

**Technische Anforderungen  
an Schacht- und Schrägförderanlagen  
(TAS)**

**Stand: Dezember 2005**



**Bezirksregierung Arnsberg**  
Abteilung Bergbau und Energie in NRW

Die Technischen Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen wurden am **15. Dezember 1977** erlassen durch das

Bayerische Oberbergamt in München

- 4308 - 11/6 - 9092 -

Hessische Oberbergamt in Wiesbaden

- 76 c 10 - 20/16 -

Landesbergamt Baden-Württemberg in Freiburg

- 12 335 -

Landesoberbergamt Nordrhein-Westfalen in Dortmund

- 01.31.21 - 10 - 2 -

Oberbergamt in Clausthal-Zellerfeld

- 48/77 - B 1 b 6.1 IV -

Oberbergamt für das Saarland und das Land Rheinland-Pfalz  
in Saarbrücken

- 1 3203/25/77 -

**Hinweis zur Blattnummerierung**

Die Blätter der TAS sind abschnittsweise nummeriert, wobei die erste Zahl den Abschnitt und die zweite Zahl das Blatt innerhalb des Abschnitts darstellt (z. B.: Blatt 3 / 12 = 3. Abschnitt, 12. Blatt).

**Inhaltsübersicht**

	<b>Blatt</b>
<b>1. Fördergerüste und Abteufgerüste sowie Verlagerungen in Köpfen von Blindschächten und Schrägstrecken</b>	
1.1. Fördergerüste und Abteufgerüste	1 / 1
1.2. Verlagerungen und Einrichtungen in Köpfen von Blindschächten und Schrägstrecken sowie an Aufstellungs-orten von Fördermaschinen und -häspeln untertage	1 / 1
1.3. Prellträger und Fangstützen	1 / 2
1.4. Seilscheiben für Förderseile	1 / 3
1.5. Berechnung der Seilscheibenverlagerung im Kopf von Blindschächten	1 / 3
<b>2. Einrichtung der Schächte und Schrägstrecken</b>	
2.1. Schachttrume, Fahrtrume	2 / 1
2.2. Schachtsumpf	2 / 2
2.3. Freie Höhe, freie Teufe	2 / 3
2.4. Führungseinrichtungen und deren Verlagerung	2 / 3
2.4.1. Allgemeines	2 / 3
2.4.2. Spurlatten	2 / 4
2.4.3. Einstriche	2 / 5
2.4.4. Anforderungen an Werkstoffe von Spurlatten und Einstrichen	2 / 6
2.4.5. Berechnung der Spurlatten und Einstriche	2 / 7
2.4.6. Berechnungsbeispiele	2 / 13
2.4.7. Seilführungen	2 / 18
2.4.8. Führungseinrichtungen im Bereich der freien Höhe und freien Teufe	2 / 20
2.5. Zugänge und Anschläge	2 / 21
2.5.1. Zugänge und Anschläge an Schächten und Schrägstrecken	2 / 21
2.5.2. Zugänge an Abteufanlagen	2 / 22
2.5.3. Schachtschleusen	2 / 22
2.5.4. Schachtbeschickungseinrichtungen, Feststellvorrichtungen	2 / 23

**3. Fördermaschinen und Förderhäspel**

3.1. Allgemeine Anforderungen	3 / 1
3.2. Antriebe	3 / 2
3.3. Seilträger	3 / 3
3.4. Bedienungsstände	3 / 4
3.5. Teufenzeiger	3 / 5
3.6. Geschwindigkeitsregelung und Geschwindigkeitsüberwachung bei Fördermaschinen	3 / 6
3.7. Geschwindigkeitsüberwachung bei Förderhäspeln	3 / 8
3.8. Sicherheitseinrichtungen mit Auslösung der Sicherheitsbremse oder der Fahrbremse oder der Abfahrsperrung	3 / 8
3.9. Bremsenrichtungen	3 / 11a
3.10. Allgemeine Anforderungen zur Bremsberechnung	3 / 15
3.11. Muster der Bremsberechnung für Anlagen mit Treibscheibe oder mit Trommeln bis zu 2 Seillagen	3 / 17
3.12. Muster der Bremsberechnung für Anlagen mit Bobinen	3 / 30
3.13. Rechnerischer Nachweis der Festigkeit des Bremsgestänges	3 / 41

**4. Schachtüberwachungs- und -signalanlagen sowie Schachtfernsprechanlagen für Seilfahrt- und Güterförderanlagen**

4.1. Schachtüberwachungs- und -signalanlagen - Allgemeines	4 / 1
4.2. Stromversorgung und Überwachung der Schachtüberwachungs- und -signalanlagen	4 / 2
4.3. Signaltechnische Betriebsmittel	4 / 4
4.4. Allgemeine Anforderungen an Signalanschlüsse	4 / 4
4.5. Betriebsarten und Signalumschaltung	4 / 5
4.6. Einschlag- und Fertigsignalanlagen, Sohlzuteilungs- und -blockiereinrichtungen	4 / 6
4.6.1. Einschlagsignalanlagen	4 / 6
4.6.2. Fertigsignalanlagen	4 / 7
4.6.3. Sohlzuteilungs- bzw. -blockiereinrichtungen	4 / 7
4.7. Schachthammersignaleinrichtung	4 / 8
4.8. Fördermitteltelefonie- und -signalanlagen (FTS-Anlagen)	4 / 9
4.9. Notsignalanlagen	4 / 10
4.10. Seilfahrt-Sicherheitsschaltungen bzw. -Sicherheitsfunktionen	4 / 10
4.10.1. Seilfahrtankündigungs- und -quittungseinrichtung	4 / 10
4.10.2. Seilfahrtschalter und Seilfahrteleuchten bei Anlagen ohne Seilfahrtankündigungs- und -quittungseinrichtung	4 / 11

4.10.3.	Schachttorüberwachung durch Fördermaschinen- /Förderhaspelsperreinrichtung	4 / 11
4.10.4.	Abfahrsperrschaltung	4 / 12
4.11.	Optische Anzeigen	4 / 12
4.12.	Registriergeräte	4 / 13
4.13.	Schachtfernsprechanlagen	4 / 14
4.14.	Schachtüberwachungs- und -signalanlagen sowie Schachtfernsprechanlagen in Abteufbetrieben	4 / 14
4.15.	Schachtüberwachungs- und -signalanlagen sowie Schachtfernsprechanlagen in sonderbewetterten Grubenbauen	4 / 15
4.16.	Mechanische Signalanlagen	4 / 16
<b>5.</b>	<b>Einrichtungen für automatisch betriebene Antriebsmaschinen von Schachtförderanlagen</b>	
5.1.	Allgemeines	5 / 1
5.2.	Anforderungen an die automatische Steuerung von Antriebsmaschinen	5 / 2
5.3.	Zusätzliche Anforderungen an Anlagen für automatische Selbstfahrerseilfahrt	5 / 5a
5.4.	Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen	5 / 7
5.5.	Anzeigen und Leuchtfelder	5 / 9
<b>6.</b>	<b>Seile</b>	
6.1.	Allgemeines	6 / 1
6.2.	Begriffe	6 / 2
6.3.	Förderseile	6 / 5
6.3.1	Anforderungen an die Stahldrähte vor der Verseilung	6 / 5
6.3.2.	Anforderungen an die Stahldrähte nach der Verseilung	6 / 5
6.3.3.	Anforderungen an die Förderseile und Bühnenseile	6 / 7
6.3.4.	Sonstige Anforderungen	6 / 8
6.4.	Unterseile	6 / 10
6.4.1.	Anforderungen an die Drähte	6 / 10
6.4.2.	Anforderungen an die Unterseile	6 / 10
6.4.3.	Sonstige Anforderungen	6 / 10
6.5.	Greiferseile	6 / 10
6.6.	Führungs- und Reibseile	6 / 11
6.7.	Sonstige Seile	6 / 11
6.8.	Seilsicherheiten	6 / 11
6.9.	Verwendung gebrauchter Seile	6 / 11
Anhang A	Muster für die Bescheinigung über Werkstoffprüfungen nach § 10 Abs. 1 der VO	
Anhang B	Muster für die Bescheinigung über Werkstoffprüfungen nach § 10 Abs. 1 der VO	

<b>7.</b>	<b>Fördermittel, Gegengewichte, Zwischengeschirre, Unterseilaufhängungen</b>	
7.1.	Allgemeines	7 / 1
7.2.	Sicherheiten gegenüber der statischen Belastung	7 / 2
7.3.	Zusätzliche Anforderungen an Fördermittel und Gegengewichte	7 / 3
7.3.1.	Dach und Tragböden	7 / 3
7.3.2.	Gegengewichte	7 / 4
7.3.3.	Hängestreiben	7 / 4
7.3.4.	Fördergefäße	7 / 4
7.3.5.	Führungselemente	7 / 4
7.3.6.	Förderkübel und –behälter	7 / 6
7.3.7.	Zusätzliche Anforderungen an Fördermittel und Gegengewichte bei Anlagen mit Seilführung	7 / 6
7.4.	Zusätzliche Anforderungen an Zwischengeschirre und Unterseilaufhängungen	7 / 6a
7.5.	Anforderungen an Königstangen bei vorhandenen Anlagen	7 / 9
7.6.	Berechnung der Fördermittel, Gegengewichte, Zwischengeschirre und Unterseilaufhängungen	7 / 9
7.6.1.	Allgemeines zu den Kraftannahmen	7 / 9
7.6.2.	Aufhängebleche	7 / 11
7.6.3.	Querträger und Längsträger im Kopf- und Fußrahmen	7 / 14
7.6.4.	Hängestreiben	7 / 17
7.6.5.	Verbindungselemente (Niete, Schrauben)	7 / 18
7.6.6.	Anschlussbleche an Förderkübeln und Behältern so wie Kettenanschlussbleche	7 / 19
7.6.7.	Zwischengeschirre und Unterseilaufhängungen	7 / 19
<b>8.</b>	<b>Befahrungsanlagen, Hilfsfahranlagen, Notfahranlagen</b>	
8.1.	Allgemeines	8 / 1
8.2.	Einrichtungen am und im Schacht	8 / 1
8.3.	Antriebe (einschließlich Bremsen)	8 / 2
8.4.	Fördermittel und Zwischengeschirre	8 / 3
8.5.	Seile	8 / 3
8.6.	Schachtüberwachungs- und –signalanlagen	8 / 3
<b>9.</b>	<b>Bühnen und Greiferanlagen</b>	
9.1.	Verfahrbare Arbeitsbühnen	9 / 1
9.2.	Feste Arbeits- und Überwachungsbühnen	9 / 2
9.3.	Schutzbühnen	9 / 3
9.4.	Greiferanlagen	9 / 9

**10. Winden**

10.1.	Allgemeines	10 / 1
10.2.	Bremsen	10 / 1
10.3.	Sperreinrichtungen	10 / 2
10.4.	Vorgelege	10 / 2
10.5.	Seilträger	10 / 2
10.6.	Zusätzliche Anforderungen an handbetriebene Winden	10 / 3
10.7.	Muster der Bremsberechnung für Winden mit maschinellem Antrieb (außer Spannwinden)	10 / 4

**11. Begriffsbestimmungen****Sachwortverzeichnis****Verzeichnis der Abbildungen****1. Abschnitt**

1.	Seitenansicht eines Blindschachtkopfes mit Kräfteparallelogramm am Seil	1 / 3
----	---	-------

**2. Abschnitt**

1.	Querschnitt durch die Spurlatten und Führungsschuhe	2 / 4
2.	Verbindung von Spurlattenden	2 / 5
3a/b	Schnittzeichnungen durch Fahrtrum, mit eingemauerten Einstrichen, mit Einstrichen auf Konsolen und mit Beanspruchungskräften	2 / 8a
4.	Kraftangriff an einer Spurlatte zwischen zwei Einstrichen (Durchbiegung)	2 / 12
5.	Auflagekraft an einem Einstrich	2 / 13
6.	Schraubverbindung von Spurlatte und Einstrich	2 / 13

**3. Abschnitt**

1a/b	Zusammenstellung der Massen für doppeltrümige Anlagen mit Unterseil	3 / 18
2.	Federdiagramm einer Schraubendruckfeder	3 / 19
3a	Scheibenbremse, Anordnung der Bremskrafteerzeuger	3 / 22
3b	Wirkungsweise eines Bremskrafteerzeugerpaars	3 / 22
4a/b	Federkennlinie (einschließlich Federwirkungsgrad)	3 / 22
5a/b	Übersetzung der Kräfte im Bremsgestänge	3 / 23

6.	Bremsgestänge der Fahrbremse, die zwischen Motor und Getriebe angeordnet ist	3 / 23
7.	Getrennte Fahr- und Sicherheitsbremse (bis 2 m/s)	3 / 24
8.	Einachsige Fahr- und Sicherheitsbremse	3 / 24
9.	Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse mit Kraftangriff am Hauptbremshebel	3 / 24
10.	Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse mit Kraftangriff am Hebel 1	3 / 25
11.	Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse mit Kraftangriff an der Verbindungsstange 8	3 / 25
12.	Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse mit Kraftangriff am Hauptbremshebel	3 / 26
13.	Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse als Auslassbremse mit Kraftangriff am Hauptbremshebel	3 / 26
14.	Umfangskraft bei der kritischen Teufe	3 / 33
15.	Umfangskraft bei vollem Förderkübel in der Endteufe	3 / 33
16.	Flächenpressung im Bolzenlager	3 / 46
17.	Bremsbackenträger	3 / 47
18.	Hauptwelle	3 / 47
19.	Bremswelle 4	3 / 48
20.	Winkelhebel	3 / 48
21.	Hebel 1	3 / 49
22.	Hebel 2	3 / 50
23.	Hauptbremshebel	3 / 50
24a/b	Zugstange	3 / 51
25.	Bremsbackenträger	3 / 54

**6. Abschnitt**

1.	Nennabmessungen von Flachseilen	6 / 2
2.	Bemaßung von Litzen	6 / 2
3.	Schlagart von Litzenseilen Gleichschlag	6 / 3
4.	Schlagart von Litzenseilen Kreuzschlag	6 / 3

**7. Abschnitt**

1.	Kopfrahen-Bezeichnungen	7 / 2
2a	Bremsführungsschuhe	7 / 4
2b	Zusätzliche Bremsführungsschuhe	7 / 5
3.	Ausführungsformen der Aufhängebleche, verschiedene Aufhängebleche	7 / 12-13
4.	Kraftangriff und Biegemoment-Kennlinie bei Aufhängeblechen mit mehreren Bolzenbohrungen	7 / 14
5.	Annahme des Kraftangriffs im Kopf- und Fußrahmen	7 / 15

6.	Fördermittel mit einem Aufhängeblech	7 / 15
7.	Fördermittel mit zwei Aufhängeblechen	7 / 16
8-9.	Fördermitteldarstellungen mit Biegemoment-Kennlinien	7 / 16-17
10a – c	Fördermittel mit 8 (6) (4) Hängestreben	7 / 18
11.	Skizze der Anschlussbleche mit Lage der angreifenden Kräfte und der zu Berechnenden Querschnitte	7 / 19
12. – 14.	Bolzenverbindungen mit Darstellung der angreifenden Kräfte und Kraftverteilungen	7 / 20
15.	Lage der Bohrungen in Laschen	7 / 21
16.	Kreuzgelenkstück Form LG (Lasche / Gabel)	7 / 21
17.	Winkelhebel in drei Ansichten	7 / 22
18.	Traverse	7 / 22
19.	Schäkel in drei Ansichten	7 / 23
20a	Aufhängebügel	7 / 23
20b	Aufhängebügel	7 / 24
21.	Kette	7 / 24
22.	Aufhängung an zwei Seilen oder Ketten	7 / 25
23.	Aufhängung an vier Seilen oder Ketten	7 / 25
24.	Königsstange mit Abmessungen und Angaben der zu berechnenden Querschnitte	7 / 25

### 9. Abschnitt

1.	einteilige Bühne	9 / 4
2.	geteilte, gegeneinander versetzte Bühnen mit dazwischenliegender Schutzwand	9 / 4
3. und 4.	Schüttguthöhe in Abhängigkeit von der spezifischen Fallenergie	9 / 5
5.	Tragwerk mit Schüttgutkegel	9 / 5
6.	Kennlinienschar, Eindringweg in Abhängigkeit von der spezifischen Fallenergie	9 / 6
7. und 8.	Einteilige Bühne	9 / 6 - 7
9. – 11.	Ansichten einer geteilten Bühne	9 / 7

### Verzeichnis der Tabellen

#### 2. Abschnitt

1.	Bemessung von Spurlatten und Einstrichen (bis 4 m/s)	2 / 7
2.	Widerstands- und Trägheitsmomente von genormten Holzspurlatten DIN 21341	2 / 9 - 10

#### 3. Abschnitt

1.	Berechnung der Seilrutschgrenzen, $e^{\mu \cdot \alpha}$ -Werte	3 / 28
2.	Tabelle der zulässigen Druckspannung bei Knickbeanspruchung	3 / 53

#### 5. Abschnitt

1.	Anzeigen und Leuchtfelder	5 / 7
----	---------------------------	-------

#### 6. Abschnitt

1.	Drahtmindestdurchmesser für Förder-, Bühnen- und Flachseile	6 / 1
2.	Zulässige Abweichungen der Zugfestigkeit	6 / 5
3.	Grenzmaße vom Draht-Nennndurchmesser	6 / 5
4.	Mindestbiegezahlen für runde Drähte	6 / 6
5.	Mindestverwindezahlen für runde Drähte	6 / 6
6.	Mindestwerte des Flächengewichtes des Zinküberzuges	6 / 7
7.	Zulässige Abweichungen vom Seil-Nennndurchmesser bei Rundlitzenseilen sowie von der Nennbreite und -dicke bei Flächenseilen	6 / 8
8.	Mindestbiegezahlen von Runddrähten aus gebrauchten Förderseilen	6 / 9

#### 7. Abschnitt

1.	Werkstoffe für Fördermittel, Gegengewichte, Zwischengeschirre und Unterseilaufhängungen	7 / 1
2.	Breite der abzuspannenden Brennzone bezogen auf die Blechdicke	7 / 2
3a	Mindestmaße der Bremsführungsschuhe ohne Schleißplatten	7 / 5
3b	Mindestmaße der Bremsführungsschuhe mit Schleißplatten	7 / 5
4.	Empfohlene Drehmomente von Klemmschrauben	7 / 8
5.	Nachziehfristen	7 / 8
6.	Anzahl der Rundseilklemmen bei Rundlitzenseilen 6 × 19 Standard und Warrington-Verbund	7 / 8
7.	Anzahl der Seilklemmen bei Flachseilen	7 / 9
8.	Grenzkraft einer Klemme	7 / 9

#### 9. Abschnitt

1.	Beiwerte $\alpha$	9 / 4
----	-------------------	-------

**Hinweis:** Sicherheitszahlen beziehen sich auf die Bruchfestigkeit des Werkstoffs, sofern nicht ausdrücklich auf die Streckgrenze Bezug genommen wird.

## 1. Fördergerüste und Abteufgerüste sowie Verlagerungen in Köpfen von Blindschächten und Schrägstrecken

### 1.1. Fördergerüste und Abteufgerüste

1.1.1. Unter Förder- und Abteufgerüsten sind auch Fördertürme sowie Verlagerungen von Führungseinrichtungen in Führungsgerüsten zu verstehen.

1.1.2. Tragende Teile von Gerüsten müssen aus Stahl, Stahlbeton oder Spannbeton bestehen.

1.1.3. Tragende Stahlbauteile von Gerüsten müssen mindestens 8 mm dick sein. Es wird empfohlen, diese Teile 10 mm oder dicker zu bemessen. Bei allseitig geschlossenen Hohlprofilen muss die Wanddicke mindestens 6 mm, bei Füllstäben mindestens 4 mm betragen. (Für Abteufgerüste gilt dies erst, wenn sie nach dem 1.1.1978 gefertigt worden sind.)

1.1.4. Stahlbauteile von Gerüsten müssen mit einem Korrosionsschutz versehen sein. Die Verlagerung der Führungsgerüste muss zugänglich sein.

1.1.5. Aufstiege und Umgänge in und an Gerüsten sind so einzurichten, dass Personen, die diese Einrichtungen benutzen, nicht gefährdet werden können. Aufstiege und Umgänge müssen ausreichend beleuchtet werden können. Sie müssen Geländer nach DIN 21377 und, soweit erforderlich, Fußleisten haben. Aufstiege mit mehr als 90 gon Neigung und mehr als 5 m Länge müssen mit einer Absturzsicherung oder einem durchgehenden Rückenschutz, der 3 m über dem Fußpunkt des Aufstiegs beginnt, versehen sein.

1.1.6. Fördertürme von mehr als 25 m Höhe über der Hängebank mit Turmfördermaschinen oder -häspeln müssen mit Aufzügen versehen sein. Es wird empfohlen, auch an Fördergerüsten Aufzüge vorzusehen.

1.1.7. Gerüste von Seilfahranlagen und Güterförderanlagen mit Fahrgeschwindigkeiten von mehr als 2 m/s sind mit geeigneten Hebezeugen zum Auswechseln von Seilscheiben und anderen Bauteilen auszurüsten, falls nicht ortsveränderliche Hebezeuge eingesetzt werden können.

1.1.8. Gerüste müssen mit einer Blitzschutzanlage ausgerüstet sein. Für die Errichtung der Blitzschutzanlagen gilt VDE 0185.

Sofern der höchste Punkt des Gerüstes von einer Seilscheibe mit aufliegendem Seil gebildet wird, ist die Blitzschutzanlage mit besonderen Auffangstangen über der Seilscheibe zu versehen.

1.1.9. Verlagerungen (Auflager) von Fördergerüsten, bei denen mit bergbaulichen Einwirkungen zu rechnen ist, müssen so ausgeführt werden, dass diese Einwirkungen ausgeglichen werden können.

1.1.10.1 Gerüste sind nach DIN 4118 zu entwerfen, zu berechnen und auszuführen. Hierbei sind die „Anpassungsrichtlinien Stahlbau“ zu beachten. Beanspruchungen, die durch zusätzliche maschinelle Einrichtungen in Gerüsten hervorgerufen werden, sind entsprechend zu berücksichtigen, z. B. Krananlagen.

1.1.10.2. Fördergerüste von Anlagen, die nur zeitlich begrenzten Ausrichtungsarbeiten dienen, dürfen mit den Lastannahmen für Abteufgerüste entworfen und berechnet werden.

1.1.11. Für die Bemessung und Ausführung der Führungseinrichtungen und deren Verlagerungen in Gerüsten gilt Nr. 2.4.

1.1.12. Die Seilkräfte, für die ein Gerüst berechnet ist, z. B. Förderseillast, Seilbruchlast nach DIN 4118 Nr. 3.4, dürfen um höchstens 10 v. H. erhöht werden, wenn ein Sachverständiger (§ 2 Abs. 19 der VO) das Gerüst daraufhin untersucht hat, ob nach dem baulichen Zustand eine Erhöhung der Seilkräfte ohne Änderung der Tragfähigkeit des Gerüstes zulässig ist.

### 1.2. Verlagerungen und Einrichtungen in Köpfen von Blindschächten und Schrägstrecken sowie an Aufstellungsorten von Fördermaschinen und -häspeln untertage

1.2.1. In Blindschächten und Schrägstrecken müssen Verlagerungseinrichtungen (Träger und Unterzüge) für Seilscheiben (Ablenkscheiben sind Seilscheiben [siehe auch DIN 22410]), Fördermaschinen, Förderhäspel, Winden und Führungsseile aus Stahl bestehen. Teile mit Schweißverbindungen dürfen nur aus gut schweißbarem Stahl bestehen.

1.2.2. Verlagerungseinrichtungen nach Nr. 1.2.1. dürfen nicht am Schachtausbau befestigt werden, sofern nicht die Bergbehörde im Erlaubnis- oder Zulassungsverfahren eine Abweichung bewilligt.

1.2.3. Verlagerungseinrichtungen müssen mit einem Korrosionsschutz versehen sein. Dies gilt nicht für Verlagerungen von Abteufeinrichtungen, wenn diese Verlagerungen nach dem Abteufen wieder ausgebaut werden.

1.2.4.1. Verlagerungseinrichtungen müssen bei statischer Belastung durch Betriebskraft und Eigengewicht mit den Teilsicherheitsbeiwerten  $\gamma_f = 2,2$  (Einwirkungen) und  $\gamma_m = 2,0$  (Widerstandsgrößen) im Sinne der DIN 18800 bemessen werden. Die Stahlqualität muss mindestens RSt 37-2 sein. Für die Mindestdicken der Bauteile gilt Nr. 1.1.3. Dynamische Zusatzkräfte brauchen nicht berücksichtigt zu werden.

- 1.2.4.2. Auflager von Trägern sind auf Druckspannung zu berechnen.  
 Bezüglich der weiteren Berechnung im Nachweisverfahren ist die oben genannte „Anpassungsrichtlinie Stahlbau“ zu berücksichtigen (Unterschiedliches Sicherheitskonzept für die Tragkonstruktion und die Bemessung der Auflagerbereiche). Hierbei sind die ermittelten Schnittgrößen durch die entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_f$  zu teilen.  
 Unabhängig von der Berechnung müssen Träger oder Unterzüge mindestens 40 cm tief aufliegen.  
 Als zulässige Druckspannung sind zugrunde zu legen:
- für Mauerwerk die Angaben in DIN 1053, Teil 1, Tabelle 3 „Mauerwerk, Berechnung und Ausführung“,
  - für Beton die Angaben in DIN 1045, „Beton und Stahlbetonbau, Bemessung und Ausführung“, (hierbei ist DIN 18800, Teil 1, Element (767) zu beachten)
  - für Gestein die Angaben zu der entsprechenden Steifigkeitsklasse nach DIN 1053, sofern nicht andere Erfahrungswerte vorliegen.
- 1.2.5. Ankerschrauben zur Befestigung von Verlagerungen oder Lagerböcken sollen in Anlehnung an Element (714) „Außergewöhnliche Kombinationen“ gegen die auf sie entfallende anteilige Seilbruchkraft bemessen werden. Hierbei sind die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_f = 1,0$  (Einwirkungen) und  $\gamma_m = 1,0$  (Widerstandsgrößen) einzusetzen und der Nachweis nach Element (809) zu führen.  
 Biege- und Scherbeanspruchungen sind möglichst zu vermeiden. Die Ankerschrauben sind gegen Korrosion zu schützen.
- 1.2.6. Im Bereich von Seilscheibenträgern müssen zur Überwachung und Wartung der Lager Umgänge oder Bühnen vorhanden sein. Sie sind so einzurichten, dass Personen, die diese Einrichtungen benutzen, nicht gefährdet werden können.  
 Für die Bemessung von Umgängen und Bühnen mit zugehörigen Treppen gilt DIN 4118 Nr. 4.2.5 Verkehrslasten. Hierbei ist die „Anpassungsrichtlinie Stahlbau“, Abschnitt 4.8 zu berücksichtigen.
- 1.2.7. Für Köpfe von Blindschächten und Schrägstrecken sowie für Seilkanäle, die nicht durchgehend bewettert werden, sind Bewetterungseinrichtungen vorzusehen.
- 1.2.8. Für die Bemessung und Ausführung der Führungseinrichtungen und deren Verlagerungen im Kopf von Blindschächten gilt Nr. 2.4.
- 1.3. Prellträger und Fangstützen
- 1.3.1. Hauptseilfahranlagen sowie Güterförderanlagen mit Fahrgeschwindigkeiten von mehr als 4 m/s müssen mit Prellträgern und Fangstützen (Fangklinken) ausgerüstet sein. Prellträger sind so auszulegen,

dass sie beim Übertreiben das Fördermittel oder Gegengewicht aufhalten; Fangstützen sind so auszulegen, dass sie Fördermittel oder Gegengewichte sicher auffangen können.

Es wird empfohlen, auch bei mittleren und kleinen Seilfahranlagen Prellträger und Fangstützen vorzusehen.

Dies gilt für Schrägförderanlagen entsprechend.

An Anlagen mit Kübelförderung sind keine Fangstützen erforderlich; Seilscheibenträger können hier auch als Prellträger dienen.

- 1.3.2. Prellträger müssen so angeordnet sein, dass die Seileinbände freien Durchgang haben und bei einem Übertreiben nicht auf Seilscheiben oder Seilträger auflaufen, bevor das Fördermittel oder Gegengewicht an die Prellträger stößt.
- 1.3.3. Unter den Prellträgern sind geeignete energieverzehrende Einrichtungen vorzusehen. Prellhölzer müssen mindestens 20 cm dick sein. Die Sätze 1 und 2 gelten nicht für Abteufanlagen.
- 1.3.4. Fangstützen müssen unterhalb der Prellträger so angebracht sein, dass die Strecke, die ein Fördermittel oder Gegengewicht nach dem Anprall an die Prellträger bis zum Aufsetzen auf die Fangstützen zurückfällt (Fallhöhe), höchstens 500 mm beträgt. Aufbauten auf den Dächern der Fördermittel oder auf den Gegengewichten, z. B. stabile Geländer, Schutzdächer sowie beim Übertreiben mitgenommene Schachtdeckel sind bei der Anordnung der Fangstützen zu berücksichtigen.
- 1.3.5. Fangstützen dürfen nicht überschlagen können und müssen in ihre Ausgangslage zurückfallen.
- 1.3.6. Fangstützenträger sind so auszubilden, dass sie beim Auffangen von Fördermitteln oder Gegengewichten nicht ausweichen können.
- 1.3.7. Prellträger und Fangstützen sind nach DIN 4118 zu berechnen und auszuführen. Hierbei ist die „Anpassungsrichtlinie Stahlbau“, Abschnitt 4.8, zu berücksichtigen.
- 1.4. Seilscheiben (Ablenkscheiben sind Seilscheiben [siehe auch DIN 22410]) für Förderseile
- 1.4.1. Der Nenndurchmesser von Seilscheiben muss
- bei Rundseilen, außer verschlossenen Seilen, wenigstens das 40fache des Seilnenndurchmessers - mindestens 0,6 m -,
  - bei verschlossenen Seilen wenigstens das 120fache des Seilnenndurchmessers,
  - bei Flachseilen wenigstens das 60fache der Seilnenndicke
- betragen. Dabei ist die zu erwartende Flächenpressung des Seils in der Seilscheibenrille zu berücksichtigen (Nr. 1.4.8).

Zur Erhöhung der Seilaufliegezeit wird empfohlen,

- bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s: das 100fache des Seilnennendurchmessers,
- bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 4 m/s: das 60fache des Seilnennendurchmessers,

als Seilscheibendurchmesser vorzusehen.

1.4.2. Der Nenndurchmesser von Seilscheiben ist auf den Rillengrund im Neuzustand zu beziehen. Bei gefütterten Seilscheiben bleibt das Futter unberücksichtigt.

1.4.3. Seilscheiben und deren Achsen müssen - bezogen auf die Streckgrenze - eine mindestens einfache Sicherheit gegenüber der Resultierenden des Seilzuges bei Seilbruchkraft aufweisen. Satz 1 gilt nicht für Abteufanlagen, wenn eine mindestens 7fache Sicherheit - bezogen auf die Streckgrenze - gegenüber der Betriebskraft nachgewiesen wird.

1.4.4. Für den Winkel der Seilablenkung zwischen Seilscheiben und Seilträger gilt Nr. 3.3.13.

1.4.5. Im Steinkohlenbergbau untertage und in Grubenbauen anderer Bergbauzweige, die brand- oder explosionsgefährdet sind, müssen Seilscheibenfutter und deren Befestigung aus schwer entflammablem Werkstoff (Prüfung des Werkstoffs z. B. durch Versuchsgrubengesellschaft mbH, Dortmund) bestehen.

1.4.6. Seilscheiben von Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s sollen möglichst mit Seilscheibenfutter versehen sein. Falls bei rollengeführten Fördermitteln und Gegengewichten elektrostatische Aufladungen auftreten können, sind geeignete Maßnahmen zur Ableitung dieser Aufladungen zu treffen.

Werkstoffe für Seilscheibenfutter müssen nach § 5 Abs. 1 Ziffer 7 der VO allgemein zugelassen sein.

1.4.7. Rillen in Seilscheiben zur Aufnahme von Seilscheibenfuttern sind so herzustellen, dass Kerbspannungen so gering wie möglich gehalten werden. Bei elastischen Futtern müssen die Seilscheibenkränze die horizontalen Querkräfte (Axialkräfte) aufnehmen können.

1.4.8. Bei einer Schachtförderanlage mit einem Verhältnis des Seildurchmessers  $d$  zum Seilscheibendurchmesser  $D$  von etwa 1 : 100 soll die Flächenpressung des Seils in der Seilscheibenrinne bei größtem Trumgewicht ( $G_z$ ) 200 N/cm<sup>2</sup> nicht überschreiten.

(Überschlägige Berechnung:  $[2 \times G_z / d \times D]$ )

1.4.9. Es wird empfohlen, den Abstand zwischen Seilträger und Seilscheiben möglichst groß zu wählen.

1.4.10. Es wird empfohlen, bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten von mehr als 4 m/s im Fördergerüst ortsfeste Vorrichtungen zur Aufnahme eines Supports zum Bearbeiten der Seillaufrollen vorzusehen.

1.4.11. Wenn Seilscheibenröge vorhanden sind, müssen diese ausreichend große Abfluss- und Reinigungsöffnungen besitzen.

1.5. Berechnung der Seilscheibenverlagerung im Kopf von Blindschächten

1.5.1. Seilscheibenträger nach Abbildung 1 werden beansprucht:

- auf Biegung durch die vertikale Komponente  $F_1$  der Resultierenden  $F_R$  aus den Seilzügen  $F_S$  und der Eigengewichtskraft  $G_S$  von Seilscheibe und Achse,
- auf Druck bzw. Zug durch die horizontale Komponente  $F_2$ .

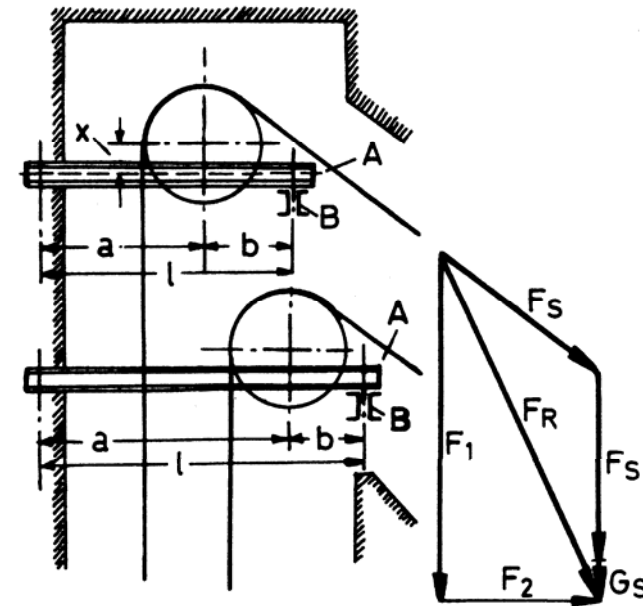


Abbildung 1: Seitenansicht eines Blindschachtkopfes mit Kräfteparallelogramm am Seil.

Die Druck- bzw. Zugbeanspruchung durch  $F_2$  sowie die Biegung durch das Eigengewicht des Seilscheibenträgers sind so unbedeutend, dass sie abweichend von Nr. 1.2.4.1 unberücksichtigt bleiben können.

Beim Nachweisverfahren sind die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_f = 2,2$  (Einwirkungen) und  $\gamma_m = 2,0$  (Widerstandsgrößen) im Sinne der DIN 18 800 einzusetzen.



Werden die Seilscheibenträger auf Unterzüge verlagert, bleibt das Eigengewicht der Unterzüge unberücksichtigt. Für diese Unterzüge genügt der getrennte Nachweis in vertikaler und horizontaler Kraft-richtung. Eine Zusammensetzung der Beanspruchungen ist dabei nicht erforderlich.

- 1.5.2. Das zusätzliche Biegemoment, das sich aus der Kraft  $F_2$  und dem Abstand  $x$  nach Abbildung 1 ergibt, muss zusätzlich in der Berechnung der Seilscheibenträger und Unterzüge berücksichtigt werden.

## 2. Einrichtung der Schächte und Schrägstrecken

### 2.1. Schachttrume, Fahrtrume

2.1.1. In Schächten werden Schachttrume in der Regel durch Schachteinstriche und ähnliche Einbauten gebildet.

2.1.2. Förder- und Gegengewichtstrume sind so zu bemessen und einzurichten, dass der freie Durchgang der Fördermittel und Gegengewichte, auch im Hinblick auf Gebirgsbewegungen, Spurlattenverschleiß und Spiel der Führungsschuhe, auch bei Rollenführung, gewährleistet ist. Dies gilt sinngemäß auch dann, wenn keine abgegrenzten Trume vorhanden sind.

An Anlagen mit festen Führungen sind folgende Mindestabstände vorzusehen:

- 15 cm von einem Fördermittel oder Gegengewicht bis zur Schachtwand oder zu Schachteinbauten, außer Führungseinrichtungen,
- 20 cm zwischen den Fördermitteln oder zwischen Fördermittel und Gegengewicht.

An Anlagen mit Seilführung sind folgende Mindestabstände einzuhalten:

- 30 cm von einem Fördermittel oder Gegengewicht bis zur Schachtwand oder zu Schachteinbauten, außer im Bereich fester Führungen an den Enden des Fahrwegs,
- 50 cm zwischen den Fördermitteln oder zwischen Fördermittel und Gegengewicht. Dieser Abstand kann bis auf 30 cm verringert werden, wenn Reibseile vorhanden sind.

An Abteufanlagen mit Kübelförderung genügt ein Abstand von 25 cm von einem Fördermittel oder einem Führungsseil bis zur Schachtwand oder zu Schachteinbauten und von 40 cm zwischen den Fördermitteln sowie von 40 cm zwischen den Führungsseilen benachbarter Trume.

2.1.3. Führungseinrichtungen und ihre Verlagerungen (Nr. 2.4) dürfen auch zur Verlagerung oder Befestigung folgender betrieblicher Einrichtungen<sup>1)</sup> dienen:

- Schachtschalter, Schachtsignal- und -überwachungsgeräte sowie deren Anschlusskabel und -leitungen,
- Leitungen für die Verständigung und Signalgabe von und zum Fördermittel,
- Schlepplleitungen,
- Signalseilzüge und Schachtlote,
- Teile von Fahrtrumen,

- vorübergehend aufgelegte (fliegende) Arbeits-, Schutz- und Überwachungsbühnen,
- Führungseinrichtungen von Hilfsfahr- und Notfahranlagen.

2.1.4. Über Nr. 2.1.3 hinaus dürfen auch andere betriebliche Einrichtungen<sup>1)</sup> verlagert oder befestigt werden, wenn die Führungseinrichtungen und ihre Verlagerungen für die zusätzlichen Belastungen konstruiert sind oder die Eignung einer vorhandenen Verlagerung für die zusätzliche Belastung nachgewiesen wurde und nachteilige Einflüsse auf die Förderanlage ausgeschlossen werden können.

2.1.5. In Schächten mit Seilfahranlagen muss zur Bergung und Flucht von Personen eine maschinelle Anlage (Hilfsfahranlage, Befahrungsanlage) verfügbar sein (siehe auch TAS Abschnitt 8, insbesondere Nr. 8.1.5). Dies gilt auch für Schächte mit Doppelförderanlagen.

Bei geringer Schachtteufe oder geringem zu überwindenen Höhenunterschied (< 50 m) kann ein Fahrtrum ausreichend sein. In Abteufbetrieben muss eine Notfahranlage vorhanden sein (siehe Nr. 8.1.3).

2.1.6. Das Fahrtrum ist so anzuordnen, zu bemessen und auszuführen, dass es im Notfall von den Fördermitteln aus erreicht werden kann. Es muss mit angelegtem Atemschutzgerät befahrbar sein. Der engste Querschnitt des Fahrtrums in Schächten muss wenigstens 0,6 m x 0,8 m betragen.

2.1.7. Fahrtrume sind bis in den Schachtsumpf (Schachtsohle oder Bühne), bei Blindschächten auch bis in den Blindschachtkopf, bei Schrägstrecken bis zu den Endpunkten, in Abteufschächten bis wenigstens 30 m oberhalb der Abteufsohle zu führen.

In Bereichen, die mit Fördermitteln nicht erreicht werden können, ist das Fahrtrum so zu bemessen, dass dort Verletzte im Schleifkorb befördert werden können, sofern nicht besondere Einrichtungen zum Verletzentransport vorhanden sind.

2.1.8. Fahrtrume in Schächten und Schrägstrecken über 25 gon bis 75 gon Neigung müssen entsprechend der Neigung mit Stufen, Treppen oder Fahrten ausgerüstet sein. Wenigstens an einer Seite ist ein Handlauf anzubringen, sofern nicht die Holme der Fahrten oder Rohrleitungen oder dergleichen als Handlauf benutzt werden können.

Fahrten müssen miteinander fest verbunden und in Abständen von höchstens 20 m verlagert sein.

2.1.9. Fahrtrume in Schächten und Schrägstrecken über 75 gon Neigung müssen mit Fahrten und Ruhebühnen ausgerüstet sein. Fahrten dürfen höchstens 90 gon Neigung, Ruhebühnen höchstens 8 m Abstand voneinander haben; dies gilt nicht für Fahrten im Bereich betriebsnotwendiger querschnittsverengender Einbauten, z. B. Schachtschleusen, Rieselgutbunker. Für die Bemessung der Ruhebühnen ist DIN 4118 zum Anhalt zu nehmen.

<sup>1)</sup> z. B. Rohrleitungen, Kabel und Leitungen.

- 2.1.9.2. Fahrten müssen so eingebaut werden, dass sie die Durchsteigeöffnungen der Ruhebühnen überdecken. An den Ruhebühnen und Anschlägen müssen die Fahrten mindestens 1 m höher sein, oder es sind feste Handgriffe anzubringen. Jede einzelne Fahrte muss fest eingebaut sein. Eine Befestigung durch Annageln ist nicht zulässig.
- 2.1.9.3. Fahrten mit mehr als 90 gon Neigung müssen ab 3 m über den Ruhebühnen mit einem Rückenschutz versehen sein, wenn der Abstand zwischen Fahrte und den Einbauten oder dem Schachtausbau mehr als 60 cm beträgt. In solchen Fällen kann die Bergbehörde abweichend von Nr. 2.1.9.1 größere Abstände der Ruhebühnen erlauben oder auf den Einbau der Ruhebühnen verzichten.
- 2.1.10.1. Fahrten und Ruhebühnen müssen aus Stahl bestehen.  
(Gemäß Empfehlung des Ständigen Ausschusses für die Betriebssicherheit und den Gesundheitsschutz im Steinkohlenbergbau und in den anderen mineralgewinnenden Industriezweigen der EG in Luxemburg.) Sie müssen verzinkt (Der Zinküberzug durch Feuerverzinken soll DIN 50976 'Korrosionsschutz; durch Feuerverzinken auf Einzelteile aufgebrachte Überzüge, Anforderungen und Prüfungen', der Zinküberzug durch galvanische Verzinkung soll DIN 50961 'Korrosionsschutz; galvanische Zinküberzüge auf Eisenwerkstoffen' entsprechen.) oder mit einem gleichwertigen Korrosionsschutz versehen sein.
- 2.1.10.2. Fahrten müssen zwischen den Holmen mindestens 30 cm breit sein; die Oberkanten der Sprossen dürfen höchstens 28 cm Abstand voneinander haben.
- 2.1.10.3. Fahrten müssen so verlegt sein, dass die Sprossen einen Abstand von mindestens 15 cm von den Schachteinbauten oder von der Schachtwandung haben.
- 2.1.11. Fahrtrume müssen an den Ruhebühnen und entlang der Fahrten so gesichert sein, dass niemand unabsichtlich in andere Schachttrume geraten kann. Die Sicherungen müssen so beschaffen sein, dass Personen von Fördermitteln und auch von Gegengewichten, die zur Schachtbefahrung eingerichtet sind, in das Fahrtrum übertreten können.
- 2.1.12. An den Anschlägen sind Zugänge und Einstiege zu Fahrtrumen zu kennzeichnen. Sie müssen jederzeit zugänglich sein.
- 2.2. Schachtsumpf
- 2.2.1. Unterhalb des tiefsten Seilfahrt- oder Förderanschlags muss - außer bei Abteufanlagen - ein Schachtsumpf vorhanden sein.

Dies gilt auch für Schrägförderanlagen (Streckenstumpf bis zur Ortsbrust).

- 2.2.2.1. Innerhalb der Unterseilbucht muss mindestens ein Führungsholz angebracht sein, das nach oben begrenzt beweglich sein soll und nur geringe Kräfte aufnehmen darf. Bei Rundunterseilen können Führungsseilscheiben eingebaut werden.
- 2.2.2.2. Hauptseilfahrtanlagen und andere Anlagen müssen mit einer elektrischen Führungsholzüberwachung ausgerüstet sein.
- 2.2.2.3. Es wird empfohlen, zusätzliche Führungshölzer einzubauen, insbesondere bei runden Unterseilen.
- 2.2.3. Führen Förderanlagen in Schächten nicht bis zur tiefsten Sohle, oder ist der Schachtsumpf besonders tief, so ist unterhalb der Verlagerung von Führungseinrichtungen oder unterhalb der Unterseilbucht eine begehbare Bühne, z. B. Gitterrostbühne, einzubauen. Erforderlichenfalls ist eine weitere Bühne nach Nr. 2.2.5.3 vorzusehen.
- 2.2.4. In Schachtsümpfen sind Bewetterungseinrichtungen vorzusehen, wenn der zulässige Gehalt der Wetter an CH<sub>4</sub> oder anderen schädlichen Gasen im Sumpf überschritten wird, oder wenn matte Wetter oder unzulässige Klimawerte im Sumpf auftreten können.
- 2.2.5.1. Bei Wasserzufluss müssen Einrichtungen zum Sümpfen vorhanden sein.
- 2.2.5.2. In Schächten mit Hauptseilfahrtanlagen oder automatisch gesteuerten Seilfahrtanlagen sowie in Schächten mit Seilfahrtanlagen, in denen mit plötzlichen Wasserzuflüssen gerechnet werden muss, ist der Wasserstand im Sumpf selbsttätig zu überwachen. Am Bedienungsstand der Antriebsmaschine oder an einer ständig besetzten Stelle muss das Überschreiten des höchsten zulässigen Wasserstandes optisch angezeigt werden.
- 2.2.5.3. Steht im Schachtsumpf ständig Wasser, so müssen mindestens Laufstege vorhanden sein, um betriebliche Einrichtungen im Sumpf überwachen zu können.  
Bei einer betriebsüblichen Wassersäule von mehr als 1,50 m ist anstelle der Laufstege eine begehbare Gitterrostbühne einzubauen.
- 2.2.6. Zur Beseitigung von Rieselgut und dergleichen aus Schachtsümpfen müssen geeignete Einrichtungen vorhanden sein.  
Geeignete Einrichtungen sind unter anderem
- Rieselgutförderanlagen, Rieselgutbunker, Greiferanlagen,
  - Hebezeuge,
  - Lastaufnahmemittel (Lastaufnahmemittel, wie Lasthaken, Anschlagseile oder Ketten entsprechend den folgenden Normen:

- DIN 685 Geprüfte Rundstahlketten; Anforderungen
- DIN 3088 Anschlagseile zum Befestigen von Lasten an Lasthaken
- DIN 5687 Teil 3, Rundstahlketten, Güteklasse 8
- DIN 5688 Teil 3, Anschlagketten, Hakenketten, Ringketten, Güteklasse 8
- DIN EN 818-2
- DIN EN 818-3
- DIN EN 15020-1
- DIN 15020 Hebezeuge, Grundsätze für Seiltriebe
- DIN 15401 Lasthaken für Hebezeuge; Einfachhaken
- DIN 15404 Teil 1, Lasthaken für Hebezeuge; Technische Lieferbedingungen für geschmiedete Lasthaken), die am Fördermittel angebracht und zum Einhängen von Förderwagen, Kübeln oder dergleichen bestimmt sind,

- Unterfahrungsstrecken mit Einsatz einer Lademaschine.

### 2.3. Freie Höhe, freie Teufe

- 2.3.1. Oberhalb der höchsten Betriebsstellung des Fördermittels oder Gegengewichts muss eine freie Höhe, unterhalb der tiefsten Betriebsstellung des Fördermittels oder Gegengewichts muss - außer bei Abteufanlagen - eine freie Teufe vorhanden sein. Die freie Teufe muss wenigstens der freien Höhe entsprechen.
- 2.3.2. Freie Höhe und freie Teufe sind Strecken, um die ein Fördermittel oder Gegengewicht seine äußerste Betriebsstellung (Als äußerste Betriebsstellung des Fördermittels gilt nicht das Vorsetzen des Fördermitteldaches bei Schachtbefahrungen sowie das Verfahren des Fördermittels über die Endanschlüge hinaus, z. B. bei Langmaterialtransport.) bei Seilfahrt oder Güterförderung nach oben oder unten überfahren kann, bevor dieses Fördermittel oder Gegengewicht oder ein von ihm hochgehobener Schachtdeckel an einem Hindernis einen stoßweisen Widerstand findet (Bei der Festlegung der freien Höhe sind Aufbauten auf den Dächern der Fördermittel oder auf den Gegengewichten, z. B. stabile Geländer, Schutzdächer, erforderlichenfalls zu berücksichtigen.) oder das Zwischengeschirr gefährdet wird.
- 2.3.3. Die freie Höhe wird nach oben begrenzt z. B. durch
- Prellträger oder, wenn keine Prellträger vorhanden sind,
  - sonstige Träger (Spurlattenabstützungen, Verlagerungen von Führungsseilen oder Seilscheiben),

- die Stellung des Fördermittels oder Gegengewichts, bei der das obere Ende des Seileinbandes (Seilklemme) oder der Schachtdeckel eine Seilscheibe oder den Seilträger erreicht.

Die freie Teufe wird nach unten begrenzt z. B. durch

- Schachtsohle,
- Träger (Spurlattenabstützungen oder dergleichen),
- Unterseilführung,
- Bühne.

#### 2.3.4. Freie Höhe und freie Teufe müssen wenigstens betragen:

- 2 m bei Fahrgeschwindigkeiten bis 2 m/s,
- 3 m bei Fahrgeschwindigkeiten über 2 bis 4 m/s,
- 5 m bei Fahrgeschwindigkeiten über 4 bis 6 m/s,
- 10 m bei Fahrgeschwindigkeiten über 6 m/s.

Bei Abteufanlagen muss die freie Höhe wenigstens betragen:

- 2 m bei Fahrgeschwindigkeiten bis 4 m/s,
- 5 m bei Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s.

An Anlagen mit Führungsschlitten ist die freie Höhe auf dessen Oberkante zu beziehen.

### 2.4. Führungseinrichtungen und deren Verlagerung

#### 2.4.1. Allgemeines

2.4.1.1. Fördermittel und Gegengewichte in Schächten und Schrägstrecken müssen an geeigneten Einrichtungen geführt werden (feste Führungen oder Seilführungen). Für Befahrungsanlagen, Hilfsfahranlagen und Notfahranlagen gilt Nr. 8.2.6.

2.4.1.2. Fördermittel von Abteufanlagen mit Seilführung müssen von den Prellträgern bis wenigstens 50 m oberhalb der Schachtsohle geführt werden. Dies gilt nicht, solange bei Teufbeginn keine Führungseinrichtungen eingebaut werden können.

Als Prellträger gelten auch Seilscheibenträger, wenn der Führungsschlitten an diese anstößt, bevor der Einband auf die Seilscheibe aufläuft (vergleiche Nr. 1.3.1).

#### 2.4.1.3. Führungseinrichtungen in Schächten sind

- Spurlatten aus Holz oder Stahl,
- Führungsseile,
- Eckführungen an Anschlügen,

einschließlich ihrer Befestigungen und Verlagerungen, z. B. Spurlattenhalter, Konsolen, Einstriche, Seileinbände, Aufhängungen und Spannvorrichtungen. Spurlattenhalter und Konsolen müssen aus Stahl bestehen.

#### 2.4.1.4. Führungseinrichtungen in Schrägstrecken sind

- Schienen oder
- andere Stahlprofile,

einschließlich ihrer Befestigungen und ihres Unterbaus

- 2.4.1.5. Führungseinrichtungen, ihre Befestigungen und Verlagerungen sind, soweit erforderlich, mit einem Schutz gegen Korrosion, Pilzbefall oder Salzkristallisation im Holz zu versehen.
- 2.4.1.6. Bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 12 m/s sowie bei Anlagen mit Stahl-Spurlatten und Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s müssen Führungsrollen eingebaut werden.
- 2.4.1.7. Im Bereich der freien Höhe und freien Teufe sind die Führungseinrichtungen so auszuführen, dass Fördermittel oder Gegengewichte beim Übertreiben abgebremst werden. Dies gilt nicht für Abteufanlagen mit Seilführungen.
- 2.4.1.8. In Schächten sind bei Verwendung von Führungsschlitten Spurlatten nicht zulässig. Das gilt nicht für kleine Seilfahrtanlagen beim Abteufen bis 100 m Teufe, wenn durch eine geeignete Ausbildung des Führungsschlittens ein Entgleisen oder Festklemmen ausgeschlossen ist.
- 2.4.1.9. Werden Führungseinrichtungen am Schachtausbau befestigt, so muss dieser die sich daraus ergebenden Belastungen aufnehmen können.

## 2.4.2. Spurlatten

- 2.4.2.1. Spurlatten können als Kopf- oder Seitenführungen angeordnet sein. Als Spurlatten gelten auch Schienenführungen sowie Eckführungen, wenn diese auf dem gesamten Fahrweg angeordnet sind.
- 2.4.2.2. Jede Spurlatte muss an mindestens 3 Einstrichen, Konsolen oder dergleichen befestigt sein. Dies gilt nicht für Endstücke und Klappspurlatten. Verschraubungen von Führungseinrichtungen müssen mit geeigneten Schraubensicherungen versehen sein. Federringe und dergleichen sind keine geeigneten Sicherungselemente. Holzspurlatten dürfen nicht angenagelt werden.
- Der Überstand der Spurlatte über den Schraubenkopf muss unter Berücksichtigung von Nr. 2.4.2.8.2 mindestens 15 mm betragen.
- 2.4.2.3. Im Bereich von Spurlattenunterbrechungen, z. B. an den Anschlägen, müssen Eck- oder Seitenführungen vorhanden sein. Dies ist nicht erforderlich, wenn durch die Bauart der Fördermittel oder Gegengewichte oder durch selbsttätig überwachte Klapp- oder Hubspurlatten ein Entgleisen verhindert wird. Bei Fördermitteln mit Führungsrollen sind an Spurlattenunterbrechungen nur selbsttätig überwachte Klapp- oder Hubspurlatten zulässig; dies gilt nicht für die Endanschläge.

- 2.4.2.4.1. Bei Fördermitteln und Gegengewichten mit Führungsschuhen muss die Spurweite (Maß zwischen zwei gegenüberliegenden Spurlatten) etwa 10 mm größer sein als das Spurmaß (Maß zwischen den stirnseitigen Gleitflächen der Führungsschuhe der Fördermittel oder Gegengewichte).

Die Maulweite (lichte Weite) der Führungsschuhe soll 10 mm größer sein als die Breite der unverschlissenen Spurlatte (Abbildung 1). Bei Fördermitteln und Gegengewichten mit Rollenführung darf die Spurweite um mehr als 10 mm größer sein als das Spurmaß.

Maulweite und Spurmaß der zusätzlichen Führungsschuhe müssen so gewählt werden, dass die Führungsschuhe ein Entgleisen und Anecken, z. B. an Spurlattenhaltern, verhindern. Im normalen Betrieb sollen sie die Spurlatten nicht berühren.

- 2.4.2.4.2. Unter Berücksichtigung des Verschleißes der Spurlatte, der Durchbiegung von Spurlatte und Einstrich sowie einer eventuellen Abbaueinwirkung muss der Führungsschuh die Spurlatte um wenigstens 40 mm überdecken (Mindest-Eingrifftiefe).

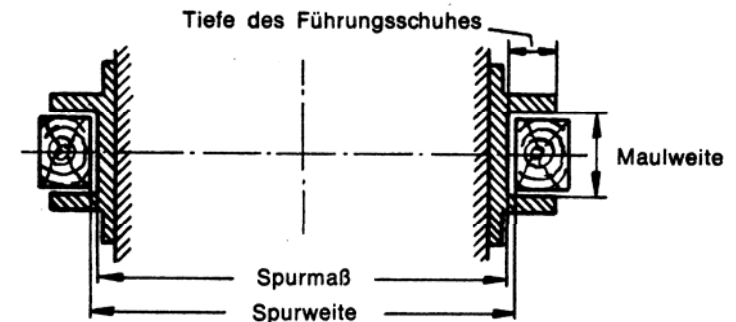


Abbildung 1: Querschnitt durch die Spurlatten und Führungsschuhe.

- 2.4.2.5. Die Verbindung der Spurlatten miteinander muss ein Ausweichen der Spurlattenenden unter dem Druck (Stoß) der Führungsschuhe oder Führungsrollen verhindern. Sie ist auf einen Einstrich, eine Konsole oder dergleichen zu legen und bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s mit Spurlattenhaltern auszuführen. Spurlattenhalter sollen ein Ausrichten des Spurlattenstranges ermöglichen.
- 2.4.2.6. Abweichend von Nr. 2.4.2.5 kann bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 4 m/s die Verbindung von Holzspurlatten auch zwischen zwei Einstrichen liegen. Derartige Verbindungen sind nach Abbildung 2 auszuführen.
- Jedes Spurlattenende muss bei Holzspurlatten mit mindestens 3 versetzt angeordneten Schrauben befestigt werden.

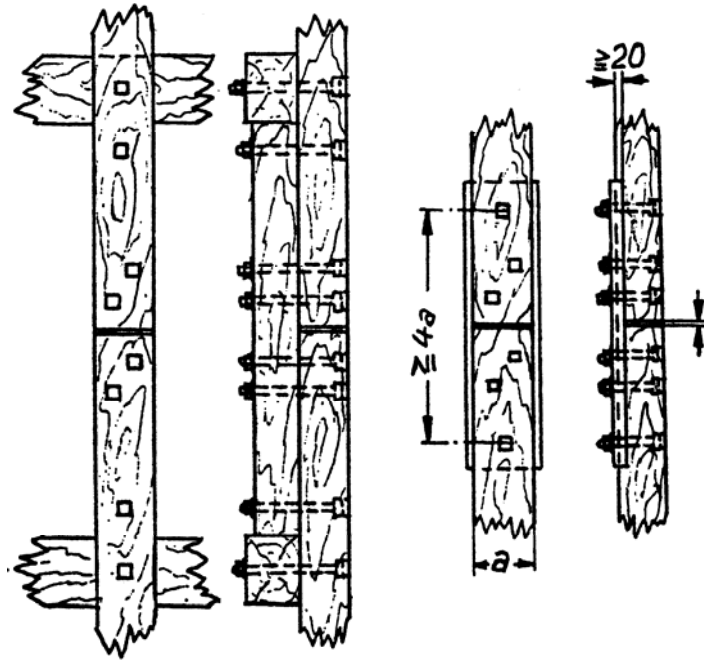


Abbildung 2: Verbindung von Spurlattenenden.

- 2.4.2.7. Zwischen den Stößen der Spurlattenenden muss ein Spiel vorhanden sein.
- 2.4.2.8.1. Stahlspurlatten müssen ersetzt werden, wenn ein Querschnittselement um mehr als 6 mm geschwächt ist oder nur noch die Hälfte seiner ursprünglichen Dicke besitzt.
- 2.4.2.8.2. Holzspurlatten müssen ersetzt werden, wenn der in Tabelle 2 angegebene Verschleiß auf der Vorderseite um 5 mm oder auf den Flanken um insgesamt 5 mm überschritten wird.
- 2.4.2.8.3. Nach dem Auswechseln von Holzspurlatten muss erforderlichenfalls zwischen alten und neuen Spurlatten ein schlanker Übergang an der Vorderseite und den Flanken hergestellt werden. Der Übergang muss je nach Stärke des Verschleißes mehrere Meter lang sein, z. B. Steigung  $\leq 0,5$  v. H.
- 2.4.2.9. Schienenführungen mit Rollen oder mit Führungsschuhen dürfen nur bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 4 m/s eingebaut werden. Hierbei muss das Verhältnis von Fördermittelhöhe zu Fördermittelbreite mindestens 1,5 betragen. Schienenführungen mit Klauen sind nicht zulässig.

## 2.4.3. Einstriche

- 2.4.3.1. Werden Einstriche in das Schachtmauerwerk, den Beton oder das feste Gebirge eingelassen, so muss die Auflagerlänge in der Einstrichmittellinie mindestens 25 cm betragen und die der Schachtmittellinie zugewandte Einstrichseite mindestens 15 cm tief in das Mauerwerk, den Beton oder das Gebirge hineinragen.
- 2.4.3.2. Werden Einstriche auf Konsolen verlagert, so soll die Bauart der Konsolen ein Ausrichten der Einstriche ermöglichen. Bei Holzeinstrichen soll die Auflagerlänge auf den Konsolen mindestens das 1,3fache der Einstrichbreite betragen.
- 2.4.3.3. Werden Konsolen mit Anker befestigt, so müssen die Anker im Schachtausbau sicher verspannt werden können; andernfalls müssen sie bis ins feste Gebirge reichen. Die Einbauanweisungen der Hersteller, insbesondere für Klebeanker, sind zu beachten.
- 2.4.3.4. An Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 4 m/s können die Einstriche auch an den Stahlringen des Schachtausbaus befestigt werden.
- 2.4.3.5. An Anlagen mit Holzspurlatten darf der Einstrich- oder Konsolenabstand nicht mehr als 3,0 m betragen.
- 2.4.3.6. Wird bei Stahlspurlatten ein größerer Einstrich- oder Konsolenabstand als 4,50 m gewählt, so müssen

- auch die Einstriche aus Stahl bestehen,
- alle Teile und deren Verbindungen berechnet sein (Die Nachweise sind bereits bei der Planung der Bergbehörde vorzulegen.),
- Toleranzen für den Einbau angegeben werden.

## 2.4.4. Anforderungen an Werkstoffe von Spurlatten und Einstrichen

## 2.4.4.1. Holzspurlatten:

- DIN 21341 'Spurlatten aus Holz',
- Holzschutzbehandlung, z. B. in Wetterschächten.

## Holzeinstriche:

- DIN 21321 'Grubenschnittholz, Kantholz',
- DIN 21329 'Technische Güte- und Lieferbedingungen für Grubenschnittholz', Güteklasse 1,
- Holzschutzbehandlung, z. B. in Wetterschächten.

## Spurlatten und Einstriche aus Stahl:

- Beruhigte Stähle nach DIN EN 10025; außerdem sind unberuhigte Stähle zulässig, wenn im Bereich von Seigerungszone nicht geschweißt wird,
- Mindestwanddicke 8 mm,
- Schienen nach DIN 5901, 5902 oder 20501,
- Korrosionsschutz, z. B. in Wetterschächten.

## 2.4.4.2. Zulässige Spannungen und Werkstoffkennwerte:

Zulässige Biegespannungen für Holz mittlerer Güte nach DIN 1052-1 und DIN 10252-1 (A1):

Fichte, Kiefer, Lärche	$\sigma_{zul} = 10$	N/mm <sup>2</sup>
	$E = 10^4$	N/mm <sup>2</sup>
Eiche, Karri, Jarrah, Pitchpine	$\sigma_{zul} = 11,0$	N/mm <sup>2</sup>
	$E = 1,25 \times 10^4$	N/mm <sup>2</sup>
Bongossi (Azobe)	$\sigma_{zul} = 25$	N/mm <sup>2</sup>
	$E = 1,7 \times 10^4$	N/mm <sup>2</sup>

Zulässige Druckspannungen für Holz:

in Faserrichtung/senkrecht zur Faserrichtung, auch gültig für Lochleibungsdruck

Fichte, Kiefer, Lärche	$\sigma_{zul} = 8,5/2$	N/mm <sup>2</sup>
Eiche, Karri, Jarrah, Pitchpine	$\sigma_{zul} = 10/3$	N/mm <sup>2</sup>
Bongossi (Azobe)	$\sigma_{zul} = 20/8$	N/mm <sup>2</sup>

Teilsicherheitsbeiwerte für Stahl:

Für das Nachweisverfahren der stählernen Einrichtungen sind die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_f = 1,5$  (Einwirkungen) und  $\gamma_m = 1,3$  (Widerstandsgrößen) im Sinne der DIN 18000 einzusetzen.

Die charakteristischen Werkstoffkennwerte sind der DIN 18800, 11.90, zu entnehmen.

Kleinere Schrauben als M 16 dürfen mit Rücksicht auf die Korrosionsgefahr nicht verwendet werden.

Reibungszahlen:

Stahl auf Stahl	$\mu_1 = 0,15$
Holz auf Stahl	$\mu_2 = 0,4$
Holz auf Holz	$\mu_3 = 0,5$

(auch bei verzinkten Spurlatten und Einstrichen).

Zulässige Druckspannung:

- für Mauerwerk die Angaben in DIN 1053, Teil 1 bis 4 „Mauerwerk, Berechnung und Ausführung“,
- für Beton die Angaben in DIN 1045 - Teil 1, „Beton und Stahlbetonbau, Bemessung und Ausführung“, (hier ist DIN 18800, Teil 1, Element (767) zu beachten)
- für Gestein die Angaben zu der entsprechenden Steinfestigkeitsklasse nach DIN 1053, Teil 1, Tabelle 14, sofern nicht andere Erfahrungswerte vorliegen.

## 2.4.5. Berechnung der Spurlatten und Einstriche

Die in den folgenden Nummern (z. B. Nr. 2.4.5.4 bis Nr. 2.4.5.9) genannten Formeln gelten im wesentlichen für die Bemessung von Spurlatten und Einstrichen aus Holz.

Für die Bemessung von Spurlatten und Einstrichen aus Stahl sind sinngemäß in den o. g. Nummern die Angaben für die Einwirkungen (Lastangaben) zu entnehmen. Die Bemessung kann dann unter Berücksichtigung der in Nr. 2.4.4.2 genannten Teilsicherheitsbeiwerte erfolgen.

- 2.4.5.1 Spurlatten und Einstriche sind als frei aufliegende Träger auf zwei Stützen zu berechnen. Es sind jeweils die größten Biegelängen zugrunde zu legen. Bei Doppelförderanlagen in einem Schacht ist die Horizontalkraft nur einmal angreifend anzunehmen. Bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s sind auch die Konsolen zu berechnen; der Auflagerpunkt der Einstriche ist dabei als Gelenkpunkt anzusehen. Die auf diesen Punkt wirkenden horizontalen und vertikalen Kräfte sind aus  $F_x$ ,  $F_y$  und  $F_z$  (Nr. 2.4.5.3) zu ermitteln, wobei jeweils diejenige Spurlattenbefestigungsstelle zugrunde zu legen ist, die die größte Auflagerkraft ergibt.

Es ist auch nachzuweisen, dass die zulässigen Druckspannungen von Mauerwerk, Beton oder Gebirge an den Auflagerstellen von Einstrichen oder Konsolen nicht überschritten werden.

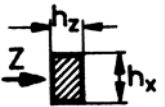
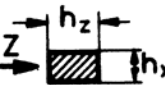
Bei gestoßenen Einstrichen muss die Stoßverbindung das an dieser Stelle wirkende Biegemoment mit den zulässigen Spannungen aufnehmen.

Werden die Einstriche gegen die Schachtwand abgestützt, so müssen diese Stützen auf Knickung aus horizontaler Kraftwirkung berechnet werden (siehe z. B. DIN 18800, Teil 2, Abschnitt 3). Hierbei sind die unter Nr. 2.4.4.2 genannten Teilsicherheitsbeiwerte zu berücksichtigen.

Wenn Spurlatten direkt an Konsolen befestigt sind, soll die Durchbiegung von Holzspurlatten  $1/400$  und von Stahlspurlatten  $1/700$  des lotrechten Konsolenabstandes nicht überschreiten.

Bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 4 m/s, einer Gewichtskraft des Fördermittels  $\leq 100$  kN und einem Einstrichabstand bis zu 300 cm können die Führungseinrichtungen nach folgender Tabelle 1 bemessen werden:

Tabelle 1: Bemessung von Spurlatten und Einstrichen für Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 4 m/s, einer Fördermittelgewichtskraft  $Q \leq 100$  kN und Einstrichabständen bis zu 300 cm

Spurlatten, Holz (Mindestquerschnitte unverschlissen)		bei Einstrichabständen		
		bis 200 cm $h_z \times h_x$	über 200 bis 300 cm $h_z \times h_x$	
<b>für <math>Q \leq 50</math> kN</b>				
bei $\sigma_{zul}$	14 N/mm <sup>2</sup>	10 x 14	12 x 14	
	15,5 N/mm <sup>2</sup>	10 x 14	12 x 14	
	21 N/mm <sup>2</sup>	10 x 14	10 x 14	
<b>für <math>50 &lt; Q \leq 100</math> kN</b>				
bei $\sigma_{zul}$	14 N/mm <sup>2</sup>	14 x 16	14 x 18	
	15,5 N/mm <sup>2</sup>	12 x 16	14 x 18	
	21 N/mm <sup>2</sup>	12 x 14	14 x 16	
Einstriche (Mindestquerschnitte in z-Richtung <sup>1)</sup> )		bei Einstrichlängen		
		bis 300 cm $h_z \times h_x$	bis 400 cm $h_z \times h_x$	bis 500 cm $h_z \times h_x$
<b>für <math>Q \leq 50</math> kN</b>				
Holz mit				
$\sigma_{zul}$	14 N/mm <sup>2</sup>	12 x 10	14 x 10	14 x 12
	15,5 N/mm <sup>2</sup>	12 x 10	14 x 10	14 x 12
	21 N/mm <sup>2</sup>	12 x 10	12 x 10	14 x 10
Stahl mit				
$\sigma_{zul}$	120 N/mm <sup>2</sup>	IPB 160 <sup>2)</sup> U 200 <sup>3)</sup>	IPB 160	IPB 160
<b>für <math>50 &lt; Q \leq 100</math> kN</b>				
Holz mit				
$\sigma_{zul}$	14 N/mm <sup>2</sup>	14 x 14	16 x 14	18 x 14
	15,5 N/mm <sup>2</sup>	14 x 14	16 x 14	18 x 14
	21 N/mm <sup>2</sup>	14 x 12	16 x 12	16 x 14
Stahl mit				
$\sigma_{zul}$	120 N/mm <sup>2</sup>	IPB 160	IPB 160	IPB 160

<sup>1)</sup> Beanspruchungsrichtung gemäß Abbildung 3

<sup>2)</sup> Aus Korrosionsgründen hier IPB 160 mit 8 mm Wanddicke

<sup>3)</sup> U-Profilstäbe nur in einfachen Fällen bis 300 cm Einstrichlänge;  
aus Korrosionsgründen liegend mit Öffnung nach unten anordnen.



2.4.5.2. Der Berechnung von Spurlatten und Einstrichen ist das Fördermittelgewicht zugrunde zu legen.  $Q$  ist die Gewichtskraft eines beladenen Fördermittels einschließlich Zwischengeschirr und Unterseilaufhängung.

2.4.5.3 Es sind folgende Kräfte anzunehmen:

a) Nach Abbildung 3a:

- Horizontalkraft  $F_z$ , auf die Vorderseite von Spurlatte und Einstrich (z-Richtung) wirkend,

$$F_z = \frac{Q}{12}$$

- Horizontalkraft  $F_x$ , auf die Flanken der Spurlatten (x-Richtung) wirkend,

$$F_x = 0,8 \times \frac{Q}{12}$$

- Vertikalkraft  $F_y$ , auf die Einstriche (y-Richtung) wirkend,

$$F_y = 0,25 \times \frac{Q}{12}$$

b) Nach Abbildung 3b (einseitige Schienenführungen):

- Horizontalkraft  $F_{z\text{sch}}$ , auf den Schienenkopf und den Einstrich wirkend,

$$F_{z\text{sch}} = 0,8 \times \frac{Q}{12}$$

- Horizontalkraft  $F_{x\text{sch}}$ , auf die Stege der Schienen wirkend,

$$F_{x\text{sch}} = \frac{Q}{12}$$

$$\text{je Schiene } \frac{1}{2} F_{x\text{sch}}$$

- Vertikalkraft  $F_{y\text{sch}}$ , auf die Einstriche wirkend,

$$F_{y\text{sch}} = 0,25 \times \frac{Q}{12}$$

Die Befestigung der Schienen an den Einstrichen oder Konsolen ist sinngemäß nach Nr. 2.4.6.3 nachzuweisen.

2.4.5.4. Mit der Gewichtskraft  $Q$ , dem Einstrichabstand  $l$ , den Biegelängen  $a$ ,  $b$ ,  $c$  nach Abbildung 3a und der zulässigen Biegespannung  $\sigma_{zul}$  sind die erforderlichen Widerstandsmomente  $W$  für Spurlatten und Einstriche gegen Biegung in der z-Richtung zu ermitteln:

$$W_{z\text{Sp}} = \frac{F_z \times l}{4 \times \sigma_{zul}}$$

$$W_{z\text{E}} = \frac{F_z \times a \times b}{(a+b) \times \sigma_{zul}}$$

Danach ist ein Einstrichquerschnitt zu wählen, dessen Widerstandsmoment in z-Richtung gleich oder größer als der ermittelte Wert sein muss.

Bei der Wahl des Querschnitts von Holzspurlatten muss das Widerstandsmoment der verschlissenen Spurlatte nach Tabelle 2 gleich oder größer als der ermittelte Wert sein. Der Querschnitt der entsprechenden unverschlissenen Spurlatte ist ebenfalls aus Tabelle 2 zu entnehmen.

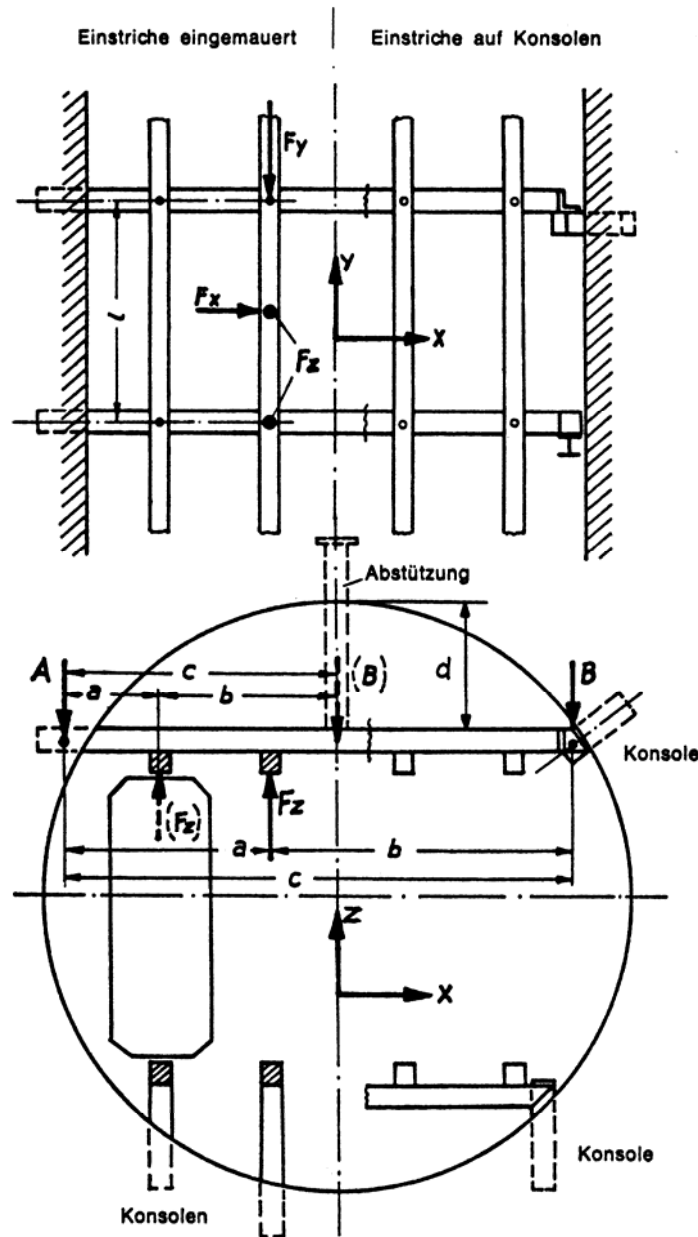


Abb. 3a. Schnittzeichnungen durch Fahrtrum, mit eingemauerten Einstrichen, mit Einstrichen auf Konsolen und mit Beanspruchungskräften.

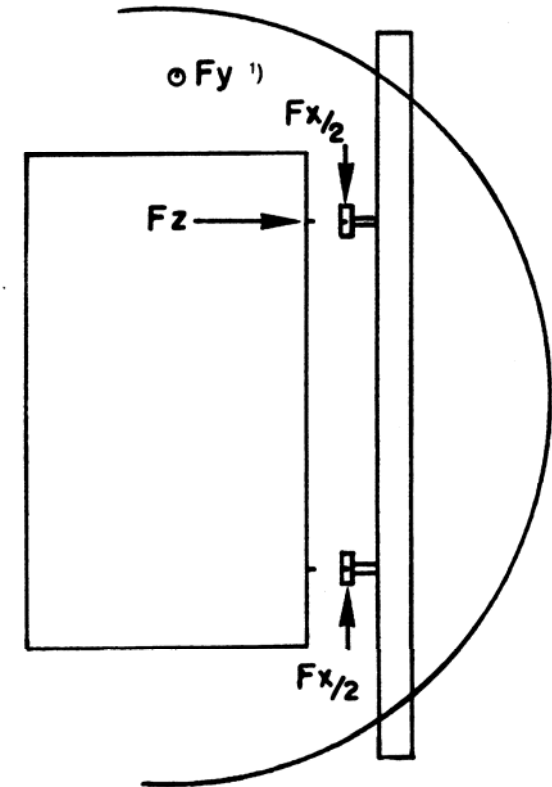
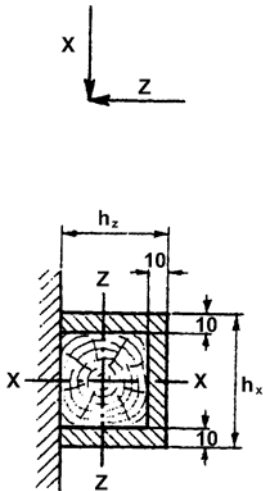


Abbildung 3 b. Schnittzeichnungen durch Fahrtrum, mit eingemauerten Einstrichen, mit Einstrichen auf Konsolen und mit Beanspruchungskräften.

1) Alle Kräfte in dieser Abbildung haben den Index „sch“.

Tabelle 2: Widerstands- und Trägheitsmomente von genormten Holzspurlatten DIN 21341.

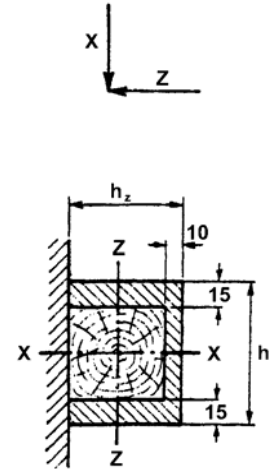
Fördermittel und Gegengewicht mit Führungsschuhen						
Verschleißmaße	Querschnitt neu	Querschnitt verschlissen	W und J der verschlissenen Spurlatten			
			$W_z$	$J_z$	$W_x$	$J_x$
mm	cm $h_z \times h_x$	cm $h_z \times h_x$	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>
	10x13	9x11	148	668	181	998
	10x14	9x12	162	729	216	1296
	10x16	9x14	189	850	294	2058
	12x14	11x12	242	1331	264	1584
	12x16	11x14	282	1552	359	2515
	13x13	12x11	264	1584	242	1331
	13x14	12x12	288	1728	288	1728
	13x15	12x13	312	1872	338	2197
	13x16	12x14	336	2016	392	2744
	13x17	12x15	360	2160	450	3375
	14x14	13x12	338	2197	312	1872
	14x15	13x13	366	2380	366	2380
	14x16	13x14	394	2563	424	2972
	14x17	13x15	422	2746	487	3656
	14x18	13x16	451	2929	555	4437
	15x15	14x13	425	2973	394	2563



Wenn die Spurlatten mit  $h_z > h_x$  eingebaut werden, sind die Widerstandsmomente im Einzelfall zu berechnen.

Noch Tabelle 2: Widerstands- und Trägheitsmomente von genormten Holzspurlatten DIN 21341.

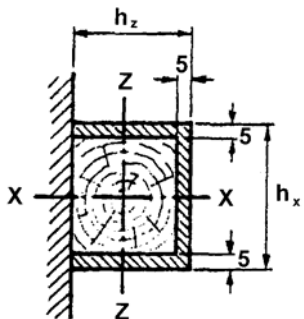
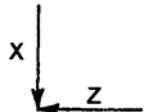
Fördermittel und Gegengewicht mit Führungsschuhen						
Verschleißmaße	Querschnitt neu	Querschnitt verschlissen	W und J der verschlissenen Spurlatten			
			$W_z$	$J_z$	$W_x$	$J_x$
mm	cm $h_z \times h_x$	cm $h_z \times h_x$	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>
	15x16	14x13	425	2973	394	2563
	15x17	14x14	457	3201	457	3201
	15x18	14x15	490	3430	525	3937
	15x20	14x17	555	3887	674	5731
	16x16	15x13	487	3656	422	2746
	16x17	15x14	525	3937	490	3430
	16x18	15x15	562	4218	562	4218
	16x20	15x17	637	4781	722	6141
	17x17	16x14	597	4779	522	3659
	18x18	17x15	722	6141	637	4781
	18x20	17x17	819	6960	819	6960
	18x22	17x19	915	7779	1023	9717
	18x24	17x21	1011	8598	1249	13120
	20x20	19x17	1023	9717	915	7779
	20x22	19x19	1143	10860	1143	10860
	20x24	19x21	1263	12003	1396	14663
	22x22	21x19	1396	14663	1263	12003
	22x24	21x21	1543	16207	1543	16207



Wenn die Spurlatten mit  $h_z > h_x$  eingebaut werden, sind die Widerstandsmomente im Einzelfall zu berechnen.

Noch Tabelle 2: Widerstands- und Trägheitsmomente von genormten Holzspurlatten DIN 21341.

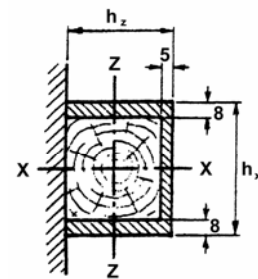
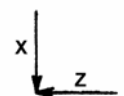
Fördermittel und Gegengewicht mit Führungsrollen						
Verschleißmaße	Querschnitt neu cm $h_z \times h_x$	Querschnitt ver- schlissen cm $h_z \times h_x$	W und J der verschlissenen Spurlatten			
			$W_z$	$J_z$	$W_x$	$J_x$
mm			$cm^3$	$cm^4$	$cm^3$	$cm^4$
	10x13	9,5x12	180	857	228	1368
	10x14	9,5x13	195	929	267	1739
	10x16	9,5x15	226	1072	356	2672
	12x14	11,5x13	286	1648	324	2105
	12x16	11,5x15	331	1901	431	3234
	13x13	12,5x12	312	1953	300	1800
	13x14	12,5x13	338	2116	352	2288
	13x15	12,5x14	364	2279	408	2858
	13x16	12,5x15	391	2441	469	3516
	13x17	12,5x16	417	2604	533	4267
	14x14	13,5x13	395	2665	380	2472
	14x15	13,5x14	425	2870	441	3087
	14x16	13,5x15	456	3075	506	3797
	14x17	13,5x16	486	3280	576	4608
	14x18	13,5x17	516	3485	650	5527
	15x15	14,5x14	490	3557	474	3316



Wenn die Spurlatten mit  $h_z > h_x$  eingebaut werden, sind die Widerstandsmomente im Einzelfall zu berechnen.

Noch Tabelle 2: Widerstands- und Trägheitsmomente von genormten Holzspurlatten DIN 21341.

Fördermittel und Gegengewicht mit Führungsrollen						
Verschleißmaße	Quer- schnitt neu cm $h_z \times h_x$	Quer- schnitt ver- schlissen cm $h_z \times h_x$	W und J der verschlissenen Spurlatten			
			$W_z$	$J_z$	$W_x$	$J_x$
mm			$cm^3$	$cm^4$	$cm^3$	$cm^4$
	15x16	14,5x14,4	505	3658	501	3608
	15x17	14,5x15,4	540	3912	573	4413
	15x18	14,5x16,4	575	4166	650	5330
	15x20	14,5x18,4	645	4674	818	7527
	16x16	15,5x14,4	577	4469	536	3857
	16x17	15,5x15,4	617	4779	613	4717
	16x18	15,5x16,4	657	5089	695	5697
	16x20	15,5x18,4	737	5710	875	8046
	17x17	16,5x15,4	699	5765	652	5022
	18x18	17,5x16,4	837	7324	784	6433
	18x20	17,5x18,4	939	8218	987	9085
	18x22	17,5x20,4	1041	9111	1214	12381
	18x24	17,5x22,4	1143	10004	1463	16391
	20x20	19,5x18,4	1166	11369	1100	10123
	20x22	19,5x20,4	1293	12605	1352	13796
	20x24	19,5x22,4	1420	13841	1631	18264
	22x22	21,5x20,4	1572	16895	1491	15211
	22x24	21,5x22,4	1726	18552	1798	20137



Wenn die Spurlatten mit  $h_z > h_x$  eingebaut werden, sind die Widerstandsmomente im Einzelfall zu berechnen.

- 2.4.5.5. Für die gewählten Spurlatten ist nachzuweisen, dass das Widerstandsmoment der verschlissenen Spurlatte in x-Richtung ebenfalls ausreichend ist:

$$W_{x\text{Sp}} = \frac{F_x \times IH}{4 \times \sigma_{\text{zul}}} \leq \frac{h_x^2}{6} \quad (\text{bei Holz})$$

Ein Nachweis erübrigt sich, wenn das Widerstandsmoment der verschlissenen Spurlatte größer als  $0,8 \times W_z$  ist.

- 2.4.5.6. Für die gewählten Einstriche ist nachzuweisen, dass das Widerstandsmoment in y-Richtung ausreichend ist:

$$W_{yE} = \frac{F_y \times a \times b}{(a + b) \times \sigma_{\text{zul}}}$$

Ein Nachweis erübrigt sich, wenn das Widerstandsmoment  $W_y$  größer als  $0,25 \times W_z$  ist.

- 2.4.5.7.  $\eta$ -Verfahren

Bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s, einem Einstrichabstand über 300 cm und einer Gewichtskraft des Fördermittels über 100 kN ist eine rechnerische Betrachtung der Durchbiegung des Systems Spurlatten/Einstriche vorzunehmen. Dabei wird das dynamische Verhalten der Führungseinrichtungen hinsichtlich ihrer Steifigkeit in z-Richtung berechnet. Die Steifigkeitsunterschiede im Spurlattenstrang sollen so klein wie möglich sein. Dies wird erreicht, wenn der Quotient  $\eta$  der Produkte von Trägheitsmoment und Elastizitätsmodul, jeweils von Einstrich und Spurlatten, einen bestimmten Wert hat:

$$\eta = \frac{J_E \times E_E}{J_{\text{Sp}} \times E_{\text{Sp}}},$$

der bei der Berechnung auf Werte

$$0,5 \leq \eta \leq 2,0$$

begrenzt wird.

Wenn Spurlatten direkt an Konsolen befestigt sind, entfällt eine Nachrechnung nach diesem Verfahren. Dann ist nach Nr. 2.4.5.1 die Steifigkeit zu ermitteln.

Der  $\eta$ -Wert ergibt sich auch aus der Durchbiegung:

$$\eta = \frac{8 \times a^2 \times b^2}{(a + b) \times l^3}$$

Bei der Durchführung der Berechnung wird zunächst aus dieser Formel  $\eta$  bestimmt.

Ist  $\eta < 1$ ,

so ist das Trägheitsmoment der gewählten Spurlatte nach der Formel

$$J_{\text{Sp}} = \frac{J_E \times E_E}{\eta \times E_{\text{Sp}}} \quad (J_E \text{ nach Wahl gemäß Nr. 2.4.5.4})$$

nachzuprüfen (Ist  $\eta < 0,5$ , so ist mit dem Wert 0,5 zu rechnen).

Ist der berechnete Wert  $J_{\text{Sp}}$  größer als das Trägheitsmoment der ursprünglich gewählten Spurlatte, so ist ein entsprechend größeres Spurlattenprofil zu wählen, damit die Steifigkeit der Spurlatte der des gewählten Einstrichs angenähert wird.

Ist dagegen  $J_{\text{Sp}}$  gleich oder kleiner als das Trägheitsmoment der ursprünglich gewählten Spurlatte, so können die gewählten Profile von Spurlatten und Einstrichen verwendet werden.

Ist  $\eta > 1$ ,

so ist das Trägheitsmoment des gewählten Einstrichs nach der Formel

$$J_E = \frac{J_{\text{Sp}} \times E_{\text{Sp}} \times \eta}{E_E} \quad (J_{\text{Sp}} \text{ nach Wahl gemäß Nr. 2.4.5.4})$$

nachzuprüfen (Ist  $\eta > 2,0$ , so ist mit dem Wert 2,0 zu rechnen).

Ist der so berechnete Wert  $J_E$  größer als das Trägheitsmoment des ursprünglich gewählten Einstrichs, so ist ein entsprechend größeres Einstrichprofil zu wählen, damit die Steifigkeit des Einstrichs der der gewählten Spurlatte angenähert wird.

Ist dagegen  $J_E$  gleich oder kleiner als das Trägheitsmoment des ursprünglich gewählten Einstrichs, so können die gewählten Profile von Spurlatten und Einstrichen verwendet werden.

2.4.5.8. Durchbiegung

Die Durchbiegung von Spurlatten und Einstrichen ist in z-Richtung für einen Kraftangriff zwischen den Einstrichen und einen Kraftangriff an einem Einstrich zu berechnen.

Dabei ist:

$f_{Sp1}$  = Durchbiegung der Spurlatte bei Kraftangriff zwischen zwei Einstrichen,

$f_{E1}$  = Durchbiegung des Einstrichs bei Kraftangriff zwischen zwei Einstrichen =  $\frac{1}{2}$

$f_{E2}$  = Durchbiegung des Einstrichs bei Kraftangriff am Einstrich.

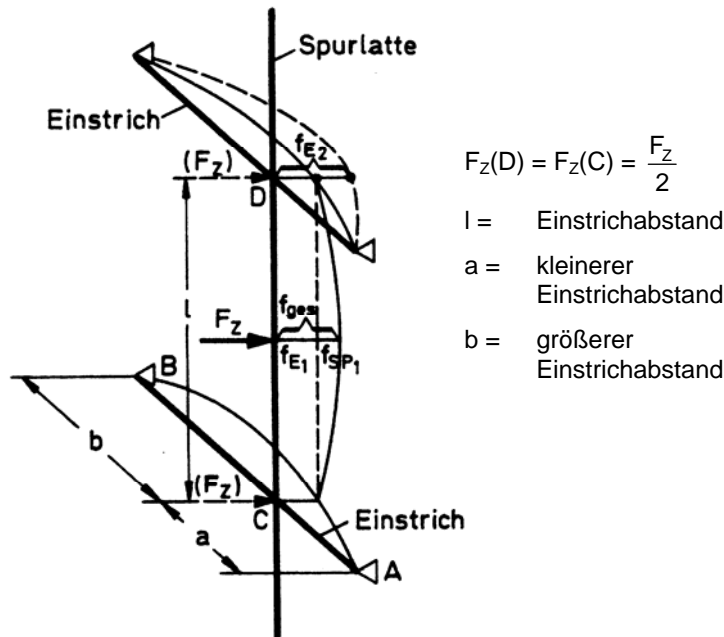


Abbildung 4: Kraftangriff an einer Spurlatte zwischen zwei Einstrichen (Durchbiegung).

$$f_{Sp1} = \frac{F_z \times l^3}{48 \times E_{Sp} \times J_{Sp}}$$

$$f_{E1} = \frac{F_z \times a_2 \times b^2}{2 \times 3 \times E_E \times J_E \times (a+b)}$$

$$f_{ges} = f_{Sp1} + f_{E1}$$

$$f_{E2} = \frac{F_z \times a_2 \times b^2}{3 \times E_E \times J_E \times (a+b)}$$

Der größere Wert von  $f_{ges}$  und  $f_{E2}$  ist maßgebend für die Ermittlung der Mindest-Eingriffstiefe der Führungsschuhe an der Spurlatte; sie soll größer als 40 mm sein (vergleiche Nr. 2.4.2.4.2).

2.4.5.9. Berechnung der Druckspannung an den Auflagern von Einstrichen und Konsolen

Die Druckspannung ist nach folgender Berechnung in horizontaler und vertikaler Richtung zu ermitteln:

a) bei Einstrichen (in z- und y-Richtung):

$$\sigma_z = \frac{F_z^*}{v \times m}$$

$$\sigma_y = \frac{F_y^*}{v \times n}$$

b) bei Konsolen (in x- oder z- sowie in y-Richtung):

$$\sigma_x = \frac{F_x^*}{v \times m} + \frac{F_x^* \times (u + \frac{v}{2})}{\frac{1}{6} \times v^2 \times m}$$

oder

$$\sigma_x = \frac{F_z^*}{v \times m} + \frac{F_z^* \times (u + \frac{v}{2})}{\frac{1}{6} \times v^2 \times m}$$

$$\sigma_y = \frac{F_y^*}{v \times m} + \frac{F_y^* \times (u + \frac{v}{2})}{\frac{1}{6} \times v^2 \times m}$$

der ungünstigste Fall ( $\sigma_x$  oder  $\sigma_z$ ) ist zu berechnen.

Hierbei ist  $F_x^*$  oder  $F_z^*$  diejenige horizontale Auflagerkraft (Komponente oder Anteil von  $F_x$  bzw.  $F_z$ ), die die Einstriche auf ihre Auflager ausüben, während  $F_y^*$  (Komponente oder Anteil von  $F_y$ ) sich aus der vertikalen Aussagekraft und dem anteiligen Eigengewicht der Führungseinrichtungen ergibt.

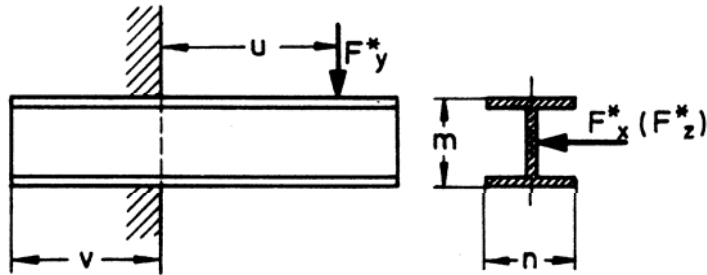


Abbildung 5: Auflagerkraft an einem Einstrich.

#### 2.4.5.10. Befestigung der Spurlatten an den Einstrichen

Der Berechnung ist die vertikale Kraft  $F_y = 0,25 \times \frac{Q}{12}$  und die

die horizontale Kraft  $F_x = 0,8 \times \frac{Q}{12}$  zugrunde zu legen.

Dabei dürfen die aus dem Reibungsschluss zwischen Spurlatte und Einstrich übertragbare Kraft  $F_R$  und die aus dem zulässigen Lochleibungsdruck auf die Schraube übertragbare Kraft  $F_L$  addiert werden.

Bei Spurlattenhaltern ist nachzuweisen, dass deren Verbindungen mit den Einstrichen die gleichen Kräfte übertragen können.

#### 2.4.5.11. Abstützung der Spurlatten an den Enden des Fahrweges

Sofern die Spurlattenstränge oberhalb der freien Höhe und unterhalb der freien Teufe auf besonderen Trägern oder Konsolen verlagert werden, ist die Verlagerung zu berechnen; dabei ist für den einzelnen Spurlattenstrang die Last des beladenen Fördermittels anzunehmen.

Abweichend von Nr. 2.4.4.2 sind bei Stahlträgern die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_f = 1,00$  und  $\gamma_m = 1,00$  zu berücksichtigen.

Werden mehrere Spurlattenstränge auf einer Verlagerung abgestützt, so ist der ungünstigste Belastungsfall anzunehmen.

#### 2.4.6. Berechnungsbeispiele

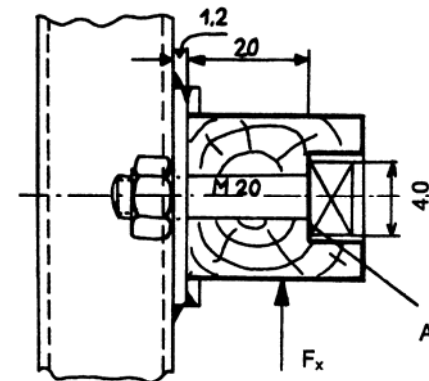
##### 2.4.6.1. Befestigung der Spurlatten an den Einstrichen

Anmerkung: Es ist davon auszugehen, dass normale Schrauben so angezogen sind, dass die zulässige Grenzzugspannung der gewählten Schrauben nach DIN 18800, Teil 1, Element (809) etwa erreicht ist.

Für hochfeste Schrauben gilt DIN 18800, Teil 1 (11.90) und für die Reibungszahlen und Vorspannkraften DIN 18800, Teil 7 (5.83) einschließlich Anhang A

##### 2.4.6.1.1. Beispiel:

Spurlatte aus Holz, Einstrich aus Stahl



Befestigung mit  
2 Schrauben 4.6  
(früher 4D) M 20,  
einschnittig

Abbildung 6: Schraubverbindung von Spurlatte und Einstrich.

Dieses Beispiel zeigt eine Verbindung von Bauwerkteilen nach „altem“ Sicherheitskonzept (Holz) und „neuem“ Sicherheitskonzept (Stahl).

#### 2.4.7. Seilführungen

2.4.7.1. Zur Führung von Fördermitteln und Gegengewichten an Seilen sind je Fördermittel und Gegengewicht in der Regel 4 Führungsseile vorzusehen.

Für Abteufanlagen (Kübelörderungen) sowie für schmale Gegengewichte genügen jeweils 2 Führungsseile.

2.4.7.2. Führungsseile sind an einer Längsseite des Fördermittels oder Gegengewichts paarweise möglichst nahe an den Außenkanten oder andernfalls möglichst nahe an den 4 Ecken anzuordnen. Für Kübelörderungen gilt Nr. 2.4.7.9

- 2.4.7.3. Sind Reibseile (Abstandsseile) erforderlich, so müssen mindestens 2 Seile zwischen den Fördermitteln oder zwischen Fördermittel und Gegengewicht vorhanden sein. Werden 4 Seile eingebaut, so sind sie möglichst im Rechteck anzuordnen.
- 2.4.7.4. Schacht
- 2.4.7.4.1. Der Abstand zwischen Schachtwand oder Schachteinbauten und Fördermittel oder Gegengewicht richtet sich nach Nr. 2.1.2.
- 2.4.7.4.2. Innerhalb der freien Höhe und der freien Teufe sind verbreiterte oder zusammengezogene Spurlatten nach Nr. 2.4.8. einzubauen. Als Übergang von der Seilführung auf die verbreiterten oder zusammengezogenen Spurlatten sind Spurlatten oder Eckführungen einzubauen (feste Einführungen). Flanken und Vorderfläche der Spurlatten sind einzuziehen, Eckführungen entsprechend zu erweitern; dabei soll die Steigung möglichst gering sein (etwa 2 Grad). Feste Einführungen sind so auszulegen, dass sie den beim Einfahren der Fördermittel oder Gegengewichte auftretenden Beanspruchungen gewachsen sind.
- Es wird empfohlen, Einziehungen oder Erweiterungen wie folgt auszulegen:
- bei Spurlatten Einziehung um 6 bis 12 cm einseitig,
  - bei Eckführungen Erweiterung um 12 cm in jeder Richtung,
- z. B. Einziehung der Spurlatten bei Mittelführung auf den Flanken von 36 auf 12 cm und auf der Stirnseite von 18 auf 12 cm.
- 2.4.7.4.3. Beim Übergang von der Seilführung auf die feste Führung muss die Fahrgeschwindigkeit zwangsläufig herabgesetzt werden, z. B. durch Einfahrüberwachung oder Fahrtregler.
- 2.4.7.5. Anschläge
- 2.4.7.5.1. An Anschlägen ohne feste Einführungen müssen zum Betreten und Verlassen der Fördermittel bewegliche Bühnen mit Geländer nach DIN 21377 und Schutzdach sowie Einrichtungen zum zentrierten Festhalten der Fördermittel vorhanden sein.
- Bühnen sind so auszulegen, dass niemand beim Übertritt vom Fördermittel zur Bühne und zum Anschlag versehentlich daneben treten und abstürzen kann.
- 2.4.7.5.2. Die Bündigstellung des Fördermittels vor der beweglichen Bühne muss dem Maschinenführer durch eine vom Fördermittel abhängige Einrichtung optisch angezeigt werden.
- 2.4.7.5.3. Die Bühne und die Einrichtung zum zentrierten Festhalten des Fördermittels dürfen nur bei vorstehendem Fördermittel betätigt werden können. Schachttore dürfen erst geöffnet werden können,

wenn das Fördermittel zentriert und die Bühne ausgefahren ist. Diese Einrichtungen dürfen erst dann in ihre Ausgangslage zurückgebracht werden können, wenn die Schachttore geschlossen sind.

- 2.4.7.5.4. Fördermittel dürfen nur verfahren werden können, wenn sich die Einrichtungen nach Nr. 2.4.7.5.1. in ihrer Ausgangslage befinden.
- 2.4.7.6. Förderseile
- 2.4.7.6.1. In Einseil-Förderanlagen sollen drehungsarme Seile eingebaut sein, andernfalls müssen die Abstände nach Nr. 2.1.2 größer sein. Sofern bei Mehrseilanlagen keine drehungsarmen Seile vorgesehen sind, müssen paarweise links und rechts geschlagene Förderseile eingebaut werden.
- 2.4.7.7. Führungsseile und Reibseile (Abstandsseile) <sup>1)</sup>
- 2.4.7.7.1. Für Führungsseile und Reibseile sollen Macharten bevorzugt werden, die sich unter Wirkung einer ungeführten Last nicht aufdrehen. Die Nennfestigkeit der Drähte darf  $1770 \text{ N/mm}^2$  nicht überschreiten (vergleiche Nr. 6.3.1).
- Es wird empfohlen, voll- oder halbverschlossene Seile oder Seile mit möglichst großem Durchmesser der Außendrähte zu wählen.
- 2.4.7.7.2. Die Seile sind mit Führungsseil-Klemmkauschen oder Vergussmuffen zu befestigen. Träger an der Befestigungsstelle müssen die Belastung durch das Seilgewicht und die größte Spannkraft sicher aufnehmen können. Sie sind nach DIN 4118 zu berechnen und auszuführen. Hierbei ist die „Anpassungsrichtlinie Stahlbau“, Abschnitt 4.8, zu beachten.
- Vergussköpfe sind nach DIN 18800 bzw. nach Firmenanweisungen herzustellen.
- Der Seileintritt in den Vergusskopf muss auch im eingebauten Zustand prüfbar sein.
- 2.4.7.7.3. An Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s sind Führungsseile vor den Befestigungsstellen so zu führen, dass keine horizontalen Schwingungen in die Befestigungen eingeleitet werden.
- 2.4.7.7.4. Die Seile müssen so gespannt sein, dass Fördermittel und Gegengewichte unter Berücksichtigung der Abstände nach Nr. 2.1.2 sicher geführt werden. Dazu soll die Spannkraft in der Regel mindestens 10 kN je 100 m Führungsseillänge betragen.
- Bei Teufen bis zu 400 m kann eine Spannkraft bis zum Doppelten des oben genannten Wertes erforderlich sein, bei Teufen von mehr als 1000 m kann das 0,8fache des oben genannten Wertes ausreichen.
- Werden die Seile oben gespannt, muss die Spannkraft um das Eigengewicht der Seile höher sein. Wird die Spannkraft nicht durch Gewichte erzeugt, so muss sie jederzeit messbar sein.

<sup>1)</sup> Die Dauer der Verwendung von Führungs- und Reibseilen (Abstandsseilen) soll 20 Jahre nicht überschreiten.



- 2.4.7.7.5. Zur Vermeidung von Resonanzschwingungen muss die Spannkraft der Seile unterschiedlich sein. Dabei sollen die größte und kleinste Seilspannung um höchstens  $\pm 5$  v. H. von dem Mittelwert der Spannkraft abweichen.
- 2.4.7.7.6. Werden Spanngewichte eingebaut, so sind Vorrichtungen zum Anheben und Absetzen der Gewichte vorzusehen.
- 2.4.7.7.7. Federn dürfen zum Spannen der Seile nur eingebaut sein, wenn keine unzulässigen Änderungen der Spannkraft durch Temperaturschwankungen eintreten können. Für die Federn muss eine Federkennlinie vorliegen. An der Federspanvorrichtung müssen Marken vorhanden sein, an denen jederzeit die Federspannung abgelesen werden kann.
- 2.4.7.8. Für Fördermittel und Gegengewichte von Anlagen mit Seilführung gilt Nr. 7.3.7.
- 2.4.7.9. Seilführungen bei Abteufanlagen
- 2.4.7.9.1. Für Abteufanlagen (Kübelförderungen) gelten die Nrn. 2.4.1.2, 2.4.7.1 und 2.4.7.7.1 sowie Nr. 2.4.7.4 mit der Abweichung, dass bei Teufen über 500 m die Spannkraft mindestens 7 kN je 100 m Teufe betragen muss. Spannkraft und Kraft aus dem Eigengewicht des Seiles müssen dabei an der oberen Verlagerung mindestens 60 kN betragen.
- 2.4.7.9.2. Gleichschlagseile sind nicht zulässig.
- 2.4.7.9.3. Bei Kübelförderanlagen können Seilwirbel zwischen Karabinerhaken und Förderseil eingebaut sein.
- 2.4.7.9.4. Die unteren Enden der Führungsseile müssen im Schacht an einer besonderen Verlagerung befestigt sein, z. B. Spannager nach DIN 21194. Für Umlenkrollen oder Umlenkscheiben gilt Nr. 9.1.2.3 in Verbindung mit Nr. 9.1.5.2.
- Für den Nachweis der Spannager sind die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_f = 2,2$  und  $\gamma_m = 2,0$  im Sinne der DIN 18800 einzusetzen. Als Einwirkung ist die erforderliche Spannkraft einzusetzen.
- 2.4.7.9.5. Die oberen Enden der Führungsseile sind auf Trommelwinden zu befestigen, mit denen die erforderliche Spannkraft (vergleiche Nr. 10.1.3) erzeugt werden kann.
- 2.4.8. Führungseinrichtungen im Bereich der freien Höhe und freien Teufe
- 2.4.8.1. Zum Abbremsen der Fördermittel und Gegengewichte im Bereich der freien Höhe und freien Teufe sind geeignete Einrichtungen vorzusehen.

Dazu sind Spurlatten seitlich zu verbreitern oder - außer in Gerüsten - zusammenzuziehen.

Dies kann durch Verbreitern oder - außer in Gerüsten - durch Zusammenziehen der Spurlatten geschehen. Bei der Verwendung von energieadsorbierenden Abbremsvorrichtungen sind diese so auszuliegen, dass sie bei Seilfahrt in jedem Betriebsfall sicher vor dem Erreichen des Prellträgers zum Stillstand gebracht werden. Die maximale Verzögerung soll hierbei  $9,81 \text{ m/s}^2$  nicht überschreiten.

- 2.4.8.2. Verbreiterte und zusammengezogene Spurlatten müssen aus Holz bestehen, auch wenn sonst Stahlspurlatten eingebaut sind. Für Schienenführungen gilt Nr. 2.4.8.9.

Spurlattenverbreiterungen dürfen nicht durch Aufnageln, Anschrauben oder Aufkleben von Keilen oder Leisten hergestellt werden.

- 2.4.8.3. Für verbreiterte (verdickte) Spurlatten gilt folgendes:

Die einzelne Spurlatte muss auf jeder Flanke stetig mindestens um je 5 cm breiter werden, d. h. insgesamt um mindestens 10 cm.

Die Verbreiterung soll bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s eine Steigung von etwa 1 : 100 aufweisen und darf sich höchstens über 5 m Länge erstrecken. Bei anderen Anlagen soll die Steigung etwa 1 : 40 betragen.

- 2.4.8.4. Für zusammengezogene Spurlattenstränge gilt folgendes:

Jeder Spurlattenstrang muss so in das Förder- oder Gegengewichtstrum hineingezogen werden, dass sich die Spurweite stetig und symmetrisch um mindestens 20 cm verringert.

Die Verringerung der Spurweite soll bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s eine Steigung von etwa 1 : 50 aufweisen und darf sich höchstens über 5 m Länge erstrecken. Bei anderen Anlagen soll die Steigung etwa 1 : 20 betragen.

- 2.4.8.5. Nach Erreichen des Höchstmaßes der Verbreiterung oder Zusammenziehung müssen die Führungsflächen der Spurlatten wieder parallel verlaufen.

