

DIN EN 1808

ICS 53.020.99

Ersatz für
DIN EN 1808:1999-06
Siehe jedoch Beginn der
Gültigkeit

**Sicherheitsanforderungen an hängende Personenaufnahmemittel –
Berechnung, Standsicherheit, Bau –
Prüfungen;
Deutsche Fassung EN 1808:1999+A1:2010**

Safety requirements on Suspended Access Equipment –
Design calculations, stability criteria, construction –
Tests;
German version EN 1808:1999+A1:2010

Exigences de sécurité aux plates-formes suspendues à niveaux variables –
Calculs, stabilité, construction –
Essais;
Version allemande EN 1808:1999+A1:2010

Gesamtumfang 83 Seiten

Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN



Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist 2010-11-01.

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Sie beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitees CEN/TC 98 „Hebebühnen“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten EN 1808:1999+A1:2010.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Ausschuss NA 060-22-27 AA „Hängende Personenaufnahmemittel“ im Fachbereich „Fördertechnik“ des Normenausschusses Maschinenbau (NAM) im DIN wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von hängenden Personenaufnahmemitteln sowie der Berufsgenossenschaften waren an der Erarbeitung beteiligt.

Diese Norm konkretisiert einschlägige Anforderungen von Anhang I der EG-Maschinenrichtlinie 2006/42/EG an erstmals im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) in Verkehr gebrachte Maschinen, um den Nachweis der Übereinstimmung mit diesen Anforderungen zu erleichtern.

Ab dem Zeitpunkt ihrer Bezeichnung als Harmonisierte Norm im Amtsblatt der Europäischen Union kann der Hersteller bei ihrer Anwendung davon ausgehen, dass er die von der Norm behandelten Anforderungen der Maschinenrichtlinie eingehalten hat (so genannte Vermutungswirkung).

Die im Abschnitt 2 und den Literaturhinweisen zitierten Europäischen Normen sind als DIN EN- bzw. DIN EN ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht.

Änderungen

Gegenüber der DIN EN 1808:1999-06 sind folgende Änderungen vorgenommen worden:

- a) die Norm ist im Hinblick auf die neue Maschinenrichtlinie 2006/42/EG geändert und angepasst.;
- b) Aufnahme eines informativen Anhangs ZB über den Zusammenhang dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG.

Frühere Ausgaben

DIN EN 1808: 1999-06

Deutsche Fassung

Sicherheitsanforderungen an hängende
Personenaufnahmemittel —
Berechnung, Standsicherheit, Bau —
Prüfungen

Safety requirements on Suspended Access Equipment —
Design calculations, stability criteria, construction —
Tests

Exigences de sécurité aux plates-formes suspendues à
niveaux variables —
Calculs, stabilité, construction —
Essais

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 19. Februar 1999 angenommen und schließt Änderung 1 ein, die am 13. Mai 2010 vom CEN angenommen wurde.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Liste der Gefährdungen	18
5 Sicherheitsanforderungen bzw. -maßnahmen.....	22
6 Konstruktions-, Festigkeits- und Standsicherheitsberechnungen	23
7 Personenaufnahmemittel	35
8 Hubwerk, Sicherheitsvorrichtung, Rolle und Drahtseil	41
9 Aufhängekonstruktion	49
10 Elektrische, hydraulische und pneumatische Systeme.....	54
11 Steuerungssysteme.....	55
12 Nachweis der Sicherheitsanforderungen.....	58
13 Kennzeichnung und Warnhinweise	60
14 Begleitende Unterlagen.....	62
Anhang A (normativ) PAM-Typprüfungen	66
Anhang B (normativ) Typprüfung für Hubwerk und Sicherheitsvorrichtung	71
Anhang C (normativ) Prüfung der Aufhängekonstruktion.....	77
Anhang D (normativ) Weitere Anforderungen für Anlagen, die außerhalb des zulässigen Temperaturbereiches betrieben werden sollen	79
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 98/37/EG	80
Anhang ZB (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2006/42/EG	81

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1808:1999+A1:2010) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 98 „Hebebühnen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2010, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2010 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument beinhaltet die von CEN am 13. Mai 2010 genehmigte Änderung 1.

Dieses Dokument ersetzt EN 1808:1999.

Der Beginn und das Ende des hinzugefügten oder geänderten Textes wird im Text durch die Textmarkierungen **A1** **A1** angezeigt.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

A1 Zum Zusammenhang mit EG-Richtlinien siehe informative Anhänge ZA und ZB, die Bestandteil dieses Dokuments sind. **A1**

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Ⓐ Diese Europäische Norm ist eine Typ C-Norm, wie in EN ISO 12100 angegeben. Ⓐ

Die betroffenen Geräte und der Umfang, mit dem mögliche Gefährdungen abgedeckt sind, werden im Rahmen dieser Norm aufgezeigt.

Es wird vorausgesetzt, dass:

- über die besonderen örtlichen Verhältnisse für den Aufbau der betroffenen Geräte zwischen Hersteller und Benutzer Gespräche geführt werden müssen;
- für jede Komponente, die im Rahmen der gesamten Konstruktion des SAE (Hängenden Personenaufnahmemittels) verwendet wird, eine Gefahrenanalyse durchgeführt wurde. Auf der Grundlage dieser Annahme wurden diese Regeln erstellt;
- die Sicherheitsanforderungen dieser Norm unter der Annahme festgelegt wurden, dass die Bauteile der betroffenen Geräte
 - a) entsprechend den üblichen Ingenieurpraktiken und Berechnungsmethoden entwickelt wurden, wobei alle Fehlerarten in Betracht gezogen wurden;
 - b) einen sicheren mechanischen und elektrischen Aufbau besitzen;
 - c) aus Material ausreichender Stärke und Qualität bestehen, und
 - d) frei von Fehlern sind.
- keine schädlichen Stoffe (zum Beispiel Asbest) verwendet werden;
- die Geräte in funktionstüchtigem Zustand gehalten werden;
- alle mechanischen Bauteile, die entsprechend gängiger Praxis und in Übereinstimmung mit dieser Norm hergestellt wurden, ihre Eigenschaften nicht so weit ändern, dass sie eine unerkannte Gefahr darstellen.
- Die Umgebungstemperatur zwischen -10 °C und $+55\text{ °C}$ liegt. Weitere Anforderungen für Geräte, die außerhalb dieses Umgebungstemperaturbereichs eingesetzt werden sollen, sind in Anhang D aufgeführt.
- Brüstungen und Dächer ausreichend tragfähig für den Aufbau eines SAE (Hängenden Personenaufnahmemittels) sind.

1 Anwendungsbereich

1.1 Anwendung

Die vorliegende Norm macht Angaben über die Sicherheitsanforderungen für Hängende Personenaufnahmemittel (SAE).

Sie ist anwendbar auf dauerhaft und vorübergehend errichtete Anlagen, die kraft- oder handbetrieben sein können, und die in Abschnitt beschrieben werden.

1.2 Gefahren

Die vorliegende Europäische Norm beschäftigt sich mit Gefahren, die für ein SAE von Bedeutung sind, wenn dieses bestimmungsgemäß und unter den vom Hersteller vorgesehenen Bedingungen benutzt wird (siehe Abschnitt 4). Diese Europäische Norm beschreibt geeignete technische Maßnahmen, mit denen die sich aus den Gefahren ergebenden Risiken ausgeschaltet oder herabgesetzt werden können.

1.3 Ausschlüsse

Nachfolgendes ist nicht erfasst:

- a) Betrieb unter erschwerten Bedingungen (zum Beispiel extreme Umweltbedingungen, aggressive Umgebung, starke magnetische Felder, usw.);
- b) Betrieb entsprechend speziellen Regeln (zum Beispiel explosionsgefährdete Umgebung, Arbeit an spannungsführenden Leitungen, usw.);
- c) Transport von Passagieren von einer Ebene zur anderen;
- d) Transport von Lasten, deren Eigenschaften zu gefährlichen Situationen führen können (zum Beispiel flüssiges Metall, Säuren/Basen, radioaktive Stoffe, zerbrechliche Stoffe);
- e) Gefahren, die sich ergeben, wenn hängende Lasten gemeinsam mit dem Personenaufnahmemittel transportiert werden;
- f) Gefahren, die sich beim Einsatz auf öffentlichen Straßen ergeben, über Gewässern oder an Stellen, an denen das Personenaufnahmemittel nicht auf eine sichere Position abgesenkt werden kann;
- g) Gefahren, die sich aus dem Winddruck ergeben, der auf Lasten mit einer Fläche von mehr als 2 m² wirkt;
- h) SAE, bei denen drahtlose Steuerungssysteme eingesetzt werden.

Die folgenden Anwendungsbereiche für SAE (Hängende Personenaufnahmemittel) sind von dieser Norm ausgeschlossen:

- Zugang zu Arbeitsbereichen mit einer Neigung von mehr als 45° zur Senkrechten;
- an Kranen aufgehängte Personenaufnahmemittel;
- Siloeinfahreinrichtungen;
- Personenaufnahmemittel, die an Chemiefaserseilen oder Ketten aufgehängt sind;
- für unterirdischen Einsatz bestimmte SAE;
- von Verbrennungsmotoren angetriebene SAE;
- SAE, die in Schächten betrieben werden sollen.

2 Normative Verweisungen

A1 Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen). **A1**

A1 *gestrichener Text* **A1**

A1 EN 280:2001, *Fahrbare Hubarbeitsbühnen — Berechnung — Standsicherheit — Bau — Sicherheit — Prüfungen* **A1**

EN 294:1992, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsabstände gegen das Erreichen von Gefahrstellen mit den oberen Gliedmaßen*

EN 418:1993, *Sicherheit von Maschinen — NOT-AUS-Einrichtung, funktionelle Aspekte — Gestaltungsleitsätze*

EN 614-1:1995, *Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Gestaltungsgrundsätze — Teil 1: Begriffe und allgemeine Leitsätze*

EN 954-1:1996, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze*

EN 982:1996, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitstechnische Anforderungen an fluidtechnische Anlagen und deren Bauteile — Hydraulik*

EN 983:1996, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitstechnische Anforderungen an fluidtechnische Anlagen und deren Bauteile — Pneumatik*

EN 1050:1996, *Sicherheit von Maschinen — Leitsätze zur Risikobeurteilung*

EN 60204-1:1992, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 60529:1992, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)*

EN 60947-5-1:1991, *Niederspannungsschaltgeräte — Teil 5: Steuergeräte und Schaltelemente; Hauptabschnitt 1: Elektromechanische Steuergeräte*

A1 *gestrichener Text* **A1**

A1 EN ISO 12100-1:2003, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie (ISO 12100-1:2003)*

EN ISO 12100-2:2003, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 2: Technische Leitsätze (ISO 12100-2:2003)* **A1**

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe, die nach Schlüsselwörtern geordnet sind.

3.1

Fassadenaufzug

BMU

ein BMU ist ein SAE, das dauerhaft errichtet und für ein bestimmtes Gebäude oder Bauwerk vorgesehen ist. Ein BMU besteht aus einer Aufhängekonstruktion und einem daran aufgehängten Personenaufnahmemittel (PAM). Die Aufhängekonstruktion ist üblicherweise ein mit einer Winde ausgestatteter Dachfahrwagen, der

entweder auf Schienen oder auf einer geeigneten Oberfläche (zum Beispiel einer Betonbahn) läuft. Einschienensysteme mit Laufkatzen bzw. Fahrwagen oder andere Aufhängekonstruktionen (zum Beispiel verankerte Ausleger), die am Bauwerk befestigt sind und an denen Personenaufnahmemittel angehängt werden können, sollen als Bestandteile eines Fassadenaufzugs angesehen werden

Ein BMU soll vom Bedienpersonal zur Untersuchung, Reinigung und Instandhaltung eines Bauwerks benutzt werden, wobei der Platz unter dem Personenaufnahmemittel für die Öffentlichkeit frei zugänglich sein kann.

3.2

Temporär Hängende Personenaufnahmemittel

TSP

ein TSP ist ein SAE, das für eine bestimmte Aufgabe zeitlich begrenzt auf/an einem Gebäude oder Bauwerk aufgebaut wird. Ein TSP besteht aus einem Personenaufnahmemittel (PAM) und einer Aufhängekonstruktion, die zusammengebaut werden, um vorzugsweise auf Baustellen eingesetzt zu werden. Nach Abschluss der Arbeiten, für die sie erstellt wurden, werden die TSP wieder zerlegt und von der Baustelle entfernt

ANMERKUNG TSP sind für die Verwendung zum Beispiel beim Bauen, Verschalen, Streichen, Instandhalten und Instandsetzen von Gebäuden, Brücken, Schornsteinen und anderen Bauwerken vorgesehen.

3.3

Personal

3.3.1

sachkundige Person

eine benannte und entsprechend ausgebildete Person, die durch ihre Kenntnisse und praktischen Erfahrungen in der Lage ist, mit den benötigten Anweisungen die erforderlichen Arbeiten sicher auszuführen

3.3.2

Bediener

eine benannte und für die Arbeiten in der Höhe entsprechend ausgebildete Person, die durch ihre Kenntnisse und praktischen Erfahrungen in der Lage ist, mit den benötigten Anweisungen versehen, die auf SAE erforderlichen Bedienungen auszuführen

3.4

Hubwerk

3.4.1

Trommelhubwerk

ein Hubwerk mit einer Trommel, auf der Tragseile ein- oder mehrlagig aufgewickelt werden

3.4.2

Treibscheibenhubwerk

eine Anordnung, bei der das Drahtseil durch die Reibung zwischen Drahtseil und Treibscheibe ohne Vorspannkraft bewegt wird

3.4.3

Doppeltreibtrommel-Hubwerk

ein Hubsystem zum Heben und Senken des Tragseils, bei dem das Seil zwei gerillte Treibtrommeln mehrfach umschlingt, ehe es auf einen Drahtseilwickler aufgewickelt wird, wodurch auf das Treibtrommelsystem eine Vorspannkraft einwirkt

3.4.4

Schreithubwerk

ein Hubwerk, bei dem die Zugvorrichtung aus zwei Klemmbackenpaaren besteht

3.4.5

Antrieb

die Quelle der Antriebskraft für das Hubwerk (zum Beispiel elektrische, hydraulische oder pneumatische Motoren und hydraulische Heber)

3.4.6

Nenngeschwindigkeit

die mittlere während der Auf- und Abwärtsbewegung des PAM unter Nennbelastung, bei Nennleistung und über eine Fahrstrecke von mindestens 10 m gemessene Geschwindigkeit

3.4.7

Betriebsbremse

eine mechanische Bremse, die selbsttätig durch gespeicherte Energie (zum Beispiel Federkraft) wirkt, solange sie nicht durch eine extern gespeiste Kraft (elektrisch, hydraulisch, pneumatisch, usw.) vom Bediener oder automatisch gelöst wird

3.4.8

Sicherheitsvorrichtung

eine Vorrichtung, die im Notfall (zum Beispiel Bruch des Tragseils oder Ausfall eines Hubwerks) die Abwärtsbewegung des PAM stoppt

3.4.8.1

Fangvorrichtung

eine Vorrichtung, die direkt auf ein zweites Drahtseil wirkt und das PAM selbsttätig stoppt und hält

3.4.8.2

Sicherheitsbremse

eine Bremse, die direkt auf Trommel, Treibscheibe oder End-Antriebswelle wirkt, um die Abwärtsbewegung des PAM zu stoppen

3.4.9

Schräglagenüberwachung

eine Einrichtung, die erkennt, dass die Längsneigung des PAM einen vorgegebenen Winkel überschreitet

3.4.10

antriebsloses Ablassen

ein handbedientes System, das ein kontrolliertes Ablassen eines kraftbetriebenen PAM ermöglicht

3.4.11

Handhebel/Handrad/Handgriff

eine Vorrichtung am Hubwerk, mit der das PAM von Hand nach oben oder unten gefahren werden kann

3.4.12

Drahtseilwickler

eine Speichertrommel, auf die ein Drahtseil aufgewickelt wird

3.4.13

Kabelwickler

eine Speichertrommel, auf die ein Elektrokabel aufgewickelt wird

3.4.14

Hubbetriebszyklus (nur für Testzwecke)

ein Zyklus besteht aus dem Heben und Senken über eine vertikale Mindeststrecke, auf der das Drahtseil entweder

- durch alle seilführenden Teile des Treibscheibenhubwerks (einschließlich Seilumlenkrollen und Aufwickelsystem) läuft, oder
- viermal das Trommelhubwerk und die zugehörigen Seilumlenkrollen durchläuft

3.4.15

PAM-Hubwerk

ein Hubwerk, das an dem PAM befestigt ist

3.4.16

Dachhubwerk

ein Hubwerk, das an einer Aufhängekonstruktion oder in einem Dachfahrzeug befestigt ist

3.4.17

Hubkraftbegrenzer

eine Einrichtung, die selbsttätig anspricht und die Aufwärtsbewegung des PAM stoppt, wenn die Zugkraft im Tragseil die Auslöseschwelle erreicht hat

3.4.18

Auslöseschwelle

die statische Last, bei welcher der Hubkraftbegrenzer anspricht

3.5

Personenaufnahmemittel

3.5.1

Personenaufnahmemittel (PAM)

der Teil der Anlage, der Personen und Lasten aufnimmt

3.5.1.1

Arbeitskorb

ein PAM, das von nur einer Aufhängung getragen wird

3.5.1.2

zweipunktaufgehängte Arbeitsbühne

ein PAM, das von zwei Aufhängungen getragen wird

3.5.1.3

mehrpunktaufgehängte Arbeitsbühne

ein PAM, das von drei oder mehr Aufhängungen getragen wird und keine Gelenke besitzt

3.5.1.4

gelenkige durchlaufende Arbeitsbühne

ein langes PAM mit mehr als zwei Aufhängepunkten, das aus mehreren gelenkig miteinander verbundenen Abschnitten besteht, um Zugkraft in jedem der Tragseile zu gewährleisten

