines Blindschachtes.

Die Mannschaften und Ingenieure der Stabsstelle für Bergtechnik wie auch die Mitarbeiter der Grubenbetriebe führten die Projekte durch besonders intensiven Einsatz zu bemerkenswerten Erfolgen.

Dafür sei an dieser Stelle allen Beteiligten gedankt. Recht positiv war auch das Echo bei Fachkollegen im Steinkohlenbergbau. Die vorliegenden Veröffentlichungen mögen als Beleg für die Wertung der Projekte betrachtet werden.

Essen, den 28.08.2017

Dr.-Ing Hermann Nocke  
Assessor des Bergfachs

# Technik und Betrieb

## Systemanalyse des Übergangs Streb-Strecke

Von Assessor des Bergfachs Dr.-Ing. Hermann Nocke, Essen<sup>1</sup>

Der Übergang Streb-Strecke ist gekennzeichnet durch eine besondere Konzentration von Betriebsmitteln und Belegschaften. In diesem Bereich sind gleichzeitig mehrere Arbeitsvorgänge abzuwickeln, wie Fördern, Transportieren, Streckenausbau umbauen, Dämme setzen, Antriebe rücken. Hier ist mehr als ein Drittel der Belegschaft des Abbaubetriebspunktes eingesetzt. Erschwerend für den räumlichen Zustand des Übergangs Streb-Strecke ist der Umstand, daß sich hier im Gebirgskörper zwei verschieden gerichtete Rißsysteme überlagern, teils durch die Streckenauffahrung, teils durch den voreilenden Abbaudruck bedingt. In Verbindung hiermit ist festzustellen, daß das Gebirge in diesem Streckenabschnitt die größte Bewegungsintensität aufweist. Diese Erschwernisse mögen dazu führen, daß im Übergangsbereich eine besonders große Unfallhäufigkeit festzustellen ist. Entsprechende Untersuchungen ergaben, daß sich 12,5% aller meldepflichtigen Unfälle am Übergang Streb-Strecke ereignen, wobei die Entwicklung eine steigende Tendenz aufweist.

Die Gestaltung des Übergangs Streb-Strecke ist weitgehend abhängig vom Zustand und vom Querschnitt der Abbaustrecke. Die Wertung zahlreicher, den Übergang prägenden Einflußgrößen sowie die Verdeutlichung der Vorzüge und der Nachteile verschiedener Übergangstypen ließ eine systematische Ana-

lyse der Situation am Übergang Streb-Strecke notwendig erscheinen.

### Systemanalyse

Im Rahmen der durchgeführten Systemanalyse des Übergangs Streb-Strecke wurden folgende Einflußgrößen berücksichtigt: Flözeinfallen, Flözmächtigkeit, Nebengesteinsqualität, Abbauführung, Art der Abbaustrecke, Lage des Antriebs und Art der Übergabe.

Die angenommene Priorität der hier berücksichtigten Größen schließt nicht aus, daß in Einzelfällen andere Gesichtspunkte übergeordnet sein können, beispielsweise eine zuschnittsbedingte Anordnung von Förder- bzw. Transporteinrichtungen oder die Bereitstellung einer überdurchschnittlich großen Wettermenge. Das Bild 1 zeigt einige der möglichen Einzelfälle. Hier ist dargestellt die Analyse einer dem Streb vorgesetzten Kohlenabfuhrstrecke in flacher Lagerung bei Flözmächtigkeiten unter und über 1,5 m. Entsprechende Darstellungen sind möglich für die Kopfstrecke von Vorbaubetrieben, ferner entsprechende Schemata für Rückbau sowie für andere Einfallensbereiche. Die hier beispielhaft gezeigte Darstellung verdeutlicht folgende Erkenntnisse:

- ▷ Zahlreiche Einflußgrößen prägen den Übergang Streb-Strecke.
- ▷ In Abbaustrecken kann der Rechteckquerschnitt nur bei gutem Nebengestein angewandt werden.

<sup>1</sup> Ergebnisbericht des Projektkreises »Streb-Streckenübergang« vorgetragen am 3. Dezember 1974 vor dem Ausschuß »Gewinnung und Versatz« beim Steinkohlenbergbauverein.

Abbauführung		Vorbau					
Streckenart		Vorgesetzte Kohlenabfuhrstrecke					
Lagerungsgruppe		0 bis 15 gon					
Nebengestein		gut		mittel		schlecht	
Flözmächtigkeit		bis 1,5 m	über 1,5 m	bis 1,5 m	über 1,5 m	bis 1,5 m	über 1,5 m
Querschnittsform							
Lage der Strecke zum Flöz							
Lage des Antriebs							
Art des Austrags	Kopfaustrag						
	Seitenaustrag						
Betriebsmittelanordnung bei Streb-durchgang	Kopfaustrag						
	Seitenaustrag						

■ Hangendnachriß

a Antrieb in der Strecke mit Kopfaustrag

b Antrieb im Streb mit Kopfaustrag

c Antrieb in der Strecke mit Seitenaustrag

Bild 1. Analyse des Übergangs Streb-Strecke bei vorgesetzter Kohlenabfuhrstrecke und Einfallen bis zu 15 gon.

▷ Die Übergabe vom Streb- auf den Streckenförderer verlangt, unabhängig von der Lage des Antriebskopfes zur Strecke, einen mindestens 0,8 m tiefen Liegendeinschnitt. — Die Ausnahme bildet gegebenenfalls ein besonders festes Liegendgestein.

▷ Bei gutem Nebengestein werden die Antriebe überwiegend in der Strecke, bei schlechtem Nebengestein überwiegend im Streb angeordnet.

▷ Trotz der Vielzahl von Einzelfällen schälen sich in den untersten Zeilen nur drei verschiedene Grundtypen des Streb–Streckenübergangs heraus. Diese drei Grundtypen unterscheiden sich durch die Lage des Streb–Förderer–Hauptantriebes zur Strecke und durch die Art der Übergabe vom Streb- auf das Streckenfördermittel.

Es sind zu unterscheiden: Antrieb in der Strecke mit Kopfaus- trag, Antrieb in der Strecke mit Seitenaus- trag und Antrieb im Streb mit Kopfaus- trag. Diese drei Grundtypen stellen sehr unterschiedliche Anforderungen an Streckenbreite und Strecken- verschnitt.

### Streckenkonvergenz

Bei der Betriebsmittelp- lanung für Abbaustrecken oder auch bei Untersuchungen, die allgemein den Streckenquerschnitt be- treffen, bedient man sich häufig des Ausgangsquerschnitts, vermutlich, weil dieser definiert ist und als Zeichnung vorliegt. Tatsächlich ist es wegen der auftretenden Konvergenzen falsch, den Ausgangsquerschnitt für andere Bereiche als für den Vor- ortbereich zugrunde zu legen. Dieser Sachverhalt wird erhellt durch die Ergebnisse von umfangreichen Konvergenzmessungen in 40 Abbaustrecken, die von der Forschungsstelle für Grubenausbau und Gebirgsmechanik durchgeführt wurden. Die ausgezogene Kurve im Bild 2 zeigt die Mittelwerte der Streckenkonvergenz in Abhängigkeit vom Strebstand. Sie zeigt, daß im Durchschnitt bei Streb- durchgang eine Konvergenz von 18 %, rd. 50 m nach Streb- durchgang eine Konvergenz von 42 % und rd. 200 m nach Streb- durchgang eine Konvergenz von rd. 50 % der Ausgangswerte auftritt. Die Schwankungen betragen ± 20 % zum Mittelwert.

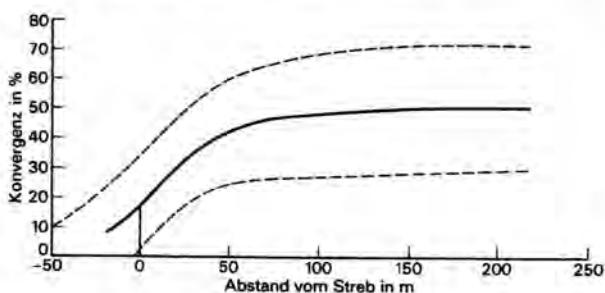


Bild 2. Die Konvergenz von vorgesetzten Abbaustrecken in Abhängigkeit vom Abstand zum Streb (nach W. Kammer).

Die entsprechende Veränderung des Streckenquerschnitts und der Sohlenbreite sind im Bild 3 dargestellt. Hier sind auf- getragen der Querschnitt und die Verringerung der Sohlenbreite in Abhängigkeit vom Strebstand; denn für die Anordnung der Betriebsmittel ist die Änderung der Sohlenbreite besonders wichtig. Die Meßwerte zeigen, daß die Strecke bei Streb- durchgang um 0,5 m schmaler und 50 m nach Streb- durchgang um rd. 1 m schmaler ist als im Ausgangszustand. Ähnlich verhält sich der Streckenquerschnitt. Er nimmt von 17 m<sup>2</sup> vor Ort auf rd. 14 m<sup>2</sup> bei Streb- durchgang ab. Etwa 200 m nach Streb- durchgang verbleiben rd. 8,5 m<sup>2</sup>. Diese Fakten unterstreichen die

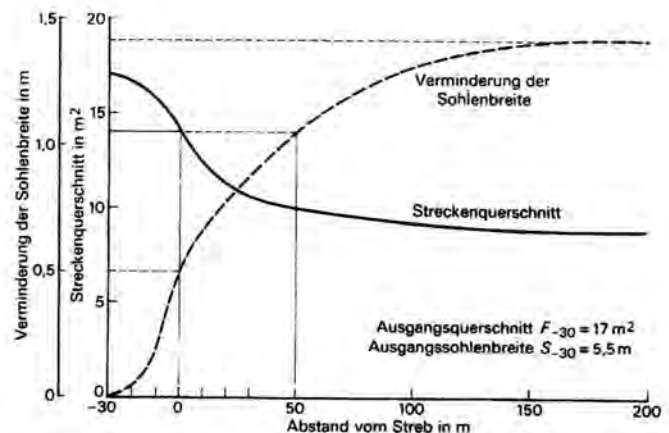


Bild 3. Verminderung des Querschnitts und der Sohlenbreite von vor- gesetzten Abbaustrecken in Abhängigkeit vom Abstand zum Streb. Aus- gangsquerschnitt 17 m<sup>2</sup>; Ausgangsohlenbreite 5,5 m.

Notwendigkeit, bei der Dimensionierung des Ausgangsquerschnitts von Abbaustrecken neben den erforderlichen Betriebs- mitteln auch das voraussichtliche Maß der Streckenkonvergenz zu berücksichtigen.

### Querschnittsbedarf am Übergang Streb–Strecke

Im Bild 4 wird der Querschnittsbedarf verschiedener Über- gangstypen bei und nach Streb- durchgang dargestellt, jeweils unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Streckenkonvergenz. Darüber hinaus sind der jeweils erforderliche Ausgangs- querschnitt sowie die Sohlenbreite angegeben. Für den Rück- bau wurde aus wirtschaftlich- technischen Gründen nur der gün- stigste Übergangstyp berücksichtigt. Die Fälle 1 bis 3 gehen aus von der Lage des Hauptantriebes in der Fußstrecke. Dies ist die zur Zeit überwiegend anzutreffende Anordnung in der flachen Lagerung. Die Trummaufteilung hat in allen Fällen Ähnlichkeit. Das Transporttrum ist hier stets, in der Praxis überwiegend am Unterstoß angeordnet, der dem Strebeingang gegenüber liegt. Hierzu bestehen zwei technische Gründe:

Für das Überfahren des herausgezogenen Streb- antriebes mit der Einschienenhängebahn steht nicht genügend Höhe zur Verfügung; der für das Überfahren notwendige Raum wird häufig durch Einbauten versperrt, beispielsweise durch Unter- zug- oder Spannstempel.

Es wird allgemein angestrebt, die Trumme für die Förderung, den Materialtransport und die Fahrweg vom Anfang der Strecke bis vor Ort möglichst kreuzungsfrei zu führen, weil Kreuzungspunkte zusätzlichen Raum erfordern und häufig zu Betriebsstörungen Anlaß geben.

Das Bild 4 zeigt im Fall 1 eine häufig anzutreffende Anord- nung. Der Antrieb des Streb- Förderers ragt rd. 3 m in die Strecke; an seinem Kopfaus- trag liegt der rd. 1 m breite Strecken- kratzerförderer. Am strebseitigen Stoß ist ein Rieselschalen- föhrer angeordnet. Für die zum vorgesetzten Streckenort geführte Einschienenhängebahn ist nur unzureichend Platz vorhanden. Das Bild läßt erkennen, daß der hier im Fall 1 dargestellte, um die durchschnittliche Konvergenz verringerte Ausgangsquerschnitt von 15,6 m<sup>2</sup> zu wenig Platz bietet, um alle Betriebsmittel funktionsgerecht betreiben zu können.

Die Forderung nach unbehindertem und gleichzeitigem Ablauf von Förderung, Materialtransport und Fahrweg ist im Fall 2 des Bildes 4 erfüllt. Hierfür ist ein Ausgangsquerschnitt von rd. 21 m<sup>2</sup> erforderlich, der bereits verschiedentlich in der Praxis anzutreffen ist. Dieser Querschnitt gestattet ferner eine drei-



	Art des Austrags	Trummaufteilung		Ausgangs- sohlenbreite m	Ausgangs- querschnitt m <sup>2</sup>	rd. 200 m nach bzw. vor Strebdurchgang		
		bei Strebdurchgang	rd. 200 m nach bzw. vor Strebdurchgang			Sohlenbreite m	Querschnitt m <sup>2</sup>	
Vorbau	Antrieb in der Strecke	Kopfaustrag	1	2	5,3	15,6	4,1	9,5
		Seitenaustrag	3	4	5,3	15,6	4,1	9,5
	Antrieb im Streb	Kopfaustrag	5	6	4,6	13,5	3,9	8,5
		Seitenaustrag	7	8	4,6	12,5	4,4	11,5
Rückbau	Antrieb in der Strecke	9	10	4,6	12,5	4,4	11,5	
	Seitenaustrag	11	12	4,6	12,5	4,4	11,5	

a Getrennter Fahrweg möglich

b Getrennter Fahrweg bedingt möglich

Bild 4. Aufteilung und Abmessungen von Abbaustrecken am Übergang Streb–Strecke und 200 m nach bzw. vor Strebdurchgang.

trummige Aufteilung nach Strebdurchgang. Dasselbe gilt sinngemäß für Rechteckstrecken.

Im Fall 3 wird an Stelle des Kopfaustrags ein Seitenaustrag am Strebförderer verwendet. Dies spart rd. 1 m Streckenbreite, weil der bei Kopfaustrag am Unterstoß angeordnete Streckenkratzerförderer zur Strebseite verlegt wird und somit den Rieselschleppförderer überflüssig macht. Bei allen technischen Schwierigkeiten, die ein Seitenaustrag heute noch mit sich bringen mag, steht fest, daß er eine bessere räumliche und funktionale Gestaltung des Übergangs Streb–Strecke bei verhältnismäßig geringem Ausgangsquerschnitt der Kohlenabfuhrstrecke zuläßt.

Im Fall 4 liegt der Hauptantrieb im Streb. Hierbei ergibt sich sowohl ein Höchstmaß an verfügbarem Streckenquerschnitt am Übergang Streb–Strecke als auch an Standsicherheit des nicht auszulösenden Streckenausbaus. Dagegen sind als Nachteile bekannt die technischen Schwierigkeiten bei der Überleitung des Förderstromes in den Streckenförderer, der Feinkohlenanfall im Strebfördereruntertrum und die zusätzlichen Kosten für die Mitnahme eines Maschinenstalles. Der Streckenausgangsquerschnitt sollte bei im Streb liegendem Antrieb nicht wesentlich unter 13,5 m<sup>2</sup> gewählt werden, weil sonst im Streckenteil rd. 200 m nach Strebdurchgang bei normaler Konvergenz zu wenig Platz für eine zweitrummige Aufteilung des Streckenquerschnitts vorhanden ist.

Der Rückbau erfordert den geringsten Streckenausgangsquerschnitt. In den Fällen 5 und 6 sind für Bogen- sowie für Recht-

eckausbau Ausgangsquerschnitte von 12,5 m<sup>2</sup> bei einer Sohlenbreite von rd. 4,6 m ermittelt worden. Diese Maße gelten bei Verwendung eines Seitenaustrags.

Die Analyse des Übergangs Streb–Strecke unter Einbeziehung des erforderlichen Streckenquerschnitts führt zu folgenden Erkenntnissen:

▷ Die reibungslose Abwicklung der im Übergangsbereich notwendigen Vorgänge erfordert bei Kopfaustrag und Verlagerung der Strebantriebe in der Strecke einen Ausgangsquerschnitt von rd. 20 m<sup>2</sup>.

▷ Der Einsatz eines Seitenaustrages führt zu einer Ersparnis von rd. 1 m Streckenbreite. An Stelle des Streckenquerschnitts von rd. 20 m<sup>2</sup> genügt hier ein Ausgangsquerschnitt von rd. 16 m<sup>2</sup>.

▷ Bei Anordnung des Hauptantriebs im Streb ist eine weitere Verringerung des Ausgangsquerschnitts auf rd. 13,5 m<sup>2</sup> möglich. Diese Lösung bietet genügend Raum zur gleichzeitigen Abwicklung der am Übergang notwendigen Arbeitsvorgänge.

▷ Rückbau benötigt mit rd. 12,5 m<sup>2</sup> den geringsten Ausgangsquerschnitt.

▷ Bei den zur Zeit im Vorbau üblichen Ausgangsquerschnitten unter 17 m<sup>2</sup> ist nach Strebdurchgang in der Regel eine nur zweitrummige Querschnittsaufteilung möglich. Ein separates Fahrtrum kann nicht in jedem Fall eingerichtet werden.

Diese Ergebnisse gelten nur unter der Voraussetzung normaler Nebengesteinsqualität und Gebirgsdruckintensität. Die hier

angewandte Systematik kann auf weitere Einfallensbereiche übertragen werden, ferner auch auf die Kopfstrecke, die im allgemeinen nach Strebdurchgang wegen der geringeren Betriebsmittelausstattung weniger problematisch ist als die Kohlenabfuhrstrecke.

### Optimierung des Streckenquerschnitts

Die in den letzten Jahren im bundesdeutschen Steinkohlenbergbau zu beobachtende Entwicklung zu größeren Abbaustreckenquerschnitten gibt Anlaß zur Frage nach der optimalen Querschnittsgröße. Auffahrung sowie Unterhaltung von Abbaustrecken mit Querschnitten um 20 m<sup>2</sup> sind im allgemeinen mit hohen Kosten verbunden. Nach Angabe der Forschungsstelle für Grubenausbau und Gebirgsmechanik bestätigen die bisher vorliegenden Werte aus Konvergenzmessungen, daß bei größeren Ausgangsquerschnitten mit einer um so größeren Konvergenz zu rechnen ist. Diese Erkenntnis führt zu der Forderung, den Abbaustreckenquerschnitt zu optimieren, das heißt, ihn genügend groß für die betrieblichen Anforderungen zu machen; dabei sollten maximale Querschnittswerte möglichst vermieden werden. Dieser Forderung entsprechen einerseits raumsparende Betriebsmittel, andererseits konvergenzvermeidende Verfahren der Streckenführung und der Streckenbehandlung.

Die Verwendung des Seitenaustrags beispielsweise spart etwa 1 m Streckenbreite, weil der bei Kopfaustrag erforderliche Riesekohlenförderer entfällt.

Als Maßnahme zur Minderung der Konvergenz in Abbaustrecken sollen hier nur genannt werden die Anordnung der Antriebe im Streb unter Verzicht auf das Auslösen des Streckenausbau im Übergangsbereich, ferner das Nachführen von Abbaustrecken sowie die Anwendung eines optimalen Saumversatzverfahrens.<sup>2</sup>

### Die Lage des Hauptantriebs

In letzter Zeit wird auf den Zechen zunehmend die Frage diskutiert, ob der Hauptantrieb im Streb oder in der Strecke angeordnet werden soll. Ausgelöst wird diese Frage durch die Gestaltung des Bogenausbaus in Abbaustrecken bei Flözmächtigkeiten über 2 m und einem Schichteneinfallen von mehr als 15 gon, ferner durch die Beeinträchtigung des Streckenzu-

standes infolge Auslösens des Bogenausbaus am Übergang Streb–Strecke und dies insbesondere bei zunehmender Teufe bzw. bei wachsendem Gebirgsdruck.

Das stärkste Argument gegen das Hereinziehen des Antriebs in den Streb ist der Arbeitsaufwand für das Herstellen des Maschinenstalles. Die Werte in Spalte 1 und 2 der Tabelle erhärten dies, sofern es sich um die Stallarbeit von Hand handelt. Während die Vorkohlmaschine VM 01 der Westfalia Lünen (Spalte 3) nach ihrer Erprobung im Rahmen eines Entwicklungsvorhabens auf der Zeche Zollverein keine weitere Verwendung fand, ist der Stallhobel System Linde zur Zeit noch im Einsatz (Spalte 4). Hier existieren, vom Arbeitsaufwand her gesehen, gleichwertige Alternativen zu dem in die Strecke gezogenen Antrieb. Die Frage, ob der Antrieb im Streb oder in der Strecke anzuordnen ist, müßte unter Berücksichtigung dieser Lösungen nach anderen Kriterien als dem des Arbeitsaufwandes beantwortet werden, beispielsweise unter Berücksichtigung der Nebengesteinsverhältnisse, der Flözmächtigkeit und des Schichteneinfallens, der Streckenausbaugestaltung, der Streckenkonvergenz nach Strebdurchgang sowie nach fördertechnischen Gesichtspunkten. Die Qualität und der Restquerschnitt einer Abbaustrecke werden durch die Verlagerung der Antriebe im Streb im allgemeinen positiv beeinflusst, weil das Auslösen des Streckenausbau und damit eine zusätzliche Auflockerung der Gebirgsschichten entfällt. Dies äußert sich im allgemeinen durch eine Verringerung der Kosten für Abbaustreckenunterhaltung. Weitere Vorteile ermöglicht das Nachführen von Abbaustrecken.

### Übergang Streb–Strecke bei nachgeführter Abbaustrecke

In jüngster Zeit werden erfolgversprechende Ergebnisse erzielt durch den Einsatz von Schlagkopfmaschinen in nachgeführten Abbaustrecken. In Spalte 5 der Tabelle sind die Ergebnisse mit einem Impact-Ripper der Gullik Dobson Ltd. auf der Zeche Hugo aufgeführt. Der Arbeitsaufwand im Übergangsbereich Streb–Strecke, einschließlich der Stallarbeit von Hand, ist mit 3 MS je Meter Abbaufortschritt verhältnismäßig hoch. Erst das Nachfahren der Abbaustrecke mit Hilfe eines Impact-Rippers führt zu einem geringeren Arbeitsaufwand als das System der vorgesetzten Strecke (Spalte 1). Hierbei wirkt sich auch der um rd 3 m<sup>2</sup> geringere Ausbruchquerschnitt in der nachgeführten Strecke aus, der nach Erfahrungen auf der Zeche Hugo rd. 200 m nach Strebdurchgang zu etwa gleichgroßem Restquerschnitt führt wie ein um rd. 3 m<sup>2</sup> größerer Ausgangs-

Arbeitsaufwand am Strebbrand in MS je Meter Abbaufortschritt bei vorgesetzten und bei nachgeführten Kohlenabfuhrstrecken und 5 m/d Abbaugeschwindigkeit.

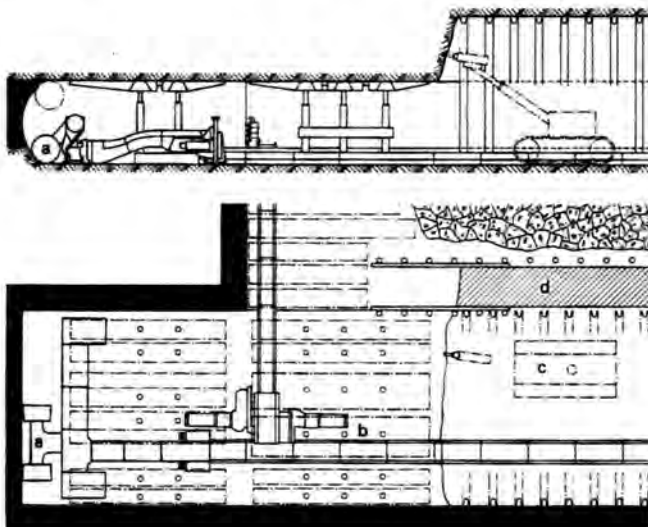
Arbeitsvorgang	Antrieb in der Strecke 1	Vorgesetzte Abbaustrecke rd. 17 m <sup>2</sup>			Nachgeführte Abbaustrecke rd. 14 m <sup>2</sup>	
		Stall von Hand 2	Stallmaschine VM 01 3	Stallhobel 4	Nachriß mit Impact-Ripper	
					Stall von Hand 5	Stallmaschine VM 08 6
<b>Übergang Streb–Strecke</b>						
Maschinenstall herstellen . . .	0,6 <sup>a</sup>	1,7	0,6	0,1	1,7	0,6
Streckenausbau umbauen . . .	0,1	–	–	–	–	–
Holzkästen setzen . . . . .	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Antrieb rücken . . . . .	0,2	0,4 <sup>b</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,2 <sup>b</sup>
Wartung . . . . .	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
Spannbalken ziehen . . . . .	0,1	–	–	–	–	–
Summe . . . . .	1,9	3,0	2,0	1,5	3,0	1,7
<b>Strecke</b>						
Streckenvortrieb . . . . .	2,8	2,8	2,8	2,8	–	–
Sprengmeister . . . . .	0,4	0,4	0,4	0,4	–	–
Streckennachriß . . . . .	–	–	–	–	1,1	1,1
Wartung . . . . .	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Summe . . . . .	3,3	3,3	3,3	3,3	1,3	1,3
<b>Strebbrand insgesamt</b>	<b>5,2</b>	<b>6,3</b>	<b>5,3</b>	<b>4,8</b>	<b>4,3</b>	<b>3,0</b>

<sup>a</sup> Strebssaumsicherung rd. 0,8 m breit; <sup>b</sup> einschließlich Strebenausbau nachführen.

querschnitt in vorgesetzten Strecken. Zum Vergleich beider Systeme ist der gesamte Arbeitsaufwand am Strebbrand ermittelt. Hier ist die mit dem Impact-Ripper nachgeführte Strecke bei einem Arbeitsaufwand von 4,3 MS/m um 0,9 MS/m günstiger als die vorgesetzte Abbaustrecke mit herausgezogenem Antrieb.

Die in der Tabelle aufgeführten Ergebnisse können weiter verbessert werden durch den Einsatz einer Stallmaschine, beispielsweise der VM 08 der Westfalia Lünen oder des Dosco-In-Seam-Headers. Ausgehend von Betriebsergebnissen der Zeche Zollverein mit einer VM 04<sup>2</sup>, dem Prototyp der VM 08, wurde in Spalte 6 der Arbeitsaufwand für eine derart mechanisierte, nachgeführte Abbaustrecke kalkuliert. Diese Methode hat am Strebbrand mit 3,0 MS/m den geringsten Arbeitsaufwand. Sie ist bei Abbaugeschwindigkeiten von 5 m/d und mehr auch wirtschaftlicher als die übrigen Lösungen.

Das hier erörterte Vortriebssystem der nachgeführten Strecke ist dargestellt im Bild 5. Es zeigt die maschinelle Ausrüstung einer vollmechanisierten, nachgeführten Kohlenabfuhrstrecke.



a Stallmaschine  
b Antriebsverlagerung mit Rückeinrichtung  
c Schlagkopfmachine  
d Saumversatz

Bild 5. Vorschlag für die Mechanisierung einer nachgeführten Kohlenabfuhrstrecke mit Stallmaschine und Schlagkopfmachine.

Das Verfahren mag für Flözmächtigkeiten von mehr als 1,4 m anwendbar sein. Die Stallmaschine sowie das Rücken des Hauptantriebs einschließlich Vorziehen der drei 6-Stempel-Gespanne im Übergangsbereich werden von ein und derselben zwei- bis dreiköpfigen Mannschaft besorgt. Das Vorsetzen des Stalles einschließlich Vorziehen des Schreitausbaues um 0,5 bis 0,8 m erfordert bei normalen Flöz- und Nebengesteinsverhältnissen einen Zeitbedarf von weniger als 0,5 h. Es verbleibt somit genügend Zeit für das Rücken des Hauptantriebs und der 6-Stempel-Gespanne. Das mittlere dieser Gespanne könnte als Verlagerung und Rückeinrichtung des Hauptantriebs ausgebildet werden. Ferner kann es als Widerlager einer Streckenförderer-Vorzieheinrichtung dienen. Zum Zweck einer fördertechnisch befriedigenden Übergabe vom Streb- auf den Streckenförderer sollte die Stallmaschine einen Liegendeinschnitt von 0,3 bis 0,4 m mitnehmen. Die mit einer Schlagkopfmachine ausgerüstete Nachrißstelle hat eine eigen-

ne Mannschaft. Diese Form des Streckennachrisses wird in mehreren Fällen erfolgreich praktiziert.

Der hier dargestellte Mechanisierungsvorschlag bietet ein hohes Maß an Sicherheit für die Belegschaft. Er ermöglicht eine wesentliche Verringerung des Arbeitsaufwandes im Übergangsbereich und damit eine Kostenminderung im Vergleich zu den derzeit üblichen Verfahren. Der wesentliche Vorteil der nachgeführten Strecke ist eine Verringerung der Streckenkonvergenz und der Streckenunterhaltungskosten. Das System hat andererseits den Nachteil der Koppelung von Stall-, Streb- und Nachrißstelle. Mehr Flexibilität zwischen Streb und Nachrißstelle kann durch Verwendung von Einzelstempelausbau an Stelle der 6-Stempel-Gespanne erzielt werden. – Die bei nachgeführter Strecke fehlende Vorauflärung kann durch kleinkalibrige Vorbohrlöcher bis zu 150 m Tiefe erreicht werden.

Diese und ähnliche Lösungen werden zur Zeit auch im Ausland praktiziert. So läuft beispielsweise die VM 08 in den Vereinigten Staaten von Amerika in 13 Exemplaren überwiegend als Stallmaschine. Im britischen Bergbau ist eine Stallmaschine, der In-Seam-Header der Firma Dosco, in Entwicklung, mit dem das hier erörterte System des nachgeführten Streckenorts realisiert werden soll. Nach Angaben des National Coal Board sind rd. 15 Maschinen für das Jahr 1975 in Bestellung. Mit Hilfe der hier angesprochenen Lösung scheint es unter bestimmten Lagerstättenbedingungen möglich, die Leistungsfähigkeit des Streckenvortriebs der Gewinnungskapazität des Strebs anzupassen oder sie sogar zu übertreffen. Diese Konstellation wäre eine für Vorbau seit langem angestrebte, wesentliche Voraussetzung für die bessere Kapazitätsauslastung der Gewinnung, die in erster Linie eine fühlbare Minderung der Selbstkosten gestatten würde. Diese Betrachtungen erhellen, daß der Strebbrandbereich interessante Mechanisierungsmöglichkeiten bietet, die kurzfristig zu nutzen sind.

### Weitere räumliche Engpässe am Strebbrand

Bisher wurden nur zwei kritische Querschnitte untersucht: Der unmittelbare Übergang Streb–Strecke und der Streckenteil 200 m nach Strebdurchgang. Zwei weitere Engpässe sind bisher nicht berücksichtigt worden. Es handelt sich um den Bereich des im Kratzerförderer eingebauten Kohlenbrechers und um die Übergabe vom Kratzer- auf den Gurtförderer.

Das Bild 6 zeigt die Engpässe unter Angabe der Maße von zur Zeit gebräuchlichen Betriebsmitteln. Es ist davon ausgegangen worden, daß an diesen Stellen während der Förderung und des Transportes Fahrgang möglich sein soll, beispielsweise auch für die Bedienungs- und Wartungsmannschaft, und daß die Transporteinrichtung ohne Beschädigung anderer Einrichtungen zu betreiben ist. Ferner wurden zur Ermittlung des Streckenausgangsquerschnitts bestimmte Werte der Streckenkonvergenz angenommen, die sich als vorläufige Mittelwerte aus mehreren Messungen ergeben. Unter diesen Voraussetzungen erfordert ein Kohlenbrecher von rd. 2,2 m Breite eine Ausgangssohlenbreite von 6,1 m; die Übergabe vom Kratzer- auf den Gurtförderer mit 2,3 m Breite erfordert eine Ausgangssohlenbreite von rd. 6,3 m. Diese Werte entsprechen einem Ausgangsstreckenquerschnitt von rd. 20 m<sup>2</sup>, der zur Zeit im bundesdeutschen Steinkohlenbergbau nicht als Regelfall angesehen werden kann.

Gebräuchlicher und auch wirtschaftlicher ist ein Ausgangsquerchnitt von 16 bis 17 m<sup>2</sup>. Für diesen Fall dürften Kohlenbrecher und Übergabestation nicht breiter als 1,5 m und rd. 1,8 m hoch

<sup>2</sup> Nocke, H., F. Hornemann und J. Schulte: Maschinelles Aufbauen auf der Zeche Zollverein. Glückauf 108 (1972) S. 856/65.



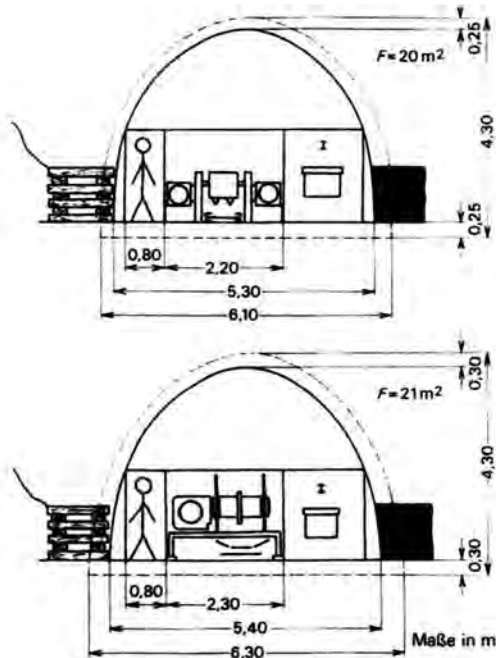


Bild 6. Erforderliche Ausgangsquerschnitte und Aufteilung des Streckenquerschnitts im Bereich eines Kohlenbrechers (oben) und einer Übergabe vom Kratzerförderer auf den Gurtförderer.

bauen. Diese Forderungen führen zu Neuentwicklungen für Kohlenbrecher und Übergabestation. Das Bild 7 zeigt als Anregung für neue Lösungen eine Übergabe vom Kratzer- auf den Gurtförderer aus dem britischen Bergbau. Getriebe und Antrieb befinden sich unter dem Kettenförderer. Die Kraftübertragung zum Kettenstern erfolgt mit einer Gall'schen Kette. Die Übergabe der Wultex Machine Co. baut bei Gurtbreiten von 1000 mm nur rd. 1,4 m breit. Diese oder ähnliche Lösungen können in den hier angesprochenen Engpässen mehr Platz und Sicherheit schaffen für die gleichzeitige Abwicklung von Förderung, Transport und Fahrweg. Ferner erlauben sie geringere, das heißt kostengünstigere Ausgangsquerschnitte der Abbaustrecken.

### Aufgabenstellung

Die Systemanalyse des Übergangs Streb–Strecke wie auch die daran anschließende Engpaßuntersuchung führen zu folgender Aufgabenstellung:

#### Verbesserung des Abbaustreckenzustandes

- ▷ Minderung der Streckenkonvergenz durch Auswahl des zweckmäßigsten Übergangs Streb–Strecke, des optimalen

Saumversatzverfahrens sowie der entsprechenden Streckenführung, beispielsweise Nachführen des Streckenortes.

- ▷ Entwicklung wirksamer Ausbaumethoden zur Verminderung von Schichtenaufblätterung bzw. Schichteneinfaltung.
- ▷ Optimierung des Ausgangsstreckenquerschnitts unter Berücksichtigung der Streckenkonvergenz.
- ▷ Verbesserung des Meßankerverfahrens zur Überwachung des Gebirgsverhaltens (Frühdiagnose).

#### Beseitigung räumlicher Engpässe in Abbaustrecken

- ▷ Entwicklung eines Kompakt-Brechers.
- ▷ Entwicklung einer Kompakt-Übergabestation für den Streckenkratzerförderer.
- ▷ Entwicklung einer Kompakt-Elektroverteilung.

#### Rationalisierung der Arbeitsvorgänge am Strebrand

- ▷ Mechanisierung der Stallarbeit.
- ▷ Verbrauchs- und zeitgerechte Materialzuführung für Streckenvortrieb und Übergangsbereich.

#### Verbesserung und Vereinheitlichung der Betriebsmittel

- ▷ Verbesserung des Kohlenseitenaustrags.
- ▷ Vereinheitlichung eines rückbaren, versteiften Streckenkratzerförderers mit Brecher.
- ▷ Vereinheitlichung der Verlagerung und der Rückeinrichtung für Antriebsköpfe von Streb-Kratzerförderern.

### Zusammenfassung

Die Systemanalyse der Übergangs Streb–Strecke zeigt, daß für den in die Strecke gezogenen Hauptantrieb in der Praxis bewährte, zum Teil querschnitt- und kostensparende Übergangstypen vorhanden sind, die den gleichzeitigen Ablauf der in diesem Bereich notwendigen Arbeitsvorgänge gestatten. Für schwierige Nebengesteins- und Gebirgsdruckverhältnisse, die im allgemeinen in Abbaustrecken einen hohen Unterhaltungsaufwand zur Folge haben, sollte der im Streb verlagerte Antrieb stärker in die Überlegungen einbezogen werden, zumal die Stallarbeit mechanisiert werden kann.

Bei der Planung von Abbaustrecken scheint es zweckmäßig, an Stelle einer weiteren Vergrößerung des Abbaustreckenquerschnitts zunächst eine Optimierung des Querschnitts anzustreben, und zwar unter Berücksichtigung der zu erwartenden Streckenkonvergenz, der Streckenunterhaltungskosten sowie raumsparender Betriebsmittel, beispielsweise des Kohlensei-



Bild 7. Schmalbauende Übergabe vom Kratzerförderer auf den Gurtförderer.



tenaustrags. Ein weiterer Schritt ist in der Wahl einer konvergenzsparenden Streckenführung zu sehen, beispielsweise im Nachführen des Streckenorts. Hierfür liegen Mechanisierungsvorschläge vor, die durch erhebliche Steigerung der Streckenauffahrleistung ein besseres Ausfahren der zur Zeit vielfach nur unzureichend genutzten Gewinnungskapazität gestatten. Hierdurch könnten nicht unbedeutende Kostensenkungen erzielt werden. Wichtig bei der Realisierung integrierter Systeme ist die Forderung nach einer ausreichenden Flexibilität des Verfahrens zur Anpassung an wechselnde betriebliche Verhältnisse.

Die vorliegende Analyse zeigt, daß die Gestaltung des Übergangs Streb—Strecke auch von anderen Betriebsbereichen und Arbeitsvorgängen am Strebrand stark beeinflusst wird, beispielsweise vom Streckenvortrieb wie auch von der Betriebsmittelanordnung nach Strebdurchgang. Diese Tatsache läßt es zweckmäßig scheinen, nicht nur die Problematik des räumlich eng begrenzten Übergangs Streb—Strecke zu betrachten, sondern vielmehr den weitgreifenden Strebrandbereich. Hierbei können alle angrenzenden Problemkreise berücksichtigt und für den Strebrand Lösungsvorschläge aus einem Guß erarbeitet werden.

## Erfahrungen mit Anker-Türstock-Ausbau in einer Abbaustrecke

Von Assessor des Bergfachs HERMANN NOCKE, Dipl.-Ing. OTTO RASCHE und Dr.-Ing. FRITZ SCHUERMANN, Essen

### Gründe für die Wahl des Anker-Türstock-Ausbaus

Die Forderung nach einem geringeren Arbeitsaufwand an den Übergängen Streb-Strecke hat dazu geführt, die Antriebe der Strebförderer und Hobelanlagen in die Abbaustrecken zu verlegen. Die Abspannung der Antriebsstationen in der Fußstrecke scheint technisch gelöst zu sein; bewährt haben sich hydraulische schreitende Übergabestationen auf den Zechen Zollverein (5)<sup>1</sup> und Graf Moltke der Rheinlbe Bergbau AG. Diese Übergabestationen können den zur Zeit im Langfrontbau denkbaren Abbaugeschwindigkeiten bei geringem Arbeitsaufwand genügen (Abb. 1). Unbefriedigend sind bei in der Strecke angeordneten Antrieben jedoch die Querschnittsform und die Ausbauart der Abbaustrecke geblieben. Der bisher verwendete bogenförmige Unterstützungsausbau hat folgende Nachteile:

1. Die bogenförmig ausgebaute Strecke muß ins Flözhangende gesetzt werden. Die Hangendschichten werden hierbei angeschnitten und müssen im Bereich Streb-Strecke mit einem Arbeitsaufwand von 0,2 bis 0,5 MS/m Abbaufortschritt sorgfältig gesichert werden.

<sup>1</sup> Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf das Schriftumsverzeichnis am Schluß des Aufsatzes.



Abb. 1. Hydraulische schreitende Übergabestation mit seitlichem Kohlenaustrag in einer Fußstrecke der Zeche Zollverein.

2. Beim bogenförmigen Ausbau müssen bei Durchgang des Strebs mit einem Aufwand von 0,5 bis 0,7 MS/m Abbaufortschritt Seitenteile des Ausbaus weggenommen und wieder eingebaut werden.

3. Trotz eines Strebförderer-Seitenaustrags (5) ist wegen des bogenförmigen Querschnitts auch bei einem ursprünglichen Streckenquerschnitt von rd. 12,5 m<sup>2</sup> nicht in jedem Fall ausreichend Platz, um eine Einschienenhängebahn oder ein anderes Transportmittel am Hauptantrieb vorbei zum vorgesezten Streckenort zu führen.

4. Die hydraulisch gesetzten Kappenzüge der Übergabestation versuchen stets, in den Scheitelpunkt des Bogens auszuweichen; dabei wandert die Übergabestation in die Streckenmitte. Hobel- und Strebfördererketten müssen mit zusätzlichen hydraulischen Zylindern gespannt werden.

