



DECKBLATT

Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N A A N	N N N N N N N N N N	N N N N N N	X A A X X	A A	N N N N	N N
9K	351314.30	-----	JDB	RB	0001	00

Titel der Unterlage: <p style="text-align: center;">Gutachten über Qualitäten von Brems- einrichtungen an Fördermaschinen</p> <p style="text-align: right;">lfd.-Nr. 000.03</p>	Seite: I
	Stand: Mai 84
Ersteller: WBK	Textnummer:

Stempelfeld:

PSP-Element TP...2:1:238	zu Plan-Kapitel: 3.2.4.4						
	<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">Pl. </td> <td style="text-align: center;">Pl. </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">08/08/89</td> <td style="text-align: center;">05/08/89</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Freigabe für Behörden</td> <td style="text-align: center;">Freigabe im Projekt</td> </tr> </table>	Pl.	Pl.	08/08/89	05/08/89	Freigabe für Behörden	Freigabe im Projekt
Pl.	Pl.						
08/08/89	05/08/89						
Freigabe für Behörden	Freigabe im Projekt						

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der PTB.

WESTFÄLISCHE BERGGEWERKSCHAFTSKASSE

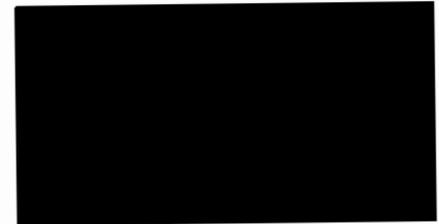
Bergmännische Schul-, Prüf- und Forschungsanstalten



SEILPRÜFSTELLE
INSTITUT FÜR FÖRDERTECHNIK UND WERKSTOFFKUNDE

Institutsleiter: [REDACTED]

Der Sachverständige: Dipl.-Ing. Morisse



G u t a c h t e n ü b e r

Qualitäten von Bremseinrichtungen an Fördermaschinen

im Auftrage der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt,
Braunschweig, vom 13.3.1984

(Nummer der Teilaufgabe: 2224.03)

Qualitäten von Bremsenrichtungen
an Fördermaschinen

- 1 Bestimmungen der Bergbehörde und technische Anforderungen
 - 1.1 Wesentliche konstruktive Maßnahmen
 - 1.2 Steuerungen
 - 1.3 Bremswirkungen
- 2 Bauarten von Fördermaschinenbremsen
 - 2.1 Aufbau und Wirkungsweise von elektropneumatisch gesteuerten Druckluftschnellschlußbremsen als Trommelbremsen mit Gestänge
 - 2.2 Aufbau und Wirkungsweise von elektrohydraulisch gesteuerten Scheibenbremsen ohne Gestänge
- 3 Der Seilprüfstelle bekannte Störfälle an Bremsenrichtungen von Fördermaschinen
- 4 Beurteilung der aufgeführten Bremsenrichtungen anhand der aufgezeichneten Störfälle
- 5 Empfehlungen und Verbesserungsvorschläge für die Ausführung von Bremsenrichtungen für Fördermaschinen von Einlagerungsschächten

Blatt 3 zum Gutachten vom 17.5.1984

Qualitäten von Bremseinrichtungen an Fördermaschinen *)

1. Bestimmungen der Bergbehörde und technische Anforderungen

1.1 Wesentliche konstruktive Maßnahmen

- 1.1.1 Mindestens zwei Bremseinrichtungen werden gefordert; davon muß eine als Sicherheitsbremse unmittelbar auf den Seilträger wirken.

Bremseinrichtungen bestehen aus Elementen für die Krafterzeugung mit Steuerung, Bremsbacken und Bremsflächen sowie gegebenenfalls Gestänge. Die Sicherheitsbremse ist eine Bremseinrichtung, deren Bremskraft durch die gespeicherte Kraft von Gewichten oder Federn erzeugt wird, also nicht ausfallen kann. Die zweite der geforderten beiden Bremseinrichtungen darf eine Fahrbremse sein, deren Kraftversorgung ausfallen kann. Diese Störung muß durch die geforderte Sicherheitsbremse überwacht werden.

- 1.1.2 Bei Anlagen mit zwei Trommeln oder zwei Bobinen genügen zwei Bremseinrichtungen insgesamt. Mindestens eine Einrichtung muß als Sicherheitsbremse auf beide Seilträger wirken.

*) Die Bremseinrichtungen von Förderhäspeln unterliegen z.T. anderen Kriterien und sind entsprechend konstruiert, daher wurden sie im Abschnitt 1 und 2 nicht berücksichtigt.

Blatt 4 zum Gutachten vom 17.5.1984

- 1.1.3 Bei Verwendung von gestängelosen Scheibenbremsen sind mindestens zwei Krafterzeugerpaare am Seilträger erforderlich. Die Summe der Krafterzeugerpaare gilt als eine Bremseinrichtung. Eine zweite ist nicht gefordert, wenn es sich um steuerbare Auslaßbremsen handelt.
- 1.1.4 Das Bremsgestänge von den beiden geforderten Bremseinrichtungen darf teilweise vereinigt sein, soweit es sich nicht um Elemente handelt, die auf Zug beansprucht werden.
- 1.1.5 An die Qualitäten der verwendeten Werkstoffe und auszuführenden Bearbeitungen werden hohe Anforderungen gestellt, die im Einzelnen festgelegt sind.
- 1.1.6 Die mechanischen Festigkeiten müssen in der Regel den größten Kräften mit mindestens 3facher Sicherheit, bezogen auf die Streckgrenze, entsprechen.
- 1.1.7 Die Bremsbeläge müssen mindestens zwei kurz aufeinander folgende Sicherheitsbremsungen beim Einhängen mit größter betriebsüblicher Überlast aus der Höchstgeschwindigkeit aushalten können, ohne zerstört zu werden.
- 1.2 Steuerungen
 - 1.2.1 Die Steuerungen der beiden Bremseinrichtungen müssen unabhängig voneinander sein.
 - 1.2.2 Mindestens eine der beiden Bremseinrichtungen muß kraftregelbar sein (Fahrbremse). Die zweite Bremseinrichtung darf regelbar sein (Sicherheitsbremse).

Blatt 5 zum Gutachten vom 17.5.1984

1.2.3 Auslaßventile von Sicherheitsbremsen müssen doppelt vorhanden sein.

1.2.4 Bei gestängelosen Scheibenbremsen als Auslaßbremsen gilt die Summe der Krafterzeugerpaare als Fahrbremse und zugleich als Sicherheitsbremse. Infolgedesem muß diese Bremseinrichtung regelbar sein und dabei den steuertechnischen Anforderungen sowohl einer Fahrbremse als auch einer Sicherheitsbremse entsprechen.

1.3 Bremswirkungen

1.3.1 Beide geforderten Bremseinrichtungen müssen jede für sich die größte betriebsübliche Überlast mit mindestens 3facher Sicherheit im Stillstand halten. Hierbei ist der Reibwert zwischen Bremsbelag und -fläche mit 0,4 anzusetzen.

1.3.2 Die geforderten dynamischen Bremswirkungen sind folgende:

Fahrbremse:

mindestens 2 m/s^2 beim Einhängen der größten betriebsüblichen Überlast

Sicherheitsbremse:

zwischen $1,2$ und $2,5 \text{ m/s}^2$ unter den gleichen Verhältnissen wie oben.

Der genaue Wert bei Treibscheibenanlagen ergibt sich aus der gerechneten ungünstigsten Seilrutschgrenze abzüglich 10% unter der Annahme, daß ein zugelassenes Seilrillenfutter mit einem Reibwert von 0,25 eingesetzt wird.

Blatt 6 zum Gutachten vom 17.5.1984

Bei Trommel- oder Bobinenanlagen darf diese Verzögerung höchstens 4 m/s^2 betragen, bei Abteufanlagen sowie eintrümmigen Anlagen höchstens 6 m/s^2 .

1.3.3 Bei Anlagen mit versteckbaren Bobinen oder Trommeln braucht die auf beide Seilträger wirkende Bremse jede Trommel oder Bobine bei leeren Fördermitteln nur mit mindestens 1,5facher Sicherheit zu halten.

1.3.4 Weil gestängelose Scheibenbremsen bisher stets hydraulische Auslaßbremsen mit dem Charakter von Sicherheitsbremsen sind, gelten die geforderten Bremswirkungen nicht für jedes der geforderten beiden Krafterzeugerpaare sondern nur für sämtliche Bremskrafterzeuger zusammen.

2.1 Aufbau und Wirkungsweise von elektropneumatisch gesteuerten Druckluftschnellschlußbremsen als Trommelbremsen mit Gestänge

2.1.1 Hersteller: AEG, Frankfurt

2.1.1.1 Wesentliche Konstruktionselemente

Die Treibscheibe (Trommel bzw. Bobine) hat zwei Bremsen mit je einem Backenpaar und je einer Zugstange. Zum weiteren Gestänge gehören eine Bremswelle mit einem großen Hebel und zwei kleinen Hebeln, die fest mit der Welle verbunden sind. Die Welle ist auf der

Außenseite der rechten beiden Backen drehbar gelagert (vgl. Abb.1). Eine für beide Backenpaare nur einmal vorhandene Druckstange verbindet die Bremse mit dem Krafterzeuger, dem Bremsapparat ("das Gestänge darf teilweise vereinigt sein.."). Diese Konstruktion der Backen mit Gestänge ist in der Bundesrepublik fast ausschließlich anzutreffen.

Der sog. Bremsapparat zur Erzeugung der Bremskräfte ist dagegen firmenspezifisch. Der Fahrbremskolben der Einlaßbremse wird von unten mit Druckluft beaufschlagt und gibt seine Kraft über eine Stange an den großen Bremshebel ab. Die pneumatische Auslaßsicherheitsbremse entwickelt ihre Kraft, indem die Zuluft zum Fahrbremszylinder abgesperrt und der Druckluftinhalt des Sicherheitsbremshaltezylinders auf beide Zylinder verteilt wird. Hierbei wirkt das Gewicht als Kraftspeicher für die eingeschlossene Luft.

Nach gewisser Zeit ist der abgeschlossene Luftraum beider Zylinder durch Leckverluste überdrucklos geworden, so daß die Gewichtskraft unmittelbar und ohne Krafteinbruch wirksam wird. Dabei sinkt das Gewicht ab, und ein Rohr als Druckstange gibt die Kraft über einen Mitnehmer an den großen Bremshebel weiter.

Trommelbremsen mit Gestänge

Steuerung:

- Fh Fahrbremshebel
 Stellung 0: Fahrbremse fest
 Stellung I: Fahrbremse gelöst
 - DGM Mechanischbetätigter Druckgeber x)
 - F Druckfeder
 - e Einlaßventil des Druckgebers
 - a Auslaßventil des Druckgebers
 - V6 Dreivegehaahn
 - K1 Nockenschalter am Sicherheitsbremshebel
 - BR Bremsdruckregler
 - E Einlaßventil des Bremsdruckreglers
 - A Auslaßventil des Bremsdruckreglers
 - V1 }
 V2 } Magnetventile für Sicherheitsbremse
 V3 }
 - K2 Kontakte des Sicherheitsbremssschützes
 - FZ Fahrbremsszylinder
 - HZ Hubzylinder
 - D2 Druckminderer zum Einstellen des Sicherheitsbremsdruckes
 - B Bremshubüberwachungsschalter
 - US Mindestdruckschalter
- x) wahlweise elektrischer Druckgeber

Konstruktion:

- 2 Backenpaare (m)
- 2 Backenzugstangen (l)
- 2 kleine Bremshebel (n)
- 1 großer Bremshebel (p)
- vordere Bremswelle (q)
- hintere Bremswelle (r)
- 1 Bremsapparat (s)