- 2.4.8.6. Das Abbremsen der Fördermittel und Gegengewichte soll nach Möglichkeit in der freien Teufe früher beginnen als in der freien Höhe.

- 2.4.8.7. Zusammengezogene Spurlatten müssen horizontal abgestützt werden.

- 2.4.8.8. Sind Fördermittel oder Gegengewichte durch Rollen geführt, so müssen die Spurlatten am Beginn der bremsenden Verbreiterung bereits auf das der Maulweite der zusätzlich vorhandenen Führungsschuhe entsprechende Maß verbreitert sein. Daher muss vor

der bremsenden Verbreiterung zusätzlich ein Auflaufkeil vorhanden sein, der eine stärkere Steigung als der Bremskeil besitzen darf.

- 2.4.8.9. Bei Anlagen mit Schienenführung (Nr. 2.4.2.9) können die Einrichtungen zum Abbremsen auch aus Stahl bestehen. An Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s sind zur Abbremsung verbreiterte Holzspurlatten nach Nr. 2.4.8.3 einzubauen.
- 2.4.8.10. An Schrägförderanlagen müssen im Bereich der freien Höhe und freien Teufe Seitenbremsen oder andere gleichwertige Einrichtungen und Prellböcke eingebaut sein.
- 2.4.8.11. An Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 1 m/s können anstelle der verbreiterten oder zusammengezogenen Spurlatten elastische Puffereinrichtungen mit einem Pufferweg von mindestens 20 cm eingesetzt werden.

## 2.5. Zugänge und Anschläge

- 2.5.1. Zugänge und Anschläge an Schächten und Schrägstrecken
  - 2.5.1.1. Schächte, schachtähnliche Grubenbaue (z. B. Bunker im Gebirge, Rolllöcher) und Schrägstrecken müssen so abgeschlossen und gesichert sein, dass Personen nicht unabsichtlich in den Schacht oder die Strecke gelangen oder durch Fördermittel oder Gegengewichte gefährdet werden können.
    - 2.5.1.2.1. Zur Seilfahrt oder Förderung dienende Zugänge zu den Fördertrumen (Anschläge) müssen Tore haben, die verhindern, dass Personen unabsichtlich in die Fördertrume gelangen oder Streckenfördermittel (z. B. Wagen, Teckel, Lokomotiven, EHB-Gefäße) eingeschoben werden können. Außerdem muss der Übertritt vom Fördermittel zum Anschlag so ausgebildet sein, dass niemand beim Betreten oder Verlassen des Fördermittels unabsichtlich abstürzen kann. Wenigstens an einer Anschlagseite (Signalseite des Anschlags) müssen die Tore auch vom Fördermittel aus ohne Gefahr für die Fahrenden zu öffnen und zu schließen sein. Erforderlichenfalls müssen Betätigungsvorrichtungen vorhanden sein, mit denen vom Fördermittel aus Hubsperlatten, Tore und Schwingbühnen bedient werden können.
 

Die Sätze 3 und 4 gelten nicht für Schrägförderanlagen.
    - 2.5.1.2.2. Der Abstand zwischen Schachttor und Fördermittelverschluss darf nur so groß sein, dass sich niemand zwischen geschlossenem Schachttor und Fördermittelverschluss aufhalten kann. Andernfalls ist dieser Zwischenraum zu überwachen (Zwischenraumüberwachung).

Dies gilt nicht für Schrägförderanlagen.

- 2.5.1.3. Zugänge zu Gegengewichtstrumen müssen verschlossen oder verschließbar sein; dies gilt auch für Förderanlagen mit 2 Fördermitteln, von denen das eine ständig als Gegengewicht dient.
 

Das Gegengewichtstrum muss so eingerichtet sein, dass jede Gegengewichtsseite wenigstens an einer Stelle zu Überwachungszwecken zugänglich ist und wenigstens abschnittsweise eingehend besichtigt werden kann.
- 2.5.1.4. Für Schachttore, die gleichzeitig Tore von Schachtschleusen sind, gilt Nr. 2.5.3.
- 2.5.1.5. Steuerungen von Schachttoren, Schleusentoren, Schwingbühnen und Hubsperlatten müssen so ausgeführt sein, dass bei Ausfall oder Wiederkehr der Betriebsenergie kein gefährlicher Betriebszustand eintreten kann.
- 2.5.1.6. An Seilfahrtanlagen mit Abfahrbefehls- oder Fertigsignalgabe vom Fördermittel aus müssen die Schachttore selbsttätig auf ihren Schließzustand überwacht werden; bei geöffnetem Schachttor muss die Abfahrt verhindert sein (siehe Nr. 5.3).
- 2.5.1.7. Außer den Toren nach den Nrn. 2.5.1.2.1 und 2.5.1.4 sind an Anschlägen, von oder zu denen Güterförderung stattfindet, Sicherheitsvorrichtungen anzubringen, die bei Abwesenheit des Fördermittels verhindern, dass Streckenfördermittel in den Schacht oder die Schrägstrecke hineingeschoben werden können. Dies gilt auch für die Ablaufseite der Anschläge, wenn Streckenfördermittel zum Schacht oder zur Strecke zurücklaufen können.
- 2.5.1.8. Sicherheitsvorrichtungen nach Nr. 2.5.1.7 müssen selbsttätig wirken.
- 2.5.1.9. Kippriegel an den Anschlägen sind nur zulässig, wenn keine Aufschiebeeinrichtungen oder Schwingbühnen vorhanden sind.
- 2.5.1.10. An Anschlägen, an denen von Hand aufgeschoben wird, müssen Querstangen oder Handgriffe aus Stahl sowie Fußleisten als Stütze für die Anschläger vorhanden sein.
- 2.5.1.11. Seilfahrt- und Förderansschläge müssen mit einer ortsfesten Beleuchtungseinrichtung versehen sein.
- 2.5.1.12. Bei zweiseitig angelegten Anschlägen sind beide Seiten durch einen Fahrweg zu verbinden. Dies gilt nicht für Nebenansschläge.
- 2.5.1.13. Untertage müssen Zugänge zu den Fördertrumen und Fahrwege im Bereich des Schachtquerschnitts gegen fallende Gegenstände aus dem Schacht gesichert sein, z. B. durch Kopfschutzbühnen. Ausführung und Berechnung richten sich nach Nr. 9.3.1.
 

Dies gilt auch für Schrägstrecken, wenn auf Grund des Einfallens Gefahren durch fallende Gegenstände auftreten können.
- 2.5.1.14. Schachtabdeckungen an Zugängen müssen gegenüber der statischen Belastung durch Betriebskraft und Eigengewicht (charakteristischer Wert der Einwirkung) bemessen werden. Hierbei sind

die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_f = 2,2$  und  $\gamma_m = 2,0$  zu berücksichtigen. Ausführung und Berechnung richten sich nach Nr. 9.2.

- 2.5.1.15. Für Seilfahrbühnen und zugehörige Treppen ist eine Verkehrslast von mindestens  $5 \text{ kN/m}^2$  anzunehmen (vergleiche DIN 4118, Abschnitt 4.2.5.). Die Dimensionierung der einzelnen Bauteile richtet sich nach Nr. 2.4.4.2 bzw. nach den dort genannten Teilsicherheitsbeiwerten.
- 2.5.2. Zugänge an Abteufanlagen
- 2.5.2.1. Beim Abteufen müssen Bühnen vorhanden sein, mit denen Schächte und schachtähnliche Grubenbaue an der Rasenhängebank oder an der Sohle, von welcher abgeteuft wird, abzudecken sind.
- Zugänge beim Auffahren (Abteufen) von Schrägstrecken sind, soweit erforderlich, entsprechend zu sichern.
- 2.5.2.2. Durchgangsöffnungen in den Abdeckungen müssen mit Schachtklappen ausgerüstet und so gesichert sein, dass bei geöffneten Schachtklappen Personen nicht unbeabsichtigt abstürzen und lose Gegenstände nicht in den Schacht hineinfallen können.
- Dies gilt auch für zusätzlich vorhandene Kippklappen an Kippbühnen.
- Der Öffnungs- und Schließzustand der Schachtklappen und Kippklappen muss am Bedienungsstand der Antriebsmaschine optisch angezeigt werden, sofern er nicht ohne weiteres erkennbar ist.
- Werden diese Klappen nur von einem Anschlägerstand aus bedient, so muss auch die Stellung der von dort nicht sichtbaren Klappe dem Anschläger optisch angezeigt werden.
- 2.5.2.3. Alle Bühnen und Klappen sind gegenüber der statischen Belastung durch Betriebslast und Eigengewicht (charakteristischer Wert der Einwirkung) zu bemessen. Für das Nachweisverfahren sind die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_f = 2,2$  und  $\gamma_m = 2,0$  einzusetzen. Ausführung und Berechnung dieser Bühnen und Klappen richten sich nach Nr. 9.2.
- 2.5.2.4. Abteufanlagen müssen mit einer Vorrichtung ausgerüstet sein, die am Stand des Fördermaschinenführers warnt, wenn beim Einhängen des Kipphebers oder während des Kippvorgangs die Kippklappen oder die Schachtklappen nicht vollständig geschlossen sind oder geöffnet werden.
- Dies gilt nicht bei einer zwangsweisen Verriegelung zwischen den Klappen und der Kippvorrichtung, die das Öffnen der Klappen während des Kippvorgangs und das Kippen bei nicht vollständig geschlossenen Klappen verhindert.

- 2.5.2.5. Zugänge an Abteufanlagen müssen mit einer ortsfesten Beleuchtungseinrichtung versehen sein.
- 2.5.3. Schachtschleusen
- 2.5.3.1. Tore von Schachtschleusen, die gleichzeitig Schachttore nach Nr. 2.5.1.2.1 sind, müssen so eingerichtet sein, dass sie nur bei vorstehendem Fördermittel und aufgelegter Fahrbremse geöffnet werden können. Ferner muss sichergestellt sein (z. B. durch elektrische Verriegelung), dass die Schleusentore geschlossen sind, bevor ein Fördermittel aus dem Schleusenbereich herausfährt.
- Schleusentore an Nebenanschlügen brauchen nicht vom Fördermittel aus geöffnet werden zu können.
- 2.5.3.2. An Anschlügen, an denen Fördermittel oder Gegengewichte Schachtdeckel anheben, müssen die Schachttore so überwacht sein, dass Fördermittel oder Gegengewichte nur bei geschlossenen Toren in den Anschlagbereich einfahren oder aus diesem herausfahren können.
- 2.5.3.3. Befehle zum Öffnen oder Schließen von Schleusentoren und von Toren nach Nr. 2.5.3.2. dürfen nicht gespeichert werden können.
- Bei nicht von Hand bewegten Toren muss der Schließvorgang jederzeit unterbrochen werden können.
- 2.5.3.4. Abweichend von Nr. 2.5.3.1 ist es zulässig, dass die Schleusentore bei Güterförderung durch das einfahrende Fördermittel geöffnet werden; dabei darf keine erhöhte Wetterausgleichsströmung (Wetterkurzschluss) auftreten.
- 2.5.3.5. Nicht von Hand bewegte Tore von Schachtschleusen dürfen bei der Betriebsart „Seilfahrt“ nur von derjenigen Anschlagseite aus geschlossen werden können, die signaltechnisch betriebsbereit geschaltet ist.
- 2.5.3.6. Schleusentore an Nebenanschlügen sind mit den Schleusentoren an dem zugeordneten Anschlag so zu verriegeln, dass diese Tore erst geschlossen werden können, wenn die Tore an den Nebenanschlügen geschlossen sind.
- Nicht von Hand bewegte Schleusentore an Nebenanschlügen dürfen nur dann geöffnet werden können, wenn „Seilfahrt mit Nebenanschlügen“ eingeschaltet ist, ein Tragboden des Fördermittels vorsteht und ein Schleusentor des zugeordneten Anschlags geöffnet ist.
- 2.5.3.7. Alle Schleusentore müssen so ausgeführt und verriegelt sein, dass
- durch fehlerhafte Steuerungsvorgänge,
  - durch fehlerhafte Bedienungsvorgänge oder
  - durch Einfachfehler in den zugehörigen Steuerungen und Antrieben

keine gefährlichen Betriebszustände und erhöhte Wetterausgleichsströmungen (Wetterkurzschlüsse) auftreten können.

- 2.5.3.8. Torschalter von Schleusentoren müssen doppelt vorhanden sein und sich gegenseitig auf Nicht-Übereinstimmung der Schaltstellungen überwachen. Jede Nicht-Übereinstimmung der Schaltstellungen soll eine Störmeidung nach Nr. 2.5.3.9 auslösen.

Sind die Befehlsgeber von Schleusentoren nicht doppelt vorhanden (Zwei-Hand-Schaltung), so müssen in jedem möglichen Arbeitsbereich der durch die Schleusentore beeinträchtigt werden kann, Not-Aus-Schalter vorhanden sein.

- 2.5.3.9. Das Ansprechen einer Überwachung nach den Nrn. 2.5.3.2 oder 2.5.3.8 muss optisch und akustisch am Bedienungsstand der Antriebsmaschine angezeigt werden. Die akustische Meldung darf abschaltbar sein. Bei automatisch betriebenen Maschinen muss die Anzeige optisch an einer ständig besetzten Stelle erfolgen. Die nächste Abfahrt muss gesperrt werden.

- 2.5.3.10. Bei Langmaterialförderung in Schachtschleusen muss durch geeignete Einrichtungen oder Ausbildung der Schleuse eine erhöhte Wetterausgleichsströmung verhindert werden.

- 2.5.4. Schachtbeschickungseinrichtungen (siehe auch Nrn. 4.2.2, 4.2.9 und 4.3.8), Feststellvorrichtungen

- 2.5.4.1. Allgemeines

- 2.5.4.1.1. Zu Schachtbeschickungseinrichtungen gehören insbesondere

- a) bei Wagenförderung
  1. Schachtsperren,
  2. Aufschieber,
  3. Schwingbühnen oder Schiebebühnen,
  4. Abteilsperren,
  5. Wagenbremsen,
  6. Vordrucker und Vorzieher, soweit sie mit Einrichtungen nach Nr. 1 bis 5 in Verbindung stehen,
  7. Wagenhaltevorrückungen auf der Ablaufseite (Aufhalter/Abzieher/Rücklaufsperr);
- b) bei Gefäßförderung an der Füllstelle:
  1. Überleitvorrichtungen zum Gefäß,
  2. Fülltaschen,
  3. Messtaschen mit Verschlüssen, Messbandanlagen an der Entladestelle,
  4. Überleitvorrichtungen zum Gefäß oder
  5. Entladetaschen oder
  6. das erste abfördernde Förderband;
- c) bei Materialförderung ohne Förderwagen
  1. Hebezeuge,
  2. Krananlagen, EHB-Laufkatzen und dergleichen mit zugehörigen Bündigsetzvorrichtungen,
  3. Gabelstapler und andere gleislose Beschickungsfahrzeuge;

- d) bei Materialförderung mit Förderwagen oder gleislosen Geräten geeignete Schub- oder Zugfahrzeuge als Beschickungsfahrzeuge anstelle von Einrichtungen nach Buchstabe a) Ziffer 2 oder Buchstabe c).

Die Einrichtungen sind nach den anerkannten Regeln der Technik herzustellen.

- 2.5.4.1.2. Steuerhebel von Beschickungseinrichtungen müssen selbsttätig in die Nullstellung zurückgehen, wenn sie losgelassen werden. Dies gilt nicht, wenn durch elektrische Verriegelung erreicht wird, dass Steuerbefehle erst wirksam werden, wenn zuvor der Steuerhebel in seiner Nullstellung war.

Automatische Beschickungseinrichtungen (Nr. 2.5.4.5) dürfen beim Einfahren des Fördermittels oder nach Umschalten auf automatischen Betrieb nur dann selbsttätig anlaufen, wenn der Steuerhebel in der Nullstellung steht (Nullstellungszwang).

- 2.5.4.1.3. Der Beschickungsvorgang darf erst eingeleitet werden können, wenn das Fördermittel am Anschlag anwesend ist und - bei Gestellförderung - die Schachttore geöffnet sind.

- 2.5.4.1.4. Bei Seilfahrt, Schachthammerbetrieb, Revisionsbetrieb mit Signalgabe vom Fördermittel oder vom Anschlag, z. B. Seilrevision, dürfen mit dem Einschalten der Betriebsart oder -weise zwangsläufig nur noch die zugeordneten Schachttore und Schwingbühnen betätigt werden können.

Beim Umschalten der Betriebsarten oder -weisen dürfen Schachttore und Schwingbühnen ihre jeweilige Lage nicht ändern.

In Zeiten der Förderruhe darf die Beschickungseinrichtung nur soweit abgeschaltet werden, dass Fahrende die Fördermittel gefahrlos betreten und verlassen können.

- 2.5.4.1.5. Bei Materialförderung ohne Förderwagen dürfen außer den Schachttoren nur die dazu nötigen Beschickungsvorrichtungen betätigt werden können.

- 2.5.4.1.6. Überbrückungen zwangsläufig gesperrter Teile von Beschickungseinrichtungen dürfen nur über Schlüsselschalter oder -taster erfolgen; Überbrückungen sind am Anschlag durch Warnblinkleuchten anzuzeigen.

- 2.5.4.1.7. Wagenabdrucker, Hebezeuge und Krananlagen, die in Fördertrume hineinragen können, sind mit der Schachtförderanlage zu verriegeln. Außerdem sind sie, auch wenn sie nicht in Fördertrume hineinragen können, erforderlichenfalls mit der Beschickungseinrichtung zu verriegeln.

- 2.5.4.1.8. Vorrichtungen zum Aufsetzen von Fördermitteln an den Anschlägen sind nicht zulässig. Abweichend hiervon sind Vorrichtungen zum Bündigsetzen und Feststellen der Fördermittel an Anschlägen zulässig, wenn diese Vorrichtungen selbsttätig überwacht werden. Sie müssen mit der Fördermaschine oder dem Förder-

haspel so verriegelt sein, dass der freie Durchgang der Fördermittel während des Treibens gewährleistet ist. Klemmkauschen dürfen nur eingebaut werden, wenn beim Feststellen der Fördermittel kein Hängeseil entstehen kann.

2.5.4.1.9. An Schachtbeschickungseinrichtungen müssen Steuerstromkreise für Aufschieber und Schachtsperren so ausgelegt werden, dass ein Leiterbruch, ein einfacher Leiterschluss oder ein einfacher Erdschluss in den Kabeln und Leitungen außerhalb von Gehäusen nicht zum ungewollten Anlauf des Aufschiebers und nicht zum ungewollten Absenken der Schachtsperre führt sowie ein Stillsetzen der Antriebe nicht verhindert wird. Dies gilt auch für Rückhalte- und Abziehvorrichtungen auf der Ablaufseite, wenn diese Seite bei der Seilfahrt benutzt wird.

Sätze 1 und 2 gelten auch für Einfachfehler in elektronischen Bauteilen von Steuerstromkreisen.

2.5.4.1.10. Anforderungen an automatisch betriebene Beschickungseinrichtungen siehe Nr. 5.3 und an Beschickungsfahrzeuge siehe Nr. 2.5.4.4.

#### 2.5.4.2. Wagenförderung

2.5.4.2.1. An allen Anlagen müssen an der Aufschiebeseite der Anschläge mindestens Schachtsperren und Aufschieber und an der Ablaufseite erforderlichenfalls Rücklaufsperrern vorhanden sein; an Anschlägen mit gelegentlichem Förderbetrieb oder bei Wagengewichten unter 1 t kann auf Aufschieber verzichtet werden.

Streckenhaspel sind für das Beschicken der Tragböden nicht zulässig.

2.5.4.2.2. An allen Anlagen - unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit - mit einem Förderbetrieb von mehr als 150 Zügen/Schicht müssen an den Anschlägen zusätzlich zu den Schachtsperren Abteilsperrern vorhanden sein.

Abteilsperrern müssen auch bei Anlagen mit mehrbödigen Fördermitteln oder Fördermitteln mit mehr als einem Wagen auf dem Tragboden vorhanden sein.

Zwischen Schachtsperre und Abteilsperrern dürfen nur die für einen Tragboden bestimmten Wagen aufgestellt werden können, anderenfalls sind zusätzliche Sperrern anzuordnen. Die Sperrern sind so zu bemessen, dass sie nicht überrollt werden können.

2.5.4.2.3. An Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s und einem Förderbetrieb von mehr als 150 Zügen/Schicht müssen die einzelnen Teile der Schachtbeschickungseinrichtung untereinander und mit den Schachttoren so verriegelt sein, dass sie zwangsläufig nur in der jeweils zulässigen Reihenfolge wirksam werden können. Dies gilt insbesondere für die Reihenfolge

- bei oder nach der Ankunft des Fördermittels am Anschlag:
  1. Schachttore öffnen,
  2. Bühnen einlegen,
  3. Schachtsperre öffnen,
  4. Aufschieber vor,
- vor der Abfahrt des Fördermittels vom Anschlag:
  5. Aufschieber zurück,
  6. Schachtsperre gesperrt/zu,
  7. Bühnen zurück,
  8. Schachttore schließen,
- vor dem Umsetzen des Fördermittels:
  9. wie vor der Abfahrt, aber ohne Nr. 8.

Abweichend davon dürfen Schachttore und Bühnen zwangsläufig auch gleichzeitig angesteuert oder betätigt werden.

2.5.4.2.4. An Anlagen nach Nr. 2.5.4.2.3 muss beim Umsetzen zum letzten Tragboden die Abteilsperrern selbsttätig in Sperrstellung gehen, damit nach dem Beschicken des letzten Tragbodens so lange keine Förderwagen zwischen Abteil- und Schachtsperre stehen, bis das Fördermittel den Anschlagbereich verlassen hat.

2.5.4.2.5 Unabhängig von den Forderungen unter den Nrn. 2.5.4.2.3 und 2.5.4.2.4 müssen verriegelt sein:

- Schachtsperren mit Abteilsperrern;  
ist eine der beiden Sperrern abgesenkt, so darf die jeweils andere Sperrern nicht betätigt oder angesteuert werden können.

falls keine Abteilsperrern vorhanden ist:

- Schachtsperren mit dem Aufschieber;  
in diesem Fall muss die Schachtsperre schließen, sobald der Aufschieber entgegen der Aufschieberichtung betätigt wird;  
weiterhin darf der Aufschieber nicht selbsttätig durch das Absenken der Schachtsperre anlaufen.

Zusätzlich bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s und einem Förderbetrieb von mehr als 150 Zügen/Schicht:

- Aufschieber mit Schachtsperren und Schachttoren;  
dabei darf der Aufschieber in Aufschieberichtung erst betätigt werden können, wenn Schachtsperren und Schachttore geöffnet sind. Dies gilt nicht für Schachtsperren, die durch Aufschieber selbsttätig geöffnet werden;
- Einrichtungen auf der Aufschiebeseite mit denen auf der Ablaufseite;  
dabei dürfen nur dann Förderwagen auf Tragböden aufgeschoben werden können, wenn die entsprechenden Sicherheitseinrichtungen auf der Ablaufseite wirksam sind oder genügend Raum für abzuschiebende Förderwagen vorhanden ist.

- 2.5.4.2.6. Muss die Verriegelung nach den Nrn. 2.5.4.2.3 bis 2.5.4.2.5 bei Wartungs- oder Instandsetzungsarbeiten an Beschickungseinrichtungen aufgehoben werden, darf dadurch kein gefährlicher Betriebszustand eintreten können.
- 2.5.4.2.7. An Förderanlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s muss die Ruhestellung der Schachtsperren und Bühnen so überwacht werden, dass während des Treibens das Notsignal ertönt oder Nothalt ausgelöst wird, wenn die Überwachung anspricht. Zusätzlich muss an Anschlägen mit einem Förderbetrieb von mehr als 150 Zügen/Schicht das Lichtraumprofil der Fördermittel selbsttätig überwacht werden; diese Überwachung ist mit der Fördermaschine oder dem Förderhaspel so zu verriegeln, dass kein gefährlicher Betriebszustand eintreten kann.
- 2.5.4.2.8. Bei Energieausfall müssen Schacht- und Abteilsperren selbsttätig schließen; dies gilt auch beim Quittieren der Betriebsweise „Seilfahrt“ nach Nr. 4.10.1.4. Bühnen dürfen nur dann selbsttätig gehoben oder zurückgefahren werden, wenn dabei Personen nicht gefährdet werden können. Bei Wiederkehr der Energie müssen diese Teile bis zu einer erneuten Betätigung ihrer Steuerorgane in Ruhestellung bleiben.
- 2.5.4.2.9. Bei Seilfahrt dürfen nur Schachttore und Schwingbühnen betätigt werden können. An anderen Teilen der Schachtbeschickungseinrichtungen muss die Energie für Antriebe und Steuerung abgeschaltet sein.
- 2.5.4.3. Gefäßförderung
- 2.5.4.3.1. Fördergefäße dürfen nicht überladen werden können. Dazu müssen Einrichtungen zur volumetrischen oder gravimetrischen Begrenzung der Gefäßfüllung vorhanden sein.  
Die gravimetrischen Messwerte müssen durch Registriergeräte aufgezeichnet werden.  
Wenn die zulässige Belastung der Fördergefäße durch wechselndes Schüttgewicht des Fördergutes überschritten werden kann, muss gravimetrisch dosiert werden.
- 2.5.4.3.2. Füll- und Messtaschen sind daraufhin zu überwachen, dass sie weder überladen noch doppelt gefüllt werden können. Die Beschickungseinrichtungen von Messbandanlagen sowie zufördernde Bänder oder Wippeinrichtungen sind dabei so rechtzeitig abzuschalten, dass die zulässige Füllmenge und das zulässige Füllgewicht nicht überschritten werden.
- 2.5.4.3.3. Nach Einfahren eines Fördergefäßes in die Füllstelle darf mit dem Beladen des Gefäßes erst begonnen werden können, wenn die Überleitvorrichtungen aus ihrer Ruhestellung ausgefahren und wirksam sind. Nach dem Beladen darf das Gefäß erst wieder an-  
fahren können, wenn die Überleitvorrichtungen in ihre Ruhelage zurückgefahren sind.
- 2.5.4.3.4. Das Fördergefäß darf erst in die Entladestelle fahren oder entleert werden können, wenn die vollständige Entladung gewährleistet ist.
- 2.5.4.3.5. Gefäßverschlüsse, die zugleich als Überleitvorrichtungen dienen, sind nach der Ausfahrt des Gefäßes aus der Entladestelle mindestens an einer Stelle im Schacht auf ihren Schließzustand zu überwachen. Die Überwachungseinrichtung muss im Störfall das Notsignal oder Nothalt auslösen.
- 2.5.4.3.6. Klappbare Seilfahrttragböden in Fördergefäßen von Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s müssen bei Güterförderung auf ihren Öffnungszustand überwacht werden. An Seilfahrtansschlägen muss in geeigneter Weise gewarnt werden, wenn Gefahr besteht, dass Fahrende bei geöffnetem Tragboden in das Gefäß stürzen können.
- 2.5.4.3.7. Falls Seilfahrttragböden von Fördergefäßen während des Be- oder Entladevorganges betreten oder verlassen werden können, muss während dieser Zeit am Anschlag optisch gewarnt werden.
- 2.5.4.3.8. Für Materialtransporte ohne Förderwagen auf Fördergefäßen gilt Nr. 2.5.4.1.5.
- 2.5.4.4. Besondere Anforderungen beim Einsatz von Beschickungsfahrzeugen
- 2.5.4.4.1. Im Steinkohlenbergbau dürfen untertage und an Ausziehschächten übertage nur schlagwettergeschützte Beschickungsfahrzeuge (Schub- oder Zugfahrzeuge, Gabelstapler) eingesetzt werden.
- 2.5.4.4.2. Schlagwettergeschützte Beschickungsfahrzeuge müssen eindeutig und auffallend gekennzeichnet sein.
- 2.5.4.4.3. Beschickungsfahrzeuge mit Verbrennungsmotoren müssen mit zugelassenen bordfesten Feuerlöscheinrichtungen ausgerüstet sein. Abweichend davon genügen bei Gabelstaplern Handfeuerlöscher mit mindestens 10 kg Löschmittelinhalt. Als Verbrennungsmotoren sind nur Dieselmotoren zulässig.
- 2.5.4.4.4. An den Anschlägen müssen Schachtsperren oder gleichwertige Einrichtungen vorhanden sein, die in Sperrstellung Beschickungsfahrzeuge, Förderwagen oder dergleichen sicher aufhalten können.
- 2.5.4.4.5. Beim Einsatz von Beschickungsfahrzeugen auf der Ablaufseite des Schachtes müssen dort auch mindestens Schachtsperren vorhanden sein (vergleiche Nr. 2.5.4.2.1).
- 2.5.4.4.6. Bedienungsstände und Schachtstühle, gegebenenfalls auch Fördermittel, sind gegen Beschädigungen beim Betrieb von Beschickungsfahrzeugen in geeigneter Weise zu schützen.

- 2.5.4.4.7. Bei schienengebundener Wagenförderung muss auf Gleisen, die zum Schacht hin geneigt sind, eine zweite Sperre vorhanden sein. Der Abstand zu der Schachtsperre darf nur so groß sein, dass die für einen Tragboden bestimmten Fördereinheiten aufgestellt werden können und genügend Bewegungsspielraum für das Beschickungsfahrzeug vorhanden ist.
- 2.5.4.4.8. Über die Anforderungen nach den Nrn. 2.5.4.2.7 und 2.5.4.2.8 hinaus muss durch geeignete Vorrichtungen gewährleistet sein, dass die Schwingbühnen nicht aus der Arbeitsstellung bewegt werden können, wenn sich Beschickungsfahrzeuge oder Lasten darauf befinden.
- 2.5.4.4.9. Wenn der Fahrer des Beschickungsfahrzeuges nicht zugleich Anschläger ist, sind zwischen diesen Personen Verständigungseinrichtungen vorzusehen.
- 2.5.4.4.10. Wenn der Fahrer des Beschickungsfahrzeuges zugleich Anschläger ist, kann der Abfahrsperrschalter nach Nr. 4.10.4 so angeordnet sein, dass er von dem Fahrzeug aus für den Fahrer leicht erreichbar ist.
- 2.5.4.4.11. Es wird empfohlen, Bereiche, die zur Beschickung mit Fahrzeugen eingerichtet sind, von den Bereichen, die der Seilfahrt dienen, sicher zu trennen.
- 2.5.4.4.12. Außerdem gelten die Nrn. 2.5.4.1.4 bis 2.5.4.1.9.
- 2.5.4.4.13. Bei Beschickungseinrichtungen nach Nr. 2.5.4.1.1 Ziffer c muss bei deren Bedienung mit einer Fernsteuerung gewährleistet sein, dass die Fernbedienung nur möglich ist, wenn der Bediener direkt Sicht zum Fördermittel hat und keine Fremdbeeinflussung möglich ist.

#### 2.5.4.5. Anforderungen an automatische Schachtbeschickungseinrichtungen

##### 2.5.4.5.1. Allgemeines

Automatische Beschickungseinrichtungen dürfen beim Einfahren des Fördermittels oder nach Umschalten auf automatischen Betrieb nur dann selbsttätig anlaufen,

- wenn der Steuerhebel in der Nullstellung steht (Nullstellungszwang)

und

- die Einrichtungen der Beschickungseinrichtung sich in ihren jeweils überwachten Ruhe- bzw. Anfangslagen befinden.

2.5.4.5.2. Automatischer Betrieb liegt vor, wenn durch Steuerimpulse, siehe § 19 Abs. 1 der VO, programmierte Bewegungsabläufe für das Beschicken und Entladen der Fördermittel eingeleitet und selbsttätig durchgeführt werden.

2.5.4.5.3. Steuerimpulse zum Ingangsetzen und Stillsetzen von Beschickungseinrichtungen können

- selbsttätig durch bestimmte Betriebsvorgänge,
- von Hand durch Betätigten von Befehlsgebern ausgelöst werden.

2.5.4.5.4. Automatische Steuerungen müssen so errichtet werden, dass bei einem Ausfall oder einer Störung die Wirksamkeit der Sicherheitseinrichtungen nicht beeinträchtigt werden kann.

2.5.4.5.5. Ausfall und Wiederkehr der Energiezufuhr dürfen nicht zu gefährlichen Betriebszuständen führen können, auch wenn inzwischen die Betriebsart geändert worden ist. Bei Ausfall der Energiezufuhr müssen gespeicherte Abfahrbefehle gelöscht werden.

2.5.4.5.6. Nach einer Sicherheitsabschaltung, z. B. Not-Halt, dürfen die Einrichtungen zunächst nur mit Handbedienung wieder in Gang gesetzt werden können. Für das Wiedereinschalten der automatischen Steuerung gilt Nr. 2.5.4.5.8.

2.5.4.5.7. Betätigungseinrichtungen und optische Anzeigen sind in übersichtlicher Form so anzuordnen, dass die Anlage von Fahrenden und Anschlägern leicht bedient werden kann.

Betätigungssymbole müssen auf einem Bergwerk gleiche Bedeutung haben.

2.5.4.5.8. Das Umschalten von einer automatischen Betriebsart auf eine andere automatische Betriebsart darf nur wirksam werden, wenn

- ein Fördermittel an dem Anschlag vorsteht, an dem umgeschaltet werden soll; bei Gefäßförderanlagen auch an der Be- oder Entladestelle nach der Beschickung,
- die Fahrbremse aufliegt.

2.5.4.5.9. Mit dem Umschalten müssen alle gespeicherten Befehle gelöscht werden.

2.5.4.5.10. An automatischen Beschickungseinrichtungen müssen Steuerstromkreise für Aufschiebeeinrichtungen und Schachtsperren so ausgelegt werden, dass ein Leiterbruch, ein einfacher Leiterschluss oder ein einfacher Erdschluss in den Kabeln und Leitungen außerhalb von Gehäusen nicht zum ungewollten Anlauf der Aufschiebeeinrichtungen und nicht zum ungewollten Absenken der Schachtsperre führt sowie ein Stillsetzen der Antriebe nicht verhindert wird.

Dies gilt auch bei elektronischen Bauteilen der entsprechenden Steuerstromkreise für Einfachfehler mit den o. a. Auswirkungen.

2.5.4.5.11. An Stellen, an denen Personen durch den automatischen Betrieb der Beschickungseinrichtungen gefährdet werden können, müssen Nothaltgeber vorhanden sein. Nothaltgeber müssen in einem Sicherheitsstromkreis der Beschickungseinrichtungen liegen.

2.5.4.5.12. Automatische Beschickungseinrichtungen können in folgenden Steuerungsarten betrieben werden:

1. Automatischer Betrieb - ohne Anschläger  
- mit Anschläger,
2. Handbedienung mit vorgegebenen Bewegungsabläufen und Verriegelungen sowie Einzelbetätigung der zugehörigen Antriebe (verriegelter Handbetrieb),
3. Handbedienung bei Störungen nach Überbrücken der automatischen Steuerung oder der Verriegelung mit Einzelbetätigung der zugehörigen Antriebe (unverriegelter Handbetrieb),
4. Reparaturbetrieb; wenn dabei Teile der Beschickungseinrichtung in die Fördertrume bewegt werden, muss die Antriebsmaschine der Förderanlage gesperrt sein, andernfalls müssen entsprechende Überwachungen nach Nr. 2.5.4.1.2 sowie die Überwachungen nach Nr. 5.4.6 Ziffern 8 bis 10 wirksam bleiben.

2.5.4.5.13. Steuerungsarten nach Nr. 2.5.4.5.12 Ziffern 1 und 2 dürfen am Bedienungsstand der Antriebsmaschine und/oder der Beschickungseinrichtung, die Steuerungsarten nach Nr. 2.5.4.5.12 Ziffern 3 und 4 nur am jeweiligen Bedienungsstand der Beschickungseinrichtung eingeschaltet werden können.

2.5.4.5.14. Die Steuerimpulse können bei den einzelnen Steuerungsarten mit folgenden Befehlen gegeben werden:

- a) Automatischer Betrieb ohne Anschläger      Befehlsgeber zum Einleiten des Automatikbetriebes, Abfahrimpuls aus der Beschickungseinrichtung,

- b) Automatischer Betrieb mit Anschläger      Befehlsgeber zum Einleiten der Beschickung, Abfahrbefehlsgeber oder Abfahrimpuls,
- c) Handbedienung      Befehlsgeber für Einzelbetätigung, Abfahrbefehlsgeber,
- d) Reparaturbetrieb      Schalter oder Ventile am Ort (kein Abfahrbefehl oder Signal zur Antriebsmaschine)

2.5.4.5.15. Beim automatischen Beschicken von Fördermitteln darf der Abfahrimpuls erst dann zur Antriebsmaschine durchgeschaltet werden, wenn alle betriebsmäßig in die Fördertrume hineinragenden Teile der Beschickungs- sowie der Be- und Entladeeinrichtungen sich wieder außerhalb der Fördertrume befinden. Dies gilt nicht für überwachte Schwingbühnen am untersten Anschlag.

2.5.4.5.16. Beim automatischen Beschicken von Fördergestellen darf nach dem Beschicken des letzten Tragbodens der Abfahrimpuls gleichzeitig mit dem Impuls zum Schließen der Schachttore gegeben werden. Dies gilt nicht für Schleusentore nach Nr. 2.5.3. Das Vorstehen des vorletzten Tragbodens muss dabei überwacht werden, damit nach Beschicken des letzten Tragbodens kein weiterer Beschickungsvorgang eingeleitet werden kann.

2.5.4.5.17. Beim automatischen Beschicken von Fördergestellen muss der Gleisraum vor und hinter dem Schacht an beiden Seiten durch Ketten oder Geländer abgesperrt sein. Sind zwei Förderanlagen in einem Schacht vorhanden, so muss eine derartige Absperrung auch zwischen den Beschickungseinrichtungen der beiden Förderanlagen eingebaut sein.

Außerdem müssen vor und hinter dem Schacht an geeigneten Stellen Warnleuchtfelder mit der Aufschrift „Achtung! Automatische Beschickung“ angebracht sein. Sie müssen selbsttätig aufleuchten, wenn die Beschickungseinrichtung einer Förderanlage auf automatischen Betrieb geschaltet wird. Anstelle der Warnleuchtfelder können Blinkleuchten eingesetzt werden.

2.5.4.5.18. Beim automatischen Beschicken von Fördergestellen finden zusätzlich die Nrn. 2.5.4.1.2 Abs. 2, 2.5.4.1.6, 2.5.4.2.7 und 2.5.4.1.4 Anwendung.

2.5.4.5.19. Kann bei Anlagen mit automatischer Beschickung der Fördermittel die Antriebsmaschine auch von Hand bedient werden, gelten die Nrn. 2.5.4.5.1 bis 2.5.4.5.18 entsprechend.

Im Falle der Handbedienung müssen die Abfahrbefehlsgeber das Fertigsignal auslösen.



### 3. Fördermaschinen und Förderhäspel

#### 3.1. Allgemeine Anforderungen

3.1.1. Fördermaschinen sind Antriebsmaschinen von Schacht- und Schrägförderanlagen mit einer höchsten zulässigen Fahrgeschwindigkeit von mehr als 4 m/s, Förderhäspel sind Antriebsmaschinen von Schacht- und Schrägförderanlagen mit einer höchsten zulässigen Fahrgeschwindigkeit bis 4 m/s.

3.1.2. Zu Fördermaschinen und Förderhäspeln gehören

- Antriebsmotoren und Getriebe (Antrieb),
- Seilträger,
- Bedienungsstände,
- Steuer- und Regeleinrichtungen,
- Bremsenrichtungen

mit zugehörigen Fundamenten und Verlagerungen. Sie sind nach den anerkannten Regeln der Technik herzustellen.

3.1.3. Fördermaschinen und Förderhäspel müssen den betrieblich auftretenden Beanspruchungen, die sich beim Anfahren, Treiben, Verzögern und Bremsen ergeben, gewachsen sein. Die dynamischen Beanspruchungen beim Anfahren, Verzögern und Bremsen müssen dabei mindestens durch einen Zuschlag von 10 v. H. zu den statischen Belastungen berücksichtigt werden.

Seilträger mit Welle und Lagern sowie zugehörige Verankerungen müssen so bemessen werden, dass sie - bezogen auf die Streckgrenze - eine mindestens einfache Sicherheit gegenüber der Seilbruchkraft, in Richtung des Seilzuges wirkend, aufweisen. Bei Treibscheibenanlagen ist in einem Trum die Seilbruchkraft und im anderen Trum  $\frac{1}{3}$  der Seilbruchkraft anzunehmen.

Abteufmaschinen brauchen nicht auf Seilbruchkraft berechnet zu werden. Stattdessen muss bei 1,65facher Betriebskraft eine mindestens 5fache Sicherheit gegen Bruch vorhanden sein.

Für die Bemessung der Fundamente ist DIN 4118 zugrunde zu legen. Hierbei ist die „Anpassungsrichtlinie Stahlbau“, Abschnitt 4.8, zu beachten. Für Ankerschrauben findet Nr. 1.2.5 Anwendung.

3.1.4.1. Zur Bemessung von Wellen sind unter anderem die Torsions- und die Biegebeanspruchung beim Anfahren oder - wenn sie größer sind - beim Nennmoment zugrunde zu legen.

3.1.4.2. Bei Gleichstromfördermaschinen, deren Antriebsmotor mit der Seilträgerwelle unmittelbar gekuppelt ist, muss der magnetische Zug an der Seilträgerwelle zusätzlich berücksichtigt werden, insbesondere bei einseitig gelagerter Motorwelle.

3.1.4.3. Wellen, die innerhalb des Kraftflusses von den Antriebsmotoren bis zum Seilträger liegen, sollen keine, auch nicht konstruktiv bedingte,

Kerben oder radialen Anbohrungen haben. Dies gilt nicht für Nuten zur Aufnahme von Keilen oder Passfedern und für Kupplungs-Verzahnungen.

Übergänge im Bereich von Durchmesseränderungen müssen mit möglichst großen Radien und einem Mittelrauwert (nach DIN ISO 1302) von höchstens  $R_a = 6,3$  hergestellt sein.

3.1.4.4. Die Seilträgerwelle von Fördermaschinen und Förderhäspeln sowie die Motorwelle von langsam laufenden Gleichstrommotoren müssen auf Risse und Lunker untersucht sein.

3.1.5. Bei der Bemessung von Getrieben für Fördermaschinen und Förderhäspel sind, insbesondere im Hinblick auf Gewaltbruch (Zahnfußfestigkeit) und auf die Dauerfestigkeit der Zahnflanken (Grübensicherheit), das Kippmoment oder das 3fache Nennmoment zugrunde zu legen.

3.1.6. Es wird empfohlen, die Umlaufschmierung sicherheitlich wichtiger Lager, z. B. von Seilträgerwellen, mit Überwachungseinrichtungen zu versehen.<sup>1)</sup>

3.1.7. Fördermaschinen und Förderhäspel müssen mit einer Not-Aus-Einrichtung ausgerüstet sein; diese muss ständig betriebsbereit sein. Die zugehörigen Not-Aus-Schalter müssen als solche gekennzeichnet sein.

Not-Aus-Schalter müssen mindestens an jedem Bedienungsstand angeordnet sein. Wenn im Maschinenraum kein Bedienungsstand eingerichtet ist, muss in der Nähe der Antriebsmaschine ein Not-Aus-Schalter vorhanden sein. Nach Betätigen eines Not-Aus-Schalters muss die Antriebsmaschine so gesperrt sein, dass sie von einer anderen Stelle aus nicht wieder eingeschaltet werden kann.

Auslöseorgane der Sicherheitsbremse gelten als Not-Aus-Schalter.

3.1.8. Fördermaschinen und Förderhäspel müssen mit Einrichtungen gegen unbefugtes Bedienen versehen sein, oder die Räume mit den Bedienungsständen müssen gegen unbefugtes Betreten gesichert werden.

3.1.9. In Grubenbauen, die durch Grubengas gefährdet werden können, ist anzustreben, Hilfs- und Sicherheitsstromkreise in der Zündschutzart Eigensicherheit auszuführen.

3.1.10. An Fördermaschinen und Förderhäspeln dürfen Schweißarbeiten nur von geprüften Schweißern vorgenommen werden (vergleiche § 35 der VO in Verbindung mit DIN EN 287, Teil 1 sowie DIN 18800, Teil 1 (11.90) und DIN 18800, Teil 7 (05/83)).

3.1.11. Förderanlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 12 m/s müssen zur Vermeidung gefährlicher Betriebszustände bei Abwärtsfahrten überladener Fördergestelle oder nicht vorschriftsmäßig entleerter Gefäße geeignete Einrichtungen zur Überwachung der Einhängelast besitzen. Dies gilt nicht für Anlagen beim Abteufen.

1) Für die Überwachung des Schmierömlaufs wird empfohlen, Vorrichtungen zu verwenden, die nicht nur den Ölfluss, sondern auch die Durchflussmenge überwachen.

Das Ansprechen der Einrichtung zur Überwachung der Einhängelast soll unabhängig von der eingeschalteten Betriebsart und Betriebsweise bei Überschreiten der maximal zulässigen einhängenden Überlast um höchstens 15 % sowie bei der Beschleunigung der Fördermittel spätestens bei einer Geschwindigkeit von 6 m/s erfolgen.

Beim Ansprechen der Einrichtung zur Überwachung der Einhängelast muss bei Handbedienung bis zum Stillstand der Fördermaschine am Bedienungsstand eine optische Anzeige und mindestens das Notsignal ausgelöst werden.

Bei automatischem Betrieb muss beim Ansprechen der Einrichtung zur Überwachung der Einhängelast mindestens der Fahrbremskreis und am Bedienungsstand eine optische Anzeige ausgelöst werden.

Nach dem Ansprechen der Einhängelastüberwachung darf beim Betrieb mit und ohne Fördermaschinist eine Weiterfahrt mit einhängender Überlast nur mit deutlich reduzierter und selbsttätig begrenzter Fördergeschwindigkeit möglich sein.

Die optische Anzeige am Bedienungsstand der Fördermaschine, siehe Absatz 3, und die Auslösung der Einhängelastüberwachung müssen bis zur Beseitigung der Auslöseursache gespeichert bleiben.

Beim Ansprechen der Einhängelastüberwachung muss bei Handbedienung die Geschwindigkeit der Fördermaschine selbsttätig und unabhängig von der Richtung der Weiterfahrt auf maximal 6 m/s begrenzt werden.

Die Funktionsfähigkeit und die Ansprechschwelle der Einhängelastüberwachungseinrichtung müssen prüfbar sein.

Gemäß Nr. 3.10.6 sind die rechnerischen Verzögerungen durch die Sicherheitsbremse zu ermitteln. Dies gilt auch für Förderanlagen, die mit Einhängelastüberwachungseinrichtungen ausgerüstet sind.

## 3.2. Antriebe

3.2.1. Der Bemessung von Antriebsmotoren nach Nr. 3.1.3 ist zugrunde zu legen:

1. für Elektromotoren:  
DIN EN 60034-1, Klassifikation VDE 0530 Teil 1,  
z. B. beim mechanischen Teil: das Anfahrmoment, auch als Belastung im Dauerbetrieb,  
z. B. bei der Erwärmung: die Grenzerwärmung nach DIN EN bei einem Förderspiel einschließlich Pausen,
2. für andere Motoren:  
das Anfahrmoment mit einem ausreichenden Zuschlag als Nennmoment; dies gilt auch für Dampfmaschinen.

3.2.2. Zwischen Antriebsmotoren und Seilträger dürfen keine Ausrückvorrichtungen oder ausrückbare Kupplungen vorhanden sein.

Dies gilt nicht für Zweitrommel- oder Zweibobinenanlagen mit Versteckvorrichtung sowie für Schaltgetriebe, die nur bei aufgelegter Fahrbremse geschaltet werden können.

3.2.3.1. Bei Antrieben mit Drehstrom-Asynchronmotoren muss die zulässige Fahrgeschwindigkeit bei Seilfahrt und Güterförderung gleich sein und der Nenndrehzahl entsprechen.

Dies gilt nicht, wenn durch polumschaltbare Motoren, durch den Fahrtregler oder durch besondere Drehzahlregelung die zulässigen Fahrgeschwindigkeiten selbsttätig eingehalten werden können. Die dabei auftretende Verlustwärme muss in ausreichendem Umfang abgeführt werden.

3.2.3.2. Antriebe mit Schleifringläufermotoren müssen eine Einrichtung haben, die den Motorläufer beim Überschreiten der synchronen Drehzahl selbsttätig kurzschließt. Der Läuferkurzschluss (Generatorbremsung) muss optisch angezeigt werden.

Dieser selbsttätige Läuferkurzschluss darf nur in der Nullstellung des Fahrhebels aufgehoben werden können, sofern nicht besondere Bremsschaltungen angewandt werden. Wird der Läufer außerdem bei untersynchroner Drehzahl in der Endauslage des Fahrhebels kurzgeschlossen, so muss dieser Läuferkurzschluss durch eine zweite Leuchte angezeigt werden, wenn er nur in der Nullstellung des Fahrhebels aufgehoben werden kann.

3.2.3.3. Antriebe mit Schleifringläufermotoren müssen selbsttätige Überwachungseinrichtungen besitzen für

- den Flüssigkeitsstand und die Temperatur im Flüssigkeitsanlasser,
- das Ausschalten der Anlasswiderstände bei Läuferstufenfortschaltung,
- das Aufheben des Läuferkurzschlusses vor dem Anfahren,
- die zulässige Temperatur von Anlasswiderständen in Grubenbauen, die durch Grubengas gefährdet werden können.

3.2.4.1. Hydraulische Antriebe müssen mit einem Fahrhebel ausgerüstet sein. Dieser muss selbsttätig in die Nullstellung zurückgeführt werden, sobald er losgelassen wird.

3.2.4.2. Die Antriebe der hydraulischen Pumpen müssen mit dem Fahrhebel so verriegelt sein, dass sie nur in der Nullstellung des Fahrhebels anlaufen können.

3.2.4.3. Hydraulische Antriebe müssen mit Einrichtungen zur selbsttätigen Druck- und Temperaturüberwachung ausgerüstet sein.

3.2.4.4. Als hydraulische Antriebe dürfen nur hydrostatische Antriebe eingesetzt werden, die geeignete Einrichtungen zum Verzögern besitzen. Es wird empfohlen, diese Antriebe mit geschlossenem Kreislauf auszulegen.

- 3.2.4.5. Hydraulische Antriebe im Steinkohlenbergbau untertage sind unter Berücksichtigung der bergbehördlichen Bestimmungen für Hydraulikflüssigkeiten auszulegen.
- 3.2.5.1. Dampf- und Druckluftantriebe müssen mit einem Fahrventil (Fahrchieber) ausgerüstet sein. Dieses muss bei Antrieben ohne Fahrregler selbstschließend sein.
- 3.2.5.2. Dampfmaschinen sind mit besonderen Füllungsregelungen für das Verzögern, das Auflegen der Sicherheitsbremse, das Einhängen von Lasten und das Anfahren von Endschaltern auszurüsten.
- 3.2.5.3. Es wird empfohlen, Druckluftantriebe zusätzlich mit einer Auspuffbremse auszurüsten.
- 3.2.6. Als Verbrennungsmotoren dürfen untertage keine Benzinmotoren eingesetzt werden.  
Dieselmotoren müssen den einschlägigen bergbehördlichen Bestimmungen entsprechen. Sie dürfen an Fördermaschinen und Förderhäspeln nur in Verbindung mit hydrostatischen Antrieben eingesetzt werden.
- 3.2.7. Fördermaschinen müssen an Leonardsätzen und an Fördermotoren von Getriebemaschinen Einrichtungen zur Drehzahlüberwachung besitzen.
- 3.3. Seilträger
- 3.3.1. Der Durchmesser des Seilträgers (Seillaufdurchmesser Mitte Seil/ Mitte Teil) muss betragen:
- bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s: wenigstens das 80-fache des Seilennendurchmessers,
  - bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 4 m/s: wenigstens das 40-fache des Seilennendurchmessers, mindestens 0,6 m,
  - bei Anlagen mit verschlossenen Förderseilen: wenigstens das 120-fache des Seilennendurchmessers,
  - bei Anlagen mit Flachseilen: wenigstens das 60-fache der Seilennendicke.
- 3.3.2. Verstärkungen zwischen den Wandungen des Seilträgers - Schottenbleche - sollen weder mit der Nabe noch mit dem Seillaufmantel oder dessen ringförmigen Verstärkungen verbunden werden.
- 3.3.3. Bremsflächen auf dem Seilträger und Bremsbeläge müssen so ausgelegt und bearbeitet sein, dass mindestens zwei kurz aufeinander folgende Sicherheitsbremsungen beim Einhängen der betriebsüblichen Überlast (vergleiche § 2 Abs. 5 der VO) mit Höchstgeschwindigkeit nicht zu einer Zerstörung der Bremsbeläge oder einer anderen unzulässigen Beeinträchtigung der Bremswirkung führen.

- 3.3.4.1. Treibscheiben müssen mit einem vom Oberbergamt zugelassenen Futter für den Seillauf ausgerüstet sein, das die erforderliche Treibfähigkeit, auch unter Berücksichtigung der Seilschmierung, gewährleistet. Dazu müssen Treibscheibenfutter sowie Tränkungs- und Schmierstoffe der Förderseile aufeinander abgestimmt sein. Gegebenenfalls ist ein Nachweis durch Gutachten eines vom Oberbergamt anerkannten Sachverständigen zu erbringen.
- 3.3.4.2. Sofern Treibscheibenfutter nicht in sich verkeilt oder nicht durch Formschluss gehalten werden, muss ihre Befestigung so ausgeführt sein, dass sie nachgespannt werden kann.  
Es wird empfohlen, Befestigungen in Kunststoff auszuführen; über-tage kann dafür auch Aluminium eingesetzt werden.
- 3.3.4.3. Im Steinkohlenbergbau untertage und in Grubenbauen anderer Bergbauzweige, die brand- oder explosionsgefährdet sind, darf für Treibscheibenfutter und dessen Befestigung nur schwerentflammbarer Werkstoff verwendet werden. Der Nachweis muss durch Gutachten eines vom Oberbergamt anerkannten Sachverständigen erbracht werden.
- 3.3.4.4. Der Radius der Seillauf- und Seilrille muss dem Seildurchmesser angepasst sein. Die Rillentiefe soll beim Einbau des Futters mindestens 0,5 x Seilennendurchmesser betragen. Bei Anlagen mit übereinander liegenden Seilscheiben (d. h. ohne Seilablenkung) kann die Rillentiefe bis auf 0,4 x Seilennendurchmesser verringert sein.
- 3.3.5. Futterbefestigungen von Treibscheiben müssen die im Seillauf auftretenden Kräfte (Fliehkräfte an der Scheibe, Adhäsionskräfte zwischen Seil und Futter am Ablaufpunkt, horizontale Querkräfte - Axialkräfte -) aufnehmen können, insbesondere auch bei elastischem Treibscheibenfutter.
- 3.3.6. An Fördermaschinen müssen zum Bearbeiten der Seillauf- und Seilrillen ortsfeste, Vorrichtungen zur Aufnahme eines Werkzeugschlittens (Support) vorhanden sein.
- 3.3.7. Falls zur Begrenzung des Seillaufs Bordscheiben erforderlich sind, muss deren Höhe mindestens das 1,5-fache des Seilennendurchmessers betragen.
- 3.3.8. Seilträger von Trommelfördermaschinen und -häspeln müssen mit Bordscheiben versehen sein und das Förderseil in einer Lage aufnehmen können. Der Trommelgrund muss mit Seilrillen versehen sein; dies gilt nicht für Seilträger von Abteufanlagen, bei denen Seile mit unterschiedlichen Durchmessern aufgelegt werden sollen.  
Bei der Bemessung der Trommeln ist die Schnürspannung zu berücksichtigen.  
Abweichend von Satz 1 darf das Seil in mehr als einer Lage aufgewickelt werden, wenn nachgewiesen wird, dass die Trommeln dazu entsprechend eingerichtet sind, z. B. dass der einwandfreie Über-

gang von einer auf die nächste Seillage und ein gleichmäßiges Aufwickeln des Seiles gewährleistet sind und dass die Bordscheiben die oberste Seillage mindestens um das 1,5-fache des Seilennendurchmessers überragen und den auftretenden Belastungen gewachsen sind.

- 3.3.9. Wenn Zweitrommelanlagen oder Zweibobinenanlagen mit Versteckeinrichtung ausgerüstet sind, muss zum Verstecken eine Bremse für die Lostrommel vorhanden sein. An Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s muss ein Messgerät zum Messen der aufgebrachtten Bremskraft vorhanden sein, sofern nicht der Bremsdruck für die Lostrommel angezeigt wird.
- 3.3.10. Trommeln und Bobinen sind so auszulegen, dass auch bei tiefster Stellung des Fördermittels noch zwei Seilwindungen auf dem Seilträger verbleiben. Außerdem sind, soweit erforderlich, zusätzliche Seillängen für das Abhauen der Seile zu berücksichtigen.
- 3.3.11. Förderseile von Trommel- und Bobinenmaschinen müssen am Seilträger mit mindestens zwei Seilklemmen befestigt sein. Einführungen der Seile müssen möglichst schlank hergestellt werden.
- 3.3.12. Die Speichen von Bobinen müssen zur Seilschonung mit geeignetem Werkstoff gefüttert sein. Die oberen Speichenenden sind so auszubilden, dass das Seil einwandfrei einlaufen kann.  
Der Innenabstand zwischen den gefütterten Speichen darf die Breite des Flachseiles höchstens um das Maß der Seilennndicke überschreiten.
- 3.3.13. Der Seilablenkwinkel zwischen Seilträger und Seilscheiben soll nicht mehr als 1 Grad 30' betragen, sofern keine besonderen Seilführungseinrichtungen vorhanden sind.  
An Bobinen ist eine seitliche Ablenkung der Seile nicht zulässig.
- 3.3.14. Falls bei Fördermitteln und Gegengewichten mit Rollenführungen elektrostatische Aufladungen auftreten können, sind geeignete Maßnahmen zur Ableitung dieser Aufladungen zu treffen.
- 3.4. **B e d i e n u n g s s t ä n d e**
- 3.4.1. Fördermaschinen und Förderhäspel, die nicht ausschließlich für automatischen Betrieb bestimmt sind, müssen mit einem Bedienungsstand zur Handbedienung ausgerüstet sein.  
Die Handbedienung kann
- in räumlicher Nähe zur Antriebsmaschine am Vor-Ort-Bedienungsstand oder
  - in räumlicher Nähe zur Antriebsmaschine an mehreren Vor-Ort-Bedienungsständen oder

c) nur am Fernbedienungsstand nach den Nrn. 3.4.10 und 3.4.11 oder

d) sowohl am Vor-Ort- als auch am Fernbedienungsstand erfolgen.

Sind Förderanlagen gemäß den Punkten b, c oder d ausgeführt, so sind nicht nur die Nrn. 3.4.1 bis 3.4.9 sondern auch die Nrn. 3.4.10 und 3.4.11 zu beachten.

An ausschließlich für automatischen Betrieb bestimmten Antriebsmaschinen muss mindestens eine eingeschränkte Handsteuerung nach Nr. 5.1.8.4 vorhanden sein, die auch außerhalb des Maschinenraumes liegen kann.

3.4.2. Bedienungsstände müssen mit mindestens folgenden Einrichtungen versehen sein:

- Bedienungselemente zum Beschleunigen, Verzögern und Stillsetzen der Antriebsmaschine (Fahrhebel) und zum Betätigen der Fahrbremse,
- Bedienungselement zum Auslösen und Lüften der Sicherheitsbremse,
- Geschwindigkeitsmesser bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 1 m/s,
- Bremsdruckmesser für mit Druckluft, Dampf oder Hydraulikflüssigkeit betätigte Bremsen; bei Stoppbremsen genügt die Anzeige des Lüft- und Schließzustandes,
- Strommesser oder Drehmomentenanzeige für elektrisch betriebene Antriebsmaschinen,
- Druckmesser für mit Dampf, Druckluft oder Hydraulikflüssigkeit betriebene Antriebsmaschinen,
- Vorrichtung zum automatischen Zählen der Züge; wahlweise im Schaltschrank,
- Signalanlage nach Nr. 4.1.
- Fernsprecher nach Nr. 4.13.

3.4.3. Für eingeschränkte Handsteuerungen gilt Nr. 5.1.8.4. Außerdem finden die Nrn. 3.4.4, 3.4.9.1 und 3.4.9.2 entsprechende Anwendung.

3.4.4. Bedienungsstände müssen so angeordnet und eingerichtet sein, dass der Fördermaschinist oder Haspelführer bei seiner Tätigkeit nicht durch Störgeräusche, Blendung oder Klimaeinflüsse abgelenkt oder behindert wird.

3.4.5. Die Bewegungsrichtungen von Bedienungselementen und Teufenzweigern müssen sinnfällig auf die Bewegung des Seilträgers abgestimmt sein (siehe DIN 22400 - Führerstände von Fördermaschinen, Förderhäspeln und Winden im Bergbau).

3.4.6. Geschwindigkeitsmesser müssen so beschaffen sein, dass die angezeigte oder aufgezeichnete Geschwindigkeit nicht unter der tatsächlichen Fahrgeschwindigkeit liegt.

- An dem Geschwindigkeitsmesser müssen die bei Seilfahrt und Güterförderung zulässigen Geschwindigkeiten deutlich gekennzeichnet sein.
- Bei Hauptseilfahranlagen müssen gemäß Nr. 4.12.2 die Werte des Geschwindigkeitsmessers gemeinsam mit einer Zeiteinteilung aufgezeichnet werden und auch wieder reproduziert werden können.
- 3.4.7. An dem Strommesser muss der Nennstrom bzw. an der Drehmomentenanzeige das Nennmoment des elektrischen Antriebsmotors, auf dem Druckmesser von Dampf-, Druckluft- und Hydraulikantrieben müssen der Mindestdruck, mit dem die Maschine noch gefahren werden darf, und der Nenndruck deutlich gekennzeichnet sein.
- 3.4.8. An dem Bremsdruckmesser muss der Mindestbremsdruck deutlich gekennzeichnet sein.
- 3.4.9. Beleuchtung von Bedienungsständen
- 3.4.9.1. Bedienungsstände müssen so beleuchtet werden können, dass die Antriebsmaschine sicher zu bedienen ist und die Anzeigen gut erkennbar sind.
- Dies gilt sinngemäß auch für außerhalb von Bedienungsständen angeordnete Teufenzeiger und andere Anzeigen sowie für Seilzeichen am Seilträger.
- 3.4.9.2. An Bedienungsständen muss eine Notbeleuchtung vorhanden sein.
- Bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s muss beim Ausfall der Beleuchtung eine Notbeleuchtung an dem zugeteilten Bedienungsstand selbsttätig eingeschaltet werden.
- Dies gilt auch als erfüllt, wenn die Beleuchtung nach Nr. 3.4.9 auf eine andere Stromquelle umgeschaltet werden kann.
- 3.4.10. Fernbedienung von Antriebsmaschinen
- 3.4.10.1. Fördermaschinen dürfen außerhalb des Fördermaschinenraumes nur über leitungsgebundene Einrichtungen fernbedient werden können, z. B. elektrische, elektronische, optoelektronische, hydraulische oder pneumatische Übertragungseinrichtungen.
- 3.4.10.2. An fernbedienten Förderhäspeln dürfen neben elektrischen, hydraulischen oder pneumatischen Fernbedienungsmitteln auch mechanische Vorrichtungen eingesetzt werden, wenn der Abstand zwischen Bedienungsstand und Förderhaspel höchstens 15 m beträgt.
- Seilzüge müssen vorgespannt sein, Fahrventile müssen selbsttätig schließen, wenn Seilzüge brechen. Es wird empfohlen, anstelle von Seilzügen flexible Gestänge, z. B. Flexballzüge, einzubauen.
- 3.4.10.3. Werden Förderanlagen für die Fernbedienung mit mehreren Bedienungsständen ausgerüstet, so sind diese Stände und die zugehörigen Übertragungseinrichtungen als feste und zusammengehörige Bestandteile der fernbedienten Schachtförderung zu betrachten.
- Dementsprechend gelten für die komplette Anlage bis hin zum Fernbedienungsstand die Anforderungen der VO und der TAS.
- An fernbedienten Fördermaschinen oder Häspeln dürfen Busübertragungssysteme die Meldungen oder Signale für das Auslösen der zugehörigen Sicherheits- und Überwachungskreise (Notsignalanlage, Abfahrsperr-, Fahrbremskreis) übertragen. Sie müssen den Anforderungen von Nr. 3.8.7 an Sicherheitskreise genügen.
- Werden Einschlagsignale mit einem eigenständigen, leitungsgebundenen von dem Busübertragungssystem unabhängigen z. B. seriellen Datenübertragungssystem erfasst, übertragen und auch wieder ausgegeben, so müssen die Übertragungsleitungen auf Kurzschluss, Unterbrechung und Erdschluss überwacht werden.
- 3.4.10.4. Beim Betrieb von einem Fernbedienungsstand aus muss der Ausfall oder die Unterbrechung von Fernbedienungsmitteln das Stillsetzen der Antriebsmaschine bewirken.
- Das Ansprechen von Überwachungseinrichtungen bzw. -funktionen der Busübertragungssysteme darf nicht unbemerkt bleiben und muss mindestens auf einen der o. g. Sicherheits- und Überwachungskreise der Förderanlage wirken.
- Das Wiederanfahren der Anlage vom Fernbedienungsstand aus darf nach dem Ansprechen von Überwachungseinrichtungen bzw. -funktionen der Busübertragungssysteme erst nach Beseitigung der Störung und nach Quittierung möglich sein.
- 3.4.10.5. Beim Betrieb von einem Fernbedienungsstand aus gilt für die Umschaltung vom Hand- in den Automatikbetrieb Nr. 5.2.7.
- 3.4.11. Anlagen mit mehreren Bedienungsständen
- 3.4.11.1. An Anlagen mit mehreren Bedienungsständen müssen die Bedienungseinrichtungen so verriegelt sein, dass jeweils nur ein Bedienungsstand betriebsbereit geschaltet werden kann.
- Das Umschalten von einem auf einen anderen Bedienungsstand darf bei Handsteuerung nur bei stehender Antriebsmaschine und aufgelegter Fahrbremse möglich sein.
- Bei automatisch betriebener Antriebsmaschine darf die Umschaltung von einem auf einen anderen Bedienungsstand auch bei nicht aufgelegter Fahrbremse möglich sein.
- 3.4.11.2. Beim Betrieb eines aktiven Fernbedienungsstandes muss seine Betriebsbereitschaft am Betriebsort optisch angezeigt werden.
- Ferner soll die Erfüllung der Einschaltbedingungen (Einschaltbetriebsbereitschaft) eines Bedienungsstandes optisch angezeigt werden.

- 3.4.11.3. In einen betriebsbereiten Bedienungsstand darf von einer anderen Stelle aus nicht eingegriffen werden können; dies gilt nicht für NOT-Aus-Einrichtungen und für die Befehlsgeber für das Auslösen der Sicherheitsbremse.
- Wenn an den Bedienungsständen die Befehlsgeber für das Auslösen des Fahrbremskreises (Nothaltgeber) und des Abfahrsperrkreises vorhanden sind, müssen diese auch bei nicht eingeschaltetem Bedienungsstand betriebsbereit sein.
- 3.4.11.4. Eine Umschaltung auf den anderen Bedienungsstand darf nur von dem jeweils betriebsbereiten Stand aus möglich sein (Abgabeprinzip).
- 3.4.11.5. Ist von dem betriebsbereiten Bedienungsstand im Handbetrieb auf den anderen Stand umgeschaltet worden, so darf die Umschaltung erst dann wirksam werden, wenn dies an dem anderen Stand quittiert worden ist (Abgabe- und Quittierungsprinzip). Die Quittung muss gegen unbefugte Betätigung gesichert sein, z. B. durch einen Schlüsselschalter.
- 3.4.11.6. Beim Einschalten eines Bedienungsstandes darf auch bei gleichzeitiger Betätigung eines Befehlsgebers oder bei ausgelegtem Steuer- oder Fahrbremshebel ein Steuerbefehl nicht sofort, sondern erst nach der vorherigen Nullstellung wirksam werden (Nullstellungszwang).
- 3.4.11.7. Beim Ausschalten eines Bedienungsstandes dürfen keine Fahrbefehle oder Fahrsignale (z. B. Um- oder Nachsetzen) in den programmierbaren elektronischen Systemen o. ä. gespeichert bleiben. Die Speicher für Fahrbefehle oder Fahrsignale müssen auf Hängenbleiben überwacht werden.
- 3.4.11.8. Bei Anlagen, die mit mehreren Bedienungsständen ausgerüstet sind, gilt für jeden Stand sinngemäß auch Nr. 3.4.10.
- 3.4.12. Bedienungsstände für die Fernbedienung von Antriebsmaschinen
- 3.4.12.1. Bedienungsstände für die Fernbedienung von Antriebsmaschinen (Fördermaschinen oder -häspel) müssen wie die Vor-Ort-Bedienungsstände gemäß den Anforderungen von Nr. 3.4.2 bis 3.4.11 ausgeführt sein.
- 3.4.12.2. Fernbedienungsstände sollten mindestens alle die optischen und akustischen Meldungen beinhalten, die auch an Vor-Ort-Bedienungsständen der Fördermaschinen oder -häspel unmittelbar wahrgenommen werden können.
- Dies bedeutet, dass nicht nur die am Vor-Ort-Bedienungsstand wahrnehmbaren optischen und akustischen Meldungen bzw. Anzeigen zum Fernbedienungsstand hin übermittelt und dort auch angezeigt werden müssen, sondern dass auch die Ausblicke auf den Seilträ-

ger, d. h. Treibscheibe, Trommel oder Bobine, mit dem Förderseil, den Bremskränzen und Bremsbacken sowie ggf. auf das Bremsgestänge oder die Scheibenbremselemente übertragen werden.

- 3.4.12.3. Die Wirksamkeit, d. h. die Aktualisierungsfähigkeit der optischen und der akustischen Informationsübertragung sowie des Bildschirm-inhaltes der Fernübertragung sollte am Fernbedienungsstand erkennbar sein.
- 3.4.12.4. Beim Ausfall der optischen oder akustischen Informationsübertragungseinrichtung gemäß Nr. 3.4.12.2 darf zwangsläufig kein Betrieb vom Fernbedienungsstand aus möglich sein.
- 3.4.12.5. Es wird empfohlen, auch die Ausblicke auf die vom Vor-Ort-Bedienungsstand aus sichtbaren und ggf. nicht übertragenen Meldungen der Schalt- und Steuerschränke z. B. der Fördermotorenergieversorgung, Lüfter o. ä. ebenfalls zum Fernbedienungsstand hin zu übertragen.
- 3.4.12.6. Fernbedienungsstände müssen mindestens alle manuellen Befehlsgeber, Steuerhebel, Schalter, Taster und Quittierungsschalter beinhalten, die direkt am Vor-Ort-Bedienungsstand oder in unmittelbarer Nähe der fernbetätigten Fördermaschinen vorhanden und auch für den entfernten Betrieb von Bedeutung sind.
- 3.4.12.7. Beim Betrieb vom Fernbedienungsstand aus darf der sichere Betrieb der Förderanlage nicht durch Datenübertragungssysteme beeinträchtigt werden.

Dabei darf

- das Empfangen und Geben von Einschlagsignalen,
- die Teufenerkennung und -überwachung,
- das exakte Positionieren, z. B. beim Bündig-Fahren (Bündigmeldung und das zugehörige zeitlich richtige Auflegen der Fahrbremse)

nicht beeinträchtigt werden.

**Anmerkung:**

Dabei wird insbesondere hingewiesen auf die Nrn. 3.9.6.1 und 3.9.6.2 sowie 3.9.6.6 und 3.9.6.7.

Ferner sind gemäß Nr. 3.9.7.12 vor der Inbetriebnahme beim Betätigen der Sicherheitsbremse am Fernbedienungsstand Messungen der Bremsverzögerungen durch die Sicherheitsbremse einschließlich der Zeiten nach Nr. 3.9.5.7 erforderlich, die auch die Reaktionszeiten der gesamten Übertragungseinrichtungen beinhalten.

Gemäß Nr. 3.9.5.4 und 3.9.7.9 dürfen beim Betrieb vom Fernbedienungsstand Einfachfehler in der Ansteuerung der Fahrbremse oder der Sicherheitsbremse während des Treibens nicht zum ungewollten Aufbau einer Bremskraft führen, die bei Treibscheibenanlagen einen Seilrutsch und bei Trommel- und Bobinenanlagen einen unzulässige Bremsverzögerung bewirken.

3.4.12.8. Beim Anfahren der End- oder der Übertreibrückschalter dürfen deren Überbrückungssignale vom Fernsteuerstand aus über die Übertragungssysteme betätigt werden, wenn eine gleichwertige Sicherheit wie beim Betrieb vom Vor-Ort-Bedienungsstand gewährleistet wird.

### 3.5. Teufenzeiger

3.5.1. Fördermaschinen und Förderhäpkel müssen mit Teufenzeigern ausgerüstet sein, die die Fahrwege der Fördermittel getrennt voneinander abbilden und den jeweiligen Stand der Fördermittel anzeigen.

Teufenzeiger können mit einer zusätzlichen Feinanzeige ausgestattet sein.

Am Teufenzeiger von Fördermaschinen muss der Treibscheibenfutterschleiß berücksichtigt werden können.

3.5.2. Teufenzeiger müssen vom Seilträger, dessen Nabe oder Welle formschlüssig angetrieben werden. Antrieb über Schnurlauf oder Reibungskupplung ist nicht zulässig. Bei elektrischen Teufenzeigern gelten die Sätze 1 und 2 nur für den Antrieb der Gebergeräte; jedoch sind abweichend von Satz 1 auch berührungslose Impulsgeber mit Impulsüberwachung zulässig, wobei diese auch von der Seilscheibe angetrieben werden können.

An Antriebsmaschinen mit Bobinen oder Trommeln mit mehr als zwei Seillagen können Teufenzeiger oder Gebergeräte auch von den Seilscheiben formschlüssig angetrieben werden; dabei muss Seilscheibenschlupf spätestens am oberen Ende des Fahrwegs überwacht werden.

3.5.3. Bei elektrischen Teufenzeigern darf nach einem Spannungsausfall beim Wiederkehren der Spannung

- a) keine falsche Stellung der Fördermittel angezeigt werden können, oder
- b) beim Wiederanfahren so lange nur mit einer Geschwindigkeit von höchstens 2 m/s gefahren werden können, bis der Teufenzeiger nachgestellt worden ist.

3.5.4. Wenn ohne Seilzeichen gefahren werden soll, muss der Teufenzeiger entweder so genau anzeigen, dass die Fördermittel an den Anschlägen bündig vorgesetzt werden können, oder es muss eine besondere Bündigkeitsanzeige vorhanden sein.

3.5.5. An Fördermaschinen und Förderhäpkeln mit Versteckvorrichtung muss die Teufenanzeige für jedes Fördermittel von der zugehörigen Trommel oder Bobine aus angetrieben werden.

Dies gilt bei elektrischen Teufenzeigern für die Gebergeräte.

Abweichend von Satz 2 ist bei elektrischen Teufenzeigern ein gemeinsamer Geber an der Hauptwelle ausreichend, wenn

1. die Bremskraft für die Lostrommel von einem Bremsapparat erzeugt wird und
2. die Anzeigen für Los- und Festtrommel getrennt und elektrisch mit der Versteckvorrichtung gekoppelt sind.

3.5.6. Teufenzeiger müssen mit vorhandenen Fahrtreglern, Teufenzeiger-Endschaltern und gegebenenfalls Sohlenschaltwerken in einem zwangsläufigen Zusammenhang stehen, so dass beim Verstellen eines dieser Teile die anderen Teile mit verstellt werden.

Bauteile von Teufenzeigern dürfen mit Fahrtreglern vereinigt sein.

3.5.7. An Anlagen mit zwei Fördermitteln muss die Teufenanzeige getrennt für jedes Fördermittel eingestellt werden können. Dies gilt bei elektrischen Teufenzeigern für die Empfängergeräte.

Wenn an Teufenzeigern von Treibscheibenanlagen Vorrichtungen zur Korrektur des Seilrilleneinlaufs vorhanden sind, ist die getrennte Einstellung der Teufenanzeige nicht erforderlich.

Außerdem muss an Treibscheibenanlagen die Teufenanzeige für beide Fördermittel gemeinsam mit einer Einrichtung nachgestellt werden können, z. B. nach Seilrutsch, Seilwandern.

Selbsttätige Teufenzeiger-Nachstellvorrichtungen müssen in ihrem Nachstellbereich begrenzt sein (höchstens  $\pm 5$  m). Für diese Nachstellvorrichtungen gelten die Anforderungen nach Nr. 3.6.9 entsprechend.

3.5.8. Teufenzeigerkupplungen müssen gegen selbsttätiges Verstellen oder Lösen zuverlässig gesichert sein.

Bei Anlagen mit Fahrtregler (Fördermaschinen) oder mit einer vom Teufenzeiger gesteuerten Einfahrüberwachung muss die Teufenzeigerkupplung so überwacht sein, dass bei ausgerasteter Kupplung kein Treiben möglich ist.

3.5.9. Fördermaschinen und Förderhäpkel müssen mit einem akustischen Warngerät, z. B. Glocke, versehen sein, das selbsttätig ertönt, sobald die Entfernung des Fördermittels oder Gegengewichts von den Endansschlägen noch etwa dem doppelten Seilträgerumfang entspricht. Für Bobinen gilt der Umfang bei größtem Wickeldurchmesser.

### 3.6. Geschwindigkeitsregelung und Geschwindigkeitsüberwachung bei Fördermaschinen

3.6.1. Fördermaschinen müssen mit einem Fahrtregler ausgerüstet sein, der nach § 5 Abs. 1 der VO genehmigt ist. Dieser führt und überwacht das Treiben der Fördermittel durch den Schacht.

Abweichend von Satz 1 kann bei Abteuffördermaschinen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 6 m/s statt des Fahrtreglers eine Geschwindigkeitsüberwachungseinrichtung eingesetzt werden; diese muss mindestens nach Nr. 3.7 ausgelegt sein.

- 3.6.2.1. Der Fahrtregler muss das Überschreiten der jeweils eingestellten Höchstgeschwindigkeit um mehr als 2 m/s verhindern.
- 3.6.2.2. Der Fahrtregler muss die Fördermaschine bei Seilfahrt und Güterförderung am Ende des Fahrweges so führen, dass bei den in der Werksbescheinigung oder dem Datenblatt festgelegten Verzögerungswerten die Endanschläge mit einer Fahrgeschwindigkeit von höchstens 2 m/s durchfahren werden können. Abweichend hiervon darf die Geschwindigkeit bis zu 4 m/s betragen, wenn dabei gewährleistet ist, dass nach Ansprechen eines Endschalters gemäß Nr. 3.8.11 die Fördermittel und Gegengewichte durch Sicherheitsbremsung zum Stillstand gebracht werden, ohne die Prellträger zu erreichen.
- Für Fahrtregler von Abteuffördermaschinen gelten abweichend von den Sätzen 1 und 2 die Nrn. 3.6.15 bis 3.6.17.
- 3.6.3. Der Fahrtregler muss zur Geschwindigkeitsbegrenzung auf die Energiezufuhr und erforderlichenfalls auf die Fahrbremse oder die elektrische Bremsung einwirken.
- 3.6.4. An Anlagen mit unterschiedlichen Höchstgeschwindigkeiten für Seilfahrt und Güterförderung muss der Fahrtregler vom Bedienungsstand aus entsprechend umgestellt werden können. Dem Fördermaschinenisten muss die Schaltstellung am Bedienungsstand angezeigt werden.
- 3.6.5. Mechanische Fahrtregler sowie die Istwertgeber von elektrischen, hydraulischen oder pneumatischen Fahrtreglern müssen von der Seilträgerwelle formschlüssig angetrieben werden.
- 3.6.6. Bauteile von Fahrtreglern und Teufenzeigern dürfen miteinander vereinigt sein.
- 3.6.7. Fahrtreglerkupplungen müssen entsprechend Nr. 3.5.8 ausgebildet sein und überwacht werden.
- 3.6.8. Fahrtregler müssen für jedes Fördermittel und Gegengewicht unabhängig voneinander eingestellt werden können. Dies gilt nicht für Treibscheibenanlagen, wenn Vorrichtungen zur Korrektur des Seilrilleneinlaufs vorhanden sind.
- Außerdem muss bei Treibscheibenanlagen der Fahrtregler für beide Fördermittel gemeinsam mit einer Einrichtung nachgestellt werden können.
- 3.6.9. Anlagen, die automatisch betrieben werden können, müssen mit einer Nachstellvorrichtung ausgerüstet sein, durch die der Fahrtregler auf die wirkliche Stellung des Fördermittels oder Gegengewichts selbsttätig nachgestellt wird. Der Nachstellbereich muss auf  $\pm 5$  m begrenzt sein.

Mechanische Nachstellvorrichtungen müssen so überwacht werden, dass sie

- nur bei aufgelegter Fahrbremse, stehender Antriebsmaschine und Bündigstellung eines Fördermittels nachstellen und
- während eines Treibens nicht nachstellen können.

Fahrtregler und/oder Teufenzeiger mit Impulsgebern oder elektronischer Verarbeitung der Messwerte müssen so überwacht werden, dass bei Zählersprüngen über 5 m die Sicherheitsbremse ausgelöst wird. Dies gilt auch beim Synchronisieren. Wahlweise kann elektrisch verzögert werden, wenn dabei mindestens die durch den Fahrtregler bewirkte Verzögerung erreicht wird; eine Wiederanfahrt darf erst nach Beseitigung der Störung möglich sein.

- 3.6.10. Es wird empfohlen, bei Fahrtreglern für Treibscheibenanlagen den Verschleiß des Treibscheibenfutters zu berücksichtigen (Seileinlaufkorrektur).
- 3.6.11. Am Fahrtregler und am Seilträger muss mindestens je ein Drehzahl-Istwertgeber vorhanden sein; einer davon muss netzspannungsunabhängig sein, z. B. durch permanent erregten Tachodynamo.
- 3.6.12. Störungen in der Istwertbildung und der wegabhängigen Sollwertvorgabe der Geschwindigkeit dürfen in der Steuerung und Reglung der Fördermaschine sowie in der Überwachung nicht zu gefährlichen Betriebszuständen führen können.
- 3.6.13.1. Fahrtregler müssen mindestens mit folgenden, von der Steuerung unabhängigen, prüfbaren Überwachungseinrichtungen ausgerüstet sein:
1. für die jeweils eingestellte Höchstgeschwindigkeit während der Gleichlaufperiode,
  2. für die Verzögerung am Ende des Fahrweges (kontinuierliche oder schachtabhängige punktweise Überwachung; beim Ansprechen dieser Verzögerungsüberwachungen müssen Fördermittel und Gegengewichte rechtzeitig zum Stillstand kommen, ohne in die Übertreibeicherungen einzufahren),
  3. für den Übertragungsweg vom Seilträger zum Fahrtregler.
- 3.6.13.2. Bei der kontinuierlichen Verzögerungsüberwachung (Hüllkurve) muss das Einsetzen dieser Überwachung durch einen Schachtschalter, bei unterschiedlichen Güter- und Seilfahrthöchstgeschwindigkeiten durch zwei, diesen Geschwindigkeiten zugeordnete Schachtschalter festgestellt werden.
- Unabhängig davon sind mindestens zwei Schachtschalter im beginnenden Verzögerungsbereich zusätzlich vorzusehen.
- Parallel zur Überwachung nach den Sätzen 1 bis 2 müssen durch diese Schachtschalter auch die jeweilige Istgeschwindigkeit sowie ihre Schaltreihenfolge überwacht werden.
- Im Bereich des Fahrwegendes ist das Erreichen der minimalen Überwachungsspannung z. B. durch Schachtschalter, festzustellen.



- 3.6.13.3. Bei der schachtabhängigen punktleisen Verzögerungsüberwachung ist eine ausreichende Anzahl von Schachtschaltern anzubringen (siehe Nr. 3.6.13.1 Ziffer 2). Die Schachtschalter sind in ihrer Schaltreihenfolge zu überwachen.
- Elektronische Betriebsmittel für die Auswertung müssen zweifach (redundant) vorhanden sein. Hierauf kann verzichtet werden, wenn zusätzlich eine kontinuierliche Überwachung vorgesehen wird.
- Der Überwachungssollwert braucht nicht in Schaltstufen reduziert zu werden, wenn
- die Schachtschalter gemäß TAS-Nr. 3.6.13.3 überwacht werden und
  - das Einsetzen dieser Überwachung bei unterschiedlichen Güterförderungs- und Seilfahrthöchstgeschwindigkeiten durch zwei, diesen Geschwindigkeiten zugeordneten Schaltsignale festgestellt wird.
- 3.6.14. Bei Fahrtreglern für Treibscheiben-, Trommel- oder Bobinenfördermaschinen und Seilführung der Fördermittel, die mit einer kontinuierlichen und einer schachtabhängigen Überwachung ausgeführt sind, braucht
- abweichend von Nr. 3.6.13.2 und Nr. 3.6.13.3 der beim Einfahren jeweils erste Überwachungspunkt nicht schachtabhängig zu sein, wenn in diesen Bereichen adäquate Maßnahmen realisiert worden sind, die mindestens eine gleichwertige Sicherheit gewährleisten; z. B. zusätzliche Überwachungen der Wegistwert-Abbildung z. B. durch Lichtschranken,
  - die schachtabhängige punktweise Überwachung nicht mit Magnetschaltern ausgeführt zu sein (z. B. mit Lichtschranken), wenn die Schaltreihenfolge sowie die Stellungen der nicht mit Magneten ausgeführten Schachtschalter (z. B. mit Lichtschranken) überwacht werden und ein Magnetschalter adäquates Schalt- und Überwachungsverhalten gewährleistet ist.
- 3.6.15. Bei Fahrtreglern für Trommel- oder Bobinenfördermaschinen braucht abweichend von Nr. 3.6.13.2 und Nr. 3.6.13.3 die Überwachung der Verzögerung an den Enden des Fahrweges nicht schachtabhängig zu sein.
- 3.6.16. Der Fahrtregler von Abteuffördermaschinen muss die Fördermaschine bei Seilfahrt und Güterförderung an den Enden des Fahrweges mit Hilfe geeigneter Schachtschalter und sonstiger Einrichtungen zum Verzögern (z. B. Teufenzeigerschalter, mechanisches oder elektronisches Kopierwerk) so führen, dass die Antriebsmaschine stillgesetzt wird, wenn sich die Fördermittel einer Aufsetzmöglichkeit, z. B. Bühne, Abteufsohle, oder den geschlossenen Schachtklappen bis auf höchstens 3 m Abstand nähern.

Über diese Haltepunkte hinaus und im Bereich der offenen Schacht- und Kippklappen muss der Fahrtregler die Fahrgeschwindigkeit auf höchstens 2 m/s begrenzen.

Mit dem Signalumschalter sind die Haltepunkte 3 m vor der Abteufsohle oder 3 m vor der Bühne am Fahrtregler einzuschalten. Wenn der Fördermaschinist im Verzögerungsbereich an den Enden des Fahrwegs anhält und die Fahrbremse auflegt, braucht das Stillsetzen durch den Fahrtregler in diesem Bereich nicht wirksam zu sein. Dafür sind entsprechende Verriegelungen zwischen Fahrtregler, Fahrbremse, Schachtschalter vorzusehen.

- 3.6.17. Bei Bobinenfördermaschinen ist zur Fahrwegkontrolle ein Vergleich der Fahrtreglerstellung mit dem Seilweg auf der Seilscheibe durchzuführen; der Seilweg ist mit einem Geber an der Seilscheibe zu erfassen.
- 3.7. **Geschwindigkeitsüberwachung bei Förderhäspeln**
- 3.7.1. Förderhäspel müssen mit einer Einrichtung versehen sein, die das Überschreiten der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten um mehr als 20 v. H. verhindert.
- Bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 2 m/s darf abweichend davon die Überschreitung bis zu 0,5 m/s betragen. Die Sätze 1 und 2 gelten nicht für Druckluft- und Dampfförderhäspel.
- 3.7.2. Förderhäspel mit Fahrgeschwindigkeiten über 2 m/s müssen eine Einrichtung besitzen, die gewährleistet, dass die Endanschläge mit höchstens 2 m/s durchfahren werden können. Bei Treibscheibenhäspeln muss die Einrichtung durch Schachtschalter ausgelöst werden.
- Die Sätze 1 und 2 gelten nicht für Druckluft- und Dampfförderhäspel.
- 3.7.3. Die Einrichtungen nach Nrn. 3.7.1 und 3.7.2 müssen am Seilträger oder an der Seilträgerwelle formschlüssig angebracht sein. Antrieb über Schnurlauf oder Reibungskupplung ist nicht zulässig.
- Abweichend von Satz 1 dürfen
- Fliehkraftschalter über mindestens zwei Keilriemen angetrieben werden,
  - Impulsgeber die Zählimpulse berührungslos erzeugen; eine Impulsüberwachung muss vorhanden sein.
- 3.7.4. Die Einrichtungen nach den Nrn. 3.7.1 und 3.7.2 müssen bauartmäßig zugelassen sein. Abweichend davon ist eine Bauartzulassung nicht erforderlich für Fliehkraftschalter und für Tachodynamos mit Grenzwertkontakten in Relais-technik. Die Funktion dieser Fliehkraftschalter und Tachodynamos mit Grenzwertkontakten ist in Anträgen nach den § 4 der VO nachzuweisen.

- 3.8. Sicherheitseinrichtungen mit Auslösung der Sicherheitsbremse oder der Fahrbremse oder der Abfahrsperrung
- 3.8.1.1. Schachtförderanlagen (vergleiche § 1 Abs. 1 der VO) müssen zum Schutz von Personen mit Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen ausgerüstet sein, die beim Ansprechen je nach Erfordernis
- die Sicherheitsbremse auslösen (Sicherheitskreis) oder
  - die Antriebsmaschine bis auf Schleichgeschwindigkeit elektrisch verzögern und dann die Fahrbremse auflegen (Fahrbremskreis) oder
  - ein begonnenes Treiben nicht beeinflussen, jedoch eine erneute Abfahrt verhindern (Abfahrsperrkreis).
- Der Fahrbremskreis ist vorwiegend für das Stillsetzen automatisch gesteuerter Antriebe vorgesehen (s. Nr. 5).
- 3.8.1.2. Alle Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen, die die Sicherheitsbremse, die Fahrbremse oder die Abfahrsperrung auslösen, müssen einzeln auf ihre Wirkung revidiert werden können; gegebenenfalls sind Vorrichtungen zur Vortäuschung von Störungen oder Fehlern vorzusehen.
- Während der Revision dürfen Meldungen und Steuerimpulse nicht unbeabsichtigt ausgelöst werden.
- 3.8.1.3. Ferner können bei Anlagen, die sowohl von Hand bedient als auch automatisch gesteuert werden die Funktionen der Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen bautechnisch zusammengefasst sein; z. B.
- der Sicherheitskreis, die Notsignalanlage und der Abfahrsperrkreis der Schachtüberwachungs- und -signalanlage, oder
  - der Sicherheitskreis und der Fahrbrems- sowie der Abfahrsperrkreis des automatisch gesteuerten Antriebes.
- 3.8.2. Die Sicherheitsbremse muss jederzeit willkürlich von dem Fördermaschinenisten oder Haspelführer ausgelöst werden können.
- Die Sicherheitsbremse darf nach dem Auslösen erst wieder gelüftet werden können, wenn der Fahrhebel in Nullstellung steht und die Fahrbremse aufliegt. Vorher darf die Energiezufuhr zur Antriebsmaschine nicht eingeschaltet werden können.
- 3.8.3. Die Sicherheitsbremse muss mindestens in folgenden Fällen ausgelöst werden:
- bei allen Schachtförderanlagen, wenn
    - die Antriebsenergie ausbleibt,
    - der für die Fahrbremse erforderliche Mindestbremsdruck oder der zum Lüften von Bremsgewichten oder zum Spannen von Bremsfedern erforderliche Lüftdruck unterschritten

wird (Mindestdruckauslösung) oder wenn Auslassbremsen (Bei Auslassbremsen wird die Bremskraft durch Gewichte oder Federn, die Lüftkraft durch Druckmedien erzeugt.) nicht ausreichend abheben (Lüftwegüberwachung),

- über die Endanschläge hinaus gefahren wird (Übertreiben) durch Endschalter nach Nr. 3.8.11.;
- bei Anlagen mit elektrischem Antrieb zusätzlich, wenn
    - eine Drehzahlüberwachung nach Nr. 3.2.7 anspricht,
    - eine Überwachungseinrichtung des Teufenzeigers anspricht (Nr. 3.5),
    - eine Überwachungseinrichtung des Fahrtreglers anspricht (Nr. 3.6),
    - die zulässigen Fahrgeschwindigkeiten von Förderhäspeln nach Nr. 3.7.1 überschritten werden,
    - bei Förderhäspeln mit Fahrgeschwindigkeiten über 2 m/s die an den Endanschlägen zulässige Einfahrgeschwindigkeit überschritten wird (Nr. 3.7.2),
    - bei Antrieben mit Schleifringläufermotor eine Überwachungseinrichtung nach Nr. 3.2.3.3 anspricht,
    - an Antriebsmaschinen untertage die zulässige Temperatur der Steuerwiderstände oder Bremsauslösemagnete überschritten wird; für automatisch betriebene Anlagen gilt Nr. 5.4.7 Ziffer 12;
  - bei Anlagen mit hydraulischem Antrieb zusätzlich zu den Ziffern 1 bis 8, wenn
    - beim Einschalten des Antriebs der Fahr- oder Bremshebel nicht in Nullstellung steht,
    - der erforderliche Flüssigkeitsstand im Hydraulikbehälter unterschritten wird,
    - die zulässige Betriebstemperatur der Hydraulikflüssigkeit überschritten wird und außerdem, wenn die erforderliche Betriebstemperatur der Flüssigkeit wegen möglicher tieferer Umgebungstemperatur nicht erreicht wird,
    - der Betriebsdruck oder der Lüftweg an hydraulisch gelüfteten Bremsen unter den erforderlichen Wert absinkt,
    - Hilfspumpenantriebe ausfallen;
  - bei automatisch betriebenen Anlagen in den Fällen nach den Ziffern 1 bis 10 und gegebenenfalls auch 11 bis 15 sowie in den unter Nr. 5.4.5.1 genannten Fällen.
- 3.8.4. Bei Fördermaschinen und Förderhäspeln mit Dampf- oder Druckluftantrieb gelten für das Auslösen der Sicherheitsbremse auch die Ziffern 5 und 6 von Nr. 3.8.3.
- 3.8.5. Zusätzlich zu den in den Nrn. 3.8.3 und 3.8.4 angeführten Fällen muss bei handbedienten Antriebsmaschinen entweder die Sicherheitsbremse ausgelöst werden oder das Notsignal ertönen, wenn

1. eine Überwachungseinrichtung für die Unterseilbucht anspricht,
2. überwachte Hub- oder Klappspurlatten während des Treibens nicht geschlossen sind,
3. überwachte Verschlüsse von Fördergefäßen bei oder unmittelbar nach Beginn des Treibens nicht geschlossen sind,
4. überwachte Schwing- oder Schiebebühnen oder andere bewegliche Teile sich während des Treibens nicht außerhalb der Fördertrume befinden; dies gilt nicht für ortsfeste Überwachungs Bühnen nach Nr. 9.2, wenn „Revisionsbetrieb“ eingeschaltet ist (Nr. 4.1.3).

Für automatisch betriebene Anlagen gilt Nr. 5.4.6.

3.8.6. Weitere Auslösungen der Sicherheitsbremse, die für erforderlich gehalten werden, bleiben vorbehalten.

### 3.8.7. Sicherheitskreise

3.8.7.1. Alle Auslösungen der Sicherheitsbremse sind in einem oder mehreren eigenen Sicherheitskreisen zusammenzufassen. Sicherheitskreise bewirken nach ihrem Ansprechen das Stillsetzen und verhindern das Ingangsetzen der Antriebsmaschine.

3.8.7.2. Zu Sicherheitskreisen gehören

1. Befehlsgeräte,  
z. B. Schachtschalter, Grenzwertgeber, Druckwächter;
2. Übertragungsmittel,  
z. B. Kabel, Leitungen, Funkstrecken, Schläuche und Rohrleitungen;
3. Empfänger,  
z. B. Relais, Tonfrequenzempfänger, Verarbeitungsgeräte;
4. Stellglieder,  
z. B. Schaltgeräte, Ventile, Arbeitszylinder, Bremsmagnete.

Sicherheitskreise können aus elektrischen, magnetischen, hydraulischen, pneumatischen und mechanischen Betriebsmitteln bestehen.

Elektrische Stromkreise als Bestandteile von Sicherheitskreisen sind Sicherheitsstromkreise.

3.8.7.3. Das Wirkglied von Steuerkreisen, das als Befehlsgerät im Sicherheitskreis wirkt (Schnittstelle Steuerkreis/Sicherheitskreis), muss den Anforderungen an Bauteile sicherheitsgerichteter Schaltungen nach Nr. 3.8.7.5.1 entsprechen.

Hydraulische und pneumatische Betriebsmittel in Sicherheitskreisen müssen sicherheitsgerichtet wirken, wenn sie drucklos werden.

3.8.7.4. Sicherheitsstromkreise können nach

- Ruhestromprinzip oder
  - Arbeitsstromprinzip
- ausgeführt sein.

Bei Anwendung des Arbeitsstromprinzips muss die gleiche Funktionssicherheit wie beim Ruhestromprinzip gewährleistet sein.

Für elektronische Schaltungen gilt dies sinngemäß.

### 3.8.7.5. Sicherheitsstromkreise

3.8.7.5.1. Sicherheitsstromkreise müssen so aufgebaut werden, dass entweder ihre bestimmungsgemäßen Funktionen nach Nr. 3.8.7.1 erhalten bleiben oder die Sicherheitsbremse unverzüglich ausgelöst wird, wenn einer der folgenden Fehler auftritt:

- a) Versagen der Schaltkontakte von Befehlsgebern; bei zwangsläufig öffnenden Schaltkontakten in Ruhestromkreisen (VDE 0660) braucht mit diesem Fehler nicht gerechnet zu werden;
- b) Nichtabfall oder Nichtanzug von elektromagnetischen Bauteilen; bei Relais nach VDE 0435 und Schützen nach VDE 0660 Teil 1 braucht mit diesen Fehlern nicht gerechnet zu werden, wenn
  - die Prüfspannung der Relais und Schütze um eine Stufe höher gewählt wird, als für die jeweilige Reihenspannung in VDE 0435 oder in VDE 0660 Teil 1 angegeben ist und
  - bei Relais der Dauerstrom und bei Schützen der Nennbetriebsstrom der Kontakte nicht überschritten werden kann;
- c) Schlüsse oder Unterbrechungen in kontaktlosen Bauteilen; mit diesen Fehlern braucht nicht gerechnet zu werden, wenn die kontaktlosen Bauteile den Anforderungen nach DIN EN 50020/VDE 0170/0171 Teil 7, Abschnitte 7 und 8, entsprechen und daher als nicht störanfällig gelten;
- d) Schlüsse oder Unterbrechungen im Innern von Gehäusen; folgende Fälle brauchen nicht berücksichtigt zu werden:
  - Schlüsse in Leitungen mit äußerer Umhüllung oder mit Mantel,
  - Schlüsse in sonstigen Leitungen, wenn diese Leitungen gegen Körper zusätzlich isoliert sind,
  - Schlüsse zwischen aktiven Teilen, Schlüsse zwischen Leiterbahnen gedruckter Schaltungen sowie Schlüsse zwischen aktiven Teilen und Leiterbahnen, wenn die Luft- und Kriechstrecken nach DIN EN 50020/VDE 0170/0171 Teil 7, Tabelle 2 bemessen sind (in Räumen mit einer relativen Feuchte von weniger als 75 v. H. können die Luft- und Kriechstrecken auch nach VDE 0110, Isolationsgruppe C, bemessen werden.);
- e) Schlüsse oder Unterbrechungen in Kabeln oder Leitungen außerhalb von Gehäusen, z. B. Erdschluss, Leiterschluss zwischen beliebigen Leitern und Leiterbruch, mit Ausnahme einpoliger Erdschlüsse, wenn sie die Wirksamkeit des Sicherheitsstromkreises auch beim Auftreten eines weiteren Erdschlusses nicht beeinträchtigen;
- f) Fehlverhalten bei Spannungsausfall und -wiederkehr sowie durch Über- und Unterspannungen;

- g) Fehlerhaften durch elektrische Beeinflussung. Mit dem gleichzeitigen Entstehen zweier voneinander unabhängiger Fehler braucht nicht gerechnet zu werden.

Die Grenzwerte, bei deren Über- oder Unterschreiten mit einem Fehlerhaften nach den Buchstaben f) und g) zu rechnen ist, müssen vom Hersteller angegeben sein.

Die bestimmungsgemäße Funktion eines Sicherheitsstromkreises oder eines Teils davon kann auch durch andere sicherheitsgerichtete Schaltungen, z. B. redundante Schaltungen (Äquivalenz- oder Antivalenzschaltung), gewährleistet werden.\*)

- 3.8.7.5.2. In sicherheitsgerichteten Schaltungen nach Nr. 3.8.7.5.1 dürfen Fehler und Redundanzverlust nicht unbemerkt bleiben. Wenn die bestimmungsgemäße Funktion des Sicherheitsstromkreises erhalten bleibt, müssen Fehler oder Redundanzverlust spätestens beim nächsten Auslösen der Sicherheitsbremse oder beim nächsten betriebsüblichen Schaltvorgang zu erkennen sein. Im letzten Fall darf ein begonnenes Treiben beendet werden; danach darf eine Wiederanfahrt nicht möglich sein.

- 3.8.7.5.3. Folgende Kombinationen von Sicherheitseinrichtungen gelten als sicherheitsgerichtet im Sinne des letzten Absatzes von Nr. 3.8.7.5.1:

- Befehlsgeräte für die Mindestdruckauslösung oder Lüftwegüberwachung und für die Fahrbremsüberwachung;
- Schachtenschalter und Fahrtregler- oder Teufenzeigerend-schalter;
- erster und zweiter Schachtenschalter bei Bobinenanlagen (Nr. 3.8.11.3);
- Höchstgeschwindigkeitsüberwachung (120 v. H.) und kontinuierliche Geschwindigkeitsüberwachung über den gesamten Fahrweg;
- eine kontinuierliche und eine schachtabhängige punktweise Verzögerungsüberwachung an den Enden des Fahrweges,
- hard- und softwaremäßig identifizierbare programmierbare elektronische Systeme, die eingesetzt werden als
  - a) zweikanalige diversitäre Auswertesysteme, bei denen nur in einem Kanal programmierbare elektronische Systeme und im anderen Kanal herkömmliche Betriebsmittel wie Relais oder diskrete elektronische Bauelemente eingesetzt werden,
  - b) zweikanalige diversitäre Auswertesysteme, bei denen in beiden Kanälen unterschiedlich aufgebaute und wirkende programmierbare elektronische Systeme eines Herstellers oder mehrerer Hersteller eingesetzt werden,
  - c) zweikanalige programmierbare elektronische Auswertesysteme,

bei denen in beiden Kanälen zum Teil sowohl unterschiedliche (diversitäre) als auch homogene Hard- und/oder Softwarebaugruppen eingesetzt werden; dabei dürfen homogen ausgeführte Teile nur dann eingesetzt werden, wenn

- in beiden Teilen systematische Fehler ausgeschlossen werden können oder sich nicht gleichzeitig auswirken können,
- zufällige in beiden Kanälen auftretende Hard- und Softwarefehler sich nicht gleichzeitig auswirken können,
- die sicherheitliche Funktion durch Wartungsfehler nicht beeinträchtigt werden kann und
- die Software-Teile durch zwei voneinander unabhängige Personen erstellt worden sind.

Für diese Sicherheitseinrichtungen gelten zusätzlich Nr. 3.8.7.5.2 und Nr. 3.8.7.13.

- 3.8.7.5.4. Folgende Sicherheitseinrichtungen, deren Befehlsgeräte betriebsüblich nicht betätigt werden, brauchen nicht doppelt vorhanden zu sein:

- Endschalter nach Nr. 3.8.3 Ziffer 3,
- Einfahrüberwachungsschalter nach Nr. 3.8.3 Ziffer 8,
- Temperatugeber nach Nr. 3.8.3 Ziffer 10.

Für diese Sicherheitseinrichtungen gilt zusätzlich Nr. 3.8.7.13.

- 3.8.7.6. Sicherheitsstromkreise müssen auf Isolationsfehler überwacht werden. Erdschluss ist mindestens am Bedienungsstand der Antriebsmaschine optisch anzuzeigen, gegebenenfalls als Sammelstörung.

Absatz 1 gilt nicht für elektronisch arbeitende Teile von Sicherheitsstromkreisen, wenn durch andere Maßnahmen, z. B. redundante Schaltungen, gewährleistet ist, dass Erdschlüsse nicht zu fehlerhaftem Betrieb führen.

- 3.8.7.7. Durch Magnete betätigte Schalter mit Wirkung auf den Sicherheitsstromkreis sind nur zulässig, wenn der Wechsel der Schalterstellungen überwacht werden kann. Zur Überwachung genügt das Anfahren der Schalter mit dem zugehörigen Magneten.

Sind mehrere Magnetschalter oder Magnete nahe beieinander angebracht, muss die Zuordnung von Schaltern und Magneten eindeutige Informationen ergeben.

Es wird empfohlen, Magnetschalter zu verwenden, die

- ein korrosionsfestes Gehäuse haben,
- eine Schalthäufigkeit größer als  $10^8$  besitzen,
- eine Rüttelfestigkeit größer als 20 g aufweisen und, sofern sie nicht schlagwettergeschützt oder explosionsgeschützt sind, zur Isolationsgruppe C nach VDE 0110 gehören.

\*) VDE 0110-1 Beiblatt 2-3

Es wird empfohlen, Magnetschalter und zugehörigen Magneten so anzubringen, dass sie nur aneinander vorbei und nicht aufeinander zu bewegt werden. Die zulässigen Abstände zwischen Schalter und Magnet dürfen nicht über- oder unterschritten werden. Magnete für Schachtenschalter müssen überwacht werden, erforderlichenfalls durch einen zusätzlichen Magnetschalter im Verzögerungsbereich vor den Endanschlägen.

3.8.7.8. Hydraulische oder pneumatische Sicherheitskreise (Für die Auslösungen gilt Nr. 3.8.3, Ziffern 1 bis 8 und 11 bis 15.) müssen mindestens folgenden Anforderungen genügen:

1. Der zulässige Betriebsdruck darf nicht überschritten werden können; dazu müssen geeignete Druckbegrenzungseinrichtungen vorhanden sein.
2. Druckabfall während des Treibens darf nicht zu gefährlichen Betriebszuständen führen können.
3. Pneumatische Antriebe sind mit Wartungseinheiten, hydraulische Antriebe mit Filtern (max. 25 µm Maschenweite) auszurüsten. Hydraulische Antriebe dürfen ohne wirksames Filter nicht betrieben werden können.
4. Bei hydrostatischen Antrieben, die zum Verzögern (Bremsen) benutzt werden, dürfen keine Druckstöße auftreten können, die zu ruckartigen Verzögerungen führen.
5. Alle druckbeaufschlagten Teile müssen den auftretenden Beanspruchungen, insbesondere den Schwellbelastungen, gewachsen sein.
6. Es wird empfohlen, bei Drücken über 10 bar
  - keine Schneid- oder Klemmringverschraubungen,
  - soweit möglich, Rohrleitungen statt Schlauchleitungen zu verwenden.

3.8.7.9. Mit dem Einfallen der Sicherheitsbremse muss die Energiezufuhr zur Antriebsmaschine selbsttätig unterbrochen werden, z. B. bei Elektroantrieben: stromlos machen.

An Förderhäspeln mit Fallgewichtsbremse (Nr. 3.9.1.3.2) darf die Unterbrechung der Energiezufuhr von der sich auflegenden Bremse bewirkt werden.

Bei Sicherheitsbremsung muss durch geeignete Vorrichtungen gewährleistet sein, dass der Motor kein treibendes oder bremsendes elektrisches Moment mehr abgibt (Schaltung zum Abbau von eventuellen Restspannungen).

3.8.7.10. Bei Revisionen mit Auslösung der Sicherheitsbremse darf das Auflegen der Sicherheitsbremse überbrückt werden können, wenn eine besondere Schaltung vorhanden ist und dabei keine gefährlichen Betriebszustände auftreten können.

3.8.7.11. Für Meldelampen am Bedienungsstand muss eine Lampenprüfeinrichtung vorhanden sein.

Es wird empfohlen, bei umfangreichen Überwachungseinrichtungen eine Störungserfassung vorzusehen.

3.8.7.12. Sicherheitskreise müssen durch Beschreibungen und Schaltungsunterlagen, bei Verwendung programmierbarer Geräte auch durch die betreffenden Programme, dokumentiert sein. (Gegebenenfalls Kurzbeschreibung mit Funktionsplänen nach DIN EN 61082-1 bis 3 sowie DIN 66001. Das Programm muss schriftlich vorliegen; das gilt auch für Änderungen.)

