



ROMA 1957  
PARIS 1963  
LUZERN 1969  
WIEN 1975  
MÜNCHEN 1981  
GRENOBLE 1987  
BARCELONA 1993  
SAN FRANCISCO 1999  
INNSBRUCK 2005

Sitz : I-00188 ROMA – Via Suzzara, 19  
Sekretariat: Amt für Seilbahnen  
I-BOZEN Silvius Magnago Platz 3  
Email: info@oitaf.org

ORGANIZZAZIONE INTERNAZIONALE TRASPORTI A FUNE  
INTERNATIONALE ORGANISATION FÜR DAS SEILBAHNWESEN  
ORGANISATION INTERNATIONALE DES TRANSPORTS A CABLES  
INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR TRANSPORTATION BY ROPE  
ORGANISACION INTERNACIONAL DES TRANSPORTES POR CABLE

# O. I. T. A. F.

**HEFT N° 8-1**  
ersetzt das Heft Nr. 8

Ausgabe 2006

## **EMPFEHLUNGEN ÜBER DEN BAU UND DEN BETRIEB VON MATERIALESEILBAHNEN IM UMLAUF- ODER PENDELBE- TRIEB, KABELKRANEN UND MATERIALSTANDSEILBAHNEN**



# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	5
<b>Kapitel I Allgemeine Empfehlungen</b>	8
<b>1.1 Allgemeine Angelegenheiten</b>	8
1.1.1 Geltungsbereich	8
1.1.2 Begriffsbestimmungen	8
<b>1.2 Technische Betrachtungen</b>	13
1.2.1 Grundlegende Informationen	13
1.2.2 Projektierung und Dokumentation	13
1.2.3 Allgemeines	15
1.2.4 Abnahme und Übergabe der Anlage	16
1.2.5 Risikoanalyse	16
<b>1.3 Betrieb</b>	17
1.3.1 Betriebsführung	17
1.3.2 Wartungs- und Instandhaltungsanweisungen	18
1.3.3 Betriebsanweisung	18
<b>Kapitel II Ortsfeste Materialseilbahnen</b>	19
<b>2.1 Einseil- und Zweiseilbahnen im Umlauf- oder Pendelbetrieb</b>	19
2.1.1 Allgemeines	19
2.1.2 Sicherheitsgrad	19
2.1.3 Bodenabstände	20
2.1.4 Strecke	20
2.1.5 Stationen	20
2.1.6 Seile	22
2.1.7 Stützen und ihre Ausrüstungen	24
2.1.8 Antriebe	26
2.1.9 Spannvorrichtungen	28
2.1.10 Fahrzeuge	28
2.1.11 Sicherheitseinrichtungen	29
2.1.12 Mitfahren von Personen	30

<b>2.2</b>	<b>Kabelkrane, Seilkrane, Kranpendelbahnen</b>	31
2.2.1	Allgemeine Angaben	31
2.2.2	Sicherheitsgrad	32
2.2.3	Arbeitsbereiche und Abstände	32
2.2.4	Führerkabine und Maschinenraum	33
2.2.5	Seile	33
2.2.6	Stützen und Maste	37
2.2.7	Antriebe (Hubwinde, Katzfahrwinde, Schwenkwinde)	39
2.2.8	Seilreiter	40
2.2.9	Fahrbahn	41
2.2.10	Katzen	42
2.2.11	Sicherheitseinrichtungen	42
2.2.12	Mitfahren von Personen	44
<b>2.3</b>	<b>Materialstandseilbahnen</b>	45
2.3.1	Allgemeines	45
2.3.2	Sicherheitsgrad	45
2.3.3	Sicherheitsabstände und Überquerungen	46
2.3.4	Strecke	46
2.3.5	Stationen	46
2.3.6	Seile	47
2.3.7	Gleise und Strecken	48
2.3.8	Antriebe	49
2.3.9	Spanneinrichtungen	50
2.3.10	Fahrzeuge	50
2.3.11	Sicherheitseinrichtungen	52
2.3.12	Mitfahren von Personen	53
<b>Kapitel III</b>	<b>Ortsveränderliche Materialseilbahnen</b>	54
3.1	Begriffsbestimmung und Allgemeines	54
3.2	Strecke mit Kurven	54
3.3	Stationen	54
3.4	Seile	55
3.5	Stützen	55
3.6	Antriebe und Sicherheitseinrichtungen	55
3.7	Mitfahren von Personen	56
3.8	Bemessungsgrundlagen und Sicherheitsgrade	57

<b>ANHANG A</b>	Terminologie und Zeichnungen	61
<b>ANHANG B</b>	Beispiel einer Risikoanalyse für Seilförderanlagen	77
	Risiko Ziele (Tabelle)	82
<b>ANHANG C</b>	Betriebsanweisung	87

## **Vorwort**

*Die O.I.T.A.F. hat beschlossen, das Heft Nr. 8 „Empfehlungen über den Bau und Betrieb von Materialseilbahnen und Kabelkränen“ aus dem Jahr 1980 zu überarbeiten.*

*Die Überarbeitung war auf Grund der fortgeschrittenen Technik, neuer Technologien und der inzwischen gewonnenen Erfahrungen erforderlich. Außerdem wurden die Kapitel Materialstandseilbahnen sowie ortsveränderliche Materialseilbahnen im Umlaufbetrieb, Kabelkräne und Seilkräne hinzugefügt.*

*Die Überarbeitung der Empfehlungen wurde in Zusammenarbeit zwischen Herstellern, Projektanten, Betreibern und Aufsichtsbehörden von Deutschland, Frankreich, Italien, Österreich und der Schweiz vorgenommen:*

<i>Bonini Achille, Vorsitz</i>	<i>ANEF, Rom (I)</i>
<i>Andersag Roman</i>	<i>Gantner Seilbahnbau GmbH, Sulz (A)</i>
<i>Feix Wolfgang- Dieter</i>	<i>BG Bahnen, Hamburg (D)</i>
<i>Graziano Pier Giorgio</i>	<i>Poma Italia s.p.a., Leini (I)</i>
<i>Imgrüth Hansruedi</i>	<i>Garaventa AG, Goldau (CH)</i>
<i>Litscher Rudolf</i>	<i>Suva, Luzern (CH)</i>
<i>Mader Oskar</i>	<i>Seik GmbH, Truden (I)</i>
<i>Meyer Fritz</i>	<i>Suva, Luzern (CH)</i>
<i>Michel Daniel</i>	<i>Pomagalski S.A., Voreppe (F)</i>
<i>Pitscheider Markus</i>	<i>Amt für Seilbahnen, Autonome Provinz Bozen (I)</i>
<i>Plischke Christian</i>	<i>Krupp GmbH, Rohrbach, (D)</i>
<i>Schmelzenbach Josef</i>	<i>Ludwig Steurer, Doren (A)</i>
<i>Spotti Mario</i>	<i>Società Funiviaria Alto Tirreno, Savona (I)</i>
<i>Wohllaib Hartmut</i>	<i>Amt d. Vorarlberger Landesregierung, Bregenz (A)</i>

*Dieses Dokument behandelt die Herstellung, den Betrieb und Instandhaltung der genannten Anlagen unter Berücksichtigung der erforderlichen Sicherheit und des Umweltschutzes.*

*Das Dokument umfasst 3 Kapitel:*

- I. Allgemeine Empfehlungen;
- II. Ortsfeste Materialseilbahnen: Einseil- und Zweiseilbahnen im Umlaufbetrieb, Kabelkrane, Seilkrane, Kranpendelbahnen, Materialstandseilbahnen;
- III. Ortsveränderliche Materialseilbahnen: Einseil- und Zweiseilbahnen mit Umlauf- oder Pendelbetrieb Kabelkrane, Seilkrane, Kranpendelbahnen;

*Die vorliegenden Empfehlungen gelten nicht für Seilbahnen für die Personenbeförderung sowie für Materialseilbahnen mit einer Nutzmasse bis zu 2000 kg, für die es eigene Empfehlungen gibt.*

## **KAPITEL I – ALLGEMEINE EMPFEHLUNGEN**

### **Einleitung**

Diese Empfehlungen ergänzen, ersetzen aber nicht nationale Normen. Es ist wünschenswert, dass sie in allen Ländern als gültige nationale technische Regeln zur Anwendung kämen.

Diese Empfehlungen stellen keine strengen Grenzen dar, sie verstehen sich jedoch als Beitrag zur Förderung des Fortschritts, und geben Grundsätze vor. Neue Werkstoffe, neue Theorien, neuartige Systeme und Ausführungsarten, neue Konstruktionsmethoden werden nicht ausgeschlossen, nur weil sie zum Zeitpunkt der Ausarbeitung dieser Empfehlung noch nicht vorhanden oder nicht bekannt waren.

Aus diesen Gründen sind die einzelnen Punkte dieser Empfehlungen, falls sie nicht genügend elastisch oder umfassend sein sollten, im Licht der örtlichen Verhältnisse zu betrachten und auszulegen. Jede Abweichung von diesem Text, sofern genügend gerechtfertigt, kann den zuständigen Aufsichtsbehörden zur Prüfung und Billigung unterbreitet werden. Gegebenenfalls können eine erläuternde technische Dokumentation oder die Ergebnisse von Prüfungen, die von anerkannten und zugelassenen Stellen durchgeführt oder gebilligt wurden, mitgeliefert werden, um den Behörden die Entscheidungsfindung zu erleichtern.

### **1.1 Allgemeine Angelegenheiten**

#### **1.1.1 Geltungsbereich**

Diese Empfehlungen gelten für alle Systeme und Typen von Materialseilbahnen. Sie sollten nicht nur bei neuen Anlagen, sondern so weit wie möglich auch auf bestehende Anlagen Anwendung finden.

**Hinweis:** Im Anhang A werden die Seilbahnarten der vorliegenden Empfehlung, sowie weitere Begriffsbestimmungen samt Zeichnungen angeführt.

#### **1.1.2 Begriffsbestimmungen**

**1.1.2.1 Materialseilbahn.** Luftseilbahn oder bodengeführte Seilbahn, die zum Transport von Gütern bestimmt ist.

**1.1.2.2 Materialeilbahn im Umlauf- oder Pendelbetrieb.** Anlage mit einem oder mehreren Tragseilen und Zugseilen (Zweiseilbahn) oder Förderseilen (Einseilbahn), die zum Transport von Gütern von einer Station zur anderen dient. In der Regel werden verhältnismäßig kleine Lasten (bis zu 5 Tonnen) über größere Entfernungen transportiert, wobei das Seil auf mehreren Stützen aufliegt. Die Anlage besteht aus zwei Stationen (Antriebs- und Umlenkstation) und eventuellen Mittelstationen. Vertikalbewegungen des Lastenträgers sind in der Regel nicht vorgesehen.

Man unterscheidet Materialeilbahnen mit festen Klemmen und Materialeilbahnen mit betrieblich lösbaren Klemmen. Letztere lassen sich wieder weiter unterteilen in Materialeilbahnen mit intermittierendem Betrieb und solche mit Umlaufbetrieb, bei denen das Seil mit konstanter Geschwindigkeit bewegt und die Fahrzeuge während der Stationsdurchfahrt vom Seil gelöst werden.

Die Betriebsart wird unterteilt in kontinuierlichen Umlaufbetrieb oder intermittierenden Umlaufbetrieb, in besonderen Fällen auch im Pendelbetrieb.

**1.1.2.2.1 Einseilbahn.** Seilbahn, bei der die Fahrzeuge durch ein oder mehrere Förderseile gleichzeitig getragen und bewegt werden.

**1.1.2.2.2 Doppel-Einseilbahn.** Seilbahn, bei der die Fahrzeuge durch zwei parallel laufende Förderseilschleifen oder eine Doppelschleife gleichzeitig getragen und bewegt werden.

**1.1.2.2.3 Zweiseilbahn.** Seilbahn, bei welcher die Fahrzeuge durch zwei getrennte Seile oder Seilgruppen, als Tragseile und als Zugseile bezeichnet, getragen und bewegt werden.

**1.1.2.3. Kabelkran.** Zweiseilbahn, bestehend aus zwei ggf. verfahrbaren und/oder verschwenkbaren, abgespannten Masten, auf denen das Tragseil, das als Fahrbahn dient, abgespannt wird. Die Laufkatze ist mit der Zugseilschleife verbunden, die die Fortbewegung im Pendelbetrieb ermöglicht, während die Vertikalbewegungen der Unterflasche durch ein Hubseil ermöglicht werden. Die Strecke für das Auf- und Abladen der Last kann eine Linie (feststehende Fahrbahn) oder eine Fläche (parallel oder radial verfahrbare Fahrbahn) sein.

**Anmerkung:** Der in einigen Sprachen gebräuchliche Begriff „Blondin“ stammt vom Namen eines französischen Seiltänzers, der die Niagarafälle auf einem Seil überquerte.

**1.1.2.4 Seilkran.** Zweiseilbahn, bestehend aus einem gespannten Tragseil, das als Fahrbahn dient und einem einzigen Seil (Zug/Hubseil) das sowohl die Fortbewegung der Laufkatze im Pendelbetrieb als auch das Heben und Senken der Last ermöglicht.

Wird das Seil zu Hubzwecken verwendet, ist das Seilkranfahrzeug auf dem Tragseil mit einem Tragseilklemmapparat oder einem Rückholseil festgehalten; wird das Seil zu Zugzwecken verwendet, wird die Last am Fahrzeug über die Lastverriegelung festgehalten.

Die Last kann längs der gesamten Strecke (Linie) auf- und abgeladen werden.

**1.1.2.5 Kranpendelbahn.** Anlage, die als Zweiseilbahn oder als Einseilbahn ausgeführt werden kann.

Das Seilbahnfahrzeug ist mit einem eigenen, üblicherweise funkfern-gesteuerten Windenantrieb für das Hubseil ausgestattet, der auf der gesamten Fahrstrecke (Linie) das Heben und Senken der Last bewirkt.

Bei einer Zweiseilbahn dient ein gespanntes Trageil als Fahrbahn, während die Fortbewegung des Seilbahnfahrzeuges im Pendelbetrieb längs des Trageiles über ein Zugseil bzw. bei flachen Bahnen auch über ein Rückhölseil oder eine Zugseilschleife erfolgt.

Im Falle einer Einseilbahn wird das Seilbahnfahrzeug durch ein Förderseil gleichzeitig getragen und hin und her gefahren.

**1.1.2.6 Materialstandseilbahn.** Anlage, bei der ein oder mehrere Fahrzeuge auf einer eigenen Fahrbahn fortbewegt und von einem oder mehreren Seilen gezogen werden.

**1.1.2.7 Ortsveränderliche Materialeilbahn.** Kabelkran, Seilkran, Kranpendelbahn, die in der Regel höchstens **24 Monate** für denselben Einsatzort und für maximal **16 000 Lastspiele** bestimmt ist.

**Anmerkung:** Die Bauteile, wie Antrieb, Laufwerk, Hubwerk, Seilrollen, Seilscheiben, Stützenbauwerke und sonstige Zubehör bestehen weitgehend aus universell einsetzbaren und wiederverwendbaren Standardkomponenten.

**1.1.2.8 Fahrzeug.** Besteht aus:

- a) einem Laufwerk und/oder einer Klemme;
- b) einem Lastbehälter, der als Korb, Kasten oder Plattform ausgebildet sein kann;
- c) einem Gehänge, das den Lastbehälter mit dem Laufwerk verbindet und bei Kabelkrananlagen einem Seil, das die Unterflasche mit der Katze verbindet;

**Anmerkung:** Bei Materialstandseilbahnen besteht das Fahrzeug aus einem Wagenkasten und einem Fahrgestell, bei Kabelkränen aus der Katze und der Unterflasche;

**1.1.2.8.1 Lastverriegelung.** Mechanische Einrichtung im Seilkranfahrzeug, mit welcher während der Fahrt der Lasthaken im Seilbahnfahrzeug festgehalten wird, um durch das Zug-/Hubseil die Fortbewegung des Seilkranfahrzeuges längs des Trageiles zu ermöglichen.

**1.1.2.8.2 Trageilklemmapparat.** Mechanische Einrichtung im Seilkranfahrzeug für das Festklemmen des Fahrzeuges auf dem Trageil, um durch das Zug-/Hubseil das Heben und Senken der Last zu ermöglichen.

**1.1.2.9 Seile:** werden wie folgt unterteilt:

**1.1.2.9.1 Ruhendes Seil, stehendes Seil.** Seil, das mindestens an einem Ende fest verankert ist und ggf. von einem oder mehreren Seilauflagern getragen wird.

**1.1.2.9.2 Trageil.** Ruhendes Seil, das Fahrzeuge, die darauf mittels eines Laufwerkes fahren, trägt.



**1.1.2.9.3 Spannseil.** Seil, welches das nicht verankerte Seilende eines ruhenden Seiles oder die Seilscheibe einer Seilschleife mit dem Spanngewicht oder der Spanneinrichtung verbindet.

**1.1.2.9.4 Verankerungsseil.** Seil, welches die Kräfte der Tragseile bzw. Masten oder anderer Anlagenteile zu den Verankerungen überträgt.

**1.1.2.9.5 Signalseil, Steuerleitung, Steuerseil.** Ruhendes Seil ausschließlich zur Übertragung von elektrischen Steuersignalen und Telefongesprächen.

**1.1.2.9.6 Flugmarkierungsseil.** Ruhendes Seil zum Aufhängen von Kugeln mit Kontrastfarben, die den Piloten das Erkennen von Anlagenteilen erleichtern.

**1.1.2.10 Bewegtes Seil, laufendes Seil.** Seil, das für große Längsbewegungen bestimmt ist.

**Anmerkung:** Die bewegten Seile sind im Allgemeinen mit einem oder mehreren Fahrzeugen verbunden oder können mit diesen verbunden werden.

**1.1.2.10.1 Förderseil.** Bewegtes Seil, das für die Bewegung der Fahrzeuge bestimmt ist und dieselben gleichzeitig trägt.

**1.1.2.10.2 Zugseil.** Bewegtes Seil, das die mit ihm verbundenen Fahrzeuge bewegt, ohne sie zu tragen.

**Anmerkung:** bei Kabelkränen wird für Zugseil auch der Begriff Katzfahrseil verwendet.

**1.1.2.10.3 Gegenseil.** Bewegtes Seil, das bei einer Zweiseilbahn oder Standseilbahn die Fahrzeuge nicht über die Antriebsscheibe verbindet und an den Fahrzeugen jeweils eine Endbefestigung aufweist.

**Anmerkung:** der Begriff „câble-lest“ kann in der französischen Sprache anstelle von „contre-câble“ benutzt werden; der Begriff „ballast rope“ kann anstelle von „counter rope“ benutzt werden, wenn die Antriebsstation am Berg liegt.

**1.1.2.10.4 Schwenkseil.** Seil, mit dessen Hilfe Masten geneigt werden können.

**1.1.2.10.5 Rückholseil.** Zugseil, welches das Fahrzeug bzw. die Laufkatze durch einen zweiten Windenantrieb verbindet, um eine Fortbewegung auch bei geringer Seilneigung in beiden Richtungen zu ermöglichen.

**1.1.2.10.6 Zug-/Hubseil.** Seil, das neben der Fortbewegung des Fahrzeuges auch das Heben und Senken je nach Offen- oder Schließstellung der an der Laufkatze angebrachten Klemmsysteme (Tragseilklemmapparat, Lastverriegelung,) bewirkt.

**1.1.2.10.7 Hubseil.** Seil zum vertikalen Heben und Senken der Lasten.

**1.1.2.10.8 Seilschleife (geschlossen), Endlosschleife.** Durch eine Spleißung in sich geschlossenes Seil.

**Anmerkung:** bei einer offenen Seilschleife werden die Seilenden am Fahrzeug oder Laufwerk befestigt.

**1.1.2.11 Seilscheibe.** Drehbares Seilauflager, das dem Seil seinen Krümmungsradius aufprägt.

**1.1.2.12 Seilrolle.** Drehbares Seilauflager, dessen Radius kleiner ist als der Biegeradius des Seiles am Auflagepunkt.

**Anmerkung:** Die Seilablenkung ist in der Regel kleiner als 4 °.

**1.1.2.13 Rollenbatterie.** Gruppe von hintereinander angeordneten Seilrollen einschließlich deren Tragkonstruktion zur Ablenkung eines bewegten Seiles.

**1.1.2.14 Tragwerke.** Stationen und Zwischenstützen aus Stahl, Holz oder Stahlbeton, bzw. die Fahrbahn von Materialstandseilbahnen.

**1.1.2.15 Mechanische Ausrüstung.** Sie umfasst Antriebe, Spannvorrichtungen, Stützenkopfausrüstungen (Seilsattel, Seilrollen und ihre Lagerungen, Rollenbatterien), Seilscheiben, Bremsen, Verzögerungs- und Beschleunigungseinrichtungen usw.).

**1.1.2.16 Elektrische Einrichtung.** Sie umfasst Steuerungs-, Überwachungs- und Sicherheitseinrichtungen, Kommunikations- und Informationseinrichtungen, Blitzschutzeinrichtungen, Beleuchtungsanlagen sowie die Elektromotoren.

**1.1.2.17 Hilfsantrieb.** Antrieb, der den Betrieb bei Ausfall des Hauptantriebes mit reduzierter Förderleistung, aber mit gleichem Sicherheitsniveau ermöglicht.

**1.1.2.18 Sicherheitsbauteil.** Bauteil, dessen Versagen oder Fehlfunktion ein Risiko für die Sicherheit und Gesundheit von Personen darstellt.

**Anmerkung:** von seiten des Herstellers ist eine schriftliche Dokumentation zu erstellen und auf den neuesten Stand zu halten, um zu gewährleisten, dass:

- die Sicherheitsbauteile identifiziert sind;
- diese Identifizierung registriert ist.

Der Hersteller erstellt sämtliche Unterlagen, die für den Zusammenbau und die Montage notwendig sind. Diese Unterlagen enthalten:

- einen Plan, der sämtliche Arbeitsschritte beschreibt und für jeden einzelnen Fall die Vorkehrungen angibt;
- einen Plan, der während und am Ende jeder Phase die durchzuführenden Kontrollen vorsieht.

**1.1.2.19 Betriebstagebuch**

Dokumentation, in dem sämtliche durchgeführten Kontrollen und Wartungsarbeiten aufgezeichnet werden.

## **1.2 Technische Betrachtungen**

### **1.2.1 Grundlegende Informationen**

Für die Ausarbeitung eines Angebotes oder eines Projektes ist es zweckmäßig, wenn dem Hersteller folgende Informationen zur Verfügung gestellt:

- Zweckwerden der Anlage,
- Art und Beschaffenheit des Fördergutes (Korngrößenverteilung, Granulometrie), spezifisches Gewicht oder Abmessungen und Höchstgewicht,
- Förderleistung pro Stunde, pro Jahr,
- Einsatzdauer der Anlage,
- Längenprofil in geeignetem Maßstab z.B. 1 : 2000 (\*),
- Topographische Karte im geeigneten Maßstab mit eingezeichneter Angabe der Kreuzungen mit elektrischen Leitungen, Telefonleitungen, Straßen, Eisenbahnstrecken, Flüsse usw., Querhänge,
- geologischer Bericht über die Stabilität des zu querenden Geländes und falls erforderlich Schneefallbericht und Angabe möglicher seismischer Aktivitäten,
- Klima
- Energieversorgung (Art und Standort),
- Informationen über lokale Bedingungen, z.B. Beförderungsmittel, Unterkunftsmöglichkeiten, die auf der Straße zugelassenen Höchstgewichte und höchste Lademaße usw.
- verfügbare Arbeitskräfte vor Ort (Fachkräfte, Hilfskräfte, Stundenlöhne),
- im Aufstellungsort geltende Gesetze, Normen, Vorschriften.

**(\*) Anmerkung für die Profilaufnahme:**

- Das endgültige Längenprofil ist von einem Fachmann zu erstellen. Im Längenprofil sind sämtliche Punkte anzugeben, die für einen einwandfreien Entwurf von Wichtigkeit sind (Erhebungen, Gipfel, Felsen, Gebäude und andere Hindernisse).
- Das Längenprofil muss auch Hinweise enthalten über mögliche Standorte von Stützen, über die Grundbeschaffenheit, Querneigungen, lawinengefährdete Hänge, Überquerungen von Leitungen, Wasserläufen und Seen, Wegen, Begehbarkeit der Trasse,
- die charakteristischen Punkte der Profilaufnahme sind auf der Strecke dauerhaft und fest zu kennzeichnen.

### **1.2.2 Projektierung und Dokumentation**

- 1.2.2.1** Jedes Teil der Anlage, einschließlich der Streckenbauwerke, der mechanischen und elektrischen Einrichtungen, ist fachgerecht zu projektieren und zu konstruieren, um dessen sichere Funktion zu gewährleisten. Bei der Berechnung der Spannungen für die Materialien sind die Normen und Empfehlungen einzuhalten. Bei der Berechnung der Sicherheitsgrade für die einzelnen Bauteile sind die Werte gemäß der folgenden Kapitel einzuhalten. Für die Berechnung sind bekannte Methoden, wenn möglich sind die Normen für Hebevorrichtungen und Transporte anzuwenden.

- 1.2.2.2** Für die Fundamente der Stationen, die Stützen, die Fahrbahn, die Verankerungsblöcke, die Gebäude usw. sollen die örtlich geltenden Normen, bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Regelwerke und Vorschriften angewendet werden.
- 1.2.2.3** Bei der Berechnung der Bauteile ist nicht nur die maximale transportierte Masse zu berücksichtigen, sondern auch die äußeren Kräfte gemäß der örtlichen Verhältnisse, wie Wind, Schnee, Eisbehang, seismische Aktivitäten, usw. Der Winddruck, der horizontal auf die Seile, die Fahrzeuge, die Anlagenteile wirkt, sollte im Betrieb der Anlage mit mindestens 250 N/m<sup>2</sup> angenommen werden.
- 1.2.2.4** Die Berechnung der Bauteile ist so vorzunehmen, dass unter Berücksichtigung der Nutzmasse und der äußeren Kräfte die Sicherheit und Stabilität der Anlage während der angenommenen Lebensdauer gewährleistet wird.
- 1.2.2.5** Die Seile sind so auszuwählen und zu berechnen, dass die Mindestsicherheitsgrade eingehalten werden.
- 1.2.2.6** Die Stationen sind so zu entwerfen, dass ein einwandfreies Be- und Entladen des Ladegutes und ein sicherer Betrieb gewährleistet werden.
- 1.2.2.7** Die Fundamente und Verankerungen sind so zu dimensionieren, dass eine Sicherheit gegen Kippen und Gleiten von mindestens 1,5 gewährleistet ist. Dieses Kriterium gilt sowohl für die Anlage in Betrieb, als auch ausserhalb Betrieb. Der maximal zulässige Bodendruck gemäß geologischem / geotechnischem Bericht darf bei allen Lastannahmen nicht überschritten werden.
- 1.2.2.8** Der Raumbedarf der Fahrzeuge ist so anzunehmen, dass während der Fahrt kein Verhängen oder Anstoßen mit anlagefremden Hindernissen sowie mit anderen Teilen der Anlage, Führungen ausgenommen, möglich ist.
- 1.2.2.9** Die Fahrzeuge sind so auszuführen, dass eine sichere Führung derselben und eine sichere Befestigung der Last gewährleistet werden, sodass weder die Fahrzeuge, noch die Lasten einen gefährlichen Zustand erreichen können.
- 1.2.2.10** Das Projekt für den Bau oder für einen Umbau muss sämtliche Unterlagen enthalten, um ein Urteil über die Sicherheit der Anlage abgeben zu können, um die Anlage errichten zu können, und um später wesentliche Änderungen durchführen zu können. Speziell für Anlagen einer gewissen Größe bzw. nach Vereinbarung mit der Abnahmebehörde bzw. mit dem technischen Leiter der Anlage, sollten folgende Unterlagen bereitgestellt werden:
- Technischer Bericht mit Beschreibung des Projektes,
  - Lageplan im Maßstab 1:25000 oder 1:5000 mit Angabe des Trassenverlaufs,
  - Längenschnitt mit Höhenschichtlinien sowie Angabe des Geländeverlaufs, der Seillinie, der Stationen, der Stützen, der Fahrbahn, der Kreuzung mit Elektroleitungen, anderen Seilbahnen, öffentlichen

- oder privaten Straßen, Eisenbahnen, Flüssen, Gebäuden in der Nähe der Anlage,
- geologischer Bericht und falls erforderlich Schneelagebericht und Bericht über seismische Aktivitäten,
- Seil- und Seillinienberechnung, Berechnung der Antriebsleistung und der Treibfähigkeit der Antriebsscheibe für die Übertragung der Kräfte,
- Stationszeichnungen im Maßstab von mindestens 1:100 mit Grundriss, Schnitte und Ansichten, einschließlich der technischen Einrichtungen,
- mechanische Einrichtungen,
- Stützen und Fahrbahn,
- Fahrzeug einschließlich Klemme und zeichnerischer Nachweis der Pendelfreiheit, eventuelle Tragseilbremse oder Schienenbremse,
- elektrotechnische Einrichtungen, Steuerungs-, Überwachungs- und Sicherheitseinrichtungen, Kommunikations- und Informationseinrichtungen, Blitzschutzeinrichtungen,
- Risikoanalyse (siehe Abschnitt 1.2.5),
- Wartungs- und Instandhaltungsanleitungen.