3.5.1.5

mehrstöckige Arbeitsbühne

ein PAM, das aus zwei oder mehr Arbeitsebenen besteht, die vertikal miteinander verbunden sind (siehe Bild 17)

3.5.1.6

Arbeitssitz

ein für nur eine Person vorgesehenes PAM, das von einer Aufhängung getragen wird

3.5.1.7

auskragende Arbeitsbühne

ein PAM, bei dem der Boden über den Aufhängepunkt hinausragt

3.5.2

Fassaden-Führung

ein System, bei dem das PAM durch Führungsschienen oder andere Vorrichtungen am Bauwerk gehalten wird. Es begrenzt die vom Wind verursachten seitlichen Bewegungen des PAM

3.5.3

Tragseil-Führung

am Bauwerk angebrachte vertikale Reihe von Ankerpunkten mit Verbindungselementen zum Tragseil, die beim Abwärtsfahren angebracht und beim Aufwärtsfahren wieder entfernt werden (siehe Bild 19)

3.5.4

Anschlagpunkt

am PAM befindliche Einrichtung, an der Winde/Tragseil und Sicherheitsseil/Fangvorrichtung unabhängig voneinander befestigt werden

3.6

Lasten

3.6.1

Gesamt-Hängelast

TSL

die auf die Aufhängung einwirkende statische Last, die sich aus der Nutzlast des PAM, dem Eigengewicht des PAM, der Zusatzausrüstung, den Drahtseilen und, falls vorhanden, den Elektrokabeln zusammensetzt

3.6.2

Nutzlast

RL

die maximale Last, die das PAM entsprechend der Auslegung des Hersteller tragen kann. Die Nutzlast umfasst Personen und Lasten

3.6.3

maximale Betriebslast

WLL

die maximale Last, für die einzelne Teile der Anlage vom Hersteller ausgelegt wurden. Die maximale Betriebslast wird vom Hersteller angegeben

3.6.4

Betriebskoeffizient

das arithmetische Verhältnis zwischen der vom Hersteller garantierten Last, die ein Geräteteil oder das SAE aushalten kann, und der auf einem Geräteteil oder SAE angegebenen maximalen Betriebslast *WLL*

3.6.5

Prüfkoeffizient

das arithmetische Verhältnis zwischen der Last, mit der die statischen bzw. dynamischen Prüfungen am SAE oder einem Geräteteil durchgeführt werden, und der am SAE oder einem Geräteteil angegebenen maximalen Betriebslast *WLL*

3.6.6

statische Prüfung

eine Prüfung, bei der das SAE oder Geräteteil zuerst untersucht und dann mit einer Last beaufschlagt wird, die der maximalen Betriebslast *WLL* — multipliziert mit dem entsprechenden statischen Prüfkoeffizienten — entspricht. Nachdem diese Last wieder weggenommen wurde, wird das Gerät erneut auf mögliche Beschädigungen untersucht

3.6.7

dynamische Prüfung

eine Prüfung, bei der das SAE bei maximaler Betriebslast *WLL* in allen vorgesehenen Aufbauversionen betrieben wird. Hierbei wird das dynamische Verhalten des SAE in Betracht gezogen, um zu prüfen, ob das SAE und die Sicherheitseinrichtungen ordnungsgemäß funktionieren

3.7

Drahtseile

3.7.1

Ausnutzungskoeffizient

das Verhältnis zwischen der garantierten Bruchlast eines Drahtseils und der maximalen statischen Last, mit der dieses Seil beaufschlagt werden soll

3.7.2

garantierte Bruchlast

die vom Hersteller garantierte Bruchlast eines Drahtseils

3.7.3

Tragseil

ein Drahtseil, das betriebsmäßig die vorgesehene Last trägt

3.7.4

Sicherheitsseil

ein Drahtseil, das zusammen mit einer Fangvorrichtung installiert wird, betriebsmäßig aber keine Last trägt

3.7.5

Einseiltragsystem

hier werden zwei Drahtseile am gleichen Aufhängepunkt angeschlagen. Ein Seil ist das Tragseil, das andere ist das Sicherheitsseil

3.7.6

Zweiseiltragsystem

es werden zwei Drahtseile am selben Aufhängepunkt angeschlagen. Jedes Seil trägt dabei einen Teil der angehängten Last

3.8

Aufhängekonstruktion

3.8.1

Aufhängekonstruktion

der Teil der Anlage (ohne Fahrbahn), an dem das PAM aufgehängt ist

3.8.2

Dachfahrwagen

eine auf Rädern montierte verfahrbare Aufhängekonstruktion

3.8.3

Aufhängepunkt

der Teil der Aufhängekonstruktion, an dem Tragseil, Sicherheitsseil, Umlenkrollen oder Hubwerke unabhängig voneinander angeschlagen werden

3.8.4

Kippkante

gedachte Linie bei der Berechnung des Standmoments/Kippmoments der Aufhängekonstruktion

3.8.5

Stand Sicherheitsbeiwert

Faktor, mit dem das Kippmoment multipliziert wird

3.8.6

Standmomentanteil

der Teil der Aufhängekonstruktion, der sich auf der Bauwerkseite der Kippkante befindet

3.8.7

Kippanteil

der Teil der Aufhängekonstruktion, der von der Kippkante aus über die Bauwerkskante hinausragt

3.8.8

Gegengewichte

an der Aufhängekonstruktion befestigte Gewichte, die das Kippmoment ausgleichen

3.8.9

Gegengewichtsdachausleger

ein Ausleger, dessen Standsicherheit durch Gegengewichte sichergestellt wird

3.8.10

formschlüssig verankerte Aufhängekonstruktion

eine Konstruktion, bei der die Standsicherheit durch formschlüssige Verankerung sichergestellt ist

3.8.11

stationäre Aufhängekonstruktion

eine Konstruktion, die aufgebaut und befestigt wird, bevor das PAM angehängt wird

3.8.12

Brüstungszange

an einer Brüstung angebrachte Konstruktion, deren Lage und Verankerung von der Brüstung abhängt

3.8.13

verankerter Ausleger

eine am Dach verankerte Konstruktion (siehe Bild 12)

3.8.14

Fahrschiene

üblicherweise auf einem Dach angebrachte Schiene, die einen Dachfahrwagen trägt und führt

3.8.15

Führungsschiene

üblicherweise auf einem Dach angebrachte Schiene, die einen Dachfahrwagen führt

3.8.16

Einzelschiene

eine üblicherweise auf Dachhöhe entlang dem Bauwerksumfang angebrachte Schiene, die eine Laufkatze bzw. einen Fahrwagen trägt und führt

3.8.17

Laufkatze/Fahrwagen

Eine entlang einer Einzelschiene laufende Konstruktion mit Rädern, mit der ein PAM an eine Einzelschiene gehängt wird und mit der das PAM verfahren werden kann

3.8.18

Heben

alle Handlungen, die ein PAM auf eine höhere Ebene bringen

3.8.19

Senken

alle Handlungen, die ein PAM auf eine tiefere Ebene bringen

3.8.20

PAM-Drehung

eine kreisförmige Bewegung des PAM um eine vertikale Achse, die durch das PAM hindurchgeht

3.8.21

Schwenken der Aufhängekonstruktion

eine kreisförmige Bewegung der Aufhängekonstruktion um eine vertikale Achse

3.8.22

Fahren

die Längsbewegung einer Aufhängekonstruktion

3.8.23

Wippen

eine Drehbewegung der Auslegerarme um eine horizontale Achse zur Positionierung des PAM

3.8.24

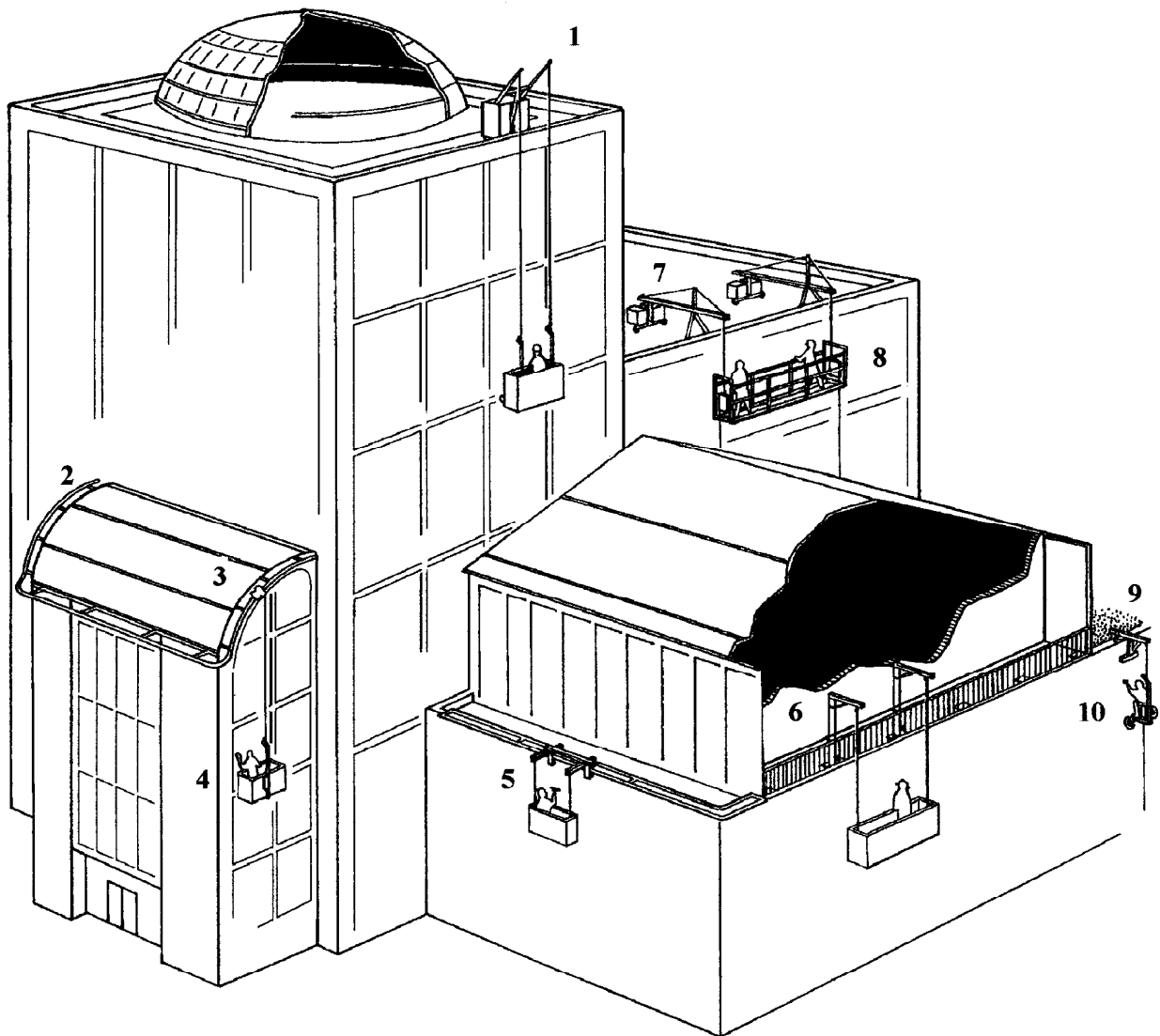
Auslegerteleskopierung

Bewegung zum Verlängern oder Verkürzen eines Auslegers

3.8.25

Auslegerschwenkung

eine Drehbewegung des Auslegerarms um die Aufhängekonstruktion herum



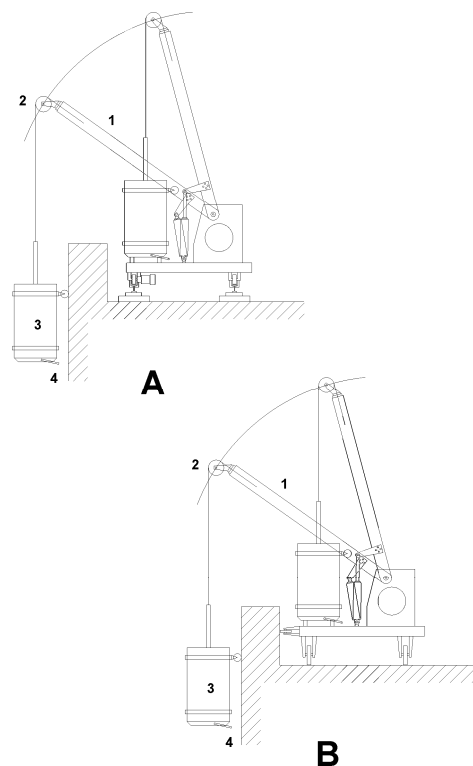
Legende

- | | |
|-----------------|-----------------------------|
| 1 Dachfahrwagen | 6 Verankerter Ausleger |
| 2 Einzelschiene | 7 Gegengewichtsdachausleger |
| 3 Laufkatze | 8 Personenaufnahmemittel |
| 4 Arbeitskorb | 9 Brüstungszange |
| 5 Fahrwagen | 10 Arbeitssitz |

Fassadenauzug

Temporäres PAM

Bild 1 — Beispiele unterschiedlicher PAM-Typen



Legende

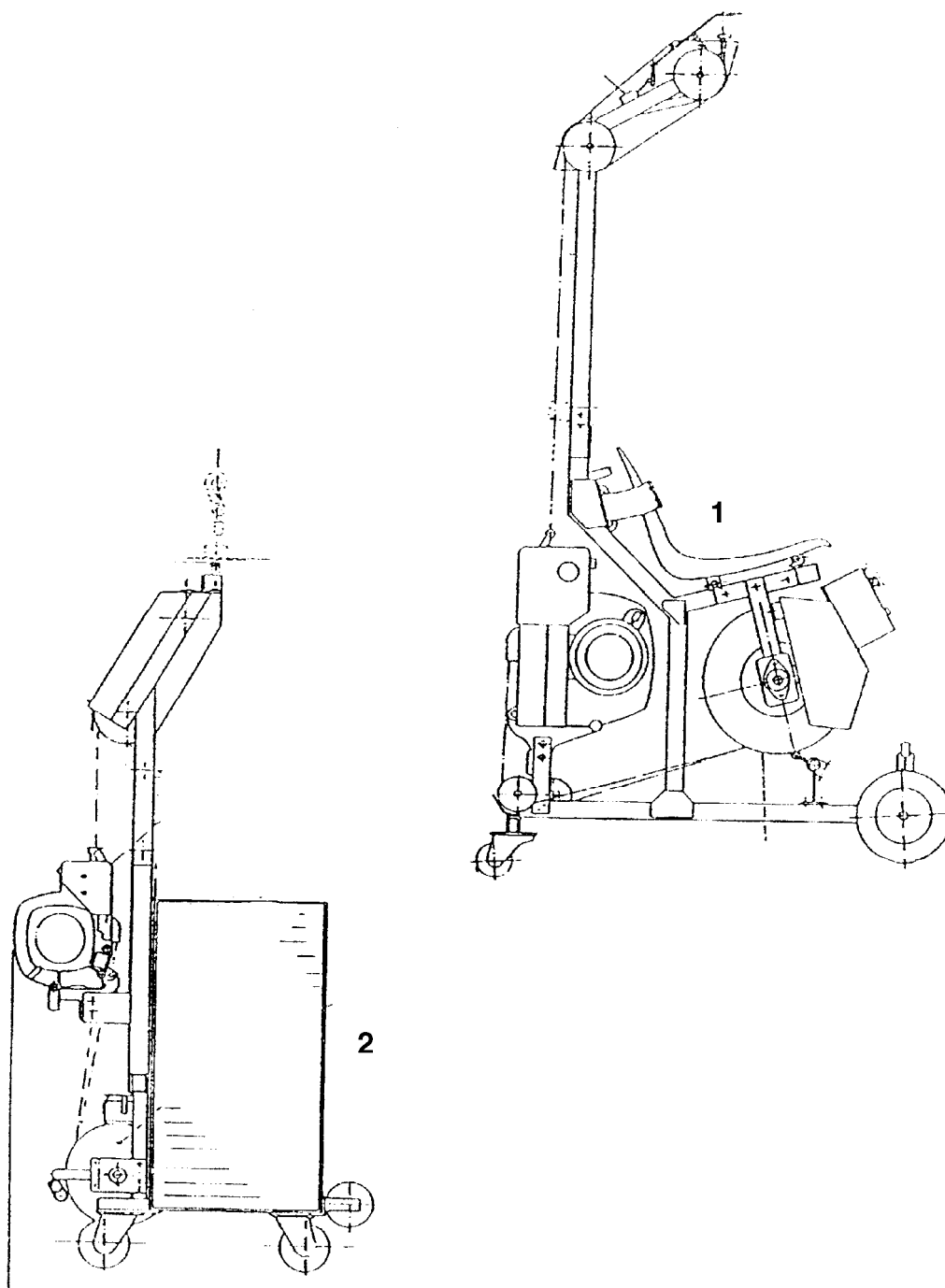
- | | | | |
|---|--------------|---|------------------------------|
| 1 | Wippausleger | 3 | Personenaufnahmemittel (PAM) |
| 2 | Umlenkrolle | 4 | Bodentaster |