3.8.7.13. In die nach § 13 Abs. 1 der VO geforderten Betriebsanweisungen sind für die jeweilige Anlage die erforderlichen Maßnahmen zur Überwachung der Sicherheitskreise aufzunehmen. Von den Herstellern angegebene Maßnahmen und Überwachungsfristen sind zu berücksichtigen.

3.8.8. Fahrbremskreis

3.8.8.1. Anlagen, die automatisch gesteuert werden, müssen mit einem Fahrbremskreis ausgerüstet sein.

3.8.8.2. Alle Auslösungen für das Auflegen der Fahrbremse nach elektrischem Verzögern der Antriebsmaschine sind in einem besonderen Stromkreis oder in einer besonderen Funktionsgruppe, dem Fahrbremskreis, zusammenzufassen.

Elektrische Stromkreise als Bestandteile von Fahrbremskreisen sind Fahrbremstromkreise.

3.8.8.3. Der Fahrbremskreis muss nach dem Ruhestromprinzip wirken und der elektrische Teil auf Isolationsfehler überwacht werden; andernfalls muss der elektrische Teil den Anforderungen an Sicherheitsstromkreise nach Nr. 3.8.7 genügen.

Beim Einsatz von programmierbaren elektronischen Systemen ist insbesondere Nr. 3.8.7.5.3 zu beachten.

3.8.9. Abfahrsperrkreis

3.8.9.1. Alle Auslösungen für das Verhindern einer neuen Abfahrt nach beendetem Treiben und nach Auflegen der Fahrbremse sind in einem besonderen Stromkreis oder in einer besonderen Funktionsgruppe, dem Abfahrsperrkreis, zusammenzufassen. Dieser Abfahrsperrkreis muss das Durchschalten eines Abfahrimpulses und das Lüften der Fahrbremse verhindern.

3.8.9.2. Der Abfahrsperrkreis muss nach dem Ruhestromprinzip wirken und der elektrische Teil auf Isolationsfehler überwacht werden; andernfalls muss er den Anforderungen an Sicherheitsstromkreise nach Nr. 3.8.7 genügen.

Elektrische Stromkreise als Bestandteile von Abfahrsperrkreisen sind Abfahrsperrstromkreise.

Beim Einsatz von programmierbaren elektronischen Systemen ist insbesondere Nr. 3.8.7.5.3 zu beachten.

- 3.8.10. Allgemeine Anforderungen an Busübertragungssysteme für Sicherheits-, Fahrbrems- und Abfahrsperrkreise sowie Notsignalanlagen
- 3.8.10.1.1. Für den wechselseitigen Austausch zwischen mehreren programmierbaren elektronischen Systemen, können auch leitungsgebundene elektronische Datenübertragungssysteme mit zugehörigen wenigadrigen Schachtkabeln, z. B. Feldbus, eingesetzt werden.
- 3.8.10.1.2. Mit zentralen programmierbaren elektronischen Systemen aufgebaute Schachtüberwachungs- und -signalanlagen bzw. automatische Antriebssteuerungen, die mit vieladrigen Kabeln wirken, werden dementsprechend nicht als Anlagen mit Busübertragung (Feldbus) bezeichnet, auch wenn die Systeme an der Antriebsmaschine serielle oder parallele Busübertragungssysteme besitzen, die z. B. ein- oder zweikanalige Systeme signaltechnisch koppeln, für die Visualisierung oder Fernübertragung von Anlagenzuständen oder für den örtlich begrenzten Datenaustausch zwischen dem Fahrtregler, der Maschinensteuerung der Bremseinrichtung o. ä. vorgesehen sind.
- 3.8.10.1.3. Sind andere Busübertragungssysteme untrennbar, funktionell oder bautechnisch sowie für den Betrieb der programmierbaren elektronischen Systeme einer Schachtüberwachungs- und -signalanlage oder automatischen Antriebssteuerung erforderlich, so werden diese als deren feste Bestandteile angesehen.
- 3.8.10.1.4. Zusammengehörende Schnittstellen bzw. Busübertragungssysteme und die zugehörigen Kabel bzw. Leitungen zwischen programmierbaren elektronischen Systemen oder sonstigen Einrichtungen, Baugruppen oder Geräten sind deutlich und eindeutig zu kennzeichnen, so dass deren Verwendungszwecke und ggf. Vertauschungen erkennbar sind.
- 3.8.10.1.5. Die Übertragungskabel und -leitungen der Busübertragungssysteme sind insbesondere außerhalb von Gehäusen so zu verlegen, dass elektromagnetische oder hochfrequente Beeinflussungen keine gefährlichen Betriebszustände bewirken.
- 3.8.10.1.6. Die Übertragungskabel und -leitungen sowie die Steckverbinder von funktionsredundanten homogenen Busübertragungssystemen sind so auszuführen und zu verlegen, dass bei einem Fehler (Leitungs Kurzschluss) oder Fehler in den Steckverbindern bzw. Muffen die Unabhängigkeit der beiden Systeme nicht aufgehoben wird und ggf. unbemerkt bleibt.
- 3.8.10.2. Busübertragungssysteme von Schachtüberwachungs- und -signalanlagen oder automatischen Antriebssteuerungen, die Meldungen oder Signale für das Auslösen der zugehörigen Sicherheits- und Überwachungskreise (Notsignalanlage, Abfahrsperr-

Fahrbremskreis) übertragen, müssen den Anforderungen an Sicherheitsstromkreise gemäß Nr. 3.8.7 genügen.

- 3.8.10.3. Das Ansprechen von Überwachungseinrichtungen bzw. -funktionen der Busübertragungssysteme darf nicht unbemerkt bleiben und muss mindestens auf einen der Sicherheits- und Überwachungskreise der Förderanlage wirken.
- Das Wiederanfahren der Anlage nach dem Ansprechen von systeminternen Überwachungseinrichtungen bzw. -funktionen der Busübertragungssysteme darf erst nach Beseitigung der Störung und nach Quittierung möglich sein.
- 3.8.10.4. Die sicherheitlich bedeutsamen Busübertragungssysteme einer Förderanlage dürfen nur als unabhängige und unbeeinflussbare Insel-Systeme betrieben werden und keine signal- und bautechnischen Verbindungen mit Bussystemen besitzen, die außerhalb der Schachtförderanlage wirken.
- Dies gilt auch für interne und externe Buseinrichtungen der zentralen und dezentralen sicherheitsrelevanten programmierbaren elektronischen Systeme einer Schachtförderanlage.
- 3.8.10.5. Mit Busübertragungssystemen aufgebaute Schachtüberwachungs- und -signalanlagen sowie automatische Antriebssteuerungen dürfen nur mit Schnittstellen für die Visualisierung von Anlagenzuständen oder die Übertragung von Betriebs- oder Störmeldungen ausgerüstet sein.
- Beim Betrieb der Schachtförderanlage dürfen keine Geräte angeschlossen sein, mit denen Ferneingriffe in den Steuerungsablauf, in die Sicherheits- und Überwachungskreise sowie Änderungen der Software möglich sind.
- 3.8.10.6. Bei sicherheitlich relevanten Busübertragungssystemen darf ein zufällig auftretender Fehler nicht zu gefährlichen Betriebszuständen führen; z. B. zum Verlust der Abschaltfähigkeit der Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen, zu ungewollten Bewegungen des Seilträgers, zum Abfahren der gesperrten Antriebsmaschine.
- 3.8.10.7. Einfachfehler in Busübertragungssystemen, die auch auf die Ansteuerung der Fahrbremse oder der Sicherheitsbremse wirken, dürfen während des Treibens nicht zum ungewollten Aufbau einer Bremskraft führen, die eine unzulässige Bremsverzögerung bewirkt (s. Nr. 3.9.5.4).
- 3.8.10.8. Störungen in der Busübertragung der Fahrbremsensteuerung dürfen die Auslösung der Sicherheitsbremse nicht unwirksam machen (s. Nr. 3.9.5.4 und Nr. 3.4.12.7).
- 3.8.10.9. An Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s müssen Busübertragungen so ausgelegt sein, dass die Anforderungen gemäß Nr. 3.9.5.7 erfüllt werden; d. h. die Ansprechzeit zwischen Anspre-

- chen der Sicherheitseinrichtung bis zum Anlegen der Bremsbacken muss unter 0,2 s liegen.
- 3.8.10.10. Der Verlust der Reaktionsfähigkeit (Hängenbleiben oder Stillstand) von sicherheitlich relevanten Busübertragungssystemen darf nicht unbemerkt bleiben und nicht erst durch Redundanzüberwachungen erkannt werden.  
Beim Verlust der Reaktionsfähigkeit müssen die bestimmungsgemäßen Sicherheitsfunktionen des Sicherheits- und Überwachungskreises ausgelöst werden.
- 3.8.10.11. Sicherheitlich relevante Busübertragungssysteme müssen mindestens eine Hammingdistanz (Hd) von 4 und klar definierte Prozeduren, Datenrahmen und Dateninhalte besitzen.
- 3.8.10.12. Werden sicherheitlich relevante Busübertragungssysteme mit unterschiedlichen Bearbeitungs-Prioritäten ausgeführt, so müssen diese klar definiert sein.  
Bei systeminternen und -externen Busübertragungssystemen von Schachtüberwachungs- und -signalanlagen oder automatischen Antriebssteuerungen müssen die Meldungen oder Signale für das Auslösen der zugehörigen Sicherheits- und Überwachungskreise (Notsignalanlage, Abfahrsperr- und Fahrbremskreis) zumindest mit jeweils höchster Priorität und möglichst interruptfrei übertragen werden (s. Nr. 3.8.7 oder Nr. 3.8,8 bzw. Nr. 3.8.9).
- 3.8.10.13. Funktionsredundante bau- und wirkungsgleiche (homogene) Busübertragungssysteme sind mit unterschiedlichen Prozeduren in der Anwendersoftware oder mit zeitlich voneinander abweichenden Zyklen (asynchrone Datenübertragung) auszuführen und zu betreiben.
- 3.8.10.14. In den Anwenderprogrammen der zugehörigen programmierbaren elektronischen Systeme sind die für die Datenübertragung bzw. den Datenaustausch verwendeten Softwareteile, z. B. Datenwörter, Telegramme, deutlich und eindeutig zu kennzeichnen.
- 3.8.10.15. Weiterhin sind die jeweils ggf. festgelegten und auch eingestellten (implementierten) Parameter der Datenübertragung zu dokumentieren, bei denen die Übertragung sicher funktioniert; z. B. Prioritäten, Übertragungsformate, Datenrahmen, Übertragungsgeschwindigkeit.
- 3.8.10.16. Bei vernetzten programmierbaren elektronischen Systemen müssen Adressfehler oder das Vorhandensein mehrerer gleichartiger Adressen erkannt werden.  
Bei Feststellung gleichartiger Adressen müssen die bestimmungsgemäßen Sicherheitsfunktionen des Sicherheits- und Überwachungskreises ausgelöst werden.
- 3.8.10.17. Die Anwesenheit bzw. die Funktionsfähigkeit der über Adressen angeschlossenen Baugruppen muss zyklisch überwacht werden.  
Beim Ansprechen dieser Überwachung müssen die bestimmungsgemäßen Sicherheitsfunktionen des Sicherheits- und Überwachungskreises ausgelöst werden.
- 3.8.10.18. Durch geeignete Maßnahmen in der Anwendersoftware muss eine Busüberlastung, die zu unerwünschten langen Reaktionszeiten führt, vermieden werden.
- 3.8.10.19. Die maximal zulässige Reaktionszeit des Busübertragungssystems muss mit Wirkung auf den Fahrbrems- oder Sicherheitskreis überwacht werden, z. B. durch Watch-Dog-Schaltungen oder -funktionen.  
Beim Ansprechen dieser Überwachung müssen die bestimmungsgemäßen Sicherheitsfunktionen des Sicherheits- und Überwachungskreises ausgelöst werden.
- 3.8.11. Endschalter
- 3.8.11.1. Endschalter müssen vorhanden sein:
- im Schacht oder Führungsgerüst oberhalb des obersten Anschlags und bei einrümigen Anlagen auch unterhalb des untersten Anschlags (Schachtendschalter) und
  - am Fahrtregler oder am Teufenzeiger von Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s (Fahrtregler- oder Teufenzeigerendschalter).
- Der untere Schachtendschalter darf bei einrümigen Anlagen entfallen, wenn das Fördermittel am unteren Anschlag betriebsmäßig aufgesetzt wird, z. B. beim Abteufen.  
An Anlagen mit Dampf- oder Druckluftantrieb darf auf elektrische Schachtendschalter verzichtet werden.  
Anlagen mit einem elektronischen Fahrtregler oder einem elektronischen Teufenzeiger brauchen nicht mit Fahrtregler- oder Teufenzeigerendschaltern ausgerüstet zu sein, wenn statt dessen ein Schachtschalter zum Synchronisieren des Fahrtreglers oder Teufenzeigers auf die Fördermittelstellung vorhanden ist.
- 3.8.11.2. Endschalter müssen nach dem Übertreiben der Fördermittel und Gegengewichte überbrückt werden können. Die Überbrückung muss selbsttätig aufgehoben werden, sobald das Fördermittel oder Gegengewicht aus dem Endschalterbereich zurückgefahren ist. Die Überbrückung elektrischer Endschalter muss am Bedienungsstand optisch angezeigt werden.  
Es wird empfohlen, die Steuerung so einzurichten, dass nach Ansprechen des letzten Schachtendschalters nur in Gegenrichtung wieder angefahren werden kann.
- 3.8.11.3. An Bobinenförderanlagen dürfen anstelle von Teufenzeiger- oder Fahrtreglerendschaltern zusätzliche Schachtendschalter einge-

baut sein; diese müssen gegen den vorhandenen (ersten) Schachtendschalter in der Höhe versetzt sein.

### 3.8.12. Hängeseilüberwachung

3.8.12.1. Trommel- und Bobinenförderanlagen - außer beim Abteufen - müssen mit einer geeigneten Hängeseilüberwachungseinrichtung ausgerüstet sein, die über den gesamten Fahrweg das Hängenbleiben des Fördermittels erkennt.

Das gilt auch für Treibscheibenförderanlagen.

3.8.12.2. Bei handbedienten Antriebsmaschinen muss nach dem Ansprechen der Überwachungseinrichtung das Notsignal oder die Sicherheitsbremse ausgelöst werden.

Für automatische Anlagen gelten die Nrn. 5.4.3 und 5.4.6 Nr. 7.

3.8.12.3. Nach dem Ansprechen der Überwachung muss eine Wiederanfahrt in Aufwärtsrichtung möglich sein.

3.8.12.4. Bei Treibscheibenförderanlagen kann zur Überwachung eines hängengebliebenen Fördermittels auch die Führungsholzüberwachung nach Nr. 2.2.2.2 verwendet werden. Dabei darf der Abstand zwischen Unterseilbucht und Führungsholz nicht größer als 1,50 m sein.

## 3.9. Brems einrichtungen

### 3.9.1. Allgemeine Anforderungen

3.9.1.1. Fördermaschinen und Förderhäspel müssen mindestens mit zwei Brems einrichtungen ausgerüstet sein. Eine Bremse muss als Sicherheitsbremse unmittelbar auf den Seilträger wirken.

Die Bremsen müssen Backenbremsen sein, die als Trommelbremsen radial oder als Scheibenbremsen axial wirken können.

3.9.1.2. Brems einrichtungen bestehen aus:

- Bremskraftherzeugern, insbesondere Gewichte, Federn, durch Luft-, Hydraulik- oder Dampfdruck beaufschlagte Kolben,
- Betätigungs- und Steuereinrichtungen,
- Bremsbacken mit Belägen,
- Bremsflächen (Bremskränze oder Bremsscheiben),
- gegebenenfalls Bremsgestänge.

Mehrere Bremskraftherzeuger gleicher Bauart in einer Brems einrichtung können mit einer gemeinsamen Betätigungs- und Steuereinrichtung ausgerüstet sein.

Bremskraftherzeuger mit Betätigungs- und Steuereinrichtungen bilden zusammen den Bremsapparat.

3.9.1.3.1. Die Bauart der Bremsapparate muss nach § 5 Abs. 1 der VO zugelassen sein. Mehrere Bremskraftherzeuger mit Bremslüftgeräten in einer Brems einrichtung gelten als Bremsapparat.

3.9.1.3.2. Abweichend von Nr. 3.9.1.3.1 bedürfen die Bremsapparate bei Brems einrichtungen mit nicht regelbarer Fahrbremse und getrennt angeordneter Sicherheitsbremse keiner Bauartzulassung, wenn die Bremskräfte durch Gewicht oder Federn erzeugt werden.

Dies gilt auch für Bremsapparate, bei denen die Fahrbremse durch Hand- oder Fußhebel oder durch Lüftzylinder gelüftet wird.

Brems einrichtungen nach den Sätzen 1 und 2 dürfen nur an Förderhäspeln mit Fahrgeschwindigkeiten bis 2 m/s eingebaut werden.

3.9.1.4. An jedem Bremsapparat muss ein Leistungsschild mit den in der Bauartzulassung geforderten Angaben angebracht sein.

3.9.1.5. Bei Gestängebremsen wirkt der Bremsapparat nach Nr. 3.9.1.2 über das Gestänge auf die Bremsbacken, die die Bremskraft auf Bremsflächen übertragen.

Gestängebremsen müssen aus Fahrbremse und Sicherheitsbremse bestehen, die entweder voneinander getrennt oder in einzelnen Bauteilen miteinander vereinigt sein können. Fahr- und Sicherheitsbremse dürfen nur soweit vereinigt sein, dass die Förderanlage bei Störungen an der Steuerung der Fahrbremse oder bei Bruch einer Zugstange noch durch die Sicherheitsbremse stillgesetzt werden kann.

3.9.1.6. Bei gestängellosen Scheibenbremsen übertragen einander gegenüberliegende Bremskraftherzeuger (Bremskraftherzeugerpaare) die Bremskräfte unmittelbar auf die Bremsflächen. Dabei wird durch getrennte Steuerungen Fahrbremse oder Sicherheitsbremse bewirkt. Die Bremskräfte dürfen in beiden Fällen durch dieselben Federn erzeugt werden.

3.9.1.7. Die Bremskraft der Sicherheitsbremse muss mit der gespeicherten Kraft von Gewichten oder Federn erzeugt werden. Beim Auslösen soll die Massenwirkung durch ein absinkendes Bremsgewicht gering bleiben.

3.9.1.8. An allen Brems einrichtungen mit Bremsgewichten muss ausreichend freier Raum unter und neben den Gewichten vorhanden sein.

3.9.1.9. An Förderhäspeln ohne Drehzahlregelung mit Zweihebelsteuerung muss sich die Fahrbremse selbsttätig schließen, wenn der Fahrbremshebel losgelassen wird.

An Förderhäspeln mit Drehzahlregelung und Zweihebelsteuerung muss beim Loslassen eines Hebels das Stillsetzen der Antriebsmaschine selbsttätig erfolgen und nach Stillstand die Fahrbremse sich aufliegen.

An Förderhäspeln mit Einhebelsteuerung gelten die Sätze 1 und 2 entsprechend.

Für automatisch betriebene Anlagen gilt Nr. 5.2.7 Satz 1; für hydraulische Antriebe Nr. 3.2.4.1.



- 3.9.1.10. Nach dem Auslösen der Sicherheitsbremse muss die Fahrbremse weiterhin funktionsfähig bleiben. Dies gilt nicht bei Energieausfall.  
Ist die Fahrbremskraft beim Auslösen der Sicherheitsbremse bereits größer als die Sicherheitsbremskraft, so muss die größere Fahrbremskraft erhalten bleiben.
- 3.9.1.11. Die Sicherheitsbremse darf nur gelöst werden können, wenn die Fahrbremse aufliegt.
- 3.9.2. Anordnung der Bremsen
- 3.9.2.1. Gestängebremsen können wie folgt angeordnet sein:
- zwei Bremsapparate, jeweils für Fahr- und Sicherheitsbremsung, getrennt voneinander am Seilträger wirkend, aber mit gemeinsamer Betätigungs- und Steuereinrichtung;
  - Sicherheitsbremse und Fahrbremse am Seilträger wirkend, Gestänge teilweise vereinigt, Steuerung über gemeinsamen Bremsapparat;
  - Sicherheitsbremse am Seilträger und getrennt davon Fahrbremse am Seilträger oder am Getriebe (Vorgelege).
- 3.9.2.2. Fördermaschinen und Förderhäpkel mit Gestängebremsen müssen zwei Bremsbackenpaare mit je einer Zugstange besitzen; sie müssen auf zwei voneinander getrennte Bremsflächen wirken.
- 3.9.2.3. Bei Anlagen mit zwei Trommeln oder zwei Bobinen genügt je Trommel oder Bobine ein Bremsbackenpaar. Mindestens die Sicherheitsbremse muss unmittelbar auf beide Seilträger wirken.
- 3.9.2.4. Gestängelose Bremsen müssen aus mindestens zwei Bremskrafterzeugerpaaren bestehen. Die im Einzelfall erforderliche Anzahl ergibt sich unter Berücksichtigung der betriebsüblichen Überlast aus der Bremsberechnung.
- 3.9.3. Ausführung der Bremseinrichtungen
- 3.9.3.1. Teile von Bremseinrichtungen, die Bremskräfte übertragen (außer Gehäuse, Federn und Kolben), müssen aus Normwerkstoffen mindestens der Güte R St 37-2 (DIN EN 10025) bestehen, Bolzen mindestens aus Werkstoffen der Güte C 35 (DIN EN 10083-1 und 2). Vergütete oder legierte Stähle sind zulässig, soweit sie in Bezug auf Kerbschlagzähigkeit und Reinheitsgrad gleichwertig sind.
- 3.9.3.2. Falls Zug-, Druck- und Gewichtshaltestangen im Bremsgestänge ein Gewinde haben, muss dies ein Rundgewinde nach DIN 20400 sein. Der Übergang vom vollen Stangenquerschnitt zum Gewinde muss mit einem feingeschliffenen ausreichenden Freischnitt hergestellt werden.
- 3.9.3.3. Gewichtsplatten müssen so gehalten und geführt werden, dass Gewinde an den Haltestangen nicht auf Biegung beansprucht werden.
- 3.9.3.4. Lager und Gelenke im Bremsgestänge müssen mit Verschleißbuchsen (in besonderen Fällen empfiehlt es sich, Bolzenlager mit Kugellagerschalen auszurüsten.) ausgerüstet sein.  
Die Flächenpressung soll  $3000 \text{ N/cm}^2$  nicht überschreiten. Für Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über  $4 \text{ m/s}$  ist die Flächenpressung rechnerisch nachzuweisen (Nrn. 3.13.4 bis 3.13.8).
- 3.9.3.5. Bolzen, Keile, Schraubverbindungen und Hebel müssen gegen unbeabsichtigtes Lösen gesichert sein, sofern sie nicht selbsthemmend sind. Bei dynamisch beanspruchten Teilen sind Federringe unzulässig.
- 3.9.3.6. Schweißungen an Bremszugstangen sind im Einzelfall zulässig, wenn Werkstoffe, Schweißverfahren und Prüfverfahren vorher mit dem Oberbergamt abgestimmt worden sind. (Hierfür ist außerdem eine Ausnahmegewilligung von § 35 Abs. 2 der VO zu beantragen.)  
Für Schweißarbeiten an anderen Teilen von Bremseinrichtungen gilt Nr. 3.1.10.
- 3.9.3.7. Nietverbindungen im Bremsgestänge dürfen nicht mit Versenknieten ausgeführt sein.
- 3.9.3.8. Wird die Bremskraft durch Federn erzeugt, dürfen nur Druckfedern vorhanden sein. Diese müssen gegen unzulässiges Ausknicken, auch bei Federbruch, gesichert sein. Die Federkraft ist nachzuweisen, z. B. durch eine Federkennlinie.
- 3.9.3.9. Bei Scheibenbremsapparaten dürfen Schubkräfte nicht auf Druckkolben übertragen werden können.
- 3.9.3.10. Druckrohre und Druckschläuche von Bremsapparaten, die mit Hydraulikflüssigkeit betrieben werden, müssen so angeordnet oder verkleidet sein, dass bei Undichtigkeit keine Flüssigkeit auf die Bremsfläche gelangen kann. An jedem Scheibenbremselement muss das Lecköl abgeführt werden können.
- 3.9.3.11. Das Hydrauliksystem muss entlüftet werden können.
- 3.9.3.12. Im Steinkohlenbergbau untertage müssen Bremsapparate so ausgelegt sein, dass von der zuständigen Behörde zugelassene Hydraulikflüssigkeiten eingesetzt werden können.
- 3.9.3.13. Bremsbeläge sind so auszulegen, dass mindestens zwei kurz aufeinander folgende Sicherheitsbremsungen beim Einhängen, der betriebsüblichen Überlast (vergleiche § 2 Abs. 5 der VO) mit Höchstgeschwindigkeit nicht zu einer Zerstörung der Bremsbeläge oder einer anderen unzulässigen Beeinträchtigung der Bremswirkung führen (vergleiche Nr. 3.3.3).
- 3.9.3.14. Bremsbeläge und deren Befestigung müssen an Anlagen untertage aus schwer entflammaren Werkstoffen bestehen.
- 3.9.3.15. Bremskränze oder Bremscheiben sind gegen Seilschmiere zu schützen.
- 3.9.3.16. Bremscheiben sind zum Schutze gegen unzulässige Verformung zu überwachen. Unzulässig sind Verformungen, die zu einem Schleifen an den gelüfteten Bremsbelägen führen. Hierzu wird z. B.

- eine Strahlungswärme-Überwachung an den Stirnflächen empfohlen. Für Trommelbremsen wird eine Durchmesser-Ausdehnungsüberwachung der Bremskränze, z. B. durch Näherungsschalter, zum Schutz gegen unzulässige Erwärmung empfohlen.
- 3.9.3.17. Fußlager von Bremsbackenträgern müssen ausgebaut werden können und leicht zugänglich sein. Fußlager und Fußlagerschrauben müssen gegen Korrosion geschützt sein.
- 3.9.3.18. Lager und Gelenke von Bremseinrichtungen müssen wartungsfrei sein oder geschmiert werden können.
- 3.9.4. Mechanische Festigkeit von Bremseinrichtungen
- 3.9.4.1. Die Bremseinrichtung muss einer Belastung durch die in den einzelnen Teilen jeweils auftretende größte statische Kraft mit mindestens 3-facher Sicherheit - bezogen auf die Streckgrenze - standhalten können.
- Wenn sich die Bremskräfte von vereinigten Fahr- und Sicherheitsbremsen addieren können, müssen die Teile, auf die die summierte Bremskraft wirkt, eine - bezogen auf die Streckgrenze - mindestens 2-fache Sicherheit gegenüber der summierten Bremskraft aufweisen; zusätzlich gilt Satz 1 für die Teile, auf die die stärkere Bremse wirkt.
- 3.9.4.2. Die Ankerschrauben der Fußlager von Bremsbackenträgern und der Träger von Scheibenbremsapparaten müssen - bezogen auf die Streckgrenze - eine mindestens 5-fache Sicherheit gegenüber der größten hier auftretenden Zugkraft besitzen. Bei Addition der Bremskräfte gemäß Nr. 3.9.4.1 ist mindestens eine 3-fache Sicherheit - bezogen auf die Streckgrenze - einzuhalten.
- Wenn Vorrichtungen vorhanden sind, die Scherkräfte von den Ankerschrauben fernhalten, z. B. Rahmen, Zuglaschen, genügen für die Ankerschrauben auch die in Nr. 3.9.4.1 genannten Sicherheiten.
- 3.9.4.3. Die Flächenpressung zwischen Bremsbelag und Bremsfläche soll bei Backenbremsen (Bei Drehstromfördermaschinen ohne elektrische Bremsung ist die Erwärmung der Bremsflächen durch die Wirkung des Fahrtreglers gegebenenfalls besonders zu berücksichtigen.)  $80 \text{ N/cm}^2$  und bei Scheibenbremsen  $150 \text{ N/cm}^2$  nicht überschreiten.
- 3.9.4.4. Die Anforderungen nach Nrn. 3.9.4.1 bis 3.9.4.3 sind für Bremseinrichtungen von Fördermaschinen rechnerisch nachzuweisen; bei Förderhäspeln ist in der Werksbescheinigung zu bestätigen, dass die Anforderungen erfüllt sind.
- 3.9.5. Steuerung der Bremseinrichtungen
- 3.9.5.1. Die Fahrbremse von Fördermaschinen sowie von Förderhäspeln mit Fahrgeschwindigkeiten über  $2 \text{ m/s}$  muss derart regelbar sein, dass bei bestimmten Bremshebelauslagen stets die gleichen Bremskräfte wirksam werden.
- 3.9.5.2. Abweichend von Nr. 3.9.5.1 braucht die Fahrbremse nicht regelbar zu sein
- an Anlagen mit polumschaltbaren Kurzschlussläufermotoren, bei denen die Fahrbremse den Seilträger aus geringer Geschwindigkeit mit kurzem Bremsweg stillsetzt (Stoppbremse).
  - an Anlagen mit hydrostatischem Antrieb, bei denen die Fahrbremse in der Nullstellung des Fahrhebels nach Stillstand des Seilträgers aufgelegt wird (Haltebremse),
  - an automatisch betriebenen Anlagen, bei denen die Fahrbremse über Stoppschalter im Schacht oder am Fahrtregler oder Sohlenschaltwerk betätigt und als Stoppbremse aufgelegt wird.
- 3.9.5.3. Bei elektropneumatisch oder elektrohydraulisch gesteuerten Fahrbremsen muss sich bei einem Spannungsausfall selbsttätig ein Fahrbremsdruck einstellen, der dem Bremsdruck der Sicherheitsbremse entspricht; falls dies nicht geschieht, muss die Sicherheitsbremse ausgelöst werden.
- 3.9.5.4. Störungen am Bremsdruckgeber oder am Regler der Fahrbremse dürfen die Sicherheitsbremse nicht unwirksam machen können. Einfachfehler in der Ansteuerung der Fahrbremse oder Sicherheitsbremse dürfen während des Treibens nicht zum ungewollten Aufbau einer Bremskraft führen, die unzulässige Bremsverzögerungen bewirkt.
- 3.9.5.5. An pneumatisch betätigten Fahrbremsen darf der Bremsdruck den rechnerischen Mindestdruck um höchstens 50 v. H. überschreiten können.
- 3.9.5.6. An Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis  $4 \text{ m/s}$  muss die Sicherheitsbremse so eingerichtet sein, dass sie schnell eingreift und die Massenwirkung durch ein absinkendes Bremsgewicht gering bleibt.
- 3.9.5.7. An Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über  $4 \text{ m/s}$  muss die Steuerung der Sicherheitsbremse so ausgelegt sein, dass die Ansprechzeit (Zeit vom Auslösen der Bremse bis zum Anlegen der Bremsbacken) unter  $0,2 \text{ s}$  liegt und die anschließende Schwellzeit (Zeit bis zum Erreichen der vollen Bremskraft der Sicherheitsbremse) zwischen  $0,3 \text{ s}$  und  $0,5 \text{ s}$  beträgt.
- Eine Verlängerung der Schwellzeit bis  $1,0 \text{ s}$  kann toleriert werden. In diesem Fall ist eine mögliche Verlängerung der Bremswege bei den Festlegungen nach den Nrn. 3.6.2.2 Satz 2 sowie 3.6.13.1 Ziffer 2 und 3.6.13.3 zu berücksichtigen; unbeschadet dessen gilt Nr. 3.9.7.2.1.
- Die o. g. Ansprechzeiten gelten auch für fernbediente Fördermaschinen nach den Nrn. 3.4.10 oder 3.4.11. Bei jedem Bedienungsstand bzw. bei den Einrichtungen für die eingeschränkte Handsteuerung sind Übertragungszeiten der Signale zum Auslösen der Bremse als Bestandteile der Ansprechzeit anzusehen.
- 3.9.5.8. Wenn die Sicherheitsbremse nach ihrer Auslösung während des ganzen Bremsvorgangs mit einer Teilbremskraft wirkt, müssen nach

- Stillstand des Seilträgers das Bremsgewicht oder die Federn der Sicherheitsbremse die Bremskraft übernehmen (Wirkung als Haltebremse).
- 3.9.5.9. Elektropneumatische und elektrohydraulische Auslöseventile der Sicherheitsbremse müssen doppelt vorhanden, voneinander unabhängig und so geschaltet sein, dass auch bei Ausfall eines Ventils oder einer Ventilansteuerung die Sicherheitsbremsung gewährleistet ist.
- Der Ausfall bereits eines Ventils muss beim Auflegen oder Lüften der Sicherheitsbremse am Bedienungsstand angezeigt werden (gegebenenfalls genügt eine indirekte Anzeige), das Lüften der Sicherheitsbremse muss dann verhindert sein. Die Ventilsolenoiden und ihre Schaltungen müssen den Anforderungen an Sicherheitsstromkreise entsprechen.
- 3.9.5.10. Bei der Sicherheitsbremsung darf die Bremskraft umstellbar und/oder regelbar sein, um die zulässigen Verzögerungen einzuhalten.
- 3.9.5.11. Sind mehrere Bremsapparate vorhanden, muss die Bremskraft in allen Bremsapparaten möglichst gleichmäßig aufgebaut werden (Ausgleich von Unsymmetrien).
- 3.9.5.12. Bei Bremsapparaten für Hydraulikbremsen ohne Druckspeicher muss beim Auslösen der Sicherheitsbremse die Energiezufuhr zum Lüften der Bremse, d. h. zum Pumpenmotor, selbsttätig abgeschaltet werden.
- 3.9.6. Besondere Vorrichtungen
- 3.9.6.1. Die äußerste betriebssichere Stellung der Bremsbacken, die mit Rücksicht auf den Verschleiß des Bremsbelages und die Bauart der Bremseinrichtung zulässig ist, muss angezeigt werden. Es wird empfohlen, den Bremsbackenverschleiß selbsttätig zu überwachen.
- Bei ferngesteuerten Fördermaschinen/-häspeln muss zusätzlich eine optische und akustische Meldung am Bedienungsstand erfolgen. Bei automatisch betriebenen Anlagen muss die nächste Abfahrt gesperrt werden (Nr. 5.4.7 Ziffer 7).
- 3.9.6.2. Bei Scheibenbremsen müssen Verschleiß des Bremsbelages und Lüftweg an jedem Bremskrafterzeuger überwacht werden. An handgesteuerten Anlagen muss das Ansprechen der Verschleißüberwachung am Bedienungsstand gemeldet werden, für automatisch betriebene Anlagen gilt Nr. 5.4.7 Ziffer 7. Beim Ansprechen der Lüftwegüberwachung muss die Sicherheitsbremse ausgelöst werden (Nr. 3.8.3 Ziffer 2).
- 3.9.6.3. Bremsapparate, in denen die Bremskraft durch Druckluft, Hydraulikflüssigkeit oder Dampf erzeugt wird, müssen mit einem Druckmesser ausgerüstet sein, der den Druck im Bremszylinder anzeigt.
- 3.9.6.4. Dampfbetriebene Bremseinrichtungen müssen mit einer Entwässerungseinrichtung versehen sein.
- Druckluftbetriebene Bremseinrichtungen müssen mit einer Wartungseinheit (Wasserabscheider, Staubabscheider, gegebenenfalls Öler) ausgerüstet sein. Für die Steuerluft sind Feinstaubfilter vorzusehen, möglichst mit Verschmutzungsanzeige.
- Mit Hydraulikflüssigkeit betriebene Bremseinrichtungen müssen Entlüftungsvorrichtungen haben und mit Filtern ausgerüstet sein, möglichst mit Verschmutzungsanzeige. Es wird empfohlen, die Maschenweite der Filter unter 25 µm zu wählen.
- 3.9.6.5. An Bremseinrichtungen von Fördermaschinen müssen zu Messzwecken Anschlüsse für Eichmanometer und Druckgeber vorhanden sein.
- An Bremseinrichtungen mit Federn als Bremskrafterzeuger muss die Federkraft nachweisbar sein.
- 3.9.6.6. An Bremsapparaten müssen zur Überwachung des Schließzustandes der Fahrbremse geeignete Vorrichtungen angebracht werden können, z. B. bei Fernsteuerung oder automatischer Steuerung.
- 3.9.6.7. Fördermaschinen/-häspel müssen mit einer Fahrbremsüberwachung ausgerüstet sein, die die Sicherheitsbremse auslöst, wenn die Fahrbremse nicht ordnungsgemäß gelüftet oder aufgelegt wird.
- 3.9.7. Bremswirkungen
- 3.9.7.1. Fahrbremse und Sicherheitsbremse müssen jede für sich die statische Belastung durch die betriebsübliche Überlast bei der Seilfahrt und der Güterförderung im Stillstand mit mindestens 3-facher Sicherheit halten. Die betriebsübliche Überlast ergibt sich aus der Bremsberechnung. Bei Schwertransporten, die die betriebsübliche Überlast überschreiten, ist gegebenenfalls eine besondere Nachrechnung erforderlich, vergleiche § 20 der VO.
- 3.9.7.2.1. An Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s muss beim Einhängen der betriebsüblichen Überlast eine Verzögerung durch die Fahrbremse von mindestens 2 m/s<sup>2</sup> gewährleistet sein.
- Durch die Sicherheitsbremse muss unter den gleichen Verhältnissen eine Verzögerung von mindestens 1,2 m/s<sup>2</sup> und höchstens 2,5 m/s<sup>2</sup> erreicht werden.
- Bei Treibscheibenanlagen soll die durch die Sicherheitsbremse bewirkte Verzögerung beim Einhängen wenigstens 10 v. H. unter der Verzögerung liegen, bei der rechnerisch Seilrutsch eintritt.
- Bei Anlagen mit Bobinen oder Trommeln mit mehr als 2 Seillagen darf die Verzögerung abweichend von Satz 2 höchstens 4 m/s<sup>2</sup> betragen.
- 3.9.7.2.2. Für Treibscheibenanlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s ist eine Berechnung der Seilrutschgrenze erforderlich. Die Seilrutschgrenze ist für folgende Belastungsfälle nachzuweisen:
- betriebsübliche Überlast beim Einhängen,
  - leere Fördermittel (bei Gegengewichtsanlagen für Aufwärts- und Abwärtsfahrt),
  - betriebsübliche Überlast bei Aufwärtsfahrt.

- 3.9.7.3. Für Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 4 m/s ist eine Berechnung der Seilrutschgrenze nicht erforderlich, wenn das Verhältnis der größten statischen Seillast zur kleinsten statischen Seillast (Verhältnis der Trumgewichte) den Wert von  $0,8 \times e^{\mu \times \alpha}$  nicht überschreitet. Für das größte Trumgewicht ist die größte betriebsübliche Überlast zugrunde zu legen (Nr. 3.11.4.1).
- 3.9.7.4. Nr. 3.9.7.2.2 gilt auch für die Verzögerung durch den Fahrtregler sowie für die Verzögerung durch die Fahrbremse von automatisch betriebenen Anlagen.
- 3.9.7.5. Während einer Sicherheitsbremsung dürfen sich die Bremskräfte der Fahr- und der Sicherheitsbremse nicht selbsttätig addieren können.
- 3.9.7.6. Bei Bremsen, deren Bremskraft sich mit dem Verschleiß des Bremsbelages verringert, z. B. Federkraftbremsen, muss die Verringerung der Bremskraft beim Berechnen der Verzögerung der Sicherheitsbremse berücksichtigt werden.
- 3.9.7.7. An Anlagen mit Verstecktrommeln oder -bobinen muss die auf beide Seilträger wirkende Bremse jede Trommel oder Bobine mit mindestens 1,5-facher Sicherheit halten, wenn das leere Fördermittel oder das Gegengewicht in der tiefsten Stellung steht. Dies gilt auch für besondere Bremsen, die nur zum Verstecken dienen.
- 3.9.7.8. An Abteufanlagen sowie an einrümigen anderen Anlagen darf die Verzögerung durch die Sicherheitsbremse bei aufwärtsgehendem leeren Fördermittel höchstens  $6 \text{ m/s}^2$  betragen.
- 3.9.7.9. An Anlagen mit automatisch gesteuerter oder fernbedienter Antriebsmaschine darf die Bremskraft der Sicherheitsbremse und der Fahrbremse während des Treibens nur so groß werden können, dass bei Treibscheibenanlagen kein Seilrutsch und bei Trommel- und Bobinenanlagen keine unzulässige Bremsverzögerung auftritt (vergleiche Nr. 3.9.7.4).  
Einfachfehler in der Fernsteuerung der Fahrbremse oder Sicherheitsbremse dürfen während des Treibens nicht zum ungewollten Aufbau einer Bremskraft führen, die unzulässige Bremsverzögerungen bewirkt (siehe Nr. 3.4.12.7 und Nr. 3.8.10.7).
- 3.9.7.10. Sofern an Antriebsmaschinen mit Vorgelege eine Massenbremse vorhanden ist, muss diese so eingestellt sein, dass sie parallel mit der Fahr- und Sicherheitsbremse eingreift. Sie darf keine nennenswerte Bremswirkung am Seilträger ausüben. In der Bremsberechnung sind die zum Abbremsen der Masse des Motorläufers und gegebenenfalls des Getriebes erforderliche und die an der Massenbremse eingestellte Bremskraft anzugeben (auf Seilmitte bezogen).
- 3.9.7.11. Die Bremswirkungen sind rechnerisch nachzuweisen. Der für die Wirkung der Fahrbremse, für das Lüften der Sicherheitsbremse und für das Spannen von Bremsfedern erforderliche Mindestdruck ist nachzuweisen (siehe Nr. 3.10).

- 3.9.7.12. Die Bremswirkungen von Fördermaschinen sind vor der Inbetriebnahme der Anlagen zu messen, insbesondere
- die Bremsverzögerungen durch die Sicherheitsbremse einschließlich der Zeiten nach Nr. 3.9.5.7,
  - der Druckverlauf im Fahrbremszylinder von Einlassbremsen oder der Druckverlauf im Drucksystem von Auslassbremsen.
- Die gleichmäßige Beanspruchung der Bremszugstangen ist festzustellen, gegebenenfalls durch Messung des Kraftverlaufs in Zug- und Druckstangen.  
Bei Abteuffördermaschinen sind die Bremsverzögerungen durch die Sicherheitsbremse in Abhängigkeit von der Teufe zu messen.
- 3.10. Allgemeine Anforderungen zur Bremsberechnung
- 3.10.1. Zum Nachweis der Bremswirkungen von Fahr- und Sicherheitsbremse, gegebenenfalls Versteckbremse, sind zu berechnen:
1. bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 4 m/s:
    - Bremsicherheit von Fahr- und Sicherheitsbremse,
    - Mindestdruckauslösung (siehe Nr. 3.8.3),
    - Verhältnis der Trumgewichte an Treibscheibenanlagen;
  2. bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s:
    - Bremsicherheit von Fahr- und Sicherheitsbremse,
    - Mindestdruckauslösung (siehe Nr. 3.8.3),
    - Seilrutschgrenzen an Treibscheibenanlagen,
    - Verzögerung durch Fahr- und Sicherheitsbremse,
    - mechanische Festigkeit des Bremsgestänges.
- Bei Trommelanlagen mit mehr als 2 Seillagen und Bobinenanlagen ist jeweils das ungünstigste Lastmoment zugrunde zu legen.
- 3.10.2. Bremsicherheit  
Bremsicherheit ist das Verhältnis der Bremskraft zur Gewichtskraft aus der betrieblichen Überlast.  
Die Bremskraft ist, ausgehend vom jeweiligen Bremsgewicht oder der Antriebskraft am Bremskrafterzeuger unter Berücksichtigung der Übersetzungsverhältnisse von Gestänge und Getriebe, der Reibungszahl und des Wirkungsgrades zu bestimmen.  
Die betriebsübliche Überlast ist unter Berücksichtigung der Gewichte von Fördermitteln und Gegengewichten, der Nutzlasten, eines eventuellen Belastungsausgleichs und gegebenenfalls unterschiedlicher Seilgewichte und/oder Wickelradien zu bestimmen.
- 3.10.3. Mindestdruckauslösung, Lüftwegüberwachung  
Die Mindestdruckauslösung muss die Sicherheitsbremse auslösen, wenn der für die Fahrbremse erforderliche Mindestdruck oder der zum Lüften von Bremsgewichten oder zum Spannen von Bremsfedern erforderliche Lüftdruck unterschritten wird; sie ist auf den höchsten erforderlichen Wert einzustellen.

Die Lüftwegüberwachung muss die Sicherheitsbremse auslösen, wenn der erforderliche Lüftweg der Bremsen nicht erreicht wird. Die Überwachung ist wenigstens auf den kleinsten erforderlichen Lüftweg einzustellen.

#### 3.10.4. Trumgewichte

Bei Treibscheibenanlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 4 m/s ist das Verhältnis der Seillasten in beiden Trumen (Trumgewichte) zu bestimmen.

#### 3.10.5. Seilrutschgrenze

Bei Treibscheibenanlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s ist die rechnerische Seilrutschgrenze unter Berücksichtigung der bewegten Massen und der Reibungszahl zwischen Treibscheibenfutter und Seil sowie des Umschlingungswinkels für folgende Belastungsfälle zu bestimmen:

- betriebsübliche Überlast beim Einhängen,
- betriebsübliche Überlast bei Aufwärtsfahrt,
- leere Fördermittel <sup>1)</sup>.

An Treibscheibenanlagen darf die Seilrutschgrenze bei Sicherheitsbremsung nicht überschritten werden; daher ist die Bremskraft während des Verzögerns gegebenenfalls zu verringern (Teilbremskraft).

Bei Drucklufteinlassbremsen wird hierzu ein verringerter Fahrbremsdruck (Teilbremsdruck) eingestellt, bei Federkraftauslassbremsen wird ein bestimmter Restdruck gehalten (die Bremskraft ergibt sich dann als Differenz zwischen Federkraft und Lüftkraft).

#### 3.10.6. Verzögerungen

Die rechnerische Verzögerung durch die Fahrbremse ist für die betriebsübliche Überlast abwärts (Einhängen) zu ermitteln, auch bei Förderanlagen, die nur zur Aufwärtsförderung bestimmt sind.

Die rechnerische Verzögerung durch die Sicherheitsbremse ist für folgende Belastungsfälle zu ermitteln:

- betriebsübliche Überlast beim Einhängen,
- betriebsübliche Überlast bei Aufwärtsfahrt,
- leere Fördermittel <sup>1)</sup> (nur bei Treibscheibenanlagen),

jeweils auch bei Förderanlagen, die nur zur Aufwärtsförderung bestimmt sind.

#### 3.10.7. Bremsgestänge

Die mechanische Festigkeit des Bremsgestänges ist ohne Berücksichtigung von Wirkungsgraden für die größte Abtriebskraft des jeweiligen Bremskrafterzeugers zu berechnen.

#### 3.10.8. Reibungszahlen

Als Reibungszahlen sind bei der Berechnung einzusetzen:

$\mu_1 = 0,25$  zwischen Treibscheibenfutter und Seil.

Wenn in der Zulassung nach § 5 Abs. 1 Ziffer 6 der VO eine geringere Reibungszahl festgelegt ist oder aufgrund der Betriebsverhältnisse mit einer geringeren Reibungszahl gerechnet werden muss, gilt der geringere Wert.

Bei Futter aus organischen Werkstoffen muss vor jedem Auflegen neuer Futterklötze erneut nachgewiesen werden, dass die in der Zulassung festgelegte Reibungszahl erreicht wird;

$\mu_2 = 0,40$  zwischen Bremsbelag und Bremsflächen.

#### 3.10.9. Wirkungsgrade

Als Wirkungsgrade sind bei der Berechnung einzusetzen:

- $\eta_1 = 0,9$  - bei Gestängebremsen nach Nr. 3.11.2.3.1, Abb. 7;
- bei Gestängebremsen mit Bremsapparat, wenn Sicherheitsbremse als Haltebremse wirkt;
  - bei Lüfteinrichtungen von Gestängebremsen;

$\eta_2 = 0,8$  - bei Gestängebremsen mit Bremsapparat

- a) für die Fahrbremswirkung,
- b) für die Sicherheitsbremswirkung bei Teilbremskraft oder mit Restdruck,
- c) für die Bremsen nach Nr. 3.11.2.3.2, Abb. 8;

$\eta_3 = 0,9$  - bei gestängelosen Bremsen mit Scheibenbremsapparaten. (in den Federkennlinien nach Nr. 3.11.2.1.3, Abb. 4, ist der Wirkungsgrad für das Lüften bereits berücksichtigt.)

Höhere Wirkungsgrade sind nachzuweisen.

#### 3.10.10. Schrägförderanlagen

Die vorstehenden Anforderungen gelten für Schrägförderanlagen entsprechend. Bei der Bremsberechnung nach Nr. 3.11 sind jedoch alle Lasten durch Berücksichtigung des größten Neigungswinkels der Schrägstrecke zu reduzieren.

<sup>1)</sup> Bei Gegengewichtsanlagen für Aufwärts- und Abwärtsfahrt.

- 3.11. Muster der Bremsberechnung für Anlagen mit Treibscheibe oder mit Trommeln bis zu 2 Seillagen (Für Anlagen mit Trommel oder Doppeltrommel, bei denen die Seile in mehr als 2 Lagen gewickelt werden, kann das Muster der Bremsberechnung für Winden nach Nr. 10.7 zum Anhalt genommen werden)  
Gliederung der Nummer 3.11.
- 3.11.1. Ermittlung der **Überlasten**
- 3.11.1.1. Zusammenstellung der Massen  
Abbildung: 1a, 1b, Doppeltrümige Anlage mit Unterseil und verschiedenen Anordnungen von Treib- und Ablenkscheiben.
- 3.11.1.2. Betriebsübliche Überlasten bei verschiedenen Belastungsfällen
- 3.11.2. Ermittlung der **Bremskräfte**
- 3.11.2.1. Kräfte am Bremskrafterzeuger, Mindestdruckauslösung, Lüftwegüberwachung
- 3.11.2.1.1. Bremskrafterzeugung durch voneinander getrennte Fahr- und Sicherheitsbremse (Abbildung 7) Abbildung 2. Feder-Diagramm einer Schraubendruckfeder.
- 3.11.2.1.2. Bremskrafterzeugung mit Bremsapparaten nach den Abbildungen 8 bis 13
- 3.11.2.1.3. Bremskrafterzeugung mit Scheibenbremsapparaten nach Abbildung 3 und 4.  
Abbildung: 3a, Scheibenbremse.  
Abbildung: 3b, Wirkungsweise eines Bremskrafterzeugerpaares.  
Abbildung: 4a, 4b, Federkennlinien (einschließlich 1 Federwirkungsgrad)
- 3.11.2.2. Übersetzung der Kräfte im Bremsgestänge (Abb. 5)
- 3.11.2.2.1. Bremsgestänge am Seilträger  
Abbildung: 5a, 5b, Seilträger mit Bremsbacken und Bremsgestänge.  
Abbildung: 6, Bremsgestänge der Fahrbremse mit Getriebe und Motor.
- 3.11.2.2.2. Bremsgestänge der Fahrbremse, die zwischen Motor und Getriebe angeordnet ist
- 3.11.2.2.3. Übersetzung der Kräfte bei gestängelosen Bremsen (Scheibenbremsen)
- 3.11.2.3. Wirksame Bremskräfte am Seillaufdurchmesser (mit  $\text{etasub}(1) = 0,9$  oder  $\text{etasub}(2) = 0,8$  nach Nr. 3.10.9)
- 3.11.2.3.1. Getrennte Fahr- und Sicherheitsbremse nach Abbildung 7 (für Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 2 m/s)  
Abbildung: 7, Beispiel für Bremslüftung mit Lüftzylinder.
- 3.11.2.3.2. Einachsige Fahr- und Sicherheitsbremse nach Abbildung 8 (keine Addition der Bremskräfte von Fahr- und Sicherheitsbremse möglich)  
Abbildung: 8, Einachsige Fahr- und Sicherheitsbremse.
- 3.11.2.3.3. Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse nach Abbildung 9 mit Kraftangriff am Hauptbremshebel (keine Addition der Bremskräfte von Fahr- und Sicherheitsbremse möglich)  
Abbildung: 9, Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse.
- 3.11.2.3.4. Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse nach Abbildung 10 mit Kraftangriff am Hebel 1 (Addition der Bremskräfte von Fahr- und Sicherheitsbremse beim Auflegen beider Bremsen möglich)  
Abbildung: 10, Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse.
- 3.11.2.3.5. Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse nach Abbildung 11 mit Kraftangriff an der Verbindungsstange 8 (Addition der Bremskräfte von Fahr- und Sicherheitsbremse durch besondere Vorrichtung möglich)  
Abbildung: 11, Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse.
- 3.11.2.3.6. Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse nach Abbildung 12 mit Kraftangriff am Hauptbremshebel (Addition der Bremskräfte von Fahr- und Sicherheitsbremse beim Auflegen beider Bremsen)  
Abbildung: 12, Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse
- 3.11.2.3.7. Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse als Auslassbremse nach Abbildung 13 mit Kraftangriff am Hauptbremshebel (keine Addition der Bremskräfte von Fahr- und Sicherheitsbremse möglich)  
Abbildung: 13, Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse als Auslassbremse
- 3.11.2.3.8. Scheibenbremsen nach Abbildung 3a und 3b:
- 3.11.3. **Bremssicherheiten** als Verhältnis der Bremskräfte zu den betriebsüblichen Überlasten
- 3.11.4. Bestimmung der **Treibfähigkeit** von Treibscheiben
- 3.11.4.1. Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 4 m/s; Verhältnis der Trumgewichte
- 3.11.4.2. Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s; Berechnung der Seilrutschgrenzen.
- 3.11.4.2.1. Flurförderanlagen mit zwei Seilscheiben
- 3.11.4.2.2. Bei Turmförderanlagen mit einer Seilscheibe
- 3.11.5. **Bremsverzögerungen** bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s
- 3.11.5.1. Ermittlung der reduzierten Massen von Seilscheiben, Seilträger, Motorläufer und Getriebe
- 3.11.5.2. Zusammenstellung der bewegten Massen nach den Nrn. 3.11.1.1 und 3.11.5.1
- 3.11.5.3. Bremsverzögerungen aus den Bremskräften, den betriebsüblichen Überlasten und den bewegten Massen
- 3.11.5.3.1. Fahrbremse
- 3.11.5.3.2. Sicherheitsbremse  
(Nr. 3.11.: 24 Seiten)
- Hinweis: Für Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 4 m/s brauchen nur die Nrn. 3.11.1 bis 3.11.3 und bei Treibscheibenanlagen zusätzlich die Nr. 3.11.4.1 berücksichtigt zu werden. Die ausreichende Festigkeit des Bremsgestänges ist in der Werksbescheinigung für den Förderhaspel zu bestätigen.

3.11.1. Ermittlung der **Überlasten**

3.11.1.1. Zusammenstellung der Massen <sup>1)</sup>

a) für doppeltrümige Anlagen mit Unterseil

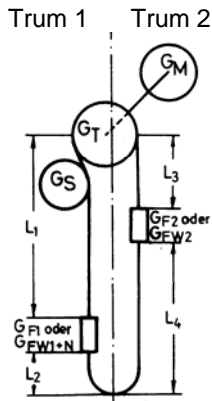


Abbildung 1a

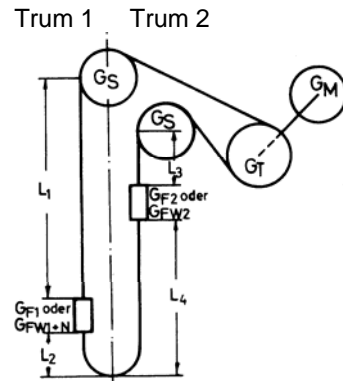


Abbildung 1b <sup>2)</sup>

Seillänge zwischen Seilscheibe/Seilträger und Seileinband, wenn das Fördermittel vorsteht:

am untersten Anschlag  $L_1 = \text{m}$   
 am obersten Anschlag  $L_3 = \text{m}$

Seillänge zwischen Unterseileinband und Unterseilbucht, wenn das Fördermittel vorsteht:

am untersten Anschlag  $L_2 = \text{m}$   
 am obersten Anschlag  $L_4 = \text{m}$

Rechnerisches Längengewicht des Förderseils  $q_{S1} = \text{kg/m}$

Anzahl der Förderseile  $Z_1 =$

Rechnerisches Längengewicht des Unterseils  $q_{S2} = \text{kg/m}$

Anzahl der Unterseile  $Z_2 =$

Seilgewichte:

$L_1 \times q_{S1} \times Z_1 \times 10^{-3} = \text{t}$

$L_2 \times q_{S2} \times Z_2 \times 10^{-3} = \text{t}$

$G_{S1} = \text{t}$

$L_3 \times q_{S1} \times Z_1 \times 10^{-3} = \text{t}$

$L_4 \times q_{S2} \times Z_2 \times 10^{-3} = \text{t}$

$G_{S2} = \text{t}$

Differenz zwischen den Seilgewichten  $G_{S1}$  und  $G_{S2}$

$G_{SÜ} = \text{t}^{1)}$

Nutzlast

$N = \text{t}$

(im Falle von Güterförderung und Seilfahrt ist der größere Wert hier einzusetzen)

Gewicht der leeren Wagen je Fördermittel

$G_W = \text{t}$

(Anzahl: Stück je kg Eigengewicht)

Fördermittelgewicht

mit Zwischengeschirr und Unterseilaufhängung

$G_{F1} = \text{t}$

mit leeren Wagen bei Gestellen

$G_{FW1} = \text{t}$

Gewicht des anderen Fördermittels mit geringerem Gewicht

$G_{F2} = \text{t}$

oder

$G_{FW2} = \text{t}$

Fördermittelübergewicht

$G_{F1} - G_{F2} = G_{FÜ}$

$G_{FÜ} = \text{t}$

(gegebenenfalls mit  $G_W$ )

Gewicht des Gegengewichts mit Zwischengeschirr und Unterseilaufhängung

$G_G = \text{t}$

Gewicht des Belastungsausgleichs (sofern dies erforderlich ist)

$G_{BA} = \text{t}$

b) für Anlagen ohne Unterseil

Bei doppeltrümigen oder eintrümigen Anlagen ohne Unterseil ist als Seilübergewicht das Seilgewicht einzusetzen, das sich bei tiefster Stellung des Fördermittels ergibt (vergleiche Nr. 3.11.1.2 e);

$G_S = L_1 \times q_S \times 10^{-3} = \text{t}$

Im Übrigen sind die Massen wie oben zu ermitteln.

<sup>1)</sup> Im Folgenden wird die herkömmliche Bezeichnung „Gewichte“ beibehalten.

<sup>2)</sup> Bei Flurförderanlagen, insbesondere mit übereinander liegenden Seilscheiben, sind erforderlichenfalls die vertikalen Gewichtsanteile aus den Seillängen zwischen Seilscheiben und Seilträger zu berücksichtigen. Bei Anlagen nach dem Berghoffprinzip müssen diese Anteile in jedem Fall berücksichtigt werden.

<sup>1)</sup> Bei Anlagen mit übereinander liegenden Seilscheiben und gleichen rechnerischen Längengewichten von Förder- und Unterseilen braucht  $G_{SÜ}$  nicht berücksichtigt zu werden.

3.11.1.2. Betriebsübliche Überlasten bei verschiedenen Belastungsfällen

a) Anlage mit gleich schweren Fördermitteln

1. mit Nutzlast:  $\ddot{U}_{1a} = N + G_{S\ddot{U}} \quad t$   
 2. leer (ohne  $G_W$ ):  $\ddot{U}_{1b} = G_{S\ddot{U}} \quad t$

b) Anlagen mit ungleich schweren Fördermitteln

1. mit Nutzlast:  $\ddot{U}_{2a} = N + G_{S\ddot{U}} + G_{F\ddot{U}} \quad t$   
 2. leer (ohne  $G_W$ ):  $\ddot{U}_{2b} = G_{S\ddot{U}} + G_{F\ddot{U}} \quad t$

c) Anlagen mit Gegengewicht

1. mit Nutzlast:  $\ddot{U}_{3a} = N + G_{S\ddot{U}} + G_F - G_G \quad t$   
 (bei Wagenförderung zusätzlich  $G_W$ )  
 2. leer (ohne  $G_W$ ):  $\ddot{U}_{3b} = G_G + G_{S\ddot{U}} - G_F \quad t$

d) Anlagen mit Belastungsausgleich bei gleich schweren Fördermitteln

1. mit Nutzlast:  $\ddot{U}_{4a} = N + G_{S\ddot{U}} - G_{BA} \quad t$   
 2. leer (ohne  $G_W$ ):  $\ddot{U}_{4b} = G_{S\ddot{U}} + G_{BA} \quad t$

Bei anderen Belastungsfällen ist  $G_{F\ddot{U}}$  oder  $G_W$  entsprechend zu berücksichtigen.

e) Anlagen ohne Unterseil, mit Doppeltrommel:

1. mit Nutzlast:  $\ddot{U}_{5a} = N + G_S (+ G_{F\ddot{U}}) \quad t$   
 2. leer (ohne  $G_W$ ):  $\ddot{U}_{5b} = G_S (+ G_{F\ddot{U}}) \quad t$   
 3. beim Verstecken:  $\ddot{U}_{5c} = G_S + G_F \quad t$

mit einer Trommel:

1. mit Nutzlast:  $\ddot{U}_{5d} = N + G_S + G_F \quad t$   
 2. leer (ohne  $G_W$ ):  $\ddot{U}_{5e} = G_S + G_F \quad t$

3.11.2. Ermittlung der Bremskräfte<sup>1)</sup>

3.11.2.1. Kräfte am Bremskrafterzeuger, Mindestdruckauslösung, Lüftwegüberwachung

3.11.2.1.1. Bremskrafterzeugung durch voneinander getrennte Fahr- und Sicherheitsbremse (Abbildung 7)

Diese Bremsen werden mit Hand- oder Fußhebel, pneumatisch oder hydraulisch gelüftet.

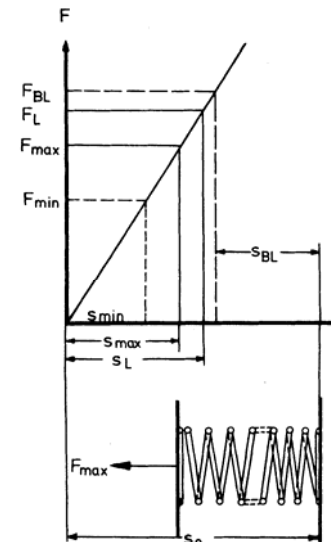
Am Bremskrafterzeuger ergeben sich folgende Kräfte:

Gewichtskraft der Fahrbremse  $F_{oF} = \quad \text{kN}$   
 Gewichtskraft der Sicherheitsbremse  $F_{oS} = \quad \text{kN}$

Bei Federkraftbremsen (nach Federkennlinie Abbildung 2)<sup>2)</sup>

$F_{oF \text{ min}} = \quad \text{kN}$   
 $F_{oS \text{ min}} = \quad \text{kN}$   
 $F_{oS \text{ max}} = \quad \text{kN}$

Feder-Diagramm einer Schraubendruckfeder



- F = Federkraft in N
- F<sub>L</sub> = Federkraft bei gelüfteter Bremse
- s = Federweg in mm
- s<sub>BL</sub> = Blocklänge in mm
- s<sub>O</sub> = Gesamtlänge in mm
- c = Federkonstante = F/s in N/mm
- Z = Anzahl der Federn

Federkrafttoleranz: v. H. (nur +Werte)

F<sub>max</sub> und F<sub>min</sub> sind die Grenzen des Arbeitsbereiches der Feder bis zum zulässigen Verschleiß des Bremsbelags

$F_{o \text{ max}} = Z \times F_{\text{max}}$   
 $F_{o \text{ min}} = Z \times F_{\text{min}}$

Abbildung 2

1) Kräfte in kN; Flächen in cm<sup>2</sup>; Drücke in kN/cm<sup>2</sup>; Umrechnungsfaktor: 1 kN/cm<sup>2</sup> = 100 bar; eingestellte Drücke in bar.

2) siehe Nr. 3.9.7.6.



Lüften der Bremsen:

Lüftzylinder:

Kolbendurchmesser  $d_L =$  cm

Fläche  $A_L = \frac{\pi \times d_L^2}{4} =$  cm<sup>2</sup>

Bei durchgehender Kolbenstange K ist der Stangenquerschnitt  $\pi \times d_k^2 / 4$  abzuziehen.

Erforderlicher Mindestdruck zum Lüften der Fahr- und / oder Sicherheitsbremse:

a) Lüftdruck in Achse des Gewichts oder der Feder wirkend

$p_{L \min} = \frac{F_o}{\eta_1 \times A_L} =$  kN/cm<sup>2</sup>

$p_{L \min} =$  bar

b) Lüftdruck bei Anordnung der Lüftvorrichtung nach Abbildung 7

$p_{L \min} = \frac{F_o}{\eta_1 \times A_L} \times \frac{l_9}{l_{11}} =$  kN/cm<sup>2</sup>

$p_{L \min} =$  bar

Die Mindestdruckauslösung ist einzustellen auf  $p_{MA} =$  bar

c) Lüftkraft des Verstellgerätes nach Herstellerangabe  $F_L =$  kN

wobei  $F_L > F_o \times \frac{l_9}{l_{11}}$  sein muss (Abbildung 7).

### 3.11.2.1.2. Bremskrafterzeugung mit Bremsapparaten nach den Abbildungen 8 bis 13

Bauartzulassung Nr.:

a) Fahrbremse

1. als Einlassbremse  
(Druckmedium erzeugt die Bremskraft)

Fahrbremszylinder:

Kolbendurchmesser  $d_F =$  cm

Fläche  $A_F = \frac{\pi \times d_F^2}{4} =$  cm<sup>2</sup>

bei durchgehender Kolbenstange K<sub>1</sub> ist der Stangenquerschnitt  $\pi \times d_{k1}^2 / 4$  abzuziehen.

Kraft  $F_{oF}$  am Abtrieb des Fahrbremszylinders

mit  $p_{\max} =$  kN/cm<sup>2</sup>,  $p_{\min} =$  kN/cm<sup>2</sup>

(z. B. nach Herstellerangabe):

$F_{oF \max} = A_F \times p_{\max} =$  kN

$F_{oF \min} = A_F \times p_{\min} =$  kN<sup>1)</sup>

2. als Auslassbremse  
(Druckmedium lüftet gegen Gewichts- oder Federkraft)

Kraft  $F_{oF}$  am Bremskrafterzeuger:

mit Gewicht  $F_{oF} =$  kN

mit Feder (nach Federkennlinie Abbildung 2)  $F_{oF \max} =$  kN

$F_{oF \min} =$  kN<sup>1)</sup>

Lüften der Bremse:

Lüftzylinder:

Kolbendurchmesser  $d_L =$  cm

Fläche  $A_L = \frac{\pi \times d_L^2}{4} =$  cm<sup>2</sup>

Bei durchgehender Kolbenstange K<sub>2</sub> ist der Stangenquerschnitt  $\pi \times d_{k2}^2 / 4$  abzuziehen.

Erforderlicher Mindestdruck zum Lüften der Fahrbremse bei Anordnung der Lüftvorrichtung nach Abbildung 13:

$p_{L \min} = \frac{F_{oL \min}}{\eta_1 \times A_L} \times \frac{l_9}{l_{11}} =$  kN/cm<sup>2</sup>

$p_{L \min} =$  bar

b) Sicherheitsbremse

1. Sicherheitsbremsung **ohne** Teilbremskraft:

Gewichtskraft der Sicherheitsbremse  $F_{oS} =$  kN

Bei Federkraftbremsen sind  $F_{oS \max}$  und  $F_{oS \min}$  einzusetzen.

2. Sicherheitsbremsung **mit** Teilbremskraft:

2.1. Bei Einlassbremsen ergibt sich mit dem einstellbaren Teilbremsdruck  $p_T$  die Kraft am Bremskrafterzeuger

$F_{oS(T)} = p_T \times A_F =$  kN

2.2. Bei Auslassbremsen ergibt sich mit dem Restdruck  $p_R$  die Kraft am Bremskrafterzeuger

$F_{oS(T)} = F_{oF} - F_{oL} =$  kN

Die Teilbremskraft bei Sicherheitsbremsung errechnet sich nach den Nrn. 3.11.2.3.3 bis 3.11.2.3.7.

<sup>1)</sup> Bei Förderhäspeln genügt  $F_{oF \min}$

3. Die Haltekraft nach dem Verzögern bei Sicherheitsbremsung ergibt sich aus der Gewichtskraft des Bremsgewichtes oder der minimalen Federkraft.

4. Lüften der Bremse:

Lüftzylinder:

Kolbendurchmesser  $d_L =$  cm

Fläche  $A_L = \frac{\pi \times d_L^2}{4}$  cm<sup>2</sup>

Bei durchgehender Kolbenstange  $K_3$  ist der Stangenquerschnitt  $\pi \times d_{k3}^2 / 4$  abzuziehen.

Erforderlicher Mindestdruck zum Lüften der Sicherheitsbremse:

4.1. Lüftdruck in Achse des Gewichts oder der Feder wirkend (Abbildungen 8, 9, 12)

$p_{L \min} = \frac{F_{oS}}{\eta_1 \times A_L} =$  kN/cm<sup>2</sup>

$p_{L \min} =$  bar

4.2. Lüftdruck bei Anordnung der Lüftvorrichtung nach den Abbildungen 10 und 11

$p_{L \min} = \frac{F_{oS}}{\eta_1 \times A_L} \times \frac{l_9}{l_{11}} =$  kN/cm<sup>2</sup>

$p_{L \min} =$  bar

4.3. Bei Bremsapparaten nach Abbildung 13 wird die Sicherheitsbremse zusammen mit der Fahrbremse (Auslassbremse) gelüftet. Ein besonderer Nachweis für das Lüften der Sicherheitsbremse ist daher in diesem Fall nicht erforderlich.

c) Mindestdruckauslösung

Mindestdruckauslösung ist einzustellen auf den größeren der beiden Werte  $p_{L \min}$  der Sicherheitsbremse und  $p_{\min}$  der Fahrbremse;

Einstellung auf  $p_{MA} =$  bar

d) Lüftwegüberwachung

Kleinster Lüftweg, bei dem die Bremsbeläge nicht mehr schleifen  $s_{\min} =$  mm

Lüftwegüberwachung eingestellt auf  $s_L =$  mm

( $\geq s_{\min}$ )

3.11.2.1.3. Bremskrafterzeugung mit Scheibenbremsapparaten nach Abbildung 3 und 4

Bauartzulassung Nr.:

Lüftweg:  $s_{\min} =$  mm

$s_{\max} =$  mm

a) Federkraft **eines** Bremskrafterzeugers nach Angabe des Herstellers (Diagramm, einschließlich Federwirkungsgrad):

1. Fahrbremse:

Bei  $s_{\min}$   $F_{oF \max} =$  kN <sup>1) 2)</sup>

Bei  $s_{\max}$   $F_{oF \min} =$  kN

2. Sicherheitsbremse:

- ohne Teilbremskraft

$F_{oS} = F_{oF}$

- mit Teilbremskraft

$F_{oS(T) \max} =$  kN

$F_{oS(T) \min} =$  kN

beide bei Restdruck  $p_R =$  bar

Die Teilbremskraft errechnet sich nach Nr. 3.11.2.3.8.

b) Lüftkraft bis zum vollständigen Lüften  $F_{L \min} =$  kN

Lüften der Bremse:

Kolbendurchmesser  $d_L =$  cm

Kolbenfläche  $A_L = \frac{\pi \times d_L^2}{4} =$  cm<sup>2</sup>

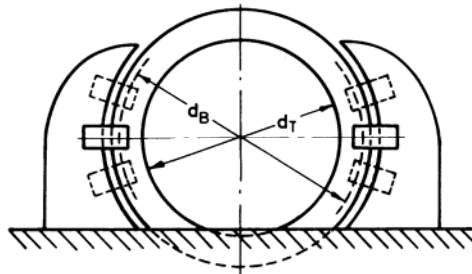
Bei der Berechnung ist die wirksame Kolbenfläche zugrunde zu legen.

<sup>1)</sup> vergleiche Nr. 3.9.7.6.

<sup>2)</sup> Bei Förderhäspeln genügt  $F_{oF \min}$

Scheibenbremse (Schema)

Anordnung der Bremskrafterzeuger



$d_T$  = Seillaufdurchmesser

$d_B$  = wirksamer Brems-  
scheibendurchmesser

Abbildung 3a

Wirkungsweise eines  
Bremskrafterzeugerpaars

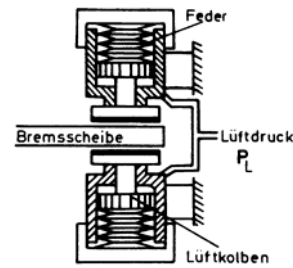


Abbildung 3b

Federkennlinien (einschließlich Federwirkungsgrad)  
schematisch

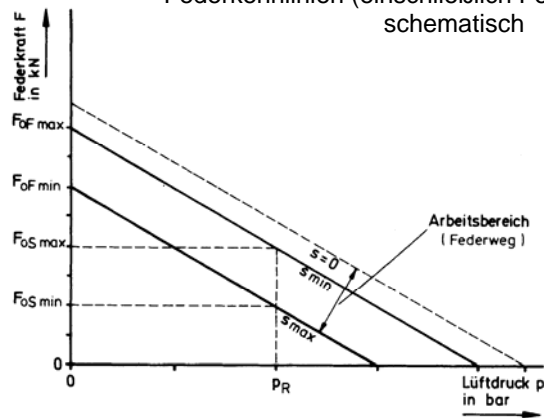


Abbildung 4a

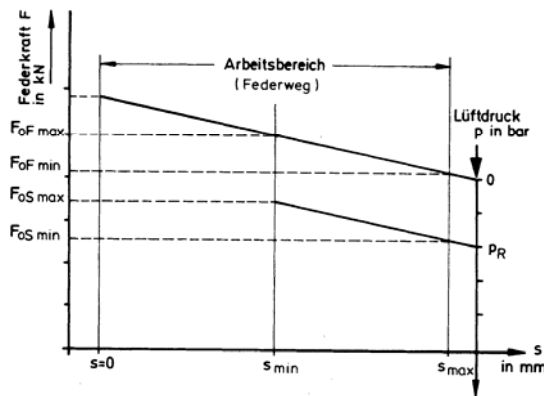


Abbildung 4b

Erforderlicher Mindestdruck zum Lüften eines Kolbens

$$p_{min} = \frac{F_{Lmin}}{A_L} = \text{kN/cm}^2$$

$$p_{min} = \text{bar}$$

Kleinster zulässiger Lüftweg  $s_{min} = \text{mm}$

Lüftwegüberwachung eingestellt auf  $s_L = \text{mm}$

$$(\geq s_{min})$$

3.11.2.2. Übersetzung der Kräfte im Bremsgestänge (Abb. 5)

3.11.2.2.1. Bremsgestänge am Seilträger

Hebellänge  $l_1 = \text{cm}$

Hebellänge  $l_2 = \text{cm}$

Abstände zum Gestängedrehpunkt  $l_3 = \text{cm}$

$l_4 = \text{cm}$

Abstände zur Mitte Bremsbacke  $l_5 = \text{cm}$

$l_6 = \text{cm}$

Länge der Zugstange  $l_7 = \text{cm}$

Bremskranzdurchmesser  $d_B = \text{cm}$

Seillaufdurchmesser, bezogen auf  
Seilmitte  $d_T = \text{cm}$

Reibwert  $\mu_2 = 0,4$

Übersetzungsverhältnis, bezogen auf Seilmitte

$$i = \frac{l_1}{l_2} \times \left( \frac{l_3}{l_5} + \frac{l_4}{l_6} \right) \times \frac{d_B}{d_T} \times \mu_2$$

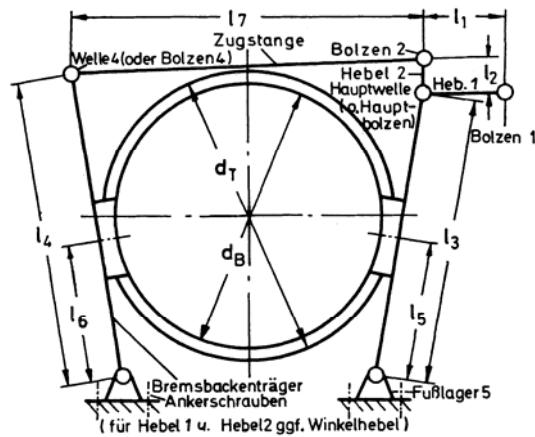


Abbildung 5a

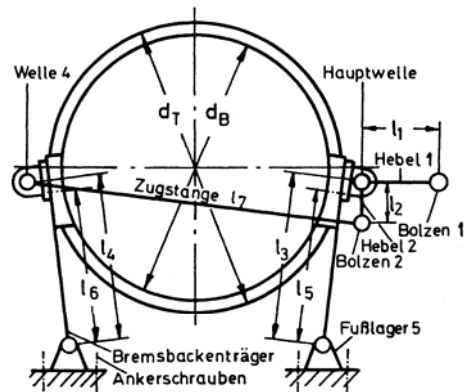


Abbildung 5b

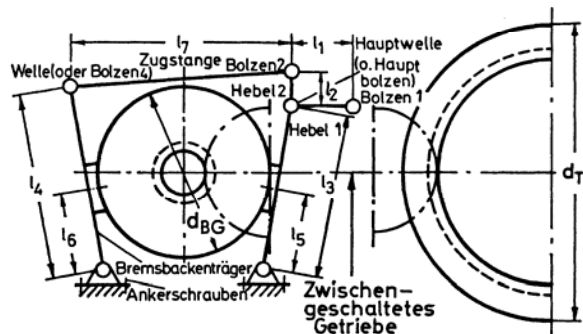


Abbildung 6

3.11.2.2.2. Bremsgestänge der Fahrbremse, die zwischen Motor und Getriebe angeordnet ist

Hebellänge	$l_1$	=	cm
Hebellänge	$l_2$	=	cm
Abstände zum Gestängedrehpunkt	$l_3$	=	cm
	$l_4$	=	cm
Abstände zur Mitte Bremsbacke	$l_5$	=	cm
	$l_6$	=	cm
Länge der Zugstange	$l_7$	=	cm
Bremskranzdurchmesser	$d_{BG}$	=	cm
Seillaufdurchmesser, bezogen auf Seilmitte	$d_T$	=	cm
Drehzahl des Bremskranzes	$n_{BG}$	=	$\text{min}^{-1}$
Drehzahl des Seilträgers	$n_T$	=	$\text{min}^{-1}$
Reibwert	$\mu_2$	=	0,4

Übersetzungsverhältnis, bezogen auf Seilmitte

$$i_G = \frac{l_1}{l_2} \times \left( \frac{l_3}{l_5} + \frac{l_4}{l_6} \right) \times \frac{n_{GB}}{n_T} \times \frac{d_{BG}}{d_T} \times \mu_2$$

3.11.2.2.3. Übersetzung der Kräfte bei gestängellosen Bremsen (Scheibenbremsen)

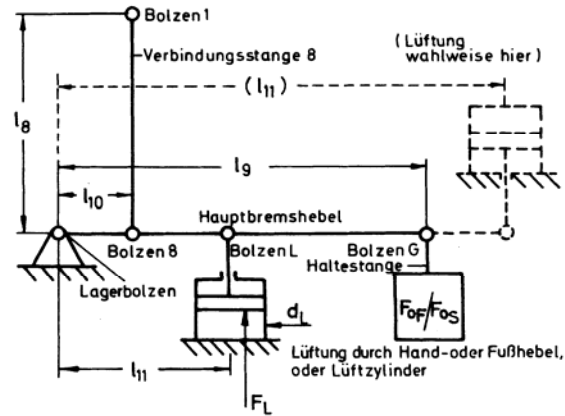
Bremsscheibendurchmesser, bezogen auf Bremsbelagmitte	$d_B$	=	cm
Seillaufdurchmesser, bezogen auf Seilmitte	$d_T$	=	cm
Reibwert	$\mu_2$	=	0,4

Übersetzungsverhältnis, bezogen auf Seilmitte

$$i = \frac{d_B}{d_T} \times \mu_2$$

3.11.2.3. Wirksame Bremskräfte am Seillaufdurchmesser  
(mit  $\eta_1 = 0,9$  oder  $\eta_2 = 0,8$  nach Nr. 3.10.9)

3.11.2.3.1. Getrennte Fahr- und Sicherheitsbremse nach Abbildung 7  
(für Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 2 m/s)



(Beispiel mit Lüftzylinder)

Abbildung 7

Verbindungsstange	$l_8$	=	cm
Hauptbremshebel	$l_9$	=	cm
Abstand Lager/Verbindungsstange	$l_{10}$	=	cm
Abstand Lager/Lüftvorrichtung	$l_{11}$	=	cm

a) Fahrbremmung:

$$F_F = i \times \frac{l_9}{l_{10}} \times F_{oF} \times \eta_1 = \text{ kN}$$

Bei Anordnung der Fahrbremse zwischen Motor und Getriebe ist stattdessen einzusetzen:

$$F_F = i_G \times \frac{l_9}{l_{10}} \times F_{oF} \times \eta_1 = \text{ kN}$$

b) Sicherheitsbremmung:

$$F_S = i \times \frac{l_9}{l_{10}} \times F_{oS} \times \eta_1 = \text{ kN}$$

Bei Federkraftbremsen ist  $F_{oF \min}$  und  $F_{oS \min}$  einzusetzen (vergleiche Nr. 3.11.2.1.1).

3.11.2.3.2. Einachsige Fahr- und Sicherheitsbremse nach Abbildung 8 (keine Addition der Bremskräfte von Fahr- und Sicherheitsbremse möglich)

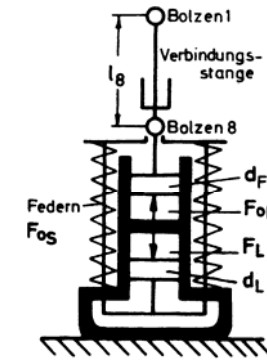


Abbildung 8

a) Fahrbremmung:

$$F_F = i \times F_{oF \min} \times \eta_2 = \text{ kN}$$

b) Sicherheitsbremmung:

$$F_S = i \times F_{oS \min} \times \eta_2 = \text{ kN}$$

c) Sicherheitsbremse als Haltebremse:

$$F_H = F_S$$

3.11.2.3.3. Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse nach Abbildung 9 mit Kraftangriff am Hauptbremshebel.  
(keine Addition der Bremskräfte von Fahr- und Sicherheitsbremse möglich)

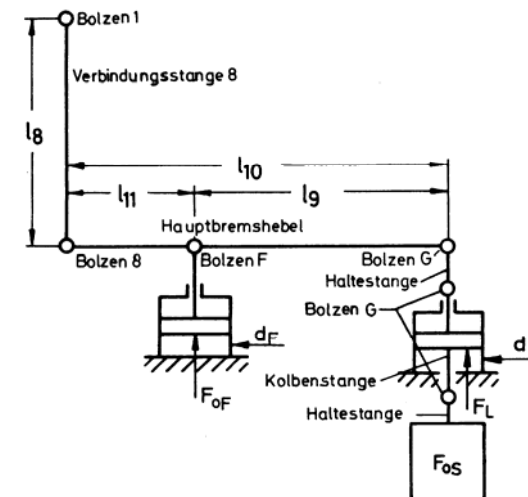


Abbildung 9

Verbindungsstange	$l_8$	=	cm
Abstand Fahrbremszylinder / Bremsgewicht	$l_9$	=	cm
Hauptbremshebel	$l_{10}$	=	cm
Abstand Verbindungsstange/ Fahrbremszylinder	$l_{11}$	=	cm

a) Fahrbremmung:

$$F_F = i \times \frac{l_9}{l_{10}} \times F_{oF \min} \times \eta_2 = \text{kN}$$

b) Sicherheitsbremung mit Teilbremskraft: <sup>1)</sup>

$$F_S = F_F \times \frac{p_T}{p_{\min}} = \text{kN}$$

mit Teilbremsdruck  $p_T = \text{kN/cm}^2$   
= bar

c) Sicherheitsbremse als Haltebremse:

$$F_H = i \times \frac{l_9}{l_{11}} \times F_{oS} \times \eta_1 = \text{kN}$$

3.11.2.3.4. Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse nach Abbildung 10 mit Kraftangriff am Hebel 1  
(Addition der Bremskräfte von Fahr- und Sicherheitsbremse beim Auflegen beider Bremsen möglich)

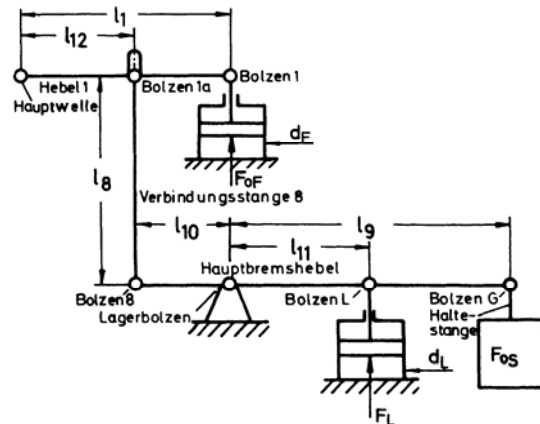


Abbildung 10

<sup>1)</sup> Wirkungsgrad in  $F_F$  enthalten, daher Wirkungsgrad bei  $p_T$  und  $p_{\min}$  nicht mehr berücksichtigt.

Verbindungsstange	$l_8$	=	cm
Abstand Lager/Bremsgewicht	$l_9$	=	cm
Abstand Lager/Verbindungsstange	$l_{10}$	=	cm
Abstand Lager/Lüftzylinder	$l_{11}$	=	cm
Teillänge am Hebel 1	$l_{12}$	=	cm

a) Fahrbremmung:

$$F_F = i \times F_{oF \min} \times \eta_2 = \text{kN}$$

b) Sicherheitsbremung mit Teilbremskraft: <sup>1)</sup>

$$F_S = F_F \times \frac{p_T}{p_{\min}} = \text{kN}$$

mit Teilbremsdruck  $p_T = \frac{l_9}{l_{11}} \times \frac{F_{oS}}{A_L} = \text{kN/cm}^2$   
 $p_T = \text{bar}$

c) Sicherheitsbremse als Haltebremse:

$$F_H = i \times \frac{l_9}{l_{10}} \times \frac{l_{12}}{l_1} \times F_{oS} \times \eta_1 = \text{kN}$$

3.11.2.3.5. Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse nach Abbildung 11 mit Kraftangriff an der Verbindungsstange 8  
(Addition der Bremskräfte von Fahr- und Sicherheitsbremse durch besondere Vorrichtung möglich)

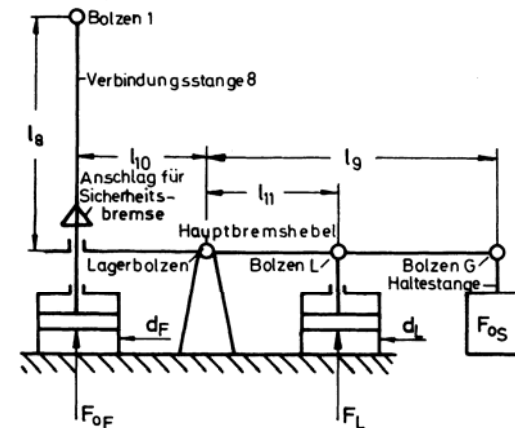


Abbildung 11

Verbindungsstange	$l_8$	=	cm
Abstand Lager/Bremsgewicht	$l_9$	=	cm
Abstand Lager/Verbindungsstange	$l_{10}$	=	cm
Abstand Lager/Lüftzylinder	$l_{11}$	=	cm

<sup>1)</sup> siehe Erläuterung <sup>1)</sup> zu Nr. 3.11.2.3.3.

a) Fahrbremmung:

$$F_F = i \times F_{oF \min} \times \eta_2 = \text{ kN}$$

b) Sicherheitsbremmung mit Teilbremskraft: <sup>1)</sup>

$$F_S = F_F \times \frac{p_T}{p_{\min}} = \text{ kN}$$

mit Teilbremsdruck  $p_T = \frac{l_9}{l_{11}} \times \frac{F_{oS}}{A_L} = \text{ kN/cm}^2$

$$p_T = \text{ bar}$$

c) Sicherheitsbremmung als Haltebremmung:

$$F_H = i \times \frac{l_9}{l_{10}} \times F_{oS} \times \eta_1 = \text{ kN}$$

3.11.2.3.6. Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremmung nach Abbildung 12 mit Kraftangriff am Hauptbremshebel  
(Addition der Bremskräfte von Fahr- und Sicherheitsbremmung beim Auflegen beider Bremsen)

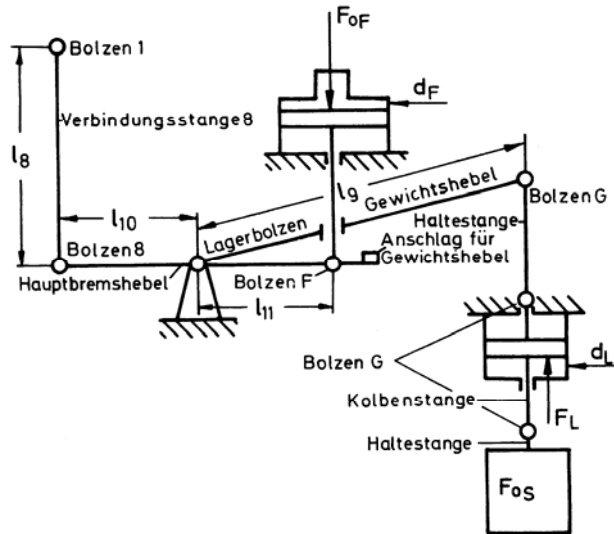


Abbildung 12

<sup>1)</sup> siehe Erlauferung <sup>1)</sup> zu Nr. 3.11.2.3.3.

Verbindungsstange  $l_8 = \text{ cm}$

Gewichtshebel  $l_9 = \text{ cm}$

Abstand Lager/Verbindungsstange  $l_{10} = \text{ cm}$

Abstand Lager/Fahrbremszylinder  $l_{11} = \text{ cm}$

a) Fahrbremmung:

$$F_F = i \times \frac{l_{11}}{l_{10}} \times F_{oF \min} \times \eta_2 = \text{ kN}$$

b) Sicherheitsbremmung mit Teilbremskraft: <sup>1)</sup>

$$F_S = F_F \times \frac{p_T}{p_{\min}} = \text{ kN}$$

mit Teilbremsdruck  $p_T = \text{ kN/cm}^2$

$$p_T = \text{ bar}$$

c) Sicherheitsbremmung als Haltebremmung:

$$F_H = i \times \frac{l_9}{l_{10}} \times F_{oS} \times \eta_1 = \text{ kN}$$

3.11.2.3.7. Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremmung als Auslassbremmung nach Abbildung 13 mit Kraftangriff am Hauptbremshebel  
(keine Addition der Bremskräfte von Fahr- und Sicherheitsbremmung möglich)

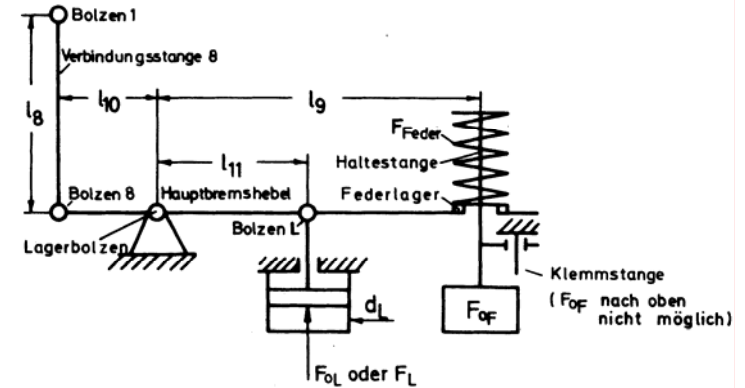


Abbildung 13

Verbindungsstange  $l_8 = \text{ cm}$

Abstand Lager/Bremsgewicht  $l_9 = \text{ cm}$

Abstand Lager/Verbindungsstange  $l_{10} = \text{ cm}$

Abstand Lager/Lüftzylinder  $l_{11} = \text{ cm}$

<sup>1)</sup> siehe Erlauferung <sup>1)</sup> zu Nr. 3.11.2.3.3.

a) Fahrbremmung:

$$F_F = i \times \frac{l_9}{l_{10}} \times F_{oF} \times \eta_1 = \quad \text{kN}$$

b) Sicherheitsbremmung mit Teilbremskraft durch Restdruck:

$$F_S = i \times \frac{l_9}{l_{10}} \times (F_{oF} - F_{oL} \times \frac{l_{11}}{l_9}) \times \eta_2 = \quad \text{kN}$$

$$\text{mit Lüftkraft } F_{oL} = p_R \times A_L = \quad \text{kN}$$

$$\text{und dem Restdruck im Lüftzylinder } p_R = \quad \text{kN/cm}^2$$

$$p_R = \quad \text{bar}$$

c) Sicherheitsbremmung ohne Restdruck, als Haltebremmung:

$$F_H = F_F$$

3.11.2.3.8. Scheibenbremsen nach Abbildung 3a und 3b:

$$\text{Anzahl der Bremskraftezeugerpaare } z_3 = \quad \text{Stück}$$

a) Fahrbremmung:

$$F_F = i \times 2 \times F_{oF \min} \times \eta_3 \times z_3 = \quad \text{kN}$$

b) Sicherheitsbremmung mit Teilbremskraft durch Restdruck <sup>1)</sup>

$$F_{S \max} = i \times 2 \times F_{oS(T) \max} \times \eta_3 \times z_3 = \quad \text{kN}$$

$$\text{mit Restdruck } p_R = \frac{F_{oF \max} - F_{oS(T) \max}}{A_L} = \quad \text{kN/cm}^2$$

bei zulässigem Verschleiß:

$$F_{S \min} = i \times 2 \times F_{oS(T) \min} \times \eta_3 \times z_3 = \quad \text{kN}$$

$$\text{mit Restdruck } p_R = \frac{F_{oF \min} - F_{oS(T) \min}}{A_L} = \quad \text{kN/cm}^2$$

$$p_R = \quad \text{bar}$$

c) Sicherheitsbremmung ohne Restdruck als Haltebremmung:

$$F_H = F_F$$

3.11.3. **Bremssicherheiten** als Verhältnis der Bremskräfte zu den betriebsüblichen Überlasten

Als Überlast  $\ddot{U}$  ist der entsprechende Wert aus Nr. 3.11.1.2 einzusetzen; für die Erdbeschleunigung  $g$  kann der abgerundete Wert  $10 \text{ m/s}^2$  eingesetzt werden.

<sup>1)</sup> Mit den Formeln für den Restdruck kann der aus der Federkennlinie entnommene Wert  $p_R$  nachgeprüft werden.

a) Fahrbremmung:

$$v_F = \frac{F_F}{\ddot{U} \times g} \quad (\geq 3\text{fach})$$

b) Sicherheitsbremmung (als Haltebremmung):

$$v_H = \frac{F_H}{\ddot{U} \times g} \quad (\geq 3\text{fach})$$

c) Versteckbremmung bei Anlagen mit Doppeltrommel:

$$v_V = \frac{F_V}{\ddot{U}_{5c} \times g} \quad (\geq 1,5\text{fach})$$

3.11.4. Bestimmung der **Treibfähigkeit** von Treibscheiben

3.11.4.1. Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 4 m/s;

Das Verhältnis  $\varphi$  der Trumgewichte ist

$$\varphi = \frac{G_z}{G_z - \ddot{U}}$$

und darf den Grenzwert  $0,8 \times e^{\mu_1 \alpha}$  nicht überschreiten.

Dabei ist

$$G_z = \text{größtes Trumgewicht (entsprechend Gesamtgewicht aus Datenblatt)} = \quad \text{t}$$

$$\ddot{U} = \text{Betriebsübliche Überlast nach Nr. 3.11.1.2} = \quad \text{t}$$

$$\mu_1 = \text{Reibungszahl des Seils auf der Treibscheibe} = \quad 0,25$$

$$\alpha = \text{Umschlingungswinkel des Seils auf der Treibscheibe} = \quad ^\circ$$

$$\text{Verhältnis der Trumgewichte } \varphi =$$

$$\text{Grenzwert } (0,8 \times e^{\mu_1 \alpha}) =$$

Für Anlagen mit Gegengewicht ist zusätzlich das Verhältnis der Trumgewichte bei leerem Fördermittel nachzuweisen.

3.11.4.2. Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s;

Berechnung der Seilrutschgrenzen

Massen nach Nr. 3.11.1.1 und Überlasten nach Nr. 3.11.1.2 einsetzen; Wert von  $e^{\mu_1 \alpha}$  aus nachstehender Tabelle entnehmen;  $G_{Sch}$  nach Nr. 3.11.5.1 einsetzen, bei Mehrseilförderanlagen  $G_{Sch} \times z_4$ , wobei  $z_4$  die der Anzahl der Seile entsprechende Zahl der Seilscheiben ist.



Als Seilgewicht  $G_{S1,2}$  ist jeweils das kleinere der beiden Seilgewichte  $G_{S1}$  und  $G_{S2}$  einzusetzen.

Bei Fördergefäßen tritt  $G_{F2}$  an die Stelle von  $G_{FW2}$ .

Umschlingungswinkel $\alpha$		$e^{\mu\alpha}$
Grad	Bogenmaß	
175	$0,97 \times \pi$	2,15
180	$1,00 \times \pi$	2,19
185	$1,03 \times \pi$	2,24
190	$1,05 \times \pi$	2,29
195	$1,08 \times \pi$	2,34
200	$1,11 \times \pi$	2,39
205	$1,14 \times \pi$	2,45
210	$1,17 \times \pi$	2,50
215	$1,20 \times \pi$	2,56
220	$1,22 \times \pi$	2,61

3.11.4.2.1. Flurförderanlagen mit zwei Seilscheiben

mit betriebsüblicher Überlast beim Einhängen:

$$a_1 = \frac{(G_{FW2} + G_{S1,2}) \times (e^{\mu\alpha} - 1) - \ddot{U}}{(G_{FW2} + G_{S1,2} + G_{Sch}) \times (e^{\mu\alpha} + 1) + \ddot{U}} \times g \quad m/s^2$$

mit betriebsüblicher Überlast bei Aufwärtsfahrt:

$$a_2 = \frac{(G_{FW2} + G_{S1,2}) \times (e^{\mu\alpha} - 1) + \ddot{U} \times e^{\mu\alpha}}{(G_{FW2} + G_{S1,2} + G_{Sch}) \times (e^{\mu\alpha} + 1) + \ddot{U} \times e^{\mu\alpha}} \times g \quad m/s^2$$

mit leeren Fördermitteln ( $G_{F2}$  ohne  $G_W$ ):

$$a_3 = \frac{(G_{F2} + G_{S1,2}) \times (e^{\mu\alpha} - 1)}{(G_{F2} + G_{S1,2} + G_{Sch}) \times (e^{\mu\alpha} + 1)} \times g \quad m/s^2$$

3.11.4.2.2. Bei Turmförderanlagen mit einer Seilscheibe mit betriebsüblicher Überlast beim Einhängen:

$$a_4 = \frac{(G_{FW2} + G_{S1,2}) \times (e^{\mu\alpha} - 1) - \ddot{U}}{(G_{FW2} + G_{S1,2}) \times (e^{\mu\alpha} + 1) + G_{Sch} \times e^{\mu\alpha} + \ddot{U}} \times g \quad m/s^2$$

mit betriebsüblicher Überlast bei Aufwärtsfahrt:

$$a_5 = \frac{(G_{FW2} + G_{S1,2}) \times (e^{\mu\alpha} - 1) - \ddot{U} \times e^{\mu\alpha}}{(G_{FW2} + G_{S1,2}) \times (e^{\mu\alpha} + 1) + G_{Sch} \times e^{\mu\alpha} + \ddot{U} \times e^{\mu\alpha}} \times g \quad m/s^2$$

mit leeren Fördermitteln ( $G_{F2}$  ohne  $G_W$ ):

$$a_6 = \frac{(G_{F2} + G_{S1,2}) \times (e^{\mu\alpha} - 1)}{(G_{F2} + G_{S1,2}) \times (e^{\mu\alpha} + 1) + G_{Sch} \times e^{\mu\alpha}} \times g \quad m/s^2$$

3.11.5. Bremsverzögerungen bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s

3.11.5.1. Ermittlung der reduzierten Massen von Seilscheiben, Seilträger, Motorläufer und Getriebe <sup>1)</sup>

a) Seilscheiben:

Anzahl	$Z_4$	=	Stück
Durchmesser	$d_{Sch}$	=	m
Trägheitsmoment	$J_{Sch}$	=	$tm^2$

Reduzierte Masse einer Seilscheibe, bezogen auf Seilmitte:

$$G_{Sch} = \frac{J_{Sch}}{(d_{Sch} / 2)^2} = \frac{4 \times J_{Sch}}{d_{Sch}^2} \quad t$$

bei  $Z_4$  Seilscheiben:  $Z_4 \times G_{Sch} = t$

b) Seilträger:

Durchmesser bezogen auf Seilmitte	$d_T$	=	m
Trägheitsmoment	$J_T$	=	$tm^2$

(bei Doppeltrommel für beide Trommeln zusammenfassen)  
Reduzierte Masse, bezogen auf Seilmitte:

$$G_T = \frac{J_T}{(d_T / 2)^2} = \frac{4 \times J_T}{d_T^2} = t$$

<sup>1)</sup> Wenn in der Werksbescheinigung Schwungmomente  $GD^2$  ausgewiesen sind, ist das Massenträgheitsmoment  $J$  aus  $J = \frac{GD^2}{4}$  zu ermitteln.

c) Motorläufer (mit Seilträger auf einer Welle):

Trägheitsmoment des Motorläufers, bezogen auf die Motorwelle  $J_M = \quad \text{tm}^2$

Reduzierte Masse, bezogen auf Seilmitte:

$$G_M = \frac{J_M}{(d_T / 2)^2} = \frac{4 \times J_M}{d_T^2} = \quad \text{t}$$

d) Getriebemaschinen (Motorläufer und Getriebe):

1. Motorläufer:

Trägheitsmoment, bezogen auf die Motorwelle  $J_{MG} = \quad \text{tm}$

Übersetzung zwischen Motorwelle und Seilträgerwelle  
Drehzahlverhältnis  $i = \quad$

Reduzierte Masse des Motorläufers, bezogen auf Seilmitte

$$G_{MG} = i^2 \times \frac{J_{MG}}{(d_T / 2)^2} = i^2 \times \frac{4 \times J_{MG}}{d_T^2} = \quad \text{t}$$

2. Getriebe:

Trägheitsmomente von Vorgelegerädern und Motorkupplung als  $J_V$  zusammenfassen;

Trägheitsmoment, bezogen auf die Seilträgerwelle  $J_V = \quad \text{tm}^2$

Reduzierte Masse, bezogen auf Seilmitte

$$G_V = \frac{J_V}{(d_T / 2)^2} = \frac{4 \times J_V}{d_T^2} = \quad \text{t}$$

3. Reduzierte Masse von Motorläufer und Getriebe<sup>1)</sup>

$$G_{MGV} = G_{MG} + G_V = \quad \text{t}$$

<sup>1)</sup> Eine zusätzliche Massenbremse auf dem Motorläufer (Beruhigungsbremse) darf keine nennenswerte Bremswirkung am Seilträger ausüben. Die Wirkung der Massenbremse muss wie folgt nachgewiesen werden:

$$\sigma_M = \frac{F_M}{G_{MGV} \times g} \text{ mit Bremskraft } F_M \quad \text{kN}$$

(bezogen auf Seilmitte)

3.11.5.2. Zusammenstellung der bewegten Massen nach den Nrn. 3.11.1.1 und 3.11.5.1

a) bei beladenen Fördermitteln

$G_{S1} + G_{S2}$ (bei Treibscheibenanlagen)	=	t
$2 G_{S1} + G_{S2}$ (bei Doppeltrommelanl. mit Unterseil)	=	t
$2 G_S$ (bei Doppeltrommelanlagen ohne Unterseil)	=	t
$G_S$ (bei Eintrommelanlagen)	=	t
N	=	t
$2 G_F$ oder $G_{F1} + G_{F2}$ oder $G_F + G_G$	=	t
$2 G_W$ oder $G_W$ (nur bei Wagenförderung)	=	t
$G_{BA}$ (nur bei Belastungsausgleich)	=	t
$2 G_{Sch}$ (od. $G_{Sch}$ bei Fördertürmen m. 1 Seilscheibe)	=	t
$Z_4 \times G_{Sch}$ (bei Mehrseilanlagen)	=	t
$G_T$	=	t
$G_M$ oder $G_{MGV}$	=	t
<u><u><math>m_1</math></u></u>	=	<u><u>t</u></u>

b) bei leeren Fördermitteln

Abziehen sind von  $m_1$ :

- N	=	t
- $2 G_W$ oder $G_W$	=	t
- $G_{BA}$	=	t
<u><u><math>m_2</math></u></u>	=	<u><u>t</u></u>

3.11.5.3. Bremsverzögerungen aus den Bremskräften, den betriebsüblichen Überlasten und den bewegten Massen

3.11.5.3.1. Fahrbremse

beim Einhängen der betriebsüblichen Überlast

$$a_F = \frac{F_F - \ddot{U} \times g}{m_1} \quad \text{m/s}^2 \quad (\geq 2\text{m/s}^2)$$

3.11.5.3.2. Sicherheitsbremse

a) beim Einhängen der betriebsüblichen Überlast

$$a_{S1 \min} = \frac{F_{S \min} - \ddot{U} \times g}{m_1} \quad \text{m/s}^2 \quad (\geq 1,2\text{m/s}^2)$$

$$a_{S1 \max} = \frac{F_{S \max} - \ddot{U} \times g}{m_1} \quad \text{m/s}^2 \quad (\leq a_1; a_4)$$

$$(\leq 2,5 \text{ m/s}^2)$$

b) bei Aufwärtsfahrt mit betriebsüblicher Überlast

$$a_{S2} = \frac{F_S - \ddot{U} \times g}{m_1} \quad \text{m/s}^2$$

c) mit leeren Fördermitteln (bei Treibscheibenanlagen)

$$a_{S3} = \frac{F_S}{m_2} \quad \text{m/s}^2 \quad \text{oder}$$

$$= \frac{F_S + G_{S\ddot{U}} \times g}{m_2} \quad \text{m/s}^2 \quad \text{oder}$$

$$= \frac{F_S + G_{F\ddot{U}} \times g}{m_2} \quad \text{m/s}^2 \quad \text{oder}$$

$$= \frac{F_S + (G_{S\ddot{U}} + G_{F\ddot{U}}) \times g}{m_2} \quad \text{m/s}^2$$

Bei Treibscheibenanlagen dürfen die oben ermittelten Verzögerungswerte der Sicherheitsbremse – außer im Fall c – die Verzögerungsgrenzwerte  $a_1$  bis  $a_6$  nach Nr. 3.11.4.2, bei denen Seilrutsch auftreten kann, nicht erreichen.

Bei Belastungsausgleich ist eine zusätzliche Berechnung der Bremsverzögerung mit dem Belastungsausgleich erforderlich.

An Abteufanlagen und an einrümigen anderen Anlagen darf die Verzögerung durch die Sicherheitsbremse bei Aufwärtsfahrt mit leerem Fördermittel  $6 \text{ m/s}^2$  nicht überschreiten.