5. Wenn der Ladeförderer am strebseitigen Streckenstoß liegt, kann die hydraulische Übergabestation nicht kontinuierlich schreiten, weil abhängig von der Länge des rückkragenden Kappenteils der Übergabestation nach 3 bis 4 m Abbaufortschritt die am Oberstoß fehlenden Seitenteile des Streckenausbaus eingebracht werden müssen. Diese Arbeit kann jedoch nur bei stillgesetztem Ladeförderer ausgeführt werden, da sonst die mit dieser Arbeit Beschäftigten einer nicht unerheblichen Gefahr durch das Abfordern des zum Teil grobstückigen Haufwerks ausgesetzt sind.

6. Nachgiebiger bogenförmiger Unterstützungsausbau, dessen strebseitiges Seitenteil beim Durchgang des Strebs entfernt und später wieder eingebaut werden mußte, wurde ungefähr ab 30 m hinter der Strebfront erheblich zusammengeschoben und zum Teil verformt. Der Streckenquerschnitt wurde von 12,5 m<sup>2</sup> um mehr als 50% verkleinert.

Der erste Versuch auf der Zeche Zollverein, eine Fußstrecke im Flöz Ernestine in Türstock mit 4,4 m langer Kappe und Mittelstempel als Unterstützungsausbau aufzufahren (1), scheiterte am Aufblättern und Hereinbrechen der Firste. Die bis dahin gesammelten Beobachtungen führten zu gewissen Zweifeln an der Zweckmäßigkeit des Unterstützungsausbaus in Abbaustrecken. Der Begriff des Unterstützungsausbaus ist mißverständlich, weil nämlich schon beim Setzen des Ausbaus im allgemeinen

keine hinreichende Unterstützung des hangenden Gesteins erreicht wird. Die Folge davon ist in vielen Fällen eine nahezu unbehinderte Aufblätterung und Einfaltung des Nebengesteins. Dies führt zu ungleichförmiger Belastung und meist zu erheblicher Verformung des Streckenausbau. Aufblätterung und Einfaltung des Nebengesteins sind für Abbaustrecken unerwünscht und meistens schädlich.

Der nächste Schritt waren Versuche, das Aufblättern des Gebirges durch mit Vorspannung eingebrachten Streckenausbau zu vermeiden. Hierzu geeignete Ausbauteile waren jedoch nicht in ausreichendem Umfang vorhanden. Darüber hinaus bestand die Schwierigkeit, wegen des Platzbedarfs der Lademaschine die 4,4 m lange Kappe rechtzeitig im gefährdeten Bereich, nämlich in Kappenmitte, zu unterstützen. Deshalb schien es zweckmäßiger, die Streckenfirste mit Hilfe von Ankern zu stabilisieren (3). Hierfür wurde der vom Steinkohlenbergbauverein, Essen, entwickelte Klebanker in Betracht gezogen. Versuche im französischen und im saarländischen Bergbau mit auf der ganzen Länge verklebten Ankern hatten gezeigt, daß auch bei wenig druckfestem Nebengestein die geankerte Streckenfirste von schädlichen Einwirkungen bewahrt werden kann. Der auf der gesamten Länge verklebte Anker versprach gegenüber den mechanisch im Bohrloch-tiefsten verspannten Ankern folgende Vorteile:

bessere Bekämpfung der Schichtenaufblätterung,  
geringer Aufwand für das Bohren des Ankerlochs durch Anwendbarkeit des nassen Bohrens,  
einfachere Überwachung infolge geringerer Bedeutung der Verspannung der Ankermuttern.

Für den Versuch auf der Zeche Zollverein wurde eine Fußstrecke in Flöz Ernestine ausgewählt (Abb. 2). Hier stand ein Reststück von 150 m streichender Baulänge mit 1,3 m Flözmächtigkeit zum Abbau an. Am nördlichen Stoß der Strecke befand sich ein 2 bis 3,5 m breites Kohlenbein gegen die ausgeraubte Kopfstrecke des benachbarten, abgeworfenen Bauabschnitts. Die Fußstrecke wurde als Strebgleitstrecke dem Streb um 15 bis 30 m vorgehalten. Als Lademaschine diente ein Samia-Schrapplader TS 11.

#### Die Ankerloch-Bohreinrichtung

Wesentlich für das Ankern ist das wirtschaftliche Bohren der Ankerlöcher:

Um die Bohrzeiten zu verkürzen, braucht man eine leistungsstarke und bewegliche Bohrausrüstung.

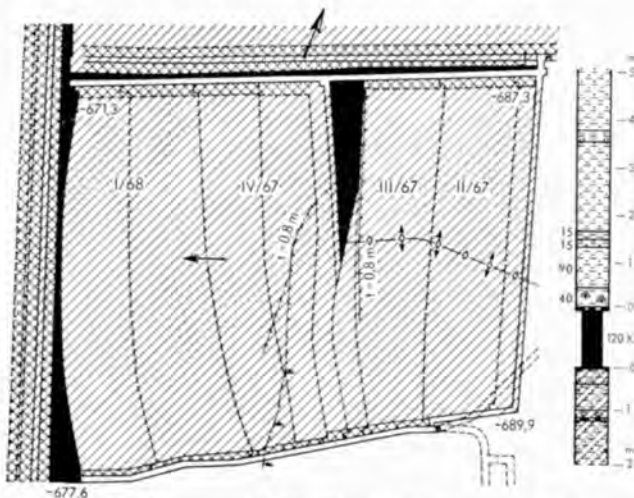


Abb. 2. Abbaugrundriß Flöz Ernestine, Abteilung 3 WN; Streb nach Westen.



Abb. 3. Bohren eines Ankerlochs mit der Drehbohrmaschine P II/2.

Um möglichst wenig Klebstoff zu verbrauchen, ist ein geringer Bohrlöchlurchmesser und ein geringer Ringspalt zwischen Anker und Bohrlöchlwand anzustreben.

Vorversuche zeigten, daß Schlagbohrhämmer auf gebräuchlichen Bohrstützen verhältnismäßig lange Bohrzeiten von rd. 6 min für ein 1,70 m tiefes Bohrloch benötigten. Auch konnten die Ankerstangen bei 1300 mm Ausziehlänge der Bohrstütze nicht genügend tief ins Bohrloch eingebracht werden; während des Nachsetzens der Bohrstütze begann der Klebstoff zu erhärten, so daß sich der Eindringwiderstand für die Ankerstangen erhöhte. Deshalb sind Bohrstützen mit rd. 1800 mm Ausziehlänge erforderlich.

Gesteinsuntersuchungen des Hangenden von Flöz Ernestine, eines leicht sandigen Schiefertons (vgl. Abb. 2) mit 240 bis 480 kp/cm<sup>2</sup> Druckfestigkeit, ließen erwarten, daß das Gestein drehend gebohrt werden konnte. Hierauf wurde eine Drehbohrmaschine P II/2 der Turmag, Turbo-Maschinen-Aktiengesellschaft Nüsse & Gräfer, Sprockhövel, erprobt. Ihre Antriebsleistung beträgt 4 PS, ihr Drehmoment 6,8 kpm, die Drehzahl ist bis zu 250 min<sup>-1</sup> regelbar. Die 65 kg schwere Drehbohrmaschine ist auf eine Lafette mit Zahnstangenvorschub montiert. Die Vorschub- und Zugkraft beträgt bis zu 500 kp. Die Bohrmaschine ist mit Hilfe einer Spannvorrichtung an einem Stempel befestigt (Abb. 3). Die Bohrlafette ist drehbar und in ihrer Längsachse verschiebbar angeordnet. Die Bohrlöcher werden bei einem Bohrlöchlurchmesser von 28 bis 30 mm naß gebohrt.

Mit dieser Maschine wurden Nettobohrzeiten von rd. 1 m/min erreicht; auch konnten mit ihr die Ankerstangen ohne Schwierigkeit in die mit Klebstoff gefüllten Ankerlöcher gebracht werden. Aus diesen Gründen kam die Drehbohrmaschine P II/2 in der Strecke Flöz Ernestine zum planmäßigen Einsatz.

#### Bauweise des Anker-Türstock-Ausbau

Bei der Wahl des Streckenquerschnitts und der Anordnung der Ausbauteile (Abb. 4) wurde auf Erfahrungen der Grube Camphausen-Franziska zurückgegriffen. Der verwendete Klebanker der Becorit Grubenausbau GmbH, Recklinghausen, ist 1800 mm lang, hat 22 mm Dmr. und ein gerolltes Gewinde M 24. Der Ankerstangenstahl RN 90 hat eine Streckgrenze von 36 kp/mm<sup>2</sup> und eine Bruchlast von 60 bis 70 kp/mm<sup>2</sup>. Die Klebstoffpatronen werden von der französischen Firma Hermant Hieguet & D'Ar-Sur-Moselle, Ars-Sur-Moselle, hergestellt. Diese Firma ist Lizenznehmer der Bergwerksverband GmbH, Essen-Kray. Die Klebstoffpatrone hat folgende Kennwerte:

Länge .....	500; 750
Durchmesser .....	24
Patronenhülle .....	Glas
Füllung .....	Polyester-Klebstoff, mit Gesteinsmehl angerührt
Anlieferung .....	Kartons mit 40 Patronen, stoßunempfindlich verpackt
Stückpreis ... DM	1,30 (bei 500 mm Länge) 1,80 (bei 750 mm Länge)



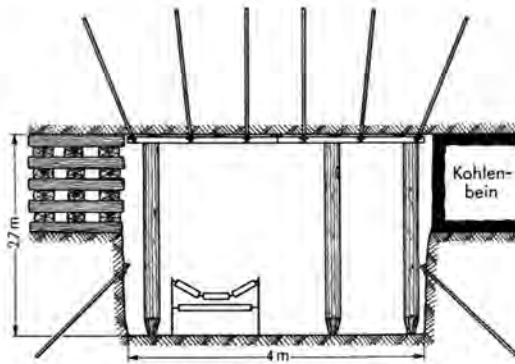


Abb. 4. Anordnung des Streckenausbaus nach dem Durchgang des Strebs.

Seit kurzem werden ähnliche Klebstoffpatronen auch von den Firmen Becorit und Nilos GmbH, Düsseldorf, hergestellt.

An der Streckenfirste sind zwei Kappen aus U-14-Profilen (St 37) angeordnet, die sich bei 2,5 m Länge um rd. 0,5 m überlappen; die Streckenbreite beträgt demnach an der Firste rd. 4,5 m. Jeder der U-Profilstäbe wird mit drei Ankern gegen die Firste verspannt, wobei auf die Profilstäbe zusätzlich Verzugbleche gelegt werden. Die Streckenstöße werden mit je einem Klebanker versehen, der mit seinem unteren Ende bis unter die Streckensohle reicht. Alle schräg angeordneten Anker werden mit Kugelkalotten-Platten versehen. Die Ankermuttern werden mit Hilfe eines Schlagschraubers auf rd. 30 kpm verspannt.

Die U-Profilstäbe sollten ursprünglich mit nur einem aus der Mitte verschobenen Mittelstempel unterstützt werden (Abb. 4), der unmittelbar hinter dem Schrapplader einzubringen war. Jedoch wurde wegen der unbekanntenen Auswirkung des Kohlenbeins am nördlichen Streckenstoß dort ebenfalls ein angespitzter Holzstempel gesetzt, und zwar 5 bis 10 m hinter der Ortsbrust. Am gegenüberliegenden, strebseitigen Streckenstoß wurde unter jede zweite Ankerreihe ein Reibungsstempel gestellt, der nach Strebendurchgang gegen einen angespitzten Holzstempel ausgetauscht wurde. Der Strebsaum wurde mit einem bergeverfüllten Holzkasten und einer Brechholzreihe gesichert.

Bei der Bemessung der Streckenhöhe an der Ortsbrust wurde davon ausgegangen, daß bei Bruchbau während des Abbaus in der Abbaustrecke eine Konvergenz von 70% der Flözmächtigkeit, entsprechend 0,9 m, zu erwarten ist. Da eine Streckenhöhe von 1,80 m eingehalten werden sollte, ergab sich ein Sohlennachriß von 1,40 m und eine Ausgangsstreckenhöhe von 2,70 m. Der Abstand

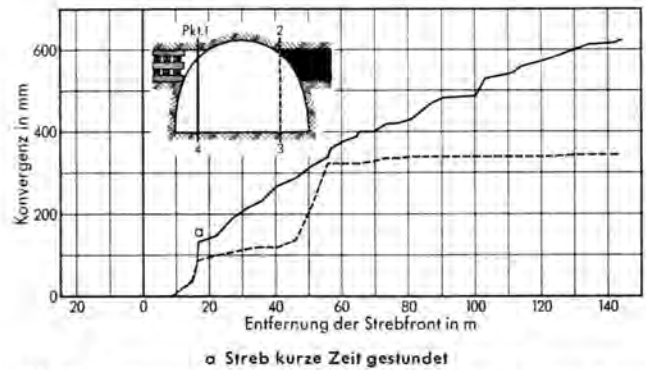


Abb. 6. Konvergenzmessung im Bereich des starren Bogenausbaus; Meßquerschnitt I.

der Ankerreihen wurde zunächst auf 0,80 m festgelegt. Der Ausbau wurde nach mehreren Rechenmethoden überprüft; bei den angenommenen Belastungsverhältnissen ergab sich eine 2- bis 3fache Sicherheit.

### Das Verhalten des Gebirges

Während des Versuchs wurden in der Fußstrecke im gesamten geankerten Abschnitt sowie in der Übergangszone zum Bogenausbau regelmäßige Konvergenzmessungen vom Dezernat Kohlengrundlagen, Markscheidewesen und Bergschäden des Steinkohlenbergbauvereins, Essen, durchgeführt. Die Anordnung der Meßquerschnitte zeigt Abb. 5. Gemessen wurden die Konvergenz zwischen Streckenfirste und Streckensohle, die Auswanderung der Streckenstöße sowie Längenänderungen der Streckenfirste.

Die Abb. 6 gibt die Konvergenz des Meßquerschnitts I im Bereich des Bogenausbaus wieder, rd. 15 m vor Beginn der Ankerzone. Der Konvergenzverlauf in Abb. 7 kann als typisch für die Messungen im Bereich des Ankerbaus angesehen werden. Das absolute Maß der Konvergenz war für Unterstützungsausbau sowie für Ankerbau ungefähr gleich groß. Die Konvergenz betrug  $\approx 100$  m hinter dem Streb rd. 50% der Flözmächtigkeit. Auffallend ist der gleichmäßige Konvergenzverlauf in der Ankerstrecke, insbesondere die geringe Schiefelage der Streckenfirste. Letzteres ist vermutlich auf die Verdübelung des Hangenden und auf eine etwa gleichgroße Nachgiebigkeit der Streckenstöße zurückzuführen.

Repräsentativ für das Verhalten der Streckenstöße sind die Meßwerte aus dem Meßquerschnitt IV (Abb. 8). Beide Stöße sind um rd. 0,5 m hereingewandert. Die Strecke ist also 85 m hinter der Strebfront um 1 m schmaler, bei Strebendurchgang bereits um rd. 0,5 m. Diese Meßwerte bestätigen bereits bekannte Erscheinungen. Auffallend ist

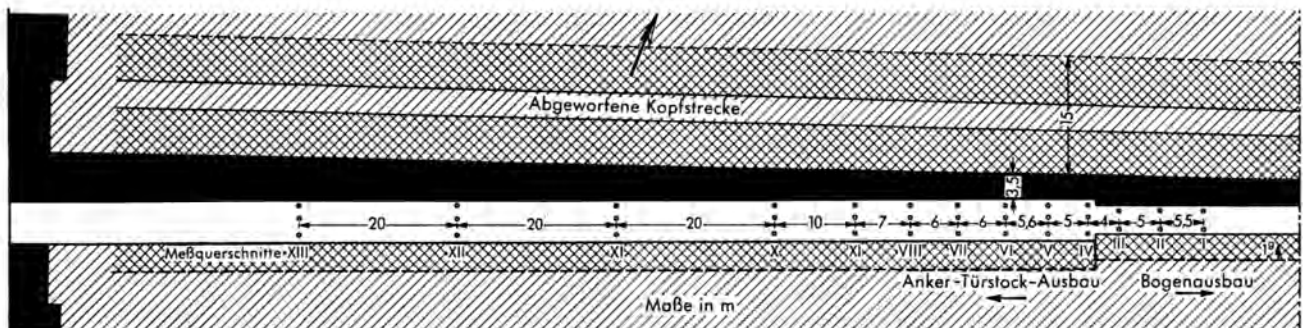


Abb. 5. Anordnung der Meßquerschnitte in der Versuchsstrecke Flöz Ernestine.



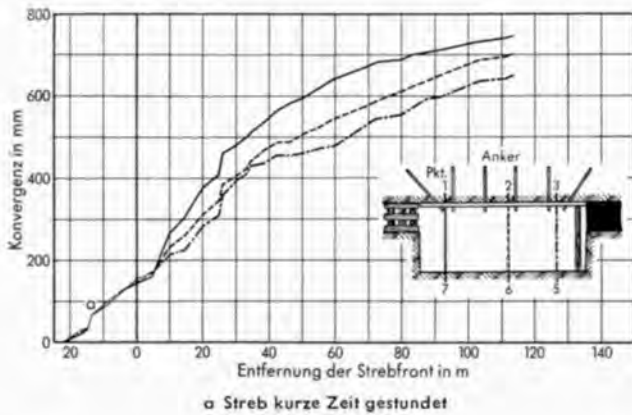


Abb. 7. Konvergenzmessung im Bereich des Anker-Türstock-Ausbaus; Meßquerschnitt VII.

das unterschiedliche Verhalten der beiden Stöße unmittelbar vor und nach dem Durchgang des Strebs. Während der strebseitige Streckenstoß kurz vor der Strebfront in zunehmendem Maß auswandert, verändert sich der untere Streckenstoß gleichförmiger und weniger intensiv, übertrifft jedoch im absoluten Verschiebungsmaß den nach dem Strebdurchgang in seiner Bewegung verharrenden strebseitigen Stoß. Dieses unterschiedliche Verhalten beider Stöße tritt in allen Meßquerschnitten auf und ist durch ihre Belastung zu erklären.

Das Verhalten des 2 bis 3,5 m breiten Kohlenbeins ist von besonderem Interesse. Es ist vergleichbar mit der Charakteristik eines belasteten Holzpfailers (2). Unbewußt ist hier wahrscheinlich ein günstiges Verhältnis von Kohlenbeinbreite zu Flözmächtigkeit sowie Kohlen- und Nebengesteinsfestigkeit getroffen worden. Wesentlich ist, daß die Flözkante nicht zu starr ist und ein Abriß der Hangendschichten vermieden wird. Ein Abriß ist bei sehr harter Kohle und einer Kohlenbeinbreite von mehr als 10 m denkbar. Andererseits muß bei zu weichem Kohlenbein befürchtet werden, daß der Hangendabriß infolge starker Schiefelage oder starker Krümmung der Firste am gegenüberliegenden Streckenstoß auftritt. Diese Zusammenhänge sind weitgehend ungeklärt und bedürfen weiterer Untersuchungen. Im vorliegenden Fall hat sich gezeigt, daß ein Kohlenbein in nicht zu harter Kohle, sofern es eine Breite vom 2- bis 3fachen Betrag der Flözmächtigkeit aufweist, ohne Nachteil für die Abbaustrecke bleibt. Diese Feststellung soll jedoch ausdrücklich auf die bisher einzige Versuchsstrecke in Flöz Ernestine bezogen werden.

Ein interessantes Untersuchungsergebnis stellt die an den meisten Meßquerschnitten festgestellte Verkürzung

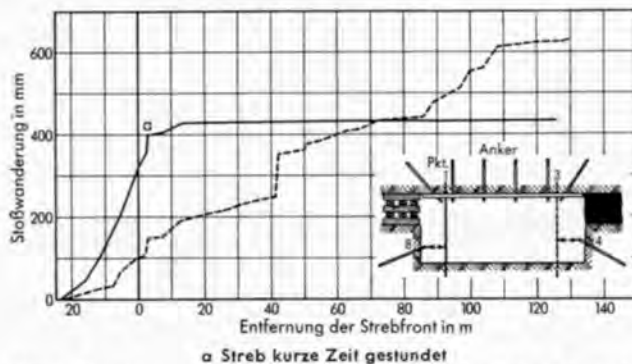


Abb. 8. Bewegungen der Streckenstöße im Bereich des Anker-Türstock-Ausbaus; Meßquerschnitt IV.

der Streckenfirste um 10 bis 30 mm dar; bei einer Meßbasis von 2 bis 3 m beträgt die Verkürzung etwa 1%. Tatsächlich ist in der Strecke auch augenscheinlich keine nennenswerte Durchbiegung und Aufblätterung der Firste festzustellen. Ausnahmen bilden Stellen, an denen die Firste von Rissen aus dem benachbarten Alten Mann durchsetzt ist.

Die Verkürzung der Streckenfirste kann nicht in Einklang gebracht werden mit der Hypothese der Schichtenbündelung oder Schichtenaufhängung. Der Effekt einer Schichtenbündelung im geankerten Gesteinspaket kann nicht geleugnet werden, doch die Bündelung allein reicht nicht aus, die auftretende Belastung zu kompensieren (6). Geringe Bedeutung scheint im vorliegenden Fall die Vorstellung der Schichtenaufhängung oder des „Anagelns“ an eine Trägerschicht zu haben, zumal hier keine solche Schicht vorhanden ist (vgl. Abb. 2). Die Verkürzung der Streckenfirste weist vielmehr auf eine gewölbartige Verspannung der geankerten Streckenfirste hin.

### Bergtechnische Erfahrungen

Ein wesentlicher Vorteil des Anker-Türstock-Ausbaus ist die *Bewegungsfreiheit* im Streckenort und am Übergang Streb-Strecke (Abb. 9); hierbei kann den sicherheitlichen Anforderungen am Übergang voll entsprochen werden. Der Restquerschnitt, rd. 80 bis 100 m hinter dem Streb, kann für die Kohlenabfuhr und die Materialzufuhr besser genutzt werden als bei gleich großem bogenförmigen Streckenquerschnitt.

Der Arbeitsaufwand für die *Streckenunterhaltung* war sehr gering. Es wurden nur vereinzelt Holzstempel ausgewechselt. Der Arbeitsaufwand für Streckenunterhaltung soll jedoch nicht herausgestellt werden, weil die Anzahl der eingebrachten Holzstempel bei dem Versuchseinsatz zur Vorsicht größer als erforderlich gewählt wurde. Beobachtungen sowie Berechnungen lassen einen aus der Mitte verschobenen Mittelstempel ausreichend erscheinen. Bei Verwendung von Holzstempeln muß unbedingt darauf geachtet werden, daß die Holzstempel auf einer Länge von 60 bis 80 cm angespitzt sind und auch nachträglich noch angespitzt, das heißt nachgiebig gehalten werden. Neben dem Einsatz angespitzter Holzstempel ist an die Verwendung nachgiebiger Stahlstützen oder nachgiebiger Einwegstempel gedacht worden.



Abb. 9. Versuchsstrecke in Flöz Ernestine; Blick von der Ortsbrüst in Richtung Schrapplader.

Mit Hilfe von Betriebsablaufstudien wurde der durchschnittliche *Zeitaufwand* in min je Anker beim Ankern mit der Drehbohrmaschine P II/2 ermittelt:

Auf- und Abrüsten .....	1,0
Umsetzen der Bohreinrichtung .....	2,5
Ausrichten der Bohreinrichtung .....	1,5
Bohren des Ankerlochs .....	3,5
Klebstoffpatrone und Anker einbringen ..	1,5
U-Profilstäbe anbringen .....	1,7
Verziehen .....	1,0
Ankermutter anziehen .....	0,5
Arbeitsbühne umbauen .....	1,0
Gesamter Zeitaufwand in min je Anker ..	14,2

Für die Stoßanker wurde ein durchschnittlicher Zeitaufwand von rd. 10 min/Anker ermittelt. Für eine aus sechs Firstankern und zwei Stoßankern bestehende Ankerreihe ergibt sich hieraus ein Zeitaufwand von rd. 105 min. Dies führte in der Versuchsstrecke zu einer Ankerleistung von 9,3 Anker/MS; dabei betrug die Abschlaglänge 3 m, der Ankerreihenabstand 0,8 m, die Anzahl der eingebrachten Ankerreihen 3,5 Stck./S, die Anzahl der eingebrachten Anker 28 Stck./S, die Belegung des Ankerdrittels 3 MS, die Belegung vor Ort insgesamt 7 MS und die Auffahrleistung vor Ort (ohne Schießmeister) 43 cm/MS.

Die mittlere Ankerleistung von 9,3 Anker/MS ist unbefriedigend. Die Zeitwerte zeigen, daß das Ankern insbesondere durch die Bohrarbeit und die damit verbundenen Nebenarbeiten beeinflusst wird. Abb. 3 ließ bereits erkennen, daß die verwendete Bohreinrichtung zu unbeweglich ist und zu viel Arbeitsaufwand erfordert. Weitere Bemühungen sind darauf gerichtet, Bohrzeit und Rüstzeiten durch technische Verbesserungen zu verkürzen.

Trotz aller anfänglichen Skepsis war das *drehende Bohren* ein voller Erfolg. Nicht selten wurden Nettobohrleistungen von 1 m/min erreicht. Hierbei blieb der Verschleiß der Bohrköpfe in normalen Grenzen. Nach 2000 Bohrmeter zum Beispiel war noch keine der zwei verwendeten Bohrstangen beschädigt. Die mittlere Standlänge der Drehbohrschneiden betrug etwa 330 Bm. Die Kosten durch Verschleiß der Bohrköpfe waren etwa gleich hoch wie beim schlagenden Bohren. Weitere Bemühungen um eine zweckmäßigere Gestaltung der Drehbohrschneiden lassen eine Steigerung der Standlänge erwarten.

Versuche beim Ankern des Nebengesteins von Flöz Karl führten zu anderen Ergebnissen: Bei 440 bis 810 kp/cm<sup>2</sup> Druckfestigkeit des Gesteins und 20 bis 30 % Quarzgehalt scheiterte die Drehbohrmaschine. Nach Bohr- und Ankerversuchen mit Drehschlagbohrmaschinen sowie Schlagbohrhämmern zeigte sich, daß auch mit Hilfe eines *Schlagbohrhammers BM 21* der Demag AG, Duisburg, wirtschaftlich geankert werden kann, wenn bei geschickter Handhabung für das Einbringen der Anker eine Bohrstütze mit genügend großer Ausziehlänge und großem Andruck verfügbar ist; als brauchbar erwies sich die Bohrstütze *BMK 50 TGR* der Atlas Copco Deutschland GmbH, Essen-Kupferdreh, mit einer Ausziehlänge von 1850 mm. Das Ankern mit dieser Ausrüstung erlaubt kürzere Rüstzeiten und bietet die Möglichkeit, gleichzeitig mehrere Bohrhämmer einzusetzen.

Die bisherige Auffassung über die *Arbeitsweise der Anker* geht davon aus, daß Anker um so wirksamer sind, je fester sie im Bohrlochtiefsten haften bzw. verspannt sind. Die gleiche Auffassung gilt auch für die Herstellung von Spannbeton. Bei im Bohrlochtiefsten verspannten

Ankern ist Voraussetzung, daß die unterste Schicht des geankerten Hangenden die Auflagerkräfte aufnehmen kann, die über die Ankerplatte auf das Hangende übertragen werden; auch darf die unterste Gesteinsschicht nicht abblättern. Darüber hinaus muß das Bohrlochtiefste in einer festen Gesteinsschicht, einer sogenannten Trägerschicht, stehen, in der der Anker verspannt werden kann.

Das Einkleben der Anker auf ihrer gesamten Länge zielt darauf ab, jede im Bohrloch angeschnittene Gesteinsschicht in ihrer gesamten Mächtigkeit fest mit dem Anker zu verbinden und die geankerten Gesteinsschichten weitgehend in ihrer Lage zueinander zu fixieren. Das Ziel ist also hier wie beim konventionellen Anker, bankrechte und bankparallele Bewegungen einzelner, insbesondere der untersten Gesteinsschichten weitgehend zu verhindern. Während sich bei konventionellen Ankern die beim Verspannen wirksamen Kräfte auf das Bohrlochtiefste und die Auflagefläche der Ankerplatte konzentrieren, werden diese Kräfte bei über die gesamte Länge verklebten Ankern auf eine größere Fläche, nämlich auf die gesamte Mantelfläche des Bohrlochs bzw. des Ankers verteilt. Hieraus ist bereits erkennbar, daß die Voraussetzung für die Wirksamkeit konventioneller Anker, nämlich die Forderung nach bestimmten Eigenschaften bestimmter Gesteinsschichten, für den über die gesamte Länge verklebten Anker erheblich an Bedeutung verliert. Unter Tage konnte beobachtet und damit bestätigt werden, daß die Ankerplatten nur gering belastet sind und in Zukunft leichter gebaut werden können. Im einzelnen hat das Verkleben der Anker auf ihrer gesamten Länge folgende Vorteile:

1. Bei geringer Druckfestigkeit der untersten Hangendschicht treten in diesem Gestein keine zerstörenden Kräfte durch die Verspannung der Ankerplatte auf.
2. Der Anker kann nicht entlastet und damit wirkungslos werden, wenn die unterste Hangendschicht im Bereich der Ankerplatte ausbricht.
3. Die Wirksamkeit des Ankers ist nicht vom Vorhandensein einer „Trägerschicht“ abhängig.
4. Das Bohrloch ist vollständig ausgefüllt. Durch diese Dübelwirkung wird möglichen Schichtenverschiebungen im Hangenden wirksam begegnet.
5. Die Ankerlöcher können naß gebohrt werden, also mit verhältnismäßig geringem Aufwand. Naßbohren hat selbst in Tonschiefer keinen wesentlichen Einfluß auf die Wirksamkeit der Anker.

Die Frage der Verspannung der Anker bleibt immer noch bedeutsam. Um trotz des Einklebens auf der ganzen Länge eine Verspannung zu erzielen, sind die glatten Ankerstangen an dem eingeklebten Ende auf 20 bis 30 cm Länge mit einem Gewinde versehen. Hierdurch wird die Haftung zwischen Ankerstange und Kunstharz im Bohrlochtiefsten erhöht. Die Verwendung von Ankerstangen mit aufgerauhter oder profilierter Oberfläche ist vorerst noch eine Kostenfrage. Werden die Anker 5 bis 15 min nach dem Setzen mit einem Schlagschrauber vorgespannt, so verteilt sich die Vorspannung gewissermaßen auf die ganze Länge des Ankers. Das Kunstharz ist zu diesem Zeitpunkt noch in der Härtung und hat erst einen Bruchteil seiner Endfestigkeit erreicht; sein E-Modul beträgt dann höchstens  $\frac{1}{100}$  des E-Moduls von Stahl. Selbst wenn das Harz ausgehärtet ist, ist die nachträgliche Einstellung einer gleichmäßigen Spannungsverteilung zu erwarten, weil der E-Modul des Harzes auch im ausgehärteten Zustand bei etwa 20 % desjenigen von Stahl liegt. Messungen zu dieser Frage sind vorgesehen.



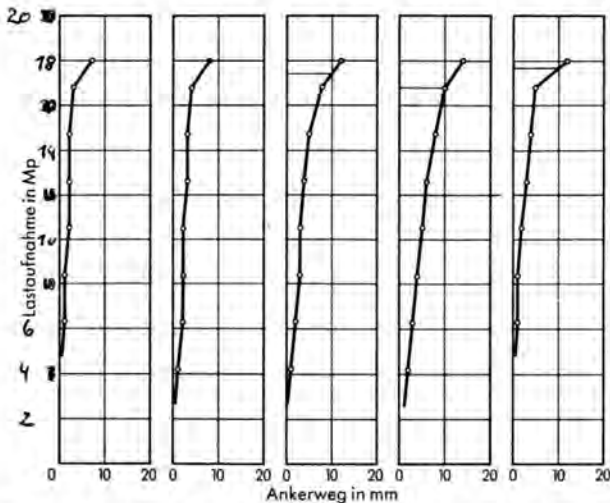


Abb. 10. Ergebnisse von Ankerziehversuchen in der Versuchsstrecke Flöz Ernestine.

Die Tragfähigkeit der Anker wurde mit Ankerziehversuchen ermittelt. An Firstankern ergaben sich Nennlasten (Lastaufnahme bei 10 mm Ankerweg) zwischen 12,6 und 17 Mp je Anker. Die Prüfwerte lagen stets über 10 Mp je Anker (Abb. 10). Bei allen geprüften Ankeren wurde eine ausreichende Verklebung der Ankerstange festgestellt.

**Ausbaukosten**

Beim Vergleich der Kosten von Anker- und von Unterstützungsausbau sollen die Material- und die Arbeitskosten herangezogen werden. Die Kosten für Bohren und Schießen des Abschlags sowie für das Laden der Berge bleiben unberücksichtigt. Verglichen werden die Kosten für den in der Versuchsstrecke eingesetzten Anker-Türstock-Ausbau (vgl. Abb. 4) mit einem starren 11-m<sup>2</sup>-Bogenausbau, der zweimal verwendet werden kann:

	Anker-Türstock-Ausbau DM/Ankerreihe	Starrer Bogenausbau DM/Bau
Materialkosten .....	168,30	208,45
Arbeitskosten .....	68,64	80,00
Maschinenmieten und Energie	8,92	—
Insgesamt .....	245,86	288,45

Der Anker-Türstock-Ausbau ist also nicht teurer als der starre Bogenausbau, eher etwas billiger. Ein Vergleich mit nachgiebigem Unterstützungsausbau wird noch günstiger für den Anker-Türstock-Ausbau sein. In dem Kostenvergleich sind die Unterhaltungskosten nicht berücksichtigt; nach bisherigen Erfahrungen sind sie bei Anker-Türstock-Ausbau geringer als bei Unterstützungsausbau.

**Ausblick**

Die guten Erfahrungen beim Auffahren der Versuchsstrecke waren Anlaß für weitere Bemühungen, die Kosten des Anker-Türstock-Ausbaus zu verringern. Die geringe Verkürzung der Streckenfirste weist darauf hin, daß die U-Profilstäbe überdimensioniert sind. An ihrer Stelle sollen 3 m lange Bandeisen verwendet werden (Abb. 11). Beide Bandeisen könnten sich in Streckenmitte überlappen, so daß der zweite Anker im Bereich der Überlappung entfallen kann (vgl. Abb. 4). Weitere Kosten können durch Weglassen des strebseitigen Holzstempels, vorerst an jeder zweiten oder dritten Ankerreihe, eingespart werden.

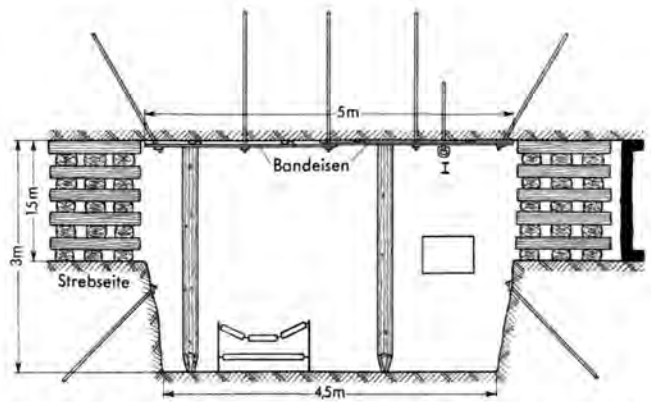


Abb. 11. Geplante Anordnung des Streckenausbaus nach dem Durchgang des Strebs.

Weitere Einsparungen werden bei den Arbeitskosten angestrebt. Infolge der unbefriedigenden Ankerleistung wurde in Zusammenarbeit mit dem Steinkohlenbergbauverein und der Salzgitter-Maschinen AG, Salzgitter-Bad, eine hydraulische Bohreinrichtung entwickelt, die an eine auf Raupen verfahrbare Lademaschine montiert werden kann (Abb. 12). Diese Entwicklung wird vom Land Nordrhein-Westfalen finanziell gefördert. Der Einsatz des Ankerloch-Bohrgeräts verspricht folgende Vorteile: Größere Beweglichkeit der Bohreinrichtung und kürzere Rüstzeiten,

Verbesserung der Bohrleistung durch größeres Drehmoment und größeren Andruck,

Verringerung der Ankermannschaft von 3 auf 2 Mann,

Verwendungsmöglichkeit eines Bohrhammers an Stelle einer Drehbohrmaschine bei festerem Nebengestein.

Die in der ersten Versuchsstrecke gewonnenen Erfahrungen reichen noch nicht aus, Eignung und Entwicklungsmöglichkeiten dieses Streckenausbaus zu beurteilen. Die vorliegenden Ergebnisse sowie die derzeitigen Bemühungen um eine stärkere Mechanisierung des Ankers versprechen jedoch einen weiteren Fortschritt auf dem Weg zur Mechanisierung der Ausbaurbeiten in Flözstrecken.

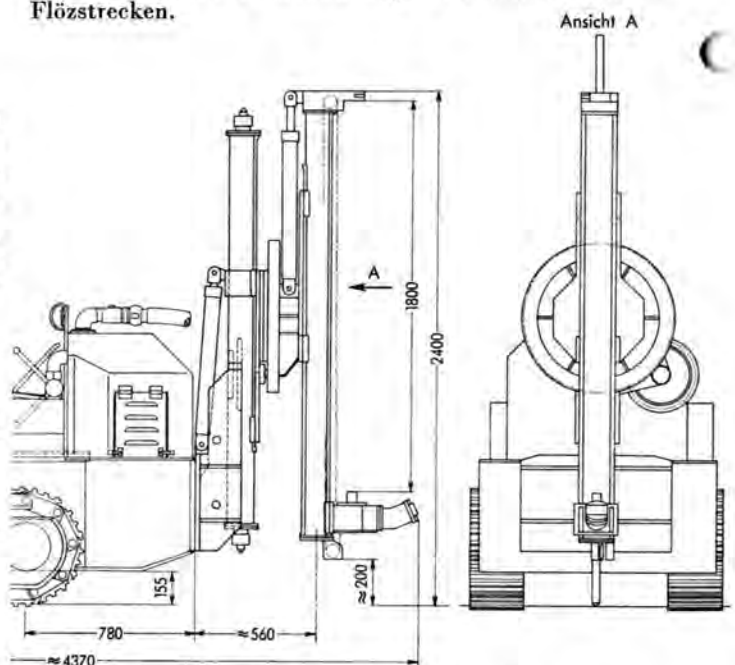


Abb. 12. Seitenkipplader HL 180 K mit angebauter Ankerloch-Bohrmaschine.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Auf der Zeche Zollverein wurde im Flöz Ernestine eine Fußstrecke versuchsweise in Anker-Türstock-Ausbau aufgeföhren; die Anker sind über die gesamte Bohrlochlänge verklebt. Obwohl die Fußstrecke an einem 2 bis 3,5 m breiten Kohlenbein entlang geföhrt werden mußte, ist das Maß des Restquerschnitts durchaus befriedigend. Abrisse des Nebengesteins wurden nicht beobachtet.

Der Erfolg des Ankerns wird weitgehend auf den neuartigen Klebanker zurückgeföhrt, der über seine gesamte Länge verklebt ist. Dieser Anker hat wesentliche Vorteile gegenüber dem im Bohrlochtiefsten verspannten Anker: Die Wirksamkeit dieses Klebankers ist in weitaus geringerem Maß von der Beschaffenheit des zu ankernden Gesteins abhängig. Durch die vollständige Verfüllung des Ankerloches werden die Gesteinsschichten miteinander verdübelt; hierdurch kann einer Aufblätterung und Einfaltung des Nebengesteins wirksam begegnet werden.

Die wesentlichen Vorteile des Anker-Türstock-Ausbaus gegenüber konventionellem Unterstützungsausbau sind

mehr Bewegungsfreiheit am Übergang Streb-Strecke, bessere Beherrschung des Nebengesteins und daher geringere Streckenunterhaltungskosten, kein Arbeitsaufwand für den Umbau des Streckenausbaus bei in der Strecke angeordneten Hobel- und Strebfördererantrieben, optimale Einsatzbedingungen für hydraulische schreitende Übergabestationen sowie geringere Ausbaukosten.

#### Schriftum

1. ADLER, F., und F. H. ESSER: Erste Erfahrungen mit neuen Vorschlägen zur Kostensenkung in den Flözbetrieben der flachen Lagerung. Glückauf 103 (1967) S. 511/19.
2. BRINKMANN, E., und F. NEVELING: Belastungsversuche mit Holzkästen und Holzpfählern. Glückauf 100 (1964) S. 383/89.
3. EVERLING, G., und H. J. BAETHMANN: Vorteile des rechteckigen Querschnitts von Abbaustrecken. Glückauf 101 (1965) S. 1531/38.
4. RICHTER, R.: Grundlegende Betrachtungen zum Ankerausbau. Bergbauwiss. 11 (1964) S. 393/402.
5. SCHUERMANN, F.: Die Gestaltung der Strebenden im Ruhrbergbau und in anderen Bergbaubezirken. Bergfreiheit 32 (1967) S. 190/202.
6. TINCELIN, E., P. SINOÜ und O. LEONET: Le soutènement suspendu ou boulonnage. Rev. Ind. Minér. 43 (1961) Nr. Spec., Doc. S. J. M. B 2 S. 372/455.



## Neue Erfahrungen mit Anker-Türstock-Ausbau

Von Assessor des Bergfachs Dr.-Ing. Hermann Nocke, Essen<sup>1</sup>

Die Erfahrungen mit dem herkömmlichen Türstockausbau aus Kappe und bankschräg gestellten Außenstempeln sind bei großer Streckenbreite in großer Teufe überwiegend schlecht. Das ist insofern nicht verwunderlich, weil sowohl die Stempel als auch die Kappe das Aufblättern der Schichten nicht verhindern und diesem erst recht nicht widerstehen können. Ferner werden bei nicht selten eintretendem Stoßdruck die Außenstempel als Unterstützungsausbau wirkungslos, so daß die Funktion des Türstockausbaus völlig in Frage gestellt ist.