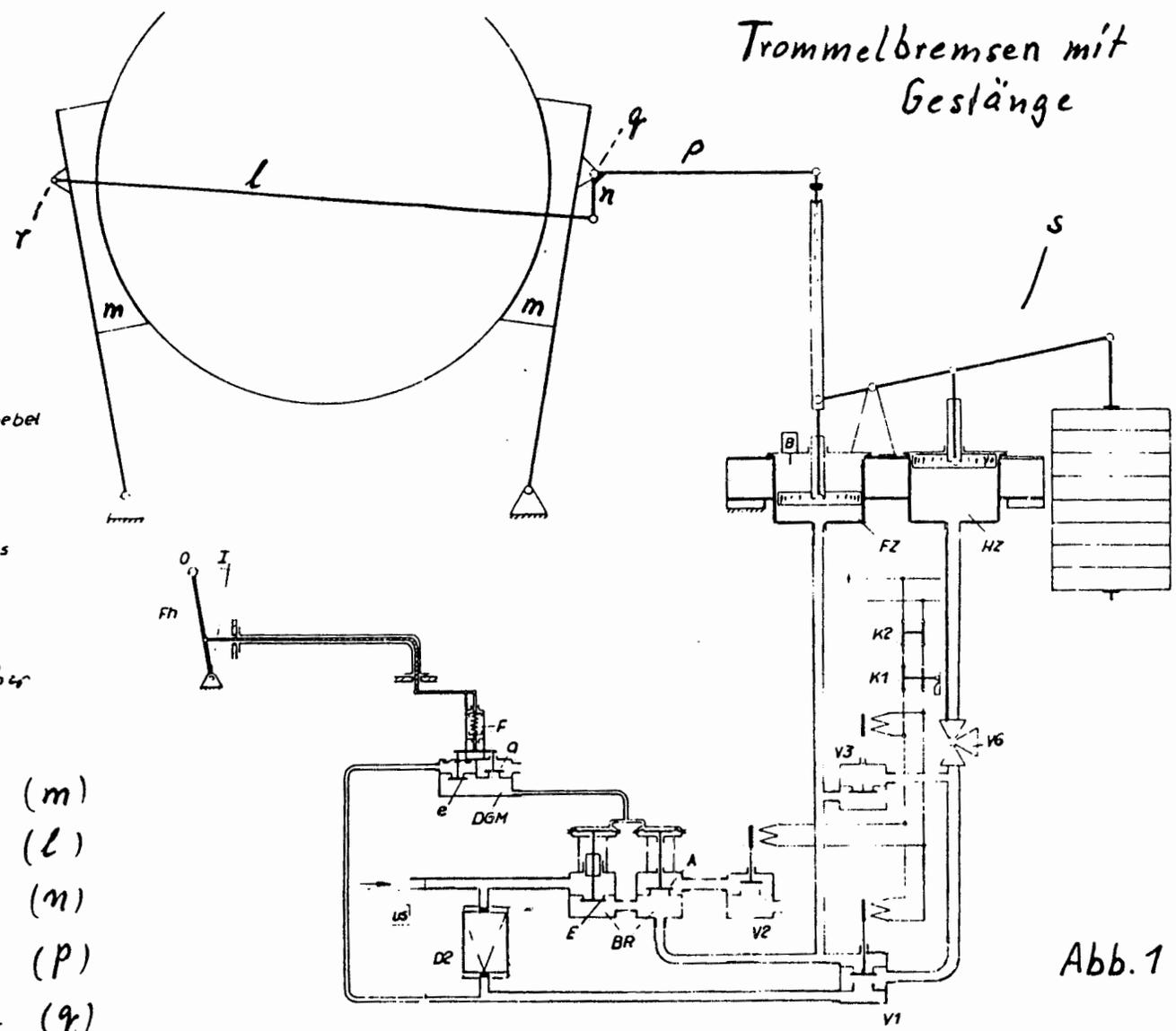


Abb. 1

Gezeichneter Zustand
 Fahrbremse fest
 Sicherheitsbremse gelöst

AEG Frankfurt
 pneumatische Einlaßfahrbremse
 und Auslaßsicherheitsbremse

2.1.1.2 Steuerung

Über den Fahrbremshebel wird ein Steuerdruckgeber DGM bewegt, der den Bremsdruckregler BR steuert. Damit ist die geforderte Regelbarkeit "mindestens einer" Bremskraft gegeben. Gebräuchlich sind sowohl mechanisch als auch elektrisch bewegte Steuerdruckgeber. Die Steuerung der Sicherheitsbremse geschieht unabhängig von der der Fahrbremse. Die der Seilrutschgrenze angepaßte Sicherheitsbremskraft wird elektrisch ausgelöst durch die Kontakte K 2 über den Sicherheitsstromkreis oder durch die Kontakte K 1 über den Sicherheitsbremshebel. In beiden Fällen werden die drei Ruhestromventile V 1, V 2 und V 3 zweipolig vom Netz getrennt und spannungslos. Die Ventile V 1 und V 3 verbinden zweikanalig die beiden Bremszylinder miteinander. Das Ventil V 2 sperrt den Ausgang ins Freie.

Würde Ventil V 2 versagen, käme das Bremsgewicht sofort zur Wirkung. Kennzeichnende Merkmale für die Gesamtkonstruktion sind:

Wenige und einfache Steuerelemente für das Entstehen der Sicherheitsbremskraft ohne Hilfe von Steuerelementen der Fahrbremse

und der fast stetige Übergang von der Luftkraft zur Gewichtskraft.

Die Größe der Sicherheitsbremskraft, vorgegeben durch die Seilrutschgrenze bei Treibscheibenanlagen, wird durch die Größe des Bremsgewichts in Verbindung mit den Abmessungen der Hebel und Zylinder erreicht. Da die Gewichtskraft andererseits mindestens dreifache statische

Sicherheit bringen muß, sind bei einigen Fällen Anpassungen der o.a. Hebellängen und Zylinderdurchmesser notwendig. Probleme entstehen jedoch nicht, weil die Bremswirkungsberechnung von vornherein vorliegt.

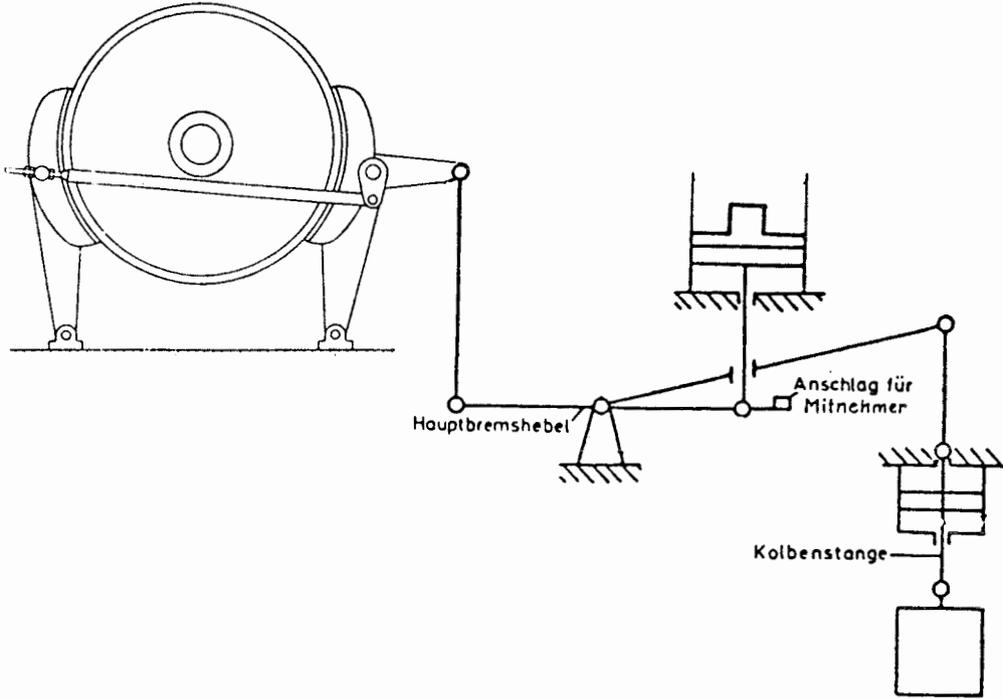
2.1.2 Hersteller: BBC Mannheim

2.1.2.1 Wesentliche Konstruktionselemente

Der Fahrbremskolben der Einlaßbremse wird von oben beaufschlagt und gibt seine Kraft über einen Umlenkebel mit gleichlangen Hebelarmen und eine Druckstange an den großen Bremshebel ab. Von dort beginnt wieder die gleiche Hebel- bzw. Gestängekonstruktion wie bei fast allen Fördermaschinen in der Bundesrepublik (vgl. Abb. 2).

Die pneumatische Sicherheitsauslaßbremse entwickelt ihre Kraft, indem das gesteuert fallende Gewicht über einen Mitnehmer in das Fahrbremsgestänge eingreift. Gleichzeitig wird mit der auströmenden Luft der Bremsdruckregler für die Fahrbremse angesteuert. Wird bei aufliegender Fahrbremse die Sicherheitsbremse ausgelöst, addieren sich die Bremskräfte.

Irommelbremsen mit Gestänge



Konstruktion

Steuerung

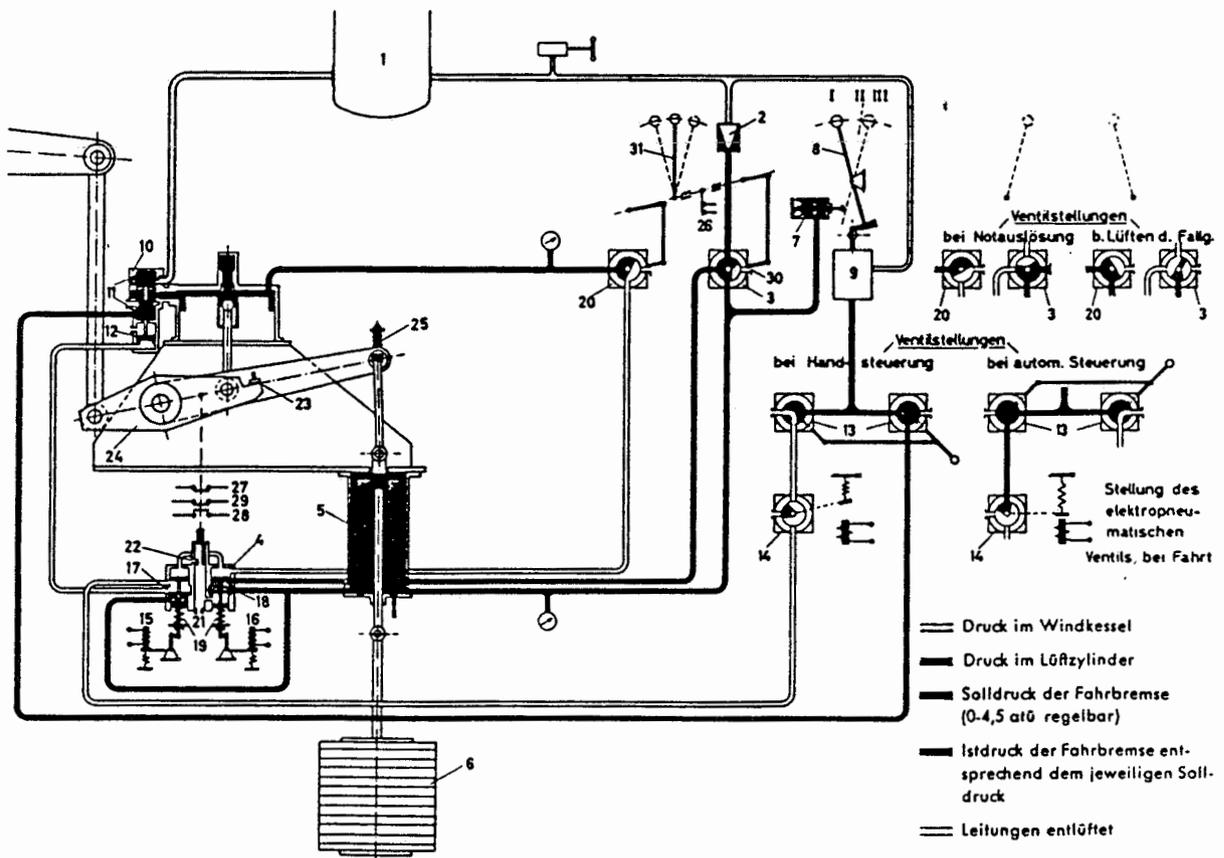


Abb. 2

BBC Mannheim
pneumatische Einlaßfahrbremse
und Auslaßsicherheitsbremse

Blatt 12 zum Gutachten vom 17.5.1984

2.1.2.2 Steuerung

Der Fahrbremshebel gibt einen Steuerdruck für die Aussteuerung des Kolbenbremsdruckreglers vor. Damit ist die Regelbarkeit gegeben.

Bei Auslösung der Sicherheitsbremse wird sowohl die Luft aus dem Haltezylinder ins Freie gelassen als auch mit ihr der Bremsdruckregler für die Fahrbremse angesteuert.

Die Bremskraft der Fahrbremse entspricht dabei der Bremskraft des Gewichtes. Eine Anpassung der Bremskraft sowohl an die Seilrutschgrenze als auch nach gewisser Zeit an die 3fache Sicherheit, wie seit 1978 gefordert, ist nicht möglich. Mit Hilfe der Fahrbremse kann jedoch die Bremskraft vergrößert, hier schließlich können beide addiert werden.

2.1.3 Hersteller: Siemens AG, Erlangen

2.1.3.1 Wesentliche Konstruktionselemente

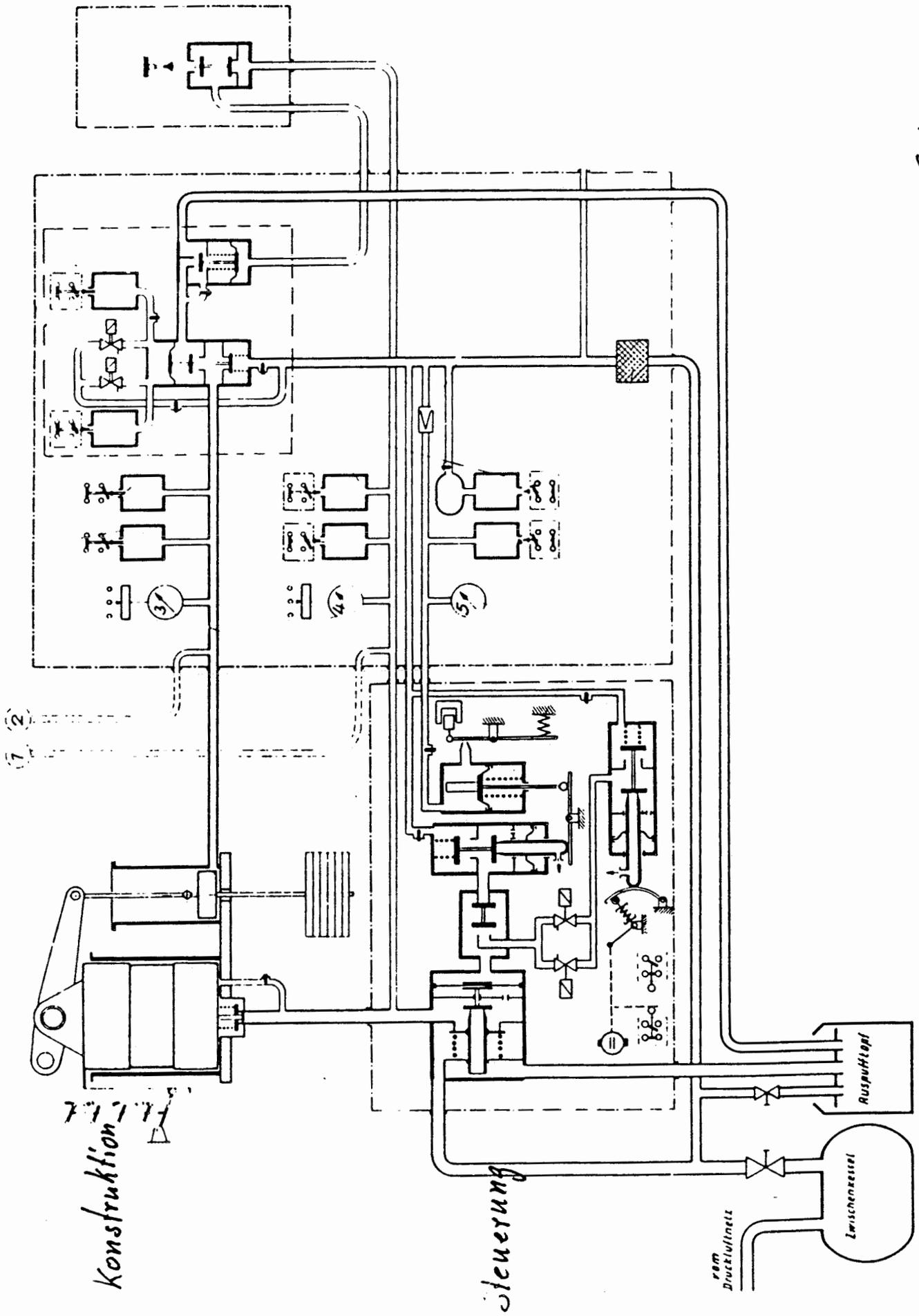
Der Fahrbremskolben der Einlaßbremse wird von unten beaufschlagt. Die Kraft wird über einen Differentialhebel, einen Zentralabtriebsbolzen und eine Druckstange an den Hauptbremshebel geführt. Hierbei bewegt sich der Differentialhebel drehend um das Hebelende über dem Haltezylinder des Gewichtes (vgl. Abb. 3).