### **1.2.3 Allgemeines**

- 1.2.3.1** Auf Verlangen der zuständigen aufsichtsführenden Stelle oder des Betreibers sind von Seiten des Herstellers die Prüf- und Materialbescheinigungen für alle sicherheitsrelevanten Bauteile vorzulegen.
- 1.2.3.2** Die Sicherheit der Anlage muss unter allen Betriebsbedingungen gewährleistet sein. Auch außer Betrieb dürfen keine Gefahrensituationen entstehen.
- 1.2.3.3** Alle Bauteile sind gegen Korrosion zu schützen. Alle Teile, die öfters einer Wartung bedürfen, müssen leicht zugänglich sein.
- 1.2.3.4** Alle metallischen Bauteile und Einrichtungen sind mit der Erdungsanlage zu verbinden. Es sind die geltenden Bestimmungen einzuhalten um das Personal und Dritte zu schützen.
- 1.2.3.5** Die sichere Funktionsweise sämtlicher Einrichtungen, mechanischen und elektrischen Systeme ist zu gewährleisten.
- 1.2.3.6** Der Entwurf und die Konstruktion von automatischen Antriebssystemen und der bezüglichen Steuerungen müssen die Sicherheit der Anlage gewährleisten, um das Entstehen gefährlicher Zustände während des Betriebes zu vermeiden.
- 1.2.3.7** An besonders exponierten Stellen sind Windmesser vorzusehen. Bei gefährlichen Windbedingungen ist der Betrieb einzustellen.
- 1.2.3.8** Die Kreuzungen mit Straßen, Eisenbahnen, elektrischen Leitungen, Flüssen sind von den zuständigen Behörden zu genehmigen. Die Kreuzungen sollten durch Brücken oder Schutznetze geschützt werden. An Kreuzungen von Straßen und Schienenanbindungen, bei denen kein Schutz vorgesehen

wird, sind Warnschilder anzubringen. Bei Kreuzungen mit elektrischen Leitungen deren unterirdische Verlegung nicht möglich ist, sollte die Anlage unter der Leitung durchgeführt werden. Jeder Eingriff ist behördlich zu genehmigen, vor allem, wenn eine Unterbrechung der Energieversorgung oder eine teilweise Verlegung der Leitung vorgesehen ist.

- 1.2.3.9** Die Sicherheit und Funktion der Anlage ist durch einen Wartungsplan zu gewährleisten. Die Wartungsarbeiten müssen einfach und sicher durchgeführt werden können.

## **1.2.4 Abnahme und Übergabe der Anlage**

Vor Inbetriebnahme sind an der Anlage umfangreiche Überprüfung und Proben durchzuführen, um nachzuweisen, dass die gesamte Anlage dem genehmigten Projekt und dem Pflichtenheft entspricht und die Betriebssicherheit der Anlage gewährleistet ist. Es sind Funktionsprüfungen bei Vollast und bei Teillast durchzuführen, um die ungünstigsten Lastfälle zu prüfen. Die Funktionsprüfungen umfassen den Betrieb bei größter Leistung, die Beschleunigung und Verzögerung unter ungünstigsten Bedingungen, außerdem die Bremsen, die automatischen Vorrichtungen, die Nothalt-Tasten, die Betriebstelefone, die Fernsteuerungen und die verschiedenen Sicherheitsfunktionen. Der Probetrieb muss mindestens zwei Stunden dauern, um die Erwärmung drehender Teile, übermäßige Schwingungen und Durchbiegungen und den freien Weg der Spanneinrichtung feststellen zu können.

## **1.2.5 Risikoanalyse**

Für jede Anlage sollte von Seiten des Projektanten und/oder des Herstellers eine vollständige Analyse über alle vorhersehbaren Risikofaktoren erstellt werden.

Die Erstellung einer Risikoanalyse ist obligatorisch, falls das Mitfahren von Personen (gemäß 1.3.1.8 b) vorgesehen ist.

**Anmerkung:** Ein Beispiel für eine Risikoanalyse für Seilförderanlagen für Materialtransporte wird in Anhang B angeführt.

## **1.3 Betrieb**

### **1.3.1 Betriebsführung**

- 1.3.1.1** Für die technische Leitung ist eine befähigte und verantwortliche Person, im weiteren Betriebsleiter genannt, zu benennen.

- 1.3.1.2** Der Betriebsleiter erstellt eine Betriebsanweisung Voraussetzung unter Berücksichtigung der vom Hersteller gelieferten Anleitungen für den Betrieb und Instandhaltung der Anlage. Voraussetzung ist, dass er gute Kenntnisse über die Anlage und die Betriebsbedingungen hat. Diese Betriebsanweisung wird jedem Mitarbeiter zur Kenntnis gegeben und falls erforderlich der aufsichtsführenden Stelle vorgelegt.

- 1.3.1.3** Für einen sicheren Betrieb und zur Vermeidung der Gefährdung Dritter ist ausreichend Personal bereitzustellen.
- 1.3.1.4** Der Betriebsleiter prüft die fachliche Eignung seiner Mitarbeiter, sorgt für deren Unterweisung und bestimmt den Verantwortungsbereich für jedes Berufsbild.
- 1.3.1.5** Der Betriebsleiter setzt die betrieblichen Maßnahmen fest um gefährliche Situationen zu vermeiden, die Personen oder Sachschäden zur Folge haben können.
- 1.3.1.6** Der Betriebsleiter der Anlage hat dafür zu sorgen, dass die Anlage vorschriftsmäßig betrieben, laufend überwacht sowie ordnungsgemäß gewartet und instand gehalten wird.
- 1.3.1.7** Vor jeder Inbetriebnahme stellt der Betriebsleiter bzw. dessen Stellvertreter und das zuständige Personal den einwandfreien Zustand der Anlage fest. Dies gilt insbesondere auch hinsichtlich der erforderlichen Fernsprech- oder Signaleinrichtungen.
- 1.3.1.8** Die Beförderung von Personen ist verboten. Erlaubt hingegen ist das Mitfahren von Personen:
- a) für die Wartung und Prüfung,
  - b) für die Erreichung der Arbeitsstelle,
- unter der Voraussetzung, dass die Anlagen für das Mitfahren von Personen eigens ausgerüstet sind, und dass die zusätzlichen Sicherheitsbestimmungen der Betriebsanweisung eingehalten werden und der Betriebsleiter seine Zustimmung erteilt. \*)  
Gegebenenfalls ist hierfür eine behördliche Genehmigung einzuholen.
- \*) Ergänzende Betriebsanweisung siehe Punkt 12 im Anhang C*
- 1.3.1.9** Die in den Stationen, Zwischenhaltstellen und an dem Fahrzeugen vorgeschriebenen Hinweise, z.B. über das Personenbeförderungsverbot, das zulässige Ladegewicht, das Verbot des Betretens der Stationen und der Stützen durch Unbefugte, das Verbot des Aufenthaltes in der Wagendurchfahrt bei Zwischenhaltstellen, sowie weitere vom Betriebsleiter als notwendig erachtete Hinweise und Verbote sind gut erkennbar anzubringen. Dies gilt auch für Höhenbegrenzungsstafeln bei Kreuzungen mit Verkehrsflächen.

## **1.3.2 Wartungs- und Instandhaltungsanweisungen**

- 1.3.2.1** Der Hersteller erstellt und liefert die Wartungs- und Instandhaltungsanleitungen.
- 1.3.2.2** In die Wartungsanleitung sind insbesondere folgende technischen Daten der Anlage aufzunehmen:
- Förderlänge [m], .....
  - Höhenunterschied [m], .....

- maximale Traglast [t], .....
- zulässige Abmessungen des Ladegutes,  
Länge .... [m], Breite .... [m], Höhe ....[m],
- maximale Fahrgeschwindigkeit [m/s], .....
- technische Daten der Seile: .....
- .....
- Kenndaten des Motors .....
- Anzahl der Stützen ..... Nr.
- usw.

**1.3.2.3** In der Wartungsanleitung können auch Angaben über das erforderliche Personal dessen fachliche Eignung enthalten sein.

### **1.3.3 Betriebsanweisung**

In die Betriebsanweisung sind mindestens folgende Angaben aufzunehmen:

- Betriebsführung,
- technische Merkmale der Anlage,
- Hinweise, Gebots und Verbotstafeln,
- technische Maßnahmen, die über die Betriebs- und Instandhaltungsanleitungen hinausgehen,
- Hinweise auf die Betriebs- und Instandhaltungsanleitungen der Hersteller,
- Betrieb der Fernsprech- und Signaleinrichtungen,
- Verhalten bei besonderen Wettersituationen,
- Maßnahmen gegen Brandgefahr und zur Brandbekämpfung,
- Wartung der Seile,
- Mitfahren von Personen,
- Schrägzug,
- Losreißen festsitzender Lasten,
- usw.

**Anmerkung:** Vorlage einer Betriebsanweisung siehe Anhang C

## **KAPITEL II – ORTSFESTE MATERIALSEILBAHNEN**

### **2.1 Einseil- Und Zweiseilbahnen Im Umlauf- Oder Pendelbetrieb**

#### **2.1.1 Allgemeines**

Für den Transport von Gütern werden in der Regel Umlaufbahnen sowohl als Ein- als auch Zweiseilbahn eingesetzt. Pendelbahnen, die ebenfalls als Ein- oder Zweiseilbahnen ausgeführt werden, kommen



hauptsächlich bei kleineren Förderleistungen oder beim Transport einzelner, besonders schwerer Stückgüter in Einsatz.

## **2.1.2 Sicherheitsgrad**

**2.1.2.1** Jeder Teil der Anlage muss entsprechend dem Stand der Technik entworfen und hergestellt werden. Dies gilt sowohl für die Ausführung der einzelnen Bauteile als auch für die Qualität der verwendeten Werkstoffe.

**2.1.2.2** Der Hersteller muss die allgemeinen Normen für Berechnungen und die bei den Baumaterialien zur Anwendung kommenden Normen berücksichtigen (gültige Normen für das Land des Herstellers oder für das Land, in dem die Anlage installiert wird).

**2.1.2.3** Der Sicherheitsgrad von mechanischen Bauteilen ist bezüglich Streckgrenze der Materialien zu berechnen: Der Mindestsicherheitsgrad beträgt 1,7 für die Bauwerksteile und 2,5 für die beweglichen mechanischen Bauteile, die dem direkten Seilzug ausgesetzt sind (z.B. Laufwerk, Seilscheiben). Der Sicherheitsgrad bei Dauerbelastung beträgt mindestens 1,8.

**2.1.2.4** Windgeschwindigkeit:  
Für die Berechnung folgender Staudrücke sind zu berücksichtigen:

1. außer Betrieb: Staudruck  $1.200 \text{ N/m}^2$
2. im Betrieb: Staudruck  $250 \text{ N/m}^2$

Für windexponierte Gebiete sind entsprechend höhere Werte anzunehmen.

## **2.1.3 Bodenabstände**

**2.1.3.1** Der vertikale Abstand bei niedrigster Seilführung zwischen dem tiefsten Punkt der beweglichen Teile der Seilbahn sowie der Seile und dem Boden sowie anderen Hindernissen darf unter Berücksichtigung der vorhersehbaren Schneehöhe und der dynamischen Einwirkungen nicht kleiner als 2,5 m sein. Die Bodenabstände können verringert werden, wenn die diesbezüglichen Bereiche eingezäunt oder unzugänglich sind. Über von Kraftfahrzeugen befahrbaren Flächen ist ein vertikaler Abstand von mindestens 4,5 m einzuhalten.

Bei Kreuzungen oder Parallelführungen von elektrischen Leitungen sind die betreffenden Sicherheitsbestimmungen einzuhalten.

Bei Kreuzungen oder Parallelführungen mit anderen Seilbahnen ist der Abstand zwischen den Lichtraumprofilen zu berücksichtigen. Dabei ist auch eine eventuelle Schwingung der Seile nach oben zu berücksichtigen.

Wenn vorgeschrieben, sind auch eigene Regelungen für die Luftfahrtshindernisse zu berücksichtigen.

**2.1.3.2** Der größte Bodenabstand ist in der Regel nur dann begrenzt, wenn Personen nach Abschnitt 1.3.1.8 b) mitfahren.

#### **2.1.4 Strecke**

Die Strecke ist in der Regel geradlinig auszuführen. Auf den Stützen sind horizontale Ablenkungen zulässig, wenn die Kraftkomponente für die Ablenkung des Tragseiles bzw. des Förderseiles nicht größer ist als 5 % der Mindestauflagebelastung. Bei größeren Ablenkungen sind Winkelstationen vorzusehen.

#### **2.1.5 Stationen**

**2.1.5.1** Beim Entwurf der Stationen ist vor allem die Abwicklung des Be- und Entladens des Ladegutes zu berücksichtigen. Neben der Optimierung dieser Funktion müssen die Stationen so gestaltet sein, dass der Betrieb und die Wartung sicher durchgeführt werden können.

**2.1.5.2** Betretbare Räume müssen mindestens 2,5 m hoch ausgeführt werden.

**2.1.5.3** Bedienungsstände, Maschinen-, Spannvorrichtungs- und elektrische Betriebsräume sind gegen unbefugtes Betreten zu sichern.

**2.1.5.4** Sämtliche Räume müssen ausreichende Beleuchtungsanlagen aufweisen.

**2.1.5.5** Bei Bahnen mit betrieblich lösbaren Klemmen sind Maßnahmen zu treffen, um die Ausfahrt eines nicht ordnungsgemäß angekuppelten Fahrzeuges zu verhindern.

**2.1.5.6** Für die Konstruktion und Berechnung der Stationen gelten dieselben Normen wie für Industriebauten. Als Belastung für die Tragkonstruktion der Stationsschienen sind aneinander gereihete, beladene Fahrzeuge anzunehmen.

**2.1.5.7** Die Maschinen- und elektrotechnischen Einrichtungen der Stationen sind entweder wetterbeständig auszuführen oder vor Witterungseinflüssen geschützt unterzubringen. Diese Einrichtungen müssen für Wartungszwecke zugänglich sein und sind gegen missbräuchlicher Betätigung zu sichern.

**2.1.5.8** In den Stationen sollen Abstellgleise für die Fahrzeuge, Lagerräume für Ersatzteile, Montagewerkzeuge, Schmierstoffe sowie eine Werkstatt vorgesehen werden.

**2.1.5.9** In den Stationen müssen Verankerungspunkte zum Abspannen der Seile, insbesondere für Seilarbeiten, vorgesehen werden.

**2.1.5.10** In den Stationen muss zwischen den Lastbehältern (offen und geschlossen) der durchfahrenden Fahrzeuge und den Bauwerksteilen, anderen Gegenständen sowie anderen Fahrzeugen ein seitlicher Si-

cherheitsabstand von mindestens 0,5 m vorhanden sein. Hierbei ist auch eine Querverdelung der Fahrzeuge (offen oder geschlossen) von 20% für jene Bereiche zu berücksichtigen, in denen die Lastbehälter nicht geführt sind.

**2.1.5.11** In Räumen, in denen ein Wassereintritt möglich ist, sind Abflusseinrichtungen vorzusehen.

**2.1.5.12** Für den Brand- und Blitzschutz sind geeignete Maßnahmen zu treffen. Gegebenenfalls sind hierbei örtliche Vorschriften zu beachten.

## **2.1.6. Seile**

**2.1.6.1** Seile müssen in einer für ihren Einsatz geeigneten Machart ausgeführt sein. Für Tragseile werden geschlossene oder halbgeschlossene Seile empfohlen.

Für Zug- und Förderseile werden Gleichschlag-Litzenseile empfohlen. Als Spannseile sind Litzenseile, vorzugsweise verzinkte, zu verwenden.

**2.1.6.2** Die Zugsicherheit der Seile wird durch das Verhältnis zwischen rechnerischer Bruchlast und der größten Seilspannkraft bestimmt. Der Sicherheitsfaktor darf die nachstehenden Werte nicht unterschreiten:

- Tragseil	2,8
- Zugseil im geschlossenen Seilschlaufe	4,0
- Zugseil auf Seiltrommel	5,0
- Förderseil	4,5
- Hubseil	5,0
- Spannseil	4,0
- Signalseil	2,5 (1)
- Flugmarkierungsseil	2,5 (1)

(1) 1,2 im Fall von beidseitig fest verankertem Signal- oder Flugmarkierungsseil unter Berücksichtigung der ungünstigsten klimatischen Einflüsse.

**2.1.6.3** Bestimmung der größten Seilspannkraft:

### **2.1.6.3.1** Tragseile

- Grundspannkraft (Spanngewicht)
- Höhenkomponente des Seilgewichtes
- Reibung auf den Tragseilschuhen
- Reibung an der Ablenkscheibe zum Spanngewicht
- bei beidseitig fest verankerten Seilen sind die Spannungszunahmen, die durch Temperaturveränderungen und durch die Position der Fahrzeuge auf der Strecke bedingt sind, zu berücksichtigen.

- 2.1.6.3.2** Zug- und Förderseile
- a) Grundspannkraft
  - b) Höhenkomponente des Seilgewichtes
  - c) Gewichtskomponente der Fahrzeuge
  - d) Reibung des Seiles auf Seilrollen und der Fahrzeuge
  - e) Trägheitskräfte beim Anfahren und Bremsen unter normalen Betriebsbedingungen.

- 2.1.6.3.3** Hubseile
- a) Höhenkomponente des Seilgewichtes
  - b) Last am besagten Seilstrang
  - c) Reibung des Seiles auf den Seilrollen
  - d) Trägheitskräfte beim Anfahren und Bremsen unter normalen Betriebsbedingungen

- 2.1.6.3.4** Spannseile
- a) Grundspannkraft
  - b) Reibung in der Seilspannvorrichtung

- 2.1.6.3.5** Signalseil oder Flugmarkierungsseil

mit Spanngewicht:

- a) Grundspannung,
- b) Höhenkomponente des Seiles und der Kugeln,
- c) Reibung in der Spannvorrichtung und längs der Strecke, bei beidseitiger Verankerung zusätzlich:
- d) Spannungszunahme durch Temperaturveränderungen, die auf Grund der örtlichen Gegebenheiten zu bewerten ist und durch Staudruck  $q_w = 1.200 \text{ N/m}^2$ .

Falls erforderlich sind außerdem folgende Lastannahmen zu berücksichtigen:

- Temperatur von  $-5^\circ\text{C}$ ,
- durch Eisbehang das doppelte der maximalen Last:  $q_e = 8 + 0,4 d$  (N/m) ( $d$  = Nenndurchmesser des Seiles in mm),
- $p$  = Staudruck  $q_w = 250 \text{ N/m}^2$ .

Bei Berechnung der Windlast bei Spannfeldlängen über 400 m kann eine fiktive Seillänge von  $240 + 0,4 L$  angenommen werden. Wenn Flugmarkierungsseile in der Nähe der Seilbahn sind, ist der Abstand zu Seilbahnseilen und Fahrzeugen auch bei maximaler Auslenkung durch Seitenwind zu nachzuweisen.

$L$  = geneigte Länge der Spannfeldlänge in m.

- 2.1.6.4** Die Rollenanzahl des Laufwerkes ist so zu wählen, dass das Verhältnis der kleinsten Tragseilspannkraft zur größten Rollenlastkomponente

quer zur Seilachse mindestens 50 beträgt, dabei sind auch die Kräfte zu berücksichtigen, die vom Zugseil auf das Laufwerk übertragen werden.

**2.1.6.5** Es wird empfohlen, das Verhältnis zwischen Querbelastung und geringster Seilspannkraft bei Förderseilen von Einseilbahnen von 1:10 nicht zu überschreiten.

**2.1.6.6** Die Tragseilendbefestigung kann ausgeführt werden durch Umschlingungen auf einer Trommel, durch Vergusskopf, die mit geeignetem Material ausgeführt werden oder durch geeignete Seilklemmen. Die Methode wird vom Hersteller der Bahn bestimmt. Im Falle einer direkten Abspannung auf Seilpollern oder von Tragseilablenkungen auf Tragseilschuhen der Stationen, wo das Seil immer an der gleichen Stelle aufliegt und keine Längsverschiebungen erfährt, darf das Verhältnis  $\Phi$  Seilpoller /  $\Phi$  Seil nicht kleiner als 50 sein. Andere Befestigungsmethoden als vorher angeführt können verwendet werden, wenn durch eine Sicherheitsanalyse eine gleichwertige Sicherheit nachgewiesen wird.

**2.1.6.7** Die Endfestigungen der Seile müssen vor Korrosion geschützt und einer visuellen Prüfung zugänglich sein.

## **2.1.7 Stützen und ihre Ausrüstungen**

**2.1.7.1** Abstände und Höhen der Stützen müssen so ausgelegt werden, dass genügend Seilauflagedruck vorhanden ist und die Seile sich auch bei ungünstigsten Belastungsverhältnissen nicht abheben können.

**2.1.7.2** Es muss ein Zugang zu den Stützen längs der Strecke gewährleistet sein.

**2.1.7.3** Stützen und ihre Ausrüstungen müssen für Prüfungen und Wartungsarbeiten leicht und sicher erreichbar sein, z.B. durch Leitern, Arbeitspodeste.

**2.1.7.4** Für Montage- und Wartungsarbeiten sind an den Stützen Verankerungspunkte vorzusehen, um ein Abheben der Seile zu ermöglichen.

**2.1.7.5** Stützen sind fortlaufend zu nummerieren.

**2.1.7.6** Der Abstand zwischen Stütze und dem um 20% seitlich ausgependelten Lastbehälter muss mindestens 0,20 m betragen. Die Längspendelung nimmt man mit 20% an.  
Wenn erforderlich, sollen Abweiser vorgesehen werden.

**2.1.7.7** Die Sicherheit gegen Kippen, Gleiten und Abheben muss unter ungünstigsten Belastungsverhältnissen sowohl im Betrieb wie auch außer Betrieb mindestens 1,5 betragen. Dabei kann die Erdauflast mitberücksichtigt werden.

**2.1.7.8** Die Stützen sind so steif auszuführen, dass durch deren elastische Verformung, insbesondere bei Torsion und bei Seitenwind unter normalen

Betriebsbedingungen die sichere Auflage oder Führung der Seile nicht gefährdet wird.

**2.1.7.9** Bei Zweiseilbahnen mit tiefer Zugseilablage müssen für eine richtige Auflage der Seile auf die Rollen Einweiser vorgesehen werden.

**2.1.7.10** Tragseilschuhe sind so zu gestalten, dass eine sichere und ruhige Überfahrt des Fahrwerkes gewährleistet wird.

Der Radius der Seilrille des Tragseilschuhes ist 10 % grösser als der halbe Durchmesser des Seiles zu wählen. Eine Schmiermöglichkeit muss vorhanden sein. Die Tragseilschuhe sind an den Stützen zur Ausrichtung in die Seilachse nachstellbar zu befestigen. Die Krümmungsradien von Tragseilschuhen müssen mindestens 150 x den Seildurchmesser betragen. Die Radialbeschleunigung auf dem Laufwerk darf den Wert von 2,5 m/s<sup>2</sup> nicht überschreiten.

**2.1.7.11** Rollenbatterien und Rollen sind zur Ausrichtung in die Seilachse nachstellbar zu befestigen.

**2.1.7.12** Rollenbatterien für Einseilbahnen müssen mindestens zwei Rollen haben. Einzelne Rollen sind nur für die Führung des Seiles vor Umlenk- und Antriebsscheiben zulässig.

**2.1.7.13** Der Mindestdruck pro Seilrolle einer Einseilbahn darf nicht kleiner als 500 N sein.  
Wenn das Stützenhaupt sich unterhalb der Verbindungsgeraden der benachbarten Stützen befindet, muss der Kontakt zwischen Seil und Rolle gewährleistet sein, auch wenn die Seilspannkraft um 40% erhöht wird.

**2.1.7.14** Die Ablenkung des Förder- und Zugseiles auf einer Rolle darf 10% nicht übersteigen.

**2.1.7.15** Der grösste Ablenkwinkel der Seile auf den Stützen darf die für die Konstruktion der Stützen, der Seilschuhe und Rollen angenommenen Werte nicht übersteigen.

**2.1.7.16** Der Rollendurchmesser „D“ [cm] auf der Strecke soll in Abhängigkeit des Ablenkwinkels „φ“, des Seildurchmessers „d“ [cm] und der Seilspannung „S“ [N] gewählt werden, in dem folgende Gleichung eingehalten wird.

$$\frac{S * \tan \varphi}{d * D} \approx 50 \text{ bis } 80 \text{ N/cm}^2$$

Andere Werte sind zulässig, wenn nachgewiesen wird, dass das verwendete Material höhere Lasten aufnehmen kann.

Der Rollendurchmesser „D“ darf nicht kleiner als 8 d sein.

## **2.1.8 Antriebe**

**2.1.8.1** Der Hauptantriebe sollen so bemessen und ausgeführt werden, dass auch unter ungünstigsten Verhältnissen ein ruhiges Anfahren möglich ist. Bei Umlaufseilbahnen mit betrieblich lösbaren Klemmen gilt als ungünstigster Zustand das Anfahren bei voller Belastung. Dabei sind die ungünstigsten Bedingungen in Abhängigkeit des Streckenverlaufs und eventueller Betriebsvorschriften zu berücksichtigen.

**2.1.8.2** Unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Standes der Technik können folgende Höchstgeschwindigkeiten vorgesehen werden:

- Zweiseilumlaufbahnen      6 m/s
- Einseilumlaufbahnen      6 m/s
- Einseilpendelbahnen      8 m/s
- Zweiseilpendelbahnen    12 m/s

Die Anlage muss mit einer Revisionsgeschwindigkeit von 0,3 bis 0,5 m/s betrieben werden. Mit dieser Geschwindigkeit muss es möglich sein einen ganzen Umlauf mit einem Fahrzeug ohne Unterbrechung durchzuführen.

**2.1.8.3** Der Umschlingungswinkel an der Antriebsscheibe muss so groß sein, dass die größte auftretende Umfangskraft mit Sicherheit aufgenommen wird. Bei der Berechnung müssen das ungünstigste Verhältnis der Seilzugkräfte in den beiden Seilsträngen (der eine mit leeren, der andere mit beladenen Fahrzeugen besetzt), sowie die Trägheitskräfte beim Anfahren und Bremsen in Betracht gezogen werden.