Beim Anker-Türstock-Ausbau handelt es sich weder um herkömmlichen Türstockausbau noch um reinen Ankerausbau. Dieser Hinweis erscheint wichtig, weil in den vergangenen Jahren mit reinem Ankerausbau nicht immer die besten Erfahrungen gemacht worden sind. Jene Erfahrungen aber dürfen nicht auf die hier zu behandelnde, neue und andersartige Ausbauförmigkeit übertragen werden. Bei Abbaueinwirkung ist die Anwendung reinen Ankerausbaus in 5 bis 6 m breiten Abbaustrecken nach vorliegenden Erfahrungen nicht möglich. Der Grund hierfür mag darin liegen, daß unter normalen Umständen, das heißt in einer Teufe von mehr als 700 m, die Eigentragsfähigkeit des dünnbankigen Steinkohlengebirges mit Druckfestigkeiten von 300 bis 800 kp/cm<sup>2</sup> unter Abbaueinwirkung einfach zu gering ist. Beim Anker-Türstock-Ausbau haben die Anker vielmehr eine Hilfsfunktion: sie machen die Streckenfirste „türstockfähig“. Der zu geringen Eigentragsfähigkeit der geankerten Firste wird in Hinsicht auf die Abbaueinwirkungen durch vorgespannten, nachgiebigen und in seiner Tragfähigkeit ausreichend bemessenen Unterstützungsausbau entsprochen. Die Gründe für die Anwendung des Anker-Türstock-Ausbaus lagen in der Notwendigkeit, die Arbeitsvorgänge im Übergangsbereich Streb-Strecke zu mechanisieren und zu rationalisieren (1, 2).<sup>2</sup> Diese Vorhaben erfordern im Vorbau 5 bis 6 m breite Fußstrecken, entsprechend einem türstockartigen

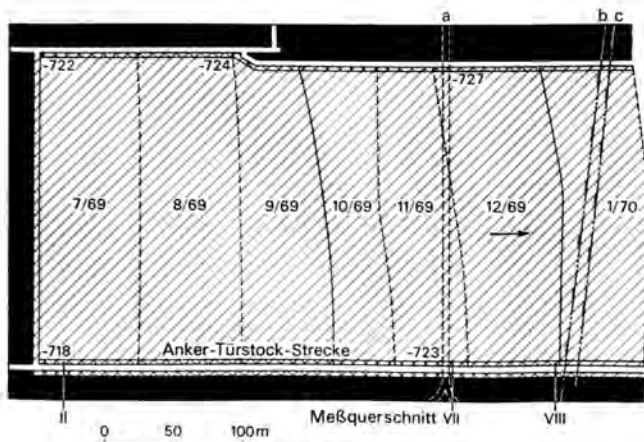
Streckenquerschnitt von 15 bis 18 m<sup>2</sup>. Die Schwierigkeit hat zunächst darin bestanden, derartige Strecken unter Wahrung der Sicherheit aufzufahren und offen zu halten. Die Versuche mit Anker-Türstock-Ausbau auf der Zeche Zollverein laufen nun ungefähr zwei Jahre. In dieser Zeit sind drei Abbaustrecken mit insgesamt mehr als 1200 m in Anker-Türstock ausgebaut worden. Die zum Teil unter schwierigen Verhältnissen aufgefahrenen Strecken und die hierbei gesammelten Erfahrungen und Meßwerte zeigen heute deutlich, daß sich der Anker-Türstock-Ausbau auf der Zeche Zollverein bewährt hat.

### Nebengesteinsverhältnisse und Streckenführung bisher aufgefahrener Anker-Türstock-Strecken

Die erste Strecke ist in Flöz Ernestine aufgefahren worden (2). Über dem Flöz liegt zunächst ein weicher Pflanzenhorizont, darüber Schieferton und Sandschiefer. Bemerkenswert ist, daß im Hangenden eine feste sandige Schicht fehlt, an der man die unmittelbaren Dachschichten hätte „aufhängen“ können. Die Festigkeit des Hangendgesteins betrug zwischen 240 und 480 kp/cm<sup>2</sup>. Die Strecke ist längs dem Alten Mann eines abgeworfenen Bauabschnitts geführt worden. Zwischen Strecke und abgeworfener Bauhöhe ist ein 2 bis 3 m breites Kohlenbein stehengelassen worden.

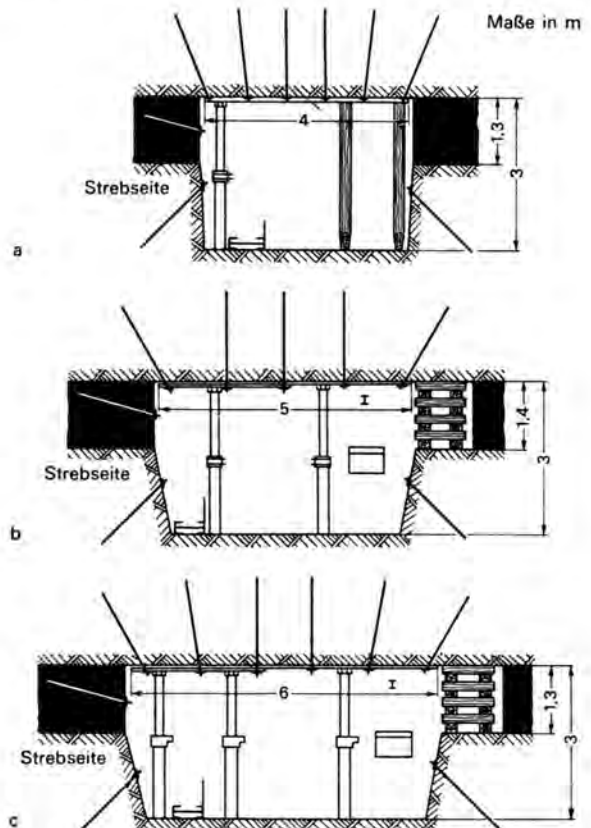
<sup>1</sup> Nach einem Vortrag, den der Verfasser am 6. November 1969 im Rahmen des Technisch-wissenschaftlichen Vortragswesens der Westfälischen Bergwerkschaftskasse in Bochum gehalten hat.

<sup>2</sup> Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf den Quellennachweis am Schluß des Aufsatzes.



a Richtstrecke Süden, 13. S.  
b Abbaukante in Flöz Karl (+ 45 m)  
c Abbaukante in Flöz Blücher (+ 32 m)

Bild 1. Abbaugrundriß und Schichtenschnitt Flöz Ernestine; Abteilung 1 W der Zeche Zollverein.



a Strecke Nr. 1 in Flöz Ernestine;  $F = 12,0 \text{ m}^2$   
b Strecke Nr. 2 in Flöz Karl;  $F = 14,2 \text{ m}^2$   
c Strecke Nr. 3 in Flöz Ernestine;  $F = 17 \text{ m}^2$

Bild 2. Querschnitt und Ausbauanordnung der bisher aufgefahrnen drei Anker-Türstock-Strecken.

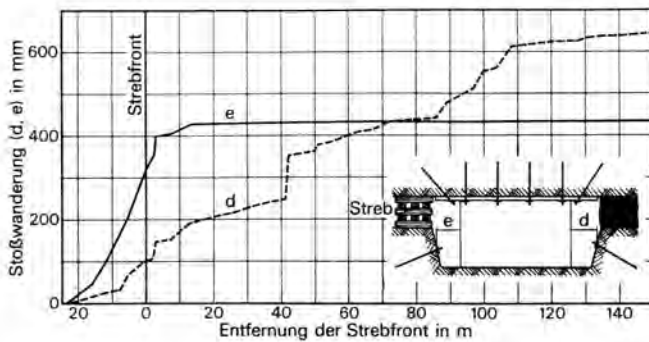


Bild 3. Bankparallele Verschiebung der Streckenstöße in der Anker-Türstock-Strecke Nr. 1.

Die zweite Strecke mit Anker-Türstock-Ausbau ist in Flöz Karl aufgefahrene worden. Hier waren die Schichten im Flözhangenden fester als in der ersten Anker-Türstock-Strecke. Die Druckfestigkeit des Hangendgesteins betrug hier zwischen 430 und 810 kp/cm<sup>2</sup>. Das Hangende wies zwar eine rd. 0,8 m mächtige Sandsteinbank auf, dennoch kann auch hier nicht vom Vorhandensein einer sogenannten Trägerschicht gesprochen werden, an der die Dachschichten hätten aufgehängt werden können. Die rd. 420 m lange Strecke ist ebenfalls längs einer abgeworfenen Bauhöhe geführt worden. Das Kohlenbein war 2 bis 8 m breit. Zudem hat es sich hier um den Abbau einer Kohleninsel gehandelt.

Das Bild 1 zeigt die Lage der Anker-Türstock-Strecke 3, wie die Strecke 1 wiederum in Flöz Ernestine. Das Nebengestein des Flözes ist ähnlich ausgebildet wie im Fall 1. Die Gesteinsfestigkeit beträgt im geankerten Gesteinsbereich zwischen 300 und 880 kp/cm<sup>2</sup>. Unmittelbar auf dem Flöz liegt ein weicher, mit Kohlen-schmitzen durchsetzter Pflanzenhorizont. Im Gegensatz zu den beiden vorher beschriebenen Strecken befindet sich hier kein Kohlenbein neben der Anker-Türstock-Strecke. Aus dem Grundriß ist ersichtlich, daß die rd. 22 m über Flöz Ernestine gelegene Richtstrecke Süden sowie zwei übereinander liegende Abbaukanten in den Flözen Blücher und Karl, 32 m und 54 m über Flöz Ernestine, unterfahren werden mußten.

In Bild 2 sind die Streckenquerschnitte der drei bisher aufgefahrene Anker-Türstock-Strecken sowie die darin gewählte Anordnung des Ausbaus dargestellt. Die Entwicklung der Querschnittsabmessungen sowie auch die Auswahl und Anordnung der Ausbauteile sind durch das Gebirgsverhalten bei Abbaueinwirkung und durch den Platzbedarf der erforderlichen Betriebsmittel bestimmt worden.

### Verhalten des Anker-Türstock-Ausbaus unter Abbaueinwirkung

In allen bisher aufgefahrene Anker-Türstock-Strecken sind Konvergenzmessungen ausgeführt worden. Hierzu sind in bestimmten Abständen Meßquerschnitte vermarktet worden, in denen die Längenänderungen in der Vertikalen und in der Horizontalen ermittelt wurden.

Das typische Verhalten der Streckenstöße bei Vorhandensein eines angrenzenden Kohlenbeins (Strecken 1 und 2) ist in Bild 3 dargestellt. Zwischen Streckenort und Strebeingang ist die Strecke bereits um 0,4 m schmaler geworden. Rund 120 m nach Streb-durchgang hat sich die Streckenbreite um mehr als 1 m verringert. Die stärkere Auswanderung zeigt der Unterstoß, an dem im vorliegenden Fall ein 2 bis 3 m breites Kohlenbein zum benachbarten Alten Mann anstand. Mit zunehmendem Abstand vom Strebstoß klingen die Horizontalbewegungen des Nebengesteins ab.

Aus Bild 4 ist das Verhalten der Streckenstöße bei großflächig anstehender Kohle im Unterstoß der Strecke Nr. 3 (vgl. Bild 1) ersichtlich. Hier ist der Betrag der bankparallelen Bewegungen erheblich kleiner als in der Strecke Nr. 1. Bis zum Streb-durchgang, also auf rd. 25 m vor dem Streb, hat sich die Strecke um nur rd. 90 mm verschmälert, bis 120 m nach Streb-durchgang nur um rd. 165 mm. Der Grund für die kleinere Streckenverengung liegt sicherlich in der kleineren spezifischen Belastung der Streckenstöße infolge der weitflächig im Unterstoß anstehenden Kohle, die den Randdruck weniger stark zur Auswirkung kommen läßt als zum Beispiel bei Vorhandensein eines 2 bis 3 m breiten Kohlenbeins in der Strecke Nr. 1. Ferner ist hier das Nebengestein weniger zerstört als bei der Streckenauffahrung längs eines alten, abgeworfenen Bauabschnitts.

Die hier angegebenen Zahlenwerte können nicht verallgemeinert werden, weil sie von verschiedenen Faktoren abhängig sind, beispielsweise von den Nebengesteinseigenschaften und von der Einwirkung von Zusatzdruckzonen. Das voraussichtliche Maß der Streckenverengung ist jedoch sehr wichtig für die Bemessung des Streckenausgangsquerschnitts.

Das Bild 4 gibt ferner den typischen Konvergenzverlauf aus einer Anker-Türstock-Strecke wieder. Die Schiefelage der Streckenfirste (Differenz der Kurven a und c) ist mit rd. 220 mm verhältnismäßig gering. Rund 150 m nach Streb-durchgang betrug die Konvergenz 60% der Flözmächtigkeit. Bereits 40 m nach Streb-durchgang waren vier Fünftel der Gesamtkonvergenz eingetreten. Nach dieser

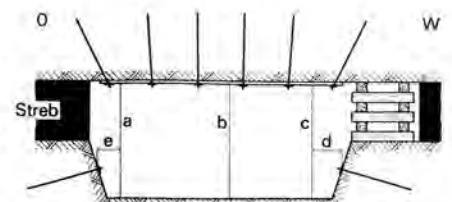
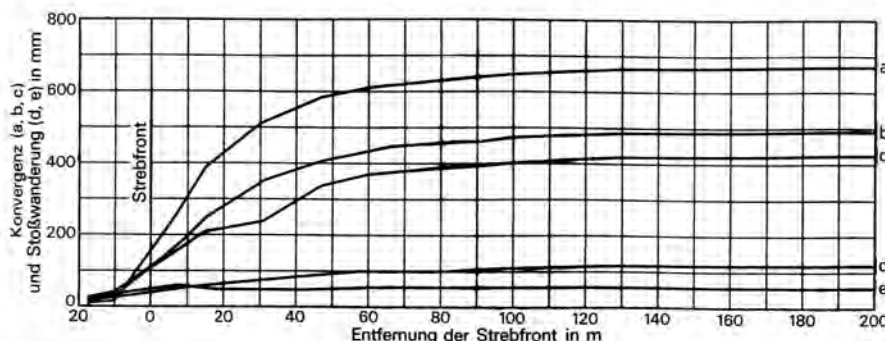
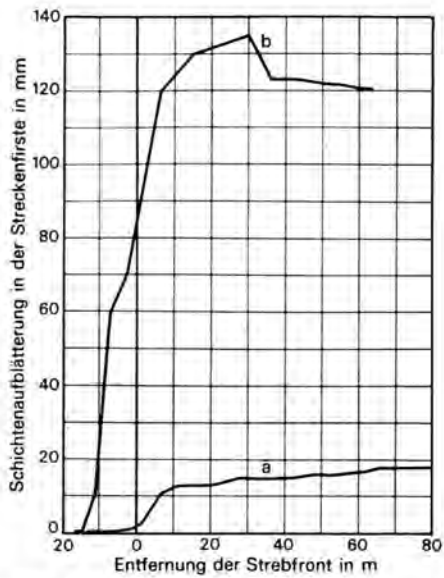


Bild 4. Konvergenz und bankparallele Verschiebung der Streckenstöße in der Anker-Türstock-Strecke Nr. 3; Meßquerschnitt II in Bild 1.



a Fußstrecke Nr. 3 mit Anker-Türstock-Ausbau  
b Kopfstrecke mit zweiteiligem Gelenkbogen-Ausbau auf Holzläufern  
Länge der Meßanker 3 m

Bild 5. Schichtenaufblätterung in der Firste der Abbaustrecken in Flöz Ernestine.

Zone erhöhter Konvergenzintensität beruhigt sich der Absenkungsvorgang zunehmend. Rund 200 bis 300 m nach Strebdurchgang nähert sich die Konvergenzkurve einem Wert von rd. 70% der gebauten Flözmächtigkeit, wobei das Maß der Konvergenz von verschiedenen Faktoren abhängig ist, wie Versatzart, Standzeit, Nebengesteinsbeschaffenheit und anderem mehr.

Der Konvergenzwert enthält auch die Schichtenaufblätterung der Firste. Diese ist mit Hilfe von rd. 3 m langen Meßankern ermittelt worden, die lediglich an ihrem Ende im Bohrloch tiefsten mit dem Gebirge verklebt wurden, im übrigen jedoch frei beweglich im Bohrloch angeordnet waren. Das Bild 5 gibt die gemessene Aufblätterung in der Firste der Anker-Türstock-Strecke Nr. 3 sowie in der Firste der Kopfstrecke desselben Abbaubetriebes (vgl. Bild 1) wieder. Die Kopfstrecke ist mit zweiteiligem Gelenkbogen-Ausbau auf Holzläufern und einem Bockstempel am Oberstoß sowie strebseitig mit einem Holzkasten ausgebaut. Bei diesem Unterstützungsausbau trägt die Aufblätterung bis 60 m nach Strebdurchgang ungefähr das Siebenfache des Aufblätterungsbetrages der Anker-Türstock-Strecke, obwohl diese um rd. 1,5 m breiter ist. Die Schichtenaufblätterung in der Anker-Türstock-Strecke von weniger als 2 cm in der 3 m mächtigen Dachschicht ist sehr bemerkenswert. Dieser Betrag ist, gemessen an Durchschnittsverhältnissen, sehr niedrig. Hierin liegt vielleicht das auffallendste Ergebnis der in diesem Aufsatz beschriebenen Erfahrungen mit Anker-Türstock-Strecken. Es bestätigt, daß die Bemühungen um standfeste Abbaustrecken gleichsam Bemühungen sein müssen, das Aufblättern des Nebengesteins zu verhindern.

Auf der Grundlage der beim Auffahren der ersten beiden Anker-Türstock-Strecken gewonnenen Kenntnisse über die Veränderung des Streckenquerschnitts ist der Querschnitt der Anker-Türstock-Strecke Nr. 3 bemessen worden; der erforderliche Restquerschnitt ist gewissermaßen rundum mit dem Raum versehen worden, den das Gebirge im Verlauf seiner Entspannung voraussichtlich einnehmen würde.

**Platzbedarf der Betriebsmittel**

Die Aufteilung des Streckenquerschnitts sowie die Trumbbreite sind in der im folgenden näher beschriebenen Anker-Türstock-

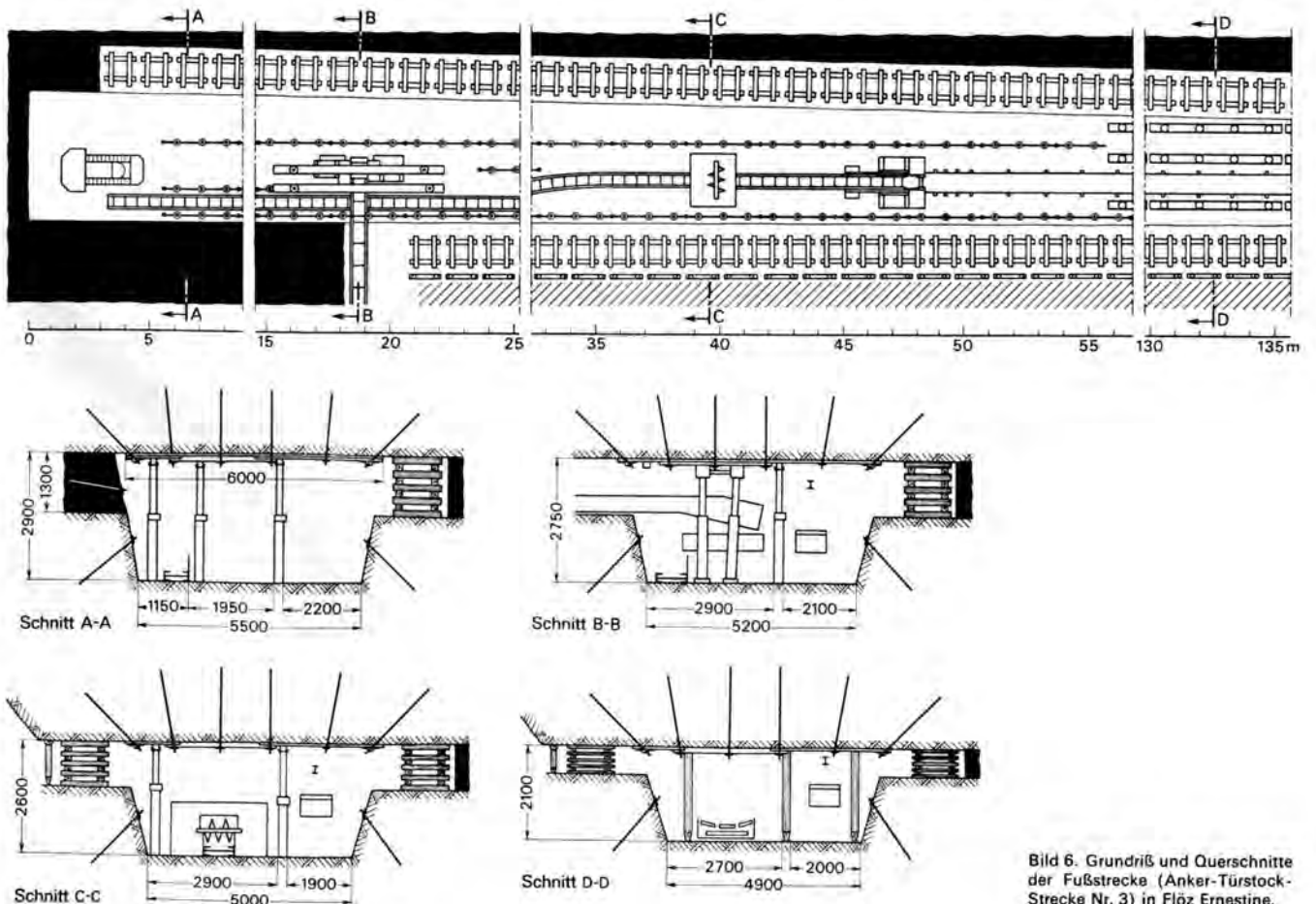


Bild 6. Grundriß und Querschnitte der Fußstrecke (Anker-Türstock-Strecke Nr. 3) in Flöz Ernestine.



Strecke Nr. 3 von den Baumaßen der verfügbaren Betriebsmittel bestimmt worden. Gesichtspunkte der Wetterführung waren hierbei nicht maßgebend, weil der Restquerschnitt von 9 bis 10 m<sup>2</sup> in dieser Hinsicht allen Anforderungen entsprach.

In Bild 6 sind die Abmessungen der Anker-Türstock-Strecke angegeben. Der für die Fußstrecke in Flöz Ernestine Abteilung 1 W angenommene Restquerschnitt ist als Schnitt D-D dargestellt. Die Streckenbreite beträgt rd. 4,9 m, aufgeteilt in ein Fördertrumm und ein Transport- und Fahrtrumm. Der Schnitt C-C zeigt den Streckenquerschnitt im Bereich des Kohlenbrechers. Das Fördertrumm muß, mit Rücksicht auf das tägliche Ziehen des Ladeförderers, dem 2,2 m breiten Kohlenbrecher auf jeder Seite 0,2 bis 0,3 m Platz zum Unterstützungsausbau lassen. Somit ergibt sich hier eine Trummbreite von rd. 2,7 m. Diese Breite entspricht auch ungefähr dem Platzbedarf der Übergabestation Streb-Strecke, wie der Schnitt B-B erkennen läßt. Das Transporttrumm erfordert im Endzustand eine Breite von 1,3 m für eine Einschienenhängebahn. Erforderlicher Endquerschnitt, Stoßauswanderung und Platzbedarf der Betriebsmittel haben also zu rd. 5,5 m Sohlenbreite an der Ortsbrust geführt.

### Anordnung des Streckenausbaus

In den Anker-Türstock-Strecken der Zeche Zollverein werden vollverklebte Anker der Becorit Grubenausbau GmbH, Recklinghausen, verwendet. Sie sind 1,80 m lang und haben 22 mm Dmr. Bei rd. 33 mm Bohrlochdurchmesser werden je Anker zwei 750 mm lange Klebstoffpatronen eingebracht, deren Inhalt den Ringraum zwischen Bohrlochwand und Anker füllt. Die Ankerenden werden am Hangenden mit Flacheisen untereinander verbunden, die zur Aufnahme der Ankerenden Langlöcher aufweisen. Die Flacheisen werden in zwei verschiedenen Längen verwendet, und zwar 2,70 und 1,20 m lang. Sie können überlappt werden und gestatten, verschieden breite Firsten auszubauen. Der Ankerreihenabstand beträgt 0,8 m. Flacheisen und Verzugsbleche stellen einen guten Verzug der Streckenfirste dar (Bild 7). Der Querschnitt der Flacheisen wurde derart bemessen, daß ein sich zwischen zwei Stempelreihen absetzender Gesteinsblock mit ausreichender Sicherheit von den Flacheisen getragen wird. Auf rechtwinklig zur Streckenlängsachse angeordnete, biegesteife Kappen ist aus den folgenden Gründen verzichtet worden:

1. In allen Anker-Türstock-Strecken ist eine Verkürzung, das heißt eine Stauchung, der Streckenfirste quer zur Streckenlängsachse gemessen worden (2). Bei einer derartigen Belastung der Firste erscheint ein biegesteifer Träger nicht unbedingt erforderlich.

2. Biegesteife Kappen hängen, besonders wenn sie gelascht sind und die Laschen übliche Toleranzen aufweisen, in der Streckenmitte durch, solange sie bei Streckenbreiten um 6 m in ihrer Mitte nicht unterstützt sind. Folglich kann, bei Verzicht auf zusätzliche Ankerung, dem Aufblättern der Schichten in der Firste mit biegesteifen Kappen nicht wirksam begegnet werden, solange die Kappen nicht in ihrem mittleren Drittel unterstützt sind.

Hier werden die Aufgabe und der Vorteil des vollverklebten Ankers deutlich. Das Setzen vorgespannter, zum Beispiel hydraulischer Mittelstempel unmittelbar an der Ortsbrust 5 bis 6 m breiter Strecken verbietet sich, weil diese Stempel infolge der Schießarbeit stark beschädigt und auch weggeschossen würden. Darüber hinaus erfordert der Betrieb eines Ladegeräts, gleichgültig ob Seitenkipplader oder Schrapplader, einen mittelstempel-freien Vorortbereich. Wird also, bei Wegfall des Ankerbaus, die biegesteife Kappe auf den vorderen 5 bis 15 Metern Strecke ohne Mittelstempel belassen, so besteht die Gefahr der Schichteneinfaltung mit all ihren Nachteilen, wie sie in einer Versuchsstrecke der Zeche Zollverein, übrigens ebenfalls in Flöz Ernestine, beobachtet worden sind. Das derzeitige Unvermögen, die freigelegte Streckenfirste bis unmittelbar vor Ort mit ausreichendem Ausbauwiderstand zu versehen, verschafft dem vollverklebten Anker eine besondere Bedeutung.

Aus der grundsätzlichen Darstellung in Bild 6 geht hervor, daß, abgesehen vom Bereich der Ortsbrust, je Ankerreihe 2 bis 3 Stempel angeordnet sind. Die im Abstand von rd. 8 m hinter der Ortsbrust gesetzten hydraulischen Einzelstempel werden vor der Übergabestation Streb-Strecke geraubt und vor Ort neu gesetzt. Dabei bleibt stets eine Stempelreihe im mittleren Drittel der Strecke von vor Ort bis rd. 40 m nach Strebdurchgang stehen, ohne, insbesondere bei Strebdurchgang, auch nur teilweise geraubt zu werden. Durch die Anordnung der Stempelreihen ergeben sich im vorgesetzten Streckenteil ein Transporttrumm am Unterstoß, ein Fördertrumm am Strebstoß und dazwischen ein Trumm zum Abstellen des Ladegeräts. Ungefähr in Höhe der Übergabe Ladeförderer-Gurttörderer werden die hydraulischen Einzelstempel geraubt und gegen Holzstempel ausgetauscht.



Bild 7. Mit vollverklebten Ankern, Flacheisen als Querverbindung und Verzugsblechen gesicherte Streckenfirste in Flöz Karl.



Bild 8. Schrägstellung der an Stelle von Holzkästen im Unterstoß der Anker-Türstock-Strecke Nr. 2 eingebrachten Brechholzreihen. Der im Flözliegenden befindliche Streckenstoß ist in die Strecke hineingeschoben worden (im Photo nach rechts).

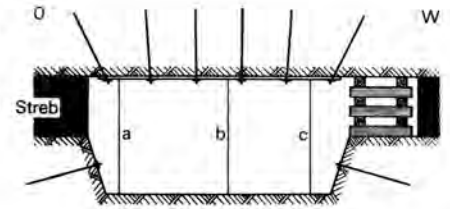
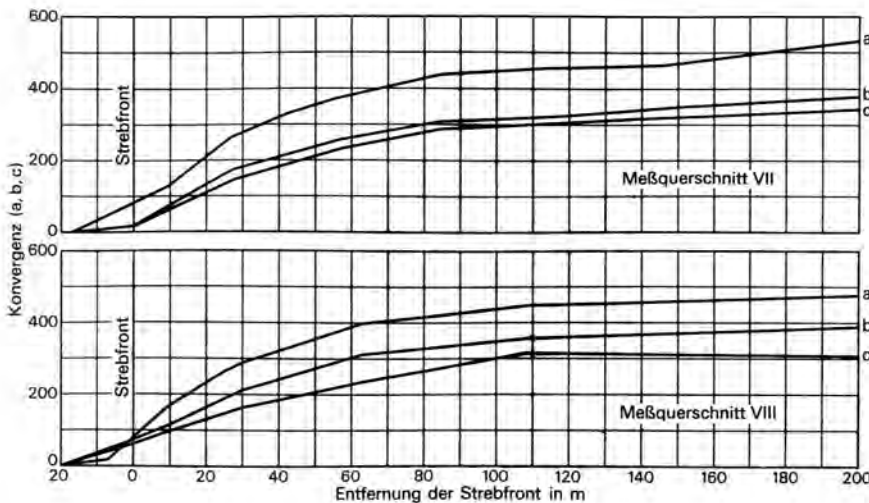


Bild 9. Konvergenz in der Anker-Türstock-Strecke Nr. 3, Flöz Ernestine, in einem Normalabschnitt (oben) und unter zwei Abbaukanten (vgl. Meßquerschnitte VII und VIII in Bild 1).

Die am Streckenstoß gesetzten Stempel werden so weit in die Strecke hineingesetzt, daß sie durch die bankparallele Schubbewegung der Streckenstöße nicht beeinträchtigt werden. Der Ausbauwiderstand beträgt, je nach Stempelanzahl je Ankerreihe, zwischen 12 und 18  $\text{Mp/m}^2$  freigelegte Firstfläche. In den Strecken Nr. 2 und Nr. 3 sind im Bereich der hydraulischen Einzelstempel parallel zur Streckenlängsachse Doppelkeilkappenreihen eingebracht worden, im Bereich der Holzstempel entsprechend Holzkappen.

Art und Anordnung der Stempel sind dem Senkungsvorgang des Gebirges angepaßt. Rund 40 m nach Strebdurchgang sind, je nach Art des Nebengesteins, bis zu zwei Drittel der Endkonvergenz überstanden (vgl. Bild 4). In diesem Abschnitt müssen also Stempel mit großer Tragfähigkeit und ausreichender Nachgiebigkeit gesetzt sein. Diese Aufgabe löst der hydraulische Einzelstempel. Im späteren Streckenteil genügen Stempel mit geringerer Nachgiebigkeit, jedoch ebenfalls mit hoher Lastaufnahme. Hierzu eignen sich Holzstempel.

Ein weiterer Grund für das Auswechseln der hydraulischen Einzelstempel gegen Holzstempel liegt in den derzeit geringen Kosten dieses Verfahrens im Vergleich zur Vollausstattung mit Hydraulikstempeln. Bei einer angenommenen Abbaustreckenlänge von 800 m und einer Abbaugeschwindigkeit von 5 m/d führt der Umbau auf Holzausbau zu einer Kostenersparnis von rd. 140 DM je Bau, das heißt bei einem Bauabstand von 0,8 m zu rd. 175 DM je Streckenmeter. Diese Kostenersparnis erhöht sich nicht unwesentlich bei Vorleistungsstrecken. In diesen Kosten sind keine Reparaturkosten berücksichtigt, die durch planmäßiges Einpasten der Strecken mit Chlorcalcium an den Hydraulikstempeln zu erwarten sind.

Beim Anker-Türstock-Ausbau ist der Sicherung der Streckensäume besondere Sorgfalt zu widmen. Der Ausbau dieser Randzonen muß begrenzt nachgiebig sein, damit kein zu großer Druck auf die Streckenstöße übertragen wird. Andernfalls könnten diese, besonders bei weichem Nebengestein, in zu großem Maße in den freien Streckenquerschnitt gedrückt werden. Ferner soll vermieden werden, daß ein unter Umständen am Streckenrand entstehender Abriß der Firste innerhalb der Strecke liegt. Bei anstehender Kohle im Unterstoß besteht ferner die Gefahr, daß infolge Stoßdrucks Kohlenlagen in das Fahrtrumm fallen. Auch aus diesem Grund muß dieser Stoß gesichert werden. Die bisher wirksamste Sicherung sind Holzkästen aus Eisenbahnschwellen oder besäumtem

Nadelholz. In der Zukunft wird sich zeigen, ob auch hier das Holz durch andere Werkstoffe ersetzt und das Einbringen dieses nachgiebigen Ausbaus mechanisiert werden kann. — Versuche mit Maschendrahtverzug und mit auf Klemmen gesetzten Holzstempeln an Stelle des Holzkastens sind erfolglos verlaufen, einerseits weil große Kohlenmengen in die Strecke geschoben wurden, andererseits weil sich die Streckenstöße im Flözliegenden in die Strecke hineinschoben und damit die darauf stehenden Holzstempel schräg gestellt und wirkungslos wurden (Bild 8).

An der Strebseite ist der Kohlenstoß mit 1,40 m langen Holzpflocken „genagelt“ worden, ebenfalls um ein Ausbrechen von Kohlenlagen vor Strebdurchgang zu verhindern. Die Tragfähigkeit der Streckenstöße soll durch bankschräge Anker vergrößert werden. Erfahrungen aus dem französischen Bergbau zeigen, daß mit Hilfe bankschräger Klebanker das Auswandern der Stöße um 30 bis 50% verringert werden kann.

### Die Auswirkung von Abbaukanten und Sprüngen

In Bild 9 ist der Konvergenzverlauf aus zwei verschiedenen Meßquerschnitten der Anker-Türstock-Strecke Nr. 3 in Flöz Ernestine aufgezeichnet. Die obere Kurvenschar gibt die Konvergenz in einem Normalabschnitt (vgl. Meßquerschnitt VII in Bild 1) der Strecke wieder, die untere Kurve dagegen in einem Streckenabschnitt, über dem zwei Abbaukanten anstanden (vgl. Meßquerschnitt VIII in Bild 1). Der Kurvenverlauf zeigt, daß an beiden Meßquerschnitten fast gleich große Konvergenzwerte ermittelt worden sind, das heißt, die Auswirkungen der Abbaukanten auf die Nebengesteinsverformung und auf den Anker-Türstock-Ausbau sind verhältnismäßig klein. Dieselben, in Bild 1 gekennzeichneten Abbaukanten verliefen auch über der parallel zur Fußstrecke geführten Kopfstrecke, die in zweiteiligem Gelenkbogen-Ausbau auf Holzläufern ausgebaut ist. Das Bild 10 zeigt diese Strecke in einem Normalabschnitt (links) sowie im Bereich der hangenden Abbaukanten. Hier sind Ausbauverformungen und Querschnittsverringerungen bis zu 50% im Vergleich zum Normalabschnitt gemessen worden. Ohne zusätzliche Sicherung hätte das Streckenstück in der Zusatzdruckzone nicht offengehalten werden können.

Das Bild 11 zeigt zum Vergleich die Anker-Türstock-Strecke im Bereich der hangenden Abbaukanten. Hier sind bisher, rd. 300 m nach Strebdurchgang, keinerlei Unterhaltungsarbeiten ausgeführt worden. Das Nebengestein zeigt zwar rd. 2 mm breite Risse, dennoch sind, abgesehen von einem örtlich begrenzten Aufbrechen der Streckensole um rd. 0,1 m, keine wesentlichen



In normalem Zustand  $F = 9,5 \text{ m}^2$

Unter Abbaukanten im Hangenden  $F = 4,7 \text{ m}^2$

Bild 10. Mit zweiteiligem Gelenkbogenausbau auf Läufern ausgebaute Kopfstrecke in Flöz Ernestine.

Aufblätterungserscheinungen festzustellen. Ein Sprung mit 0,4 m Verwurf verlief ebenfalls durch die Anker-Türstock-Strecke. Den Streckenzustand in diesem Bereich zeigt das Bild 12. Auch hier waren bis heute keine Unterhaltungsarbeiten erforderlich. Die Vergleiche zeigen, daß der Anker-Türstock-Ausbau trotz des größeren Streckenquerschnitts einen erheblich besseren Ausbauerfolg ermöglicht als zum Beispiel der hier zum Vergleich herangezogene Gelenkbogenausbau auf Holzläufern und Holzkästen.

Einen Eindruck über den Zustand der Anker-Türstock-Strecke nach Strebdurchgang sowie nach Abklingen der Konvergenz gibt das Bild 13. Der Restquerschnitt bietet ausreichend Platz für Transport, Fahrweg, Förderung und Wetterführung. In dem in Flöz Ernestine 1 W aufgefahrenen rd. 650 m langen Streckenabschnitt sind bisher nur rd. 20 Holzstempel ausgewechselt worden. Senkarbeiten waren bisher nicht nötig, teils bedingt durch das feste Liegende. Somit kann gesagt werden, daß das Bild 13 den durchschnittlichen Zustand der zur Zeit 650 m langen Strecke wiedergibt.

### Mechanisierungsmöglichkeiten in Anker-Türstock-Strecken

Die Wirtschaftlichkeit des Anker-Türstock-Ausbaus darf nicht allein an Hand der Auffahrungskosten beurteilt werden. Vielmehr

müssen sämtliche durch den größeren und zweckmäßigeren Streckenquerschnitt berührten Arbeitsbereiche berücksichtigt werden. Diese reichen von der Streckenauffahrung über den Zeitraum des Strebdurchgangs bis zur Streckenunterhaltung und zum Rauben der Abbaustrecke.

Erst die Streckenbreite von 5 bis 6 m, dazu im Vorortbereich ohne raumeinschränkende Unterstützungselemente, gestattet eine großzügige Mechanisierung des Streckenvortriebs. Zunächst kann ein Seitenkipplader mit einem Schaufelinhalt von rd. 1000 l benutzt werden. Der größere Rationalisierungserfolg wird jedoch vom Einsatz eines Bohrgerätes zum Herstellen von Spreng- und Ankerlöchern erwartet, weil beim Anker-Türstock-Ausbau ein Großteil der Ausbauarbeit aus Bohren und Ankern, also aus mechanisierbaren Arbeitsvorgängen besteht. Zeitaufwendige Handarbeit, wie das Auflegen, Verziehen und Hinterfüllen des Bogenausbaus, fällt weg.

Die kurzzeitige Verwendung eines hydraulischen Bohrgerätes in Verbindung mit einem Seitenkipplader (2) hat unter anderem zu der Erkenntnis geführt, daß in Anker-Türstock-Strecken ein Bohr- und Ankergerät benötigt wird, das niedrig baut und eine selbstfahrende Lafette, möglichst ein Raupenfahrwerk, hat. Das Gerät muß zwei voneinander unabhängig zu betätigende, möglichst hydraulische Bohrräume haben, mit denen sowohl die Sprenglöcher



Bild 11. Die Anker-Türstock-Strecke in Flöz Ernestine unter Abbaukanten im Hangenden, mit aufgebrochener Streckensohle.



Bild 12. Anker-Türstock-Ausbau im Bereich einer Störung mit 0,4 m Verwurfs-höhe, 35 m nach Streburchgang. Die Schäden am Verzug stammen vom Kappenzug einer hydraulischen Übergabestation Streb-Strecke.





Bild 13. Fußstrecke mit Anker-Türstock-Ausbau in Flöz Ernestine rd. 200 m nach Strebdurchgang.

als auch die Ankerlöcher herzustellen sind. Während zum Anker in 2,8 bis 3 m hohen Strecken kurze Bohrlafetten erforderlich sind, werden zum Bohren der rd. 3 m langen Sprengbohrlöcher mehr als 3 m lange Bohrlafetten benötigt. Diesen verschiedenen Anforderungen kann zum Beispiel mit einer teleskopierbaren Lafette entsprochen werden. Die verschiedenen Neigungswinkel und Ansatzpunkte der herzustellenden Bohrlöcher verlangen eine vielfältige Beweglichkeit der Bohrgeräte. Ferner sollten die Bohrarne als Arbeitsbühne verwendbar sein. Ein solches Bohrgerät ist in einer 5 bis 6 m breiten Strecke gut zum Beispiel neben einem Seitenkipplader unterzubringen, denn bei dieser Streckenbreite können beide Maschinen aneinander vorbeifahren. Mit einer derartigen Ausrüstung könnte es möglich sein, einen 2,5 m langen Abschlag bei 17 m<sup>2</sup> Streckenquerschnitt mit 2 Mann während einer Schicht aufzufahren.

Einen weiteren Mechanisierungsfortschritt bietet der Anker-Türstock-Ausbau für den Materialtransport in das vorgesezte Streckenort. Die Einschienenhängebahn endet 8 bis 10 m vor der Ortsbrust. Die verwendeten Ausbauteile sind gerade und, abgesehen von den hydraulischen Einzelstempeln, sehr leicht zu handhaben. Hierdurch ist, vom Materialplatz bis zur Ortsbrust, eine nicht unerhebliche Schichteneinsparung erreichbar.



Bild 14. Übergang Streb-Strecke in der Anker-Türstock-Strecke in Flöz Ernestine. Blick aus dem vorgesezten Streckenort auf Einschienenhängebahn (links), hydraulische Schreit-Spannstation mit Hauptantrieb für Strebförderer und Kohlenhobel sowie Strebförderer mit Kohlenseitenaustrag (rechts).

Auch im Übergangsbereich Streb-Strecke (Bild 14) werden die Vorteile des Anker-Türstock-Ausbaus deutlich:

Das unverritzte Hangende gestattet eine verhältnismäßig einfache und sichere Gestaltung des Übergangs Streb-Strecke,

das zeitaufwendige Umbauen des Streckenausbaus bei Streb-durchgang wird auf ein Mindestmaß beschränkt,

der Hobelstall fällt vollständig weg, Streckenform und -aufteilung bieten bestmögliche Einsatzbedingungen für hydraulische, schreitende Übergabestationen,

in der Strecke ist ausreichend Platz zum Vorbeiführen der Transporteinrichtung am Hauptantrieb bis zum Streckenort der vorgesezten Strebbegleitstrecke,

im Übergangsbereich ist ausreichend Platz für die Fahrung.