Die pneumatische Sicherheitsauslaßbremse erzeugt ihre Kraft, indem das Gewicht gedrosselt langsam sinkt und dabei den Differentialhebel um den Drehpunkt über dem

WESTFÄLISCHE BERGGEWERKSCHAFTSKASSE
Sollprüfstelle · Institut für Fördertechnik und Werkstoffkunde

Blatt 13 zum Gutachten vom 17.5.1984

Fahrbremskolben dreht. Die Druckstange überträgt die Kraft auf die Bremsbacken wie bei allen o.a. Konstruktionen. Additionen der Bremskräfte sind mit Vorbedacht durch die Wirkung des Differentialhebels ausgeschlossen.



Siemens Erlangen
 pneumatische Einlaßsicherheitsbremse
 und Auslaßsicherheitsbremse

Abb. 3

2.1.3.2 Steuerung

Der Fahrbremshebel bewegt entweder einen Steuerdruckgeber oder einen elektrischen Sollwertgeber mit elektropneumatischem Umformer für die Beaufschlagung eines Membranbremsdruckreglers.

Die der Seilrutschgrenze angepaßte Sicherheitsbremskraft wird dadurch erreicht, daß beim Auslösen der Sicherheitsbremse zwei Ventile einen bestimmten Teildruck zum Fahrbremsdruckregler geben und zwei andere Ventile zugleich den Haltezylinder gedrosselt entlüften.

Die definierte Fahrbremskraft steht also sofort zur Verfügung, während die Gewichtskraft sicherheitlich in Reserve bleibt. Am Ende des Bremsvorganges der Fördermaschine ist das Gewicht abgesunken und gibt die Bremskraft mit mindestens 3facher statischer Sicherheit ab. Der Differentialhebel sorgt dafür, daß in allen Zwischenstadien stets die größere der beiden Bremskräfte, Fahr- oder Sicherheitsbremskraft, wirksam ist.

2.2 Aufbau und Wirkungsweise von elektrohydraulisch gesteuerten Scheibenbremsen ohne Gestänge

2.2.1 Hersteller: ASEA-Hägglund, Västerås (Schweden) (Steuerung MAN - GHH) (vgl. Abb. 4)

2.2.1.1 Wesentliche Konstruktionselemente

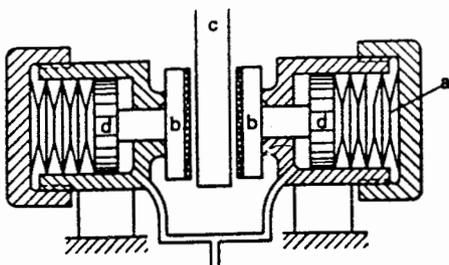
Mehrere Bremskrafterzeuger sind an einem Ständer befestigt, der stirnseitig vor der Bremsscheibe im Fundament verankert ist. Die Bremskrafterzeuger greifen paarweise zangenförmig unmittelbar an die Bremsscheibe. Bei größeren Anlagen sind zwei Bremsscheiben mit je ein oder zwei Ständern üblich.

Tellerfedern üben die Bremskraft aus. Die beim Bremsen durch die drehende Bremsscheibe verursachten tangentialen Schubkräfte auf die Bremsbeläge werden weitgehend von je einem Führungskolben aufgenommen und von dem eigentlichen Druckkolben mit Bolzen ferngehalten.

Gelüftet wird der Krafterzeuger durch Drucköl von einer Hydraulikpumpanlage. Es handelt sich also um ein Auslaßbremssystem mit dem Charakter einer Sicherheitsbremse.

Scheibenbremsen ohne Gestänge

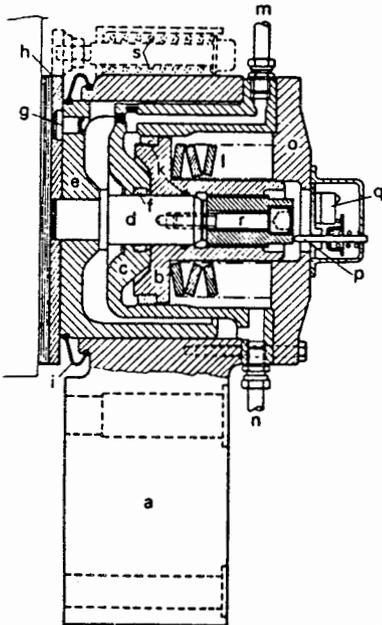
Prinzip



Drucköl
von der Bremsensteuerung

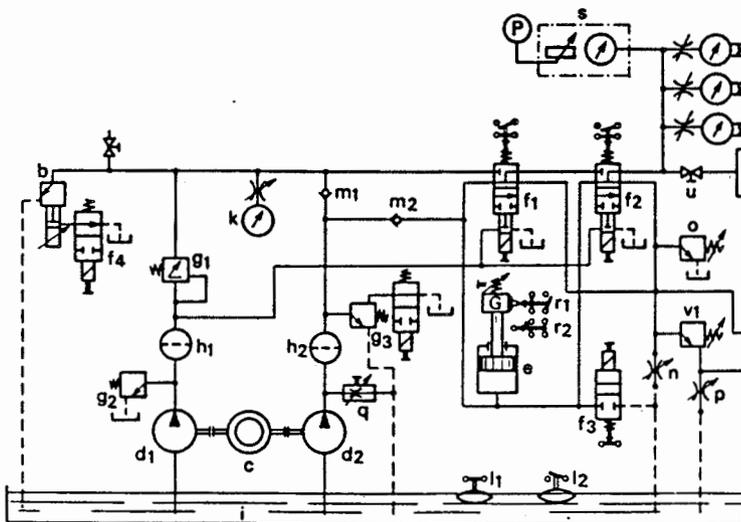
- a Tellerfedern b Bremsbacken c Bremscheibe d Kolben

Konstruktion



- a Gehäuse mit Führungszylinder
b Druckkolben
c Bremszylinder
d Druckbolzen
e Führungskolben
f Dichtung
g Verdrehsicherung
h Bremsbacke mit Bremsbelag
i Schutzbalg
k Dichtungen
l Tellerfeder
m Druckölananschluß
n Leckölananschluß
o Rückwand
p Verschleißanzeigestift
q Mikroschalter
r Stellschraube
s Rückholfeder

Steuerung (MAN-GHH)



- a Bremsenlement
b Elektrohydraulisches Regelventil
c Elektromotor
d₁ Pumpe mit kleiner Fördermenge für Druckhaltung
d₂ Pumpe mit großer Fördermenge für schnelles Lüften
e Gewichtsbelasteter Speicher für Druckhaltung
f₁, f₂ Steuerschieber (Sicherheitsbremse)
f₃ Steuerschieber (Entleerung Speicher)
f₄ Steuerschieber (Lüftdruck Null)
g₁ Druckbegrenzungsventil (Steuerkreis)
g₂ Druckbegrenzungsventil (Pumpe d₁)
g₃ Druckbegrenzungsventil (druckloser Umlauf der Pumpe d₂)
h₁, h₂ Druckfeinfilter
i Ölbehälter
k Manometer (Lüftdruck)
l₁, l₂ Schwimmerschalter (Ölstandüberwachung)
m₁, m₂ Rückschlagventile
n Einstellbares Drosselventil (Sicherheitsbremszeit)
o Druckbegrenzungsventil (Anliegen der Bremsbacken bei Sicherheitsbremse)
p Einstellbares Drosselventil
q Mengenreguliertventil
r₁, r₂ Endschalter für Speicher
s Elektrisches Fernmanometer (Bremskraftanzeige)
t Druckwächter
u Absperrhahn
v₁, v₂ Druckbegrenzungsventile

MAN-GHH Oberhausen - Sterkrade;

Ab. 4

ASEA - Hägglund Västerås
hydraulische Auslaßsicherheitsbre
zugleich Auslaßfahrbremse

2.2.1.2 Steuerung

Hersteller: MAN - GHH, Oberhausen-Sterkrade

Die Steuerung der Scheibenbremse geschieht über ein elektrohydraulisches Regelventil. Dabei handelt es sich um den Einsatz als regelbare Fahrbremse. Zwei Pumpen fördern Öl zunächst im Kurzschluß durch das offene Regelventil. Beim Lüften der Bremse wird mehr und mehr Drucköl den Krafterzeugern zugeführt und die Tellerfedern werden zusammengedrückt. Bei vollem Öldruck ist die Bremse geöffnet.

Die der Seilrutschgrenze angepaßte Sicherheitsbremskraft wird wie folgt erreicht:

Zwei elektrisch gesteuerte Hydraulikschieber unterbrechen die Leitung zum Regelventil und verbinden die Krafterzeuger über Druckbegrenzungsventile und eine Drossel mit dem Auslaß. Parallel wird ein Druckspeicher wirksam, der gewisse Zeit einen Restdruck aufrecht erhält.

Auf diese Weise entsteht für die Zeit des Bremsvorganges der Fördermaschine die reduzierte Sicherheitsbremskraft. Anschließend wird über die Drossel das System drucklos und die volle Bremskraft wirksam.

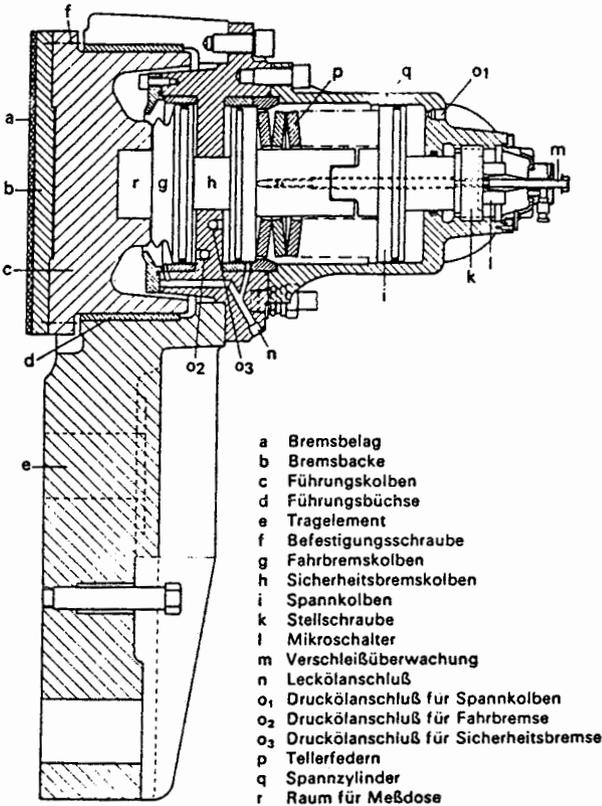
2.2.2 Hersteller: BBC-Rheinstahl (vgl. Abb. 5)

2.2.2.1 Wesentliche Konstruktionselemente

Es handelt sich bei dieser Bremseinrichtung um eine kombinierte Ein- und Auslaßbremse. Unmittelbar am Bremsbelag befindet sich eine hydraulisch beaufschlagte Einlaßfahrbremse. Über ein Regelventil wird die Einlaßbremse mit Drucköl versorgt und übt eine Bremskraft

entsprechend dem zugeführten Drucköl aus. Im Falle der Sicherheitsbremsung werden die Druckölräume von Fahr- und Federkraftsicherheitsbremse verbunden, so daß immer die größere von beiden Kräften, Drucköl oder Tellerfedern, zur Wirkung kommt.