Für den Nachweis des Reibungsschlusses können folgende Reibwerte angenommen werden:

- ungefüttete Stahlrille                      0,10
- mit Gummi gefüttete Rille                0,20 - 0,25

Für andere Materialien ist der gewählte Reibwert nachzuweisen.

**2.1.8.4** Der Durchmesser der Antriebs- und Umlenkscheiben soll mindestens 60 mal den Seildurchmesser, der Durchmesser der Windentrommel soll mindestens 40 mal den Seildurchmesser betragen.

**2.1.8.5** Jeder Antrieb muss mindestens zwei voneinander unabhängige Bremsen besitzen, wovon eine unmittelbar auf die Antriebsscheibe wirken muss. Die Bremskraft ist durch Gewichte oder Druckfedern aufzubringen. Falls erforderlich ist eine von Hand regelbare Bremse vorzusehen. Selbsthemmende Bahnen brauchen nur mit einer Bremse ausgerüstet werden, welche beim Anhalten der Bahn einfallen muss; sie muss ausserdem von Hand ausgelöst werden können.

**2.1.8.6** Jedes Bremssystem muss unter ungünstigsten Bedingungen bei talwärts fahrender Last eine mittlere Verzögerung zwischen 0,2 und 2 m/s<sup>2</sup> gewährleisten. Die Verzögerung ist das Verhältnis zwischen dem Quadrat der Geschwindigkeit und dem doppeltem Bremsweg. Bei der Bestimmung der Verzögerungswerte sind die Ergebnisse der Risikoanalyse zu berücksichtigen.

## **2.1.9 Spanneinrichtungen**

**2.1.9.1** Zug- und Förderseile sind mit Gewichten oder anderen geeigneten Einrichtungen unter Spannung zu halten.

**2.1.9.2** Wenn die Trageile beiderseits fest verankert sind, muss die Spannkraft prüfbar und regulierbar sein.

**2.1.9.3** Spangewichte müssen geführt sein, um Drehbewegungen zu vermeiden.

**2.1.9.4** Die Bewegungen der Spangewichte und Spannwagen sind in den Endlagen durch Anschläge zu begrenzen.

**2.1.9.5** Das freie Spiel der Spangewichte muss stets gewährleistet und die Lage der Spangewichte an einer Messskala ablesbar sein. Die zulässigen Endstellungen sind anzugeben, wobei die Bodenfreiheit nicht kleiner als 0,20 m sein soll.

**2.1.9.6** Der Durchmesser der Spannscheiben muss mindestens 40 mal den Seildurchmesser betragen.

## **2.1.10 Fahrzeuge**

**2.1.10.1** Die Fahrzeuge sind so auszuführen, dass ein sicherer Transport des Ladegutes gewährleistet wird.

**2.1.10.2** Bei Zweiseilbahnen ist das Gewicht des Ladegutes konstruktiv gleichmässig auf die Räder des Laufwerkes zu verteilen.

**2.1.10.3** Jede Art der Pendelung der Fahrzeuge sowie bei der Stützenüberführung dürfen die Laufwerke nicht abheben.

**2.1.10.4** Kippbare Lastenbehälter müssen mit einer Verriegelung versehen sein, die ein unbeabsichtigtes Kippen verhindert.

**2.1.10.5** Die Klemmen sind so zu gestalten, dass unter Berücksichtigung aller auf das Fahrzeug wirkenden Kräfte sowie der möglichen Verringerung des Seildurchmessers die Sicherheit gegen Gleiten auf dem Seil mindestens 1,5 beträgt. Die Gleitsicherheit ist durch geeignete Versuche nachzuweisen. Beim Bau der Klemme muss in Bezug auf Freigängigkeit während des Öffnungs- und Schließvorganges auch die Durchmesser verringern des Seiles auf Grund der Lebensdauer und der Herstellungstoleranzen berücksichtigt werden. Die Klemme kann auf



einem bestimmten Seil im Einsatz sein, solange die Sicherheit gegen Gleiten gemäss Wartungs- und Instandhaltungsanleitung gewährleistet ist.

**2.1.10.6** Betrieblich nicht lösbare Klemmen, von z.B. Bahnen im Pendelverkehr, müssen leicht versetzt werden können.

## **2.1.11 Sicherheitseinrichtungen**

**2.1.11.1** Für die Anlage sind ein abschließbarer Hauptschalter und ein Fehlerstromschutzschalter vorzusehen, welche die gesamte Stromzufuhr unterbrechen.

**2.1.11.2** Elektro-, Hydraulik- und Pneumatikschaltpläne sind für Wartungstechniker zugänglich in der Antriebsstation zu verwahren. Auf den Plänen sind die genauen Kenndaten der Bauteile anzugeben. An den Bauteilen selbst ist die Zuordnung zu den Plänen sichtbar anzubringen.

**2.1.11.3** Es ist ein Not-Aus-Kreis vorzusehen, der von allen kritischen Stellen der Anlage mit Nothalftastern unterbrochen werden kann. Er muss die Anlage in einer zulässigen, kürzest möglichen Zeit (Weg) stillsetzen und ein Wiederanlaufen erst nach manuellem Eingriff des Maschinisten ermöglichen. Das Anhalten der Anlage muss auch bei Netzausfall automatisch erfolgen.

**2.1.11.4** Alle Sicherheitskreise (auch der Not-Aus-Kreis) sind als Ruhestromkreise auszuführen. Außerhalb der Antriebsstation ist Niederspannung zu verwenden. Die Schalteinrichtungen müssen ein sicheres Abschalten gewährleisten, z.B. durch zwangsläufig getätigte Schalter mit zwangsöffnenden Kontakten, oder speziellen schaltungstechnischen Maßnahmen, wie Verdoppelung mit Funktionskontrolle. Die Not-Aus-Taster müssen selbstverriegelnd sein.

**Anmerkung:** Ruhestromkreis ist ein Stromkreis, der normalerweise dauernd von Strom durchflossen ist. Das Auslösen der gewünschten Funktion wird durch Unterbrechen des Stromflusses bewirkt.

**2.1.11.5** Die Ursachen für das Abschalten sind bis zur Störquittierung einzeln anzuzeigen.

**2.1.11.6** Eine Blitzschutz- sowie Erdungsanlage für metallische Anlagenteile (Antriebsstation, Tragseil, Stützen, Umlenkstation usw.) ist vorzusehen.

**2.1.11.7** Alle metallischen Anlagenteile sind mit genügendem Querschnitt galvanisch (elektrisch leitend) miteinander zu verbinden. Alle elektrischen Leitungen, die in die Antriebsstation führen, sind mit einem Überspannungsschutz auszustatten.

**2.1.11.8** Die Anlage ist mit den erforderlichen Anzeigegeräten auszustatten, z.B. für Stromaufnahme, Geschwindigkeit, Hydraulikdruck, Betriebsstunden-zähler, Fahrtenzähler.

- 2.1.11.9** Für die Steuerung der Anlage sollte vorzugsweise eine programmierbare fehlersichere Steuerung verwendet werden, welche alle auftretenden Ereignisse und Fehler überwacht und dokumentiert. Eine Fernabfrage ist wünschenswert.
- 2.1.11.10** Personen dürfen durch das Ingangsetzen der Anlage nicht gefährdet werden.
- 2.1.11.11** Es ist eine Geschwindigkeitsüberwachung vorzusehen. Diese muss beim Überschreiten der zulässigen Geschwindigkeit die Sicherheitsbremse des Antriebes auslösen und den Not-Aus-Kreis unterbrechen.
- 2.1.11.12** Bei Überlast ist eine Einrichtung zum Abschalten des Antriebes vorzusehen.
- 2.1.11.13** Die verschiedenen Bremssysteme müssen auch bei Not-Aus und Netzausfall eine übermäßige Verzögerung der Anlage verhindern.
- 2.1.11.14** Zwischen den Stationen ist eine Verständigungseinrichtung vorzusehen.
- 2.1.11.15** Bei Pendelbetrieb ist bei Einfahrt der Fahrzeuge in die Stationen eine Einfahrtsüberwachung vorzusehen, die bei Überschreitung der vorgegebenen Geschwindigkeit sicher abschaltet, andernfalls sind ausreichend dimensionierte Puffer vorzusehen.
- 2.1.11.16** Bei Pendelbetrieb ist am Streckenende ein automatischer Betriebshalt vorzusehen. Zusätzlich muss ein Nothaltsystem vorhanden sein, das bei Ausfall des Betriebshalts wirksam wird und direkt auf die Notbremse wirkt.

**2.1.12            Mitfahren von Personen** (gemäß Abschnitt 1.3.1.8 b)

- 2.1.12.1**        Wenn auf Grund der Gegebenheiten ein Mitfahren von Personen erforderlich ist, sind Maßnahmen zu treffen, um ein sicheres Mitfahren zu gewährleisten (siehe Abschnitt 12 Anhang C).
- 2.1.12.2**        Das Fahrzeug muss für das Mitfahren von Personen geeignet sein.
- 2.1.12.3**        Beim Fahrzeug ist ein Hinweis auf die zulässige Personenzahl und Nutzlast sowie auf ein Verbot des gleichzeitigen Transportes von Ladegütern und der Beförderung von Personen anzubringen.

**2.2                KABELKRANE, SEILKRANE, KRANPENDELBAHNEN**

**2.2.1            Allgemeine Angaben**

- 2.2.1.1**        Die vorliegenden Regeln beziehen sich auf den Bau von Kabelkranen zum Aufnehmen, Transportieren und Absetzen von Gütern längs einer Achse oder auf einer rechteckigen oder kissektorförmigen Fläche. Bei diesen Anlagen fährt die Katze auf einer aus einem oder mehreren

Tragseilen gebildeten Fahrbahn. Ein Katzfahrseil (Zugseil) ermöglicht die Katzfahrt, ein Hubseil die Vertikalbewegung der Last. Sind Hub- und Katzfahrseil kombiniert, so spricht man von einem Seilkran. Es können zusätzliche Seile für Hilfszwecke vorgesehen werden.

**Anmerkung:** der Begriff Kabelkran umfasst im folgenden Kapitel auch Seilkrane oder Kranpendelbahnen.

**2.2.1.2** Folgende Kabelkrantypen werden unterschieden:

- feststehende Kabelkrane, Seilkrane, Kranpendelbahnen,
- schwenkbare Kabelkrane,
- radial-fahrbare Kabelkrane,
- parallel-fahrbare Kabelkrane.

**2.2.1.3** Die Achse der Anlage und die zum Einsatz kommende Kabelkranausführung sind bei dem Bau von Brücken und Viadukten vorbestimmt (in der Regel feststehende Kabelkrane und Kabelkrane mit schwenkbaren Masten); dies ist auch der Fall, wenn der Kabelkran auf einem Lagerplatz errichtet wird (in der Regel parallel-fahrbare Kabelkrane oder Kabelkrane mit schwenkbaren Masten).

**2.2.1.4** Beim Bau eines Staudammes ist das Kabelkransystem in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten zu bestimmen, die hauptsächlich durch die Abmessungen des Staudammes, der Topologie auf der Baustelle, der Position der Betonmischanlage, der Stromzuführung und den Verkehrswegen gekennzeichnet sind. Aus diesem Grund ist das Kabelkransystem bereits in der Projektphase des Staudammes zu berücksichtigen.

Das Kabelkransystem ist gekennzeichnet durch die Anzahl der Kabelkrane, deren Position im Gelände und den technischen Daten.

Der Kabelkranhersteller muss die Tragseilposition so bestimmen, dass der Betonkübel in beladenem Zustand mit ausreichender Sicherheit über den Arbeitsbereich und in der Endbauphase über die Mauerkrone gefahren werden kann.

## **2.2.2. Sicherheitsgrad**

**2.2.2.1** Jeder Teil der Anlage muss entsprechend dem Stand der Technik entworfen und hergestellt werden. Dies gilt sowohl für die Ausführung der einzelnen Bauteile als auch für die Qualität der verwendeten Werkstoffe.

**2.2.2.2** Der Hersteller muss die allgemeinen Normen für Berechnungen und die bei den Baumaterialien zur Anwendung kommenden Normen berücksichtigen (Normen für das Land des Herstellers oder für das Land, in dem der Kabelkran errichtet wird).

**2.2.2.3** Der Sicherheitsgrad von mechanischen Bauteilen ist bezüglich der Streckgrenze der Materialien zu berechnen: Der Mindestsicherheitsgrad beträgt 1,7 für Bauwerksteile und 2,5 für bewegliche mechanische Bauteile, die

dem direkten Seilzug ausgesetzt sind (z.B. Laufwerk, Seilscheiben). Der Sicherheitsgrad bei Dauerbelastung beträgt mindestens 1,8.

#### **2.2.2.4** Windgeschwindigkeit:

Für die Berechnung sind folgende Staudrücke zu berücksichtigen:

1. außer Betrieb mit Katze in Parkposition (entspricht in der Regel dem Ladepunkt des Betonkübels): Staudruck  $1.200 \text{ N/m}^2$
2. im Betrieb: Staudruck  $250 \text{ N/m}^2$

Für windexponierte Gebiete sind entsprechend höhere Werte anzunehmen.

### **2.2.3 Arbeitsbereich und Abstände**

**2.2.3.1** Der Arbeitsbereich eines Kabelkranes befindet sich zwischen dem Gelände und dem Tragseil. Der Arbeitsbereich wird bestimmt vom maximalen Tragseildurchhang bei voller Last und vom kleinsten erforderlichen Mindestabstand des untersten Teiles des Lastbehälters (in der höchsten Arbeitsposition) zum Staudamm, zum Gelände und zu anderen Punkten der Baustelle.

**2.2.3.2** In der letzten Bauphase ist zur Reduzierung der Stützhöhe die Verminderung der zu transportierenden Last und damit des Durchhangs des Tragseiles zulässig.

**2.2.3.3** Das Tragseil kann darüber hinaus so nachgespannt werden, dass unter Berücksichtigung der verminderten Last die maximal zulässige Tragseilkraft nicht überschritten wird und unter der Bedingung, dass die maximale Last auf den verminderten Wert reduziert wird.

### **2.2.4 Führerkabine und Maschinenraum**

**2.2.4.1** Betretbare Räume müssen mindestens 2,5 m hoch ausgeführt werden.

**2.2.4.2** Bedienungsstände, Maschinen-, Spannvorrichtungs- und elektrische Betriebsräume sind gegen unbefugtes Betreten zu sichern.

**2.2.4.3** Sämtliche Räume müssen eine ausreichende Beleuchtung aufweisen.

**2.2.4.4** In Räumen, in denen ein Wassereintritt möglich ist, sind Abflusseinrichtungen vorzusehen.

**2.2.4.5** Für den Brand- und Blitzschutz sind geeignete Maßnahmen zu treffen. Gegebenenfalls sind hierbei örtliche Vorschriften zu beachten.

**2.2.4.6** Um dem Kranführer die bestmögliche Sicht auf den Arbeitsbereich des Kabelkranes zu gewährleisten, sollte die Führerkabine vorzugsweise in der

Nähe der Beladestation des Kabelkranes angeordnet werden. Wenn möglich sollte die Führerkabine so angeordnet werden, dass der Blick des Kranführers nicht gegen die Sonne gerichtet ist. Außerdem der Blickwinkel zwischen Beladestation und Entladebereich möglichst klein sein.

**2.2.4.7** Sämtliche Antriebe werden üblicherweise von der Führerkabine des Kabelkranes aus bedient. Die Verwendung einer Funkfernsteuerung ist zulässig.

**2.2.4.8** Für Instandsetzungs- und Wartungsarbeiten ist es sinnvoll, in der Nähe der Hubwinde, der Katzfahwinde, der Fahrwerke, der fahrbaren Wagen, Türme oder schwenkbaren Maste jeweils auch örtliche Steuerstände vorzusehen. Die verschiedenen Steuerungseinrichtungen des Kabelkranes müssen gegenseitig elektrisch verriegelt sein.

## **2.2.5 Seile**

### **2.2.5.1 Tragseile**

**2.2.5.1.1** Vorzugsweise sind voll verschlossene Seile zu verwenden; werden andere Seile verwendet, müssen diese eine Stahlseele haben.

**2.2.5.1.2** Die Verwendung von Tragseilkupplungen im Arbeitsbereich der Katze ist in der Regel nicht erlaubt. Sollten Kupplungen, z.B. aus Transport- oder Montagegründen, notwendig werden, dürfen sie nur mit reduzierter Last und verminderter Geschwindigkeit überfahren werden.

**2.2.5.1.3** Das Tragseil darf an beiden Enden fest verankert werden. Es wird jedoch empfohlen, für ein Tragseilende eine Nachspannvorrichtung vorzusehen. Damit können Toleranzen beim E-Modul, der Schnittlänge des Tragseiles sowie der bleibenden Dehnung ausgeglichen werden.

**2.2.5.1.4** Bei der Berechnung der Tragseilsicherheit und dem Durchhang darf angenommen werden, dass die Hub- und Fahrseile, die Wanderlast mittragen.

**2.2.5.1.5** Wenn ein Seilschuh in der Nähe der Verankerung angebracht ist, muss die Seilauflegekraft so groß sein, dass eine ständige Berührung zwischen Seil und Sattel auch unter den ungünstigsten Bedingungen gewährleistet ist.

**2.2.5.1.6** Die rechnerische Bruchlast des Tragseiles muss mindestens **2,7** mal so groß sein wie die maximale bei normalem Betrieb auftretende Tragseilkraft.

Bei Spannweiten unter 1.000 m muss der Sicherheitsfaktor größer sein und zwar:

$$\nu = 3,2 - 0,0005 \times l,$$

wobei  $l$  die Spannweite des Tragseiles in m anzugeben ist.

Falls das Tragseil nicht an beiden Enden gelenkig gelagert wird, ist der Mindestsicherheitsgrad entsprechend zu erhöhen, um der zusätzlichen Biegung Rechnung zu tragen.

**2.2.5.1.7** Bei der Festlegung der maximalen Kraft des Tragseiles sind zu berücksichtigen:

- Die nominale maximale Traglast in der Mitte der Spannweite,
- der maximale Abstand der Tragseilanlenkpunkte falls diese sich ändert, z. B. bei radial-fahrbaren Kabelkranen mit einziger Fahrbahn und Kabelkranen mit schwenkbaren Masten,
- die maximale Hubhöhe (Hubseilgewicht),
- die kleinste Umgebungstemperatur

Vernachlässigt werden können:

- Dynamische Kräfte aus Beschleunigungen der Antriebe und daraus resultierende Seilschwingungen,
- Abweichungen des tatsächlich gemessenen Durchhanges vom nominalen berechneten Durchhang von bis zu 4 %.

**2.2.5.1.8** Für die maximale Biegung des Tragseiles unter den Laufrädern des Katzfahrwerkes ist das Verhältnis zwischen minimaler Tragseilkraft bei gleichzeitiger maximaler Radlast maßgebend.

Das Verhältnis soll grundsätzlich größer als 50 sein. Die Anzahl der Räder muss entsprechend gewählt werden.

Ein kleineres Verhältnis bis zu einem Minimum von 30 kann für Arbeitspositionen der Laufkatze zugelassen werden unter der Bedingung, dass für diesen Fall eine begrenzte Anzahl von Arbeitszyklen erreicht wird. Das Verhältnis zwischen Tragseilkraft und Radlast kann auch kleiner als 50 sein, wenn eine Verminderung der Lebensdauer des Tragseiles in Kauf genommen wird.

**2.2.5.1.9** Für die minimale Kraft des Tragseiles sind zu berücksichtigen:

- Die nominale maximale Traglast im kleinsten Anfahrmaß des Arbeitsbereiches zum Tragseilanlenkpunkt.
- der minimale Abstand der Tragseilanlenkpunkte, falls dieser sich ändert, z.B. bei radial-fahrbaren Kabelkranen mit einziger Fahrbahn und Kabelkranen mit schwenkbaren Masten,
- die maximal mögliche Hubhöhe im kleinsten Anfahrmaß entsprechend dem Gelände, siehe Punkt a (Gewicht des Hubseiles),
- die größte Umgebungstemperatur.

Vernachlässigt werden können:

- Dynamische Kräfte aus Beschleunigungen der Antriebe und daraus resultierende Seilschwingungen.
- Abweichungen des tatsächlich gemessenen Durchhanges vom nominal berechneten Durchhang von bis zu 4 %.

**2.2.5.1.10** Das Verhältnis zwischen der Spannweite des Tragseiles und dem größten Durchhang sollte zwischen 17 und 22 liegen.

**2.2.5.1.11** Zur Schonung des Tragseiles wird empfohlen, die Katze nicht immer an derselben Stelle zu beladen. Dies wird z. B. durch eine entsprechende Anordnung der Beladestation erreicht.

**2.2.5.1.12** Die Tragseilverankerung und die Hub- und Fahrseilführungen bei radial fahrbaren und schwenkbaren Kabelkränen müssen sich veränderten Seilrichtungen anpassen können. Übermäßige Seilbiegungen sind zu verhindern.

## **2.2.5.2     Katzfahrseile (Zugseile)**

**2.2.5.2.1** Für Katzfahrseile sind Gleichschlaglitzenseile zu verwenden.

**2.2.5.2.2** Falls das Seil nicht durch ein Spanngewicht gespannt wird, ist eine Nachspannvorrichtung vorzusehen, um die Haftung an der Treibscheibe und die Einhaltung des Sicherheitsgrades zu gewährleisten.

**2.2.5.2.3** Die rechnerische Bruchlast des Fahrseiles muss mindestens **4** mal (bei Treibscheibenantrieb) bzw. **4,5** mal (bei Windenantrieb) so groß sein wie die maximale bei Betrieb auftretende Fahrseilkraft. Dabei sind die bei normalem Betrieb auftretenden Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte zu beachten. Ein Pendeln der Last und die Seilkräfte bei Not-Aus brauchen nicht berücksichtigt zu werden.

**2.2.5.2.4** Der Durchmesser der Fahrseilscheiben, bezogen auf die Seilachse, muss mindestens 40 mal dem Fahrseildurchmesser entsprechen. Für eine angemessene Seillebensdauer sind größere Seilscheibendurchmesser anzustreben.

## **2.2.5.3     Hubseile**

**2.2.5.3.1** Als Hubseile sind vorzugsweise Kreuzschlaglitzenseile oder zumindest drallarme Seile zu verwenden.

**2.2.5.3.2** Die Hubseilenden werden an der Hubseiltrommel und an der gegenüberliegenden Tragseilverankerung befestigt.

**2.2.5.3.3** Die rechnerische Bruchlast des Hubseiles muss mindestens **5** mal so groß sein wie die maximale, bei Betrieb auftretende Hubseilkraft. Dabei müssen die bei normalem Betrieb auftretenden Beschleunigungs- und Verzögerungskräfte berücksichtigt werden. Ersatzweise kann dafür die Gesamtlast mit rechnerisch 15 % beaufschlagt werden. Zusätzlich ist die Hubseilkraft aus dem Eigengewicht des Seiles bei voller Hublänge zu berücksichtigen.

**2.2.5.3.4** Der Durchmesser der Hubseilscheiben und Winden muss mindestens 40 mal dem Hubseildurchmesser, bezogen auf die Seilachse, entsprechen.

Für eine angemessene Seillebensdauer sind größere Seilscheibendurchmesser anzustreben.

#### **2.2.5.4 Schwenkseile und Halteseile für Masten**

**2.2.5.4.1** Die rechnerische Bruchlast des Schwenkseiles muss mindestens **5** mal so groß sein wie die bei normalem Betrieb auftretende Schwenkseilkraft unter Berücksichtigung des Windes während des Betriebes.

Bei Wind außer Betrieb wird der Mast senkrecht stehend angenommen, damit die Sicherheitsgrade eingehalten werden (eine entsprechende Regelung ist in die Betriebsanweisung aufzunehmen). Das Schwenksystem muss bei Wind außer Betrieb auch in ausgeschwenktem Zustand sicher sein. Die Schwenkseilsicherheit darf in diesem Fall den Faktor **3,5** nicht unterschreiten.

**2.2.5.4.2** Der Durchmesser der Schwenkseilscheiben, bezogen auf die Seilachse, muss mindestens 20 mal dem Schwenkseildurchmesser entsprechen. Die seitliche Seilablenkung darf  $3^\circ$  nicht überschreiten.

**2.2.5.4.3** Der Pollerdurchmesser für die Schwenkseilverankerung soll mindestens 30 mal dem Schwenkseildurchmesser entsprechen.

#### **2.2.5.5 Halteseile und Abspannseile**

**2.2.5.5.1** Seitliche und hintere Halteseile werden zum Abspannen von Masten benutzt, an welchen das Tragseil befestigt ist.

**2.2.5.5.2** Die Verankerung der Halteseile und Abspannseile muss größere Seilbiegungen und dadurch hervorgerufene Drahtbrüche vermeiden.

**2.2.5.5.3** Der Sicherheitsgrad des Halteseiles und Abspannseiles muss mindestens **1,2 mal jene des Tragseiles** aufweisen, wobei sämtliche statischen Kräfte, sowie die Windlast, die verschiedenen Positionen der Stützen, die Neigung des Seiles und sämtliche weiteren Faktoren, die zur Bestimmung der maximalen Seilspannung beitragen, zu berücksichtigen sind.

**2.2.5.5.4** Die Abspannseile müssen derart an den Stützen befestigt werden, dass ein Verdrehen der Stützen vermieden wird.

**2.2.5.5.5** Abspannseile können am Boden an holzgefütterten, armierten Betonpollern verankert werden. Es sind mindestens drei volle Windungen vorzusehen. Die freien Enden müssen mittels Klemmplatten gesichert sein, die insgesamt gegen Rutschen eine 3-fache Sicherheit aufweisen. Außerdem ist eine Klemme zur visuellen Kontrolle für ein eventuelles Gleiten vorzusehen.

**2.2.5.5.6** Unter ungünstigsten Lastverhältnissen soll die Konstruktion einen Sicherheitsbeiwert von mindestens 1,5 gegen Gleiten, Kippen und Abheben aufweisen, wobei der seitliche passive Erddruck vernachlässigt wird. Felsankerungen sind zugelassen.



**2.2.5.5.7** Der Trommeldurchmesser, bezogen auf die Seilachse, muss bei Litzen-seil 30 mal, bei offenem Spiralseil 40 mal und bei voll verschlossenem Spiralseil 50 mal dem Seildurchmesser entsprechen.

**2.2.5.5.8** Die Abspannseile können auch mit vergossener Seilmuffe gelenkig verankert sein.

## **2.2.6 Stützen oder Maste**

**2.2.6.1** Bei der Berechnung der Stützen müssen ihr Eigengewicht, die durch die Seile und die Windkräfte übertragenen Belastungen und eventuelle seismische Belastungen berücksichtigt werden.

**2.2.6.2** Bei Kabelkranstützen sind Einrichtungen zur Durchführung von Montage- und Wartungsarbeiten vorzusehen. Die Stützen und ihre Ausrüstung müssen für das Personal leicht und sicher zugänglich sein.

### **2.2.6.3 Bewegliche Stützen oder Maste**

**2.2.6.3.1** Die Gegengewichte müssen so ausgeführt und angebracht sein, dass sie unter allen Umständen ihre Aufgabe erfüllen können.

**2.2.6.3.2** Unter ungünstigsten Lastverhältnissen (maximale statische Nennlast und Windstaudruck im Betrieb) müssen die fahrbaren oder feststehenden Stützen ohne Halteseil einen Sicherheitsbeiwert von 1,5 gegen Kippen aufweisen.

**2.2.6.3.3** Bei der Bestimmung der Zahl der Laufräder und Führungsräder, die in Wippen zur gleichmäßigen Verteilung der Lasten auf die Schienen angeordnet sind, und der Anordnung dieser Wippen muss den auf die verschiedenen Punkte der Konstruktion wirkenden Kräfte bei den verschiedenen Positionen des Kabelkranes Rechnung getragen werden. Die Laufräder können auch angetrieben sein.