Im Übergangsbereich Streb-Strecke sei zunächst die hydraulische Schreit-Spannstation der Gewerkschaft Eisenhütte Westfalia, Altünen, erwähnt, die unter Mitwirkung des Steinkohlenbergbauvereins auf der Zeche Zollverein während dreijähriger Entwicklungsarbeit zur Betriebsreife gebracht worden ist. Hierbei handelt es sich um ein Entwicklungsvorhaben, das vom Land Nordrhein-Westfalen finanziell gefördert wurde. Die Übergabestation am Hauptantrieb erfüllt die folgenden Funktionen (3):

1. Verlagerung der Antriebsstation,
2. Spannen der Strebförderer- und Hobelketten,
3. Rücken der Antriebsstationen bei laufender Gewinnung und Förderung,
4. Sichern des Übergangsbereichs Streb-Strecke durch zusätzlichen Ausbauwiderstand,
5. Sichern der Firste durch Kappenzüge,
6. Vorziehen des Streckenfördermittels (Zweiketten-Kratzerförderer) mit Hilfe einer an der Übergabestation verlagerten, hydraulischen Vorzieheinrichtung.

Die Übergabestation hat eine sogenannte Tischverankerung für den Maschinenrahmen des Strebförderers, verlagert auf einem Schreitwerk, das parallel und senkrecht zur Streckenlängsachse schreiten kann. Die Tischverankerung ist zum Spannen der Förderer- und Hobelketten hydraulisch um 600 mm verfahrbar und



Bild 15. Übergang Streb-Strecke in der Anker-Türstock-Strecke in Flöz Ernestine. Blick in Richtung vorgesezten Streckenort auf hydraulische Schreit-Spannstation mit zentralem Steuerstand für Strebförderer und Kohlenhobel.

mit einer Spannautomatik versehen. Sie bewirkt, daß die stoßartig auftretenden Zugkräfte der Gewinnungs- und Fördereranlage vom Hydrauliksystem aufgenommen und kompensiert werden. Hierdurch können Verformungen an den Betriebsmitteln weitgehend vermieden werden. Die Übergabestation ist mit nur einem Mann besetzt, der gleichzeitig vom zentralen Steuerstand aus den Strebförderer und den Kohlenhobel bedient (Bild 15).

Der Kohlenseitenausstrag des Strebförderers, der ebenfalls im Rahmen des genannten Entwicklungsvorhabens auf der Zeche Zollverein entwickelt worden ist, ermöglicht unter anderem eine Einsparung an Streckenbreite sowie ein wirksames Sauberhalten des Strebförderers im Untertrum, hierbei fällt ein zusätzliches Fördermittel für die Sauberhaltung am Hauptantrieb weg.

Wichtig ist das Zusammenspiel von Übergabestation und Anker-Türstock-Ausbau bei Strebdurchgang: Das einfache Wegnehmen und Wiedereinbringen der hydraulischen Einzelstempel an Stelle von zum Beispiel bogenförmigen Streckenausbauteilen führt bereits zu wirtschaftlich bemerkenswerten Ergebnissen. Die Stützkraft der Verankerung, zusammen mit den beiden rd. 8,5 m langen Kappenzügen, bietet eine erhöhte Sicherheit im Übergangsbereich Streb-Strecke. Für die Übergabestation sind Stempel mit je rd. 100 Mp Nennlast empfehlenswert, um in dieser Zone erhöhter Konvergenzintensität das Abreißen und Aufblättern der Hangendschichten zu verhindern. Die Vorzieheinrichtung für das Streckenfördermittel (vgl. Bilder 14 und 15) besteht aus zwei hintereinander angeordneten hydraulischen Zylindern, die am Liegendschreitwerk der Übergabestation befestigt sind und vom zentralen Steuerstand aus betätigt werden. Als Widerlager dienen die vier Stempel der Übergabestation. Die Zugkraft der Vorzieheinrichtung beträgt 60 Mp. Die Kraft wirkt über eine Rundgliederkette auf eine Sonderrinne des Streckenfördermittels. Der Zylinderhub beträgt 0,8 m. Mit dieser Einrichtung wird der durch besondere Laschen in sich versteifte rd. 60 m lange Ladeförderer, ein Panzerförderer PF 1 der Gewerkschaft Eisenhütte Westfalen, täglich vorgezogen, einschließlich des Übergabetisches zwischen Ladepanzer und Gurtförderer sowie eines Kohlendurchlaufbrechers. Das Untertrum des Ladeförderers ist zugeschweißt, um ein Klettern des Fördermittels zu vermeiden. Wegen möglicher Kettenrisse ist der Ladeförderer aus Sicherheitsgründen mit einem Dreifach-Kettenband ausgerüstet. Diese Anordnung hat sich in Verbindung mit einer Speicher- und Spannbandschleife bisher sehr gut bewährt. Allein durch die Vorzieheinrichtung für den Ladeförderer werden bei täglichem Vorziehen des Streckenförderers um 4 bis 5 m rd. 1,5 bis 1,8 MS eingespart.

Die elektrische Verteilung, bestehend aus zwei Kompaktschützen, einem Transformator, einem Kabelschlitten sowie einigen weiteren Schaltgeräten, ist auf einen Streckenkuli montiert. Die Geräte sind mit der hydraulischen Übergabestation verbunden und werden bei deren Schreitvorgang mit vorgezogen.

Wesentlich für die Sicherheit im Übergangsbereich Streb-Strecke ist die Tatsache, daß die Transporteinrichtung, hier die Einschienenhängebahn, ohne Verminderung des Ausbauwiderstandes am Hauptantrieb vorbei bis ins vorgesezte Streckenort geführt werden kann (vgl. Bilder 14 und 15). Das Untertrum ist hier rd. 1,70 m breit und bietet auch für die Führung ausreichend Platz.

Der Arbeitsaufwand am Übergang Streb-Strecke beträgt zwischen 1,6 und 2,0 MS je Meter Abbaufortschritt. Davon entfallen 1 MS je Gewinnungsschicht auf die Bedienung der Übergabestation ein-

schließlich des Strebförderers und Hobels, 2 MS je Gewinnungsschicht auf das Umsetzen der hydraulischen Einzelstempel und das Einbringen der Holzkastenreihe nach Strebdurchgang sowie täglich 0,5 MS auf Wartung und 1,5 MS auf Reinigungsarbeiten einschließlich Vorziehen des Streckenförderers. Dieser Arbeitsaufwand kann bei größerer Abbaugeschwindigkeit noch unterschritten werden.

Die Zweckmäßigkeit des Anker-Türstock-Ausbaus nach Streb-durchgang besteht zunächst in einem verhältnismäßig geringen Schichtenaufwand für Streckenunterhaltung. Die drei Holzstempelreihen, auf besäumte Hölzer gesetzt (vgl. Bild 13), stellen nämlich einen wirkungsvollen Ausbau der Streckensohle dar und behindern deren Aufbrechen. Ferner ist zu bedenken, daß beim Anker-Türstock-Ausbau der Arbeitsaufwand für das Ausrauben der Strecke wegfällt, abgesehen von dem Aufwand für das Rauben von rd. 200 hydraulischen Einzelstempeln sowie den dazugehörigen Doppelkeilkappen.

### Zusammenfassung

Auf der Zeche Zollverein sind bisher drei Abbaustrecken mit insgesamt rd. 1200 m Länge in Anker-Türstock-Ausbau aufgeföhren worden. Das geankerte Nebengestein bestand in keinem Falle aus festen Sandsteinschichten; durchweg handelte es sich um leicht sandige Schiefertone und Sandschiefer. Das Ankern der Firste mittels vollverklebter Anker gestattet eine große Streckenbreite bei gleichzeitiger Verbesserung des Nebengesteinsverhaltens. Der genügend nachgiebig und mit großem Ausbauwiderstand zu bemessende Unterstützungsausbau führt zusammen mit der Ankerung zu einer sehr geringen Schichtenaufblätterung und damit zu einem verhältnismäßig großen Restquerschnitt. Der Anker-Türstock-Ausbau gestattet ferner eine zweckmäßige Aufteilung des Streckenquerschnitts und eine großzügige Mechanisierung im Übergangsbereich Streb-Strecke, zum Beispiel durch Verwendung hydraulischer Schreit-Spannstationen, an denen die Abbaustrecken-Transporteinrichtung bis ins vorgesezte Streckenort vorbeigeföhrt werden kann. Der Anker-Türstock bietet weitere bemerkenswerte Mechanisierungsmöglichkeiten für die Streckenaufföhruug, beispielsweise eine weitgehende Mechanisierung der Ausbauarbeit vor Ort.

Der Anker-Türstock-Ausbau erfordert größere Sorgfalt bei der Streckenaufföhruug sowie bei der Überwachung des Nebengesteinsverhaltens als zum Beispiel bogenförmiger Ausbau. Das bedingt eine intensivere ingenieurmäßige Betreuung der Abbaustrecken als es vielleicht bisher üblich gewesen sein mag. Nach ungefähr zweijährigen Versuchen mit Anker-Türstock-Ausbau werden inzwischen wirtschaftlich bemerkenswerte Ergebnisse erzielt. Bereits heute sind die Aufföhruungskosten von Anker-Türstock-Strecken niedriger als die bogenförmig ausgebaute Strecken gleichen Querschnitts. Ferner sind die Kosten für Streckenunterhaltung, Transport sowie für das Rauben und Richten wesentlich niedriger als bei vergleichbaren herkömmlichen Ausbauföhmen. Über die Wirtschaftlichkeit dieser Ausbauföhme wird später berichtet werden.

### Quellennachweis

1. Everling, G., und H. J. Baethmann: Vorteile des rechteckigen Querschnitts von Abbaustrecken. Glückauf 101 (1965) S. 1531/38.
2. Nocke, H., O. Rasche und F. Schuermann: Erfahrungen mit Anker-Türstock-Ausbau in einer Abbaustrecke. Glückauf 104 (1968) S. 701/07.
3. Schuermann, F.: Die Gestaltung der Strebenden im Ruhrbergbau und in anderen Bergbaubezirken. Bergfreiheit 32 (1967) S. 190/202.

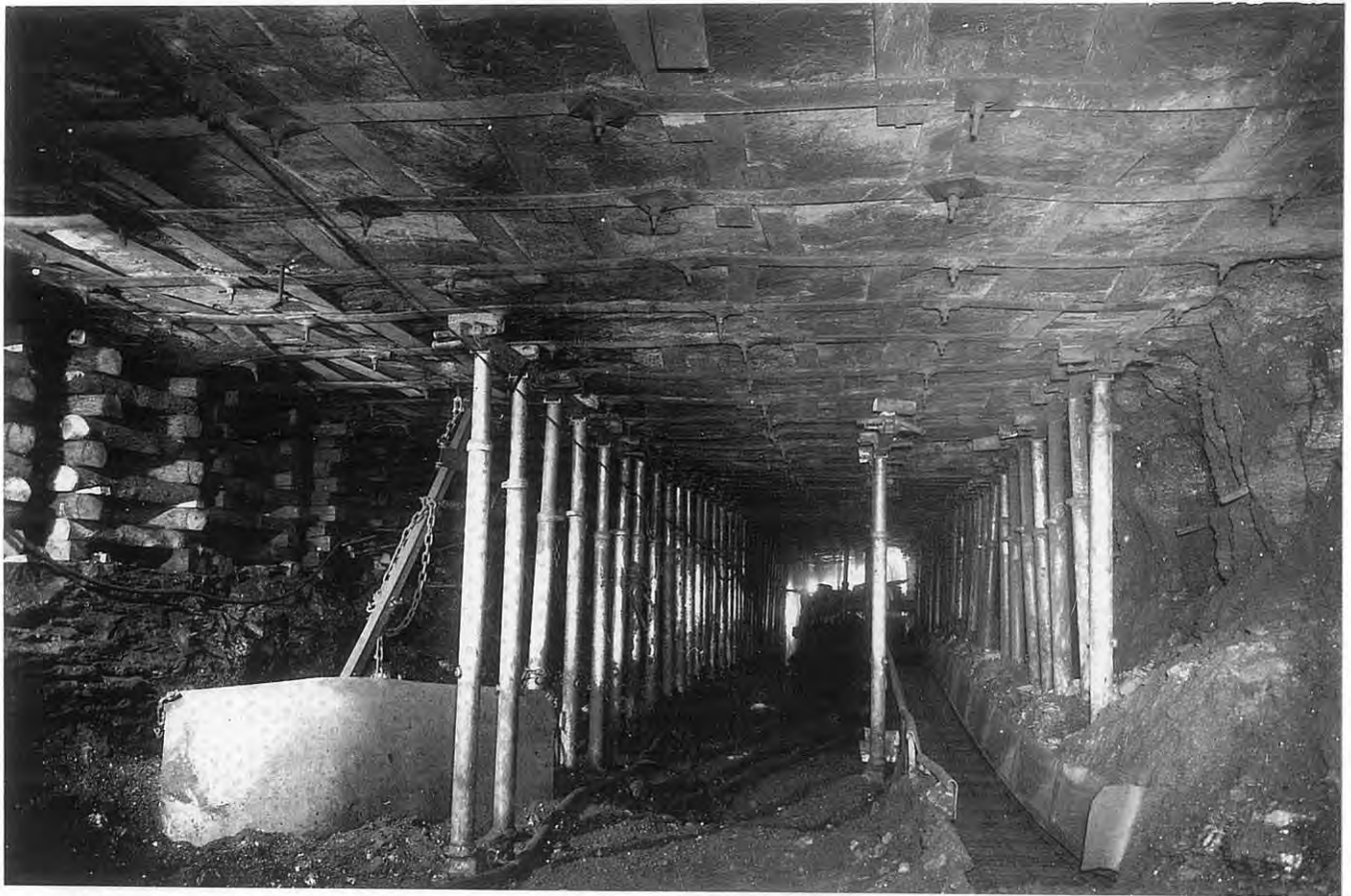


Bild 16 Anker-Türstock - Ausbau, Blick von der Ortsbrust zum Übergang Streb-Strecke mit Schreit - Spann - Station. Rechts im Bild: Mit 2m langen Hartholznägeln geankerter Kohlenstoß an der Strebstoßseite gegen Ausbrechen der Kohle.

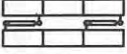
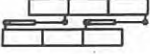
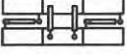



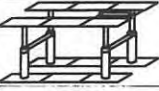
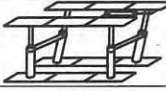











Nr.	Funktion	Bezeichnung des Maschinenteiles	Phase 1	Phase 2	
1	Schreiten	Sohlenschreitwerk			Zeche Zollverein 1971
2	Querschreiten	Querschreitwerk			
3	Stempel ausrichten	Stempelrichtzylinder			Funktion einer Schreit-Spannstation für den Übergang Streb-Strecke
4	Rahmen ausrichten	Kappenschreitwerk			
5	Strebförderer spannen/nachlassen	hydraulischer Spanntisch			
6	Abwinkelbarkeit im Einfallen	Schwenktisch			
7	Schwenkbarkeit des Antriebs	Drehzapfen			ST II 5245/4
8	Höhererstellung der Tischverlagerung	Hubstützen (mechanisch)			
9	Ausbau im Übergangsbereich	4 Hydraul-Stempel Setzlast: je 100Mp * Nennlast: je 140 Mp * * (315 bar)			
10	Streckenkratzerförderer vorziehen	hydraul. Ladepanzer-Vorzieheinrichtung Zugkraft: rd. 60 Mp		—	

Bild 17





**Bild 18** Übergabestation Streb - Strecke in bogenförmigem, nachgiebigem Stahlprofil - Streckenausbau mit 18 qm Streckenquerschnitt. Strebförderer mit Kohlenseiten-Austrag (rechts Mitte). Station mit 60 Mp - Vorziehzylinder für Streckenpanzer-Förderer mit geschlossenem Untertrum.

## Der Vortrieb von Abbaustrecken mit Anker-Türstock-Ausbau

Von Assessor des Bergfachs Dr.-Ing. Hermann Nocke und Dr.-Ing. Fritz Schuermann, Essen

Vorläufige Leistungs- und Kostenwerte bei Verwendung von Anker-Türstock-Ausbau in Abbaustrecken wurden bereits in dem Bericht über die erste Versuchsstrecke der Zeche Zollverein veröffentlicht (1)\*. Inzwischen sind mehr als 2000 m Strecke mit Anker-Türstock-Ausbau aufgefahren worden. Dabei wurden die maschinelle Ausrüstung sowie die Organisation des Streckenvortriebs verbessert. Die bisher gesammelten Kosten- und Leistungswerte, die Aufschluß über das Betriebsergebnis aus Anker-Türstock-Strecken geben, lassen einen Vergleich mit den entsprechenden Kennwerten aus bogenförmig ausgebauten Abbaustrecken interessant erscheinen.

### Die maschinelle Ausrüstung

Für den Betrieb der in der Streckenauffahrung eingesetzten Niederdruckluft-Maschinen wurde ein Zwischenverdichter eingesetzt. Hierdurch soll bei einer Leistung von 30 bis 35 m<sup>3</sup>/min vor Ort ein Betriebsdruck von rd. 5,5 kp/cm<sup>2</sup> gewährleistet werden. Als Ladegerät wurde für die rd. 5,5 m breite Strecke (2) ein Seitenkipplader gewählt. Es stand lediglich ein Gerät mit 600 l Schaufelinhalt zur Verfügung. Sohlenbreite und Haufwerksmenge würden den Einsatz eines leistungsfähigeren Ladegerätes mit einer Schaufelgröße um 1000 l rechtfertigen, zumal hiermit sicherlich eine Leistungssteigerung wie auch eine Kostensenkung erreicht werden könnte. Die Verwendung von Seitenkippladern oder ähnlichen Geräten empfiehlt sich aus mehreren Gründen:

\* Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf den Quellennachweis am Schluß des Aufsatzes.

1. Liegt der Kettenkratzerförderer an einem der beiden Streckenstöße, so würde zum Beispiel bei Verwendung eines Schrappladers eine Sonderausführung benötigt, und zwar ein Ladetisch mit Seitenausstrag oder mit Querförderer. Erfahrungsgemäß ist es schwierig, bei diesen Ausführungen eine einwandfreie Übergabe zum Streckenfördermittel zu gewährleisten. Anders beim Seitenkipplader. Für ihn ist die stoßseitige Lage des Streckenförderers von Vorteil.

2. Bei einer Sohlenbreite von mehr als 5 m ist das Sauberladen der Ortsbrust sowie der Streckenstöße mit einem Schrapplader nicht ohne zusätzlichen Arbeitsaufwand möglich.

3. Das bei größerer Abbaugeschwindigkeit erforderliche tägliche Vorziehen des Schrappladers führt zu Zeitverlusten infolge Reinigungs- und Vorbereitungsarbeiten und in Vorbaubetrieben unter Umständen zur Verringerung der Abbaugeschwindigkeit.

4. Trotz der Streckenbreite von mehr als 5 m behindert ein Schrapplader den Einsatz weiterer gleisloser Arbeitsmaschinen vor Ort, zum Beispiel den Einsatz eines Bohrwagens.

Der Seitenkipplader kann ferner als Transporthilfe, Behelfsbühne und Hilfsgerät zum Bereißen der Ortsbrust verwendet werden. Es darf jedoch nicht übersehen werden, daß der Seitenkipplader höhere Anschaffungskosten erfordert als zum Beispiel ein Schrapplader.

Die Ankerlöcher wurden mit Bohrhämmern BM 22 der Demag Aktiengesellschaft, Duisburg, gebohrt, auf pneumatischen Dreifachteleskop-Bohrstützen A 1100 der Atlas Copco Deutschland



Bild 1. Die Dreifachteleskop-Bohrstütze A 1100 beim Bohren von Ankerlöchern.

GmbH, Essen (Bild 1). Diese neue, auf der Zeche Zollverein erprobte Bohrstütze gestattet bei seitlicher Anbringung des Bohrhammers und 1130 mm Mindestbauhöhe einen Nutzhub von 2200 mm. Für das Bohren der Sprenglöcher kann die Teleskopstütze mit einer Aufsteckhaube versehen werden, die das Aufsetzen des Bohrhammers und das Bohren bankparalleler und bankschräger Sprenglöcher gestattet. Der große Hub der Dreifachteleskop-Bohrstütze ist aus zwei Gründen erforderlich: Einerseits ermöglicht er das Bohren aller, auch der bankschrägen Ankerlöcher ohne Absetzen oder Nachziehen der Bohrstütze, andererseits gestattet er das Eintreiben der voll zu verklebenden Ankerstangen in einem Zuge. Insbesondere der letztgenannte Vorgang ist wichtig, weil bereits während einer kurzen Unterbrechung des Ankereintreibens der Klebstoff zu gelieren beginnt und damit einen derart hohen Eindringwiderstand aufweisen kann, daß das vollständige Eintreiben des Ankers vereitelt wird. Während des Eintreibens wird die Ankerstange über ein Kuppelstück vom Bohrhammer gedreht, um eine bessere Vermischung des Zweikomponenten-Klebstoffs zu erreichen. Hat der Anker das Bohrloch tiefste erreicht, so wird er über weitere 15 bis 20 s mit Hilfe des Bohrhammers in Rotation gehalten, um eine Erwärmung des Klebstoffs und damit dessen schnelleres Erhärten zu erreichen.

Die Ankerlöcher werden naß gebohrt. Trotzdem ist die Verklebung der Anker mit dem Gebirge so stabil, daß bei Ankerziehversuchen die Bruchlast der Ankerstange von rd. 27 Mp erreicht wird, ohne daß der Anker rutscht. Die Bohrlochtiefe wird mit auf Maß gekürzten Bohrstangen rd. 10 bis 15 cm kürzer als der Anker gehalten. Hierdurch wird gewährleistet, daß der Anker im Bohrloch tiefsten aufsitzt und keine Pfeifen entstehen, in denen der Klebstoff zu einem Pfropfen zusammengeschoben und der Verklebung entzogen würde. Die mit Gewinde versehenen Ankerenden ragen hierbei 10 bis 15 cm aus dem Gebirge; dies reicht aus für die notwendige Verspannung des Ankers. Die Ankerlöcher werden mit Bohrköpfen von 32 mm Dmr. gebohrt. Die theoretische Ringspaltbreite zwischen Bohrlochwandung und Ankerstange beträgt somit 4 mm. Dieses Maß sollte nicht überschritten werden, weil anderenfalls die zur Vollverklebung erforderliche Klebstoffmenge größer und der Klebanker insgesamt verteuert würde.



Bild 2. Der Seitenkipplader HL 180 mit der hydraulischen Drehbohrmaschine LB 21.

Der mit finanziellen Mitteln des Landes Nordrhein-Westfalen geförderte Versuchseinsatz einer hydraulischen Drehbohrmaschine LB 21 der Salzgitter Maschinen AG, Salzgitter-Bad, die an das Fahrwerk und die Hydraulik eines Seitenkippladers HL 180 gekuppelt werden konnte (Bild 2), führte zu folgenden Ergebnissen:

1. Die hydraulische Drehbohrmaschine ermöglichte in Schiefertone und in Sandschiefer eine befriedigende Bohrgeschwindigkeit von rd. 1 m/min. Im Sandstein dagegen fiel die Leistung der Drehbohrmaschine erheblich ab, wobei der Bohrschneidverschleiß außergewöhnlich groß wurde. Bei diesen Bohrversuchen betrug das Antriebsdrehmoment 22 kpm, die Drehzahl des Bohrwerks rd. 250 min<sup>-1</sup> und die Vorschubkraft, stufenlos regelbar, bis zu 1800 kp. Die Frage, ob mit der Drehbohrmaschine LB 21 nicht bei höherem Andruck bessere Ergebnisse erzielt worden wären, blieb unbeantwortet.
2. Das Aufsuchen des Bohrlochansatzpunktes war bei unebener Streckensohle sehr zeitaufwendig, weil schon kleine Bewegungen des Raupenfahrwerks relativ große Bewegungen der Bohrstangenspitze nach sich zogen.
3. Eine Bohrmaschine ähnlich der vom Typ LB 21 kann wegen ihres großen Platzbedarfs in Verbindung mit einem Seitenkipplader vor Ort jeweils nur in einem einzigen Exemplar eingesetzt werden.
4. Die Bohreinrichtung erfordert einen verhältnismäßig hohen Arbeitsaufwand, hauptsächlich infolge des langwierigen Aufsuchens der Bohrörter sowie wegen der verhältnismäßig langen Wartezeit für die Bedienungsmannschaft.

Die Erfahrungen aus diesem Versuch führten zu bestimmten Forderungen, die an die Beschaffenheit einer Bohreinrichtung für das Sprengloch- und das Ankerlochbohren zu stellen sind (2). Hierauf soll weiter unten eingegangen werden.

### Die Organisation des Streckenvortriebs

Die Arbeitsvorgänge im Streckenvortrieb sind rhythmisch organisiert. Das Bild 3 zeigt den Organisationsplan für die Auffahrung der Fußstrecke in Flöz Ernestine 1 W. Die rhythmische Organisationsform ist nicht Voraussetzung für diesen Ausbautyp, sie sollte vielmehr für die Belegschaft eine Erleichterung bei der Einführung des neuartigen Streckenausbau sein. Der in Bild 3 dargestellte Organisationsplan ist bei einer Abschlagslänge von 2,5 m auf eine Vortriebsgeschwindigkeit von 5 m/d abgestellt. Dieser Wert kann



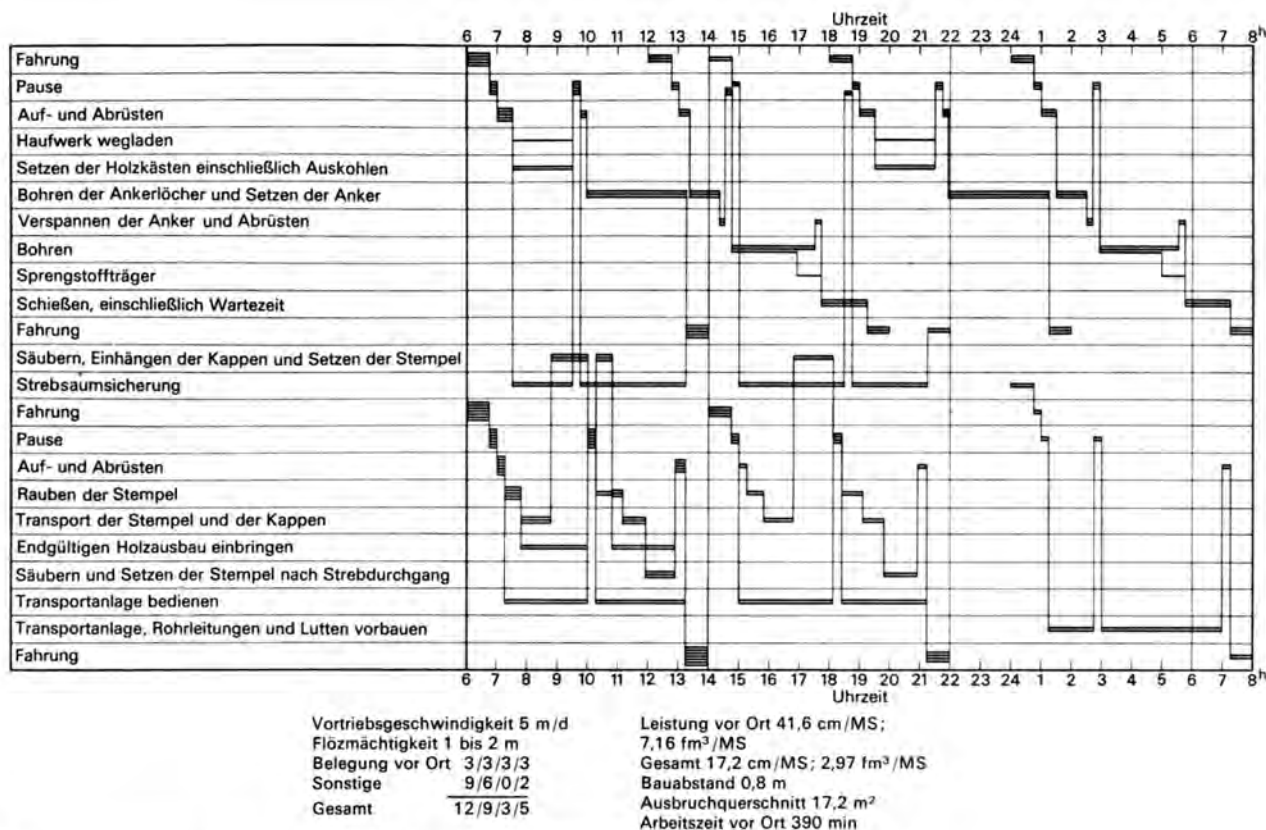


Bild 3. Organisationsplan eines Streckenvortriebs mit Anker-Türstock-Ausbau.

durch Verkürzung der Bohrzeit bei Einsatz weiterer Bohrhämmer oder durch Verkürzung der Zeit für das Wegfüllen des Haufwerks bei Einsatz einer leistungsstärkeren Lademaschine überschritten werden. Zeitweilig wurde eine Abschlagslänge von 3 m angestrebt und erreicht. Wegen besseren Verständnisses des Organisationsplans sei kurz daran erinnert, daß vor Ort bei einem Ankerreihenabstand von 0,8 m 6 Firstanker und 2 Stoßanker je Ankerreihe eingebracht werden. Ferner sind vor und bis rd. 40 m nach Strebdurchgang 2 bis 3 Hydraulikstempel je Ankerreihe angeordnet, die rd. 40 m nach Strebdurchgang gegen 3 Holzstempel je Ankerreihe ausgewechselt werden (2).

Das Bild 3 zeigt die verhältnismäßig komplizierte Organisationsform im Bereich der Fußstrecke. Neben der Vortriebsmannschaft sind zwei weitere Gruppen beschäftigt, eine für das Setzen zweier Hydraulikstempelreihen vor Ort sowie für das Umsetzen der Hydraulikstempel bei Strebdurchgang, die andere für den Umbau von Hydraulik- auf Holzstempel rd. 40 m nach Strebdurchgang. Die zur Streckenauffahrung gehörende Mannschaft ist somit über ein rd. 70 m langes Streckenstück verteilt; dies gilt jedoch nur für vorgesetzte Strebbegleitstrecken. Ferner ist erkennbar, daß hohe Anforderungen an die Abbaustrecken-Transporteinrichtung zu stellen sind. Neben zwei Verbrauchern — Ortsvortrieb und Umbaustelle von Hydraulik- auf Holzstempel — müssen für Hydraulikstempel Zwischentransporte durchgeführt werden, und zwar von der Umbaustelle zum Streb-Streckenübergang sowie von diesem Übergang zur Ortsbrust.

In Bild 4 wird der Zeitaufwand der einzelnen Arbeitsvorgänge je Abschlag aus einer Anker-Türstock-Strecke den entsprechenden Durchschnittswerten aus Abbaustrecken mit bogenförmigem Ausbau gegenübergestellt. Die Vergleichswerte haben nur begrenzten Aussagewert, weil es sich um Strecken in verschiedenen Flözen bei unterschiedlichen Streckenquerschnitten handelt. Dennoch ist bemerkenswert, daß bei Anker-Türstock-Ausbau

rd. 45% der Ausbaurarbeit mit der Bohreinrichtung erledigt werden. Damit nimmt die Betriebszeit der Bohreinrichtung je Abschlag von rd. 20% bei bogenförmigem Ausbau auf rd. 40% bei Anker-Türstock-Ausbau zu. Diese Tatsache läßt die Mechanisierung der Bohrarbeit in Anker-Türstock-Strecken besonders wichtig, aber auch besonders lohnend erscheinen.

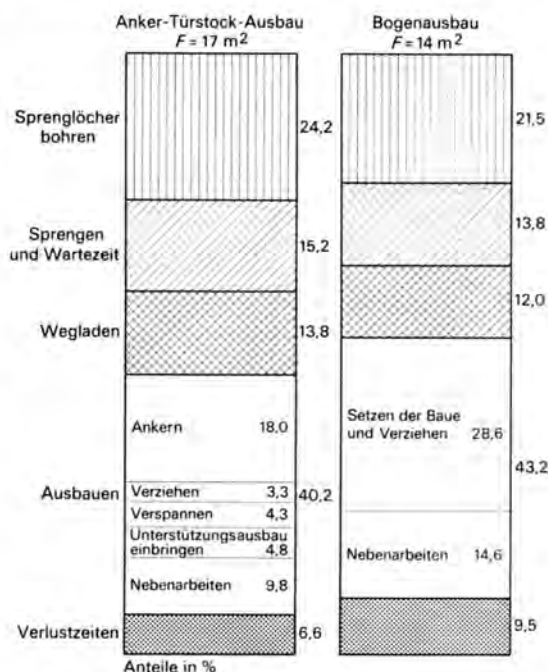


Bild 4. Vergleich der Anteile der einzelnen Arbeitsvorgänge an der Schichtzeit bei Abbaustreckenauffahrung mit Anker-Türstock-Ausbau und mit Bogenausbau.

Tabelle 1. Der Zeit- und der Arbeitsaufwand für das Anker beim Einsatz verschiedener Bohreinrichtungen.

Bohrmaschine	P II/2		BM 21		BM 22		LB 21	
Bohrmaschinenträger	Hydraulische Einzelstempel		Zweifach-Teleskopstütze		Dreifach-Teleskopstütze		Seitenkipplader	
Art des Bohrens	Drehend		Schlagend		Schlagend		Drehend	
Andruck	500 kp		110		140		1800	
Gesteinsfestigkeit	240 bis 480 kp/cm <sup>2</sup>		440 bis 810		240 bis 810		240 bis 480	
ND-Netzdruck	5,0 kp/cm <sup>2</sup>		5,9		5,9		5,9	
Belegung vor Ort	MS je Bohreinrichtung		3		1,5		2	
Arbeitsvorgänge:	min je Anker	M min je Anker	min je Anker	M min je Anker	min je Anker	M min je Anker	min je Anker	M min je Anker
Auf- und Abrüsten	1,9	5,7	3,1	4,6	2,3	3,5	0,8	1,6
Umsetzen der Bohreinrichtung	2,5	7,5	1,5	2,3	0,4	0,6	0,9	1,8
Ausrichten der Bohreinrichtung	1,5	4,5	—	—	—	—	0,8	1,6
Bohren des Ankerlochs	3,5	10,5	3,8	5,7	2,8	4,2	2,0	4,0
Klebepatrone und Anker einbringen	1,5	4,5	3,0	4,5	2,0	3,0	1,1	2,2
Ankerkappen anbringen	1,7	5,1	2,0	3,0	2,0	3,0	2,0	4,0
Verziehen	1,0	3,0	1,0	1,5	1,0	1,5	1,0	2,0
Ankermutter anziehen	0,5	1,5	0,8	1,2	0,7	1,0	0,8	1,6
Arbeitsbühne umbauen	1,0	3,0	1,0	1,5	1,0	1,5	—	—
Gesamter Zeitaufwand je Anker	15,1	45,3	16,2	24,3	12,2	18,3	9,4	18,8

### Betriebsergebnis

Die Tabelle 1 zeigt eine Gegenüberstellung von Leistungswerten verschiedener Ankerbohrgeräte. Das verhältnismäßig weiche, überwiegend aus Tonschiefer bestehende Nebengestein von Flöz Ernestine mit einer Druckfestigkeit zwischen 420 und 540 kp/cm<sup>2</sup> gestattet ein drehendes Bohren der Ankerlöcher. Hierzu wurde zunächst die Drehbohrmaschine P II/2 der Turmag Turbo-Maschinen-Aktiengesellschaft Nüsse & Gräfer, Sprockhövel, eingesetzt. Die Drehbohrmaschine war mit ihrer Lafette dreh- und verschiebbar an einem hydraulischen Einzelstempel befestigt (1). Mit ihr wurden Nettobohrgeschwindigkeiten von 1 m/min erreicht. Günstig gestaltete sich auch das Einbringen der Anker. Das Hineindrehen und -schieben des Ankers in das Ankerloch mit Hilfe der Drehbohrmaschine und des Vorschubmotors führte gewiß zu einer besseren Vermischung von Kunstharz und beigegebenem Härter als bei Verwendung eines Bohrhammers. Das Umsetzen dieser Einrichtung von rd. 100 kg Eigengewicht erforderte jedoch viel Zeit und Arbeitsaufwand. Das Nebengestein von Flöz Karl ließ sich wegen seines höheren Quarzgehaltes mit dieser Maschine nicht wirtschaftlich bohren. Hier mußten Bohrhämmer BM 21 auf Bohrstützen der Atlas-Copco GmbH eingesetzt werden.

Der Arbeitsaufwand bei der Drehbohrmaschine P II/2 von rd. 45 Mmin je Anker ist erheblich höher als der beim Einsatz des BM 22 mit rd. 18 und der hydraulischen Drehbohrmaschine LB 21 der Salzgitter Maschinen AG mit 18,8 Mmin je Anker. Der Grund hierfür liegt darin, daß zum Umsetzen der Drehbohrmaschine P II/2 drei Mann erforderlich waren, die während des Ankerns Wartezeiten in Kauf nehmen mußten. Ein anderes Bild ergibt sich bei Betrachtung der je Anker erforderlichen Betriebszeit. Hier hat die hydraulische Drehbohrmaschine LB 21 mit 9,4 min

je Anker einen deutlichen Vorsprung vor der Drehbohrmaschine P II/2 mit 15,1 und dem Bohrhammer BM 22 mit 12,2 min je Anker. Allein diese Gegenüberstellung ließe den Schluß zu, daß die hydraulische Drehbohrmaschine LB 21 dem Bohrhammer BM 22 überlegen ist. Sie muß jedoch ergänzt werden durch die Tatsache, daß dem Betrieb nur einer einzigen Maschine vom Typ LB 21 der Einsatz von 2 bis 3 Bohrhämmern gegenübergestellt werden kann. Allein beim Einsatz von 2 Bohrhämmern ist der Zeitraum für das Anker kürzer als beim Einsatz nur einer Drehbohrmaschine P II/2 oder nur einer vom Typ LB 21. Dieser Vergleich wird noch anschaulicher, wenn 3 oder sogar 4 Bohrhämmer zum Bohren und Ankern eingesetzt werden können. Die Tabelle 1 verdeutlicht, daß bis heute noch keine Anker- und Sprenglochbohrmaschine gefunden wurde, welche mit bestem wirtschaftlichem Erfolg in Abbaustrecken betrieben werden könnte.

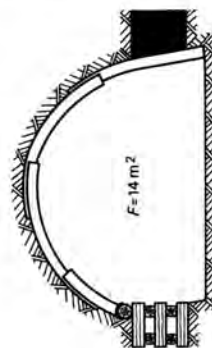
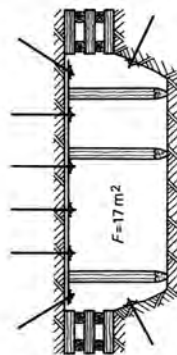
Die Tabelle 2 gibt eine Zusammenstellung verschiedener Leistungswerte aus den bisher aufgefahrenen Anker-Türstock-Strecken. Die Strecke 1 ist als Versuchsstrecke zu betrachten. Belegschaft und Aufsichtspersonen mußten sich zunächst mit diesem neuen Ausbau vertraut machen. In der Strecke 2 war der Sohlennachriß infolge seiner Entspannung zum benachbarten Abbauhohlraum schwieriger zu bohren und zu besetzen. Allein das Laden und Besetzen dauerte zwischen 2 und 4 Stunden. Hinzu kam, daß infolge wechselhafter Ausbildung und Lage eines Kohlenpackens im Flözliegenden die Streckenhöhe stellenweise bis zu 4,5 m betragen mußte. Hierdurch entstand zusätzlicher Arbeitsaufwand, der die Leistung beeinträchtigte. Neben den Leistungswerten aus drei Anker-Türstock-Strecken stehen Durchschnittswerte aus Abbaustrecken mit Bogenausbau. Die Vergleichszahlen beziehen sich ausschließlich auf den Vortrieb. Der Arbeitsaufwand für die

Tabelle 2. Vergleich von Kennwerten aus Abbaustrecken mit Anker-Türstock-Ausbau und mit Bogenausbau.

	Anker-Türstock-Ausbau			Bogenausbau Durchschnittswerte
	1	2	3	
Ausbruch	12,0	14,2	17,0	12,0
Vortrieb	3,1 m/d 37,2 fm <sup>3</sup> /d	3,1 44,0	4,3 73,1	2,66 31,9
Vortriebsleistung	34,4 cm/MS 4,1 fm <sup>3</sup> /MS	34,4 4,9	35,8 6,1	36,4 4,37
Schichtenaufwand	1,1	0,7	0,6	0,9
Bohrmaschine	Drehbohrmaschine P II/2	Bohrhammer BM 21	Bohrhammer BM 22	—
Bohrmaschinenträger	Hydraulischer Einzelstempel	Zweifach-Teleskopstütze	Dreifach-Teleskopstütze	—

Tabelle 3. Vergleich des Schichtenaufwands und der Betriebskosten in einer Fußstrecke mit Anker-Türstock-Ausbau und einer mit Bogenausbau.