A auf Schienen, B auf Betonfahrbahn

Bild 2 — Beispiele kraftbetriebener Dachfahrwagen



- ### Bild 3 — Beispiel einer Arbeitsbühne



Legende

1 Arbeitssitz

2 Arbeitskorb

Bild 4 — Beispiel eines Arbeitskorbes und eines Arbeitssitzes

3.9 Symbole und Abkürzungen

A	Windangriffsfläche	(m ²)
a	Durchbiegung des PAM unter Last	(mm)
B	Breite des PAM	(m)
b	Bleibende Durchbiegung des PAM	(mm)
BMU	Fassadenaufzug	(–)
c	Formfaktor	(–)
C_{wr}	Betriebskoeffizient für die Aufhängekonstruktion	(–)
D	Durchmesser der Umlenkrolle oder Trommelwinde	(mm)
d	Nenn Durchmesser des Drahtseils	(mm)
F	Kraft	(N)
F_h	Horizontalkraft	(N)
F_o	Kleinste garantierte Bruchlast des Drahtseils	(N)
F_v	Vertikalkraft	(N)
F_s	Scherkraft	(N)
F_{w1}	Windkraft bei Betrieb	(N)
F_{w2}	Windkraft bei Nichtbetrieb	(N)
H	Durchmesser Verhältnis	(–)
L	Länge des PAM	(m)
L_b	Abstand zwischen der Kippkante und dem Punkt, in dem das Eigengewicht der Aufhängekonstruktion wirkt	(m)
L_c	Länge des ausragenden Teils des PAM	(m)
L_f	Freie Stützweite des Handlaufes zwischen zwei senkrechten Stützen	(m)
L_i	Stabilisierende Hebelarmlänge	(m)
L_o	Ausladung	(m)
L_{pi}/L_{po}	horizontaler Abstand zwischen Kippkante und Angriffspunkt von SWP/W	(m)
L_s	Abstand zwischen den Bolzen oder Auflagern, die dem Kippmoment entgegenwirken	(m)
$L_{mi}/L_{mo}/L_{si}/L_w$	Horizontaler Abstand zwischen der Kippkante und den Angriffspunkten von SL , M_i , M_o und F_w	(m)
M_c	Gewicht der Elektrokabel	(kg)
M_e	Mindestgewicht der persönlichen Ausrüstung	(kg)
M_i	Stabilisierende Gewichtsanteile der Aufhängekonstruktion	(kg)
M_m	Materialgewicht auf der Arbeitsbühne	(kg)
M_o	Kippend wirkende Gewichtsanteile der Aufhängekonstruktion	(kg)
M_p	Angenommenes Gewicht einer Person	(kg)
M_w	Gewicht der Gegengewichte	(kg)
M_{wr}	Gewicht der Drahtseile bei vollständig abgelassenem PAM	(kg)
n	Anzahl der Personen im PAM	(–)

N_r	Anzahl der Drahtseile oder Einscherungen, die das PAM tragen	(–)
q	Winddruck	(N/m ²)
R_a	Rauheit	(μm)
RF	Mindesttragfähigkeit des PAM-Bodens	(kg/m ²)
R_h	Horizontale Reaktionskraft auf die Aufhängekonstruktion	(N)
RL	PAM-Nutzlast	(kg)
R_v	Vertikale Reaktionskraft auf die Aufhängekonstruktion	(N)
S	Maximale statische Zugkraft im Drahtseil	(N)
S_a	PAM-Bodenfläche	(m ²)
SAE	Hängendes Personenaufnahmemittel	(–)
S_d	Stoßfaktor	(–)
SWR	Gewicht der Aufhängekonstruktion	(kg)
SWP	Gewicht des PAM	(kg)
T	Länge, über welche die Last verteilt wird	(m)
T_m	Maximale Zugkraft im Drahtseil	(N)
TSL	Gesamte hängende Last	(kg)
TSP	Vorübergehend errichtete Hängende Personenaufnahmemittel	(–)
v	Windgeschwindigkeit	(m/s)
W	Nutzlast auf der auskragenden Bodenfläche	(kg)
WLL	Maximale Betriebslast	(kg)
W_{td}	Dynamische Prüflast	(kg)
W_{ts}	Statische Prüflast	(kg)
Z_p	Ausnutzungskoeffizient des Drahtseils	(–)
σ_E	Fließgrenze	(N/mm ²)
σ_R	Bruchgrenze	(N/mm ²)
σ_a	Zulässige Spannung	(N/mm ²)
ν_E	Sicherheitskoeffizient bezogen auf die Fließgrenze	(–)
ν_R	Sicherheitskoeffizient bezogen auf die Bruchgrenze	(–)

4 Liste der Gefährdungen

Dieses Kapitel beschreibt Gefahren und gefährliche Situationen, die durch Gefahrenanalysen erkannt werden, die für SAE von Bedeutung sind, und bei denen zur Beseitigung oder Verringerung der Gefahr Maßnahmen erforderlich sind.

Eine Gefahr, die nicht erheblich ist (NR), nicht von Bedeutung ist (NS) oder nicht behandelt wird (ND), hat in der Anforderungsspalte von Tabelle 1 keinen Hinweis auf ein entsprechendes Kapitel.

Tabelle 1 — Liste der Gefährdungen

Zeilen- nummer	Gefährdungen	Entsprechende Abschnitte in dieser Norm
1	Mechanische Gefährdungen durch	
1.1	Maschinenteile oder Werkstücke, z. B.	
1.1.1	Form	7.1.6, 9.3.1
1.1.2	Gewicht und Standsicherheit (potentielle Energie von Elementen, die sich unter dem Einfluss der Schwerkraft bewegen können)	<i>Siehe Zeile 27.1.1 in dieser Tabelle</i>
1.1.3	Unzureichende mechanische Festigkeit	<i>Siehe Zeile 27.4 in dieser Tabelle</i>
1.2	Ansammlung von Energie im Inneren der Maschine, z. B.	
1.2.1	Gespannte elastische Elemente (Federn) in Drahtseilwicklern	14.7
1.2.2	Flüssigkeiten und Gase unter Druck	10.2
1.3	Elementare Formen mechanischer Gefahren	
1.3.1	Gefährdung durch Quetschen wegen fehlenden Freiraums	9.2.1.5
1.3.2	Gefährdung durch Scheren	8.1.4, 8.10.6
1.3.3	Gefährdung durch Schneiden oder Abschneiden	8.1.4, 8.10.6
1.3.4	Gefährdung durch Erfassen oder Aufwickeln	8.1.4
1.3.5	Gefährdung durch Einziehen oder Fangen	8.3.4
1.3.6	Gefährdung durch Stoß beim Pendeln des PAM gegen eine Wand	7.7, 7.8
1.3.7	Gefährdung durch Durchstich oder Einstich	NS
1.3.8	Gefährdung durch Reibung oder Abrieb	NS
1.3.9	Gefährdung durch Eindringen oder Herausspritzen von Flüssigkeiten unter hohem Druck	10.2
2	Elektrische Gefährdungen durch	
2.1	Direkte Berührung von Personen mit unter Spannung stehenden Teilen (direkter Kontakt) muss entsprechend dem Schutzgrad betrachtet werden	10.1.5
2.2	Berührung von Personen mit Teilen, die durch Fehlzustände spannungsführend geworden sind (indirekter Kontakt) muss betrachtet werden in Bezug auf: Schutz des elektrischen Anschlusses Durchgängigkeit des Schutzleiters	10.1.2 14.4
2.3	Annäherung an unter Hochspannung stehende Teile	ND
2.4	Elektrostatistische Vorgänge	NR
2.5	Thermische Strahlung oder andere Vorgänge wie das Herausschleudern geschmolzener Teilchen oder chemische Vorgänge bei Kurzschlüssen, Überlastungen, usw.	NS
3	Thermische Gefährdungen, die bei möglichem Kontakt zu Verbrennungen bei Personen führen	NS
4	Gefährdungen durch Lärm	9.1.4.1
5	Gefährdungen durch Vibration	NS

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Zeilen- nummer	Gefährdungen	Entsprechende Abschnitte in dieser Norm
6	Gefährdungen durch Strahlung	ND
7	Gefährdungen durch Werkstoffe und andere Stoffe	ND
8	Gefährdungen durch Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze bei der Gestaltung der Maschine, z. B.	
8.1	Ungesunde Körperhaltung oder übermäßige Anstrengung: lichte Mindesthöhe maximal erforderliche Kraft für Kurbeln oder Hebel Höchstgewicht von Hand zu tragender Teile	7.6.3, 7.5.2 8.2.2, 8.2.3 9.3.2, 9.3.4
8.2	Ungenügende Berücksichtigung der Anatomie von Hand/Arm und Fuß/Bein: Abmessungen des PAM	7.1
8.3	Nachlässige Benutzung der persönlichen Schutzausrüstung	14.6
8.4	Unzureichende örtliche Beleuchtung	14.6
8.5	Psychische Belastung durch Über- oder Unterforderung	14.6
8.6	Menschliches Versagen, menschliches Verhalten Unbeabsichtigter Steuerbefehl des Bedieners Zusammenbau modularer PAM mit verwechslungssicheren Verbindungen	11.2 11.1, 11.3, 11.4, 11.5 7.2.1
9	Kombinationen von Gefährdungen	ND
10	Unerwarteter Anlauf, unerwartetes Durchdrehen/Überdrehen	
10.1	Fehler/Störungen im Steuerungssystem können dazu führen, dass: Personen im PAM gefangen sind; das PAM unbeabsichtigte Bewegungen ausführt	11.8 11.8
10.2	Wiederherstellung der Energiezuführung nach einer Unterbrechung	11.8
10.3	Äußere Einflüsse auf elektrische Betriebsmittel	10.1.5, 11.8
10.4	Andere äußere Einflüsse	Anhang D
10.5	Programmfehler	11.8
10.6	Bedienungsfehler (zurückzuführen auf unzureichende Anpassung der Maschine an menschliche Eigenschaften und Fähigkeiten)	NR
11	Die Maschine kann nicht unter bestmöglichen Bedingungen gestoppt werden	8.1.6, 8.3.2, 11.1, 11.6, 11.8
12	Änderungen der Drehzahl von Werkzeugen	NR
13	Ausfall der Energieversorgung	8.3.4, 9.2.2.2
14	Ausfall des Steuerkreises	11.8
15	Fehlerhafte Montage	7.2.1, 14.4
16	Bruch beim Betrieb	11.8, 14.6
17	Herabfallende oder herausgeschleuderte Gegenstände oder Flüssigkeiten	7.1
18	Verlust der Standsicherheit/Umkippen der Maschine	Siehe Zeile 27.1.1 in dieser Tabelle

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Zeilen- nummer	Gefährdungen	Entsprechende Abschnitte in dieser Norm
19	Personen rutschen aus, stolpern und fallen	<i>Siehe Zeile 27.2 in dieser Tabelle</i>
	Weitere Gefährdungen und gefährliche Ereignisse aufgrund von Bewegungen	
20	Im Zusammenhang mit der Fahrbewegung	
20.1	Zu hohe Geschwindigkeit mitgängergesteuerter Maschinen	9.2.1.6.1
20.2	Übermäßiges Pendeln des PAM bei der Bewegung	9.2.1.6.1, 9.2.1.7, 9.2.1.8.1
20.3	Unzureichende Möglichkeit, die Maschine zu verlangsamen, anzuhalten und stillzusetzen	8.1.6, 8.3.2, 8.3.3, 9.2.1.6.2, 9.2.1.8.2
21	Im Zusammenhang mit dem Arbeitsplatz	
21.1	Personen stürzen beim Zugang zum oder vom Arbeitsplatz	9.2.2.2, 9.2.3.2
21.2	Mechanische Gefährdungen am Arbeitsplatz: Kontakt mit den Rädern Kontakt von Personen mit der Maschine Mitgängergesteuerte Maschinen	9.2.1.5 9.2.1.6.4 9.2.1.6.3
21.3	Unzureichende Sicht vom Arbeitsplatz aus	ND
21.4	Ungeeignete Sitzmöglichkeit	7.6
22	Verursacht durch die Steuerung	
22.1	Ungeeignete Anordnung der Steuerungen/Steuerungsgeräte	11.4
23	Verursacht durch den Umgang mit der Maschine, fehlende Standsicherheit	14.3
24	Verursacht durch die Energiequelle und die Energieübertragung	
24.1	Gefährdungen durch Batterien	9.1.4.3
25	Durch/für dritte Personen	
25.1	Unbefugtes Ingangsetzen/Benutzen	9.3.3.2, 11.4, 14.6
25.2	Optische oder akustische Warneinrichtungen fehlen oder sind ungeeignet	8.3.5.7, 9.2.1.6.3, 13
26	Unzureichende Anweisungen für den Bediener	14.6
	Weitere durch Hebevorgänge verursachte Gefährdungen und gefährliche Ereignisse	
27	Mechanische Gefährdungen und gefährliche Ereignisse	
27.1	Durch Abstürzen verursachte Gefahren wegen:	
27.1.1	Fehlender Standsicherheit auf Grund von: — übermäßiger Ausladung — unzureichender Anzahl von Gegengewichten — falscher Lage und Befestigung der Gegengewichte — unzureichender Tragfähigkeit des Bauwerks	13.2.5 6.5 9.2.1.9, 9.3.3.2 14.4

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Zeilen-nummer	Gefährdungen	Entsprechende Abschnitte in dieser Norm
27.1.2	Unkontrollierte Beladung, Überlast, Kippmomente überschritten wegen: — unbekannten Lastgewichts — Verhakens des PAM — des Zusammenspiels von zwei oder mehr Hubwerken bei ungleichmäßiger Lastverteilung auf dem PAM — Lastschwingungen im Seil durch schnelles Umschalten der AUF/AB-Bedienelemente	8.3.5
27.1.3	Unkontrollierte Vergrößerung von Bewegungen	8.3.10, 9.1.1
27.1.4	Unerwartetes/unbeabsichtigtes Bewegen von Lasten	8.9.1
27.1.5	Unzureichende Befestigungsmittel/Zubehörteile	8.1.6, 8.3.2, 8.3.3
27.2	Gefahren beim Anheben von Personen und durch Abstürzen müssen betrachtet werden in Bezug auf:	
27.2.1	Boden, seitliche Handläufe sowie Knie- und Fußleisten des PAM	7.1, 7.4, 7.6
27.2.2	Überwachung der PAM-Lage	8.3.8, 8.9.3
27.2.3	Sicherer Zugang zum PAM	7.4, 9.2.3.2
27.2.4	Sicherer Zugang zu den Anschlagpunkten der Drahtseile	9.2.3.3
27.2.5	Vom PAM fallende Gegenstände, Materialien	7.1, 7.2.3
27.3	Durch Entgleisen	9.2.1
27.4	Durch unzureichende mechanische Festigkeit von Bauteilen	6
27.5	Durch ungeeignete Konstruktion von Seilrollen und Hubwerken	8
27.6	Durch ungeeignete Auswahl/Einbeziehung von Ketten, Seilen und Hebezeugzubehör in die Maschine	6.6, 6.8
27.7	Durch Ablassen der Last mittels Reibungsbremse	8.1.6
27.8	Durch unübliche Verhältnisse in Bezug auf Zusammenbau und Prüfung bzw. Gebrauch und Instandhaltung. Mischung von ungeeigneten Bauteilen	14.2, 14.4
27.9	Durch Einwirkung der Last auf Personen (Stoß durch Last oder Gegengewicht)	8.1.2, 9.3.3.2
28	Elektrische Gefährdungen	
28.1	Durch Blitzschlag	14.2
29	Gefährdungen durch Vernachlässigung ergonomischer Gestaltungsgrundsätze	Siehe Zeile 8.1 in dieser Tabelle
29.1	Unzureichende Sichtverhältnisse für den Bediener	NS

5 Sicherheitsanforderungen bzw. -maßnahmen

Das SAE muss die in den Abschnitten 6 bis 14 aufgeführten Anforderungen erfüllen.  Bei Gefahren, die von dieser Europäischen Norm nicht abgedeckt sind, müssen die Geräte darüber hinaus EN ISO 12100-1 bzw. EN ISO 12100-2 angemessen erfüllen. 

6 Konstruktions-, Festigkeits- und Standsicherheitsberechnungen

6.1 Allgemein

Die Berechnungen müssen gemäß den üblichen Berechnungsvorschriften und Ingenieurpraktiken durchgeführt werden und, wenn erforderlich, die Auswirkung elastischer Verformungen beinhalten. Alle Arten von Materialfehlern, einschließlich Ermüdung und Verschleiß, müssen berücksichtigt werden.

In Abwesenheit einer harmonisierten Norm wird Bezug genommen auf sachbezogene FEM-Regeln für die Berechnung von Hebezeugen. Die Lastfälle werden in der folgenden Norm spezifiziert:

FEM 9.511 Einstufung der Triebwerke;

FEM 9.341 Örtliche Trägerbeanspruchung;

FEM 1.001, Heft 2. Einstufung und Belastungen der Tragwerke und Triebwerke;

FEM 1.001, Heft 3. Berechnung der Spannungen im Triebwerk;

FEM 1.001, Heft 4. Festigkeitsnachweise und Auswahl von Triebwerksteilen.

Die Konstruktionsberechnungen müssen entsprechend dem Verfahren der zulässigen Spannungen durchgeführt werden. Bei Anwendung des Grenzzustandsverfahrens muss sich das gleiche Sicherheitsniveau ergeben.

6.2 In der Berechnung erlaubter Sicherheitsspielraum

6.2.1 Berechnung der Spannungen

Siehe auch FEM 1.001 Heft 3.

Für die in Tabelle 2 definierten drei Lastfälle wird die Berechnung der einzelnen Bauteile dargestellt. Für die kritischen Belastungen wird ein Sicherheitsspielraum angegeben, der die folgenden drei Fehlerzustände berücksichtigt:

- Fließgrenze überschritten
- kritische Knicklast überschritten
- Dauerfestigkeitsgrenze überschritten

6.2.1.1 Stahlsorte, bei der das Verhältnis zwischen Fließgrenze σ_E und Bruchgrenze σ_R kleiner als 0,7 ist (siehe FEM 1.001, Heft 2, wenn das Ergebnis größer als 0,7 ist).

Sofern in dieser Norm nicht anders angegeben, darf die berechnete Spannung die zulässige Spannung σ_a nicht überschreiten, die sich aus der Division von σ_E durch einen von den in Tabelle 2 aufgeführten Lastfällen abhängigen Wert von ν_E ergibt.