**2.2.6.3.4** Die Stützen müssen mit 1,2-facher Sicherheit gegen Abtreiben (seitliches Verschieben) durch Wind gesichert sein. Bei Wind im Betrieb sind normalerweise die Bremsen der Antriebe der fahrbaren Wagen ausreichend. Bei Wind außer Betrieb können zusätzlich selbständig wirkende oder handbetriebene Schienenzangen oder Verriegelungen eingelegt werden. Sicherheitseinrichtungen müssen verhindern, dass bei eingelegter Schienenzange oder Verriegelung die Fahrtriebe betätigt werden.

**2.2.6.3.5** Durch Endschalter muss verhindert werden, dass die Stützen gegen die Fahrbahndbegrenzung fahren können.

**2.2.6.3.6** Es sind Puffer am Fahrbahnde und an den Stützen gegen Kollision anzubringen, um den Stoß zu reduzieren, falls die Endschalter versagen.

**2.2.6.3.7** Die Geschwindigkeit der beweglichen Stützen beträgt normalerweise

9 - 18 m/min.

**2.2.6.3.8** Es müssen alle notwendigen Maßnahmen getroffen werden, um einen Gleichlauf der Stützen (bei parallel fahrbaren Kabelkränen und mit schwenkbaren Masten) zu gewährleisten.

#### **2.2.6.4 Feststehende Stützen oder Maste**

**2.2.6.4.1** Unter ungünstigsten Lastverhältnissen soll die Konstruktion einen Sicherheitsbeiwert von mindestens 1,5 gegen Gleiten, Kippen und Abheben aufweisen, wobei der seitliche passive Erddruck vernachlässigt wird. Felsankerungen sind zugelassen.

**2.2.6.4.2** Feststehende Stützen sind normalerweise gelenkig gelagert( Kugelgelenk), um die Stützen hauptsächlich auf Druck zu belasten. Bei anderen Lösungen sind alle weiteren Belastungen, insbesondere die Biegung, zu berücksichtigen.

#### **2.2.7 Antriebe (Katzfahrwinde, Hubwinde, Schwenkwinde)**

**2.2.7.1** Die maximale Katzfahrgeschwindigkeit ist so zu wählen, dass eine einwandfreie und ordnungsgemäße Funktion der Seilreiter gewährleistet ist. Geschwindigkeit und Beschleunigung müssen stufenlos regelbar sein. Ein gleichzeitiges Katzfahren und Heben oder Senken der Last ist erlaubt.

**2.2.7.2** Ein elektrisches Steuersystem, das ein stufenloses Anfahren und Anhalten ohne große Schwingungen der Last, sowie kleine Fahrgeschwindigkeiten für Seilkontrollfahrten ermöglicht, wird bei Kabelkränen empfohlen.

**2.2.7.3** Ein Betrieb der Antriebe muss auch unter den ungünstigsten Bedingungen gewährleistet sein. Der Motor selbst muss eine ausreichende Verzögerung gewährleisten.

**2.2.7.4** Die Bremskraft ist durch Gewichte oder Druckfedern aufzubringen. Bremsen, die mittels Druckluft- oder Druckflüssigkeit offen gehalten werden, müssen bei Druckabfall einfallen.

#### **2.2.7.5 Katzfahrantrieb**

**2.2.7.5.1** Der Katzfahrantrieb sollte eine gerillte Treibscheibe haben. Das Material der Fütterung ist so zu wählen, dass bei allen Betriebsbedingungen, auch unter Berücksichtigung der normalen Beschleunigung und Verzögerung, ein Durchrutschen des Seiles auf der Treibscheibe verhindert wird. Es wird empfohlen, die Rillen der Treibscheibe mit einem elastischen Material zu füttern, welches einen Reibungsbeiwert von mindestens 0,20 aufweist.

**2.2.7.5.2** Der Katzfahrantrieb ist mit einer Betriebsbremse zu versehen, die automatisch bei Netzausfall und bei Erreichen der Fahrwegenden einfällt.

Weist die Strecke große Steigungen auf, muss die Winde zusätzlich mit einer Sicherheitsbremse ausgestattet werden, die direkt auf die Antriebs-scheibe wirkt und die beim Versagen der Betriebsbremse automatisch einfällt. Das Einfallen jeder Bremse muss automatisch zur Unterbrechung der Stromzufuhr des Antriebes führen. Beide Bremsen müssen auch von Hand geöffnet werden können.

**2.2.7.5.3** In speziellen Fällen muss der Kranführer die Möglichkeit haben, die Katze über den Arbeitsbereich hinausfahren zu lassen.

### **2.2.7.6 Antrieb für Hubwinde**

**2.2.7.6.1** Die Hubwinde muss mit einer Trommel ausgerüstet sein, auf der das Hubseilende befestigt wird. Um die Lebensdauer des Hubseils zu verlängern, wird empfohlen, eine gerillte Trommel zu verwenden.

**2.2.7.6.2** Die Hubwinde ist mit einer Betriebsbremse auszustatten, die automatisch bei Netzausfall oder bei Erreichen der Hubwegenden einfällt. Außerdem ist die Hubwinde mit einer an der Seiltrommel wirkenden Sicherheitsbremse auszustatten, die beim Versagen der Betriebsbremse automatisch einfällt. Das Einfallen jeder Bremse muss automatisch zur Unterbrechung der Stromzufuhr des Antriebes führen. Im Falle eines Betontransportes wird empfohlen, dass beide Bremsen auch von Hand geöffnet werden können.

**2.2.7.6.3** Hubwinden mit langen Trommeln müssen mit Seilwickelführungen versehen sein, falls die Seilablenkung 2,5 Grad übersteigt.

**2.2.7.6.4** Der Antrieb für die Hubwinde ist mit einer mechanischen oder einer redundanten elektrischen Vorrichtung auszustatten, die direkt mit der Seiltrommel verbunden ist und bei Erreichen der Übergeschwindigkeit von 20% über der Nenngeschwindigkeit direkt die Sicherheitsbremse auslöst.

### **2.2.7.7 Antriebe für bewegliche und schwenkbare Stützen**

Die Fahrwerke der beweglichen und schwenkbaren Stützen müssen mit Bremsen versehen sein, die bei Stromausfall einfallen.

### **2.2.8 Seilreiter**

**2.2.8.1** In der Regel müssen Fahr- und Hubseil durch Seilreiter, die in regelmäßigen Abständen angeordnet sind, gestützt werden. Diese verhindern im Fall von ungünstigen Betriebsbedingungen extreme Seildurchhänge, Seilüberschläge und starke Änderungen der Geschwindigkeit.

**2.2.8.2** Am Tragseil festgeklemmte oder fahrbare Seilreiter können zum Einsatz kommen. Die Seilreiter sind so zu konstruieren, dass ein sicherer Betrieb gewährleistet wird.

**2.2.8.3** Die Seilreiter müssen die korrekte Auflage in den Rollen und der Führung des Hub- und Katzfahrseiles in jeder Betriebsbedingung gewährleisten. Außerdem muss die Möglichkeit ein Anschlagen zwischen Katze und Seilreiter vermieden werden.

## **2.2.9 Fahrbahn**

**2.2.9.1** Die Radialfahrbahn muss so beschaffen sein, dass sich der Abstand zwischen den beiden Trageseilanlenkpunkten (Trageseilsehne) möglichst wenig verändert.

Bei horizontaler Fahrbahn beschreibt die Fahrbahn einen Kreisbogen. Bei geneigter Fahrbahn liegt die Fahrbahn auf einer Kugeloberfläche, wobei der feste Trageseilanlenkpunkt in der Mitte der Kugel liegt.

Fahren mehrere Krane auf einer gemeinsamen Radialfahrbahn, so verändert sich zwangsläufig der räumliche Abstand der beiden Trageseilanlenkpunkte, da dieselben nicht mit dem Zentrum der Kugel bzw. des Kreises zusammenfallen. Die Seil- und Verankerungskräfte müssen für jeden einzelnen Kran und jede maßgebende Fahrbahnsituation ermittelt werden.

Auch unterschiedliches Schwenken der Masten von schwenkbaren Kabelkränen verursacht eine Veränderung der Trageseilsehnen, was ebenfalls zu berücksichtigen ist.

**2.2.9.2** Beim Erstellen der Trasse und dem Verlegen der Schienen ist mit großer Sorgfalt vorzugehen. Fahr- und Stützschiene müssen genau positioniert werden, um ein seitliches Gleiten der Laufrollen zu verhindern.

**2.2.9.3** Der von den Schienen auf die Fundamente erzeugte Druck, der durch das Einlegen von Stahlblechen besser verteilt werden kann, muss im richtigen Verhältnis zu der Druckfestigkeit des verwendeten Betons stehen. Der maximale Druck des Betons ist normgerecht zu dimensionieren.

**2.2.9.4** Der Raddruck auf die Schienen muss den physikalischen Eigenschaften des für Rad und Schiene verwendeten Stahles und auch der Intensität des Kranbetriebes entsprechen. Der Einsatz von Schienen, deren Härte kleiner ist als die der Räder, ist zu empfehlen.

Der zulässige Druck, der Sicherheitsgrad sowie das Verhältnis des spezifischen Drucks der Kontaktstellen Schiene-Rad sind normgerecht zu dimensionieren.

## **2.2.10 Katzen (Laufwerk)**

**2.2.10.1** Die Anzahl und der Durchmesser der Laufrollen sowie die Härte des Rollenfutters sollen reichlich bemessen werden, um sowohl das Trageseil als auch die Rollen zu schonen, wobei auch die Betriebsdauer der Anlage zu berücksichtigen ist.

**2.2.10.2** Die Katzfahrwerke müssen mit einem Entgleisungsschutz versehen werden.

- 2.2.10.3** Alle Laufrollen müssen mit Gummi oder elastischem Material gefüttert sein und in einer für eine gleichmäßige Verteilung der Rollendrucke sorgenden Wippe gelagert sein.
- 2.2.10.4** Auch die Umlenkscheiben des Hubseiles sowie sämtliche Rollen müssen mit elastischem Material gefüttert sein.
- 2.2.10.5** Das Katzfahrseil ist am Laufwerk entweder mit einem Vergusskopf, mit Seilschlössern oder an Trommeln zu befestigen.
- 2.2.10.6** Die Katze muss mit Laufstegen zur Ausführung von Inspektions- und Wartungsarbeiten ausgerüstet sein.

## **2.2.11 Sicherheitseinrichtungen**

- 2.2.11.1** Für die Anlage sind ein abschließbarer Hauptschalter und ein Fehlerstromschutzschalter vorzusehen, die die gesamte Stromzufuhr unterbrechen.
- 2.2.11.2** Elektro-, Hydraulik- oder Pneumatikschaltpläne sind für Wartungstechniker zugänglich in der Antriebsstation zu verwahren. Auf den Plänen sind die genauen Kenndaten der Bauteile anzugeben. An den Bauteilen selbst ist die Zuordnung zu den Plänen sichtbar anzubringen.
- 2.2.11.3** Es ist ein Not-Aus-Kreis vorzusehen, der von allen kritischen Stellen der Anlage mit Nothalttastern unterbrochen werden kann. Er muss die Anlage in einer zulässigen, kürzest möglichen Zeit (Weg) stillsetzen und ein Wiederanlaufen erst nach manuellem Eingriff des Maschinisten ermöglichen. Das Anhalten der Anlage muss auch bei Netzausfall automatisch erfolgen.
- 2.2.11.4** Alle Sicherheitskreise (auch der Not-Aus-Kreis) sind als Ruhestromkreise auszuführen. Außerhalb der Antriebsstation ist Niederspannung zu verwenden. Die Schalteinrichtungen müssen ein sicheres Abschalten gewährleisten, z.B. durch zwangsläufig getätigte Schalter mit zwangsöffnenden Kontakten, oder speziellen schaltungstechnischen Maßnahmen, wie Verdoppelung mit Funktionskontrolle. Die Not-Aus-Taster müssen selbstverriegelnd sein.

**Anmerkung:** Ruhestromkreis ist ein Stromkreis, der normalerweise dauernd von Strom durchflossen ist. Das Auslösen der gewünschten Funktion wird durch Unterbrechen des Stromflusses bewirkt.

- 2.2.11.5** Die Ursachen für das Abschalten sind bis zur Störquittierung einzeln anzuzeigen.
- 2.2.11.6** Eine Blitzschutz- sowie Erdungsanlage für metallische Anlagenteile (Antriebsstation, Trageil, Stützen, Umlenkstation usw.) ist vorzusehen. Alle metallischen Anlagenteile sind mit genügendem Querschnitt galvanisch (elektrisch leitend) miteinander zu verbinden. Alle elektrischen Leitungen,

die in die Antriebsstation führen, sind mit einem Überspannungsschutz auszustatten.

- 2.2.11.7** Die Anlage ist mit den erforderlichen Anzeigegeräten auszustatten, z.B. für Stromaufnahme, Geschwindigkeit, Hydraulikdruck, Betriebsstundenzähler, Fahrtenzähler.
- 2.2.11.8** Für die Steuerung der Anlage sollte vorzugsweise eine programmierbare fehlersichere Steuerung verwendet werden, welche alle auftretenden Ereignisse und Fehler überwacht und dokumentiert. Eine Fernabfrage ist wünschenswert.
- 2.2.11.9** Personen dürfen durch das Ingangsetzen der Anlage nicht gefährdet werden.
- 2.2.11.10** Es ist eine Geschwindigkeitsüberwachung vorzusehen. Diese muss beim Überschreiten der zulässigen Geschwindigkeit die Sicherheitsbremse des Antriebes auslösen und den Not-Aus-Kreis unterbrechen.
- 2.2.11.11** Bei Überlast ist eine Einrichtung zum Abschalten des Antriebes vorzusehen.
- 2.2.11.12** Die verschiedenen Bremssysteme müssen auch bei Not-Aus und Netzausfall eine übermäßige Verzögerung der Anlage verhindern.
- 2.2.11.13** Zwischen Kranführerkabine, Be- und Entladebereich und Maschinenhaus sind Verständigungseinrichtungen vorzusehen.
- 2.2.11.14** In der Kranführerkabine sind Anzeigen für den Katzfahrweg und den Hubweg vorzusehen.
- 2.2.11.15** Bei Pendelbetrieb ist bei Einfahrt der Fahrzeuge in die Stationen eine Einfahrtsüberwachung vorzusehen, die bei Überschreitung der vorgegebenen Geschwindigkeit sicher abschaltet, andernfalls sind ausreichend dimensionierte Puffer vorzusehen.
- 2.2.11.16** Bei Pendelbetrieb ist am Streckenende ein automatischer Betriebshalt vorzusehen. Zusätzlich muss ein Nothaltsystem vorhanden sein, das bei Ausfall des Betriebshalts wirksam wird und direkt auf die Notbremse wirkt.
- 2.2.12 Mitfahren von Personen** (gemäß Abschnitt 1.3.1.8 b)
  - 2.2.12.1** Wenn auf Grund der Gegebenheiten ein Mitfahren von Personen erforderlich ist, sind Maßnahmen zu treffen, um ein sicheres Mitfahren zu gewährleisten (siehe Abschnitt 12 Anhang C).
  - 2.2.12.2** Das Fahrzeug muss für das Mitfahren von Personen geeignet sein.

- 2.2.12.3** Beim Fahrzeug ist ein Hinweis auf die zulässige Personenzahl und Nutzlast sowie auf ein Verbot des gleichzeitigen Transportes von Ladegütern und der Beförderung von Personen anzubringen.

## **2.3 MATERIALSTANDSEILBAHNEN**

### **2.3.1 Allgemeines**

Materialstandseilbahnen sind seilgezogene Transportanlagen, bei denen die Fahrzeuge auf Stahlrollen oder gummigefütterten Rollen auf einer Schienen- oder Betonfahrbahn verkehren.

Materialstandseilbahnen können sowohl aus einem einzigem Fahrzeug bestehen, das durch eine Seilwinde oder Treibscheibe angetriebenen Zugseil gezogen wird oder aus zwei Fahrzeugen, die auf zwei Fahrbahnen oder einer Fahrbahn mit Weiche im Mittelabschnitt im Pendelbetrieb verkehren.

Materialstandseilbahnen werden in der Regel von einem einzigen Zugseil angetrieben.

Außer den vom Stand der Technik und den Baunormen vorgegebenen Einschränkungen gibt es keine zusätzliche Beschränkung für die maximale Traglast.

### **2.3.2 Sicherheitsgrad**

- 2.3.2.1** Jeder Teil der Anlage muss entsprechend dem Stand der Technik entworfen und hergestellt werden. Dies gilt sowohl für die Ausführung der einzelnen Bauteile als auch für die Qualität der verwendeten Werkstoffe.

- 2.3.2.2** Der Hersteller muss die allgemeinen Normen für Berechnungen und die bei den Baumaterialien zur Anwendung kommenden Normen berücksichtigen (gültige Normen für das Land des Herstellers oder für das Land, in dem die Anlage installiert wird).

- 2.3.2.3** Der Sicherheitsgrad von mechanischen Bauteilen ist bezüglich Streckgrenze der Materialien zu berechnen: Der Mindestsicherheitsgrad beträgt 1,7 für die Bauwerksteile und 2,5 für die beweglichen mechanischen Bauteile, die dem direkten Seilzug ausgesetzt sind (z.B. Laufwerk, Seilscheiben). Der Sicherheitsgrad bei Dauerbelastung beträgt mindestens 1,8.

- 2.3.2.4** Windgeschwindigkeit:  
Für die Berechnung folgender Staudrücke sind zu berücksichtigen:

1. außer Betrieb: Staudruck  $1.200 \text{ N/m}^2$
2. im Betrieb: Staudruck  $250 \text{ N/m}^2$

Für windexponierte Gebiete sind entsprechend höhere Werte anzunehmen.

### **2.3.3 Sicherheitsabstände und Überquerungen**

Kleinere Abstände sowie niveaugleiche Kreuzungen können zugelassen werden, wenn gleichwertige Sicherheitseinrichtungen vorgesehen sind.

### **2.3.4 Strecke**

**2.3.4.1** Das Streckenprofil soll eine konstante Steigung aufweisen. Streckenführungen mit Kurven in der vertikalen und horizontalen Ebene sind zulässig.

**2.3.4.2** Starke Neigungsänderungen sind zu vermeiden und durch Erdbehebungen oder Brücken zu entschärfen; sollte das nicht möglich sein, ist das Seil auf Seilrollen zu führen.

**2.3.4.3** Ein übermäßiges Abheben der Seile auf der Strecke ist durch eine geeignete Anordnung von Rollen zu verhindern.

**2.3.4.4** Es sind Hinweisschilder anzubringen, die ein Betreten der Strecke durch Unbefugte verbieten.

**2.3.4.5** Es sind geeignete vorbeugende Maßnahmen zu treffen, um Gefährdungen der Strecke durch fallende Bäume oder andere Gegenstände zu vermeiden.

### **2.3.5 Stationen**

**2.3.5.1** Beim Entwurf der Stationen ist vor allem die Abwicklung des Be- und Entladens des Ladegutes zu berücksichtigen. Neben der Optimierung dieser Funktion müssen die Stationen so gestaltet sein, dass der Betrieb und die Wartung sicher durchgeführt werden können.

**2.3.5.2** Betretbare Räume müssen mindestens 2,5 m hoch ausgeführt werden.

**2.3.5.3** Bedienungsstände, Maschinen-, eventuelle Spanngewichts- und elektrische Betriebsräume sind gegen unbefugtes Betreten zu sichern.

**2.3.5.4** Sämtliche Räume müssen eine ausreichende Beleuchtung aufweisen.

**2.3.5.5** Für die Konstruktion und Berechnung der Stationen gelten dieselben Normen wie für Industriebauten.

**2.3.5.6** Die Maschinen- und elektrotechnischen Einrichtungen der Stationen sind entweder wetterbeständig auszuführen oder vor Witterungseinflüssen geschützt unterzubringen. Diese Einrichtungen müssen für Wartungszwecke zugänglich sein.



**2.3.5.7** Wenn erforderlich, sollte in der Station eine Wartungsgrube, Abstellgleise für die Fahrzeuge, Lagerräume für Ersatzteile, Montagewerkzeuge, Schmierstoffe sowie eine Werkstatt vorgesehen werden.

**2.3.5.8** In den Stationen sind Verankerungspunkte für Wartungs- und Seilarbeiten vorzusehen.

**2.3.5.9** In Räumen, in denen Wassereintritt möglich ist, sind Abflusseinrichtungen vorzusehen.

**2.3.5.10** Für den Brand- und Blitzschutz sind geeignete Maßnahmen zu treffen. Gegebenenfalls sind hierbei örtliche Vorschriften zu beachten.

## **2.3.6 Seile**

**2.3.6.1** Seile müssen in einer für ihren Einsatz geeigneten Machart ausgeführt sein. Empfohlen werden Gleichschlag-Litzenseile. Die Verwendung von verzinkten Seilen wird empfohlen.

**2.3.6.2** Die Zugsicherheit der Seile wird durch das Verhältnis zwischen rechnerischer Bruchlast und der größten Seilspannkraft bestimmt. Der Sicherheitsfaktor darf die nachstehenden Werte nicht unterschreiten:

- |                               |     |
|-------------------------------|-----|
| - Zugseil und unteres Zugseil | 4,0 |
| - Zugseil für Windenantrieb   | 5,0 |
| - Spannseil                   | 4,0 |

**2.3.6.3** Bei der Berechnung des Sicherheitsgrades der Seile sind zu beachten:

**2.3.6.3.1** Zugseil und Zugseil für Windenantrieb

- a) Grundspannung des Spannsystems, falls vorhanden,
- b) Gewichtskomponente des Fahrzeuges in der ungünstigsten Stellung,
- c) Seilgewichtskomponente einschließlich des eventuell vorhandenen unteren Zugseils,
- d) Reibung der Fahrzeuge einschließlich der zusätzlichen Reibung in den Kurven,
- e) Reibung der Trag- und Führungsrollen sowie der Umlenkscheiben,
- f) Trägheitskräfte beim Anfahren und Bremsen unter normalen Betriebsbedingungen (mittlerer Beschleunigungs- oder Verzögerungswert).

Für die derart ermittelte Maximalspannung werden keine zusätzlichen dynamischen Beanspruchungen berücksichtigt.

**2.3.6.3.2** Unteres Zugseil

- a) Grundspannung des Spannsystems,
- b) Widerstand des Spannsystems,
- c) maximale Gewichtskomponente des Seiles,
- d) Widerstand der Rollen auf der Strecke,
- e) Trägheitskräfte berechnet wie für das Zugseil.

Für die derart ermittelte Maximalspannung werden keine zusätzlichen dynamischen Beanspruchungen berücksichtigt.

#### **2.3.6.3.3** Spannseile

- a) Grundspannkraft,
- b) Reibung in der Seilspannvorrichtung.

### **2.3.7 Gleise und Strecken**

**2.3.7.1** Die Gleise sowie deren Verankerung am Boden müssen so gebaut sein, dass deren Stabilität bei allen betrieblich zu erwartenden Belastungen gewährleistet wird.

**2.3.7.2** Die maximale Ablenkung darf für die Tragrolle  $5,7^\circ$  nicht überschreiten.

**2.3.7.3** Der Rollendurchmesser „D“ [cm] auf der Strecke soll in Abhängigkeit des Ablenkwinkels „ $\varphi$ “, des Seildurchmessers „d“ [cm] und der Seilspannung „S“ [N] gewählt werden, in dem folgende Gliederung eingehalten wird:

$$\frac{S \cdot \tan \varphi}{d \cdot D} \approx 50 \text{ bis } 80 \text{ N/cm}^2$$

Andere Werte sind zulässig, wenn nachgewiesen wird, dass das verwendete Material höhere Lasten aufnehmen kann.

Der Rollendurchmesser „D“ darf nicht kleiner als  $8 d$  sein.

### **2.3.8 Antriebe**

**2.3.8.1** Antriebe sollen so bemessen und ausgeführt werden, dass auch unter ungünstigsten Verhältnissen ein ruhiges Anfahren möglich ist. Die ungünstigste Bedingung hängt von der Streckenführung ab.

**2.3.8.2** Beim gegenwärtigen Stand der Technik können folgende Geschwindigkeiten vorgesehen werden.

- Materialstandseilbahnen mit Treibscheibenantrieb: 14 m/s
- Materialstandseilbahnen mit Windenantrieb: 8 m/s

Die Anlage muss mit einer Revisionsgeschwindigkeit von 0,3 bis 0,5 m/s betrieben werden können.

**2.3.8.3** Der Umschlingungswinkel an der Antriebsscheibe muss so groß sein, dass die größte auftretende Umfangskraft mit Sicherheit aufgenommen wird. Bei der Berechnung müssen das ungünstigste Verhältnis der Seilzugkräfte in den beiden Seilsträngen sowie die Trägheitskräfte beim Anfahren und Bremsen in Betracht gezogen werden.

Für den Nachweis des Reibungsschlusses können folgende Reibwerte angenommen werden:

- Ungefütterte Stahlrille: 0,10
- mit Gummi gefütterte Rille: 0,20 - 0,25
- für andere Materialien, ist der gewählte Reibwert nachzuweisen.

- 2.3.8.4** Der Durchmesser der Antriebs- und Umlenkscheiben muss mindestens 60 mal den Seildurchmesser, der Durchmesser der Windentrommel mindestens 40 mal den Seildurchmesser betragen.
- 2.3.8.5** Jeder Antrieb muss mindestens zwei voneinander unabhängige Bremsen besitzen, wovon eine unmittelbar auf die Antriebsscheibe oder Trommel wirken muss. Die Bremskraft ist durch Gewichte oder Druckfedern aufzubringen. Falls erforderlich ist eine von Hand regelbare Bremse vorzusehen.
- 2.3.8.6** Jedes Bremssystem muss unter ungünstigsten Bedingungen bei talwärts fahrender Last eine mittlere Verzögerung zwischen 0,2 und 2m/s<sup>2</sup> gewährleisten. Die Verzögerung ist das Verhältnis zwischen dem Quadrat der Geschwindigkeit und dem doppeltem Bremsweg. Bei der Bestimmung der Verzögerungswerte sind die Ergebnisse der Risikoanalyse zu berücksichtigen.

### **2.3.9 Spanneinrichtungen**

- 2.3.9.1** Falls ein Gegenseil vorhanden ist, ist dieses mit Gewichten oder anderen geeigneten Einrichtungen unter Spannung zu halten.
- 2.3.9.2** Hängende Spanngewichte müssen geführt sein, um Drehbewegungen zu vermeiden.
- 2.3.9.3** Die Bewegungen der Spanngewichte und Spannwagen sind in den Endlagen durch Anschläge zu begrenzen.
- 2.3.9.4** Das freie Spiel der Spanngewichte muss stets gewährleistet und die Lage der Spanngewichte an einer Messskala ablesbar sein. Die zulässigen Endstellungen sind anzugeben, wobei die Bodenfreiheit nicht kleiner als 0,20 m betragen soll.
- 2.3.9.5** Der Durchmesser der Spannscheiben muss mindestens 40 mal den Seildurchmesser betragen.

### **2.3.10 Fahrzeuge**

- 2.3.10.1** Die Fahrzeuge sind so auszuführen, dass ein sicherer Transport des Ladegutes gewährleistet wird. Die kippbaren Lastenbehälter sind mit einer Sicherheitsverriegelung auszustatten, um ein unbeabsichtigtes Kippen zu verhindern.
- 2.3.10.2** Es ist nachzuweisen, dass durch Beschleunigung, Seitenwind und durch Befahren von Kurven mit 1,5-facher Nenngeschwindigkeit ein Abheben der Laufrollen sicher ausgeschlossen ist. Erforderlichenfalls sind am Laufwerk Einrichtungen anzubringen, die einem Abheben und Entgleisen verhindern.