Strebendbereich	Schichten-aufwand		Lohnkosten		Ausbaukosten			Betriebsmittelkosten			Sprengmittelkosten	Gesamtkosten	
	MS/d	MS/m	DM/d	DM/m	Miete	Stahl	Holz	Miete	Energie	Summe			DM/m
1	Vortrieb	12	2,4	1440	288	35,00 <sup>a</sup>	186,30 <sup>b</sup>	46,00	43,00	17,00	60,00	87,00	702,30
	Transportanlage bedienen	2	0,4	240	48	—	—	—	30,58 <sup>c</sup>	4,71	35,29	—	83,29
	Transportanlage vorbauen Rohrleitung und Lutte vorbauen	1	0,2	120	24	—	—	—	—	—	—	—	24,00
	Summe Strebendbereich 1	16	3,2	1920	384	35,00	186,30	46,00	73,58	21,71	95,29	87,00	833,59
2	Streckenausbau und Unterzüge umsetzen	4	0,8	480	96	—	—	—	—	—	—	—	96,00
	Maschinenstall herstellen	4	0,8	480	96	—	—	—	—	—	—	—	146,48
	Strebsaumsicherung	2	0,4	240	48	—	50,48	—	30,58 <sup>c</sup>	4,71	35,29	—	97,36
	Summe Strebendbereich 2	10	2,0	1200	240	—	50,48	50,48	30,58	4,71	35,29	—	325,77
3	Endgültigen Streckenausbau einbringen	3 <sup>h</sup>	0,6	360	72	—	—	—	1,17	0,30	1,47	—	121,17
	Streckenunterhaltung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Summe Strebendbereich 3	3	0,6	360	72	—	—	—	1,17	0,30	1,47	—	121,17
	Fußstrecke	29	5,8	3480	696	35,00	186,30	144,18	105,33	26,72	132,05	87,00	1280,53
1	Vortrieb	14	2,8	1680	336	0,96 <sup>a</sup>	233,34 <sup>a</sup>	31,53	42,40	15,40	57,80	76,70	736,33
	Transportanlage bedienen	3	0,6	360	72	—	—	—	30,58 <sup>c</sup>	4,71	35,29	—	107,29
	Transportanlage vorbauen Rohrleitung und Lutte vorbauen	1	0,2	120	24	—	—	—	—	—	—	—	24,00
	Summe Strebendbereich 1	19	3,8	2280	456	0,96	233,34	31,53	72,98	20,11	93,09	76,70	891,62
2	Streckenausbau und Unterzüge umsetzen	4	0,8	480	96	0,96 <sup>a</sup>	—	—	—	—	—	—	—
	Maschinenstall herstellen	4	0,8	480	96	—	—	—	1,59	1,10	2,69	—	107,95
	Strebsaumsicherung	2	0,4	240	48	—	—	—	30,58 <sup>c</sup>	4,71	35,29	—	146,48
	Summe Strebendbereich 2	10	2,0	1200	240	0,96	—	—	32,17	5,81	37,98	—	337,72
3	Endgültigen Streckenausbau setzen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Streckenunterhaltung	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Summe Strebendbereich 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Fußstrecke	29	5,8	3480	696	1,92	233,34	90,31	105,15	25,92	131,07	76,70	1229,34



Abbaugeschwindigkeit 5 m/d  
 Vortriebsgeschwindigkeit 5 m/d  
 Flözmächtigkeit 1,35 m  
 Bauabstand 0,80 m  
 Lohnkosten 120 DM/MS

<sup>a</sup> Hydraulikstempel und Doppelkeilkappen  
<sup>b</sup> Anker und Verzugsbleche  
<sup>c</sup> Einschienenhängebahn-Anlage von durchschnittlich 500 m Länge, anteilig 50%  
<sup>d</sup> Rinnenprofil-Bogen, viertelig, dreimaliger Einsatz des Bogens einschließlich Kosten für Rauben und Richten  
<sup>e</sup> Miet- und Energie für Sonderbewetterung sind unter Vortrieb erfasst  
<sup>f</sup> Kantholzlage zum Abfangen des Läufers  
<sup>g</sup> 1 Holzkasten und 1 Brechholzreihe  
<sup>h</sup> Einschließlich Transport



Umbauarbeiten am Übergang Streb-Strecke und für weitere Nebenarbeiten bleibt hier unberücksichtigt. Obwohl ein endgültiger Vergleich beider Streckenausbautypen an Hand der vorliegenden Zahlenwerte nicht möglich ist, wird deutlich, daß die Vortriebsleistung in Anker-Türstock-Strecken nicht schlechter, eher besser sein kann als in konventionellen Abbaustrecken. Die Vortriebsleistung in der Anker-Türstock-Strecke 3 ist mit  $6,1 \text{ fm}^3/\text{MS}$  um rd. 40% höher als in den Strecken mit Bogenausbau. Der Grund hierfür liegt zum Teil in der Ausbauleistung, die beim Anker-Türstock-Ausbau trotz einfachster Ausführung der Ankergeräte um rd. 30% besser ist als in Strecken mit bogenförmigem Ausbau. Hier macht sich ein wesentlicher Vorteil des Anker-Türstock-Ausbaus gegenüber dem Bogenausbau bemerkbar: Ein großer Teil der manuellen Ausbauarbeit entfällt, zum Beispiel das Verziehen und Hinterfüllen der Baue, ebenso das Auflegen der schweren Ausbauteile. Hierdurch ermöglicht der Anker-Türstock-Ausbau einen nicht unwesentlichen Schritt zur Mechanisierung und zur Erleichterung der Ausbauarbeit.

Die Tabelle 3 enthält Kostenwerte aus der Anker-Türstock-Strecke 3 und einer weiteren Fußstrecke mit nachgiebigem Bogenausbau. Ein Vergleich beider Streckenausbautypen darf sich nicht allein auf den Vortrieb beschränken, weil zum Beispiel beim Anker-Türstock-Ausbau erst rd. 40 m nach Strebdurchgang der endgültige Streckenausbau eingebracht wird. Die Fußstrecke wurde daher in drei Strebrandbereiche aufgeteilt, und zwar in den Vortrieb als Strebrandbereich 1, den Übergang Streb-Strecke entsprechend Strebrandbereich 2 und in den Streckenabschnitt nach Strebdurchgang, der als Strebrandbereich 3 bezeichnet werden soll. Zum Vergleich der in Tabelle 3 erfaßten Strecken ist zu berücksichtigen, daß die Anker-Türstock-Strecke einen Querschnitt von  $17 \text{ m}^2$ , die bogenförmig ausgebaute Strecke einen Querschnitt von nur  $14 \text{ m}^2$  aufweist. Ferner muß darauf hingewiesen werden, daß die Kosten für Streckenunterhaltung im Strebrandbereich 3 unberücksichtigt bleiben, weil zur Zeit nicht genügend Vergleichswerte vorliegen.

Der Kostenvergleich im Strebrandbereich 1 zeigt, daß die Arbeitskosten beim Bogenausbau um rd. 18% höher sind als beim Anker-Türstock-Ausbau. Dies ist auf die bessere Ausbauleistung, das heißt auf den geringeren manuellen Aufwand beim Ausbauen mit Anker-Türstock-Ausbau zurückzuführen (Tabelle 2). Die Ausbaukosten beider Bauformen im Bereich 1 sind nahezu gleich, wobei die Kosten des Anker-Türstock-Ausbaus den Holzkasten am Unterstoß einschließen. Beim nachgiebigen Bogenausbau wurde dessen dreimalige Benutzung angenommen. In den Gesamtkosten für den Strebrandbereich 1 ist der Bogenausbau nur um ein Geringes teurer als der Anker-Türstock-Ausbau, und zwar um rd. 58 DM/m, entsprechend rd. 7%. Bezogen auf den nutzbaren Streckenquerschnitt ist der Anker-Türstock-Ausbau im Vortriebsbereich um rd. 23% billiger als der hier untersuchte Bogenausbau.

Im Strebrandbereich 2 werden für beide Ausbautypen nahezu gleich hohe Gesamtkosten ausgewiesen. Die Begründung liegt darin, daß für beide Ausbautypen am Übergang Streb-Strecke ein gleich großer Arbeitsaufwand entsteht, der beim Bogenausbau für die Herstellung des Maschinenstalls, beim Anker-Türstock-Ausbau für das Umsetzen der Streckenunterzüge erforderlich ist.

Unter der Voraussetzung, daß die Kosten für Streckenunterhaltung in der vorliegenden Zusammenstellung unberücksichtigt bleiben sollen, werden im Strebrandbereich 3 beim Bogenausbau keinerlei Kosten ausgewiesen. Beim Anker-Türstock-Ausbau dagegen entstehen hier Kosten in Höhe von rd. 121 DM/m für das Einbringen des endgültigen Unterstützungsausbaus; hierin sind

die Kosten für den Transport dieser Ausbauteile enthalten. Der Ausbau besteht aus 3 Holzstempeln je Ankerreihe mit parallel zur Streckenlängsachse verlegten First- und Sohlenhölzern (2).

Bei der hier getroffenen Auswahl der Kostenstellen sind die Gesamtkosten der Fußstrecke beim vierteiligen Gleitbogenausbau mit strebseitig angeordnetem Holzläufer und Holzkasten um rd. 50 DM/m niedriger als beim Anker-Türstock-Ausbau. Die auf den Nutzquerschnitt bezogenen Kosten sind dagegen bei diesem Bogenausbau um rd. 17% höher als beim Anker-Türstock-Ausbau. Während die Arbeits- und die Betriebsmittelkosten bei beiden Ausbautypen gleich sind, liegen die Ausbaukosten für den Anker-Türstock-Ausbau insgesamt um rd. 40 und die Sprengstoffkosten um rd. 10 DM/m höher als beim Bogenausbau, der jedoch einen um rd.  $3 \text{ m}^2$  geringeren Querschnitt aufweist. Hinsichtlich der Beurteilung beider Ausbautypen ist zu bedenken, daß die hier nicht berücksichtigten Kosten für die Streckenunterhaltung beim Bogenausbau wahrscheinlich höher als beim Anker-Türstock-Ausbau ausfallen, allein deswegen, weil eine rd. 5 m breite Streckensohle ohne Mittelstempel, wie beim Bogenausbau, eher aufbricht als eine solche mit einem Mittelstempel von 30 Mp Lastaufnahme je Bau, der kostenmäßig beim Anker-Türstock-Ausbau in Tabelle 3 berücksichtigt ist. Bezüglich der Kosten des Anker-Türstock-Ausbaus muß darauf hingewiesen werden, daß die hier aufgeführten Kostenwerte aus einer Versuchsstrecke stammen, die mit einfachen technischen Mitteln aufgeföhren wurde; die für diese Ausbautypen denkbaren Mechanisierungsmöglichkeiten konnten hier nicht ausgeschöpft werden.

### Voraussetzungen für die Anwendbarkeit des Anker-Türstock-Ausbaus

Die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit des Anker-Türstock-Ausbaus reichen von den geologischen und gebirgsmechanischen Verhältnissen über die Frage der exakten Arbeitsausführung zur technischen Ausrüstung und zu ausbautechnischen Detailfragen. Die folgende Aufstellung sollte nicht als ein umfassender Katalog für die Anwendbarkeit des Anker-Türstock-Ausbaus aufgefaßt werden, sie ist vielmehr eine Zusammenfassung der bisher auf der Zeche Zollverein gesammelten Erfahrungen.

#### Das Nebengestein

1. Als erster Anhalt für die Ankerfähigkeit einer Streckenfirste kann gelten, daß dort geankert werden kann, wo die Streckenfirste auf eine gesamte Abschlaglänge nach Abtun der Schüsse über einen Zeitraum von rd. 6 Stunden ohne Ausbau und Ankerung unversehrt erhalten bleibt.
2. Das zu ankernde Nebengestein darf nicht gebräch sein. Vor Ort darf keine wesentliche Schichtenverschiebung oder Aufblätterung stattgefunden haben.
3. Die zu ankernde Firste sollte keine stark ausgeprägten Kohlenstreifen enthalten, die eine Schichtenaufblätterung zur Folge haben.
4. Das Gebirge muß trocken sein, nicht wegen der Klebanker, sondern vielmehr wegen der Gefahr, daß Klüfte ausgespült werden und die Reibung auf diesen Flächen stark verringert wird.
5. Das in der Streckensohle anstehende Nebengestein muß die vom Unterstützungsausbau zu übertragenden Kräfte aufnehmen können.

#### Die Zusatzdruckzonen

1. Bei Annäherung oder Durchfahren von Zusatzdruckzonen sollten der Unterstützungsausbau verstärkt und die Ankerdichte erhöht werden.

2. Die zu ankernde Strecke sollte möglichst frei von Zusatzdruckzonen sein, insbesondere wenn diese parallel oder spitzwinklig zur Streckenlängsachse verlaufen.

3. Die zu ankernde Strecke sollte in ausreichendem Abstand von geologischen Störungen größerer Verwurfshöhe verlaufen, um nicht in den Bereich stärkerer Druckauswirkung oder Gesteinszerstörung zu geraten.

#### Die Arbeitsausführung

1. Eine wichtige Voraussetzung ist die gewissenhafte Ausführung der bergmännischen Arbeiten. Hierzu zählt die Einhaltung des Grundsatzes, daß die freigelegte Streckenfirste so schnell wie möglich zu ankern ist, möglichst 1 bis 2 Stunden nach Abtun der Schüsse.

Ferner gehören hierzu das rechtzeitige Mitführen des Unterstützungsausbaus vor Ort, das genaue Ausschließen des Soll-Ausbruchquerschnitts, das Beibehalten der geforderten Streckenhöhe, das rechtzeitige Nachführen der Holzkastenreihe am Unterstoß und die Wartung der Bohr- und der Ankergeräte.

2. Der Anker-Türstock-Ausbau muß sorgfältig betreut und überwacht werden. Die Überwachung soll sich nicht nur auf die Vortriebsarbeiten, sondern auch auf das Verhalten von Gebirge und Ausbau erstrecken. Hierzu gehört zum Beispiel die regelmäßige Überwachung der Konvergenz.

#### Die technische Ausrüstung

1. Die Bohrmaschine sollte bei der Herstellung der Ankerlöcher eine Bohrgeschwindigkeit von nicht weniger als 0,5, möglichst mehr als 1 m/min erlauben. Im allgemeinen ist hierzu ein Zwischenverdichter erforderlich.

2. Der Durchmesser des Ankerlochs sollte so gering gewählt werden, daß der theoretische Ringraum zwischen Anker und Bohrlochwand nicht breiter als 2 bis 4 mm ist.

3. In wenig druckfestem und feingeschichtetem Gestein sollten vollverklebte Anker verwendet werden.

4. Bei der Bemessung der Ankerlänge sollte berücksichtigt werden, daß Klebanker in einem Zuge in das Bohrloch hineingeschoben werden müssen. Ausschlaggebend hierfür sind die Bauhöhe des Ankergerätes und die Streckenhöhe.

5. Das Ankergerät muß eine ausreichende Hubhöhe aufweisen, um den gewählten Anker in einem Zuge in das Bohrloch schieben zu können. Der Andruck des Ankergerätes sollte 150 kp nicht unterschreiten.

6. Ladegerät und Fördereinrichtung sollten in ihrer Kapazität derart bemessen sein, daß rd. 1 bis 2 Stunden nach Abtun der Schüsse das Haufwerk weggeladen ist und mit dem Ankern begonnen werden kann.

#### Der Streckenausbau

1. Die Ankerdichte sollte nicht weniger als 1 Anker je Quadratmeter betragen.

2. Der Ausbauwiderstand sollte nicht unter 15 Mp/m<sup>2</sup> liegen.

3. Der Unterstützungsausbau muß genügend und an beiden Stößen möglichst in gleichem Maß nachgiebig sein, letzteres in Hinsicht auf eine möglichst geringe Schräglage oder Einfaltung der Firste.

4. Die geankerte Firste muß an beiden Streckenrändern ein sicheres, begrenzt nachgiebiges Auflager haben, damit das Abreißen der Firste an den Streckenrändern vermieden wird.

Hierzu müssen die Außenanker bankschräg bis über die oben genannten Auflager reichen.

5. Eine im mittleren Drittel der Streckenbreite anzuordnende Stempelreihe sollte, auch bei Strebdurchgang, nicht geraubt oder umgesetzt werden, bis die Konvergenz nach Strebdurchgang deutlich abklingt.

6. Der Unterstützungsausbau sollte so nah wie möglich an die Ortsbrust herangezogen werden; sein Abstand zur Ortsbrust sollte 7 bis 8 m nicht überschreiten.

7. Wird bei der Streckenauffahrung Nebengestein angeschnitten, so sollte dieser Stoß geankert werden, um die bankparallele Auswanderung der angeschnittenen Gesteinsschicht zu vermindern.

8. Die gebohrte Ankerlochtiefe sollte rd. 12 bis 15 cm kürzer als die gewählte Ankerlänge sein, damit der Anker bis in das Bohrloch tiefste eingeführt werden kann. Wird das Bohrloch zu tief gebohrt, so sammelt sich im Bohrloch tiefsten Klebstoff, der für die Vollverklebung des Ankers verloren geht.

Einen gewissen Einfluß auf den Anwendungsbereich des Anker-Türstock-Ausbaus hat die Flözmächtigkeit. Bei Mächtigkeiten < 1 m wird die freie Höhe am Übergang Streb-Strecke für die Strebförderung in Strecken ohne Hangendeinschnitt zu gering, insbesondere wenn grobstückiges Haufwerk anfällt. Der konventionelle Türstock mit biegesteifer Kappe aus GI-Profilen ist jedoch hierin von noch größerem Nachteil, weil hier die freie Höhe zusätzlich um das Maß der Kappenprofilhöhe einschließlich des Verzuges und der Bauhöhe eines Unterzugs eingeschränkt wird. Bei Flözmächtigkeiten  $\leq 1$  m ist es daher notwendig, Anker-Türstock-Ausbau mit Hangendeinschnitt anzuwenden, eine Streckenform, die sich im französischen Bergbau bereits häufig bewährt hat. Hierdurch kann Anker-Türstock-Ausbau auch bei geringsten Flözmächtigkeiten angewendet werden.

Flözmächtigkeiten bis rd. 1,8 m lassen die Anwendung von Anker-Türstock-Ausbau im Vorbau wie im Rückbau möglich erscheinen. Bei größeren Mächtigkeiten ist zu befürchten, daß in Vorbaustrecken, insbesondere nach Strebdurchgang, sehr große Konvergenzen eintreten, die ihrerseits zu erheblichen Beeinträchtigungen der Hangendschichten führen können. In diesen Fällen muß für Strebbegleitstrecken die ausreichende Beherrschung des Nebengesteins bei dessen Aufblätterung, Einfaltung oder Bruch in Frage gestellt werden. Bei Mächtigkeiten > 1,8 m erscheint daher der Einsatz von Anker-Türstock-Ausbau oder auch Rechteckausbau allgemein nur dann zweckmäßig, wenn Rückbau oder eine ähnliche Abbauführung angewendet werden können. Die hierzu notwendigen Strecken könnten maschinell aufgefahren werden.

In Hinsicht auf den Umfang der Anwendbarkeit des Anker-Türstock-Ausbaus in Abhängigkeit vom Nebengestein kann heute noch nichts Verbindliches gesagt werden. Unter Berücksichtigung der vorliegenden Erfahrungen ist jedoch anzunehmen, daß das Ankern mit vollverklebten Ankern eine erheblich weitere Verbreitung finden kann als es heute noch den Anschein haben mag. Daneben wird der bogenförmige Ausbau in großen Bereichen seine Bedeutung bewahren, insbesondere dort, wo das Flözhangende bereits vor Ort ausbricht.

Der vollverklebte Anker hat in Frankreich große Verbreitung gefunden (3). Auch dort wird der Anker-Türstock-Ausbau erfolgreich angewendet.





Bild 5. Anker-Türstock-Ausbau in der Fußstrecke im Flöz Ernestine 1 W. Blick von der Ortsbrust zum Übergang Streb-Strecke mit hydraulischer Schreit-Spannstation im Hintergrund. Rechts im Bild der mit Holzankern verfestigte Kohlenstoß, links das Transporttrum mit Einschienehängbahn-Abspannung und Schutzschild gegen beim Sprengen herausgeschleudertes Haufwerk.



Bild 7. Der Übergang Streb-Strecke beim Anker-Türstock-Ausbau im Flöz Ernestine 1 W. Blick aus dem vorgesetzten Streckenteil auf die Einschienehängbahn (links) und die hydraulische Schreit-Spannstation mit Kappenschreitwerk und hydraulischem Vorziehgerät für den Kettenkratzerförderer; Strebförderer mit Kohlseitenaustrag.

### Beurteilung des Anker-Türstock-Ausbaus

Ein abschließendes Urteil über den Anker-Türstock-Ausbau ist zur Zeit noch nicht möglich. Dazu reichen die hier gesammelten Erfahrungen und Meßwerte nicht aus. Seine betrieblichen Vor- und Nachteile sind jedoch bereits erkennbar. Beim Vergleich des Anker-Türstock-Ausbaus mit konventionellem Ausbau für Rechteckquerschnitt muß darauf hingewiesen werden, daß zum Beispiel ein Türstock-Ausbau mit gelaschter GI-Kappe auf bankrecht gestellten Stempeln im Materialpreis billiger als der Anker-Türstock-Ausbau sein kann. Er hat jedoch gegenüber dem Anker-Türstock-Ausbau den schwerwiegenden Nachteil, daß die rd. 6 m lange gelaschte Kappe auf den vorderen 10 m der Strecke nicht in ihrem mittleren Drittel unterstützt werden kann. Folglich besteht die Gefahr der Schichteneinfaltung mit allen ihren Nachteilen, wie sie in einer Versuchsstrecke der Zeche Zollverein, ebenfalls im Flöz Ernestine, beobachtet wurde. Das Unvermögen, die freigelegte Streckenfirste bis unmittelbar vor Ort ausreichend unterstützen zu können, verschafft dem vollverklebten Anker besondere Bedeutung (Bild 5). Hierbei sollte vor Strebdurchgang bei Streckenbreiten um 5 m keinesfalls auf eine im mittleren Querschnittsdrittel angeordnete Mittelstempelreihe verzichtet werden. Bricht nämlich die Streckensohle bereits vor Strebdurchgang auf, so kann sie nach Strebdurchgang infolge ihrer Auflockerung die Druckkräfte des Unterstützungsausbaus nicht mehr aufnehmen.

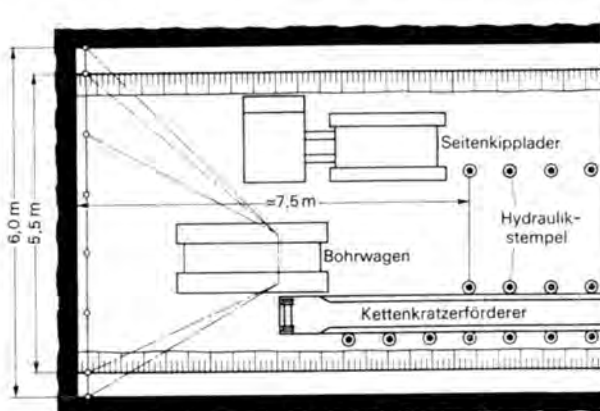


Bild 6. Schema für den Einsatz eines Ankerbohrwagens in einer vorgesetzten Abbaustrecke.

Dies führt unweigerlich zum Einsinken der Mittelstempel in die Streckensohle, welches also nicht in jedem Fall auf „schlechte Verhältnisse“ im Nebengestein zurückzuführen ist, sondern auch, wie Beobachtungen zeigen, auf folgenschwere Ausbaufehler vor Strebdurchgang.

Im Vergleich zum bogenförmigen Unterstützungsausbau hat der Anker-Türstock-Ausbau die folgenden Vorzüge:

1. Der Anker-Türstock-Ausbau kann mit einem sehr hohen, berechenbaren Ausbawiderstand ausgestattet werden. Dies bedeutet mehr Sicherheit hinsichtlich der Erhaltung des Nutzquerschnitts für Fahrung, Förderung, Transport und Wetterführung.
2. Der Anker-Türstock-Ausbau ohne Hangendnachriß führt zu einer größeren Sicherheit gegen Steinfall am Übergang Streb-Strecke.
3. Der infolge des hohen Ausbawiderstands realisierbare große Streckenquerschnitt von rd. 17 m<sup>2</sup> gestattet eine großzügige Mechanisierung der Strebenden und eine zweckmäßige Verlegung der Transporteinrichtung bis ins vorgesetzte Streckenort.
4. Der Anker-Türstock-Ausbau eröffnet für den konventionellen Streckenvortrieb bedeutsame Mechanisierungsmöglichkeiten, letztlich sogar eine weitgehende Mechanisierung der Ausbauarbeit.
5. Die bankrecht gestellten Stempel des Unterstützungsausbaus, insbesondere die Mittelstempelreihen, sind ein wirksamer Ausbau der Streckensohle; sie verhindern deren Aufbrechen.
6. Die Kosten einer Anker-Türstock-Strecke sind geringer als zum Beispiel die einer mit nachgiebigem Bogenausbau versehenen Strecke gleich großen Querschnitts.
7. Die Kosten für die Streckenunterhaltung können sich verringern, und zwar wegen einer Verbesserung des Nebengesteinsverhaltens infolge Auswirkung der vollverklebten Anker sowie des hohen Ausbawiderstands.
8. Bei Abwerfen einer Anker-Türstock-Strecke sind nur die hydraulischen Einzelstempel raubwürdig. Die Kosten für Rauben, Transport und Richten entfallen, abgesehen vom Rauben der rd. 220 Hydraulikstempel und der 150 Doppelkeilkappen.



9. Der Anker-Türstock-Ausbau führt zu einer Entlastung des Materialtransports. Das für die Auffahrung erforderliche Materialvolumen ist geringer; es besteht aus geraden, verhältnismäßig leichten Einzelteilen. Der Materialrückfluß entfällt weitgehend.

Der wesentliche Nachteil des Anker-Türstock-Ausbaus im Vergleich zum Bogenausbau ist die größere Sorgfalt, die er in der Auffahrung und Überwachung erfordert.

### Ausblick

Der Anker-Türstock-Ausbau steht, bezogen auf seine Entwicklung im Ruhrbergbau, noch in den Anfängen. Diese Ausbauten mag Möglichkeiten des technischen Fortschritts eröffnen, die heute noch nicht voll erkannt werden. Die weitere Entwicklung wird sich auf die Vervollkommnung der Auffahrttechnik, auf die Gestaltung des Streckenquerschnitts und auf die Vervollkommnung des Streckenausbaus selbst erstrecken müssen. Sie muß sowohl den konventionellen Streckenvortrieb mit Sprengarbeit als auch den maschinellen Streckenvortrieb berücksichtigen. Der konventionelle Streckenvortrieb wird unter anderem wegen seiner verhältnismäßig geringen Sachkosten sicherlich für Vorbaustrecken nach wie vor bedeutsam bleiben, und zwar bei Vortriebsgeschwindigkeiten von 6 bis 10 m/d.

Im Schwerpunkt der Entwicklung werden zunächst leistungsstarke Bohr- und Ankermaschinen stehen. Eine Steigerung der Bohrleistung erscheint zunächst möglich durch die Verringerung des Bohrlochdurchmessers auf rd. 28 mm, der für den vollverklebten Anker M 24 ausreicht und vorteilhaft ist. Zum Ankern in 2,8 bis 3 m hohen Strecken wird eine Bohr- und Ankermaschine geringer Bauhöhe benötigt, mit der bankschräge Ankerlöcher sowie Sprenglöcher für rd. 3 m tiefe Abschlüge hergestellt werden können. Diesen verschiedenen Anforderungen kann zum Beispiel mit einer teleskopierbaren Lafette entsprochen werden. Die Einstellung verschiedener Neigungs- und Richtungswinkel der herzustellenden Bohrlöcher verlangt einen hohen Grad an Bewegungsmöglichkeit der Bohrmaschine. Zur Zeit sind Bohrmaschinen in Entwicklung, die diesen Anforderungen entsprechen sollen. Es handelt sich dabei um hydraulische Bohrarmer, die auf ein Fahrwerk montiert werden können. Eine derartige Bohrmaschine kann in einer 5 bis 6 m breiten Strecke mit einer Lademaschine kombiniert werden, denn bei dieser Streckenbreite können beide Maschinen aneinander vorbeifahren (Bild 6). Mit dieser Ausrüstung kann angestrebt werden, einen 2,5 m langen Abschlag von rd. 17 m<sup>2</sup> Streckenquerschnitt mit 2 Mann während einer Schicht aufzufahren.

Beim maschinellen Streckenvortrieb können die hydraulischen Bohrarmer oder Ankergeräte ebenfalls auf ein eigenes Fahrwerk montiert oder aber mit der Vortriebsmaschine selbst verbunden werden. Die Ausstattung der Ankergeräte mit einem eigenen Fahrwerk hat den Vorteil, daß Streckenvortrieb und Streckenausbau zeitlich und funktionell unabhängig voneinander sind.

Für das Wegfüllen des Haufwerks sollten Lademaschinen mit möglichst großer Leistung bei möglichst geringen Baumaßen eingesetzt werden. Hier empfehlen sich Seitenkipplader mit rd. 1000 l Schaufelinhalt wie auch der sehr leistungsfähige Seitengriffklader.

Der in Bild 7 dargestellte Übergang Streb-Strecke zeigt, daß in einer zweitrummigen Strecke bei rd. 5 m Streckenbreite keine Fahrweg während des maschinellen Transportes möglich und eine allen Anforderungen entsprechende Verlegung der Sonder-

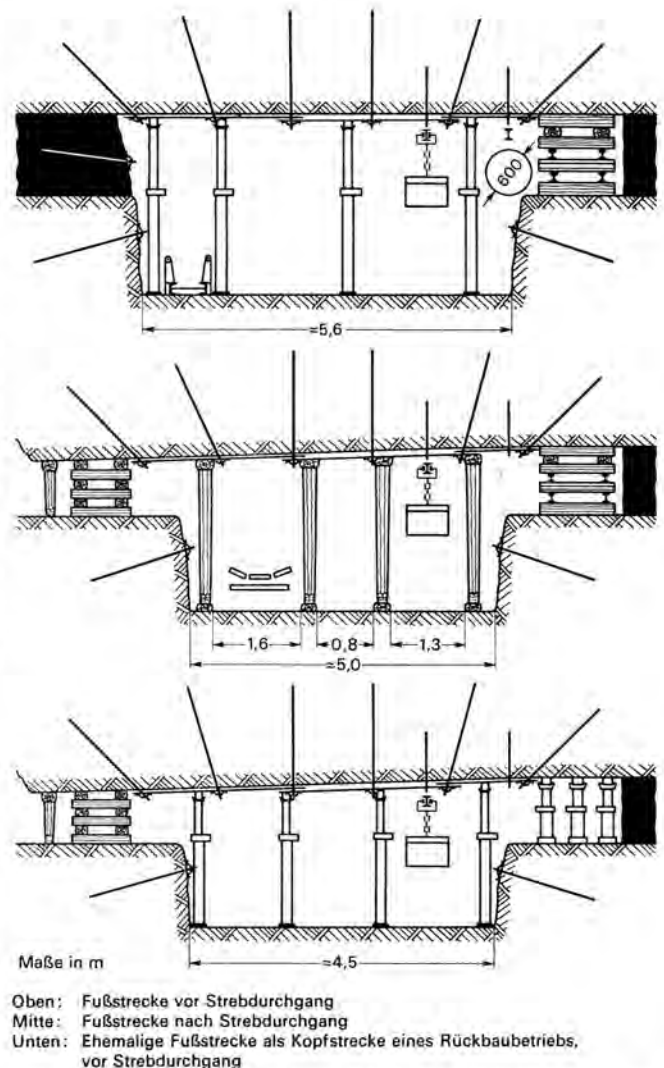


Bild 8. Dreitrummig aufgeteilte Strecke mit Anker-Türstock-Ausbau bei zweimaliger Streckenbenutzung.

bewetterung neben der Transporteinrichtung oder neben der hydraulischen Schreit-Spannstation erschwert ist. Die Weiterentwicklung der Querschnittsaufteilung in Anker-Türstock-Strecken mag daher in Fußstrecken zur dreitrummigen Strecke mit 4 Stempeln je Baureihe führen. Das Bild 8 zeigt, daß bei rd. 6 m Streckenbreite bereits im Übergangsbereich Streb-Strecke drei Trumme einzurichten sind, von denen eins der Förderung, das zweite der Fahrweg sowie der Verlegung der Sonderbewetterung und das dritte dem Transport dient. Die dreitrummige Querschnittsaufteilung hat ferner die Vorteile, daß der Ausbauwiderstand größer sein kann, daß er über die Streckenbreite gleichmäßiger verteilt ist und daß die Streckensohle besser ausgebaut, das heißt gegen Aufbrechen stärker gesichert ist. Bei hohem Ausbauwiderstand und genügend großem Restquerschnitt in Strebegleitstrecken ist auch die Frage nach der zweimaligen Benutzung einer Anker-Türstock-Strecke aktuell, wobei die Zweitbenutzung stets im Rückbau geschehen sollte. In Hinblick auf die verhältnismäßig große Streckenbreite bei dreitrummigen Strecken von rd. 6 m bleibt zu untersuchen, ob nicht, insbesondere bei maschineller Auffahrung, zwei schmalere, nebeneinander liegende Strecken zweckmäßiger sein können, zumal in diesem Fall verschiedene Funktionen der Strecke leichter voneinander zu trennen sind.

Von besonderem Interesse muß die Auffahrung von Anker-Türstock-Strecken mit Hangendnachriß sein, die zum Beispiel bei gebräuchlichem Hangendpacken angeraten ist. Ein Hangendnachriß von rd. 0,4 m wurde bei der in Bild 8 dargestellten Strecke über mehrere hundert Meter Strecke beibehalten. Es wäre nachzuweisen, daß auch beim Fehlen einer zufällig günstig gelegenen Schichtfuge im Hangenden Anker-Türstock-Ausbau möglich ist, und zwar trotz einer relativ uneben ausgeschossenen Firste. Diese zweifellos schwierigere Streckenform wird bereits in Frankreich mit Erfolg erprobt. Sie erscheint hauptsächlich dort realisierbar, wo auf Grund guter Nebengesteinsbedingungen auf die Verwendung biegesteifer Kappen verzichtet werden kann, denn in diesem Fall können die Stempel einer Baureihe ohne weiteres von unterschiedlicher Länge sein. Anker-Türstock-Ausbau mit Hangendnachriß ist auch für Kopfstrecken wichtig, insbesondere bei Strebegleitstrecken, aus denen das Haufwerk über den Strebeförderer abgefördert werden muß. Vorteilhafter erscheint jedoch auch in der Kopfstrecke die Auffahrung eines Liegendeinschnittes mit strebseitiger Verlegung eines Kettenkratzerförderers, der entsprechend zur Fußstreckenordnung (Bild 8) unter dem in die Strecke gezogenen Strebeförderer verlegt ist und das Haufwerk auf einen Gurtförderer in der Kopfstrecke übergibt. Diese Anordnung erfordert auch in der Kopfstrecke den Einsatz einer Schreitspannstation mit Vorzieheinrichtung für den Kettenkratzerförderer. Sie hat den Vorteil, daß der Strebeförderer von Bergen freigehalten und die Abförderung des Streckenhaufwerks unabhängig von der Strebeförderung ist. Im Kopfstreckenvortrieb wird hierdurch eine spürbare Steigerung der Vortriebsgeschwindigkeit ermöglicht, die in eine höhere Abbaugeschwindigkeit bzw. Betriebspunktfördermenge und damit in eine Betriebspunktkosten senkung umgesetzt werden könnte. Diese Anordnung am Übergang Streb-Kopfstrecke hätte ferner den Vorteil, daß auch hier ein Maschinenstall entfiel und das vom Hobel bei der Gewinnung in die Kopfstrecke geschobene Kohlehaufwerk ohne zusätzlichen Arbeitsaufwand in den strebseitig verlegten Streckenförderer gelänge. Hierdurch würde sich eine nicht unwesentliche Verringerung des Arbeitsaufwandes ergeben. Die Bandförderung in der Kopfstrecke kann unter schwierigen gebirgsmechanischen Verhältnissen, zum Beispiel für ein Durchsenken der Streckensohle, ohnehin als geboten erscheinen. Die Betriebskosten für einen Förderer mit 800 mm Gurtbreite sind keinesfalls so hoch, als daß sie nicht durch den Vorteil der höheren Betriebspunktfördermenge mehr als ausgeglichen werden könnten.

Die Vervollkommnung des Streckenausbaus birgt wohl die größten Probleme. Bereits die Frage der notwendigen Ankerlänge sowie die Frage der optimalen Oberflächengestaltung des Ankers sind ungeklärt. Ferner ist die Unterstützung der Streckenfirste im unmittelbaren Vorortbereich problematisch. Wünschenswert wäre ein Ersatz des Holzkastens durch ein mechanisch und kostengünstig einzubringendes Material, welches die Nachgiebigkeit eines Holzkastens besitzt. Auch bleibt abzuwarten, welche Verbesserungen am Unterstützungsausbau durchzuführen sind. Als erster Schritt auf diesem Weg kann die hydraulische Streckenstütze der Becorit Grubenausbau GmbH, Recklinghausen, betrachtet werden, die billiger als konventionelle Hydraulikstempel ist und den Umbau auf Holzstempel erübrigen soll.

Voraussetzung für die Durchführung wichtiger Entwicklungsaufgaben ist die Vervollkommnung des Wissens über das Nebengesteinsverhalten bei Abbaueinwirkung. Von erfolgversprechenden Versuchen mit elektrischen Meßankern hat F. Schuermann (4) berichtet. Der Erfolg dieser Meßverfahren kann ausschlaggebend für die weitere Entwicklung des Streckenausbaus sein.

## Zusammenfassung

Auf der Zeche Zollverein wurden bisher Strebegleitstrecken mit einer Gesamtlänge von mehr als 2000 m in Anker-Türstock-Ausbau aufgeföhren, davon eine Fußstrecke mit allein rd. 1100 m Länge. Die geankerte Firste bestand durchweg aus einer Wechselagerung von Tonschiefer, leicht sandigem Schiefertorn und Sandschiefer. Sogenannte „tragende Sandsteinbänke“ fehlten. Die Ankerung bestand aus 1,8 m langen Klebankern der Becorit Grubenausbau GmbH, die über ihre gesamte Länge mit dem Gebirge verklebt wurden.

Bei einem lichten Streckenquerschnitt von rd. 17 m<sup>2</sup> betrug die Ankerdichte rd. 1,2 Anker je Quadratmeter, der zusätzliche Ausbauwiderstand des nachgiebigen Unterstützungsausbaus rd. 15 Mp/m<sup>2</sup>. Unter Abbaueinwirkung scheint dieser Ausbau im Vergleich zum konventionellen Bogenausbau eine Änderung des Nebengesteinverhaltens zu bewirken: Die Schichtenaufblätterung wurde weitgehend vermieden; sie betrug in Vergleichsmessungen (2) nur rd. 14% der in einer Bogenstrecke gemessenen Aufblätterung.

Der Anwendungsbereich des Anker-Türstock-Ausbaus kann heute noch nicht abgesteckt werden. Hierzu liegen zu wenig Ergebnisse aus verschiedenen Flözen vor. Sicher ist, daß diese Ausbauforn in mehreren Flözen anwendbar ist. Dies zeigen die Ergebnisse aus dem französischen Bergbau. Sicher ist aber auch, daß den anderen Ausbaumethoden, insbesondere dem Bogenausbau, ein breites Anwendungsgebiet vorbehalten bleiben wird.

Der Versuch eines Kostenvergleichs von Anker-Türstock-Ausbau mit Bogenausbau erfordert die Betrachtung des gesamten Strebrands an der Fußstrecke. Dieser wurde im vorliegenden Fall jeweils in drei Bereiche unterteilt, und zwar in Vortrieb, in den Übergang Streb-Strecke und in den Bereich nach Strebdurchgang. Die Gesamtkosten je Meter Strecke für alle drei Bereiche sind zur Zeit sowohl für Anker-Türstock-Strecken als auch für nachgiebigen Bogenausbau, bestehend aus vierteiligem Rinnenprofil mit strebseitigem Holzläufer auf Holzkasten, etwa gleich. Im Vorortbereich werden für den Anker-Türstock-Ausbau um rd. 20% niedrigere Arbeitskosten und 7% niedrigere Gesamtkosten ausgewiesen. Hier macht sich der Wegfall schwerer Handarbeit bemerkbar, wie das Aufstellen und Hinterfüllen des Bogenausbaus. Bisher ungenutzt sind beim Anker-Türstock-Ausbau weitere Mechanisierungsmöglichkeiten, wie ein Anker-Bohrwagen, dessen Anwendung eine erhebliche Leistungssteigerung und Kostenersparnis verspricht.

Der wesentliche Vorteil des Anker-Türstock-Ausbaus scheint darin zu liegen, daß er die Verwirklichung einer hochleistungsfähigen Strebrandmechanisierung ermöglicht, vom Streckenvortrieb bis zur Förderung und Föhren, nicht zuletzt im Übergangsbereich Streb-Strecke. Diese Steigerung des Mechanisierungsgrades in Anker-Türstock-Strecken kann zu einem größeren Maß an Sicherheit und Wirtschaftlichkeit im Bereich der Abbaustrecken föhren.

## Quellennachweis

1. Nocke, H., O. Rasche und F. Schuermann: Erfahrungen mit Anker-Türstock-Ausbau in einer Abbaustrecke. Glückauf 104 (1968) S. 701/07.
2. Nocke, H.: Neue Erfahrungen mit Anker-Türstock-Ausbau. Glückauf 106 (1970) S. 976/83.
3. Raffoux, J. F.: Klebanker in Flözstrecken. Bergbau 21 (1970) S. 28/36.
4. Schuermann, F., A. Jankowski und R. Novotny: Die Weiterentwicklung des Klebankers. Glückauf 106 (1970) S. 1145/51.

## Maschinelles Aufhauen auf der Zeche Zollverein

Von Assessor des Bergfachs Dr.-Ing. Hermann Nocke, Betriebsführer Franz Hornemann und Assessor des Bergfachs Jörg Schulte, Essen

Für das Vor- und das Herrichten von Abbaubetrieben sind im allgemeinen erhebliche Vorarbeiten notwendig. Allein für Aufhauen und Herrichten eines Strebs wird verschiedentlich als Richtwert ein Arbeitsaufwand von 1000 MS genannt, der jedoch nicht selten erheblich überschritten werden dürfte. Nach einer Untersuchung der früheren Rheinlbe Bergbau AG von Aufhauen in flacher Lagerung mit 16 729 m Gesamtlänge beträgt der Arbeitsaufwand für das Aufhauen einschließlich Ansetzen und Säubern rd. 4,0 MS/m. Dieser Mittelwert wird insbesondere in dünnen Flözen und bei schlechter Gewinnbarkeit (zähe oder harte Kohle) erheblich überschritten.

Anlaß zur Erprobung einer Aufhauenvortriebsmaschine auf der Zeche Zollverein war die Bestrebung, den für Abbaubetriebe vorzuleistenden Arbeitsaufwand zu verringern. Die verhältnismäßig geringe durchschnittliche Flözmächtigkeit von 1,13 m ließ das maschinelle Aufhauen besonders interessant erscheinen. Die von

der Westfalia Lünen entwickelte Vortriebsmaschine VM 04 (Bild 1) wurde erstmals im Jahre 1966 auf der Zeche Zollverein für das maschinelle Aufhauen dünner Flöze verwendet.<sup>1</sup> Diese Maschine ist noch heute nach sechs Jahren im Einsatz. Infolge von Änderungen entspricht die derzeitige Form der Vortriebsmaschine weitgehend der zur Zeit von der Westfalia Lünen hergestellten Maschine VM 08.

### Die Vortriebsmaschine VM 04

Die Aufhauenvortriebsmaschine (Bild 2) besteht aus dem T-Förderer mit Maschinenführung a, der Schneideinrichtung b, der Winde c, der Richtvorrichtung d, der Rückeinrichtung e und dem Bedienungsstand f. Der Maschine folgen der Schreitausbau g und der Versorgungszug h.