Tabelle 2 — Wert von ν_E

	Lastfall 1	Lastfall 2	Lastfall 3
Wert von ν_E	1,5	1,33	1
zulässige Spannung σ_a	$\sigma_E/1,5$	$\sigma_E/1,33$	σ_E
Lastfall 1: Betriebszustand, PAM mit Nutzlast, unter Windlast.			
Lastfall 2: unter gelegentlich auftretenden Bedingungen, zum Beispiel statische oder dynamische Prüfungen, Ansprechen des Hubkraftbegrenzers.			
Lastfall 3: unter außergewöhnlichen Bedingungen, zum Beispiel Ansprechen der Sicherheitsvorrichtung oder „außer-Betrieb-Wind“.			

6.2.1.2 Dauerfestigkeitsnachweis

Für Konstruktionen, die einer Dauerbeanspruchung ausgesetzt sind, zeigt Tabelle 3, welche übliche Anzahl Zyklen und welches Lastkollektiv zu berücksichtigen ist.

Tabelle 3 — Parameter für den Festigkeitsnachweis

PAM-Typ	Anzahl Lastzyklen	Lastkollektiv
TSP	30 000 (U1)	Q3
BMU	60 000 (U2)	Q4

6.2.2 Spannungsermittlung

Bei der Berechnung mechanischer Teile wird geprüft, ob sie ausreichende Sicherheit bezüglich der aus Bruch, Knicken, Ermüdung und Verschleiß herrührenden Ausfallarten besitzen.

6.2.2.1 Bruchsicherheitsnachweis

Der Bruchsicherheitsnachweis mechanischer Teile wird geführt, indem geprüft wird, ob die berechnete Spannung die zulässige Spannung nicht überschreitet, wobei die Bruchspannung des verwendeten Materials berücksichtigt wird.

Der Wert der zulässigen Spannung σ_a ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_R}{\nu_R}$$

Tabelle 4 — Parameter für den Bruchsicherheitsnachweis

	Lastfall 1	Lastfall 2	Lastfall 3
Wert von ν_R	4	2,2	1,5
zulässige Spannung	$\sigma_R/4$	$\sigma_R/2,2$	$\sigma_R/1,5$

6.2.2.2 Dauer- und Zeitfestigkeitsberechnung

Für mechanische Teile, die einer Dauerbeanspruchung ausgesetzt sind, zeigt Tabelle 5, welche übliche Anzahl Zyklen und welches Lastkollektiv zu berücksichtigen ist.

Tabelle 5 — Parameter für Festigkeits- und Verschleißnachweise

PAM-Typ	Anzahl Lastzyklen	Gesamt-Betriebszeit (Stunden)	Lastkollektiv
TSP	30 000	2 000 (T4)	L3
BMU	60 000	4 000 (T5)	L4

6.3 Rechnerische Belastungen und Kräfte

6.3.1 Allgemeines

Die Nutzlast RL des PAM sowie die maximal auf der Plattform zulässige Anzahl Personen müssen vom Hersteller angegeben werden.

Da es sich bei den vorübergehend errichteten PAM (TSP) um modulare Geräte handelt, muss die maximale Betriebslast WLL der Aufhängekonstruktion und ihrer Zubehörteile gleich oder größer sein als die maximale Betriebslast WLL der Hubwerke, die wiederum gleich oder größer sein muss als die vom PAM ausgehenden Reaktionskräfte. Die maximale Betriebslast WLL der Hubwerke und der Lastbereich des PAM müssen zueinander passen.

ANMERKUNG Bei der Berechnung der durch diese Norm abgedeckten SAE wird angenommen, dass eine Masse von 1 kg eine Kraft von 10 N erzeugt.

6.3.2 Nutzlast auf dem PAM

6.3.2.1 PAM für eine Person

$$RL = M_p + M_e + M_m \quad (1)$$

PAM für zwei oder mehr Personen:

$$RL = (n \times M_p) + (2 \times M_e) + M_m \quad (2)$$

Dabei ist

$$M_p = 80 \text{ kg und } M_e = 40 \text{ kg.}$$

ANMERKUNG 1 Für M_e werden nur zwei Personen berücksichtigt.

ANMERKUNG 2 Die Berechnung der PAM-Nutzlast bezieht sich auf alle in dieser Norm behandelten Personen-aufnahmemittel.

6.3.2.2 Die Mindesttragfähigkeit RF der Bodenfläche muss 200 kg/m^2 betragen. Die Bodenfläche soll eine über eine Fläche von $0,2\text{m} \times 0,2 \text{ m}$ verteilte Last von 100 kg aushalten.

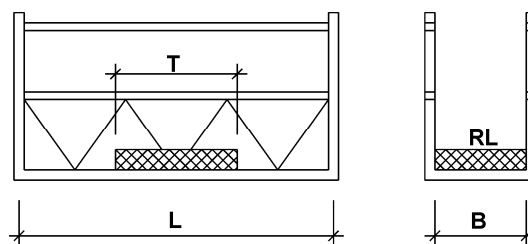


Bild 5 — Nutzlastverteilung

6.3.2.3 Die Nutzlast wird nach Gleichung (1) oder (2) berechnet und über eine Fläche S_a mit der Länge T verteilt.

$$S_a = B \times T \quad (3)$$

$$T = \frac{RL}{B \times RF} \quad (4)$$

6.3.2.4 Einzelpunktaufgehänger Arbeitskorb/Arbeitssitz

Die minimale PAM-Nutzlast muss 120 kg betragen.

6.3.2.5 Zweipunktaufgehängtes PAM

6.3.2.5.1 Zum Nachweis der Festigkeit des PAM muss die PAM-Nutzlast (RL), über die Länge T verteilt, an der ungünstigsten Stelle angesetzt werden.

6.3.2.5.2 Ragt ein zweipunktaufgehängtes PAM über eine Aufhängung hinaus, muss bei der Konstruktion des PAM ein Kipp-Standsicherheitsbeiwert von 2,0 angewandt werden, um ausreichende Standsicherheit zu erreichen, wenn die Last sich auf dem auskragenden Teil befindet.

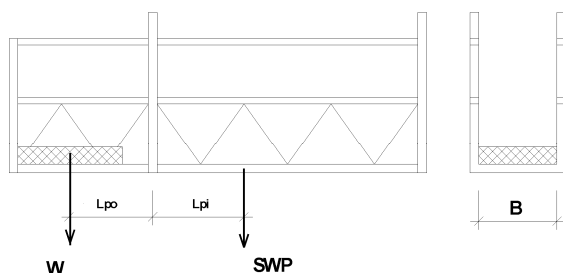


Bild 6 — Auskragende Arbeitsbühne

Berechnung für das Beispiel in Bild 6:

$$SWP \times L_{pi} \geq 2 \times W \times L_{po} \quad (5)$$

$$W = S_a \times RF \leq RL \quad (6)$$

Dabei gilt

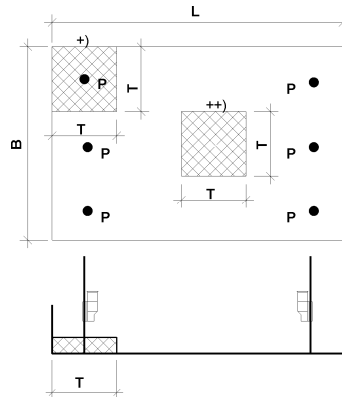
W soll nicht kleiner als 120 kg sein.

6.3.2.6 Mehrpunktaufgehängte Arbeitsbühne und gelenkig durchlaufende Arbeitsbühne

6.3.2.6.1 Die PAM-Nutzlast (RL) wird gemäß Gleichung (1) oder (2) berechnet und über eine Fläche S_a verteilt (siehe Bild 5).

6.3.2.6.2 Bei einer großflächigen Arbeitsbühne mit $T < B$ (siehe Bild 7) ist S_a ein quadratischer Bereich mit einer Seitenlänge von

$$T = \sqrt{\frac{RL}{RF}} \quad (7)$$



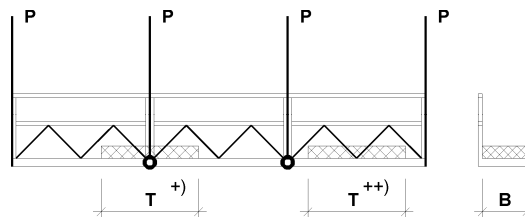
Legende

P Aufhängepunkte

Bild 7 — Beispiel einer mehrpunktaufgehängten Arbeitsbühne

ANMERKUNG In Bild 7 ist die Anordnung der Last an der Stelle +) für die Berechnung der Kraft S in den Tragseilen vorgesehen. Die Anordnung der Last an der Stelle ++ gilt für die Berechnung der Festigkeit der Arbeitsbühne.

6.3.2.6.3 Bei einer gelenkig durchlaufenden Arbeitsbühne muss die PAM-Nutzlast (RL) an der ungünstigsten Stelle angeordnet werden (Beispiel siehe Bild 8).



Legende

P Tragseile

Bild 8 — Beispiel einer gelenkig durchlaufenden Arbeitsbühne

ANMERKUNG In Bild 8 ist die Anordnung der Last an der Stelle +) für die Berechnung der Kraft S in den Tragseilen vorgesehen. Die Anordnung der Last an der Stelle ++ gilt für die Berechnung der Festigkeit der Arbeitsbühne.

6.3.3 Windlast

Bei allen SAE, die mit Personen und Material beladen im Freien eingesetzt werden sollen, muss angenommen werden, dass sie einem Winddruck entsprechend den Angaben in Tabelle 6 ausgesetzt sind.

Tabelle 6 — Winddruck

Winddruck im Betrieb q (N/m ²)	Windgeschwindigkeit v (m/s)
nicht-geführtes PAM 125	14
geführtes PAM 250	20

ANMERKUNG Formbeiwerte für dem Wind ausgesetzte Flächen werden in FEM 1.001, Heft 2, beschrieben.

6.3.3.1 Die Windangriffsfläche einer Einzelperson beträgt $0,7 \text{ m}^2$. Der Flächenschwerpunkt liegt dabei $1,0 \text{ m}$ über dem PAM-Boden.

6.3.3.2 Bei einer Person, die auf einem PAM hinter einer geschlossenen Verkleidung von 1 m Höhe steht, beträgt die Windangriffsfläche $0,35 \text{ m}^2$. Der Flächenschwerpunkt liegt dabei $1,45 \text{ m}$ über dem PAM-Boden. Für das Material auf dem PAM wird eine Windangriffsfläche von 2 m^2 angenommen.

6.3.3.3 Es wird angenommen, dass die Windlasten horizontal im Flächenschwerpunkt der einzelnen SAE-Bauteile wirken.

6.3.3.4 Es wird angenommen, dass die auf das PAM wirkende Windlast an den Aufhängepunkten angreift.

6.3.3.5 Bei BMU (Fassadenaufzügen) ist eine zusätzliche Berechnung für Sturmwindstärken erforderlich, bei denen die Maschine in Parkposition steht.

Tabelle 7 — Sturm

Vorgesehene Höhe über Grund m	Windgeschwindigkeit v m/s	Winddruck q N/m ²
0 bis 20	36	800
20 bis 100	42	1 100
100 bis 150	46	1 300
150	örtliche Gegebenheiten zu berücksichtigen	

6.3.3.6 Es ist rechnerisch nachzuweisen, dass eine Aufhängekonstruktion weder bei Betrieb noch in Parkstellung vom Wind bewegt werden kann. Bei diesem Nachweis wird bei angezogenen Bremsen ein Reibungskoeffizient der Räder von $0,14$ und ohne angezogene Bremsen ein Bewegungswiderstand von 10 N/kN für kugelgelagerte Räder bzw. 15 N/kN für Räder mit Laufbuchsen angenommen. Kann der Dachfahrwagen durch Windkräfte bewegt werden, ist eine Verankerungsvorrichtung erforderlich. Für die Berechnung von Schienenklammern ist der Reibungskoeffizient zwischen Klammer und Schiene mit $0,25$ anzusetzen.

6.3.4 Von Personen ausgeübte Kräfte

6.3.4.1 Für die ersten beiden Personen auf der Arbeitsbühne wird angenommen, dass jede Person mindestens eine Kraft von 200 N auf den Handlauf oder den oberen Rand einer festen Seitenumwehung ausübt. Für jede weitere Person werden 100 N in horizontalen Abständen von 500 mm angenommen.

6.3.4.2 Der Handlauf oder der obere Rand einer festen Seitenumwehung muss ohne bleibende Verformung einer vertikalen Last von 1 kN an der ungünstigsten Stelle widerstehen.

6.3.4.3 Die aus Maschendraht oder Blech bestehenden Seitenwände eines PAM dürfen nicht brechen, wenn an beliebiger Stelle eine Punktlast von 200 N aufgebracht wird.

6.4 PAM-Festigkeitsberechnung

Die Festigkeit des PAM ist für die nachstehenden Lastfälle rechnerisch nachzuweisen:

Lastfall 1: $1,25 \times (RL + SWP)$, siehe 6.3.2

+ $1,25 \times$ Windlasten in Betrieb, siehe 6.3.3

+ $1,25 \times$ von Personen ausgeübte Kräfte, siehe 6.3.4

Lastfall 2: $1,5 \times RL + SWP$

Lastfall 3: zum Beispiel Auslösen der Fangvorrichtung $2,5 \times (RL + SWP)$,

zum Beispiel Kollision des PAM mit einem Hindernis beim Heben (siehe Bild 9) oder Senken (siehe Bild 10)

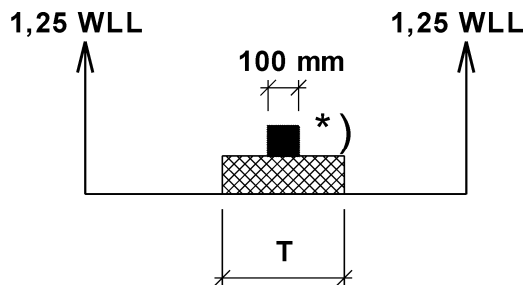


Bild 9 — Hindernis beim Heben

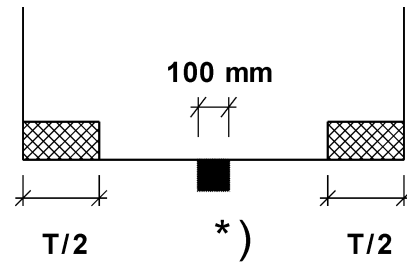


Bild 10 — Hindernis beim Senken

ANMERKUNG 1 Das Hindernis *) muss an der ungünstigsten Stelle liegen.

ANMERKUNG 2 Die Hubkraft wird mit dem 1,25-fachen der maximalen Betriebslast *WLL* der Hubwerke angenommen.

ANMERKUNG 3 Bei dem Gewicht des PAM (*SWP*) muss gegebenenfalls das Gewicht des Drahtseilwicklers berücksichtigt werden.

6.5 Berechnung der Aufhängekonstruktion

6.5.1 Allgemeines

Die Aufhängekonstruktion muss so gestaltet und konstruiert sein, dass sie den angegebenen Lasten bei den statischen und dynamischen Prüfungen sowie allen durch einen Schaden an Hubwerk oder Tragseil verursachten Stoßbeanspruchungen ohne zu brechen widerstehen kann.

Zusätzlich zu einer ausreichenden Standsicherheit muss die Aufhängekonstruktion eine ausreichende Festigkeit gegen seitliche Einwirkungen besitzen oder ausreichend abgesteift sein, um seitliche Schwingungen des PAM parallel zur Bauwerksfassade auszuhalten.

Die Kräfte, die das seitliche Schwingen hervorrufen, können verursacht werden durch Windeinwirkung, Bewegungen des PAM oder Zusatzbeanspruchungen beim Anfahren und Abbremsen des Fahrsystems.

ANMERKUNG Zwischen den beteiligten Parteien muss Einigung erzielt werden, um die auf dem Bauwerk maximal aufzubringende Last (einschließlich der abhebenden) zu bestimmen (siehe Einleitung).

6.5.2 Berechnung für Dachfahrwagen mit Dachhubwerk

6.5.2.1 Festigkeitsberechnung

Die Festigkeit ist für die in Tabelle 8 aufgeführten Lastfälle rechnerisch nachzuweisen.

Tabelle 8 — Lastfälle für Dachfahrwagen

Lastfall	Gesamte hängende Last (TSL)	Gewicht des Kippanteils	Gewicht des Standmomentanteils	Windkraft
Lastfall 1	$1,25 \times TSL$	$1,25 \times M_0$	$1,25 \times M_i$	$1,25 \times F_{w1}$
Lastfall 2	$1,5 \times RL + 1SWP$	$1 \times M_0$	$1 \times M_i$	0
Lastfall 3: Auslösen der Sicherheitsvorrichtung	$S_d \times TSL$	$1 \times M_0$	$1 \times M_i$	0
Außer Betrieb	immer 0	$1 \times M_0$	$1 \times M_i$	F_{w2}
F_{w1} = Windkraft bei Betrieb, F_{w2} = Windkraft bei Nichtbetrieb. S_d ist der Istwert entsprechend Prüfung B.1.4 oder B.1.5. Für die Berechnung muss die ungünstigste Kombination der Kräfte angenommen werden.				

6.5.2.2 Standsicherheitsberechnung

6.5.2.2.1 Dieses Kapitel betrifft Dachfahrwagen mit und ohne Schienen. Das Kippmoment kann von den Schienen aufgenommen werden, wenn das Befestigungssystem entsprechend ausgelegt wird.

6.5.2.2.2 Bei Beaufschlagung mit den nachstehend angegebenen Lastfällen wird ein Dachfahrwagen als ausreichend standsicher angesehen, wenn (in allen Fällen bezüglich der ungünstigsten Kippkante) das Standmoment gleich oder größer als das Kippmoment ist.