- 2.3.10.3** Die Laufrollen sind als Spurkranzrollen aus Stahl oder als Walzen aus Stahl, Gummi, Vulkolan oder einem anderen gleichwertigen Werkstoff auszubilden.
- 2.3.10.4** Die Befestigung des Zugseiles am Fahrzeug erfolgt durch Flachklemmen, Keilklemmen, Seilpoller oder durch einen Vergusskopf. Andere Verbindungselemente sind zulässig, wenn durch eine Sicherheitsanalyse eine gleichwertige Sicherheit nachgewiesen wird.
- 2.3.10.5** Beim Mitfahren von Personen gemäss 1.3.1.8 b) ist eine maximale Fahrgeschwindigkeit von 50% der Nennfahrgeschwindigkeit, jedoch höchstens 2,0 m/s zulässig. Dabei sind Personen gegen Hinausfallen aus dem Fahrzeug zu sichern. Sie müssen jederzeit eine eventuell vorhandene Fangbremse auslösen. Während der Revisionsfahrten ist eine Sprechverbindung (Telefon- oder Funkverbindung) mit dem Maschinisten erforderlich.
- 2.3.10.6** Schienenbremse (Schienenzangenbremse), falls auf Grund der Risikoanalyse erforderlich.
- 2.3.10.6.1** Die Schienenbremse muss bei Zugseilriss oder Riss des unteren Zugseiles sicher ausgelöst werden. Sie ist so auszubilden, dass bei Wirksamwerden dieser Einrichtung keine Gefahr der Entgleisung entsteht oder ein Abheben der Laufrollen möglich ist.
- 2.3.10.6.2** Die Schienenbremse kann auf die Fahrbahnschienen, auf eine eigene Bremsschiene oder auf ein Bremsseil wirken. Falls durch die Bremswirkung eine einseitige Kraft auf das Fahrzeug wirken kann, ist die erforderliche Sicherheit nachzuweisen.
- 2.3.10.6.3** Die Schienenbremse muss bei Seilriss das Fahrzeug mit einer Mindestverzögerung von  $0,5 \text{ m/s}^2$  an der steilsten Stelle anhalten können. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass die Schienen möglicherweise verschmutzt und die Bremsbacken abgenützt sind.
- 2.3.10.6.4** Bei Einfallen der Schienenbremse muss der Antrieb sofort automatisch stillgesetzt werden. (Schlaffseilschalter)
- 2.3.10.6.5** Bei (unbeabsichtigtem) Einfallen der Fangvorrichtung, insbesondere in Bergfahrtrichtung darf kein gefährlicher Zustand entstehen, z.B. Seilriss, Entgleisung, Ladungsverlust. Erforderlichenfalls ist für die Bergfahrtrichtung eine geringere Bremskraft oder eine Einfallverzögerung vorzusehen.
- 2.3.10.6.6** Das Fahrzeug muss sicher bestiegen werden können, z.B. durch Revisionssteg, Revisionsfahrzeug, Leiter.

## **2.3.11 Sicherheitseinrichtungen**

- 2.3.11.1** Für die Anlage sind ein abschließbarer Hauptschalter und ein Fehlerstromschutzschalter vorzusehen, welche die gesamte Stromzufuhr unterbrechen.
- 2.3.11.2** Elektro-, Hydraulik- und Pneumatikschaltpläne sind für Wartungstechniker zugänglich in der Antriebsstation zu verwahren. Auf den Plänen sind die genauen Kenndaten der Bauteile anzugeben. An den Bauteilen selbst ist die Zuordnung zu den Plänen sichtbar anzubringen.
- 2.3.11.3** Es ist ein Not-Aus-Kreis vorzusehen, der von allen kritischen Stellen der Anlage mit Nothalftastern unterbrochen werden kann. Er muss die Anlage in einer zulässigen, kürzest möglichen Zeit (Weg) stillsetzen und ein Wiederanlaufen erst nach manuellem Eingriff des Maschinisten ermöglichen. Das Anhalten der Anlage muss auch bei Netzausfall automatisch erfolgen.
- 2.3.11.4** Alle Sicherheitskreise (auch der Not-Aus-Kreis) sind als Ruhestromkreise auszuführen. Außerhalb der Antriebsstation ist Niederspannung zu verwenden. Die Schalteinrichtungen müssen ein sicheres Abschalten gewährleisten, z.B. durch zwangsläufig getätigte Schalter mit zwangsöffnenden Kontakten, oder speziellen schaltungstechnischen Maßnahmen, wie Verdoppelung mit Funktionskontrolle. Die Not-Aus-Taster müssen selbstverriegelnd sein.
- Anmerkung:** Ruhestromkreis ist ein Stromkreis, der normalerweise dauernd von Strom durchflossen ist. Das Auslösen der gewünschten Funktion wird durch Unterbrechen des Stromflusses bewirkt.
- 2.3.11.5** Die Ursachen für das Abschalten sind bis zur Störquittierung einzeln anzuzeigen.
- 2.3.11.6** Eine Blitzschutz- sowie Erdungsanlage für metallische Anlagenteile (Antriebsstation, Tragseil, Stützen, Umlenkstation usw.) ist vorzusehen. Alle metallischen Anlagenteile sind mit genügendem Querschnitt galvanisch (elektrisch leitend) miteinander zu verbinden. Alle elektrischen Leitungen, die in die Antriebsstation führen, sind mit einem Überspannungsschutz auszustatten.
- 2.3.11.7** Die Anlage ist mit den erforderlichen Anzeigegeräten auszustatten, z.B. für Stromaufnahme, Geschwindigkeit, Hydraulikdruck, Betriebsstundenzähler, Fahrtenzähler.
- 2.3.11.8** Für die Steuerung der Anlage sollte vorzugsweise eine programmierbare fehlersichere Steuerung verwendet werden, welche alle auftretenden Ereignisse und Fehler überwacht und dokumentiert. Eine Fernabfrage ist wünschenswert.
- 2.3.11.9** Personen dürfen durch das Ingangsetzen der Anlage nicht gefährdet werden.

- 2.3.11.10** Es ist eine Geschwindigkeitsüberwachung vorzusehen. Diese muss beim Überschreiten der zulässigen Geschwindigkeit die Sicherheitsbremse des Antriebes auslösen und den Not-Aus-Kreis unterbrechen.
- 2.3.11.11** Bei Überlast ist eine Einrichtung zum Abschalten des Antriebes vorzusehen.
- 2.3.11.12** Die verschiedenen Bremssysteme müssen auch bei Not-Aus und Netzausfall eine übermäßige Verzögerung der Anlage verhindern.
- 2.3.11.13** Zwischen den Stationen ist eine Verständigungseinrichtung vorzusehen.
- 2.3.11.14** Bei Pendelbetrieb ist bei Einfahrt der Fahrzeuge in die Stationen eine Einfahrtsüberwachung vorzusehen, die bei Überschreitung der vorgegebenen Geschwindigkeit sicher abschaltet, andernfalls sind ausreichend dimensionierte Puffer vorzusehen.
- 2.3.11.15** Bei Pendelbetrieb ist am Streckenende ein automatischer Betriebshalt vorzusehen. Zusätzlich muss ein Nothaltsystem vorhanden sein, das bei Ausfall des Betriebshalts wirksam wird und direkt auf die Notbremse wirkt.
  
- 2.3.12** **Mitfahren von Personen** (gemäß Abschnitt 1.3.1.8 b)
- 2.3.12.1** Wenn auf Grund der Gegebenheiten ein Mitfahren von Personen erforderlich ist, sind Maßnahmen zu treffen, um ein sicheres Mitfahren zu gewährleisten (siehe Abschnitt 12 Anhang C).
- 2.3.12.2** Das Fahrzeug muss für das Mitfahren von Personen geeignet sein.
- 2.3.12.3** Beim Fahrzeug ist ein Hinweis auf die zulässige Personenzahl und Nutzlast sowie auf ein Verbot des gleichzeitigen Transportes von Ladegütern und der Beförderung von Personen anzubringen.

# KAPITEL III

## ORTSVERÄNDERLICHE MATERIALSEILBAHNEN

### 3.1 Begriffsbestimmung und Allgemeines

Ortsveränderliche Materialseilbahnen: Kabelkran, Seilkran, Kranpendelbahn, die in der Regel höchstens **24 Monate** für denselben Einsatzort und für höchstens **16.000 Lastspiele** bestimmt ist.

Grundsätzlich kann jede Art von Materialseilbahn als ortsveränderliche Anlage eingesetzt werden. Die Anforderungen an solche Anlagen entsprechen nur teilweise denen der ortsfesten Materialseilbahnen, insbesondere wenn diese ausschließlich dem Materialtransport dienen. In diesem Kapitel werden deshalb die wichtigsten unterschiedlichen Anforderungen im Vergleich zu den in Kapitel 2 behandelten ortsfesten Materialseilbahnen behandelt.

**Anmerkung:**

- Materialstandseilbahnen werden in diesem Kapitel nicht behandelt.
- Jede Art von Materialförderanlage kann als ortsveränderliche Anlage eingesetzt werden. Eingriffe in das Gelände sowie der Montage- und Demontageaufwand sollen so gering als möglich sein.
- Es werden weitgehend Standardbauteile verwendet, die dem jeweiligen Einsatzort erforderlichenfalls angepasst werden. Die Bauteile, wie Antrieb, Laufwerk, Hubwerk, Seilrollen, Seilscheiben, Stützenbauwerke und sonstiger Zubehör bestehen weitgehend aus universell einsetzbaren und wieder verwendbaren Standardkomponenten. Bei Anlageteilen, welche speziell für einen Einsatzort angefertigt werden müssen, wird in ihrer Auslegung und Dimensionierung auch der kurzen Einsatzzeit Rechnung getragen.

### 3.2 Strecke mit Kurven

Bei nicht geradliniger Streckenführung ist die einwandfreie Funktion nachzuweisen. Für Kurven im Streckenverlauf sind keine Winkelstationen nötig. Es werden einfache, seitlich verankerte Seilsattel mit entsprechenden Radien und Einbettungen zur sicheren Führung des Trageiles verwendet. Deren Überfahrt muss jedoch mit besonderer Aufmerksamkeit und Kontrolle vorgenommen werden.

### 3.3 Stationen

Ortsveränderliche Anlagen verfügen in der Regel über keine Stationen. Erforderlichenfalls wird für den Antrieb und den Maschinisten ein Wetterschutz vorgesehen. Die Be- und Entladung erfolgt auf entsprechend gestalteten Streckenabschnitten. Für Prüfungen und Wartungsarbeiten sollen leicht zugängliche, sichere Stellen geschaffen werden.

### 3.4 Seile

Als Tragseil werden oft gebrauchte Seile eingesetzt. Wenn keine Dokumente über die Seileigenschaften vorhanden sind, ist die Bruchlast durch Versuche zu ermitteln. Eine visuelle Seilprüfung ist vor Inbetriebnahme der Anlage und während des Betriebes in regelmäßigen Abständen vorzunehmen. Eine magnetinduktive Seilprüfung wird empfohlen.

**Anmerkung:** Zugseile haben oft eine relativ kurze Lebenserwartung.

### 3.5 Stützen

Stützen aus Stahl oder Holz sind in ausreichender Festigkeit vorzusehen. Diese sollen am Boden gelenkig gelagert und mit Seilen abgespannt werden. Für die Aufnahme der Abspannkräfte sind berechenbare Verankerungsmöglichkeiten zu verwenden, z.B. Betonfundamente, Totmannverankerung, Baum, Erdnagel, Felsankerung. Zur Durchführung von Prüfungen und Wartungsarbeiten sind sichere Anschlagpunkte für persönliche Schutzausrüstungen gegen Absturz vorzusehen.

**Anmerkung:** Totmannverankerungen sind eingegrabene Querriegel, bei denen die vorgelagerte Erdmasse stabilisierend wirkt.

### 3.6 Antriebe und Sicherheitseinrichtungen

Alle Bauteile müssen den einschlägigen Sicherheitsvorrichtungen entsprechen.

Antriebe von ortsveränderlichen Materialseilbahnen sind meist kompakte vielfältig einsetzbare Einheiten.

Da diese Antriebe in der Regel vor Ort von einem Maschinisten oder mittels Funkfernsteuerung im sichtbaren Lastbereich ähnlich wie Baukräne betrieben werden, kann auf einige automatische Abschalteneinrichtungen, z.B. für Übergeschwindigkeit, Notendschalter an beiden Streckenenden, verzichtet werden.

Abweichend zu den ortsfesten Anlagen können Antriebe für die Hubwinde mit nur einer automatisch wirkenden Betriebsbremse ausgestattet sein. Anzeigergeräte für den Maschinisten, z.B. Positionsanzeiger, Geschwindigkeitsanzeige, Stromaufnahme, sind wünschenswert.



### **3.7 Mitfahren von Personen** (gemäß Abschnitt 1.3.1.8 b)

- 3.7.1** Das Mitfahren von Personen darf nur ein untergeordneter Zweck der Anlage sein. Als Richtlinie gilt, wenn die Anzahl der Personenfahrten kleiner als 10% der Gesamtfahrten ist.
- 3.7.2** Das Mitfahren von Personen ist unter Berücksichtigung der erforderliche Maßnahmen möglich (siehe auch Abschnitt 1.2.5 – obligatorische Sicherheitsanalyse – und Abschnitt 12 Anhang C).
- 3.7.3** Beim Mitfahren von Personen darf nicht gleichzeitig Ladegut transportiert werden. Erforderliche Werkzeuge und Ersatzmaterial dürfen mitgeführt werden; sie müssen gegen Verlagern gesichert werden.
- 3.7.4** Die Nutzmasse beim Mitfahren von Personen (80 kg/Person) darf maximal 30% der Nutzmasse beim Transport von Ladegut betragen.
- 3.7.5** Für das Mitfahren von Personen sind geschlossene Fahrzeuge vorzusehen.
- 3.7.6** Wenn die Anlage nicht vom Führerstand aus über ihre gesamte Länge übersehen werden kann, müssen die mitfahrenden Personen eine sichere Sprechverbindung zum Maschinisten haben. Vor der Abfahrt ist eine Sprechprobe durchzuführen. Das Überfahren von Stützen und das Erreichen der Ein- bzw. Aussteigestelle ist dem Maschinisten rechtzeitig mitzuteilen.
- 3.7.7** Das Fahrzeug ist am Lasthaken gegen unbeabsichtigtes Lösen zu sichern.
- 3.7.8** Beim Fahrzeug ist ein Hinweis auf die zulässige Personenzahl und Nutzlast sowie auf ein Verbot des gleichzeitigen Transportes von Ladegütern und der Beförderung von Personen anzubringen.
- 3.7.9** Am Führerstand muss eine gut einsehbare Geschwindigkeits- und Fahrzeugstandsanzeige vorhanden sein.
- 3.7.10** Die zulässige Fahrstrecke ist zu begrenzen. Bei den Endpositionen muss ein entsprechender Auslaufweg zwischen Abschaltpunkt und Puffer vorhanden sein. Falls keine Einfahrtsüberwachung vorhanden ist, muss der Puffer die kinetische Energie gedämpft aufnehmen können. Bei der Einfahrt in die Endposition muss das Lichtraumprofil für die Auspendelung vorhanden sein. Dabei muss die sichere Seilführung gewährleistet sein, das Fahrzeug darf nicht entgleisen.

### 3.8 Bemessungsgrundlagen und Sicherheitsgrade

Aufgrund der verkürzten Einsatzdauer und des speziellen Einsatzes der ortsveränderlichen Anlagen können die Bemessungsgrößen und Sicherheitsgrade der in den Tabellen aufgeführten Bauteile gegenüber der ortsfesten Anlagen vermindert werden.

Die Verminderungen und die zur Folge erforderlichen verminderten Kriterien für den Entwurf sind in Abhängigkeit von sicherheitsrelevanten Einflüssen zu berechnen.

Der Bemessungswert W1 entspricht den Bemessungswerten für ortsfeste Anlagen und ist in der Berechnung für die Verminderung der ortsveränderlichen Anlagen als Basiswert einzusetzen.

Der in der Tabelle eingetragene Wert W2 darf nicht unterschritten werden, auch wenn die Berechnung einen niedrigeren Wert ergibt.

#### 3.8.1 Tabelle Bemessungsgrößen

		Bemessungsgröße																			
		kleinste Zugseilsicherheit in endloser Schlaufe		kleinste Zugseilsicherheit im Windenbetrieb		kleinste Förderseilsicherheit	kleinste Hubseilsicherheit		kleinste Schwenkseilsicherheit	kleinstes Verhältnis Rollen-Ø/ Zug- oder Hubseil-Ø		kl. Verhältnis Seilscheiben-Ø/ Hub- oder Zugseil-Ø		kleinste Tragseilsicherheit		kleinstes Verhältnis Tragschuh-R / Trageil-Ø	kl. Verhältnis min. Förderseilspannkraft/ max. Wandermasse	kl. Verhältnis min. Tragseilspannkraft / max. Laufwerkrollenauftriebskraft			
		Sich. Zse		Sich. ZSw		Sich. FS	Sich. HS		Sich. SS	Fak. R/S		Fak. S/Z		Sich. TS		Fak. TR/TS	Fak. TS/Q	Fak. TS/LR			
		MSB	KK	MSB	KK	MSB	MSB	KK	KK	MSB	KK	MSB	KK	MSB	KK	MSB	MSB	MSB	KK		
<b>Maximalwert = ortsfeste Anlagen als Basis</b>		4.0	4.0	5.0	4.5	4.5	5.0	5.0	5.0	8.0	8.0	60	40	2.7 - 3.2	2.7 - 3.2	150	10	50	50		
<b>Mindestwert für kurzzeitigen Einsatz</b>		3.0	3.0	3.5	3.5	3.0	3.5	3.5	3.5	5.0	5.0	15	15	2.7 - 3.2	2.7 - 3.2	50	7	15	15		
Einflussfaktoren	Anzahl Lastspiel	ΣLS								ΣLS	ΣLS	keine Abminderung									
	Lastkollektive	LK		LK	LK	LK	LK	LK	LK	LK	LK										
	Machart Tragseil	MT																			
	Machart Seile	MA		MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA										
	Betriebszeit	Σt		Σt	Σt	Σt	Σt	Σt	Σt												
	kleinster Rollen-Ø	SRD		SRD	SRD	SRD	SRD	SRD	SRD												
	einsträngiger Hub	ES					ES														
<b>Anzahl Einflussfaktoren</b>		4		4	4	4	5	4	3	3	0								3	3	3

#### Legende:

Sich = Sicherheitsgrad

Fak = Faktor

MSB = Materialseilbahnen im Umlauf- oder Pendelbetrieb

KK = Kabelkrane, einschließlich Seilkrane und Kranpendelbahnen

### 3.8.2 Tabelle Einflussfaktoren

Tabellen Einflussfaktoren	<b>1</b>	<b>Anzahl Lastspiele</b>	2000	4000	8000	16000	=>16000
		$\Sigma LS$	0.85	0.9	0.94	0.975	1
	<b>2</b>	<b>Lastkollektiv</b>	leicht	mittel		schwer	
			geringe Häufigkeit der größten Lasten	etwa gleiche Häufigkeit von kleinen, mittleren und größten Lasten		nahezu ständig größte Lasten	
		<b>LK</b>	0.85	0.925		1	
	<b>3</b>	<b>Machart Tragseil</b>	vollverschlossen	Litzenspiralseil		Litzenseil	
		<b>MT</b>	1	0.95		0.85	
	<b>4</b>	<b>Machart Zug-, Hub-, Schwenk- und Förderseil</b>					
			Drahtfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	1570	1770	1960	2160
		<b>MA</b>	0.85	0.925	0.975	1	
	<b>5</b>	<b>Betriebszeit in Stunden</b>	500	1000	2000	4000	=>8000
		$\Sigma t$	0.85	0.905	0.945	0.975	1
	<b>6</b>	<b>kleinster Seilumlenscheiben-<math>\emptyset</math> / Seil-<math>\emptyset</math></b>					
		<b>Verhältnis</b>	60	50	40	=>30	
		<b>SRD</b>	0.8	0.9	0.95	1	
	<b>7</b>	<b>Hubseilführung</b>	Direktzug (1 Seil)		mehrsträngig		
		<b>ES</b>	1.5		1		

**Legende:**

- $\Sigma LS$  = Anzahl Lastspiele (maximal 24 Monate für denselben Einsatzort und für maximal 16.000 Lastspiele )
- LK** = Lastkollektiv (Art der Beanspruchung)
- MT** = Machart Tragseil (Berücksichtigung der Eigenschaften der Tragseil- Konstruktion in Bezug auf Verschleißverhalten)
- $\Sigma t$  = Betriebszeit (Dauer der Beanspruchung)
- SRD** = Verhältnis Seilumlenscheibendurchmesser zu Seildurchmesser (Biegebeanspruchung der bewegten Seile)
- ES** = Hubseilführung (Berücksichtigung der Drehfreiheit der Hubseile)

### 3.8.3 Tabelle Berechnungsformeln $W_2$

			Mindestwert	
Bemessungsgröße	kleinste Zugseilsicherheit in endloser Schlaufe	MSB	Sich. $= 4.0 \times LK^2 \times MA \times \Sigma t$ Zse $\frac{\quad}{\times SRD^2}$	min. = 3.0
		KK	Sich. $= 4.0 \times LK \times MA \times \Sigma t$ Zse $\frac{\quad}{\times SRD}$	min. = 3.0
	kleinste Zugseilsicherheit im Windenbetrieb	MSB	Sich. $= 5.0 \times LK^2 \times MA \times \Sigma t \times SRD$ ZSw	min. = 3.5
		KK	Sich. $= 4.5 \times LK^2 \times MA \times \Sigma t$ ZSw $\frac{\quad}{\times SRD}$	min. = 3.5
	kleinste Förderseilsicherheit	MSB	Sich. $= 4.5 \times LK^2 \times MA \times \Sigma t$ FS $\frac{\quad}{\times SRD^2}$	min. = 3.0
	kleinste Hubseilsicherheit	MSB	Sich. $= 5.0 \times LK^2 \times MA \times \Sigma t$ HS $\frac{\quad}{\times SRD^2 \times ES}$	min. = 3.5
		KK	Sich. $= 5.0 \times LK^2 \times MA \times \Sigma t$ HS $\frac{\quad}{\times SRD^2 \times ES}$	min. = 3.5
	kleinste Schwenkseilsicherheit	KK	Sich. SS $= 5.0 \times LK^2 \times MA \times \Sigma t$ $\frac{\quad}{\times SRD}$	min. = 3.5
	kleinstes Verhältnis Rollen-Ø/ Zug- oder Hubseil-Ø	MSB	Fak. $= 8.0 \times \Sigma LS^2 \times LK^2 \times MA$ R/S	min. = 5.0
	kl. Verhältnis Seilscheiben-Ø/ Hub- oder Zugseil-Ø	MSB	Fak. $= 60 \times \Sigma LS^4 \times LK^4 \times MA^2$ S/Z	min. = 15
		KK	Fak. $= 40 \times \Sigma LS^2 \times LK^2 \times MA$ S/Z	min. = 15
	kleinste Tragseilsicherheit	MSB	Sich. $= 2.7 - 3.2$	keine Abminderung
		KK	Sich. $= 2.7 - 3.2$	keine Abminderung
	kleinstes Verhältnis Tragschuh-R / Tragseil-Ø	MSB	Fak. $= 150 \times \Sigma LS^2 \times LK^2 \times MT^2$ TR/TS	min. = 50
	kl. Verhältnis min. Förderseil- spannkraft/ max. Wandermasse	MSB	Fak. $= 10 \times \Sigma LS^2 \times LK \times MA$ TS/Q	min. = 7
	kl. Verhältnis min. Tragseil- spannkraft/ max. Laufwerkrolle- nauflegekraft	MSB	Fak. $= 50 \times \Sigma LS^3 \times LK^3 \times MT^3$ TS/LR	min. = 15
KK		Fak. $= 50 \times \Sigma LS^3 \times LK^3 \times MT^3$ TS/LR	min. = 15	

Der Mindestwert darf nicht unterschritten werden, auch dann nicht, wenn die Berechnung mit der Berechnungsformel einen kleineren Wert ergibt.