- 3.12. Muster der Bremsberechnung für Anlagen mit Bobinen.  
Gliederung der Nummer 3.12.
- 3.12.1. Zusammenstellung der Daten  
(bei Anlagen mit 2 Bobinen gilt das Datenblatt für jede der beiden Bobinen)
- 3.12.2. Bremsberechnung für Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis **4 m/s** und **einer** Bobine
  - 3.12.2.1. Ermittlung der Umfangskräfte an den Bremskränzen
    - 3.12.2.1.1. Umfangskraft bei vollem Förderkübel in der kritischen Teufe
    - 3.12.2.1.2. Umfangskraft bei vollem Förderkübel in der Endteufe
  - 3.12.2.2. Ermittlung der Bremskräfte
  - 3.12.2.3. Bremssicherheiten als Verhältnis der Bremskräfte zu der maximalen Umfangskraft in kritischer Teufe
- 3.12.3. Bremsberechnung für Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis **4 m/s** und **zwei** Bobinen
- 3.12.4. Bremsberechnung für Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über **4 m/s** und **zwei** Bobinen
  - 3.12.4.1. Ermittlung der Umfangskräfte an den Bremskränzen
    - 3.12.4.1.1. Umfangskraft bei aufgewickeltem Seil und Förderkübel am oberen Anschlag
    - 3.12.4.1.2. Umfangskraft bei vollem Förderkübel in kritischer Teufe  
Abbildung 14: Umfangskraft am Seilträger (voller Förderkübel in kritischer Teufe)
    - 3.12.4.1.3. Umfangskraft bei vollem Förderkübel in der Endteufe  
Abbildung 15: Umfangskraft am Seilträger (voller Förderkorb in der Endteufe)
    - 3.12.4.1.4. Umfangskraft beim Verstecken mit leerem Förderkübel in kritischer Teufe
  - 3.12.4.2. Ermittlung der Bremskräfte
  - 3.12.4.3. Bremssicherheiten als Verhältnis der Bremskräfte zu den maximalen Umfangskräften
  - 3.12.4.4. Ermittlung der reduzierten Massen von Seilträger, Antrieb, Seilscheibe und Seilzug
    - 3.12.4.4.1. Vom Wickelradius unabhängige Massen
    - 3.12.4.4.2. Vom Wickelradius abhängige Massen auf der Bobinenseite mit dem vollen Förderkübel
    - 3.12.4.4.3. Zusammenstellung der bewegten Massen
  - 3.12.4.5. Bremsverzögerungen aus den Bremskräften, Umfangskräften und bewegten Massen, bezogen auf den Wickelradius

- 3.12.4.5.1. Fahrbremse
- 3.12.4.5.2. Sicherheitsbremse
- 3.12.5. Bremsberechnung für Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über **4 m/s** und **einer** Bobine
  - 3.12.5.1. Ermittlung der Umfangskräfte, Bremskräfte und Bremssicherheiten
  - 3.12.5.2. Ermittlung der reduzierten Massen von Seilträger, Antrieb, Seilscheibe und Seilzug
    - 3.12.5.2.1. Vom Wickelradius unabhängige Massen
    - 3.12.5.2.2. Vom Wickelradius abhängige Massen mit vollem und mit leerem Förderkübel
    - 3.12.5.2.3. Zusammenstellung der bewegten Massen
  - 3.12.5.3. Bremsverzögerungen aus den Bremskräften, Umfangskräften und bewegten Massen, bezogen auf den Wickelradius
    - 3.12.5.3.1. Fahrbremse
    - 3.12.5.3.2. Sicherheitsbremse. (Nr. 3.12.: 19 Seiten)

- 3.12.1. Zusammenstellung der Daten (Abb. 14 und 15)  
(bei Anlagen mit 2 Bobinen gilt das Datenblatt für jede der beiden Bobinen)  
Längenänderungen durch das Abhauen der Seile bleiben unberücksichtigt.
- Gesamte Seillänge  $L_{\max} =$  m
- Seillänge zwischen oberem Anschlag und Endteufe  $L_E =$  m
- Seillänge zwischen oberem Anschlag, Seilscheibe und Bobine  $L_B =$  m
- Länge des nicht abgewickelten Seils bei Endteufe:  $L_T = L_{\max} - L_E - L_B$   $L_T =$  m
- In  $L_T$  müssen wenigstens zwei Reservewindungen enthalten sein (vgl. Nr. 3.3.10).
- Seilabmessungen: Breite  $b =$  m  
Dicke  $d =$  m
- Rechnerisches Längengewicht des Förderseils  $q =$  kg/m
- (Bei den nachfolgenden Rechengängen ist  $q$  jeweils mit dem Faktor  $10^{-3}$  multipliziert einzusetzen)
- Faktor der Zusammendrückung der Seilwindungen auf der Bobine<sup>1)</sup>  $f =$
- kleinster Bobinenradius  $r_{Bo} =$  m
- Dicke der Seilbefestigungen einschließlich Klemmen  $d_s =$  m
- kleinster Arbeitsradius
- $$r_o = \sqrt{\frac{L_T \times d \times f}{\pi} + (r_{Bo} + d_s)^2}$$
- $r_o =$
- m
- Bremskranzradius  $r_B =$  m
- Gewicht eines Förderkübels mit Zwischengeschirr und Führungsschlitten  $G_F =$  t
- Nutzlast  $N =$  t
- Seillänge  $L_K$  bei Förderkübel in **kritischer Teufe** ermitteln, weil dabei die maximale Umfangskraft auftritt.

### 3.12.2. Bremsberechnung für Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 4 m/s und einer Bobine

#### 3.12.2.1. Ermittlung der Umfangskräfte an den Bremskränzen

##### 3.12.2.1.1. Umfangskraft bei vollem Förderkübel in der kritischen Teufe

Ermittlung der Seillänge  $L_K$  bei kritischer Teufe:

$$L_K = \frac{2}{3} \times \left( L_E + \frac{\pi}{f \times d} \times r_o^2 - \frac{G_F + N}{2 \times q} \right) \quad \text{m}$$

Länge des bei kritischer Teufe aufgewickelten Seils

$$L_W = L_E - L_K \quad \text{m}$$

Wickelradius bei kritischer Teufe

$$r_K = \sqrt{\frac{L_W \times d \times f}{\pi} + r_o^2} \quad \text{m}$$

Seilzug in kritischer Teufe

$$Z_K = G_F + N + L_K \times q \quad \text{t}$$

Umfangskraft in kritischer Teufe

$$F_{UK} = Z_K \times \frac{r_K}{r_B} \times g \quad \text{kN}$$

Wenn  $L_K$  negativ wird, ist die Umfangskraft nicht wie vorstehend, sondern bei vollem Förderkübel am oberen Anschlag nach folgender Formel zu ermitteln:

$$F_{UoN} = Z_{oN} \times \frac{r_{\max}}{r_B} \times g \quad \text{kN}$$

mit  $Z_{oN} = G_F + N + L_B \times q$  (vgl. Nr. 3.12.4.1.1)

##### 3.12.2.1.2. Umfangskraft bei vollem Förderkübel in der Endteufe:

Seilzug in Endteufe

$$Z_E = G_F + N + L_E \times q \quad \text{t}$$

Umfangskraft in Endteufe

$$F_{UE} = Z_E \times \frac{r_o}{r_B} \times g \quad \text{kN}$$

<sup>1)</sup> Mit dem tatsächlichen Wert, mindestens aber 0,85 rechnen.

## 3.12.2.2. Ermittlung der Bremskräfte

Die Bremskräfte sind nach Nr. 3.11.2 für die jeweilige Bauart der Bremse und Anordnung des Bremsgestänges zu ermitteln. Dabei sind folgende Abweichungen zu berücksichtigen:

## a) Übersetzung der Kräfte im Bremsgestänge

abweichend von Nr. 3.11.2.2.1 gilt für Bremsen, die auf den Seilträger wirken,

$$i = \frac{l_1}{l_2} \times \left( \frac{l_3}{l_5} + \frac{l_4}{l_6} \right) \times \mu_2$$

abweichend von Nr. 3.11.2.2.2 gilt für Vorgelegebremsen

$$i_G = \frac{l_1}{l_2} \times \left( \frac{l_3}{l_5} + \frac{l_4}{l_6} \right) \times \frac{n_{BG}}{n_T} \times \frac{d_{BG}}{d_B} \times \mu_2$$

(mit  $n_T$  = Drehzahl der Bobine,  
 $d_B$  = Bremskranzdurchmesser der Bobine).

## b) in Nr. 3.11.2.3 ergeben sich bei gleichem Rechengang mit den oben angegebenen Übersetzungen die wirksamen Bremskräfte an den Bremskränzen der Bobine.

Zusammenstellung der Bremskräfte:

Fahrbremse  $F_F =$  kN

Sicherheitsbremse  $F_H =$  kN  
(als Haltebremse)

## 3.12.2.3. Bremssicherheiten als Verhältnis der Bremskräfte zu der maximalen Umfangskraft in kritischer Teufe

## a) Fahrbremse

$$v_F = \frac{F_F}{F_{UK}} \quad (\geq 3\text{fach})$$

## b) Sicherheitsbremse (als Haltebremse)

$$v_S = \frac{F_H}{F_{UK}} \quad (\geq 3\text{fach})$$

Wenn nach Nr. 3.12.2.1.1 der Zahlenwert für  $L_K$  negativ ist, muss  $F_{UoN}$  statt  $F_{UK}$  gesetzt werden.

3.12.3. Bremsberechnung für Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten **bis 4 m/s** und **zwei** Bobinen

Berechnung wie Nr. 3.12.2 mit folgenden Abweichungen:

## a) in Nr. 3.12.2.1.1 ist zu setzen.

Umfangskraft in kritischer Teufe

$$F_{UK} = Z_K \times \frac{r_K}{r_B} \times g - G_F \times \frac{r_{max}}{r_B} \times g \quad \text{kN}$$

$$\text{mit } r_{max} = \sqrt{\frac{L_E \times d \times f}{\pi} + r_o^2}$$

Wenn  $L_K$  negativ wird, ist die Umfangskraft nicht wie vorstehend, sondern bei vollem Förderkübel am oberen Anschlag nach Nummer 3.12.4.1.1 zu ermitteln.

## b) in Nr. 3.12.2.1.2 ist zu setzen-

Umfangskraft in Endteufe

$$F_{UE} = Z_E \times \frac{r_o}{r_B} \times g - G_F \times \frac{r_{max}}{r_B} \times g \quad \text{kN}$$

mit  $r_{max}$  wie bei a

## c) Zusätzlich ist die Umfangskraft beim Verstecken in kritischer Teufe nach Nr. 3.12.4.1.4 und die Bremssicherheit der Versteckbremse nach Nr. 3.12.4.3 zu berechnen. Dabei ist die Bremskraft der Versteckbremse nach Nr. 3.12.4.2 zu ermitteln.

3.12.4. Bremsberechnung für Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten **über 4 m/s** und **zwei** Bobinen

## 3.12.4.1. Ermittlung der Umfangskräfte an den Bremskränzen (voller Förderkübel in unterschiedlichen Teufen, leerer Förderkübel immer am oberen Anschlag als ungünstigster Überlastfall)

## 3.12.4.1.1. Umfangskraft bei aufgewickeltem Seil und Förderkübel am oberen Anschlag:

Wickelradius bei aufgewickeltem Seil

$$r_{max} = \sqrt{\frac{L_E \times d \times f}{\pi} + r_o^2} \quad \text{m}$$

bei leerem Förderkübel:

Seilzug

$$Z_o = G_F + L_B \times q \quad t$$

Umfangskraft

$$F_{Uo} = Z_o \times \frac{r_{max}}{r_B} \times g \quad kN$$

bei vollem Förderkübel:

Seilzug

$$Z_{oN} = G_F + N + L_B \times q \quad t$$

Umfangskraft

$$F_{UoN} = Z_{oN} \times \frac{r_{max}}{r_B} \times g - F_{Uo} \quad kN$$

$L_B \times q$  kann vernachlässigt werden, wenn die Bobinen etwa im Niveau des oberen Anschlags stehen.

3.12.4.1.2. Umfangskraft bei vollem Förderkübel in kritischer Teufe

Ermittlung der Seillänge  $L_K$  bei kritischer Teufe

$$L_K = \frac{2}{3} \times \left( L_E + \frac{\pi}{f \times d} \times r_o^2 - \frac{G_F + N}{2 \times q} \right) \quad m$$

Länge des bei kritischer Teufe aufgewickelten Seils

$$L_W = L_E - L_K \quad m$$

Wickelradius bei der kritischen Teufe

$$r_K = \sqrt{\frac{L_W \times d \times f}{\pi} + r_o^2} \quad m$$

Seilzug bei der kritischen Teufe

$$Z_K = G_F + N + L_K \times q \quad t$$

Umfangskraft bei der kritischen Teufe

$$F_{UK} = Z_K \times \frac{r_K}{r_B} \times g - F_{Uo} \quad kN$$

Wenn  $L_K$  negativ wird, ist die Umfangskraft nicht wie vorstehend, sondern bei vollem Förderkübel am oberen Anschlag nach Nr. 3.12.4.1.1 zu ermitteln.

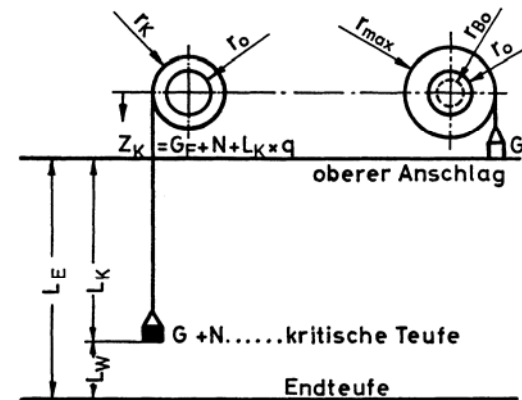


Abbildung 14

3.12.4.1.3.1 Umfangskraft bei vollem Förderkübel in der Endteufe:

Seilzug in Endteufe

$$Z_E = G_F + N + L_E \times q \quad t$$

Umfangskraft in Endteufe

$$F_{UE} = Z_E \times \frac{r_o}{r_B} \times g - F_{Uo} \quad kN$$

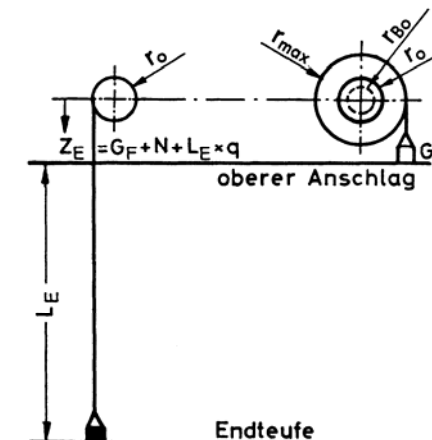


Abbildung 15

### 3.12.4.1.4. Umfangskraft beim Verstecken mit leerem Förderkübel in kritischer Teufe

Ermittlung der Seillänge  $L_{KV}$  in der für das Verstecken kritischen Teufe

$$L_{KV} = \frac{2}{3} \times \left( L_E + \frac{\pi}{f \times d} \times r_o^2 - \frac{G_F}{2 \times q} \right) \quad \text{m}$$

Länge des aufgewickelten Seils

$$L_{WV} = L_E - L_{KV} \quad \text{m}$$

Wickelradius bei der kritischen Teufe

$$r_{KV} = \sqrt{\frac{L_{WV} \times d \times f}{\pi} + r_o^2} \quad \text{m}$$

Seilzug bei der kritischen Teufe

$$Z_{KV} = G_F + L_{KV} \times q \quad \text{t}$$

Umfangskraft bei der kritischen Teufe

$$F_{UKV} = Z_{KV} \times \frac{r_{KV}}{r_B} \times g \quad \text{kN}$$

Wenn  $L_{KV}$  negativ wird, ist die Umfangskraft nicht wie vorstehend, sondern mit leerem Förderkübel am oberen Anschlag nach Nr. 3.12.4.1.1 zu ermitteln.

### 3.12.4.2. Ermittlung der Bremskräfte

Die Bremskräfte sind nach Nr. 3.11.2 für die jeweilige Bauart der Bremse und Anordnung des Bremsgestänges zu ermitteln. Dabei sind folgende Abweichungen zu berücksichtigen:

- a) Übersetzung der Kräfte im Bremsgestänge abweichend von Nr. 3.11.2.2.1 gilt für Bremsen, die auf den Seilträger wirken,

$$i = \frac{l_1}{l_2} \times \left( \frac{l_3}{l_5} + \frac{l_4}{l_6} \right) \times \mu_2$$

abweichend von Nr. 3.11.2.2.2 gilt für Vorgelegebremsen

$$i_G = \frac{l_1}{l_2} \times \left( \frac{l_3}{l_5} + \frac{l_4}{l_6} \right) \times \frac{n_{BG}}{n_T} \times \frac{d_{BG}}{d_B} \times \mu_2$$

(mit  $n_T$  = Drehzahl der Bobine,  
 $d_B$  = Bremskranzdurchmesser der Bobine).

- b) in Nr. 3.11.2.3 ergeben sich bei gleichem Rechengang mit den oben angegebenen Übersetzungen die wirksamen Bremskräfte an den Bremskränzen der Bobine.

Zusammenstellung der Bremskräfte:

Fahrbremse	$F_F =$	kN
Sicherheitsbremse mit Teilbremskraft	$F_S =$	kN
Sicherheitsbremse als Haltebremse	$F_H =$	kN
Versteckbremse	$F_V =$	kN

### 3.12.4.3. Bremsicherheiten als Verhältnis der Bremskräfte zu den maximalen Umfangskräften

- a) Fahrbremse:

$$v_F = \frac{F_F}{F_{UK}} \quad (\geq 3\text{fach})$$

- b) Sicherheitsbremse (als Haltebremse):

$$v_H = \frac{F_H}{F_{UK}} \quad (\geq 3\text{fach})$$

- c) Versteckbremse:

$$v_V = \frac{F_V}{F_{UKV}} \quad (\geq 1,5\text{fach})$$

Wenn nach den Nrn. 3.12.4.1.2 oder 3.12.4.1.4 der Zahlenwert für  $L_K$  oder  $L_{KV}$  negativ ist, muss  $F_{UoN}$  statt  $F_{UK}$  bzw.  $F_{Uo}$  statt  $F_{UKV}$  gesetzt werden.



### 3.12.4.4. Ermittlung der reduzierten Massen von Seilträger, Antrieb, Seilscheibe und Seilzug

Wenn in der Werksbescheinigung Schwungmomente  $GD^2$  ausgewiesen sind, ist das Massenträgheitsmoment  $J$  aus

$$J = \frac{GD^2}{4} \text{ zu ermitteln; die reduzierte Masse ist dann } \frac{GD^2}{(2 \times r)^2}$$

#### 3.12.4.4.1. Vom Wickelradius u n a b h ä n g i g e Massen

##### a) Festbobine:

Trägheitsmoment (einschließlich der Seilwindungen von  $r_{Bo}$  bis  $r_o$ )

$$J_{T \text{ fest}} = \quad \text{tm}^2$$

Reduzierte Masse, bezogen auf den Bremskranz

$$G_{T \text{ fest}} = \frac{J_{T \text{ fest}}}{r_B^2} \quad \text{t}$$

##### b) Losbobine:

Trägheitsmoment (einschließlich der Seilwindungen von  $r_{Bo}$  bis  $r_o$ )

$$J_{T \text{ los}} = \quad \text{tm}^2$$

Reduzierte Masse, bezogen auf den Bremskranz

$$G_{T \text{ los}} = \frac{J_{T \text{ los}}}{r_B^2} \quad \text{t}$$

##### c) Motorläufer, Kupplung, Getriebe:

Trägheitsmoment, bezogen auf die Bobinenwelle

$$J_G = \quad \text{tm}^2$$

Reduzierte Masse, bezogen auf den Bremskranz

$$G_G = \frac{J_G}{r_B^2} \quad \text{t}$$

#### 3.12.4.4.2. Vom Wickelradius a b h ä n g i g e Massen auf der Bobinenseite mit dem vollen Förderkübel

##### d) Seilscheibe:

Durchmesser, bezogen auf Seilmitte  $d_{Sch} = \quad \text{m}$

Trägheitsmoment  $J_{Sch} = \quad \text{tm}^2$

Reduzierte Masse der Seilscheibe, bezogen auf den Bremskranz, bei den Wickelradien  $r_{max}$ ,  $r_K$  und  $r_o$

$$G_{Sch \text{ max}} = \frac{4 \times J_{Sch} \times r_{max}^2}{d_{Sch}^2 \times r_B^2} \quad \text{t}$$

$$G_{SchK} = \frac{4 \times J_{Sch} \times r_K^2}{d_{Sch}^2 \times r_B^2} \quad \text{t}$$

$$G_{Scho} = \frac{4 \times J_{Sch} \times r_o^2}{d_{Sch}^2 \times r_B^2} \quad \text{t}$$

##### e) Seilzug Z mit vollem Förderkübel:

Reduzierte Masse, bezogen auf den Bremskranz, bei den Wickelradien  $r_{max}$ ,  $r_K$  und  $r_o$

$$G_{ZoN} = Z_{oN} \times \frac{r_{max}^2}{r_B^2} \quad \text{t}$$

mit  $Z_{oN} = G_F + N + L_B \times q$ ,

wobei  $L_B \times q$  vernachlässigt werden kann, wenn die Bobinen etwa im Niveau des oberen Anschlags stehen.

$$G_{ZK} = Z_K \times \frac{r_K^2}{r_B^2} \quad \text{t}$$

mit  $Z_K = G_F + N + L_K \times q$

$$G_{ZE} = Z_E \times \frac{r_o^2}{r_B^2} \quad \text{t}$$

mit  $Z_E = G_F + N + L_E \times q$

- f) Seilwindungen W auf der Bobine mit dem vollen Förderkübel:  
 Reduzierte Masse der aufgewickelten Seilmassen, bezogen auf den Bremskranz, bei den Wickelradien  $r_{max}$  und  $r_K$  (für den Radius  $r_o$  bei der Endteufe  $L_E$  gibt es keine zusätzliche Seilmasse auf der Bobine)

$$G_{Wo} = L_E \times q \times \frac{(r_{max}^2 + r_o^2)}{2 \times r_B^2} \quad t$$

$$G_{WK} = L_W \times q \times \frac{(r_K^2 + r_o^2)}{2 \times r_B^2} \quad t$$

Vom Wickelradius  $r_{max}$  abhängige Massen auf der Bobinenseite mit dem **leeren Förderkübel** am oberen Anschlag (ungünstigster Überlastfall)

- g) Seilscheibe  
 $G_{Sch\ max}$  (wie bei d) t

- h) Seilzug Z mit leerem Förderkübel  
 Reduzierte Masse, bezogen auf den Bremskranz, bei dem Wickelradius  $r_{max}$   
 $G_{Za} = Z_o \times \frac{r_{max}^2}{r_B^2} \quad t$

mit  $Z_o = G_F + L_B \times q$ ,

wobei  $L_B \times q$  vernachlässigt werden kann, wenn die Bobinen etwa im Niveau des oberen Anschlags stehen.

- i) Seilwindungen W auf der Bobine mit dem leeren Förderkübel  
 $G_{Wo}$  (wie bei f)

3.12.4.4.3 Zusammenstellung der bewegten Massen

	Teufen		
	oberer Anschlag	kritische Teufe $L_K$	Endteufe $L_E$
a) Festbobine	$G_{T\ fest}$	$G_{T\ fest}$	$G_{T\ fest}$
b) Losbobine	$G_{T\ los}$	$G_{T\ los}$	$G_{T\ los}$
c) Motorläufer, Kupplung, Getriebe	$G_G$	$G_G$	$G_G$
d) Seilscheibe über vollem Förderkübel	$G_{Sch\ max}$	$G_{SchK}$	$G_{Scho}$
e) Seilzug mit vollem Förderkübel	$G_{ZoN}$	$G_{ZK}$	$G_{ZE}$
f) Seilwindungen auf der Bobine mit vollem Förderkübel	$G_{Wo}$	$G_{WK}$	-
g) Seilscheibe über leerem Förderkübel	$G_{Sch\ max}$	$G_{Sch\ max}$	$G_{Sch\ max}$
h) Seilzug mit leerem Förderkübel	$G_{Zo}$	$G_{Zo}$	$G_{Zo}$
i) Seilwindungen auf der Bobine mit leerem Kübel	$G_{Wo}$	$G_{Wo}$	$G_{Wo}$
<b>Bewegte Massen</b>	$m_o$	$m_K$	$m_E$

3.12.4.5. Bremsverzögerungen aus den Bremskräften, Umfangskräften und bewegten Massen, bezogen auf den Wickelradius

3.12.4.5.1. Fahrbremse:

beim Einhängen des vollen Förderkübels in kritischer Teufe

$$a_F = \frac{F_F - F_{UK}}{m_K} \times \frac{r_K}{r_B} \quad m/s^2 (\geq 2,0m/s^2)$$

## 3.12.4.5.2. Sicherheitsbremse:

a) beim Einhängen des vollen Förderkübels

1. am oberen Anschlag

$$a_{So1} = \frac{F_s - F_{UoN}}{m_o} \times \frac{r_{max}}{r_B} \quad m/s^2 \quad (\geq 1,2 \text{ m/s}^2)$$

2. in kritischer Teufe

$$a_{SK1} = \frac{F_s - F_{UK}}{m_K} \times \frac{r_K}{r_B} \quad m/s^2 \quad (\geq 1,2 \text{ m/s}^2)$$

3. in der Endteufe

$$a_{SE1} = \frac{F_s - F_{UE}}{m_E} \times \frac{r_o}{r_B} \quad m/s^2 \quad (\geq 1,2 \text{ m/s}^2)$$

b) bei Aufwärtsfahrt mit vollem Förderkübel

1. am oberen Anschlag

$$a_{So2} = \frac{F_s + F_{UoN}}{m_o} \times \frac{r_{max}}{r_B} \quad m/s^2 \quad (\geq 1,2 \text{ m/s}^2)$$

2. in kritischer Teufe

$$a_{SK2} = \frac{F_s + F_{UK}}{m_K} \times \frac{r_K}{r_B} \quad m/s^2 \quad (\geq 1,2 \text{ m/s}^2)$$

3. in der Endteufe

$$a_{SE2} = \frac{F_s + F_{UE}}{m_E} \times \frac{r_o}{r_B} \quad m/s^2 \quad (\geq 1,2 \text{ m/s}^2)$$

c) bei Aufwärtsfahrt des leeren Förderkübels und Einhängen des vollen Förderkübels

1. in kritischer Teufe

$$a_{SK3} = a_{SK1} \times \frac{r_{max}}{r_K} \quad m/s^2 \quad (\leq 6 \text{ m/s}^2)$$

2. in der Endteufe

$$a_{SE3} = a_{SE1} \times \frac{r_{max}}{r_o} \quad m/s^2 \quad (\leq 6 \text{ m/s}^2)$$

3.12.5. Bremsberechnung für Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten **über 4 m/s** und **einer** Bobine

3.12.5.1. Ermittlung der Umfangskräfte, Bremskräfte und Bremssicherheiten im Rechengang wie Nrn. 3.12.4.1 bis 3.12.4.3 mit folgenden Abweichungen:

a) Ermittlung der Umfangskräfte nach Nr. 3.12.4.1 jeweils ohne Abzug der Kraft  $F_{Uo}$ , da kein leerer Förderkübel auf der Gegenseite vorhanden ist;

b) Zusätzlich sind die Umfangskräfte für den leeren Förderkübel wie folgt zu berechnen:

1. in kritischer Teufe (nach Nr. 3.12.4.1.4)

$$L_{K \text{ leer}} = \frac{2}{3} \times \left( L_E + \frac{\pi}{f \times d} \times r_o^2 - \frac{G_F}{2 \times q} \right) \quad m$$

$$L_{W \text{ leer}} = L_E - L_{K \text{ leer}} \quad m$$

$$r_{K \text{ leer}} = \sqrt{\frac{L_{W \text{ leer}} \times d \times f}{\pi} + r_o^2} \quad m$$

$$Z_{K \text{ leer}} = G_F + L_{K \text{ leer}} \times q \quad t$$

$$F_{UK \text{ leer}} = Z_{K \text{ leer}} \times \frac{r_{K \text{ leer}}}{r_B} \times g \quad kN$$

Wenn  $L_{K \text{ leer}}$  negativ wird, ist für die Berechnung der Verzögerung die Umfangskraft bei leerem Förderkübel am oberen Anschlag nach folgender Formel zu ermitteln:

$$F_{Uo} = Z_o \times \frac{r_{max}}{r_B} \times g \quad kN$$

mit  $Z_o = G_F + L_B \times q$  (vgl. Nr. 3.12.4.1.1)

2. in der Endteufe (nach Nr. 3.12.4.1.3, jedoch ohne Berücksichtigung der Nutzlast N)

$$Z_{E \text{ leer}} = G_F + L_E \times q \quad t$$

$$F_{UE \text{ leer}} = Z_{E \text{ leer}} \times \frac{r_o}{r_B} \times g \quad kN$$

c) Berechnung der Bremskräfte nach Nr. 3.12.4.2, jedoch ohne Berücksichtigung der Versteckbremse;

d) Berechnung der Bremssicherheiten nach Nr. 3.12.4.3, jedoch ohne Berücksichtigung der Versteckbremse.

### 3.12.5.2. Ermittlung der reduzierten Massen von Seilträger, Antrieb, Seilscheibe und Seilzug

Wenn in der Werksbescheinigung Schwungmomente  $GD^2$  ausgewiesen sind, ist das Massenträgheitsmoment  $J$  aus

$$J = \frac{GD^2}{4} \text{ zu ermitteln; die reduzierte Masse ist dann } \frac{GD^2}{(2 \times r)^2}$$

#### 3.12.5.2.1. Vom Wickelradius u n a b h ä n g i g e Massen

##### a) Bobine:

Trägheitsmoment (einschließlich der Seilwindungen von  $r_{B0}$  bis  $r_o$ )

$$J_T = \quad \text{tm}^2$$

Reduzierte Masse, bezogen auf den Bremskranz

$$G_T = \frac{J_T}{r_B^2} \quad \text{t}$$

##### b) Motorläufer, Kupplung, Getriebe:

Trägheitsmoment, bezogen auf die Bobinenwelle

$$J_G = \quad \text{tm}^2$$

Reduzierte Masse, bezogen auf den Bremskranz

$$G_G = \frac{J_G}{r_B^2} \quad \text{t}$$

#### 3.12.5.2.2. Vom Wickelradius a b h ä n g i g e Massen mit vollem und mit leerem Förderkübel

##### c) Seilscheibe:

Durchmesser

$$d_{Sch} = \quad \text{m}$$

Trägheitsmoment

$$J_{Sch} = \quad \text{tm}^2$$

Reduzierte Masse, bezogen auf den Bremskranz, bei den Wickelradien  $r_{max}$ ,  $r_{K leer}$  und  $r_o$

$$G_{Sch max} = \frac{4 \times J_{Sch} \times r_{max}^2}{d_{Sch}^2 \times r_B^2} \quad \text{t}$$

$$G_{Sch K} = \frac{4 \times J_{Sch} \times r_K^2}{d_{Sch}^2 \times r_B^2} \quad \text{t}$$

$$G_{Sch K leer} = \frac{4 \times J_{Sch} \times r_{K leer}^2}{d_{Sch}^2 \times r_B^2} \quad \text{t}$$

$$G_{Scho} = \frac{4 \times J_{Sch} \times r_o^2}{d_{Sch}^2 \times r_B^2} \quad \text{t}$$

##### d) Seilzug Z mit vollem Förderkübel:

Reduzierte Masse, bezogen auf den Bremskranz, bei den Wickelradien  $r_{max}$ ,  $r_K$  und  $r_o$

$$G_{ZoN} = Z_{oN} \times \frac{r_{max}^2}{r_B^2} \quad \text{t}$$

$$\text{mit } Z_{oN} = G_F + N + L_B \times q,$$

wobei  $L_B \times q$  vernachlässigt werden kann, wenn die Bobine etwa im Niveau des oberen Anschlags steht.

$$G_{ZK} = Z_K \times \frac{r_K^2}{r_B^2} \quad \text{t}$$

$$\text{mit } Z_K = G_F + N + L_K \times q$$

$$G_{ZE} = Z_E \times \frac{r_o^2}{r_B^2} \quad \text{t}$$

$$\text{mit } Z_E = G_F + N + L_E \times q$$

##### e) Seilzug $Z_{leer}$ mit leerem Förderkübel:

Reduzierte Masse, bezogen auf den Bremskranz, bei den Wickelradien  $r_{max}$ ,  $r_{K leer}$  und  $r_o$

$$G_{Zo leer} = Z_{o leer} \times \frac{r_{max}^2}{r_B^2} \quad \text{t}$$

$$\text{mit } Z_{o leer} = G_F + L_B \times q,$$

wobei  $L_B \times q$  vernachlässigt werden kann, wenn die Bobine etwa im Niveau des oberen Anschlags steht.

$$G_{ZK leer} = Z_{K leer} \times \frac{r_{K leer}^2}{r_B^2}$$

$$\text{mit } Z_{K leer} = G_F + L_{K leer} \times q$$

$$G_{ZE leer} = Z_{E leer} \times \frac{r_o^2}{r_B^2}$$

$$\text{mit } Z_{E leer} = G_F + L_E \times q$$

- f) Seilwindungen  $W$  auf der Bobine über dem kleinsten Arbeitsradius  $r_o$  bei vollem Förderkübel am oberen Anschlag und in kritischer Teufe sowie bei leerem Förderkübel in dessen kritischer Teufe:

Reduzierte Masse, bezogen auf den Bremskranz, bei den Wickelradien  $r_{max}$ ,  $r_K$  und  $r_{K\ leer}$  (für den Radius  $r_o$  bei Endteufe  $L_E$  gibt es keine zusätzliche Seilmasse auf der Bobine)

$$G_{Wo} = L_E \times q \times \frac{r_{max}^2 + r_o^2}{2 \times r_B^2} \quad t$$

$$G_{WK} = (L_E - L_K) \times q \times \frac{r_K^2 + r_o^2}{2 \times r_B^2} \quad t$$

$$G_{WK\ leer} = (L_E - L_{K\ leer}) \times q \times \frac{r_{K\ leer}^2 + r_o^2}{2 \times r_B^2} \quad t$$

3.12.5.2.3. Zusammenstellung der bewegten Massen

Voller Förderkübel	Teufen		
	oberer Anschlag	kritische Teufe	Endteufe
a) Bobine	$G_T$	$G_T$	$G_T$
b) Motorläufer, Kupplung, Getriebe	$G_G$	$G_G$	$G_G$
c) Seilscheibe	$G_{Sch\ max}$	$G_{SchK}$	$G_{Scho}$
d) Seilzug (mit N)	$G_{ZoN}$	$G_{ZK}$	$G_{ZE}$
f) Seilwindungen	$G_{Wo}$	$G_{WK}$	-
<b>Bewegte Massen</b>	<b><math>m_o</math></b>	<b><math>m_K</math></b>	<b><math>m_E</math></b>

Leerer Förderkübel	Teufen		
	oberer Anschlag	kritische Teufe	Endteufe
a) Bobine	$G_T$	$G_T$	$G_T$
b) Motorläufer, Kupplung, Getriebe	$G_G$	$G_G$	$G_G$
c) Seilscheibe	$G_{Sch\ max}$	$G_{SchK\ leer}$	$G_{Scho}$
e) Seilzug (ohne N)	$G_{Zo\ leer}$	$G_{ZK\ leer}$	$G_{ZE\ leer}$
f) Seilwindungen	$G_{Wo}$	$G_{WK\ leer}$	-
<b>Bewegte Massen</b>	<b><math>m_o\ leer</math></b>	<b><math>m_K\ leer</math></b>	<b><math>m_E\ leer</math></b>

3.12.5.3. Bremsverzögerungen aus den Bremskräften, Umfangskräften und bewegten Massen, bezogen auf den Wickelradius

3.12.5.3.1. Fahrbremse:

beim Einhängen des vollen Förderkübels in der kritischen Teufe

$$a_F = \frac{F_F - F_{UK}}{m_K} \times \frac{r_K}{r_B} \quad m/s^2 (\geq 2 m/s^2)$$

3.12.5.3.2. Sicherheitsbremse:

a) beim Einhängen des vollen Förderkübels

1. am oberen Anschlag

$$a_{So1} = \frac{F_S - F_{UoN}}{m_o} \times \frac{r_{max}}{r_B} \quad m/s^2 (\geq 1,2 m/s^2)$$

2. in kritischer Teufe

$$a_{SK1} = \frac{F_S - F_{UK}}{m_K} \times \frac{r_K}{r_B} \quad m/s^2 (\geq 1,2 m/s^2)$$

3. in der Endteufe

$$a_{SE1} = \frac{F_S - F_{UE}}{m_E} \times \frac{r_o}{r_B} \quad m/s^2 (\geq 1,2 m/s^2)$$

b) bei Aufwärtsfahrt mit vollem Förderkübel

1. am oberen Anschlag

$$a_{So2} = \frac{F_S + F_{UoN}}{m_o} \times \frac{r_{max}}{r_B} \quad m/s^2 (\geq 1,2 m/s^2)$$

2. in kritischer Teufe

$$a_{SK2} = \frac{F_S + F_{UK}}{m_K} \times \frac{r_K}{r_B} \quad m/s^2 (\geq 1,2 m/s^2)$$

3. in der Endteufe

$$a_{SE2} = \frac{F_S + F_{UE}}{m_E} \times \frac{r_o}{r_B} \quad m/s^2 (\geq 1,2 m/s^2)$$

c) Sicherheitsbremse bei Aufwärtsfahrt des leeren Förderkübels

1. am oberen Anschlag

$$a_{So3} = \frac{F_S + F_{Uo}}{m_{o \text{ leer}}} \times \frac{r_{max}}{r_B} \quad m/s^2 (\leq 6 m/s^2)$$

2. in kritischer Teufe

$$a_{SK3} = \frac{F_S + F_{UK \text{ leer}}}{m_{K \text{ leer}}} \times \frac{r_{K \text{ leer}}}{r_B} \quad m/s^2 (\leq 6 m/s^2)$$

3. in der Endteufe

$$a_{SE3} = \frac{F_S + F_{UE \text{ leer}}}{m_{E \text{ leer}}} \times \frac{r_o}{r_B} \quad m/s^2 (\leq 6 m/s^2)$$

- 3.13. Rechnerischer Nachweis der Festigkeit des Bremsgestänges (Nur für Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s [siehe Nr. 3.9.4.4]).  
Gliederung der Nummer 3.13.
- 3.13.1. Allgemeine Bemerkungen
- 3.13.2. Ermittlung der Kräfte in den Fußlagern der Bremseinrichtungen nach Nr. 3.11.2
- 3.13.3. Ermittlung der Kräfte in den unter Nr. 3.11.2 aufgeführten Brems-einrichtungen
- 3.13.4. Berechnung der Bolzen  
Abbildung 16: Bolzenlagerung  
Abbildung 17: Bremsbackenbolzen
- 3.13.5. Berechnung der Ankerschrauben
- 3.13.6. Berechnung der Wellen oder gegebenenfalls des Winkelhebels mit Hauptbolzen sowie des Bolzens 4  
Abbildung 18: Hauptwelle  
Abbildung 19: Bremswelle  
Abbildung 20: Winkelhebel
- 3.13.7. Berechnung der Hebel  
Abbildung 21: Hebel 1  
Abbildung 22: Hebel 2  
Abbildung 23: Hauptbremshebel
- 3.13.8. Berechnung der Zug- und Druckstangen  
Abbildung 24a: Zugstange  
Abbildung 24b: Zugstange  
Tabelle der zulässigen Druckspannung bei Knickbeanspruchung
- 3.13.9. Flächenpressung an den Bremsflächen
- 3.13.10. Berechnung des Bremsbackenträgers  
Abbildung 25: Bremsbackenträger

## 3.13.1. Allgemeine Bemerkungen

Die Festigkeitsberechnung wird - ohne Berücksichtigung von Wirkungsgraden - für die Kräfte durchgeführt, für die der Hersteller die Bremseinrichtung ausgelegt hat. Im Betrieb dürfen diese Kräfte nicht überschritten werden können.

Die Kräfte, für die eine Bremseinrichtung ausgelegt ist, sind:

bei Erzeugung der Bremskraft

- durch Gewichte oder Federn  $F_{BG}$
  - durch Druckmedien  $F_B$
- bei Erzeugung der Lüftkraft  $F_{BL}$

Der nach Herstellerangaben zulässigen Abtriebskraft  $F_A$  am Ausgang des Bremsapparates entspricht im folgenden  $F_{Verb}$ .

Für die einzelnen Teile des Bremsgestänges sind die in Nr. 3.9.4 geforderten Sicherheiten nachzuweisen. Die Sicherheit ist bei Zug- und Biegebeanspruchung ( $\sigma_z$ ,  $\sigma_b$ ) auf die Streckgrenze ( $\sigma_S$ ), bei Druckbeanspruchung ( $\sigma_d$ ) auf die zulässige Knickspannung bzw. die Streckgrenze zu beziehen. Die zulässigen Flächenpressungen ( $p_F$ ) nach Nrn. 3.9.3.4 und 3.9.4.3 sind einzuhalten.

Wenn sich die Kräfte von Fahr- und Sicherheitsbremse **nicht** addieren können, ist für die Teile, die beide Bremsen gemeinsam haben, der Nachweis mit den Kräften der stärkeren Bremse zu führen.

Falls sich die Kräfte von Fahr- und Sicherheitsbremse addieren können, kann der Nachweis nach den Nrn. 3.9.4.1 und 3.9.4.2 für die gemeinsamen Teile wie folgt geführt werden:

Für  $\frac{F_{BG}^*}{F_B} \leq 0,5$  ist die **dreifache** Sicherheit gegenüber  $F_B$  nachzuweisen (Fall 1);

Für  $\frac{F_{BG}^*}{F_B} > 0,5$  ist die **zweifache** Sicherheit gegenüber  $F_B + F_{BG}$  nachzuweisen (Fall 2).

Im Fall 2 genügt es, die Flächenpressung in Lagern und an Bremsflächen für die Bremskraft der stärkeren Bremse nachzuweisen.

$F_{BG}^*$  ist die auf den Kraftangriffspunkt von  $F_B$  bezogene Kraft  $F_{BG}$ . Sie errechnet sich z. B. für eine Bremse nach Abbildung 10 in Nr. 3.11.2 zu

$$F_{BG}^* = F_{BG} \times \frac{l_9}{l_{10}} \times \frac{l_{12}}{l_1}$$

## 3.13.2. Ermittlung der Kräfte in den Fußlagern von Bremseinrichtungen nach Nr. 3.11.2, Abbildung 5a/b

Im Normalfall sind die Kräfte im Fußlager 5 zu ermitteln. Hierbei gilt

$$F_{Fuss\ 5} = \sqrt{\left(\frac{l_3 - l_5}{l_5} \times F_{Zug}\right)^2 + \left(\frac{l_3}{l_5} \times F_{Zug} \times \mu_2 + \frac{1}{2} \times F_{Verb}\right)^2} \quad \text{kN}$$

Wenn das Verhältnis  $\frac{l_3}{l_5}$  zwischen 0,9 und 1,1 liegt, kann die vereinfachte Formel benutzt werden:

$$F_{Fuss\ 5} = \frac{l_3}{l_5} \times F_{Zug} \times \mu_2 + \frac{1}{2} \times F_{Verb} \quad \text{kN}$$

Bei Bremsen mit nur **einer** Zugstange entfällt der Faktor  $\frac{1}{2}$  vor  $F_{Verb}$  (z. B. bei Nr. 3.13.3.1).

Für  $F_{Verb}$  ist bei Bremsen

- nach Nr. 3.13.3.4 im „Fall 1“  $F_B$ ,
- nach Nr. 3.13.3.4 im „Fall 2“ ( $F_B + F_{Verb}$ ),
- nach Nr. 3.13.3.5 im „Fall 1“  $F_B$

zu setzen.

## 3.13.2.2. In Sonderfällen (z. B. bei anderer Auslegung des Fußlagers 6) sind die Kräfte im Fußlager 6 ebenfalls zu ermitteln. Hierbei gilt

$$F_{Fuss\ 6} = \sqrt{\left(\frac{l_4 - l_6}{l_6} \times F_{Zug}\right)^2 + \left(\frac{l_4}{l_6} \times F_{Zug} \times \mu_2\right)^2} \quad \text{kN}$$

Wenn das Verhältnis  $\frac{l_4}{l_6}$  zwischen 0,9 und 1,1 liegt, kann die vereinfachte Formel benutzt werden:

$$F_{Fuss\ 6} = \frac{l_4}{l_6} \times F_{Zug} \times \mu_2 \quad \text{kN}$$

## 3.13.2.3. Bei der Gestängeanordnung nach Abbildung 5a in Nr. 3.11.2 können die Bremsbackenträger stark aus der Vertikalen und/oder die Zugstangen stark aus der Horizontalen geneigt sein. In diesem Fall ergeben sich größere Kräfte, die graphisch zu ermitteln sind. Dann entfällt eine Berechnung nach Nrn. 3.13.2.1 und 3.13.2.2.



3.13.3. Ermittlung der Kräfte in den unter Nr. 3.11.2 aufgeführten Bremsrichtungen

3.13.3.1. Getrennte Fahr- und Sicherheitsbremse nach Abbildungen 5 und 7 in Nr. 3.11.2 mit je **einer** Zugstange

Fahrbremse:  $F_{BG1} = \text{ kN}$

Sicherheitsbremse:  $F_{BG2} = \text{ kN}$

Lüftvorrichtung:  $F_{BL} = \text{ kN}$

a) Bolzen L am Lüftzylinder:

$$F_{\text{Bolzen L}} = \frac{l_9}{l_{11}} \times F_{BG} \text{ oder } F_{BL} \text{ (wenn größer)} \quad \text{kN}$$

b) Lagerbolzen:

$$F_{\text{Lager}} = \left( \frac{l_9}{l_{10}} - 1 \right) \times F_{BG} \quad \text{kN}$$

c) Verbindungsstange 8:

$$F_{\text{Verb}} = \frac{l_9}{l_{10}} \times F_{BG} \quad \text{kN}$$

d) Zugstange 7:

$$F_{\text{Zug}} = \frac{l_1}{l_2} \times F_{\text{Verb}} \quad \text{kN}$$

e) Fußlager 5: siehe Nr. 3.13.2.1

3.13.3.2. Einachsige Fahr- und Sicherheitsbremse nach Abbildungen 5 und 8 in Nr. 3.11.2

Fahrbremse:  $F_B = \text{ kN}$

Sicherheitsbremse:  $F_{BG} = \text{ kN}$

a) Verbindungsstange 8:

$$F_{\text{Verb}} = F_{BG} \quad \text{kN}$$

b) Zugstange 7:

$$F_{\text{Zug}} = \frac{1}{2} \times \frac{l_1}{l_2} \times F_{\text{Verb}} \quad \text{kN}$$

c) Fußlager 5: siehe Nr. 3.13.2.1

3.13.3.3. Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse nach Abbildungen 5 und 9 in Nr. 3.11.2

Fahrbremse:  $F_B = \text{ kN}$

Sicherheitsbremse:  $F_{BG} = \text{ kN}$

a) Bolzen F am Fahrbremszylinder:

$$F_{\text{Bolzen F}} = F_{BG} + F_{\text{Verb}} \quad \text{kN}$$

b) Verbindungsstange 8:

$$F_{\text{Verb}} = \frac{l_9}{l_{10}} \times F_B \quad \text{kN}$$

c) Zugstange 7:

$$F_{\text{Zug}} = \frac{1}{2} \times \frac{l_1}{l_2} \times F_{\text{Verb}} \quad \text{kN}$$

d) Fußlager 5: siehe Nr. 3.13.2.1

3.13.3.4. Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse nach Abbildungen 5 und 10 in Nr. 3.11.2

Fahrbremse:  $F_B = \text{ kN}$

Sicherheitsbremse:  $F_{BG} = \text{ kN}$

a) Bolzen 1:

$$F_{\text{Bolzen 1}} = F_B \quad \text{kN}$$

b) Lagerbolzen

$$F_{\text{Lager}} = \left( \frac{l_9}{l_{10}} + 1 \right) \times F_{BG} \quad \text{kN}$$

c) Verbindungsstange 8 und Bolzen 1a:

$$F_{\text{Verb}} = F_{\text{Bolzen 1a}} = \frac{l_9}{l_{10}} \times F_B \quad \text{kN}$$

Gemeinsame Gestängeteile:

$$\text{Am Bolzen 1 ist } F_{BG}^* = \frac{l_9}{l_{10}} \times \frac{l_{12}}{l_1} \times F_{BG} \quad \text{kN}$$

$$\frac{F_{BG}^*}{F_B} = \leq 0,5 \text{ (Fall 1) oder } > 0,5 \text{ (Fall 2)}$$

Fall 1:

Für  $\frac{F_{BG}^*}{F_B} \leq 0,5$  ergibt sich:

d) Hebel 1:

$$F_{\text{Hebel 1}} = F_B \quad \text{kN}$$

e) Zugstange 7:

$$F_{\text{Zug}} = \frac{1}{2} \times \frac{l_1}{l_2} \times F_B \quad \text{kN}$$

f) Fußlager 5: siehe Nr. 3.13.2.1 (mit  $F_B$ )

Fall 2:

Für  $\frac{F_{BG}^*}{F_B} > 0,5$  ergibt sich:

d) Hebel 1:

Auf den Hebel 1 wirken die Kräfte  $F_B$  und  $F_{\text{Verb}}$ , die bei der Berechnung des Hebels entsprechend den zugehörigen Längen zu berücksichtigen sind.

e) Zugstange 7:

$$F_{\text{Zug}} = \frac{1}{2} \times \left( \frac{l_1}{l_2} \times F_B + \frac{l_{12}}{l_2} \times F_{\text{Verb}} \right) \quad \text{kN}$$

f) Fußlager 5: siehe Nr. 3.13.2.1 (mit  $F_B + F_{\text{Verb}}$ )

3.13.3.5. Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse nach Abbildungen 5 und 11 in Nr. 3.11.2

Fahrbremse:  $F_B = \quad \text{kN}$

Sicherheitsbremse:  $F_{BG} = \quad \text{kN}$

a) Lagerbolzen:

$$F_{\text{Lager}} = \left( \frac{l_9}{l_{10}} + 1 \right) \times F_{BG} \quad \text{kN}$$

Gemeinsame Gestängeteile:

An der Verbindungsstange ist

$$F_{BG}^* = \frac{l_9}{l_{10}} \times F_{BG} \quad \text{kN}$$

$$\frac{F_{BG}^*}{F_B} = \quad \leq 0,5 \text{ (Fall 1) oder } > 0,5 \text{ (Fall 2)}$$

Fall 1:

Für  $\frac{F_{BG}^*}{F_B} \leq 0,5$  ergibt sich:

b) Hebel 1 und Verbindungsstange 8:

$$F_{\text{Hebel 1}} = F_{\text{Verb}} = F_B \quad \text{kN}$$

c) Zugstange 7:

$$F_{\text{Zug}} = \frac{1}{2} \times \frac{l_1}{l_2} \times F_B \quad \text{kN}$$

d) Fußlager 5: siehe Nr. 3.13.2.1 (mit  $F_B$ )

Fall 2:

Für  $\frac{F_{BG}^*}{F_B} > 0,5$  ergibt sich:

b) Hebel 1 und Verbindungsstange 8:

$$F_{\text{Hebel 1}} = F_{\text{Verb}} = \frac{l_9}{l_{10}} \times F_{BG} + F_B \quad \text{kN}$$

c) Zugstange 7:

$$F_{\text{Zug}} = \frac{1}{2} \times \frac{l_1}{l_2} \times F_{\text{Verb}} \quad \text{kN}$$

d) Fußlager 5: siehe Nr. 3.13.2.1

3.13.3.6. Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse nach Abbildungen 5 und 12 in Nr. 3.11.2

Fahrbremse:  $F_B = \quad \text{kN}$

Sicherheitsbremse:  $F_{BG} = \quad \text{kN}$

Gemeinsame Gestängeteile:

Am Anschlag des Hauptbremshebels beim Bolzen F ist

$$F_{BG}^* = \frac{l_9}{l_{11}} \times F_{BG} \quad \text{kN}$$

$$\frac{F_{BG}^*}{F_B} = \leq 0,5 \text{ (Fall 1) oder } > 0,5 \text{ (Fall 2)}$$

Fall 1:

Für  $\frac{F_{BG}^*}{F_B} \leq 0,5$  ergibt sich:

a) Lagerbolzen:

$$F_{Lager} = \left( \frac{l_{11}}{l_{10}} + 1 \right) \times F_B \quad \text{kN}$$

b) Verbindungsstange 8:

$$F_{Verb} = \frac{l_{11}}{l_{10}} \times F_B \quad \text{kN}$$

c) Zugstange 7:

$$F_{Zug} = \frac{1}{2} \times \frac{l_1}{l_2} \times F_{Verb} \quad \text{kN}$$

d) Fußlager 5: siehe Nr. 3.13.2.1

Fall 2:

Für  $\frac{F_{BG}^*}{F_B} > 0,5$  ergibt sich:

a) Lagerbolzen:

$$F_{Lager} = \left( \frac{l_{11}}{l_{10}} + 1 \right) \times F_B + \left( \frac{l_9}{l_{10}} + 1 \right) \times F_{BG} \quad \text{kN}$$

b) Verbindungsstange 8:

$$F_{Verb} = \frac{l_{11}}{l_{10}} \times F_B + \frac{l_9}{l_{10}} \times F_{BG} \quad \text{kN}$$

c) Zugstange 7:

$$F_{Zug} = \frac{1}{2} \times \frac{l_1}{l_2} \times F_{Verb} \quad \text{kN}$$

d) Fußlager 5: siehe Nr. 3.13.2.1

3.13.3.7. Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse als Auslassbremse nach Abbildungen 5 und 13 in Nr. 3.11.2

Bremsgewicht (gemeinsam für Fahr- und

Sicherheitsbremse):

$$F_{BG} = \text{kN}$$

Kolbenluftkraft:

$$F_{oL \max} = \text{kN}$$

$$\text{aus } p_{\max} \times A_L \times 10^{-2} = \text{kN}$$

$$\text{und } A_L = \frac{\pi \times d_L^2}{4} = \text{cm}^2$$

a) Wirksame Lüftkraft im Angriffspunkt der Feder:

$$F_L' = \frac{l_{11}}{l_9} \times F_{oL \max} \quad \text{kN}$$

b) Klemmkraft am Klemmstück:

$$F_{Kl} = F_L' - F_{BG} \quad \text{kN}$$

c) Lagerbolzen des Hauptbremshebels:

$$F_{Lager} = \left( \frac{l_9}{l_{10}} + 1 \right) \times F_{BG} \quad \text{kN}$$

d) Verbindungsstange 8:

$$F_{Verb} = \frac{l_9}{l_{10}} \times F_{BG} \quad \text{kN}$$

e) Zugstange 7:

$$F_{Zug} = \frac{1}{2} \times \frac{l_1}{l_2} \times F_{Verb} \quad \text{kN}$$

f) Fußlager 5: siehe Nr. 3.13.2.1

3.13.4.

Berechnung der Bolzen

Biegemomente bei Lagerung des Bolzens nach Abbildung 16:

$$\text{a) } b_1 < \frac{b_2}{2}; \quad M = \frac{F}{2} \times \left( \frac{b_1}{2} + \frac{b_2}{4} \right)$$

$$\text{b) } b_1 \geq \frac{b_2}{2} \text{ bis } \frac{3}{4} b_2; \quad M = \frac{F \times b_2}{4}$$

$$\text{c) } b_1 > \frac{3}{4} b_2; \quad M = \frac{F}{2} \times \left( \frac{b_1}{3} + \frac{b_2}{4} \right)$$

Flächenpressung im Bolzenlager:

a) Außenlasche:

$$p_{Fa} = \frac{F}{2 \times b_1 \times d}$$

b) Innenlasche:

$$p_{Fi} = \frac{F}{b_2 \times d}$$

(Bei anderer Bolzenlagerung siehe Nr. 7.6.7.1)

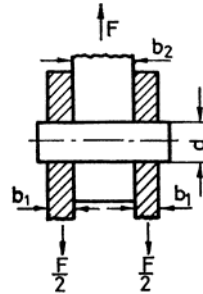


Abbildung 16

Rechengang:

Bolzen 1

Werkstoff mit  $\sigma_s =$  kN/cm<sup>2</sup>

$b_1 =$  cm,  $d =$  cm,  
 $b_2 =$  cm,  $W =$  cm<sup>3</sup>,

$F = F_{Verb} =$  kN

(Bei Bremsen nach Abbildung 10 in Nr. 3.11.2 ist  $F_B$  statt  $F_{Verb}$  einzusetzen)

$M =$  kNcm

$\sigma_b = \frac{M}{W} =$  kN/cm<sup>2</sup>

$v = \frac{\sigma_s}{\sigma_b} \geq 3$   
 $\geq 2$  bei Addition der Bremskräfte.

$p_{Fa} =$  kN/cm<sup>2</sup>

$p_{Fi} =$  kN/cm<sup>2</sup>

Andere Bolzen

Gleicher Rechengang mit folgenden Kräften:

Bolzen 1a:  $F = F_{Verb} =$  kN

(nach Abbildung 10 in Nr. 3.11.2)

Bolzen 2:  $F = F_{Zug} =$  kN

Bolzen 8:  $F = F_{Verb} =$  kN

Lagerbolzen:  $F = F_{Lager} =$  kN

Bolzen F oder L:  $F = F_B$  oder  $F_{BL} =$  kN

Bei Bremsen nach Abbildung 13 in Nr. 3.11.2 ist stattdessen einzusetzen

$F = F_{oL \max}$  (Kolbenlüftkraft nach Nr. 3.13.3.7)

Bolzen G:  $F = F_{BG} =$  kN

Bei Bremsen nach Abbildung 9 in Nr. 3.11.2 ist stattdessen

$F = F_B \times \frac{l_{11}}{l_{10}}$

einzusetzen, sofern dieser Wert größer als  $F_{BG}$  ist.

Bei Bremsen nach Abbildung 13 in Nr. 3.11.2 ist für die Bolzen, die zusätzlich zur Bremsgewichtskraft  $F_{BG}$  auch eine Federkraft aufnehmen, die wirksame Lüftkraft

$F_L' = \frac{l_{11}}{l_9} \times F_{oL \max} =$  kN

einzusetzen; für die anderen Bolzen G gilt die Bremsgewichtskraft  $F_{BG}$ .

Fußlagerbolzen 5:  $F = F_{Fuss 5} =$  kN

Bremsbackenbolzen:

Wenn die Bremsbacke mit einem Bolzen beweglich am Bremsbackenträger angeschlossen ist, muss dieser Bolzen ebenfalls berechnet werden (Abbildung 17)

a) Bei symmetrischer Anordnung, d. h. wenn  $l_6 = \frac{1}{2} \times l_4$  ist, gilt

$F = \sqrt{(2 \times F_{Zug})^2 + (2 \times F_{Zug} \times \mu_2)^2} =$  kN

b) Bei unsymmetrischer Anordnung, d. h. wenn  $l_6 + \frac{1}{2} \times l_4$  ist, gilt

$F = \sqrt{\left(\frac{l_4}{l_6} \times F_{Zug}\right)^2 + \left(\frac{l_4}{l_6} \times F_{Zug} \times \mu_2\right)^2} =$  kN

Ist  $\frac{l_4}{l_6} < \frac{l_3}{l_5}$  muss F mit  $l_3$  und  $l_5$  ermittelt werden.

Weitere Bolzen sind entsprechend zu berechnen.

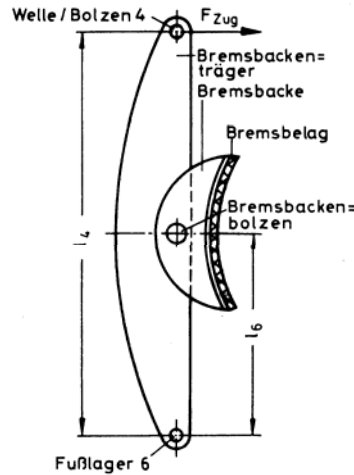


Abbildung 17

3.13.5. Berechnung der Ankerschrauben

Werkstoff: mit  $\sigma_S =$  kN/cm<sup>2</sup>

Anzahl der Schrauben je Lagerbock z = Stück

Gewindeart:

Kernquerschnitt  $A_K =$  cm<sup>2</sup>

$$\sigma_Z = \frac{F_{Fuss}}{z \times A_{AK}} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$v = \frac{\sigma_S}{\sigma_Z} \quad \begin{matrix} \geq 5 \\ \geq 3 \text{ bei Addition der Bremskräfte} \end{matrix}$$

3.13.6. Berechnung der Wellen oder gegebenenfalls des Winkelhebels mit Hauptbolzen sowie des Bolzens 4

Es ist zu beachten, ob sich die Bremskräfte in den Wellen oder dem Winkelhebel addieren oder nicht (vergleiche Nrn. 3.13.3.4, 3.13.3.5, 3.13.3.6).

3.13.6.1. Hauptwelle <sup>1)</sup> (Abbildungen 18 und 5b)

Werkstoff : mit  $\sigma_S =$  kN/cm<sup>2</sup>

$l_2 =$  cm (nach Abb. 5b)

$l_a =$  cm

$l_b =$  cm

$l_c =$  cm

$d_1 =$  cm

$d_2 =$  cm

$d_3 =$  cm

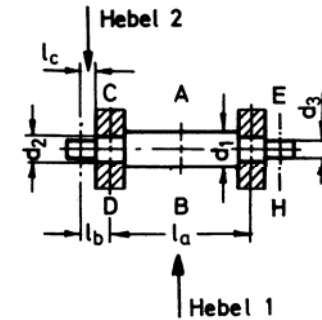


Abbildung 18

a) Querschnitt A - B:

$$F = F_{Verb} \quad \text{kN}$$

oder nach Nr. 3.13.3.4

$$F = F_B \text{ oder } F_B + F_{Verb} \quad \text{kN}$$

$$M_{b1} = \frac{F \text{ (wie oben)} \times l_a}{4} \quad \text{kNcm}$$

$$M_{b2} = F_{Zug} \times l_b \quad \text{kNcm}$$

$$M_{bRes} = \sqrt{M_{b1}^2 + M_{b2}^2} \quad \text{kNcm}$$

$$M_d = F_{Zug} \times l_2 \quad \text{kNcm}$$

Ideelles Moment (z. B. nach Tabelle)

$$M_i \approx \sqrt{M_{bRes}^2 + 0,75 \times M_d^2} \quad \text{kNcm}$$

$$W = \quad \text{cm}^3, \text{ (abzüglich 15 v. H. für Keilnuten)}$$

$$\sigma_b = \frac{M_i}{W} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$v = \frac{\sigma_S}{\sigma} \quad \begin{matrix} \geq 3 \\ \geq 2 \text{ bei Addition der Bremskräfte} \end{matrix}$$

<sup>1)</sup> Bei der Wellenkonstruktion sollten Oberflächengüte und Kerbwirkungen im Hinblick auf die Dauerfestigkeit berücksichtigt werden.

b) Querschnitt C - D:

$$M_b = F_{Zug} \times l_b \quad \text{kNcm}$$

$$M_d = F_{Zug} \times l_2 \quad \text{kNcm}$$

$$M_i \approx \sqrt{M_b^2 + 0,75 \times M_d^2} \quad \text{kNcm}$$

$$W = \quad \text{cm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{M_i}{W} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$v = \frac{\sigma_s}{\sigma_b} \quad \begin{matrix} \geq 3 \\ \geq 2 \text{ bei Addition der Bremskräfte} \end{matrix}$$

$$\rho_F = \frac{\sqrt{F_{Zug}^2 + (0,5 \times F_{Verb})^2}}{2 \times (l_b - l_c) \times d_2} \leq 3 \text{ kN/cm}^2$$

Statt  $F_{Verb}$  erforderlichenfalls  $F_B$  oder  $F_B + F_{Verb}$  einsetzen (vergleiche F bei Querschnitt A - B)

c) Querschnitt E - H:

$$M_b = F_{Zug} \times l_c \quad \text{kNcm}$$

$$M_d = F_{Zug} \times l_2 \quad \text{kNcm}$$

$$M_i \approx \sqrt{M_b^2 + 0,75 \times M_d^2} \quad \text{kNcm}$$

$$W = \quad \text{cm}^3 \text{ (abzüglich 15 v. H. für Keilnuten)}$$

$$\sigma_b = \frac{M_i}{W} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$v = \frac{\sigma_s}{\sigma_b} \quad \begin{matrix} \geq 3 \\ \geq 2 \text{ bei Addition der Bremskräfte} \end{matrix}$$

3.13.6.2. Bremswelle 4 (Abbildungen 19 und 5b)

Werkstoff:

$$l_a = \text{cm}$$

$$l_b = \text{cm}$$

$$l_c = \text{cm}$$

$$b = \text{cm}$$

$$h = \text{cm}$$

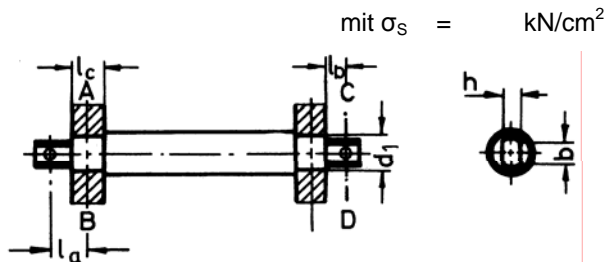


Abbildung 19

a) Querschnitt A - B:

$$M_b = F_{Zug} \times l_a \quad \text{kNcm}$$

$$W = \quad \text{cm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$v = \frac{\sigma_s}{\sigma_b} \quad \begin{matrix} \geq 3 \\ \geq 2 \text{ bei Addition der Bremskräfte} \end{matrix}$$

$$\rho_F = \frac{F_{Zug}}{d_1 \times l_c} \quad (\leq 3 \text{ kN/cm}^2)$$

b) Querschnitt C - D:

$$M_b = F_{Zug} \times l_b \quad \text{kNcm}$$

$$W = \frac{b \times h^2}{6} \quad \text{cm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$v = \frac{\sigma_s}{\sigma_b} \quad \begin{matrix} \geq 3 \\ \geq 2 \text{ bei Addition der Bremskräfte} \end{matrix}$$

3.13.6.3 Winkelhebel (Abbildung 20)

Werkstoff: mit  $\sigma_s = \quad \text{kN/cm}^2$

$$a_1 = \text{cm} \quad c_1 = \text{cm} \quad l_a = \text{cm}$$

$$a_2 = \text{cm} \quad c_2 = \text{cm} \quad l_b = \text{cm}$$

$$b = \text{cm}$$

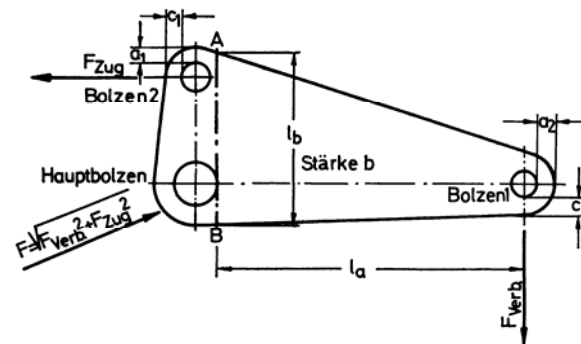


Abbildung 20

$$\sigma_{S \text{ zul}} = \frac{\sigma_S}{3} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$= \frac{\sigma_S}{2} \text{ bei Addition der Bremskräfte} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$a_{1 \text{ erf}} = \frac{F_{\text{Zug}}}{b \times \sigma_{S \text{ zul}}} \quad \text{cm} (\leq a_1)$$

$$c_{1 \text{ erf}} = 1,3 \times a_{1 \text{ erf}} \quad \text{cm} (\leq c_1)$$

$$a_{2 \text{ erf}} = \frac{F_{\text{Verb}}}{b \times \sigma_{S \text{ zul}}} \quad \text{cm} (\leq a_2)$$

$$c_{2 \text{ erf}} = 1,3 \times a_{2 \text{ erf}} \quad \text{cm} (\leq c_2)$$

Querschnitt A - B:

$$M_b = F_{\text{Verb}} \times l_a \quad \text{kNcm}$$

$$W = \frac{b \times l_b^2}{6} \quad \text{cm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$v = \frac{\sigma_S}{\sigma_b} \quad \begin{matrix} \geq 3 \\ \geq 2 \text{ bei Addition der Bremskräfte} \end{matrix}$$

3.13.6.4. Hauptbolzen mit  $F = \sqrt{F_{\text{Verb}}^2 + F_{\text{Zug}}^2}$  und Bolzen 4 mit

$F = F_{\text{Zug}}$  berechnen wie in Nr. 3.13.4 (für 1 Zugstange)

3.13.7. Berechnung der Hebel

Es ist zu beachten, ob sich die Bremskräfte in den Hebeln addieren oder nicht (vergleiche Nrn. 3.13.3.4, 3.13.3.5, 3.13.3.6)

3.13.7.1. Hebel 1 (Abbildung 21)

Werkstoff: mit  $\sigma_s =$  kN/cm<sup>2</sup>

$$l_1 = \text{cm} \quad (\text{nach Abb. 5})$$

$$l_2 = \text{cm} \quad b_1 = \text{cm}$$

$$l_b = \text{cm} \quad b_2 = \text{cm}$$

$$l_c = \text{cm} \quad b_3 = \text{cm}$$

(Bei Bremsen nach Abbildung 10 in Nr. 3.11.2 ist für  $l_c$  die Differenz  $l_1 - l_{12}$  einzusetzen.)

$$d_1 = \text{cm}$$

$$d_2 = \text{cm}$$

$$d_3 = \text{cm}$$

$$d_4 = \text{cm}$$

$$h_1 = d_4$$

$$h_2 = \text{cm}$$

$$h_3 = \text{cm}$$

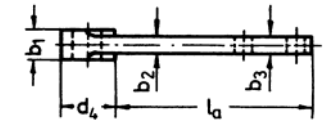
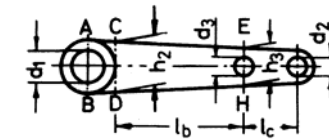


Abbildung 21

a) Querschnitt A - B:

$$F = F_{\text{Verb}} \quad \text{kN}$$

$$M = F_{\text{Verb}} \times l_1 \quad \text{kNcm}$$

oder nach Nr. 3.13.3.4

$$= F_B \times l_1 \quad \text{kNcm}$$

oder

$$= F_B \times l_1 + F_{\text{Verb}} \times l_{12} \quad \text{kNcm}$$

$$W = \frac{b_1 \times (d_4^3 - d_1^3)}{6 \times d_4} \quad \text{cm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{M}{W} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$v = \frac{\sigma_S}{\sigma_b} \quad \begin{matrix} \geq 3 \\ \geq 2 \text{ bei Addition der Bremskräfte} \end{matrix}$$

b) Querschnitt C - D:

$$F = F_{\text{Verb}} \quad \text{kN}$$

$$M = F_{\text{Verb}} \times l_a \quad \text{kNcm}$$

oder nach Nr. 3.13.3.4

$$= F_B \times l_a \quad \text{kNcm}$$

oder

$$= F_B \times l_a + F_{\text{Verb}} \times l_b \quad \text{kNcm}$$

$$W = \frac{b_2 \times h_2^2}{6} \quad \text{cm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{M}{W} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$v = \frac{\sigma_S}{\sigma_b} \quad \begin{matrix} \geq 3 \\ \geq 2 \text{ bei Addition der Bremskräfte} \end{matrix}$$

c) Querschnitt E – F

(nur für Bremsrichtungen nach Abbildung 10 in Nr. 3.11.2)

$$M = F_B \times l_c \quad \text{kNcm}$$

$$W = \frac{b_3 \times (h_3^3 - d_3^3)}{6 \times h_3} \quad \text{cm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{M}{W} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$v = \frac{\sigma_s}{\sigma_b} \quad \begin{matrix} \geq 3 \\ \geq 2 \text{ bei Addition der Bremskräfte} \end{matrix}$$

d) Flächenpressung in den Bolzenbohrungen  $d_2$  und  $d_3$

$$\text{für } d_2: p_F = \frac{F_{Verb}}{b_3 \times d_2} \leq 3 \text{ kN/cm}^2$$

oder nach Nr. 3.13.3.4

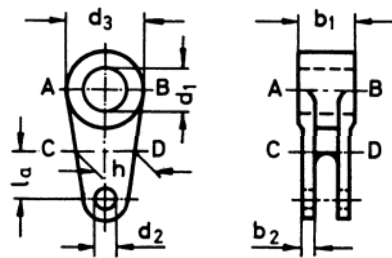
$$= \frac{F_B}{b_3 \times d_2} \leq 3 \text{ kN/cm}^2$$

$$\text{für } d_3: p_F = \frac{F_{Verb}}{b_3 \times d_2} \leq 3 \text{ kN/cm}^2$$

3.13.7.2. Hebel 2 (Abbildung 22)

Werkstoff:

- $d_1 =$  cm
- $d_2 =$  cm
- $d_3 =$  cm
- $b_1 =$  cm
- $b_2 =$  cm
- $h =$  cm
- $l_a =$  cm



mit  $\sigma_s$  kN/cm<sup>2</sup>

Abbildung 22

( $l_2$  nach Abbildung 5 in Nr. 3.11.2)

a) Querschnitt A - B:

$$M = F_{Zug} \times l_2 \quad \text{kNcm}$$

$$W = \frac{b_1 \times (d_3^3 - d_1^3)}{6 \times d_3} \quad \text{cm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{M}{W} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$v = \frac{\sigma_s}{\sigma_b} \quad \begin{matrix} \geq 3 \\ \geq 2 \text{ bei Addition der Bremskräfte} \end{matrix}$$

b) Querschnitt C - D:

$$M = F_{Zug} \times l_a \quad \text{kNcm}$$

$$W = \frac{2 \times b_2 \times h^2}{6} \quad \text{cm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{M}{W} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$v = \frac{\sigma_s}{\sigma_b} \quad \begin{matrix} \geq 3 \\ \geq 2 \text{ bei Addition der Bremskräfte} \end{matrix}$$

c) Flächenpressung in der Bolzenbohrung  $d_2$

$$p_F = \frac{F_{Zug}}{2 \times b_2 \times d_2} \leq 3 \text{ kN/cm}^2$$

3.13.7.3. Hauptbremshebel (Abbildung 23)

Werkstoff:

mit  $\sigma_s =$  kN/cm<sup>2</sup>

- $d_1 =$  cm
- $d_2 =$  cm
- $d_3 =$  cm
- $d_4 =$  cm
- $d_5 =$  cm
- $l_a =$  cm
- $l_b =$  cm
- $b_1 =$  cm
- $b_2 =$  cm
- $h_1 =$  d5
- $h_2 =$  cm
- $h_3 =$  cm

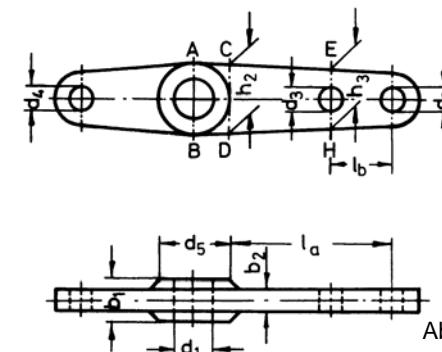


Abbildung 23

Die Kräfte F sind je nach Bremsapparat entsprechend Nr. 3.13.3 einzusetzen. Dies gilt auch für die Kräfte an dem Gewichtshebel nach Abbildung 12 in Nr. 3.11.2.



a) Querschnitt A - B:

$F = \dots \dots \dots$  kN

$M = F \times l_g$  kNcm

$W = \frac{b_1 \times (d_5^3 - d_1^3)}{6 \times d_5}$  cm<sup>3</sup>

$\sigma_b = \frac{M}{W}$  kN/cm<sup>2</sup>

$v = \frac{\sigma_s}{\sigma_b} \geq 3$   
 $\geq 2$  bei Addition der Bremskräfte

b) Querschnitt C D:

$F = \dots \dots \dots$  kN

$M = F \times l_a$  kNcm

$w = \frac{b_2 \times h_2^2}{6}$  cm<sup>3</sup>

$\sigma_b = \frac{M}{W}$  kN/cm<sup>2</sup>

$v = \frac{\sigma_s}{\sigma_b} \geq 3$   
 $\geq 2$  bei Addition der Bremskräfte

c) Querschnitt E - H:

$F = \dots \dots \dots$  kN

$M = F \times l_b$  kNcm

$W = \frac{b_2 \times (h_3^3 - d_3^3)}{6 \times h_3}$  cm<sup>3</sup>

$\sigma_b = \frac{M}{W}$  kN/cm<sup>2</sup>

$v = \frac{\sigma_s}{\sigma_b} \geq 3$   
 $\geq 2$  bei Addition der Bremskräfte

d) Flächenpressung in den Bolzenbohrungen  $d_1$  bis  $d_4$

für  $d_1$ :  $p_F = \frac{F \dots}{b_1 \times d_1} \leq 3 \text{ kN/cm}^2$

für  $d_2$ :  $p_F = \frac{F_{BG}}{b_2 \times d_2} \leq 3 \text{ kN/cm}^2$

für  $d_3$ :  $p_F = \frac{F \dots}{b_2 \times d_3} \leq 3 \text{ kN/cm}^2$

für  $d_4$ :  $p_F = \frac{F_{Verb}}{b_2 \times d_4} \leq 3 \text{ kN/cm}^2$

3.13.8. Berechnung der Zug- und Druckstangen

Es ist zu beachten, ob sich die Bremskräfte in den Stangen addieren oder nicht (vergleiche Nrn. 3.13.3.4, 3.13.3.5, 3.13.3.6)

3.13.8.1. Zugstange (Abbildungen 24a und 24b)

Werkstoff: mit  $\sigma_s = \dots$  kN/cm<sup>2</sup>

mit Rundgewinde nach DIN 20400

Kernquerschnitt  $A_K = \dots$  cm<sup>2</sup>

Niet- und Schraubenverbindungen sind nach Nr. 7.6.5 nachzuweisen.

$A = \dots$  cm  $b_2 = \dots$  cm  $d = \dots$  cm

$b_1 = \dots$  cm  $c = \dots$  cm  $h = \dots$  cm

Länge der Zugstange:  $l_7 = \dots$  cm (vom Bolzen 2 bis Welle/Bolzen 4)

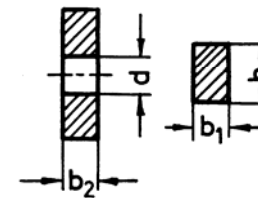


Abbildung 24a

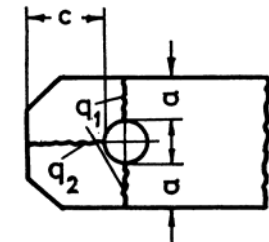


Abbildung 24b

a) Metergewicht der Zugstange:  $q_z$  kg/m

Gewichtskraft je cm Zugstange:

$F_{q2} = q_z \times g \times 10^{-5}$  kN/cm

$$\sigma_z = \frac{F_{\text{Zug}}}{b_1 \times h} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$M = \frac{F_{\text{qz}} \times l_7^2}{8} \quad \text{kNcm}$$

$$W = \frac{b_1 \times h^2}{6} \quad \text{cm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{M}{W} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$\sigma_{zb} = \sigma_z + \sigma_b \quad \text{kN/cm}^2$$

$$v = \frac{\sigma_s}{\sigma_{zb}} \quad \begin{array}{l} \geq 3 \\ \geq 2 \text{ bei Addition der Bremskräfte} \end{array}$$

b) Gewinde auf Zug:

$$\sigma_z = \frac{F_{\text{Zug}}}{A_K} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$v = \frac{\sigma_s}{\sigma_z} \quad \begin{array}{l} \geq 3 \\ \geq 2 \text{ bei Addition der Bremskräfte} \end{array}$$

c) Querschnitt  $q_1$  auf Zug:

$$\sigma_z = \frac{F_{\text{Zug}}}{2 \times a \times b_2} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$v = \frac{\sigma_s}{\sigma_z} \quad \begin{array}{l} \geq 3 \\ \geq 2 \text{ bei Addition der Bremskräfte} \end{array}$$

d) Querschnitt  $q_2$  auf ausreichendes c:

$$a_{\text{erf}} = \frac{3 \times F_{\text{Zug}}}{2 \times b_2 \times \sigma_s} \quad (\text{ohne Addition der Kräfte}) \quad \text{cm}$$

$$a_{\text{erf}} = \frac{2 \times F_{\text{Zug}}}{2 \times b_2 \times \sigma_s} \quad (\text{mit Addition der Kräfte}) \quad \text{cm}$$

$$c_{\text{erf}} = 1,3 \times a_{\text{erf}} \quad \text{cm}$$

e) Flächenpressung in der Bolzenbohrung d:

$$p_F = \frac{F_{\text{Zug}}}{b_2 \times d_2} \leq 3 \text{ kN/cm}^2$$

## 3.13.8.2. Haltestangen und durchgehende Kolbenstangen

$$\text{Werkstoff:} \quad \text{mit } \sigma_s = \quad \text{kN/cm}^2$$

mit Rundgewinde nach DIN 20400

$$\text{Kernquerschnitt:} \quad A_K = \quad \text{cm}^2$$

$$\text{ohne Gewinde, Querschnittsmaß} = \quad \text{cm}$$

$$\text{Querschnitt:} \quad A = \quad \text{cm}^2$$

$$\sigma_z = \frac{F_{\text{BG}}}{A} \quad \text{kN/cm}^2$$

Für Haltestangen nach Abbildung 13 in Nr. 3.11.2 ist  $F = F_{\text{BG}} + F_{\text{Feder}}$ ; für die durch den Kolben gehende Stange, z. B. nach Abbildungen 9 und 12 in Nr. 3.11.2, ist  $F = F_{\text{BG}} + F_{\text{BL}}$ .

$$v = \frac{\sigma_s}{\sigma_z} \geq 3$$

Flächenpressung in den Bolzenbohrungen

$$p_F = \frac{F_{\text{.....}}}{b \times d} \leq 3 \text{ kN/cm}^2$$

(für F Werte wie oben einsetzen).

## 3.13.8.3. Verbindungsstange 8:

$$\text{Werkstoff:} \quad \text{mit } \sigma_s = \quad \text{kN/cm}^2$$

$$\text{Knicklänge (nach Zeichnung)} \quad l_K = \quad \text{cm}$$

Querschnitte:

Rohr

$$\text{Außendurchmesser} \quad d_a = \quad \text{cm}$$

$$\text{Innendurchmesser} \quad d_i = \quad \text{cm}$$

$$\text{Querschnitt} \quad A = \frac{\pi}{4} \times (d_a^2 - d_i^2) \quad \text{cm}^2$$

volle Stange

$$\text{Durchmesser} \quad d = \quad \text{cm}$$

$$\text{Querschnitt} \quad A = \frac{\pi \times d^2}{4} \quad \text{cm}^2$$

a) Berechnung auf Druck:

$$F = F_{\text{Verb}} \quad \text{kN}$$

$$\sigma_d = \frac{F_{\text{Verb}}}{A} \leq \sigma_{d \text{ zul}} \quad \text{kN/cm}^2$$

nach Tabelle für den unter b errechneten  $\lambda$ -Wert

b) Berechnung auf Knickung:

Rohr

$$J = \frac{\pi}{64} \times (d_a^4 - d_i^4) \quad \text{cm}^4$$

$$\text{Trägheitshalbmesser } i = \sqrt{\frac{J}{A}} \quad \text{cm}$$

Volle Stange

$$\text{Trägheitshalbmesser } i = \frac{d}{4} \quad \text{cm}$$

$$\text{Schlankheitsgrad } \lambda = \frac{l_k}{i}$$

Mit diesem  $\lambda$ -Wert wird  $\sigma_{d \text{ zul}} =$  kN/cm<sup>2</sup> (aus Tabelle auf der Rückseite)

c) Berechnung auf Zug:

(nur wenn auf Zug beansprucht)

Berechnung wie bei Haltestangen nach Nr. 3.13.8.2.

d) Flächenpressung in den Bolzenbohrungen:

Berechnung wie bei Haltestangen nach Nr. 3.13.8.2.

**Tabelle**  
der zulässigen Druckspannung bei Knickbeanspruchung  
(mit 3facher Sicherheit)

$\lambda$	$\sigma_{d \text{ zul}}$ in kN/cm <sup>2</sup>	
	St 37	St 52
< 20	8,0	12,0
20	7,9	11,9
30	7,9	11,9
40	7,9	11,8
50	7,8	11,7
60	7,8	11,4
70	7,6	11,0
80	7,5	10,3
90	7,2	8,5
100	6,7	6,9
110		5,7
120		4,8
130		4,0
140		3,5
150		3,0

Stäbe mit  $\lambda < 150$  sollen nicht verwendet werden

Grundlagen der Tabellenwerte für  $\sigma_{d \text{ zul}}$  sind

für  $\lambda < 20$  die Streckgrenze des Werkstoffs,

für  $\lambda \geq 20$  die zulässige Knickspannung (DIN 4114 Bl. 2)

## 3.13.9. Flächenpressung an den Bremsflächen (vgl. Nr. 3.9.3.4)

## 3.13.9.1. Backenbremse

Bremsbelag (Typ):

Abmessungen der Bremsbacken:

$$h = \quad \text{cm}, \quad b = \quad \text{cm}, \quad A = \quad \text{cm}^2$$

$$\left. \begin{array}{l} l_3 = \quad \text{cm} \\ l_4 = \quad \text{cm} \end{array} \right\} \text{nach Abb. 5} \quad \left. \begin{array}{l} l_5 = \quad \text{cm} \\ l_6 = \quad \text{cm} \end{array} \right\} \text{nach Abb. 5}$$

$$\text{Anzahl der Bremsbacken je Zugstange} \quad z = \quad \text{Stück}$$

$$p_F = \frac{\left( \frac{l_3}{l_5} + \frac{l_4}{l_6} \right) \times F_{\text{Zug}}}{z \times A} \quad \text{kN/cm}^2$$

$$p_{F \text{ zul}} = 0,08 \text{ kN/cm}^2$$

## 3.13.9.2. Scheibenbremse

Bremsbelag (Typ):

$$\text{Bremsfläche eines Bremskrafterzeugers:} \quad A = \quad \text{cm}^2$$

$$p_F = \frac{F_{\text{BG}}}{A} = \quad \text{kN/cm}^2$$

$$p_{F \text{ zul}} = 0,15 \text{ kN/cm}^2$$

Wenn die Nennbremskraft der Bremse nicht ausgenutzt wird, kann mit  $F_{\text{OF max}}$  aus Nr. 3.11.2.1.3 (statt mit  $F_{\text{BG}}$ ) gerechnet werden.

## 3.13.10. Berechnung des Bremsbackenträgers (Abbildung 25)

Die Bremsbackenträger müssen berechnet werden, wenn die Bremszugstangen oberhalb des Seilträgers angeordnet sind (vergleiche Abbildung 5a in Nr. 3.11.2).

$$\text{Werkstoff:} \quad \text{mit } \sigma_s = \quad \text{kN/cm}^2$$

a) Bei symmetrischer Anordnung, d. h. wenn  $l_a = l_c$  ist, gilt

1. für starre Bremsbacken

$$M_b = \left( \frac{l_4}{2} - \frac{l_8}{4} \right) \times F_{\text{Zug}}$$

2. für bewegliche Bremsbacken (mit  $l_B = 0$ )

$$M_b = \frac{l_4}{2} \times F_{\text{Zug}}$$

b) bei unsymmetrischer Anordnung, d. h. wenn  $l_a \neq l_c$  ist, gilt

1. für starre Bremsbacken

$$M_b = \left( l_a + \frac{l_B \times (2 \times l_c \times l_B)}{4 \times l_4} \right) \times F_{\text{Zug}}$$

2. für bewegliche Bremsbacken (mit  $l_B = 0$ )

$$M_b = (l_4 - l_6) \times F_{\text{Zug}}$$

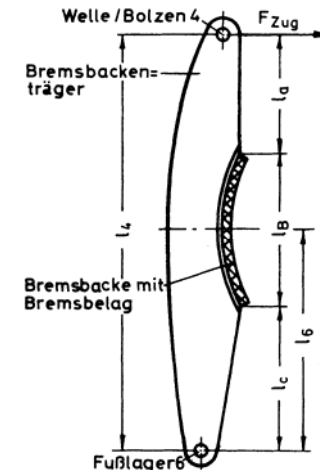


Abbildung 25

Weitere Rechnung:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W} \quad (W \text{ ist aus der Konstruktion zu bestimmen})$$

$$v = \frac{\sigma_s}{\sigma_b} \geq 3 \geq 2 \text{ bei Addition der Bremskräfte}$$

Zug- und Druckspannungen müssen gegebenenfalls zusätzlich berücksichtigt werden.

#### 4. Schachtüberwachungs- und -signalanlagen sowie Schachtfernsprechanlagen für Seilfahrt- und Güterförderanlagen

##### 4.1. Schachtüberwachungs- und -signalanlage – Allgemeines <sup>1)</sup>

Jede Seilfahrtanlage und jede Güterförderanlage, deren Fördermaschine oder Förderhaspel für Handbedienung oder nicht ausschließlich für automatischen Betrieb eingerichtet ist, müssen mit einer elektrischen Schachtüberwachungs- und -signalanlage ausgerüstet sein. <sup>2)</sup>

Für Anlagen, die sowohl mit Handbedienung als auch automatisch betrieben werden, gelten die Nrn. 5.1.8.1 und 5.1.8.2.

Für Anlagen, die ausschließlich automatisch betrieben werden, gelten die Nrn. 5.1.8.3 und 5.1.8.4.

Für Anlagen beim Abteufen gilt Nr. 4.14.

Für Befahrungs- und Hilfsfahranlagen gilt Nr. 8 und für Bühnenanlagen gilt Nr. 9.

##### 4.1.1. Aufbau und Wirkungsweise von Schachtüberwachungs- und -signalanlagen

Elektrische Überwachungs- und -signalanlagen müssen mindestens Einrichtungen, Anlagen oder Funktionen beinhalten für die:

1. Abgabe, Übertragung und den Empfang akustischer Einzelsignale, z. B. Einschlagweckeranlage, Tonfrequenzanlage,
2. Notsignalgabe (Notsignalanlage),
3. Signalgabe im Schachthammerbetrieb (Schachthammersignaleinrichtung),
4. sohlenabhängige Signalblockierung oder –freigabe z. B. Sohlenblockiereinrichtung, Sohlenbereichssignale des Teufenzeigers oder des Fahrtreglers,
5. Sperrung oder Freigabe der Fördermaschine oder des Förderhaspels, z. B. Fördermaschinen – / Förderhaspelsperreinrichtung,
6. Seilfahrtankündigung- und -quittierung und die Schachttorüberwachung bei Seilfahrtanlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 2 m/s und bei anderen Seilfahrtanlagen mit Nebenanschlüssen (Bühnen, Keller),
7. Seilfahrteinschaltung am Bedienungsstand der Antriebsmaschine und die Seilfahrtanzeige an den Anschlüssen bei Seilfahrtanlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 2 m/s,

<sup>1)</sup> Definition des Begriffes Signal siehe § 19 Abs. 1 der VO

<sup>2)</sup> Bei Neuanlagen sind mechanische Signalanlagen nicht mehr zulässig. Für bestehende Anlagen gilt Nr. 4.16.

8. Fertigsignalgabe bei allen Seilfahrtanlagen mit Nebenanschlüssen,
9. Stromversorgung und Überwachung der Schachtüberwachungs- und -signalanlage an der Antriebsmaschine und ggf. an den Anschlüssen,
10. optische und akustische Anzeige von Signalen oder Meldungen an der Antriebsmaschine und an den Anschlüssen,
11. Überwachung der Anschläge und des Fördertrums sowie ggf. des Fördermittels,
12. Ein- und Umschaltung der Betriebsarten und -weisen, so dass ein gleichzeitiges Signalgeben zur Antriebsmaschine von mehreren Orten einer Förderanlage aus verhindert wird,
13. Signalregistrierung, bei Hauptseilfahrtanlagen,
14. Überwachung der Unterseilbucht (z. B. Führungsholzüberwachung) und ggf. des Schachtsumpfes oder des Förderseiles (Hängeseilüberwachung), s. Nr. 3.8.12.
15. eine eigene gegen Fremdeinflüsse geschützte mündliche unmittelbare und ausschließliche Verständigung bei der Schachtbefahrung vom Fördermittel aus mit dem Maschinenführer z. B. eine Fördermitteltelefonanlage oder ein Funksprechgerät.

4.1.1.1. Werden in der Schachtförderung für den wechselseitigen Austausch zwischen den am Antrieb befindlichen zentralen programmierbaren elektronischen Systemen (PES) der Signal-, Steuerungs- und Überwachungseinrichtungen und den Anschlüssen im Schacht die Informationen, d. h. Meldungen und Signale, nicht vieladrige Schachtkabel eingesetzt, sondern elektronische Datenübertragungssysteme mit zugehörigen wenigadrigen Schachtkabeln, so kann die komplette Anlage als „Schachtüberwachungs- und -signalanlage mit Busübertragung“ bezeichnet werden.

Für die Busübertragung gilt sinngemäß Nr. 3.8.10.

4.1.1.2. Mit zentralen programmierbaren elektronischen Systemen aufgebaute Schachtüberwachungs- und -signalanlagen, die mit vieladrigen Schachtkabeln wirken, werden dementsprechend nicht als Anlagen mit Busübertragung (Feldbus) bezeichnet. Dies gilt auch, wenn die Systeme an der Antriebsmaschine serielle oder parallele Busübertragungssysteme besitzen, die z. B. ein- oder zweikanalige Systeme signaltechnisch koppeln, für die Visualisierung oder Fernübertragung von Anlagenzuständen oder für den örtlich begrenzten Datenaustausch zwischen dem Fahrtregler, der Maschinensteuerung, der Bremsenrichtung o. ä. vorgesehen sind.

4.1.1.3. Sind andere Busübertragungssysteme untrennbar, funktionell oder bautechnisch sowie für den Betrieb der programmierbaren elektronischen Systeme in einer Schachtüberwachungs- und -signalanlage erforderlich, so werden diese als deren feste Bestandteile angesehen.

- 4.1.2. Es wird empfohlen, Einrichtungen zur mündlichen Verständigung bei Schachthammerbetrieb nach Nr. 4.1.1 Punkt 15 einzusetzen, die zusätzlich auch eine Signaleinrichtung zur Abgabe von Einschlag- oder ggf. von Spersignalen vom Fördermittel aus besitzen, die in einer zugehörigen Betriebsart wirksam sind.
- 4.1.3. An Stellen, an denen Seile, Fördermittel oder andere Einrichtungen regelmäßig geprüft werden (Revisionsstellen), müssen Einrichtungen zur Signalgabe zum Bedienungsstand der Antriebsmaschine vorhanden sein; z. B. für die Betriebsart „Seilrevision“.
- 4.1.4. Abweichend von Nr. 4.1.1 Punkt 8 können Seilfahrtanlagen mit der Betriebsart „Selbstfahrerseilfahrt“ mit Fertigsignalgabe vom Fördermittel aus eingerichtet sein. An diesen Anlagen, deren Antriebsmaschinen nicht für automatischen Betrieb ausgerüstet sind, müssen zusätzlich vorhanden sein:
- An den Anschlägen:
- Ruftasten, als Fertigsignalgeber geschaltet, mit denen das Fördermittel zu dem Anschlag herangeholt werden kann, an dem die Taste betätigt wird,
  - Zielwahltasten an Anlagen mit mehr als zwei Anschlägen, sofern sie nicht auf dem Fördermittel angebracht sind; Zielwahltasten an den Anschlägen können zugleich als Ruftasten wirken.
  - Notsignalgeber nach Nr. 4.9 oder Nothaltgeber nach Nr. 5.2.5 sowie überwachte Schachttore nach Nrn. 5.1.7.1 und 5.1.7.2,
  - akustische Abfahrwarnung nach Nr. 4.6.2.9,
  - Torleuchten nach Nr. 4.10.3.6,
  - Schachtfernsprecher nach Nr. 4.13.
- und, soweit erforderlich,
- Vorrichtungen zum Betätigen von Toren und Bühnen sowie zum Betätigen von Zentriereinrichtungen für seilgeführte Fördermittel.
- Auf den zur Selbstfahrerseilfahrt bestimmten Fördermitteln:
- Fertigsignalgeber,
  - Zielwahltasten an Anlagen mit mehr als zwei Anschlägen, sofern sie nicht an den Anschlägen angebracht sind; Zielwahltasten auf dem Fördermittel können zugleich als Fertigsignalgeber wirken;
  - Notsignalgeber nach Nr. 4.9 oder Nothaltgeber nach Nr. 5.2.5,
  - überwachte Fördermittelverschlüsse nach Nr. 5.1.7.3,
  - Leuchte zur Anzeige offener Tore, sofern die Torleuchten nach Nr. 5.3.2 und 4.10.3.6 vom Fördermittel aus nicht zu erkennen sind,
  - akustische Abfahrwarnung nach Nr. 4.6.2.9,
  - Einrichtung zur Sprechverständigung mit dem Maschinenführer.
- Beim Betätigen einer Ruftaste oder einer Zielwahltaste muss ein entsprechendes Leuchtfeld am Bedienungsstand der Antriebsmaschine eingeschaltet werden.

4.1.5. Wird an Anlagen mit automatischer Beschickung der Fördermittel die Antriebsmaschine ständig von Hand bedient, muss eine Fertigsignalanlage nach Nr. 4.6.2 vorhanden sein. Dies gilt nicht für Gefäßförderanlagen.

#### 4.2. Stromversorgung und Überwachung der Schachtüberwachungs- und -signalanlagen

4.2.1. Elektrische Schachtüberwachungs- und -signalanlagen können mit Gleichstrom, Wechselstrom, Tonfrequenz-Wechselstrom oder Hochfrequenz-Wechselstrom betrieben werden.

Elektrische Schachtüberwachungs- und -signalanlagen sollen aus einem gemeinsamen Wechselspannungsnetz gespeist werden. Einrichtungen bzw. Anlagenteile können eigene Wechselspannungsversorgungen besitzen, z. B. Registriergeräte, programmierbare elektronische Steuerungs- oder Visualisierungssysteme, Fördermitteltelefonie- und -signalanlagen (FTS-Anlagen) oder elektronischer Schachthammer.

Der Ausfall einer separaten Stromversorgung darf nicht unbemerkt bleiben und nicht zu gefährlichen Betriebszuständen führen können.

Für Gleichstromanlagen ist nur Gleichrichterbetrieb, ggf. in Verbindung mit Akkumulatoren, zulässig.

Die Stromversorgung kann in Verbindung mit Akkumulatoren, Wechselrichtern oder unterbrechungsfreien Stromversorgungen gepuffert werden.

4.2.2. Die Schachtüberwachungs- und -signalanlage jeder Seilfahrt- oder Güterförderanlage muss aus Stromquellen gespeist werden, die keine leitenden (galvanischen) Verbindungen mit einem anderen Netz oder mit Erde besitzen; dies gilt nicht für den Schutzleiter, für die Isolationsüberwachungseinrichtung und für die Energieversorgung nach Nr. 4.2.4.2 Satz 2 sowie für programmierbare elektronische Systeme, s. Nr. 4.2.10 bzw. 4.2.11, von Schachtüberwachungs- und -signalanlagen.

An die Stromquelle einer Schachtüberwachungs- und -signalanlage dürfen nur Stromverbraucher angeschlossen werden, die zum Betrieb oder Überwachen des zugehörigen Schachtförderbetriebes dienen, z. B. Schachtsperren, Schachtbeschickungseinrichtungen. Ferner darf die Notbeleuchtung angeschlossen werden.

4.2.3. An der Einspeisestelle muss die Schachtüberwachungs- und -signalanlage allpolig abschaltbar sein.

Werden Teile der Schachtüberwachungs- und -signalanlage separat eingespeist, so müssen diese separaten Einspeisungen vor Ort allpolig abschaltbar sein und dürfen bei Abschaltung nicht zu gefährlichen Betriebszuständen führen können. Abschaltungen von Stromversorgungen für separate Anlagen oder Einrichtungen an den Sohlen oder Anschlägen sollen die übrigen Funktionen oder Bereiche nicht beeinträchtigen.

Bei mit Kleinspannungen nach DIN VDE 100 Teil 410 gespeisten programmierbaren elektronischen Systemen von Schachtüberwachungs- und -signalanlagen kann die Abschaltung des spannungsführenden Leiters des Systems auch einpolig erfolgen.

Beim Wiedereinschalten der Schachtüberwachungs- und -signalanlage nach einer Abschaltung darf kein gefährlicher Betriebszustand eintreten können. Die eingeschaltete Betriebsart muss erhalten bleiben.

4.2.4. Schachtüberwachungs- und -signalanlagen müssen auf Isolationsfehler überwacht werden.

4.2.4.1. Werden Teile der Schachtüberwachungs- und -signalanlagen ständig voneinander galvanisch getrennt betrieben, müssen diese Teile der Anlage auf Erdschluss überwacht werden, falls durch Erdschluss Fehlsignale entstehen können.

**Anmerkung:** Für die Anforderungen an Isolationsüberwachungsgeräte siehe auch DIN VDE 0118 Teil 3 Abschn. 13.4.4<sup>1)</sup>.

Eigensichere Schachtüberwachungs- und -signalanlagen müssen nach Nr. 3.8.7 bis 3.8.9 ausgeführt sein, da diese nicht auf Erdschluss bzw. Isolationsfehler überwacht werden können.

4.2.4.2. Gleichstromanlagen müssen auf Spannungsabfall überwacht werden.

Auf eine Unterspannungsüberwachung der Geberstromkreise kann verzichtet werden, wenn jeder Geber einer Schachtüberwachungs- und -signalanlage antivalent oder redundant und mit Kurzschlussüberwachung wirkt.

4.2.4.3. Antivalenz- oder Äquivalenzverlust muss dabei angezeigt werden. Die Informationen der Signalgeber oder -melder sind unabhängig voneinander der Eingabeebene zuzuführen. Die Leitungen zwischen sicherheitsrelevanten Gebern bzw. Meldern und der Eingangsebene der Auswertesysteme müssen auf Kurzschluss und Unterbrechung überwacht sein; bei Antivalenzschaltung genügt die Überwachung auf Kurzschluss.

4.2.4.4. Die Überwachungseinrichtung von Gleichstromanlagen muss die Schachtüberwachungs- und -signalanlage bei einem Spannungsabfall von mehr als 10 v. H. der Nennspannung sofort und bei Absinken des Isolationswertes einer Ader unter 250 Ohm/V innerhalb von 45 s nach Auftreten des Fehlers abschalten. Tritt der letztgenannte Fehler während eines Treibens auf, kann die Abschaltung auch nach Beendigung des Treibens erfolgen. Der Fehler muss optisch und akustisch am Bedienungsstand der Antriebsmaschine angezeigt werden. Die optische Anzeige darf erst abgeschaltet werden können, wenn der Fehler beseitigt ist.

4.2.5. Bei Anlagen mit geerdeten programmierbaren elektronischen Systemen darf ein Erdschluss nicht unbemerkt bleiben.

4.2.6. Die Abschalteneinrichtung der Isolationsüberwachung darf durch einen Schalter oder Taster unwirksam gemacht werden. Bei derart unwirksam gemachter Isolationsüberwachung müssen für einen Notbetrieb nur Einschlagwecker, Notsignal, Schachthammersignal oder FTS-Anlage sowie die vorhandene Fördermaschinen-/haspelsperreinrichtung wieder betriebsbereit geschaltet werden können. Die Überbrückung muss am Bedienungsstand der Antriebsmaschine dauernd optisch angezeigt werden; die Torleuchten dürfen dabei nicht eingeschaltet werden können.

4.2.7. Bei überbrückter Abschalteneinrichtung der Isolationsüberwachung dürfen Antriebsmaschinen und Beschickungseinrichtungen nicht mehr automatisch betrieben werden können, und bei Selbstfahrerseilfahrplananlagen nach Nr. 5.3 muss der Abfahrbefehl oder das Fertigsignal gesperrt sein.

4.2.8. Abweichend von Nr. 4.2.4.4 brauchen Signalanlagen ohne Relais - ausgenommen das Notsignal-Dehnrelais - beim Absinken des Isolationswertes nicht selbsttätig abgeschaltet zu werden. Ein Absinken des Isolationswertes unter 100 Ohm/V muss am Bedienungsstand der Antriebsmaschine optisch und akustisch angezeigt werden.

4.2.9. An Tonfrequenz-Wechselstrom- und Hochfrequenz-Wechselstromanlagen muss die Übertragungsstrecke überwacht werden, z. B. durch Überwachung des Pilottons. Ein Ausfall der Anlage muss optisch und akustisch am Bedienungsstand der Antriebsmaschine angezeigt werden.

4.2.10. Bei zweikanalig aufgebauten Schachtüberwachungs- und -signalanlagen, deren einer Kanal mit programmierbaren elektronischen Systemen, z. B. Speicherprogrammierbaren Steuerungs- oder Rechnersystemen, und deren anderer Kanal mit herkömmlichen Mitteln der Relais-technik aufgebaut werden, gelten die zuvor genannten Punkte für die mit Relais-technik aufgebauten Stromkreise.

Beim Einsatz von programmierbaren elektronischen Systemen sind bei der Überwachung dieser Systeme und der Koppelebenen die Angaben des Herstellers bei der Überwachung der Spannungs- bzw. Stromversorgung und bei der Isolationsüberwachung zugrunde zu legen.

Weiterhin können die programmierbaren elektronischen Systeme abweichend von Nr. 4.2.2 leitende (galvanische) Verbindungen mit einem anderen Netz oder mit Erde besitzen.

4.2.11. Bei zweikanalig aufgebauten Schachtüberwachungs- und -signalanlagen, die in beiden Kanälen mit programmierbaren elektronischen Systemen und mit separat gespeisten Relais-Koppelebenen aufgebaut werden, gelten die zuvor genannten Punkte für die Stromkreise der Koppelebenen, wenn nicht durch sicherheitsrele-

<sup>1)</sup> Isolationsüberwachungen

vante Maßnahmen in den redundanten Strukturen der programmierbaren elektronischen Systeme gleichwertige Sicherheiten erreicht werden.

Die Stromversorgungen der programmierbaren elektronischen Systeme sind gemäß Nr. 4.2.4.4 auszuführen, wenn nicht durch strukturelle Maßnahmen Fehler der Stromversorgungen erkannt werden und die Fehler keine gefährlichen Zustände herbeiführen können.

Beim Einsatz von programmierbaren elektronischen Systemen sind bei der Überwachung dieser Systeme und der Koppellebenen die Angaben des Herstellers bei der Überwachung der Spannungs- bzw. Stromversorgung und bei der Isolationsüberwachung zugrunde zulegen.

Weiterhin können die programmierbaren elektronischen Systeme abweichend von Nr. 4.2.2 leitende (galvanische) Verbindungen mit einem anderen Netz oder mit Erde besitzen.

- 4.2.12. Für die Stromversorgung und die Überwachung der mit Bustechniken ausgeführten Koppellebenen von programmierbaren elektronischen Systemen in Schachtüberwachungs- und -signalanlagen gelten die Nrn. 4.2.10 und 4.2.11.

### 4.3. Signaltechnische Betriebsmittel

- 4.3.1. Elektrische Schachtüberwachungs- und -signalanlagen sind so zu errichten, dass Personen durch direktes oder indirektes Berühren nicht gefährdet sowie Brände und Explosionen vermieden werden.

Diese Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Vorschriften der Elektrozulassungs-Bergverordnung (EIZulBergV) und der Elektro-Bergverordnung (EIBergV) sowie die vom Verband Deutscher Elektrotechniker herausgegebenen allgemein anerkannten Regeln der Technik (VDE-Bestimmungen), insbesondere DIN VDE 0105 Teil 11, DIN VDE 0118, DIN VDE 0170/0171, DIN VDE 0800 eingehalten sind.

Dies gilt auch für elektrische Betriebsmittel mit eingebauter eigener Stromquelle.

- 4.3.2. Im Steinkohlenbergbau dürfen in Schachtüberwachungs- und -signalanlagen nur schlagwettergeschützte elektrische Betriebsmittel und eigensichere elektrische Anlagen verwendet werden.

In Fördermaschinen- oder Förderhaspelräumen übertage brauchen keine schlagwettergeschützten Betriebsmittel oder eigensicheren Anlagen verwendet zu werden.

- 4.3.3. Schachtüberwachungs- und -signalanlagen müssen bis zu einem Spannungsabfall auf 90 v. H. der Nennspannung noch zuverlässig arbeiten.

- 4.3.4. Schachtüberwachungs- und -signalanlagen müssen so ausgeführt sein, dass sie von anderen elektrischen Anlagen - auch im Falle elektrischer Fehler - nicht nachteilig beeinflusst werden können. Dies ist insbesondere bei der Unterbringung von Teilen dieser Anlagen in gemeinsamen Gehäusen und bei Arbeiten an diesen Anlagen zu beachten.

- 4.3.5. Signaladern oder Busübertragungssysteme einer Schachtüberwachungs- und -signalanlage einer Seilfahrt- oder Güterförderanlage sind in eigenen Kabeln oder Leitungen zu führen. Die gemeinsame Unterbringung der Signaladern von Schachtüberwachungs- und -signalanlagen verschiedener Förderanlagen in einem Kabel oder einer Leitung ist nicht zulässig.

- 4.3.6. Im Kabel oder in der Leitung einer Schachtüberwachungs- und -signalanlage dürfen außer den Signaladern auch die Fernsprechadern für die zugehörige Förderanlage und die zur Steuerung der Schachtbeschickungs- und -überwachungseinrichtungen benötigten Adern mitgeführt werden.

Dies gilt in sinngemäßer Weise auch für Busübertragungssysteme der Schachtüberwachungs- und -signalanlage.

- 4.3.7. Steuer- und Überwachungsstromkreise von Schachtbeschickungs- und -überwachungseinrichtungen dürfen in die Schachtüberwachungs- und -signalanlage einbezogen werden.

- 4.3.8. Bei der gemeinsamen Unterbringung von Adern verschiedener Einrichtungen nach Nrn. 4.3.7 muss gewährleistet sein, dass eine gegenseitige nachteilige Beeinflussung nicht möglich ist.

- 4.3.9. In Schächten sind Kabel und Leitungen in Abständen von höchstens 8 m zu befestigen, sofern sie nicht mit mindestens 5-facher Sicherheit selbsttragend sind.