Die Standsicherheit muss rechnerisch für folgende Fälle nachgewiesen werden:

Tabelle 9 — Standsicherheitsbeiwerte

Lastfall	Gesamt hängende Last (N)	Gewicht des Kippanteils (N)	Gewicht des Standmomentanteils (N)	Wind F_w (N)
Arbeitsstellungs-Berechnung	$2 \times TSL$	$1,25 \times M_0$	$1 \times M_i$	$1,25 \times F_{w1}$, siehe Tabelle 6
Parkstellungs-Berechnung	immer 0	$1 \times M_0$	$1 \times M_i$	F_{w2} , siehe Tabelle 7

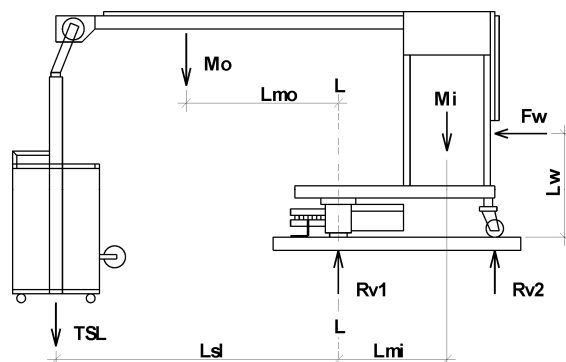


Bild 11 — Standsicherheitsberechnung für Dachfahrwagen

$$TSL = RL + SWP + M_{wr} + M_c \quad (8)$$

Berechnung für die Arbeitsstellung:

$$2 \times TSL \times L_{sl} + 1,25 \times M_o \times L_{mo} + 1,25 \times F_{w1} \times L_w \leq M_i \times L_{mi} \quad (9)$$

Berechnung für die Parkstellung:

$$M_o \times L_{mo} + F_{w2} \times L_w \leq M_i \times L_{mi} \quad (10)$$

Alle bei der Berechnung benutzten Werte müssen das erreichbare Maximum des jeweiligen Systems darstellen, um sicherzustellen, dass die ungünstigsten Lastzustände berücksichtigt wurden.

6.5.3 Berechnung für eine mit bühnenmontierten Hubwerken arbeitende Aufhängekonstruktion

6.5.3.1 Festigkeitsberechnung

6.5.3.1.1 Die Festigkeit muss für die in Tabelle 10 aufgeführten Lastfälle nachgewiesen werden.

Tabelle 10 — Lastfälle für eine mit bühnenmontierten Hubwerken arbeitende Aufhängekonstruktion

Lastfall	Maximale Betriebslast (<i>WLL</i>) des Hubwerkes	Gewicht der Aufhängekonstruktion	Horizontalkraft F_h
Lastfall 1	$1,25 \times WLL$	$1 \times SWR$ wenn statisch $1,25 \times SWR$ wenn mobil	$0,1 \times WLL$
Lastfall 2	$1,5 \times WLL$	$1 \times SWR$	0
Lastfall 3 Auslösung der Fangvorrichtung	$2,5 \times WLL$	$1 \times SWR$	0

Die maximale Betriebslast (*WLL*) des Hubwerks wird als die maximale rechnerische Kraft in den Drahtseilen betrachtet.

Über den Wert F_h werden Windkraft, Pendelbewegung des PAM sowie die Abweichung der Tragseile von der Senkrechten berücksichtigt. Weist der Hersteller nach, dass der Istwert kleiner oder gleich $0,1 \times WLL$ ist, muss für F_h ein Wert von mindestens $0,1 \times WLL$ verwendet werden. Anderenfalls muss der Istwert verwendet werden.

6.5.3.1.2 Unter Berücksichtigung der vorgesehenen Verwendung müssen alle Teile einer vorübergehend errichteten Aufhängekonstruktion wiederverwendbar und wiederaufbaubar sein und müssen so konstruiert sein, dass sie durch Ermüdung oder Verschleiß verursachte Ausfälle verhindern. Alle zusätzlichen Beanspruchungen, die durch Zusammenbau, Zerlegen, Transport und Lagerung auftreten können, müssen entsprechend beachtet werden.

6.5.3.2 Festigkeit formschlüssig verankerter Ausleger

Dieses Kapitel bezieht sich auf verankerte Ausleger, die auf Dächern befestigt werden.

Die Belastung der Befestigungen muss für folgenden Fall berechnet werden, wobei R_v die größte Kraft ist, der die Befestigung standhalten muss.

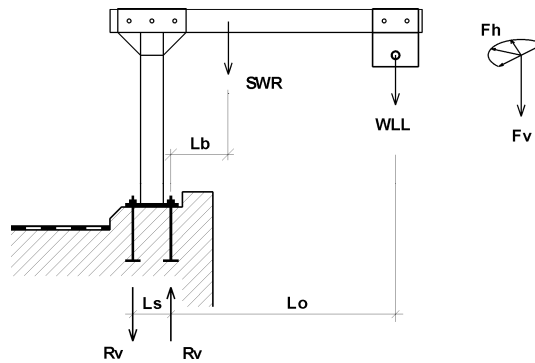


Bild 12 — Verankerter Ausleger

$$R_v \times L_s = C_{wr} \times WLL \times L_o + SWR \times L_b \quad (11)$$

Dabei gilt:

C_{wr} ist gleich oder größer als 3.

6.5.3.3 Berechnung von Brüstungsangen

Eine Brüstungsange wird als ausreichend bemessen angesehen, wenn sie den nach Gleichung (12) berechneten Kräften standhält.

Die Gleichungen (12) und (13) legen die Anforderungen fest, mit denen geprüft werden kann, ob die Brüstungsange ausreichend bemessen ist.

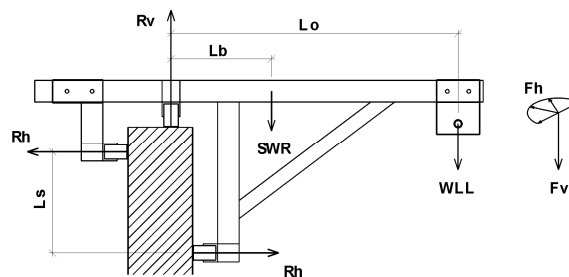


Bild 13 — Brüstungsange

$$R_h \times L_s = C_{wr} \times WLL \times L_o + SWR \times L_b \quad (12)$$

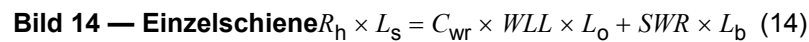
$$R_v = C_{wr} \times WLL + SWR \quad (13)$$

Dabei gilt:

C_{wr} ist gleich oder größer als 3.

6.5.3.4 Einzelschienen-Verankerung

Die Ankerkraft muss für den folgenden Fall berechnet werden, bei dem R_h und F_s die höchsten Kräfte sind, welche die Anker aufnehmen müssen.



33

Ist S_d größer als 3 und kleiner als 5, muss ein Dämpfer eingebaut werden, der eine Begrenzung auf $S_d \leq 3$ bewirkt.

6.6 Berechnung für Drahtseile

Diese Anforderungen gelten für alle Tragseile und Sicherheitsseile, die das PAM direkt oder indirekt tragen.

6.6.1 Der Ausnutzungskoeffizient Z_p eines Drahtseils ist:

$$Z_p = \frac{F_o}{S} \quad (18)$$

Dabei gilt:

Z_p ist gleich oder größer als 8 bei einem Einseiltragsystem;

Z_p ist gleich oder größer als 12 je Seil bei einem Zweiseiltragsystem.

6.6.2 Die Kraft S im Seil wird nachstehend definiert.

6.6.2.1 Dachhubwerk mit Zweiseiltragsystem

S ist gleich dem gesamten Eigengewicht des PAM zuzüglich der auf dem PAM erlaubten Nutzlast RL , die im Bereich S_a an der ungünstigsten Stelle angeordnet ist (zur Berechnung von RL und S_a siehe 6.3.2), dividiert durch die Anzahl von Drahtseilen oder Einsicherungen an dem am höchsten belasteten Aufhängepunkt. Siehe Last an der Stelle +) in Bild 7 und in Bild 8.

6.6.2.2 PAM-Hubwerk

S ist gleich der maximalen Betriebslast (WLL) des Hubwerks, dividiert durch die Anzahl (N_r) Drahtseile, die in diesem die angehängte Last tragenden Hubwerk verwendet wird.

$$S = \frac{WLL}{N_r} \quad (19)$$

6.6.3 Seilendbefestigungen

Seilendbefestigungen müssen mindestens 80 % der garantierten Bruchlast des Seils aushalten.

6.7 Berechnung von Fassaden-Führungen

Führungsschienen und Befestigungspunkte müssen ausreichend am Bauwerk befestigt sein und den auf sie bei beliebiger Stellung des PAM einwirkenden Betriebs- und Windlasten widerstehen können. Die Verbindungsmittel, die das PAM mit den Führungsschienen oder Befestigungspunkten verbinden, müssen den Betriebs- und Windlasten widerstehen können, denen sie ausgesetzt sind. Für die Berechnung muss der Mindestwert der auf die Fassaden-Führung einwirkenden Kraft 1 kN betragen.

6.8 Betriebskoeffizient für Ketten

Der Betriebskoeffizient einer Kette einschließlich der Kettenendbefestigung muss mindestens 8 sein.

7 Personenaufnahmemittel

7.1 Anforderungen an das Personenaufnahmemittel

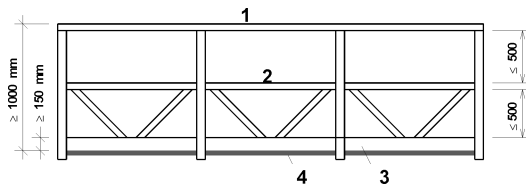
7.1.1 Das PAM ist so zu dimensionieren, dass es die zulässige Anzahl Personen sowie leichtes Werkzeug und Arbeitsmaterial aufnehmen kann. Die Breite der Bühne muss mindestens 0,5 m betragen. Pro Person ist eine Mindest-Arbeitsfläche von 0,25 m² erforderlich.

7.1.2 Der Bodenbelag der Bühne muss aus einem haltbaren und rutschfesten Material (zum Beispiel Gitter oder Riffelblech) bestehen und so befestigt sein, dass er nur absichtlich entfernt werden kann.

7.1.3 Alle Öffnungen im Boden müssen so ausgelegt sein, dass eine Kugel von 15 mm Durchmesser nicht durchfallen kann. Es ist für einen ausreichenden Wasserablauf zu sorgen.

7.1.4 Um die Bühne herum müssen Handlauf, Knieleiste und Fußleiste angebracht werden. Die Mindesthöhe, gemessen von der Oberfläche des Bodens bis zur Handlaufoberkante, muss 1 000 mm betragen. Der Abstand zwischen Knieleiste und Handlauf bzw. Fußleiste darf nicht mehr als 500 mm betragen.

7.1.5 Fußleisten müssen mindestens 150 mm über die Oberfläche des Bodens reichen.



Legende

- 1 Handlauf
- 2 Knieleiste
- 3 Fußleiste
- 4 Boden

Bild 16 — PAM-Abmessungen

7.1.6 Die einzelnen Teile dürfen keine scharfen Kanten oder Ecken oder hervorstehenden Teile aufweisen, die zu Verletzungen führen können.

7.2 Modulares PAM

7.2.1 Die einzelnen Teile müssen so konstruiert sein, dass beim Zusammenbau keine Fehler gemacht werden können. Verbindungsbolzen müssen sichtbar sein, ohne dass dafür Teile entfernt werden müssen.

7.2.2 Verbindungsteile müssen so konstruiert sein, dass sie die beim Gebrauch und wiederholten Auf- und Abbau auftretenden Belastungen aushalten. Zusammengefügte Verbindungsteile dürfen sich nicht unbeabsichtigt lösen.

7.2.3 Kleine Teile, wie Befestigungsschrauben und Halteklammern, müssen durch eine dauerhafte Verbindung miteinander verbunden sein.

7.3 Fassadenaufzug-PAM

7.3.1 Fassadenaufzüge mit PAM-Hubwerk müssen zur Aufnahme der Drahtseile mit Wicklern versehen werden.

7.3.2 Die Seiten des PAM müssen bis zu einer Höhe von 1 m über dem Boden vollständig verkleidet sein. Wird ein Maschengitter verwendet, muss die Maschengröße so bemessen sein, dass eine Kugel von 15 mm Durchmesser nicht hindurchpasst.

7.4 PAM-Türen

7.4.1 Die Türen dürfen nicht nach außen öffnen.

7.4.2 Die Türen müssen so konstruiert sein, dass sie selbsttätig schließen und verriegeln, oder müssen überwacht sein, damit das PAM motorisch nur dann bewegt werden kann, wenn die Türen geschlossen und verriegelt sind. Die Türen dürfen sich nicht unbeabsichtigt öffnen.

7.5 Mehrstöckige PAM

7.5.1 Sind zwei oder mehr Arbeitsebenen übereinander angeordnet, muss in der oberen Bodenfläche eine Luke mit einer Leiter vorgesehen werden, über die ein sicherer Wechsel zwischen den Arbeitsebenen möglich ist. Die Bodenluke muss nach oben öffnen, darf die Leiter nicht blockieren und darf nicht in der geöffneten Stellung stehenbleiben.

7.5.2 Die lichte Höhe zwischen zwei PAM-Ebenen muss mindestens 2 m betragen.

7.5.3 Beträgt der Abstand zwischen zwei PAM-Ebenen mehr als 2,5 m, muss ab einer Höhe von 2 m, gemessen von der Oberfläche der unteren Ebene, Rückenschutz an der Verbindungsleiter angebracht werden.

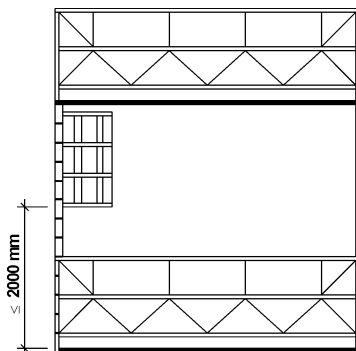


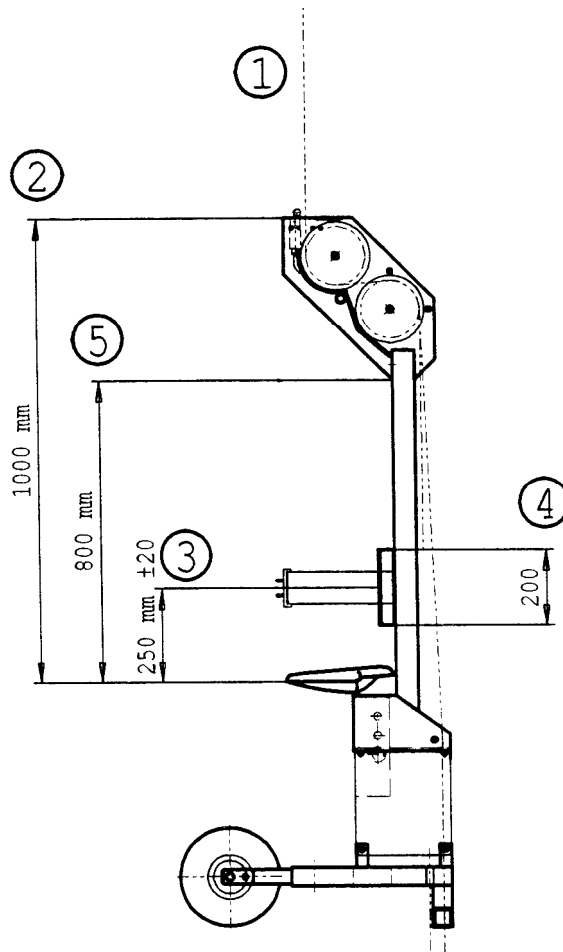
Bild 17 — Sicherheitseinrichtung am mehrstöckigen PAM

7.6 Arbeitssitz

7.6.1 Die Sitzschale des Arbeitssitzes muss mindestens 450 mm breit sein.

7.6.2 Die Rückenstütze eines Arbeitssitzes muss Bild 18 entsprechen und der Form des Rückens entsprechend gekrümmt sein.

7.6.3 Es muss ein 2-Punkt-Sicherheitsgurt mit einer Breite von mindestens 40 mm vorgesehen werden, mit dem sich der Bediener angurten kann.



Legende

- 1 Drahtseile
- 2 Mindestabstand zwischen Sitz und oberer Rolle
- 3 Lage von Rückenstütze und Gurt
- 4 Mindestbreite der Rückenstütze
- 5 Mindestabstand zwischen Sitz und Rollenkopf = 800 mm

Bild 18 — Arbeitssitz

7.7 Fassaden-Führung

7.7.1 Allgemeines

BMU (Fassadenaufzüge) mit einer Hubhöhe von mehr als 40 m, die dem Wind ausgesetzt sind, müssen mit einer Fassaden-Führung ausgestattet werden. Beim Einsatz von Fassaden-Führungen muss sicher verhindert werden (zum Beispiel durch elektrische Überwachung), dass Fahrwagen bzw. Laufkatze verfahren werden oder der Auslegerarm wippt bzw. teleskopiert wird.