<sup>1</sup> Hövelhaus, H.: Herstellen von Aufhauen mit der Westfalia-Vortriebsmaschine VM 04. Kurznachr. Stbv. 1968 Nr. 68 S. 70.



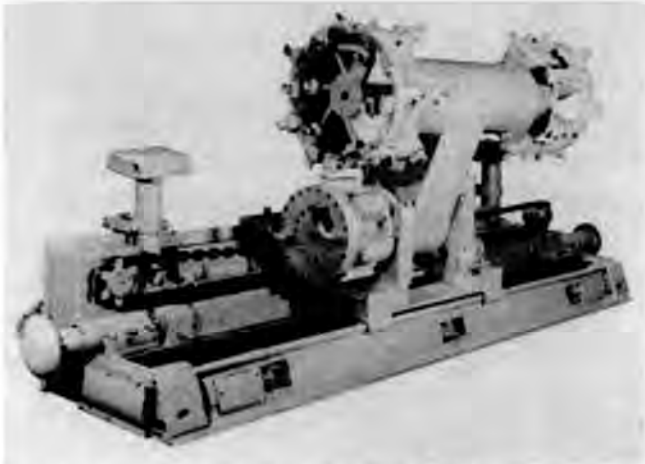


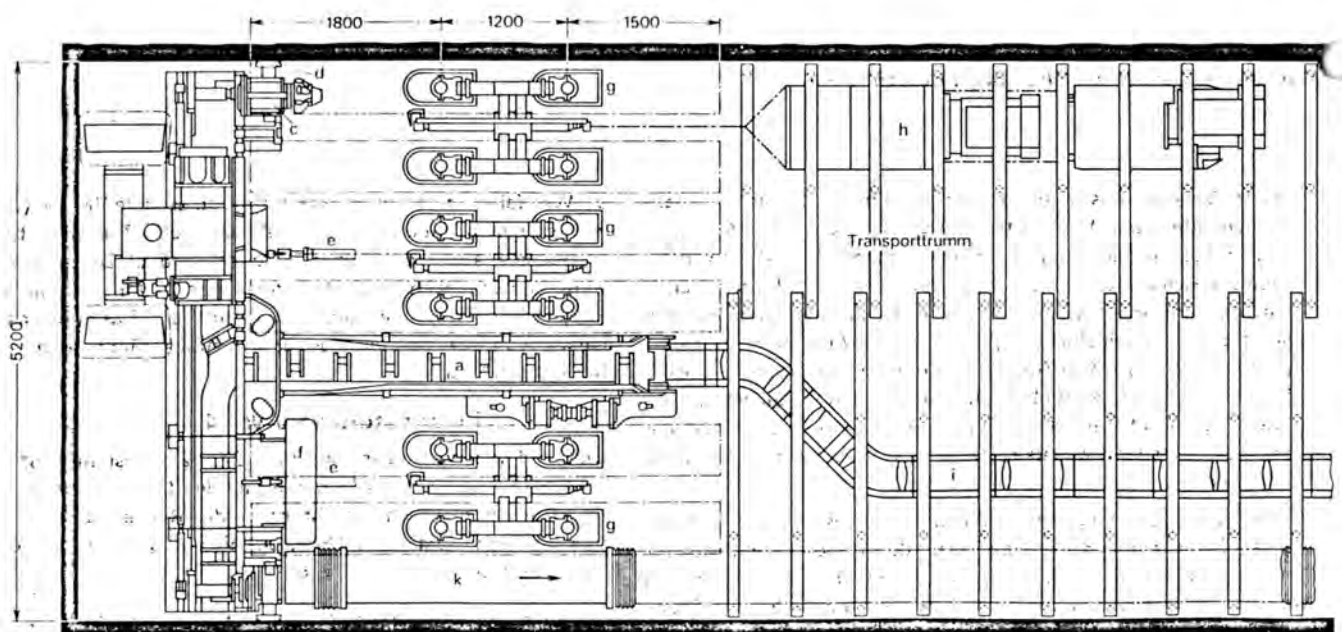
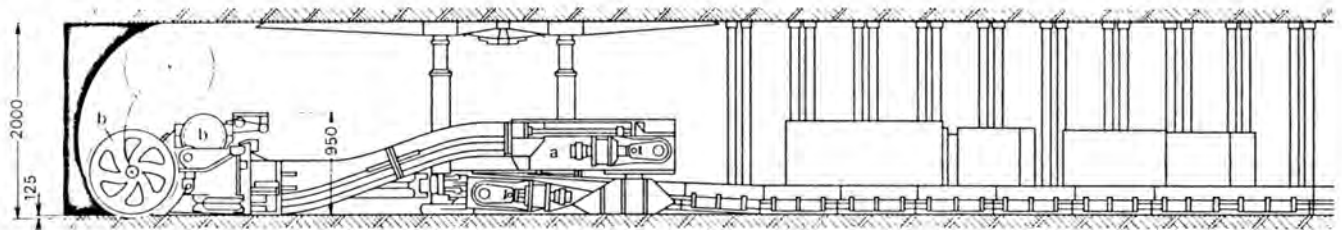
Bild 1. Aufhauenvortriebsmaschine VM O4 der Westfalia Lünen.

Der Förderer ist ein Kettenkratzerförderer und ist T-förmig ausgebildet. Der Austrag befindet sich am Fußpunkt des T. Die beiden sich gegenüberliegenden Fördererenden (Kehrstationen) sind aus der Vortriebs- bzw. Förderrichtung in einer Länge, die in etwa der halben Breite des Aufhauens entspricht, rechtwinklig nach rechts bzw. links abgelenkt. Der Förderer hat zwei voneinander unabhängige Kettenbänder, deren Kratzer einseitig angeschlagen und aus Stabilisierungsgründen paarweise angebracht sind. Beide

Kettenbänder werden von einer gemeinsamen Antriebstrummel angetrieben, die am Austragsende eingebaut ist. So ist gewährleistet, daß die Kratzer der beiden Kettenbänder in der Schaftrinne des T-Förderers nach Art der Rippen eines Reißverschlusses zusammengeführt werden (Bild 2), ohne sich gegenseitig zu behindern; die Kratzer des einen Kettenbandes passen sich zwangsläufig in die Lücke zwischen zwei Kratzern des anderen Kettenbandes ein. Die größte stündliche Fördermenge beträgt rd. 200 t und dürfte für die im Aufhauen auftretenden Förder Spitzen ausreichend sein.

Der T-Förderer übergibt auf einen Schleppförderer, der den Aufhauenförderer mindestens um den Betrag der täglichen Auffahrung überlappt. Auf der Zeche Zollverein beträgt die Überlappung rd. 30 m. Der Aufhauenförderer ist zugleich das endgültige Fördermittel für den späteren Streb. Der Schleppförderer ist an der Aufgabestelle S-förmig abgewinkelt. So kann der zu überlappende Aufhauenförderer direkt an den späteren Strebstoß verlegt werden.

Die Schneideinrichtung ist für zweiseitig schneidende Gewinnung eingerichtet. Ihr Fahr Schlitten gleitet auf dem Profil des Förderer und wird von der Rohrführung gehalten. Die Schneideinrichtung kann durch eine Winde auf dem Förderer verfahren werden. Angetrieben werden die Schneidwalzen durch einen Hydromotor, der sein Drehmoment durch eine Zahnkette auf die durchgehende Antriebswelle im Walzenkörper überträgt, der schwenkbar angeordnet ist (Bild 2). Die beiden spiegelbildlich angeordneten Schneidwalzen sind auf die Wellenenden aufgesetzt. Sie haben



- |                                   |                   |                                                                                          |
|-----------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| a T-Förderer mit Maschinenführung | e Rückeinrichtung | i S-förmiger Schleppförderer                                                             |
| b Schneideinrichtung              | f Bedienungsstand | k Zwangsläufig mitgeführter Ansaugstutzen der Lutenleitung einschließlich Luttenspeicher |
| c Winde                           | g Schreitausbau   |                                                                                          |
| d Richtvorrichtung                | h Versorgungszug  |                                                                                          |

Bild 2. Maschinelles Aufhauen mit der Vortriebsmaschine VM O4.

900 mm Dmr. und sind an ihren Stirnringen sowie auf ihren Umfängen mit schnell auswechselbaren Meißeln versehen. Die Umfangsgeschwindigkeit der Schneidwalzen ist bis zu 25 m/s stufenlos regelbar. Die Walzen sind in einem Schwenkarm gelagert, der durch hydraulische Zylinder zwischen Hangendem und Liegendem verstellt werden kann. Die unterschlächtig rotierenden Schneidwalzen verrichten gleichzeitig mit der Lösearbeit auf Grund ihrer Ausbildung die Ladearbeit, die durch eine starre Rampe an der Kohlenstoßseite des Förderers erleichtert wird.

Die Schneideinrichtung wird durch eine stufenlos regelbare hydraulische Winde mit einer umlaufenden Rundgliederkette auf dem Förderer verfahren. Ein seitliches Verfahren der Schneidwalzen ist insofern notwendig, weil nach dem Schneiden eines Einbruchs zwischen den Schneidwalzen jeweils eine rd. 1,2 m breite Rippe stehenbleibt. Hieraus ergibt sich auch die Mindestbreite des Aufhauens für die Vortriebsmaschine. Antriebs- und Umkehräder für die Rundgliederkette liegen an den beiden Umkehrstationen des T-Förderers. Die Vorschubgeschwindigkeit ist bis zu 13 m/min stufenlos regelbar. Ebenfalls in Nähe der beiden Fördererenden befindet sich je ein Hydraulikzylinder mit Pufferplatte (Bild 2). Mit Hilfe dieser Richtvorrichtung kann die Vortriebsmaschine quer zur Vortriebsrichtung des Aufhauens ausgerichtet werden. Der Bedienungsstand der Maschine befindet sich an der Rückseite des am Arbeitsstoß angeordneten Fördererteils.

In Vortriebsrichtung wird die Maschine durch eine Rückeinrichtung, die im wesentlichen aus hydraulischen Rückzylindern üblicher Bauart besteht, gerückt. Die Rückzylinder finden ihr Widerlager am Schreitausbau, der der Maschine unmittelbar nachgeführt wird. Die um rd. 1,8 m vorkragenden sowie um 1,5 m rückragenden Kappen des Schreitaubaus enden vor dem Schneidbereich der Walzen, dicht vor der anstehenden Kohle. Die T-Anordnung des Förderers gestattet den Einsatz von Ausbaueinheiten beiderseits des Austragendes (Bild 2). Es können, je nach Hangendverhältnissen, Ausbaurahmen oder Ausbaupfeiler verwendet werden. Auf der Zeche Zollverein wurde im Zusammenhang mit der Vortriebsmaschine bisher ausschließlich Schreitausbau der Westfalia Lünen eingesetzt.

Von der Maschine vorgezogen wird der mit ihr verbundene Versorgungszug mit hydraulischen und elektrischen Arbeits- und Steuergeräten. Die Hydropumpenstation besteht aus zwei Pumpenaggregaten und den dazugehörigen Flüssigkeitsbehältern nebst Kühlern. Diese Station versorgt die Motoren des Schneidkopfes, der Winde und des T- sowie des Schleppförderers mit hydraulischer Energie. Außerdem wird über eine weitere Pumpe der Schreitausbau mit hydraulischer Energie versorgt. Insgesamt sind für einen Pumpenstrom von rd. 450 l/min rd. 150 kW Leistung installiert. Der Arbeitsdruck der Pumpen liegt, abgesehen von der Einspeisepumpe mit 15 kp/cm<sup>2</sup>, zwischen 120 und 250 kp/cm<sup>2</sup>. Zur Zeit wird die Hydraulik der Vortriebsmaschine mit Mineralöl betrieben. Eine Umstellung auf schwer entflammbare Hydraulikflüssigkeiten ist nach Angabe der Lieferfirma möglich.

### Die Arbeitsweise der Vortriebsmaschine

Bei Inbetriebnahme der Maschine werden die rotierenden Schneidwalzen zunächst auf das Liegende abgesenkt. Anschließend wird die gesamte Maschine durch die Rückeinrichtung in Vortriebsrichtung vorgeschoben, wobei die Schneidwalzen seitlich verfahren werden und sich in den Arbeitsstoß einschneiden. Das Maß des Vorrückens bzw. die Schnitttiefe werden durch die Festigkeit und die Struktur der Kohle oder des Nebengesteins bestimmt. Nachdem die Schneidwalzen über die gesamte Aufhauenbreite verfahren worden sind, werden sie für den zweiten Schnitt angehoben und in die entgegengesetzte Richtung verfahren. Über die Flözmächtigkeit können die Walzen Schnitt für

Schnitt bis zum Hangenden durchführen. Abschließend werden die Walzen wieder auf das Liegende heruntergenommen, um eine Räumfahrt durchzuführen. — Neben dieser als Horizontalschnitt bezeichneten Arbeitsweise ist auch der sogenannte Diagonalschnitt möglich. Hierbei werden nach dem Einbruch die Schneidwalzen angehoben und gleichzeitig seitlich verfahren. Somit entsteht ein entweder von links unten nach rechts oben oder ein von rechts unten nach links oben verlaufender Diagonalschnitt. — An einen solchen Schnitt schließt sich ein Hangendschnitt an. Die Schneidwalzen werden nach dem Hangendschnitt am rechten oder linken Stoß zur Räumfahrt auf das Liegende herabgenommen. Hierbei begründen sie gleichzeitig die Stöße. Nach der Räumfahrt beginnt der Gewinnungsvorgang wieder mit dem Vorrücken der Maschine. Beim Diagonalschnitt sind kürzere Schneidzeiten zu erreichen.

Der Schreitausbau folgt der Vortriebsmaschine unverzüglich nach Freilegen einer Feldesbreite. Rückzylinderhub und Schrittmaß des Ausbaues sind aufeinander abgestimmt. Beim Vorschreiten werden die saugende Luttenleitung, der Schleppförderer, die Pumpenstation, die Umkehrrolle des Materialschleppkahn sowie die Leitungen und die Schaltgeräte für die Energiezufuhr (Versorgungszug) mitgezogen. Hinter dem vorgerückten Schreitausbau wird, unabhängig vom Vortrieb, der endgültige Ausbau des Aufhauens eingebracht. Durch die Trennung der Arbeitsvorgänge Vortrieb und Ausbauen ist es möglich, den Vortrieb weitgehend kontinuierlich zu gestalten. Ist für den späteren Streb Einzelstempelausbau vorgesehen, wird dieser sogleich hinter dem Schreitausbau als endgültiger Ausbau eingebracht. Soll der Streb dagegen mit Schreitausbau ausgerüstet werden, wird das Aufhauen zunächst in Holz ausgebaut.

Die verhältnismäßig große Vortriebsgeschwindigkeit bis zu rd. 38 m/d erfordert eine ständige Überwachung der Auffahrrichtung. Hierzu wird die mit Leuchtstäben gekennzeichnete Stundenrichtung täglich vorgetragen. Der Einsatz eines Lasergerätes erscheint zwar möglich, jedoch infolge der verhältnismäßig kurzen Auffahrlängen von 200 bis 300 m und des dadurch bedingten öfteren Umbaus sowie wegen stärkerer Änderungen des Einfallens im Aufhauen nicht wirtschaftlich.

### Staubbekämpfung und Bewetterung

An der Vortriebsmaschine wird der Grobstaub durch aus Sprühdüsen austretendes Wasser bekämpft. Beim Schneiden des Nebengesteins jedoch reicht die Bedüsung an den Walzen nicht aus, um den entstehenden Staub niederzuschlagen. Der Feinstaub kann hier nur durch eine Staubabsaugung wirksam bekämpft werden. Aus diesem Grunde wird der Feinstaub bereits unmittelbar an der Ortsbrust abgesaugt, bevor er in das Aufhauen, in dem außer der Bedienungsmannschaft weitere Bergleute arbeiten, vordringen kann. Hierzu wird eine saugende Luttenleitung verwendet, deren vorderes Ende aus einer Blechlutte mit 500 mm Dmr. besteht und mit einer am Stoß des Aufhauens angeordneten Ausbaueinheit fest verbunden ist (Bild 2). In dieser Luttenleitung befindet sich die der Wetterstromüberwachung dienende Abschaltvorrichtung. Bei Ausfall des Lüfters wird die elektrische Spannung abgeschaltet.

Der vorderen Blechlutte folgt ein Luttenspeicher, der aus Plastik-Spirallutten mit 600 mm Dmr. besteht. Die zu Beginn des Vortriebs mit ihren Spiralen zusammengeschobenen Plastiklutten verlängern beim Vorrücken der Ausbaueinheiten den Luttenstrang selbsttätig. Der Luttenspeicher wird dem Vortrieb entsprechend während des Betriebs sowie auf der Wartungsschicht aufgefüllt. Die abgesaugten Wetter werden durch den Strang, der aus Plastik-Spirallutten besteht, unmittelbar dem Ausziehwetterstrom zugeführt. Entstaubungsanlagen wurden bisher nicht verwendet.

Tabelle 1. Lagerstättenverhältnisse beim maschinellen Aufhauen auf der Zeche Zollverein.

Nr.	Flöz	Aufhauen	Einfallen			Mächtigkeiten					Einachsige Druckfestigkeiten			Bemerkungen	
			an- steigend Gon	fallend Gon	Quer- neigung Gon	Auf- hauen m	Kohle m	im Flöz m	Berge Hangend- einschnitt m	Liegend- einschnitt m	Kohle kp/cm <sup>2</sup>	Hangendes kp/cm <sup>2</sup>	Liegendes kp/cm <sup>2</sup>		
1	Anna	HS 13.0	—	5	—	1,25	0,69	—	0,23	0,33	70	240	240	—	
2	Hugo	HN 13.2	3	—	—	1,30	1,15	0,02	0,13	—	60	—	—	—	
3	Zollverein 8	HS 10.3 u	7	—	—	1,40	1,04	0,03	0,33	—	90	—	—	—	
4	Mathilde	HS 13.43	—	10	13	1,30	0,83	0,07	0,30	0,10	140	850—350	435—850	Im Hangenden Pyriteinlagerungen	
5	Ernestine	HoS 13.1	—	5	—	1,48	1,25	—	0,23	—	60	440—565	326—560	—	
6	Mathias	HS 13.0	15	—	—	1,44	1,28	0,08	0,08	—	70	480—350	110—210	—	
7	Karl	HoS 13.2	4	—	4	1,90	1,53	0,07	0,30	—	60	400—480	90	Aufhauen in der Zusatzdruckzone	
8	Zollverein 7	HN 9.2	—	15	—	1,54	1,10	—	0,32	0,12	102	—	80—230	—	
9	Ernestine	Qu 2 WN	2	—	4	1,44	1,30	—	0,14	—	—	440—800	326—560	—	
10	Blücher	W 13.6	11	—	—	1,40	1,06	0,07	0,27	—	—	—	—	Aufhauen zum Teil unter Restpfeiler	
11	Hugo	HS 13.43	—	11	5	1,60	1,49	0,02	0,09	—	—	—	—	Aufhauen durch Überschiebung, t = 2,4 m	
12	Zollverein 8	HN 9.2	—	15	—	1,25	0,96	0,06	0,13	0,10	90	250	145—410	—	
13	Karl	HoS 13.5	—	12	5	1,80	1,57	0,03	0,20	—	70	90	400—350	Aufhauen in der Zusatzdruckzone	
14	Blücher	HoS 13.2	—	8	2	1,40	0,83	0,03	0,55	—	—	—	—	—	
15	Zollverein 8	HN 9.3	13	—	6	1,40	0,90	0,10	0,23	0,17	—	—	—	—	
16	Mathilde	HS 13.1	—	10	—	1,25	0,85	0,05	0,18	0,17	—	—	—	—	
17	Wilhelm	HoN 14.3	9	—	—	1,39	1,08	—	0,31	—	—	—	—	—	
18	Mathias	HS 13.0	—	10	—	1,45	1,32	0,13	—	—	70	480—350	110—210	Aufhauen zum Teil unter Abbaukante	
19	Zollverein 7	HS 12.0	—	8	6	1,41	0,84	0,01	0,22	0,34	100	200—250	105—280	—	
20	Blücher	HoS 13.5	—	15	7	1,35	0,86	0,04	0,45	—	—	440—770	270—460	Durchörtern einer Störung, t = 1,2 m Toneisensteinknollen im Hangenden	
21	Wilhelm	HoS 13.1	—	3	1	1,35	1,20	—	0,15	—	—	—	—	—	
22	Zollverein 7	HS 12.0	7	—	8	1,40	0,83	—	0,36	0,21	95	200—250	100—280	—	
23	Blücher	HoS 13.35	8	—	5	1,31	0,83	0,04	0,44	—	—	440—720	270—460	Toneisensteinknollen im Hangenden	
Mittelwerte						1,43	1,08	0,05	0,26	0,19	—	—	—	—	—

### Der Einsatzbereich der Vortriebsmaschine

Die Baumaße der Vortriebsmaschine bestimmen zum Teil die Grenzen ihres Einsatzbereiches. Die Mindestbauhöhe der Maschine beträgt rd. 1085 mm. Unter Berücksichtigung des Verlustes an freier Höhe durch die im Aufhauen eingebrachten Ausbauteile sowie der Baumaße für den Versorgungszug sollte eine Mindesthöhe von 1,25 m eingehalten werden. Ist das Flöz dünner, muß Nebengestein mitgeschnitten werden. Die größte Schneidhöhe beträgt je nach Maschinenausführung 2 oder 3 m. Ein Unterschnitt bis zu 0,12 m ist möglich. Nebengestein kann mitgeschnitten werden, wenn sein Anteil an abrasiven Bestandteilen nicht überwiegt und seine Druckfestigkeit nicht über 500 kp/cm<sup>2</sup> beträgt. Die derzeitige Schneidbreite der Vortriebsmaschine beträgt 5,5 m. Sie kann je nach Bedarf auf das Mindestmaß von 3,86 m verringert oder nach Angaben des Herstellers beispielsweise bis auf rd. 45 m vergrößert werden.

Auf der Zeche Zollverein sind bisher 23 Aufhauen mit der Vortriebsmaschine VM 04 hergestellt worden. Das Einfallen dieser Aufhauen ist in Tabelle 1 zusammengestellt. In Auffahrrichtung war das Ansteigen bzw. Einfallen der Schichten bis zu 15°, ferner sind Querneigungen bis zu 3° aufgetreten. Bei diesem Einfallen wurde die Funktion der Maschine nicht beeinträchtigt. Die tatsächliche Grenze des Schichteneinfallens für den Einsatz der Maschine in Auf- und Abhauen sowie bei Querneigung können auf Grund vorliegender Erfahrungen nicht angegeben werden. Der Einsatz der Maschine bei größerem Einfallen als die in Tabelle 1 angegebenen scheint durchaus möglich.

Die Einsatzgrenze in Abhauen dürfte zum Beispiel durch das Fördervermögen des T-Förderers an seinem Austragsende bestimmt werden, sobald das Fördergut entgegen der Schwerkraft

von den Kratzern der Kettenbänder nicht mehr mitgenommen wird. Stabilitäts- und ebenfalls Förderprobleme dürften auch mit zunehmendem Ansteigen den Einsatz der Vortriebsmaschine in Aufhauen begrenzen.

### Die Einsatzbedingungen

Die Vortriebsmaschine wurde auf der Zeche Zollverein bisher in den Flözen der Gaskohle und der mittleren Fettkohle eingesetzt, und zwar in einer Teufe bis zu etwa 750 m. Die Einsatzbedingungen der hier erfaßten 23 Aufhauen gehen aus der Tabelle 1 hervor. Die geschnittene lichte Aufhauenhöhe betrug im Durchschnitt 1,43 m. Der Bergeanteil schwankte zwischen 0,13 und 0,56 m, im Durchschnitt betrug er 0,32 m.

Die einachsige Druckfestigkeit der Kohle wurde mit Prallhammermessungen mit 40 bis 140 kp/cm<sup>2</sup>, die Druckfestigkeit des geschnittenen Gesteins bis zu rd. 450 kp/cm<sup>2</sup> ermittelt. Während die mit dem Prallhammer gemessenen oberen Werte der Gesteinsdruckfestigkeit von etwa 450 kp/cm<sup>2</sup> für 0,2 bis 0,4 m mächtige Bänke gelten, wurden in dünneren Bänken von etwa 2 bis 4 cm Mächtigkeit auch erheblich höhere Druckfestigkeiten ermittelt. Bild 3 zeigt den Anschnitt des Liegenden von Flöz Anna, Abteilung HS 13.0. Trotz eines Bergeanschnitts von rd. 0,6 m wurden Auffahrlängen bis zu 32 m/d erreicht. Bild 4 zeigt Schichtenschnitte der Flöze Anna und Blücher.

Im allgemeinen wurden diejenigen Nebengesteine mitgeschnitten, die die geringere Festigkeit aufwiesen. Teils wurde das Hangende, teils das Liegende, teils aber auch Hangendes und Liegendes angeschnitten (Tabelle 1). Soll beispielsweise im später zu entwickelnden Streb Schreitausbau verwendet werden, so ist es im allgemeinen zweckmäßig, den Hangendanschnitt zu vermeiden





Bild 3. Aufhauenvortriebsmaschine in Flöz Anna, HS 13.0 der Zeche Zollverein (Liegendeinschnitt rd. 0,6 m).

oder nicht zu groß zu wählen, um bei Anlaufen des Strebs die vorhandene Hangendstufe ohne besondere Schwierigkeiten unterfahren zu können.

In mehreren Fällen wurde die Vortriebsmaschine am Ende des Aufhauens um rd. 100° geschwenkt und zum Ansatzpunkt der später nachzubrechenden Abbaustrecke gefahren, sei es in einen Blindschachtanschlag oder in einen Sohlenquerschlag. In einem Fall wurde das Aufhauen entlang einer bestehenden Abbaustrecke geführt, von derselben lediglich durch einen 1 bis 3 m breiten Kohlenpfeiler getrennt. Den Normalfall bildet ein Aufhauen zwischen zwei vorhandenen Abbaustrecken. Die durchschnittliche Aufhauenlänge beträgt einschließlich der Schwenkstellen und der von Hand aufgefahrenen Startrampe, dem für die Montage erforderlichen Maschinenstall, rd. 248 m (Tabelle 2). Insgesamt sind mit der Vortriebsmaschine inzwischen mehr als 6000 m Aufhauen hergestellt worden.

Für die Einsatzbedingungen der Vortriebsmaschine auf der Zeche Zollverein ist ferner kennzeichnend, daß die überwiegende Anzahl der Aufhauen nur über Blindschächte erreichbar war, lediglich in Einzelfällen war ein Sohlenanschluß gegeben. Die bisher vorhandenen Blindschächte gestatten jedoch wegen ihres geringen Querschnitts nur die Förderung rd. 1,7 m langer Förderwagen. Somit mußten alle Bestandteile der Maschine in Förderwagen mit einem Innenmaß von rd. 1500 mm Länge und 850 mm Breite verladen werden. Dies stellt hohe Ansprüche an die Zerlegbarkeit der Maschine und führt zu einem verhältnismäßig großen Arbeitsaufwand für Montage und Transport.

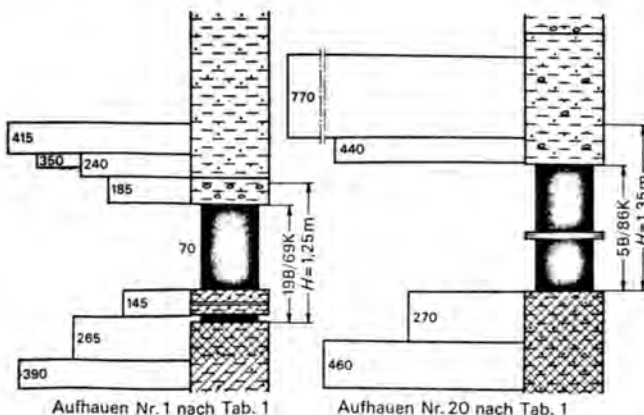


Bild 4. Schichtenschnitt Flöz Anna (links) und Flöz Blücher mit Darstellung der durch Prallhammermessung ermittelten Druckfestigkeiten.



Bild 5. Belegungsplan in Mannschichten für ein 220 m langes Aufhauen unter Einsatz der Vortriebsmaschine VM O4, Belegschaft rd. 28 Mann.

### Organisation und Belegung des Aufhauens

Im Normalbetrieb ist die Vortriebsmaschine jeweils mit einem Schneidmittel auf der Morgenschicht und der Mittagschicht belegt. Die Wartung der Maschine sowie die Verlängerung der Fördermittel und der Materialtransport werden nachts durchgeführt. Ein drittes Schneidmittel wurde nur in Ausnahmefällen benötigt, beispielsweise bei forciertem Vortrieb oder bei geologisch ungünstigen Verhältnissen.

Bild 5 zeigt den Belegungsplan eines Normalaufhauens von 220 m Länge. Die etwa 6 m × 6 m große Startrampe sowie die Haspelnische für das folgende Aufhauen kann von einem Teil der rd. 28 Mann starken Aufhauenbelegschaft von Hand hergestellt werden, während der übrige Belegschaftsteil die Abrüstungs- und die Transportarbeiten im fertiggestellten Aufhauen erledigt. An die Vorbereitung des neuen Aufhauens schließt sich die Aufrüstung der Maschine bei gleichzeitigem Transport der Maschinenteile und des Schreitausbaues an. Bei dreischichtiger Belegung ist die Maschine in drei Tagen aufgerüstet.

Die Vortriebsgeschwindigkeit in den ersten Betriebstagen, der sogenannten Anlaufphase, wird dadurch gehemmt, daß die Länge der Überlappung der Fördermittel noch nicht dem täglichen Vortrieb entspricht, das heißt, der Schleppförderer muß laufend verlängert werden, bis eine Überlappung mit dem PF-I-Aufhauenförderer von rd. 30 m erreicht ist; erst dann beginnt der Normalbetrieb. Bei einem Aufwand von rd. 28 MS/d ist ein Aufhauen von 220 m Länge einschließlich der Anlaufphase nach rd. 15 d durchschlägig.

Bild 6 zeigt die Organisation der Tätigkeiten während des Aufhauens. Ein Schneidmittel ist belegt mit:

- 1 Maschinenfahrer,
- 4 Ausbauer (einschließlich Nebenarbeiten),
- 2 Bedienungsleute (einschließlich Transport) und
- 1 Bremser am Blindschacht,
- 8 Mann je Schneidmittel.

Kennzeichnend für den Vortrieb ist der gleichzeitige Ablauf verschiedener Arbeitsvorgänge. Ausschlaggebend für die rationelle Verwendung der Maschine ist die räumliche und funktionelle Trennung der Schneid- und der Ausbaurarbeit. Hierdurch werden die ablaufbedingten Wartezeiten verringert und die Vortriebsgeschwindigkeit gesteigert.

Das Wartungsdrittel besteht aus:

- 2 Schlossern für Wartung und für das Verlängern der Versorgungsleitungen,
- 1 Elektriker,
- 4 Transporteuren,
- 4 Mann für das Verlängern des Aufhauenförderers,
- 1 Bremser am Blindschacht,
- 12 Mann je Wartungsdrittel.

Tabelle 2. Der beim maschinellen Aufhauen auf der Zeche Zollverein aufgetretene Zeit- und Arbeitsaufwand sowie die erreichten Vortriebsgeschwindigkeiten.

Aufhauen	Vortriebslänge				Zeit- und Arbeitsaufwand <sup>1</sup>				Auffahrlistung <sup>1</sup>				Spezifischer Arbeitsaufwand <sup>1</sup>				Bemerkungen				
	von Hand	maschinelles	Summe	Schwenkstellen	Vorbereitungsarbeiten		Betrieb		Abschlussarbeiten		Summe	höchste Auffahrlistung	Betriebsdurchschnitt	Vorbereitungsarbeiten	Betrieb	Abschlussarbeiten		Summe			
					Start- und Haspelherstellen	Transport	Aufrüsten	d	S	MS									MS	MS	MS
Nr.	m	m	m	Stück	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	m/d	m/d	MS/m	MS/m	MS/m	MS/m				
1	10,0	269,9	279,9	—	76	44	34	25	55	476	16	40	93	686	32,6	10,8	0,55	1,70	0,20	2,45	Vorbereitungsarbeiten durch Lehrrevier
2	7,0	268,0	275,0	—	40	39	40	13	36	309	20	53	64	501	28,0	20,6	0,43	1,12	0,27	1,82	—
3	6,0	231,6	237,6	1	52	11	16	21	38	288	13	39	64	399	20,8	11,0	0,33	1,13	0,22	1,68	Vorbereitungsarbeiten durch Lehrrevier 30 MS für Schwenken der Maschine
4	9,0	350,6	359,6	2	64	30	24	30	87	599	30	26	117	773	20,6	11,7	0,33	1,67	0,15	2,15	Vorbereitungsarbeiten durch Lehrrevier 83 MS für 2mal. Schwenken der Maschine
5	9,0	207,5	216,5	—	23	66	46	9	16	256	14	40	46	445	38,0	23,0	0,62	1,18	0,26	2,06	—
6	7,0	223,5	230,5	1	70	31	33	18	43	331	13	24	59	502	26,0	12,4	0,58	1,44	0,16	2,18	Vorbereitungsarbeiten durch Lehrrevier 50 MS für Schwenken der Maschine
7	6,0	306,0	312,0	1	44	51	52	23	69	453	33	47	107	680	18,0	13,3	0,47	1,45	0,26	2,18	—
8	9,0	240,0	249,0	—	64	37	64	15	53	425	33	37	102	660	27,0	16,0	0,66	1,71	0,28	2,65	Vorbereitungsarbeiten durch Lehrrevier
9	10,5	209,5	220,0	—	31	45	34	8	24	218	36	35	48	399	36,5	26,2	0,50	0,99	0,32	1,81	—
10	9,5	230,5	240,0	—	35	51	25	19	55	424	49	37	84	621	18,0	12,2	0,46	1,77	0,36	2,59	—
11	10,0	217,2	227,2	1	42	43	57	25	73	506	41	30	102	719	19,0	8,9	0,62	2,23	0,31	3,16	Vorbereitungsarbeiten durch Lehrrevier 30 MS für Schwenken der Maschine
12	10,0	258,1	268,1	1	37	76	92	18	48	359	36	42	83	642	25,0	14,3	0,76	1,34	0,29	2,39	Vorbereitungsarbeiten durch Lehrrevier 25 MS für Schwenken der Maschine
13	10,0	189,0	199,0	—	65	54	63	11	37	306	23	34	79	545	31,0	17,2	0,91	1,54	0,29	2,74	Vorbereitungsarbeiten durch Lehrrevier
14	6,0	197,5	203,5	—	64	63	42	15	43	303	36	32	79	540	25,0	13,2	0,83	1,49	0,33	2,65	Vorbereitungsarbeiten durch Lehrrevier
15	7,5	267,5	275,0	—	79	36	101	14	42	325	39	24	76	604	27,0	19,2	0,79	1,18	0,23	2,20	Vorbereitungsarbeiten durch Lehrrevier
16	6,0	248,0	254,0	1	53	20	42	14	39	307	21	26	74	489	27,5	17,7	0,45	1,21	0,19	1,85	Vorbereitungsarbeiten durch Lehrrevier 35 MS für Schwenken der Maschine
17	7,0	238,0	245,0	—	64	48	38	15	43	338	43	27	86	558	25,0	15,9	0,61	1,38	0,29	2,28	Vorbereitungsarbeiten durch Lehrrevier
18	8,0	192,0	200,0	—	45	55	67	14	38	272	28	45	83	512	23,5	13,7	0,84	1,36	0,36	2,56	Vorbereitungsarbeiten durch Lehrrevier
19	5,0	246,0	251,0	—	48	53	47	13	37	256	20	55	77	479	29,0	18,9	0,59	1,02	0,30	1,91	Die Vortriebsmaschine wurde durch das Aufhauen abtransportiert
20	4,0	231,2	235,2	—	17	71	57	37	117	746	24	70	156	985	12,5	6,4	0,61	3,17	0,40	4,18	Die Vortriebsmaschine wurde durch das Aufhauen abtransportiert
21	12,0	214,0	226,0	—	47	59	72	18	48	304	28	70	98	580	21,0	11,9	0,79	1,35	0,43	2,57	Die ersten 12 m wurden von Hand aufgehauen
22	7,0	265,0	272,0	—	14	70	39	23	66	435	23	65	97	646	29,0	11,5	0,45	1,60	0,32	2,37	—
23	7,0	231,0	238,0	—	65	65	96	20	61	369	23	32	123	650	18,0	11,6	0,95	1,55	0,23	2,73	Vorbereitungsarbeiten durch Lehrrevier
Σ	7,9	240,5	248,4	—	49	49	51	18	—	374	28	40	—	591	25,1	14,7	0,62	1,50	0,28	2,40	

<sup>1</sup> Ohne Schwenken der Vortriebsmaschine.

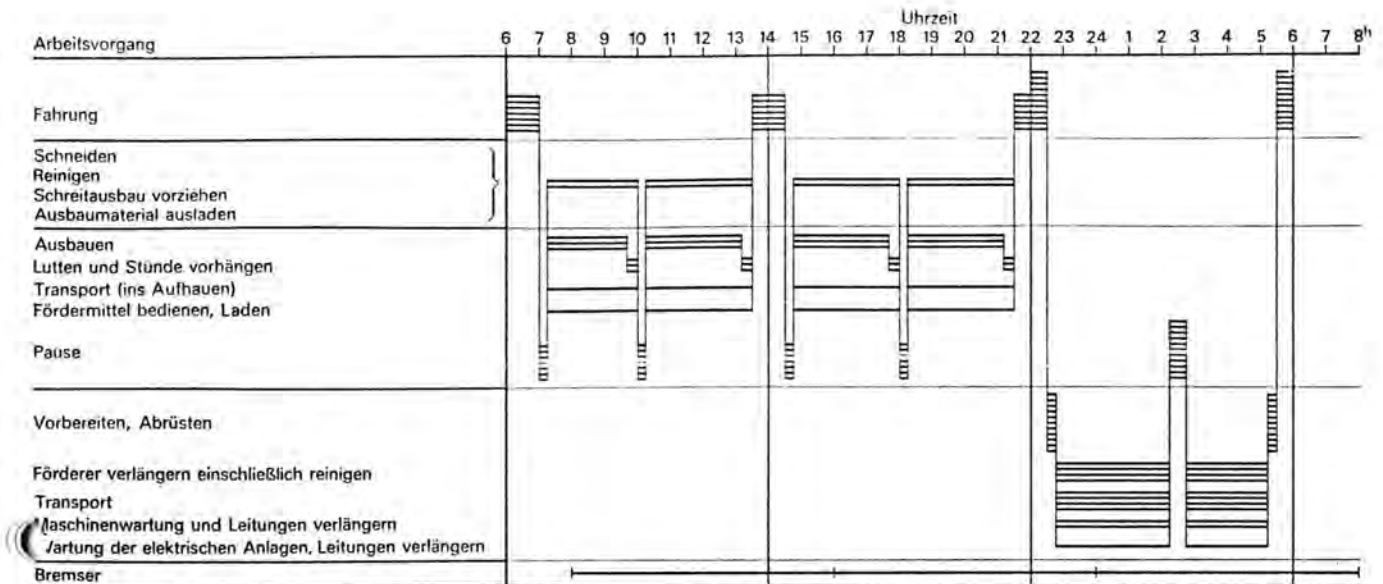


Bild 6. Organisationsplan für maschinelles Aufhauen mit der Vortriebsmaschine VM 04.

Die Vorortbelegung beträgt demnach 10 MS/d, die Gesamtbelegung einschließlich Wartung, Bedienung und Transport rd. 28 MS/d. Die Verteilung des Arbeitsaufwandes vor Ort für das maschinelle Aufhauen mit der VM 04 ist in Bild 7 dargestellt:

Der Ausnutzungsgrad der Vortriebsmaschine (1. Mann in Bild 7), bezogen auf die Schneidzeit, beträgt rd. 40%. Die übrige Arbeitszeit des Maschinenfahrers verteilt sich zu rd. 38% auf das Vorziehen des Schreitausbaus, zu 15% auf das Reinigen der Aufhauensohle vor dem Schreitausbau und zu 7% auf Neben-, Vorbereitungs- und Abschlusarbeiten. Die Arbeitszeit des zweiten Mannes der Vorortbelegschaft verteilt sich zu 45% auf das Setzen des hölzernen Ausbaus im Aufhauen und zu rd. 48% auf die Bedienung des Schreitausbaus, die er gemeinsam mit dem Maschinenfahrer vornimmt.

Die übrigen drei Mann setzen überwiegend den Holzausbau im

Aufhauen. Diese Tätigkeit erfordert rd. 54% des gesamten Arbeitsaufwands vor Ort, das Schneiden dagegen nur rd. 8%. Bild 7 dokumentiert die Abhängigkeit des Verfahrens von der Ausbaurarbeit. Es erscheint möglich, beispielsweise durch Mechanisierung der Ausbaurarbeit, einen freiwerdenden Verbauer zusätzlich bzw. zeitweilig für die Bedienung des Schreitausbaus einzusetzen, um den Maschinenfahrer von der Tätigkeit des Säubrens und Ausbaus zu entbinden. Diese Maßnahme könnte zu einem höheren Ausnutzungsgrad der Maschine führen. Bild 7 läßt ferner erkennen, daß die Verschachtelung gleichzeitig ablaufender Tätigkeiten hohe Anforderungen an die Organisation eines solchen Betriebes stellt.

In Bild 8 ist die Verteilung des gesamten Arbeitsaufwandes im Aufhauen einschließlich Nebenarbeiten dargestellt. Auch hier wird das Gewicht der Ausbaurarbeit von Hand deutlich, die rd. 24% des Gesamtarbeitsaufwands erfordert. Ein weiterer Schwerpunkt ist der Transport, der etwa 25% des Gesamtarbeitsaufwands einnimmt. Erstaunlich gering ist dagegen der Anteil für Schneiden,

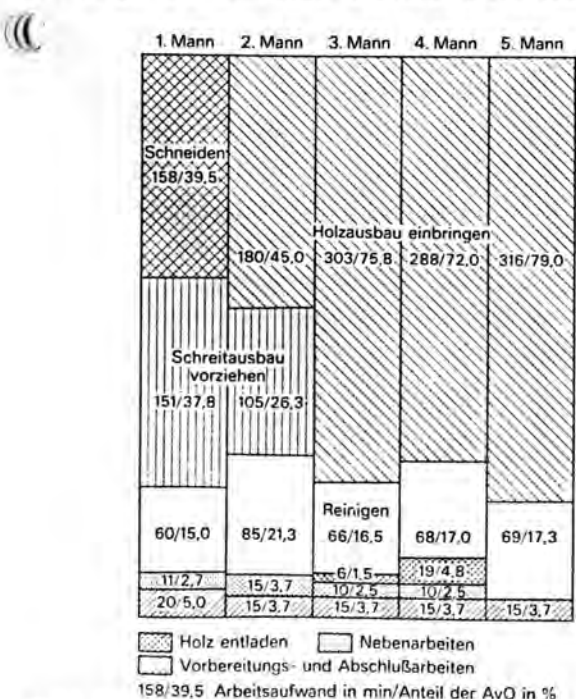


Bild 7. Verteilung des Arbeitsaufwands vor Ort.