Die festen Verlagerungen der Kabel und Leitungen müssen so bemessen sein, dass sie jeweils das Gewicht eines mindestens 40 m langen Kabel- und Leitungsstranges sicher aufnehmen können; dies ist rechnerisch nachzuweisen.

### 4.4. Allgemeine Anforderungen an Signalanschlüsse

**Anmerkung:** Für Magnetschalter in Schachtsignalanlagen siehe Nr. 3.8.7.7 i. V. mit DIN VDE 0118 Teil 2 Abschnitt 13.7 und Teil 3 Abschnitt 10.4.

- 4.4.1. An den Signalanschlüssen sind die Signaleinrichtungen übersichtlich und so anzuordnen, dass Anschläger und Selbstfahrer die Einrichtungen von einem sicheren Standort aus bedienen und den Ablauf des Förder- und Seilfahrtbetriebes beobachten können.

Leuchtfelder und optische Anzeigen sind gut sichtbar anzubringen.

Beschriftungen müssen eindeutig erkennbar sein.

Die Sätze 1 und 2 gelten sinngemäß auch für Signaleinrichtungen an Bedienungsständen von Antriebsmaschinen.



- 4.4.2. Bedienungselemente von Schachtüberwachungs- und -signalanlagen, z. B. Schalter, Taster, müssen so angebracht oder geschützt sein, dass sie nicht unbeabsichtigt oder zufällig betätigt werden können.
- 4.4.3. Ist ein Anschlag sowohl an der Aufschiebe- als auch an der Ablaufseite mit Signaleinrichtungen ausgerüstet, oder sind Signaleinrichtungen sowohl am Anschlag als auch an einem Steuerstand vorhanden, so dürfen die Einrichtungen nur jeweils an einer Stelle betriebsbereit geschaltet sein. Eine Umschaltung auf eine andere Stelle darf nur von der betriebsbereiten Stelle aus möglich sein. Notsignalgeber sowie vorhandene Sperrschalter müssen an allen Stellen ständig betriebsbereit sein. Die Sätze 1 und 2 gelten nicht für zusätzliche Fertigsignalgeber an der Ablaufseite von Anschlägen mit Wetterschleusen. Die Betriebsbereitschaft der jeweils eingeschalteten Stelle muss auf der entsprechenden Anschlagseite oder am Steuerstand optisch angezeigt werden.
- 4.4.4. Mit Steuerständen ausgerüstete Seilfahrtanschlänge müssen am Schacht zusätzlich mindestens Einrichtungen für akustische Einzelsignale sowie Notsignalgeber besitzen.
- 4.4.5. Zentrale Steuerstände von Doppelförderanlagen sind mit getrennten Signaleinrichtungen für jede Förderanlage auszurüsten.
- 4.4.6. Zur Seilfahrt benutzte Nebenanschlänge müssen mit Notsignalgebern, Fertigsignalgebern, Ferticleuchten, Seilfahrteleuchten und Torüberwachungseinrichtungen ausgerüstet sein, die bestimmungsgemäß benutzt werden müssen. Andere Befehlsgeber sind dort nicht zulässig.
- 4.4.7. Wenn Seilfahrtanschlänge und Güterförderanschlänge voneinander getrennt auf verschiedenen Ebenen angeordnet sind, darf bei der gewählten Betriebsweise nur der dazu gehörende Anschlag betriebsbereit geschaltet werden können.
- 4.5. Betriebsarten und Signalumschaltung
- 4.5.1. Die Signalumschaltung ist eine Betriebsartenwahl, mit der insbesondere folgende Betriebsarten eingeschaltet werden:
1. zweirümiger Betrieb mit Sammelanschlag,
  2. einrümiger Betrieb mit Sammelanschlag,
  3. einrümiger Betrieb ohne Sammelanschlag (Einkorbbetrieb),
  4. Selbstfahrerseilfahrt,
  5. Schachthammerbetrieb,
  6. Revision mit Signalgabe vom Fördermittel,
  7. Revision mit Signalgabe vom Anschlag, z. B. Förderseil- oder Unterseilrevision,
  8. Lang- oder Schwermaterialtransport.

- 4.5.2. Die Umschaltung nach Nr. 4.5.1 muss mit einem Schalter oder einer Kombination von Tastern so vorgenommen werden können, dass nicht gleichzeitig mehrere Betriebsarten eingeschaltet und auch wirksam sind.
- 4.5.3. Die eingeschaltete Betriebsart muss selbsttätig und eindeutig am Bedienungsstand der Antriebsmaschine angezeigt werden. Darüber hinaus muss die Betriebsart nach Nr. 4.5.1 Ziffer 2 auch an dem eingeschalteten Sammelanschlag und die Betriebsart nach Nr. 4.5.1 Ziffern 1 und 2 an dem betriebsbereiten Anschlag ebenfalls selbsttätig und eindeutig angezeigt werden. Die zu den einzelnen Betriebsarten gehörenden Schaltstellungen oder Taster müssen dementsprechend eindeutig gekennzeichnet sein.
- 4.5.4. Nach Einschalten entsprechend Nr. 4.5.1 Ziffer 3 dürfen Ausführungssignalgeber an dem abgeschalteten Sammelanschlag nicht mehr wirksam sein. Dies gilt auch für den Rückfragesignalgeber.
- 4.5.5. Nach Einschalten des Einkorbbetriebes entsprechend Nr. 4.5.1 Ziffer 3 müssen die Ausführungssignale von den Anschlägen unmittelbar zum Bedienungsstand der Antriebsmaschine gehen (vergleiche Nr. 4.6.1.2). Wenn beide Fördermittel gleichzeitig an Anschlägen vorstehen können, müssen an dem Anschlag, an dem das nicht benutzte Fördermittel vorsteht, über den Schachttoren des betreffenden Trums Leuchtfelder mit der Aufschrift „Nicht einsteigen“ aufleuchten. Jedes Leuchtfeld muss doppelt vorhanden oder ein Leuchtfeld mit zwei Lichtquellen ausgerüstet sein (siehe außerdem Nr. 4.10.3.4).
- 4.5.6. Wenn der Abstand zwischen zwei Anschlägen (außer Nebenanschlängen) gleich oder kleiner als die Länge eines Fördermittels ist, müssen beim Umschalten auf die Betriebsarten nach Nr. 4.5.1 Ziffern 1 bis 3 über den Schachttoren des nicht betriebsbereiten Anschlags dauernd Leuchtfelder mit der Aufschrift „Nicht einsteigen“ aufleuchten.
- 4.5.7. Beim Umschalten der Betriebsarten müssen gespeicherte Ausführungssignale gelöscht werden und fehlerhaft anstehende Signale auf die Notsignalanlage wirken.
- 4.5.8. Nach Einschalten des Schachthammerbetriebes gemäß Nr. 4.5.1 Ziffer 5 müssen an den Anschlägen alle Signalgeber, ausgenommen Notsignalgeber, zwangsläufig abgeschaltet sein. Bei Betätigung des Schachthammers müssen die Signale unmittelbar am Bedienungsstand der Antriebsmaschine ertönen.
- 4.5.9. Nach Einschalten einer Revisionsbetriebsart
- mit Signalgebung vom Fördermittel, z. B. Fördermitteltelefonie- und -signalanlage, entsprechend Nr. 4.5.1 Ziffer 6, oder
  - mit Signalgebung vom Anschlag, entsprechend Nr. 4.5.1 Ziffer 7,

dürfen außer dem Notsignalgeber nur die Signalgeber an der betriebsbereiten Revisionsstelle eingeschaltet sein. Bei Betätigung der Signalgeber müssen die Signale unmittelbar am Bedienungsstand der Antriebsmaschine ertönen.

Sind für eine Förderanlage mehrere Revisionsstellen vorhanden, so darf jeweils nur eine Revisionsstelle betriebsbereit sein.

4.5.10. Nach Einschalten des Lang- oder Schwermaterialtransportes entsprechend Nr. 4.5.1 Ziffer 8 dürfen außer dem Notsignal nur die dafür vorgesehenen Signalgeber eingeschaltet sein. Bei Betätigung der Signalgeber müssen die Signale unmittelbar am Bedienungsstand der Antriebsmaschine ertönen.

4.6. Einschlag- und Fertigsignalanlagen, Sohlenzuteilungs- und -blockiereinrichtungen

4.6.1. Einschlagsignalanlagen

4.6.1.1. Einschlagsignalanlagen sind für die Betätigung, Übertragung und Ausgabe von Einzelsignalen zu konzipieren und bestehen dementsprechend aus den Einschlagsignalgebern, dem Übertragungsweg und dem Signalempfänger.

Einzelsignale sind akustische Signale von kurzer Dauer (etwa 200 ms) mit scharfer Begrenzung des Signaltones.

Signalempfänger bilden die akustischen Einzelsignale.

Signalempfänger für die Ausgabe der Einzelsignale sind akustische Tonausgabeeinrichtungen; das sind

- bei mit Gleichstrom gespeisten Signalanlagen Einschlagwecker, und
- bei Anlagen mit Tonfrequenz-Wechselstrom oder Hochfrequenz-Wechselstrom Lautsprecher oder ähnliche akustische Tonausgabeeinrichtungen.

Signalgeber sind Einschlaggeber und können als Taster (Einschlag) mit Auslösung eines einzigen Einzelsignales oder als Gruppentaster mit Auslösung einer zugeordneten Gruppe von Einzelsignalen bestehen; z. B. mehrere Einzelsignale für Fahrtrichtung aufwärts.

4.6.1.2. Einzelsignale müssen gegeben werden können:

- a) bei zweitrüdigem Betrieb und einrüdigem Betrieb mit Sammelanschlag:
- von den Anschlägen zum Sammelanschlag,
  - vom Sammelanschlag zum Bedienungsstand der Antriebsmaschine,
  - vom Sammelanschlag zu den Anschlägen (Rückfragesignale);

- b) bei einrüdigem Betrieb ohne Sammelanschlag (Einkorbbetrieb):
- von den Anschlägen zum Bedienungsstand der Antriebsmaschine,
  - vom Bedienungsstand der Antriebsmaschine zu den Anschlägen (Rückfragesignale).

Signale, die von einem Anschlag zum Sammelanschlag gegeben werden, dürfen nicht gleichzeitig optisch als Vorsignal am Bedienungsstand der Antriebsmaschine erscheinen.

4.6.1.3. Einzelsignale müssen an der Signalempfangsstelle und, außer bei Schachthammerbetrieb, auch an der Signalabgabestelle ertönen.

Einzelsignale müssen ertönen

- a) bei zweitrüdigem Betrieb und einrüdigem Betrieb mit Sammelanschlag:
- an den Anschlägen und am Sammelanschlag,
  - am Sammelanschlag und am Bedienungsstand der Antriebsmaschine,
  - am Sammelanschlag und an den Anschlägen (Rückfragesignale);
- b) bei einrüdigem Betrieb ohne Sammelanschlag (Einkorbbetrieb):
- an den Anschlägen und am Bedienungsstand der Antriebsmaschine,
  - am Bedienungsstand der Antriebsmaschine und an den Anschlägen (Rückfragesignale).

Am Sammelanschlag müssen die von anderen Anschlägen kommenden und die zur Antriebsmaschine gegebenen Signale verschieden klingen.

4.6.1.4. In gleichstromgespeisten Schachtüberwachungs- und -signalanlagen müssen die Einschlagwecker oder die ähnlichen akustischen Ausgabeeinrichtungen zur Sicherung der Signalgabe hintereinander (in Reihe) geschaltet sein, mindestens jedoch die Einschlagwecker am signalabgebenden und am signalempfangenden Anschlag.

Beim Einsatz von Anlagen mit elektronischen Schallgebern für Tonfrequenz- oder Hochfrequenz-Wechselstrom können die Schallgeber auch parallel geschaltet werden, wenn die Signalverzweigung (gemeinsamer Ausgangspunkt der Parallelschaltung) an der Antriebsmaschine erfolgt.

Beim Einsatz eines Busübertragungssystems muss als Rückmeldung des an der Maschine empfangenen Signals das am Empfänger an der Maschine ausgelöste Signal auch die gleiche Struktur (Byte, Telegramm) haben.

Werden die Einschlagsignale im Schacht mit einem Bussystem übertragen, so muss das gleiche Verknüpfungsergebnis an alle Teilnehmer (Sohlen) am signalgebenden und -empfangenden Ort übertragen werden.

4.6.1.5. Einrichtungen für Einzelsignale müssen so ausgeführt sein, dass die Signale deutlich und nicht zu schnell aufeinander folgend gegeben werden können.

4.6.1.6. In Schachtüberwachungs- und -signalanlagen mit Tonfrequenz-Wechselstrom muss die Frequenz des Signaltones für die Einzelsignale zwischen 1000 und 1200 Hz liegen. Das Frequenzverhältnis zwischen Einzelsignal- und Notsignalton muss mindestens 2,6:1 betragen.

Die Empfänger für das Einschlag- und Notsignal können bautechnisch integriert sein, so dass diese Signale von einem gemeinsamen akustischen Lautgeber ausgegeben werden. Dabei müssen Einschlag- und Notsignale deutlich unterschieden werden können.

4.6.1.7. Sind in einem Schacht mehrere Förderanlagen vorhanden, müssen die von den Anschlägen - bei Abteufanlagen die von der Schachtsohle oder der verfahrbaren Bühne - zum Sammelanschlag gegebenen Einzelsignale der zugehörigen Schachtüberwachungs- und -signalanlagen verschieden klingen und außerdem optisch angezeigt werden (Trumleuchte nach Nr. 4.11.2.1).

4.6.2. Fertigsignalanlagen

4.6.2.1. Fertigsignalanlagen dürfen nur bei den Betriebsarten nach Nr. 4.5.1 Ziffern 1 bis 3 und 8 eingeschaltet werden können. Die Einschlagweckeranlage darf gleichzeitig betriebsbereit sein.

4.6.2.2. Fertigsignalgeber müssen durch ihre Stellung oder durch eine Kontrolllampe das abgegebene Fertigsignal erkennen lassen.

Bei Seilfahrt mit Nebenansschlägen müssen Fertigsignalgeber nach Nr. 4.4.6. oder Abfahrbefehlsgeber benutzt werden.

Am Bedienungsstand der Antriebsmaschine muss das Fertigsignal akustisch durch einen Rasselwecker (Fertigwecker) und optisch durch eine Fertiglampe angezeigt werden. Diese Anzeige darf erst geschaltet werden, nachdem alle betriebsbereiten Fertigsignalgeber betätigt worden sind.

4.6.2.3. Alle gespeicherten Fertigsignale müssen gelöscht werden, wenn

- die Fahrbremse geöffnet wird oder
- der Signalumschalter für die Betriebsartenwahl, ein Einschlagsignalgeber oder ein Seilfahrtschalter / Taster betätigt wird oder
- die Überwachung der Schachtüberwachungs- und -signalanlage anspricht oder
- das Notsignal ausgelöst wird.

4.6.2.4. Wenn Schachtüberwachungseinrichtungen, z. B. Hubspurlatten oder Führungsholzüberwachung, angesprochen haben, dürfen Fertigsignale nicht wirksam werden; gespeicherte Fertigsignale müssen gelöscht werden.

Es wird empfohlen, Überwachungseinrichtungen an den Anschlägen, z. B. für Schachtsperren, Aufschieber, Schwingbühnen, Wagenzu- und -ablauf (Profilüberwachung), in diese Schaltung einzubeziehen.

4.6.2.5. Fertigsignalanlagen sind so mit der Notsignalanlage (Nr. 4.9) zu verbinden, dass das Notsignal ertönt, wenn nach Öffnen der Bremsen ein Fertigsignalgeber eingeschaltet bleibt oder betätigt wird oder ein gespeichertes Fertigsignal nicht gelöscht worden ist.

4.6.2.6. Es muss verhindert sein, dass bei

- Unterbrechung einer Signalader,
- oder einem Fehler in einem Eingang oder Ausgang von programmierbaren elektronischen Systemen oder
- Hängen bleiben von Relais

selbsttätig Fertigsignale ausgelöst werden können.

4.6.2.7. Die Fertigsignalgeber eines Anschlags dürfen nur dann betriebsbereit sein, wenn die Signalbereitschaft dieses Anschlags hergestellt ist.

4.6.2.8. Fertigsignalanlagen, die nur zum Signalgeben bei Güterförderung dienen, müssen bei der Betriebsweise „Seilfahrt“ abgeschaltet sein.

4.6.2.9. An Anlagen nach Nr. 4.1.4 oder 5.3.9 mit Fertigsignalgabe vom Fördermittel aus muss bei eingeschalteter Selbstfahrerseilfahrt, nachdem die betriebsbereiten Fertigsignalgeber betätigt worden sind, an allen Anschlägen eine akustische Warneinrichtung, z. B. Rasselwecker, als Abfahrwarnung ertönen. Die Abfahrwarnung muss wenigstens 3 s dauern, bevor das Fertigsignal zum Bedienungsstand der Antriebsmaschine durchgeschaltet und die Fahrbremse freigegeben wird, und muss danach bis zum Lüften der Fahrbremse weiter ertönen.

Falls der Maschinenführer nicht innerhalb von ca. 10 s die Fahrbremse lüftet, darf keine Abfahrt mehr möglich sein, bevor ein neues Fertigsignal gegeben wird.

4.6.2.10. An Anlagen mit überwachten Schachttoren (Nr. 4.10.3) muss bei eingeschalteter Seilfahrt das Notsignal ertönen, wenn nach dem zuletzt gegebenen Fertigsignal noch ein Schachttor offen steht.

4.6.3. Sohlzuteilungs- bzw. -blockiereinrichtungen

4.6.3.1. An Förderanlagen mit mehreren Anschlägen muss die Schachtüberwachungs- und -signalanlage so ausgeführt sein, dass ein gleichzeitiges Signalgeben von mehreren Anschlägen aus - mit Ausnahme der Notsignalgabe - verhindert wird (Sohlzuteilungs- bzw. -blockiereinrichtung). Dies gilt nicht für Sammelansschläge und für Förderanlagen mit nur zwei Anschlägen, von denen einer Sammelanschlag ist.

- 4.6.3.2. Für die Sohlenblockierung sind nur Fahrtregler, Teufenzeigerschalter oder ähnliche parametrisierte oder programmierte Schaltsignale eines elektronischen Teufenzeigers, mechanische oder elektronische Sohlenschaltwerke, Schachtschalter oder andere selbsttätig wirkende Einrichtungen zulässig. Abweichend hiervon können bei dicht zusammenliegenden Anschlägen (etwa Länge des Fördermittels +10 m) und bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 2 m/s nicht selbsttätig wirkende Einrichtungen eingesetzt werden, sofern damit eine einwandfreie Sohlenzuteilung bzw. -blockierung möglich ist, z. B. handbetätigter Umschalter am Bedienungsstand der Antriebsmaschine.
- 4.6.3.3. Der Abstand der Schaltpunkte der Sohlenzuteilung bzw. -blockiereinrichtung ist für Anschläge, an denen regelmäßig Langmaterial gefördert wird, so zu wählen, dass dort die Signale für den Langmaterialtransport mit der Einschlagsignalanlage gegeben werden können.
- 4.6.3.4. An den Anschlägen muss die jeweilige Betriebsbereitschaft der Signalgeber optisch angezeigt werden (Sohlenleuchte).
- 4.6.3.5. Am Bedienungsstand der Antriebsmaschine und am Sammelanschlag muss durch beschriftete Leuchtfelder optisch angezeigt werden, welcher Anschlag jeweils betriebsbereit geschaltet ist.
- 4.7. Schachthammersignaleinrichtung
- 4.7.1. Grundlegende Anforderungen
- 4.7.1.1. Die Schachthammersignaleinrichtung ist für die Signalgabe in der Betriebsart „Schachthammerbetrieb“ bestimmt.
- 4.7.1.2. Schachthammersignale müssen unmittelbar zum Bedienungsstand der Antriebsmaschine gehen (Nr. 4.5.8) und auf die Einschlagsignalanlage nach Nr. 4.6.1 oder auf einen eigenen nur dem Schachthammer zugeordneten Signalempfänger wirken.
- 4.7.1.3. Eine Schachthammersignaleinrichtung kann entweder in Form
- einer durch ein Zugseil betätigten Schachttaste (mechanischer Schachthammer) oder
  - eines mit einem Funkübertragungssystem wirkenden Einschlagsignalgebers (elektronischer Schachthammer)
- ausgeführt werden.
- 4.7.1.4. Die Wirksamkeit der Schachthammersignaleinrichtung muss bis zum Ende der freien Höhe und bis zum Ende der freien Teufe reichen.
- 4.7.1.5. Bei der Betriebsart „Schachthammerbetrieb“ müssen an den Anschlägen alle Signalgeber, außer den Notsignalgebern, zwangsläufig abgeschaltet sein (Nr. 4.5.8).
- 4.7.1.6. Bei nicht eingeschalteter Betriebsart „Schachthammerbetrieb“ muss jedes Betätigen des Schachthammersignalgebers optisch oder

akustisch am Bedienungsstand der Antriebsmaschine angezeigt werden. Eine akustische Anzeige muss sich deutlich von anderen akustischen Signalen unterscheiden.

- 4.7.1.7. Es wird empfohlen, im Schacht Vorrichtungen einzubauen, mit denen Schachthammersignale auch an der Abgabestelle gehört werden können.
- 4.7.1.8. Es wird empfohlen, in der Betriebsart „Schachthammerbetrieb“ eine Sprechverständigung zum Maschinenführer vorzusehen, sofern nicht die besondere Betriebsart „Revision mit Signalgabe vom Fördermittel“ (Nr. 4.5.1 Ziffer 6) vorhanden und einschaltbar ist.
- 4.7.1.9. Es wird empfohlen, Schachtüberwachungs- und -signalanlagen so auszuführen, dass bei gestörter Betriebsart „Schachthammerbetrieb“ die Umschaltung in die gesonderte Betriebsart „Revision mit Signalgabe vom Fördermittel“ und auch in umgekehrte Richtung möglich ist.
- 4.7.2. Schachthammertaste mit Zugseilbetätigung
- 4.7.2.1. Die im Bereich der freien Höhe angeordnete Schachthammertaste muss mit einem Zugseil betätigt werden können. Das Zugseil muss in geeigneten Abständen gegen einen möglichen Absturz gesichert sein, außer in Schächten ohne Einbauten und in Abteufschächten.
- 4.7.2.2. Das Zugseil muss von den Fördermitteln und von verfahrbaren Bühnen aus betätigt werden können. An den Anschlägen ist das Zugseil so abzuschirmen, dass es nur von den Fördermitteln aus erreicht werden kann.
- In Schachtschleusen sind ggf. für das Betätigen der Schachthammertaste geeignete Hilfseinrichtungen vorzusehen.
- 4.7.2.3. Zugseile müssen verzinkt sein; ihr Durchmesser soll mindestens 8 mm betragen.
- 4.7.2.4. Durch geeignete Vorrichtungen im Bereich der Schachthammertaste müssen Nachschläge beim Betätigen des Zugseils verhindert werden, z. B. durch Stoßdämpfer.
- 4.7.2.5. Es wird empfohlen, lange Schachthammer-Seilzüge in mehrere Abschnitte aufzuteilen, die jeweils auf eigene Schachthammertasten wirken.
- 4.7.3. Schachthammersignaleinrichtungen mit Funkübertragungssystem
- 4.7.3.1. In einem Schachtbereich darf gleichzeitig nur ein Handsender wirksam sein.
- Die Sprechverständigung oder die Signalgabe des Funkübertragungssystems dürfen vorhandene FTS-Anlagen nicht beeinträchtigen.
- 4.7.3.2. In einem Schachtbereich müssen das Funkübertragungssystem der Schachthammersignaleinrichtung und die Fördermitteltelefonie- und -signalanlage unabhängig voneinander sein und dürfen sich nicht gegenseitig beeinflussen oder beeinträchtigen können.

- Dies gilt auch gegenüber entsprechenden Anlagen, Einrichtungen und Systemen in derselben Förderanlage oder ggf. anderen Förderanlagen.
- 4.7.3.3. Beim Einsatz von Schachthammersignaleinrichtungen mit Funkübertragungssystemen sind in Schachtschleusen ggf. geeignete Hilfseinrichtungen vorzusehen.
- 4.7.3.4. Das Funkübertragungssystem darf zusätzlich zu der Einschlagsignalgabe auch eine Sprechverständigung zum Steuerstand der Antriebsmaschine und ein separates unabhängiges Signal (Aufmerksamkeitssignal) beinhalten, das bei Betätigung den Maschinisten zum Umschalten auf die FTS-Anlagen oder ggf. auf eine zusätzliche, von der in Betrieb befindlichen vollständig unabhängigen mechanischen oder elektronischen Schachthammersignaleinrichtung veranlasst.
- 4.7.3.5. Die Übertragung der Einschlagsignale muss gegenüber der Sprache vorrangig sein.
- 4.7.3.6. Die Anforderungen an FTS-Anlagen gemäß Nr. 4.8, z. B. hinsichtlich der Überwachung der Betriebsbereitschaft der Signaltaste, der Funkübertragung und der Empfangseinrichtungen gelten sinngemäß auch für elektronische Schachthammersignaleinrichtungen.  
Die Funktionsfähigkeit der Funkübertragung muss z. B. mit einem Pilottonverfahren permanent oder nach spätestens 12 s zyklisch überwacht werden. Am Signalabgabeort und am Steuerstand der Antriebsmaschine muss die Wirksamkeit der Übertragung erkennbar sein; z. B. durch einen zyklisch empfangenen und hörbaren „Pilotton“.
- 4.7.3.7. Beim Einsatz einer elektronischen Schachthammersignaleinrichtung muss auf einem Fördermittel am Ort der Signalgabe stets eine zweite unabhängige Einschlagsignal- und Verständigungsmöglichkeit verfügbar sein.  
Es wird empfohlen, z. B.
- eine Fördermitteltelefonie- und -signalanlage (FTS-Anlage),
  - eine herkömmliche Schachthammertaste mit Zugseil oder
  - eine weitere unabhängige Schachthammersignaleinrichtung mit Funkübertragungssystem einzusetzen.
- 4.7.3.8. Können in einer Förderanlage zwei separate elektronische Schachthammersignaleinrichtungen wirksam geschaltet werden, dürfen die Einschlagsignalgeber nur mit jeweils zugeordneten und voneinander unabhängigen Betriebsarten wirksam geschaltet werden.
- 4.7.3.9. Zur Erhöhung der Verfügbarkeit kann eine elektronische Schachthammersignaleinrichtung mit zwei Handsendern ausgeführt sein. Im Störfalle kann am Maschinensteuerstand von dem gestörten auf einen am gleichen Ort vorhandenen zweiten Handsender umgeschaltet (Reserveumschaltung) werden.  
Die zwei Handsender dürfen dabei zwar den gleichen Träger (Trägerfrequenz) aber nicht die gleichen Signal-Kanäle verwenden. Der jeweils betriebsbereit geschaltete Kanal muss am Bedienungsstand der Antriebsmaschine angezeigt werden.
- 4.7.3.10. Die funktechnischen Einrichtungen einer Schachthammersignaleinrichtung dürfen nur mit den für die Förderanlage vorgesehenen Handsendern und nicht mit möglicherweise in anderen über- oder untertägigen Bereichen des Bergwerks eingesetzten Handsendern betrieben werden können.
- 4.7.3.11. Werden in einem Schacht in mehreren Förderanlagen oder in räumlich benachbarten Schächten Schachthammersignaleinrichtungen mit Funkübertragungssystem eingesetzt, so müssen die Handsender eindeutig zugeordnet werden können und dementsprechend gekennzeichnet sein.
- 4.7.3.12. Die stationären Geräte der Schachthammersignaleinrichtung mit Funkübertragung müssen aus der gemeinsamen Stromquelle der übrigen Schachtüberwachungs- und -signalanlage versorgt werden und sind entsprechend Nr. 4.2.4.2 mindestens auf Unterspannung zu überwachen.  
Das Ansprechen dieser Überwachungen ist am Steuerstand der Antriebsmaschine mindestens optisch und mit einem quittierbaren akustischen Störmeldesignal anzuzeigen.
- 4.8. Fördermitteltelefonie- und -signalanlagen (FTS-Anlagen)
- 4.8.1. FTS-Anlagen müssen so ausgeführt sein, dass auch während des Treibens gesprochen und Signal gegeben werden kann. Ein Signal muss vorrangig vor der Sprechverständigung übertragen werden.
- 4.8.2. In einer FTS-Anlage darf jeweils nur eine Signaltaste betriebsbereit sein.
- 4.8.3. Das Hängen bleiben einer betätigten Signaltaste muss überwacht werden. Dabei muss das Hängen bleiben spätestens 3 s nach einer Betätigung erkannt und gemäß Nr. 4.8.5 angezeigt werden.
- 4.8.4. In Schächten mit mehreren Förderanlagen dürfen mehrere FTS-Anlagen nur eingesetzt werden, wenn sie sich nicht gegenseitig beeinflussen.  
Dies gilt auch für FTS-Anlagen in benachbarten Schächten.  
Bei der Auswahl der FTS-Anlage sind eventuell mögliche Beeinflussungen durch andere betriebliche Funkanlagen zu berücksichtigen.

- 4.8.5. Die Betriebsbereitschaft der Signalstromkreise von FTS-Anlagen muss elektrisch überwacht werden.  
Eine Störung oder der Ausfall der Signalübertragung muss am Bedienungsstand der Antriebsmaschine optisch und akustisch angezeigt werden. Die akustische Meldung darf abschaltbar sein; das Wiedereinschalten der Signalübertragung darf erst durch Betätigen einer Wiedereinschalttaste möglich sein.
- 4.8.6. Das am Bedienungsstand der Antriebsmaschine ankommende Signal muss an der Abgabestelle auf dem Fördermittel wahrnehmbar sein.
- 4.8.7. Die Verständigung über die FTS-Anlage zwischen Personen auf dem Fördermittel und dem Maschinenführer darf über zusätzliche Lautsprecher auch an andere der Schachtförderung zugeordnete Arbeitsplätze übertragen werden können.
- 4.8.8. Die Nrn. 4.8.1, 4.8.2 und 4.8.4 gelten auch für Funksprechgeräte mit Signaltaste. Es wird empfohlen, auch für diese Geräte die Forderungen nach den Nrn. 4.8.3, 4.8.5 und 4.8.6 zu verwirklichen.
- 4.9. Notsignalanlagen
- 4.9.1. An allen Anschlägen, an denen Signale gegeben werden können, sind Notsignalgeber und -empfänger einzubauen. Außerdem müssen an den Bedienungsständen der Antriebsmaschine Notsignalempfänger vorhanden sein. Notsignalanlagen sind so zu schalten, dass beim Betätigen eines Notsignalgebers alle Notsignalempfänger gleichzeitig ertönen.  
An Nebenanschlügen und Revisionsanschlügen sind Notsignalempfänger nicht erforderlich, wenn der Notsignalempfänger des betreffenden Anschlags dort gut wahrnehmbar ist. Notsignalgeber sind rot zu kennzeichnen.  
Anstelle von Notsignalgebern können auch Nothaltgeber nach Nr. 5.2.5 eingebaut werden.
- 4.9.2. In gleichstromgespeisten Schachtüberwachungs- und -signalanlagen sind als Notsignalempfänger Hupen einzubauen.
- 4.9.3. An Schachtüberwachungs- und -signalanlagen mit Tonfrequenz-Wechselstrom darf als Notsignalempfänger der Lautsprecher der Einzelsignalanlage benutzt werden, wobei die Frequenz des Notsignaltons zwischen 300 und 500 Hz liegen muss. Für das Frequenzverhältnis zwischen Einzelsignal- und Notsignaltönen gilt Nr. 4.6.1.6.
- 4.9.4. Hupen oder Signalgeräte für andere Fernmeldezwecke, die im Ton mit Notsignalen verwechselt werden können, sind im Bereich der Schachtüberwachungs- und -signalanlage nicht zulässig.
- 4.9.5. Alle Notsignalgeber müssen dauernd betriebsbereit sein und beim Betätigen unmittelbar die Notsignalempfänger einschalten. Bei

Hauptseilfahrtanlagen muss gleichzeitig am Bedienungsstand der Antriebsmaschine eine Warnlampe mit der Aufschrift „Halt“ aufleuchten und so lange eingeschaltet bleiben, wie die Notsignalempfänger ertönen.

- 4.9.6. Nach Auslösen eines Notsignals müssen die Notsignalempfänger mindestens 5 s lang ertönen. Gleichzeitig müssen automatisch betriebene Antriebsmaschinen und automatisch betriebene Schachtbeschickungseinrichtungen selbsttätig stillgesetzt werden,
- 4.9.7. Sind in einem Schacht mehrere Förderanlagen vorhanden, muss das an einer Förderanlage ausgelöste Notsignal am Bedienungsstand der anderen Förderanlage optisch angezeigt werden.
- 4.9.8. Bei Anlagen, die sowohl von Hand bedient als auch automatisch gesteuert werden, können die Funktionen der Notsignalanlage und des Fahrbremskreises gerätetechnisch zusammengefasst sein.  
Beim Einsatz von programmierbaren elektronischen Systemen ist insbesondere Nr. 3.8.7.5.3 zu beachten.  
Werden in einer Notsignalanlage zwischen Notsignalgebern und -empfängern Busübertragungssysteme eingesetzt, so müssen diese Nr. 3.8.10 genügen.
- 4.10. Seilfahrt-Sicherheitsschaltungen bzw. -Sicherheitsfunktionen
- 4.10.1. Seilfahrtankündigungs- und -quittungseinrichtung
- 4.10.1.1. Für Seilfahrtankündigungs- und -quittungseinrichtungen sind erforderlich:
- Seilfahrtschalter oder -taster an jedem Seilfahrtanschlag (außer Nebenanschlügen)
- und
- ein Seilfahrtquittungsschalter oder -taster am Bedienungsstand der Antriebsmaschine.
- Diese Schalter oder Taster müssen - außer am Sammelanschlag - über die Sohlenblockiereinrichtung betriebsbereit geschaltet werden. Sie müssen Schaltstellungen für die Betriebsweise „Güterförderung“ und „Seilfahrt“ sowie gegebenenfalls für „Seilfahrt mit Nebenanschlügen“ besitzen.  
Außerdem müssen beschriftete Leuchtfelder an allen Anschlügen und am Bedienungsstand der Antriebsmaschine vorhanden sein, auf denen die Betriebsweise „Seilfahrt“ angezeigt wird. Die Betriebsweise „Güterförderung“ muss am Sammelanschlag und am Bedienungsstand der Antriebsmaschine angezeigt werden.
- 4.10.1.2. Wenn bei zweirüdigem Betrieb an einem betriebsbereit geschalteten Anschlag von einer auf eine andere Betriebsweise umgeschaltet wird, muss wenigstens am Gegenanschlag ein Rasselwecker ertönen und ein Leuchtfeld aufleuchten. Wenn daraufhin am Gegenanschlag auf die gleiche Betriebsweise umgeschaltet wird, muss der Rasselwecker verstummen und die Leuchte erlöschen; gleichzeitig

muss ein Rasselwecker am Bedienungsstand der Antriebsmaschine ertönen. Dieser Rasselwecker muss sich im Klang deutlich von anderen Rasselweckern, z. B. dem Fertigwecker, unterscheiden. Außerdem müssen die Leuchtfelder der bisher eingeschalteten Betriebsweise verlöschen und alle bereits gespeicherten Fertigsignale oder Abfahrbefehle gelöscht werden.

Nach Betätigen des Quittungsschalters oder -tasters am Bedienungsstand der Antriebsmaschine müssen die Leuchtfelder der neuen Betriebsweise aufleuchten und der Rasselwecker verstummen.

An Förderanlagen, an denen die Schachtüberwachungs- und -signalanlage nicht auf die Betriebsart „Einkorbbetrieb“ umzustellen ist, kann der Maschinenführer, wenn am Gegenanschlag noch kein Anschläger anwesend ist, z. B. Schichtbeginn, über einen im Maschinenraum angeordneten Überbrückungstaster nach Ankündigung vom Sammelanschlag „Seilfahrt“ und „Güterförderung“ einschalten.

Dieser Taster darf nicht vom Sitz oder Stand des Maschinenführers aus erreichbar sein.

4.10.1.3. Bei einträumigem Betrieb ohne Sammelanschlag (Einkorbbetrieb) muss der Seilfahrtschalter oder -taster des betriebsbereit geschalteten Anschlags unmittelbar auf den Rasselwecker am Bedienungsstand der Antriebsmaschine einwirken.

4.10.1.4. Spätestens beim Quittieren der Betriebsweise „Seilfahrt“ müssen, soweit vorhanden, die Fördermaschinen-/haspelsperreinrichtung wirksam und Schachtbeschickungseinrichtungen entsprechend gesperrt werden.

Nach dem Quittieren der Betriebsweise „Seilfahrt“ dürfen nur Schachttore und Schwingbühnen betätigt werden können.

**Anmerkung:**

Es wird empfohlen, bereits mit dem Ankündigen der „Seilfahrt“ die Fördermaschinen-/haspelsperreinrichtung wirksam zu schalten. Torleuchten an offenen Schachttoren sollten jedoch erst dann aufleuchten, wenn „Seilfahrt“ quitiert worden ist.

4.10.1.5. Der Seilfahrtquittungsschalter ist bei Hauptseilfahrtanlagen mit der Umstellvorrichtung des Fahrtreglers oder dem Geschwindigkeitsumschalter der elektrischen Antriebsmaschine sowie gegebenenfalls mit der Fertigsignalanlage, der Fördermaschinensperreinrichtung und der Schachtbeschickungseinrichtung so zu vereinigen, dass das Umschalten der Betriebsweise mit einem einzigen Schaltvorgang vorgenommen wird. Für mittlere und kleine Seilfahrtanlagen gilt dies entsprechend, wenn eine Seilfahrtankündigungs- und -quittungseinrichtung vorhanden ist.

4.10.1.6. An Seilfahrtanlagen mit Nebenanschlügen müssen die Seilfahrtschalter folgende Schaltstellungen besitzen:

- Seilfahrt mit Bühnen/Kellern,
- Seilfahrt ohne Bühnen/Keller,
- Güterförderung.

Bei „Seilfahrt mit Bühnen/Kellern“ müssen an sämtlichen Nebenanschlügen die Seilfahrteleuchten eingeschaltet und die Signalgeber betriebsbereit sein.

Bei „Seilfahrt ohne Bühnen/Keller“ müssen an sämtlichen Nebenanschlügen die Seilfahrteleuchtfelder ausgeschaltet und die Signalgeber unwirksam sein.

4.10.2. Seilfahrtschalter und Seilfahrteleuchten bei Anlagen ohne Seilfahrtankündigungs- und -quittungseinrichtung

4.10.2.1. An Anlagen ohne Seilfahrtankündigungs- und -quittungseinrichtung muss ein Seilfahrtschalter am Bedienungsstand der Antriebsmaschine eingebaut sein. Er dient zum Ein- und Ausschalten der Seilfahrteleuchten, die an allen Seilfahrtanschlügen vorhanden sein müssen. Für Abteufanlagen gilt Nr. 4.14.2.

4.10.2.2. Die Schaltstellung des Seilfahrtschalters muss eindeutig gekennzeichnet sein.

4.10.2.3. Die optischen Seilfahrtanzeigen (Seilfahrteleuchten) müssen mit „Seilfahrt“ beschriftet sein.

4.10.3. Schachttorüberwachung durch Fördermaschinen-/Förderhaspelsperreinrichtung

4.10.3.1. An Seilfahrtanlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 2 m/s und anderen Seilfahrtanlagen mit Nebenanschlügen (Bühnen, Keller) müssen bei der Betriebsweise „Seilfahrt“ die Schachttore an den Auf- und Absteigeseiten aller Anschläge, von und zu denen Seilfahrt stattfinden darf, derart überwacht werden, dass schon beim Öffnen eines Tores die geschlossene Fahrbremse nicht gelöst werden kann, und zwar unabhängig von der Stellung des Abfahrsperrschalters nach Nr. 4.10.4.1.

Dies gilt auch für überwachte Fördermittelverschlüsse.

4.10.3.2. Wird bei gelöster Fahrbremse ein überwachtes Schachttor oder ein überwachter Fördermittelverschluss bei der Betriebsweise „Seilfahrt“ geöffnet, muss das Notsignal ertönen. Für Nebenanschlüge gilt außerdem Nr. 4.10.3.3.

4.10.3.3. An Nebenanschlügen sowie anderen Anschlügen, die ausschließlich zur Seilfahrt benutzt werden, müssen die Schachttore bei Seilfahrt und bei Güterförderung ständig überwacht werden.

Das gilt nicht für Schachttore, die bei einer Revisionsbetriebsart geöffnet sein müssen.

4.10.3.4. Wird beim Einkorbbetrieb ein Schachttor des nicht benutzten Trums geöffnet, muss das Notsignal ertönen.

- 4.10.3.5. Wenn der Abstand zwischen zwei Anschlägen - außer Nebenschlägen - gleich oder kleiner als die Länge eines Fördermittels ist, muss beim Öffnen eines Schachttors an dem nicht betriebsbereiten Anschlag in den Fällen Nr. 4.5.1 Ziffern 1 bis 4 das Notsignal ausgelöst werden.
- 4.10.3.6. An allen Anschlägen mit überwachten Schachttoren sind Torleuchten so anzuordnen, dass sie für die auf- und absteigenden Personen gut sichtbar sind. Sie dürfen nur in der Betriebsweise „Seilfahrt“ leuchten, solange die zugehörigen Tore geöffnet sind und die geschlossene Fahrbremse nicht gelöst werden kann.  
Bei elektrischen Anlagen in der Zündschutzart „Eigensicherheit“ können die Torleuchten durch Betriebsleuchten an den Anschlägen ersetzt werden. Die Betriebsleuchten müssen jedoch für die auf- und absteigenden Personen gut sichtbar sein; ggf. sind Blinkleuchten zu verwenden.
- 4.10.3.7. Lassen sich die Schachttore ohne Gefährdung der Fahrenden vom Fördermittel aus nicht öffnen oder schließen, muss ein vom Fördermittel aus erreichbarer Schalter vorhanden sein, durch den bei geschlossenem Schachttor die Sperrung der Fahrbremse bewirkt und die zugehörige Torleuchte eingeschaltet werden kann.
- 4.10.3.8. Die Fördermaschinen-/haspelsperreinrichtung bzw. verbindungs- oder speicherprogrammierbare elektronische Systeme mit gleichrangigen Funktionen müssen den Anforderungen an Sicherheitskreise nach Nr. 3.8.7 oder Abfahrsperrkreise nach Nr. 3.8.9 genügen.
- 4.10.3.9. Fördermaschinen-/haspelsperreinrichtungen dürfen eine Überbrückungs- oder Entriegelungsvorrichtung für Not- oder Störfälle, z. B. Störungen im Stromkreis der Sperreinrichtung, besitzen. Diese Vorrichtungen müssen in geeigneter Weise gegen missbräuchliches Benutzen gesichert sein.  
Bei überbrückter oder entriegelter Sperreinrichtung darf eine Fertigsignal- oder Abfahrbefehlsgebe vom Fördermittel aus nicht möglich sein.  
Das Überbrücken oder Entriegeln der Sperreinrichtung ist am Bedienungsstand der Antriebsmaschine optisch anzuzeigen.
- 4.10.3.10. Am Bedienungsstand der Antriebsmaschine muss angezeigt werden, ob überwachte Schachttore geöffnet oder geschlossen sind.
- 4.10.4. Abfahrsperrschaltung
- 4.10.4.1. Abfahrsperrschalter
1. Seilfahrt- und Güterförderanlagen müssen an allen Anschlägen - außer an Nebenschlägen - sowie an Stellen, an denen diese Anlagen regelmäßig überwacht werden, z. B. zur Revi-

sion, mit Abfahrsperrschaltern versehen sein, mit denen die Fördermaschinen-/haspelsperreinrichtung wirksam geschaltet werden kann.

2. Die Sperrschaltung ist so zu schalten, dass die Antriebsmaschine bei aufgelegter Fahrbremse und unabhängig von der Stellung überwachter Schachttore nach 4.10.3 gesperrt wird.
3. Die Sperrung der Antriebsmaschine muss dort, wo der Schalter betätigt wurde, durch eine besondere, von der aufliegenden Fahrbremse abhängigen Leuchte angezeigt werden.
4. Die Sperrung des Antriebes darf nur mit dem Schalter, mit dem sie eingeschaltet worden ist, wieder ausgeschaltet werden können.

4.10.4.2. Am Bedienungsstand der Antriebsmaschine muss die Wirksamkeit der Abfahrsperrschaltung durch Leuchtfelder angezeigt werden.

4.10.4.3. Zusätzlich zu Nr. 4.10.4.1 sind auch andere Überwachungseinrichtungen, die für die Führung der Fördermittel im Schacht erforderlich sind, insbesondere Klapp- und Hubspurlatten, oder die in den Fördermittelbereich hineinragen können, insbesondere Schwingbühnen, Halte- oder Aufsetzklinken, Klappstücke oder Energieversorgungen von Krananlagen, in die Abfahrsperrschaltung einzubeziehen.

4.10.4.4. Die Nrn. 4.10.3.8 und 4.10.3.9 gelten für die Abfahrsperrschaltung entsprechend.

(Anmerkung: Sicherheitsstromkreis, Überbrückung)

#### 4.11. Optische Anzeigen

4.11.1. Farbgebung und Beschriftung der Leuchtfelder und sonstiger optischer Signale

4.11.1.1. Für die Farbgebung der Leuchtfelder oder der leuchtenden Schriften in Textanzeigefeldern oder auf Bildschirmen und sonstiger optischer Signale gilt:

- rote Farbe für Warn- und Störungsleuchten;
- grüne Farbe für Torleuchten, für die Fertigleuchte am Bedienungsstand der Antriebsmaschine, für die Kontrollleuchten der Fertigsignalgeber;
- weiße/gelbe Farbe für Betriebszustands- und sonstige Anzeigeleuchten, z. B. „Güterförderung“, „Rasenhängebank“, „Schachthammer“, „Automatikbetrieb“, „Handbetrieb“, „gesperrt“, Trumleuchten, für Hinweis-, Zuteilungs- und Kontrollleuchten, z. B. Seilfahrt- und Sohlenleuchten.



- 4.11.1.2. Leuchten und Leuchtfelder sind entsprechend ihrer Funktionsanzeige zu beschriften, z. B. „Seilfahrt“, „Seilfahrt mit Bühnen“, „Seilfahrt ohne Bühnen“. Dies gilt nicht bei unverwechselbaren Anzeigen, z. B. Torleuchten, Kontrollleuchten der Fertigsignalgeber.  
Bei eigensicheren Anlagen gelten Schriftfelder mit zugeordneten Anzeigeleuchten als beschriftete Leuchtfelder.
- 4.11.2. Zusätzliche optische Anzeigen
- 4.11.2.1. Zusätzlich zu den in Nr. 4.11.1 genannten Leuchten und Leuchtfeldern oder leuchtenden Schriften in Textanzeigefeldern oder auf Bildschirmen müssen Trumleuchten (Nr. 4.6.1.7) nach Betätigen der Signalgeber an den Anschlägen zwangsläufig eingeschaltet werden.  
Sie müssen zwangsläufig gelöscht werden, wenn
- das Ausführungssignal vom Sammelanschlag aus weitergegeben wird,
  - die Rückfragetaste betätigt wird,
  - der Fahrbremshebel betätigt wird,
  - das Notsignal ausgelöst wird,
  - die Betriebsart nach Nr. 4.5.1 oder die Betriebsweise nach Nr. 4.10.1 geändert wird.
- 4.11.2.2. Akustische Sohlenmeldesignale nach § 19 Abs. 4 der VO dürfen durch optische Sohlenmeldesignale ersetzt werden. Für solche Signale müssen an allen Anschlägen Zielgeber mit optischer Anzeige des gewählten Zieles vorhanden sein.
- 4.11.2.3. Sind Fördermaschinen-/haspelsperreinrichtungen nicht vorhanden, wird empfohlen, an allen Anschlägen und am Bedienungsstand der Antriebsmaschine Leuchtfelder oder leuchtenden Schriften in Textanzeigefeldern oder auf Bildschirmen mit der Aufschrift „Bremsen zu“ vorzusehen. Sie müssen aufleuchten, wenn die Bremse der Antriebsmaschine geschlossen ist. Diese Leuchtfelder oder leuchtenden Schriften in Textanzeigefeldern oder auf Bildschirmen müssen dauernd betriebsbereit sein oder durch den Seilfahrtquittungsschalter / Taster (Nr. 4.10.1.1) bzw. den Seilfahrtschalter (Nr. 4.10.2.1) betriebsbereit geschaltet werden.
- 4.11.3. Bildschirmeinsatz in Schachtüberwachungs- und -signalanlagen
- 4.11.3.1. Die Wirksamkeit, d. h. die Aktualisierungsfähigkeit der optischen Informations-Übertragung und deren Darstellung auf Bildschirmen muss am Bedienungsstand der Antriebsmaschine erkennbar sein.
- 4.11.3.2. Beim Ausfall der optischen und akustischen Informationsübertragung darf ein begonnenes Treiben beendet werden und anschließend zwangsläufig kein Betrieb möglich sein.

- 4.11.3.3. Werden in Schachtüberwachungs- und -signalanlagen sowie automatischen Antriebssteuerungen für die Anzeige von Leuchtfeldern oder leuchtenden Schriften in Textanzeigefeldern Bildschirmssysteme eingesetzt, so sollen mindestens die Meldungen:

- Antriebsmaschine Gesperrt
- Antriebsmaschine Frei,
- Seilfahrt,
- Steuerungsart Hand bzw. Automatik,
- Sicherheitsbremse gelüftet und ausgelöst,
- Übertreibschalter ausgelöst und überbrückt sowie
- Endschalter ausgelöst und überbrückt

durch zusätzliche, separate und von den Bildschirmgeräten unabhängige Einrichtungen am Bedienungsstand der Antriebsmaschine und/oder an den Signalansschlägen angezeigt werden.

#### 4.12. Registriergeräte

- 4.12.1. Schachtüberwachungs- und -signalanlagen von Hauptseilfahranlagen müssen mit Registriergeräten ausgerüstet sein.

- 4.12.2. Mindestens folgende Signale und Betriebsvorgänge müssen, möglichst gemeinsam, aufgezeichnet werden:

- Fahrgeschwindigkeit,
- Einzelsignale zum Sammelanschlag,
- Einzelsignale zum Bedienungsstand der Fördermaschine,
- Fertigsignal bzw. Abfahrbefehl vom Sammelanschlag,
- Fertigsignal bzw. Abfahrbefehle von Anschlägen,
- Notsignal,
- Auflegen/Lüften der Fahrbremse,
- Umschalten auf Schachthammer- oder FTS-Anlage,
- Umschalten auf Seilfahrt,
- Umschalten auf Seilfahrt mit Nebenansschlägen,
- Umschalten auf Einkorbbetrieb,
- Umschalten auf Revisionsbetrieb,
- Umschalten auf Selbstfahrerseilfahrt mit Signalgabe vom Fördermittel aus,
- Erdschluss
- das akustische Einschlagsignal.
- das akustische Notsignal.

Verschiedene Vorgänge können auf eine Spur gelegt werden, wenn sie ausreichend zu unterscheiden sind.

- 4.12.3. Bei der Registrierung müssen die Einzelsignale so aufgezeichnet werden, dass sie deutlich erkennbar sind.

- 4.12.4. Werden Registriereinrichtungen mit Rechnersystemen aufgebaut, so sind gemäß den Dokumentationsrichtlinien die verwendete Hard- und Software zu dokumentieren.

- 4.12.5. Speicher von Registriergeräten der Schachtsignalanlagen sind so auszulegen, dass die registrierten Ereignisse gespeichert und wieder abgerufen werden können; Ausdrücke müssen mit zeitlich gespreizter Auflösung möglich sein.
- Bei Förderanlagen mit einer besonders großen Zahl zu registrierender Ereignisse, z. B. hochbeanspruchte Anlagen, müssen entweder weitere oder größere Speicher verwendet werden.
- Bei Erreichen der Endkapazität der Speicher muss der Speicherinhalt dokumentiert werden, z. B. auf maschinenlesbare Datenträger oder Ausdrücke, sofern nicht eine ständige Dokumentation erfolgt.
- Das Erreichen der Endkapazität der Speicher darf nicht unbemerkt bleiben.
- Sofern nicht eine ständige Dokumentation des Speicherinhalts durch Ausdrücke oder externe maschinenlesbare Datenträger sondern durch den festeingebauten Datenträger der Registriereinrichtung erfolgt, muss das Speichern in der Art eines Durchschieberegisters erfolgen. Dabei darf das Überschreiben der Anfangsdaten jeweils erst nach einem Zyklus von mindestens 6 Monaten erfolgen. Das Erreichen der Endkapazität des festeingebauten Speichermediums (z. B. Festplatte) kann dabei unbemerkt bleiben, wenn durch Störungen verursachte kürzere Zykluszeiten vom System erkannt und auch dokumentiert sowie vom Wartungspersonal bemerkt werden können.
- 4.13. Schachtfernsprechanlagen
- 4.13.1. Jede Seilfahranlage und Güterförderanlage muss zur mündlichen Verständigung zwischen den Anschlägen und dem Bedienungsstand der Antriebsmaschine sowie dem Steuerstand der eingeschränkten Handsteuerung nach Nr. 3.4.1 mit einer Fernsprechanlage ausgerüstet sein. Dies gilt nicht für Nebenanschlüsse (Bühnen, Keller).
- 4.13.2. Die Fernsprechanlagen müssen jederzeit eine Verständigung zwischen sämtlichen Sprechstellen ermöglichen; mit dem Bedienungsstand der Antriebsmaschine und dem Steuerstand der eingeschränkten Handsteuerung muss auch dann Verbindung aufgenommen werden können, wenn von anderer Stelle bereits gesprochen wird.
- 4.13.3. Am Bedienungsstand der Antriebsmaschine sowie an dem Steuerstand der eingeschränkten Handsteuerung nach Nr. 3.4.1 ist der Fernsprecher so anzubringen, dass der Maschinenführer ihn von seinem Platz aus benutzen kann.
- 4.13.4. Es wird empfohlen, an Stellen, an denen regelmäßig Seile überwacht werden, zur mündlichen Verständigung mit dem Bedie-

nungsstand der Antriebsmaschine oder mit dem Steuerstand der eingeschränkten Handsteuerung eine Fernsprechanlage vorzusehen.

- 4.13.5. Der Klang des Fernsprechanrufs muss sich von dem des Einzel- und des Notsignals so unterscheiden, dass eine Verwechslung ausgeschlossen ist.
- 4.13.6. Bei Anlagen mit Tonfrequenz-Wechselstrom darf der Lautsprecher der Einzel- und Notsignalanlage nicht Bestandteil der Fernsprechanlage sein.
- 4.13.7. Schachtfernsprechanlagen müssen unabhängig von anderen Fernsprechanlagen errichtet werden. Für Schachtfernsprechanlagen gelten die Nrn. 4.3.1, 4.3.2, 4.3.4, 4.3.7, 4.4.1 und 4.4.5.
- 4.13.8. Es wird empfohlen, zur Verständigung zwischen dem Bedienungsstand der Antriebsmaschine und dem Sammelanschlag oder dem sonstigen obersten Anschlag zusätzlich eine Gegensprechanlage vorzusehen.
- 4.14. Schachtüberwachungs- und -signalanlagen sowie Schachtfernsprechanlagen in Abteufbetrieben
- 4.14.1. Abteufanlagen müssen mit einer Einrichtung für akustische Einzelsignale von der Schachtsohle und gegebenenfalls von der verfahrbaren Bühne zur Hängebank oder zum obersten Anschlag (Sammelanschlag) ausgerüstet sein. Von dort muss eine weitere Einrichtung für akustische Einzelsignale zum Bedienungsstand der Antriebsmaschine und gegebenenfalls zum Bedienungsstand der Bühnenwinde vorhanden sein.
- Abweichend von Satz 1 ist für das Verfahren der Bühne und für Schwertransporte eine unmittelbare Signalgabe zum Bedienungsstand der Antriebsmaschine zulässig, sofern gewährleistet ist, dass von keiner anderen Stelle aus Signal gegeben werden kann - mit Ausnahme von Notsignalen. Es muss gewährleistet sein, dass dabei nicht gegen geschlossene Schachtklappen gefahren werden kann.
- Für Rücksignale vom Sammelanschlag zur Schachtsohle oder gegebenenfalls zur Bühne müssen geeignete Einrichtungen vorhanden sein.
- 4.14.2. Abteufanlagen, bei denen die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten für Güterförderung und Seilfahrt unterschiedlich sind, müssen mindestens mit einem Umschalter am Bedienungsstand der Antriebsmaschine ausgerüstet sein, mit dem die Seilfahrteleuchten am Bedienungsstand und am Sammelanschlag geschaltet werden können.
- 4.14.3. Bei schlittengeführten Fördermitteln muss mindestens die Durchfahrt der Führungsschlitten durch die Schachtklappen bei der Abwärtsfahrt überwacht werden (Führungsschlittenüberwachung).

- 4.14.4. Auch wenn die Abteufsohle oder die verfahrbare Bühne mit Signalgebern für Einzelsignale ausgerüstet ist, muss eine Schachthammersignaleinrichtung vorhanden sein, die von diesen Stellen erreichbar und ständig betriebsbereit ist. Dabei gelten Nr. 4.7.1 mit der Abweichung, dass die Signale nur am oberen Anschlag (Sammelanschlag) ertönen dürfen, sowie bei Schachthammersignaleinrichtungen mit Zugseilbetätigung Nr. 4.7.2.2, Satz 1, die Nrn. 4.7.2.3 bis 4.7.2.5 und Nr. 4.7.1.7.
- 4.14.5. Jede Abteufanlage muss zur mündlichen Verständigung zwischen Schachtsohle, verfahrbarer Bühne, Hängebank oder oberstem Anschlag und den Bedienungsständen der Antriebsmaschine und der Bühnenwinde mit einer Fernsprechanlage ausgerüstet sein, die jederzeit eine Verständigung zwischen sämtlichen Sprechstellen ermöglicht.
- 4.14.6. Es wird empfohlen, auch für andere als in Nr. 4.13.4 genannte Bühnenanlagen eine Fernsprechanlage vorzusehen, sofern nicht Fördermitteltelefonie- und -signalanlagen oder Funksprechgeräte mit Signaltaste verwendet werden.
- 4.14.7. Für Schachtüberwachungs- und -signalanlagen sowie Fernsprechanlagen in Abteufbetrieben gelten weiterhin die Anforderungen der folgenden Nummern:
- 4.2 Stromversorgung und Überwachung der Schachtüberwachungs- und -signalanlagen, jedoch mit der Maßgabe, dass eine Isolationsüberwachung nach Nr. 4.2.8 oder eine Überwachung der Betriebsbereitschaft nach Nr. 4.2.7 genügt, und beim Einsatz von programmierbaren elektronischen Systemen (PES) die Nrn. 4.2.10 und 4.2.11 zu beachten sind,
- 4.3 Betriebsmittel,
- 4.5 Signalumschalter, außer Nrn. 4.5.5 bis 4.5.10,
- 4.6.1 Einrichtungen für Einzelsignale, außer Nr. 4.6.1.3,
- 4.6.3.1 Signalzuteilung, außer Sohlenblockiereinrichtung,
- 4.6.3.5 Optische Anzeige der Betriebsbereitschaft,
- 4.10.2 Seilfahrtschalter und Seilfahrtleuchten in Verbindung mit Nr. 4.14.2,
- 4.11.1 Farbgebung und Beschriftung der Leuchtfelder,
- 4.14.5 Fernsprechanlagen beim Abteufen sowie Nrn. 4.13.5 bis 4.13.8 mit dem Zusatz, dass als Anrufmittel auch Tonfrequenz-Generatoren zulässig sind, und zusätzlich Nrn. 4.3.7 und 4.15.1.

- 4.15. Schachtüberwachungs- und -signalanlagen sowie Schachtfernsprechanlagen in sonderbewetterten Grubenbauen
- 4.15.1 In sonderbewetterten Grubenbauen, die durch Grubengas gefährdet werden können, müssen elektrische Schachtüberwachungs- und -signalanlagen sowie Fernsprechanlagen, beim Ansprechen des Wetterstromwächters selbsttätig abgeschaltet werden. Das Abschalten muss am Bedienungsstand der Antriebsmaschine optisch und akustisch angezeigt werden und darf zeitlich begrenzt überbrückbar sein. Die akustische Anzeige darf abschaltbar sein. Eine Abschaltung ist nicht erforderlich, wenn Geräte eingesetzt werden, die für den Einsatz in sonderbewetterten Grubenbauen, die durch Grubengas gefährdet werden können, zugelassen bzw. hinsichtlich ihrer Schlagwetterschutzart geeignet sind.
- 4.15.2. Mindestens die Fernsprechanlagen im sonderbewetterten Bereich müssen in der Zündschutzart Eigensicherheit ausgeführt sein.
- 4.16 Mechanische Signalanlagen
- 4.16.1 Mechanische Signalanlagen, die in vorhandenen Förderanlagen eingebaut sind, bestehen aus:
1. Einrichtungen für akustische Einzelsignale,
  2. Einer Schachthammersignaleinrichtung,
  3. Einer Einrichtung für Notsignale, sofern eine Sohlenblockiereinrichtung vorhanden ist.
- Alle Signale, die gleichzeitig ertönen können, müssen verschieden klingen.
- 4.16.2 Einzelsignale müssen gegeben werden können:
- von den Anschlägen zum Sammelanschlag,
  - vom Sammelanschlag zum Bedienungsstand der Antriebsmaschine, bei Einkorbbetrieb
  - von den Anschlägen zum Bedienungsstand der Antriebsmaschine
- und, sofern nicht ein Seilfahrtschalter und Seilfahrtleuchten nach Nr. 4.10.2 eingebaut sind:
- vom Sammelanschlag zu den Anschlägen (Rückfragesignal), bei Einkorbbetrieb
  - vom Bedienungsstand der Antriebsmaschine zu den Anschlägen (Rückfragesignal).
- 4.16.3 Für die Schachthammersignaleinrichtung gelten die Nrn. 4.7.1 und 4.7.2
- 4.16.4 Vorrichtungen für Notsignale müssen so beschaffen sein, dass ein Notsignal jederzeit von jedem Anschlag aus zum Bedienungsstand der Antriebsmaschine gegeben werden kann. Notsignale sind rot zu kennzeichnen.

- 4.16.5. Die Signalgeber müssen an der Aufstieg- oder Aufschiebeseite eines jeden Anschlags angebracht sein.
- 4.16.6. Die Zugseile der Signalgeber sind im Schacht so zu führen, dass sie durch Fördermittel oder Gegengewichte nicht beschädigt und dass sie überwacht werden können.  
Zugseile dürfen nur über bewegliche Rollen abgelenkt werden.  
Zugseile müssen so vorgespannt sein, dass eine einwandfreie Signalgabe möglich ist.
- 4.16.7. Pneumatische Signalempfänger müssen in der Energiezufuhrleitung mit einer Wartungseinheit ausgerüstet sein (Wasserabscheider, Filter, Öler).

## 5. Einrichtungen für automatisch betriebene Antriebsmaschinen von Schachtförderanlagen

### 5.1. Allgemeines

5.1.1. Automatischer Betrieb liegt vor, wenn durch Steuerimpulse (Definition des Begriffs „Abfahrbefehl (Steuerimpuls)“ siehe § 19 Abs. 1 der VO) programmierte Bewegungsabläufe eingeleitet und selbsttätig durchgeführt werden.

An Schachtförderanlagen ist zu unterscheiden:

- Automatische Steuerung der Antriebsmaschine,
- automatisches Beschicken und Entleeren der Fördermittel (vergleiche Nr. 2.5.4 Schachtbeschickungseinrichtungen).

5.1.2. Steuerimpulse zum Ingangsetzen und Stillsetzen von Antriebsmaschinen können

- selbsttätig durch bestimmte Betriebsvorgänge oder
- von Hand durch Betätigen von Befehlsgebern ausgelöst werden.

5.1.3. Automatisch betriebene Antriebsmaschinen können stillgesetzt werden durch

- Auflegen der Fahrbremse, gegebenenfalls nach elektrischem Verzögern,
- Auflegen der Sicherheitsbremse.

5.1.4. Automatische Steuerungen müssen so beschaffen und geschaltet sein, dass bei einem Ausfall oder einer Störung die Wirksamkeit der Sicherheitseinrichtungen nicht beeinträchtigt werden kann.

5.1.5. Ausfall und Wiederkehr der Energiezufuhr dürfen nicht zu gefährlichen Betriebszuständen führen können, auch wenn inzwischen die Betriebsart geändert worden ist. Bei Ausfall der Energiezufuhr müssen gespeicherte Abfahrbefehle gelöscht werden.

5.1.6. Nach einer Sicherheitsbremsung darf die Antriebsmaschine zunächst nur mit Handbedienung wieder in Gang gesetzt werden können. Für das Wiedereinschalten der automatischen Steuerung gilt Nr. 5.2.7.

Abweichend von Absatz 1 darf nach Ausfall und Wiederkehr der Energiezufuhr die Sicherheitsbremse selbsttätig gelüftet werden können, wenn die zuvor eingeschaltete Betriebsart der automatischen Steuerung erhalten bleibt; bei zuvor eingeschalteter Betriebsart „Anschlägersteuerung“ darf jedoch eine selbsttätige Umschaltung auf die Betriebsart „Selbstfahrerseilfahrt“ erfolgen. Eine notwendige Synchronisierungsfahrt darf nur mit Schleichgeschwindigkeit möglich sein.

5.1.7.1. An allen Anschlägen, von denen aus Tragböden von Fördermitteln betreten werden können, müssen überwachte Schachttore vorhanden sein (siehe Nr. 5.4.7, Ziffer 1).

Die Torüberwachung ist so zu schalten, dass die Antriebsmaschine bei geöffnetem Tor und bei aufgelegter Fahrbremse gesperrt wird.

Die Überwachung der Schachttore muss in allen Betriebsweisen (Seilfahrt/Güterförderung), außer bei den Betriebsarten „Revision mit Signalgabe vom Fördermittel“ (Schachtrevision), „Langteiltransport“ und „Revision mit Signalgabe vom Anschlag“ (z. B. Seilrevision) an Anschlägen mit sonst überwachten Schachttoren, wirksam sein. Diese Überwachung braucht bei „Güterförderung“ nicht wirksam zu sein, wenn Abfahrsperrschalter nach Nr. 5.1.7.4 vorhanden sind.

Bei „Seilfahrt“ muss die Sperrung der Antriebsmaschine dort, wo das Tor geöffnet wurde, durch die Torleuchte nach Nr. 5.3.2 angezeigt werden, die von der aufliegenden Fahrbremse abhängig ist.

Bei „Güterförderung“ dürfen Fördermittel im Anschlagbereich bei offenen Schachttoren umgesetzt oder nachgesetzt werden. Hierzu müssen die zugehörigen Befehlsgeber (siehe Nr. 5.2.2) so ausgeführt sein, dass sie mit getrennten Kontakten die örtlichen Torschalter überbrücken und den Abfahrimpuls durchschalten. Ferner muss überwacht werden, dass bei offenem Schachttor und nicht anstehendem Abfahrimpuls der Abfahrsperrkreis wieder wirksam ist.

Die Sperrung der Antriebsmaschine muss durch besondere Leuchten angezeigt werden, die von der aufliegenden Fahrbremse abhängig sind.

5.1.7.2. Jedes überwachte Schachttor muss mit zwei voneinander getrennten Schaltern ausgerüstet sein, die sich gegenseitig auf Nichtübereinstimmung der Schaltstellungen überwachen. Jede Nichtübereinstimmung muss eine Sperrung der Abfahrt bewirken. Die Störung muss am Bedienungsstand oder in dessen Nähe optisch angezeigt werden. Beide Schalter dürfen in einem Gehäuse untergebracht sein.

5.1.7.3. Nr. 5.1.7.2 gilt auch für überwachte Fördermittelverschlüsse von Selbstfahrerseilfahrtanlagen.

Bei Störung des Übertragungsweges zwischen Fördermittel und Antriebsmaschine dürfen die Kontakte der überwachten Fördermittelverschlüsse durch einen verschließbaren Schalter am Bedienungsstand der Antriebsmaschine überbrückt werden können. Die Überbrückung muss auf dem Fördermittel und am Bedienungsstand erkennbar sein. (z. B. Hinweisschilder). Mit der Überbrückung müssen alle Steuerfunktionen vom Fördermittel zur Antriebsmaschine unwirksam und die Abfahrt gesperrt werden. Danach darf nur noch mit Handbedienung gefahren werden können.

5.1.7.4. An allen Anschlägen, von denen aus Tragböden von Fördermitteln betreten werden können, müssen Abfahrsperrschalter vorhanden sein. Ihre Schaltung richtet sich nach Nr. 4.10.4.

Auf diese Abfahrsperrschalter kann verzichtet werden, wenn in Förderanlagen mit überwiegend automatischem Betrieb für die Betriebsweise „Güterförderung“ eine Überbrückungs- und Überwachungsschaltung nach Nr. 5.1.7.1 eingerichtet ist.

An Stellen, an denen diese Anlagen regelmäßig überwacht werden, z. B. Revisionsstellen, müssen ebenfalls Abfahrsperrschalter vorhanden sein, wenn dort nicht Nothaltgeber (siehe Nr. 5.2.5) vorgesehen sind. Am Betätigungsort muss durch eine besondere, von der aufgelegten Fahrbremse abhängige Leuchte die Sperrung der Antriebsmaschine angezeigt werden.

5.1.8.1. Anlagen, die bei der Güterförderung automatisch gesteuert und bei Seilfahrt von Hand bedient werden, müssen einen Bedienungsstand nach Nr. 3.4.2 und eine Signalanlage nach den Nrn. 4.1.1 und 4.1.2 mit Nothaltgebern nach Nr. 5.2.5 besitzen.

5.1.8.2. Anlagen, die bei Seilfahrt und Güterförderung vorwiegend automatisch betrieben werden, müssen für den Fall der Handbedienung einen Bedienungsstand nach Nr. 3.4.2 sowie entweder signaltechnische Einrichtungen nach Nr. 5.3.9 oder eine Signalanlage nach den Nrn. 4.1.1 und 4.1.2 mit Nothaltgebern nach Nr. 5.2.5 besitzen. Sofern die Befehlsgeber auch bei Handbedienung Funktionen der Signalanlage erfüllen, brauchen diese Einrichtungen nur einmal vorhanden zu sein.

Zusätzlich ist eine eingeschränkte Handsteuerung nach Nr. 5.1.8.4 zulässig.

Ist eine Handbedienung vorhanden können die dafür vorgesehenen Einrichtungen bei der eingeschränkten Handsteuerung mit genutzt werden.

5.1.8.3. Anlagen, die bei Seilfahrt und Güterförderung nur automatisch betrieben werden können, sowie automatisch betriebene Güterförderanlagen, die nicht zur Seilfahrt eingerichtet sind, müssen eine eingeschränkte Handsteuerung der Antriebsmaschine nach Nr. 5.1.8.4 besitzen, um die Anlage im Störfall noch von Hand bedienen zu können.

5.1.8.4. Eingeschränkte Handsteuerung

5.1.8.4.1. Die eingeschränkte Handsteuerung nach Nr. 5.1.8.3 muss mindestens mit Einrichtungen

- zum Beschleunigen, Verzögern und Stillsetzen der Antriebsmaschine,
- zum Auslösen der Sicherheitsbremse

versehen sein.

Fahrbefehle zum Beschleunigen dürfen nicht gespeichert werden.

Als Signaleinrichtungen müssen mindestens

- eine Gesperrt-/Freischaltung nach Nr. 5.1.8.4.5,
- eine Fernsprechanlage nach Nr. 4.13.1

vorhanden sein.

Gegebenenfalls kann zusätzlich eine Schachthammersignalanlage nach Nr. 4.7 oder ein Funksprechgerät mit Signaltaste nach Nr. 4.8.8 als Signaleinrichtung verwendet werden.

Außerdem finden die Nrn. 3.4.4, 3.4.9.1 und 3.4.9.2 entsprechende Anwendung.

5.1.8.4.2. Die eingeschränkte Handsteuerung nach Nr. 5.1.8.3 darf nur am zugehörigen Steuerstand einzuschalten sein. Der Schalter muss verschließbar sein. Der Steuerstand der eingeschränkten Handsteuerung ist kein Bedienungsstand nach den Nrn. 5.1.8.1 und 5.1.8.2.

5.1.8.4.3. Bei eingeschalteter eingeschränkter Handsteuerung müssen mindestens die Auslösungen der Sicherheitsbremse nach Nr. 3.8.3 Ziffer 1, 2 und 9 erhalten bleiben.

Endschalter können gemäß Nr. 5.2.14 auf die Fahrbremse wirken. Dabei darf nach dem Anfahren des Endschalters und dem Auflegen der Fahrbremse das Wiederauffahren nur in Gegenrichtung möglich sein.

Zusätzlich muss die Fahrgeschwindigkeit überwacht werden. Die Befehlsgeber für automatischen Betrieb müssen unwirksam geschaltet sein.

5.1.8.4.4. Bei eingeschränkter Handsteuerung muss die Fahrgeschwindigkeit deutlich reduziert sein und darf maximal 2 m/s oder bei Haspelanlagen maximal 50% der Höchstgeschwindigkeit betragen.

5.1.8.4.5. Bei der Gesperrt-/Freischaltung muss an jedem Anschlag ein Gesperrt-/Freischalter so angeordnet sein, dass er vom Fördermittel und vom Anschlag aus betätigt werden kann. Er darf nur wirksam sein, wenn das Fördermittel am Anschlag vorsteht. In Sperrstellung muss er die Antriebsmaschine und die geschlossene Fahrbremse sperren. Die beiden Schaltstellungen müssen am Schalter optisch angezeigt werden. Bei Freischaltung muss am Steuerstand der eingeschränkten Handsteuerung ein Abfahrtsignal ausgelöst werden.

5.1.9. Automatisch betriebene Anlagen müssen Schachtfernsprechanlagen nach Nr. 4.13.1 besitzen.

5.1.10. Betätigungseinrichtungen und optische Anzeigen sind in übersichtlicher Form so anzuordnen, dass die Anlage von Fahrenden und Anschlägern leicht bedient werden kann.

Betätigungssymbole müssen auf einem Bergwerk gleiche Bedeutung haben.

5.2. Anforderungen an die automatische Steuerung von Antriebsmaschinen

5.2.1. Bei automatischer Steuerung darf die Antriebsmaschine nur auf entsprechende Abfahrtsbefehle hin selbsttätig in Gang gesetzt werden

können. Der Bewegungsablauf muss dann wie vorgegeben durchgeführt werden, wobei der Verzögerungsweg auf die betriebsübliche Überlast (§ 2 Abs. 5 der VO) beim Einhängen einzustellen ist; dies gilt auch, wenn in der Regel mit dieser Überlast aufwärts gefördert wird.

Abweichend hiervon darf der Verzögerungsbeginn bei Güterförderung auch mit einer Lastmesseinrichtung ermittelt werden.

5.2.2. Ein Abfahrbefehl kann in den einzelnen Betriebsarten mit folgenden Befehlsgebern gegeben werden:

- |   |   |
|---|---|
| a) Selbstfahrerseilfahrt                        | Abfahrbefehlsgeber, der vom Fördermittel aus betätigt wird, Ruftaste, die vom Anschlag aus betätigt wird, |
| b) Seilfahrt mit Anschlägersteuerung            | Abfahrbefehlsgeber, der vom Anschlag aus betätigt wird,   |
| c) Güterförderung mit Anschlägersteuerung       | Abfahrbefehlsgeber, der vom Anschlag aus betätigt wird,   |
| d) Güterförderung mit automatischer Beschickung | Abfahrbefehlsgeber durch die Beschickungseinrichtung  |
| e) Schachtbefahrung                             | Abfahrbefehlsgeber, der vom Fördermittel oder ggf. vom Gegengewicht aus betätigt wird,                    |
| f) Seilrevisionsbetrieb                         | Abfahrbefehlsgeber, der an dem betreffenden Revisionsanschlag betätigt wird,                              |
| g) Lang- oder Schwermaterialtransport           | Abfahrbefehlsgeber, der an dem betreffenden Lang- oder Schwermaterialtransport betätigt wird.             |

Befehlsgeber für das Nachsetzen der Fördermittel (Bewegungen im Anschlagbereich) und Befehlsgeber für das Umsetzen mehrbödiger Fördermittel dürfen nur bei den Betriebsarten nach a), b), c) und g) betriebsbereit sein.

5.2.3. Befehlsgeber zum Nachsetzen der Fördermittel müssen getrennte Tasten für „Auf“ und „Hängen“ haben. Die Befehle dürfen nicht gespeichert werden können (Dauerimpulsgeber). Sie dürfen nur in einem bestimmten Anschlagbereich und nur dann wirksam sein, wenn das Fördermittel anwesend ist. Bei zweiräumiger Betriebsweise darf der Befehlsgeber zum Nachsetzen nur wirksam sein, wenn am Gegenanschlag die Schachttore geschlossen sind.

5.2.4. Befehlsgeber für das Umsetzen mehrbödiger Fördermittel dürfen mit Abfahrbefehlsgebern vereinigt sein. Die Befehle dürfen nicht gespeichert werden können (Dauerimpulsgeber). Bei zweiräumiger

Betriebsweise dürfen Befehlsgeber für das Umsetzen nur wirksam werden, wenn sie an beiden Anschlägen betätigt worden sind.

5.2.5. Nothaltgeber müssen an den Anschlägen - und bei Selbstfahrerseilfahrt zusätzlich auch auf den dafür bestimmten Fördermitteln - vorhanden sein. Nothaltgeber müssen auch an Stellen, an denen diese Anlagen regelmäßig überwacht werden, z. B. zur Revision, vorhanden sein. (Nicht zu verwechseln mit den Not-Aus-Gebern nach Nr. 3.1.7).

Das Betätigen von Nothaltgebern muss

- bei automatischer Steuerung das selbsttätige Verzögern der Antriebsmaschine und Auflegen der Fahrbremse bewirken,
- bei Handbedienung eine Warnlampe am Bedienungsstand aufleuchten sowie Nothupen an allen Anschlägen und am Bedienungsstand ertönen lassen, solange die Fahrbremse nicht aufliegt, mindestens jedoch 5 s lang (auch bei anstehendem Dauerimpuls). Bei bereits aufliegender Fahrbremse braucht die Warnlampe nicht aufzuleuchten und die Nothupen brauchen nicht zu ertönen.

Nothaltgeber müssen rot gekennzeichnet und außer bei „eingeschränkter Handsteuerung“ ständig betriebsbereit sein. Nothaltgeber müssen mit einer Wiedereinschaltsperrvorrichtung versehen sein, die auch bei Handbetrieb ein Ingangsetzen der Antriebsmaschine verhindert. Nothalt vom Fördermittel aus muss außerdem eine Alarmmeldung an einer ständig besetzten Stelle auslösen.

Bei Störung des Übertragungsweges zwischen Fördermittel und Antriebsmaschine darf der Nothaltgeber auf dem Fördermittel durch einen verschließbaren Schalter am Bedienungsstand der Antriebsmaschine überbrückt werden können. Die Überbrückung muss auf dem Fördermittel und am Bedienungsstand erkennbar sein (z. B. Hinweisschilder). Mit der Überbrückung müssen alle Steuerfunktionen vom Fördermittel zur Antriebsmaschine unwirksam und die Abfahrt gesperrt werden. Danach darf nur noch mit Handbedienung gefahren werden können.

5.2.6. Automatisch gesteuerte Antriebsmaschinen dürfen mit einer Vorrichtung zur Ferneinschaltung ausgerüstet sein, wenn dabei die gleiche Sicherheit wie beim Einschalten am Bedienungsstand gewährleistet ist.

5.2.7. Das Umschalten der Antriebsmaschine auf automatische Steuerung darf nur wirksam werden, wenn mindestens die Fahrbremse aufgelegt ist und der Steuerhebel in Nullstellung steht und kein Fertigsignal ansteht. Nach dem Umschalten muss ein Betätigen des Steuerhebels und des Fahrbremshebels unwirksam bleiben oder unmöglich sein.

5.2.8. Das Umschalten der Antriebsmaschine von automatischer Steuerung auf Handbedienung darf nur wirksam werden, wenn die Fahrbremse aufliegt und der Steuerhebel in Nullstellung steht.

- Vor dem Umschalten wirksame Fördermittelverschlussüberwachungen müssen wirksam bleiben. Dies gilt auch für die Schachttorüberwachungen, wenn vor dem Umschalten „Seilfahrt“ geschaltet war.
- 5.2.9. Der Schalter zum Umschalten von Handbedienung auf automatische Steuerung und umgekehrt muss am Bedienungsstand oder in dessen Nähe angeordnet und gegen unbefugte Betätigung gesichert sein, z. B. Schlüsselschalter.
- 5.2.10. Umschalteneinrichtungen für die Betriebsarten nach Nr. 5.2.2 müssen an den dafür eingerichteten Anschlägen vorhanden sein.  
Es darf jeweils nur eine Betriebsart eingeschaltet werden können und mit den zugehörigen Einrichtungen betriebsbereit sein.  
An den Anschlägen - außer Nebenansschlägen - muss die eingeschaltete Betriebsart optisch angezeigt werden (siehe Nr. 5.5.1).
- 5.2.11. Das Umschalten von einer automatischen Betriebsart auf eine andere automatische Betriebsart darf nur wirksam werden, wenn
- ein Fördermittel an dem Anschlag vorsteht, an dem umgeschaltet werden soll; bei Gefäßförderanlagen auch an der Be- oder Entladestelle nach der Beschickung,
  - die Fahrbremse aufliegt.
- Mit dem Umschalten müssen alle gespeicherten Befehle gelöscht werden.
- 5.2.12.1. Die automatische Betriebsart „Seilfahrt/Güterförderung mit Anschlägersteuerung“ darf nur an zwei entsprechend geschalteten Anschlägen wirksam sein.
- 5.2.12.2. Abfahrbefehlsgeber dürfen bei automatischer Anschlägersteuerung nur vom Anschlag aus betätigt werden können.
- 5.2.12.3. An den Anschlägen für automatische Anschlägersteuerung müssen vorhanden sein:
- Abfahrbefehlsgeber,
  - Nothaltgeber nach Nr. 5.2.5,
  - überwachte Schachttore nach den Nrn. 5.1.7.1 und 5.1.7.2,
  - Schachtfernsprecher nach Nr. 4.13.1
- und, soweit erforderlich,
- Vorrichtungen zum Betätigen von Toren und Bühnen sowie zum Betätigen von Zentriereinrichtungen für seilgeführte Fördermittel, und bei Seilfahrt
  - Torleuchten nach Nr. 4.10.3.6, bei eigensicheren Anlagen gegebenenfalls als Blinkleuchten.
- 5.2.12.4. An Anlagen, die auch für automatische Selbstfahrerseilfahrt eingerichtet sind, müssen die auf den Fördermitteln befindlichen
- Nothaltgeber und
- Sprechverständigungseinrichtungen
- mindestens auch bei Seilfahrt mit automatischer Anschlägersteuerung betriebsbereit sein.
- 5.2.13. Die automatischen Betriebsarten „Revision mit Signalgabe vom Fördermittel (Schachtbefahrung)“ und „Revision mit Signalgabe vom Anschlag“ (z. B. „Seilrevision“ dürfen nur mit Schlüsselschaltern geschaltet werden können. Solange eine dieser Betriebsarten eingeschaltet ist, darf von keiner anderen Stelle aus auf eine andere automatische Betriebsart oder auf Handbedienung umgeschaltet werden können. Satz 2 gilt nicht für Anlagen mit eingeschränkter Handsteuerung (Nr. 5.1.8.4).  
Abweichend von Satz 2 darf von der automatischen Betriebsart „Revision mit Signalgabe vom Fördermittel (Schachtbefahrung)“ und „Revision mit Signalgabe vom Anschlag“ (z. B. „Seilrevision“) mit einem Schlüsselschalter am Bedienungsstand der Antriebsmaschine auf Handbedienung umgeschaltet werden können
- nach einer Sicherheitsbremsung,
  - bei Störung des Übertragungsweges zwischen Fördermittel und Antriebsmaschine, wenn zuvor der in den Nrn. 5.1.7.3 und 5.2.5 genannte Überbrückungsschalter betätigt worden ist.
- 5.2.14. In den automatischen Betriebsarten „Revision mit Signalgabe vom Fördermittel“ (Schachtbefahrung) und „Revision mit Signalgabe vom Anschlag“ (z. B. Seilrevision) darf beim Anfahren der Endschalter abweichend von Nr. 3.8.3 statt der Sicherheitsbremse die Fahrbremse ausgelöst werden. Ein Wiederanfahren darf danach nur in Gegenrichtung möglich sein. Dies gilt auch bei eingeschalteter eingeschränkter Handsteuerung.
- 5.3. Zusätzliche Anforderungen an Anlagen für automatische Selbstfahrerseilfahrt
- 5.3.1. Bei Selbstfahrerseilfahrt mit automatisch gesteuerter Antriebsmaschine dürfen Abfahrbefehlsgeber nur vom Fördermittel aus betätigt werden können.
- 5.3.2. An Anlagen für automatische Selbstfahrerseilfahrt müssen an den Seilfahrtansschlägen vorhanden sein:
- Ruftasten, mit denen das Fördermittel zu dem Anschlag herangeholt werden kann, an dem die Taste betätigt wird,
  - Zielwahltasten an Anlagen mit mehr als zwei Anschlägen, sofern sie nicht auf dem Fördermittel angebracht sind,
  - Nothaltgeber nach Nr. 5.2.5,
  - überwachte Schachttore nach den Nrn. 5.1.7.1 und 5.1.7.2,
  - Torleuchten nach Nr. 4.10.3.6, bei eigensicheren Anlagen gegebenenfalls als Blinkleuchten,
  - akustische Abfahrwarnung nach Nr. 4.6.2.9,
  - Schachtfernsprecher nach Nr. 4.13.1



- und, soweit erforderlich,
- Vorrichtungen zum Betätigen von Toren und Bühnen sowie zum Betätigen von Zentriereinrichtungen für seilgeführte Fördermittel. Zielwahltasten an den Anschlägen können zugleich als Ruftasten wirken.
- 5.3.3. An Anlagen für automatische Selbstfahrerseilfahrt müssen auf den dafür bestimmten Fördermitteln vorhanden sein:
- Abfahrbefehlsgeber,
  - Zielwahltasten an Anlagen mit mehr als zwei Anschlägen, sofern sie nicht an den Anschlägen angebracht sind,
  - Nothaltgeber nach Nr. 5.2.5,
  - überwachte Fördermittelverschlüsse nach Nr. 5.1.7.3,
  - Leuchte zur Anzeige offener Tore, sofern die Torleuchten nach Nr. 5.3.2 vom Fördermittel aus nicht zu erkennen sind,
  - akustische Abfahrwarnung nach Nr. 4.6.2.9,
  - Einrichtung zur Sprechverständigung mit einer ständig besetzten Stelle.
- Zielwahltasten auf den Fördermitteln können zugleich als Abfahrbefehlsgeber wirken.
- Es wird empfohlen, auch eine Sprechverständigung zwischen Fördermitteln und Anschlägen einzurichten.
- 5.3.4.1. Automatische Selbstfahrerseilfahrt darf mit Einzelsteuerung oder mit Sammelsteuerung durchgeführt werden.
- 5.3.4.2. An Anlagen mit Einzelsteuerung darf
- eine Ruftaste nur wirksam sein, wenn kein Ziel ansteht,
  - ein Abfahrbefehlsgeber nur wirksam sein, wenn ein Ziel ansteht oder mit dem Betätigen des Gebers eingegeben wird.
- 5.3.4.3. An Anlagen mit Sammelsteuerung müssen die Impulse der Ruftasten und Zielwahltasten gespeichert werden, um die damit eingegebenen Fahrziele programmgemäß anfahren zu können.
- Für Notfälle, z. B. Verletzentransport, können Vorrangschaltungen vorgesehen werden.
- 5.3.4.4. Auf einen Abfahrbefehl darf die Antriebsmaschine nur in Gang gesetzt werden können, wenn
1. die Betriebsart „automatische Selbstfahrerseilfahrt“ eingeschaltet ist,
  2. die Schachttore am Abfahranschlag sowie die Fördermittelverschlüsse geschlossen sind,
  3. die Abfahrwarnung nach Nr. 4.6.2.9 Satz 1 abgelaufen ist.
- 5.3.5.1. Bei automatischer Selbstfahrerseilfahrt in zweiräumiger Betriebsweise zwischen den Endansschlägen genügt ein Abfahrbefehl zum
- Auslösen der Abfahrwarnung und Ingangsetzen der Antriebsmaschine; dabei gelten die Nrn. 5.3.4.2 bis 5.3.4.4 für beide Fördermittel und beide Endansschläge.
- 5.3.5.2. Wird bei zweiräumigen Anlagen automatische Selbstfahrerseilfahrt im Einkorbbetrieb durchgeführt, müssen die Schachttore am Trum des nicht benutzten Fördermittels in die Überwachung nach Nr. 5.1.7.2 einbezogen sein.
- 5.3.6.1. An Anlagen ohne Sammelsteuerung muss, solange kein Ziel eingegeben ist oder keine Ruftaste betätigt wird, an den Anschlägen und am Bedienungsstand der Antriebsmaschine ein Leuchtfeld mit der Aufschrift „Frei“ aufleuchten (Nr. 5.5.1), wenn
- ein Fördermittel bündig an einer definierten Stelle im Schacht vorsteht, z. B. an einem Anschlag,
  - die Schachttore dort, wo ein Fördermittel vorsteht, sowie die Fördermittelverschlüsse geschlossen sind,
  - nach dem Auflegen der Fahrbremse etwa 20 s vergangen sind.
- 5.3.6.2. Anlagen ohne Sammelsteuerung müssen ebenfalls „Frei“ melden, wenn bei vorstehendem Fördermittel nach der Zieleingabe nicht innerhalb von etwa 10 s das Schachttor oder der Fördermittelverschluss geöffnet wird.
- 5.3.7. An Anlagen mit Sammelsteuerung darf ein Abfahrbefehl erst etwa 10 s nach dem Stillsetzen der Antriebsmaschine wirksam werden, wenn in dieser Zeit weder ein Schachttor noch ein Fördermittelverschluss geöffnet worden ist.
- 5.3.8. An den Seilfahrtansschlägen müssen in Übereinstimmung mit § 34 der VO Tafeln mit Anweisungen über das Bedienen der Anlage bei Selbstfahrerseilfahrt und das Verhalten der Fahrenden bei Störungen angebracht sein.
- Dies gilt auch für die zur Selbstfahrerseilfahrt zugelassenen Tragböden der Fördermittel.
- 5.3.9. An Anlagen, die mit den in den Nrn. 5.3.2 und 5.3.3 aufgeführten Betriebsmitteln zur Selbstfahrerseilfahrt ausgerüstet sind und deren Antriebsmaschinen wahlweise von Hand bedient werden können, müssen im Falle der Handbedienung abweichend von Nr. 4.1.1
- Abfahrbefehlsgeber und Ruftasten wie Fertigsignalgeber wirken,
  - Abfahrbefehlsgeber für Schachtbefahrungen und Revisionsfahrten wie Fertigsignalgeber - getrennt für die Fahrrichtungen „Auf“ und „Hängen“ - wirken; Nr. 4.6.2.9 Satz 3 gilt entsprechend,
  - durch das Betätigen der Zielwahltasten und Ruftasten entsprechende Leuchtfelder am Bedienungsstand eingeschaltet werden,
  - optische Störungsmeldungen auch akustisch angezeigt werden,
  - bei eingeschalteter Selbstfahrerseilfahrt vor jeder Abfahrt an allen Anschlägen die Abfahrwarnungen nach Nr. 4.6.2.9 ertönen,
  - Befehlsgeber zum Nachsetzen und/oder Umsetzen als Dauerimpulsgeber wirken.

- 5.4. Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen (Zusätzliche Anforderungen zum Sicherheitskreis nach Nr. 3.8)
- 5.4.1.1. In die selbsttätige Überwachung automatisch betriebener Anlagen müssen alle Anlagenteile einbezogen werden, die bei Störungen oder Schäden Gefahren für Leben und Gesundheit von Personen herbeiführen oder ungewollte Bewegungen zur Folge haben können. Dies gilt auch für Teile von Beschickungseinrichtungen, z. B. Schwingbühnen, Aufschieber, Überleitvorrichtungen, sowie für Vorrichtungen zum Überwachen der Schachtverhältnisse, z. B. Wasserstand oder Rieselgutstand im Schachtsumpf, Öffnungszustand von Hubsperlatten.
- 5.4.1.2. Beim Einsatz programmierbarer elektronischer Systeme dürfen Programm- oder Verarbeitungsfehler nicht zu gefährlichen Betriebszuständen führen. Programme und Programmänderungen müssen ausreichend getestet sein und dokumentiert werden.
- 5.4.2. Durch das Ansprechen von Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen darf die vorher eingeschaltete Betriebsart nicht selbsttätig verändert werden.
- 5.4.3. Treibscheibenanlagen mit automatischer Steuerung der Antriebsmaschine müssen mit einer Seilrutschüberwachung und einer Hängseilüberwachung ausgerüstet sein. Als Hängseilüberwachung kann die Unterseil-Führungsholzüberwachung benutzt werden. Trommel- und Bobinenanlagen mit Spurlattenführung und automatischer Steuerung der Antriebsmaschine müssen mit einer Hängseilüberwachung ausgerüstet sein.
- 5.4.4. Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen müssen je nach Erfordernis
- a) die Sicherheitsbremse auslösen (Sicherheitskreis) oder
  - b) die Antriebsmaschine bis auf Schleichgeschwindigkeit elektrisch verzögern und die Fahrbremse auflegen (Fahrbremskreis) oder
  - c) ein begonnenes Treiben nicht beeinflussen, jedoch eine neue Abfahrt verhindern (Abfahrsperrkreis).
- Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen müssen nach Nr. 3.8.1.2 einzeln revidierbar sein.
- 5.4.5.1. Die Sicherheitsbremse muss - zusätzlich zu den unter Nr. 3.8.3 genannten Fällen - mindestens ausgelöst werden, wenn
1. ein Steuerimpuls zum Lüften oder Auflegen der Fahrbremse nicht ausgeführt wird,
  2. nach dem Umschalten auf Automatikbetrieb (Nr. 5.2.7) der Steuerhebel wirksam bleibt,
  3. eine Steuerspannung ausfällt,

4. an der Antriebsmaschine bei Stillstand unzulässige Ströme auftreten, z. B. fehlerhafte Ankerströme,
5. nach dem Ansprechen des Fahrbremskreises das Verzögern nach Nr. 5.4.4 b) nicht ausgeführt wird,
6. nach Sperrung der Abfahrt durch den Abfahrsperrkreis die Fahrbremse gelüftet wird.

Für die Auslegung der o. g. Auslösungen im Sicherheitsstromkreis gilt Nr. 3.8.7.

- 5.4.5.2. Das Auflegen der Sicherheitsbremse muss an einer ständig besetzten Stelle durch ein optisches und akustisches Signal angezeigt werden. Das akustische Signal darf an dieser Stelle von Hand gelöscht werden können. Das optische Signal darf erst nach Lüften der Sicherheitsbremse verlöschen.
- 5.4.5.3. Für das Wiederanfahren nach Sicherheitsbremsung gelten die Nrn. 3.8.2 und 5.1.6.
- 5.4.6. Der Fahrbremskreis muss mindestens ausgelöst werden, wenn
1. ein Schachttor am Abfahranschlag geöffnet wird, solange das Fördermittel noch im Anschlagbereich fährt,
  2. ein überwachter Fördermittelverschluss nach einem Abfahrbefehl oder während des Treibens geöffnet wird,
  3. Nothalt gegeben wird,
  4. die Antriebsmaschine entgegen der vorgegebenen oder gewählten Fahrtrichtung fährt,
  5. bei Schachtbefahrung die Signalübertragung vom Fördermittel ausfällt,
  6. Treibscheibe und Seilscheiben unterschiedliche Umfangsgeschwindigkeiten haben (Seilrutschüberwachung),
  7. eine Überwachungseinrichtung für die Unterseilbuchse oder eine Hängseilüberwachung anspricht,
  8. überwachte Hub- oder Klappspurlatten während des Treibens nicht geschlossen sind,
  9. überwachte Verschlüsse von Fördergefäßen bei oder kurz nach Beginn des Treibens nicht geschlossen sind,
  10. Überwachte Schwing- oder Schiebebühnen oder andere bewegliche Teile sich während des Treibens nicht außerhalb der Fördertrume befinden; dies gilt nicht für ortsfeste Überwachungsbühnen nach Nr. 9.2, wenn „Revisionsbetrieb“ eingeschaltet ist,
  11. in den automatischen Betriebsarten „Revision mit Signalgabe vom Fördermittel“ (Schachtbefahrung) und „Revision mit Signalgabe vom Anschlag“ „Seilrevision“ der Schachtendschalter angefahren wird (Nr. 5.2.14), sofern nicht nach Nr. 3.8.3 die Sicherheitsbremse ausgelöst wird.

Eine Wiederanfahrt darf erst nach Beseitigung der Störung und nach erneuter Abfahrwarnung (Nr. 4.6.2.9) möglich sein.

Für die Auslegung der o. g. Auslösungen des Fahrbremskreises gilt Nr. 3.8. 8.

5.4.7. Der Abfahrsperrkreis muss mindestens dann eine Abfahrt verhindern, wenn

1. am Abfahranslag bei bündig vorstehendem Fördermittel ein Schachttor - bei eingeschalteter Selbstfahrerseilfahrt auch ein überwachter Fördermittelverschluss - offen ist oder ein Abfahrsperrschalter betätigt wurde,
2. Nothalt ansteht,
3. der Be- oder Entladevorgang bei Gefäßförderung oder die automatische Beschickung bei Gestellförderung nicht ordnungsgemäß abgelaufen ist,
4. nach Umschalten der Betriebsarten die jeweils zugehörigen Befehlsgeber nicht richtig geschaltet sind,
5. bei Selbstfahrerseilfahrt die Trägerfrequenz der FTS-Anlage ausfällt oder das Schleppkabel oder eine Ader desselben unterbrochen ist oder Aderschluss auftritt,
6. eine Erdschlussüberwachung für Signal-, Steuer- oder Sicherheitsstromkreise anspricht oder ein anderweitig erfasster Erdschluss in einem dieser Kreise auftritt,
7. unzulässiger Bremsbackenverschleiß vorhanden ist,
8. Übertemperaturen an der Fördermaschine (Fördermaschine nach Nr. 3.1.1) auftreten, z. B. in Wicklungen, im Lager, im Getriebe,
9. die Schmierölversorgung gestört ist, z. B. im Getriebe,
10. der Wasserstand oder der Rieselgutstand im Schachtsumpf eine unzulässige Höhe erreicht,
11. die Auslösekriterien nach den Ziffern 5, 8, 9, 10 in Nr. 5.4.6 vorliegen, während ein Fördermittel an einem Anschlag bündig steht,
12. an Antriebsmaschinen untertage die zulässige Temperatur der Steuerwiderstände oder Bremsauslösemagnete überschritten wird,
13. beim Umschalten auf Automatikbetrieb die Lostrommel/-bobine nicht mit der Festtrommel/-bobine verbunden ist,
14. Redundanzverlust bei doppelt überwachten Einrichtungen festgestellt worden ist,
15. die Zwischenraumüberwachung nach Nr. 2.5.1.2.2 angesprochen hat,
16. eine Auslösung gemäß Nr. 2.4.7.5.4 (Freiraumüberwachung des Fahrtrums) nicht ausgelöst ist, d. h. die überwachten Einrichtungen nach Nr. 2.4.7.5.1 sich in ihren Ausgangslagen befinden.

Für die Auslegung der o. g. Auslösungen des Abfahrsperrkreises gilt Nr. 3.8.9.

## 5.5. Anzeigen und Leuchtfelder

5.5.1. Die Betriebszustände von Anlagen, die automatisch betrieben werden können, sind an den betreffenden Anschlägen und/oder am Bedienungsstand der Antriebsmaschine mindestens wie folgt anzuzeigen:

Anzeige	Anschläge	Bedienungsstand	Beschriftung	Farbgebung
---------	-----------	-----------------	--------------	------------

### a) Leuchten

Steuer- und Betriebsarten der Förderanlage	X	X	Entsprechend der jeweiligen Steuer- und Betriebsart	weiß/gelb
Steuerarten der Beschickungseinrichtungen	X	–	Entsprechend der jeweiligen Betriebsart	weiß/gelb
Torstellungsanzeige	–	X	Tor/Tore zu	weiß/gelb
Torleuchten bei Seilfahrt, ggf. als Blinkleuchten	X	–	–	grün
Gesperrte Abfahrt	X	X	gesperrt	weiß/gelb
Elektrisches Stillsetzen der Antriebsmaschine	–	X	Antrieb steht	weiß/gelb
Sicherheitsbremse aufgelegt	–	X	–	weiß/gelb
Störungsleuchte	–	X	Störung	rot

5.5.2. An den Anschlägen ist die Beschriftung der Leuchtfelder im Leuchtfeld anzubringen. Bei eigensicheren Anlagen gelten Schriftfelder mit zugeordneten Anzeigeleuchten als beschriftete Leuchtfelder.

Torleuchten sind so anzuordnen, dass sie vom Anschlag und vom Fördermittel aus gut sichtbar sind.

**6. Seile**

## 6.1. Allgemeines

6.1.1. Seile müssen nach den anerkannten Regeln der Technik hergestellt sein.

Es gilt DIN EN 12385-6:2004, sofern nicht in den TAS anderweitige Bestimmungen getroffen werden.

6.1.2. Die Bescheinigung über Werkstoffprüfungen nach § 10 Abs. 1 der VO ist bei allen Seilen nach den Mustern im Anhang nach TAS Abschnitt 6, aufzustellen.

6.1.3. Je nach der Verwendung sind zu unterscheiden

- Förderseile: Seile, an denen Fördermittel oder Gegengewichte hängen;

- Unterseile: Seile zum Ausgleich der Gewichte unterschiedlicher Förderseillängen in beiden Trumen einer Anlage;

- Bühnenseile: Seile, an denen verfahrbare Bühnen oder Tragwerke von Greiferwinden hängen;

- Greiferseile: Hubseile von Greiferanlagen;

- Führungsseile: Seile zur Führung von Fördermitteln oder Gegengewichten;

- Reibseile: Abstandsseile in Anlagen mit Seilführung;

- Sonstige Seile: z. B. Windenseile, Lotseile.

6.1.4. Der Drahtmindestdurchmesser für Förderseile, Bühnenseile und Flachseile, ausgenommen Runddrähte in aufgelösten Kerndrähten und Fülldrähte, muss der nachfolgenden Tabelle 1 entsprechen.

Tabelle 1: Drahtmindestdurchmesser für Förder-, Bühnen- und Flachseile

Seiltyp	Seil-Nennendurchmesser $d$ [mm]	Drahtmindestdurchmesser [mm]
Runde Litzenseile	$d \leq 18$	0,5
	$18 < d \leq 25$	0,8
	$d > 25$	1,0
	Drahtmindestdurchmesser für runde Litzenseile für Schachtförderung: 0,8	
Flachseile	-	1,0

6.1.5. An Mehrseilförderanlagen müssen alle Seile, die als Satz für eine bestimmte Anlage vorgesehen sind, bis auf die Schlagrichtung mit gleichem Design hergestellt sein, d.h. die Seile müssen bezüglich ihrer Konstruktion und aller Dimensionen gleich sein.

Die Lastaufnahme der einzelnen Förderseile muss festgestellt werden können.

6.1.6. An Anlagen mit mehreren Unterseilen dürfen im Regelfall nur Unterseile mit gleichem Design, insbesondere gleicher Konstruktion und gleichen Dimensionen, angehängt werden.

Anmerkung: Der Einsatz von Seilen unterschiedlicher Konstruktionen ist möglich, falls ein von der zuständigen Behörde anerkannter Sachverständiger dies als unbedenklich bescheinigt.

6.1.7. Anforderungen bei besonderen Betriebsbedingungen

6.1.7.1. In feuchten Schächten und feuchten Schrägstrecken sind die Anlagen mit verzinkten Seilen auszurüsten.

Bei Seilen aus verzinkten Drähten können sowohl nach Klasse A als auch nach Klasse B verzinkte Drähte innerhalb eines Seiles eingesetzt werden, jedoch müssen alle Drähte einer Drahtlage der gleichen Verzinkungsklasse angehören. Dies gilt auch für die Füll- und Kerndrähte von Rundseilen sowie die Nähdrähte oder Klammern von Flachseilen.

Als feucht gelten Schächte und Schrägstrecken, wenn nicht nur vorübergehend an irgendeiner Stelle im Bereich der Seile eine relative Feuchte von 75 v. H. oder mehr vorhanden ist.

- 6.1.7.2 Bei starker mechanischer Beanspruchung der Seile und entsprechend kurzer Aufliegezeit können abweichend von Nr. 6.1.7.1 Satz 1 auch blanke Seile eingesetzt werden.

Empfehlung:

Es wird empfohlen, bei schwachem Förderbetrieb und langer Aufliegezeit verzinkte Seile einzusetzen.

- 6.2. Begriffe (vergleiche DIN EN 12385-2:2002 und DIN EN 12385-6:2004)

- 6.2.1. Der Nenndurchmesser ( $d$ ) von Rundlitzen-Förderseilen mit Fasereinlage bzw. mit durch nichttragende Drähte verstärkter Fasereinlage ist gleich dem rechnerischen Seildurchmesser ( $d_c$ ), der sich dann ergibt, wenn sich alle Außenlitzen untereinander gerade berühren. Er ergibt sich aus der Konstruktion des Seils.

Bei allen anderen Rundseilen wird der Nenndurchmesser ( $d$ ) vom Seilhersteller definiert.

- 6.2.2. Die Nennabmessungen von Flachseilen sind die Außenabmessungen Breite ( $w$ )  $\times$  Dicke ( $s$ ); die Breite gilt einschließlich Nählitzen, -drähten oder Klammern.

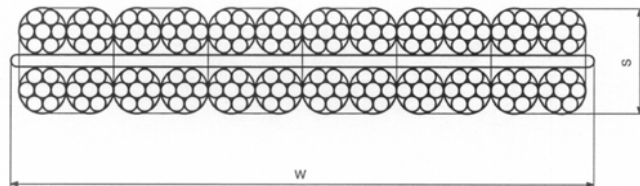


Abbildung 1: Nennabmessungen von Flachseilen

- 6.2.3. Litzenformen und -abmessungen bei Rundseilen:

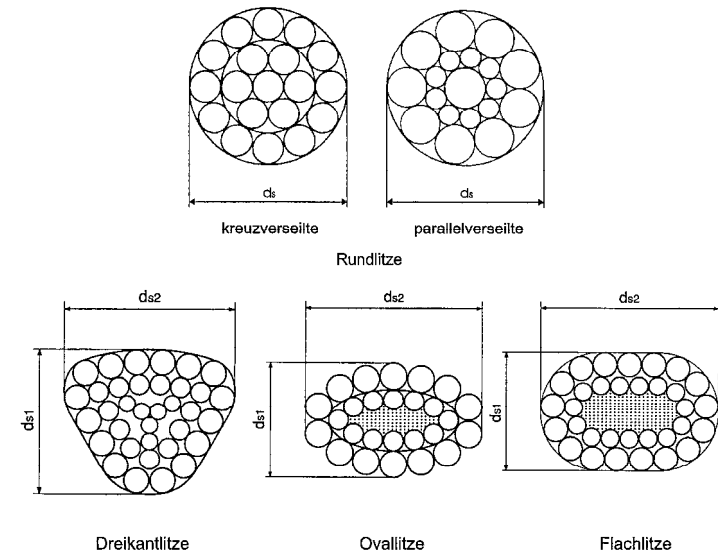


Abbildung 2: Bemaßung von Litzen

Bei Rundlitzen gilt der Durchmesser des Umkreises, bei Flachlitzen, Ovallitzen und Dreikantlitzen gelten die Höhe ( $d_{s1}$ ) und die senkrecht dazu gemessene Breite ( $d_{s2}$ ) als Maß.

- 6.2.4. Schenkel und Litzen bei Flachseilen:

Flachseile bestehen aus mehreren, meist 6 oder 8 nebeneinander liegenden Schenkeln, die mit Drähten oder Litzen einfach oder doppelt genäht oder auf andere gleichwertige Weise miteinander verbunden sind.

Schenkel sind 4-litzige Rundseile aus Rundlitzen nach Nr. 6.2.3

## 6.2.5. Schlagrichtung

Die Schlagrichtung kann rechtsgängig oder linksgängig sein. Zur Bezeichnung dienen folgende Kurzzeichen:

	für die Drähte in der Litze	für die Litzen im Seil
rechtsgängig	z	Z
linksgängig	s	S

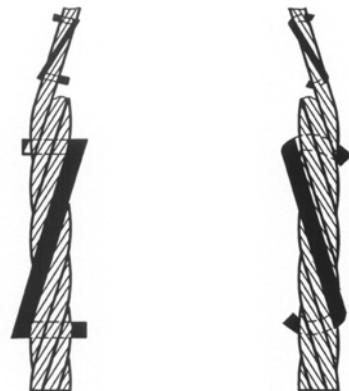
Die Schlagrichtung des Seiles bezieht sich

- bei Litzenseilen auf die Litzen der äußeren Lage,
- bei Spiralseilen auf die Drähte der äußeren Lage.