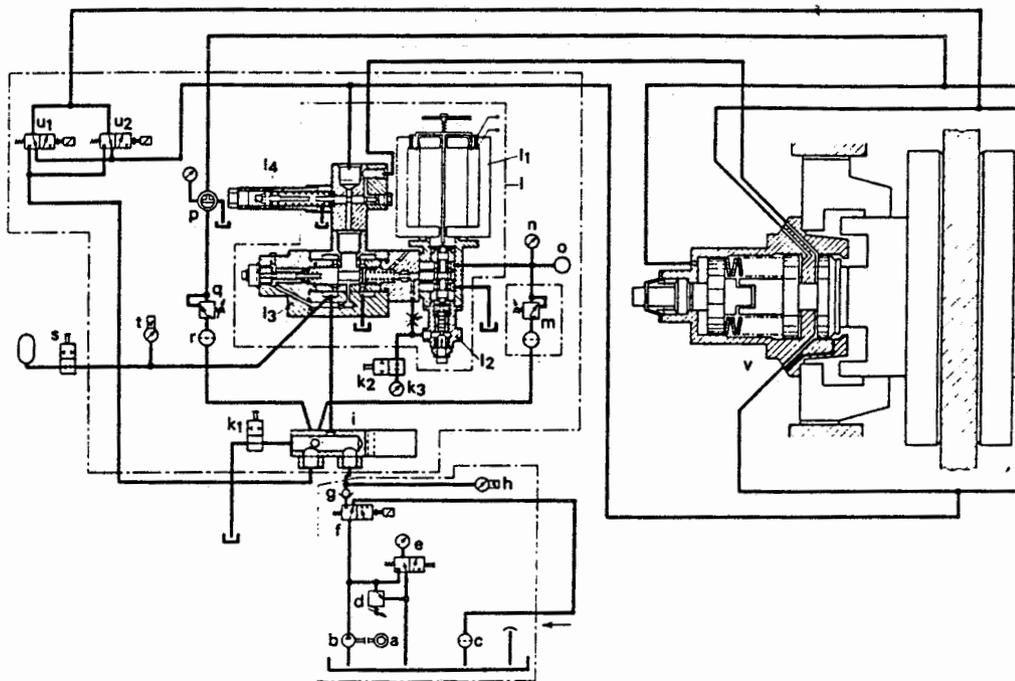
Scheibenbremsen ohne Gestänge



Konstruktion

- a Bremsbelag
- b Bremsbacke
- c Führungskolben
- d Führungsbüchse
- e Tragelement
- f Befestigungsschraube
- g Fahrbremskolben
- h Sicherheitsbremskolben
- i Spannkolben
- k Stellschraube
- l Mikroschalter
- m Verschleißüberwachung
- n Leckölanschluß
- o₁ Druckölanschluß für Spannkolben
- o₂ Druckölanschluß für Fahrbremse
- o₃ Druckölanschluß für Sicherheitsbremse
- p Tellerfedern
- q Spannzylinder
- r Raum für Meßdose

Steuerung



- | | | |
|-----------------------------------|---|---|
| a Elektromotor | k ₁ Absperrventil | o Niederdruckspeicher |
| b Ölpumpe | k ₂ , k ₃ Absperrventile mit Manometer „Vorsteuerdruck“ | p 3-Wege-Hand-Umschaltventil |
| c Feinfilter | l Transmitter | q Druckbegrenzungsventil |
| d Druckbegrenzungsventil | l ₁ Tauchspule | r Filter |
| e Umschaltventil mit Druckwächter | l ₂ Vorsteuersystem | s Hochdruckspeicher mit Absperrventil |
| f Elektrisches Umschaltventil | l ₃ Hauptsteuersystem | t Mindestdruckschalter |
| g Rückschlagventil | l ₄ Regelbare Blende | u ₁ , u ₂ Umschaltventile (Sicherheitsbremse) |
| h Kontaktmanometer | m Druckminderventil | v Bremsselement |
| i Verteiler | n Manometer | |

Abb. 5

BBC - Rheinstahl
hydraulische Auslaßsicherheitsbremse
und Einlaßfahrbremse

2.2.2.2 Steuerung

Die Bremskraft der Fahrbremse wird vom Bremshebel über eine Tauchspule, ein Vorsteuersystem und einen Hauptregler gesteuert. Das Tauchspulensystem ist so ausgelegt, daß bei Spannung Null sich die auf die Seilrutschgrenze abgestimmte Teilbremskraft einstellt. Im Falle der Sicherheitsbremsauslösung schalten zwei parallel liegende Umschaltventile die Zylinderräume von Fahr- und Sicherheitsbremse zusammen. Zugleich stellt sich die Spannung der Tauchspule auf Null, so daß die reduzierte Sicherheitsbremskraft ansteht. Anschließend wird mit sinkendem Öldruck die volle Federbremskraft wirksam.

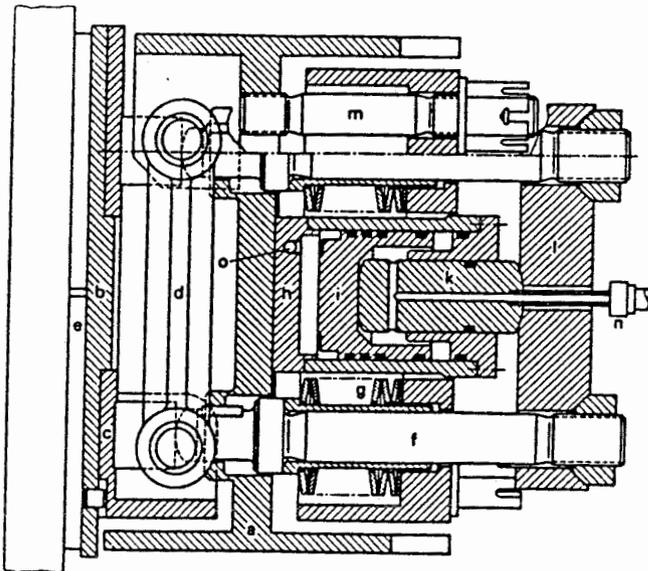
2.2.3 Hersteller: Siemens AG, Erlangen (vgl. Abb. 6)

2.2.3.1 Wesentliche Konstruktionselemente

Die Bremskrafterzeuger für Scheibenbremsen Bauart Siemens sind im Prinzip ähnlich aufgebaut wie die von ASEA und GHH.

Es handelt sich um Auslaßbremsen, hydraulisch gelüftet und über Tellerfedern geschlossen, die sowohl regelbare Fahrbremsen als auch Sicherheitsbremsen sind. Die tangentialen Schubkräfte werden jedoch nicht von einem Führungskolben aufgenommen sondern von einer Führungslasche. Die je nach Drehrichtung auf Druck oder Zug beim Bremsen beanspruchte Lasche ermöglicht es, den Bremskrafterzeuger abzuklappen. Zwei Druckbolzen übertragen die Bremskraft von den Tellerfedern auf den Bremsbelag.

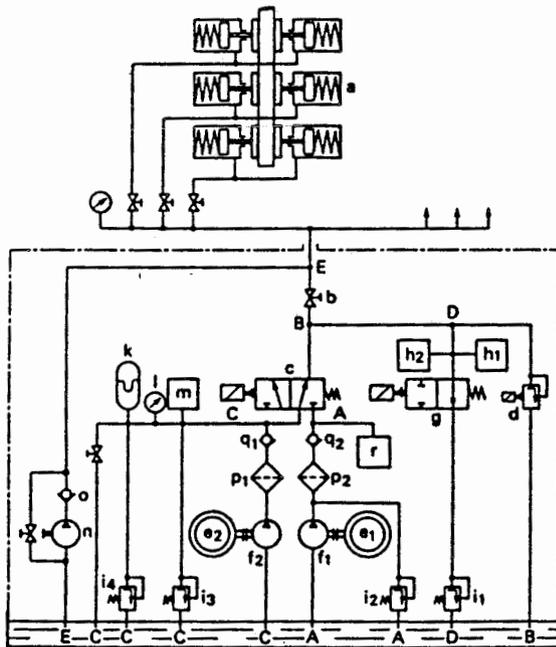
Scheibenbremsen ohne Gestänge



Konstruktion

- | | | |
|------------------|---------------------|-------------------|
| a Grundrahmen | f Zug + Druckbolzen | l Zugplatte |
| b Bremsbacke | g Tellerfedern | m Stellschrauben |
| c Druckplatte | h Druckzylinder | n Leckölanschluß |
| d Führungslasche | i Kolben | o Druckölanschluß |
| e Bremsbelag | k Stößel | |

Steuerung



- | | |
|--|---|
| a Bremsenlemente | k Hydropspeicher |
| b Handventil | l Manometer |
| c Magnetventil (Umschaltventil) | m Druckwächter |
| d Regelventil (elektrisch) | n Handpumpe |
| e ₁ , e ₂ Elektromotoren | o Rückschlagventil |
| f ₁ , f ₂ Ölpumpen | p ₁ , p ₂ Ölfilter |
| g Magnetventil | q ₁ , q ₂ Rückschlagventile |
| h ₁ , h ₂ Druckwächter | r Druckwächter |
| i ₁ ...i ₄ Druckbegrenzungsventile | |

Abb. 6

Siemens Erlangen
hydraulische Ausfallsicherheitsbrems-
zugleich Auslaßfahrbremse

2.2.3.2 Steuerung

Über ein elektrohydraulisches Regelventil lassen sich die Federbremskräfte bei der Benutzung der Bremsvorrichtung als Fahrbremse stetig regeln.

Bei einem Spannungsausfall tritt Sicherheitsbremsung ein. Geschieht dies während des Treibens bei gelüfteten Bremsbacken, wird die Steuerspannung für das Regelventil mit Hilfe eines Kondensators langsam entsprechend dem Restdruck gesenkt. Die dabei der Seilrutschgrenze angepaßte Bremskraft wird über eine Pumpe oder bei Spannungsausfall durch einen Speicher solange aufrechterhalten, bis die Fördermaschine steht. Ein Zeitglied läßt anschließend die volle Bremskraft durch vollständiges Entlüften kommen.

Blatt 24 zum Gutachten vom 17.5.1984

3 Der Seilprüfstelle bekannte Störfälle an
Bremseinrichtungen von Fördermaschinen

- 3.1 Störfälle am Gestänge
- 3.2 Störfälle im Bereich der Steuerung
- 3.3 Störfälle im Bereich Bremsbelag-Bremsfläche
- 3.4 Störfälle im mechanischen Teil von Scheibenbremsen

3.1 Störfälle am Gestänge

- 3.1.1 Zu weit gestellte Zugstangen für die Bremsbacken
- 3.1.2 Gewichtszugstange gebrochen
- 3.1.3 Zentralbolzen herausgefallen
- 3.1.4 Eine von zwei Backenzugstangen gebrochen
- 3.1.5 Gefressene Bolzen an Drehbewegungsstellen
- 3.1.6 Fallweg für Gewicht nicht ausreichend

Blatt 25 zum Gutachten vom 17.5.1984

3.1.1 Stichwort:

Beide Zugstangen der Bremsbacken zu weit gestellt;
Totalausfall beider Bremsen. (Carl Alexander)

Kurzbeschreibung der Störung:

Ca. 1959 fielen während der Güterförderung beide Bremsen aus mit anschließendem Übertreiben und Seilriß. Die Fördermaschine war mit einer Druckluftschnellschlußbremseinrichtung der Fa. BBC ausgerüstet. Kennzeichnend für den Bremsapparat ist die Richtung der Fahrbremskolbenbewegung beim Bremsen. Die Druckluft beaufschlagt den Kolben von oben, so daß es zusammen mit gefressenen Lagerbolzen, ungünstig gelagerten Schwerpunkten der Bremshebel und dem Eigengewicht des Kolbens bei Bremskraft Null nicht zum Abheben der Backen kommt (vgl. Abb. 7). Die Bremsbacken schleifen dann ständig.

Diese Zusammenhänge von Ursache und Wirkung hatte das Personal damals nicht erkannt. In der Annahme, daß die Zugstangen zu stramm eingestellt wären, wurden sie zweimal verlängert ohne gegenseitige Benachrichtigung. Der Arbeitspunkt der Bremseinrichtung war dadurch soweit verlegt worden, daß bei einer zufälligen Bremsung der Kolben auf dem Zylinderdeckel unten aufsaß. Die Bewegungsmöglichkeit des Lüftkolbens der Sicherheitsbremse ist dann ebenfalls zu Ende. Ein damals schon gebräuchlicher Hubbegrenzungsschalter war nicht vorhanden.

Stand der Technik

Ein Hubbegrenzungsschalter mit zusätzlicher Vorwarnung ist heute Stand der Technik. Zusatzgewichte an geeigneter Stelle des Gestänges vermeiden das Schleifen der Backen nach dem Öffnen der Bremse.

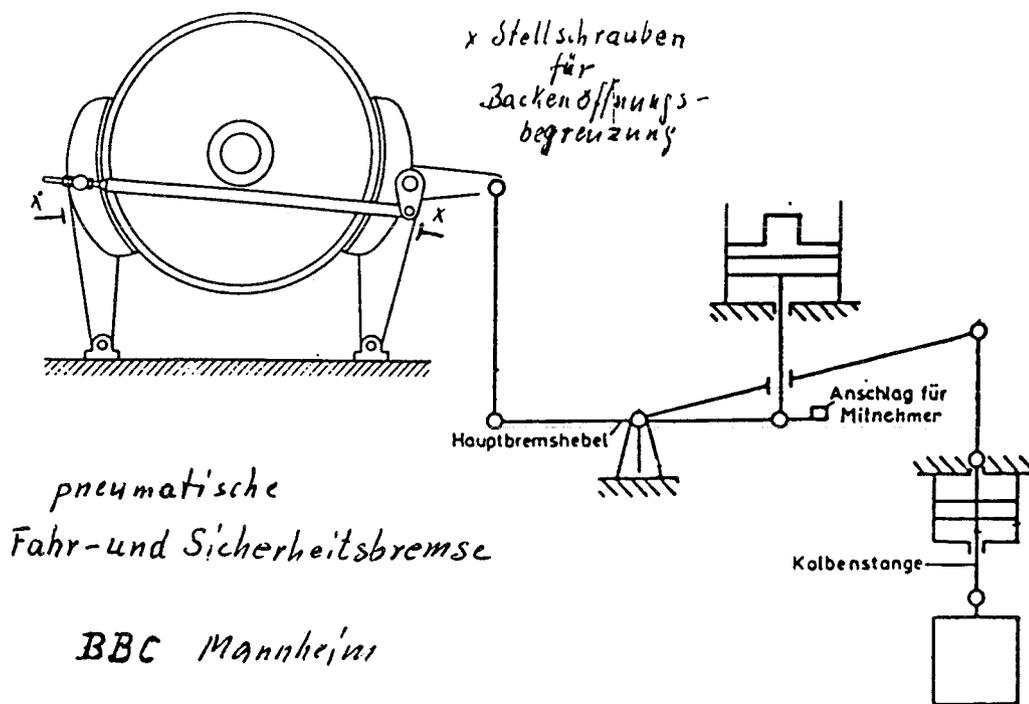


Abb. 7

Blatt 27 zum Gutachten vom 17.5.1984

Vermeidbarkeit

Die ungünstigen Schwerpunktverhältnisse der Hebel sind bereits bei der Abnahmeuntersuchung erkennbar und durch Zusatzgewichte auszuräumen. Der Hubbegrenzungsschalter macht außerdem solche Störungen vermeidbar.