# ANHANG A

## TERMINOLOGIE UND ZEICHNUNGEN

### **1 Pendelbahn**

- 1.1.1 Einseilpendelbahn mit festen Klemmen
- 1.2.1 Zweiseilpendelbahn

### **2 Kran- Pendelbahn**

- 2.1.1 Einseilpendelbahn mit festen Klemmen, Antrieb über Treibscheibe
- 2.2.1 Zweiseilpendelbahn, Fahrbahn mit einem Tragseil, Antrieb über Treibscheibe
- 2.2.2 Zweiseilpendelbahn, Fahrbahn mit einem Tragseil, Antrieb mit Winde
- 2.2.3 Zweiseilpendelbahn, Fahrbahn mit einem Tragseil, Antrieb mit Winde und Rückholseil

### **3 Umlaufbahn**

- 3.1.1 Einseilumlaufbahn mit festen Klemmen
- 3.1.2 Einseilumlaufbahn mit betrieblich lösbaren Seilklemmen
- 3.2.3 Zweiseilbahn mit betrieblich lösbaren Seilklemmen

### **4 Kabelkran**

- 4.1.1 ortsfeste Fahrbahn, Fahrbahn zwischen zwei festen Verankerungen
- 4.1.2 ortsfeste Fahrbahn, Fahrbahn zwischen festen Stützen und festen Verankerungen
- 4.1.3 ortsfeste Fahrbahn, Fahrbahn zwischen zwei festen seilverspannten Stützen
- 4.2.1 kippbare Stützen, Fahrbahn zwischen zwei schwenkbaren Stützen
- 4.3.1 radial fahrender Wagen
- 4.3.2 radial fahrende Stützen
- 4.4.1 parallel fahrend

### **5 Seilkran**

- 5.1.1 mit kombiniertem Zugseil/Hubseil, schief verlaufende Fahrbahn
- 5.2.1 mit kombiniertem Zugseil/Hubseil, mit Rückholseil, horizontal oder schief verlaufende Fahrbahn

### **6 Standseilbahn**

- 6.1.1 Ein Gleis, ein Fahrzeug, Antrieb mit Winde
- 6.1.2 Ein Gleis, ein Fahrzeug, Umlaufantrieb
- 6.2.1 Zwei Fahrzeuge, mit Ausweiche ohne Gegenzugseil
- 6.2.2 Zwei Fahrzeuge, mit Ausweiche mit Gegenzugseil
- 6.2.3 Zwei Fahrzeuge, paralleles Gleise ohne Gegenzugseil
- 6.2.4 Zwei Fahrzeuge, paralleles Gleise mit Gegenzugseil

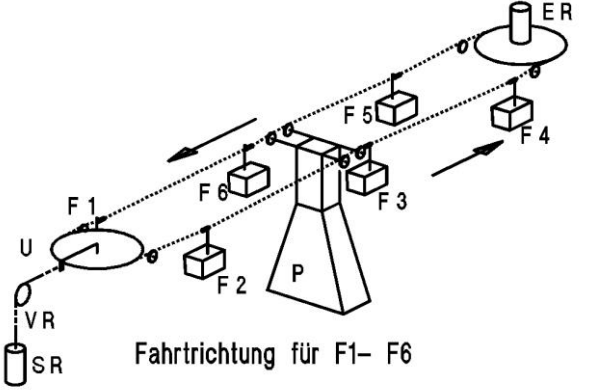
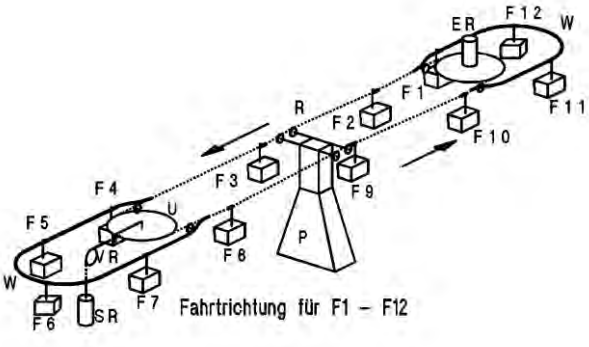
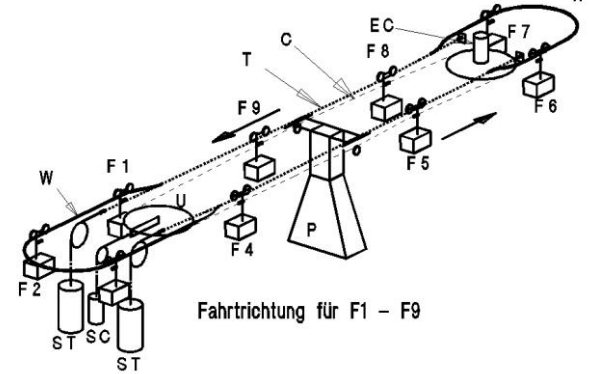
# 1 Pendelbahn

Nr.	Benennung	System	Fahrzeugart oder Fahrbahnart	Erklärung	Bild
1.1.1	Pendelbahn (1)	Eiseilpendelbahn (1.1)	mit betrieblich festen Seilklemmen	<p>A Antriebsscheibe  ER Antrieb für Förderseil  F1 Fahrzeug Nr. 1  F2 Fahrzeug Nr. 2  P Stütze  R Förderseil  SR Spanngewicht für Förderseil  U Umlenkscheibe  VR Spanngewicht für Förderseil</p>	
1.2.1	Pendelbahn (1)	Zweiseilpendelbahn (1.2)	Fahrbahn mit einem Tragseil	<p>A Antriebsscheibe  C Zugseil  T Tragseil  EC Antrieb für Zugseil  F1 Fahrzeug Nr. 1  F2 Fahrzeug Nr. 2  P Stütze  U Umlenkscheibe  VT Spanngewicht für Tragseil  VC Spanngewicht für Zugseil  ST Spanngewicht für Tragseil  SC Spanngewicht für Zugseil</p>	

## 2 Kran – Pendelbahn

Nr.	Benennung	System	Fahrzeugart oder Fahrbahnart	Erklärung	Bild
2.1.1	Kran – Pendelbahn (2)	Einselpendelbahn (2.1)	mit betrieblich festen Seilklemmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>A Antriebsscheibe</li> <li>B Hubseil</li> <li>F Fahrzeug</li> <li>EB Antrieb für Hubseil</li> <li>ER Antrieb für Förderseil</li> <li>P Stütze</li> <li>R Förderseil</li> <li>SR Spannungsgewicht für Förderseil</li> <li>U Umlenkscheibe</li> <li>VR Spannseil für Förderseil</li> </ul>	
2.2.1	Kran – Pendelbahn (2)	Zweiseilpendelbahn (2.2)	Fahrbahn mit einem Tragseil	<ul style="list-style-type: none"> <li>A Antriebsscheibe</li> <li>B Hubseil</li> <li>C Zugseil</li> <li>EC Antrieb für Zugseil</li> <li>EB Antrieb für Hubseil</li> <li>F Fahrzeug</li> <li>T Tragseil</li> <li>P Stütze</li> <li>U Umlenkscheibe</li> </ul>	
2.2.2	Kran – Pendelbahn (2)	Zweiseilpendelbahn (2.2)	Fahrbahn mit einem Tragseil und Antrieb mit Winde	<ul style="list-style-type: none"> <li>AW Antrieb Trommel</li> <li>B Hubseil</li> <li>C Zugseil</li> <li>EB Antrieb für Hubseil</li> <li>F Fahrzeug</li> <li>T Tragseil</li> </ul>	
2.2.3	Kran – Pendelbahn (2)	Zweiseilpendelbahn (2.2)	Fahrbahn mit einem Tragseil und Antrieb mit Winde und Rückholseil	<ul style="list-style-type: none"> <li>AW Antrieb Trommel</li> <li>B Hubseil</li> <li>C Zugseil</li> <li>EB Antrieb für Hubseil</li> <li>F Fahrzeug</li> <li>T Tragseil</li> <li>RC Rückholseil</li> <li>RW Antrieb Trommel (für Rückholseil)</li> </ul>	

### 3 Umlaufbahn

Nr.	Benennung	System Fahrzeugart oder Fahrbahnart	Erklärung	Bild
3.1.1	Umlaufbahn (3)	Einseilumlaufbahn (3.1)  mit festen Seilklemmen	<p>ER Antrieb für Förderseil            F1-6 Fahrzeuge            P Stütze            R Förderseil            U Umlenkscheibe            SR Spanngewicht für Förderseil            VR Spannschlack für Förderseil</p>	 <p>Fahrtrichtung für F1- F6</p>
3.1.2	Umlaufbahn (3)	Einseilumlaufbahn (3.1)  mit betrieblich lösbaren Seilklemmen	<p>ER Antrieb für Förderseil            F1-12 Fahrzeuge            P Stütze            R Förderseil            SR Spanngewicht für Förderseil            U Umlenkscheibe            W Stationsschienen            VR Spannschlack für Förderseil</p>	 <p>Fahrtrichtung für F1 - F12</p>
3.2.1	Umlaufbahn (3)	Zweiseilumlaufbahn (3.2)  mit betrieblich lösbaren Seilklemmen	<p>EC Antrieb für Zugseil            C Zugseil            F1-9 Fahrzeuge            P Stütze            SC Spanngewicht für Zugseil            ST Spanngewicht für Tragseil            T Tragseil            U Umlenkscheibe            W Stationsschiene</p>	 <p>Fahrtrichtung für F1 - F9</p>



#### 4 Kabelkran

Nr.	Benennung System	Fahrzeugart oder Fahrbahnart	Erklärung	Bild
4.1.1	Kabelkran (4) ortsfeste Fahrbahn (4.1)	Tragseil zwischen zwei festen Verankerungen	<p>A4 Maschinenverankerung fest            B Hubseil            C Zugseil oder Katzfahrseil            EC Antrieb für Zugseil oder Katze            EB Antrieb für Hubseil            F Fahrzeug oder Katze            G5 Gegenverankerung fest            T Tragseil</p>	
4.1.2	Kabelkran (4) ortsfeste Fahrbahn (4.1)	Tragseil zwischen festen Stützen	<p>A1 Maschinenstütze            G1 Gegenstütze            B Hubseil            C Zugseil oder Katzfahrseil            EC Antrieb für Zugseil oder Katze            EB Antrieb für Hubseil            F Fahrzeug oder Katze            T Tragseil</p>	
4.1.3	Kabelkran (4) ortsfeste Fahrbahn (4.1)	Tragseil zwischen zwei fest seilverspannten Masten	<p>A2 Maschinenmast            B Hubseil            C Zugseil oder Katzfahrseil            EC Antrieb für Zugseil oder Katze            EB Antrieb für Hubseil            F Fahrzeug oder Katze            G2 Gegenmast            H2 Halteseil hinten            K2 Halteseil seitlich            T Tragseil</p>	
4.2.1	Kabelkran (4) schwenkbare Masten (4.2)	Tragseil zwischen zwei schwenkbaren Masten	<p>A3 Maschinenmast schwenkbar            B Hubseil            C Zugseil oder Katzfahrseil            EC Antrieb für Zugseil oder Katze            EB Antrieb für Hubseil            EL Antrieb für Schwenkseil            F Fahrzeug oder Katze            G3 Gegenmast schwenkbar            L3 Schwenkseil            T Tragseil</p>	

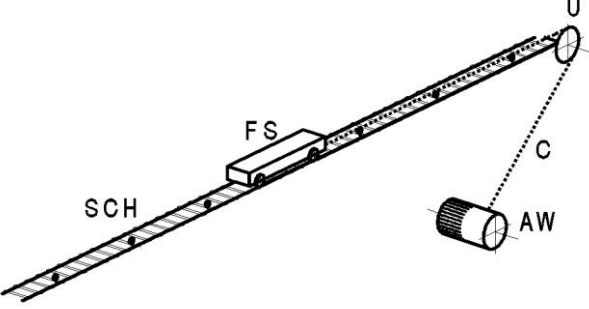
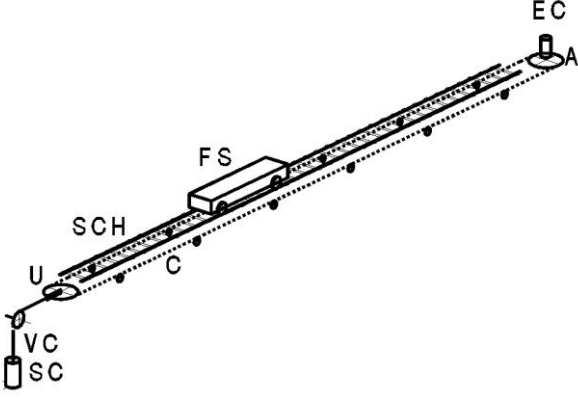
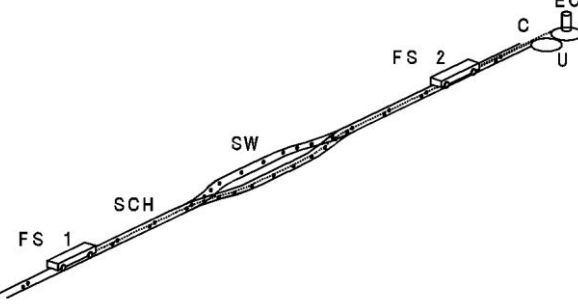
#### 4 Kabelkran

Nr.	Benennung	System	Fahrzeugart oder Fahrbahnart	Erklärung	Bild
4.3.1	Kabelkran (4)	radial fahrender Wagen (4.3)	Tragseil zwischen einer festen und einer fahrbaren Verankerung	<p>A4 Maschinenverankerung fest                      A5 Maschinenwagen                      B Hubseil                      C Zugseil oder Katzfahrseil                      EB Antrieb für Hubseil                      EC Antrieb für Zugseil oder Katze                      F Fahrzeug oder Katze                      G4 Gegenwagen                      G5 Gegenverankerung fest                      M Radialfahrbahn                      T Tragseil</p>	
4.3.2	Kabelkran (4)	radial fahrende Stütze (4.3)	Tragseil zwischen einer festen und einer fahrbaren Verankerung	<p>A4 Maschinenverankerung fest                      A8 Maschinenfahrstütze                      B Hubseil                      C Zugseil oder Katzfahrseil                      EB Antrieb für Hubseil                      EC Antrieb für Zugseil oder Katze                      F Fahrzeug oder Katze                      G7 Gegenfahrstütze                      G5 Gegenverankerung fest                      T Tragseil</p>	
4.4.1	Kabelkran (4)	parallel fahrend (4.4)	Tragseil zwischen zwei fahrbaren Verankerungen	<p>A5 Maschinenwagen                      A8 Maschinenfahrstütze                      B Hubseil                      C Zugseil oder Katzfahrseil                      EB Antrieb für Hubseil                      EC Antrieb für Zugseil oder Katze                      F Fahrzeug oder Katze                      G4 Gegenwagen                      G7 Gegenfahrstütze                      N Fahrbahn parallel                      T Tragseil</p>	

## 5 Seilkran

Nr.	Benennung	System	Fahrzeugart oder Fahrbahnart	Erklärung	Bild
5.1.1	Seilkran (5)	ohne Rückholseil (5.1)	schief verlaufende Fahrbahn mit Tragseil Seilkran mit kombiniertem Zugseil/Hubseil	<p>T Tragseil FSK Seilkranfahrzeug AW Antrieb Trommel C/B Zugseil/Hubseil TK Tragseilklemme LK Lastklinke</p> <p><u>Funktion:</u> Fahren TK offen, FSK kann auf T fahren. Die Last ist in LK festgehalten.</p> <p><u>Funktion:</u> Heben / Senken FSK ist mit TK fest auf T geklemmt. LK ist offen.</p>	
5.2.1	Seilkran (5)	mit Rückholseil (5.2)	horizontal und schief verlaufende Fahrbahn mit kombiniertem Zugseil/Hubseil	<p>T Tragseil FSK Seilkranfahrzeug AW Antrieb Trommel C/B Zugseil/Hubseil TK Tragseilklemme LK Lastklinke RC Rückholseil RW Antrieb Trommel (für Rückholseil)</p>	

## 6 Materialstandseilbahn

Nr.	Benennung	System	Fahrzeugart oder Fahrbahnart	Erklärung	Bild
6.1.1	Standseilbahn (6)	1 Fahrzeug im Pendelbetrieb (6.1)	schief verlaufende Fahrbahn ohne Gegenzugseil	<p>AW Antrieb mit Trommel            C Zugseil            FS Fahrzeuge für Schiene            SCH Gleise            U Umlenkscheibe</p>	
6.1.2	Standseilbahn (6)	1 Fahrzeug im Pendelbetrieb (6.1)	horizontal bis schief verlaufende Fahrbahn mit umlaufenden Zugseil	<p>A Antriebsscheibe            C Zugseil            EC Antrieb für Zugseil            FS Fahrzeuge für Schiene            SCH Gleise            U Umlenkscheibe            SC Spannungsgewicht für Zugseil            VC Spannseil für Zugseil</p>	
6.2.1	Standseilbahn (6)	2 Fahrzeuge im Pendelbetrieb (6.2)	schief verlaufende Fahrbahn mit Ausweiche ohne unteres Zugseil	<p>A Antriebsscheibe            C Zugseil            EC Antrieb für Zugseil            FS1 Fahrzeuge            FS2 Fahrzeuge            SCH Gleise            SW Abt'sche Weiche            U Umlenkscheibe</p>	

## 6 Materialstandseilbahn

Nr.	Benennung	System	Fahrzeugart oder Fahrbahnart	Erklärung	Bild
6.2.2	Standseilbahn (6)	2 Fahrzeuge im Pendelbetrieb (6.2)	horizontal oder schief verlaufende Fahrbahn mit Ausweiche mit unterem Zugseil	<p>A Antriebsscheibe            CO Zugseil oben            CU Zugseil unten            EC Antrieb für Zugseil            FS1 Fahrzeug            FS2 Fahrzeug            SCH Gleise            SW Abt'sche Weiche            U Umlenkscheibe            SC Spanngewicht für Zugseil</p>	
6.2.3	Standseilbahn (6)	2 Fahrzeuge im Pendelbetrieb (6.2)	schief und parallel verlaufende Fahr- bahn ohne Gegenzugseil	<p>A Antriebsscheibe            C Zugseil            EC Antrieb für Zugseil            FS1 Fahrzeug            FS2 Fahrzeug            SCH Gleise</p>	
6.2.4	Standseilbahn (6)	2 Fahrzeuge im Pendelbetrieb (6.2)	horizontal oder schief und parallel ver- laufende Fahrbahnen mit Gegen- zugseil	<p>A Antriebsscheibe            EC Antrieb für Zugseil            FS1 Fahrzeug            FS2 Fahrzeug            SCH Gleise            U Umlenkscheibe            CO Zugseil oben            CU Zugseil unten            SC Spanngewicht für Zugseil            VC Spannseil für Zugseil</p>	

Tabelle		1.1.1	1.2.1	2.1.1	2.2.1	2.2.2	2.2.3	3.1.1	3.1.2	3.2.1	4.1.1	4.1.2	4.1.3	4.2.1	4.3.1	4.3.2	4.4.1	5.1.1	5.2.1	6.1.1	6.1.2	6.2.1	6.2.2	6.2.3	6.2.4	
		Pendelbahn	Pendelbahn	Kran-Pendelbahn	Kran-Pendelbahn	Kran-Pendelbahn	Kran-Pendelbahn	Umlaufbahn	Umlaufbahn	Umlaufbahn	Kabelkran	Kabelkran	Kabelkran	Kabelkran	Kabelkran	Kabelkran	Kabelkran	Seilkran	Seilkran	Materialstand- seile	Materialstand- seile	Materialstand- seile	Materialstand- seile	Materialstand- seile	Materialstand- seile	
	Antriebsscheibe	X	X	X	X			X	X	X											X	X	X	X	X	
A1	Maschinenstütze											X										X	X	X	X	X
A2	Maschinenmast												X													
A3	Maschinenmast schwenkbar													X												
A4	Maschinenverankerung fest										X				X	X										
A5	Maschinenwagen														X	X										
A8	Maschinenfahrstütze														X	X										
AW	Antrieb mit Trommel					X	X											X	X	X						
B	Hubseil			X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X							
C	Zugseil oder Katzfahrseil		X			X	X			X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X			X	
CO	Zugseil oben																							X	X	
CU	Zugseil unten																							X	X	
C/B	Zug-, Hubseil																	X	X							
EB	Antrieb für Hubseil			X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X							
EC	Antrieb für Zugseil oder Katze		X		X					X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X
EL	Antriebschwenkseil													X												
ER	Antrieb für Förderseil	X		X				X	X																	
F	Fahrzeug oder Katze			X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X									
F1-n	Fahrzeug	X	X					X	X	X																
FS	Fahrzeuge für Schiene																			X	X					
FS1-n	Fahrzeuge für Schiene																					X	X	X	X	
FSK	Seilkranfahrzeug																	X	X							
G1	Gegenstütze											X														
G2	Gegenmast												X													
G3	Gegenmast schwenkbar													X												
G4	Gegenwagen														X		X									
G5	Gegenverankerung fest										X				X	X										
G7	Gegenfahrstütze															X	X									
H2	Halteseil hinten												X													
K2	Halteseil seitlich												X													
3	Schwenkseil													X												
LK	Lastklinge																	X	X							
M	Radialfahrbahn														X	X										
N1	Fahrbahn Maschinenseite																X									
N2	Fahrbahn Gegenseite																X									
P	Stütze	X	X	X	X	X	X	X	X	X																
R	Förderseil	X		X				X	X																	
RC	Rückholseil					X													X							
RW	Antrieb Trommel für Rückholseil					X													X							
S	Spanngewicht																									
SC	Spanngewicht für Zugseil		X							X											X	X	X	X	X	X
SCH	Gleise																			X	X	X	X	X	X	X
SR	Spanngewicht für Förderseil	X		X				X	X																	
ST	Spanngewicht für Tragseil		X							X																
SW	Abt'sche Weiche																					X	X			
T	Tragseil		X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X						
TK	Tragseilklemme																	X	X							
U	Umlenkscheibe	X	X	X	X	X	X	X	X	X											X	X	X	X		X
VC	Spannseil für Zugseil		X							X												X	X			X
VR	Spannseil für Förderseil	X		X				X	X																	
VT	Spannseil für Tragseil		X							X																
W	Stationsschienen								X	X																

## Terminologie

Anlage-System		
<b>Seilbahn</b>		(englisch: aerial ropeway; in Amerika: aerial tramway; Schweiz: Luftseilbahn; Deutschland und Österreich: Seilschwebebahn): Anlage mit gespannten Tragseilen ( T ) als Fahrbahn oder Förderseil ( R ) (bei Einseilbahnen)
<b>1</b>	<b>Pendelbahn</b>	Seilbahnen, bei welchen pro Fahrbahn ein Fahrzeug ( F ) oder eine Fahrzeuggruppe ( F1-Fx ) zwischen den zwei Endstationen hin und her gefahren werden.
Einteilung der Pendelbahnen		primär >>> nach dem Seilbahnsystem sekundär >>> Funktion der Seile
1.1	Einseilpendelbahn	Pendelbahnen, bei welchen die Seilbahnfahrzeuge ( F ) mit einem Förderseil ( R ) zwischen den beiden Endstationen hin und her gefahren werden.
1.2	Zweiseilpendelbahn	Pendelbahnen, bei welchen die Fahrbahn mit einem Tragseil ( T ) (Tragfunktion) und einem Zugseil ( C ) (Zugfunktion) gebaut ist.
<b>2</b>	<b>Kran-Pendelbahn</b>	Pendelbahnen, bei welchen die Seilbahnfahrzeuge ( F ) mit einem eigenen Antrieb für das Hubseil ( EB ) ausgestattet ist. Dieser ermöglicht auf der gesamten Fahrstrecke (zwischen beiden Endstationen) das Heben und Senken der Last. Werden Lasten nur in den Endstationen aufgenommen oder abgegeben, so werden diese Anlagen als Pendelbahnen eingestuft. Die Hubeinrichtung wird funkferngesteuert.
2.1	Einseilkranpendelbahn	Kranpendelbahnen, bei welchen die Seilbahnfahrzeuge ( F ) mit einem Förderseil ( R ) gleichzeitig getragen und hin und her gefahren werden.
2.2.1	Zweiseilkranpendelbahn	Kranpendelbahnen, bei welchen die Fahrbahn mit einem Tragseil ( T ) gebaut ist, und das Fahrzeug mittels einem Zugseil ( C ) hin und her gefahren wird.
2.2.2	Zweiseilkranpendelbahn, Windenantrieb	Kranpendelbahnen, bei welchen die Fahrbahn mit einem Tragseil ( T ) gebaut ist und das Fahrzeug mittels einem Zugseil ( C ) hin und her gefahren wird, welches durch eine Trommelwinde (AW) angetrieben wird. Die Talfahrt erfolgt durch Schwerkraft.
2.2.3	Zweiseilkranpendelbahn, Windenantrieb und Rückholseil	Kranpendelbahnen, bei welchen die Fahrbahn mit einem Tragseil ( T ) gebaut ist und das Fahrzeug mittels einem Zugseil ( C ) hin und her gefahren wird, welches durch eine Trommelwinde (AW) angetrieben wird. Die Talfahrt erfolgt durch eine zweite Antriebseinheit (RW), welche im Gleichlauf mit der Zugwinde arbeitet.

<b>3</b>	<b>Umlaufbahn</b>	Seilbahnanlagen, bei welchen die Seilbahnfahrzeuge ( F1 ) umlaufend (in einer Bewegungsrichtung) gefahren werden. Umlaufbahnen werden für Massengutförderung zwischen zwei Endstationen betrieben. Je nach System werden die Fahrzeuge in den Stationen abgekuppelt oder bleiben fest verbunden mit dem Seil festgeklemmt).
Einteilung der Umlaufbahnen		primär >>> nach dem Fahrzeugverbindungselement sekundär >>> nach Funktion der verwendeten Seile
3.1.1	Umlaufbahn mit festen Klemmen	Umlaufbahnen, bei welchen die Fahrzeuge ( F1-Fx ) an einem Förderseil ( R ) festgeklemmt sind. Bei der Stationsdurchfahrt bleiben die Fahrzeuge ( F1-Fx ) am Förderseil festgeklemmt.
3.1.2	Umlaufbahn mit kuppelbaren Klemmen	Umlaufbahnen, bei welchen die Fahrzeuge ( F1-Fx ) in den Endstationen für den Belade- oder Entladevorgang vom Förderseil ( R ) abgekuppelt werden.
3.2.1	Zweiseilumlaufbahn	Umlaufbahnen, bei welchen die Fahrzeuge ( F1-Fx ) auf einem Tragseil ( T ) (Tragfunktion) fahren und an einem Zugseil ( C ) (Zugfunktion) angekuppelt gezogen werden.
<b>4</b>	<b>Kabelkran</b>	Kran, bestehend aus zwei ggf. verfahrbaren und/oder verschwenkbaren, abgespannten Türmen, deren Spitzen mit einem Stahlseil verbunden sind. Der Materialtransport erfolgt mittels einer längs dieses Tragseils verfahrbaren Laufkatze.
4.1	ortsfeste Fahrbahn	Fahrbahn bestehend aus einem oder mehreren Tragseilen, deren Enden nicht verfahrbar sind.
4.2	kippbare Maste	Maste, die rechtwinklig zur Tragseilachse geschwenkt werden können, so dass das daran befestigte Tragseil in horizontaler Richtung parallel bewegt werden kann.
4.3	radial fahrend	Kabelkran, dessen eines Tragseilende ortsfest verankert ist, während das andere Tragseilende verfahrbar an einer Stütze oder einem Wagen befestigt ist.
4.4	parallel fahrend	Kabelkran, dessen beide Tragseilenden mit gleicher Geschwindigkeit verfahrbar verlagert sind.
<b>5</b>	<b>Seilkran</b>	Die Seilkranssysteme nutzen mit mechanischen Einrichtungen ein Seil zu Hub- und Zugzwecken. Wird das Seil zu Hubzwecken verwendet, ist das Seilkranfahrzeug auf der Fahrstrecke mit mechanischen Einrichtungen oder einem Rückholseil festgehalten. Wird das Seil zu Zugzwecken betrieben, so wird die Last im Fahrzeug über eine mechanische Einrichtung festgehalten.
5.1	ohne Rückholseil	Schief verlaufende Fahrbahn, Talfahrt erfolgt durch Schwerkraft
5.2	mit Rückholseil	Das Seilkranfahrzeug wird in beiden Richtungen von Zugseil bzw. Rückholseil bewegt, dadurch ist ein horizontaler Streckenverlauf möglich. Antriebswinde und Rückholwinde sind synchronisiert.



<b>6</b>	<b>Materialstandseilbahn</b>	Seilbahnen, bei welchen die Fahrzeuge ( FS ) auf einem Gleise ( SCH ) fahren (Tragfunktion) und mit einem Zugseil ( C ) gezogen werden. Das Gleise kann auf einer schiefen Ebene und/oder horizontal gebaut sein. Das Fahrzeug oder die Fahrzeuge ( FS ) fahren im Pendelbetrieb zwischen den Endstationen hin und her. Ein Umlaufbetrieb ist bei Verwendung von betrieblich lösbaren Klemmen möglich.
Einteilung der Standseilbahnen		Nach Anzahl der Fahrzeuge
6	Gleise mit Ausweiche	Standseilbahnen, bei welchen zwei Fahrzeuge weitgehend auf einem Gleise zwischen zwei Endstationen hin und her gefahren werden. Bei der Wagenkreuzung wird mit einer Abt'schen Weiche über eine kurze Strecke ein Zwei-Schienensystem eingebaut.
6	parallel geführte Gleise	Standseilbahnen, bei welchen zwei Fahrzeuge auf parallel gebauten Schienen zwischen zwei Endstationen hin und her gefahren werden.
6	mit unterem Zugseil	Bei Standseilbahnen, welche horizontal verlaufen oder geringe Neigung aufweisen, ist für eine sichere Fahrt ein unteres Zugseil (ZU) notwendig.

## Terminologie Bauteile

Bildzeichen	Baugruppen und Bauteilnamen	
<b>A</b>	Antriebsscheibe	scheibenförmige Seiltriebmaschine, der Antrieb erfolgt motorisch
<b>A1</b>	Maschinenstütze	Ortsfeste Konstruktion, die es ermöglicht, das maschinenseitige Tragseilende ohne Halteseile in gewisser Höhe über dem Gelände zu befestigen.
<b>A2</b>	Maschinenmast	Stabförmige Konstruktion, die es ermöglicht, das maschinenseitige Tragseilende mit Hilfe von Halteseilen in gewisser Höhe über dem Gelände zu befestigen. Der Maschinenmast ist am Boden gelenkig gelagert.
<b>A3</b>	Maschinenmast schwenkbar	Maschinenmast, der mit Hilfe von angetriebenen Schwenkseilen um die Lagerung am Boden so geschwenkt werden kann, dass das Tragseil in horizontaler Richtung bewegt wird.
<b>A4</b>	Maschinenverankerung fest	Ortsfeste Konstruktion, die es ermöglicht, das maschinenseitige Tragseilende in Geländehöhe zu befestigen.
<b>A5</b>	Maschinenwagen	Auf Schienen verfahrbare Konstruktion, die es ermöglicht, das maschinenseitige Tragseilende in Geländehöhe zu befestigen und zu verfahren.
<b>A8</b>	Maschinenfahrstütze	Maschinenstütze, die auf Schienen so verfahrbar ist, dass das Tragseil in horizontaler Richtung bewegt werden kann.
<b>AW</b>	Antrieb mit Trommel	zylinderförmige Seilspulmaschine, der Antrieb erfolgt motorisch.
<b>B</b>	Hubseil	Seil, welches bei Kranpendelbahnen(2.2), bei Kabelkranen (5) oder bei Seilkranen zu Hubzwecken verwendet wird. Das Hubseil ( B ) wird auf einer Trommel (AW) auf- oder abgespult.
<b>C</b>	Zugseil	Seil, welches in der Seilbahn oder in der Krananlage zu Zugzwecken verwendet wird. Das Zugseil ( C ) wird mit einem Seilbahnantrieb in Bewegung gesetzt und überträgt die Zugkräfte auf das Fahrzeug ( F ).
<b>CU</b>	Zugseil unten	unterhalb an den Fahrzeugen eingebautes Zugseil.
<b>C/B</b>	Zug-, Hubseil	Seile bei Seilkransystemen, welche zu Hub- und Zugzwecken dienen.
<b>EB</b>	Antrieb für Hubseil	Motorbetriebene Hubeinrichtung für den Antrieb des Hubseils. Häufig wird dazu ein Windensystem verwendet.
<b>EC</b>	Antrieb für Zugseil	Motorbetriebene Einrichtung, welche mechanische Kräfte auf das Zugseil überträgt. Häufig wird ein System verwendet, bei welchem das Zugseil reibschlüssig in der Rille der Antriebsscheibe angetrieben wird.
<b>EL</b>	Antrieb für Schwenkseil	Motorbetriebene Einrichtung für den Antrieb des Schwenkseiles.
<b>ER</b>	Antrieb für Förderseil	Motorbetriebene Einrichtung, welche mechanische Kräfte auf das Förderseil überträgt.
<b>F</b>	Fahrzeug	Fahrbetriebsmittel, welches bei einer Seilbahnanlage für den Materialtransport verwendet wird.