Bild 8. Verteilung des gesamten Arbeitsaufwands einschließlich Nebenarbeiten.



Vorziehen des Schreitausbaus nebst Reinigen der Sohle; er beträgt rd. 11%. Diese Aufstellung verdeutlicht, daß insbesondere für das Ausbauen und den Transport weitere Rationalisierungsmaßnahmen ergriffen werden sollten.

### Der Schichtenaufwand

Die mit der Vortriebsmaschine erreichten Vortriebsgeschwindigkeiten sind in Tabelle 2 aufgeführt. Insgesamt wurden 23 Aufhauen mit einer Gesamtlänge von rd. 5700 m erfaßt. Hierbei sind einige unter besonders schwierigen Verhältnissen hergestellte Aufhauen, zum Beispiel das Aufhauen 11, welches eine Überschiebung durchhörtern mußte, das Aufhauen 13, welches unmittelbar neben einer abzuwerfenden Abbaustrecke aufzufahren und nur über sehr beengte Transportwege zu versorgen war, ferner das Aufhauen 20, in dem ein mariner Horizont mit Einlagerungen von Toneisenstein mit rd. 800 kp/cm<sup>2</sup> Druckfestigkeit angeschnitten wurde, wobei die Maschine erheblichen Schaden nahm. Auch sind in dieser Aufstellung die ersten Versuchsaufhauen enthalten, bei denen die Bedienungsmannschaft noch nicht die notwendige Erfahrung besaß, die sich erst im weiteren Verlauf der Auffahrung einstellte. Ferner ist auf den Arbeitsaufwand für das Vorbereiten hinzuweisen; hierbei wird im Flöz ein Maschinenstall (Startrampe) hergestellt mit den Abmessungen von etwa 6 m × 6 m. Diese Arbeiten wurden häufig vom Lehrrevier mit verhältnismäßig hohem Arbeitsaufwand, seltener von Gedingearbeitern durchgeführt (Tabelle 2). Dementsprechend schwankt der Arbeitsaufwand für die Startrampe zwischen 76 und 14 MS. In den Leistungswerten ist jedoch stets der gesamte Schichtenaufwand des Lehrreviers berücksichtigt worden, weil ausschließlich Ist-Werte erfaßt wurden. Dadurch ist der in der Tabelle 2 ausgewiesene Arbeitsaufwand erheblich höher, als wenn für diese Arbeiten ausschließlich Gedingearbeiter eingesetzt worden wären.

Das Herstellen des Maschinenstalls am Startpunkt der Maschine sowie der Transport und das Aufrüsten der VM 04 erforderten im Durchschnitt rd. 149 MS bzw. 0,6 MS/m Aufhauen. Dieser vorab zu erbringende Anteil des Arbeitsaufwands, der 25% des Gesamt-arbeitsaufwands für die Herstellung des Aufhauens von 2,4 MS/m beträgt, ist nach Tabelle 3 verhältnismäßig hoch. Er kann jedoch niedriger ausfallen, wenn die Vorbereitungsarbeiten ausschließlich von Gedingearbeitern durchgeführt werden und ein reibungsloser Transport möglich ist. Ferner ist unerlässlich, die Transport- und die Montagearbeiten stets von ein und derselben Mannschaft durchführen zu lassen. So wurden in einigen Fällen für sämtliche Vorbereitungsarbeiten nur 0,4 MS/m bzw. 18% des Gesamtarbeitsaufwands benötigt.

Die Zahlenwerte für den Betrieb der Vortriebsmaschine enthalten die sogenannte Anlaufphase, in der der Schleppförderer bis zu seiner gesamten Länge von rd. 30 m eingebaut wird. Erst im Anschluß daran beginnt der Normalbetrieb. Die durchschnittliche Vortriebsgeschwindigkeit während der Betriebszeit einschließlich Anlaufen beträgt 14,7 m/d. Die in den Aufhauen erzielten Höchstwerte liegen im Durchschnitt bei 25 m/d, sie schwanken zwischen 12,5 und 38 m/d.

Ein rd. 248 m langes Aufhauen erforderte durchschnittlich 591 MS. Der spezifische Arbeitsaufwand für die Betriebszeit liegt bei rd.

1,5 MS/m, entsprechend 63% des gesamten Arbeitsaufwands von 2,4 MS/m. Hierin ist nicht enthalten der Arbeitsaufwand für das Schwenken der Vortriebsmaschine, der in der Tabelle 2, Spalte Bemerkungen, getrennt ausgewiesen ist. Dieser Arbeitsaufwand bleibt unberücksichtigt, weil das Schwenken der Maschine nicht verfahrensbedingt, sondern von den örtlichen Gegebenheiten des Grubenbetriebs abhängig ist, beispielsweise infolge verspäteten Auffahrens der Kopfstrecke zum Aufhauende.

Die Abschlußarbeiten umfassen Abrüsten, Transport durch Strecke und Blindschacht sowie Verladen der VM 04. Sie erfordern durchschnittlich 68 MS, wovon rd. 40 MS auf den Transport entfallen, entsprechend 0,3 MS/m; dies sind rd. 12% des Gesamt-arbeitsaufwands von 2,4 MS/m. Vom Arbeitsaufwand für die Vorbereitungs- und Abschlußarbeiten in Höhe von durchschnittlich 213 MS, entsprechend 37% des Gesamtaufwands von 591 MS, entfallen auf Transport 41%, Auf- und Abrüsten 36% und Herstellen der Startrampe 23% (Tabelle 3). Dies zeigt die starke Abhängigkeit des Erfolges vom Transportaufwand sowie von der Zerlegbarkeit und einfachen Bauweise der Vortriebsmaschine.

Der durchschnittliche Zeitbedarf für ein Aufhauen von 240 m Länge beträgt rd. 22 Arbeitstage, sofern die Startrampe von Gedingearbeitern hergestellt wurde.

### Wirtschaftlichkeitsrechnung

Die Wirtschaftlichkeit des maschinellen Aufhauens wird an Hand eines Betriebskostenvergleichs untersucht werden. Hierbei wird ein mit der Vortriebsmaschine hergestelltes Aufhauen einem manuell aufgefahrenen Aufhauen gegenübergestellt. Die Aufhauenlänge ist jeweils mit 220 m angenommen. Die der Rechnung zugrunde liegenden Werte für Auffahrleistung und Zeitbedarf bei manueller Auffahrung sind der Zechen-Betriebsstatistik für Aufhauen in in flacher Lagerung entnommen.

Für die Mietrechnung wurde der derzeitige Neuwert einer Vortriebsmaschine VM 08 benutzt, nicht der erheblich niedrigere Anschaffungswert der VM 04 aus dem Jahre 1966. Die durchschnittliche Vortriebsgeschwindigkeit von 14,7 m/d für maschinelles Aufhauen entspricht dem Durchschnittswert der bisher aufgefahrenen 23 Aufhauen aus Tabelle 2; der Wert für manuelle Auffahrung von 6,7 m/d entstammt der genannten Betriebsstatistik. Der Zeitaufwand für ein 220 m langes Aufhauen ergibt sich für maschinelles Aufhauen mit 22 Betriebstagen, für ein Aufhauen von Hand mit 35 Betriebstagen (Tabelle 4). Der durchschnittliche Arbeitsaufwand für maschinelles Aufhauen mit 2,4 MS/m steht einem der Betriebsstatistik entnommenen Wert für Aufhauen von Hand von 4,0 MS/m gegenüber. Bei Lohnkosten von rd. 120 DM/MS ergeben sich für das maschinelle Aufhauen um rd. 40% niedrigere Arbeitskosten als bei Auffahrung von Hand. Dasselbe gilt für den Arbeitsaufwand, er ist bei maschinellm Aufhauen um rd. 350 MS niedriger als beim Aufhauen von Hand.

Die Sachkosten sind erwartungsgemäß bei maschinellm Aufhauen wesentlich höher als bei Auffahrung von Hand, allein bei den Maschinenmieten um 21 000 DM. Die Kosten für Energie fallen bei der Rechnung kaum ins Gewicht (Tabelle 4). Sie betragen 1,5 bzw. 2,5% der jeweiligen Gesamtkosten. Ähnliches gilt für die verfahrensbedingten Verbrauchsmaterialkosten.

Tabelle 3. Anteil der Vorbereitungs- und Abschlußarbeiten am gesamten Arbeitsaufwand für das maschinelle Aufhauen mit der Vortriebsmaschine VM 04 (Ist-Werte).

Maschinelles Aufhauen Arbeitsvorgänge	MS	Anteil %	Vorbereitungs- und Abschlußarbeiten Arbeitsvorgänge	MS	Anteil %
Vorbereitungsarbeiten	149 <sup>1</sup>	25	Transport und Verladen	85	41
Betrieb	374	63	Auf- und Abrüsten	79	36
Abschlußarbeiten	68	12	Startrampe und Haspelnische herstellen	49 <sup>1</sup>	23
Summe	591 <sup>1</sup>	100	Summe	213 <sup>1</sup>	100

<sup>1</sup> Einschließlich Arbeitsaufwand des Lehrreviers.

Tabelle 4. Kostenvergleich maschinell und von Hand hergestellter Aufhauen.

Allgemeine Angaben		Aufhauen			
		maschinell		von Hand	
Aufhauenzlänge	m	220		220	
Durchschnittliche Vortriebsgeschwindigkeit	m/d	14,7		6,7	
Anzahl der Betriebstage	d	15		33	
Dauer der Vorbereitungsarbeiten	d	3		1	
Dauer der Abschlußarbeiten	d	4		1	
Zeitwand je Aufhauen, Arbeitstage	d	22		35	
Kalendertage	d	31		49	
<b>Arbeitskosten</b>					
Lohnkosten	DM/MS	120,00		120,00	
Arbeitsaufwand	MS/m	2,4		4,0	
Anzahl der Mannschichten je Aufhauen	MS	528		880	
Arbeitskosten je Aufhauen	DM	63 360,00	63,3%	105 600,00	85,9%
<b>Sachkosten</b>					
<i>Maschinenmieten<sup>1</sup></i>					
		Mieteinsatz DM/d			
Vortriebsmaschine <sup>2</sup>		1 040,00	22 900,00	—	
Panzerförderer PF 1, vollständig mit 1 × 40-kW-Motor		213,62	3 417,92	5 233,69	
Schleppförderer EKF 0, vollständig		31,23	968,13	—	
Sonderbewetterungsanlage 15 kW, vollständig		16,17	318,67	697,82	
Transportanlage im Aufhauen		26,12	548,52	1 201,52	
Abbauhammer, 3 Stück		2,82	—	135,36	
Summe Maschinenmieten	DM		28 153,14	7 268,39	5,9%
<i>Energiekosten</i>					
		Energiesatz DM/d			
Vortriebsmaschine, Leistung 180 kW <sup>3</sup>		38,90	583,50	—	
Panzerförderer, 1 × 40-kW-Motor		20,97/31,45	314,55	1 037,85	
Sonderbewetterungsanlage, 15 kW		8,64	241,92	414,72	
ND-Transporthassel		31,50	472,50	1 039,50	
Abbauhammer, 3 Stück		17,24	—	603,40	
Summe Energiekosten	DM		1 612,47	3 095,47	2,5%
<i>Verbrauchsmaterial</i>					
Holzausbau <sup>4</sup>			6 864,00	6 864,00	
Meißelkasten <sup>5</sup>			149,80	—	
Haspelseil			135,00	135,00	
Summe Verbrauchsmaterial	DM		7 148,80	6 999,00	5,7%
Summe Sachkosten	DM		36 914,41	17 362,86	
Gesamtkosten Aufhauen	DM		100 247,41	122 962,86	100%
Spezifische Kosten	DM/m		455,79	558,92	
Kostendifferenz zugunsten maschinellem Aufhauen, absolut	DM	22 688,45			
spezifisch	DM/m	103,13			

<sup>1</sup> Ohne Entstaubungsanlage.

<sup>2</sup> Neuwert 350 000 DM, Lebensdauer 4 Jahre, Reparaturkosten jährlich 20% des Neuwerts, Einsatzdauer 200 Arbeitstage/Jahr.

<sup>3</sup> Laufzeit 3 h/S bzw. 6 h/d.

<sup>4</sup> 31,20 DM je Aufhauenmeter.

<sup>5</sup> Verbrauch von 0,04 Meißel/m, Neuwert 17,50 DM/Meißel.

Die Gesamtkosten für das maschinell hergestellte Aufhauen belaufen sich auf rd. 100 300 DM, für das Aufhauen von Hand auf rd. 123 000 DM, entsprechend 455,79 bzw. 558,92 DM/m. Das maschinelle Aufhauen ist somit um 103,13 DM/m billiger. Dies führt zu einer Kostenersparnis je Aufhauen von rd. 22 700 DM. Da in einem Jahr mit Hilfe der Vortriebsmaschine VM 04 unter Berücksichtigung einer Generalüberholung etwa acht Aufhauen hergestellt werden können, kann sich der jährlich einzusparende Betrag auf rd. 180 000 DM belaufen.

Ein weiteres Kriterium für die Beurteilung der in Tabelle 4 gegenübergestellten Verfahren ist der Anteil von Arbeits- und von Sachkosten an den Gesamtkosten. Die sachlichen Kosten stehen mit 36,7% beim maschinellen und 14,1% beim Aufhauen von Hand nicht im Vordergrund, eher die Arbeitskosten, die 63,3 bzw. 85,9% der Gesamtkosten ausmachen. Diese Tatsache verdeutlicht, daß das maschinelle Aufhauen in erheblich geringerem Ausmaß von Lohnbewegungen betroffen wird als das manuelle Aufhauen, abgesehen von der Ersparnis an Arbeitsaufwand und Arbeitskraft.

### Schlußfolgerungen und Ausblick

Allgemein erscheint es notwendig, den Ausnutzungsgrad der Aufhauenvortriebsmaschine zu erhöhen. Die Ursache der meisten

Maschinenstillstände ist das Einbringen des Holzausbaus. Es handelt sich hierbei um einen vorläufigen Ausbau, da die überwiegende Anzahl der mit der VM 04 aufgehauenen Flöze mit Schreitausbau ausgerüstet wird. Die Ausbaurbeit kann nicht beliebig wegen der beengten räumlichen Verhältnisse durch eine zahlenmäßig stärkere Belegung beschleunigt werden. Es erscheint jedoch möglich, den Arbeitsbereich der Ausbaumannschaft räumlich zu vergrößern bzw. auseinanderzuziehen, beispielsweise durch schreitende hydraulische Unterzugreihen. Hierdurch kann unter Wahrung des erforderlichen Ausbauwiderstands wenige Meter hinter dem Arbeitsplatz der ersten Ausbaumannschaft ein zweiter Ansatzpunkt für weitere Verbauer geschaffen werden. Ferner bleibt zu untersuchen, ob nicht an Stelle des Holzausbaus ein möglichst mechanisch, das heißt schnell einzubringender Ausbau, verwendet werden kann, zum Beispiel Ankerausbau, der im rückwärtigen Teil durch Unterstützungsausbau ergänzt werden könnte, ohne hierdurch den Vortrieb zu beeinträchtigen.

Es ist bereits erwogen worden, während des Aufhauens den endgültigen Strebausbau, also auch hydraulischen Schreitausbau, einzubringen. Dieses Verfahren wirft einerseits organisatorische und transporttechnische Probleme auf; andererseits würde es zu einer wünschenswerten, kurzfristigen Fertigstellung des Abbau-

betriebs führen und in den meisten Fällen eine gewisse Reserve für den Untertagebetrieb darstellen.

Neben dem Ausnutzungsgrad der Vortriebsmaschine sollte möglichst die Einsatzdauer der Maschine vergrößert werden. Diese wird begrenzt infolge der für jedes Aufhauen erforderlichen Vorbereitungs-, Transport- sowie Auf- und Abrüstzeit, die zur Zeit rd. 37% der Gesamtbetriebszeit ausmachen. Die Vortriebsmaschine kann auf Grund ihrer Bauweise in 2 bis 3 m hohen und auch 1,10 bis 1,30 m mächtigen Flözen eingesetzt werden. Sie kann somit für das Aufhauen und die Streckenauffahrung, beispielsweise für Rückbaustrecken, herangezogen werden. In Flözen mit einer Mächtigkeit  $> 1,5$  m und schneidbarem Nebengestein mit Druckfestigkeiten  $< 500$  kp/cm<sup>2</sup> erscheint es zweckmäßig und möglich, mit ein und derselben Maschine Abbaustrecken und Aufhauen herzustellen. Eine Umfahrung des Bauabschnitts in einem Zuge, die wetter- und fördertechnischen Schwierigkeiten mit sich brächte, erscheint dabei nicht unbedingt notwendig. Das maschinelle Auffahren von Rückbaustrecken könnte zu sehr interessanten Kostenminderungen je Streckenmeter führen (Tabelle 4), wie auch die Steigerung der Auffahrlänge, das heißt die günstige Verteilung der Vorbereitungs- und Abschlußarbeiten insgesamt zu einem wirtschaftlich besseren Ergebnis führen würde.<sup>2</sup>

Eine weitere Verwendung für die Vortriebsmaschine ist das Herstellen des Maschinenstalls in Abbaubetrieben, bei denen der Antrieb des Förderers im Streb liegen muß. Die Wirtschaftlichkeit eines solchen Einsatzes muß von Fall zu Fall geprüft werden.

Allgemein mag eine derartige Maschine wirtschaftlich erscheinen, wenn eine ausreichende Anzahl von Aufhauen, etwa 6 bis 8 jährlich, hergestellt werden kann. Anderenfalls ist die Wirtschaftlichkeit der Maschine nur dann gegeben, wenn sie in der Streckenauffahrung oder möglicherweise auf Nachbarschachtanlagen eingesetzt werden kann. Hinsichtlich der Vortriebsleistung ist zu bemerken, daß eine hohe Grundausgasung den Betrieb der Maschine beeinträchtigen kann. Die bisher über Luttenleitungen vorgenommene Staubabsaugung bedarf weiterer Vervollkommnung.

<sup>2</sup> Bassier, F.-K.: Teilschnittmaschinen für den Flözstreckenvortrieb. Glückauf 106 (1970) S. 278/83.

## Zusammenfassung

Auf der Zeche Zollverein ist seit dem Jahre 1966 eine Aufhauen-vortriebsmaschine VM 04 der Westfalia Lünen im Einsatz. Hierbei handelt es sich um einen Prototyp der zur Zeit gebauten Maschine VM 08. Wegen ihrer Mindesthöhe von 1085 mm und Mindestbreite von 3860 mm eignet sie sich auch für das Aufhauen dünner Flöze. Inzwischen wurden mit dieser Maschine in überwiegend flacher Lagerung mehr als 6000 m Aufhauen hergestellt. Ansteigen und Einfallen in Auffahrrichtung betragen bis zu 15°, die Querneigung bis zu 13°. Die Beherrschung größerer Einfallensbereiche erscheint durchaus möglich. Bei einer durchschnittlichen lichten Aufhauenhöhe von 1,4 m wurden je Aufhauen im Durchschnitt 1,1 m Kohle und 0,3 m Berge geschnitten. Die einachsige Druckfestigkeit des geschnittenen Nebengesteins betrug etwa bis zu 450 kp/cm<sup>2</sup>, in 2 bis 4 cm dünnen Bänken auch wesentlich mehr.

Der Einsatz der Vortriebsmaschine führte bisher zu einem guten Betriebsergebnis. Der Arbeitsaufwand für Aufhauen wurde von 4 auf 2,4 MS/m verringert. Dieser Wert enthält neben dem Aufhauen sämtliche Vorbereitungs- und Abschlußarbeiten einschließlich Transport und Wartung im laufenden Betrieb. Ein Kostenvergleich von manuell mit maschinell hergestelltem Aufhauen zeigt, daß auf der Zeche Zollverein mit Hilfe der Vortriebsmaschine VM 04 die Aufhauenkosten von rd. 560 auf rd. 460 DM/m, also um rd. 100 DM/m verringert werden können. Der Arbeitskostenanteil von 86% bei manuellem Aufhauen sinkt bei Einsatz der Vortriebsmaschine auf 63%. Diese Tatsache mag in Hinsicht auf die Lohnentwicklung von besonderem Interesse sein. Die tägliche Auffahrgeschwindigkeit betrug durchschnittlich rd. 15 m, bei Spitzenwerten bis zu 38 m/d. Diese Vortriebsgeschwindigkeiten stellen hohe Anforderungen an die Organisation eines solchen Betriebs.

Weitere Einsatzmöglichkeiten für die Vortriebsmaschine werden im maschinellen Vortrieb von Rückbaustrecken einschließlich Aufhauen gesehen, sofern bei Flözmächtigkeiten um 1,5 m ein Teil des Nebengesteins mitgeschnitten werden kann. Ferner mag ihr Einsatz zur Herstellung von Maschinenställen in Strebbetrieben mit größerer Abbaugeschwindigkeit von Interesse sein.

Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit ist es notwendig, einen möglichst hohen Ausnutzungsgrad der Vortriebsmaschine anzustreben. Dieser ist weniger von der Leistungsfähigkeit der Maschine als von der Ausbauleistung abhängig. Somit stellt sich auch hier die Forderung nach leistungsfähigen Verfahren zur Mechanisierung der Ausbaurbeit in Aufhauen und Strecken.



Anl. 6

## Neue Erkenntnisse beim Blindschachtbohren auf der Zeche Zollverein

Von Assessor des Bergfachs Dr.-Ing. Hermann Nocke, Essen<sup>1</sup>

Für die von einer Arbeitsgemeinschaft der Bergbauspezialgesellschaften Thyssen Schachtbau GmbH und Deilmann-Haniel GmbH betriebene Gesenkbohrmaschine GSB-450/500 der Maschinen- und Bohrgerätefabrik Alfred Wirth & Co. KG (1, 2)<sup>2</sup> stand bis Mitte 1973 der Nachweis aus, daß mit ihr auch in hartem, abrasivem Gestein ein befriedigender Bohrfortschritt zu erreichen ist (3, 4, 5). Dieser Nachweis sollte mit der Gesenkbohrmaschine in einem rd. 240 m tiefen Blindschacht der Zeche Zollverein erbracht werden.

### Vorbereitende Umbauarbeiten

Neben einer Verbesserung der Verbindungselemente an den Spannschildern und der Anlieferung vormontierter Baugruppen zur Beschleunigung der Maschinenmontage wurde das Kühlsystem für die Hydraulikflüssigkeit an der GSB-450/500 wesentlich erweitert. Für das Blindschachtbohren auf der Zeche Zollverein wurde vom Landesoberbergamt Nordrhein-Westfalen die

<sup>1</sup> Vorgetragen im Rahmen des Technisch-wissenschaftlichen Vortragswesens der Westfälischen Berggewerkschaftskasse am 7. Februar 1974 in Bochum.

<sup>2</sup> Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf den Quellennachweis am Schluß des Aufsatzes.



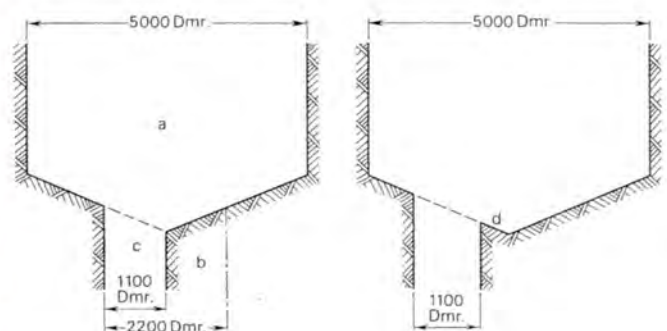
Bild 1. Der für das Blindschachtbohren auf der Zeche Zollverein im Zentrum mit drei versetzt angeordneten, axial verzahnten Schneidrollen bestückte Bohrkopf der Gesenkbohrmaschine GSB-450/500.

Verwendung von Mineralöl anstelle einer schwer entflammaren Druckflüssigkeit zugelassen.

Abweichend vom Teufbetrieb auf dem Verbundbergwerk Walsum wurde das Bohrkopfzentrum erstmals mit drei versetzt angeordneten, axial verzahnten Schneidrollen bestückt (Bild 1). Mit dieser Anordnung kann eine aufgetretene Zielungenauigkeit des Vorbohrloches besser kompensiert werden. Als größte Abweichung zwischen der Achse des Vorbohrloches und der Blindschachtachse ist in etwa der halbe Vorbohrlochdurchmesser zulässig. Auf ein Vorbohrloch von 1100 mm Dmr. bezogen heißt dies, daß das Vorbohrloch auf seiner gesamten Länge innerhalb eines Zielkreises mit dem Durchmesser von 2,20 m liegen muß (Bild 2, links). Hierdurch kann vermieden werden, daß beim Bohren des Blindschachtes die Räumleisten des Bohrkopfes das Bohrklein auf der geneigten Bohrlochsohle zum Teil bergauf transportieren müssen (Bild 2, rechts).

### Teufbedingungen

Eine Auswertung des zu durchbohrenden Schichtenprofils nach Gesteins- und Kohlenanteil sowie eine Gegenüberstellung zu den entsprechenden Werten der Bohrblindschächte Emil Mayrisch und Walsum ist in der Tabelle 1 vorgenommen.



a Gesenkbohrloch b Zielkreisdurchmesser c Vorbohrloch d Zone des bergauf zu transportierenden Bohrkleins

Bild 2. Die Lage des Zielkreises für das Vorbohrloch in Abhängigkeit vom Vorbohrlochdurchmesser (links) und von der Bohrkleinabfuhr.



Tabelle 1. Gegenüberstellung der Anteile von Kohle und Gesteinsarten in den Bohrblindschächten Emil Mayrisch, Walsum und Zollverein.

Gebirgsart	Emil Mayrisch		Walsum		Zollverein	
	m	%	m	%	m	%
Kohle	15	6,2	11,6	4,6	13,6	6,0
Schiefer	210	88,0	107,3	42,2	50,0	22,0
Sandschiefer	4	1,6	98,7	38,9	72,3	32,0
Sandstein	10	4,2	36,4	14,3	90,6	40,0
Summe	239	100,0	254,0	100,0	227,5	100,0

Der Kohlenanteil in den drei Bohrblindschächten ist von gleicher Größenordnung, der Schieferanteil dagegen fällt von 88% auf der Grube Emil Mayrisch auf 22% auf der Zeche Zollverein. Zu dem Sandschieferanteil von 32% kommt auf der Zeche Zollverein ein Sandsteinanteil von 40%. In den früher geteufte Bohrblindschächten Emil Mayrisch und Walsum betrug der Sandsteinanteil nur 4,2 bzw. 14,3%. Der rd. 90 m mächtige Sandsteinanteil auf der Zeche Zollverein besteht aus mehreren 10 bis 20 m mächtigen Bänken über den Flözen Ida, Röttgersbank, Wilhelm, Präsident, Karoline und Angelika. Wegen dieser Gebirgsbeschaffenheit konnte davon ausgegangen werden, daß auf der Zeche Zollverein besonders hohe Anforderungen an die Kapazität der Gesenkbohrmaschine GSB-450/500 gestellt würden.

### Gesenkbohrloch

Nach Montage der Gesenkbohrmaschine im rd. 11 m tiefen, von Hand geteufte und mit 5,1 m Dmr. in Mauerwerk stehenden Vorschacht wurde unverzüglich der Bohrbetrieb aufgenommen.

In der Tabelle 2 sind die Durchschnittswerte von Vorschubkraft, Drehmoment und Bohrgeschwindigkeit bei einer Drehzahl des Bohrkopfes von 4 bis 5 min<sup>-1</sup> zusammengestellt. Die Druckfestigkeiten von Kohle und Schiefer lagen zwischen 60 und 250, die von Sandschiefer zwischen 400 und 1000 kp/cm<sup>2</sup>; beim Sandstein von 1000 bis 1200 kp/cm<sup>2</sup>. Der Anteil an schleißscharfen Mineralen, wie Quarz und Feldspat, betrug im Sandstein 50 bis 60%.

### Schneidrollenverschleiß

Die in der Tabelle 2 angeführten Kennwerte sind Kriterien für den Schneidrollenverschleiß, dem bereits im frühen Stadium der Planung die ihm zustehende Bedeutung beigemessen wurde. Während beim Teufen der Bohrgesenke auf den Bergwerken Emil Mayrisch und Walsum keine einzige Schneidrolle ausgewechselt werden mußte, war auf der Zeche Zollverein von vornherein ein Schneidrollenwechsel eingeplant. Tatsächlich kam es zum zweimaligen Schneidrollenwechsel, und zwar der erste nach dem Durchteufen des Röttgersbank-Sandsteins, der zweite im Präsidenten Sandstein. Beim ersten Wechsel wurden 23 von 37, beim zweiten 26 von 37 Schneidrollen ausgetauscht.

Die Abmessungen des zylinderförmigen Rollenkörpers einer Schneidrolle betragen rd. 30 cm Dmr. bei einer Zylinderlänge von

Tabelle 2. Durchschnittswerte von Vorschubkraft, Drehmoment und Bohrgeschwindigkeit bei einer Bohrkopfdrehzahl von 4 bis 5 min<sup>-1</sup>.

Gebirgsart	Mittlere Vorschubkraft		Mittleres Drehmoment Mpm	Mittlere Bohrgeschwindigkeit cm/min
	Mp	Mp/Bohrwerkzeug		
Kohle bzw. Schiefer	171	5,3	18,5	3,07
Sandschiefer	257	7,6	23,9	1,65
Sandstein	266	7,8	24,1	0,97
Durchschnitt beim Blindschachtbohren	222	6,9	22,0	1,46



Bild 3. Die Verschmutzung der Bohrwerkzeuge und der Bohrlochsohle, rechts das Vorbohrloch.

rd. 25 cm. Bei einem gewissen, noch als normal zu betrachtenden Verschleiß an den Schneidrollen nahm der weitere Verschleiß im Sandstein außergewöhnlich schnell zu. Die ursprünglich dachförmigen Schneiden wurden hierbei auf 20 bis 30 mm Breite abgeflacht. Im Bild 3 ist einer der fünf Schneidrollenträger auf der Bohrlochsohle abgebildet. An den Rollenmeißeln nimmt die Verschmutzung von außen nach innen zu, das heißt, von der Schachtwand in Richtung zum Vorbohrloch. Ferner ist zu erkennen, daß die Bohrlochsohle überwiegend im Tiefsten mit Bohrklein bedeckt war, welches weder von den Räumern ins Vorbohrloch transportiert wurde noch selbsttätig bei dem geringen Neigungswinkel der Bohrlochsohle von nur 35 Grad in das Vorbohrloch rutschte.

Sehr gut zu dieser Beobachtung paßt die Tatsache, daß im Zuge der Schneidrollenwechsel der Verschleiß an den Bohrwerkzeugen von der Schachtwand in Richtung zum Vorbohrloch zunahm, ausgenommen natürlich die am oder im Vorbohrloch laufenden Innenrollen. — Diese Tatsache entsprach nicht den Erwartungen. Der größte Verschleiß war zunächst an den Kaliberschneidrollen erwartet worden. Der Einfluß der Nachzerkleinerung des auf der Bohrlochsohle liegendegebliebenen Bohrkleins war offenbar größer als erwartet. Die Nachzerkleinerung führte nicht nur zu höherem Verschleiß, sondern auch zu einem gesteigerten Energieverbrauch, zu höherem Feinstkornanfall und zu einer Minderung der Bohrgeschwindigkeit. Hier liegen nicht unwesentliche Ansatzpunkte für eine Verbesserung des Bohrvorgangs und eine Verringerung der Kosten.

### Körnungsaufbau des Bohrkleins

Interessant im Zusammenhang mit der erwähnten Nachzerkleinerung des Bohrkleins auf der Bohrlochsohle ist der Körnungsaufbau des Haufwerks. Die Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse aus mehreren Siebanalysen des Bohrkleins. Von besonderem Interesse, weil entgegen allen Erwartungen, ist der Anteil unter 3 mm Korngröße. Während bei Sandstein insgesamt 10,9% des Bohrkleins mit weniger als 3 mm Korngröße anfallen, sind es beim Schiefer rd. 38%. Dieses Ergebnis überrascht insofern, als davon ausgegangen worden war, daß beim Bohren im harten Gestein infolge kleinerer Spantiefen mehr Feinstkorn anfallen dürfte als beim Bohren im Schiefer, in dem wegen des erheblich geringeren Lösewiderstandes mehr grobstückiges Gut anfallen mußte. Die Erklärung der vorliegenden Meßwerte kann in der bereits angesprochenen Nachzerkleinerung des Bohrkleins auf der Bohrlochsohle gefunden werden. Der Mahleffekt ist bei großer Bohrkleinmenge, das heißt bei größerer Bohrgeschwindigkeit, größer als bei geringeren Mengen, zumal das feuchte, schiefrige



Tabelle 3. Ergebnisse verschiedener Siebanalysen des Bohrkleins, Angaben in Gew.-%.

Siebanalyse	5	6	Im Mittel 5 bis 6	1	2	3	4	7	Im Mittel 1 bis 4 und 7
Gesteinsart		Sandstein				Schiefer			
Bohrteufe m	207,55	207,70	—	154,75	172,25	172,35	172,55	221,80	—
Fallhöhe m	23,00	23,00	—	76,75	59,25	59,15	59,00	10,00	—
Kornklassen mm									
> 80	—	5,3	2,65	—	—	—	—	—	—
> 50 bis 80	20,5	10,5	15,50	—	9,8	—	8,3	14,3	6,48
> 30 bis 50	21,2	25,5	23,35	10,6	9,4	14,6	9,7	0,6	8,98
> 10 bis 30	37,1	27,5	32,30	25,5	18,7	21,7	14,9	22,3	20,62
> 3 bis 10	12,0	18,6	15,30	28,2	28,0	25,9	23,7	23,9	25,94
> 1 bis 3	3,2	3,7	3,45	12,1	12,7	12,5	14,5	12,1	12,78
≤ 1	6,0	8,9	7,45	23,6	21,4	25,3	28,9	26,8	25,20
Summe 0 bis 3	—	—	10,90	—	—	—	—	—	37,98

Gut verhältnismäßig besser an der Bohrlochsohle haftet und somit schlechter abtransportiert werden kann. — Die vorliegenden Ergebnisse sind nicht zu verallgemeinern. Sie sollten Anlaß zu genaueren Untersuchungen beim Teufen weiterer Bohrblindschächte geben.

### Bohrkleinabförderung

Die Beseitigung des Bohrkleins auf der unteren Sohle ist, wie aus den Bohrgeschwindigkeiten zu schließen ist, nicht unproblematisch. Bei rd. 19 m<sup>2</sup> Ausbruchfläche fallen rd. 30 m<sup>3</sup> Haufwerk je Meter Bohrfortschritt an, und dies bei Schiefer ton in einem Zeitraum von 20 bis 30 min. Das vorzusehende Bohrkleinfördermittel muß also mindestens für eine Leistung von 1 m<sup>3</sup>/min ausgelegt werden. In der Spitze bedeutet dies einen Haufwerksanfall von rd. 600 m<sup>3</sup>/d, zuzüglich des anfallenden Schlammes. Aus den erwähnten Werten für die Vortriebsgeschwindigkeit im Schiefer von 3 cm/min entsprechend einer Haufwerksmenge von 1 m<sup>3</sup>/min und im Sandstein von 0,6 cm/min  $\pm$  0,2 m<sup>3</sup>/min ergeben sich bei einer Wassermengenzugabe von rd. 80 l/min Wasser-Feststoff-Verhältnisse von etwa 1 : 13 bei Schiefer und 1 : 2,5 bei Sandstein. Während im ersten Falle das Wasser vom Haufwerk gebunden wird, tritt beim Bohren im Sandstein auch freies Wasser mit feinsten Feststoffteilen auf. Handelt es sich um dünne, 1 bis 2 m mächtige Sandsteinbänke, so kann der Schlamm von dem anschließend anfallenden, schiefrigen Haufwerk gebunden und auf einen Gurtförderer verladen werden. Sind die Sandsteinbänke, wie im Bohrblindschacht auf der Zeche Zollverein, bis zu 24 m mächtig, kann die Schlammabfuhr ein Problem werden.

Die Schlammabfuhr durch Mohnopumpen sowie Kanalradpumpen war sehr stör anfällig, weil gröbere Feststoffteile in die Pumpen gerieten oder weil bei zu feinmaschigen Sieben häufig Verstopfer auftraten. Ein in die Streckensohle eingelassenes Klärbecken mit rd. 18 m<sup>2</sup> Absetzfläche war schnell mit Schlamm gefüllt und blieb in diesem Zustand bis zum Abschluß der Bohrarbeiten, ohne von erkennbarem Nutzen gewesen zu sein. Bewährt haben sich die Überlauf- bzw. Staumauern, zwischen denen sich eine rd. 0,3 m hohe Schlammsschicht bildete, die nach Beendigung der Bohrarbeit abhand und mit einem Kleinschraper weggeführt wurde.

Randprobleme ergaben sich durch den Schlamm in der Hauptstreckenförderung und beim Kippen über Tage. Durch die Verwendung einiger nicht vollständig dichter Förderwagen verschmutzten die Beschickungseinrichtungen, ferner ließen sich länger abgestellte Wagen schlecht entleeren. Hier wurde Abhilfe geschaffen durch eine Plastikfolie, mit der insbesondere undichte Wagen an der Ladestelle ausgelegt wurden. Insgesamt gesehen wurde die Bohrkleinabfuhr gut beherrscht. Letzten Endes führte der Schlamm weder im Bohrbetrieb noch in der Förderung zu Betriebsstillständen.

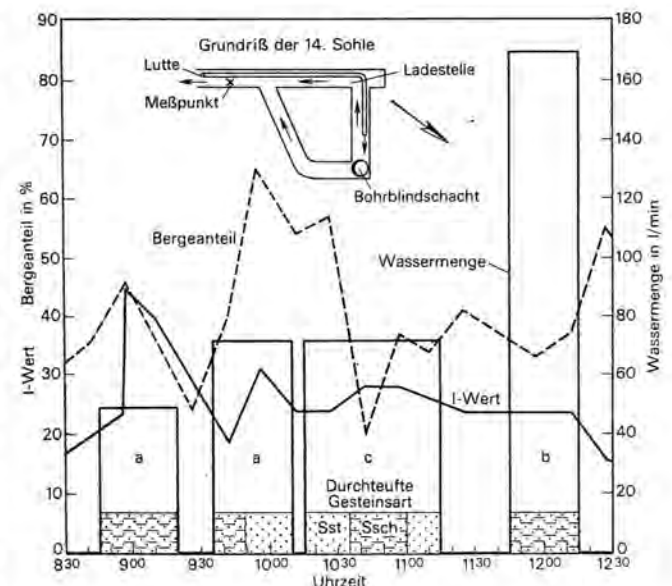
### Staubentwicklung

Im Bild 4 sind die Ergebnisse von Staubmessungen mit einem Tyndalloskop, in Abhängigkeit von der gebohrten Gesteinsart und der an den Düsen der Schneidrollenträger abgegebenen Wassermenge dargestellt. Der Meßpunkt lag hinter der Einmündung des einseitigen Parallelumtriebs in den Querschlag 14. Sohle, an dem die Abwetter des Betriebspunktes auf der unteren Sohle erfaßt wurden.

Die Wasserzugabe von anfänglich 50 l/min beim ersten Bohrhub von 0,4 m Länge wurde auf 70 l/min beim zweiten und dritten Bohrhub gesteigert. Beim vierten Hub wurde die Wassermenge auf 170 l/min erhöht. Im Gegensatz zu früheren Bohrvorhaben wurde mit dem An- und Abschalten der Gesenkböhrmaschine auch die Wasserzufuhr betätigt. Das Diagramm macht deutlich, daß eine übermäßige Wasserzugabe ohne nennenswerten Erfolg bleibt. Zweckmäßiger erscheint eine gezielte Wasserzufuhr, beispielsweise in Form eines fein versprühten Wassernebels an den Schneidrollen. Dies könnte unter Umständen eine Verringerung der Wasserzugabe und damit auch eine Minderung des Schlammfalls zur Folge haben.

### Wetterführung

Der wettertechnische Zustand vor Beginn der Bohrarbeiten war dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der 14. und 13. Sohle



Bohrgeschwindigkeit in cm/min a 0,70 b 0,80 c 0,95

Bild 4. Staubanfall bei veränderlicher Wasserzugabe an den Rollenbohrwerkzeugen.



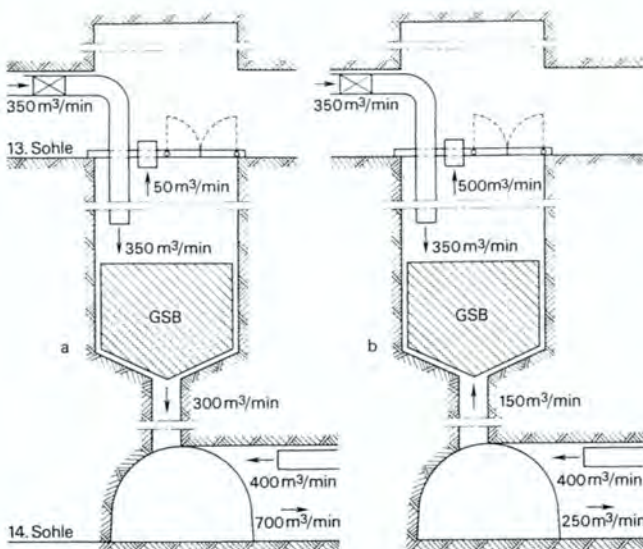


Bild 5. Wetterführung im Bohrblindschacht bei Betrieb (a) und Stillstand (b) der Gesenkbohrmaschine.

ein Druckgefälle von rd. 5 kp/m<sup>2</sup> bestand, so daß die Wetter von der 14. Sohle durch das Vorbohrloch zur 13. Sohle aufstiegen. Die Vorkehrungen zur Bewetterung des Gesenkbohrlochs bestanden in einer durch die Schachtabdeckung geführten Sonderbewetterung, die mit einem 10-kW-Lüfter ausgerüstet war.