3.1.2 Stichwort

Bruch der Gewichtszugstange.
Ausfall der Sicherheitsbremse (Friedrichshall 1970)

Kurzbeschreibung der Störung

Die Gewichtshaltestange einer Druckluftzweiachsbremse (Siemens) brach unterhalb des Haltekolbens (Abb. 8). Obwohl das Gestänge von Fahr- und Sicherheitsbremse teilweise vereinigt ist, blieb die Fahrbremse voll wirksam. Der Differentialhebel schnellte mit dem frei gewordenen Gewichtsende hoch, nachdem der Haltekolben den oberen Zylinderdeckel zerschlagen hatte, und drehte dabei um den Bolzen zwischen senkrechter Druckstange und Hauptbremshebel. Die Kraft für diese Bewegung wurde durch den nach oben drückenden Fahrbremskolben verursacht, weil die Fahrbremse auflag. Die Drehbewegung des Differentialhebels fand ihr Ende, als das kurze Hebelende auf dem äußersten Kolbenrand auflag. Von diesem Augenblick an war die Fahrbremskraft wieder nahezu voll wirksam. Die Bruchursache (Dauerbruch) war ein Bearbeitungsfehler an einem Gewinde der Stange.

Stand der Technik

Solche Gewinde werden heute mit großer Sorgfalt als Rundgewinde hergestellt, unter Berücksichtigung möglichst geringer Kerbspannungen.

Vermeidbarkeit

Mit solchen Brüchen braucht kaum gerechnet zu werden, zumal die zweite Bremse wirksam bleibt.

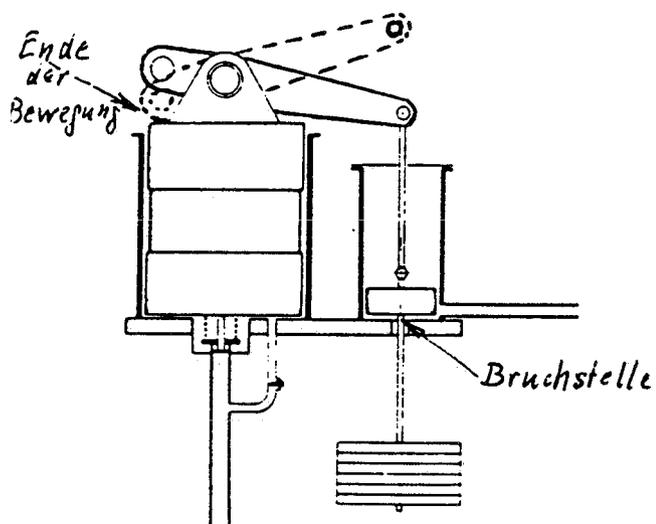


Abb. 8

*Bremskrafterzeuger für
pneumatische Fahr- und Sicherheitsbremse*

Siemens Erlangen

Blatt 30 zum Gutachten vom 17.5.1984

3.1.3 Stichwort

Zentralbolzen am Abtrieb des Bremsapparates herausgefallen.
Totalausfall beider Bremskrafterzeuger. ([REDACTED])

Kurzbeschreibung der Störung

Ca. 1954 fiel während der Güterförderung beim Abteufen des Schachtes der Zentralbolzen einer Zweiachsbremse (Siemens) heraus (vgl. Abb. 9). Damit waren beide Bremskrafterzeuger von den vier Bremsbacken getrennt und die Bobinenfördermaschine bremslos. Der oben stehende volle Kübel fuhr mit hoher Geschwindigkeit strom- und bremslos abwärts und der leere aufwärts. Nur mehreren glücklichen Umständen war es zu verdanken, daß auf der Mauerbühne nur einige Personen leicht verletzt wurden. Die schwere, in frischem Mauerwerk liegende schwebende Arbeitsbühne bremste den Kübel den Umständen entsprechend so gut ab, daß beide Förderseile den Zwischenfall überstanden.

Die damals ermittelte Ursache für das Herausfallen des Bolzens war eine unzureichende Sicherung.

Stand der Technik

Alle Bolzen im Bremsgestänge sind heute zuverlässig gesichert.

Vermeidbarkeit

Infolge der zuverlässigen Bolzensicherung und ihrer regelmäßigen Kontrolle sind weitere Störungen dieser Art auszuschließen.

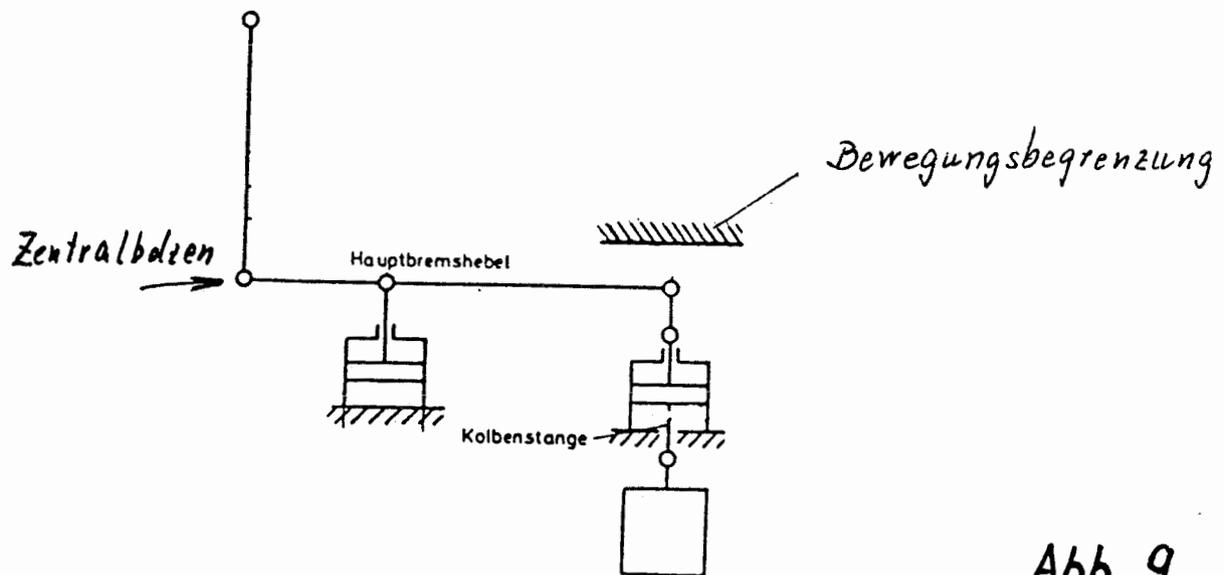


Abb. 9

*Bremskrafterzeuger
wie Abb. 8*

Siemens Erlangen

Blatt 32 zum Gutachten vom 17.5.1984

3.1.4 Stichwort

Eine von zwei Backenzugstangen gebrochen (insgesamt sind 3 Fälle bekannt geworden; 


Kurzbeschreibung der Störung

Nach dem Auflegen der Fahrbremse brach eine von beiden Backenzugstangen im Auge an der Verbindung zum kleinen Bremshebel. Als Ursache wurde ein Materialfehler ermittelt. Als Folge stellte sich die große Bremswelle geringfügig schief. Diese Schiefstellung fand ihr Ende, indem sich der freie Bremsbalken gegen die Stellschraube für die Öffnungsbegrenzung legte. Die Bremskraft blieb zum größten Teil über die intakte Seite mit Backenpaar und anderer Zugstange erhalten (Abb. 7).

Der Verlust an Bremskraft wird geschätzt auf 30%.

Stand der Technik

Der Bruch einer Zugstange kann nicht ausgeschlossen werden.

Vermeidbarkeit

Falls der geringfügige Bremskraftverlust nicht hingenommen werden kann, sind regelmäßige zerstörungsfreie Untersuchungen und planmäßiges Auswechseln der Zugstangen erforderlich.

3.1.5 Stichwort

Gefressene Bolzen an Drehbewegungsstellen (Zahlreiche Fälle dieser Art sind bekannt)

Kurzbeschreibung der Störung

Einer oder mehrere Bolzen innerhalb des Gestänges werden mangels Schmiermittel schwergängig und schließlich unbeweglich. Solche Störungen bleiben meistens unbemerkt, weil die notwendigen Drehbewegungen sehr klein sind, z.B. bei Bremsbalkenfußlagern.

Als Folge dieser Mängel verschlechtert sich die Bremswirkung, weil ein Teil der Bremskräfte zur Überwindung der Schwergängigkeit verbraucht wird.

Stand der Technik

Bohrungen sind heute mit geeignetem Material ausgebüchst bzw. werden systematisch und regelmäßig geschmiert.

Vermeidbarkeit

Anfressungen dieser Art sind vermeidbar.

3.1.6 Stichwort

Fallweg für Gewicht nicht ausreichend
(Ausfall der Sicherheitsbremse)
(Mehrere Fälle ähnlicher Art sind bekannt)

Kurzbeschreibung der Störung

Das Sicherheitsbremsgewicht war für Montagearbeiten unterklotzt worden. Nach Beendigung der Arbeiten hatte man die Entfernung der Hilfsmittel vergessen, so daß die Sicherheitsbremse nicht wirken konnte.

Die Fahrbremse ist voll wirksam geblieben.

Stand der Technik

Ein solcher Bedienungsfehler ist immer möglich.

Vermeidbarkeit

Nach Montagearbeiten muß grundsätzlich eine getrennte Prüfung beider Bremsen stattfinden.

Blatt 35 zum Gutachten vom 17.5.1984

3.2 Störfälle im Bereich der Steuerung

- 3.2.1 Bremsauslösemagnet klebt
- 3.2.2 Bremsauslöseventil hängt oder klebt
- 3.2.3 Bremsdruckreglermembran reißt
- 3.2.4 Hydraulikauslaß versagt infolge geschlossener Drossel
- 3.2.5 Hydraulikauslaß versagt infolge gefüllten Speichers
- 3.2.6 Dreiweghahn falsch bedient
- 3.2.7 Mindestdruckschalter falsch positioniert
- 3.2.8 Hubbegrenzungsschalter fehlt

Blatt 36 zum Gutachten vom 17.5.1984

3.2.1 Stichwort

Bremsauslösemagnet klebt
Ausfall der Sicherheitsbremse (Dahlhauser Tiefbau)

Kurzbeschreibung der Störung

Während der Seilfahrt mit einem Förderhaspel fiel die elektrische Energie aus. Weil die Überlast abwärts bewegt wurde, nahm die normale Höchstgeschwindigkeit von 4 m/s zu. Weder die ausgefallene Energie noch das Überschreiten der Höchstgeschwindigkeit brachten die Sicherheitsbremse zur Auslösung, weil der Auslösemagnet nach Unterbrechen des Sicherheitsstromkreises nicht abfiel.

Der Haspelführer wäre durch Bedienen der intakten Fahrbremse in der Lage gewesen, den Seilfahrtzug anzuhalten. Das ist jedoch unterblieben, weil er bei der Aufregung die zweite Bremse vergaß. Einige Personen wurden beim Übertreiben verletzt.

Stand der Technik

Auslösemagnete sind nicht mehr Stand der Technik. An ihre Stelle sind Auslöseventile getreten, die aus Sicherheitsgründen verdoppelt werden.

Vermeidbarkeit

Bei Verdoppelung der Auslöseorgane vermeidbar.

Blatt 37 zum Gutachten vom 17.5.1984

3.2.2 Stichwort

Bremsauslöseventil hängt oder klebt
Ausfall der Sicherheitsbremse (Schlägel und Eisen)

Kurzbeschreibung der Störung

Während eines Förderzuges mit einer Schrägförderanlage wurde der Sicherheitsstromkreis unterbrochen, ohne daß die Sicherheitsbremse sich auflegte.

Der Maschinenführer bemerkte die Störung und legte die Fahrbremse auf.

Bei der Untersuchung des Bremsauslöseventiles wurde ermittelt, daß der Magnetanker mit dem Ventilteller bei zahlreichen Schaltungen einigemal mechanisch klemmte und versagte.

Stand der Technik

Mit dem Versagen eines Auslöseventils muß gerechnet werden.

Vermeidbarkeit

Störungen sind vermeidbar durch Verdoppelung der Auslöseventile und Überwachung auf Redundanzverlust.

Blatt 38 zum Gutachten vom 17.5.1984

3.2.3 Stichwort

Bremsdruckreglermembran reißt
Ausfall der Fahrbremse

Kurzbeschreibung der Störung

Bei einer Fördermaschine mit pneumatischer Einlaßbremse und Membranbremsdruckregler riß die Membrane. Hierdurch öffnete sich ungewollt die Fahrbremse.

Personen kamen dabei nicht zu Schaden.

Stand der Technik

Mit einer solchen Störung muß gerechnet werden, es sei denn, man benutzt zwei unabhängige Bremseinrichtungen mit getrennten Reglern und getrennter Luftzuführung.