<b>F1</b>	Fahrzeuge	Mehrere Fahrzeuge pro Seilbahnanlage, welche für den Materialtransport verwendet werden.
<b>FS</b>	Materialstandseilbahn-Fahrzeuge	Fahrzeuge, welche bei einer Standseilbahn für den Materialtransport verwendet werden.
<b>FSK</b>	Seilkranfahrzeug	Auf einem Seil fahrendes Seilkranfahrzeug mit spezieller Einrichtung, damit mit einem Seil Zug- und Hubfunktionen ausgeführt werden können.
<b>G1</b>	Gegenstütze	Ortsfestes Tragteil, das es ermöglicht, das der Maschinenseite gegenüberliegende Tragseilende ohne Halteseile in gewisser Höhe über dem Gelände zu befestigen.
<b>G2</b>	Gegenmast	Stabförmiges Tragseil, das es ermöglicht, das der Maschinenseite gegenüberliegende Tragseilende mit Hilfe von Halteseilen in gewisser Höhe über dem Gelände zu befestigen. Der Gegenmast ist am Boden gelenkig gelagert.
<b>G3</b>	Gegenmast schwenkbar	Gegenmast, der mit Hilfe von angetriebenen Schwenkseilen um die Lagerung am Boden so geschwenkt werden kann, dass das Tragseil in horizontaler Richtung bewegt wird.
<b>G4</b>	Gegenwagen	Auf Schienen verfahrbare Einrichtung, die es ermöglicht, das der Maschinenseite gegenüberliegende Tragseilende in Geländehöhe zu befestigen und zu verfahren.
<b>G5</b>	Gegenverankerung fest	Ortsfeste Konstruktion, die es ermöglicht, das der Maschinenseite gegenüberliegende Tragseilende in Geländehöhe zu befestigen.
<b>G7</b>	Gegenfahrstütze	Gegenstütze, die auf Schienen so verfahrbar ist, dass das Tragseil in horizontaler Richtung bewegt werden kann.
<b>H2</b>	Halteseil hinten	Seil, das die horizontale Tragseilkraft an einem festen oder schwenkbaren Mast aufnimmt.
<b>K2</b>	Halteseil seitlich	Seil, das die an einem Mast rechtwinklig zur mittleren Tragseilachse wirkenden Tragseil- und Windkräfte aufnimmt.
<b>L3</b>	Schwenkseil	Seil, mit dessen Hilfe Maste geschwenkt werden.
<b>LK</b>	Lastverriegelung	Mechanische Einrichtung im Seilkranfahrzeug, mit welcher während der Fahrt die Last im Seilbahnfahrzeug festgehalten wird.
<b>N1</b>	Fahrbahn Maschinenseite	Fundament mit Schienen, auf welchem die Konstruktion zur Befestigung des maschinenseitigen Tragseilendes verfahren werden kann.
<b>N2</b>	Fahrbahn Gegenseite	Fundament mit Schienen, auf welchem die der Maschinenseite gegenüberliegende Konstruktion zur Befestigung des Tragseilendes verfahren werden kann.
<b>M</b>	Radialfahrbahn	Fundament mit Schienen, auf welchem bei einem radial fahrenden Kabelkran eine Stütze oder ein Wagen verfahren werden kann.
<b>P</b>	Stütze	Tragkonstruktion für das Hochhalten von Seilen

<b>R</b>	Förderseil	Seil bei Einseilanlagen, welches für den Betrieb Trag- und Zugfunktion ausübt.
<b>RC</b>	Rückholseil	Seil, das vom Seiltrieb über das Ende der Seiltrasse zum Seilkranfahrzeug geführt wird und zum Bewegen desselben verwendet wird.
<b>RW</b>	Antrieb für Rückholseil	Motorbetriebene Einrichtung für den Antrieb des Rückholseils, wobei auf Gleichlauf mit dem Zug-Hubseil zu achten ist. Häufig wird dazu ein Windensystem verwendet.
<b>S</b>	Spanngewicht	Masse, welche mit dem Seilende verbunden ist und dieses unter Spannung hält.
<b>SC</b>	Spanngewicht für Zugseil	Masse, welche mit dem Seilende verbunden ist und das Zugseil unter Spannung hält.
<b>SCH</b>	Gleise	Fahrbahn bestehend aus Schienen und Schwellen
<b>SR</b>	Spanngewicht für Förderseil	Masse, welche über weitere Bauteile das Förderseil unter Spannung hält.
<b>ST</b>	Spanngewicht für Tragseil	Masse, welche direkt oder mit weiteren Bauteilen das Tragseil unter Spannung hält.
<b>SW</b>	Abt'sche Weiche	Gleiseabschnitt für die Wagenkreuzung, welcher eine Gleiseverzweigung und eine Gleiseverbindung beinhaltet. Die äußeren Schienen sind nicht unterbrochen und dienen der Führung der Wagen.
<b>T</b>	Tragseil	Seil für Tragzwecke bei Pendelbahnen, Seilkränen und Kabelkränen.
<b>TK</b>	Tragseilklemme	Mechanische Einrichtung in Seilkranfahrzeugen für das Festklemmen des Fahrzeuges auf dem Tragseil während des Senk- und Hubvorganges.
<b>U</b>	Umlenkscheibe	Rotierender Körper in einer Tragkonstruktion gelagert, festgehalten für die Richtungsänderung eines bewegten Seiles.
<b>VC</b>	Spannseil für Zugseil	Seil zwischen Spanngewicht und Seilscheibe. Es dient der Kraftübertragung zur Spannungserhaltung des Zugseiles.
<b>VR</b>	Spannseil für Förderseil	Seil zwischen Spanngewicht und Seilscheibe. Es dient der Kraftübertragung zur Spannungserhaltung des Förderseiles.
<b>VT</b>	Spannseil für Tragseil	Seil zwischen Spanngewicht und Tragseil. Die Seilenden des Spann- und Tragseiles werden mit Klemmen oder Muffen verbunden.
<b>W</b>	Stationsschienen	Fahrbahnkonstruktionen, auf welchen die vom Seil abgekuppelten Fahrzeuge in den Stationen bei den Be- oder Entladeeinrichtungen vorbeigeführt werden.

# **ANHANG B**

## **Beispiel einer Risikoanalyse für Seilförderanlagen**

### **1 Einleitung**

Die Entwicklung von Seilförderanlagen ist einem steten Wandel unterworfen. Seilförderanlagen haben verschiedensten Anforderungen zu genügen. Oft existieren keine konkreten Vorschriften bezüglich der Sicherheit. Deshalb ist es nötig, die einzelne Seilförderanlage einer Risikoanalyse zu unterziehen, um geeignete Lösungen zu finden.

Seilförderanlagen müssen den grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen entsprechen und nach den anerkannten Regeln der Technik gebaut sein. Es gilt als selbstverständlich, dass bei bestimmungsgemäßer und sorgfältiger Verwendung Leben und Gesundheit der Benutzer und Dritter nicht gefährdet werden dürfen.

In den folgenden Ausführungen wird dargelegt, wie eine Risikoanalyse systematisch vorgenommen werden kann, und zwar so, dass sowohl die Risiken für die Seilförderanlage selbst als auch diejenigen für das Betriebspersonal erfasst werden. Als Basis dient die Norm EN 1050 „Sicherheit von Maschinen – Leitsätze zur Risikobeurteilung“. Mit der dargelegten Methode lassen sich ortsfeste und ortsveränderliche Materialeilbahnen analysieren.

Die Qualität einer Risikobeurteilung hängt entscheidend von ihrer Vollständigkeit ab. Nur durch Zusammenarbeit verschiedenster Fachleute, die das Produkt kennen, kann ein möglichst vollständiges Resultat erzielt werden. Wünschenswert ist deshalb das Zusammenwirken von Personen aus den Bereichen Konstruktion, Montage, Einkauf, Steuerung und Sicherheit. Selbst der zukünftige Benutzer soll, wenn möglich, miteinbezogen werden.

Bei Verwendung eines auf dem Markt erhältlichen EDV-Programms für Risikoanalysen muss das grundlegende Wissen über die Zusammenhänge von Gefahren, Ursachen und Ereignissen vorhanden sein. Die Programme bauen meistens auf der vorerwähnten Norm EN 1050 auf. Sie sind wohl ein wertvolles Hilfsmittel, die eigentliche Arbeit, wie das Formulieren der Schutzziele, das Zuteilen der Gefahren in die Risikomatrix und die Überlegungen über die Akzeptanz, bleibt jedoch denjenigen Personen vorbehalten, welche die Seilförderanlage analysieren.

## 2 Verfahrensablauf

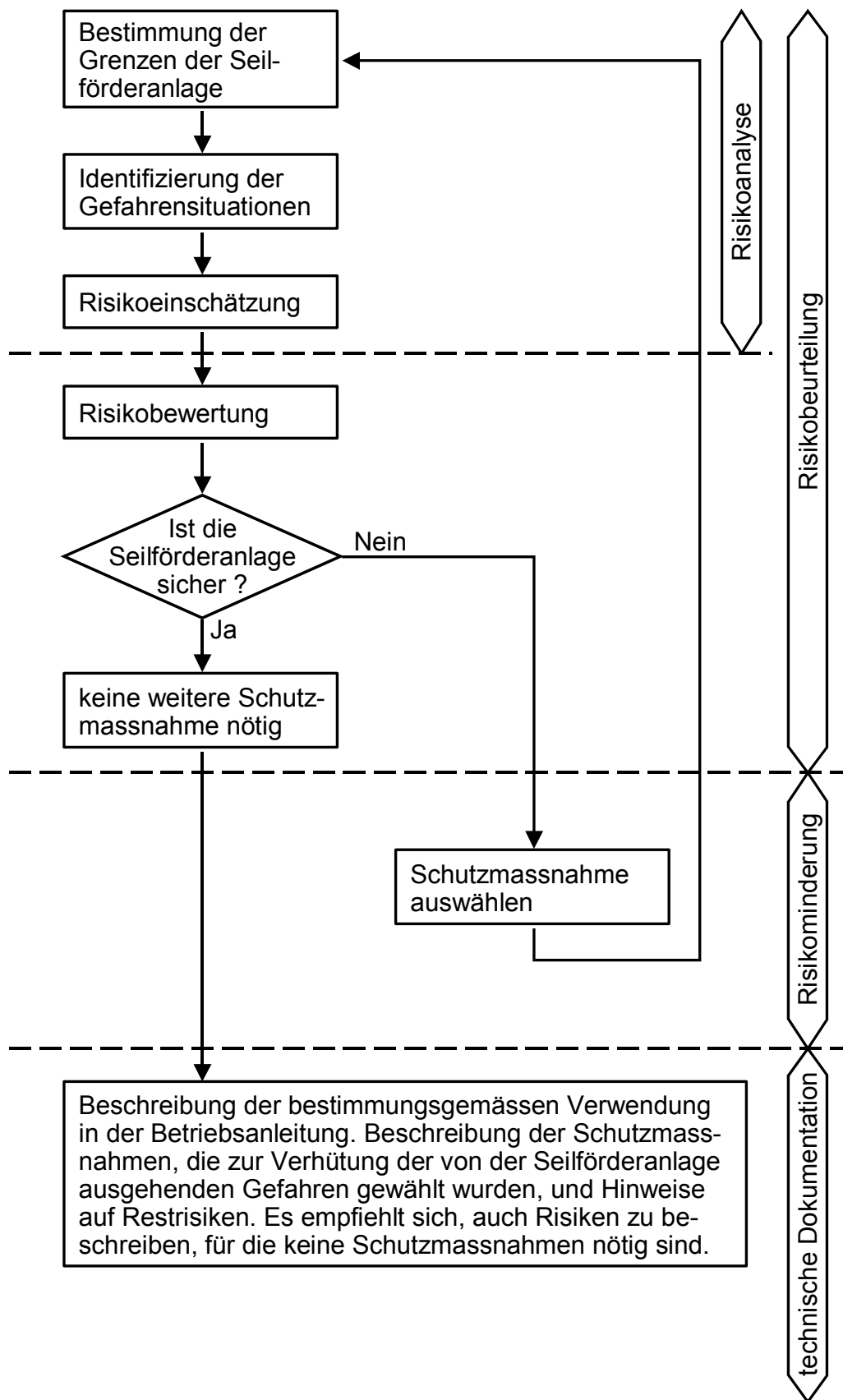


Bild 1: Übersicht über das Verfahren der Risikobeurteilung.

### 3 Wie entsteht ein Ereignis?

Voraussetzung für das Entstehen eines Ereignisses, zum Beispiel eines Un-

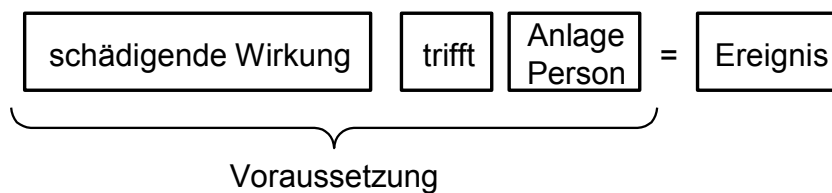


Bild 2: Voraussetzungen für ein Ereignis

### 4 Ursachen

Wenn eine Seilförderanlage gebaut wird, können dadurch Gefahrensituationen entstehen. Der Konstrukteur hat die von der Seilförderanlage ausgehenden Gefahren so zu berücksichtigen, dass die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Ereignisses möglichst klein ist. Durch Unterweisung der Personen, die in eine Gefahrensituation geraten könnten, müssen die noch verbleibenden, wahrscheinlichen Ereignisse verhindert werden. Alle Ursachen, die zu einem Ereignis führen können, sind daher vom Können, Wissen und Wollen des Menschen abhängig. Es sind, je nach Ansatz der Analyse, alle mit der Seilförderanlage oder mit dem Personal zusammenhängende Gefahren und deren Auswirkungen zu untersuchen.

### 5 System

Damit die Risikobeurteilung sinnvoll vorgenommen werden kann, müssen alle voraussehbaren Gefahrensituationen im Zusammenhang mit der Seilförderanlage gefunden werden.

#### 5.1 Anlagentyp

##### Seilförderanlage

Die Seilförderanlage ist so zu beschreiben, dass eindeutig erkennbar ist, um welche Art von Anlage es sich handelt, ob entweder Material oder Personen oder beides zusammen transportiert werden.

#### 5.2 Einsatzbereich

Der Einsatzbereich ist so zu definieren, dass erkennbar wird, welche Arten von Gütern transportiert werden und mit welcher Häufigkeit. Die für die Projektierung der Anlage vorgegebene Lebensdauer ist anzugeben. Eventuelles Mitfahren von Instandhaltungspersonal, ist detailliert zu beschreiben. Aus diesen Angaben lassen sich die Beanspruchungskollektive für die Laufwerk-klassen der Getriebe, Seile und Tragwerke bestimmen.

### 5.3 Systemumfang und Zusammenwirken der einzelnen Baugruppen

Aus dem Systemumfang lassen sich die räumlichen Grenzen der Seilförderanlage ableiten. So ist beispielsweise anzugeben, ob dem System die Talstation, Bergstation, Belade-, Beschickungs- oder Entladeeinrichtungen, Anzahl der Stützen, allenfalls Zwischenstationen, das Förderseil zuzuordnen sind. Das Zusammenwirken der einzelnen Baugruppen ist in geeigneter Form aufzuzeigen.

## 6 Betroffene Personen erkennen

Für das Durchführen der Risikoanalyse ist es wichtig zu wissen, welche Personen sich im Umfeld der Seilförderanlage bewegen oder aufhalten. Es können einerseits Personen sein, die bei Normalbetrieb, das heißt während des bestimmungsgemäßen Einsatzes der Seilförderanlage, im Bereich der Anlage etwas zu tun haben, andererseits auch Personen, die sich bei Sonderbetrieb (Kontrolle, Montage, Wartung, Reinigung und Instandhaltung) dort aufhalten. Insbesondere sind auch Dritte, zum Beispiel Wanderer und Zuschauer, sowie Tiere in die Risikoanalyse mit einzubeziehen.

## 7 Identifizierung der Gefahrensituationen

Es müssen alle Gefahren ermittelt und dokumentiert werden, die im Zusammenhang mit der Seilförderanlage innerhalb der einzelnen Teilsysteme und der Schnittstellen zwischen den Systemen auftreten können.

### 7.1 Mögliche Gefahren im Zusammenhang mit Seilförderanlagen können sein:

Umgebung	Betrieb	Personen	Ladegut
Regen	mechanische Kräfte	Lichtraum	Materialverlust
Wasser	hydraulische Kräfte		Lastgewicht
Schnee	Geschwindigkeit	Fehlbedienung	Lastabmessung
Eis/Frost	Elektrizität		
Wind	statische Elektrizität		
Temperatur	Vibrationen		
Blitz			
Steinschlag			
Lawinen			
Feuer			
Murgang			
Erdbeben			
Strahlung			
Lärm			



## 7.2 Mögliche Gefahren im Zusammenhang mit Personen können sein:

- Mechanik
- thermische Energie
- Vibrationen
- Werk- und andere Stoffe
- unerwarteter Anlauf
- Ausfall der Energieversorgung
- fehlerhafte Montage
- Elektrizität
- Lärm
- Strahlung
- Änderung der Geschwindigkeit
- Ausfall der Steuerversorgung
- Art des Transportgutes
- Ausgleiten, Stolpern, Stürzen

## 8 Gefahrensituationen auflisten

Die Gefahrensituationen werden ermittelt, indem untersucht wird, ob eine vorhandene Gefahr sich möglicherweise negativ auf die Seilförderanlage oder auf Personen auswirken kann. Es sind alle Betriebszustände zu betrachten, also Normalbetrieb und Sonderbetrieb, wozu auch Instandhaltung, Wartung und Revision gehören.

## 9 Ursachen und Ereignisse eruieren

Ursachen, die zu einem Ereignis (Unfall) führen können werden ermittelt, indem untersucht wird, was geschehen muss, damit die Seilförderanlage oder die Person in den Bereich einer Gefahr kommt. Anhand der gefundenen Ursachen lassen sich die Ereignisse beschreiben.

Diese Untersuchungen müssen für alle Systeme, Teilsysteme und deren Schnittstellen in allen Betriebsarten gemacht werden. Mit diesem Vorgehen lassen sich Ereignisse, welche die Seilförderanlage, das Transportgut oder das Betriebspersonal betreffen, erfassen.

Im Folgenden einige Beispiele von Ursachen:

Die Ursachen, die für ein mögliches Ereignis ausschlaggebend sind, können in der Projektierung, in der Konstruktion, im Bau oder im Betrieb der Seilförderanlage begründet sein. Sie lassen sich in folgende Kategorien einteilen:

<b>Nicht können</b>	<b>Nicht wissen</b>	<b>Nicht wollen</b>
Körpergröße	ungenügende Unterweisung	Bequemlichkeit
Behinderung	mangelnde Erfahrung	mangelnde Einsicht
Konstruktionsfehler	unvollständige Betriebsanweisung	Sparsamkeit
Zeitdruck		Weg des geringsten Widerstandes
Überschätzung		
ungünstige Ergonomie		
mangelndes Verständnis		

## 10 Was heißt Risiko?

Aus jeder spezifischen Gefahrensituation kann mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit ein Ereignis eintreten.

**Das**

**Risiko der Gefahrensituation**

**ist abhängig vom**

**Ausmaß des möglichen Schadens des Ereignisses**

**und von der**

**Eintrittswahrscheinlichkeit**

**Die Eintrittswahrscheinlichkeit wird von folgenden Faktoren bestimmt:**

**Häufigkeit und Dauer der Gefahrensituation, welche dem Ereignis vorausgeht.**

**Eintrittswahrscheinlichkeit des Ereignisses, wenn die Gefahrensituation vorhanden ist.**

**Möglichkeit zur Vermeidung oder Begrenzung des Schadens.**

Bild 3: Risikoelemente

## 11 Risikoeinschätzung

Für jede Gefahrensituation werden der größtmögliche Schaden und die Eintrittswahrscheinlichkeit abgeschätzt. Das Schadensausmaß kann aufgrund der Beeinträchtigung der Seilförderanlage oder aufgrund der Verletzung oder Gesundheitsschädigung der betroffenen Personen in folgende Kategorien eingestuft werden.

### **Schaden an der Seilförderanlage**

1. Schaden ohne Betriebsunterrechnung ausfall
2. Reparaturaufwand maximal 1 Tag
3. Reparaturaufwand mehrere Tage
4. Totalschaden

### **Personenschäden**

1. Verletzung ohne Arbeits-
2. leichte Verletzung
3. schwere Verletzung
4. Tod

## Eintrittswahrscheinlichkeit

Die Eintrittswahrscheinlichkeit hängt von der spezifischen Gefahrensituation ab. In der Projektierungsphase einer Seilförderanlage ist die Eintrittswahrscheinlichkeit meistens unklar. Es empfiehlt sich, eine relativ hohe Eintrittswahrscheinlichkeit einzusetzen. Als möglicher Raster lässt sich sowohl für Schäden an der Seilförderanlage wie auch für Personenschäden folgende Einteilung verwenden:

- A. unwahrscheinlich (1 Ereignis während der gesamten Lebensdauer)
- B. selten (1 Ereignis pro 1/10 der Lebensdauer)
- C. gelegentlich (1 Ereignis pro 1/50 der Lebensdauer)
- D. häufig (>1 Ereignis pro 1/250 der Lebensdauer)

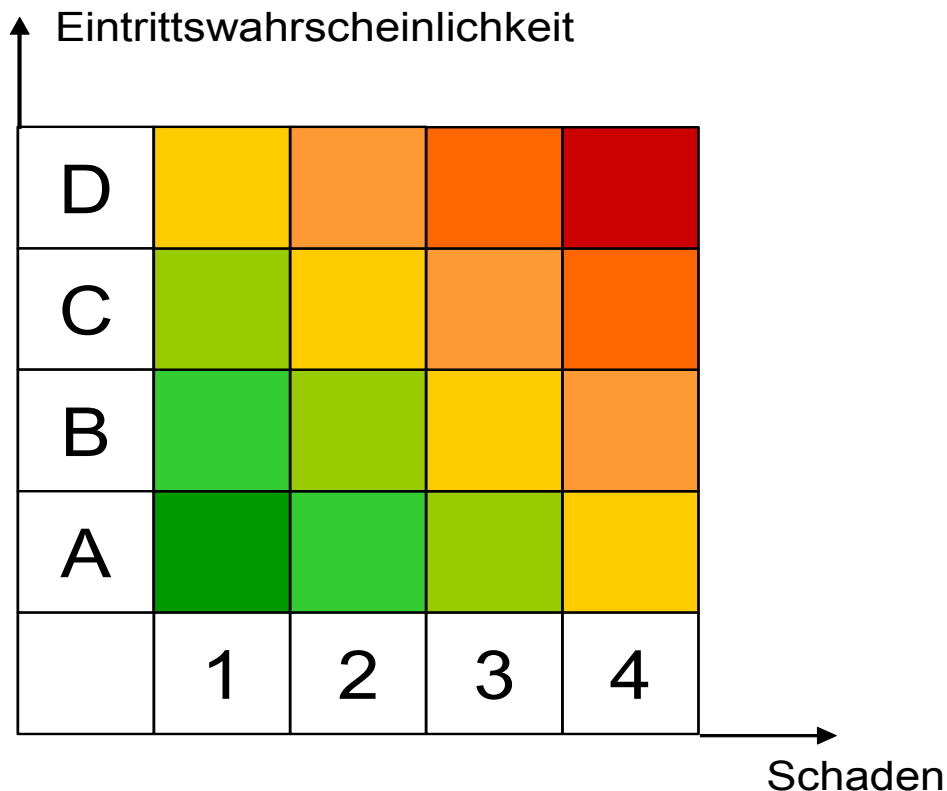


Bild 4: Risikodarstellung in einer Matrix

## 12 Schutzziele formulieren

Für jedes Ereignis ist ein Schutzziel zu formulieren. Darin werden die Bedingungen beschrieben, welche die Lösungen erfüllen müssen, damit die möglichen Ereignisse nicht eintreten. Es empfiehlt sich, die Schutzziele möglichst lösungsneutral zu formulieren. Dies lässt eine größere Auswahl von Lösungen (Maßnahmen) zu.

## 13 Akzeptiertes Risiko festlegen

Jede Seilförderanlage wird auch nach Berücksichtigung der zurzeit besten Lösung ein gewisses Risiko, ein Restrisiko, aufweisen. Aufgabe des Konstrukteurs ist es, das Restrisiko in einen akzeptablen Bereich zu bringen. Das akzeptierte Risiko wird beeinflusst von den Faktoren Freiwilligkeit und Ursache. Freiwillig eingegangene Risiken, zum Beispiel in der Freizeit, liegen bezüglich Akzeptanz in einem weit höheren Bereich als Risiken aus dem beruflichen Umfeld. Bei großer Selbstbestimmung, beispielsweise beim Führen von Fahrzeugen, werden ebenfalls höhere Risiken akzeptiert als bei kleiner Selbstbestimmung wie beim Fliegen oder Seilbahnfahren, wo der Mensch technischen Systemen ausgeliefert ist.

## 14 Schutzmaßnahmen

Bei der Wahl der Schutzmaßnahmen (Lösungen) muss der Hersteller folgende Grundsätze in der angegebenen Reihenfolge einhalten:

1. **Beseitigen oder Minimieren der Gefahren**  
Integration des Sicherheitskonzepts in die Entwicklung und den Bau der Seilförderanlage.
2. **Ergreifen von notwendigen Schutzmaßnahmen**  
Schutzmaßnahmen gegen nicht zu beseitigende Gefahren vorsehen.
3. **Unterrichten der Benutzer über die Restrisiken**  
Aufgrund der nicht vollständigen Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen ist auf eine erforderliche Spezialausbildung oder persönliche Schutzausrüstung hinzuweisen.

## 15 Beurteilen der Schutzmassnahmen

Jede vorgesehene Schutzmaßnahme ist gemäß des beschriebenen Vorgehens auf ihre Wirksamkeit hin zu beurteilen. Es muss sichergestellt werden, dass mit der Schutzmaßnahme das Ziel erreicht wird. Erst dann besteht Gewähr, dass die Schutzmaßnahme ihren Zweck erfüllt und keine neuen Gefahrensituationen schafft.