Die Lutten wurden der Gesenkbohrmaschine kontinuierlich nachgeführt. Ferner war die Schachtabdeckung mit einer kreisförmigen Öffnung nebst aufgesetztem Rohrstutzen versehen worden, um auch bei geschlossenen Schachtklappen einen Austritt der Wetter aus dem Bohrloch zur 13. Sohle zu ermöglichen. Während bei Stillstand der Gesenkbohrmaschine die Wetter von unten nach oben zogen, wurde beim Bohren durch das zur 14. Sohle herabfallende Bohrklein die Wetterführung umgekehrt. Bild 5 zeigt, daß bei Maschinenstillstand rd. 150 m<sup>3</sup>/min von der 14. Sohle aufstiegen und mit den 350 m<sup>3</sup> aus der oberen Sonderbewetterung zur 13. Sohle gelangten. Beim Bohren gelangten von den 350 m<sup>3</sup> der oberen Sonderbewetterung rd. 300 m<sup>3</sup> zur Bohrmaschine und durch das Vorbohrloch hinunter zur 14. Sohle. Nur die restlichen 50 m<sup>3</sup> je Minute stiegen auf zur 13. Sohle. Beim Bohren stellten sich also auf der Gesenkbohrmaschine klimatisch günstigere Werte ein als bei Maschinenstillstand. Dies verdeutlicht, daß eine konstante Wetterrichtung von der oberen zur unteren Sohle grundsätzlich von Vorteil wäre.

### Blindschachtausbau und Materialtransport

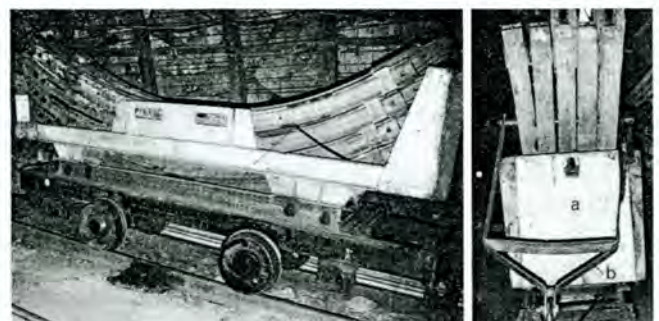
Der von der Rheinstahl AG gefertigte Schachtring besteht aus GI 120 — Profil und ist fünfteilig. Das Segmentgewicht von 90 kg ist nicht zu groß für die Handhabung durch eine aus drei Mann bestehende Ausbaumannschaft. Ausgehend von der Forderung nach kurzer Montagezeit und hohem Ausbauwiderstand sollten die Segmente mit vormontierten Laschenverbindungen versehen und hydraulisch verspannt werden. Gewählt wurde die Stecklasche der Rheinstahl AG, die mit zwei Schrauben vormontiert und mit ihren freien Schenkeln unter beidseitig auf das Profil geschweißte Stege geschoben wird. Die Lasche überträgt in dieser Form rd. 70 bis 80% des Biegemoments, welches das Profil GI 120 aufnimmt. Die freien Enden des Schachtringes wurden mit Hilfe eines Hydraulikzylinders auf 8 bis 10 Mp vorgespannt und anschließend mit der Einstell- und Ausgleichlasche der Rheinstahl AG verbunden.

Auf Grund der Vorspannung des Blindschachtausbaus wurde seitens der Bergaufsicht auf eine zusätzliche Verlagerung des Ausbaus verzichtet. Trotzdem wurden im Abstand von jeweils 30 m Blindschachtverlagerungen gebohrt und eingebracht.

Als Verzug wurden Steck-Verbundmatten der Becker-Prünte GmbH mit einer Maschenweite von 100 mm × 100 mm verwendet. Diese Maschenweite hat sich als zu groß erwiesen, insbesondere in gebrächen Zonen, beispielsweise an Flözdurchgangsstellen. Hierfür wurde ein Teil der Matten firmenseitig zusätzlich mit einem Stahldrahtnetz von 6 mm Maschenweite versehen. Abgesehen von den Flözanschlügen betrug der Bauabstand 1 m. Bereits bei der Planung war vorgesehen worden, die Verbindungsnaht der Matten zwischen und nicht hinter die Ringe zu legen. Somit mußten die Matten vor dem Einbau des Schachtringes montiert werden. Dies führte zu einem kontinuierlichen Ablauf der Ausbaurbeit, das heißt zu geringen Wartezeiten für die Ausbaumannschaft.

Ein wesentlicher Vorgang im Zuge der schnellen Ausbaumontage war die verbrauchsgerechte Materialanlieferung. Hierbei mußte mit einem Tagesvolumen von etwa 20 Schachtringen, 200 Schachtringstützen und rd. 600 Verzugmatten gerechnet werden. Für den Transport der Schachtringe standen Sonderpaletten der Zeche Consolidation zur Verfügung (Bild 6, links), die von der Neuhäuser KG entwickelt und gefertigt worden sind. Etwa 30 dieser Paletten waren im Umlauf zwischen dem Bohrblindschacht und der Rheinstahl AG in Gladbeck. Täglich wurden unter Rücknahme des Leergutes 5 Paletten mit je 4 Schachtringen angeliefert. Somit gelangte der Ausbau, ohne umgeladen zu werden, vom Hersteller bis zum Blindschachtkopf.

Zur Rationalisierung des Materialumschlags an der Schachtklappe wurden die Ringsegmente in ihrem Schwerpunkt mit einer Bohrung von 40 mm Durchmesser versehen. Auf einem Rohrstück wurden die 5 nebeneinanderliegenden Segmente eines Ringes bereits beim Hersteller aufgefädelt. Durch dieses Rohr wurde von der Schachtklappenbedienung ein Stahlbolzen geschoben, der Teil eines Anschlaggeschirrs war (Bild 6, rechts.) An diesem Geschirr wurden die 5 Ringsegmente mit Hilfe des Bobinenhaspels von der Palette abgehoben und in einem Zuge eingehängt. Hierdurch entfiel weiterer Arbeitsaufwand für den Materialtransport am Blindschachtkopf. Die erforderlichen Arbeitsvorgänge wurden von der ohnehin vorhandenen Schachtklappenbedienung vorgenommen. Beim Rangieren der Paletten konnte der Haspelfahrer aushelfen. Der Rationalisierungserfolg bei der Ausbaurbeit war meßbar. Dies zeigt eine Gegenüberstellung von Betriebsstudien aus den Bohrgesenken Walsum und Zollverein in der Tabelle 4.



a Stirnseite der Palette b Anschlaggeschirr

Bild 6. Sonderpalette Bauart Neuhäuser für den Transport von Ringausbau (links) und Anschlaggeschirr zum Einhängen in den Bohrblindschacht.



Tabelle 4. Arbeitsaufwand und Zeitbedarf für das Einbringen des Blindschachtausbaus.

	Verbundbergwerk Walsum		Zeche Zollverein	
	Arbeitsaufwand Mmin/m	Zeitaufwand min/m	Arbeitsaufwand Mmin/m	Zeitaufwand min/m
Ausbaumannschaft MS/Drittel	4		3	
Ausbauprofil-Verzug	GI 130/Riffelbleche		GI 120/Steck-Verbundmatten	
Baubestand	1		1	
Arbeitsvorgänge				
Schachtringstützen einhängen	29,9	7,6	7,0	2,3
Schachtring einhängen	67,6	16,9	29,0	9,6
Verlaschen, verschrauben	69,1	17,2	27,5	9,2
Verziehen	77,4	19,3	22,0	7,4
Schachtring verspannen	62,1	15,5	5,0	1,7
Summe	306,1	76,5	90,5	30,2

Die Ausbaumannschaft im Bohrblindschacht Walsum umfaßte 4 Mannschichten je Drittel an Stelle von 3 Mannschichten auf der Zeche Zollverein. Dieser Mehraufwand war zum Teil bedingt durch das schwere Ausbauprofil. Der Zeitbedarf für das Einbringen eines Schachtringes wurde von 76,5 min/m im Bohrblindschacht Walsum um rd. 60%, also auf 30,2 min im Bohrblindschacht auf der Zeche Zollverein verringert.

Dieser Wert entspricht ziemlich genau der größten Bohrgeschwindigkeit der Gesenkbohrmaschine im Schiefer von 0,9 m in 30 Minuten. Das heißt, daß die Ausbaurbeit den Teufvorgang nicht bremst. Hierdurch konnte die eingangs gestellte Forderung erfüllt werden, die Kapazität der Gesenkbohrmaschine vollständig zu nutzen.

### Montage der Schachteinbauten

Nach Abschluß der Bohrarbeiten wurde der Blindschachtsumpf auf konventionelle Art und Weise mit einem Greifer geteuft. Anschließend wurden die Schachteinbauten eingebracht. Hierbei handelt es sich um den Fahrschacht, um Einstriche und Querriegel, um die Spurschienen der Briardschen Korbführung, die Rohrleitungen einschließlich der Verlagerungen sowie um die Kohlenwendel mit 1250 mm Dmr. einschließlich der im Abstand von 20 m angeordneten Wendelverlagerungen. Abgesehen von den Spurschienen und der Kohlenwendel wurden die Einbauten von oben nach unten mit einer Schwebebühne eingebracht.

Gewisse Schwierigkeiten entstanden durch gegeneinander leicht versetzt eingebrachte Schachtringe, obwohl beim Teufen stets Lotungen stattfanden. Das vermutlich infolge des hydraulischen Spanns aufgetretene Verschieben eines Ringes führte dazu, daß verschiedene Einstriche an der Stecklasche durch verlängerte Hakenschrauben angebracht werden mußten. Weitere Unmaßhaltigkeiten führten dazu, daß mehrere Einstrichenden in die

anstehende Schachtwand eingelassen werden mußten. Diese Arbeit erfordert im Bohrblindschacht mit gewachsener Schachtwand einen größeren Arbeitsaufwand als im konventionell geteufte Blindschacht mit Aschebetonhinterfüllung.

Ein besonderes Problem war das Einbringen der Wendelverlagerungen. Die in der Schachtwand herzustellenden Nischen für die Verlagerungsträger wurden einerseits mit Sprengarbeit, andererseits nach einem Vorschlag der Thyssen Schachtbau GmbH hergestellt.

Hierzu wurde auf die Schwebebühne eine Drehbohrmaschine P IV/6 der Turmag AG (Bild 7, links) montiert. Mit einer Diamantbohrkrone wurden Kerne von 250 mm Durchmesser und rd. 500 mm Länge gebohrt. Zwei oder drei untereinander angeordnete Bohrlöcher ergaben eine für die Aufnahme der 500 mm hohen Träger erforderliche Ausnehmung in der Schachtwand (Bild 6, rechts). Nach Einrichten der Verlagerungsträger wurden die Hohlräume verschalt und vergossen.

Trotz einiger Anfangsschwierigkeiten dieser Methode, beispielsweise beim Einrichten der Bohrmaschine auf der Schwebebühne, beim Ziehen der Kerne sowie hinsichtlich der Kraftübertragung von der Bohrmaschine auf die Bohrkronen, waren die Bohr- und die Sprengmethode gleichwertig hinsichtlich des Zeitbedarfs von 4 bis 5 S und eines Arbeitsaufwands von rd. 18 MS je Wendelverlagerung. Die Sprengarbeit führte, und das ist einer ihrer Nachteile, zu einer erheblichen Verunreinigung des Blindschachtes. Das Bohren der Verlagerungslöcher könnte weiterentwickelt und wirtschaftlicher gestaltet werden.

### Aussetzen eines Flözanschlags

Im Zuge des mit einer Einbaubühne von der 14. Sohle zur 13. Sohle vorgenommenen Wendeleinbaus wurde ein Anschlag im 0,9 m mächtigen Flöz Blücher ausgesetzt. Zu diesem Zweck wurde im Blindschacht eine Bühne gelegt, deren Träger ebenfalls in mit der Diamantbohrkrone hergestellte Nischen verlegt wurden. Erschwerend war, daß der Blindschacht zu diesem Zeitpunkt bereits für die Wetterführung benötigt wurde und deshalb nicht vollständig abgedeckt werden durfte. Das Haufwerk konnte daher nur unter besonderen Schwierigkeiten in die bis unter die Bühne gezogene Wendelrutsche geschrappt werden. Ferner mußte das Aussetzen des Flözanschlages aus Gründen der Zeitnot überbelegt werden, so daß auch hierdurch das Optimum des Arbeitsaufwandes überschritten wurde. Ein Vergleich des Bohrgesenkanschlages mit einem konventionell, während des Teufens ausgesetzten Anschlag ist daher an Hand der vorliegenden Werte nur bedingt möglich. — Die Herstellung des Flözanschlages im Bohrblindschacht erforderte 29 d sowie rd. 450 MS und damit rd. 9 d und rd. 180 MS mehr als ein konventionell während des Teufens ausgesetzter Anschlag. Nach derzeitigen Vorstellungen kann unter normalen Verhältnissen die Differenz von 9 d auf rd. 3 d

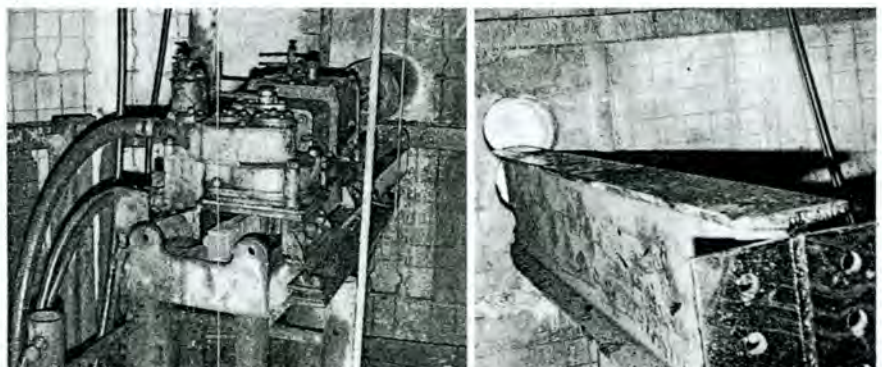


Bild 7. Die Drehbohrmaschine P IV/6 beim Bohren der Verlagerungs-Kernbohrlöcher (links); Wendelverlagerungsträger, Profil I 500, in gebohrter Nische vor dem Einrichten und Vergießen.



Tabelle 5. Stillstandsanalyse für die Gesenkbohrmaschine bei 35700 min Betriebsdauer, davon 16065 min Bohrdauer (45%) und 19635 min Stillstands-dauer (55%).

Stillstandsursachen	Zeitdauer	Anteil an Betriebszeit	Anteil an Stillstands-dauer
	min	%	%
Schneidrollen auswechseln	4 382	12,3	22,3
Hydraulik defekt	3 537	9,9	18,0
Ausbau einbringen	2 060	5,8	10,5
Wartung	1 609	4,5	8,2
Sonstiges, einschließlich Befahrungen	1 571	4,4	8,0
Rohre einbauen	1 466	4,1	7,5
Maschine umsetzen	1 170	3,3	6,0
Elektrik gestört	1 061	3,0	5,4
Laser defekt	677	1,9	3,5
Störung an der Ladestelle	553	1,5	2,7
Spannlager verfahren	523	1,4	2,6
Ausbau verlagern	439	1,2	2,2
Behördliche Abnahme	361	1,1	1,8
Sonstige Störungen an der Maschine	226	0,6	1,3
Summe	19 635	55,0	100,0

und der zusätzliche Arbeitsaufwand von 180 MS auf rd. 80 MS verringert werden. Dies würde einer Verteuerung des Bohrge-senkanschlags gegenüber einem konventionell ausgesetzten Flöz-anschlag von rd. 14 000 DM entsprechen.

### Stillstandsanalyse

Die Gesenkbohrmaschine war während ihrer gesamten Laufdauer an die Grubenwarte angeschlossen, so daß ein lückenloses Bild des Maschineneinsatzes ermittelt werden konnte. In der Tabelle 5 ist der Ausnutzungsgrad bzw. die Bohrzeit der Gesenkbohr-maschine mit 45% angegeben, bezogen auf die Betriebszeit von 21 h/d.

Den größten Anteil der Stillstände nimmt das zweimalige Aus-wechseln der Rollenbohrwerkzeuge in Anspruch. Blicke nun bei der Ermittlung des Ausnutzungsgrades der Schneidrollen-wechsel unberücksichtigt, so ergäbe sich an Stelle des Aus-nutzungsgrades von 45 ein solcher von 51%.

Als nächster Schwerpunkt mit 18% aller Stillstände sind die Störungen im Hydrauliksystem der Gesenkbohrmaschine zu erwähnen. Sie bestanden überwiegend in Undichtigkeiten der Hydraulikleitungen, insbesondere in Schäden an Einbänden von Hydraulikschläuchen mit 40 mm Dmr. Die nächst größere Störungsquelle lag im Einbringen des Ausbaus. Die hier aufge-lauten 2060 min ergaben sich hauptsächlich in den ersten 8 Tagen der Teufarbeiten, in denen die Belegschaft noch nicht eingearbeitet und auch noch kein Gedinge abgeschlossen war.

### Leistung, Zeitbedarf und Arbeitsaufwand

Die Belegung bestand einschließlich der Handwerker aus 27 MS/d, auf 3 Drittel verteilt. Die Vortriebsleistung ergab sich bei einer durchschnittlichen Vortriebsgeschwindigkeit von rd. 10 m/d, Spitzenwerte lagen um 15 bis 19 m/d, zu 0,3 m/MS bzw. 5,6 m<sup>3</sup>/MS. Auf vor Ort bezogen ergeben sich 0,87 m/MS bzw. 16,22 m<sup>3</sup>/MS.

Der für das Blindschachtbohren erforderliche Zeitbedarf sowie die Dauer der vor- und nachgeschalteten Arbeiten ist aus Bild 8 zu ersehen.

Im Zeitplan sind gewisse Tätigkeiten ausgewiesen, deren Ist-Werte größer sind als die Plan-Werte. Zeitverzögerungen traten eher bei konventionellen Arbeiten als beim Blindschachtbohren auf. Hier blieben im Gegenteil die Ist-Werte trotz des hohen Sand-steinanteils und trotz zweimaligen Rollenwechsels um rd. 25% unter den Plan-Werten.

Unter Einbeziehung der hier nicht aufgeführten Zeitdauer für die Herstellung der söhligigen Anschlußbaue und des Blind-schachtsturms von insgesamt 6 bis 8 Monaten beträgt das Ver-hältnis von Blindschachtbohren zu den konventionellen Tätigkeiten rd. 1 : 9. Dies erhellt, daß Verkürzungen der konventionellen Arbeiten einschließlich Blindschachtsturm und söhligige Anschluß-baue dringend angeraten erscheinen.

Die Tabelle 6 gibt eine Aufstellung von Ist-Werten über Zeitdauer und Arbeitsaufwand bei der Herstellung des Bohrblindschachts, gegenübergestellt den entsprechenden Werten eines konventionell mit Sprengarbeit auf Vorbohrloch geteufte Blindschachtes. Es handelt sich um Blindschächte in gleichen Gesteinsformationen. Der Bohrblindschacht hat jedoch einen um 0,25 m geringeren Durchmesser als der konventionell geteufte Blindschacht.

Ein Vergleich der Summenwerte in der letzten Zeile zeigt, daß der Bohrblindschacht auf der Zeche Zollverein in einem um 70 d kürzeren Zeitraum und mit einem um 771 MS geringeren Arbeits-aufwand fertiggestellt wurde als der Vergleichsblindschacht konventioneller Art. Der Zeitgewinn von 70 d  $\approx$  15,2% des gesamten Zeitbedarfs erscheint verhältnismäßig gering. Er kann gegebenenfalls gesteigert werden durch schnelleres Auffahren des Vorbohrlochs, durch Verbesserung des Einbaus der Kübelför-derung, ferner durch Verbesserungen bei der Montage der Schachteinbauten sowie durch verfahrensbedingte Maßnahmen. Der eingesparte Schichtenaufwand von 771 MS  $\approx$  14,1% des gesamten Arbeitsaufwandes ist bemerkenswert. Auch hier er-scheinen noch Verbesserungen in der Größenordnung von rd. 200 MS möglich, unter anderem beim Aussetzen des Flöz-anschlags und beim Einbringen der Schachteinbauten.

### Kostenanalyse

In der Tabelle 7 sind zum Vergleich die Differenzwerte zu einem konventionell geteufte Blindschacht von 5 m Dmr. zusammen-gestellt. Die Höhe des Blindschachtsturmes betrug in beiden Fällen 21 m, die Sumpfteufe rd. 8 m, der Sohlenabstand rd. 244 m. Die Angaben zum Einbau der Kohlenwendel, beziehen sich auf eine Wendellänge von rd. 218 m; die Materialkosten der Kohlen-wendel selbst blieben unberücksichtigt.

Eine derartige Gegenüberstellung ist stets mit gewissen Vorbehal-ten behaftet. So haben beispielsweise die Vertragspreise der Bergbauspezialgesellschaften eine gewisse Bandbreite, das heißt, daß die Herstellungskosten von Blindschächten nicht nur von Zeche zu Zeche, sondern auch auf ein und derselben Zeche diffe-rieren. Bei den hier aufgeführten Ist-Werten beider Blindschächte sind insofern keine gravierenden Differenzen infolge verschiedener Herstellungszeiträume und dadurch bedingter Einflüsse von Lohnerhöhungen enthalten, als beide Blindschächte nahezu gleichzeitig hergestellt wurden. Die Differenz im Blindschacht-durchmesser von 0,25 m müßte in strengem Sinn kostenmäßig berücksichtigt werden. Ob jedoch bei Verwendung eines ent-sprechend großen Bohrkopfes mit einem Durchmesser von 5,25 m bei der Schachtbohrung erheblich höhere Kosten entstanden wären als im vorliegenden Fall, ist zweifelhaft. Höhere Kosten entstünden sicherlich für Blindschachtausbau und Schachtein-bauten. Dieser Betrag würde jedoch mit rd. 1% der Projektkosten keinen wesentlichen Einfluß auf den Kostenvergleich haben.

Die wesentlichste Kostendifferenz von rd. 90000 DM (Tabelle 7) zuungunsten des Bohrgesenks liegt in der Herstellung des Vor-bohrloches. Das von unten nach oben gestoßene Vorbohrloch ist zweifellos, insbesondere vom Bedienungsaufwand her, unter geringeren Kosten herzustellen als das von oben nach unten gerichtete. Die Entwicklung der Bohrtechnik läßt aber auch in



Tabelle 6. Vergleich von Zeitdauer und Arbeitsaufwand beim Bohren eines Blindschachts und beim konventionellen Teufen.

Arbeitsstufen Arbeitsvorgang	Bohrgesenk, 4,75 m Dmr. <sup>a</sup>				Konventionelles Teufen <sup>b</sup> 5 m Dmr.				Differenz Bohrgesenk <sup>c</sup> zu konvent. Teufen				
	Zeitdauer		Arbeitsaufwand		Zeitdauer		Arbeitsaufwand		Zeitdauer		Arbeitsaufwand <sup>b</sup>		
	d	%	MS	%	d	%	MS	%	d	%	MS	%	
<b>Vorbereiten</b>													
Turm und Anschlag 13. S. ....	78	19,9	620	13,2	88	19,1	663	12,1	- 10	- 11,2	- 43	- 6,5	
Vorbohrloch und Absetzbecken herstellen ...	54	13,8	306	6,5	40	8,7	317	5,8	+ 14	+ 35,0	- 11	- 3,5	
Einbau Kübelförderung .....	20	5,2	82	1,7	15	3,2	168	3,1	+ 5	+ 33,3	- 86	- 51,1	
Einbau Ladestelle .....	4	1,0	36	0,8	4	0,9	36	0,6	—	—	—	—	
Zwischensumme .....	156	39,9	1 044	22,2	147	31,9	1 184	21,6	+ 9	+ 6,1	- 40	- 3,4	
<b>Teufen</b>													
Vorschacht teufen .....	21	5,4	199	4,2	—	—	—	—	+ 21	+ 100,0	+ 199	+ 100,0	
Montage Gesenkbohrmaschine .....	11	2,8	269	5,7	—	—	—	—	+ 11	+ 100,0	+ 269	+ 100,0	
Blindschacht teufen .....	25	6,4	760	16,1	157	34,0	2 373	43,3	- 132	- 84,1	- 161 <sup>c</sup>	- 68,0	
Demontage Gesenkbohrmaschine .....	9	2,3	186	4,0	—	—	—	—	+ 9	+ 100,0	+ 186	+ 100,0	
Sumpf teufen .....	21	5,4	340	7,2	19	4,1	252	4,6	+ 2	+ 10,5	+ 88	+ 34,9	
1 Flözanschlag aussetzen .....	29 <sup>d</sup>	7,4	452 <sup>d</sup>	9,6	21	4,6	268	4,8	+ 8 <sup>d</sup>	+ 38,2	+ 184 <sup>d</sup>	+ 68,6	
Zwischensumme .....	116	29,7	2 206	46,8	197	42,7	2 893	52,7	- 81	- 41,1	- 687	- 73,7	
<b>Fertigstellen</b>													
Anschlag 14. Sohle .....	19	4,9	234	5,0	15	3,2	212	3,9	+ 4	+ 26,6	+ 22	+ 10,4	
Schachteinbauten montieren <sup>e</sup> .....	31	7,9	345	7,3	29	6,3	340	6,1	+ 2	+ 6,9	+ 5	+ 1,5	
Kohlenwand und Verlagerungen einbauen ...	41	10,5	563	11,9	31	6,8	475	8,6	+ 10	+ 32,2	+ 88	+ 10,5	
Demontage Kübelförderung .....	7	1,8	67	1,4	18	3,9	77	1,4	- 11	- 61,1	- 10	- 18,0	
Montage Seilfahrteinrichtung <sup>f</sup> .....	21	5,4	253	5,4	24	5,2	312	5,7	- 3	- 1,3	- 59	- 18,9	
Zwischensumme .....	119	30,4	1 462	31,0	117	25,4	1 416	25,7	+ 2	+ 1,7	+ 46	+ 3,3	
<b>Summe</b> .....	391	100,0	4 712	100,0	461	100,0	5 483	100,0	- 70	- 15,2	- 771	- 14,1	

<sup>a</sup> Unternehmerschichten. <sup>b</sup> Mit Sprengarbeit auf Vorbohrloch. <sup>c</sup> Aufwand Bohrblindschacht höher (+), niedriger (-). <sup>d</sup> Unter erschwerten, nicht verfahrensbedingten Verhältnissen. <sup>e</sup> Einstriche, Fahrschacht, Rohrleitungen und Spurschienen. <sup>f</sup> Eigenleistung.

Tabelle 7. Gegenüberstellung von Fremdleistungen, Eigenleistungen und Gesamtkosten für einen Bohrblindschacht und für einen konventionell geteufte Blindschacht.

Arbeitsstufen Arbeitsvorgänge	Bohrgesenk, 4,75 m Dmr.						Konventionelles <sup>a</sup> Teufen, 5 m Dmr.						Differenz <sup>b</sup>	
	Fremdleistung		Eigenleistung			Summe	Fremdleistung		Eigenleistung			Summe	Bohrblindschacht zu konvent. Teufen <sup>a</sup>	
	MS	TDM	Arbeitskosten TDM	Sachkosten TDM	Summe TDM		MS	TDM	Arbeitskosten TDM	Sachkosten TDM	Summe TDM		TDM	%
<b>Vorbereiten</b>														
Turm und Anschlag 13. S. ....	620	162,8	6,0	50,3	56,3	219,1	663	162,8	6,0	50,3	56,3	219,1	—	—
Vorbohrloch und Absetzbecken .....	306	166,0	29,0	42,2	71,2	237,2	317	121,9	11,2	13,9	25,1	147,0	+ 90,2	+ 61,4
Einbau Kübelförderung .....	82	106,7	—	—	—	106,7	168	153,2	—	—	—	153,2	- 45,5	- 30,4
Einbau Ladestelle 14. S. ....	36	7,5	4,4	5,3	9,7	17,2	36	7,5	4,4	5,2	9,6	17,1	+ 0,1	+ 5,0
Zwischensumme .....	1 044	443,0	39,4	97,8	137,2	580,2	1 184	445,4	21,6	69,4	91,0	536,4	+ 43,0	+ 8,2
<b>Teufen</b>														
Vorschachtteufen .....	199	29,5	6,0	12,7	18,7	48,2	—	—	—	—	—	—	—	—
Montage Gesenkbohrmaschine <sup>e</sup> .....	269	90,0	2,7	—	2,7	92,7	—	—	—	—	—	—	—	—
Blindschacht teufen .....	760	629,1	6,1	266,3	272,4	901,5	2 373	649,7	32,0	269,0	301,0	950,7	- 49,2	- 5,1
Demontage Gesenkbohrmaschine <sup>e</sup> .....	186	54,0	2,3	—	2,3	56,3	—	—	—	—	—	—	—	—
Sumpf teufen .....	340	58,0	3,5	6,0	9,5	67,5	252	49,9	3,5	6,0	9,5	59,4	+ 8,1	+ 13,6
1 Flözanschlag aussetzen .....	452 <sup>c</sup>	123,1 <sup>c</sup>	8,5	57,0	65,5	188,6 <sup>c</sup>	268	99,0	2,0	53,0	55,0	154,0	+ 34,6 <sup>c</sup>	+ 22,5 <sup>c</sup>
Zwischensumme .....	2 206	983,7	29,1	342,0	371,1	1 354,8	2 893	798,6	37,5	328,0	365,5	1 164,1	+ 190,7	+ 16,9
<b>Fertigstellen</b>														
Anschlag 14. S. ....	234	87,6	—	14,6	14,6	102,2	212	87,6	—	14,6	14,6	102,2	—	—
Schachteinbauten montieren <sup>d</sup> .....	345	154,0	0,8	134,9	135,7	289,7	340	223,2	0,8	134,9	135,7	358,9	—	—
Kohlenwendel einbauen .....	563	239,0	1,1	41,0	42,1	281,1	475	169,8	1,1	41,0	42,1	211,9	—	—
Demontage Kübelförderung .....	67	24,0	—	—	—	24,0	77	24,0	—	—	—	24,0	—	—
Montage Seilfahrteinrichtung .....	—	—	42,8	12,0	54,8	—	—	—	51,3	12,0	63,3	63,3	- 8,5	- 13,4
Zwischensumme .....	1 209	504,6	44,7	202,5	247,2	751,8	1 104	504,6	53,2	202,5	255,7	760,3	- 8,5	- 1,1
<b>Summe</b> .....	4 459	1 931,3	113,2	642,3	755,5	2 686,8	5 181	1 748,6	112,3	599,9	712,2	2 460,8	+ 226,0	+ 9,2

<sup>a</sup> Mit Sprengarbeit auf Vorbohrloch. <sup>b</sup> Kosten Bohrblindschacht höher (+), niedriger (-). <sup>c</sup> Unter erschwerten, nicht verfahrensbedingten Verhältnissen. <sup>d</sup> Einstriche, Rohrleitungen, Fahrschacht und Spurschienen. <sup>e</sup> Einschließlich Transport.

In diesem Fall eine Kostensenkung erwarten, insbesondere durch Anwendung wirksamer Überwachungsverfahren des Zielbohrlochs. Ein Vergleich der auf den Meter Blindschacht bezogenen Kosten für verschiedene, verfahrensabhängige Tätigkeiten, wie Vorbohrloch herstellen und Teufen, ergibt bei einer Schachtteufe von 240 m die in der Tabelle 8 zusammengestellten Daten.

Zusammenfassend ist zu bemerken, daß die ausgewiesene Differenz von rd. 226 000 DM unter Normalbedingungen, bezogen auf den Schneidrollenverschleiß und das Aussetzen des Flözanschlages, sowie bei Weiterentwicklung verfahrenstechnischer Details

verringert werden kann. Nicht unbedeutend auf den Kostenvergleich wird die zukünftige Lohnentwicklung sein, die, unter der Voraussetzung gleichbleibender Tendenz, den derzeitigen Kostenvorteil des konventionellen Teufens weiter mindern wird.

### Entwicklungsmöglichkeiten

Die Beantwortung der Frage, ob und in welchem Maß gebohrte Schächte besser stehen als die mit Sprengarbeit geteufte, ist für die Entwicklung der Bergtechnik nicht unwichtig. Ein Beitrag dazu soll durch Verformungsmessungen im Bohrblind-



Tabelle 8. Vergleich der auf den Meter Blindschacht bezogenen Kosten beim Blindschachtbohren und beim konventionellen Teufen.

	Bohr- blind- schacht 4,75 m Dmr. DM/m	Kon- ventionelles Teufen 5 m Dmr. DM/m	Differenz DM/m
Vorbohrloch herstellen	988,3	612,5	375,8
Blindschacht teufen	4 577,9*	3 961,3	616,6

\* Einschließlich Vorschacht teufen, Montage, Demontage und Transport der Gesenkbohrmaschine.

schacht und in einem anderen rd. 400 m südlich stehenden Blindschacht von der Zeche Zollverein geleistet werden. Beide Blindschächte wurden während der Teufarbeiten mit je 2 Meßhorizonten versehen. Jeder Meßhorizont besteht aus 4 elektrischen, 4,5 m langen Meßankern, die radial zur Schachttachse eingebracht und in Streich- und Einfallensrichtung angeordnet sind. Beide Schächte stehen in gleichen Gebirgsformationen und werden in Zukunft gleichermaßen vom Abbau beeinträchtigt. Die vom Steinkohlenbergbauverein durchgeführten Messungen erfassen Gebirgsverformungen und Querschnittsveränderungen. Eine Aussage über das Verhalten beider Blindschachttypen unter Abbaueinwirkung sowie über das Maß der Unterhaltungskosten ist etwa in 2 bis 3 Jahren möglich.

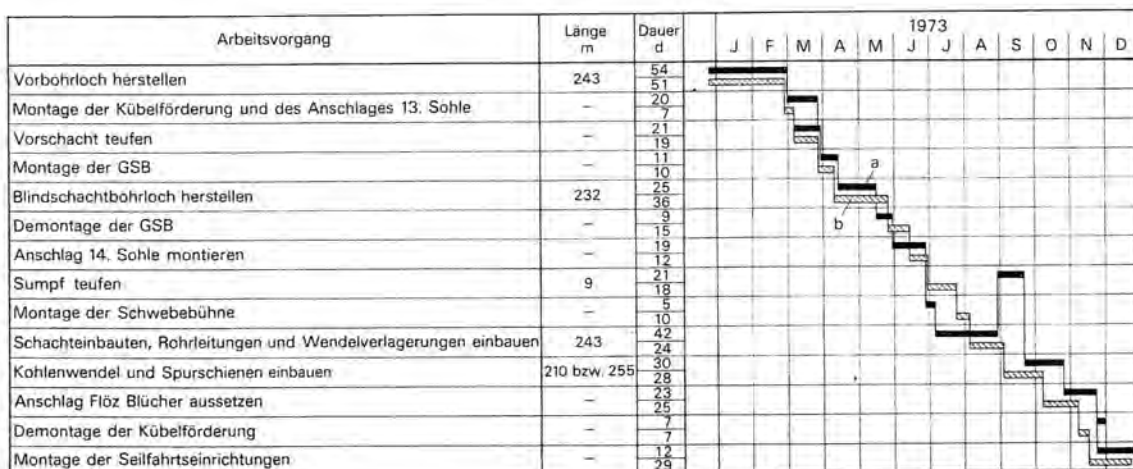
Weitere Ansätze zur Weiterentwicklung des Gesenkbohrens ergeben sich aus der Stillstands- und Kostenanalyse. Ein kostensenkender Faktor ist der verbesserte Nutzungsgrad, bezogen auf die Kalenderzeit, der bisher in rd. 3½ Jahren nur dreimal eingesetzten Gesenkbohrmaschine. Aus dem Zeitplan im Bild 8 ist erkennbar, daß ein rd. 240 m tiefes Gesenkbohrloch in 2 bis 3 Monaten herzustellen ist. Unter Berücksichtigung von Reparaturarbeiten erscheint daher eine zwei- bis dreimalige Verwendung der Maschine je Kalenderjahr als möglich bzw. erstrebenswert. Bei dieser Häufigkeit muß sich ein geringerer Maschinenmietsatz ergeben als der auf der Zeche Zollverein mit 4 250 DM/d angesetzte Betrag.

Ein weiterer kostensenkender Faktor ist die mehrmalige, aufeinanderfolgende Verwendung auf ein und derselben Zeche. Hierdurch entfällt zumindest ein Teil der Kosten für die Ab- und Anlieferung über Tage. Das aufeinanderfolgende Abbohren mehrerer Blindschächte auf einer Zeche gestattet ferner eine bessere Nutzung der Erfahrungen beim Bohrbetrieb von Aufsicht und

Belegschaft, als das zur Zeit bei einem gelegentlichen Bohrbetrieb der Fall sein kann.

Das Ziel weiterer Bemühungen zur Kostensenkung muß sein, die zeitaufwendigen Vorbereitungs- und Abschlußarbeiten zu verkürzen. Bisher werden zum Beispiel Blindschachturm und Blindschachtsumpf von Hand hergestellt. Es bleibt zu überlegen, ob die Konzeption des Blindschachtes nicht insoweit geändert werden kann, daß auch diese Blindschachtteile mit der Gesenkbohrmaschine herzustellen sind. In Anbetracht des nicht unerheblichen Zeitbedarfs für das Einbauen der Einstriche, des Fahr-schachtes sowie der Rohrleitungen erscheint es wieder interessant zu sein, diese Einbauten beim Bohren, jedoch unabhängig von der Gesenkbohrmaschine, beispielsweise von einer separaten Schwebebühne, einzubringen. Die in diesem Fall zu erwartende Massierung des Materialtransportes wird durch weitere Rationalisierungsmaßnahmen zu beherrschen sein.

Einen gewissen Einfluß auf den Umfang der vorbereitenden bergmännischen Arbeiten hat auch die Bauhöhe der Gesenkbohrmaschine von rd. 10 m. Sie erfordert zur Zeit einen rd. 11 m tiefen Vorschacht. Diese Vorschachtteufe kann verringert werden, wenn die bisher auf der Gesenkbohrmaschine mitgeführte Hydraulikanlage beispielsweise am oberen Sohlenanschlag stationär angeordnet würde. Die niedrige Bauweise hätte ferner den Vorzug, daß der beim Teufen zwischen der Bohrlochsohle und der Arbeitsbühne bestehende ausbaulose Schachtteil verkürzt würde. Ferner ergäben sich durch die Trennung der Hydraulikanlage von dem Maschinenkörper klimatische Vorteile für die Teufmannschaft. Besondere Beachtung bei der Weiterentwicklung der Gesenkbohrmaschine verdient die Optimierung des Bohrvorgangs in Verbindung mit einer Verringerung des Schneidrollenverschleißes. Dabei muß der Beseitigung des Bohrkleins von der Bohrlochsohle erhöhte Bedeutung zukommen. Hier kann gegebenenfalls durch eine größere Neigung der Bohrlochsohle oder durch eine verbesserte Räumereinrichtung Abhilfe geschaffen werden. Zur Optimierung des Bohrvorganges ist es notwendig, Andruck und Drehzahl ohne besonderen Aufwand während des Bohrens zu verändern, vielleicht sogar automatisch zu regeln. Möglichkeiten zu einer entsprechenden Drehzahlregelung müßten an der zur Zeit im Betrieb befindlichen Maschine noch geschaffen werden. — Eine optimale Gestaltung des Bohrvorganges kann sich ferner positiv auf die Staubentwicklung bzw. auf den Staubgehalt der Abwetter auswirken, dies auch in Abhängigkeit von einer zweckmäßigen Bedüsung der Schneidrollen.



a Ist-Werte b Plan-Werte

Bild 8. Zeitlicher Ablauf der Arbeiten beim Blindschachtbohren.

### Zusammenfassung

Nach zwei Einsätzen der Gesenkbohrmaschine GSB-450/500 der A. Wirth & Co. KG in verhältnismäßig milden Gesteinsformationen wurde durch das Auffahren des Bohrblindschachtes auf der Zeche Zollverein der Nachweis erbracht, daß bereits mit dem umgebauten Prototyp dieser Maschine auch in festem, abrasivem Gebirge Bohrgeschwindigkeiten bis zu 19,5 m/d bei Durchschnittswerten von rd. 10 m/d erreicht werden können. Betriebsstillstände entstanden beim Teufen hauptsächlich durch hohen Verschleiß an den Schneidrollen, teils bedingt durch den hohen Sandsteinanteil, teils bedingt durch die Nachzerkleinerung des Bohrguts auf der Bohrlochsohle, ferner durch Undichtigkeiten im Hydrauliksystem der Gesenkbohrmaschine.

Die Kosten des Bohrgesenks werden den Kosten eines konventionell geteufte Blindschachtes gleicher Teufe gegenübergestellt, der in gleichen Gebirgsformationen steht, jedoch einen um 0,25 m größeren Durchmesser aufweist. Die Kostendifferenz von rd.

226000 DM, um die der Bohrblindschacht teurer ist als der konventionell geteufte Blindschacht, ist mit weniger als 10% der Gesamtsumme verhältnismäßig gering. Unter Berücksichtigung möglicher Kostensenkungen kann für weitere Vorhaben mit einer Verringerung der Kostendifferenz zugunsten des Bohrblindschachtes gerechnet werden.

### Quellennachweis

1. Schmidt, E. G., und E. Hesse: Planung und Ausführung eines Bohrblindschachtes mit 4,5 m Dmr. Glückauf 106 (1970) S. 1230/35.
2. Otto, U.: Vollmechanisches Teufen eines Blindschachtes. Glückauf 107 (1971) S. 921/23.
3. Wollers, K.: Das Teufen von Blindschächten mit einer gestängelosen Gesenkbohrmaschine. Glückauf 108 (1972) S. 933/36.
4. Radlimgmayer, K., und F. Brandt: Das Teufen eines Bohrblindschachtes von 4,5 m Dmr. auf der Grube Emil Mayrisch. Glückauf 108 (1972) S. 1182/88.
5. Barking, H.: Erfahrungen beim Teufen eines Bohrblindschachtes von 5 m Dmr. auf dem Verbundbergwerk Walsum. Glückauf 109 (1973) S. 1023/29.