Vermeidbarkeit der Störung

Bei verbesserten Konstruktionen oder Redundanz vermeidbar.

Blatt 39 zum Gutachten vom 17.5.1984

3.2.4 Stichwort

Hydraulikauslaß versagt infolge geschlossener Drossel.
Totalausfall der Bremseinrichtung (Pattberg)

Kurzbeschreibung der Störung

Ein Elektrohaspel mit hydraulischer Gestängebremse der Fa. AEG wird unter Tage betrieben. Das Elektroauslaßventil mit Drossel für den gedämpften Kraftanstieg sollte durch ein anderes Fabrikat ersetzt werden. Nach dem Einbau war der Haspel in Betrieb genommen worden, ohne die Bremseinrichtung vorher zu prüfen.

Nach dem erstmaligen Öffnen der Bremse und nachfolgendem Förderzug ließ sich die Bremse nicht mehr schließen, weil die Drossel unbemerkt vollkommen geschlossen war. Die Fördermittel wurden übertrieben mit erheblichem Schaden.

Stand der Technik

Die meisten Drosseln bei den üblichen hydraulischen Steuerungen lassen sich auch heute noch vollständig schließen.

Vermeidbarkeit der Störung

Vermeidbar allein durch vorheriges Prüfen ohne Überlast.

Blatt 40 zum Gutachten vom 17.5.1984

3.2.5 Stichwort

Hydraulikauslaß versagt infolge gefüllten Speichers
Totalausfall der Bremseinrichtung ([REDACTED])

Kurzbeschreibung der Störung

1983 wurde eine Bobinenbefahrungsanlage mit hydraulischen Scheibenbremsen infolge Bremsversagens total zerstört. Personen kamen dabei nicht zu Schaden.

Die Scheibenbremskraftherzeuger, System ASEA-Hägglund, wurden mit einer hydraulischen Steuerung der MAN-GHH in Betrieb genommen. Noch während der Erprobungsphase versagte die gesamte Bremseinrichtung dadurch, daß Druckbegrenzungsventile für die Speicher zu hoch eingestellt und die Speicher für den Restdruck nahezu gefüllt waren. Ein nennenswerter Auslaßvorgang beim erforderlichen Bremsen konnte nicht stattfinden. Die schwebende Bühne als Fördermittel blieb nur deshalb unbeschädigt, weil nach Steigerung der Fahrgeschwindigkeit etwa auf das 10fache des Nennwertes der Antrieb durch Fliehkräfte zerstört wurde und dabei auch das Hydrauliksystem beschädigte, wodurch die Federbremskräfte zur Wirkung kamen.

Stand der Technik

Unverändert.

Vermeidbarkeit der Störung

Bei sorgfältigen Einstellarbeiten vermeidbar.

Blatt 41 zum Gutachten vom 17.5.1984

3.2.6 Stichwort

Dreiwegehahn falsch bedient
Totalausfall beider Bremsen (Ickern)

Kurzbeschreibung der Störung

Die Bremseinrichtung (pneumatische Einlaßbremse der AEG) einer großen automatisch betriebenen Gefäßförderanlage sollte an einem arbeitsfreien Tag revidiert werden. Die beiden Gefäße standen etwa in Schachtmitte. Ein Gefäß enthielt noch eine Restladung von etwa 10 t.

Eine Prüfung bei der Revision bestand darin, den Dreiwegehahn zwischen Fahrbremszylinder und Gewichtshaltezylinder um 90° zu drehen, damit das Gewicht sich absenkte (Abb. 1). Die im Haltezylinder eingeschlossene Druckluft wird dabei freigegeben und die Verbindung zum Fahrbremszylinder abgesperrt.

Durch einen Irrtum beim Abschätzen der Zusammenhänge und das Fehlen einer geeigneten Drehbegrenzung des Hahnes hat man nach Schließen der Fahrbremszuluft den Hahn um 90° nach der ungewollten Richtung gedreht. Als Folge wurde das Luftpolster im Haltezylinder eingeschlossen. Das Sicherheitsbremsgewicht konnte also nicht fallen und zur Wirkung kommen. Als weitere Folge wurde der Fahrbremszylinder ins Freie entleert. Beide Bremskrafterzeuger waren damit ohne Wirkung.

Blatt 42 zum Gutachten vom 17.5.1984

Stand der Technik:

Dreiwegehahn ist jetzt in seiner Drehbewegung auf die gewollten 90 ° begrenzt. Sonst unverändert.

Vermeidbarkeit der Störung:

s. Stand der Technik

3.2.7 Stichwort

Mindestdruckschalter falsch positioniert
Ausfall der Fahrbremse (Preussag AG Kohle)

Kurzbeschreibung der Störung

Eine größere Gestellfördermaschine mit pneumatischer Einlaßbremse wurde von Hand bedient. Nach beendetem Förderzug konnten die vollen Wagen an der Hängebank vorübergehend nicht abgezogen und der untere Korb infolgedessen auch nicht beladen werden. Dem Fördermaschinisten wurde eine kurze Förderpause mitgeteilt.

Der Maschinist wollte diese Pause nutzen, um im Keller den "Pleigeröler" für die Ölbeigabe zur Fahrbremsdruckluft zu füllen. Er verließ seinen Führerstand bei aufgelegter Fahrbremse, jedoch ohne die Sicherheitsbremse aufzulegen. (Bedienungsfehler)

Das Ventil vor dem Öler muß beim Ölauffüllen vorher geschlossen werden, wodurch die Fahrbremse nach kurzer Zeit kraftlos wird.

Blatt 43 zum Gutachten vom 17.5.1984

Die Fördermaschine setzte sich ohne Strom und führerlos, getrieben durch die überhängende Last, in Bewegung. Eine relativ geringe Höchstgeschwindigkeit von etwa 10 m/s wurde nur deshalb nicht überschritten, weil Restmagnetismus in den Feldern für geringes Bremsen sorgte. Beim Übertreiben entstanden erhebliche Beschädigungen.

Als Ursache neben dem Bedienungsfehler wurde ermittelt, daß der gegen solche Störungen vorhandene Mindestdruckschalter sich fälschlicherweise zwischen Kompressor und Ventil befand und nicht zwischen Ventil und Bremse.

Stand der Technik

Ein richtig angeordneter Mindestdruckschalter ist Stand der Technik.

Vermeidbarkeit der Störung

Vermeidbar trotz Bedienungsfehlers.

3.2.8 Stichwort

Hubbegrenzungsschalter fehlt (Carl Alexander)

Kurzbeschreibung der Störung

vgl. Störung 3.1.1

Ein richtig arbeitender Hubbegrenzungsschalter hätte trotz zweier Montagefehler (Zugstangen zu weit gestellt) den schweren Schaden nicht entstehen lassen.

Blatt 44 zum Gutachten vom 17.5.1984

3.3 Störfälle im Bereich Bremsbelag - Bremsfläche

3.3.1 Schmiere auf der Bremsfläche

3.3.2 Schmiere auf der Bremsfläche

3.3.3 Überhitzung der Bremsbeläge

3.3.4 Herausreißen des Belages

Blatt 45 zum Gutachten vom 17.5.1984

3.3.1 Stichwort

Schmiere auf der Bremsfläche (Schlägel und Eisen)
(Einige weitere Fälle ähnlicher Art auf anderen Anlagen, *)
die nicht im einzelnen bekannt sind)

Kurzbeschreibung der Störung

Bei einer größeren Gestellförderanlage im Handbetrieb wurde bei der Jahresrevision festgestellt, daß die Sicherheitsbremskraft (Teilkraft) der pneumatischen Schnellschlußbrems-einrichtung nicht in der Lage war, die normale Überlast zu halten. Gefordert ist mindestens 2fache Sicherheit (Bestimmung vor 1977) bzw. mindestens $1,2 \text{ m/s}^2$ Bremsverzögerung.

Die Untersuchung ergab, daß man die Bremsflächen geölt hatte, um das ständige Quietschgeräusch beim Bremsen zu unterdrücken.

Stand der Technik

Trockene Reibung wird vorausgesetzt.

Vermeidbarkeit der Störung

Schmieren ist unzulässig.

*) Dazu gehören auch Fälle, wo unabsichtlich Schmiere, z.B. vom Förderseil, auf die Bremsfläche gelangt ist.

Blatt 46 zum Gutachten vom 17.5.1984

3.3.2 Stichwort

Schmiere auf der Bremsfläche (Westerholt)

Kurzbeschreibung der Störung

Für das Einschleifen der neuen Bremsbeläge einer Trommelbackenbremse wurden die Bremsflächen mit Schmirgelpapier beklebt und bei schwach anliegenden Backen drehend geschliffen.

Nach den Arbeiten wurden die Schmirgelpapiere mit Lösungsmittel wieder entfernt. Hierbei ist soviel Lösungsmittel in die Beläge eingedrungen, daß für längere Zeit kein ausreichender Reibwert zu erreichen war.

Erst eine erhebliche Erhitzung brachte einen besseren Reibwert.

Stand der Technik

Unverändert.

Vermeidbarkeit der Störung

Man muß sorgfältig arbeiten.

Blatt 47 zum Gutachten vom 17.5.1984

3.3.3 Stichwort

Überhitzung der Bremsbeläge (Prosper)
(Mehrere Fälle auf verschiedenen Anlagen)

Kurzbeschreibung der Störung

Bei der ersten Abnahmeuntersuchung einer neuen Anlage sollte auf jeden Fall eine Sicherheitsbremsung mit größter Einhängelast aus höchster Geschwindigkeit stattfinden entsprechend den Vorschriften.

Dabei versagte das Bremsfutter. Infolge örtlicher Überhitzung bei ungeeignetem Futtermaterial kam es zu schmierenden Effekten und damit unzureichender Bremswirkung. Die Beläge wurden gegen anderes Material ausgetauscht und hernach eine einwandfreie Bremswirkung erzielt.

Stand der Technik

Bisher hat sich in allen Fällen ausreichend gutes Futtermaterial finden lassen.

Vermeidbarkeit der Störung

Durch geeignetes Futter vermeidbar.

Blatt 48 zum Gutachten vom 17.5.1984

3.3.4 Stichwort

Herausreißen der Beläge (Niederberg)

Kurzbeschreibung der Störung

Eine Drehstromfördermaschine ist ausgerüstet mit einer pneumatischen Schnellschlußbremse mit zwei Bremsbackenpaaren, die auf zwei trommelförmige Bremsflächen wirken.

Die Bremsbeläge sind bandförmig auf hölzerne Unterbauten geklebt und geschraubt. Diese Beläge einschließlich der Holzklötze sollten gegen Reservebeläge, die nach ca. 10 jähriger Lagerung sehr ausgetrocknet waren, ausgetauscht werden. Beim ersten Bremsvorgang wurden die Beläge vom Holz abgerissen, weil die Verklebung sich beim Trocknen und Schrumpfen des Holzes gelöst hatte.

Stand der Technik

Unverändert; verwendet werden jedoch auch Stahlbacken als Belagunterlage.

Vermeidbarkeit der Störung

Bei Kontrolle vermeidbar.

Bei Stahlunterlage absolut vermeidbar.

Blatt 49 zum Gutachten vom 17.5.1984

3.4 Störfälle im mechanischen Teil von Scheibenbremsen

3.4.1 Stichwort

Druckbolzen eines Scheibenbremskrafterzeugers gebrochen
(Viktoria/Gneisenau)

Kurzbeschreibung der Störung

Während der Güterförderung beim Umsetzen brach ein Druckbolzen in einem Scheibenbremselement (Siemens). Zu jedem Element gehören bei der Siemens-Konstruktion zwei Druckbolzen. Die sicherheitlichen Folgen dieser Störung sind unbedeutend gewesen, weil einer von 10 vorhandenen Krafterzeugern (5 Paare) betroffen war.

Stand der Technik

Als Bruchursache wurde mangelhafte Fertigungsqualität im Gewindegrund ermittelt.

Vermeidbarkeit der Störung

Bei einwandfreier Werkstoff- und Bearbeitungsqualität vermeidbar und im übrigen wegen der Vielzahl der Krafterzeuger sicherheitlich nicht bedeutsam.

Störfälle Übersicht

Störfälle Ursache	Anzahl insgesamt	Totalausfall der Bremsen	Ausfall einer Bremse Sicherh. Fahrbr.	Teilausfall beider Bremsen je ca. 50%	Teilausfall beider Bremsen je ca. 50% u. weniger	Bremskraft- minderung weniger als 10
Steuerung	8	4 50%	2 ^{x)} 2 50%	—	—	—
Gestänge	6	2 - 33%	2 ^{x)} — - 33%	—	2 ~ 33%	—
Reibwert	4	1 25%	—	2 50%	1 25%	—
Mechanik der Scheiben- bremsen	1	—	—	—	—	1 100%

x) Bei automatischem Betrieb teilweise gleichbedeutend mit Totalausfall je nach Hersteller

Blatt 51 zum Gutachten vom 17.5.1984

- 4 Beurteilung der aufgeführten Bremseinrichtungen anhand der aufgezeichneten Störfälle
- 4.1 Zusammengefaßte Übersicht der Störfälle
 - 4.1.1 Störfälle am Gestänge
 - 4.1.1.1 Zuweit gestellte Zugstangen:
Ausfall beider Bremsen
 - 4.1.1.2 Gewichtszugstange gebrochen:
Ausfall der Sicherheitsbremse
Fahrbremse nahezu intakt.
 - 4.1.1.3 Zentralbolzen herausgefallen:
Ausfall beider Bremsen
 - 4.1.1.4 Eine von zwei Zugstangen gebrochen:
Bremskraft beider Bremsen um ca. 30% geringer
 - 4.1.1.5 Gefressene Bolzen an Drehbewegungsstellen:
Bremskraft beider Bremsen bis ca. 50% geringer
(geschätzt)
 - 4.1.1.6 Fallweg für Gewicht nicht ausreichend:
Ausfall der Sicherheitsbremse
Fahrbremse intakt

4.1.2 Störfälle im Bereich der Steuerung

4.1.2.1 Bremsauslösemagnet klebt:

Ausfall der Sicherheitsbremse
Fahrbremse intakt.