## 6.2.6. Schlagart von Litzenseilen

Litzenseile können im Gleichschlag oder Kreuzschlag geschlagen sein.

Gleichschlag: Die Schlagrichtung der Drähte in den Außenlitzen ist *gleich* der Schlagrichtung der Außenlitzen im Seil.

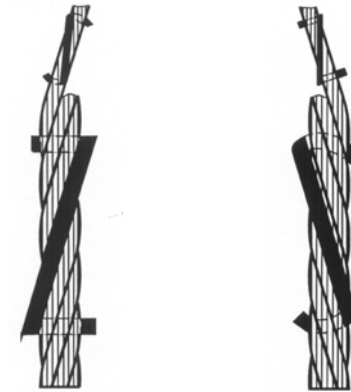


rechtsgängig (zZ)

linksgängig (sS)

Abbildung 3: Gleichschlag

Kreuzschlag: Die Schlagrichtung der Drähte in den Außenlitzen ist *entgegengesetzt* zur Schlagrichtung der Außenlitzen im Seil.



rechtsgängig (sZ)

linksgängig (zS)

Abbildung 4: Kreuzschlag

## 6.2.7. Verseilungsart von Litzen

Litzen können in Kreuzverseilung oder Parallelverseilung geschlagen sein.

Kreuzverseilung (M): Litze, die mehr als eine Drahtlage enthält und bei der die Drähte in der gleichen Richtung verseilt werden, wobei sich die Drähte von übereinanderliegenden Drahtlagen kreuzen und eine punktförmige Berührung entsteht. Die Drähte haben in der Regel den gleichen Durchmesser.

Parallelverseilung: Litze mit mindestens 2 Drahtlagen, die alle in einem Arbeitsgang (in der gleichen Richtung) geschlagen werden. Die Schlaglängen aller Drahtlagen sind gleich, und die Drähte übereinanderliegender Lagen sind parallel, wodurch eine Linienberührung entsteht. Drähte haben in der Regel gruppenweise verschiedene Durchmesser. Die üblichen Litzenmacharten sind Warrington (W), Seale (S) und Seale-Warrington (WS).

Verbundverseilung (N): Litze mit mindestens drei Drahtlagen, bei der die Außenlage in einem gesonderten Arbeitsgang, jedoch in gleicher Richtung wie die anderen Lagen, über die in Parallelschlag hergestellten Innenlagen geschlagen wird, z. B. Warrington-Verbund (NW)

6.2.8. Vorgeformt ist ein Seil, bei dem die inneren Spannungen der Drähte in den Litzen und der Litzen im Seil verringert sind, wodurch ein Seil erhalten wird, bei dem nach dem Entfernen aller Abbindungen sich weder Drähte noch Litzen aus dem Seilverband lösen. Dieser Zustand kann durch Vorformung und/oder Nachformung erreicht werden.

Frühere Bezeichnung für diesen Zustand: spannungsarm oder drallarm

Drehungsarm ist ein Seil, das so ausgelegt ist, dass es unter Belastung ein vermindertes Drehmoment und eine verminderte Drehung erzeugt. Drehungsarm ist ein Seil durch seine besondere Konstruktion und die Art der Verseilung.

6.2.9. Bruchkräfte

6.2.9.1. Rechnerische Bruchkraft aus Nennquerschnitt ( $F_{e.c.min}$ )

Die rechnerische Bruchkraft ( $F_{e.c.min}$ ) des Seils berechnet sich aus der Summe der Produkte aus den Draht-Nennquerschnitten und den Nennzugfestigkeiten jedes als lasttragend vereinbarten Drahtes aus dem Seil. Sie ist die Grundlage für die Bestellung des Seils.

6.2.9.2. Ermittelte Bruchkraft ( $F_{e.m}$ )

Die ermittelte Bruchkraft des Seils ist die Summe der gemessenen Bruchkräfte aller Einzeldrähte aus dem Seil. Die ermittelte Bruchkraft ist die Grundlage für die Berechnung der Seilsicherheit von Förderseilen und Bühnenseilen und ist vor dem Auflegen des Seils nach § 11, Abs. 2 der VO zu bestimmen.

Drähte aus mit Drähten verstärkten Fasereinlagen entsprechend DIN EN 12385-6:2004, Abs. 6.5.2, Fülldrähte sowie Nähdrähte in Flachseilen bleiben unberücksichtigt.

6.2.9.3. Wirkliche Bruchkraft ( $F_m$ )

Die wirkliche Bruchkraft des Seils ist die durch Zerreißen eines Probestücks im ganzen Strang festgestellte Bruchkraft. Sie liegt erfahrungsgemäß, je nach Konstruktion und Drahtzugfestigkeiten um 10 bis 20 v. H. unter der ermittelten Bruchkraft.

6.2.10. Seilsicherheiten

Für Förderseile und Bühnenseile gilt:

$$\text{Seilsicherheit} = \frac{\text{ermittelte Bruchkraft}}{\text{statische Belastung}}$$

Für andere Seile gilt:

$$\text{Seilsicherheit} = \frac{\text{rechnerische Bruchkraft}}{\text{statische Belastung}}$$

Als statische Belastung ist anzusetzen:

- bei Güterförderung die größte im regelmäßigen Betrieb vorkommende Belastung des Seils,
- bei Seilfahrt die größte Belastung des Seils,

jeweils bei der ungünstigsten Stellung der Fördermittel oder des Gegengewichts im Schacht,

- in allen anderen Fällen die größte Seilbelastung.

6.2.11. Nennzugfestigkeit des Drahtes ( $R$ )

Die Nennzugfestigkeit (Nennzugfestigkeiten) der Drähte ist eine Bestellgröße und wird für die Bestimmung der rechnerischen Bruchkraft des Seiles benutzt.

Die wirkliche Drahtzugfestigkeit ( $R_m$ ) ist der Quotient aus der im Zugversuch ermittelten Bruchkraft eines Drahtes und dem Nennquerschnitt.

6.2.12. Längengewicht

Das rechnerische Längengewicht eines Seils ist sein theoretisches Metergewicht und wird vom Hersteller angegeben.

Das wirkliche Längengewicht ( $M_m$ ) ist die durch Wägen bestimmte Masse von 1 m Seil.

6.2.13. aufgelöster Kerndraht

Litzenkern, bestehend aus einer Anzahl dünner Drähte, hergestellt in einem gesonderten Arbeitsgang als Ersatz für einen unverhältnismäßig dicken Kerndraht einer Litze in Parallel- oder Verbund-Machart.

6.2.14. Reduzierte Probennahme

Unter bestimmten Umständen, siehe DIN EN 12385-6:2004, Absatz 5.2.1.2, darf der Seilhersteller die Probennahme zur Ermittlung der Drahtgütwerte und der ermittelten Bruchkraft reduzieren.

### 6.3. Förderseile und Bühnenseile

#### 6.3.1. Anforderungen an Stahldrähte vor der Verseilung

Die Runddrähte müssen DIN EN 10 264-3:2002, die Nähdrähte von Flachförderseilen DIN EN 10 264-2:2002 entsprechen.

Die Nennzugfestigkeit blanker und Klasse B verzinkter (bisherige Bezeichnung normalverzinkt) Runddrähte darf höchstens 2160 N/mm<sup>2</sup> betragen, wobei die Außendrähte nur eine maximale Nennzugfestigkeit von 1960 N/mm<sup>2</sup> aufweisen dürfen.

Die Nennzugfestigkeit Klasse A verzinkter (bisherige Bezeichnung dickverzinkt) Drähte darf höchstens 1770 N/mm<sup>2</sup> betragen.

Runddrähte als Litzeneinlagen in Dreikantlitzten sowie die Drähte eines „aufgelösten Kerndrahtes“ dürfen eine hiervon abweichende Nennzugfestigkeit haben; die gemittelte Nennzugfestigkeit der übrigen tragenden Drähte des Seiles darf um nicht mehr als 300 N/mm<sup>2</sup> unterschritten werden.

Alle Drähte der gleichen Abmessung und Form in der gleichen Drahtlage müssen die gleiche Nennzugfestigkeit aufweisen.

Für Formdrähte als Litzeneinlage muss die Nennzugfestigkeit kleiner oder gleich 900 N/mm<sup>2</sup> sein, wobei die Grenzabweichung höchstens so groß wie die eines Runddrahtes gleichen Nennquerschnittes sein darf.

Die Mindest-Nennzugfestigkeit für Nähdrähte für Flachförderseile beträgt 1150 N/mm<sup>2</sup>.

Die maximale Nennzugfestigkeit für Nähdrähte für alle Flachseile ist auf 75 v. H. der Nennzugfestigkeit der tragenden Drähte begrenzt. Die Zugfestigkeit der Nähdrähte darf von der Nennzugfestigkeit um nicht mehr als in angegeben abweichen.

#### 6.3.2. Anforderungen an die Stahldrähte nach der Verseilung

Der Umfang der Probenahme ist in DIN EN 12385-1:2002 sowie DIN EN 12385-6:2004 definiert.

##### 6.3.2.1. Die Zugfestigkeit jedes einzelnen Runddrahtes darf von der Nennzugfestigkeit um nicht mehr als in folgender Tabelle 2 angegeben abweichen.

Tabelle 2: Zulässige Abweichung der Zugfestigkeit

Draht-Neandurchmesser $d$ [mm]	Zulässige Abweichung von der Nennzugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]
$0,5 \leq d < 1,0$	-50 bis +350
$1,0 \leq d < 1,5$	-50 bis +320
$1,5 \leq d < 2,0$	-50 bis +290
$2,0 \leq d < 3,5$	-50 bis +260
$3,5 \leq d \leq 4,0$	-50 bis +250

##### 6.3.2.2. Zugversuche, Hin- und Herbiegeversuche sowie Verwindeversuche sind nach DIN EN 10 218-1:1994 auszuführen.

Hin- und Herbiegeversuche und Verwindeversuche sind bis zum Bruch des betreffenden Drahtes auszuführen.

##### 6.3.2.3. Alle Messwerte des Durchmessers müssen innerhalb der Toleranzen liegen, die in der Tabelle 3 angegeben sind.

Tabelle 3: Grenzabmaße vom Draht-Neandurchmesser

Drahtneandurchmesser [mm]	Grenzabmaße des Durchmessers	
	blank und verzinkt Klasse B [mm]	verzinkt Klasse A [mm]
$0,50 \leq d < 1,00$	$\pm 0,015$	$\pm 0,030$
$1,00 \leq d < 1,65$	$\pm 0,020$	$\pm 0,040$
$1,65 \leq d < 1,80$	$\pm 0,020$	$\pm 0,050$
$1,80 \leq d < 2,05$	$\pm 0,025$	$\pm 0,050$
$2,05 \leq d < 2,80$	$\pm 0,025$	$\pm 0,060$
$2,80 \leq d \leq 4,00$	$\pm 0,030$	$\pm 0,070$

„Aufgelöste Kerndrähte“ dürfen diese Grenzabmaße nach DIN EN 10 264-3:2002 um bis zu 50 v. H. überschreiten.

##### 6.3.2.4. Die Unrundheit von Drähten darf nicht mehr als die halbe Differenz der Grenzabmaße entsprechend Tabelle 3 betragen.

##### 6.3.2.5. Runddrähte müssen die in Tabelle 4 angegebenen Mindestbiegezahlen und die in angegebenen Mindestverwindezahlen erreichen; dies gilt nicht für Drähte eines „aufgelösten Kerndrahtes“.



Tabelle 4: Mindestbiegezahlen für runde Drähte

Draht- Nenndurch- messer  $d$ [mm]	Radius des Biege- zylinders  $R$ [mm]	Mindestbiegezahlen für runde Drähte					
		blank und verzinkt Klasse B			verzinkt Klasse A		
		Nennzugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ] <sup>i</sup>					
		1570	1770	1960	2160	1570	1770
0,50 ≤ d < 0,55	1,75	16	15	14	13	-	-
0,55 ≤ d < 0,60		14	13	12	10	-	-
0,60 ≤ d < 0,65		10	9	9	8	-	-
0,65 ≤ d < 0,70		10	9	9	8	-	-
0,70 ≤ d < 0,75	2,5	18	17	16	14	-	-
0,75 ≤ d < 0,80		16	15	14	12	-	-
0,80 ≤ d < 0,85		15	14	13	11	12	11
0,85 ≤ d < 0,90		13	12	11	9	10	9
0,90 ≤ d < 0,95		12	11	10	9	9	9
0,95 ≤ d < 1,00		12	11	10	8	9	9
1,00 ≤ d < 1,10	3,75	17	16	15	13	14	13
1,10 ≤ d < 1,20		15	14	13	12	12	11
1,20 ≤ d < 1,30		13	12	11	11	10	9
1,30 ≤ d < 1,40		12	11	10	9	9	9
1,40 ≤ d < 1,50		11	10	9	9	9	8
1,50 ≤ d < 1,60	5	14	13	12	11	11	10
1,60 ≤ d < 1,70		13	12	11	10	10	9
1,70 ≤ d < 1,80		12	11	10	9	9	9
1,80 ≤ d < 1,90		11	10	9	8	9	8
1,90 ≤ d < 2,00		10	9	9	7	8	7
2,00 ≤ d < 2,10	7,5	15	14	13	11	12	11
2,10 ≤ d < 2,20		14	13	12	10	11	10
2,20 ≤ d < 2,30		13	12	11	9	10	9
2,30 ≤ d < 2,40		13	12	11	9	10	9
2,40 ≤ d < 2,50		12	11	10	9	9	9
2,50 ≤ d < 2,60		11	10	9	8	9	8
2,60 ≤ d < 2,70		10	9	9	7	8	7
2,70 ≤ d < 2,80		10	9	9	6	8	7
2,80 ≤ d < 2,90		9	9	8	6	7	6
2,90 ≤ d < 3,00		9	9	8	5	7	6
3,00 ≤ d < 3,10	10	12	11	10	-	9	9
3,10 ≤ d < 3,20		12	11	10	-	9	9
3,20 ≤ d < 3,30		11	10	9	-	9	8
3,30 ≤ d < 3,40		11	10	9	-	9	8
3,40 ≤ d < 3,50		10	9	9	-	8	7
3,50 ≤ d < 3,60		9	8	7	-	8	7
3,60 ≤ d < 3,70		9	7	6	-	7	6
3,70 ≤ d < 3,80		8	7	6	-	7	6
3,80 ≤ d < 3,90		8	6	5	-	6	5
3,90 ≤ d ≤ 4,00		8	6	5	-	6	5

Für zwischenliegende Nennzugfestigkeiten gilt die Mindestbiegezahl der nächsthöheren Nennzugfestigkeitsstufe.

<sup>1</sup> 1 N/mm<sup>2</sup> = 1 MPa

Tabelle 5: Mindestverwindezahlen für runde Drähte

Draht- Nenndurch- messer  $d$ [mm]	Mindestverwindezahl					
	blank oder verzinkt Klasse B			verzinkt Klasse A		
	Nennzugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]					
	1570	1770	1960	2160	1570	1770
0,50 ≤ d < 0,60	33	31	25	22	-	-
0,60 ≤ d < 0,70	33	31	25	22	-	-
0,70 ≤ d < 0,80	33	31	25	21	-	-
0,80 ≤ d < 1,00	33	31	25	21	21	19
1,00 ≤ d < 1,30	31	29	24	20	19	17
1,30 ≤ d < 1,80	30	27	23	19	18	16
1,80 ≤ d < 2,30	28	26	21	17	17	14
2,30 ≤ d < 3,00	26	23	19	17	14	11
3,00 ≤ d < 3,40	24	21	18	16	11	8
3,40 ≤ d < 3,70	22	19	16	15	11	7
3,70 ≤ d ≤ 4,00	21	18	15	13	10	6

Für zwischenliegende Nennzugfestigkeiten gilt die Mindestverwindezahl der nächsthöheren Nennzugfestigkeitsstufe.

6.3.2.6. Verzinkte Runddrähte müssen einen Zinküberzug haben, dessen Flächengewicht mindestens die in Tabelle 6 angegebenen Werte erreicht. Ausgenommen sind die Drähte in der Litzeneinlage von Dreikantlitzen.

Der Zinküberzug ist nach DIN EN 10244-2:2001 zu prüfen.

Tabelle 6: Mindestwerte des Flächengewichtes des Zinküberzuges

Draht- Nenn Durchmesser $d$ [mm]	Mindestwert der flächenbezogenen Masse des Überzuges [g/m <sup>2</sup> ]	
	Klasse B	Klasse A
$0,50 \leq d < 0,60$	46	-
$0,60 \leq d < 0,70$	56	-
$0,70 \leq d < 0,80$	56	-
$0,80 \leq d < 0,90$	64	137
$0,90 \leq d < 1,00$	64	147
$1,00 \leq d < 1,20$	74	155
$1,20 \leq d < 1,40$	84	170
$1,40 \leq d < 1,65$	94	185
$1,65 \leq d < 1,85$	94	190
$1,85 \leq d < 2,15$	109	200
$2,15 \leq d < 2,50$	117	215
$2,50 \leq d < 2,80$	117	230
$2,80 \leq d < 3,20$	127	240
$3,20 \leq d < 3,80$	127	250
$3,80 \leq d \leq 4,00$	127	260

- 6.3.2.7. Drahtverbindungen sollen möglichst vermieden werden. Sofern sie erforderlich sind, müssen sie durch Hartlöten oder elektrisches Stumpfschweißen hergestellt sein. Die Schweißstellen sind in ausreichender Länge sorgfältig auszuglühen. Die zulässigen Abweichungen vom Nenn Durchmesser der Drähte nach Tabelle 3 müssen auch an den Verbindungsstellen eingehalten sein.

Der Abstand zwischen geplanten Draht-Schweiß-/Lötstellen bei Förderseilen muss mindestens 36 x Seil-Nenn Durchmesser betragen.

- 6.3.3. Anforderungen an die Förderseile und Bühnenseile

- 6.3.3.1. Die ermittelte Bruchkraft von Förderseilen und Bühnenseilen darf die rechnerische Bruchkraft nicht unterschreiten. Dies gilt für Drähte sowohl vor als auch nach der Verseilung.

Einlagige Rundlitzenseile müssen vorgeformt und/oder nachgeformt sein.

- 6.3.3.2. Bühnenseile müssen in drehungsarmer Seilkonstruktion nach Nr. 6.2.8 hergestellt sein.

- 6.3.3.3. In Förderseilen dürfen

- höchstens 1 v. H. der Runddrähte eine Zugfestigkeit besitzen, die außerhalb des zulässigen Streubereichs nach Nr. 6.3.2.1 liegt,
- höchstens 5 v. H. der Runddrähte die zulässigen Abweichungen vom Nenn Durchmesser nach Nr. 6.3.2.3 überschreiten, jedoch um nicht mehr als 50 v. H.,
- insgesamt höchstens 5 v. H. der Runddrähte Biegezahlen aufweisen, die die Werte nach Tabelle 4 nicht erreichen,
- insgesamt höchstens 5 v. H. der Runddrähte Verwindezahlen aufweisen, die die Werte nach Tabelle 5 nicht erreichen,
- an höchstens 5 v. H. der geprüften Runddrähte gleichen Nenn Durchmessers die Flächengewichte des Zinküberzuges kleiner sein als die in Nr. 6.3.2.6 angegebenen Mindestwerte.

Die Summe der ausfallenden Drähte nach c) und d) darf nicht größer sein als 5 v. H. aller Runddrähte des Förderseils.

Die Gesamtzahl der ausfallenden Drähte nach a) bis e) darf jedoch nicht größer sein als 10 v. H. aller Runddrähte des Förderseils.

Anmerkung: Für jede Anforderung sind die aus der Prozentzahl errechneten Werte auf die nächsten ganzen Zahlen aufzurunden. Wenn der selbe Draht mehr als eine Prüfung nicht erfüllt (z. B. Torsions- und Zugprüfung), dann wird dies nur als ein Ausfall gewertet.

Erfolgt eine reduzierte Probennahme entsprechend DIN EN 12385-6:2004, Absatz 5.2.1.2 a), so darf je Anforderung nur ein (1) Draht außerhalb der zulässigen Abweichungen liegen. Andernfalls ist eine Prüfung aller Drähte des Seiles vorzunehmen.

- 6.3.3.4. Der nach DIN EN 12385-1:2002 gemessene Seildurchmesser darf nicht mehr als in Tabelle 7 angegeben vom Seil-Nenn Durchmesser abweichen.

Bei Flachseilen dürfen die nach DIN EN 12385-1:2002 gemessene Breite und Dicke nicht mehr als in Tabelle 7 angegeben von der Nennbreite und Nenn Dicke abweichen.

Tabelle 7: Zulässige Abweichungen vom Seil-Nenndurchmesser bei Rundlitzenseilen sowie von der Nennbreite und -dicke bei Flachseilen

Seiltyp	Seilabmessung	Grenzabweichung [v. H.]
6- bis 8-litziges Rundlitzten-Förderseil mit Fasereinlage nach DIN EN 12385-6, Abs. 5.2.2 a) oder 5.2.2 b)	$d = d_c$	+ 2 bis + 5
6- oder 8-litziges Rundlitzten-Förderseil mit Drahtseileinlage (IWRC)	$d$	0 bis + 5
6-litziges Dreikantlitzten-Förderseil mit Fasereinlage (FC)	$d$	+ 2 bis + 5
Drehungsarmes Rundlitzten-Förderseil	$d$	0 bis + 5
Drehungsarmes Flachlitzten-Förderseil	$d$	0 bis + 7
Rundunterseil	$d$	0 bis + 5
Flachförderseil	Breite <sup>a</sup>	- 5 bis + 5
	Dicke	-10 bis + 10
Flachunterseil	Breite <sup>b</sup>	- 10 bis + 10
	Dicke	- 10 bis + 10
<sup>a</sup> einschließlich Nähung <sup>b</sup> einschließlich Nähung/Klammer Anmerkung: Für Trommelförderseile kann eine eingeschränkte Grenzabweichung notwendig werden		

6.3.3.5. Die Drahtlagen in den Litzen müssen gleiche Schlagrichtung haben. Dies gilt nicht für die Litzeneinlagen von Dreikantlitzten.

Innerhalb einer Litze müssen die Drähte parallel geschlagener Drahtlagen gemeinsam in einem Arbeitsgang verseilt worden sein.

6.3.3.6. Seileinlagen müssen den Litzen des Seils dauernd eine feste Auflage geben. Die Einlage muß so bemessen sein, daß sich bei einem neuen Seil die Litzen unter Betriebskraft nicht untereinander abstützen.

6.3.3.7. Stahleinlagen müssen aus zweifach verseilten Runddrähten bestehen (Stahlseil-Einlagen). Ihre Schlaglänge muß kleiner sein als die des Seils.

6.3.3.8. Fasereinlagen und Trensen müssen aus neuer, langfaseriger Hartfaser (Sisal oder Manila) oder aus geeigneten Chemiefasern bestehen. Sie müssen frei von wasserlöslichen aggressiven Säuren sein. Sie müssen gleichmäßig dick sein.

Fasereinlagen müssen mindestens zweifach und fest verseilt sein.

6.3.3.9. Fasereinlagen, Trensen und Bewicklungen müssen mit einem fäulnis- und rostverhindernden Tränkungsstoff ausreichend getränkt sein (Innenkonservierung). Teerhaltige Tränkungsstoffe dürfen nicht verwendet werden.

Tränkungsstoffe müssen frei von wasserlöslichen aggressiven Säuren und Salzen, wasserabweisend (hydrophob) und unbeschwert (d. h. frei von Füllstoffen) sein. Sie sollen auch im Laufe mehrerer Jahre nicht erhärten.

6.3.3.10. Tränkungsstoffe für Treibscheibenförderseile müssen den Anforderungen nach DIN 21258 genügen. Tränkungsstoffe die die Reibungszahl zwischen Seil und Treibscheibenfutter unzulässig herabsetzen können, z. B. Vaseline oder fettartige Stoffe, dürfen nicht eingebracht werden.

6.3.3.11. Alle Drähte müssen wenigstens beim Verseilen der Litzen ausreichend geschmiert werden. Die Schmierstoffe müssen mit dem Tränkungsstoff der Einlagen verträglich sein. Soll in besonderen Fällen die äußere Drahtlage beim Verseilen nicht geschmiert werden, so muss das Seil verzinkt sein.

6.3.3.12. Schmierstoffe für Treibscheibenförderseile müssen den Anforderungen nach DIN 21258 genügen. Schmierstoffe, die die Reibungszahl zwischen Seil und Treibscheibenfutter unzulässig herabsetzen können, dürfen nicht aufgebracht werden.

6.3.4. Sonstige Anforderungen

6.3.4.1. An Anlagen, an denen die Last vom Förderseil getrennt werden kann, z. B. Abteufkübel, Langmaterial, oder bei denen keine feste Führung der Last vorhanden ist, dürfen nur drehungsarme Seile nach Nr. 6.2.8, bei Teufen bis zu 200 m auch vorgeformte Kreuzschlagseile aufgelegt werden.

6.3.4.2. Trommel- und Bobinenförderseile müssen beim Auflegen so lang sein, dass - auch unter Berücksichtigung des vorgeschriebenen Abhauens - bei tiefstem Stand des Fördermittels oder Gegengewichts ständig mindestens 2 volle Umschlingungen auf dem Seilträger liegen und mit mindestens zwei Seilklemmen befestigt sind.

6.3.4.3. Anforderungen an verschlossene Förderseile sind bis auf weiteres im Einzelfall mit der zuständigen Behörde abzustimmen.

6.3.4.4. Die reduzierte ermittelte Bruchkraft gebrauchter Förderseile darf vor einer Weiterverwendung nach § 11 Abs. 11 und 12 der VO oder einer Wiederverwendung höchstens 10 v. H. geringer sein, als die ermittelte Bruchkraft im Neuzustand war.

Beim Bestimmen der reduzierten ermittelten Bruchkraft gebrauchter Förderseile gelten als ausfallende Drähte:

1. Runddrähte, deren Zugfestigkeit um mehr als 10 v. H. unter der Nennzugfestigkeit liegt,
2. Drähte, die keine ausreichende Biegezahlen nach
- 3.
4. Tabelle 8 mehr erreichen,
5. Drähte, die in dem Probestück bereits als im Betrieb gebrochen vorgefunden werden.

Diese Drähte dürfen beim Bestimmen der reduzierten ermittelten Bruchkraft nicht berücksichtigt werden.

Die Zugfestigkeiten und die Biegezahlen sind an allen Drähten des Förderseils zu ermitteln.

Tabelle 8: Mindestbiegezahlen von Runddrähten aus gebrauchten Förderseilen

Draht- nenndurch- messer $d$  [mm]	Radius des Biege- zylinders $R$  [mm]	Mindestbiegezahlen für runde Drähte					
		blank oder verzinkt Klasse B				Verzinkt Klasse A	
		Nennzugfestigkeit [N/mm <sup>2</sup> ]					
		1570	1770	1960	2160	1570	1770
$0,50 \leq d < 0,55$ $0,55 \leq d < 0,60$ $0,60 \leq d < 0,65$ $0,65 \leq d < 0,70$	1,75	14	13	12	11	-	-
		12	11	10	8	-	-
		8	7	7	6	-	-
		8	7	7	6	-	-
$0,70 \leq d < 0,75$ $0,75 \leq d < 0,80$ $0,80 \leq d < 0,85$ $0,85 \leq d < 0,90$ $0,90 \leq d < 0,95$ $0,95 \leq d < 1,00$	2,5	15	14	13	12	-	-
		13	12	11	10	-	-
		11	11	10	7	10	9
		11	10	9	7	8	7
		10	9	8	7	7	7
		10	9	8	6	7	6
$1,00 \leq d < 1,10$ $1,10 \leq d < 1,20$ $1,20 \leq d < 1,30$ $1,30 \leq d < 1,40$ $1,40 \leq d < 1,50$	3,75	14	13	12	10	12	11
		12	11	10	9	10	9
		10	9	8	7	8	7
		9	8	7	6	7	6
		8	7	6	6	7	5
$1,50 \leq d < 1,60$ $1,60 \leq d < 1,70$ $1,70 \leq d < 1,80$ $1,80 \leq d < 1,90$ $1,90 \leq d < 2,00$	5	11	10	9	8	9	8
		10	9	8	7	8	7
		9	8	7	6	7	6
		8	7	6	5	6	5
		7	6	5	4	5	4
$2,00 \leq d < 2,10$ $2,10 \leq d < 2,20$ $2,20 \leq d < 2,30$ $2,30 \leq d < 2,40$ $2,40 \leq d < 2,50$ $2,50 \leq d < 2,60$ $2,60 \leq d < 2,70$ $2,70 \leq d < 2,80$ $2,80 \leq d < 2,90$ $2,90 \leq d < 3,00$	7,5	12	11	10	9	9	9
		11	10	9	8	8	8
		10	9	8	7	7	7
		10	9	8	7	7	7
		9	8	7	7	6	7
		9	8	7	6	6	6
		8	7	6	5	5	5
		8	7	6	4	5	5
		7	7	5	4	4	4
		7	7	5	4	4	4
$3,00 \leq d < 3,10$ $3,10 \leq d < 3,20$ $3,20 \leq d < 3,30$ $3,30 \leq d < 3,40$ $3,40 \leq d < 3,50$ $3,50 \leq d < 3,60$ $3,60 \leq d < 3,70$ $3,70 \leq d < 3,80$ $3,80 \leq d < 3,90$ $3,90 \leq d \leq 4,00$	10	9	8	7	-	7	7
		9	8	7	-	7	7
		8	7	6	-	6	6
		8	7	6	-	6	6
		7	6	6	-	5	5
		7	6	5	-	5	5
		7	5	5	-	5	5
		6	5	4	-	4	4
		6	4	4	-	4	4
		6	4	4	-	4	4

Für zwischenliegende Nennzugfestigkeiten gilt die Mindestbiegezahl der nächsthöheren Nennzugfestigkeitsstufe.

## 6.4. U n t e r s e i l e

### 6.4.1. Anforderungen an die Drähte

- 6.4.1.1. Die Nennzugfestigkeit der Drähte der tragenden Litzen von Flachunterseilen soll vorzugsweise  $1370 \text{ N/mm}^2$  betragen.
- 6.4.1.2. Die maximale Nennzugfestigkeit für Nähdrähte für Flachunterseile ist auf 75 v. H. der Nennzugfestigkeit der tragenden Drähte begrenzt. Die Zugfestigkeit der Nähdrähte darf von der Nennzugfestigkeit um nicht mehr als in Tabelle 2 angegeben abweichen.
- 6.4.1.3. Die Nennzugfestigkeit der Drähte von Rundunterseilen darf die in Nr. 6.3.1 angegebenen Werte nicht überschreiten und sollte möglichst  $1570 \text{ N/mm}^2$  nicht überschreiten.
- 6.4.1.4. In verzinkten Flachunterseilen müssen auch die Stahlklammern in gleicher Qualität wie die Drähte der tragenden Litzen verzinkt sein.

### 6.4.2. Anforderungen an die Unterseile

- 6.4.2.1. Die rechnerische Bruchkraft eines Unterseils darf höchstens 90 v. H. der rechnerischen Bruchkraft des zugehörigen Förderseils betragen. Abweichend hiervon darf bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 4 m/s die rechnerische Bruchkraft eines Rundunterseils diejenige des Förderseils erreichen.
- 6.4.2.2. Die ermittelte Bruchkraft darf die rechnerische Bruchkraft um höchstens 5 v. H. unterschreiten und um höchstens 15 v. H. überschreiten.
- 6.4.2.3. Die ermittelte Bruchkraft eines Unterseils muss durch Zugversuche nach DIN EN 10218-1:1994 an Drähten der tragenden Litzen festgestellt werden. Die Probennahme der Drähte erfolgt nach DIN EN 12385-6:2004, Absatz 5.2.1.2. Aus der Bruchkraft der geprüften Drähte ist die ermittelte Bruchkraft des Unterseils zu errechnen.

Ergibt sich bei einer Prüfung mit reduzierter Probennahme, dass die rechnerische Bruchkraft um mehr als 5 v. H. unter- oder um mehr als 15 v. H. überschritten wird, so ist die ermittelte Bruchkraft durch Zugversuche an allen Drähten festzustellen.

- 6.4.2.4. Für Unterseile muss das wirkliche Längengewicht dem festgelegten rechnerischen Längengewicht unter Berücksichtigung einer Grenzabweichung von  $\pm 5$  v. H. entsprechen.

- 6.4.2.5. Einlagen in Unterseilen müssen den Anforderungen nach den Nrn. 6.3.3.6 bis 6.3.3.9 entsprechen.

- 6.4.2.6. Unterseile müssen bei der Herstellung innen und außen geschmiert werden. Die Schmierstoffe müssen so beschaffen sein, dass sie im Laufe der Betriebszeit nicht verspröden, sich nicht von der Drahtoberfläche abheben und nicht von Feuchtigkeit unterwandert werden können.

- 6.4.2.7. Verschlossene Seile dürfen nicht als Unterseile angehängt werden.  
Einlagige Gleichschlagseile dürfen nur in Anlagen bis 250 m Fahrweg eingesetzt werden.

### 6.4.3. Sonstige Anforderungen

- 6.4.3.1. Treibscheibenanlagen müssen mit Unterseilen ausgerüstet sein. Dies gilt auch für Schrägförderanlagen, wenn es die Reibungsverhältnisse an der Treibscheibe erfordern.
- 6.4.3.2. Beim Einsatz von Rundunterseilen müssen in den Aufhängungen Wirbel vorhanden sein.

## 6.5. G r e i f e r s e i l e

- 6.5.1. Für Greiferseile gelten die Anforderungen nach den Nrn. 6.1.1, 6.1.2 und 6.3.4.2; im übrigen gilt DIN EN 12385-4:2002
- 6.5.2. Drähte von Greiferseilen müssen verzinkt sein und dürfen eine Nennzugfestigkeit von höchstens  $1960 \text{ N/mm}^2$  haben.
- 6.5.3. Greiferseile müssen in drehungsarmer Seilmachart nach Nr. 6.2.8 hergestellt sein.

## 6.6. F ü h r u n g s - u n d R e i b s e i l e

6.6.1. Für Führungs- und Reibseile gelten die Anforderungen nach den Nrn. 6.1.1, 6.1.2 und 6.1.7. Im übrigen gelten Nr. 2.4.7 und DIN EN 12385-4:2002 bzw. DIN EN 12385-7:2002.

6.6.2. Führungs- und Reibseile müssen aus Drähten mit einer Nennzugfestigkeit von höchstens 1770 N/mm<sup>2</sup> bestehen. Es wird empfohlen, voll- oder halbverschlossene Seile oder Seile mit möglichst großem Durchmesser der Außendrähte zu wählen.

6.7. Sonstige Seile, z. B. Windenseile oder Lotseile, sind nach DIN EN 12385-4:2002 auszuführen. Für Seile auf Winden gilt außerdem Nr. 6.3.4.2.

## 6.8. S e i l s i c h e r h e i t e n

6.8.1. Förderseile müssen beim Auflegen eine von der Seillänge ( $L$ ) abhängige Sicherheit ( $S$ ) gegenüber der statischen Belastung<sup>1)</sup> bei Seilfahrt und Güterförderung besitzen, deren Mindestwerte sich nach den Formeln

$$\text{für Seilfahrt} \quad S \geq 9,5 - 0,001 \times L$$

$$\text{für Güterförderung} \quad S \geq 7,2 - 0,0005 \times L$$

errechnen.

Als Seillänge  $L$  gilt der Abstand in Metern zwischen der Seilscheibe - bei Turmförderanlagen dem Seilträger - und dem Seileinband bei tiefster Stellung des Fördermittels oder Gegengewichts.

Bei Seilfahrt einzelner Personen oder Personengruppen auf dem freien Tragboden eines beladenen Fördermittels muss die Sicherheit ( $S$ ) mindestens dem für Güterförderung geforderten Mindestwert entsprechen.

6.8.2. Abweichend von Nr. 6.8.1 müssen Förderseile von Abteufanlagen beim Auflegen eine von der Seillänge ( $L$ ) abhängige Sicherheit ( $S$ ) gegenüber der größten statischen Belastung besitzen, deren Mindestwert sich nach der Formel

$$S \geq 9,5 - 0,001 \times L$$

errechnet. Als Seillänge  $L$  gilt der Abstand in Metern zwischen Seilscheibe und dem Seileinband bei tiefster Stellung des Fördermittels bei Erreichen der größten geplanten Förderteufe.

6.8.3. Unterseile müssen beim Anhängen eine mindestens 6fache Sicherheit gegenüber ihrem Eigengewicht besitzen.

6.8.4. Gebrauchte Seile müssen beim Wiederverwenden eine Sicherheit gegenüber der statischen Belastung besitzen, die den Forderungen der Nrn. 6.8.1 bis 6.8.3 entspricht.

6.8.5. Bühnenseile müssen beim Auflegen eine mindestens 7,5fache Sicherheit gegenüber der größten statischen Belastung besitzen.

6.8.6. Greiferseile müssen beim Auflegen eine mindestens 7,5fache Sicherheit gegenüber der statischen Belastung bei gefülltem Greifer besitzen.

6.8.7. Führungsseile und Reibseile von Anlagen mit Seilführung müssen eine mindestens 4,5fache Sicherheit gegenüber der Summe aus Seil-Eigengewicht und der Spannkraft besitzen.

6.8.8. Sonstige Seile in Schächten müssen eine mindestens 7,5fache Sicherheit gegenüber der größten statischen Belastung besitzen.

6.8.9. Förderseile von Befahrungsanlagen, Hilfsfahranlagen und Notfahranlagen müssen eine mindestens 7,5fache Sicherheit gegenüber der größten statischen Belastung besitzen (siehe Nr. 8.5.1).

Abweichend hiervon genügt für gelegentliche Schwertransporte mit Befahrungsanlagen eine 6fache Sicherheit.

6.9. Verwendung gebrauchter Seile

6.9.1. Gebrauchte Seile dürfen als Förderseile oder Bühnenseile nur aufgelegt werden, wenn ein anerkannter Sachverständiger dies als unbedenklich bescheinigt hat. Dies gilt auch für Trommel- und Bobinenseile, bei denen das bisher am Fördermittel oder Gegengewicht angeschlagene Seilende auf den Seilträger umgelegt werden soll.

- 6.9.2. Gebrauchte Unterseile dürfen nur dann wiederverwendet werden, wenn ein anerkannter Sachverständiger dies als unbedenklich bescheinigt hat.
- 6.9.3. Abgelegte Förderseile dürfen als Unterseile bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 2 m/s verwendet werden. Bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 4 m/s dürfen sie nur verwendet werden, wenn ein anerkannter Sachverständiger dies als unbedenklich bescheinigt hat.
- 6.9.4. Gebrauchte oder umgelegte Seile dürfen nicht als Greiferseile verwendet werden.

**Anhang A**

**Muster für die Bescheinigung über Werkstoffprüfungen nach §10 Abs. 1 der VO**

Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 für Förderseile und Bühnenseile

Zeile im Technischen Datenblatt					
1	Hersteller _____ Auftrags-Nr. _____ Datum _____				
52	Besteller _____ Bestell-Nr. _____ Datum _____				
3	Lieferdatum _____				
	Anzahl _____ Seile je _____ m Länge (einschließlich der Mehrlängen)				
	Wirkliche Länge _____ m				
	Gewicht des Seiles _____ kg				
13	Rundseil: Nenndurchmesser _____ mm				
	Wirklicher Durchmesser des unbelasteten Seils _____ mm				
14	Flachseil: Nennmaße Breite _____ mm x Dicke _____ mm				
	Wirkliche Maße des unbelasteten Seiles Breite _____ mm x Dicke _____ mm				
15	Konstruktion (Kurzform) _____				
16	nach EN _____ / nicht genormt				
17	Litzenform: rund / dreikantig / flach				
18	Anzahl der Litzenlagen im Seil _____				
19	Anzahl der Litzen im Rundseil oder Schenkel x Litzen im Flachseil	Anzahl der Drähte je Litze <sup>1</sup>	Draht-Nenndurchmesser mm	Werkstoff der Litzeneinlage	Bemerkung
20	Drähte aus „Aufgelösten Kerndrähten“ sind unterstrichen				
21	Das Seil ist drehungsarm / nicht drehungsarm				
22	Seileinlage, Art: Naturfaser / Chemiefaser / Stahleinlage Gewicht der trockenen Faser _____ g/m				
23	Anzahl der Litzen	Anzahl der Drähte je Litze	Draht-Nenndurchmesser mm	Werkstoff und Art der Bewicklung	Bemerkung
24	Verbindung der Schenkel bei Flachseilen: einfach genäht / geklammert / _____				

Zeile im Technischen Datenblatt	
25	<b>Ausführung</b>
26	Oberflächenausführung der Drähte: blank / Klasse B (normalverzinkt) / Klasse A (dickverzinkt) (davon abweichenden Ausführungen sind in den Zeilen 19 bzw. 23 in der Spalte Bemerkung anzugeben)
27	Schlagart und Schlagrichtung
28	Schlagart: Kreuzschlag / Gleichschlag
29	Schlagart der Schenkel bei Flachseilen _____
30	Schlagrichtung _____ Seile rechtsgängig
31	_____ Seile linksgängig
	Schlaglänge des Seiles _____ mm
32	Art und Umfang von Schmierung und Tränkung
33	Einlage Art _____ Gehalt _____ %
34	Litzen innen _____
35	Litzen außen _____ Menge _____ g/m Seil
36	Tränkung und Schmierung entsprechen nach ihrer Art DIN 21 258 und gestatten hiernach und nach der Menge die Verwendung des Seiles für Treibscheiben.
37	<b>Berechnungsgrößen</b>
	Seilfestigkeitsklasse _____
38	Nennzugfestigkeit der Drähte _____ N/mm <sup>2</sup> (davon abweichenden Nennzugfestigkeiten sind in den Zeilen 19 bzw. 23 in der Spalte Bemerkung anzugeben)
	Nennzugfestigkeit der Nähdrähte bei Flachseilen _____ N/mm <sup>2</sup>
39	rechnerischer metallischer Querschnitt _____ mm <sup>2</sup> (davon Stahleinlage _____ mm <sup>2</sup> )
40	Rechnerische Bruchkraft aus Nennquerschnitt _____ kN Ermittelte Bruchkraft _____ kN (reduzierter Probenahme ja / nein)
41	Rechnerisches Längengewicht _____ kg/100 m Wirkliches Längengewicht _____ kg/100 m
45	<b>Lieferung</b>
47	Maße des Rundhaspels: Durchmesser _____ mm
48	_____ Breite _____ mm Bohrung _____ mm
49	Kennzeichnung des Rundhaspels Nr. _____
50	Gesamtgewicht Rundhaspel einschließlich Seil _____ kg Besondere Hinweise, z.B. empfohlene Rillenradius, vorgereckt usw.
	<b>Ergebnisse der Einzeldrahtprüfungen</b>
	Tabellarisch sind aufgeführt:
	- der gemessene Durchmesser der einzelnen Stahldrähte,
	- die durch den Zugversuch festgestellte Bruchkraft der einzelnen Stahldrähte in N,
	- die Biegezahl der einzelnen Stahldrähte,
	- die Verwindzahl der einzelnen Stahldrähte,
	- das Flächengewicht des Zinküberzuges in g/m <sup>2</sup> der geprüften Drähte.
	Die Grenzwerte und Mindestzahlen sind angegeben. Prüfergebnisse, die den Anforderungen nicht genügen, sind getrennt aufgeführt.
	_____ Datum _____ Werkasschverständiger _____ Stempel und Unterschrift des Herstellers



**Anhang B**

**Muster für die Bescheinigung über Werkstoffprüfungen nach §10 Abs. 1 der VO**

Abnahmeprüfzeugnis 3.1 nach DIN EN 10204 für Flachunterseile

Zeile	
1	Hersteller _____
2	Auftrags-Nr. _____ Datum _____
3	Besteller _____
4	Bestell-Nr. _____ Datum _____
5	Lieferdatum _____
6	Bestellte Länge _____ m
7	Gelieferte Länge _____ m
8	Rechnerisches Längengewicht _____ kg/100 m
9	Wirkliches Längengewicht _____ kg/100 m
10	Gesamtgewicht des Seiles (netto) _____ kg
11	Gesamtgewicht einschließlich Rundhaspel (brutto) _____ kg
12	Seilklasse _____
13	Bezeichnung des Seiles / Konstruktion _____
14	Verbindung der Schenkel: einfach genäht / doppelt genäht / geklammert
15	Anzahl und Konstruktion der Nählitzen _____
16	Nennmaße: Breite: _____ mm x Dicke _____ mm
17	Wirkliche Maße des unbelasteten Seiles: Breite: _____ mm x Dicke _____ mm
18	Seilfestigkeitsklasse _____
19	Nennzugfestigkeit der Drähte der Nählitzen _____ N/mm <sup>2</sup>
20	Oberflächenausführung: blank / Klasse A (dickverzinkt)
21	Schmierstoffart: _____
22	Rechnerische Bruchkraft aus Nennquerschnitt _____ kN
23	Ermittelte Bruchkraft _____ kN (aus reduzierter Probennahme ja / nein)
24	Prüfergebnisse der tragenden Drähte:
25	Zugfestigkeit N/mm <sup>2</sup> : min. _____ max. _____ Mittelwert: _____
26	Biegezahlen: min. _____ max. _____ Mittelwert: _____
27	Verwindezahlen: min. _____ max. _____ Mittelwert: _____
28	Zinkauflage g/m <sup>2</sup> : min. _____ max. _____ Mittelwert: _____
29	Prüfergebnisse der Nähdrähte: Zinkauflage g/m <sup>2</sup> : min. _____
30	Rundhaspel-Nr _____
31	Maße des Rundhaspels:
32	Durchmesser _____ mm Breite _____ mm
33	Durchmesser der Bohrung _____ mm

_____	_____	_____
Datum	Werkssachverständiger	Stempel und Unterschrift des Herstellers

- 7. Fördermittel, Gegengewichte, Zwischengeschirre, Unterseilaufhängungen**
- 7.1. Allgemeines
- 7.1.1. Fördermittel, Gegengewichte, Zwischengeschirre und Unterseilaufhängungen müssen nach den anerkannten Regeln der Technik hergestellt sein.
- 7.1.2. Zu den Fördermitteln gehören:
- Fördergestelle (Förderkörbe),
  - Fördergefäße (Skips),
  - Förderkübel und -behälter.
- 7.1.3. Haupttragglieder von Fördermitteln und Gegengewichten sind
- Aufhängebleche für Zwischengeschirre und Unterseilaufhängungen,
  - Anschlussbleche an Förderkübeln und -behältern, Kettenanschlussbleche,
  - Querträger und Längsträger im Kopf- und Fußrahmen,
  - Hängestreiben, einschließlich zugehöriger Verbindungselemente (Schrauben, Niete usw.).
- 7.1.4. Zu den Zwischengeschirren gehören alle Verbindungssteile zwischen den Förderseilen und den starr am Fördermittel oder Gegengewicht angebrachten Aufhängeblechen oder Anschlussblechen. Zwischengeschirrteile sind z. B. Klemmkauschen, Kauschen, Kreuzgelenkstücke, Gabelstücke, Winkelhebel, Laschen, Versteckvorrichtungen, Königstangen, Bolzen mit Sicherungen, Karabinerhaken, Schäkkel, Ketten, Wirbel sowie Aufhängebügel von Förderkübeln oder -behältern mit zugehörigen Bolzen. Zu den Zwischengeschirren gehören auch entsprechende Verbindungsteile an Bühnenseilen, Führungsseilen und Reibseilen. Königstangen dürfen in Neuanlagen nicht verwendet werden. Für vorhandene Königstangen gilt Nr. 7.5.
- 7.1.5. Zu den Unterseilaufhängungen gehören alle Verbindungssteile zwischen den Unterseilen und den starr am Fördermittel oder Gegengewicht angebrachten Aufhängeblechen.
- 7.1.6. Bolzenbohrungen in Aufhängeblechen oder Anschlussblechen von Fördermitteln und Gegengewichten, in Zwischengeschirrteilen und Teilen der Unterseilaufhängung müssen mit Verschleißbuchsen versehen sein. Die Umgebung von Bolzenbohrungen darf nicht durch aufgesetzte Teile verstärkt werden.
- 7.1.7. Bei Ketten muss das Ergebnis des Zugversuchs und der anschließenden Prüfung auf Rissfreiheit in der Bescheinigung über die Werkstoffprüfung vermerkt sein.

Tabelle 1. Werkstoffe für Fördermittel, Gegengewichte, Zwischengeschirre und Unterseilaufhängungen.

Bezeichnung	Werkstoffe	
<b>1. Fördermittel und Gegengewichte</b>	DIN EN 10025 (1994)	
Haupttragglieder:		
Aufhängebleche, Anschlussbleche an Kübeln und Behältern, Kettenanschlussbleche	S 235 JRG 2 S 275 JR S 355 J2H	1.0038 1.0044 1.0576
Querträger und Längsträger Im Kopf- und Fußrahmen, Hängestreiben	S 235 JRG 2 S 275 JR S 355 J2H	1.0038 1.0044 1.0576
Sonstige Bauteile	mindestens S 235 JRG 2	
Bei Verwendung hochfester Feinkorn-Baustähle ist vorher die Zustimmung des Oberbergamts einzuholen.		
<b>2. Zwischengeschirre</b>		
Klemmkauschen, Kreuzgelenkstücke, Laschen, Gabelstücke, Teile von Versteckvorrichtungen, Winkelhebel, Wirbel, Schäkkel, Spannschlösser, Königstangen	S 235 JRG 2 S 275 JR S 355 J2H	1.0038 1.0044 1.0576
Kauschen	GS 38, GS 45 R St 37-2, St 52-3	1.0420 1.0446
Bolzen	C 35, C 45, C 60	1.0501
Ketten	St 52-3 Werkstoffe nach DIN 5678 Teil 3 und DIN 5688 Teil 3	1.0503
Karabinerhaken, Aufhängebügel für Kübel und Behälter	S 420 N S 500 N	1.8902 1.8907
<b>3. Unterseilaufhängungen</b>		
Alle Bauteile (außer Kauschen)	S 235 JRG 2 S 275 JR S 355 J2H	1.0038 1.0044 1.0576
Kauschen	S 235 JRG 2 S 275 JR S 355 J2H	1.0038 1.0044 1.0576
Bolzen	S 235 JRG 2 S 275 JR S 355 J2H	1.0038 1.0044 1.0576
<b>4. Schrauben</b>	DIN EN ISO 898, Teil 1+2	
<b>5. Niete</b>	R St 36-2 U St 36-2	DIN 17111 DIN 124

7.1.8. Für Fördermittel, Gegengewichte, Zwischengeschirre und Unterseilaufhängungen sind die in Tabelle 1 aufgeführten Werkstoffe einzusetzen.

Für diese Bauteile dürfen darüber hinaus andere Normwerkstoffe, die den in der Tabelle genannten Werkstoffen in bezug auf Festigkeit, Kerbschlagzähigkeit und Reinheitsgrad gleichwertig sind, eingesetzt werden. (Vorhandene Bestände der alterungsbeständigen Werkstoffe A St 41 und A St 52 nach der zurückgezogenen Norm DIN 17135 dürfen aufgebraucht werden.)

Geschmiedete oder gewalzte Teile von Zwischengeschirren und Unterseilaufhängungen sowie Aufhängebleche von Fördermitteln und Gegengewichten, Anschlussbleche an Förderkübeln und -behältern sowie Kettenanschlussbleche müssen normalgeglüht sein; dies gilt nicht für Bauteile aus vergüteten Werkstoffen. Aus Stahlguss hergestellte Teile müssen spannungsarm geblüht sein.

7.1.9. Nach dem Ausbrennen von Haupttraggliedern (Nr. 7.1.3) sowie von Zwischengeschirrteilen (Nr. 7.1.4) und Teilen von Unterseilaufhängungen (Nr. 7.1.5) sind Aufhärtungszonen durch geeignete wärmearme Verfahren abzarbeiten, z. B. durch Spanen in Längsrichtung.

Durch eine Härprüfung ist nachzuweisen, dass dies in ausreichendem Umfang geschehen ist, falls nicht nach Tabelle 2 verfahren wird.

Tabelle 2. Breite der abzuspannenden Brennzonen bezogen auf die Blechdicke.

Blechdicke in mm	bis 15	16-20	21-30	31-50	über 50
Breite der abzuspannenden Brennzonen in mm	5	6	8	10	15

7.1.10. Für Schweißarbeiten gilt § 35 der VO. Der ausführende Betrieb muss für diese Arbeiten befähigt sein durch den großen Befähigungsnachweis entsprechend DIN 18800 Teil 7 mit Zusatz für dynamische Beanspruchungen.

Schweißungen zur Instandsetzung von Hängestreben sind im Einzelfall zulässig, wenn Werkstoffe, Schweißverfahren und Prüfverfahren vorher mit dem Oberbergamt abgestimmt worden sind. (Hierfür ist außerdem eine Ausnahmegewilligung von § 35 Abs. 2 der VO zu beantragen.)

7.2. Bemessung der Haupttragglieder von Fördermitteln und Gegengewichten sowie von Zwischengeschirren und Unterseilaufhängungen gegenüber der statischen Belastung  
Bei den Nachweisen können Spannungsüberlagerungen und dynamische Kräfte vernachlässigt werden.

7.2.1. Haupttragglieder von Fördermitteln und Gegengewichten

7.2.1.1. Teilsicherheitsbeiwerte für die Bemessung

Haupttragglieder von Fördermitteln und Gegengewichten (Nr. 7.1.3) müssen mit folgenden Teilsicherheitsbeiwerten gegenüber der statischen Belastung (Nr. 7.6.1.1) bemessen werden:

- Aufhängebleche und Anschlussbleche im Kopffahmen (vergleiche Abbildung 1)  
 $\gamma_f = 4,5$  und  $\gamma_m = 1,5$ ,
- alle anderen Querträger und Längsträger im Kopffahmen sowie alle Querträger, Längsträger und Aufhängebleche im Fußrahmen  
 $\gamma_f = 3,1$  und  $\gamma_m = 1,5$ ,
- Hängestreben  
 $\gamma_f = 3,1$  und  $\gamma_m = 1,5$ .

Für den Stabilitätsnachweis, z. B. Biegedrillknicken nach DIN 18800, Teil 2, dürfen zusätzlich die Teilsicherheitsbeiwerte für die Widerstandsgrößen auf jeweils 75% (z. B. für einen Längsträger im Kopffahmen auf  $\gamma_m = 1, 10$ ) reduziert werden.

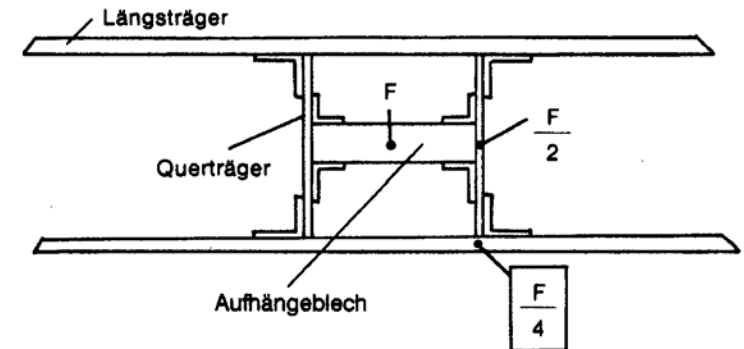


Abbildung 1. Kopffahmen-Bezeichnungen nach Nr. 7.2.1.

Die zu den einzelnen Haupttraggliedern gehörenden Verbindungen durch Nieten, Schrauben, Stoßlaschen, Schweißnähte müssen die gleichen Sicherheiten aufweisen wie für die zugehörigen Haupttragglieder gefordert wird. Bei der Ermittlung der Grenzschnittpannungen ist DIN 18800, Teil 1, Element (829) zu berücksichtigen. Rand- und Lochabstände der Schrauben sind nach Element

(513), Tabelle 8, einzuhalten. Werden Bauteile, für die unterschiedliche Sicherheiten gelten, miteinander verbunden, so sind für die Verbindungselemente die höheren Sicherheiten maßgebend.

Es wird empfohlen, bei der Bemessung der Hängestrecken die im Anschlussbereich am Kopf- und Fußrahmen durch die Schachtverhältnisse zu erwartenden Wechselbiegebeanspruchungen besonders zu berücksichtigen.

Sonstige Bauteile von Fördermitteln und Gegengewichten sind nach den im Maschinen-/Stahlbau üblichen Belastungsfällen auszulegen.

#### 7.2.1.2. Beanspruchbarkeit in Bolzenbohrungen (Bolzenlagern)

Für den Nachweis der Beanspruchbarkeit der Lochleibung beträgt der Bemessungswert der Lochleibungsspannung  $\sigma_{1, R, d}$  unter Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_f = 1,0$  und  $\gamma_m = 1,0$  höchstens:

- 60 N/mm<sup>2</sup> bei Bolzenlagern mit Verschleißbuchsen oder vorgegebener Passung sowie
- 120 N/mm<sup>2</sup> bei nicht beweglichen Teilen.

Dabei sind die Lochabstände nach DIN 18800, Teil 1, Tabelle 8, einzuhalten.

#### 7.2.1.3. Die Dicke von Haupttraggliedern darf 8 mm nicht unterschreiten. Für Hängestrecken von Gegengewichten gilt Nr. 7.3.3.3 Satz 3.

#### 7.2.2. Zwischengeschirre und Unterseilaufhängungen

##### 7.2.2.1 Sicherheiten von Zwischengeschirren gegenüber der statischen Belastung

Zwischengeschirrteile müssen mindestens folgende Sicherheiten gegenüber der statischen Belastung nach Nr. 7.6.1.2 besitzen:

- Tragstangen von Wirbeln, Spannschlösser 15fach,
- Karabinerhaken in dem auf Zug und Biegung beanspruchten Hauptquerschnitt 12fach,
- andere Zwischengeschirrteile 10fach,
- Zwischengeschirrteile von Führungs- und Reibseilen 7fach.

##### 7.2.2.2 Sicherheiten von Unterseilaufhängungen gegenüber der statischen Belastung

Unterseilaufhängungen müssen mindestens folgende Sicherheiten gegenüber der statischen Belastung nach Nr. 7.6.1.2 besitzen:

- Tragstangen von Wirbeln 15fach,
- alle anderen Teile 10fach.

##### 7.2.2.3. Die Flächenpressung in Bolzenbohrungen (Bolzenlagern) darf die für den jeweilig verwendeten Werkstoff zulässige Flächenpressung nicht überschreiten und darf bei Bolzenlagern mit Verschleißbuchsen oder vorgegebener Passung höchstens 60 N/mm<sup>2</sup> betragen.

Der Lochleibungsdruck zwischen nicht beweglichen Teilen darf 120 N/mm<sup>2</sup> nicht überschreiten.

##### 7.2.3. Abweichend von Nr. 7.2.1.1, Nr. 7.2.2.1 und 7.2.2.2 ist ein rechnerischer Nachweis für Teile von Fördermitteln und Gegengewichten, Zwischengeschirren und Unterseilaufhängungen nicht erforderlich, wenn diese nach § 5 Abs. 1 der VO bauartmäßig zugelassen sind oder wenn sie nach einschlägigen Normen ausgeführt sind.

#### 7.3. Zusätzliche Anforderungen an Fördermittel und Gegengewichte

##### 7.3.1. Dach und Tragböden

##### 7.3.1.1. Fördergestelle und Fördergefäße müssen ein Dach haben. Dieses muss mit einem Geländer nach DIN 21377 versehen sein, das abnehmbar sein kann. Ketten sind dabei nicht zulässig. Wenn Schachtdeckel vorhanden sind, die mit Fördergestellen oder Fördergefäßen abgehoben werden können, muss zwangsläufig ein ausreichender Abstand zwischen dem Dach und dem Schachtdeckel zum Schutz von Personen, die auf dem Dach fahren, vorhanden sein.

In Schächten mit zwei Förderanlagen und in Schächten, in denen durch betriebliche Einrichtungen oder durch den Zustand des Schachtes Gefahren durch herabfallende Gegenstände entstehen können, muss über dem Dach der Fördergestelle und Fördergefäße ein Schutzdach zum Schutz der auf dem Dach Fahrenden angebracht werden können. Das Schutzdach muss mindestens die Standfläche der mitfahrenden Personen bzw. die planmäßige Arbeitsposition der Personen überdecken. Für die Bemessung der Schutzdachkonstruktion ist eine Einzellast von 2 kN zum Anhalt zu nehmen.

##### 7.3.1.2. Nr. 7.3.1.1 gilt auch für Gegengewichte, wenn sie für Schachtbefahrungen eingerichtet sind.

##### 7.3.1.3. Die Nrn. 7.3.1.1 und 7.3.1.2 gelten für Schrägförderanlagen entsprechend, wenn aufgrund des Einfallens Gefahren durch fallende Gegenstände entstehen können oder Wetterschleusen durchfahren werden.

##### 7.3.1.4. Zur Seilfahrt, Schachtbefahrung oder Güterförderung vorgesehene Tragböden müssen an den Seiten verkleidet sein.

Die zur Seilfahrt dienenden Tragböden der Fördergestelle und Fördergefäße müssen mit Haltegriffen oder -ketten sowie mit Türen oder gleichwertigen Verschlüssen ausgerüstet sein; diese dürfen sich nicht nach außen öffnen lassen und müssen so biegesteif sein, dass sie nicht nach außen durchgedrückt werden können.

- 7.3.1.5. Das Dach und die Tragböden, außer dem untersten Tragboden, müssen mit Durchstiegsöffnungen versehen sein, die durch Klappen zu verschließen sind. Die Klappen müssen für den Fluchtfall von oben und unten geöffnet werden können. Im geöffneten Zustand dürfen die Klappen nicht über das Fördermittelprofil hinausragen.
- 7.3.1.6. Auf den zur Seilfahrt zugelassenen Tragböden muss die Standfläche für jede Person mindestens  $0,25 \text{ m}^2$  und die lichte Höhe mindestens  $2,0 \text{ m}$  betragen. Für die Bemessung ist ein Gewicht von  $100 \text{ kg}$  je Person zugrunde zu legen.  
In Förderkübeln muss die Standfläche für jede Person mindestens  $0,20 \text{ m}^2$  betragen.
- 7.3.1.7. An Anlagen, die zur automatischen Selbstfahrerseilfahrt mit Abfahrbefehls-gabe vom Fördermittel aus eingerichtet sind, müssen die Türen oder Verschlüsse der zur Seilfahrt bestimmten Tragböden elektrisch überwacht werden können.
- 7.3.1.8. Auf den Tragböden müssen Vorrichtungen vorhanden sein, die ein Abrollen von Förderwagen verhindern.
- 7.3.2. Gegengewichte  
Gegengewichte müssen so ausgeführt sein, dass die Belastungsstücke nicht herausfallen können. Außerdem müssen die Belastungsstücke gegen Lageänderung gesichert sein. Für Belastungsstücke aus Beton muss Stahlbeton verwendet werden.  
Anzahl und Gewicht der Belastungsstücke müssen im Maschinenraum auf einer Tafel vermerkt sein.
- 7.3.3. Hängestreben  
7.3.3.1. Fördermittel müssen mindestens 4 Hängestreben haben.  
7.3.3.2. Stöße von Hängestreben sind mit Laschen gleichen Querschnitts und Werkstoffs wie die Hängestreben zu überdecken.  
7.3.3.3. Hängestreben von Gegengewichten sind am Kopf- und Fußrahmen außen anzubringen. Werden als Hängestreben Flachstähle oder Winkelstähle eingesetzt, so müssen mindestens 6 Flachstähle oder 4 Winkelstähle und 2 Flachstähle als Hängestreben vorhanden sein.  
Abweichend von Nr. 7.2.1.3 muss die Mindestdicke von Flachstählen  $15 \text{ mm}$  und von Winkelstählen  $12 \text{ mm}$  betragen.
- 7.3.4. Fördergefäße  
7.3.4.1. Verschlüsse von Fördergefäßen müssen so ausgebildet sein, dass sie sich nicht unbeabsichtigt öffnen können (vergleiche auch Nr. 2.5.4.3.5).

- 7.3.4.2. Wird zum Füllen des Fördergefäßes ein Tragboden ganz oder teilweise hochgeklappt, so muss er in dieser Stellung mechanisch festzulegen und zu verriegeln sein. Es wird empfohlen, die Klappenstellung zu überwachen.
- 7.3.5. Führungselemente  
7.3.5.1. Fördermittel und Gegengewichte müssen mit geeigneten Führungselementen versehen sein. Dies gilt nicht für Fördermittel von Befahrungs-, Hilfsfahr- und Notfahranlagen, soweit für deren Führung in Nr. 8.2.6.1 andere Regelungen getroffen sind.
- 7.3.5.2. Führungselemente sind:
- Führungsschuhe bei Spurlattenführung,
  - Führungsrollen bei Spurlattenführung,
  - Führungsrollen bei Schienenführung,
  - Führungsösen bei Seilführung,
  - Führungsschlitten bei Seilführung mit Führungsschlitten,
  - Führungsrollen in Schrägförderanlagen,
  - Führungsräder in Schrägförderanlagen.
- Bei Führungsschuhen sind zu unterscheiden:
- Bremsführungsschuhe, die zum Abbremsen beim Übertreiben und auch als Entgleisungsschutz dienen,
  - Spurführungsschuhe, die nur als Entgleisungsschutz dienen.
- 7.3.5.3. Gleitführung an Spurlatten  
7.3.5.3.1. Bremsführungsschuhe nach Abbildung 2a sind mindestens am Kopf- und Fußrahmen von Fördermitteln und Gegengewichten anzubringen. Abweichend davon sollen bei Anlagen mit Stahlspurlatten Bremsführungsschuhe mit Schleißplatten nach Abbildung 2b (siehe Blatt 7 / 5 Rückseite) eingesetzt werden.

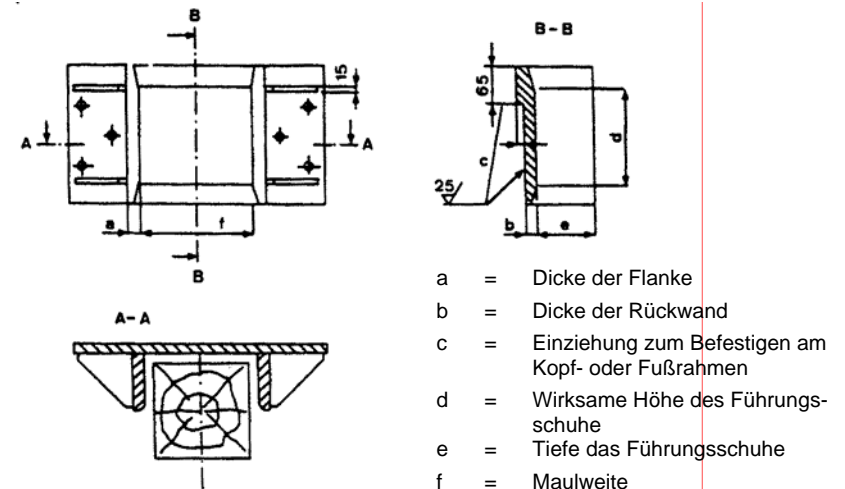


Abbildung 2a. Bremsführungsschuhe

7.3.5.3.2. Das Spurmaß zwischen Bremsführungsschuhen muss etwa 10 mm kleiner sein als die Spurweite zwischen zwei gegenüberliegenden Spurlatten; die Maulweite soll etwa 10 mm größer sein als die Breite der unverschlissenen Spurlatte (vergleiche Nr. 2.4.2.4.1).

7.3.5.3.3. Für die Bemessung der Bremsführungsschuhe gilt Tabelle 3a.

Tabelle 3a. Mindestmaße der Bremsführungsschuhe ohne Schleißplatten und Anzahl der Befestigungsbohrungen je Seite in Abhängigkeit von der Gewichtskraft Q (Q nach Nr. 2.4.5.2) des Fördermittels

Gewichtskraft Q des Fördermittels  (kN)	Bremsführungsschuhe <b>ohne</b> Schleißplatten (Mindestmaß in mm) je Seite					Anzahl der Befestigungs- bohrungen je Seite
	a	b	c	d	e	
bis 100	20	20	10	120	80	2
über 100 bis 200	25	25	10	160	100	2
über 200 bis 300	30	30	10	240	120	3
über 300 bis 500	30	30	10	300	140	3
über 500	30	30	10	350	140	3

7.3.5.3.4. Bei mehrbödigen Fördermitteln und entsprechend langen Gegengewichten sind zwischen Kopf- und Fußrahmen zusätzliche Führungsschuhe vorzusehen (Spurführungsschuhe).

7.3.5.3.5. Das Spurmaß zwischen Spurführungsschuh kann kleiner, die Maulweite größer gewählt werden, als in Nr. 7.3.5.3.2 festgelegt ist.

Bei der Bemessung der Spurführungsschuhe können die Maße a und b nach Tabelle 3a angemessen reduziert werden (vergleiche DIN 21376 Teil 2 Tabelle 1); das Maß d soll 80 mm betragen.

7.3.5.4. Rollenführung an Spurlatten (vergleiche Nr. 2.4.1.6)

7.3.5.4.1. Führungsrollen sind mindestens am Kopf- und Fußrahmen von Fördermitteln und Gegengewichten anzubringen und so einzustellen, dass die Rollen an der Stirnseite und den Flanken der Spurlatten anliegen.

Führungsrollen können gefedert angeordnet werden.

7.3.5.4.2. Beim Einsatz von Führungsrollen muss gewährleistet sein, dass elektrostatische Aufladungen sicher abgeleitet werden können. Die Eignung antistatischer Werkstoffe ist nachzuweisen.

7.3.5.4.3. Bei rollengeführten Fördermitteln und Gegengewichten sind mindestens am Kopf- und Fußrahmen zusätzlich Bremsführungsschuhe nach Abbildung 2b anzubringen. Ihr Spurmaß muss kleiner und ihre Maulweite muss größer sein als die der Rollenführungen.

Abweichend von Satz 1 können bei Anlagen mit Holzspurlatten Bremsführungsschuhe ohne Schleißplatten eingesetzt werden.

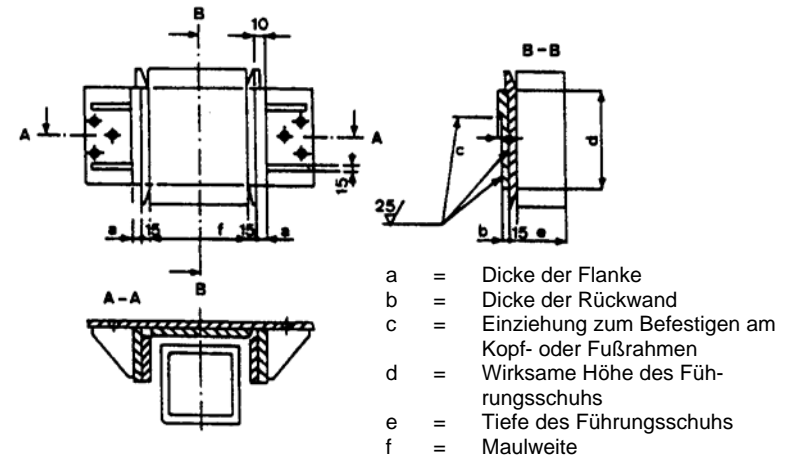


Abbildung 2b. Zusätzliche Bremsführungsschuhe.

7.3.5.4.4. Für die Bemessung der Bremsführungsschuhe gilt Tabelle 3b.

Tabelle 3b. Mindestmaße der Bremsführungsschuhe mit Schleißplatten und Anzahl der Befestigungsbohrungen je Seite in Abhängigkeit von der Gewichtskraft Q (Q nach Nr. 2.4.5.2) des Fördermittels.

Gewichtskraft Q des Fördermittels  (kN)	Bremsführungsschuhe <b>mit</b> Schleißplatten (Mindestmaß in mm)					Anzahl der Befestigungs- bohrungen je Seite
	a	b	c	d	e	
bis 100	15	10	10	100	80	2
über 100 bis 200	20	10	10	120	100	2
über 200 bis 300	25	15	10	140	120	3
über 300 bis 500	25	15	10	160	140	3
über 500	25	15	10	200	140	3

Diese Führungsschuhe sollen bei normalem Betrieb die Spurlatten nicht berühren.

Bei langen Fördermitteln und entsprechend langen Gegengewichten sind zwischen Kopf- und Fußrahmen gegebenenfalls Spurführungsschuhe vorzusehen.

#### 7.3.5.6. Führung an Seilen

7.3.5.6.1. Führungsösen sind mindestens am Kopf- und Fußrahmen von Fördermitteln und Gegengewichten anzubringen. Sie müssen wenigstens 300 mm lang sein.

7.3.5.6.2. Führungsösen müssen mit einem geeigneten, leicht auswechselbaren Futter versehen sein. Der Innendurchmesser des unverschlissenen Futters soll 10 mm größer sein als der Durchmesser des Führungsseiles.

7.3.5.6.3. Förderkübel und -behälter sind mit einem Führungsschlitten (siehe DIN 21164) zu führen. An Führungsschlitten muss

- die lichte Weite der Führungsbügel das 1,5fache des Seildurchmessers,
- der Abstand zwischen oberem und unterem Führungsbügel das 1,15fache des Abstandes der Führungsseile

betragen.

Führungsbügel dürfen nicht gefüttert sein.

7.3.5.6.4. Führungsschlitten sind wenigstens beim Durchfahren von Schachtklappen auf Hängenbleiben zu überwachen. Beim Hängenbleiben des Schlittens muss mindestens eine akustische Warnung am Bedienungsstand der Antriebsmaschine ausgelöst werden.

7.3.5.6.5. Beim Einsatz von Schlittenfängern müssen Vorrichtungen vorhanden sein, die ein Treiben bei eingelegtem Fänger zwangsläufig verhindern.

#### 7.3.6. Förderkübel und -behälter

7.3.6.1. Förderkübel und -behälter müssen so eingerichtet und aufgehängt sein, dass sie während des Treibens nicht kippen können.

7.3.6.2. Anschlussbleche an Förderkübeln und -behältern dürfen nicht angeschweißt sein.

7.3.6.3. Bodenverschlüsse von Förderbehältern müssen neben der Halterung oder dem Verschluss eine zusätzliche Sicherung gegen unbeabsichtigtes Öffnen haben.

7.3.6.4. Förderkübel, die zur Seilfahrt oder Schachtbefahrung benutzt werden, müssen mit einem Schutzdach mit 30° Neigung ausgerüstet sein. Für die Ausführung und Bemessung gilt TAS Nr. 7.3.1.1, 2. Absatz.

7.3.6.5. Aufhängungen von Förderkübeln müssen DIN 21181 entsprechen.

7.3.7. Zusätzliche Anforderungen an Fördermittel und Gegengewichte bei Anlagen mit Seilführung.

7.3.7.1. Dach und Böden von Fördermitteln und Gegengewichten dürfen nicht so verkleidet sein, dass an der Begegnungsstelle im Schacht ein wesentlicher Unterdruck zwischen den Fördermitteln auftritt.

7.3.7.2. Auf den Tragböden müssen Vorrichtungen vorhanden sein, die ein Abrollen von Förderwagen oder Abrutschen von Material bei Schiefstellung des Fördermittels verhindern.

7.3.7.3. Fördergestelle, Fördergefäße und Gegengewichte müssen zusätzlich zu den Führungsösen nach Nr. 7.3.5.6.1 am Kopf- und Fußrahmen mit starren Führungsschuhen nach Nr. 7.3.5.3 versehen sein.

7.3.7.4. Das obere Ende der oberen Führungsschuhe und das untere Ende der unteren Führungsschuhe müssen auf mindestens 100 mm Länge die gleiche Steigung haben wie die Übergänge auf die festen Führungen (Nr. 2.4.7.4.2).

7.3.7.5. Falls Reibseile (Abstandsseile) vorhanden sind, müssen an den Fördermitteln und Gegengewichten Reibplatten angebracht sein.

Diese Platten sind an der den Abstandsseilen zugewandten Seite des Kopf- und Fußrahmens als waagerechte Leiste einzubauen.

#### 7.4. Zusätzliche Anforderungen an Zwischengeschirre und Unterseilaufhängungen

7.4.1. An Mehrseil-Förderanlagen müssen die über einem Fördermittel oder Gegengewicht eingebauten Zwischengeschirrteile von gleicher Bauart und Bemessung sein. Sie müssen so angeordnet sein, dass sie sich nicht gegenseitig berühren und nicht umkippen können.

Dies gilt für Unterseilaufhängungen entsprechend.

7.4.2. Wenn Fördermittel an den Anschlägen durch besondere Vorrichtungen festgestellt werden können (Nr. 2.5.4.1.8) und hierbei Hängseil entstehen kann, dürfen keine Klemmkauschen eingebaut sein.

Dies gilt auch für Fördermittel, die betriebsmäßig aufgesetzt werden, z. B. Förderkübel.

7.4.3. Bei Zwischengeschirren, außer Kauscheneinbänden mit Seilklemmen, muss vor dem ersten Einsatz durch geeignete Verfahren der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung nachgewiesen werden, dass keine Risse, Überschmiedungen, Überwalzungen oder innere Werkstofftrennungen unzulässigen Ausmaßes vorhanden sind.

Diese Prüfungen müssen von einer hierfür besonders zu bestimmenden verantwortlichen Person oder von einem anerkannten Sachverständigen durchgeführt werden.

- 7.4.4. Kennzeichnung
- 7.4.4.1. Zwischengeschirrtteile von Seilfahranlagen müssen bei ihrem Einbau dauerhaft gekennzeichnet sein. Dies gilt nicht für Seilklemmen, Schrauben, Niete und dergleichen.
- 7.4.4.2. Die Kennzeichnung muss dauerhaft und so eindeutig sein, dass keine Verwechslung von Zwischengeschirrtteilen möglich ist und jederzeit Werkstoffe, Betriebszeiten und Alter der Teile festgestellt werden können.
- 7.4.4.3. Die Kennzeichnung muss an solchen Stellen vorgenommen werden, an denen es spannungsmäßig unschädlich ist. Bei bauartmäßig zugelassenen oder genormten Teilen ist die Kennzeichnung an der festgelegten Stelle vorzunehmen. Die Kennzeichnung soll durch Einschlagen oder Einfräsen erfolgen.
- Bolzen sind an der Stirnseite zu kennzeichnen.
- 7.4.5. Bolzen in Zwischengeschirren und Unterseilaufhängungen müssen gegen Herausfallen doppelt gesichert sein, z. B. durch Spaltvorstecker mit Federbügel oder durch Achshalter mit 2 Schrauben.
- Muttern an Schraubbolzen sind durch Splint oder andere geeignete Vorrichtungen zu sichern.
- 7.4.6. Als Aufhängungen für Förderkübel und -behälter dürfen nur geradlinige dreieckförmige Bügel mit rundem Querschnitt sowie Kettengehänge eingesetzt werden.
- 7.4.7. Auf Zug beanspruchte Gewindespindeln dürfen nicht eingesetzt werden. Gekröpfte Laschen sind zusätzlich zu den Berechnungen nach Nr. 7.6.7.2 auf Biegung und erforderlichenfalls auf Torsion zu berechnen.
- 7.4.8. Werden Bühnen an mehreren Traggliedern aufgehängt und dabei Spannschlösser benutzt, so dürfen nur Spannschlösser mit Rundgewinde eingesetzt werden.
- 7.4.9. Es dürfen nur Wirbel mit Wälzlagern eingesetzt werden. Die Bauart muss zugelassen sein (§ 5 Abs. 1 der VO).
- 7.4.10. Es dürfen nur kurzgliedrige Ketten verwendet werden (Nr. 7.6.7.8).
- In Schächten, in denen mit starker Korrosion zu rechnen ist, müssen die Ketten feuerverzinkt sein.
- 7.4.11. Querschnittsübergänge und Abrundungen müssen mit ausreichenden Übergangsradien hergestellt werden. Mittenrauwerte (siehe DIN ISO 1302) an Querschnittsübergängen und Abrundungen sowie Übergangsradien müssen den Normen für Zwischengeschirre (DIN 21381 bis 21389) entsprechen.

- 7.4.12. An Karabinerhaken muss die Sperrklinke durch eine Feder in Verschlussstellung gehalten werden. Zum Öffnen der Sperrklinke muss ein geeigneter Handgriff vorhanden sein.
- Die Bauart der Karabinerhaken muss zugelassen sein (§ 5 Abs. 1 der VO).
- 7.4.13. Wenn in Zwischengeschirren Federn eingebaut sind, dürfen sich bei Federbruch keine Zwischengeschirrtteile lösen können. Der Einsatz von Druckfedern bedarf der Zustimmung des Oberbergamts.
- 7.4.14. An Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s ist unmittelbar über dem Aufhängeblech mindestens ein Kreuzgelenkstück einzubauen. Jedes Kreuzgelenkstück darf einen Ausschlag von höchstens 30 Grad aus seiner Mittellage zulassen.
- 7.4.15. Anforderungen an Seileinbände mit Rundseil- oder Flachseilklemmen
- 7.4.15.1. Die Tragkraft ( $F_{\max}$ ) eines Seileinbandes mit Kausche oder einer Klemmverbindung zweier Seile ergibt sich aus der Anzahl der Klemmen ( $n$ ), der Tragzahl ( $c$ ), der zulässigen Schraubenspannung ( $\sigma_{\text{zul}}$ ) und dem Kernquerschnitt des Gewindes ( $A_3$ ) nach folgenden Gleichungen:
- für Kauscheneinbände:  $F_{\max} = 8 \times n \times c \times \sigma_{\text{zul}} \times A_3$ ,
- für Klemmverbindungen:  $F_{\max} = 4 \times n \times c \times \sigma_{\text{zul}} \times A_3$ .
- Als Tragzahl soll  $c = 0,2$  eingesetzt werden.
- Für die Grenztragkraft einer Klemme ergibt sich:
- $$F_{K \max} = 4 \times c \times \sigma_{\text{zul}} \times A_3$$
- 7.4.15.2.1. Die Klemmbacken von Seilklemmen müssen ausreichend große Klemmflächen besitzen und dürfen keine Kerbwirkung auf die Seildrähte ausüben können.
- 7.4.15.2.2. Für Seilklemmen sollen in der Regel Schrauben mindestens der Güteklasse 4.6 (DIN 267 Bl. 3) eingesetzt werden.
- 7.4.15.2.3. Beim Anziehen der Muttern darf die zulässige Zugspannung der Klemmschrauben - bezogen auf den Kernquerschnitt des Gewindes - rd. 70 v. H. der Mindeststreckgrenze nicht überschreiten und z. B. bei Schrauben der Güteklasse 4.6 höchstens  $17 \text{ kN/cm}^2$  betragen.
- 7.4.15.3. Die Klemmschrauben sollen mit einem bestimmten Drehmoment fest- und nachgezogen werden. Für gut geölte Klemmschrauben üblicher Klemmen mit neuwertigem Gewinde werden folgende Drehmomente empfohlen:



Tabelle 4. Empfohlene Drehmomente von Klemmschrauben am Beispiel einiger Gewindedurchmesser.

Schrauben	M 16	M 20	M 24	M 27	M 30	M 33	M 36
Drehmoment Nm	65	125	220	330	470	620	780

7.4.15.4. Um die Tragkraft von Seileinbänden und Seilklemmverbindungen über längere Zeit in ausreichendem Maß aufrecht zu erhalten, müssen die Klemmschrauben innerhalb folgender Fristen nachgezogen werden:

Tabelle 5. Nachziehfrieten (Das Nachziehen der Klemmschrauben muss im Betriebsbuch vermerkt werden [siehe auch § 16 Abs. 2 der VO].) von Klemmschrauben bei Rundseilen und Flachseilen,

Nachziehen	bei Rundseilen	bei Flachseilen
Erstes Nachziehen	Spätestens 1 Stunde nach Fertigstellung des Einbandes	3-8 Stunden nach Fertigstellung des Einbandes
Zweites Nachziehen	Nach weiteren 3 Stunden, z. B. nach dem Probetreiben	Nach 1 Woche
Drittes Nachziehen	Nach 1 Tag	Nach 6 Monaten
Viertes Nachziehen	Nach 1 Woche	–
Fünftes Nachziehen	Nach 1 Monat	–

Das Festziehen der Muttern beim Fertigstellen eines Einbandes und das Nachziehen der Muttern muss von Hand geschehen.

7.4.15.5. Die erforderliche Klemmenzahl ergibt sich aus folgenden Tabellen:

1. Für Förderseile

Aus der Bruchkraft des Seils  $F_{Br}$  und der Grenztragkraft einer Klemme  $F_{K \max}$  kann für beliebige Drahtfestigkeiten die erforderliche Klemmenzahl  $n$  aus der Gleichung

$$n = C \times \frac{F_{Br}}{F_{K \max}}$$

ermittelt werden, wobei wegen des unterschiedlichen Umschlingungswinkels an der Kausche

- für Rundseilkauschen nach DIN 21386  $C = 0,36$
  - für übliche Flachseilkauschen  $C = 0,37$
- einzusetzen ist.

Für Rundseile mit Drähten der Nennfestigkeit  $1770 \text{ N/mm}^2$  ergibt sich die Memmenzahl bei Einbänden mit Kauschen nach DIN 1386 aus folgender Tabelle 6:

Tabelle 6. Anzahl der Rundseilklemmen bei Rundlitzenseilen  $6 \times 19$  Standard und bei Warrington-Verbund.

Förderseil		Rundseilklemmen					
Nenn-durch-messer	Rechne-rische Bruch-kraft	Bauart A			Bauart B		
		Schraube	$F_{K \max}$	Klemmenzahl	Schraube	$F_{K \max}$	Klemmenzahl
mm	kN		kN			kN	
Rundlitzenseile $6 \times 19$ Standard							
20	260	M 16	19,36	5	M 16	19,36	5
22	314	M 16	19,36	6	M 16	19,36	6
24	370	M 16	19,36	7	M 16	19,36	7
26	434	M 20	30,25	6	M 20	30,25	6
28	504	M 20	30,25	6	M 20	30,25	6
30	579	M 20	30,25	7	M 20	30,25	7
32	658	M 20	30,25	8	M 20	30,25	8
34	743	M 20	30,25	9	M 24	43,5	7
36	832	M 20	30,25	10	M 24	43,5	7
Rundlitzenseile Warrington-Verbund							
36	850	M 20	30,25	11	M 24	43,5	8
40	1050	M 24	43,5	9	M 24	43,5	9
44	1270	M 27	57,4	8	M 27	57,4	8
48	1510	M 27	57,4	10	M 30	69,6	8
50	1687	M 27	57,4	11	M 30	69,6	9
54	1968	M 30	69,6	11	M 30	69,6	11
58	2280	M 30	69,6	12	M 33	87,2	10
60	2434	M 30	69,6	13	M 33	87,2	11
62	2593	M 33	87,2	11	M 33	87,2	11
65	2760	M 33	87,2	12	–	–	–
69	3143	M 33	87,2	13	–	–	–
71	3352	M 33	87,2	14	–	–	–

Für Flachförderseile ergibt sich die Klemmenzahl bei Einbänden aus folgender Tabelle 7:

Tabelle 7. Anzahl der Seilklemmen bei Flachseilen.

Klemmschrauben	M 16	M 20	M 24	M 27
Grenztragkraft einer Klemme $F_{K \max}$ in kN	19,36	30,25	43,50	57,40
Anzahl der Flachseilklemmen	Zulässige rechnerische Bruchkraft des Förderseils in kN			
6 Klemmen	316	495	713	940
7 Klemmen	368	578	832	1090
8 Klemmen	421	661	951	1250
9 Klemmen	473	744	1070	1410
10 Klemmen	526	826	1190	1560
11 Klemmen	–	908	1310	1710
12 Klemmen	–	989	1430	1880

## 2. Für Unterseile

Aus der Unterseilgewichtskraft  $F_G$ , der geforderten 6fachen Sicherheit gegenüber dem Eigengewicht und der Grenztragkraft einer Klemme  $F_{K \max}$  kann für beliebige Drahtfestigkeiten die erforderliche Klemmzahl  $n$  aus der Gleichung

$$n = 6 \times \frac{F_G}{2 \times F_{K \max}} = 3 \times \frac{F_G}{F_{K \max}}$$

ermittelt werden.

Für Einbände von Flach- und Rundunterseilen ist die erforderliche Klemmenzahl aus folgender Tabelle 8 zu ersehen:

Tabelle 8. Grenztragkraft einer Klemme bei Verwendung von Klemmschrauben M 16 – M 36; und das zulässige Unterseilgewicht in Abhängigkeit von der Anzahl der Rund- oder Flachseilklemmen.

Klemmschrauben	M 16	M 20	M 24	M 27	M 30	M 36
Grenztragkraft einer Klemme $F_{K \max}$ in kN	19,36	30,25	43,50	57,40	69,60	102,00
Anzahl der Rund- oder Flachseilklemmen	Zulässiges Unterseilgewicht in 100 kg					
5 Klemmen	32	51	72	96	116	170
6 Klemmen	39	61	87	115	139	204
7 Klemmen	45	71	102	134	162	238
8 Klemmen	52	81	116	153	186	272
9 Klemmen	58	91	131	172	209	308
10 Klemmen	64	101	145	191	232	340
11 Klemmen	–	111	160	210	256	374
12 Klemmen	–	121	174	229	279	408

Wird eine Kausche mit einem Paar Halsklemmen verwendet, so kann die Anzahl der Seilklemmen unterhalb der Kausche um eine vermindert werden, sofern die Schrauben der Halsklemmen mindestens den gleichen Querschnitt haben wie die Schrauben der Seilklemmen.

Weniger als 5 Flachseilklemmen oder 1 Halsklemmenpaar und 4 Flachseilklemmen sollen für einen Einband nicht benutzt werden, auch wenn dies rechnerisch möglich ist.

## 7.5. Anforderungen an Königstangen bei vorhandenen Anlagen

7.5.1. Schäfte von Königstangen müssen mindestens eine 15fache, alle anderen Teile der Königstangen mindestens eine 10fache Sicherheit gegenüber der statischen Belastung besitzen.

7.5.2. Der Stangenschaft muss riefenfrei sein (vergleiche Nr. 7.4.11). Kennzeichnungen gemäß Nr. 7.4.4 dürfen nur unterhalb des Tragbundes eingeschlagen werden.

- In der Königstange darf nur die Bohrung für den Tragbolzen vorhanden sein.
- 7.5.3. An Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s ist unmittelbar über der Königstange mindestens ein Kreuzgelenk einzubauen. Jedes Kreuzgelenkstück darf einen Ausschlag von höchstens 30 Grad aus seiner Mittellage zulassen.
- 7.6. Berechnung der Fördermittel, Gegengewichte, Zwischengeschirre und Unterseilaufhängungen
- 7.6.1. Allgemeines zu den Kraftannahmen
- 7.6.1.1. Für Fördermittel und Gegengewichte ist als Nennlast (charakteristische Einwirkung nach Element (706))
- das Eigengewicht, einschließlich Unterseilaufhängung,
  - die zulässige Nutzlast, einschließlich Gewicht der Förderwagen oder dergleichen,
  - das Gewicht der Unterseile bei höchster Betriebsstellung des Fördermittels oder Gegengewichts,
  - gegebenenfalls das Gewicht eines Schachtdeckels zugrunde zu legen.
- Als Nutzlast ist die größte Last bei Seilfahrt anzunehmen, falls diese größer ist als die größte Last bei der Güterförderung.
- Bei Fördergefäßen ist die Seilfahrtlast zusätzlich zur Nutzlast zu berücksichtigen, falls Seilfahrt mit beladenem Gefäß erlaubt wird. Dies gilt auch bei Fördergestellen, wenn mit beladenem Fördermittel Seilfahrt durchgeführt wird und dabei die Last größer ist als die zulässige Nutzlast bei Güterförderung.
- Bei der Ermittlung der Lasten ist ein Gewicht von 100 kg je Person zugrunde zu legen.
- 7.6.1.2. Für Zwischengeschirre und Unterseilaufhängungen ist als Belastung die Nennlast zugrunde zu legen. Nennlast ist die für das jeweilige Teil vorgesehene Höchstbelastung. Die Lastverteilung ist gleichmäßig anzunehmen.
- Für mehrsträngige Seil- oder Kettenaufhängungen gilt Nr. 7.6.7.9.
- 7.6.1.3. In die jeweiligen Berechnungen der Fördermittel und Gegengewichte sind die charakteristischen Werte der Festigkeiten der betreffenden Werkstoffe einzusetzen, z. B. nach DIN 18 800 Tabelle 1.
- 7.6.1.4. Bei Niet- und Schraubverbindungen ist der Kraftangriff entsprechend der zugehörigen Abbildung anzunehmen.
- 7.6.1.5. Mit Rücksicht auf die Schwächung durch Nietlöcher ist ein Faktor 0,85 in die Rechnung dann einzusetzen, wenn die Mindestlochabstände nach DIN 18800, Teil 1, Tabelle 8, eingehalten sind; andernfalls ist die Nietlochschwächung im Einzelfall zu berechnen.

- 7.6.1.6. Alle Bohrungen in Aufhängeblechen müssen im rechnerischen Nachweis berücksichtigt werden, z. B. auch Bohrungen zum Einhängen von Hebezeugen.

Sollen nachträglich weitere Bohrungen hergestellt werden, ist eine Nachrechnung des Aufhängeblechs erforderlich.

- 7.6.1.7. Zusammenstellung der Bezeichnungen für Fördermittel und Gegengewichte sowie der Bezeichnungen und der Grundformeln für Aufhängebleche, Zwischengeschirre und Unterseilaufhängungen

Kräfte in N oder kN

- $F_1$  = Kraft am Anschlussbolzen zum Zwischengeschirr (Nr. 7.6.1.2),
- $F_2$  = Teilkraft von  $F_1$  bei Mehrseilanlagen oder bei Aufhängung an mehrsträngigen Ketten oder Seilen (Nr. 7.6.7.9),
- $F_3$  = Kraft am Anschlussbolzen zur Unterseilaufhängung,
- $F_4, F_5$  = Teilkraften von  $F_1$  in den äußeren/inneren Hängestrecken,
- $F_G$  = Gesamtkraft unmittelbar oberhalb des Zwischengeschirrs,
- $F$  = Nennlast für Zwischengeschirrteile bzw. Teile von Unterseilaufhängungen
- $$\geq F_G, \frac{F_G}{n}, F_3 \text{ oder } \frac{F_3}{n},$$
- mit  $n$  = Anzahl der Seile.

Spannungen in N/cm<sup>2</sup> oder kN/cm<sup>2</sup>

- $\sigma_B, T_B$  = Bruchspannung (statische Festigkeit) für Biegung, Zug sowie Abscherung,
- $\sigma_b, \sigma_z, T$  = errechnete Spannung für Biegung, Zug, Abscherung,
- $\sigma_L$  = spezifische Lochleitung (Lochleibungsdruck),
- $p_F$  = Flächenpressung in Bolzenbohrungen.

Momente

- $M_b$  = Biegemoment in Ncm,
- $W$  = Widerstandsmoment in cm<sup>3</sup>,
- $J$  = Flächenträgheitsmoment in cm<sup>4</sup>.

## Grundformeln

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \text{mit } A \text{ in cm}^2$$

$$\sigma = \frac{M}{W} \quad \text{mit } W = \frac{J}{e} \text{ in cm}^3$$

$$v = \frac{\text{Bruchspannung}}{\text{errechnete Spannung}} = \frac{\sigma_B}{\sigma} \text{ oder } \frac{0,8 \times \sigma_B}{\tau}$$

## Querschnitte

- q<sub>1</sub> = auf Zug beanspruchter Querschnitt zwischen dem Rand der Bolzenbohrung und der Außenkante eines Bauteils senkrecht zur Krafrichtung,
- q<sub>2</sub> = kleinster Querschnitt zwischen dem Rand der Bolzenbohrung und der Außenkante eines Bauteils in Krafrichtung,
- q<sub>3</sub> = auf Biegung beanspruchter Gesamtquerschnitt eines Bauteils durch die Mitte der Bolzenbohrung in Krafrichtung,
- q<sub>4</sub> = auf Zug beanspruchter Querschnitt der äußeren Hängestreben, abzüglich der Niet- oder Schraubenlöcher,
- q<sub>5</sub> = auf Zug beanspruchter Querschnitt der inneren Hängestreben, abzüglich der Niet- oder Schraubenlöcher,
- q<sub>6</sub> = auf Zug und Biegung beanspruchter Querschnitt eines Anschlussbleches,
- q<sub>7</sub> = auf Zug beanspruchter Querschnitt des Anschlussbleches im Niet-/Schraubenbereich,
- q<sub>8</sub> = kleinster Querschnitt eines Kreuzgelenkstückes zwischen den Bolzenbohrungen,
- q<sub>9</sub> = auf Biegung beanspruchter Querschnitt eines Traversenzapfens,
- q<sub>10</sub> = auf Biegung beanspruchter Querschnitt einer Traverse,
- q<sub>11</sub> = kleinster auf Zug beanspruchter Querschnitt an einem Schäkel,

- q<sub>12</sub> = kleinster auf Biegung beanspruchter Querschnitt an einem Schäkel,
- q<sub>13</sub> = auf Biegung beanspruchter Querschnitt in der Krümmung eines Aufhängebügels,
- q<sub>14</sub> = kleinster auf Zug und Biegung beanspruchter Querschnitt oberhalb der Bolzenbohrung eines Aufhängebügels,
- q<sub>15</sub> = Querschnitt des Schaftes einer Königstange im Bereich der Oberkante des Fördermittels oder Gegengewichts.

## Sonstige Bezeichnungen (Maße in cm)

- a, c = Abstand vom Rand einer Bolzenbohrung bis zur Außenkante des Bauteils senkrecht/parallel zur Krafrichtung,
- b = Dicke von Bauteilen
- d = Durchmesser von Bohrungen, Buchsen, Bolzen, Schrauben, Nieten,
- e = Trägheitshalbmesser,
- f = Abstand zwischen der Mitte einer Bolzenbohrung und der Außenkante eines Bauteils senkrecht zur Krafrichtung,
- g = Mittenabstand zweier Bolzenbohrungen,
- h = Höhen von Bauteilen,
- l = Abstände (Längen),
- m = Schnittigkeit von Niet- und Schraubverbindungen, d. h. Anzahl der vorhandenen Abscherflächen oder Anzahl der verbundenen Bleche minus 1,
- n = Anzahl der tragenden Elemente (Seile, Niete, Schrauben) oder Anzahl der Bohrungen,
- r = Halbmesser (Radien),
- u = untere Seite eines trapezförmigen Blechs nach Abbildung 3,
- v = obere Seite eines trapezförmigen Blechs.

## 7.6.2. Aufhängebleche

## 7.6.2.1 Kraftannahmen

F<sub>1</sub>

F<sub>2</sub> =  $\frac{F_1}{n}$  bei Mehrseilanlagen, soweit nicht mit F<sub>1</sub> zu rechnen ist.

## 7.6.2.2. Ausführungsformen (Abbildung 3)

An Einseilanlagen sind vorzugsweise die Ausführungsformen A 2 und A 3 einzusetzen.

Bei den Ausführungsformen A 1, A 2, B 1 und C 1 muss

$$h_2 \leq 4 \times d,$$

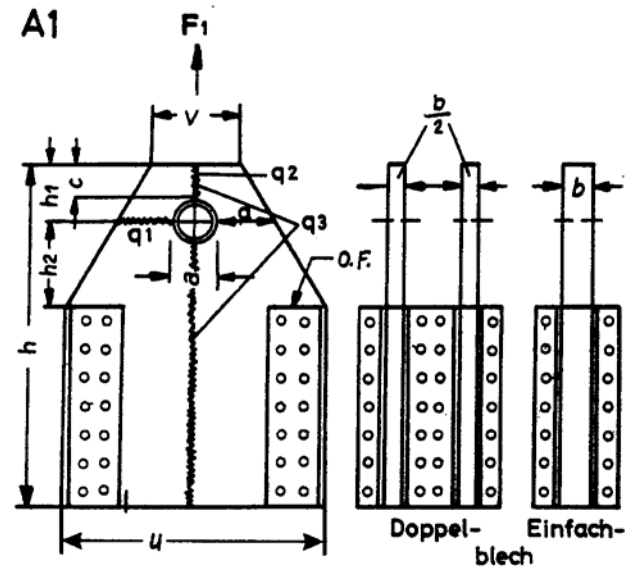
$$h_2 \geq 0,5 \times u,$$

$$v \geq 0,25 \times u,$$

betragen.

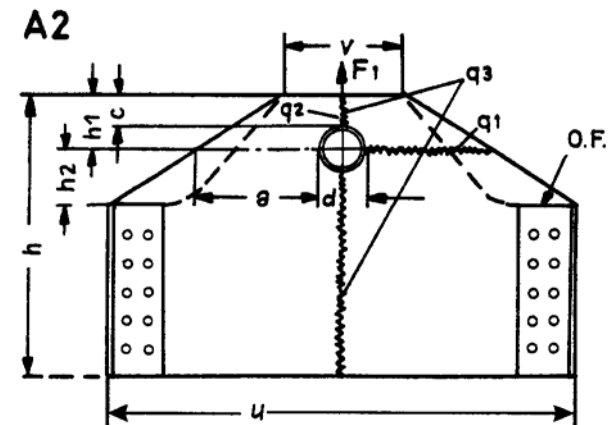
Bei den Ausführungsformen A 2 und A 3 sowie B 1 und B 2 können, wie bei Form A 1 dargestellt, auch zwei Aufhängebleche verwendet werden.

O. F. = Oberkante Fördermittel oder Gegengewicht



Sicherheitsnachweis für:

$q_1, q_2, q_3$ , wenn  $u \geq h$ , Bolzenbohrung, Niet- oder Schraubverbindung.

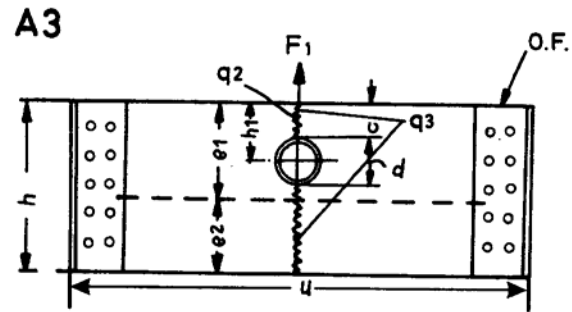


Sicherheitsnachweis für:

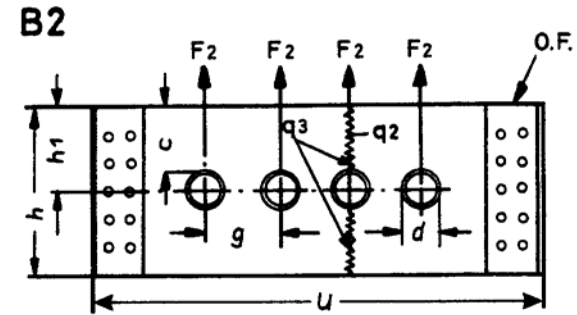
$q_1, q_2, q_3$ , Bolzenbohrung, Niet- oder Schraubverbindung.

Abbildung 3. Ausführungsformen der Aufhängebleche, verschiedene Aufhängebleche

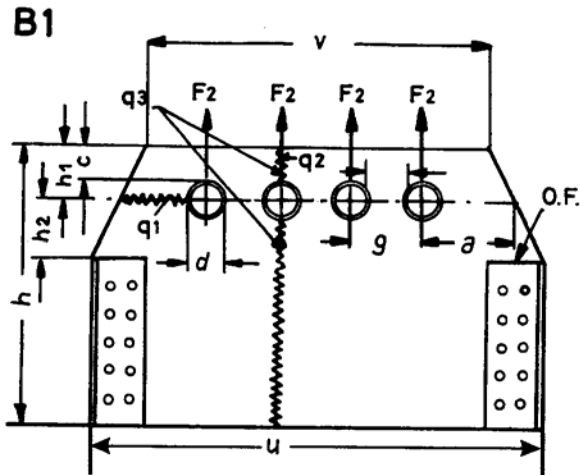
noch Abbildung 3



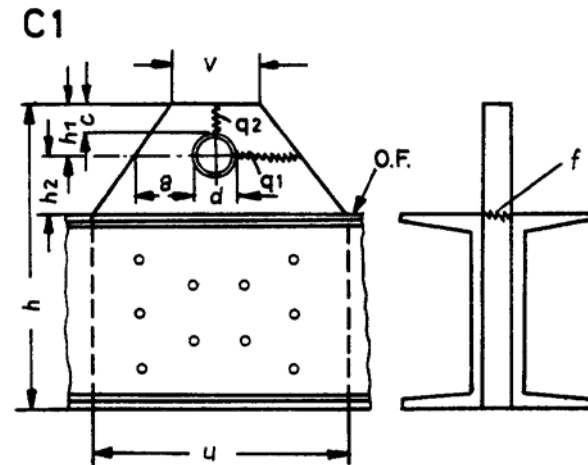
Sicherheitsnachweis für:  
 $q_2$ ,  $q_3$ , Bolzenbohrung, Niet- oder Schraubverbindung.



Sicherheitsnachweis für:  
 $q_2$ ,  $q_3$ , g, Bolzenbohrung, Niet- oder Schraubverbindung.



Sicherheitsnachweis für:  
 $q_1$ ,  $q_2$ ,  $q_3$ , g, Bolzenbohrung, Niet- oder Schraubverbindung.



Form C 1 ist wegen sehr nachteiliger Biegebeanspruchung im Querschnitt „f“ (großer Steifigkeitssprung) und wegen nichtprüfbarer Korrosionsschäden unterhalb dieses Querschnitts bei neuen Fördermitteln nicht mehr gestattet.

Erforderlicher Sicherheitsnachweis bei vorhandenen Anlagen:  
 $q_1$ ,  $q_2$ , f, Bolzenbohrung, Niet- oder Schraubverbindung.

7.6.2.3. Die Bemessung von Aufhängeblechen kann sowohl entsprechend DIN 18800 unter Berücksichtigung der unter Nr. 7.2 genannten Teilsicherheitsbeiwerte als auch aufgrund der nachfolgenden Nachweise erfolgen:

a) Querschnitt  $q_1$  auf Zug:

$$\sigma_z = \frac{F_2}{2 \times a \times b} \quad \text{N/cm}^2$$

$$v \geq 10$$

Bei Mehrseilanlagen ist zusätzlich der Mittenabstand  $g$  zwischen zwei Bolzenbohrungen zu ermitteln:

$$\sigma_z = \frac{F_2}{b \times (g - d)}$$

$$g = \frac{F_2}{b \times \sigma_z} + d$$

$$g \geq \frac{10 \times F_2}{b \times \sigma_B} + d \quad \text{cm}$$

b) Querschnitt  $q_2$  auf ausreichendes „c“:

$$c \geq 1,3 \times a_{\text{erf}} \quad \text{cm}$$

$$a_{\text{erf}} = \frac{10 \times F_1}{2 \times b \times \sigma_B} \quad \text{cm}$$

Bei Mehrseilanlagen ist mit  $F_2$  zu rechnen.

c) Querschnitt  $q_3$  auf Biegung:

$$\sigma_b = \frac{M_{b \max}}{W} \quad \text{N/cm}^2$$

$$v \geq 10$$

Für  $M_{b \max}$  gilt dabei:

1. Bei Aufhängeblechen mit einer mittig angeordneten Bolzenbohrung

$$M_{b \max} = \frac{F_1 \times u}{4} \quad \text{Ncm}$$

2. Bei Aufhängeblechen mit mehreren Bolzenbohrungen (symmetrische Anordnung wie Abbildung 4)

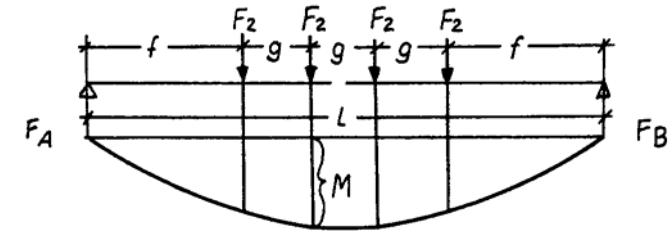


Abbildung 4. Kraftangriff und Biegemoment-Kennlinie bei Aufhängeblechen mit mehreren Bolzenbohrungen (symmetrische Anordnung).

$$F_A = F_B = \frac{\sum F_2}{2} = \frac{F_1}{2} \quad \text{N}$$

$$M_{b \max} = F_A \times \left[ f + \left( \frac{n-2}{4} \right) \times g \right] \quad \text{Ncm}$$

für  $n = 4$  Bolzenbohrungen.