### Beispiel

Das nachfolgende Beispiel zeigt die Risikoanalyse einer Einseil-Material-Pendelbahn. Die Analyse beschränkt sich auf eine Stütze und den Normalbetrieb. In der Tabelle „Einflussfaktoren auf Bauteile“ sind die Interaktionen dargestellt. In der Tabelle „Risikobeurteilung“ werden Ursachen, Gefahren und Ereignisse sowie das Risiko vor und nach der Maßnahme aufgezeigt.



# Anhang B - Risiko-Ziele - Excel-Tabelle im Anhang

Anlage				Einsel-Material-Pendelbahn für Schüttgüter (Kies, 5000 kg)														
Einsatz				12 Stunden/Tag, 6 Tage/Woche; bergwärts stets Vollast; talwärts leer; Lebensdauer 20 Jahre, Windgeschwindigkeit max. 100 km/Std.														
Verfasser-Team				Fritz Meyer, Technik; Ruedi Neumach, Konstruktion; Hans Kerbholz, Fabrikation; Kari Pfiffig, Montage; 7. April 2002														
Schaden für Seilförderanlage				Personenschäden		Eintrittswahrscheinlichkeit												
1. Schaden ohne Betriebsunterbruch 2. Reparaturaufwand max. 1 Tag 3. Reparaturaufwand mehrere Tage 4. Totalschaden				1. Verletzung ohne Arbeitsausfall 2. Leichte Verletzung 3. Schwere Verletzung 4. Tod		A. unwahrscheinlich (1 Ereignis während der gesamten Lebensdauer oder alle 20 Jahre) B. selten (1 Ereignis pro 1/10. der Lebensdauer oder alle 2 Jahre) C. gelegentlich (1 Ereignis pro 1/50. der Lebensdauer oder alle 6 Monate) D. häufig (1> Ereignis pro 1/250. der Lebensdauer oder einmal pro Monat)												
Interaktion	Bauteil	Funktion	Einfluss	Gefährdung	Ursache	Ereignisse	Risiko				Schutzziel	Massnahmen	Hinweise	Risiko				Erledigt durch: am:
							1	2	3	4				1	2	3	4	
3.1.d	Stütze	Fundament	Eis/Frost	Anheben des Fundamentes	ungenügend tiefe Gründung	Fundament wird verschoben	D				Frosteinfluss darf die Funktionsfähigkeit des Fundamentes nicht beeinträchtigen	Fundamentunterseite unterhalb Frosttiefe legen	Frosttiefe ermitteln	D				
3.1.h	Stütze	Fundament	Steinschlag	Steinschlag; herunterrollende Steine	Tiere in Umgebung der Stütze verursachen Steinschlag	Tragfähigkeit des Fundamentes wird beeinträchtigt	D				Durch herunterfallende Steine darf das Fundament nicht beschädigt werden	Schutzwall anbringen	Anderen Standort in Betracht ziehen	D				
3.1.i	Stütze	Fundament	Lawinen	Schneedruck	Stütze in exponiertem Gelände	Fundament wird durch Schneemasse verschoben	D				Durch den Schneedruck darf das Fundament nicht verschoben werden	Schutzwall anbringen	Anderen Standort in Betracht ziehen	D				
3.1.l	Stütze	Fundament	Erdbeben	Erdschwingungen	Gasdruck aus dem Erdinneren	Fundament wird verschoben; Stütze bricht	D				Durch Erdbeben bis Stärke 4 der Richterskala darf das Fundament nicht beschädigt werden	Fundament entsprechend dimensionieren	Erdbebengefahr abklären	D				
3.2.e	Stütze	Konstruktion	Wind	Staudruck des Windes	Wind über dem angenommenen Wert von 100 km/Std.	Stütze bricht; wird umgeworfen	D				Wegen zu grosser Windgeschwindigkeit darf die Stütze nicht beschädigt werden	Windmessenrichtung auf Stütze mit Abschalteneinrichtung	Periodische Funktionskontrolle durchführen	D				
3.2.h	Stütze	Konstruktion	Steinschlag	Steinschlag; herunterrollende Steine	Tiere in Umgebung der Stütze verursachen Steinschlag	Stützendeformation; Seil entgleist	D				Durch herunterfallende Steine darf die Stütze nicht beschädigt werden	Stütze bis zum Schutzwall mit Steinschlagnetz versehen	Steinschlagnetz entfernen anbringen	D				
3.2.u	Stütze	Konstruktion	Lichttraum	Fahrzeug oder Ladung verfängt sich an der Stütze	Falsche Konstruktion oder falsche Beladung	Stützendeformation; Seil entgleist	D				Durch das Fahrzeug oder die Ladung darf die Stütze nicht beschädigt werden	Führungen und Abweiser einbauen		D				
3.3.e	Stütze	Kopf	Wind	Staudruck des Windes	Wind über dem angenommenen Wert von 100 km/Std.	Stützenkopf wird deformiert; Seil entgleist	D				Wegen zu grosser Windgeschwindigkeit darf die Stütze nicht beschädigt werden	Windmessenrichtung auf Stütze mit Abschalteneinrichtung	Periodische Funktionskontrolle durchführen	D				
3.3.y	Stütze	Kopf	Lastabmessung	Ladung verfängt sich am Kopf	falsche Beladung	Deformation Kopf; Seil entgleist	D				Durch die Ladung darf die Stütze nicht beschädigt werden	Instruktion des Personals periodisch wiederholen	Periodische Instruktion des Personals	D				
3.4.c	Stütze	Rollen	Schnee	Schneemasse im Rollenbereich	Schnee verstopft die Rollen	Rolle blockiert; Seil entgleist	D				Schnee darf weder die Rolle noch die Rille in ihrer Funktionsfähigkeit beeinträchtigen	Schneekratzer einbauen		D				
3.4.s	Stütze	Rollen	stat. Elektrizität	Überspannung	Aufladung von Teilen wegen Materialpaarung oder Reibeffekten (Wind)	Fehler in der Steuerung	D				Statische Aufladung darf nicht zu Steuerungsfehler führen	Elektrische leitende Rollenfütterung einbauen; alle Teile erden		D				
3.4.s	Stütze	Rollen	stat. Elektrizität	Überspannung	Aufladung von Teilen wegen Materialpaarung oder Reibeffekten (Wind)	Personal erleidet Stromschlag	D				Wegen statische Aufladung dürfen Personen nicht gefährdet werden	Elektrische leitende Rollenfütterung einbauen; alle Teile erden		D				
3.4.t	Stütze	Rollen	Vibrationen	Resonanzschwingungen der Rollen	zu schwache Konstruktion; Seilschwingungen	Bruch von Rolle; Seil entgleist	D				Wegen herunterfallender Konstruktionsteile dürfen Personen nicht gefährdet werden	Rollenlagerung mit Schwingungsdämpfer versehen		D				
3.5.d	Stütze	Aufstieg	Eis	Ausrutschen auf Eis	Eisbehang im Zustiegsbereich	Absturz von Personen; Verletzungen durch herunterfallendes Eis	D				Wegen Eisbehang dürfen Personen nicht gefährdet werden	Bei Eisbehang dürfen Stützen nicht bestiegen werden; Instruktion	Periodische Instruktion des Personals	D				
3.5.v	Stütze	Aufstieg	Fehlbedienung	Selbstgefährdung	Konzentrationsmangel; Stress; Übermüdung	Absturz von Personen	D				Wegen Fehlbedienung von Einrichtungen dürfen Personen nicht gefährdet werden	Fehlensichere PSA vorsehen; Instruktion		D				
3.6.c	Stütze	Podest	Schnee	Ausrutschen auf Schnee	Schneestau	Absturz von Personen	D				Schnee darf nicht zu Gefährdung von Personen führen	Grobmaschige Gitterroste verwenden		D				
3.6.d	Stütze	Podest	Eis/Frost	Ausrutschen auf Eis	Eisbehang auf dem Podest	Absturz von Personen	D				Eisbehang darf nicht zu Gefährdung von Personen führen	Geländer und Einhängösen in genügender Anzahl vorsehen		D				
3.6.t	Stütze	Podest	Vibrationen	Resonanzschwingungen des Podestes	zu schwache Konstruktion; Seilschwingungen	Bruch von Podest; Absturz von Personen	D				Wegen Schwingungen dürfen Personen nicht gefährdet werden	Leiterhalterungen mit Schwingungsdämpfer versehen		D				

Tabelle "Risikobeurteilung"

# ANHANG C

## BETRIEBSANWEISUNG

(dieses Muster dient als Vorlage und ist an die jeweilige Anlage anzupassen.)

### 1 Betriebsführung

1.1 Technische Leitung: Betriebsleiter NN.....  
Betriebsleiterstellvertreter NN.....

1.2 weite Personal: Maschinist NN.....  
Stationsbedienstete NN.....

1.3 Die Anlage ist so zu betreiben, dass eine Gefährdung des Lebens und der Gesundheit von Menschen sowie Sachbeschädigungen vermieden werden.

1.4 Der Betriebsleiter der Anlage hat dafür zu sorgen, dass die Anlage vorschriftsmäßig betrieben, laufend überwacht sowie ordnungsgemäß gewartet und instand gehalten wird. Dabei sind die Betriebs- und Wartungsanleitungen des Herstellers der Anlage zu beachten.

1.5 Die Anlage darf nur in Betrieb genommen werden, wenn der einwandfreie Zustand festgestellt worden ist. Dies gilt insbesondere auch hinsichtlich der erforderlichen Fernsprech- oder Signaleinrichtungen.

1.6 Die Beförderung von Personen ist verboten. Das Mitfahren für die Wartung und Prüfung sowie das Mitfahren zur Erreichung der Arbeitsstelle ist erlaubt, sofern die Anlage dafür ausgerüstet ist, zusätzliche Vorkehrungen eingehalten werden und der Betriebsleiter die Zustimmung erteilt. Ergänzende Betriebsanweisung siehe Abschnitt 12. Gegebenenfalls ist eine behördliche Genehmigung einzuholen.

### 2 Technische Daten

Förderlänge \_\_\_\_\_ m  
Höhenunterschied \_\_\_\_\_ m  
maximale Traglast \_\_\_\_\_ t  
zulässige geometrische Dimension des Ladegutes:  
L\_\_\_\_\_m; B\_\_\_\_\_m; H\_\_\_\_\_m  
maximale Fahrgeschwindigkeit \_\_\_\_\_ m/s  
Auflistung und technische Daten der Seile:

---

---

### **3 Hinweise, Gebots- und Verbotstafeln**

Die in den Stationen, Zwischenhaltестellen oder am Fahrzeug vorgeschriebenen Hinweise über das Personenbeförderungsverbot, das zulässige Ladegewicht, das Verbot des Betretens der Stationen, der Stützen und der Fahrbahnen durch Unbefugte, das Verbot des Aufenthaltes in der Wagendurchfahrt bei Zwischenhaltестellen und die vom Betriebsleiter erachteten notwendigen Hinweise und Verbote sind gut lesbar zu erhalten. Dies gilt auch für Höhenbegrenzungstafeln bei Kreuzungen mit Verkehrsflächen.

### **4 Stationen**

- 4.1 Gegenstände, die für den Anlagenbetrieb nicht notwendig sind, dürfen in den Stationen und dem Führerstand nicht gelagert werden. Die Zugänglichkeit aller Anlageteile, die einer Wartung und Überprüfung bedürfen, muss dauernd gewahrt bleiben. Der Zugang, der Ladebereich und die Wagenfahrbahn sind stets frei zu halten.
- 4.2 Brennbare Materialien, dürfen nur dann gelagert werden, wenn sie zum Betrieb der Anlage notwendig sind; sie sind fachgerecht zu lagern.
- 4.3 Spanngewichte und Spansscheiben dürfen in ihrer Bewegungsfreiheit nicht behindert werden. Spansschachtabdeckungen und Geländer sind funktionsfähig zu erhalten. In den Spansschacht eingedrungenes Wasser ist zu entfernen.
- 4.4 Seile sind so rechtzeitig zu kürzen, dass die freie Bewegung der Spanngewichte unter Berücksichtigung von Last und Temperatur gewährleistet ist.
- 4.5 Nach Beendigung des Betriebes ist die Anlage gegen unbefugte Inbetriebnahme zu sichern.
- 4.6 Es sind Feuerlöscheinrichtungen und Verbandmaterial für die Erste Hilfe Leistung bereitzustellen sowie eine Notfallorganisation aufzulegen.

### **5 Antriebs- und Umlenkeinrichtung**

- 5.1 Bei den Seilscheiben ist auf den mittigen Seilein- und Auslauf zu achten.
- 5.2 Bremsbeläge und Bremsklötze sind so rechtzeitig zu erneuern, dass keine Beschädigungen an den Bremstrommeln und –scheiben auftreten.
- 5.3 Die zum Schutz gegen gefahrbringende Berührung vorgesehenen Einrichtungen sind dauernd zu erhalten.
- 5.4 Alle Seile sind ausreichend gespannt zu halten.
- 5.5 Bei Windenantrieben ist die Zugseillänge so zu wählen, dass bei jeder Betriebssituation mindestens 3 Seilwindungen auf der Trommel bleiben.
- 5.6 Das Aufwickeln von Seilen auf Windentrommeln ist ordnungsgemäß durchzuführen.

### **6 Strecke**

- 6.1 Die Anlage und das Lichtraumprofil dürfen durch äußere Dritteinwirkungen nicht gefährdet und beeinträchtigt werden, z.B. Steinschlag, Bewuchs, Baumsturz, Erdbeben, Lawinen, zusätzlich erstellte Bauwerke, Straßen.



Untersagt ist: a) das Entfachen von Feuer längs der Strecke (dies darf nur in einem Abstand erfolgen, dass Stützen, Fahrbahn und Seile durch Hitzeeinwirkung nicht beschädigt werden).

b) Gegenstände, die für den Betrieb der Anlage nicht notwendig oder gefährdend sind, im Stützenbereich und Fahrbahnbereich nicht zu lagern.

**6.2** Die Zugänglichkeit aller Anlagenteile, die einer Wartung und Überprüfung bedürfen, muss dauernd gewahrt bleiben.

## **7 Betrieb**

**7.1** Der gefahrlose Betrieb ist durch eine Signal- oder Fernsprecheinrichtung eindeutig und sicher zu gewährleisten.

**7.2** Auf die bevorstehende Abfahrt ist über die Fernsprech- oder Signaleinrichtung aufmerksam zu machen, sofern der Gefährdungsbereich nicht beaufsichtigt wird.

**7.3** Die Signalzeichen und die Signalordnung sind für die Anlage festzulegen.

**7.4** Das Bedienungspersonal muss jederzeit in den Betrieb einwirken können.

**7.5** Die vom Hersteller vorgegebenen Geschwindigkeiten, Nutzmassen und Maße sind einzuhalten.

**7.6** Bei Überschreitung der Vorgaben ist die Zustimmung des Herstellers und gegebenenfalls der aufsichtsführenden Stelle einzuholen.

## **8 Betriebseinstellung und Wiederaufnahme**

**8.1** Werden während des Betriebes Mängel an der Anlage festgestellt, die die Sicherheit beeinträchtigen, ist die Anlage stillzusetzen.

**8.2** Bei Sturm oder anderen den Betrieb der Anlage unzulässig beeinträchtigenden Bedingungen darf die Anlage nicht betrieben werden.

**8.3** Vor Wiederaufnahme des Betriebes nach längerem Stillstand oder nach Gegebenheiten gemäß Abschnitt 8.2. ist die Anlage auf den sicheren Betrieb hin zu prüfen. Dabei sind z.B. folgende Teile zu prüfen:

- Verankerungen der Seile,
- Befestigung des Zugseiles am Laufwerk,
- Zustand des Seiles am Klemmenaustritt,
- Lage der Seile auf der Strecke,
- Lichtraumprofil auf der Strecke (Äste, Bäume, Abzäunungen),
- Fernsprech- oder Signalanlage,
- Fehlerstromschutzschalter,
- Blitzschutzsicherungen.

## **9 Instandhaltung der Anlage**

**9.1** Die Betriebs- und Instandhaltungsanleitungen der Herstellerfirmen sind einzuhalten.

**9.2** Bei Arbeiten, bei der die Inbetriebsetzung der Anlage eine Gefahr bedeutet, ist die Anlage in geeigneter Weise gegen die Inbetriebnahme zu sichern, z.B. durch Abschaltung der Energiezufuhr.

**9.3** Die durchgeführten Instandhaltungsarbeiten sind zu dokumentieren.

- 9.4** Bei Instandhaltungsarbeiten sind die erforderlichen persönlichen Schutzausrüstungen zu benutzen. Bei Arbeiten auf hochgelegenen Arbeitsplätzen mit Absturzgefahr sind persönliche Schutzausrüstungen gegen Absturz zu benutzen.
- 9.5** Instandhaltungs- und Prüfungsfahrten sind nur dann zulässig, wenn vorher der ordnungsgemäße Zustand der Anlage, insbesondere des Zugseiles an der Befestigungsstelle mit dem Fahrzeug, festgestellt wurde.
- 9.6** Die Prüfungs- und die Wartungsanleitungen sind nach Angaben des Herstellers durchzuführen.
- 9.7** Die Anlage ist mindestens einmal jährlich zu prüfen. Die hierbei festgestellten Mängel sind unverzüglich zu beheben. Diese Prüfung umfasst zum Beispiel:
- Stationen, Stützen, Fahrbahn sowie deren Fundamente hinsichtlich des ordnungsgemäßen baulichen Zustandes,
  - die Fundamente auf ihre Ausrichtung und Niveau,
  - die Stützen und Fahrbahn auf ihre Ausrichtung in Bezug auf Längsneigung, Querneigung, Verdrehung und Fluchtung,
  - die sichere Aufhängung der Tragseilschuhe und die richtige Lagerung der Trag- und Zugseile, die leichte Drehbarkeit und die Fluchtung der Rollen,
  - die Befestigung des Telefonseiles in den Stationen und auf den Stützen,
  - Fundamente und Spannschächte auf das Auftreten von Rissen und Setzungen,
  - die maschinellen Einrichtungen und Schutzeinrichtungen, fester Sitz der Schrauben und deren Sicherungen, Unversehrtheit der Schweißverbindungen, richtiger Eingriff der Stirn- und Kegelradgetriebe, Zustand der Bremsen, Bremsbeläge und Bedienungshebel, sowie der Ausrückvorrichtungen für den Riementrieb, richtige Spannung der Keil- und Flachriemen, Zustand der Spanneinrichtungen und Verankerungen für das Trag- und Zugseil, Befestigung der Laufwerke am Zugseil,
  - Vollständigkeit des Berührungsschutzes von sich bewegenden Teilen und Geländer,
  - der ordnungsgemäße Zustand der Podeste und Leitern,
  - alle einem starken Verschleiß unterliegenden Teile, (Zugseilrollen, Einlageringe, Bremsbeläge, Scheibenfutterungen),
  - alle sich bewegenden Teile auf ordnungsgemäßen Schmierzustand,
  - das Vorhandensein und die gute Lesbarkeit aller vorgeschriebenen Hinweise, Beschriftungen, Gebots- und Verbotstafeln,
  - Verbandmaterial und Feuerlöscheinrichtungen,
  - alle Seile (siehe auch Abschnitt 10),
  - die elektrische Anlage.
- Die Behebung der vorgefundenen Mängel hat durch eine hierzu befugte Person zu erfolgen.
- 9.8** Die Blitzschutzanlage ist mindestens alle drei Jahre, nach Blitzschlag unverzüglich, zu prüfen. Werden bei dieser Prüfung Mängel festgestellt, sind diese sofort zu beheben. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.

- 9.9 Die Fehlerstromschutzschalter sind monatlich durch Betätigung der Prüfeinrichtung auf einwandfreie Funktion zu prüfen.
- 9.10 Die Verwendung reparierter Sicherungen ist verboten. Ersatzsicherungen sind in ausreichender Anzahl dauernd vorrätig zu halten.
- 9.11 Die eventuell vorhandenen Abgasleitungen sind für die gefahrlose Ableitung der Abgase instand zu halten.
- 9.12 Die luftfahrttechnischen Einrichtungen sind gemäß den luftfahrttechnischen Auflagen zu warten.

## 10 Seile

### 10.1 Allgemein

Für die Prüfung der Seile sind die Vorgaben über Prüfungsintervalle und Prüfungsarten des Herstellers zu beachten. Zumindest folgende Werte und Intervalle sollen erreicht werden ( $d$  = für Nenndurchmesser des Seiles).

### 10.2 Tragseil, Halteseil

- 10.2.1 Zur Feststellung vorhandener Drahtbrüche ist jährlich mindestens eine visuelle Prüfung durchzuführen. Vor der Prüfung ist das Seil falls erforderlich zu reinigen.
- 10.2.2 **Spiralseile:** Seile oder Seilstücke, die auf einer Länge von  $40 d$  eine Querschnittsverminderung von über 10 % oder sonstige die Sicherheit beeinträchtigende Schäden, wie starke Abnutzung, innere Korrosion oder Störungen im Seilverband aufweisen, sind auszuwechseln.
- 10.2.3 **Litzenseile:** Seile oder Seilstücke, die auf einer Länge von  $40 d$  eine Querschnittsverminderung von über 15 % oder sonstige die Sicherheit beeinträchtigende Schäden, wie starke Abnutzung, innere Korrosion oder Störungen im Seilverband aufweisen, sind auszuwechseln.
- 10.2.4 **Tragseile** sind jährlich mindestens einmal bei trockener und warmer Witterung mit geeignetem Schmiermittel einzufetten. Es ist besonders auf gute Schmierung des Seiles auf den Seilschuhen und bei der Tragseilabspannung zu achten.  
Beim Tragseil sind Drahtbruchstellen sofort mittels Bandagen zu sichern und sobald als möglich durch blinde Kupplungen zu überdecken.

### 10.3 Zugseil, Förderseil, Hubseil, Zug/Hubseil, Schwenkseil

- 10.3.1 Zur Feststellung vorhandener Drahtbrüche ist halbjährlich mindestens eine visuelle Prüfung durchzuführen. Bei Anlagen, die nicht während des ganzen Jahres in Betrieb sind, kann diese Untersuchung jährlich erfolgen. Vor der Untersuchung ist das Seil falls erforderlich zu reinigen.
- 10.3.2 Seilstellen, die mit dem Laufwerk verbunden sind, müssen nach 10.3.1 geprüft werden. Bei Auftreten von Schäden oder Mängeln sind die Verbindungsstellen zu lösen, schadhafte Seilstücke sind zu entfernen und die Verbindung wieder unter Verwendung einer anderen Seilstelle herzustellen.
- 10.3.3 Seile oder Seilstücke, die auf einer Länge von  $40 d$  eine Querschnittsverminderung von über 15 % oder sonstige die Sicherheit beeinträchtigende Schäden, wie starke Abnutzung, innere Korrosion oder Störungen im Seilverband aufweisen, sind auszuwechseln.

- 10.3.4** Die Seile sind jährlich mindestens einmal bei trockener und warmer Witterung mit geeignetem Schmiermittel einzufetten.
- 10.3.5** Das Reinigen und Schmieren des Zugseiles darf nicht an einem direkt auf die Seilscheibe oder Seiltrommel einlaufenden Seil vorgenommen werden.
- 10.4 Spannseil**
- 10.4.1** Spannseile müssen jährlich mindestens einmal visuell geprüft werden. Seile oder Seilstücke, die auf einer Länge von 40 d eine Querschnittsverminderung von über 15 % oder sonstige die Sicherheit beeinträchtigende Schäden, wie starke Abnutzung, innere Korrosion oder Störungen im Seilverband aufweisen, sind auszuwechseln.
- 10.5 Signalseil, Steuerseil, Flugwarnseil**
- 10.5.1** Die Befestigungen, Auflagestellen, Durchhänge und der Korrosionsgrad der Signal-, Steuer- und Flugwarnseile sind jährlich mindestens einmal zu prüfen.
- 10.5.1.1** Die Signalwirkung der Kennzeichnungskörper ist jährlich zu prüfen.
- 10.6 Seilendbefestigung**
- 10.6.1** Bei Drahtbruch nahe der Seilendbefestigung ist das Seil zu kürzen und die Stelle mit dem Drahtbruch zu entfernen.
- 10.6.2** Die Seilendbefestigung ist entsprechend der Herstellerangaben, jedoch mindestens halbjährlich auf eventuell aufgetretenen Schlupf zu prüfen.
- 11 Allgemeine Bestimmungen**
- 11.1** Der Betreiber der Anlage hat den zuständigen Stellen zur Prüfung der Anlage jederzeit den Zutritt zu allen Teilen der Anlage zu ermöglichen, ihnen die erforderlichen Auskünfte zu erteilen und Einsicht in seine Unterlagen und Aufzeichnungen zu gewähren. Er hat den zuständigen Stellen bei der Prüfung soweit wie möglich Hilfe zu leisten und die Anlage erforderlichenfalls in Betrieb vorzuführen.
- 11.2** Diese durchgeführten Prüfungen entbinden den Inhaber und Betreiber der Anlage und die Betriebsleitung nicht von der Verantwortung der laufenden Überwachung.
- 11.3** Unfälle und außergewöhnliche Vorfälle, die mit der Anlage im Zusammenhang stehen, sind der zuständigen Stelle unverzüglich zu melden.
- 11.4** Veränderungen an der Anlage dürfen ohne Genehmigung des Herstellers und der zuständigen Stelle nicht durchgeführt werden.
- 11.5** Das Betriebspersonal muss vor Witterungseinflüssen, Lärm und Abgasen geschützt werden.
- 12 Mitfahren von Personen** (gemäß Abschnitt 1.3.1.8 b)
- 12.1** Der Betriebsleiter hat den Maschinisten auf die Besonderheiten beim Mitfahren von Personen hinzuweisen.
- 12.2** Es dürfen nur Personen mitfahren, die vom Betriebsleiter auf die Besonderheiten der Anlage sowie über das Verhalten beim Mitfahren unterwiesen sind.

- 12.3** Während der Mitfahrt von Personen dürfen keine zusätzlichen Lasten transportiert werden
- 12.4** Vor der Mitfahrt von Personen ist eine Probefahrt mit dem leeren Fahrzeug durchzuführen.
- 12.5** Wenn vom Führerstand die Anlage über ihre gesamte Länge nicht eingesehen werden kann, müssen die mitfahrenden Personen eine Sprechverbindung mit dem Maschinisten haben. Vor der Abfahrt ist eine Sprechprobe durchzuführen. Das Überfahren von Stützen und das Erreichen der Zu- und Aussteigestelle ist dem Maschinisten über Funk rechtzeitig mitzuteilen.
- 12.6** Das Zu- und Aussteigen ist nur an den vom Betriebsleiter dafür vorgesehenen Stellen zulässig.
- 12.7** Für die Personen ist ein Fahrkorb zu verwenden, der zum Mitfahren für Personen geeignet ist.
- 12.8** Im Fahrzeug muss eine Aufziehleine oder eine Bergeausrüstung vorhanden sein.
- 12.9** **Ergänzende Betriebsanweisungen für Kabelkrane**  
Die Fahrgeschwindigkeit entlang des Trageiles und die Hubgeschwindigkeit darf maximal 50% der Nenngeschwindigkeit betragen, jedoch 1,5 m/s nicht überschreiten.
- 12.10** **Ergänzende Betriebsanweisungen für Materialstandseilbahnen**  
Die Fahrgeschwindigkeit darf maximal 50% der Nenngeschwindigkeit betragen, jedoch 2 m/s nicht überschreiten.
- 12.11** **Ergänzende Betriebsanweisungen für ortsveränderliche Materialeilbahnen**  
Die Nutzmasse beim Mitfahren von Personen (80 kg/Person) darf maximal 30 % der Nutzmasse bei Materialtransport sein.  
Die Anlage darf mit einer maximalen Fahrgeschwindigkeit von 1.5 m/s und einer maximalen Hubgeschwindigkeit von 0.5 m/s betrieben werden.