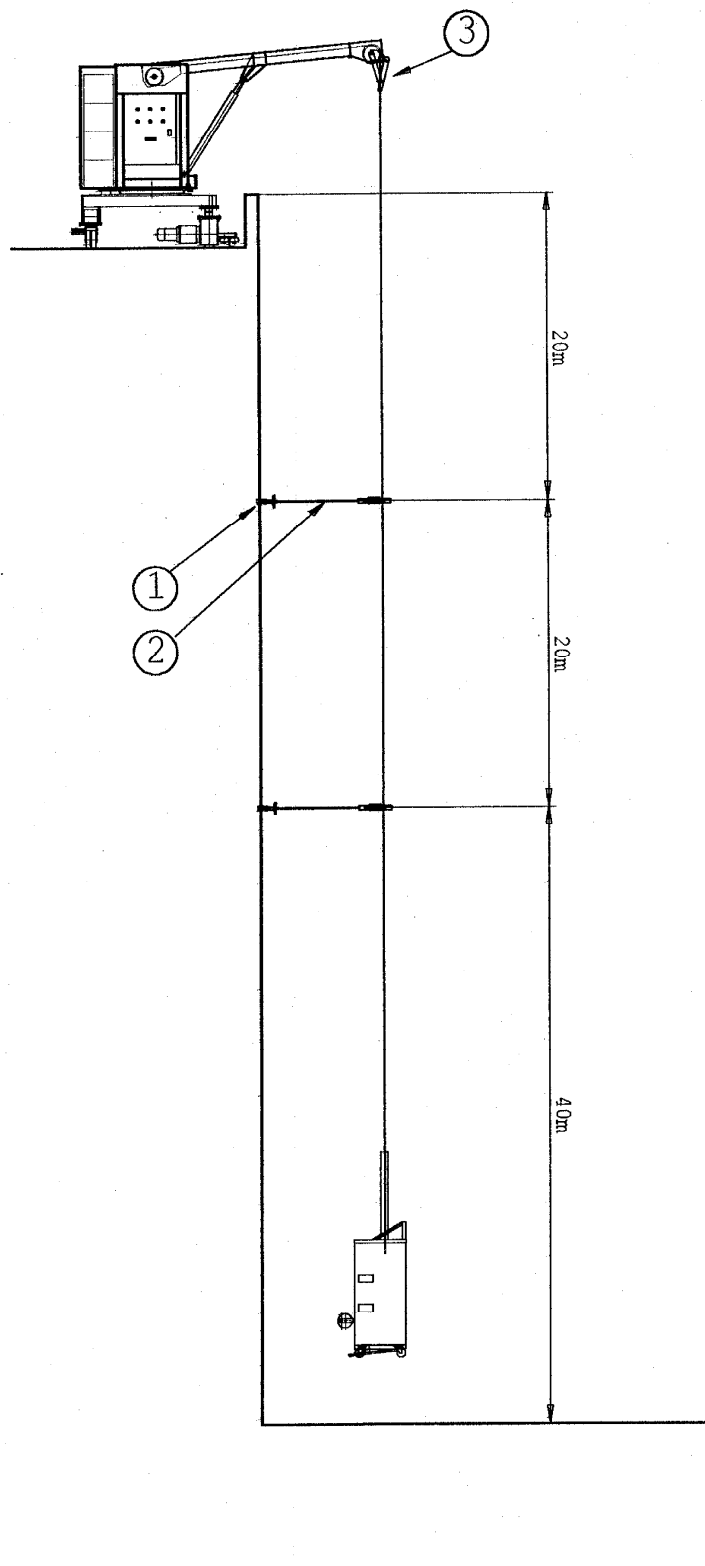
TSP (Vorübergehend errichtete Anlagen) mit einer Hubhöhe von mehr als 40 m, die an Stellen eingesetzt werden, bei denen die Windgeschwindigkeit 14 m/s übersteigen kann, müssen mit einer geeigneten Führung ausgestattet werden.

7.7.2 Führungsschiene

7.7.2.1 Unter normalen Betriebsbedingungen muss die Abwärtsbewegung des PAM über Positionsschalter selbsttätig so begrenzt werden, dass die Führungsvorrichtungen die Führungen auf der untersten Ebene nicht verlassen. Liegen die unteren Enden der Führungen über dem Erdboden, muss sichergestellt werden, dass PAM und Personen im Notfall in eine sichere Position gebracht werden können.

7.7.2.2 Die Führungsschienen müssen so konstruiert sein, dass die Führungsvorrichtungen auf einfache Weise angebracht oder abgenommen werden können. Es ist sicherzustellen, dass diese Vorrichtungen vom PAM-Benutzer im Notfall ohne Spezialwerkzeug in beliebiger Lage entfernt werden können.

7.7.3 Tragseil-Führung



Legende

- 1 Ankerpunkt
- 2 Verbindungselement zwischen Tragseil und Ankerpunkt
- 3 Tragseile

Bild 19 — Tragseil-Führung

Wird eine Tragseil-Führung verwendet, müssen die Einrichtungen die nachstehenden Bedingungen erfüllen.

7.7.3.1 Der unterste Ankerpunkt darf nicht mehr als 40 m über der untersten betriebsmäßigen Arbeitsposition des PAM liegen.

7.7.3.2 Der Abstand zwischen den Ankerpunkten oberhalb von 40 m darf nicht mehr als 20 m betragen.

7.7.3.3 An jedem Ankerpunkt muss das PAM selbsttätig anhalten.

7.7.3.4 Die Verbindungselemente müssen von einem Bediener im PAM auf sichere Weise angebracht und abgenommen werden können. Die Elemente müssen unverlierbar sein, so dass sie nicht beim Anbringen oder Abnehmen vom Ankerpunkt herunterfallen können.

7.7.3.5 Die Verbindungselemente müssen so konstruiert sein, dass sie beim Anbringen, beim Abnehmen und während des Betriebs die Tragseile nicht beschädigen.

7.8 Stabilisierungsvorrichtung für das PAM

Das PAM muss mit einem sich an der Fassade abstützenden Fassadenschutz versehen sein (siehe Bild 3), der die Form von Pufferrollen oder Kufen haben kann.

Dieser Fassadenschutz besitzt zwei Funktionen:

- er verhindert ein Drehen und übermäßiges Pendeln des PAM,
- er verhindert eine Beschädigung der Fassade des Gebäudes.

7.9 PAM an einer schiefen Ebene

Weitere Forderungen entstehen, wenn ein an Drahtseilen gegen die Wirkung der Schwerkraft aufgehängtes PAM an einer schiefen Ebene betrieben wird.

7.9.1 Das PAM muss mit Rollen ausgestattet werden, die an der schiefen Ebene abrollen. Anzahl und Lage der Rollen müssen den maximalen Kräften entsprechen, für die das PAM ausgelegt ist und so sein, dass das PAM in einer stabilen Lage bleibt.

7.9.2 Konstruktionsbedingt muss die Bodenfläche mit einer Toleranz von 8° in Längs- und Querrichtung horizontal ausgerichtet bleiben, wenn sich das PAM an einer schiefen Ebene bewegt.

7.9.3 Das Hubsystem und die zugehörigen Drahtseilwickler müssen so konstruiert sein, dass Tragseil bzw. Sicherheitsseil immer gespannt sind. Das Absenken muss sofort gestoppt werden, wenn Schlaffseil auftritt.

7.9.4 Geht am Ende der schiefen Ebene die Fassade senkrecht nach unten weiter, muss das Ende der schiefen Ebene durch einen Positionsschalter erkannt und das Absenken selbsttätig gestoppt werden.

7.9.5 Das PAM muss mit einer Vorrichtung versehen sein, die den Personen ein sicheres Verlassen des PAM im Falle eines Energieausfalls ermöglicht.

7.9.6 Die Standsicherheitsberechnungen für die Aufhängekonstruktion müssen Stärke und Richtung der vom PAM ausgeübten Kräfte berücksichtigen.

8 Hubwerk, Sicherheitsvorrichtung, Rolle und Drahtseil

8.1 Allgemein

8.1.1 Durchmesser

Der kleinste Durchmesser von Rollen, Trommeln und Treibscheiben wird durch folgende Gleichung festgelegt:

$$D \geq H \times d \quad (20)$$

Dabei gilt

$H \geq 20$ für kraftbetriebene Hubwerke;

$H \geq 18$ für handbetriebene Hubwerke.

Bei Rollen genügt ein Durchmesser Verhältnis von 10 für ein unbelastetes Drahtseil oder wenn der Ablenkwinkel kleiner als 5° ist.

8.1.2 Nenngeschwindigkeit

Die Nenngeschwindigkeit soll nicht höher als 0,3 m/s sein.

8.1.3 Mechanische Kraftübertragung

Die mechanische Kraftübertragung zwischen Motor, Bremse, Getriebe, Trommel und/oder Antriebssystem muss formschlüssig sein und darf im Betrieb nicht von Reibungskräften abhängen.

8.1.4 Bewegliche Teile

Alle beweglichen Teile des Hubwerks müssen gegen Berührung geschützt sein. Für Hinweise siehe EN 294.

8.1.5 Drahtseilführungen

Das Hubsystem muss so konstruiert sein, dass die Drahtseile geführt durch Hubwerke, Sicherheitsvorrichtungen und Rollen laufen. Hierdurch soll verhindert werden, dass die Drahtseile ihre vorgesehene Lage verlassen.

8.1.6 Betriebsbremse

8.1.6.1 Ein Hubwerk muss mit einer Betriebsbremse ausgestattet sein, die selbsttätig anspricht bei

- einer Unterbrechung der auf Kurbel oder Hebel ausgeübten Handkraft;
- einem Ausfall der Energieversorgung;
- einem Ausfall der Stromversorgung für die Steuerung.

8.1.6.2 Ein selbsthemmendes Getriebe wird nicht als Bremse angesehen.

8.1.6.3 Die Bremse muss in der Lage sein, das mit Nenngeschwindigkeit bewegte und mit der 1,25fachen maximalen Betriebslast *WLL* beaufschlagte PAM innerhalb von 10 cm zu stoppen.

8.1.6.4 Für die Bremsbeläge muss unbrennbares Material verwendet werden.

8.1.6.5 Bremsklötze/Bremsbacken und Bremsbeläge müssen durch Abdeckungen gegen das Eindringen von Schmiermittel, Wasser, Staub und anderen Verunreinigungen geschützt sein.

8.2 Handbetriebenes Hubwerk

8.2.1 Allgemeines

8.2.1.1 Ein handbetriebenes Hubwerk muss so konstruiert sein, dass zum Heben oder Senken der Last eine Kraft auf die Kurbel oder den Hebel einwirken muss.

8.2.1.2 Ein handbetriebenes Hubwerk muss mit einer Vorrichtung versehen sein, die ein unkontrolliertes Bewegen oder Absenken verhindert. Unter unkontrollierter Bewegung wird eine Bewegung von mehr als 1/4 Kurbelumdrehung oder mehr als 10° Hebelbewegung verstanden.

8.2.2 Kurbelbetriebenes Hubwerk

8.2.2.1 Die von Getriebeuntersetzung und Handkurbel ermöglichte Kraftübertragung muss so eingeschränkt werden, dass durch eine an der Handkurbel aufgebrachte Kraft von 625 N eine Last von höchstens 2,5facher maximaler Betriebslast *WLL* angehoben werden kann.

8.2.2.2 Die zum Anheben der maximalen Betriebslast *WLL* des Hubwerks am Ende der Kurbel aufgebrachte Kraft darf nicht höher als 250 N sein.

8.2.3 Hebelbetriebenes Hubwerk

8.2.3.1 Die von Getriebeuntersetzung und Hebel ermöglichte Kraftübertragung muss so eingeschränkt werden, dass durch eine am Ende des Hebels aufgebrachte Kraft von 1 kN eine Last von höchstens 2,5-facher maximaler Betriebslast *WLL* angehoben werden kann.

8.2.3.2 Die zum Anheben der maximalen Betriebslast *WLL* des Hubwerks am Ende des Hebels aufgebrachte Kraft darf nicht höher als 400 N sein.

8.3 Kraftbetriebene Hubwerke

8.3.1 Antrieb

8.3.1.1 Ein kraftbetriebenes Hubwerk muss so konstruiert werden, dass es beim Heben und Senken kraftbetrieben arbeitet.

8.3.1.2 Das Hubwerk muss mindestens 125 % seiner maximalen Betriebslast *WLL* heben und senken können.

8.3.2 Elektromechanische Betriebsbremsen

Zusätzlich zu 8.1.6 gelten folgende Anforderungen.

8.3.2.1 Unter normalen Betriebsbedingungen wird die Bremse durch einen Ruhestrom offen gehalten, der von einer eigenen elektrischen Einrichtung unterbrochen werden muss. Werden die Magnete der Bremse durch Gleichstrom gespeist, muss der unabhängige elektrische Kontakt in den Gleichstromkreis eingebaut werden.

8.3.2.2 Kann der Elektromotor des Hubwerks als Generator arbeiten, darf die elektrische Bremslüftung nicht vom Antriebsmotor gespeist werden. Der Bremsvorgang muss innerhalb von 0,3 Sekunden nach Öffnen des Bremslüftstromkreises wirksam werden.

8.3.2.3 Die Bremswirkung muss durch Druckfedern erzeugt werden. Die Federn müssen geführt sein und dürfen nicht mit mehr als 80 % der elastischen Torsionsgrenze des Materials belastet werden. Bandbremsen sind nicht zugelassen.

8.3.3 Pneumatische und hydraulische mechanische Betriebsbremsen

Zusätzlich zu 8.1.6 und 8.3.2.3 gelten die folgenden Forderungen.

8.3.3.1 Im normalen Betrieb ist zum Offenhalten der Bremse dauernd ein Flüssigkeitsdruck erforderlich.

8.3.3.2 Die Bremsen müssen so konstruiert sein, dass ein unbeabsichtigtes Absenken des PAM verhindert wird. Die Bremse darf erst öffnen, wenn das vom Motor entwickelte Drehmoment hoch genug ist, das PAM zu halten.

8.3.4 Antriebsloses Absenken

8.3.4.1 Das Hubwerk muss ein handbetriebenes System besitzen, das bei Spannungsausfall ein kontrolliertes Absenken des PAM gestattet.

8.3.4.1.1 Das manuelle Absenken muss dem Totmannprinzip entsprechen.

8.3.4.1.2 Beim antriebslosen Absenken kann ein Fliehkraftregler zur Geschwindigkeitskontrolle eingesetzt werden. Die kontrollierte Absenkgeschwindigkeit muss niedriger sein als die Auslösegeschwindigkeit der Sicherheitsvorrichtung.

8.3.4.2 Bei Dachhubwerken mit zwei unabhängigen Antrieben muss das antriebslose Absenken konstruktiv so vorgesehen sein, dass jede Neigung des PAM auf 14° begrenzt ist.

8.3.4.3 Erfolgt das antriebslose Absenken über eine Handkurbel, muss durch entsprechende Sicherheitsvorrichtungen verhindert werden, dass Körperteile getroffen oder eingeklemmt werden können (zum Beispiel geschlossenes Handrad, elektrische Überwachung, Energieabschaltung bei Verwendung der Handkurbel).

8.3.5 Hubkraftbegrenzer

8.3.5.1 Um bei einem Überladen eine Gefährdung von Personen oder eine Beschädigung von Maschinen zu verhindern, muss das SAE mit einem Hubkraftbegrenzer ausgestattet sein. Diese Vorrichtung erfasst die Belastung des PAM durch Personen, Geräte und Material.

8.3.5.2 Jedes Hubwerk muss mit einem Hubkraftbegrenzer ausgestattet sein.

8.3.5.3 Im normalen Betrieb muss eine Überlast erkannt werden, wenn das PAM angehoben oder abgesenkt wird oder steht.

8.3.5.4 Bei einem Fassadenaufzug (BMU) muss der Hubkraftbegrenzer spätestens auslösen, wenn die 1,25fache PAM-Nutzlast (*RL*) erreicht ist.

8.3.5.5 Bei vorübergehend errichteten PAM muss der Hubkraftbegrenzer spätestens auslösen, wenn die 1,25fache maximale Betriebslast (*WLL*) der Hubwerke erreicht wird.

8.3.5.6 Hat ein Hubkraftbegrenzer ausgelöst, werden mit Ausnahme der Absenkbewegung alle Bewegungen solange verhindert, bis die Überlast entfernt worden ist.

8.3.5.7 Die Überlastanzeige muss den Bediener auf dem PAM ununterbrochen sichtbar oder hörbar warnen, wenn der Hubkraftbegrenzer aktiviert ist.

8.3.5.8 Die Einstellelemente für die Ansprechgrenze des Hubkraftbegrenzers müssen gegen unbefugtes Verändern gesichert werden.

8.3.5.9 Der Hubkraftbegrenzer muss so konstruiert sein, dass die in dieser Norm geforderten statischen und dynamischen Prüfungen durchgeführt werden können.

8.3.5.10 Der Hubkraftbegrenzer muss im Lastbereich bis zur 1,6fachen maximalen Betriebslast *WLL* des Hubwerks arbeiten. Der Hubkraftbegrenzer muss ohne bleibende Schäden eine statische Last bis zur 3fachen maximalen Betriebslast *WLL* des Hubwerks aushalten.

8.3.6 Schlaffseilvorrichtung

SAE mit Dachhubwerk müssen mit einer Vorrichtung ausgestattet sein, die das Absenken des PAM stoppt, sobald dieses aufsetzt.

8.3.7 Seil-Ende-Schalter bei Dachhubwerken

Seil-Ende-Schalter sind erforderlich, um das PAM anzuhalten, wenn am Hubwerk die minimale Seillänge (in dieser Norm in 8.4.4 und 8.6.2.3 beschrieben) erreicht ist.

8.3.8 Einhalten der Längsneigung des PAM (Schräglagenüberwachung)

Hubeinrichtungen mit zwei oder mehr voneinander unabhängigen Hubwerken müssen mit einer selbsttätig wirkenden Vorrichtung ausgerüstet sein, welche die Neigung des PAM auf 14° aus der Horizontalen begrenzt.

8.3.8.1 Elektrische Schräglagenüberwachung

Bei Auslösung muss die elektrische Schräglagenüberwachung:

- beim Heben das obere Hubwerk anhalten;
- beim Senken das untere Hubwerk anhalten.

8.3.8.2 Mechanische Schräglagenüberwachung

Bei SAE mit PAM-Hubwerken besteht eine Lösung in der Verwendung von Fangvorrichtungen, welche die Neigung des PAM selbsttätig auf 14° begrenzen. Diese Geräte arbeiten selbständig und benötigen kein elektrisches Signal aus den sicherheitsbezogenen Teilen des Steuerungssystems.