Für  $W$  gilt:

1. Wenn sich das Bolzenloch in der Mitte der Aufhängeblechhöhe befindet  $\left( h_1 = \frac{h}{2} \right)$

$$W = \frac{2 \times b \times (h^3 - d^3)}{12 \times h} \quad \text{cm}^3$$

2. Wenn das Bolzenloch außermittig angeordnet ist (z. B. Form A 3 nach Abbildung 3)

$$W = \frac{J}{e_1} \text{ bez. } \frac{J}{e_2} \quad \text{cm}^3$$

wobei der kleinere Wert von  $W$  maßgebend ist.

Dabei ist

$$e_1 = \frac{h^2}{2} - d \times h_1 \quad \text{cm}$$

$$e_2 = h - e_1 \quad \text{cm}$$

$$J = \frac{b \times h^3}{12} + b \times h \times \left( e_1 - \frac{h}{2} \right)^2 - \left[ \frac{b \times d^3}{12} + b \times d \times (e_1 - h_1)^2 \right] \quad \text{cm}^4$$

d) Bolzenbohrung:

Lochleibung zwischen Aufhängeblech und Verschleißbuchse

$$\sigma_L = \frac{F_1}{b \times d} \leq 12000 \quad \text{N/cm}^2$$

Flächenpressung zwischen Verschleißbuchse und Bolzen

$$p_F = \frac{F_1}{b \times d_1} \leq p_{zul} \quad \text{N/cm}^2$$

wobei  $d_1$  = Bolzendurchmesser.

Bei Mehrseilanlagen ist mit  $F_2$  zu rechnen.

Bei Verschleißbuchsen darf als Tragbreite nur die Breite des Aufhängeblechs eingesetzt werden.

7.6.3. Querträger und Längsträger im Kopf- und Fußrahmen

7.6.3.1. Kraftannahmen

Für den Kopfrahmen werden die Kräfte  $F_1$ ,  $F_4$  und  $F_5$ , für den Fußrahmen wird die Kraft  $F_3$  zugrunde gelegt (siehe Abbildung 5).

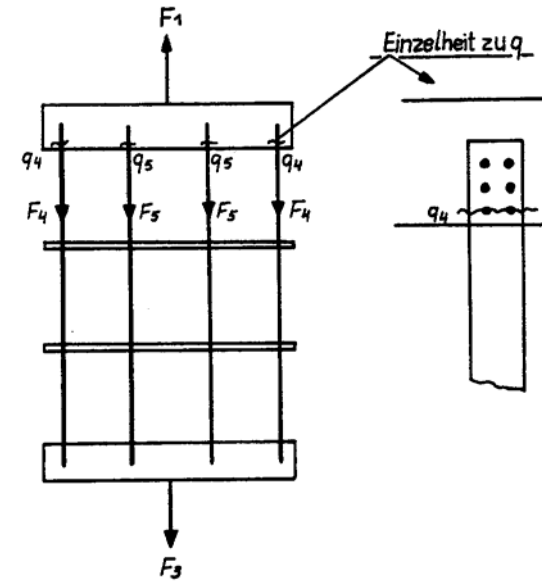
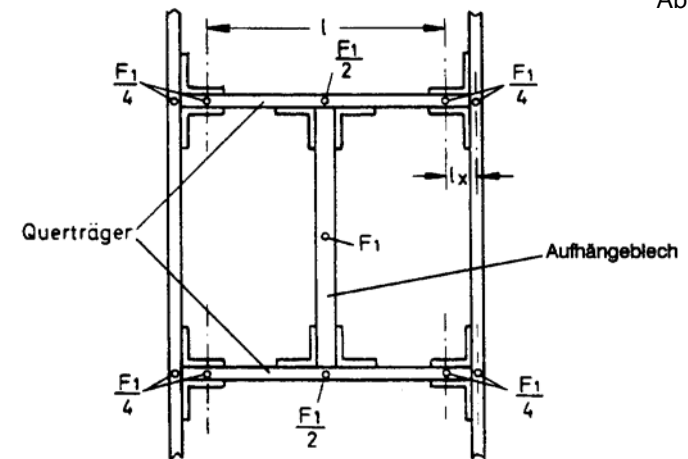


Abbildung 5. Annahme des Kraftangriffs im Kopf- und im Fußrahmen.

7.6.3.2. Die Bemessung der Quer- und Längsträger erfolgt entsprechend DIN 18800 unter Berücksichtigung der unter Nr. 7.2 angegebenen Teilsicherheitsbeiwerte.

Abbildung 6

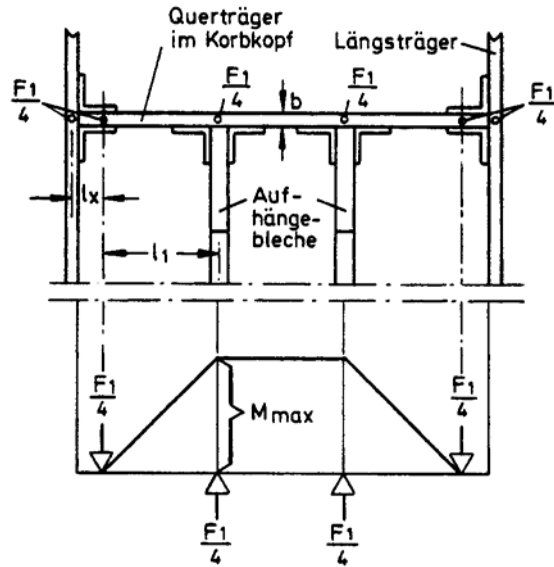


Fördermittel mit einem Aufhängeblech

$l_x$  kann in der Berechnung vernachlässigt werden, wenn die Winkel ausreichend bemessen sind.

Abbildungen 6 bis 9. Mit Fördermitteldarstellungen und Biegemoment-Kennlinien.





Fördermittel mit 2 Aufhängeblechen  
 $l_x$  kann in der Berechnung vernachlässigt werden, wenn die Winkel ausreichend bemessen sind.

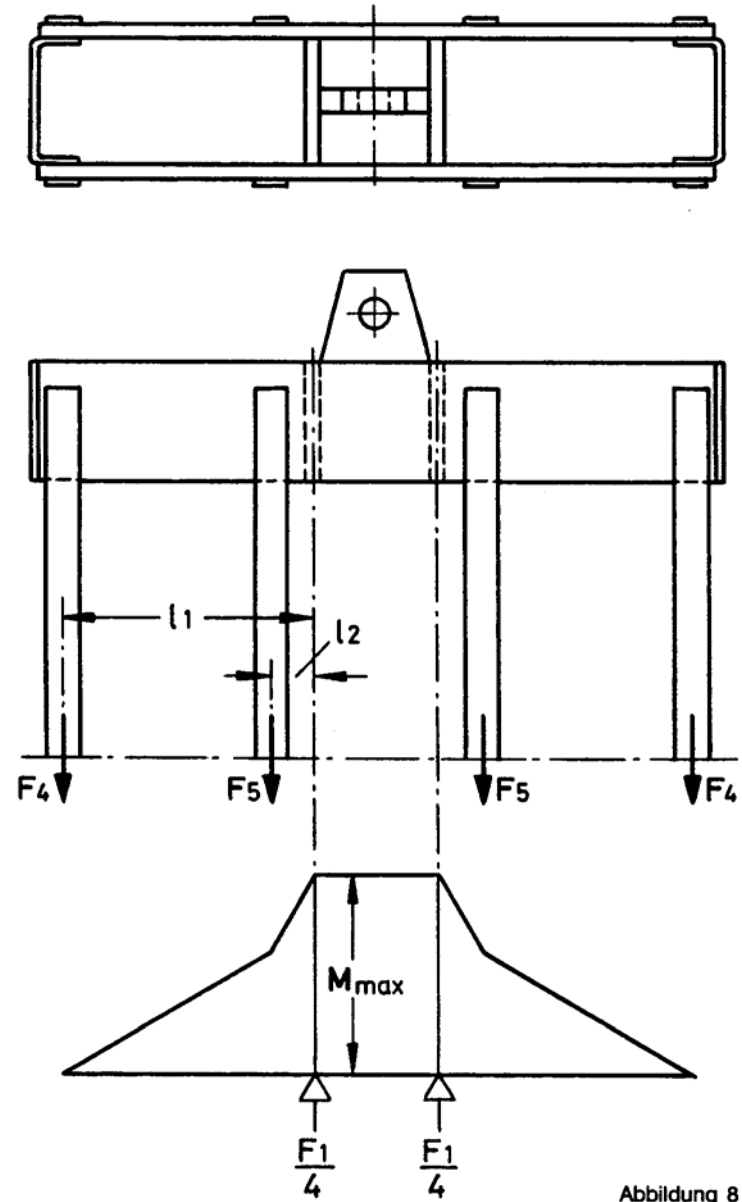


Abbildung 8

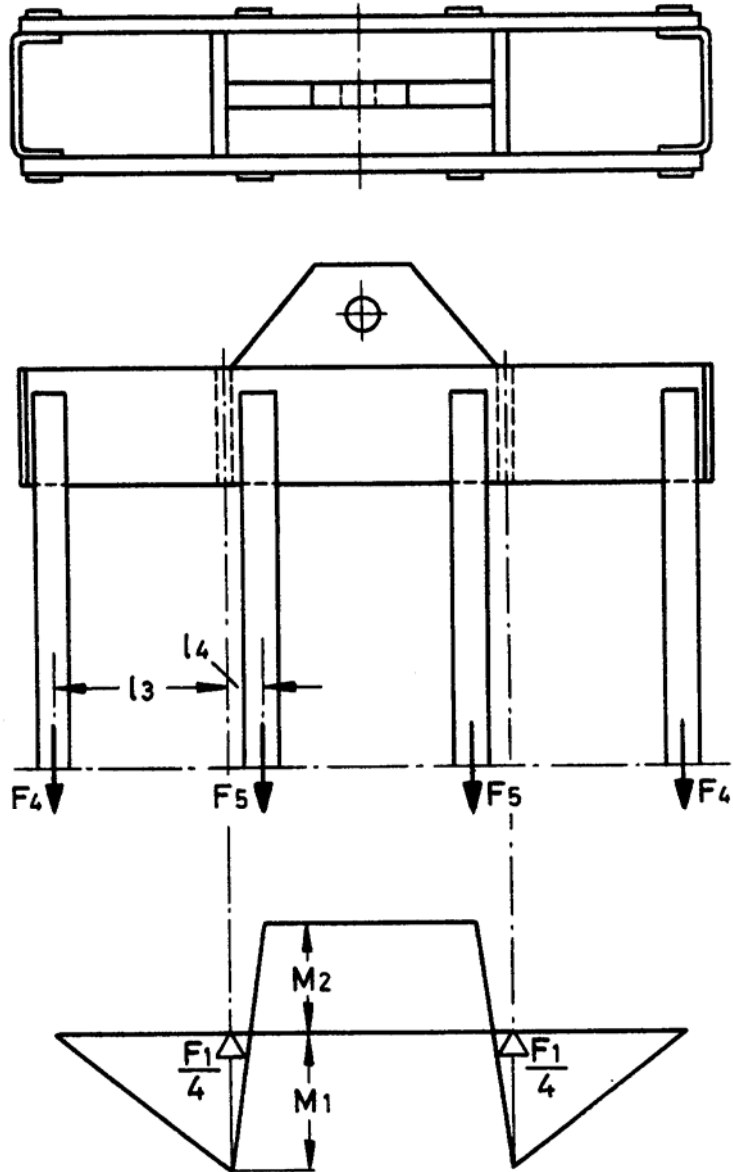


Abbildung 9

## 7.6.4. Hängestreben

## 7.6.4.1. Kraftannahmen

Für die Berechnung der Hängestreben gilt:

a) bei 8 Hängestreben (Abbildung 10a)

$$\text{Kraft in einer Außenstrebe } F_4 = \frac{F_1 - F_3}{8} \quad \text{N}$$

$$\text{Kraft in einer Innenstrebe } F_5 = F_4 + \frac{F_3}{4} \quad \text{N}$$

b) bei 6 Hängestreben (Abbildung 10b)

$$\text{Kraft in einer Außenstrebe } F_4 = \frac{F_1 - F_3}{6} \quad \text{N}$$

$$\text{Kraft in einer Innenstrebe } F_5 = F_4 + \frac{F_3}{2} \quad \text{N}$$

c) bei 4 Hängestreben (Abbildung 10c)

$$\text{Kraft in einer Hängestrebe } F_4 = \frac{F_1}{4} \quad \text{N}$$

Diagonalstreben bleiben unberücksichtigt.

Diese Kraftannahmen gehen auch für die Verbindung geteilter Hängestreben.

7.6.4.2. Die Bemessung der Hängestreben erfolgt entsprechend DIN 18800 unter Berücksichtigung der unter Nr. 7.2 angegebenen Teilsicherheitsbeiwerte.

Abbildung 10a

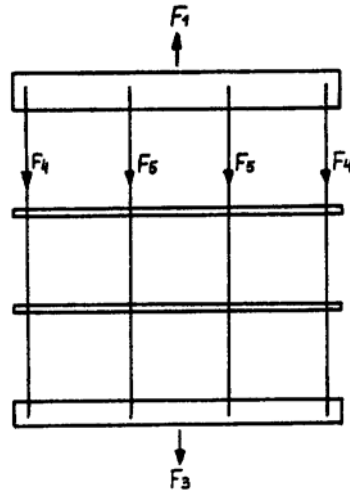
Fördermittel  
mit 8 Hängestreben

Abbildung 10b

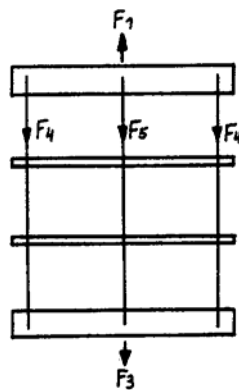
Fördermittel  
mit 6 Hängestreben

Abbildung 10c

Fördermittel  
mit 4 Hängestreben

Abbildungen 10a, 10b, 10c. Fördermittel mit 8, 6 und 4 Hängestreben und den angreifenden Kräften.

### 7.6.5. Verbindungselemente (Niete, Schrauben)

7.6.5.1. Niete und Schrauben sind auf Abscheren und Lochleibung zu berechnen. Bei den zu verbindenden Teilen muss die Schwächung durch Niet- oder Schraubenlöcher nach Nr. 7.6.1.5 berücksichtigt werden.

Bei Schraubverbindungen dürfen nur Passschrauben oder GV-Verbindungen (siehe dazu DIN 18800, Teil 7 [5/83]) eingesetzt werden. Bei Passschrauben darf das Schraubengewinde nicht in einem Scherquerschnitt liegen. GV-Verbindungen sind mit dem erforderlichen Drehmoment anzuziehen. Schraubenmutter müssen in geeigneter Weise gegen Lockern gesichert sein.

Für die inneren Hängestreben ist mit der Kraft  $F_5$  der Sicherheitsnachweis der Verbindung am Fördermittelkopf und an der Unterseilaufhängung zu führen, für die äußeren Hängestreben mit der Kraft  $F_4$  nur am Fördermittelkopf.

Die Verbindung der Stoßlaschen an Hängestreben ist ebenfalls nachzuweisen.

7.6.5.2. Die Bemessung der Verbindungselemente auf Abscheren und Lochleibung erfolgt

- bei Fördermitteln und Gegengewichten entsprechend DIN 18800 unter Berücksichtigung der unter Nr. 7.2 angegebenen Teilsicherheitswerte und
- bei Zwischengeschirren und Unterseilaufhängungen aufgrund der nachfolgenden Nachweise:

a) Berechnung auf Abscheren:

$$\tau = \frac{F_{1-5}}{\frac{\pi \times d^2}{4} \times n \times m} \quad \text{N/cm}^2$$

wobei  $F_{1-5}$  die jeweilige Anschlusskraft,

$d$  der Durchmesser des Niets oder des Schraubenschaftes in cm ist.

Es muss sein:  $v \geq v_{\text{erf}}$  nach Nr. 7.2.1.

b) Berechnung auf Lochleibung:

$$\sigma_L = \frac{F_{1-5}}{t_B \times d \times n} \quad \text{N/cm}^2$$

wobei  $t_B$  die in der einen der beiden Krafrichtungen beanspruchte geringste Gesamtblechstärke,

$d$  der Durchmesser des Niets oder Schraubenschaftes ist (beides in cm).

Es muss sein:  $\sigma_L \leq 12000$  N/cm<sup>2</sup>

### 7.6.6. Anschlussbleche an Förderkübeln und Behältern sowie Kettenanschlussbleche

Anschlussbleche für Ketten- oder Seilaufhängungen müssen in Zugrichtung abgewinkelt sein (Abbildung 11).

Die Querschnitte  $q_1$ ,  $q_2$ ,  $q_6$ ,  $q_7$  sind zu berechnen.

Die Bemessung der Anschlussbleche kann sowohl entsprechend DIN 18800 unter Berücksichtigung der unter Nr. 7.2 genannten Teilsicherheitsbeiwerte als auch aufgrund der nachfolgenden Nachweise erfolgen:

- Querschnitt  $q_1$  nach Nr. 7.6.2.3, Buchstabe a), dabei tritt an die Stelle von  $F_1$  die Kraft  $F_2$ ;
- Querschnitt  $q_2$  nach Nr. 7.6.2.3, Buchstabe b);
- Querschnitt  $q_6$  auf Zug und Biegung:

$$\sigma_b = \frac{F_H \times l_H \times 6}{l \times b^2} \quad \text{N/cm}^2$$

$$\sigma_{zH} = \frac{\sigma_B}{\sigma_b + \sigma_{zH}} \geq 10$$

- Querschnitt  $q_7$  auf Zug:

$$\sigma_{zV} = \frac{F_V}{b \times (l - n \times d)} \quad \text{N/cm}^2$$

wobei  $n$  = Anzahl der Niete im Querschnitt  $q_7$  ist.

$$v = \frac{\sigma_B}{\sigma_{zV}} \geq 10$$

Das Maß  $l_H$  soll möglichst klein gehalten werden. An dem gefährdeten Querschnitt  $q_6$  ist die Biegekante des Fördermittels abzurunden.

Bei nicht gewinkelten Anschlussblechen, z. B. für Kübelbügel (Abbildung 20), entfällt der Nachweis für  $q_6$ .

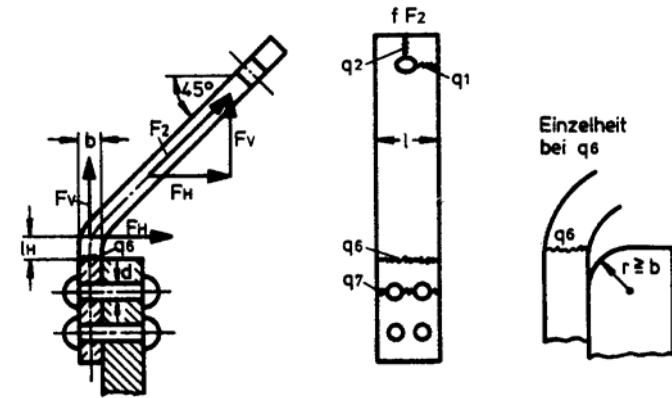


Abbildung 11. Skizze der Anschlussbleche mit Lage der angreifenden Kräfte und der zu berechnenden Querschnitte.

### 7.6.7. Zwischengeschirre und Unterseilaufhängungen

#### 7.6.7.1. Bolzen

Die Bemessung der Zwischengeschirre und Unterseilaufhängungen erfolgt aufgrund der nachfolgenden Nachweise.

Aus Gründen gleichmäßiger Kraftverteilung ist bei Bolzenverbindungen die Abmessung  $b_1 = b_2 \times 0,5$

oder bei Lagerung mit Abstandshalter  $b_1 = b_2$

zu bevorzugen.

Es sind zu berechnen:

- Biegemoment:

- bei Lagerung nach Abbildung 12:

$$1.1 \quad b_1 = \frac{b_2}{2}$$

$$M = \frac{F}{2} \times \left( \frac{b_1}{2} + \frac{b_2}{4} \right) = \frac{F \times b_2}{4} \quad \text{Ncm}$$

$$1.2 \quad b_1 < \frac{b_2}{2}$$

$$M = \frac{F}{2} \times \left( \frac{b_1}{2} + \frac{b_2}{4} \right) \quad \text{Ncm}$$

1.3  $b_1 > \frac{b_2}{2}$  bis  $\frac{3}{4} \times b_2$

$$M = \frac{F \times b_2}{4}$$

Ncm

1.4  $b_1 > \frac{3}{4} \times b_2$

$$M = \frac{F}{2} \times \left( \frac{b_1}{3} + \frac{b_2}{4} \right)$$

Ncm

2. Bei Lagerung nach Abbildung 13:

$$M = \frac{F}{2} \times \left( \frac{b_1}{2} + b_3 + \frac{b_2}{4} \right)$$

Ncm

3. bei Lagerung nach Abbildung 14 (mit Abstandshalter):

$$l = \frac{b_1 + b_2}{2}$$

cm

$$M = \frac{F}{2} \times l$$

Ncm

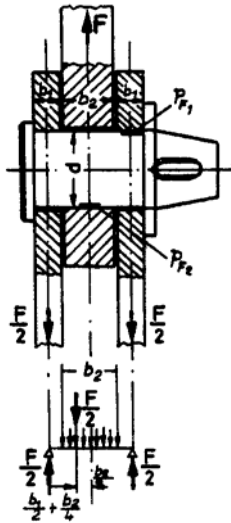


Abbildung 12

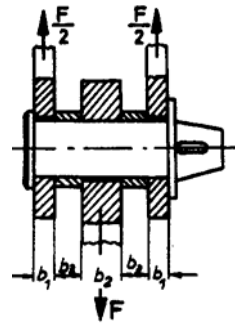
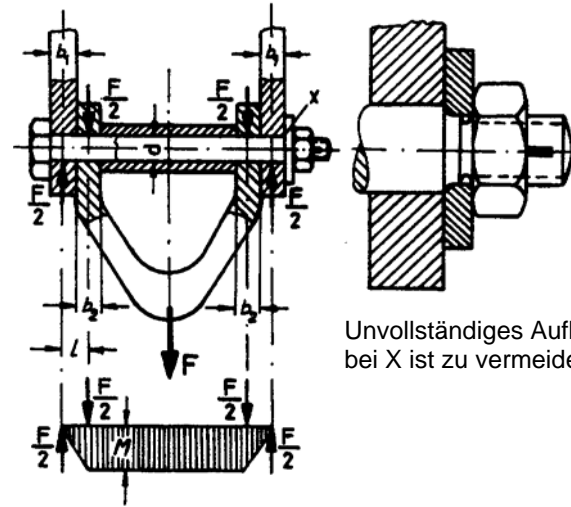


Abbildung 13

Abbildung 12 bis 14 enthalten verschiedene Bolzenverbindungen mit Darstellung der angreifenden Kräfte und Kraftverteilungen.

Einzelheit bei X



Unvollständiges Auflager bei X ist zu vermeiden

Abbildung 14

b) Widerstandsmoment:

$$W = \frac{\pi \times d^3}{32} = 0,1 \times d^3 \quad \text{cm}^3$$

c) Sicherheit:

$$v \geq 10$$

d) Flächenpressung (Abbildung 12):

1. Außenlasche

$$p_{F1} = \frac{F}{2 \times b_1 \times d} \leq p_{F \text{ zul}} \quad (\text{nach 7.2.4}) \quad \text{N/cm}^2$$

2. Innenlasche

$$p_{F2} = \frac{F}{b_2 \times d} \leq p_{F \text{ zul}} \quad (\text{nach 7.2.4}) \quad \text{N/cm}^2$$

## 7.6.7.2. Laschen (Abbildung 15)

Es sind zu berechnen:

- a) Querschnitt  $q_1$  und  $q_2$  nach Nr. 7.6.2.3, Buchstaben a) und b):

Bei Laschen mit mehreren Bohrungen, Verstecklaschen) muss der Mittenabstand  $g$  zwischen den Bohrungen

$$g \geq \frac{10 \times F}{b \times \sigma_B} + d \quad \text{cm}$$

betragen.

- b) Flächenpressung:

Berechnung nach Nr. 7.6.7.1, Buchstabe d). Bei Bohrungen mit Verschleißbuchsen ist auch eine Berechnung der Lochleibung nach Nr. 7.6.2.3, Buchstabe d) erforderlich.

Bei den Berechnungen nach a) und b) tritt an die Stelle von  $F_1$  die Kraft  $F$

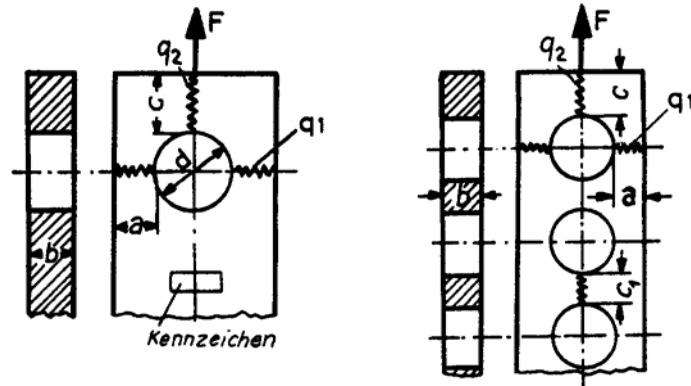


Abbildung 15. Lage der Bohrungen in Laschen.

## 7.6.7.3. Kreuzgelenkstücke (Abbildung 16)

- a) Querschnitte  $q_1$  und  $q_2$  sowie Flächenpressung und Lochleibung sind nach Nr. 7.6.2.3, Buchstaben a), b) und d) zu berechnen.

Die Berechnung ist für jede Bolzenbohrung gesondert durchzuführen.

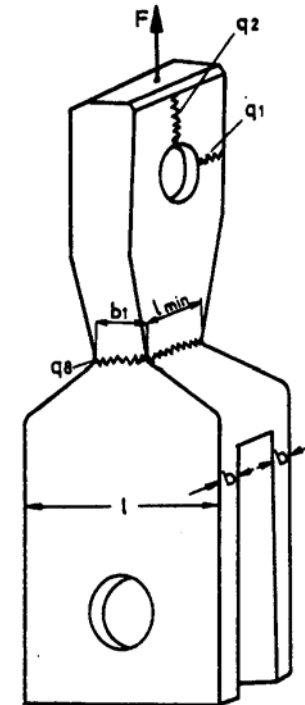
- b) Querschnitt  $q_8$  ist als jeweils kleinster Querschnitt zwischen den Bolzenbohrungen auf Zug zu berechnen:

$$\sigma_z = \frac{F}{b_1 \times l_{\min}} \quad \text{N/cm}^2$$

wobei  $l_{\min}$  als kleinster Wert zu berücksichtigen ist.

$$v \geq 10$$

Bei den Berechnungen tritt an die Stelle von  $F_1$  die Kraft  $F$ .



Beispiel eines Kreuzgelenkstücks  
Form LG (Lasche / Gabel)

Abbildung 16. Beispiel eines Kreuzgelenkstücks Form LG (Lasche/Gabel) mit Lage der zu berechnenden Querschnitte.

7.6.7.4. Winkelhebel (Abbildung 17)

(z. B. bei Mehrseilanlagen, Versteckvorrichtungen, Bühnenaufhängungen)

Querschnitte  $q_1$ ,  $q_2$ ,  $q'_1$  und  $q'_2$  sowie Flächenpressung und Lochleibung sind nach Nr. 7.6.2.3 Buchstaben a), b), c) und d) zu berechnen.

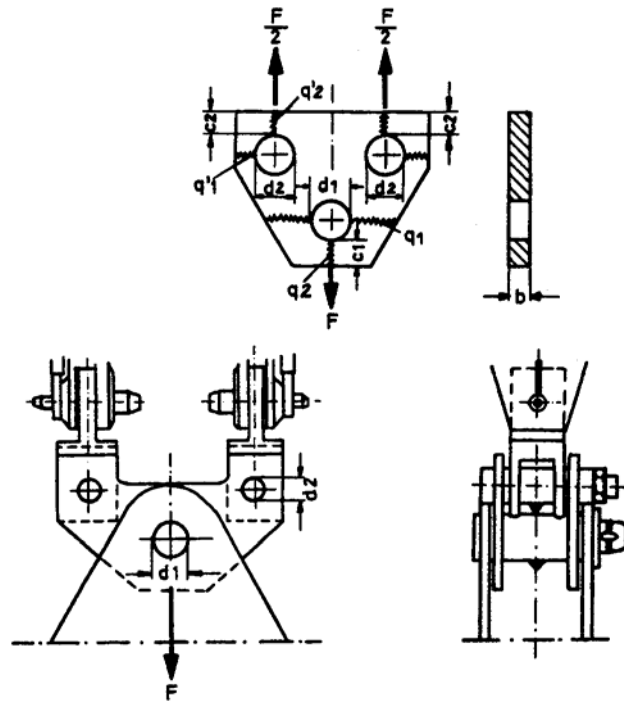


Abbildung 17. Winkelhebel in drei Ansichten.

7.6.7.5. Traversen (Abbildung 18)

(z. B. bei Versteckvorrichtungen)

a) Querschnitt  $q_9$  auf Biegung:

$$M_1 = \frac{F}{2} \times \frac{b_1}{2} \quad \text{Ncm}$$

$$W_1 = \frac{\pi \times d^3}{32} = 0,1 \times d^3 \quad \text{cm}^3$$

b) Querschnitt  $q_{10}$  auf Biegung:

$$M_2 = \frac{F \times (b_1 + b_2)}{4} \quad \text{Ncm}$$

$$W_2 = \frac{(b_3 + h^2)}{6} \quad \text{cm}^3$$

c) Sicherheit:

$$v \geq 10$$

d) Flächenpressung:

$$\text{Innenlasche: } p_{F1} = \frac{F}{b_2 \times b_3} \leq p_{F \text{ zul}} \quad \text{N/cm}^2$$

$$\text{Außenlasche: } p_{F2} = \frac{F}{2 \times b_1 \times d} \leq p_{F \text{ zul}} \quad \text{N/cm}^2$$

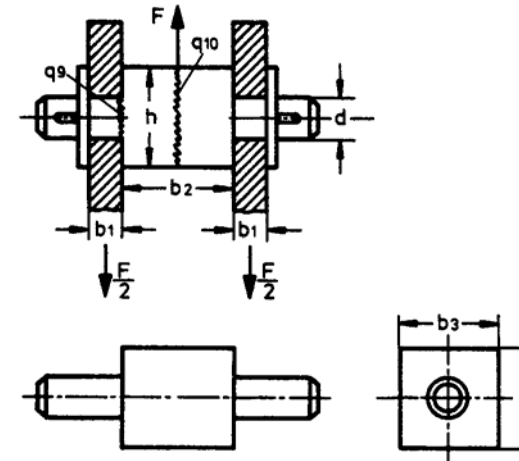


Abbildung 18. Traverse.

7.6.7.6. Schäkel (Abbildung 19)

a) Querschnitt  $q_1$  und  $q_2$  sowie Flächenpressung und Lochleibung sind nach Nr. 7.6.2.3, Buchstaben a), b) und d) zu berechnen.

b) Querschnitt  $q_{11}$  auf Zug:

$$\sigma_z = \frac{F}{2 \times b_1 \times b_2} \quad \text{N/cm}^2$$

$$v \geq 10$$

c) Querschnitt  $q_{12}$  auf Biegung:

$$M_b = \frac{F \times l}{8} \quad \text{Ncm}$$

$$W = 0,1 \times d^3 = 0,1 \times (2 \times r_1)^3 \quad \text{cm}^3$$

(für kreisförmigen Querschnitt)

$$W = \pi \times \frac{r_2 \times r_3^2}{4} \quad \text{cm}^3$$

(für elliptischen Querschnitt)

$$v \geq 10$$

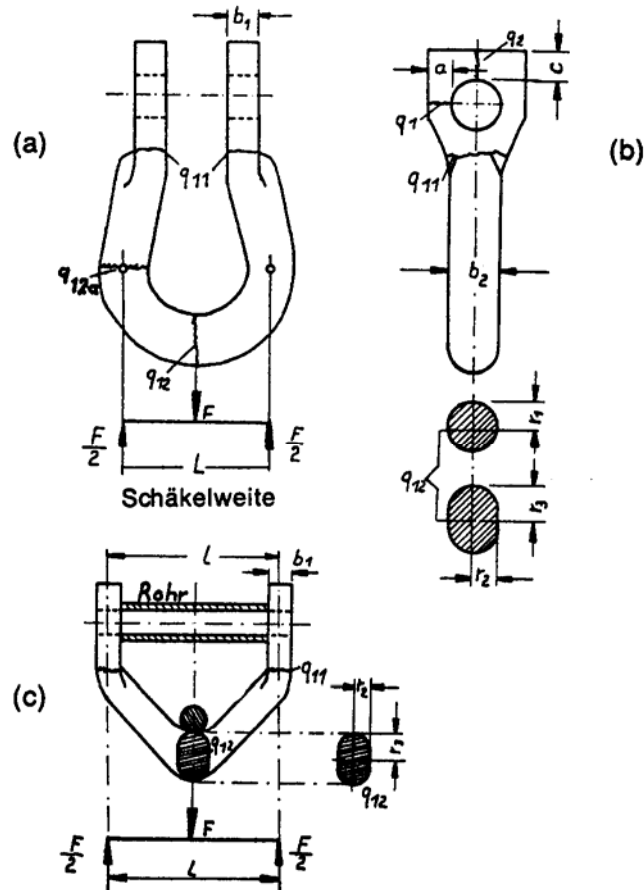


Abbildung 19. Schäkeln in drei Ansichten.

Bei Schäkeln nach Abbildung 19 (a) ist die Schäkelnweite so gering zu halten, wie es die Anschlussglieder zulassen.

Falls sich der Schäkelnquerschnitt zwischen den Stellen  $q_{12}$ , und kurz vor  $q_{11}$  ändert, muss zusätzlich der Querschnitt  $q_{12a}$  im Bereich der größten Schäkelnweite auf Zug und Biegung berechnet werden.

Bei Schäkeln nach Abbildung 19 (c) muss ein Zusammenbiegen verhindert werden, z. B. durch Stehbolzen oder Rohr.

Bei Schäkeln sind Ringe als Anschlussglieder unzulässig.

7.6.7.7. Aufhängebügel (Abbildungen 20a und 20b)

a) Querschnitt  $q_1$  und  $q_2$  sowie Flächenpressung und Lochleibung sind nach Nr. 7.6.2.3, Buchstaben a), b) und d) zu berechnen.

b) Querschnitt  $q_{13}$  auf Biegung:

Die Länge  $l$  wird ermittelt, indem vom Krümmungsmittelpunkt Lote auf die Schenkel des Bügels gefällt werden.

$$M_b = \frac{F \times l}{4} \quad \text{Ncm}$$

$$W = 0,1 \times d^3 \quad \text{cm}^3$$

$$v \geq 10$$

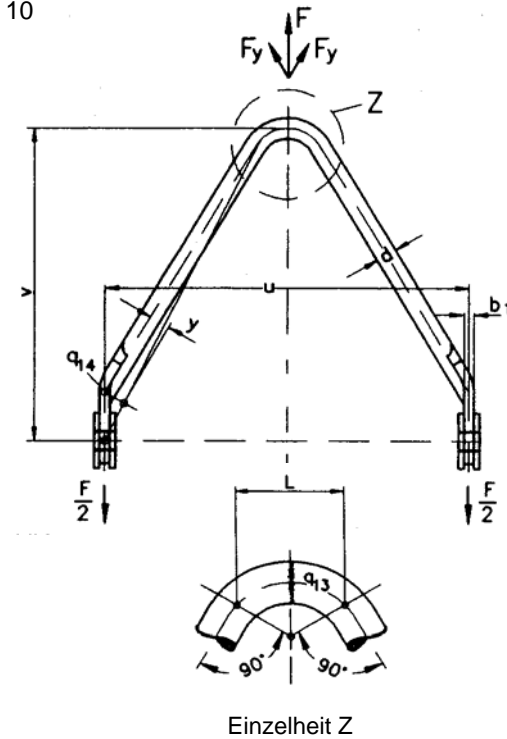


Abbildung 20a. Aufhängebügel (Darstellung ohne Verschleißbuchsen).



c) Querschnitt  $q_{14}$  auf Biegung und Zug:

Schwerpunktermittlung:

$$Y_0 = \frac{A_1 \times y_1 + A_2 \times y_2 + A_3 \times y_3}{A_1 + A_2 + A_3} \quad \text{cm}$$

Trägheitsmoment J:

$$J = J_1 + A_1 \times l_1^2 + J_2 + A_2 \times l_2^2 + J_3 + A_3 \times l_3^2 \quad \text{cm}^4$$

$$e = c_2 + h + r - y_0 \quad \text{cm}$$

Biegung:

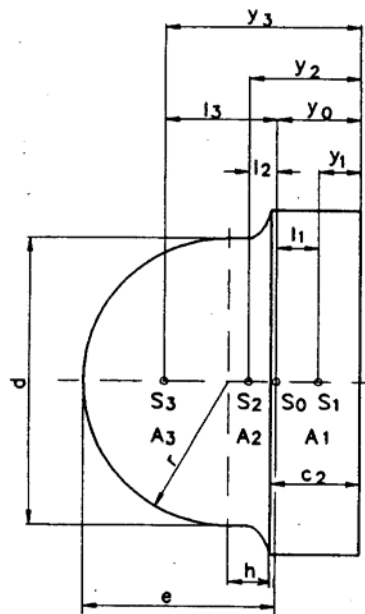
$$M_b = F_y \times y \quad \text{Ncm}$$

$$\sigma_b = \frac{M}{W} \quad \text{N/cm}^2$$

Zug:

$$\sigma_z = \frac{F_y}{A_1 + A_2 + A_3} \quad \text{N/cm}^2$$

$$v = \frac{\sigma_B}{\sigma_b + \sigma_z} \geq$$



Fläche  $A_2$  kann fehlen, dann sind  $Y_0$  und  $J$  nur aus  $A_1 + A_3$  zu ermitteln; in der Gleichung für  $e$  ist dann die Größe  $h$  wegzulassen.

Abbildung 20b. Berechnungselement für Aufhängebügel im Querschnitt  $q_{14}$  (Abb. 20a).

7.6.7.8. Ketten (Abbildung 21)

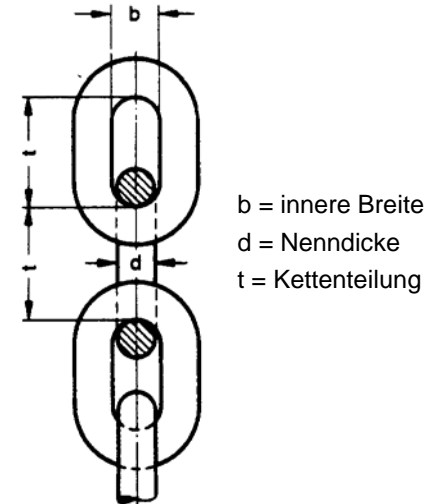
Ketten für Zwischengeschnüre, Unterseilaufhängungen, Förderkübel- und Bühnenaufhängungen müssen aus Werkstoffen nach Nr 7.1.8 Tabelle 1 bestehen. Die Ketten müssen kurzgliedrig sein; dies ist bei Ketten ohne Steg der Fall, wenn

$$b \leq 1,5 \times d,$$

$$t \leq 3,0 \times d$$

ist.

Die Endglieder erhalten zum Anschluss an Schäkkel besondere Abmessungen.



$b$  = innere Breite  
 $d$  = Nenndicke  
 $t$  = Kettenteilung

Abbildung 21. Kette.

7.6.7.9. Aufhängung an Seilen oder Ketten

a) Zweistrangaufhängung (Abbildung 22):

$$F_2 = \frac{F}{2 \times \cos \alpha} \quad \text{N}$$

b) Vierstrangaufhängung (Abbildung 23):

$$F_2 = \frac{F}{2 \times \cos \alpha} \quad \text{(als Rechengröße)} \quad \text{N}$$

$$F_2 = \frac{F'}{2 \times \cos \beta} \quad \text{N}$$

Bei der Bemessung der Seile oder Ketten nach a) und b) ist für jeden Strang das 1,2fache der errechneten Kraft zugrunde zu legen.

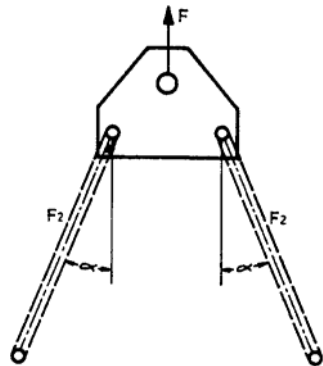


Abbildung 22

Aufhängung an 2 Seilen oder Ketten

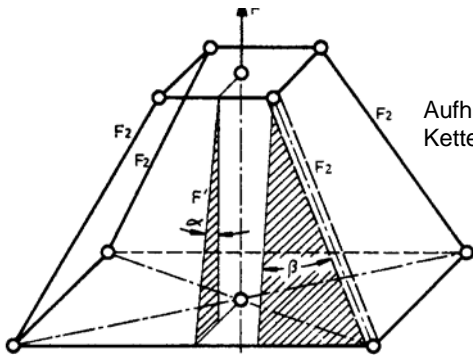


Abbildung 23

Aufhängung an 4 Seilen oder Ketten

Abbildung 22 und 23. Aufhängung an 2 oder 4 Seilen (oder Ketten).

7.6.7.10. Königstangen (Abbildung 24)

a) Querschnitt  $q_1$  und  $q_2$  sowie Flächenpressung und Lochleibung sind nach Nr. 7.6.2.3, Buchstaben a), b) und d) zu berechnen.

b) Querschnitt  $q_{15}$  auf Zug:

$$\sigma_z = \frac{F}{b_1 \times l_1} \quad \text{N/cm}^2$$

$$v \geq 15$$

c) Die Höhe des Tragbundes soll

$$h \geq c \geq 1,3 \times a_{\text{erf}} \quad \text{cm}$$

und muss mindestens

$$h = b_1 \text{ betragen.}$$

Der Abstand zwischen Oberkante Fördermittel und Mitte Bolzenbohrung darf nicht größer sein als das 4fache des Durchmessers der Bolzenbohrung.

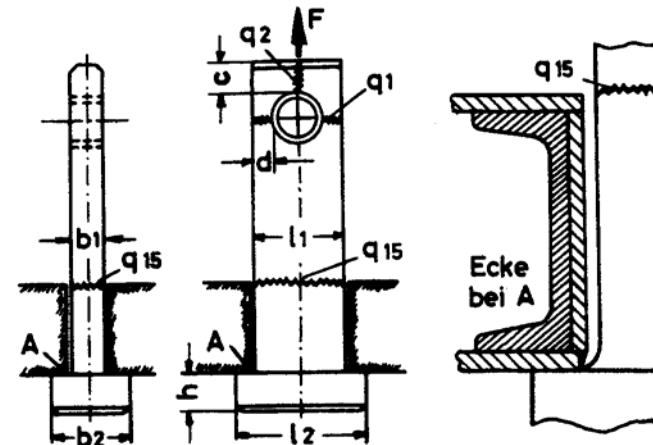


Abbildung 24. Königstange mit Abmessungen und Angabe der zu berechnenden Querschnitte.

d) Flächenpressung zwischen Tragbund und Fördermittel:

$$p_F = \frac{F}{b_2 \times l_2 - b_1 \times l_1} \leq p_{F \text{ zul}} \quad \text{N/cm}^2$$

Sofern der Königstangenschaft Spiel im Fördermittel hat, sind für  $l_1$  und  $b_1$  die Maße der Öffnungen im Fördermittel einzusetzen.

Die Oberkante der Öffnung im Fördermittel ist unabhängig von einer Ausfütterung abzurunden.

## 8. Befahrungsanlagen, Hilfsfahranlagen, Notfahranlagen

(Für automatische Steuerungen in diesen Anlagen gelten die Anforderungen des Abschnitts 5; für die Seile dieser Anlagen gilt Abschnitt 6. Die anderen Abschnitte der TAS gelten für diese Anlagen nur, soweit ausdrücklich darauf verwiesen wird).

### 8.1. Allgemeines

#### 8.1.1. Befahrungsanlagen

sind Anlagen, die in Schächten ohne Seilfahrt- oder Güterförderanlage sowie in schachtähnlichen Grubenbauten von den mit der Überwachung, Instandhaltung und Vermessung beauftragten Personen sowie zur Bergung von Personen in Notfällen benutzt werden (vergleiche § 2 Abs. 3 der VO).

#### 8.1.2. Hilfsfahranlagen

sind Anlagen, die in Schächten mit Seilfahrt- oder Güterförderanlage anstelle eines Fahrtrums vorhanden und geeignet sind, in Notfällen Personen aus dem Schacht zu bergen (vergleiche § 2 Abs. 15 der VO).

#### 8.1.3. Notfahranlagen

sind Anlagen, die in Abteufbetrieben anstelle eines Fahrtrums eingebaut und geeignet sind, sämtliche auf der Teufsohle oder Bühne befindlichen Personen in Notfällen mit einem Treiben aus dem Schacht zu bergen (vergleiche § 2 Abs. 15 der VO).

8.1.4. Hilfsfahranlagen und Notfahranlagen sind als Trommel- oder Bobenanlagen zu errichten und so bereit zu halten, dass sie durch Anlagen und Einrichtungen im Schacht nicht beschädigt oder in ihrer Funktion beeinträchtigt werden können. Alle beweglichen Teile von Hilfsfahranlagen sollen daher oberhalb des obersten Anschlags der zugehörigen Seilfahrt- oder Güterförderanlage bereitgehalten werden. (Für Notfahranlagen gilt § 17 Abs. 5 der VO.)

8.1.5. Hilfsfahranlagen sind so auszulegen, dass die zulässige Höchstzahl der auf den Fördermitteln der Seilfahrt- oder Förderanlage fahrenden Personen innerhalb von längstens 6 Stunden zu Tage oder zu Anschlägen gebracht werden kann, von denen aus eine weitere Fahrmöglichkeit zu Tage besteht. Etwaige Rüstzeiten bis zur Inbetriebnahme der Anlage sind dabei einzuschließen.

8.1.6. Das Umsteigen der Fahrenden von den Fördermitteln der Seilfahrtanlage auf das Fördermittel der Hilfsfahranlage muss im gesamten Bereich der Hilfsfahranlage möglich sein. Dazu müssen gegebene

nenfalls an dem Fördermittel der Hilfsfahranlage oder an den Fördermitteln der Seilfahrtanlage Klappbühnen vorhanden sein oder ein besonderer Laufsteg mitgeführt werden.

### 8.2. Einrichtungen am und im Schacht

8.2.1. Gerüste und Maschinenfundamente für Befahrungsanlagen in Tagesschächten müssen nach DIN 4118 entworfen, berechnet und ausgeführt werden. Die „Anpassungsrichtlinie Stahlbau“ ist hierbei zu berücksichtigen.

8.2.2. Seil- und Ablenkscheibenträger in vorhandenen Fördergerüsten für Befahrungsanlagen, Hilfsfahranlagen oder Notfahranlagen müssen den Anforderungen nach DIN 4118 genügen. Die „Anpassungsrichtlinie Stahlbau“ ist hierbei zu berücksichtigen.

8.2.3. In Blindschächten müssen Träger zur Verlagerung von Seil- und Ablenkscheiben für Befahrungsanlagen, Hilfsfahranlagen oder Notfahranlagen aus Stahl bestehen. Diese Träger und Unterzüge müssen bei statischer Belastung unter Berücksichtigung der Betriebskraft und der Eigengewichtskraft bemessen werden. Für das Nachweisverfahren sind die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_f = 2,2$  und  $\gamma_m = 2,0$  einzusetzen.

Die Stahlqualität muss mindestens St 37-2 nach DIN 17100 (S 235 JRG2 nach DIN EN 10025, Teil 1) sein.

Sätze 1 und 2 gelten für die Verlagerungseinrichtungen der Antriebsmaschine entsprechend.

8.2.4. Für ortsbewegliche Anlagen sind die Aufstellungsorte an den Schächten festzulegen und so herzurichten, dass die Anlagen in kürzester Zeit betriebsbereit gemacht werden können.

Seil- und Ablenkscheiben in Gerüsten sind möglichst stationär einzubauen; dabei gilt Nr. 8.2.2.

8.2.5. Zugänge zu den Fördermitteln müssen so eingerichtet sein, dass die Fördermittel gefahrlos betreten und verlassen werden können.

8.2.6. Führungseinrichtungen

8.2.6.1. Fördermittel von Befahrungs- und Hilfsfahranlagen müssen an Spurlatten oder Seilen geführt werden.

Dies gilt nicht für Fördermittel von Befahrungsanlagen und ortsveränderlichen Hilfsfahranlagen mit Fahrgeschwindigkeiten bis 1 m/s, wenn Vorkehrungen getroffen sind, die ein Aufsetzen oder Untergreifen der Fördermittel an Schachteinbauten oder am Schachtausbau verhindern.

Fördermittel von Notfahranlagen brauchen nicht geführt zu werden.

8.2.6.2. Für Spurlattenführungen gelten die Nrn. 2.4.1, 2.4.2.1, 2.4.2.2, 2.4.2.3; für Seilführungen gelten die Nrn. 2.4.7.1 bis 2.4.7.7.

- 8.2.6.3. Trommel- und Bobinenanlagen müssen mit einer geeigneten Hängeseilüberwachungseinrichtung ausgerüstet sein. Das Ansprechen der Überwachung ist am Bedienungsstand anzuzeigen; für automatische Anlagen gelten die Nrn. 5.5.3 und 5.5.6.
- 8.2.7. Freie Höhe, freie Taufe  
Bei Befahrungsanlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 1 m/s gilt für die freie Höhe und die freie Teufe Nr. 2.3.4.
- 8.3. Antriebe (einschließlich Bremsen)
- 8.3.1. Befahrungsanlagen, Hilfsfahranlagen und Notfahranlagen müssen mit Maschinenkraft betrieben werden.
- 8.3.2. Der Antrieb von Hilfsfah- und Notfahranlagen muss derart mit Energie versorgt werden, dass er auch dann betriebsbereit ist, wenn die Energieversorgung der Fördermaschinen oder -häspel ausfällt;  
z. B. kann eine andere Energieart gewählt werden, oder die Stromzufuhr muss über eine andere Verteilung als die für die Förder- und Seilfahranlagen führen.
- 8.3.3. Antriebe müssen zwei unabhängig voneinander wirkende Bremsen einrichtungen haben. Bandbremsen sind unzulässig. Die Bauart der Bremsapparate muss nach § 5 Abs. 1 der VO genehmigt sein. Im Übrigen gilt Nr. 3.9.1.3.2. Abweichend von Satz 1 darf das Gestänge der beiden Bremsen so weit vereinigt sein, dass bei Störungen in der Steuerung der Fahrbremse die Sicherheitsbremse nicht unwirksam wird.  
Bei Bremsen einrichtungen mit einem Bremsapparat ist eine Zugstange zulässig, wenn diese, abweichend von Nr. 8.3.4 Satz 4, eine mindest 6fache Sicherheit - bezogen auf die Streckgrenze - aufweist.  
Die Fahrbremse muss sich beim Loslassen des Hand- oder Fußhebels selbsttätig schließen.  
Die Sicherheitsbremse muss auf den Seilträger oder eine auf gleicher Welle angeordnete Bremsscheibe einwirken. Sie muss entweder unmittelbar ausgelöst werden können oder bei mittelbarer Auslösung über Ventile müssen diese gemäß Nr. 3.9.5.9. ausgeführt sein. Ist ein Sicherheitsstromkreis vorhanden, so muss dieser gemäß Nr. 3.8. ausgelegt sein und bei Unterbrechung die auf den Seilträger oder dessen Welle wirkende Bremse auslösen. Ihre Bremskraft muss unabhängig von Antriebsenergien erzeugt werden, z. B. Dampf, elektrischer Strom, Druckluft, bei deren Ausbleiben die Bremse unwirksam werden kann.
- 8.3.4. Jede Bremse muss die statische Belastung durch das größte zulässige Übergewicht - oder gegebenenfalls das größte betrieblich auftretende Lastmoment - mit mindestens 2facher Sicherheit halten

können. Die Bremsicherheit ist mit einer Reibungszahl zwischen Bremsbelag und Bremsfläche von 0,4 rechnerisch nachzuweisen.

Das zulässige Übergewicht oder größte Lastmoment ergibt sich aus der Bremsberechnung; das Nennlastmoment der Antriebsmaschine darf nicht überschritten werden.

Das Bremsgestänge muss - bezogen auf die Streckgrenze - eine wenigstens 3fache Sicherheit gegenüber der in den einzelnen Teilen jeweils auftretenden größten statischen Belastung aufweisen. Wenn sich die Bremskräfte von Fahr- und Sicherheitsbremse addieren können, finden die Nrn. 3.9.4.1 Abs. 2 und 3.9.4.4 entsprechende Anwendung.

- 8.3.5. Für Gewinde am Bremsgestänge gilt Nr. 3.9.3.2. Für Schweißungen an Bremsen einrichtungen gilt Nr. 3.9.3.6.
- 8.3.6. Antriebe müssen mit einem Teufenzeiger ausgerüstet sein. Dieser darf nicht über Schnurlauf oder Reibungskupplung betrieben werden.
- 8.3.7. Antriebe mit Fahrgeschwindigkeiten über 1 m/s müssen mit einem Geschwindigkeitsmesser versehen sein.
- 8.3.8. Bei Anlagen mit Druckluft- oder Hydraulikantrieb muss das Fahrventil selbstschließend sein.
- 8.3.9. Vorgelege dürfen nicht ausrückbar sein. Das gilt nicht für Antriebe mit Wendegetriebe, das nur ausrückbar sein darf, wenn die auf den Seilträger wirkende Bremse (vergleiche Nr. 8.3.3) aufliegt.
- 8.3.10. Der Durchmesser des Seilträgers muss mindestens das 20fache des Seildurchmessers, bei Antrieben von Befahrungsanlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 1 m/s jedoch mindestens das 40fache des Seildurchmessers betragen.
- 8.3.11. Seitliche Begrenzungen von Seilträgern müssen aus Stahlguss oder Stahl bestehen. Bordscheiben von Trommeln müssen so hoch sein, dass sie bei vollständig aufgewickelm Seil die oberste Lage noch um mindestens 1,5 Seildurchmesser überragen.
- 8.3.12. Die Fahrgeschwindigkeit darf für Befahrungs- und Hilfsfahranlagen 4 m/s, für Notfahranlagen 1 m/s nicht überschreiten können. Für Befahrungs- und Hilfsfahranlagen gelten die Nrn. 3.7.1 und 3.7.2 entsprechend.  
Notfahranlagen müssen mit wenigstens 0,5 m/s Fahrgeschwindigkeit betrieben werden können.
- 8.3.13. Antriebe von Befahrungsanlagen und Hilfsfahranlagen müssen so ausgelegt sein, dass auch über längere Fahrstrecken mit geringer Geschwindigkeit ( $\leq 0,5$  m/s) gefahren werden kann.
- 8.3.14. Abwärts muss auch unter Last ohne Benutzung einer Bremse mit nahezu gleichbleibender Drehzahl gefahren werden können.

- 8.4. Fördermittel und Zwischengeschirre
- 8.4.1. Als Fördermittel können eingebaut werden
- bei Befahrungsanlagen:  
Fördergestelle oder verfahrbare Bühnen,
  - bei Hilfsfahranlagen:  
geeignete Hilfsfahrgestelle,
  - bei Notfahranlagen:  
geeignete Notfahrgestelle.
- Förderkübel sind in Befahrungsanlagen nur zum Erreichen einer verfahrbaren Arbeitsbühne zulässig.
- 8.4.2. Werden Bühnen als Fördermittel eingesetzt, so findet Nr. 9.1.1 entsprechende Anwendung.
- 8.4.3. Auf Fördermitteln müssen Vorrichtungen angebracht sein, an denen sich die Fahrenden festhalten können. Außerdem müssen Absturzsicherungen, z. B. Türen, Geländer nach DIN 21377, vorhanden sein; Ketten sind dafür nicht zulässig.
- 8.4.4. Bei Ermittlung der zulässigen Personenzahl ist eine Standfläche von mindestens 0,25 m<sup>2</sup>, bei Notfahrgestellen von mindestens 0,20 m<sup>2</sup>, und ein Gewicht von 100 kg je Person zugrunde zu legen.
- Im übrigen gilt Nr. 7 in Verbindung mit Nr. 8.2.6.1. Abweichend von Nr. 7.2.1.3 darf die Dicke der Haupttragglieder von Fördermitteln 6 mm nicht unterschreiten.
- 8.4.5. Notfahrgestelle müssen oben und unten verjüngend zusammgezogen sein.
- 8.4.6. Für Zwischengeschirre gilt Nr. 7.
- Die Verbindung zwischen dem Seil und dem Fördermittel darf sich bei einem eventuellen Aufsetzen oder Untergreifen des Fördermittels nicht von selbst lösen können.
- 8.4.7. Bei Notfahranlagen und anderen nicht geführten Fördermitteln muss im Zwischengeschirre ein Seilwirbel eingebaut sein.
- 8.5. Seile
- 8.5.1. Förderseile von Befahrungsanlagen, Hilfsfahranlagen und Notfahranlagen müssen eine mindestens 7,5fache Sicherheit gegenüber der größten statischen Belastung besitzen.
- Abweichend hiervon genügt für gelegentliche Schwertransporte mit Befahrungsanlagen eine 6fache Sicherheit.
- 8.5.2. An Trommel- und Bobinenanlagen muss die Seillänge so bemessen sein, dass bei der größten vorgesehenen Teufe und unter Berücksichtigung des vorgeschriebenen Seilabhauens noch mindestens zwei Seilwindlungen auf dem Seilträger verbleiben.

8.5.3. Für Unterseile gilt Nr. 6.8.3.

8.6. Schachtüberwachungs- und -signalanlagen

8.6.1. Befahrungsanlagen und Hilfsfahranlagen müssen mit zwei voneinander unabhängigen Signalvorrichtung ausgerüstet sein, die im Fahrbereich der Anlage in jeder Teufe vom Fördermittel aus betätigt werden können, z. B. FTS-Anlage, Schachthammersignaleinrichtung. Die damit gegebenen Signale müssen unmittelbar zum Stand des Maschinenführers gelangen. Diese Signalvorrichtungen müssen mindestens den Nrn. 4.2.1, 4.2.3, 4.2.9 sowie 4.3.1 bis 4.3.4. entsprechen; für Schachthammersignaleinrichtungen gilt ferner Nr. 4.7., für FTS-Anlagen die Nr. 4.8.

Es wird empfohlen, mindestens eine der beiden Signalvorrichtungen mit einer Sprechverständigung auszustatten, z. B. eine FTS-Anlage zu verwenden.

Für Notfahranlagen muss eine Schachthammersignaleinrichtung vorhanden sein, deren Zugseil über den gesamten Fahrweg vom Notfahrgestell aus leicht erreichbar sein muss. Auf diese Einrichtung kann nur verzichtet werden, wenn vom Notfahrgestell das Zugseil der Schachthammersignaleinrichtung der Abteufanlage in dem gesamten Fahrweg einwandfrei erreichbar ist.

Wird bei einer Befahrungs-, Hilfsfahr- oder Notfahranlage eine Schachthammersignaleinrichtung mit einem Funkübertragungssystem eingesetzt, so sind die Nrn. 4.7.3.7. und 4.7.3.8. zu beachten.

## 9. Bühnen und Greiferanlagen

(Für die Seile dieser Anlagen gilt Abschnitt 6. Die anderen Abschnitte der TAS gelten für diese Anlagen nur, soweit ausdrücklich darauf verwiesen wird).

### 9.1. Verfahrbare Arbeitsbühnen

Bei verfahrbaren Arbeitsbühnen in Schächten oder schachtähnlichen Grubenbauen sind zu unterscheiden:

- einbödige oder mehrbödige Bühnen,
- Bühnen mit Einpunkt- oder Mehrpunktaufhängung;

je nach dem Betriebszweck können sie den Schachtquerschnitt ganz oder teilweise überdecken.

#### 9.1.1. Bühnen

##### 9.1.1.1. Haupttragglieder von Bühnen müssen aus Stahl nach Nr. 7.1.8 bestehen.

Haupttragglieder sind:

- Aufhängebleche und Anschlussbleche,
- Quer- und Längsträger jedes Bühnenbodens sowie Aufhänge-  
stiele
- Hängestreben zwischen den Böden,
- Riegel und ihre Halterungen, einschließlich zugehöriger Verbindungssteile (Schrauben, Niete).

##### 9.1.1.2. Bauteile von Bühnen - außer Bohlen - müssen mindestens mit den Teilsicherheitsbeiwerten $\gamma_f = 2,2$ und $\gamma_m = 2,0$ gegenüber der statischen Belastung beim Verfahren und im Ruhezustand bemessen werden. Bei Bühnen, bei denen die Dauerhaftigkeit (siehe DIN 18800, Teil 1, Abschnitt 7.7, Elemente (768) ff.) gewährleistet werden kann, darf der Teilsicherheitsbeiwert für die Widerstandsgröße auf $\gamma_m = 1,4$ reduziert werden.

Die Bühnenstiele müssen mindestens mit den Teilsicherheitsbeiwerten  $\gamma_f = 2,2$  und  $\gamma_m = 2,0$  gegenüber der statischen Belastung beim Verfahren und im Ruhezustand bemessen werden.

Bei dem Nachweisen sind Spannungsüberlagerungen zu berücksichtigen.

Aufhänge- und Anschlussbleche müssen mit den Teilsicherheitsbeiwerten  $\gamma_f = 4,5$  und  $\gamma_m = 1,5$  gegenüber der statischen Belastung beim Verfahren und im Ruhezustand bemessen werden.

Die statische Belastung der einzelnen Bauteile ergibt sich aus deren anteiligem Eigengewicht und der jeweils zulässigen Last.

Tragende Bauteile von ständig im Schacht befindlichen verfahrbaren Arbeitsbühnen müssen mindestens 8 mm dick sein.

##### 9.1.1.3. Soweit Bauteile einer Bühne miteinander verschweißt werden, ist Nr. 7.1.10 zu beachten.

Die Rissfreiheit der Schweißnähte an tragenden Teilen ist nachzuweisen.

##### 9.1.1.4. Hauptträger (Längsträger) von Bühnen sollen durchlaufend sein; falls das nicht möglich ist, sind die Einzelteile biegesteif miteinander zu verbinden.

##### 9.1.1.5. Bühnenabdeckungen müssen gegen zufälliges Verschieben gesichert sein. Im Übrigen gilt:

1. Abdeckbleche müssen trittfest und mindestens 5 mm dick sein,
2. Gitterroste müssen verzinkt oder mit gleichwertigem Korrosionsschutz versehen sein,
3. Bohlenbelag muss DIN 21327 entsprechen und gegen Fäulnis geschützt sein,
4. Bohlen müssen mindestens 50 mm dick und bei Stützwelten über 1,20 m in zwei Lagen übereinander verlegt sein,
5. bei Holz ist eine Biegespannung von höchstens 8 N/mm<sup>2</sup> zulässig,
6. Bohlen müssen für die vorgesehene Einzellast, mindestens jedoch für eine Last von 2 kN bemessen sein.
7. Abdeckbleche und Gitterroste müssen ebenfalls für eine Einzellast von 2 kN und für eine Flächenlast von 2 kN/m<sup>2</sup> bemessen werden.

##### 9.1.1.6. Bühnen müssen gegen Kippen und Schiefelage sicher sein. Bühnen beim Abteufen müssen in Arbeitsstellung durch Riegel festgelegt werden können; dies gilt auch für andere verfahrbare Arbeitsbühnen, die regelmäßig mehrere Tage lang an einer Stelle im Schacht verbleiben.

An Bühnen mit Einpunktaufhängung muss die Länge des Aufhängestiels (Vertikalträger) mindestens der größten Bühnenabmessung entsprechen.

##### 9.1.1.7. Bei Verwendung von Riegeln müssen mindestens 4 Riegel vorhanden sein.

Riegel müssen gegen unbeabsichtigtes Verschieben gesichert werden können.

Bei der Berechnung der Riegel und Halterungen nach Nr. 9.1.1.2 ist das 1,2fache der für jeden Riegel sich ergebenden Belastung zugrunde zu legen.

##### 9.1.1.8. An Durchgangsöffnungen für Fördermittel müssen Leitvorrichtungen vorhanden sein.

##### 9.1.1.9. Alle Öffnungen in Bühnen müssen durch Geländer nach DIN 21377 und Fußleisten, Abkleidungen oder dergleichen gesichert sein.

##### 9.1.1.10. An den Stellen, an denen Bühnen mehr als 15 cm Abstand von der Schachtwandung haben, müssen geeignete Einrichtungen gegen Absturz vorhanden sein, z. B. Geländer nach DIN 21377.

##### 9.1.1.11. Alle Böden einer Bühne müssen durch fest eingebaute Fahrten erreichbar sein. Dafür müssen entsprechende Durchstiege in den Böden vorhanden sein.

- 9.1.1.12. Bedienungsstände von Greiferanlagen an Bühnen sowie Einrichtungen an Bühnen, die regelmäßig überwacht und gewartet werden, müssen sicher zugänglich sein, z. B. über fest eingebaute Fahrten mit Rückenschutz.
- 9.1.1.13. Wenn Bühnen auf Schachteinbauten oder den Schachtausbau aufgelegt werden, darf durch diese zusätzliche Belastung die zulässige Beanspruchbarkeit der Einbauten oder des Ausbaus nicht überschritten werden (vergleiche Nrn. 2.4.4 und 2.4.5).
- 9.1.1.14. An einer geeigneten Stelle der Bühne muss die zulässige Belastung beim Verfahren und in der Ruhelage, z. B. nach Auflegen auf Riegeln, angegeben sein.  
Bei mehrbödigen Bühnen sind diese Angaben auf jedem Boden zu machen.
- 9.1.1.15 Bühnen, die für Schachtarbeiten und für Schachtbefahrungen benutzt werden, sind mit einem Schutzgeländer nach DIN 21377 und mit einem Schutzdach auszurüsten. Für die Ausführung und Bemessung gilt TAS Nr. 7.3.1.1, 2. Absatz.
- 9.1.2. Bühnen-Zwischengeschirre
- 9.1.2.1. Für die Verbindungsstelle zwischen Bühne und Bühnenseil (Bühnen-Zwischengeschirre) gelten die Anforderungen an Zwischengeschirre nach Nr. 7. Abweichend von Nr. 7.1.6 kann auf Verschleißbuchsen verzichtet werden.
- 9.1.2.2. Die Verbindung zwischen Bühne und Bühnenseil darf sich beim Aufsetzen der Bühne nicht von selbst lösen können.  
Klemmkauschen dürfen nicht eingesetzt werden.
- 9.1.2.3. Wenn Bühnen an Umlenkscheiben aufgehängt sind, gilt folgendes:
1. Umlenkscheiben mit zugehörigen Anschlussteilen sind als Zwischengeschirrteile zu berechnen (10fache Sicherheit nach Nr. 7.2.2.1),
  2. der Durchmesser von Umlenkscheiben muss mindestens das 15fache des Seildurchmessers betragen,
  3. das Bühnenseil darf nicht aus der Umlenkscheibe herauspringen können,
  4. das freie Seilende ist mit einer Kausche einzubinden; die Kausche ist an einem Träger zu befestigen; Kausche und Befestigungsteile gelten als Zwischengeschirrteile.
- 9.1.3. Seilscheiben für Bühnenanlagen  
Für Seilscheiben von Bühnenanlagen finden Nr. 1.4.3 und Nr. 9.1.2.3 Ziffern 2 und 3 entsprechende Anwendung.

#### 9.1.4. Träger für Seil- und Umlenkscheiben

Träger für Seil- und Umlenkscheiben sowie Träger zur Befestigung von Kauschen nach Nr. 9.1.2.3 Ziffer 4 müssen gegenüber der statischen Belastung bemessen werden. Beim Nachweisverfahren sind die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_f = 2,2$  und  $\gamma_m = 2,0$  zu berücksichtigen.

In diesem Fall ist die statische Belastung die Summe aus dem Eigengewicht des Bühnenseils bei größter Teufe, dem Gewicht des Bühnen-Zwischengeschirrs, dem Eigengewicht der Bühne (gegebenenfalls einschließlich Greiferanlage mit Nutzlast) und der zulässigen Belastung der Bühne.

#### 9.1.5. Bühnenseile als Führungsseile

9.1.5.1. Bühnenseile können auch als Führungsseile dienen. Die Anforderungen nach Nr. 2.4.7 sind dabei zu beachten.

9.1.5.2. Die Spannung der als Führungsseil benutzten Bühnenseile muss jederzeit festgestellt werden können. Wird die erforderliche Spannkraft nach den Nrn. 2.4.7.7.4 und 2.4.7.9.1 unterschritten, muss dies optisch und akustisch am Stand des Fördermaschinenführers oder Haspelführers angezeigt werden.

#### 9.1.6. Signalanlagen

Bühnenanlagen als Bestandteile von Abteufanlagen müssen mit Signalanlagen nach Nr. 4.1.4 ausgerüstet sein.

Andere Bühnenanlagen müssen mindestens mit einer Signalvorrichtung ausgerüstet sein, die im Fahrbereich der Bühne in jeder Teufe von der Bühne aus betätigt werden kann. Die damit gegebenen Signale müssen unmittelbar zum Stand des Maschinenführers gelangen. Diese Signalvorrichtungen müssen mindestens den Nrn. 4.2.1, 4.2.3, 4.2.7 sowie 4.3.1 bis 4.3.4 entsprechen; für Schachthammersignalanlagen gilt ferner Nr. 4.7.

Der Einsatz von Funksprechgeräten mit Signaltaste ist zulässig.

#### 9.2. Feste Arbeits- und Überwachungsbühnen

Es sind zu unterscheiden:

- Ortsfeste Bühnen, deren Einzelteile fest miteinander verbunden sind; dazu gehören auch schwenkbare Bühnen sowie Klapp- und Schiebebühnen;
- ortsveränderliche (fliegende) Bühnen, die aus einzelnen nicht dauerhaft miteinander verbundenen Teilen bestehen.

#### 9.2.1. Ausführung der Bühnen

9.2.1.1. Bei Stützweiten über 2,0 m müssen Träger eingebaut werden. Die Träger müssen durchlaufend sein und auf der ganzen Breite der Schachteinstriche, Unterzüge oder Ausbauteile aufliegen.



- 9.2.1.2. Träger und Unterzüge aus Holz sollen quadratischen Querschnitt haben. Träger und Unterzüge aus Stahl sollen Breitflanschträger sein. Träger und Unterzüge mit anderen Querschnitten oder Profilen sind kippstabil zu verlegen oder fest miteinander zu verbinden.
- 9.2.1.3. Träger und Bohlen dürfen mit ihren Enden nur so weit über die Auflager hinausreichen, dass sie bei Belastung des überragenden Teils nicht kippen können.
- 9.2.1.4. Bohlen müssen durchlaufend sein und auf der ganzen Breite ihrer Unterstützungen aufliegen.
- 9.2.1.5. Klappbühnen, Schiebebühnen und schwenkbare Bühnen müssen in Arbeitsstellung so auf ihren Unterstützungen aufliegen, dass sie nicht abgleiten oder kippen können; Drehgelenke (Scharniere, Bolzen) dürfen nicht zugleich als Auflager dienen.  
Schiebebühnen sind gegen unbeabsichtigte Lageveränderungen zu sichern.  
Die Bühnen müssen mit Fußleisten und im ausgefahrenen Zustand mit Geländern nach DIN 21377 versehen sein. Im eingezogenen Zustand sind die Bühnen so zu sichern, dass sie den Betrieb im Schacht nicht behindern können. Die Sicherungsvorrichtungen müssen doppelt vorhanden sein.
- 9.2.1.6. An anderen Bühnen sind bei Absturzgefahr geeignete Absturzsicherungen vorzusehen, z. B. Geländer nach DIN 21377, Sicherheitsgurte.
- 9.2.1.7. Bauteile ortsveränderlicher Bühnen, die nicht ständig miteinander verbunden sind, müssen dauerhaft gekennzeichnet sein und nach Plan eingebaut werden. Der Plan muss auch Angaben über die zulässige Belastung enthalten.
- 9.2.2. Werkstoffe, Berechnung
- 9.2.2.1. Bauteile der Bühnen - außer Bohlen - müssen mit den Teilsicherheitsbeiwerten  $\gamma_f = 2,2$  und  $\gamma_m = 2,0$  gegenüber der statischen Belastung bemessen werden.  
Bei Bühnen, bei denen die Dauerhaftigkeit gewährleistet werden kann, darf der Teilsicherheitsbeiwert für die Widerstandsgröße auf  $\gamma_m = 1,4$  reduziert werden.  
Die statische Belastung der einzelnen Bauteile ergibt sich aus deren anteiligem Eigengewicht und den jeweils zulässigen Lasten. Bei der Berechnung ist das 1,2fache der statischen Belastung anzunehmen.  
Das Eigengewicht kann als gleichmäßig verteilte Last angenommen werden, die jeweils zulässigen Lasten können als Einzellasten an den jeweiligen Angriffspunkten wirkend angesetzt werden. Lasten mit wechselnden Angriffspunkten müssen als in der Mitte zwischen zwei Auflagen wirkende Einzellast angesetzt werden.

Für Träger und Unterzüge ist eine Mindestbelastung von 5 kN, bei Überwachungs Bühnen von 2 kN anzunehmen. Tragende Bauteile von ständig im Schacht verbleibenden ortsfesten Bühnen müssen mindestens 8 mm dick sein.

- 9.2.2.2. Die Bauteile von Bühnen sind, soweit erforderlich, mit einem Schutz gegen Korrosion zu versehen. Leichtmetall-Legierungen müssen korrosionsbeständig sein.
- 9.2.2.3. Für das Auflegen von Bühnen auf Schachteinbauten oder den Schachtausbau gilt Nr. 9.1.1.13.
- 9.2.2.4. Für Bühnenabdeckungen gilt Nr. 9.1.1.5.
- 9.2.2.5. Für Bauteile aus Holz ist eine Biegespannung von 8 N/mm<sup>2</sup> zulässig.

### 9.3. Schutzbühnen

Bei Schutzbühnen sind zu unterscheiden:

- Kopfschutzbühnen,
- Schutzbühnen beim Weiterteufen,
- sonstige Schutzbühnen.

#### 9.3.1. Kopfschutzbühnen

- 9.3.1.1. Die Zugänge zu den Fördermitteln und die Fahrwege im Schachtbereich müssen durch geeignete Kopfschutzbühnen gesichert sein, sofern nicht durch sonstige Einrichtungen, z. B. Schachtstuhl, Schachteinbauten, ein ausreichender Schutz gegen fallende Gegenstände gegeben ist.

- 9.3.1.2. Kopfschutzbühnen sind mindestens für eine Flächenlast von 750 N/m<sup>2</sup> und eine Einzellast von 2 kN auszulegen. Für das Nachweisverfahren sind die anzunehmenden Teilsicherheitsbeiwerte nach Nr. 2.4.4. mit  $\gamma_f = 1,5$  und  $\gamma_m = 1,3$  zu berücksichtigen. Ein Stabilitätsnachweis ist z. B. nach DIN 18800, Teil 2, Abschnitt 3 zu führen.

#### 9.3.2. Schutzbühnen beim Weiterteufen

##### 9.3.2.1. Schutzbühnen beim Weiterteufen sind:

- einteilige Bühnen (Abbildung 1)
- geteilte, gegeneinander versetzte Bühnen mit dazwischen liegender Schutzwand (Abbildung 2).

Diese Bühnen müssen den Schachtquerschnitt voll überdecken.

Schutzbühnen beim Weiterteufen bestehen aus Trägerlage, Unterzügen und erforderlichenfalls Sprengwerk. Sie müssen mit einer energieverzehrenden, stoßdämpfenden Auflage versehen sein.

Diese Auflage muss aus unbrennbarem Material bestehen, z. B. Kesselasche, mineralische Stoffe. Schutzbühnen anderer Ausführung bedürfen schon bei ihrer Planung der Zustimmung des Oberbergamts.

9.3.2.2. In Schächten, in denen während des Weiterteufens Schachtförderung mit Förderwagen umgeht, ist als Beanspruchung der Schutz-  
bühne ein vom obersten Anschlag abstürzender beladener Förder-  
wagen anzunehmen; das Schüttgewicht des schwersten geförderten  
Gutes ist dabei zugrunde zu legen.

Bei Schachtförderung mit Fördergefäßen ist anstelle des Förderwa-  
gens ein Stück Fördergut von 0,5 m<sup>2</sup> Aufprallfläche und einem Ge-  
wicht von 10 v. H. des Gefäßinhaltes anzunehmen.

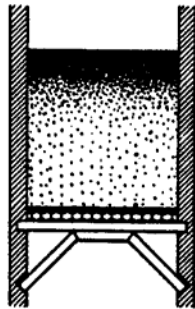


Abbildung 1

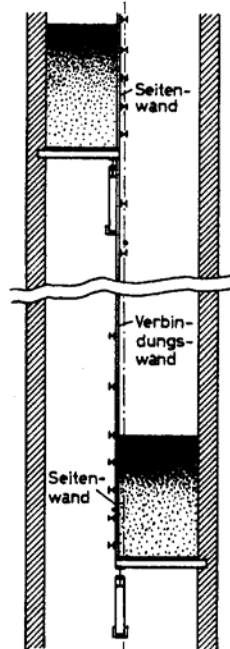


Abbildung 2

Abbildung 1. einteilige Bühne. Abbildung 2. Geteilte, gegeneinander  
versetzte Bühnen mit dazwischenliegender Schutzwand

### 9.3.2.3. Ermittlung der Schüttguthöhe und der dynamischen Belastung

#### 9.3.2.3.1. Bezeichnungen

$F_G$	= Gewichtskraft eines mit Bergen beladenen Förderwagens oder eines Fördergutstückes (10 v. H. des Gefäßinhalts)	kN <sup>1)</sup>
$H$	= Fallhöhe	m
$E$	= Fallenergie	kNm
$F_B$	= dynamische Belastung der Bühne	kN
$A$	= Stirnfläche des Wagenkastens, einschließlich 20 v. H. Zuschlag für Radsatz, oder Querschnitt des Fördergutstückes	m <sup>2</sup>
$h$	= Höhe des Schüttgutes	m
$s$	= Eindringweg in das Schüttgut	m
$p$	= Flächendruck auf die Trägerlage	kN/m <sup>2</sup>

#### 9.3.2.3.2. Erforderliche Höhe des Schüttgutes

Die folgende Berechnung gilt nur für Kesselasche, Lavakies oder Schwemmbims (Waschbims) als Bühnenauflage. Die Verwendung anderer Stoffe bedarf der Zustimmung des Oberbergamts.

Die erforderliche Schüttguthöhe hängt ab von der spezifischen Fallenergie

$$E_{\text{spez.}} = \frac{E}{A} \quad \text{kNm/m}^2$$

$$\text{dabei ist } E = \alpha \times F_G \times H \quad \text{kNm}$$

und  $\alpha$  ein Beiwert zur Berücksichtigung des Luftwiderstandes nach folgender Tabelle:

$H =$	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	m
$\alpha =$	0,96	0,95	0,93	0,92	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	

Die Schüttguthöhe ist für

$$E_{\text{spez.}} \leq 15000 \text{ kNm/m}^2 \quad \text{aus Abbildung 3}$$

$$E_{\text{spez.}} \leq 150000 \text{ kNm/m}^2 \quad \text{aus Abbildung 4}$$

zu entnehmen.

<sup>1)</sup> 1 kN = 1000 N  $\approx$  100 kg

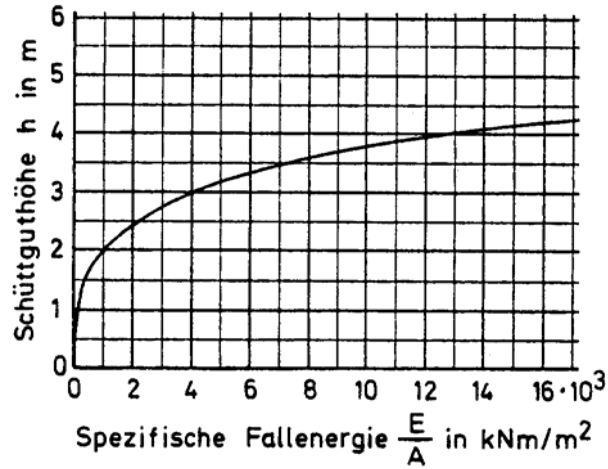


Abbildung 3

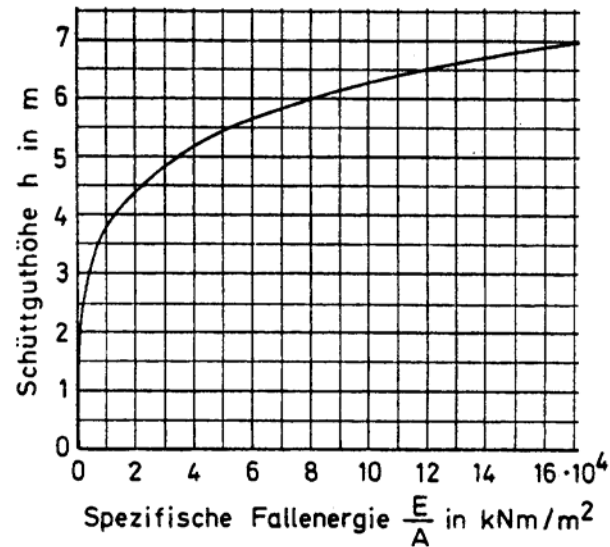


Abbildung 4

Abbildung 3, 4. Schüttguthöhe in Abhängigkeit von der spezifischen Fallenergie.

Es wird empfohlen, die Schüttguthöhen größer als die aus den Abbildungen entnommenen Mindest-Schüttguthöhen zu wählen, um die Beanspruchung des Tragwerks zu verringern.

9.3.2.3.3. Dynamische Belastung der Bühne und Lastannahme für das Tragwerk

Das Eigengewicht von Bühne und Schüttgut ist zu ermitteln. Es kann bei der Berechnung unberücksichtigt bleiben, sofern es 10 v. H. der dynamischen Belastung  $F_B$  nicht überschreitet.

Die dynamische Belastung der Bühne ist:

$$F_B = \frac{\beta \times E}{\sqrt{h^3}} \quad \text{kN}$$

Für  $\beta$  ist einzusetzen: 4 bei Kesselasche, 3,5 bei Lavakies oder Schwemmbims, 3,5 bei Silankissen.

Der Flächendruck auf das Tragwerk ist:

$$p = \frac{F_B}{a^2} \quad \text{kN/m}^2$$

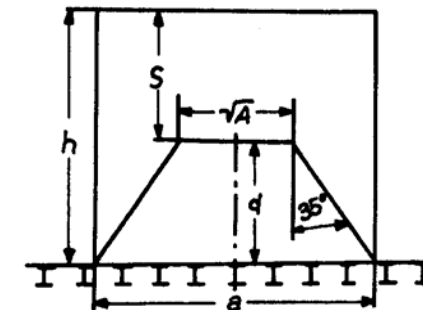
wobei

$$a = \sqrt{A} + 2 \times d \times \tan 35^\circ \quad \text{(nach Abbildung 5)}$$

$$a = \sqrt{A} + 1,4 \times d \quad \text{m}$$

und

$$d = h - s \quad \text{m}$$



- $h$  = Höhe des Schüttgutes
- $s$  = Eindringweg
- $d$  = Abstand des eingedrungenen Körpers von der Trägerlage
- $a$  = Seitenlänge der wirksamen Druckfläche

Abbildung 5. Tragwerk mit Schüttgutkegel.

Bei dieser Berechnung wird die Aufprallfläche vereinfacht als Quadrat angenommen. Am Ende des Eindringweges  $s$  wird unterstellt, dass die in  $A$  ausgeübte dynamische Belastung unter einem Winkel von  $35^\circ$  in der Fläche  $a^2$  auf die Trägerlage wirkt.

Der für die Fläche  $a^2$  errechnete Flächendruck  $p$  ist für die Berechnung des Tragwerks zugrunde zu legen.

Der Eindringweg  $s$  ist aus nachstehender Abbildung 6 zu entnehmen.

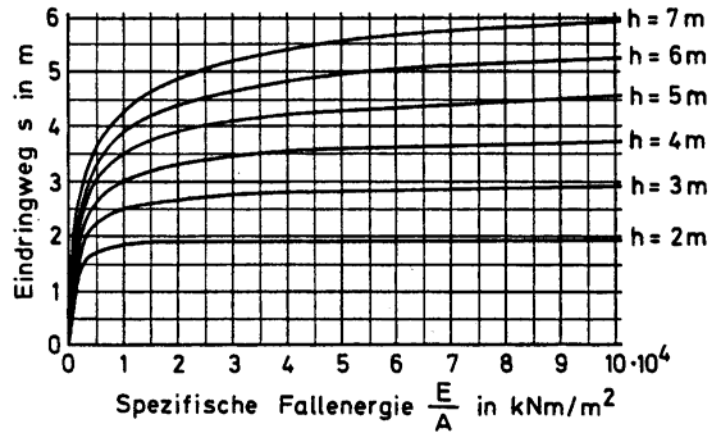


Abbildung 6. Kennlinienschar, Eindringweg in Abhängigkeit von der spezifischen Fallenergie.

$s$  = Eindringweg bei verschiedenen Werten der Schüttguthöhe  $h$

und der spezifischen Fallenergie  $\frac{E}{A}$

9.3.2.4. Berechnung des Tragwerks

Das Tragwerk einer Schutzbühne (Träger, Unterzüge und Sprengwerk) muss in Anlehnung an Element (714) „Außergewöhnliche Kombination“ gegen die ermittelten statischen und dynamischen Lasten bemessen werden. Hierbei sind die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_f = 1,00$  (Einwirkungen) und  $\gamma_m = 1,00$  (Widerstandsgrößen) einzusetzen. Ein Stabilitätsnachweis ist z. B. nach DIN 18800, Teil 2, Abschnitt 3 zu führen.

9.3.2.4.1. Bezeichnungen

- $F_1$  = senkrechte Auflagekraft auf einen Sprengwerksträger in den Stützpunkten C und D      kN
- $F_2$  = Knicklast einer Strebe des Sprengwerks      kN
- $M$  = Biegemoment      Ncm
- $W$  = Widerstandsmoment       $cm^3$
- $J$  = Trägheitsmoment der Streben       $cm^4$
- $A_s$  = Querschnitt der Streben       $cm^2$
- $l$  = Mittenabstand der Unterzüge      m

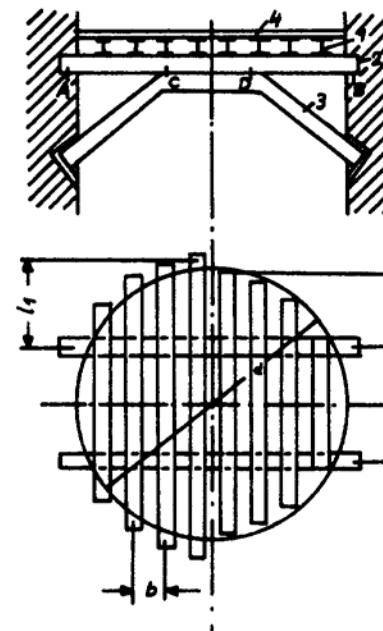
- $b$  = Mittenabstand der Träger (entsprechend der Stützweite des Bühnenbelages)      m
- $q$  = spezifische Trägerbelastung      kN/m
- $q$  = Flächendruck auf die Trägerlage       $kN/m^2$

9.3.2.4.2. Beispiel des Tragwerks einer einteiligen Schutzbühne

Die Bühne besteht mindestens aus einer Lage durchlaufender Träger (1), Unterzügen (2) und erforderlichenfalls Sprengwerken (3) zur Unterstützung (Abbildung 7).

Sofern die Träger (1) nicht in der Schachtwand aufliegen, z. B. bei Tübbing-, Stahl- oder Stahlbetonausbau, müssen sie bis an die Schachtwand reichen und durch wenigstens zwei Unterzüge unterfangen sein.

Die Trägerlage (1) ist mit einem Holzbelag (4) abzudecken.



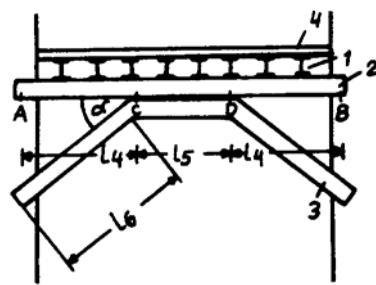
- 1 = Trägerlage
- 2 = Unterzug
- 3 = Sprengwerk
- 4 = Belag auf der Trägerlage
- A, B, C, D = Auflagerpunkte

Die Träger liegen in der Schachtwand auf

Die Träger liegen nur auf den Unterzügen auf

Träger dicht an dicht oder in gleichen Abständen verlegt.

Abbildung 7, 8. Einteilige Bühne



- 1 = Trägerlage
- 2 = Unterzug
- 3 = Sprengwerk
- 4 = Belag auf der Trägerlage
- A, B, C, D. = Auflagerpunkte

Abbildung 8

Die Auflagefläche in der Schachtwand ist so zu bemessen, dass eine Flächenpressung von 1000 N/cm<sup>2</sup> nicht überschritten wird.

**Belag**

Der Belag über der Trägerlage muss einen dichten Abschluss für das Schüttgut bilden. Bei Holzbelag darf die Biegebeanspruchung höchstens 2000 N/cm<sup>2</sup> betragen, wenn die Träger nicht dicht aneinander liegen.

**9.3.2.4.3. Berechnung der Tragwerke einer geteilten Bühne**

Eine geteilte Bühne besteht aus zwei gegeneinander versetzten Bühnenteilen mit Tragwerken nach Nr. 9.3.2.4.2 und einer Schutzwand nach Abbildung 9.

Für die Bemessung der Träger, Unterzüge und des Sprengwerks gilt Nr. 9.3.2.4.

**Schutzwand (Abbildungen 2 und 10)**

Die Schutzwand besteht aus Seitenwänden im Bereich der Schüttgutaufgabe und einer Verbindungswand zwischen den Bühnenhälften.

**Seitenwand:**

Die Seitenwand im Bereich der Schüttgutaufgabe ist zu berechnen. Dabei ergibt sich für den untersten Stützträger der Wand über dem Bühnenboden folgendes Biegemoment nach Abbildung 11:

$$M_6 = \frac{a \times 2 \times c \times 0,2 \times p}{2} \times \left( \frac{l_7}{2} - \frac{a}{4} \right) \times 10^5 \quad \text{Ncm}$$

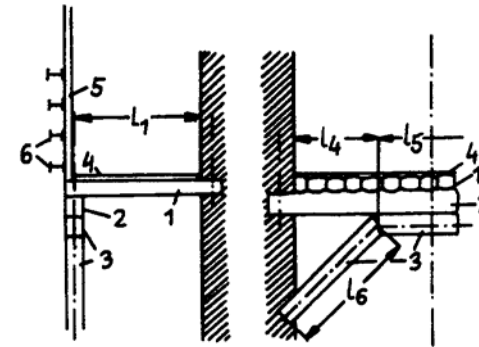
$$M_6 = 0,2 \times a \times c \times p \times \left( \frac{l_7}{2} - \frac{a}{4} \right) \times 10^5 \quad \text{Ncm}$$

wobei

a = Seitenlänge der unter 9.3.2.3.3 ermittelten Fläche in m,

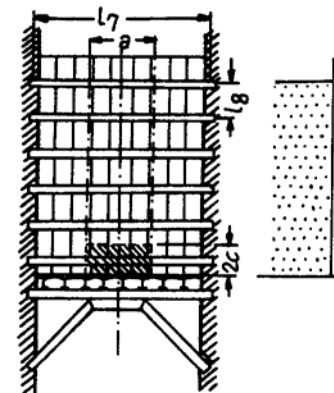
c = Abstand des Stützträgers vom Bühnenboden in m.

Für die Stützträger in der Wand sind Breitflanschprofile mit mindestens dem gleichen Widerstandsmoment wie dem des berechneten Trägers zu verwenden. Der unterste Stützträger ist höchstens c = 0,5 m über dem Boden der Bühne anzubringen. Die weiteren Träger folgen jeweils in einem Abstand von höchstens 2,5 × c. Der oberste Stützträger muss in Höhe der Schüttgutoberfläche liegen.



- 1 = Trägerlage
- 2 = Unterzug
- 3 = Sprengwerk
- 4 = Belag auf der Trägerlage
- 5 = Seitenwand
- 6 = Stützträger an der Seitenwand

Abbildung 9



- a = Seitenlänge der wirksamen Druckfläche nach Abbildung 5
- c = Abstand Mitte Stützträger vom Bühnenbelag

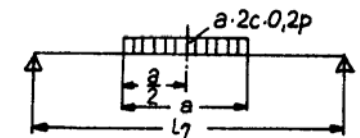


Abbildung 10

Abbildung 11

Abbildung 9, 10, 11. Ansichten einer geteilten Bühne

Im Bereich der Schüttgutaufgabe sind die Holzbohlen wie folgt auf Biegung zu berechnen:

$$M_7 = \frac{0,01 \times 0,2 \times p \times l_8}{10} \times 10^6 \quad \text{Ncm}$$

$$M_7 = 20 \times p \times l_8^2 \quad \text{Ncm}$$

wobei als Stützweite der größte Stützträgerabstand l<sub>8</sub>, und als Flächendruck 0,2 × p angenommen und die Rechnung für einen Holzstreifen von 0,01 m Breite durchgeführt wird.

Bei einer Dicke der Bohlen von 3 cm gilt für einen Holzstreifen von 1 cm Breite:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{M}{\frac{1 \times d^2}{6}} \leq \sigma_{zul} = 2000 \quad \text{N/cm}^2$$

Verbindungswand:

Die Stützträger der Verbindungswand oberhalb des Schüttgutes sind in einem Abstand von höchstens 2 m anzubringen. Zwischen den Stützträgern sind Holzbohlen von mindestens 5 cm Dicke oder andere geeignete Verkleidungen einzubauen.

### 9.3.3. Sonstige Schutz Bühnen

9.3.3.1. Für Abdeckbühnen an Anschlägen von Abteufanlagen gilt Nr. 2.5.2 (Zugänge an Abteufanlagen). Die Berechnung dieser Bühnen richtet sich nach Nr. 9.2.

9.3.3.2. Für andere Bühnen zum Schutz gegen herabfallende Gegenstände, z. B. bei Errichtungs- und Instandsetzungsarbeiten im Fördergerüst oder im Schacht, ist Nr. 9.2 zum Anhalt zu nehmen. Erforderlichenfalls sind zusätzlich geeignete stossdämpfende, energieverzehrende Auflagen auf die Bühne aufzubringen.

## 9.4. Greiferanlagen

### 9.4.1. Greifer

Die Teile des Greifers, an denen das Zwischengeschirr befestigt ist (Aufhängeblech und dessen Verbindungen), müssen eine 10fache Sicherheit gegenüber der statischen Belastung bei gefülltem Greifer besitzen.

### 9.4.2. Greifer-Zwischengeschirr

Für den Bau und die Berechnung der Greifer-Zwischengeschirre gilt Nr. 7, wobei als Kraftannahme das Gewicht des gefüllten Greifers zugrunde zu legen ist.

Im Zwischengeschirr muss ein Wirbel eingebaut sein. Der Seileinband muss aus einem Kauscheneinband mit mindestens 5 Seilklemmen bestehen.

### 9.4.3. Greiferseile und Auslegerseile

Für Greifer- und Auslegerseile gelten die Nrn. 6.6 und 6.9.6.

### 9.4.4. Greiferhäspel

Greiferhäspel müssen eine selbstschließende Bremsrichtung haben.

Die Bremse muss den gefüllten Greifer in tiefster Betriebsstellung mit mindestens 2facher Sicherheit halten können.

Eine Bremsrichtung braucht nicht vorhanden zu sein, wenn der Greiferhäspel mit einem selbsthemmenden Getriebe ausgerüstet ist.

Ferngesteuerte Greiferhäspel müssen mit einer Vorrichtung versehen sein, die den Häspel selbsttätig stillsetzt, wenn der Greifer um mehr als 5 m über die Oberkante des abgesetzten Förderkübels angehoben wird. Der Trommeldurchmesser von Greiferhäspeln muss bei Verwendung von Rundseilen mindestens das 15fache des Seildurchmessers, bei Verwendung von Flachseilen mindestens das 15fache der Seildicke betragen.

### 9.4.5. Bühnen und Tragwerke für Greiferhäspel

Für verfahrbare Bühnen, an denen Greiferhäspel verlagert sind, gilt Nr. 9.1. Für feste Bühnen, einschließlich Verlagerungsträgern, auf denen Greiferhäspel verlagert sind, gelten die Nrn. 9.2.1 und 9.2.2; abweichend hiervon können die Träger aus Einzelteilen zusammengesetzt sein, wenn die Verbindungen biegesteif hergestellt werden. Die Greiferbelastung ist mit dem Teilsicherheitsbeiwert der Einwirkung von  $\gamma_f = 2,2$  anzusetzen. Hierbei ist ein Stoßfaktor von 1,2 zu berücksichtigen.

Schachteinbauten, auf denen Bühnen oder Tragwerke von Greiferhäspeln verlagert werden sollen, müssen aus Stahl bestehen gegenüber der statischen Belastung aus dem Eigengewicht der Anlage und dem gefüllten Greifer bemessen werden. Hierbei sind die Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_f = 2,2$  und  $\gamma_m = 2,0$  zu berücksichtigen.

Dies gilt auch für Tragwerke von Greiferanlagen, z. B. Ausleger eines Derrick-Kranes.

### 9.4.6. Winden zum Verfahren von Greiferbühnen und Tragwerken

Für diese Winden gelten die Nrn. 10.1 bis 10.5.

## 10. Winden

(Für die Seile von Winden gilt Abschnitt 6. Die Anlagen nur, soweit ausdrücklich darauf anderen Abschnitte der TAS gelten für diese verwiesen wird).

### 10.1. Allgemeines

10.1.1. Winden dienen zum Heben und Senken von Lasten, in der Regel mit geringer Geschwindigkeit, oder zum Spannen von Seilen in Schächten und in Strecken mit Schrägförderanlagen.

Die nachstehenden Anforderungen beziehen sich auf ortsfeste und ortsveränderliche Winden, die als

- Bühnenwinden zum Verfahren von Bühnen und von Tragwerken der Greiferanlagen,
- Spannwinden zum Spannen von Führungs- und Reibseilen,
- Schachtwinden zum Einhängen von Material, Geräten, Loten usw.,
- Winden zum Auflegen von Seilen, z. B. Friktionswinden, eingesetzt werden.

10.1.2. Winden müssen nach den anerkannten Regeln der Technik gebaut sein. Die beim Maschinenbau zulässigen Spannungen, Belastungsfall II oder III, sind einzuhalten (Belastungsfall II: Schwellbelastung, Belastungsfall III: Wechselbelastung). Winden müssen so gebaut sein, dass durch den parallel zur Seilträgerwelle wandernden Seilzug keine Kantenpressung der Zahnräder auftritt.

Wenn eine handbetriebene Winde auf Kraftantrieb umgebaut wird, muss nachgewiesen werden, dass die Winde entsprechend diesem Antrieb ausreichend stark bemessen ist.

10.1.3. Bühnenwinden müssen einen maschinellen Antrieb haben. Bei Schachtwinden und Spannwinden gilt dies nur für Winden mit einer Nennzugkraft von mehr als 50 kN. Nennzugkraft ist die höchste zulässige Zugkraft am Trommelgrund. Die Nennzugkraft von Spannwinden muss den in Nrn. 2.4.7.7.4 und 2.4.7.9.1 geforderten Spannkraften entsprechen und ist nachzuweisen.

10.1.4. An den Bühnenwinden muss dauerhaft und leicht erkennbar angegeben sein:

- a) das Nennlastmoment,
- b) die Zugkraft,
- c) der Hersteller oder Lieferer,
- d) das Baujahr,
- e) die Fabrik-Nr.
- f) die höchstzulässige Seilgeschwindigkeit,
- g) die Drehzahl der Antriebswelle.

Für alle anderen Winden genügen Angaben zu Buchstaben b) bis e).

Bei mehreren Seillagen auf dem Seilträger muss die Zugkraft für die unterste und oberste Seillage angegeben werden. Die Zugkraft in jeder Seillage errechnet sich aus dem maximal zulässigen Lastmoment (Nennlastmoment) nach Herstellerangabe. Das Nennmoment des Windenantriebs (Motornennmoment) muss unter Berücksichtigung des mechanischen Wirkungsgrades mindestens dem Nennlastmoment entsprechen.

10.1.5. Winden müssen so verlagert sein, dass mindestens das 1,2fache der bei Betriebslast an der Verlagerung auftretenden Kräfte aufgenommen werden kann. Gegen diese Kräfte muss die Verlagerung mit den Teilsicherheitsbeiwerten  $\gamma_f = 1,5$  und  $\gamma_m = 2,0$  bemessen werden.

Bodenanker sind als Verankerung nur bei festem Gestein zulässig.

10.1.6. Alle Teile von Winden, die sich lösen können, müssen gesichert sein. z. B. Bremsscheiben, Bremsgewichte, Sperrräder, Sperrklinken, Kelle, Schrauben.

10.1.7. Handgriffe von Bedienungshebeln müssen in allen Stellungen genügend weit aus der Windenkonstruktion herausragen und leicht erreichbar sein. Soweit die Funktion der Bedienungshebel nicht erkennbar ist, müssen sie entsprechend dauerhaft beschriftet sein.

Die Bewegungsrichtung des Steuerhebels muss der Seilbewegung entsprechen. Bei Meisterschaltern mit Handkurbel muss das Heben durch Rechtsdrehen bewirkt werden.

10.1.8. Alle leicht zugänglichen umlaufenden Teile müssen mit einem Berührungsschutz versehen sein.

### 10.2. Bremsen

10.2.1. Bühnenwinden müssen mit einer Backenbremse oder Scheibenbremse ausgerüstet sein. Die Bremse muss auf den Seilträger wirken. Die Bremse muss regelbar sein, sofern nicht eine zweite Bremse als regelbare Fahrbremse vorhanden ist, die auf das Vorgelege wirken darf.

Die Bauart der Bremsapparate muss nach § 5 Abs. 1 der VO zugelassen sein. Im Übrigen gilt Nr. 3.9.1.3.2.

Die auf den Seilträger wirkende Bremse darf nicht fliegend angebracht sein. Wenn nur eine Bremse vorhanden ist, muss die Bühnenwinde mit einer Sperreinrichtung nach Nr. 10.3 ausgerüstet sein.

10.2.2. Spannwinden und Schachtwinden müssen mit einer Backen- oder Scheibenbremse ausgerüstet sein. Sie müssen außerdem eine Sperreinrichtung nach Nr. 10.3 oder eine zweite Backen- oder Scheibenbremse besitzen; letztere muss auf den Seilträger wirken, falls die erstgenannte Bremse auf das Vorgelege wirkt.

- 10.2.3 Winden zum Seilaufliegen müssen mit zwei voneinander getrennten Bremsen ausgerüstet sein. Sperreinrichtungen nach Nr. 10.3 sind unzulässig. Wenn keine der beiden Bremsen auf den Seilträger wirkt, müssen alle Bauteile im Kraftfluss zwischen den beiden Bremsen und dem Seilträger für das Nennlastmoment der Winde ausgelegt sein.
- 10.2.4.1. Die Bremskraft zumindest einer Bremse muss unabhängig von solchen Energien erzeugt werden, bei deren Ausfall die Bremse unwirksam werden kann, z. B. elektrischer Strom, Druckluft.
- 10.2.4.2. Beim Loslassen des Bremshebels muss sich die Bremse selbsttätig schließen.
- 10.2.5. Winden müssen so ausgelegt sein, dass jede Bremse das Nennlastmoment mit mindestens zweifacher Sicherheit halten kann. Bei der Bremsberechnung sind die größten Umfangskräfte am Bremskranz unter Berücksichtigung der jeweils auftretenden Belastungen und der aufliegenden Seillängen zugrunde zu legen.  
Die Bremsicherheit ist mit einer Reibungszahl zwischen Bremsbelag und Bremsfläche von 0,4 rechnerisch nachzuweisen.  
Das Bremsgestänge muss - bezogen auf die Streckgrenze - eine wenigstens 3fache Sicherheit gegenüber der in den einzelnen Teilen jeweils auftretenden größten statischen Belastung aufweisen.
- 10.2.6. Für Bühnenwinden ab 50 kN Nennzugkraft ist rechnerisch nachzuweisen, dass das größte betrieblich auftretende Lastmoment unter Berücksichtigung des Seilgewichts bei der kritischen Teufe, des Gewichts der Verbindungsstücke zwischen Seil und Bühne und des Eigengewichts der Bühne einschließlich der beim Verfahren vorgesehenen Belastung durch Mannschaften, lagerndes Material und Geräte das Nennlastmoment nicht überschreitet.  
Für alle anderen Winden ist die Nennzugkraft in einer Werksbescheinigung nachzuweisen.
- 10.2.7. Für Gewinde am Bremsgestänge gilt Nr. 3.9.3.2. Für Schweißungen an Bremseinrichtungen gilt Nr. 3.9.3.6.
- 10.2.8. Als Bremsbelag dürfen nur witterungsbeständige Werkstoffe verwendet werden; beim Einsatz untertage müssen diese außerdem schwer entflammbar sein. Die Wirkung von Backenbremsen darf durch Bordscheiben nicht beeinträchtigt werden.
- 10.3. **Sperreinrichtungen**
- 10.3.1. Sperreinrichtungen müssen aus einem Sperrrad mit zwei in verschiedene Sperrradzähne eingreifende Sperrklinken oder aus zwei Sperrrädern mit je einer Sperrklinke bestehen. Sperreinrichtungen müssen auf den Seilträger oder dessen Welle wirken.
- Sperrklinken müssen mit einem Griff versehen und so miteinander verbunden sein, dass sie zusammen betätigt werden können.  
Sperrräder müssen so gestaltet und angebracht sein, dass die Wirkung der Sperrklinken nicht behindert wird und die jeweilige Stellung der Sperrklinken sichtbar ist.
- 10.3.2. Sperrklinken müssen aus Stahl, Sperrräder müssen aus Stahl oder Stahlguss bestehen.
- 10.3.3. Die Sperreinrichtungen müssen so festzulegen sein, dass sie nicht unbeabsichtigt wirksam werden können.
- 10.3.4. Jede Sperrklinke muss für das Nennlastmoment bemessen sein.
- 10.4. **Vorgelege**
- 10.4.1. Zwischen Antrieb und Seilträger dürfen keine Ausrückvorrichtungen vorhanden sein.
- 10.4.2. Ritzel und Zahnräder zwischen Seilträger und Vorgelegebremse müssen aus Stahl, die übrigen Zahnräder des Vorgeleges dürfen aus Stahlguss bestehen. Sind diese Zahnräder nicht bearbeitet, müssen sie doppelt vorhanden sein. Hierbei muss jedes Zahnrad für die Übertragung des Nennlastmoments bemessen sein.
- 10.5. **Seilträger**
- 10.5.1. Der Durchmesser des Seilträgers muss mindestens das 15fache des Seilnennendurchmessers betragen.
- 10.5.2. An dem Seilträger müssen Bordscheiben oder andere geeignete Einrichtungen aus Stahl oder Stahlguss vorhanden sein, die das seitliche Ablaufen des Seiles sicher verhindern. Bordscheiben müssen so hoch sein, dass sie bei vollständig aufgewickelter Seillänge die oberste Seillage um das 1,5fache des Seilnennendurchmessers überragen und den auftretenden Belastungen gewachsen sein.
- 10.5.3. Das Seil muss am Seilträger sicher befestigt sein. z. B. durch Latsche, Keilschloss, Klemmtasche oder dergleichen.
- 10.5.4. Die Wickelrichtung des Seiles muss deutlich erkennbar sein.
- 10.5.5. Die Seillänge muss so bemessen werden, dass bei der größten vorgesehenen Teufe noch mindestens zwei Seilwindungen auf dem Seilträger verbleiben.
- 10.6. **Zusätzliche Anforderungen an handbetriebene Winden**
- 10.6.1. Handbetriebene Winden müssen so eingerichtet sein, dass Kurbeln nicht zurückschlagen können.



- 10.6.2. Abziehbare Kurbeln und Hebel mit ihren Griffhülsen müssen gegen Abgleiten und unbeabsichtigtes Abziehen gesichert werden können.
- 10.6.3. Bedienungselemente handbetriebener Winden müssen so gestaltet sein, dass die Gefahr von Quetschungen vermieden wird.

10.7. Muster der Bremsberechnung für Winden mit maschinelltem Antrieb (außer Spannwinden)<sup>1)</sup>

Gliederung der Nummer 10.7

10.7.1. Zusammenstellung der Daten

10.7.2. Ermittlung der Umfangskräfte am Bremskranz und des größten Lastmoments

10.7.3. Ermittlung der Bremskräfte

10.7.4. Bremssicherheiten als Verhältnis der Bremskräfte zu der maximalen Umfangskraft

10.7.5. Zusätzlicher Berechnung der Bremsverzögerungen für Winden mit mehr als 50 kN Nennzugkraft

---

1) Dieses Muster kann auch für die Berechnung der Bremsen von Trommelförderanlagen mit mehr als 2 Seillagen zum Anhalt genommen werden.