4.1.2.2 Bremsauslöseventil hängt oder klebt:

Ausfall der Sicherheitsbremse
Fahrbremse intakt.

4.1.2.3 Bremskdruckreglermembran reißt:

Ausfall der Fahrbremse
Sicherheitsbremse intakt

4.1.2.4 Hydraulikauslaß versagt infolge geschlossener Drossel:

Ausfall der einzigen Bremse

4.1.2.5 Hydraulikauslaß versagt infolge gefüllten Speichers:

Ausfall der einzigen Bremse

4.1.2.6 Dreiwegehahn falsch bedient:

Ausfall beider Bremsen

4.1.2.7 Mindestdruckschalter falsch positioniert:

Ausfall der Fahrbremse
Sicherheitsbremse intakt

4.1.2.8 Hubbegrenzungsschalter fehlt:

Ausfall beider Bremsen

Blatt 53 zum Gutachten vom 17.5.1984

4.1.3 Störfälle im Bereich Bremsbelag-Bremsfläche:

4.1.3.1 Schmiere auf der

4.1.3.2 Bremsfläche:

Bremskraft beider Bremsen um ca. 50% geringer

4.1.3.3 Überhitzung der Bremsbeläge:

Bremskraft beider Bremsen um ca. 30% geringer

4.1.3.4 Herausreißen des Belages:

nahezu Ausfall beider Bremsen

4.1.4 Störfälle im mechanischen Teil von Scheibenbremsen:

4.1.4.1 Druckbolzen gebrochen:

Einzigste Bremse (Summe der Einzelerzeuger) kaum
geschwächt

Blatt 54 zum Gutachten vom 17.5.1984

4.2 Kritische Wertung der insgesamt 19 Störfälle

4.2.1 Störfälle am Gestänge

4.2.1.1 Zu weit gestellte Zugstangen:

Hubbegrenzungsschalter sind Stand der Technik und im übrigen auch behördlich gefordert.

Störfall vermeidbar.

4.2.1.2 Gewichtszugstange gebrochen:

Bruch nicht auszuschließen, es sei denn, man verlangt regelmäßige zerstörungsfreie Untersuchungen. Diese Maßnahme wird jedoch nicht für erforderlich gehalten, weil die zweite Bremse (Fahrbremse) davon nicht betroffen ist. Dies gilt auch für automatischen Betrieb, wo kein Maschinenführer für das Bedienen der noch intakten Fahrbremse zur Verfügung steht, weil Siemensbremsen die Sicherheitsbremskraft mit der selbsttätig gesteuerten Fahrbremse erzeugen. Jedoch ist wegen des Differentialhebels bei den Siemensbremsen eine obere Bewegungsbegrenzung über der Gewichtszugstange zu schaffen, damit bei solch einem Bruch das Ende des Differentialhebels nicht hochschnellt (Abb. 9).

4.2.1.3 Zentralbolzen herausgefallen:

Zuverlässige Sicherungen sind heute Stand der Technik. Störfall vermeidbar.

4.2.1.4 Eine von zwei Zugstangen gebrochen:

Bruch nicht auszuschließen, es sei denn, man verlangt regelmäßige zerstörungsfreie Untersuchungen. Diese Maßnahme wird jedoch nicht für erforderlich gehalten, weil 50 % der Bremskraft erhalten bleiben.

Blatt 55 zum Gutachten vom 17.5.1984

4.2.1.5 Gefressene Bolzen an Drehbewegungsstellen:

Bei geeigneter Konstruktion der Lager (Büchse) bzw. regelmäßiger Schmierung sind solche Störfälle vermeidbar.

Der Bremskraftverlust ist im übrigen nicht größer als ca. 50%.

4.2.1.6 Fallweg für Gewicht nicht ausreichend:

Die Fahrbremse bleibt betriebsbereit. Diese Feststellung gilt naturgemäß nur bei Handsteuerung, wo ein Maschinenführer bei gestörter Gewichtsbremse die Fahrbremse auch bedient. Bei automatischem Betrieb ist der Ausfall der Gewichtsbremse (wie auch 4.2.1.2) gleichbedeutend mit dem Ausfall beider Bremsen. Jedoch lassen sich bei den drei Herstellern hierbei Unterschiede erkennen: Die Fahrbremse nach 2.1.1 bleibt intakt, solange die eingeschlossene Druckluft nicht durch Leckverluste drucklos geworden ist, wobei das Gewicht während des Absinkens den Überdruck noch aufrechterhält. (1 bis 15 min.); die Fahrbremse nach 2.1.2 wird sofort wirkungslos; die Fahrbremse nach 2.1.3 bleibt solange intakt, wie Druckluft zur Verfügung steht. Im übrigen ist das Problem nur durch Betriebsanweisungen, z.B. tägliche Sicherheitsbremskontrolle, zu lösen.

4.2.2 Störfälle im Bereich der Steuerung

4.2.2.1 Bremsauslösemagnet klebt:

Bremsauslösemagnete sollen beim Auslösen der Sicherheitsbremse die gleiche Steuergestängebewegung auslösen, wie sie vom Sicherheitsbremshebel durch den Maschinenführer ausgeführt wird. Moderne Bremssteuerungen pneumatischer Bremsen haben kein Steuergestänge mehr sondern Ventilsteuerungen.

Blatt 56 zum Gutachten vom 17.5.1984

Infolgedessen sind die Auslöseorgane solcher Bremsen elektrisch betätigte Luftventile.

Aus Sicherheitsgründen werden für den Auslaß der pneumatisch gelüfteten Sicherheitsbremse zwei Ventile vorgesehen. Die Redundanz wird außerdem überwacht. Störfälle dieser Art sind damit vermeidbar. Im übrigen bleibt die Fahrbremse betriebsbereit

4.2.2.2 Bremsauslöseventil hängt oder klebt:

(vgl. 4.2.2.1)

Durch Verdoppelung und Überwachung auf Redundanzverlust sind diese Störfälle vermeidbar.

Die Fahrbremse bleibt betriebsbereit.

4.2.2.3 Bremsdruckreglermembran reißt:

Durch Aufteilung der Steuerung in zwei Systeme ist solch ein Störfall dann vermeidbar, wenn auch zwei Bremskraftherzeuger eingesetzt sind.

4.2.2.4 Hydraulikauslaß versagt infolge geschlossener Drossel:
Hydraulische Auslaßbremsen sind nach ihrer Konstruktion regelbare Sicherheitsbremsen, weil ihre Kraftquelle als Federpaket immer zur Verfügung steht.

Die Qualitäten solcher Bremsen sind jedoch identisch mit denen ihrer Steuerung. Die Verdoppelung der Auslaßventile sollte selbstverständlich sein. Die für ein gedämpftes Anlegen der Bremsbacken erforderlichen Drosseln in Auslaßkreisen bleiben weiterhin nicht ohne Probleme.

- 4.2.2.5 Hydraulikauslaß versagt infolge gefüllten Speichers:
Hydraulische Scheibenbremsen ohne Gestänge als Auslaßbremse haben einen hohen Sicherheitsstandard. Die Aufteilung der Kräfte auf viele Einzelelemente, das Fehlen von Gestänge und die hohe thermische Belastbarkeit wirken sich sicherheitlich vorteilhaft aus. Diese Eigenschaften haben dazu beigetragen, daß der Gesetzgeber seit 1978 bei dieser Konstruktion auf zwei unabhängige Bremseinrichtungen verzichtet hat und nur noch eine einzige Einrichtung mit 3facher Sicherheit u.a. verlangt.

Allerdings ist dieser Schritt nicht mit der Bedingung verknüpft worden, auch die Steuerung entsprechend der Zahl der einzelnen Krafterzeuger zu vervielfachen. Man hat nur den Auslaß verdoppelt. Da jedoch eine zentrale Steuerung den sicherheitlichen Vorsprung aufgeteilter Bremskrafterzeuger wieder aufhebt, werden neue Sicherheitsüberlegungen für notwendig gehalten (vgl. Nr. 5).

Der vorgenannte Störfall, das totale Ausfallen der einzigen Bremseinrichtung durch eine Störung in der einzigen Steuerung, läßt keine andere Schlußfolgerung zu.

- 4.2.2.6 Dreiwegehahn falsch bedient:
Der unter diesem Störfall beschriebene Vorgang beweist, welche große Bedeutung einem zusätzlichen Absperrorgan im Auslaß einer Auslaßbremse zukommt.

Wenn auch der Dreiwegehahn nicht als Absperrorgan gedacht war, sind Risiken unverkennbar. Für den normalen Betrieb hat der Hahn keine Bedeutung. Falls aus Montagegründen die doppelte Bremskraft (2 x 3fache Sicherheit) gewünscht wird, könnten auch zwei Handventile das Problem lösen. Die Luftversorgung für das Lüften der Gewichtsbremse ließe sich ohne Risiken absperren. Mit einem zweiten Handventil könnte man den Haltezylinder unmittelbar zusätzlich entlüften. Bei dieser Ventilanordnung sind Fehlbedienungen ohne Risiko. Im übrigen werden heute solche Auslässe nicht mehr vorgesehen.

4.2.2.7 Mindestdruckschalter falsch positioniert:

Die richtige Anordnung des Mindestdruckschalters ist Stand der Technik. Entscheidend ist, daß sich zwischen Bremsdruckregler und Mindestdruckschalter kein Absperrorgan befinden darf.

4.2.2.8 Hubbegrenzungsschalter fehlt:

Solche Schalter sind bei pneumatischen Bremsen Stand der Technik.

Beim Ansprechen dieser Schalter darf sich die Bremse nicht mehr lüften lassen. Als Maß gilt die mögliche Kolbenbewegung mit Sicherheitsabstand.

Hydraulische Scheibenbremsen ohne Gestänge erfordern auch Hubbegrenzungsschalter. Deren Grenzwerte werden jedoch vom Verschleiß des Bremsbelages bestimmt. Sprechen die Schalter an, muß ebenfalls die Weiterfahrt verhindert werden, weil mit zunehmendem Verschleiß der Beläge die Federkräfte abnehmen.

4.2.3 Störfälle im Bereich Bremsbelag-Bremsfläche

- 4.2.3.1 Schmiere auf der Bremsfläche:
und Sämtliche Bremsberechnungen und -erwartungen stehen und
4.2.3.2 fallen mit dem Reibwert zwischen Belag und Fläche.

Falls der Reibwert von 0,4 wesentlich unterschritten wird, ist kein sicheres Bremsen mehr möglich.

Infolgedessen muß gefordert werden:

- die Bremsflächen dürfen nicht geschmiert werden, aus welchen Gründen auch immer

- die Bremsflächen müssen vor unabsichtlichen Schmier-
einflüssen geschützt werden,
durch 2 Trommelbremsflächen oder durch 2 Bremsschei-
ben, die weit auseinander liegen,

- hydraulische Systeme müssen besonders durch geeignete
Schutzbleche so gekapselt werden, daß auch bei
Ölleitungsbruch die Bremsflächen ölfrei bleiben,

- geeignete Maßnahmen sind nötig, damit keine Seil-
schmiere auf die Bremsflächen gelangen kann,

- u.U. muß die ganze Treibscheibe im Seilbereich ent-
lang ihrem Umfang gekapselt werden, damit Schmiere
sowie Schmutz und Wasser aus dem Schacht sich nicht
verbreiten können.

Die Forderung nach einem sichtbaren Seilzeichen im
Treibscheibenbereich ist in diesem Zusammenhang
zweitrangig (für das bündige Stillsetzen gibt es
andere Problemlösungen).

4.2.3.3 Überhitzung der Bremsbeläge:

Die Qualitäten der Bremsbeläge haben bei diesem Problem den entscheidenden Einfluß. Faserartige Grundsubstanz mit eingebackenen Kunststoffen in beschränktem Maße habe gute Reibwerte erbracht. Im übrigen kann auf Bremsprüfständen oder auch bei der Erprobungsphase ein geeigneter Werkstoff ermittelt werden.

4.2.3.4 Herausreißen der Beläge:

Dieser Vorfall ist bei neuen Anlagen nicht möglich. Im Falle von Reparaturen, z.B. Wechseln von Belägen, kann dieser Fall durch geeignete Kontrollen ebenfalls ausgeschlossen werden.

4.2.4 Störfälle im mechanischen Teil von Scheißenbremsen:

Infolge der Vielzahl der Bremskrafterzeuger sind mechanische Schäden an Einzelementen ohne größere Bedeutung.

5 Empfehlungen und Verbesserungsvorschläge für die Ausführung von Bremseinrichtungen für Fördermaschinen von Einlagerungsschächten

Ausgewertet wurden 19 Störfälle an Bremseinrichtungen von Fördermaschinen und Häspehn. Für eine statistische Analyse dürfte die Anzahl sehr klein sein. Tendenzen lassen sich jedoch deutlich erkennen. Außerdem muß berücksichtigt werden, daß die Dunkelziffer bei Häspehn, d.h. bei Förderanlagen in der Regel in Blindschächten, wahrscheinlich sehr groß ist. Man kann aber

Blatt 61 zum Gutachten vom 17.5.1984

davon ausgehen, daß der überwiegende Teil der Störfälle in Tagesschächten der Seilprüfstelle bekannt geworden ist.

Aus der Übersicht auf Seite 50 lassen sich folgende Tendenzen erkennen:

Störfälle im Bereich der Steuerung von Bremseinrichtungen haben die schwerwiegendsten Auswirkungen. Vier von insgesamt 8 Störfällen an Steuerungen führten zum Totalausfall der Bremsen.