8.3.9 Bodentaster

Das PAM muss mit einem Bodentaster (siehe Bild 2) ausgestattet sein, der das Absenken stoppt, wenn ein Hindernis erkannt wird. Dies wird erreicht durch folgende Einrichtungen:

- a) Bei Fassadenaufzügen (BMU) muss ein Bodentaster verwendet werden.
- b) Bei vorübergehend errichteten PAM (TSP) muss eine selbständig wirkende Vorrichtung verwendet werden, die kein elektrisches Signal aus den sicherheitsbezogenen Teilen des Steuerungssystems benötigt, und die selbsttätig eingreift, wenn die Bühne leer ist und/oder die Neigung der Bühne aus der Horizontalen 14° oder mehr beträgt.

ANMERKUNG Bei Gefahren durch hervorstehende Bauwerksteile wird ein Bodentaster benötigt.

8.3.10 Endschalter für Heben und Senken

8.3.10.1 Endschalter für Heben sind erforderlich und müssen so angeordnet sein, dass sie das PAM selbsttätig am höchsten Punkt anhalten. Der Stoppvorgang muss eingeleitet werden, ehe der Notendschalter für Heben betätigt wird. Endschalter für Heben werden in der SAE-Steuerung verwendet, um das Schwenken, Verfahren und Wippen der Aufhängekonstruktion sowie das Schwenken und Teleskopieren der Auslegerarme zu verhindern oder freizugeben (siehe 7.7.1).

8.3.10.2 Endschalter für Senken sind erforderlich und müssen so angeordnet sein, dass sie das PAM selbsttätig am tiefsten Punkt anhalten. Ist der niedrigste Punkt der Erdboden oder eine andere tragfähige Fläche, wird ein Bodentaster als Endschalter für Senken angesehen. Am tiefsten Punkt muss der Stoppvorgang eingeleitet werden, ehe die Seil-Ende-Schalter aktiviert werden (siehe 8.3.7).

8.3.10.3 Notendschalter für Heben sind erforderlich und müssen so angeordnet sein, dass das PAM vollständig anhält, ehe es den obersten Punkt der Aufhängekonstruktion erreicht hat. Nachdem der Notendschalter angesprochen hat, darf weder Heben noch Senken möglich sein, bis durch eine sachkundige Person Korrekturmaßnahmen ergriffen wurden.

8.3.10.4 Endschalter und Notendschalter für Heben müssen konstruktiv getrennte Einrichtungen sein.

8.3.10.5 Für vorübergehend errichtete PAM (TSP), die an einer stationären Aufhängekonstruktion angehängt sind, sind Notendschalter für Heben erforderlich. Für PAM, die auf dem Erdboden aufgebaut werden, sind keine Endschalter für Senken erforderlich.

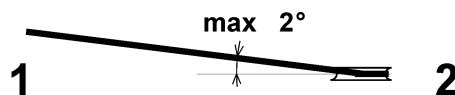
8.4 Trommelhubwerk

8.4.1 Sicherung gegen Ablaufen

8.4.1.1 Die Trommel und ihre Zusatzeinrichtungen müssen so konstruiert sein, dass das Drahtseil nicht seitlich von der Trommel ablaufen kann, wenn es schlaff wird.

8.4.1.2 Ablenkwinkel

Der in Bild 20 gezeigte Ablenkwinkel darf nicht größer als 2° sein oder muss entsprechend der Hubwerksgeometrie in der Berechnung berücksichtigt werden.



Legende

- 1 Drahtseil
- 2 Umlenkrolle

Bild 20 — Ablenkwinkel

8.4.1.3 Die Seiltrommel muss mit Bordscheiben versehen werden. Die Bordscheiben müssen um mindestens den 1,5fachen Drahtseildurchmesser über die äußerste Seillage überstehen.

8.4.1.4 Drahtseile müssen gleichmäßig auf die Trommel gewickelt werden, zum Beispiel durch Verwendung einer Wickelvorrichtung.

8.4.2 Trommelrillen

Seiltrommeln müssen gerillt sein, entweder maschinell bearbeitet oder mit einer maximalen Rauheit von $R_a = 12,5 \mu\text{m}$.

8.4.3 Trommel für mehrere Seillagen

Es muss eine Vorrichtung vorhanden sein, die das Hubwerk stoppt, wenn das Seil einseitig an einem Trommelende aufgewickelt wird.

8.4.4 Ende der Abwärtsbewegung

Ist bei einem kraftbetriebenen Hubwerk das PAM an der tiefsten Stelle angelangt, muss die Abwärtsbewegung selbsttätig gestoppt werden. Auf der Trommel müssen sich dann mindestens noch zwei Seilwindungen befinden, ehe die Befestigung des Seils an der Trommel erreicht wird.

8.5 Treibscheibenhubwerk

8.5.1 Zugkraft

Das Hubwerk muss so konstruiert sein, dass das Drahtseil beim Heben und Senken einer Last von mindestens der 1,5fachen maximalen Betriebslast WLL im Antriebssystem weder rutscht noch kriecht (siehe auch 8.9).

Ein Treibscheibenhubwerk muss so ausgelegt werden, dass zur Erzeugung der für Heben und Senken der Last notwendigen Kraft auf das unbelastete Seilende keine Vorspannkraft aufgebracht werden muss.

8.5.2 Rillen in der Treibscheibe

Treibscheiben müssen gerillt sein mit einer Rauheit von höchstens $R_a = 6,3 \mu\text{m}$. Die Treibscheiben eines Hubwerks müssen so konstruiert sein, dass sie Typ und Durchmesser des für den Einsatz mit dem Hubwerk vorgesehenen Drahtseils entsprechen.

8.6 Kraftbetriebene Drahtseilwickler

8.6.1 Sicherheit gegen Ablaufen

8.6.1.1 Der maximale Ablenkwinkel muss so gewählt werden, dass die Drahtseile sicher aufgewickelt werden. Wenn kein zusätzliches Führungssystem vorgesehen wird, darf der Ablenkwinkel 5° nicht überschreiten.

8.6.1.2 Die Seiltrommel muss aus diesem Grund mit Bordscheiben versehen werden. Die Bordscheiben müssen um mindestens den 1,5fachen Drahtseildurchmesser über die äußerste Drahtseillage überstehen.

8.6.2 Bei einem Dachhubwerk müssen die folgenden zusätzlichen Forderungen erfüllt werden:

8.6.2.1 Es muss ein Wickler vorgesehen werden.

8.6.2.2 Das Hubwerk muss selbsttätig stoppen, wenn der Wickler nicht ordnungsgemäß arbeitet, zum Beispiel wenn Schlaffseil entsteht oder das Seil nur auf einer Seite des Wicklers aufgewickelt wird.

8.6.2.3 Es muss ein Seil-Ende-Schalter vorhanden sein, der sicherstellt, dass das Drahtseil im Betrieb nicht vollständig aus der Treibscheibe läuft, weil sonst das Hubwerk ausgeschert wird.

8.7 Doppeltreibtrommel-Hubwerk

8.7.1 Ein Doppeltreibtrommel-Hubwerk muss so konstruiert werden, dass es Typ und Durchmesser des für den Einsatz mit dem Hubwerk vorgesehenen Drahtseils entspricht.

8.7.2 Ein Doppeltreibtrommel-Hubwerk muss so konstruiert werden, dass das unbelastete Seilende unter allen Betriebsbedingungen die erforderliche Vorspannkraft besitzt, zum Beispiel durch formschlüssige Kraftübertragung zwischen Hubwerk und Wickler.

8.8 Schreithubwerk

8.8.1 Ein Schreithubwerk muss so konstruiert werden, dass immer ein Klemmbackenpaar kraftschlüssig mit dem Trageil verbunden ist. Dies gilt für beide Bewegungsrichtungen.

8.8.2 Das Hubwerk muss mit einer Einrichtung ausgestattet sein, die ein Freischalten der Backen erlaubt, um das Seil in das Hubwerk einführen zu können. Die Einrichtung wird durch einen Hebel betätigt, der von den Bedienhebeln für Vorwärts- und Rückwärtsbetrieb unabhängig sein muss. Kann die Einrichtung unter Last gelöst werden, ist eine Verriegelungsvorrichtung vorzusehen, die ein unbeabsichtigtes Lösen verhindert.

8.8.3 Ein handbetriebenes Schreithubwerk muss mit einer Vorrichtung versehen sein, welche die auf den Hebel wirkende Kraft begrenzt. Es darf nicht möglich sein, das PAM anzuheben, wenn diese Vorrichtung aktiviert ist. Diese Vorrichtung darf höchstens auf die doppelte maximale Betriebslast (WLL) des Hubwerks eingestellt sein. Ein Senken des PAM muss noch möglich sein.

8.8.4 Bei einem kraftbetriebenen Schreithubwerk mit einer Hubgeschwindigkeit von weniger als 1 m/min muss die für die Drahtseilprüfung geforderte Anzahl von Hubwerk-Betriebszyklen gleich sein wie bei einem handbetriebenen Schreithubwerk.

8.9 Sicherheitsvorrichtung

Um den Absturz eines PAM zu verhindern, müssen Seilaufhängesysteme und Sicherheitsvorrichtungen so aufgebaut werden, dass sie ein zusammenhängendes System bilden. Diese Forderung muss durch einen der folgenden Punkte erfüllt werden:

- a) Ein Einseiltragsystem mit einer Fangvorrichtung, die das PAM im Falle eines Defektes am Tragseil oder Hubwerk halten kann.
- b) Ein Zweiseiltragsystem: Bei Ausfall eines Drahtseils muss das verbleibende Drahtseil das PAM halten. Bei Ausfall des Hubwerkes muss die Sicherheitsbremse das PAM stoppen und halten können.

8.9.1 Fangvorrichtung

8.9.1.1 Die Fangvorrichtung muss selbsttätig eingreifen bei einem Defekt des Tragseils, bei zu hoher Geschwindigkeit ($> 0,5$ m/s) beim Senken des PAM, bei schlaffem Tragseil oder wenn das PAM 14° geneigt ist.

8.9.1.2 Die Fangvorrichtung muss so konstruiert sein, dass sie den dynamischen Lastkoeffizienten auf einen möglichst niedrigen Wert begrenzt. Die in B.1.4 genannten Werte sind als Höchstwerte zu betrachten.

8.9.1.3 Die Fangvorrichtung darf nicht zum Stoppen des PAM unter normalen Betriebsbedingungen bestimmt sein.

8.9.1.4 Eine Fangvorrichtung muss mechanisch ausgelöst werden.

8.9.1.5 Eine Fangvorrichtung muss nach dem Rückstellen wieder betriebsbereit sein.

8.9.1.6 Es darf nicht möglich sein, die Fangvorrichtung unter Last von Hand zu lösen. Nach dem Ansprechen der Fangvorrichtung muss ein Heben des PAM durch das Hubwerk möglich sein.

8.9.2 Sicherheitsbremse

8.9.2.1 Die Beschreibung der Betriebsbremse in 8.1.6.4, 8.1.6.5 und 8.3.2.3 gilt auch für die Sicherheitsbremse, wenn die Bremswirkung durch Druckfedern erzeugt wird.

8.9.2.2 Eine Sicherheitsbremse muss selbsttätig eingreifen, wenn beim Senken des PAM die zulässige Geschwindigkeit von 0,5 m/s überschritten wird.

8.9.2.3 Die Sicherheitsbremse muss so konstruiert sein, dass sie den dynamischen Lastkoeffizienten auf einen möglichst niedrigen Wert begrenzt. Der Höchstwert wird in B.1.5 angegeben.

8.9.2.4 Eine Sicherheitsbremse darf nur zum Stoppen und Halten des PAM bei zu hoher Geschwindigkeit benutzt werden.

8.9.2.5 Eine Sicherheitsbremse muss mechanisch wirken.

8.9.2.6 Ein Rückstellen der Sicherheitsbremse muss möglich sein. Es darf nicht möglich sein, die Sicherheitsbremse unter Last von Hand und ohne Spezialwerkzeug zu lösen. Die Sicherheitsbremse muss nach dem Rückstellen wieder betriebsbereit sein.

8.9.2.7 Die eingestellte Auslösegeschwindigkeit der Sicherheitsbremse muss gegen unbefugte Änderungen geschützt sein (zum Beispiel plombiert).

8.9.2.8 Bei kraftbetriebenen Hubwerken muss die Sicherheitsbremse mit einem Endschalter ausgestattet sein.

8.9.3 Nachdem das PAM durch die Sicherheitsbremse gestoppt wurde, darf die maximale Neigung der PAM-Bodenfläche nicht mehr als 14° betragen.

8.9.4 An einem einzigen Hubwerk hängendes PAM

Die Sicherheitsvorrichtung muss bei einer Geschwindigkeit von höchstens 0,5 m/s selbsttätig ansprechen.

8.10 Seilrollen

8.10.1 Es muss verhindert werden, dass Seile aus den Rillen springen (zum Beispiel durch Aussetzvorrichtungen).

8.10.2 Der Abstand zwischen dem Außendurchmesser der Seilrolle und der Aussetzvorrichtung darf nicht größer als der 0,3fache Seildurchmesser sein.

8.10.3 Die Seilrillen von Seilrollen müssen einen Radius haben, der zwischen dem 0,52fachen und dem 0,65fachen Nenndurchmesser des Seils liegt.

8.10.4 Der Öffnungswinkel der Seilrollen muss symmetrisch sein und zwischen 30° und 55° liegen.

8.10.5 Die Tiefe der Rille darf nicht kleiner als der 1,4fache Seildurchmesser sein.

8.10.6 Die Seilaufpunkte an der Seilrolle müssen gesichert und abgedeckt werden, so dass ein Einziehen von Händen oder Fingern verhindert wird.

8.10.7 Die Rille der Seilrolle darf eine Rauheit R_a von höchstens 6,3 µm besitzen.

8.10.8 Gemessen von der Mittellinie, darf der Ablenkwinkel nicht größer als 4° sein, oder muss entsprechend der Systemgeometrie in der Berechnung berücksichtigt werden.

8.11 Drahtseil

8.11.1 Allgemeines

Das PAM muss an Drahtseile gehängt werden, die galvanisiert oder mit einem vergleichbaren Korrosionsschutz versehen sind.

8.11.2 Drahtseildurchmesser

Das Drahtseil muss einen Mindestdurchmesser von 6 mm aufweisen. Das Sicherheitsseil muss den gleichen oder einen größeren Durchmesser aufweisen wie das Tragseil.

8.11.3 Drahtseilendbefestigungen

Endbefestigungen von Drahtseilen müssen mit metallisch vergossenen Seilhülsen, Seilschlössern, Spleißen, Pressklemmen oder anderen Systemen mit gleicher Sicherheit hergestellt werden. Drahtseilklemmen dürfen nicht verwendet werden.

8.11.4 Revisionseinrichtungen

Sichtprüfungen von Drahtseilen und Seilendbefestigungen müssen möglich sein, ohne dass die Seile entfernt oder größere Teile der SAE-Konstruktion abgebaut werden müssen. Für diesen Zweck geeignet angebrachte Revisionsöffnungen müssen bei Bedarf angelegt werden.

9 Aufhängekonstruktion

9.1 Antriebssysteme

Antriebssysteme betreffen alle Teile der Anlage, wie Heben, Senken, Schwenken, Verfahren, Wippen und Teleskopieren. Hubvorrichtungen einschließlich Seilrollen und Drahtseilwicklern werden in diesem Kapitel und in Abschnitt 8 beschrieben.

9.1.1 Fahrgrenzen der Antriebssysteme

9.1.1.1 Es müssen Endanschläge vorhanden und so angeordnet sein, dass sie die Bewegung stoppen, ehe eine gefährliche Position erreicht wird.

9.1.1.2 Betriebsendschalter müssen vorhanden und so angeordnet sein, dass sie die kraftbetriebene Bewegung selbsttätig am Fahrbahnende stoppen. Die Bewegung muss vor Erreichen der Endanschläge gestoppt sein.

9.1.2 Bremse und Sicherheitsvorrichtung

Alle Antriebssysteme müssen mit einer Betriebsbremse ausgestattet sein (Anforderungen an die Bremse siehe 8.1.6, 8.3.2 und 8.3.3).

Die Antriebssysteme zum Heben und Senken müssen mit einer Betriebsbremse und einer Sicherheitsvorrichtung ausgestattet sein.

9.1.3 Handantrieb

Im Betrieb darf die höchste auf das Kurbelende auszuübende Kraft 250 N nicht übersteigen.

9.1.4 Kraftbetrieb

A1 gestrichener Text **A1**

9.1.4.1 Sind für die gleiche Bewegung handbetriebene und kraftbetriebene Systeme vorgesehen, muss durch Verriegelungen verhindert werden, dass beide Systeme gleichzeitig betriebsbereit sind.

9.1.4.2 Batteriebetriebenes SAE

9.1.4.2.1 Der Schaltkasten muss mit einer Anzeige ausgestattet sein, die den Ladezustand der Batterie angibt. Erreicht der Ladezustand einen vorgegebenen Minimalwert, dürfen nur noch Bewegungen möglich sein, mit denen der Bediener eine Ebene zum Verlassen des PAM erreichen kann.

9.1.4.2.2 Batterien müssen in einem belüfteten Gehäuse untergebracht sein.

9.1.4.2.3 Batterieladen darf nur in der Parkposition möglich sein. Werden Batterien an die stationäre Stromversorgung angeschlossen, muss eine elektrische Überwachung jede Bewegung des SAE verhindern.

9.1.5 Seilsystem bei teleskopierbaren Auslegern

Siehe 6.6 und Abschnitt 8 bezüglich Drahtseile und Hubwerke.

9.1.5.1 Würde der Ausfall des Tragseils oder des für die Teleskopierbewegung verwendeten Antriebs zu einem Absturz des PAM führen, muss eine Sicherheitsvorrichtung eingebaut sein. Der Ausfall des Tragseils oder Antriebssystems muss erkannt und die weitere Bewegung gestoppt werden. Siehe Abschnitt 11.