An Doppeltrommelanlagen ist bei der Ermittlung der Umfangskräfte - ergänzend zu Nr. 10.7.2 - die Umfangskraft, die das leere Fördermittel am oberen Anschlag bewirkt, von der Umfangskraft, die das volle Fördermittel in der kritischen Teufe und in der Endteufe bewirkt, abzuziehen (ungünstigste Überlastfälle).

Bei Anlagen mit Fahrgeschwindigkeiten über 4 m/s sind bei der Berechnung der Verzögerungswerte die bewegten Massen des zweiten Trums zusätzlich zu berücksichtigen.

10.7.1. Zusammenstellung der Daten

Gesamte Seillänge Längenänderungen durch das Abhauen der Seile bleiben unberücksichtigt.	$L_{\max}$	=	m
Seillänge zwischen oberem Anschlag und Endteufe oder unterem Anschlag	$L_E$	=	m
Seillänge zwischen oberem Anschlag, Seilscheibe und Trommel	$L_B$	=	m
Länge des nicht abgewickelten Seils bei Endteufe oder Fördermittel/Bühne/Last am unteren Anschlag $L_T = L_{\max} - L_E - L_B$	$L_T$	=	m
Seildurchmesser	$d$	=	mm
Rechnerisches Längengewicht des Seils (Bei den nachfolgenden Rechengängen ist $q$ jeweils mit dem Faktor $10^{-3}$ multipliziert einzusetzen.)	$q$	=	kg/m
Trommelbreite	$b_T$	=	m
Radius am Trommelgrund	$r_T$	=	m
Bremskranzradius	$r_B$	=	m
Größtes zulässiges Lastmoment am Trommelgrund	$M_{\max}$	=	tm
Anzahl der Seilwindungen je Seillage $z_1 = \frac{b_T}{d}$	$z_1$	=	Stück
Anzahl der Reservewindungen	$z_2$	=	Stück
Anzahl der Seilwindungen von $L_T$ (einschließlich der Reservewindungen $z_2$ ) $z_3 = \frac{L_T}{\pi \times (2 \times r_T + d)}$	$z_3$	=	Stück
Anzahl der nutzbaren Seilwindungen in der ersten Seillage $z_4 = z_1 - z_3$	$z_4$	=	Stück
Anzahl der Seillagen	$n$	=	Stück

(Falls Zwischenlagen zwischen den Seillagen verwendet werden, ist ihre Stärke  $d_z$  bei der Berechnung der Wickelradien zu berücksichtigen.)

Wickelradius der 1. Seillage

$$r_1 = r_T + \frac{d}{2} \quad r_1 = \quad m$$

Vergrößerung des Wickelradius je weitere Seillage um  $0,9 \times d$ 

Gewicht des Fördermittels oder der

Bühne, einschließlich Zwischengeschirr	$G_F$	=	t
Nutzlast	$N$	=	t

(Bei Schwerlasttransporten ohne Fördermittel soll  $G_{\text{schwer}} \leq G_F + N$  sein.)

10.7.2. Ermittlung der Umfangskräfte am Bremskranz und des größten Lastmoments. Hierzu ist die Umfangskraft für jede einzelne Seillage zu berechnen.

1. Seillage

Wickelradius

$$r_1 = r_T + \frac{d}{2} \quad m$$

Nutzbare Seillänge der 1. Lage

$$L_{L1} = 2 \times \text{⊙} \times r_1 \times z_4 \quad m$$

Abgewickelte Seillänge  $L_1 = L_E$  m

Seilzug mit Nutzlast

$$Z_{EN} = L_E \times q + G_F + N \quad t$$

Umfangskraft am Bremskranz (mit N)

$$F_{UEN} = Z_{EN} \times \frac{r_1}{r_B} \times g \quad \text{kN}$$

Seilzug ohne Nutzlast

$$Z_E = L_E \times q + G_F \quad t$$

Umfangskraft am Bremskranz (ohne N)

$$F_{UE} = Z_E \times \frac{r_1}{r_B} \times g \quad \text{kN}$$

## 2. Seillage

Wickelradius

$$r_2 = r_T + 0,9 \times d \quad \text{m}$$

Seillänge der 2. Lage

$$L_{L2} = 2 \times \pi \times r_2 \times z_1 \quad \text{m}$$

Abgewickelte Seillänge zu Beginn der 2. Lage

$$L_2 = L_E - L_{L1} \quad \text{m}$$

Seilzug mit Nutzlast

$$Z_{2N} = L_2 \times q + G_F + N \quad \text{t}$$

Umfangskraft am Bremskranz (mit N)

$$F_{U2N} = Z_{2N} \times \frac{r_2}{r_B} \times g \quad \text{kN}$$

Seilzug ohne Nutzlast

$$Z_2 = L_2 \times q + G_F \quad \text{t}$$

Umfangskraft am Bremskranz (ohne N)

$$F_{U2} = Z_2 \times \frac{r_2}{r_B} \times g \quad \text{kN}$$

Oberste Seillage (n-te Lage)

Wickelradius

$$r_n = r_{n-1} + 0,9 \times d \quad \text{m}$$

Seillänge der n-ten Lage

$$L_{Ln} = 2 \times \pi \times r_n \times z_1 \quad \text{m}$$

Abgewickelte Seillänge zu Beginn der n-ten Lage

$$L_n = L_E - (L_{L1} + L_{L2} + \dots + L_{Ln-1}) \quad \text{m}$$

Seilzug mit Nutzlast

$$Z_{nN} = L_n \times q + G_F + N \quad \text{t}$$

Umfangskraft am Bremskranz (mit N)

$$F_{UnN} = Z_{nN} \times \frac{r_n}{r_B} \times g \quad \text{kN}$$

Seilzug ohne Nutzlast

$$Z_n = L_n \times q + G_F \quad \text{t}$$

Umfangskraft am Bremskranz (ohne N)

$$F_{Un} = Z_n \times \frac{r_n}{r_B} \times g \quad \text{kN}$$

Das größte Lastmoment **mit Nutzlast** ergibt sich bei der größten Umfangskraft  $F_{UN \max}$  in der x-ten Seillage mit dem Wickelradius  $r_x$ .

In dieser Seillage ist das größte Lastmoment

$$M_{\max} = Z_x \times r_x \quad \text{tm}$$

Die größte Umfangskraft **ohne Nutzlast** ( $F_{U \text{ leer } \max}$ ) ergibt sich bei dem Wickelradius  $r_{x \text{ leer}}$ .

## 10.7.3. Ermittlung der Bremskräfte

Die Bremskräfte sind nach Nr. 3.11.2 für die jeweilige Bauart der Bremse und Anordnung des Bremsgestänges zu ermitteln. Dabei sind folgende Abweichungen zu berücksichtigen:

## a) Gestängeübersetzungen

in Nr. 3.11.2.2.1 gilt für Bremsen, die auf den Seilträger wirken,

$$i = \frac{l_1}{l_2} \times \left( \frac{l_3}{l_5} + \frac{l_4}{l_6} \right) \times \mu_2$$

in Nr. 3.11.2.2.2 gilt für Vorgelegebremsen

$$i_G = \frac{l_1}{l_2} \times \left( \frac{l_3}{l_5} + \frac{l_4}{l_6} \right) \times \frac{n_{BG}}{n_T} \times \frac{d_{BG}}{d_B} \times \mu_2$$

(Mit  $n_T$  = Drehzahl der Trommel,  
 $d_B$  = Bremskranzdurchmesser der Trommel).

## b) in Nr. 3.11.2.3 ergeben sich bei gleichem Rechengang mit den oben angegebenen Gestängeübersetzungen die wirksamen Bremskräfte an den Bremskränzen der Winde.

## Zusammenstellung der Bremskräfte

Fahrbremse  $F_F =$  kN

Sicherheitsbremse  $F_S =$  kN

Wenn Winden nur mit einer Bremse ausgerüstet sind, entfällt die Sicherheitsbremskraft  $F_S$ . In diesem Fall müssen Sperreinrichtungen nach Nr. 10.3 vorhanden sein.

## 10.7.4. Bremsicherheiten als Verhältnis der Bremskräfte zu der maximalen Umfangskraft

a) Fahrbremse:

$$S_F = \frac{F_F}{F_{UNmax}} \quad (\geq 2\text{fach})$$

b) Sicherheitsbremse:

$$S_S = \frac{F_S}{F_{UNmax}} \quad (\geq 2\text{fach})$$

Bei Trommelfördermaschinen und -häspeln müssen die Bremsicherheiten nach den Nrn. 3.9.7.1 und 3.11  $\geq 3$ fach sein.

## 10.7.5. Zusätzliche Berechnung der Bremsverzögerungen für Winden mit mehr als 50 kN Nennzugkraft

## 10.7.5.1. Zusammenstellung der bewegten Massen

Statt mit dem Massenträgheitsmoment  $J$  kann auch mit dem Schwungmoment  $Gd^2$  gerechnet werden, wobei  $Gd^2 = 4 \times J$  und das reduzierte Gewicht  $Gd^2 / (2 \times r)^2$  ist (siehe Werksbescheinigung).

## 10.7.5.1.1. Vom Wickelradius unabhängige Massen

a) Seilträger:

Trägheitsmoment  $J_T =$  tm<sup>2</sup>

Reduziertes Gewicht, bezogen auf den Bremskranz

$$G_T = \frac{J_T}{r_B^2} \quad t$$

b) Motorläufer, Kupplung, Getriebe:

Trägheitsmoment, bezogen auf die Seilträgerwelle  $J_G =$  tm<sup>2</sup>

Reduziertes Gewicht, bezogen auf den Bremskranz

$$G_G = \frac{J_G}{r_B^2} \quad t$$

## 10.7.5.1.2. Vom Wickelradius abhängige Massen

c) Seilscheibe:

Die Masse der Seilscheibe kann vernachlässigt werden.

d) Seilzug  $Z$  mit größter Belastung (Mit  $G_F + N$ ):

Reduzierte Gewichte, bezogen auf den Bremskranz, bei den Wickelradien  $r_x$  und  $r_1$

$$G_{ZxN} = Z_{xN} \times \frac{r_x^2}{r_B^2} \quad t$$

$$(Z_{xN} = L_x \times q + G_F + N)$$

$$G_{ZEN} = Z_{EN} \times \frac{r_1^2}{r_B^2} \quad t$$

$$(Z_{EN} = L_E \times q + G_F + N)$$

e) Seilzug  $Z$  ohne Nutzlast (Mit  $G_F$ ):

Reduzierte Gewichte, bezogen auf den Bremskranz, bei den Wickelradien  $r_{x\text{ leer}}$  und  $r_1$

$$G_{Zx\text{ leer}} = Z_{x\text{ leer}} \times \frac{r_{x\text{ leer}}^2}{r_B^2} \quad t$$

$$(Z_{x\text{ leer}} = L_{x\text{ leer}} \times q + G_F)$$

$$G_{ZE\text{ leer}} = Z_{E\text{ leer}} \times \frac{r_1^2}{r_B^2} \quad t$$

$$(Z_{E\text{ leer}} = L_{E\text{ leer}} \times q + G_F)$$

f) Seilwindungen  $W$  auf dem Seilträger:

Reduzierte Gewichte, bezogen auf den Bremskranz, bei den Wickelradien  $r_x$  und  $r_{x\text{ leer}}$

$$G_{Wx} = (L_E - L_x) \times q \times \frac{r_x^2 + r_1^2}{2 \times r_B^2} \quad t$$

$$G_{Wx\text{ leer}} = (L_E - L_{x\text{ leer}}) \times q \times \frac{r_{x\text{ leer}}^2 + r_1^2}{2 \times r_B^2} \quad t$$

## 10.7.5.1.3. Zusammenstellung

	Teufe L <sub>x</sub>		Endteufe	
	mit N	ohne N	mit N	ohne N
a) Seilträger	G <sub>T</sub>	G <sub>T</sub>	G <sub>T</sub>	G <sub>T</sub>
b) Motorläufer, Kupplung, Getriebe	G <sub>G</sub>	G <sub>G</sub>	G <sub>G</sub>	G <sub>G</sub>
c) Seilscheibe	(kann vernachlässigt werden)			
d) Seilzug mit N	G <sub>Zx</sub>	–	G <sub>ZEN</sub>	–
e) Seilzug ohne N	–	G <sub>Zx leer</sub>	–	G <sub>ZE leer</sub>
f) Seilwindungen	G <sub>Wx</sub>	G <sub>Wx leer</sub>	–	–
Massen	m <sub>x</sub>	m <sub>x leer</sub>	m <sub>E</sub>	m <sub>E leer</sub>

## 10.7.5.2. Bremsverzögerungen aus den Bremskräften, Umfangskräften und bewegten Massen, bezogen auf den Wickelradius

## 10.7.5.2.1. Fahrbremse:

Beim Einhängen der größten Last in der Teufe L<sub>x</sub>

$$a_F = \frac{F_F - F_{UNmax}}{m_x} \times \frac{r_x}{r_B} \quad m/s^2$$

## 10.7.5.2.2. Sicherheitsbremse:

a) beim Einhängen der größten Last

1. in der Teufe L<sub>x</sub>

$$a_{Sx1} = \frac{F_S - F_{UNmax}}{m_x} \times \frac{r_x}{r_B} \quad m/s^2$$

2. in der Endteufe

$$a_{SE1} = \frac{F_S - F_{UEN}}{m_E} \times \frac{r_1}{r_B} \quad m/s^2$$

b) bei Aufwärtsfahrt mit der größten Last

1. in der Teufe L<sub>x</sub>

$$a_{Sx2} = \frac{F_S + F_{UNmax}}{m_x} \times \frac{r_x}{r_B} \quad m/s^2$$

2. in der Endteufe

$$a_{SE2} = \frac{F_S + F_{UEN}}{m_E} \times \frac{r_1}{r_B} \quad m/s^2$$

c) bei Aufwärtsfahrt ohne Nutzlast

1. in der Teufe L<sub>x leer</sub>

$$a_{Sx3} = \frac{F_S + F_{Uleermax}}{m_{x leer}} \times \frac{r_{x leer}}{r_B} \quad m/s^2$$

2. in der Endteufe

$$a_{SE3} = \frac{F_S + F_{UEleer}}{m_{E leer}} \times \frac{r_1}{r_B} \quad m/s^2$$

Es wird empfohlen, bei Winden mit einer Fahrgeschwindigkeit unter 0,5 m/s eine Verzögerung von 0,1 m/s<sup>2</sup>, bei Winden mit höherer Fahrgeschwindigkeit eine Verzögerung von 0,2 m/s<sup>2</sup>, jeweils bezogen auf den Bremskranz, nicht zu unterschreiten.

Bei Trommelanlagen mit mehr als 2 Seillagen gilt Nr. 3.9.7.2.1.

## Begriffsbestimmungen

Benennung	Definition
Abdeckbühne	Siehe Bühne
Abfahrbefehl	Steuerimpuls zum Ingangsetzen von automatisch betriebenen →Antriebsmaschinen durch Befehls-gabe berechtigter Personen oder selbsttätiger Steuerungs-einrichtungen
Abfahrsperrkreis	Stromkreis zum Verhindern einer neuen Abfahrt nach beendetem →Treiben und Auflegen der →Fahrbremse
Abfahrsperrschaltung	Schaltung, mit der die →Fördermaschinensperr-einrichtung wirksam geschaltet wird
Ablenkscheibe	→Seilscheibe unterhalb einer →Turmfördermaschine, die den erforderlichen →Trummittenabstand des →Förderseiles herstellt und den Umschlingungswinkel auf der →Treibscheibe in der Regel vergrößert.
Abteilsperre	Bestandteil der →Schachtbeschickungseinrichtung bei Wagenförderung, der bewirkt, dass nur die für <b>einen</b> Tragboden des →Fördergestells bestimmte Anzahl von Förderwagen am →Anschlag vorsteht →Fördergestells bestimmte Anzahl von Förderwagen am →Anschlag vorsteht
Abteufanlage, (-einrichtung)	Zum →Abteufen von Schächten oder schacht ähnlichen Grubenbauen eingerichtete →Schachtförder-anlage einschließlich zugehöriger →Hilfseinrichtungen
Abteufen	Herstellen von Schächten und schachtähnlichen Grubenbauen
Abteufgerüst	→Fördergerüst oder →Förderturm einer →Abteuf-anlage
Abteufkübel	Tonnenartiges →Fördermittel, das vorwiegend beim →Abteufen zur Förderung und →Seilfahrt benutzt wird
Abteufzwischen-geschirr	Lösbare Vorrichtung zur Verbindung von →Förderseil und →Fördermittel beim →Abteufen, bestehend u. a. aus →Karabinerhaken, →Wirbel, →Schäkel, →Laschen
Anschlag	Zugang zu →Fördertrumen von Schächten; er ist mindestens an einer Seite mit →Signaleinrichtungen versehen

Benennung	Definition
Anschlagen	Befestigen von Maschinen oder Betriebsmitteln, z. B. an Seilen oder Ketten
Antriebsmaschine	→Fördermaschine, →Förderhaspel, →Winde, die in →Schachtförderanlagen bzw. beim →Abteufen von Schächten eingesetzt wird
Arbeitsbühne	Siehe Bühne
Aufgelöster Kerndraht	Bestimmte Zahl von Runddrähten, die anstelle eines einzelnen Runddrahtes, dem sogenannten →Kerndraht, die Litzeneinlage bilden und in einem unabhängigen Arbeitsgang verseilt sind
Aufhängeblech	An →Förderkorb, →-gefäß oder →Gegengewicht starr befestigtes Bauteil, an dem das →Zwischengeschirr des →Förderseiles oder die →Unterseilaufhängung befestigt wird
Aufschieber	Maschinelle Einrichtung zum Aufschieben von Förderwagen auf das →Fördermittel
Aufschiebevorrichtung	Vorrichtung, mit der Förderwagen auf →Tragböden von →Fördermitteln geschoben werden
Aufsetzvorrichtung	Eine in das →Fördertrum verfahrbare Konstruktion zum Aufsetzen des →Fördermittels
Aufsichtsperson	Vom →Unternehmer nach berggesetzlichen Vor-schriften bestellte verantwortliche Person
Automatik-Betrieb	Schachtbetrieb, der nach einem bestimmten Programm zwangsläufig und selbsttätig ohne äußeren Eingriff abläuft
Backenbremse	Radialbremse, bei der zur Erzeugung der Bremskraft Bremsbacken gegen einen Bremskranz gedrückt werden
Bandbremse	Radialbremse, bei der zur Erzeugung der Brems-wirkung ein mit einem Bremsbelag versehenes Stahlband über einen Bremskranz gelegt ist und im allgemeinen durch Gewicht oder Federn gespannt wird, wodurch eine Bremswirkung entsteht
Bedienungsstand	Siehe Steuerstand
Befahren	→Fahren zu Kontrollzwecken; hier in Schächten
Befahrungsanlage	Anlage, die in Schächten ohne →Seilfahrt oder →Güterförderanlage sowie in schachtähnlichen Grubenbauen von den mit der Überwachung, Instandhaltung und Vermessung beauftragten Personen sowie zur Bergung von Personen in Notfällen benutzt wird

Benennung	Definition
Belastung	Alle Lasten (Eigengewicht, Nutzlast), die auf ein Bauteil einwirken und seine Standfestigkeit oder Gebrauchstauglichkeit beeinflussen, z. B. →Nennlast, Eigengewicht, →Nutzlast
Belastungsdrall	Bei Rundförderseilen eine Eigenschaft, die als Folge der wechselnden Belastung des Seils das Bestreben hat, das Seil zu drehen
Bergekübel	Siehe Abteufkübel
Beschickungseinrichtung	Siehe Schachtbeschickungseinrichtung
Betriebsanweisung	Vom →Unternehmer schriftlich festzulegende allgemeine Anordnung für besondere betriebliche Tätigkeiten unter Berücksichtigung des sicherheitlich richtigen Verhaltens der dabei Beschäftigten
Betriebsart, -weise	sind die unterschiedlichen betrieblichen Zustände, in die eine →Signalanlage oder eine →automatische Antriebssteuerung geschaltet werden kann. Dabei gibt es die Schaltzustände Einkorb oder Zweikorb, die weiterhin von zwei betrieblichen Nutzungsweisen (→Seilfahrt- →Güterförderung) überlagert werden. Außerdem gibt es für die Instandhaltung und Wartung von Teilen der Schachtförderanlage besondere eigene Schaltzustände →Revisionsbetrieb.
Betriebsbereit	Anlage, wenn sie →betriebsfähig, Antriebsenergie vorhanden und, soweit erforderlich, Bedienungspersonal anwesend ist
Betriebsfähig	Anlage, die sich in betriebssicherem Zustand befindet und bestimmungsgemäß benutzt werden kann
Betriebskraft	Auftretende größte statische Kraft
Betriebsübliche Überlast	Die beim normalen Förderbetrieb regelmäßig oder überwiegend vorkommende →Überlast, die der Bremsberechnung der →Antriebsmaschine zugrunde liegt; ist die Überlast bei →Seilfahrt größer als bei normalem Förderbetrieb, so ist diese die betriebsübliche Überlast
Biegezahl	Die Zahl an Hin- und Herbiegungen um jeweils 90°, die der dem Seil entnommene und gerichtete Draht bis zum Bruch erträgt

Benennung	Definition
Blindschacht	Ein nicht zu Tage gehender Schacht
Blindschachtkopf	Bereich über dem obersten →Anschlag eines →Blindschachtes
Bobine	→Seilträger einer →Antriebsmaschine mit einem →Flachseil als →Förderseil, das übereinander aufgewickelt wird
Bobinenförderseil	→Flachseil, das von einer →Antriebsmaschine mit →Bobine als →Seilträger betrieben wird
Bremsapparat	→Bremskrafterzeuger mit Betätigungs- und Steuereinrichtungen
Bremsführungsschuh	→Führungselement, das zum Abbremsen von →Fördermitteln/ →Gegengewichten bei ihrem →Übertreiben und auch als Entgleisungsschutz dient
Bremskrafterzeuger	Bestandteil des →Bremsapparates, insbesondere Gewichte, Federn, durch Luft-, Hydraulik- oder Dampfdruck beaufschlagte Kolben
Briart'sche Führung	Führung des →Förderkorbes/→ -gefäßes/→ Gegengewichtes an seiner Längsseite durch Schienenstränge aus Profilstahl
Bruchlast (-kraft)	Belastung eines Bauteils, die zu seinem Bruch führt
Bühne	Bauwerk im Schacht oder schachtähnlichen Grubenbau, entsprechend seine Verwendungszweck unterschieden in: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Abdeckbühne: Bühne, die insbesondere als Abdeckung von →Abteufanlagen dient</li> <li>b) Arbeitsbühne: feste oder verfahrbare Bühne, die zu Arbeiten im Schacht oder schachtähnlichem Grubenbau benutzt wird</li> <li>c) feste Arbeitsbühne: nicht verfahrbare Bühne, von der aus Arbeiten durchgeführt werden können</li> <li>d) fliegende Bühne: Bühne aus einzelnen nicht dauerhaft miteinander verbundenen Teilen</li> <li>e) Greiferbühne: Bühne, auf der der Antriebshaspel für den →Greifer verlagert ist</li> <li>f) Ortsfeste Bühne: Bühne, deren Einzelteile fest miteinander verbunden sind; dazu gehören auch schwenkbare Bühnen sowie Klapp- und Schiebebühnen</li> <li>g) Schutzbühne: Bühne, die dem Schutz gegen herabfallende Gegenstände dient</li> <li>h) Ruhebühne: feste Bühne im →Fahrtrum</li> </ul>



Benennung	Definition
Bühnenanlage	i) Überwachungsbühne: Klappbühne, Schiebebühne, feste oder schwenkbare Bühne, die zu Überwachungszwecken eingesetzt wird Verfahrbare →Arbeitsbühne mit den zugehörigen Aufhängevorrichtungen, →Bühnenseilen, →Seilscheiben, →Antriebsmaschinen und →Signaleinrichtungen
Bühnenseil	Seil, an dem verfahrbare →Bühnen hängen
Bühnenwinde	→Winde zum →Verfahren von →Bühnen
Bündigkeitsanzeige	Vorrichtung zur Feststellung der bündigen Position eines →Förderkorbes an →Anschlägen
Bündigstellung	Vorsetzen eines →Fördermittels an einer definierten Stelle, z. B. an einem →Anschlag
Drahtseilklemme	Klemme zur Verbindung von Drahtseilen
Draht-Zugfestigkeit	Quotient aus der im Zugversuch →ermittelten Bruchkraft des Drahtes und seinem →Nennquerschnitt
Drehungsarm	Konstruktionsbedingte Eigenschaft des Seiles, sich unter einer in Richtung der Seilachse wirkenden ungeführten Kraft nur wenig um seine Längsachse zu drehen
Dreikantlitze	→Litze des Seiles in angenähertem Dreikantquerschnitt
Eckführung	Führung von →Fördergestellen, →Fördergefäßen und →Gegengewichten an ihren Außenkanten
Einband	Siehe Seileinband
Einfahrüberwachung	Sicherheitstechnische Vorrichtung bei →Schachtförderanlagen zur Auslösung der →Sicherheitsbremse beim Überschreiten der zulässigen Einfahrtgeschwindigkeit des →Fördermittels an →Endansschlägen
Einhängen	Abwärtsfördern in Schächten
Einlagiges Rundlitzenseil	Seil, bei dem mehrere →Litzen in einer Lage um die →Seileinlage aus Faser und/oder nicht tragenden Drähten/Litzen geschlagen sind
Einschlagwecker	Elektrische Vorrichtung für akustische Einzelsignalgebung

Benennung	Definition
Einstrich	In Schächten und →Blindschächten horizontal angeordnete Einbauten aus Holz oder Metall in bestimmten vertikalen Abständen zur Befestigung von →Spurlatten
Einrümige Förderung	Förderung in Schächten, bei der nur in einem →Fördertrum gefördert wird
Endanschlag	Oberster und unterster →Anschlag in einem Schacht
Endschalter	Sicherheitseinrichtung zur Begrenzung des Fahrweges von →Fördermitteln
Erdschlussüberwachung	Elektrische Sicherheitseinrichtung zur Überwachung von Isolationsfehlern zwischen isolierten, betriebsmäßig spannungsführenden Teilen mit Erde oder geerdeten Teilen
Ermittelte Bruchkraft	Summe der durch Zugversuche festgestellten →Bruchkräfte aller Stahldrähte des Seiles
Fachkundige Person oder fachkundige Aufsichtsperson	Person, die auf Grund ihrer fachlichen Kenntnisse und Erfahrungen sowie ihre Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen die notwendige Fachkunde besitzt, die ihr übertragenen Aufgaben auszuführen und mögliche Gefahren zu erkennen
Fahrbremse	Regelbare Bremse, die das betriebene →Fördermittel je nach Bedarf teilweise oder bis zum Stillstand abbremst
Fahren	Jede Art von Fortbewegung von Personen unter Tage zu Fuß oder mit maschinellen, Hilfsmitteln
Fahrte	Bergmännischer Ausdruck für Leiter
Fahrtrum	Das zur Fahrung ohne maschinelle Hilfsmittel vorgesehene →Trum in Schächten
Fahrtregler	Regeleinrichtung beim Betrieb von →Fördermaschinen, die das →Treiben der →Fördermittel durch den Schacht führt und überwacht
Fangklinken (-stützen)	Bewegliche Stahlriegel in einem →Fördergerüst, →Förderturm oder →Blindschachtkopf zum Auffangen seillos gewordener →Fördermittel oder →Gegengewichte nach einem →Übertreiben bis zu den →Prellträgern
Fasereinlage	Die im Inneren eines Rundseiles befindliche Einlage aus verseilten Natur- oder Kunststofffasern, die die umgebenden →Litzen stützen und das Tränkungsmedium zum Schmieren der Litzen aufnimmt

Benennung	Definition
Fernbedienung	Steuereinrichtung, bei der Steuerkreise unterbrochen oder geschlossen werden können, ohne dass dabei Anwesenheit und direkter Eingriff am Wirkungsort des Betriebsvorganges erforderlich ist
Fertigsignalanlage	→Signalanlage, bei der das Ausführungssignal „Fertig zum →Treiben“ vom Sohlenanschlag und der →Hängebank direkt und unabhängig voneinander zur →Fördermaschine gegeben wird
Feste Arbeitsbühne	Siehe Bühne
Flachseil	Drallfreies bandartiges Seil aus mehreren nebeneinanderliegenden →Schenkeln, in einfacher oder doppelter Zickzacknaht zusammengenäht oder geklammert
Fliegende Bühne	Siehe Bühne
Flurfördermaschine/ -haspel	→Antriebsmaschine, die neben dem Schacht aufgestellt ist
Förderanlage	Siehe Schachtförderanlage
Förderbehälter	Fördermittel, das vorwiegend beim →Abteufen oder Ausbau eines Schachtes zur Förderung von Material benutzt wird
Fördergefäß (Skip)	→Fördermittel in Form eines Gefäßes zur Produktenförderung; es kann mit Einrichtungen für die Personenbeförderung ausgerüstet sein
Fördergerüst	Bauliche Anlage aus Stahl, Stahlbeton oder Spannbeton zur Aufnahme der bei →Schachtförderanlagen auftretenden →Seillasten und des →Führungsgerüsts für →Fördermittel und →Gegengewichte (vergl. auch Förderturm)
Fördergestell (Förderkorb)	→Fördermittel mit einem oder mehreren →Tragböden zum Befördern von Personen und/oder zum Fördern von Produkten und Material
Förderhaspel	böden Antriebsmaschine mit zulässiger Fahrgeschwindigkeit bis 4 m/s
Förderhaspel- sperreinrichtung	Vorrichtung an einer böden Schachtförderanlage, die zum Schutz von Personen und der Anlage ein Ingangsetzen des →Förderhaspels verhindert
Förderkorb	Siehe Fördergestell
Förderkübel	Siehe Abteufkübel

Benennung	Definition
Fördermaschine	→Antriebsmaschine mit zulässiger Fahrgeschwindigkeit über 4 m/s
Fördermaschinen- sperreinrichtung	Vorrichtung an einer →Schachtförderanlage, die zum Schutz von Personen und der Anlage ein Ingangsetzen der →Fördermaschine verhindert
Fördermittel	→Fördergestell (Förderkorb), →Fördergefäß (Skip) sowie →Förderkübel und →-behälter
Fördermitteltelefonie- und -signalanlage	Anlage zur Verständigung und Signalgabe zwischen →Fördermittel und ortsfester Station bei →Schachtförderanlagen
Fördermittelverschluss	Absperreinrichtung an →Fördermitteln, durch die ein Herausstürzen von Personen oder Fördergut während des →Treibens verhindert wird
Förderseil	Seil, an dem →Fördermittel oder →Gegengewichte hängen
Förderseillast	Die größte im regelmäßigen Betrieb vorkommende statische Belastung eines →Förderseiles bei ungünstigster Stellung des →Fördermittels oder →Gegengewichtes
Fördertrum	Der Förderung und / oder der →Seilfahrt dienendes →Trum des Schachtes
Förderturm	→Fördergerüst mit Anordnung der →Antriebsmaschine im Kopf des Turmes
Förderzug (Zug)	→Treiben bei →Güterförderung oder →Seilfahrt zwischen zwei →Anschlägen, einschließlich des →Umsetzens und des →Nachsetzens
Formdraht	Draht, der keinen runden Querschnitt hat
Freie Höhe und freie Teufe	Strecken, um die ein →Fördermittel oder →Gegengewicht seine äußerste Betriebsstellung bei →Seilfahrt oder →Güterförderung nach oben oder unten überfahren kann, bevor dieses Fördermittel oder Gegengewicht oder ein von ihm hochgehobener Schachtdeckel an einem Hindernis einen stossweisen Widerstand findet oder das →Zwischengeschirr gefährdet wird
Friktionswinde	Trommelwinde mit Reibschluss zum Auflegen oder Wechseln von Seilen in Schächten
Führungsbügel	→Führungselement an →Führungsschlitten bei →Seilführung
Führungseinrichtungen	Einrichtungen zur Führung von →Fördermitteln und Gegengewichten

Benennung	Definition
Führungselement	Der Führung dienende Vorrichtung am →Fördermittel, →Gegengewicht und →Führungsschlitten
Führungsgerüst	Tragwerkkonstruktion im →Fördergerüst/→ -turm zur Führung der →Fördermittel und →Gegengewichte
Führungsklaue	→Führungselement an →Fördermittel und →Gegengewicht, das an Schienen führt und hierbei den Schienenkopf krallenartig umfasst
Führungsöse	Ringförmiges →Führungselement an →Fördermittel, Gegengewicht und →Führungsschlitten bei Seilführung
Führungsschlitten	Auf einer Tragklemme über dem →Einband des →Förderseiles lose sitzender Rahmen mit →Führungselementen
Führungsschuh	→Führungselement an →Fördermitteln und →Gegengewichten
Führungsseil	Rundseil zur Führung von →Fördermitteln, →Gegengewichten, →Führungsschlitten und →Bühnen
Fülldraht	Draht, der sich bei bestimmten →Parallelschlagmacharten in den Rillen innenliegender Drahtlagen befindet, um der darüberliegenden Drahtlage eine bessere Auflage zu schaffen
Fülltasche	Bestandteil der →Schachtbeschickungseinrichtung bei Gefäßförderung an der Füllstelle zur dosierten, schnellen und gleichmäßigen Beladung der →Fördergefäße
Gegengewicht	Ausgleichgewicht bei einrümiger Förderung
Gegengewichtstrum	→Trum, in dem das →Gegengewicht bewegt, wird
Gehänge	Anschlagmittel
Geschwindigkeitsüberwachung	Messtechnische Einrichtung zur Überwachung der Fahrgeschwindigkeit
Gleichschlagseil	Rundseil, bei dem die Schlagrichtung der Drähte derjenigen der →Litzen entspricht
Greifer	Gerät zur Aufnahme und zum Transport von Haufwerk

Benennung	Definition
Greiferanlage	Anlage, bestehend aus Antriebshassel mit Verlagerung, Greiferseil, →Zwischengeschirr und →Greifer
Greiferbühne	Siehe Bühne
Greiferhassel	Antriebsmaschine, mit der ein →Greifer verfahren wird
Güterförderanlage	Ausschließlich zur →Güterförderung eingerichtete - Schachtförderanlage
Güterförderung	Befördern von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen, einschließlich der Behältnisse, sowie von Maschinen und Geräten mit den →Fördermitteln von Schachtförderanlagen
Hängebank	Übertägiger →Anschlag
Hängestrebe	Tragendes, lotrecht angeordnetes Verbindungsteil zwischen Kopf- und Fußrahmen von →Fördergestellen, →Fördergefäßen und →Gegengewichten
Hängeseil	Ein nicht unter Spannung stehendes Seil
Hängeseilüberwachung	Sicherheitstechnische Einrichtung zur Anzeige von →Hängeseil
Hauptseilfahrtanlage	→Seilfahrtanlage in Schächten, bei der die zulässige Seilfahrtgeschwindigkeit mehr als 4 m/s beträgt oder mehr als 20 Personen gleichzeitig auf einem - →Fördermittel fahren oder mehr als 2 →Tragböden je Fördermittel zur →Seilfahrt benutzt werden dürfen
Haupttragglieder	Sammelbegriff für →Aufhängebleche, Anschlussbleche, Quer- und Längsträger sowie →Hängestreben einschließlich ihrer Verbindungsteile in Kopf- und Fußrahmen von →Fördermitteln und →Gegengewichten
Hilfsrichtungen	Bestandteile von →Schachtförderanlagen, die beim →Abteufen, Ausbauen und Instandhalten von Schächten benutzt werden, z. B. →Greiferanlagen, Auslegerkrane für Bohrgeräte, Hilfsförderungen für Ausbauteile, Einrichtungen für Vermessungszwecke
Hilfsfahranlage	Anlage, die in Schächten mit →Seilfahrt- oder →Güterförderanlage anstelle eines →Fahrtrums eingebaut und geeignet ist, in Notfällen Personen aus dem Schacht zu bergen

Benennung	Definition
Impulsgeber	Einrichtung zur berührungslosen Erzeugung von Impulsen, zum Zwecke der zentralen Messwert- erfassung und -überwachung
Isolationsüberwachung	Siehe Erdschlussüberwachung
Karabinerhaken	Haken des →Abteufzwischen-geschirrs zum →Anschlagen des →Förderkübels
Kausche	Teil des →Seileinbandes zur Umlenkung des Seiles
Kauschereinband	→Seileinband unter Verwendung einer →Kausche
Kerndraht	Draht, der sich in der Achse der →Litze von Stahlseilen befindet
Klammerung	Verbindung der →Schenkel von Flachunterseilen durch nagelartige Stifte mit beidseitigem Kopf anstelle von →Nährdrähten oder →Nährlitzen
Klanke	Durch Strammziehen einer Seilschlinge hervorgerufene örtliche Verformung des Drahtseils insbesondere infolge von →Hängeseil
Klappbühne	Siehe Bühne
Kleine Seilfahrtanlage	→Seilfahrtanlage in Schächten, bei der die zulässige Seilfahrtgeschwindigkeit höchstens 2 m/s beträgt oder höchstens 10 Personen gleichzeitig auf einem →Fördermittel fahren dürfen
Klemmkausche	Teil des →Zwischengeschirrs zum Einbinden des →Förderseils, wobei sich das Förderseil selbsttätig durch Einziehen des Kauschenherzens in das Kauschengehäuse festklemmt
Koepe-Förderung	Nach dem Erfinder Koepe genannte →Treib-scheibenförderung
Konsole	Kragkonstruktion, die zur Verlagerung und Befestigung von →Führungseinrichtungen und sonstiger Einbauten in einem Schacht dient
Kopfschutzbühne	Siehe Bühne
Kreuzgelenkstück	Teil des →Zwischengeschirrs
Kreuzschlag	Entgegengesetzte →Schlagrichtung der Drähte in den →Litzen zur Schlagrichtung der Litzen im Seil

Benennung	Definition
Kreuzschlagseil	Rundseil, bei dem die →Schlagrichtung der Drähte entgegengesetzt zu derjenigen der →Litzen ist
Kritische Teufe	Die Teufe beim →Schachtabteufen, bei der das größte Lastmoment am →Seilträger insbesondere bei Bobinenförderung auftritt
Lasche	Teil des →Zwischengeschirrs
Litze	→Spiralseil
Litzenseil	Seil, das aus mehreren um eine Einlage schrau-benförmig angeordneten →Litzen hergestellt ist
Lostrommel	Der →Seilträger einer Zweitrommel-Antriebsmaschine, der über eine →Versteckvorrichtung mit der Antriebswelle verbunden ist
Lüftwegüberwachung	Sicherheitstechnische Einrichtung zur Überwachung des ordnungsgemäßen Lüftens der Bremse
Maschinenführer	Sammelbegriff für Fördermaschinenisten, Haspelführer und Windenführer
Massenbremse	Zusätzliche Bremsenrichtung auf der Motorwelle zum Abbremsen der umlaufenden Massen des Motors und des Getriebes
Mehrseilförderanlage	→Schachtförderanlage, bei der →Fördermittel und →Gegengewicht an mehreren →Förderseilen hängen
Mindestdruckauslösung	Sicherheitstechnische Einrichtung, die die →Sicherheitsbremse auslöst, wenn der für die →Fahrbremse erforderliche Mindestbremsdruck oder der zum Lüften von Bremsgewichten oder zum Spannen von Bremsfedern erforderliche Druck unterschritten wird
Mittlere Seilfahrtanlage	→Seilfahrtanlage, bei der die zulässige Seilfahrt-geschwindigkeit mehr als 2 m/s, aber höchstens 4 m/s beträgt oder 11 bis höchstens 20 Personen gleichzeitig auf einem - Fördermittel fahren dürfen
Nachsetzen	Korrigieren der Stellung eines →Fördermittels
Nährdrähte	Drähte zum Verbinden der →Schenkel von Flachseilen
Nährlitzen	Litzen zum Verbinden der →Schenkel von Flachseilen

Benennung	Definition
Nebenanschlag	→Anschlag auf einer →Bühne oberhalb oder im Keller unterhalb eines Anschlages
Nennabmessung von Flachseilen	Rechnerisch festgelegte Querschnittsabmessung (Breite x Dicke)
Nenndurchmesser	Rechnerisch festgelegter Durchmesser
Nennfestigkeit	Rechnerische Festigkeit
Nennlast	Rechnerische Höchstbelastung
Nennquerschnitt	Rechnerisch oder zeichnerisch festgelegter Querschnitt
Nennzugkraft	Höchste zulässige Zugkraft
Notbeleuchtung	Beleuchtung bei Ausfall der Stromversorgung der Hauptbeleuchtung
Notbremse	Siehe Sicherheitsbremse
Notfahranlagen	Anlagen, die in Abteufbetrieben anstelle eines →Fahrtrums eingebaut und geeignet sind, sämtliche auf der Teufsohle oder →Bühne befindlichen Personen in Notfällen mit <b>einem</b> →Treiben aus dem Schacht zu bergen
Nothaltgeber	Befehlsgeber zum Stillsetzen der Anlage im Notfall
Notsteuerung	Handbetätigte Einrichtung zum Steuern einer automatisch betriebenen →Seilfahrt- und →Förderanlage im Störungs- oder Notfall
Nutzlast	Last, die mit der →Förderanlage im Schacht transportiert wird, z. B. Personen, Fördergut, Material
Ortsfeste Bühne	Siehe Bühne
Ortsveränderliche Bühne	Siehe Bühne
Parallelschlag-Machart	→Seilmachart, bei der die Drähte aller Lagen zueinander parallel liegen
Personenbeförderung	Beförderung von Personen mit maschinellen Anlagen
Prellhölzer	Energieverzehrende Teile unter →Prellträgern
Prellträger	Träger, die den Weg von →Fördermittel und →Gegengewicht bei einem →Übertreiben nach oben begrenzen

Benennung	Definition
Rasenhängebank	→Anschlag im Niveau der Tagesoberfläche
Rechnerische Bruchkraft (Seilbruchlast)	Produkt aus der Nennfestigkeit und der Summe der Nennquerschnitte der Stahldrähte von Seilen
Rechnerisches Längengewicht eines Seiles	Metergewicht eines unbelasteten Seiles
Redundanz	Anwendung von mehr als einem Betriebsmittel oder einer Anlage oder Teil eines Betriebsmittels oder einer Anlage, um sicherzustellen, dass bei Fehlverhalten ein Betriebsmittel oder eine andere Anlage verfügbar ist, diese Funktion auszuführen
Redundanzverlust	Ausfall einer der Steuerungen, die für ein und dieselbe Funktion vorhanden ist
Reduzierte ermittelte Bruchkraft	→Bruchkraft gebrauchter →Förderseile, die für eine Weiter- oder Wiederverwendung eines Seiles ermittelt werden muss
Reibseile	Seile, die in Schächten mit →Seilführung ein gegenseitiges Berühren beim Begegnen von Fördermitteln und/oder →Gegengewichten verhindern
Revisionsbetrieb	Betriebsart zur Prüfung von Teilen der →Schachtförderanlage
Ruftaste	Befehlsgeber zum Heranholen eines →Fördermittels bei →Selbstfahreseilfahrt im →Automatikbetrieb
Ruhebühne	Siehe Bühne
Sachverständiger	Eine für die Prüfung von Teilen oder Anlagen von einer autorisierten Stelle anerkannte → fachkundige Person
Sammelanschlag	Ein →Anschlag, an dem die von einem anderen Anschlag gegebenen Signale empfangen und zum →Bedienungsstand (Steuerstand) der →Antriebsmaschine weitergegeben werden
Schachtabteufen	Siehe Abteufen
Schachtarbeiten	Arbeiten in Schächten, insbesondere - Instandhalten oder Instandsetzen des Ausbaus und der Einrichtungen - Arbeiten an →Fördermitteln, →Gegengewichten, →Zwischengeschirren und Unterseilaufhängungen - Arbeiten nahe, in oder über dem Führungsgerüst von →Fördergerüsten

Benennung	Definition
Schachtausbau	- Arbeiten beim Auflegen und Ablegen von Seilen Ausbau in Schächten, der eingebracht wird zur Stabilisierung und zum Abschluss gegenüber dem angrenzenden Gebirge
Schachtbefahrung	→Fahren von dazu befugten Personen mit →Fördermitteln oder →Gegengewichten oder auf - →Fahrten - zur Inbetriebnahme und Überwachung der Schächte sowie ihrer Einrichtungen - bei →Schachtarbeiten und Vermessungen - bei Transporten, die Begleitung auf Fördermitteln oder Gegengewichten erfordern
Schachtbeschickungseinrichtung	Einrichtung zum Be- und Entladen von →Fördermitteln
Schachteinbauten	Einbauten in Schächten, z. B. →Einstriche, →Spurlatten, Rohrleitungen, →Fahrten, →Ruhebühnen
Schachtförderanlage	→Förderanlage in einem Schacht, deren →Fördermittel und gegebenenfalls →Gegengewicht an einem Seil oder mehreren Seilen hängen, auf der Fahrstrecke geführt sind und nur an der →Antriebsmaschine gebremst werden können
Schachthammer	Einrichtung zur Signalgabe in Schächten z. B. vom →Fördermittel aus
Schachtklappe	Bewegliche Abdeckung von Schächten insbesondere beim →Abteufen
Schachtschalter	Sicherheitsvorrichtung zur Überwachung von Betriebszuständen
Schachtscheibe	Zeichnerische Darstellung eines Schachtquerschnittes mit →Schachteinbauten und -einrichtungen
Schachtschleuse	Abdichtung der Öffnung von Ausziehschächten zur Verhinderung von Wetterkurzschlüssen
Schachtsperre	Einrichtung, um das unbeabsichtigte Bewegen von Fahrzeugen in den Schachtbereich zu verhindern
Schachtsumpf	Bereich des Schachtes unterhalb des tiefsten →Anschlages

Benennung	Definition
Schachttrum	Siehe Trum
Schäkel	Verbindungselement im →Zwischengeschirr
Scheibenbremse	Bremse mit axial auf eine Bremsscheibe wirkenden Bremsbacken
Schenkel	Teil eines →Flachseiles mit in der Regel 6 bis 8 vierlitzigen Rundseilen, die nebeneinander liegend mit Drähte, →Litzen oder Klammern verbunden sind
Schiebebühne	Siehe Bühne
Schlagrichtung	Konstruktionsmerkmal von Seilen
Schrägförderanlage	Förderanlage in einer geneigten, kurvenlosen, mit --+ Anschlägen versehenen Strecke (Schrägstrecke), deren - Fördermittel und gegebenenfalls --+ Gegengewichte an einem Seil oder an mehreren Seilen hängen, auf der Fahrstrecke geführt sind und nur an der - Antriebsmaschine gebremst werden können
Schutzbühne	Siehe Bühne
Schwebebühne (Verfahrbare Bühne)	Siehe Bühne
Schwingbühne (Schwenkbühne)	Beweglicher Teil einer →Schachtbeschickungseinrichtung als Übergang zwischen →Anschlag und →Fördermittel
Schwertransport	Transport einer Last im Schacht, bei der die →Überlast größer ist als die der Bremsberechnung zugrundeliegende →betriebsübliche Überlast
Seele	Aus Naturfasern, Kunststoffen und / oder Stahldrähten bestehender Kern eines Seiles
Seilablenkwinkel	Winkel, um den der Seilstrang in seitlicher Richtung zwischen →Seilträger und Seilscheibenebene abgelenkt wird
Seileinband	Endbefestigung eines Seiles
Seileinlage	Einlage im Seil aus Naturfasern, Kunststoffen, Stahldrähten oder faserumwickelten Stahllitzen
Seilfahrt	Befördern von Personen mit den →Fördergestellen und →Fördergefäßen der dafür eingerichteten →Schachtförderanlagen von einem Seilfahrtanschlag zu einem anderen sowie in den →Förderkübeln der dafür eingerichteten →Abteufanlagen

Benennung	Definition
Seilfahrtanlage	Zur →Seilfahrt eingerichtete →Schachtförderanlage, die auch zur →Güterförderung benutzt werden kann
Seilführung	Führung der →Fördermittel und →Gegengewichte an Rundseilen
Seilkanal	Verbindungsstrecke zwischen →Blindschachtkopf und Aufstellungsort der →Antriebsmaschine zum Durchführen des →Förderseiles
Seilklemme	Klemme zur Verbindung oder Befestigung von Seilsträngen
Seillast	Größte im regelmäßigen Betrieb vorkommende statische Belastung eines Seiles
Seilmachart	Konstruktion eines Seiles
Seilrutschgrenze	Differenz der beiden Seilzugkräfte an der →Treibscheibe, bei der gerade ein Seilrutsch auf der Treibscheibe vermieden wird
Seilscheibe	Drehbare Scheibe zum Ab- oder Umlenken eines Seiles
Seilscheiben-Nenn Durchmesser	Rechnerisch bestimmter Durchmesser einer →Seilscheibe, bezogen auf den Rillengrund
Seilträger	Teil der →Antriebsmaschine (→Fördermaschine, →Förderhaspel, →Winde), mit dem das Seil bewegt wird
Seiltrommel	Siehe Trommel
Selbstfahrer	Person, die berechtigt ist, →Selbstfahrerseilfahrt durchzuführen
Selbstfahrerseilfahrt	→Seilfahrt, bei der eine hierzu berechtigte Person fährt und die dazu erforderlichen Signale oder →Abfahrbefehle selbst gibt
Sicherheitszahl	Zahlenwert für mechanische Bauteile, der sich aus dem Quotienten aus der Grenzbeanspruchung (Bruchfestigkeit, Streckgrenze) und der statischen Beanspruchung ergibt
Sicherheitsbremse (Notbremse)	Bremse an →Seilträgern von →Antriebsmaschinen, die beim Ansprechen der Überwachungseinrichtung der →Förderanlage selbsttätig ausgelöst wird oder durch den →Maschinenführer ausgelöst werden kann

Benennung	Definition
Sicherheitskreis	Zusammenfassung aller Überwachungsfunktionen, die zur Auslösung der →Sicherheitsbremse führen
Sicherheitszahl von Seilen	Zahlenwert für →Förder- und →Bühnenseile, der sich aus dem Quotienten aus →ermittelter Bruchkraft und statischer Belastung ergibt. Bei sonstigen Seilen Zahlenwert aus dem Quotienten aus → rechnerischer Bruchkraft und statischer Belastung
Signalanlage	Anlage für - die bidirektionale Übertragung elektrischer, akustischer oder optischer Signale zwischen den →Anschlägen und der →Antriebsmaschine, - die Überwachung der →Anschläge und des →Fahrtrums, - die Sperrung und Freigabe der →Antriebsmaschine, - die Ein- und Umschaltung der →Betriebsarten und -weisen sowie für - die sohlen-, betriebsarten- und -weisenabhängige Signalblockierung bzw. -freigabe.
Skip	Siehe Fördergefäß
Spanngewicht	Gewicht zum Spannen von →Führungs- und →Reibseilen
Spannlager	Vorrichtung zur Befestigung von →Führungs- und →Reibseilen
Spannungsarmes Seil	Ein Seil, bei dem im unbelasteten Zustand nach dem Entfernen der am Seilende befindlichen Abbindung keine →Litzen und Drähte aus dem Seilverband heraustreten
Spannwinden	Winden zum Spannen von →Führungs- und →Reibseilen in Schächten
Spiralseil	Seil aus schraubenförmig angeordneten Drähten in einer Drahtlage oder mehreren Drahtlagen
Spurführungsschuh	→Führungselement als Entgleisungsschutz an spurlattengeführten →Fördermitteln und →Gegengewichten
Spurlatten	Bauteil aus Holz oder Stahl zur Führung von →Fördermitteln und →Gegengewichten
Steuerstand	Ort, an dem die Betriebsmittel zum Steuern von →Antriebsmaschinen oder →Beschickungseinrichtungen zusammengefasst sind

Benennung	Definition
Teufenzeiger	Einrichtung an der →Antriebsmaschine zur Anzeige der Stellung der →Fördermittel und →Gegengewichte im Schacht
Tragboden	In →Fördermitteln einfach oder mehrfach übereinander angeordnete Plattformen, die zur Aufnahme von Personen und / oder zum Fördern von Produkten und Material dienen
Tragfähigkeit	Größte zulässige Belastung von Bauteilen
Treiben	Bewegen eines →Fördermittels bis zum Stillsetzen, mit Ausnahme des →Umsetzens und des →Nachsetzens
Treibscheibe	→Seilträger einer Antriebsmaschine, bei dem durch Reibschluss die Antriebsenergie der Maschine auf das →Förderseil übertragen wird
Treibscheibenförderung (-förderanlage)	→Schachtförderanlage mit einer →Treibscheibe als →Seilträger
Treibscheibenfutter	Ausfütterung der Treibscheibenrille mit Werkstoffen für einen ausreichenden Reibschluss
Trense	Einlage aus Naturfaser oder Kunststoffen zwischen den Stahllitzen eines Seiles
Trommel	Zylindrischer oder konischer →Seilträger einer →Antriebsmaschine zur Seilaufnahme, auf dem das Seil auf- und von dem das Seil abgewickelt wird
Trum	Zweckgebundener Teil der Schachtröhre, z. B. →Fördertrum, →Gegengewichtstrum, →Fahrtrum
Trumgewicht	Seillast in einem →Trum bestehend aus dem Gewicht von in diesem Trum befindlichen Strängen von →Förder- und →Unterseil(en), →Zwischengeschirr(en), →Fördermittel (einschließlich →Nutzlast) oder →Gegengewicht
Turmfördermaschine/-haspel	→Antriebsmaschine mit Anordnung über dem Schacht
Trummittenabstand	Abstand zwischen den gedachten Mittellinien der beiden zueinander gehörenden →Fördertrume bzw. Fördertrum und zugehörigem →Gegengewichtstrum

Benennung	Definition
Überlast	Die der Berechnung der Bremsen zugrunde zulegende Lastdifferenz zwischen den →Fördertrumen einer →Schachtförderanlage
Übertreiben	Bewegung der →Fördermittel über die →Endanschläge hinaus
Überwachungsbühne	Siehe Bühne
Umlenkscheibe	→Seilscheibe, durch die das Seil in der Laufrichtung um etwa 180 Grad umgelenkt wird
Umsetzen	→Vorsetzen eines anderen - Tragbodens des →Fördermittels am →Anschlag
Unternehmer	Derjenige, in dessen Namen und auf dessen Rechnung der Betrieb geführt wird
Unterseil	Bei →Treibscheibenanlagen Seil zum Ausgleich der Förderseilgewichte in den →Fördertrumen bzw. Förder- / →Gegengewichtstrum
Unterseilaufhängung	Lösbare Vorrichtung zur Verbindung von →Unterseil und →Fördermittel/ →Gegengewicht
Unterseilbucht	Wendebereich des →Unterseiles, in dem das Seil von einem →Fördertrum ins andere bzw. ins →Gegengewichtstrum wechselt
Verfahrbare Arbeitsbühne	Siehe Bühne
Verfahren	Im Schachtbetrieb das Bewegen von →Fördermittel/ →Gegengewicht/ →Bühne
Verschlossenes Seil	Seil, bei dem über mehrere Lagen von Runddrähten eine Lage oder mehrere Lagen →Formdrähte zur Erzielung einer glatten und geschlossenen Oberfläche aufgebracht sind
Versteckbremse	Bestandteil der →Versteckvorrichtung bei einer Zweitrommelanlage zum Festsetzen der →Lostrommel während des Versteckvorganges
Verstecken	a) Siehe Versteckvorrichtung b) Das Einlegen von Litzenenden beim Spleißen von Seilen
Versteckvorrichtung	a) Mechanische Einrichtung bei Zweitrommelmaschinen mit umsteckbarer (versteckbarer) →Lostrommel zum Ausgleich der Seillängen bei unterschiedlichen Forderteufen b) Teil eines →Zwischengeschirres zum Ausgleich von Seillängen



<b>Benennung</b>	<b>Definition</b>
Verwindenzahl	Zahl der Verwindungen (Torsionen) eines Seildrahtes bis zum Bruch
Verzinkung	Oberflächenschutz der Seildrähte gegen Korrosion
Volles Treiben	Fahrt eines →Fördermittels von einem →Endanschlag zum anderen
Vorschacht	Teil eines abzuteufenden Schachtes, der notwendig ist, um die →Abteufanlage einbauen zu können
Vorsetzen	Das Bereitstellen eines →Fördermittels an einem →Anschlag
<b>Winden</b>	Antriebe zum langsamen Heben und Senken von Lasten oder zum Spannen von Seilen in Schächten
Wirbel	Teil des →Zwischengeschirres, das Drehmomente des Seiles von angehängten Lasten (z. B. →Abteufkübel, →Greifer) fernhält
Wirkliche Bruchkraft	Durch Zerreißen eines Probestückes festgestellte Bruchkraft eines Seiles
<b>Zielwahltaste</b>	Befehlsgeber zur Eingabe eines Fahrzieles bei →Selbstfahrerseilfahrt im Automatikbetrieb
Zug	Siehe Förderzug
Zwischengeschirr	Lösbare Vorrichtung zur Verbindung von →Förderseil und →Fördermittel/ →Gegengewicht, →Bühnenseil und →Bühne sowie anderen Seilen mit sonstigen Lasten

## Sachwortverzeichnis

### A

Abfahrbefehl (Steuerimpuls)	3.8.7.10 / 5.1.1 / 5.1.2 / 5.1.5 5.2.1 / 5.2.2 / 5.3.1 / 5.3.4 -6 5.4.3 / 5.4.4.4 / 5.4.7 / 5.5.5.2 5.5.7.1
Abfahrsperrkreis	4.10.3.6 / 5.5.5.2 / 5.5.7
Abfahrwarnung (akustisch)	4.1.6 / 4.6.2.9 / 5.4.2 / 5.4.3 5.4.4.4 / 5.4.5.1 / 5.4.9
Ablenkscheiben	siehe Seilscheiben
Abteufen	
- gerüst	siehe Gerüst
- anlagen	2.4.7.9 / 2.5.2 / 3.9.7.8 4.1.5.1 -2 / 4.10.2.1
- maschine	3.1.3 / 3.6.1 / 3.6.14-15 3.9.7.12
- signalanlage	4.1.5.1 / 4.14
Abteilsperre	2.5.4.2.2 -5
Abtriebskraft (am Bremsapparat)	3.13.1
Abstandsseile	siehe Reibseile
Ankerschrauben	1.2.5 / 3.1.3 / 3.9.4.2 / 3.13.5
Anschläge	2.1.9.2 / 2.1.12 / 2.4.7.5 2.5.1 3.8.8.1 / 4.4 / 4.5.5 -8 5.1.7.1 5.2.2 / 5.2.5 / 5.2.12.1 -3 / 5.4.2 3.6.2.2 / 3.7.2 / 5.4.5.1
- Endanschläge	4.1.2 / 4.9.1 / 4.10.1.1 / 4.10.1.6
- Nebenanschläge	4.10.3.1 -5 / 4.12.2 / 4.4.6 / 5.2.10
Antivalenzschaltung	3.8.7.5.1
Antrieb, Antriebsmaschine	3.1.1 / 3.2 / 5.1.2 / 8.3 / 10.1.3 10.4.1
- Ausrückvorrichtung	3.2.2 / 10.4.1
- Bemessung	3.1.4.1 / 3.1.5 / 3.2.1
- Dampf-/Druckluft-A.	3.2.51 -3
- Drehstromasynchron-A.	3.2.3.1
- Hydraulik-A.	3.2.4.1 -5 und unter H
- Schleifringläufer-A.	3.2.3.2-3
- Verbrennungsmotor	3.2.6
- Versteckvorrichtung	siehe unter V
Aufgelöster Kerndraht	siehe Kerndraht
Aufhängeblech	7.1.3 / 7.1.6 / 7.1.8 / 7.2.1 7.4.14 / 7.6.2

### noch A

Aufschieber	2.5.4.2.2 / 2.5.4.2.4
Aufsetzvorrichtungen	2.5.4.1.8
Aufzüge	1.1.6
Automatische Beschickung	5.1.1 / 5.3
Automatischer Betrieb, automatische Steuerung	5 / 3.4.1 / 3.6.9 3.8.3 / 3.8.5 3.9.1.9 / 3.9.5.23.9.6.1 -2 3.9.7.4 / 3.9.7.9 4.2.9 / 5.1 5.2 5.4.1
- Anschlägersteuerung	5.2.12.1 -4
- Anzeigen, Leuchtfelder	5.6
- Befehlsgeber	5.2.2-4 / 5.3.4
- Betriebsarten	5.2.2 / 5.2.110-111 / 5.2.12.1 5.2.13-14 / 5.4.4.4
- Betriebszuverlässigkeit	5.1.4
- Ferneinschaltung	5.2.6
- Fördermittel, Ausrüstung für Selbstfahrerseilfahrt	5.4.3
- Fördermittelverschlüsse	siehe Fördermittel
- Gesperrt-/Freischaltung	5.1.8.4.2 / 5.1.8.5
- Ingangsetzen	5.1.2 / 5.2.1 / 5.3.1 / 5.4.4.4
- Notsteuerung	3.4.1 / 3.4.3 / 5.1.8.2 5.1.8.3 5.1.8.4.1 -4 / 5.1.8.5 5.2.8 5.2.13-14
- Nothaltgeber	siehe unter N
- Ruftasten	siehe unter IR
- Sammelsteuerung	5.4.4.1 / 5.4.4.3 / 5.4.6.1 - 5.4.7
- Selbstfahrerseilfahrt	5.1.7.3 / 5.2.2 / 5.2.5 / 5.4
- Sicherheitsbremsung	5.1.6
- Sicherheits- und Überwachungseinrichtungen	5.5
Sicherheitsstromkreis	5.5.4 a) / 5.5.5
Fahrbremskreis	5.5.4b) / 5.5.6
Abfahrsperrkreis	5.5.4 c) / 5.5.7
- Stillsetzen	5.1.2 / 5.1.3
- Umschalten	siehe unter U
- Zielwahltasten	siehe unter Z

**B**

Bandbremse	3.9.1.3.1 / 8.3.3
Bedienungsstand	2.2.5.2 / 2.5.2.2 / 2.5.3.9 3.1.2 / 3.1.7 / 3.4 / 3.6.4 / 3.8.7.6 / 3.9.5.9 / 3.9.6.1 4.1.5.1 / 4.1.6 / 4.2.6 -8 / 4.5.5 4.5.6.8 -A 0 / in 4.6 / 4.7.1 / 4.7.5 / 4.8.4 / in 4.9, 4.10, 4.13 / 4.12.2 / 4.15.1 / 4.16.2 5.1.7.1 / 5.1.7.3 / 5.1.8.1 -2 / 5.1.8.4.1 / 5.2.9 / 5.3.3 / 5.6.1 7.3.5.8.2 / 9.1.1.12
- Notbeleuchtung	3.4.9.2
Befahrungsanlagen	2.1.5 / 2.4.1.1 7.3.5.1 / 8
- Antrieb, Bremsen	8.3
- Begriff	8.1.1
- Einrichtungen im Schacht	8.2
- Fahrgeschwindigkeit	8.3.12 / 8.3.13
- Fördermittel, Zwischengeschirre	8.4
- Führungseinrichtungen	8.2.6
- ortsbewegliche Anlagen	8.2.4
- Seile	8.5
- Signalanlagen	8.6
Befestigung der Spurlatten an den Einstrichen	2.4.5.10 / 2.4.6.3
Betriebsmittel, signaltechnische Beschickungseinrichtung	4.3 siehe Schachtbeschickungseinrich- tung
Biegezahl von Seildrähten	6.3.1.6 / 6.3.2.3 / 6.3.2.15
Blindschächte	1.2 / 8.2.3
- Bewetterung	1.2.7
- Korrosionsschutz	1.2.3 / 1.2.5
- Umgänge und Bühnen	1.2.6
- Verlagerungen	1.2.1 -5 / 3.1.2
Blitzschutzanlagen	1.1.8
Bobinen, -anlagen, -maschinen	3.2.2 / 3.3.9 -13 / 3.5.2 / 3.5.5 3.5.9 / 3.6.14 / 3.6.16 / 3.8.7.5.3 3.8.8.3 / 3.9.2.3 / 3.9.7.7 / 3.12 / 5.5.3
Bolzen	3.9.3.5 / 7.1.4 / 7.4.4.3 7.4.5
- Bohrung	3.13.8.3 / 7.1.6 7.2.4 7.6.1.7 / 7.6.2.3
- Berechnung	3.13.3 / 3.13.4 7.6.7.1

**noch B**

Bordscheiben	3.3.7 -8 / 8.3.11 / 10.2.8 / 10.5.2
Bremseinrichtungen	3.9 / 8.3.3 8.3.4 / 10.2
- Allgemeine Anforderungen	3.9.1
- Anordnung	3.9.2
- Ausführung	3.9.3
- Berechnung	3.10 3.11 3.12 / 3.13 / 10.7
- Besondere Vorrichtungen	3.9.6
- Bremsapparat	3.5.53.9.1.2-6 / 3.9.2.1 3.9.5.11 -12 / 3.9.6.3 / 3.9.6.6 3.11.2.1.2 / 8.3.3
- Bremsbelag	3.3.3
- Bremsenmessung	siehe unter M
- Bremsflächen	3.3.3 / 3.9.1.2 / 3.9.2.2
- Bremskraftherzeuger	3.9.1.2-3 / 3.9.1.6 / 3.9.2.4 3.9.6.5
- Bremsverzögerung	siehe Verzögerung
- Bremswirkungen	3.3.3 / 3.9.7
- Haltebremse	3.9.5.2 / 3.11.2.3.2-8 / 3.11.3 3.12.2.3 / 3.12.4.3
- Massenbremse	3.9.7.10
- Mechanische Festigkeit des Bremsgestänges	3.9.4 / 3.13
- Mindestdruckauslösung, Lüftwegüberwachung	siehe unter M bzw. L
- Seilrutschgrenze	3.9.7.2.2 / 3.9.7.3 / 3.10.5 3.11.4.2
- Sicherheit gegen statische Belastung	3.9.7.1 / 3.10.2
- Steuerung der	3.9.5 / 3.9.6
- Stoppbremse	3.4.2 / 3.9.5.2 / 5.1.8.4.2
- Teilbremskraft	siehe unter T
- Versteckbremse	3.3.9 / 3.9.7.7
- Verzögerung	siehe unter V
Briart'sche Führungen	2.4.2.1 / 2.4.2.9 / 2.4.8.9 / 7.3.5.2 7.3.5.6
Bruchkraft von Seilen	1.2.5 / 1.4.3 / 3.1.3 / 6.2.9 / 6.2.10
- ermittelte Bruchkraft	6.2.9.2 / 6.2.10 / 6.2.11 / 6.3.2.7 / 6.4.2.2-3
- rechnerische Bruchkraft	6.2.9.1 / 6.2.10 / 6.2.11 / 6.3.2.7 / 6.4.2.1-3
- reduzierte ermittelte Bruchkraft	6.3.2.15
- wirkliche Bruchkraft	6.2.9.3
Bühnen	9 / 4.1.2 / 6.1.3
- an Anschlägen	2.4.7.5.1 -3
- beim Abteufen	2.5.2.1 / 2.5.2.3 / 4.1.5.1
- feste Arbeitsbühnen	siehe unter F
- Gitterrostbühnen	2.2.3 / 2.2.5.3 / 9.1.1.5

noch **B**

- Ruhebühnen	siehe unter R
- Schutzbühnen	siehe unter S
- Seile'	6.1.3 / 6.5 / 6.9.5
- Überwachungsbühnen	siehe unter U
- verfahrbare Arbeitsbühnen	siehe unter V
- Winden	siehe Winden
- Zwischengeschirre	9.1.2
Bündigkeitsanzeige	3.5.4
Bündigstellung	3.6.9 5.4.6.1 / 5.5.7.22.4.7.5.2

**C/D**

Dampfantrieb	3.2.13.2.5.1 -2 / 3.4.7 / 3.8.4 3.8.8.1
Dauerfestigkeit	3.1.5
Dieselmotor	3.2.6
Drehungsarme Seile	2.4.7.6.1 / 6.2.8 / 6.3.3.1 / 6.5.2 6.6.3
Drehzahlüberwachung	3.2.7 / 3.8.3
Druckluftantrieb	3.2.5.1 / 3.2.5.3 / 3.4.7 / 3.8.4 3.8.8.1 / 8.3.8
Druckspannung in Auflagern, Kantenspannung	1.2.4.2 / 2.4.4.2 / 2.4.5.1 / 2.4.5.9 2.4.6.2
Dynamische Zusatzkräfte	1.2.4.1

**E**

Eckführungen	2.4.1.3 / 2.4.2.3
Einband	siehe Seileinband
Einfahrüberwachung	3.5.8 / 3.7.2 -3 / 3.8.3 Ziffer 8 3.8.7.5.4
Eindringweg	9.3.2.3.3
Einschlagwecker	siehe Signalanlage
Einstriche	2.1.1 / 2.4.1.3 / 2.4.2.2 / 2.4.2.4.2 2.4.3
- Abstand	2.4.3.5 / 2.4.3.6 / 2.4.5.4
- Berechnung	2.4.5 / 2.4.6.1.5 / 2.4.6.3
- Durchbiegung	2.4.5.8 / 2.4.6.1.8
- gestoßene Einstriche	2.4.5.1
- Verlagerung	2.4.3.1
- Verlagerung auf Konsolen	2.4.3.2 / 2.4.3.3 / 2.4.5.9 2.4.6.2
- Werkstoffe von Einstrichen	2.4.4.1 / 2.4.4.2
Einzelsteuerung bei automati- schen Anlagen	5.4.4.1-2
Elektrostatische Aufladung	1.4.6 / 3.3.14 7.3.5.9
Endschalter	3.6.2.2 / 3.8.3 3.8.7.5.4 / 3.8.8
- Schachtendschalter	3.8.7.5.3 / 3.8.7.7 / 3.8.8.1 / 3.8.8.3
- Teufenzeigerendschalter	3.5.6 / 3.8.7.5.3 / 3.8.8.1 / 3.8.8.3
- Überbrückung	3.8.8.2
Entgleisen; Schutz vor Entgleisen	7.3.5.4-6
Erdschlussüberwachung	3.8.7.5.1 e) / 3.8.7.6 / 4.2.5 / 5.5.7.2
Eta-( $\eta$ -)Verfahren	2.4.5.7 / 2.4.6.1.7

**F**

Fahrbremse	3.9.1.3.2 / 3.9.1.5 / 3.9.2 3.9.5 3.9.7.1 / 8.3.3 / 10.2.1
Fahrbremskreis	5.5.6 / 5.5.5.2
Fahrtregler	3.2.2 / 3.5.6 / 3.5.8 / 3.6 3.8.3 Ziffer 6 / 3.8.8.1
- mit kontinuierlicher Verzöge- rungsüberwachung	3.6.13.1 / 3.6.13.2 / 3.8.7.5.3
- mit punktwiser Verzögerungs- überwachung	3.6.13.1 / 3.6.13.3 / 3.8.7.5.3
- für Abteufmaschinen	3.6.1 / 3.6.14 / 3.6.15 / 3.6.16

## noch F

Fahrtrum, Fahrten	2.1 / 2.1.5-12 / 9.1.1.11 -12
Fangstützen	1.3
Federkennlinie	3.11.2.1.1 / 3.11.2.1.3
Fernbedienung	3.4.10.1 -3 / 3.9.6.1
Fernsprechanlagen	3.4.2 / 4.1.6 / 4.13 / 5.1.8.4.2 5.2.12.3 / 5.4.2
- beim Abteufen	4.14
- in sonderbewetterten Gruben- bauen	4.15
Fertigsignalanlage	siehe Signalanlage
Feste Arbeitsbühnen, Über- wachungsbühnen	2.2.3/9.2
- Ausführung	9.2.1
- Berechnung	9.2.2
- Bühnenabdeckung	9.2.2.4
- Bohlen	9.2.1.3 / 9.2.1.4 / 9.2.2.1 9.2.2.5
- Klappbühnen, Schiebebühnen	9.2.1.5
- Korrosionsschutz	siehe unter K
- ortsfeste Bühnen, ortsveränder- liche Bühnen	9.2 / 9.2.1.7
- Träger, Unterzüge	9.2.1.1 / 9.2.1.2 / 9.2.1.3 9.2.2.1
Feststellvorrichtung	2.5.4.1.8
Flachseile	3.3.12 6.1.4 / 6.2.2 / 6.2.4 6.3.2.6 6.4.2
- förderseile	7.4.15.5
- unterseile	6.4.1.1 / 6.4.1.2 / 6.4.1.5 / 7.4.15.5
Formschlüssig	3.5.2 / 3.6.5 / 3.7.3
Förder-/Gegengewichtstrum, Ab- stände	2.1.2 / 2.4.7.4.1
Fördergerüst, -turm	siehe Gerüst
Fördermaschine, Förderhaspel	1.2.1 / 3 3.1.1 / 4.1.1 5.1.2 5.2
- Auslegung und Bemessung	3.1.3 -8 3.2.1 -7
- Antrieb	3.2 und unter A
- Bedienungsstand	siehe unter B
- Bremsrichtung	siehe unter B
- Endschalter	siehe unter E
- Geschwindigkeitsüberwachung	3.6/ 3.7
- Getriebe	3.1.2 / 3.1.5 / 3.2.2
- Notschalter	3.1.7 / 3.4.11
- Notsteuerung	siehe unter N

## noch F

- Seilträger	siehe unter S
- Schweißarbeiten	siehe unter S
- Sicherheitskreis	siehe unter S
- Sperreinrichtung	4.10.3
- Teufenzeiger	siehe unter T
Fördermittel	2.4.7.8 / 6.1.3 7 8.2.5 8.2.6.1 8.4
- Aufhängeblech	siehe unter A
- Aufhängung an Ketten oder Seilen	7.6.7.9
- Behälter	7.1.2/ 7.3.6 / 7.4.6 / 7.6.6
- Berechnung	7.2.5/ 7.2.7 / 7.6
- Dach, Tragböden	7.3.1
- Gefäß	2.5.4.3 / 7.1.2 / 7.3.1.1 / 7.3.4
- Gestell, (Korb)	7.1.2/ 7.3.1.1 / 8.4.1
- Hängestrebene	7.1.3 / 7.1.10 / 7.2.1 / 7.2.6 7.3.3 7.6.4 / 9.1.1.1
- Haupttragglieder	7.1.3 und unter H
- Klappen, Durchstieg	7.3.1.5
- Kübel	7.1.2 / 7.1.4 / 7.3.6 / 7.4.2 7.4.6 7.6.6/ 7.6.7.7 / 8.4.1
- Längsträger	siehe unter L
- Querträger	siehe unter Q
- Schweißarbeiten	siehe unter S
- Sicherheiten	7.2 / 7.6.1
- Verbindungselemente	7.1.3 / 7.6.5
- Verschlüsse, (Tore usw.)	2.5.4.3.5 / 4.1.6 / 4.10.3.1 -2 5.1.7.3 / 5.2.8 / 5.4.3 / 5.4.4.4 5.4.6.1 / 5.4.7 / 5.5.6.2 / 5.5.7.2 7.3.1.4 / 7.3.1.7 / 7.3.4.1 / 7.3.6.3
- Werkstoffe	7.1.8
- zusätzliche Anforderungen bei Seilführung	7.3.7
Fördermitteltelefonie- und -signal- anlage	4.5.1 / 4.8
Förderseil	2.4.7.6 / 6.1.3 / 6.3 6.9.1 6.9.2 7.5.15.5
- drähte	6.3.1 / 6.3.2.3 / 6.5
- zugversuch	6.3.1.3
- Biege-/Verwindeversuch	6.3.1.7.1 -2
Förderseillast	1.1.12
Förderturm	siehe Gerüst
Freie Höhe / Teufe	2.3 / 8.2.7
- Führungseinrichtungen in der...	2.4.8 / 2.4.7.4.2

**noch F**

Fundamente von Antriebsmaschinen	3.1.2 / 3.1.3 / 8.2.1
Fußleisten	1.1.5 / 9.1.1.9 9.2.1.5
Führungseinrichtungen	2.1.3 / 2.4
- Allgemeines	2.4.1
- Befestigen anderer Einrichtungen	2.1.3 / 2.1.4
- Berechnung	2.4.5 / 2.4.6
- Briart'sche Führungen	siehe unter B
- Einstriche	siehe unter E
- Seilführung	siehe unter S
- Spurlatten	siehe unter S
- Werkstoffe	2.4.4
Führungsgestüt	1.1.1 / 1.1.4 / 3.8.8.1
Führungsholz, Unterseil-F.	2.2.2.1 / 2.2.2.2 / 3.8.5 4.6.2.4 5.5.3 / 5.5.6.2
Führungselemente	7.3.5
- Führungsklauen	7.3.5.2 / 7.3.5.6
- Führungsösen	7.3.5.2 / 7.3.5.7 / 7.3.7.3
- Führungsrollen	2.4.5.4 Tab. 2 / 3.3.14 / 7.3.5.2 7.3.5.5 / 7.3.5.9
- Führungsschlitten	2.4.1.2 / 2.4.1.8 / 2.3.4 / 7.3.5.2 7.3.5.8.1 -3
- Führungsschuhe	2.1.2 / 2.4.2.4.1 / 2.4.2.4.2 2.4.5 Tab. 2 / 7.3.5.2 / 7.3.5.3 -5 7.3.7.3 / 7.3.7.4
- Laufrollen, -räder	7.3.5.2
Führungsseile	2.4.7.7 / 6.1.3 / 6.7 / 6.9.7 / 9.1.5
Fülldrähte	6.1.4 / 6.1.7.1
Fülltaschen	2.5.4.1.1 / 2.5.4.3.2

**G**

Gegengewicht	1.3.1 / 2.1.2 / 2.3.1 -.2 / 2.4.4.1 6.1.3 / 7 / 7.2.6 / 7.3.2
- Berechnung	7.2.6 / 7.6
- Hängestreiben	7.3.3.3
- Werkstoffe	7.1.8
- zusätzliche Anforderungen	7.3.1.2

**noch G**

Geländer	1.1.5 / 2.4.7.5.1 / 5.3.7 / 7.3.1.1 8.4.3 / 9.1.1.9 / 9.1.1.10 / 9.2.1.5 9.2.1.6
Geschwindigkeitsüberwachung	siehe Fördermaschinen, -häspel
Gerüst; Förder-, Abteuf-	1.1 / 2.4.8.1 / 8.2.1 / 8.2.2 / 8.2.4
- Aufstiege, Umgänge	1.1.5
- Aufzüge	1.1.6
- Befahrungsanlagen	8.2.1 / 8.2.2
- Blitzschutz	siehe unter B
- Entwurf, Berechnung	1.1.10.1 -.2
- Erhöhung der Seilkräfte	1.1.12
- Korrosionsschutz	siehe unter K
- Tragende Teile	1.1.2 / 1.1.3
- Verlagerungen	1.1.9
Gesperrt-/Freischaltung	5.1.8.4.2 / 5.1.8.5
Getriebe	siehe Fördermaschinen, -häspel
Gleichschlag(seil)	6.2.6
Gleichstrom	4.2.1 / 4.6.1.1 / 4.6.1.44.9.2
- fördermaschine	3.1.4.2 / 3.1.4.4
- signalanlage	4.2.4-5
Greiferanlage	9.1.1.12 / 9.1.4 / 9.4
- Greifer-, Auslegerseile	6.6 / 6.9.6 / 9.4.3 -A
- Haspel	9.4.4
- Tragwerk für Greiferhaspel	6.1.3 / 9.4.5 / 10.1.1
- Winde für Tragwerk	9.4.6

**H**

Haltegriffe und -ketten	7.3.1.4
Haltepunkt	3.6.15
Hängestreiben	siehe Fördermittel, Gegengewicht
Haupttragglieder von Fördermitteln	7.1.3 / 7.2.6 / 7.4.8 / 7.6 / 8.4.4
- Kraftverzweigung	7.2.1
- Sicherheiten	7.2.1
- Werkstoffe	7.1.8
Hebezeuge	1.1.7 / 2.5.4.1.1 / 2.5.4.1.7 7.6.1.6
Hilfsfahranlage	2.1.5 / 2.4.4.1 / 7.3.5.1 / 8 8.1.4-6
- Antrieb, Bremsen	8.3 / 8.3.2
- Begriff	8.1.2
- Einrichtungen	8.2

**noch H**

- Fahrgeschwindigkeit	8.3.12 / 8.3.13
- Fördermittel, Zwischengeschirr	8.4
- Führungseinrichtungen	8.2.6
- Seile	8.5
- Signalanlage	8.6
HV-Verbindung	7.6.5.1
Hydraulikantrieb	3.2.4.1 -.5 / 3.4.7 / 3.8.3 / 3.8.7.2 3.8.7.8
- flüssigkeit	3.2.4.5 / 3.4.2 3.8.3 / 3.9.1.2 3.9.3.10 -A 2 3.9.6.3 3.9.6.4
- behälter	3.8.3
Hydrostatischer Antrieb	3.2.4.4 / 3.2.6 3.8.7.8 3.9.5.2

**I**

Impulsgeber	3.5.2 / 3.7.3
Ingangsetzen	
- der Antriebsmaschine	5.1.2 / 5.1.6 5.2.1 5.4.4.4 5.4.5.1
- der Beschickungseinrichtung	5.1.2 / 5.3.1
Isolationsüberwachung	4.2

**J**

Jarraholz-Spurlatten	2.4.4.2
----------------------	---------

**K**

Kantenspannung	siehe Druckspannung
Karabinerhaken	7.1.4 / 7.1.8 / 7.2.2 / 7.4.12
Kauschen	7.1.4 / 7.4
Kennzeichnung (an Zwischengeschirren)	7.4.4
Ketten	7.1.4 / 7.1.7 / 7.4.10 / 7.6.1.2
- Berechnung	7.6.7.8 / 7.6.7.9

**noch K**

Kerbspannung	1.4.7 / 7.4.15.2.1
Kerndraht, aufgelöster Kerndraht	6.3.1.2 / 6.3.1.4 / 6.3.1.6
Kippheben	2.5.2.4
Klemmschrauben	siehe Seileinband
Königstangen	7.1.4 / 7.5 / 7.6.7.10
Konsolen	2.4.1.3 / 2.4.3.2 / 2.4.3.3 / 2.4.5.1 2.4.5.9 / 2.4.6.2
Kopfschutzbühnen	9.3.1
Korrosionsschutz	1.1.4 / 1.2.3 / 1.2.5 / 2.1.10.1 2.4.1.5 2.4.4.1 / 2.4.4.2 / 3.9.3.17 7.4.10 9.1.1.5 / 9.2.8.2
Kraftannahmen	2.4.5.1 2.4.5.3 / 7.6.1 / 7.6.2.1 7.6.3.1 7.6.4.1
Krananlagen	1. 1. 10. 1 / 2.5.4.1.1 / 2.5.4.1.7
Kreuzgelenkstück	7.1.4 / 7.4.14 / 7.5.3 / 7.6.7.3
Kreuzschlag(seil)	6.2.6

**L**

Lampenprüfeinrichtung	3.8.7.11
Lang-, Schwermaterialtransport	4.5.1 / 4.5.10 / 4.6.3.3 / 5.2.2 8.5.1
Längengewicht (Seile)	3.11.1.1 / 3.12.1 / 6.2.12 / 6.4.2.4 10.7.1
Längsträger	7.1.3 / 7.1.8 / 7.2.1 / 7.6.3 9.1.1.1 / 9.1.1.4
Laschen	7.1.4 / 7.3.3.2 / 7.4.7 / 7.6.7.2
Läuferkurzschluss	3.2.3.2 / 12.3.3
Laufsteg (im Sumpf)	2.8.3.5
Lostrommel/-bobine	3.3.9 / 3.5.5 / 5.5.7.2 sowie unter T bzw. B
Lüftwegüberwachung	3.8.3 / 3.8.7.5.3 / 3.9.6.2 / 3.10.3 3.11.2.1

**M**

Magnet	3.8.7.7
Magnetischer Zug	3.1.4.2
Magnet-, Schachtschalter	3.6.13.2 / 3.6.15 / 3.7.2 / 3.8.7.2 3.8.7.7 / 3.8.8.1
Maschinenführer	4.7.7 / 8.6.1 / 9.1.6
Materialförderung, -transport	2.5.4.1.1 / 2.5.4.1.5 / 2.5.4.3.8
Mehrseil(förder)anlagen	2.4.7.6.1 / 6.1.5 / 6.1.6 / 7.4.1 7.6.2.1 / 7.6.2.2 / 7.6.2.3 / 7.6.7.4
Meisterschalter	10.1.7
Messen	
- Bremskraft beim Verstecken	3.3.9
- Bremswirkungen (Druckverlauf, Kraftverlauf)	3.9.6.5 / 3.9.7.12
Mindestbiege-/verwindezahl	siehe Biegezahl / Verwindezahl
Mindestdruckauslösung	3.8.3 / 3.8.7.5.3 / 3.10.1 / 3.10.3 3.11.2.1
Messtasche	2.5.4.1.1 / 2.5.4.3.2

**N**

Nachsetzen, Umsetzen	5.1.7.1 / 5.2.2-4 5.4.9
Nachstellvorrichtung	
- für Fahrtregler	3.6.8 / 3.6.9
- für Teufenzeiger	3.5.3 / 3.5.7
Nährdrähte (Flachseil)	6.1.7.1 / 6.2.2.1
Nebenanschlüsse (Bühnen/Keller)	siehe Anschläge
Nennabmessungen (Flachseil)	6.2.2 / 6.3.2.6
Nenn Durchmesser	
- von Rundseilen	1.4.1 / 3.3.1 / 6.1.4 / 6.2.1 6.3.2.3-5 / 10.5.1
- von Seilscheiben	1.4.1 / 1.4.2
Nennfestigkeit (Seildrähte)	6.2.9.1 / 6.2.11 / 6.3.1.1 / 6.3.1.2 6.4.1.1 -3 / 6.4.2.1
Nennmoment, Nennlastmoment	3.1.4.1 3.1.5 3.2.1 / 8.3.4 10.1.4 10.2.3 10.2.5 / 10.2.6 10.3.4
Nennzugkraft	10.1.3 10.1.5 10.2.6

**noch N**

Nietverbindung	3.9.3.7 / 7.1.3 / 7.1.8 / 7.2.1 7.6.1.4 -5 / 7.6.5
Notbeleuchtung	3.4.9.2 / 4.2.2
Notfahranlage	2.1.5 / 2.4.1.1 / 7.3.5.1 / 8 8.1.4
- Antrieb, Bremsen	8.3/8.3.2
- Begriff	8.1.3
- Einrichtungen	8.2
- Fahrgeschwindigkeit	8.3.12
- Fördermittel, Zwischengeschirr	8.4 / 8.4.4 / 8.4.5 / 8.4.7
- Führungseinrichtungen	8.2.6.1
- Seile	8.5
- Signalanlagen	8.6
Nothaltgeber	4.1.6 / 4.9.2 / 5.1.8.1 / 5.1.8.2 5.2.5 / 5.2.12.3 / 5.2.12.4 / 5.4.2 5.4.3
Notschalter	3.1.7 / 3.4.11
Notsignal(anlage)	4.1.2/4.9
Notsteuerung	siehe Automatischer Betrieb

**O**

Oberseil	siehe Förderseil
Optische Anzeige	2.2.5.2 / 2.4.7.5.2 / 2.5.2.2 2.5.3.9 / 3.8.7.6 / 3.8.8.2 / 3.9.6.1 / 4.2.5 / 4.2.8 / 4.4.1 / 4.4.3 / 4.5.3 / 4.6.1.7 / 4.6.2.2 / 4.6.3.4 -5 / 4.8.4 / 4.9.7 / 4.10.1.1 / 5.1.7.1 -2 / 5.1.8.5 / 5.1.10 / 5.2.10 / 5.4.9 5.5.5.3 / 5.6 / 9.1.5.2
Ortsbewegliche Bühnen	9.2.1.7
Ortsbewegliche Hilfsfahr-/Befahrungsanlagen	8.2.4

**P**

Passschrauben	7.6.5.1
Prellhölzer	1.3.3
Prellträger	1.3 / 2.3.3 / 2.4.1.2 / 3.6.2.2



**Q**

Querkraft 3.3.5  
 Querträger 7.1.3 / 7.1.8 / 7.2.1 / 7.6.3 / 9. 1. 1.1

**R**

Rautiefe 3.1.4.3 / 7.4.11 / 7.5.2  
 Redundante Schaltung, sicherheitsgerichtete Schaltung 3.8.7.5.1 / 3.8.7.6  
 Redundanzverlust 3.8.7.5.2  
 Registriergerät 4.12  
 Reibseile (Abstandsseile) 2.4.7.3 / 2.4.7.7 / 6.1.3 / 6.7  
 6.9.7 / 7.3.7.5  
 Reibungszahlen  
 - am Bremsbelag 3.10.8 / 3.11.2.2  
 - am Treibscheibenfutter 3.10.8 / 3.11.2.3 / 3.11.4.1  
 6.3.2.13.2 / 6.3.2.14.2  
 Revisionsbetrieb (Signalanlage) 3.8.5 / 4.1.4 und bei Signalanlage  
 Rieselgutförderung 2.2.6  
 Ritzel 10.4.2  
 Rollenführung 2.4.2.4.1 / 3.3.14 / 7.3.5.2  
 7.3.5.5 / 7.3.5.9  
 Rückenschutz (Fahrten) 1.1.5 / 2.1.9.3 / 9.1.1.12  
 Rücklaufsperr 2.5.4.2.1  
 Rüstzeiten 8.1.5  
 Ruftaste 4.1.6 / 5.2.2 / 5.4.2 / 5.4.4.2  
 5.4.4.3 / 5.4.6.1 / 5.4.9  
 Ruhebhühne 2.1.9.1 - 2.1.11  
 Ruhestromschaltung 3.8.7.4 / 3.8.7.5.1 a / 4.10.3.12  
 5.5.6.1 / 5.5.7.1  
 Rundunterseil 6.4.1.3 / 6.4.1.4 / 6.4.3.3 / 7.4.15.5

**S**

Sammelanschlag 4.1.5.1 -2 / 4.5.1 / 4.5.3 / 4.5.4  
 4.5.7 / 4.6.1.2 -3 / 4.6.1.7  
 4.6.3.5 4.10.1.1 / 4.11.2.1  
 4.12.2 4.13.11 / 4.14.2 / 4.16.2  
 Schachtbefahrung 3.2.8 / 4.1.3 / 5.5.6.2  
 Schachtbeschickungseinrichtung 2.5.4 / 4.2.2 / 4.3.7 / 4.3.8 /  
 4.5.11 / 4.9.6 4.10.1.4-5 / 5.1.1  
 5.3 / 5.5.1.1  
 Schachtdeckel 2.3.2 / 2.3.3 2.5.3.2 / 7.3. 1.1  
 7.6.1.1  
 Schachtfernsprechanlagen siehe Fernsprechanlagen  
 Schachtschleusen 2.5.1.4-5 / 2.5.3  
 Schachtsignalanlage siehe Signalanlage  
 Schachtsperren 2.5.4.1.1 / 2.5.4.2.1 -5  
 2.5.4.2.7 -8  
 Schachtsumpf 2.1.7 / 2.2  
 - Bewetterung 2.2.4  
 - Rieselgutförderung 2.2.6 / 5.5.1.1 / 5.5.7.2  
 - Wasserstand 2.2.5 / 5.5.1.1 / 5.5.7.2  
 Schachttore (einschließlich Überwachung) 2.4.7.5.3 / 2.5.1.2.1 -2  
 2.5.1.4-8 / 2.5.3.1 -8  
 2.5.4.1.3 / 2.5.4.2.3 / 2.5.4.2.9  
 4.1.6 / 4.6.2.10 / 4.10.3 /  
 5.1.7.1 -2 / 5.2.12.3 / 5.3.6 / 5.4.2  
 5.5.6.2 5.5.7.2  
 Schachttrum, Trum 2.1  
 - Mindestabstand im 2.1.2  
 Schachtüberwachungseinrichtungen 4.6.2.45.5.1.1  
 Schlagrichtung, Schlaglänge (von Seilen) 6.2.5 / 6.2.6 / 6.3.2.1 / 6.3.2.9  
 Schlagwetterschutz (Signalanlage) 4.3.2  
 Schleichgeschwindigkeit 5.1.8.4.4  
 Schleusentore siehe Schachtschleusen  
 Schnürspannung 3.3.8  
 Schrägförderanlage 1.3.1 / 2.2.1 2.4.8.10  
 2.5.1.2.1 -2 6.4.3.1 7.3.1.3  
 7.3.5.2 / 10.1.1  
 Schrägstrecke 1.2.1 / 1.2.7 / 2.1.5 / 2.1.7  
 2.1.8 / 2.1.9.1 / 2.4.1.1 / 2.4.1.4

## noch S

Schutzbühne	9.3
- Abdeckbühne	9.3.3.1
- beim Weiterteufen	9.3.2
Berechnung des Tragwerks	9.3.2.4
Lastannahmen	9.3.2.3
Schüttguthöhe	9.3.2.3.2
Schutzwand (bei geteilter Bühne)	9.3.2.1 / 9.3.2.4.3
- Kopfschutzbühne	9.3.1
Schutzdach	7.3.1.1
Schweißarbeiten an	(siehe auch § 67 der VO)
- Antriebsmaschinen	3.1.10
- Bremsrichtungen	3.9.3.6 8.3.5 / 10.2.7
- Bühnen	9.1.1.3
- Fördermitteln	7.1.10
- Hängestreben	7.1.10
- Kübelanschlussblechen	7.3.6.2
Schwertransport	3.9.7.16.3.2.16 / 8.5.1
Seile	6 / 6.1.3 / 4.1.4 / 4.3.5
- Anforderungen	6.3.2 / 6.3.3 / 6.4.2 6.4.3 6.5.1 6.6.1 / 6.7.1
- Begriffe	6.2
- Bruchkraft	6.2.9 und unter B
- Bühnenseil	siehe Bühnen
- Einlagen	6.3.2.10 -.13.1
- Förderseil	siehe unter F
- Führungsseil	siehe unter F
- Greiferseil	6.1.3 / 6.6 / 6.9.6
- Längengewicht	siehe unter L
- Reibseile	siehe unter R
- Seilsicherheiten	6.2.10 / 6.9 / 8.5.1
- Sonstige Seile	6.8/ 6.9.8
- Tränkungsmitel, Schmierstoffe	siehe unter T
- Unterseile	siehe unter U
- Verschlussene Seile	siehe unter V
Seilablenkwinkel	1.1.4 / 3.3.13
Seileinband	7.4.15
- bei Flachseilen	7.4.15.5.2 / 7.4.3
- bei Führungs- und Reibseilen	2.4.7.7.2 -.3
- bei Rundseilen	7.4.15.5.1 / 7.4.3
- Nachziehen der Klemmschrauben	7.4.15.3 -.4
- Tragkraft	7.4.15.1 / 7.4.15.4

## noch S

Seilfahrtankündigung	4.10.1
Seilfahrtschalter und -leuchten	4.10.2
Seilführung	2.4.7 / 8.2.6.2
- Anschläge bei Seilführung	2.4.7.5
- beim Abteufen	2.4.7.9
- Fördermittel und Gegengewichte mit Seilführung	siehe Fördermittel
Förderseile bei Seilführung	2.4.7.6 / 2.4.7.9.2
Führungsseile	siehe unter F
Reibseile	siehe unter R
Spannen der Führungs- und Reibseile	2.4.7.7.4 - .7 / 2.4.7.9.1 10.1.3
verbreiterte / zusammengezogene Spurlatten	2.4.7.4.2
Seilnennendurchmesser	3.3.4.4 / 6.1.4 / 6.2.1 / 6.3.1.4 6.3.2.3 -.4 10.5.1
Seilscheiben	1.4 / 2.3.3 3.3.4.4 3.3.13 8.2.2-.3 / 9.1.3
- Berechnung der Verlagerung in Blindschächten	1.5
- Nennendurchmesser	1.4.1-.2
- Seilscheibenfutter	1.4.5-.7
Seilträger	2.3.3 / 3.1.2 / 3.1.33.2.2 / 3.3 3.4.5 / 3.5.2 / 3.6.13.1 / 3.7-3 / 3.9.2.1 3.11.5.1 / 6.3.3.2 / 8.3.3 8.3.10 8.3.11 / 10.1.4 10.2.1 -.3 / 10.5
- Bobine	siehe unter B
- Treibscheibe	siehe unter T
- Trommel	siehe unter T
- Seilträgerwelle	3.1.3/ 3.1.4.2 / 3.1.4.4 / 3.1.6 3.5.2/ 3.6.5/ 3.7.3 / 3.11.5.1 8.3.3/ 10.1.2
Seitenführung	2.4.2.3
Selbstfahrerseilfahrt, -anlagen	4.1.6/ 4.2.9/ 4.6.2.9 / 5.2.2 5.2.4/ 5.2.8/ 5.4 / 5.5.7.2 / 7.3.1.7
Sicherheitsbremse	3.8 / 3.8.7.9-.10 / 3.9.1.1 / 3.10.1
- Anordnung	3.9.2.1 / 3.9.2.3
- Auslösung	3.1.7 / 3.8 / 3.9.5.4 / 3.9.5.8 3.9.5.9
- Bremswirkungen	siehe Bremsrichtungen
Sicherheitskreis	3.8.7
- Anforderungen	3.8.7.3 / 3.8.7.5 / 3.8.7.6 3.8.7.8 -.13
- Auslösungen	3.8.3-.6

## noch S

- Betriebsanweisung	3.8.7.13
- elektrischer Sicherheitskreis (= Sicherheitsstromkreis)	3.8.7.2 / 3.8.7.4-.7 / 3.9.5.9 5.5.5
- hydraulischer, pneumatischer Sicherheitskreise	3.8.7.8
- Redundanzverlust	3.8.7.5.2
- Redundante Schaltung, sicher- heitsgerichtete Schaltung	3.8.7.5.1 / 3.8.7.6
Signalanlage	4/8.6/ 9.1.6 / 5.1.8.1 -.2
- Abfahrwarnung	siehe unter A
- Abteufbetriebe	4.1.5.1 -.3 / 4
- bei Automatanlagen	5.1.8.1-.2
- Einrichtung	4.1
Einzelsignal(anlage)	4.1.2 / 4.6.1
- Fördermaschinen-/haspelsper- einrichtung	siehe Fördermaschine/Förderhaspel
- Fördermitteltelefonie- und -signalanlage	siehe unter F
- Fertigsignal(anlage)	4.1.2 / 4.1.6 / 4.6.2 5.4.9
- Isolationsüberwachung	4.2
- Kabel und Leitungen	4.3.5 -.9 / 4.14
- Notsignalanlage	4.1.2 / 4.9
- Notbetrieb der Signalanlage	4.2.8 / 4.2.9
- optische Anzeigen	4.11 und unter 0
- Registriergerät	siehe unter R
- Schachthammersignalanlage	3.2.8 / 4.1.2 / 4.7 / 4.5.1 / 4.5.8 8.6.1 / 9.1.6
- Schachttorüberwachung	siehe Schachttore
- Seilfahrtankündigungs- und -quittungseinrichtung	siehe Seilfahrtankündigung
- Seilfahrtschalter und -leuchten	siehe Seilfahrtschalter
- Signalanschlüsse	siehe Anschlüsse
- signaltechnische Betriebsmittel	4.3
- Signalumschalter	4.5
- Sohlenblockiereinrichtung	4.1.2 / 4.6.3
- in Sonderbewetterung	4.15
- Stromversorgung, Überwachung	4.2/4.3.3/ 4.3.6-.9
- Tonfrequenzanlage	4.1.2 / 4.2.1 / 4.2.7 / 4.6.1 / 4.9.3 4.13.9
- Torleuchten	4.1.6 / 4.10.3.6 / 5.4.2 / 5.6
Spanngewicht	2.4.7.7.6
Spannlager (beim Abteufen)	2.4.7.9.4
Spannschloss	7.2.2 7.4.8

## noch S

Sperrklinken	10.2.1 / 10.3.1
Spurlatten	2.4.2 / 8.2.6.1 -.2
- Abstützung	2.4.5.11
- Befestigung	2.4.5.10 / 2.4.6.3
- Berechnung	2.4.5 / 2.4.6.1.3 / 2.4.6.1.7 2.4.6.3
- Durchbiegung	2.4.5.8 / 2.4.6.1.8
- Eta-( $\eta$ -)Verfahren	siehe unter E
- Hubspurlatten	2.4.2.3 / 4.6.2.4
- Spurmaß, -weite	2.4.2.4.1
- Verbindung	2.4.2.5
- verbreiterte/zusammenge- zogene Spurlatten	2.4.8
- Verschleiß	2.42.8.1 -.2
- Werkstoffe	siehe Führungseinrichtungen
- Widerstandsmoment	siehe unter W
Stahldrähte	6.1.4 / 6.1.7.1 / 6.2.9 / 6.3.1
Steuerimpuls	siehe Abfahrbefehl
Streckgrenze	1.2.5 / 1.4.3 / 2.4.5.11 / 3.1.3 8.3.3-.4 / 10.1.5 / 10.2.5
- Support	1.4.10 / 3.3.6

## T

Teilbremskraft	3.9.5.7 / 3.9.5.8 / 3.11.2.1.2 b) 3.11.2.1.3 / 3.11.2.3.3-8
Teufenzeiger	3.4.9.1 / 3.5 / 3.6.6 / 8.3.6
- Nachstellvorrichtung	3.5.7 / 3.6.9
Tor	siehe Schachttore
Tonfrequenz-Signalanlage	siehe Signalanlagen
Trägheitsmoment (von Holzspur- latten)	2.4.5.4 Tab. 2
Tragkraft von Seileinbänden	7.4.15.1 / 7.4.15.4
Tragwerk	6.1.3 / 9.3.2.3.3 / 9.3.2.4
Tränkungsmitel und Schmierstoffe	3.3.4.1 / 6.3.2.13.1 -.2 6.3.2.14.1 -.2
Treiben	3.5.8 / 3.6.1 / 3.6.9 / 3.8.5 3.8.7.5.2 / 3.8.7.8 / 4.2.5 / 5.5.4 5.5.6.2 / 5.5.7.1 -.2 / 7.3.6.1

noch **T**

Treibscheibe, -anlage	3.1.3 / 3.3.4.1 -4 / 3.3.5 / 3.5.7 3.6.8 / 3.9.7.2.1 -3 / 3.9.7.9 / 3.10.4 / 3.10.5 / 3.11 / 5.5.3 / 6.4.3.1
- Futter	3.3.4.1 -4 / 3.3.5 / 3.6.10 3.10.5 / 3.10.8 / 6.3.2.13.2
Trommel, -anlage	3.2.2 / 3.3.8 - / 3.5.2 / 3.6.14 3.8.8.3 / 3.9.2.3 / 3.9.7.2.1 / 3.9.7.7 / 3.9.7.9 / 3.10.1 / 5.2.7 5.5.3 / 6.3.2.5 / 8.5.2 / 10.7.5.2.2
- Lostrommel	siehe unter L
Trumgewicht, Trum	1.4.8 / 3.9.7.3 / 3.10.1 / 3.10.4 3.11.4.1 / 6.1.3 sowie bei Schachttrum

**U**

Überwachungsbühnen	siehe unter F (feste Arbeitsbühnen, Überwachungsbühnen)
Überwachung von Signalanlagen	4.2
Umlaufschmierung	3.1.6
Umlenkscheiben	siehe Seilscheiben
Umschalten	4.5.4-10 / 4.10.1.2 / 5.2.7-II 5.5.5.2
Unterseil	6.1.3 / 6.1.4 / 6.1.6 / 6.4 / 6.9.3 7.4.15.5
Unterseilaufhängung	7 / 7.1.5 / 7.2.3 / 7.4.5
- Berechnung	7.2.7 / 7.6
- Sicherheiten	7.2.3
- Werkstoffe	7.1.8
- zusätzliche Anforderungen	7.4
Unterseilbucht	2.2.2.1 / 2.2.3 / 6.4.3.2
Unterseilführungsholz	2.2.2.1
- überwachung	2.2.2.2 / 3.8.5 / 4.6.2.4 / 5.5.3
Unterzüge	1.5.1 / 1.5.2 / 1.5.3.2 8.2.3 / 9.2.1.1 -2 / 9.3.2.1 9.3.2.4.2 -3

**V**

Verbrennungsmotor	3.2.6
Verfahrbare Arbeitsbühnen	4.1.5.1 / 6.1.3 / 8.4.1 / 9.1
- Ausführung	9.1.1
- Berechnung	9.1.1.2 / 9.1.4
- Bühnenabdeckung	9.1.1.5
- Einpunktaufhängung	9.1.1.6
- Führungs-/Bühnenseile	9.1.5
- Öffnungen, Durchstiege	9.1.1.8-9 / 9.1.1.11
- Riegel zum Auflegen	9.1.1.1 / 9.1.1.6-7 9.1.1.14
- Schweißnähte	9.1.1.3
- Sicherheit der Bauteile	9.1.1.2 / 9.1.4
- Signalanlage	9.1.6
- Umlenkscheiben	9.1.2.3
Vergusskopf/-muffe	2.4.7.7.2
Verlagerungen	1.1.9 / 1.2 / 2.1.3 / 2.2.3 / 2.4.1.3 2.4.1.5 / 3.1.2 / 8.2.3 / 9.4.5 10.1.5
- der Führungseinrichtungen	2.4.1.3 / 2.4.1.5
- der Seilscheiben	1.5/8.2.3
Verletztentransport	2.1.7 / 5.4.4.3
Verschleißbuchsen	3.9.3.4 / 7.1.6 / 7.2.4 / 7.6.2.3 / 7.6.7.2 / 9.1.2.1
Verschlossene Seile	1.4.1 / 2.4.7.7.1 / 3.3.1 / 6.2.5 / 6.3.2.16 / 6.4.2.7
Verschlüsse (an Fördermitteln)	siehe Fördermittel
Verwindzahl von Seildrähten	6.3.1.6 / 6.3.2.3 / 6.3.2.15
Versteckvorrichtung	3.3.9 / 3.5.5 / 3.9.7.7
Verzögerung, Verzögern	3.2.4.4 / 3.6.9 / 3.6.13.1 / 3.6.15 5.2.5 / 6.4.3.2
- durch die Bremsen	3.8.7.8 / 3.9.5.10 / 3.9.7.2.1 3.9.7.4 / 3.9.7.6 / 3.9.7.8 / 3.10.6 5.2.1 / 5.5.5.2 / 10.7.5.2.2
- Verzögerungsüberwachung	3.6.13.2 -3

**W**

Wagenförderung	2.5.4.1.1 / 2.5.4.2
Wechselbiegebeanspruchung	7.2.1 Satz 4
Wellen	3.1.4.1 -4 / 3.5.2 / 3.6.5 / 3.7.3 3.13.6
Wendegetriebe	8.3.9
Werkstoffe	3.3.4.3 3.3.12 / 3.9.3.1 / 3.9.3.6 3.10.8 3.13.4-8 / 3.13.10 / 7.1.8 / 7.2.4 / 7.3.5.9 7.6.1.3 9.2.2 / 10.2.8
Widerstandsmoment von Holz- spurlatten	2.4.5.4 Tab. 2
Winden	10/9.4.6
- allgemeine Anforderungen	10.1
- Antrieb	10.1.3
- Bremsen	10.2
- Bremsberechnung	10.7
- handbetriebene Winden	10.6
- Seilträger	10.5
- Sperreinrichtung	10.2.2 / 10.3
- Verlagerung	10.1.5
- Vorgelege	10.4
Wirbel, Seilwirbel	2.4.7.9.3 / 7.1.4 7.1.87.2.2 -3 7.4.9 / 8.4.7

**X/Y/Z**

Zahnrad	10.4.2
Zentriereinrichtung (bei seilge- führten Anlagen)	2.4.7.5.1 / 4.1.6 / 5.2.12.3 5.4.2
Zielwahltaste	4.1.6 / 5.4.2 / 5.4.3 / 5.4.4.3 / 5.4.9
Zinküberzug	
- auf Seildrähten	6.1.7.1 / 6.1.7.3 / 6.3.1.8 / 6.3.1.9 6.3.2.3 / 6.4.1.4
- auf Ketten	7.4.10

**noch X/Y/Z**

Zugänge	2.5
- allgemein	2.5.1
- an Abteufanlagen	2.5.2
- Tore, Schachttore, Schacht- schleusen	siehe unter S
- Torüberwachung	siehe Schachttore
Zügezähler	3.4.2
Zwischengeschirr	7 / 7.1.4 / 8.4 / 9.1.2
- Berechnung	7.2.5 / 7.2.7 / 7.6 / 7.6.1.2 -5 7.6.1.7 / 7.6.7
- Flächenpressung in Bohrungen	7.2.4 / 7.6.7
- Kennzeichnung	siehe unter K
- Sicherheiten	7.2.2 / 7.4.3
- Versteckvorrichtung	siehe unter V
- Werkstoffe	7.1.8
- zusätzliche Anforderungen	7.4