Störfälle am Gestänge haben deutlich weniger Einfluß. Zwei von 6 Störfällen am Gestänge führten zum Totalausfall der Bremsen. In beiden Gruppen sind damit Verbesserungsmaßnahmen eindeutig vorgezeichnet.

Der Bereich Bremsbelag - Bremsfläche oder - mit anderen Worten - der Bereich Reibwert ist jedoch nicht ohne Probleme, weil bei Störfällen in diesem Zusammenhang weitgehend Wartungsfehler eine Rolle spielen. Man kann zwar durch geeignete Konstruktionen die Bremsflächen vor Hydrauliköl und Seilschmiere schützen und bei den Bremsversuchen während der Abnahme den besten Bremsbelag ermitteln. Eine Reibwertverschlechterung im Betrieb ist jedoch immer möglich und nur durch tägliche Kontrollen zu erkennen und ihr zu begegnen. Eine mögliche erste Maßnahme wäre die vorübergehende Erhöhung der Bremskräfte, d.h. der Sicherheitsteilbremskraft bei Treibscheibenanlagen und wenn möglich auch der vollen Bremskraft.

Störfälle im mechanischen Teil von Scheibenbremsen haben keinen nennenswerten Einfluß auf die Sicherheit von Bremseinrichtungen und können bei der Schlußbetrachtung entfallen.

Zusammenfassend ergibt sich, daß in erster Linie das System der Steuerung sicherheitlich verbessert werden muß und nachgeordnet erst das Gestänge, falls vorhanden. Infolgedessen ist auch eine pneumatische Trommelbremse mit Gestänge wegen ihrer in vielen Jahrzehnten gewachsenen und bewährten Steuerung zwar unmodern aber sicherheitlich keineswegs außerhalb der Diskussion.

5.1 Vorschlag I für eine grundsätzlich verbesserte hydraulische Scheibenbremse

Die besonderen sicherheitlichen Vorzüge von Scheibenbremsen sind bekannt:

- Aufteilung der Bremskraft auf viele Einzelelemente;
- Wegfall jeglichen Gestänges;
- Auslaßprinzip mit Tellerfedern als Kraftquelle;
- höhere thermische Belastbarkeit;
- günstige Flächenpressungsverteilung u.a.

Die Steuerungen dieser Bremsen haben sich jedoch in eine Richtung entwickelt, die nicht voll befriedigen kann. Der sicherheitliche Vorsprung durch Aufteilung der Bremskraft auf viele Teilbremskraftherzeuger wird durch den zentralen Hydraulikauslaß, wenn auch verdoppelt, weitgehend wieder reduziert auf das sicherheitliche Niveau von Bremsen mit einer Zentralkraft. Abnah-

Blatt 63 zum Gutachten vom 17.5.1984

meuntersuchungen haben gezeigt, daß die Steuerung des Bremskraftanstieges beim Einfall der Sicherheitsbremse oft nicht entsprechend den Erfordernissen gelingt. Die für das hydraulische Steuern notwendigen Drosseln, Begrenzungsventile, Speicher usw. führen nicht selten zu sicherheitlichen Problemen. Auch die zahlreichen Absperrhähne in einem Auslaßbremssystem, u.a. notwendig für das Wechseln von Belägen, sind der Sicherheit nicht gerade förderlich.

Ziel des neuen Vorschlages:

Voraussetzung: Die Typen der Bremskraftherzeuger (Scheibenbremselemente) müssen so ausgewählt werden, daß auch für die kleinste Fördermaschine mindestens etwa 8 bis 10 Bremskraftherzeugerpaare erforderlich werden.

Zwei ausreichend weit voneinander entfernte Bremsscheiben sind empfehlenswert wegen der Störfälle nach 4.1.3.1/2.

Alle Paare werden einzeln elektrisch gesteuert. Damit ergeben sich stufenförmige Steuer- und Regelmöglichkeiten sehr großer Vielfalt unter Ausnutzung der sicherheitlichen Überlegenheit.

Der Vorschlag im einzelnen:

Auslaß vervielfachen:

Jedem Bremskraftherzeugerpaar (zwei an einer Bremsscheibe gegenüberliegende Einheiten) wird ein Auslaßelektroventil zugeordnet mit getrennter Ansteuerung.

Blatt 64 zum Gutachten vom 17.5.1984

Auf diese Weise bleibt der sicherheitliche Vorteil der Vervielfachung der Krafterzeuger auch in der Steuerung gewahrt. Alle übrigen Steuer- und Regelelemente der Hydraulik sind entbehrlich. Jedes Krafterzeugerpaar kann damit nur voll geschlossen oder geöffnet werden ohne Verzug.

Auslaß differenzieren:

Aus Gründen gewisser zulässiger Grenzverzögerungen, bei Treibscheibenmaschinen hinsichtlich des Seilrutsches und bei Trommel- bzw. Bobinenmaschinen hinsichtlich der Zumutbarkeit für Personen, dürfen bei Stromausfall nicht sämtliche Bremsen gleichzeitig wirksam werden.

Der Sicherheitsbremsfall, u. a. bei Energieausfall, erfordert eine Teilbremskraft, bezogen auf die Maximalkraft mit mindestens dreifacher statischer Sicherheit gegenüber der größten Überlast.

Infolgedessen werden nur diejenigen Krafterzeugerpaare, die zusammen die erforderliche Sicherheitsteilbremskraft ergeben, mit je einem Ruhestromelektroventil für den Auslaß ausgerüstet und die restlichen mit je einem Stützventil mit zwei Spulen.

Bei Stromausfall z.B. lüften alle Ruhestromventile und geben Federkräfte zum Bremsen frei, die der Seilrutschgrenze angepaßt sind.

Blatt 65 zum Gutachten vom 17.5.1984

Die anschließend nach dem Stillstand der Maschine geforderte Erhöhung der Bremskräfte auf die dreifache Sicherheit ist durch Ansteuerung der restlichen Paare über ihre Stützventile möglich. Da hierfür eine störungsfreie Stromversorgung notwendig ist, muß auf eine batteriegepufferte Einrichtung zurückgegriffen werden, wie auch bei modernen pneumatischen Bremseinrichtungen.

Auslaß dämpfen:

Jedem Auslaßventil ist ein elektronischer Zähler für das zeitlich verzögerte Ansprechen zugeordnet. Die für die Sicherheitsbremskraft notwendigen Krafterzeugerpaare entlüften also alle hintereinander. Der Kraftanstieg erfolgt damit zwar stufenförmig, jedoch in der Regel feinstufig genug, damit kein Seilrutsch angeregt wird. Nach der Bremsung wird jeweils abgefragt, ob jeder Krafterzeuger gearbeitet hat. Dem elektropneumatischen Steuergerät wird außerdem eingegeben, daß die Reihenfolge sich zyklisch nach jedem Bremsvorgang ändert. Der Backenverschleiß bleibt dann gleichmäßig. Ein beliebig lange dauernder Kraftanstieg ist damit einstellbar.

Auslaß regeln:

Für die kontinuierliche Regelung der Bremskraft bei Verwendung als Fahrbremse (Manövrierbremse) wird die gleiche Problemlösung vorgeschlagen. Über einen digitalen Geber am Fahrbremshebel werden einzelne Krafterzeuger zu- bzw. abgeschaltet.

Blatt 66 zum Gutachten vom 17.5.1984

Zugleich bietet sich an, die Sicherheitsbremskraft über dasselbe System zu regeln, wenn bei Trommel- oder Bobinenmaschinen erträgliche Bremsverzögerungen sonst nicht zu erreichen sind, oder wenn als modernste Lösung die Sicherheitsbremskraft in Abhängigkeit von der Verzögerung geregelt werden soll.

Auslaß überwachen:

Es wird genügen, jedes Krafterzeugerpaar mit nur einem Auslaßventil auszurüsten, weil die sicherheitlich vorteilhafte Aufteilung der Bremskrafterzeuger sich bei den Auslaßventilen fortsetzt. Man sollte bei jedem Bremsvorgang mit voller Bremskraft alle Krafterzeuger elektronisch abfragen und das Öffnen der Bremse erst wieder ermöglichen, wenn keine Störung vorliegt.

Elektronisches Steuergerät:

Im Hinblick auf den hohen Sicherheitsstandard der Fördermaschinenbremsen sollten an das Steuergerät höchste Anforderungen gestellt werden. Die Stromversorgung muß batteriegestützt sein; alle Befehle sollten zweikanalig bearbeitet und die übrigen für Sicherheitsstromkreise erforderlichen Bedingungen eingehalten werden.

Das Steuergerät für die Bremsen sollte von der Maschinensteuerung getrennt sein.

Das elektronische Steuergerät gestattet bei Reparaturen auch, jedes Bremskrafterzeugerpaar einzeln zu öffnen.

Blatt 67 zum Gutachten vom 17.5.1984

Die im Vorschlag I enthaltenen Grundgedanken sind noch nicht verwirklicht worden. Sie sind jedoch seit April/Mai 1984 allen einschlägigen Firmen und den Oberbergämtern in Clausthal-Zellerfeld, Dortmund und Saarbrücken bekannt. Eine gewisse Entwicklungsarbeit wird noch erforderlich sein. Es besteht jedoch die Überzeugung, daß bei Verwirklichung dieses Vorschlages ein wesentlicher sicherheitlicher Fortschritt möglich erscheint.

5.2 Vorschlag II für eine verbesserte hydraulische Scheibenbremse bisherigen Zuschnittes:

Unter Verwendung der bisherigen hydraulischen Steuertechnik wird folgendes vorgeschlagen:

Ausgehend von zwei Bremsscheiben, die aus Gründen eines sicheren Reibwertes bei Ölverschmutzung ausreichend weit auseinander liegen sollen, werden zwei unabhängige Bremssysteme aufgebaut. Die eine Hälfte der erforderlichen Krafterzeugerpaare wird der einen Scheibe zugeordnet, die andere Hälfte der zweiten Scheibe. Jedes System erhält eine unabhängige hydraulische Steuerung der üblichen Art.

5.3 Vorschlag III für eine verbesserte pneumatische Trommelbremse:

Dem Grundgedanke des Vorschlages II folgend, die Brems-einrichtung zu halbieren und jede Hälfte gesondert zu steuern, werden jetzt die Elemente eines pneumatischen Systems eingesetzt. Die Treibscheibe erhält, wie meist üblich, zwei weit auseinander liegende trommelförmige Bremsflächen. Jeder der beiden Flächen ist ein Backen-

Blatt 68 zum Gutachten vom 17.5.1984

paar mit einer Zugstange zugeordnet. Die große Bremswelle ist drehfest, d.h. unbeweglich, an den beiden Bremsbacken zwischen Führerstand und Treibscheibe befestigt. Jede Zugstange ist an einem kleinen Bremshebel drehbeweglich angebunden, auch wie üblich. Der große Bremshebel ist jedoch zweimal vorhanden und jeweils zusammen mit dem zugehörigen kleinen Hebel drehbar auf dem Wellenende der großen Bremswelle gelagert. Schließlich werden zwei unabhängige pneumatische Bremsapparate zugelassener Bauart jeweils mit dem großen Bremshebel verbunden. Die Steuerungen der Apparate sind ebenfalls vollständig unabhängig voneinander. Auf diese Weise ergeben sich zwei unabhängige pneumatische Bremssysteme, bestehend aus je zwei Backen, Gestänge und je einem Krafterzeuger. Beide Systeme zusammen liefern die verlangten Sicherheiten, 3fach statisch, usw., d.h., sowohl die beiden Fahrbrem- als auch die beiden Sicherheitsbremssysteme.

5.4 Zusammenfassende Erläuterung der 3 Vorschläge:

Bei der Abfassung der neuen behördlichen Bestimmungen 1977 (BVOS und TAS) wurde Scheibenbremsen ein Vorteil eingeräumt, indem man von der Forderung nach zwei Bremseinrichtungen mit je 3facher statischer Sicherheit u.a. abging. Dieser Entschluß schien insofern gerechtfertigt, als die Bremskrafterzeuger vielfach vorhanden sind (mindestens zwei Paare), das Auslaßprinzip angewendet wird, kein Gestänge notwendig ist, günstige Flächenpressungsverteilung vorliegt, und die thermische Belastbarkeit höher liegt.

Im Zusammenhang mit der vorliegenden Untersuchung hat sich jedoch gezeigt, daß weniger das Gestänge sondern vielmehr die Steuerungen Schwachpunkte sein können.

Blatt 69 zum Gutachten vom 17.5.1984

Konsequenterweise müßte man an den eingeräumten Vorteil die Bedingung knüpfen, mit der Aufteilung der Krafterzeuger auch die Steuerungen aufzuteilen und voneinander unabhängig zu machen. Allein ein doppelter Auslaß kann dann nicht genügen.

Bei Fortführung dieser Gedanken und den begrenzten Möglichkeiten der Hydrauliksteuerung gegenüber der Elektronik kam es zum Vorschlag I. Die Verwirklichung dieses Vorschlages setzt jedoch mindestens 8 bis 10 Krafterzeugerpaare voraus.

Der Vorschlag II ist die logische Fortführung für Anlagen mit zwei Krafterzeugerpaaren oder wenig mehr. Eine Verdoppelung der gesamten Steuerung sollte Mindestforderung sein.

Der Vorschlag III schließlich berücksichtigt die pneumatischen Trommelbremsen mit Gestänge.

Bremsapparat und Steuerung werden verdoppelt gegenüber bisher meist üblichen Ausführungen. Größere Förderanlagen haben heute schon zwei Bremsapparate, jedoch eine gemeinsame Steuerung. Die Unsicherheiten der Gestänge erscheinen dadurch abgedeckt, daß bei diesem Vorschlag ein Gestängebruch stets eindeutig noch die halbe Bremskraft beider Bremsen beläßt.

Alle drei Konstruktionsvorschläge werden für ausreichend sicher gehalten, an Fördermaschinen für Endlagerbergwerke verwirklicht zu werden.