9.1.5.2 Sind an einem Punkt mehrere Drahtseile angeschlagen, ist eine Vorrichtung erforderlich, welche die Kräfte in den Drahtseilen ausgleicht. Die Seile müssen nachstellbar sein.

9.1.6 Kettenantriebsysteme

9.1.6.1 Sicherheitsvorrichtung

Würde der Ausfall einer Kette oder eines Kettenantriebsystems zu einem Absturz des PAM führen, muss eine Sicherheitsvorrichtung eingebaut werden. Der Ausfall des Hauptkettenantriebsystems muss erkannt und die weitere Bewegung gestoppt werden.

9.1.6.2 Kettenendbefestigungen

Sind an einem Punkt mehrere Ketten befestigt, ist eine Vorrichtung erforderlich, welche die Kraft in den einzelnen Ketten ausgleicht. Die Kräfte in den Ketten müssen einstellbar sein.

9.1.6.3 Revisionseinrichtungen

Es muss möglich sein, die Ketten und ihre Endbefestigungen zur gründlichen Prüfung auszubauen.

9.1.6.4 Kettenräder und -scheiben

Kettenräder und -scheiben müssen mit Vorrichtungen versehen werden, die verhindern, dass die Kette bei Nachlassen der Kettenspannung von ihnen abläuft.

9.1.7 Spindelantriebsysteme

9.1.7.1 Sicherheitsvorrichtung

Die Spindel muss mit einer lasttragenden Mutter ausgestattet sein. Würde ein Defekt oder übermäßiger Verschleiß dieser Mutter zu einem Absturz des PAM führen, ist eine Sicherheitsvorrichtung erforderlich. Diese Sicherheitsvorrichtung darf nur bei einem Versagen der lasttragenden Mutter belastet werden. Der Ausfall der lasttragenden Mutter muss erkannt und die weitere Bewegung gestoppt werden.

9.1.7.2 Revisionseinrichtungen für lasttragende Muttern

Es muss möglich sein, den Verschleiß der lasttragenden Muttern ohne größere Demontagearbeiten festzustellen.

9.1.7.3 Endbegrenzung der Muttern

Die Spindeln müssen an beiden Enden mit Vorrichtungen versehen werden, die verhindern, dass sowohl die lasttragende Mutter als auch die Sicherheitsmutter die Spindel verlassen.

9.1.8 Zahnstangenantriebsysteme

9.1.8.1 Sicherheitsvorrichtung

Würde der Ausfall des Zahnstangenantriebsystems zu einem Absturz des PAM führen, muss eine Sicherheitsvorrichtung eingebaut werden. Der Ausfall des Zahnstangenantriebsystems muss erkannt und die weitere Bewegung gestoppt werden.

9.1.8.2 Zahnstangenführungen

Zusätzlich zu den Führungsrollen müssen formschlüssig wirkende Vorrichtungen vorgesehen werden, die verhindern, dass ein Antriebs- oder Sicherheitsritzel von der Zahnstange läuft. Diese Vorrichtungen müssen sicherstellen, dass die Axialbewegung der Ritzel so eingeschränkt ist, dass immer mindestens 2/3 der Zahnbreite mit der Zahnstange in Eingriff ist. Sie müssen auch verhindern, dass sich die Ritzel radial um mehr als 1/3 der Zahnhöhe aus der vorgesehenen Lage bewegen.

9.1.8.3 Revisionseinrichtungen für Ritzel

Sichtprüfungen der Ritzel müssen möglich sein, ohne dass die Ritzel oder größere Teile der SAE-Konstruktion abgebaut werden müssen.

9.1.9 Hydraulische Antriebssysteme

9.1.9.1 Hydraulikstempel

Hydraulikstempel müssen so konstruiert werden, dass die Kolben die Zylinder nicht verlassen können. Für diesen Zweck müssen mechanische Anschläge vorgesehen werden.

Lasthaltende Hydraulikstempel müssen mit einem vorgesteuerten Ventil ausgestattet werden, das verhindert, dass bei einem Defekt einer Leitung oder einer Überströmleitung Hydraulikflüssigkeit aus dem Zylinder austritt, bevor das Ventil durch eine externe Kraft geöffnet wird. Werden vorgesteuerte Ventile als Sicherheitsvorrichtung eingesetzt, müssen sie entweder

- a) ein Bestandteil des Zylinders sein, oder
- b) direkt und fest angeflanscht sein, oder
- c) unmittelbar neben dem Zylinder sitzen und mit diesem über kurze starre Leitungen mit geschweißten, geflanschten oder geschraubten Verbindungen verbunden sein.

9.1.9.2 Motoren

Um alle Funktionen erfüllen zu können, muss an den Motoren ein ausreichender hydraulischer Druck anstehen. Ein Druckverlust darf nicht zu gefährlichen Situationen führen. Kann nicht sicher verhindert werden, dass innerhalb eines Motors ein Leck entsteht, muss eine Sicherheitsbremse die Last halten.

9.1.10 Pneumatische Antriebssysteme

9.1.10.1 Druckluftmotoren

Die Motoren müssen so konstruiert sein, dass im System keine Eisbildung stattfindet, zum Beispiel durch die Verwendung von Enteisungsflüssigkeit.

Bei Druckluftmotoren sind erhebliche Unterschiede in den Geschwindigkeiten für Heben und Senken möglich. Bei der Auslegung des SAE muss die jeweilige Höchstgeschwindigkeit berücksichtigt werden.

Um alle Funktionen erfüllen zu können, muss an den Motoren ein bestimmter Luftdruck verfügbar sein. Ein Druckverlust darf nicht zu gefährlichen Situationen führen. Wartungseinheiten wie Filter, Druckminderer und Öler müssen zwischen Kompressor und Motor angeordnet werden.

9.1.10.2 Druckluftstempel

Es dürfen keine Druckluftstempel verwendet werden.

9.2 Dauerhaft errichtete Aufhängekonstruktion

9.2.1 Dachfahrwagen

9.2.1.1 Der Dachfahrwagen wird bewegt:

- auf Schienen oder
- auf einer speziell hergestellten Fahrbahn.

9.2.1.2 Der Dachfahrwagen muss mit Führungsrollen oder Spurkranzrädern ausgerüstet sein, die den Wagen sicher auf der Bahn halten.

9.2.1.3 Es muss eine Vorrichtung vorgesehen werden, die ein Umkippen des Dachfahrwagens verhindert, wenn der Wagen von der Bahn abkommt oder sich ein Radbruch ereignet.

9.2.1.4 Es müssen Anschläge vorhanden sein, die geeignet und so angeordnet sind, dass sie den Dachfahrwagen anhalten, ehe er die Bahn verlassen kann. Anschläge müssen formschlüssig an den Schienen bzw. an der Fahrbahn befestigt sein. Diese Befestigungen dürfen nicht kraftschlüssig sein.

9.2.1.5 Freiraum

Zwischen der Rückseite des Dachfahrwagens und benachbarten Bauwerksteilen muss soviel Freiraum sein, dass Personen dort nicht eingeklemmt werden können. Hier ist ein Mindestfreiraum von 0,5 m Breite und 1,8 m Höhe erforderlich. Kann dieser Freiraum nicht geschaffen werden, müssen andere Maßnahmen ergriffen werden, und der Hersteller muss den Benutzer informieren, damit der Gefahr des Einklemmens vorgebeugt wird.

9.2.1.6 Kraftbetriebenes Fahren

9.2.1.6.1 Die Nenngeschwindigkeit, gemessen am Dachfahrwagen und am PAM, darf 0,3 m/s nicht überschreiten.

9.2.1.6.2 Die Betriebsbremse muss den Dachfahrwagen anhalten und in gestopptem Zustand halten können, wobei die Windkraft in Betrieb und in der Parkstellung in Betracht gezogen werden muss. Falls erforderlich, muss der Dachfahrwagen in geparktem Zustand mit einer Klammer oder einer ähnlichen Vorrichtung an der Fahrbahn festgesetzt werden. Berechnung siehe Abschnitt 6.

9.2.1.6.3 Solange der Dachfahrwagen fährt, muss ein akustisches Warnsignal die Personen auf dem Dach vor dieser Bewegung warnen.

9.2.1.6.4 Die Räder müssen mit Abweisern versehen sein, um zu verhindern, dass Füße eingeklemmt werden. Der Abstand zwischen den Abweisern und der Fahrbahn darf nicht größer als 2 cm sein.

9.2.1.7 Ausleger

Das PAM darf sich in keiner Richtung schneller als 0,3 m/s bewegen, solange die Ausleger ihre Lage durch Wippen oder Teleskopieren verändern.

9.2.1.8 Schwenken

9.2.1.8.1 Das PAM darf sich in keiner Richtung schneller als 0,3 m/s bewegen, solange der Ausleger kraftbetrieben geschwenkt wird.

9.2.1.8.2 Die Betriebsbremse muss den Ausleger anhalten und in gestopptem Zustand halten können, wobei die Windkraft in Betrieb und in der Parkstellung in Betracht gezogen werden muss. Falls erforderlich, muss der Ausleger in geparktem Zustand mit einer Klammer oder einer ähnlichen Vorrichtung an der Konstruktion des Dachfahrwagens oder an der Fahrbahn befestigt werden. Berechnung siehe Abschnitt 6.

9.2.1.9 Gegengewichte

Gegengewichte, die für die Standsicherheit eines Dachfahrwagens verwendet werden, müssen dauerhaft mit diesem verbunden sein.

9.2.1.10 Abdeckungen und Schutzvorrichtungen

9.2.1.10.1 Die Maschinenbauteile (zum Beispiel Hubwerk) des Dachfahrwagens müssen so verkleidet sein, dass Schutz der Ausrüstung und der beweglichen Teile gegeben ist. Abschließbare Deckel von Wartungsöffnungen müssen abnehmbar sein.  In diesem Fall müssen die Befestigungen mit den Schutzeinrichtungen oder dem hängenden Personenaufnahmemittel verbunden bleiben. 

9.2.1.10.2 Geöffnete Abdeckungen dürfen keine Gefahrenzeichen, Warnungen, Anweisungen oder sonstige Hinweise verdecken.

9.2.1.10.3 Die Maschinenbauteile des Dachfahrwagens müssen so konstruiert und zusammengebaut sein, dass sie sicher gewartet werden können. Im Notfall muss unabhängig von der jeweiligen Position des Dachfahrwagens der Zugang zu Bedienelementen und Einrichtungen möglich sein (siehe auch Einleitung: Verhandlungen).

9.2.2 Einzelschiene mit Laufkatze bzw. Fahrwagen

9.2.2.1 Wird ein PAM an einer Laufkatze bzw. an einem Fahrwagen aufgehängt, muss das SAE die Anforderungen von 9.2.1.2, 9.2.1.3, 9.2.1.4 und 9.2.1.6.1 sowie die folgenden besonderen Anforderungen erfüllen:

9.2.2.2 Die Anlage muss eine Möglichkeit bieten, dass sie vom Personal bei einem Ausfall der Energie auf sichere Weise verlassen werden kann.

9.2.2.3 Es muss eine Vorrichtung vorgesehen werden, die eine unbeabsichtigte Bewegung der Laufkatze bzw. des Fahrwagens verhindert.

9.2.2.4 Eine Laufkatze bzw. ein Fahrwagen auf einer geeigneten Einzelschiene muss mit einer Sicherheitsvorrichtung versehen werden, die eine unbeabsichtigte Bewegung des PAM verhindert, wenn das Antriebssystem der Laufkatze bzw. des Fahrwagens ausfällt.

9.2.3 Fest montierte und ortsveränderliche verankerte Ausleger

9.2.3.1 Wird ein PAM an fest montierten oder ortsveränderlichen verankerten Auslegern aufgehängt, muss das SAE die folgenden Forderungen erfüllen:

9.2.3.2 Soweit wie möglich muss der verankerte Ausleger so konstruiert sein, dass das PAM innerhalb der Brüstung auf dem Dach betreten und verlassen werden kann. Ist dies nicht möglich, kann eine andere Lösung vorgesehen werden, die aber die Sicherheit des Aufbaus, des verankerten Auslegers und der Allgemeinheit gewährleisten muss.

9.2.3.3 Der verankerte Ausleger muss so konstruiert sein, dass die Drahtseile in einer sicheren Position auf dem Dach an ihren Befestigungspunkten angebracht werden können, ohne hierbei über die Brüstung reichen zu müssen.

9.2.3.4 Drehbare verankerte Ausleger müssen so konstruiert sein, dass sie von Hand mit einer maximalen Kraft von 250 N gedreht werden können.

9.2.3.5 Ortsveränderliche verankerte Ausleger, die zu mehreren Verwendungsstellen umgesetzt werden, müssen die folgenden besonderen Anforderungen erfüllen:

9.2.3.5.1 Es muss sichergestellt sein, dass die maximale Kraft, die der Benutzer zum Aufbau und Transport des Auslegerarms aufwenden muss, 250 N nicht übersteigt. Das Eigengewicht und die Größe der einzelnen Komponenten des verankerten Auslegersystems müssen dabei berücksichtigt werden.

9.2.3.5.2 Verankerte Ausleger, bei denen zum Umsetzen eine Kraft von mehr als 250 N erforderlich ist, müssen auf Räder gesetzt werden, damit der erforderliche Kraftaufwand wieder höchstens bei 250 N liegt.

9.3 Temporäre Aufhängekonstruktion

9.3.1 Allgemeines

Alle Teile einer temporären Aufhängekonstruktion müssen wiederverwendet und wiederaufgebaut werden können. Die einzelnen Teile dürfen keinen scharfen Kanten oder Ecken oder hervorstehenden Teile aufweisen, die zu Verletzungen führen können.

Kleine Teile, wie Bolzen und Klammern, müssen durch eine dauerhafte Verbindung miteinander verbunden sein.

9.3.2 Größe und Masse

Eigenmasse und Größe der Bauteile einer Aufhängekonstruktion müssen in Betracht gezogen werden.

9.3.2.1 Für Teile, die von einer Person getragen werden sollen, gilt eine Höchstmasse von 25 kg.

9.3.2.2 Für Teile, die von zwei Personen getragen werden sollen, gilt eine Höchstmasse von 50 kg.

9.3.3 Dachausleger mit Gegengewicht

9.3.3.1 Dieser Auslegertyp liegt auf dem Dach auf. Die Längen von stabilisierendem und auskragendem Teil des Auslegers sind einstellbar, und es wird eine eindeutige Aufbauanweisung gefordert, die dauerhaft am Ausleger angebracht ist.

9.3.3.2 Gegengewichte müssen fest mit dem Ausleger verbunden sein, so dass sie nur absichtlich weggenommen werden können. Sie müssen so befestigt sein, dass sie von unbefugten Personen nicht entfernt werden können.

9.3.4 Gegengewicht

Alle als Gegengewicht einer Aufhängekonstruktion verwendeten Gewichte müssen aus Vollmaterial bestehen (max. Gewicht 25 kg). An jedem Gewicht muss die Gewichtsangabe dauerhaft angegeben sein.

9.3.5 Aufhängepunkte

Für Tragseil und Sicherheitsseil müssen getrennte Aufhängepunkte vorgesehen werden (siehe Bild 21).

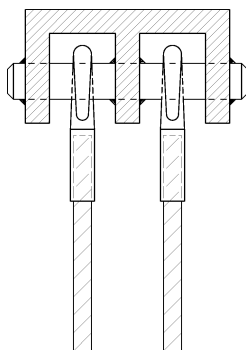


Bild 21 — Aufhängepunkte (Beispiel)

10 Elektrische, hydraulische und pneumatische Systeme

10.1 Sofern in dieser Norm nicht anders vereinbart, müssen elektrische Systeme EN 60204-1 erfüllen.

10.1.1 Maßnahmen zur Überwachung von 3-Phasen-Systemen

Es müssen Schutzmaßnahmen vorgesehen werden, die verhindern, dass eine falsche Phasenfolge in der Stromversorgung zu Fehlfunktionen der Steuerung führt.

10.1.2 Netzspannungsschutz

Die Netzspannungsversorgung muss durch eine Überstrom-Schutzeinrichtung und einen 30-mA-Fehlerstrom-Schutzschalter abgesichert werden.

10.1.3 Drahtseile mit integrierten elektrischen Leitern

Die Leiter müssen einen Mindestquerschnitt von $0,5 \text{ mm}^2$ aufweisen und ausreichend isoliert und geschützt sein. Die Spannung darf nicht höher als 240 V sein.

10.1.4 Federbetriebene oder kraftbetriebene Kabelwickler

Die Bewegung der Maschine muss über einen Endschalter oder ein anderes System gestoppt werden, ehe das Elektrokabel vollständig von dem Kabelwickler abgewickelt ist.

10.1.5 Schutzklassen

Alle elektrischen Einrichtungen müssen EN 60529 erfüllen. Werden sie im Freien betrieben, müssen sie eine Schutzklasse von mindestens IP 54 aufweisen.

10.2 Hydraulische und pneumatische Antriebssysteme müssen EN 982 bzw. EN 983 erfüllen.

10.2.1 Das Hydrauliksystem muss mit einem Sicherheitsventil ausgestattet sein, das zwischen Antrieb und erstem Steuerventil liegt. Werden in einem Hydrauliksystem verschiedene Maximaldrücke verwendet, sind mehrere Sicherheitsventile vorzusehen.

10.2.2 Druckluftbetriebene Systeme müssen so konstruiert sein, dass Eisbildung im System verhindert wird, zum Beispiel durch die Verwendung von Enteisungsflüssigkeit.

10.2.3 Der Berstdruck von Schläuchen und Armaturen muss mindestens dem 3fachen Betriebsdruck entsprechen.

10.2.4 Alle anderen Teile des Hydrauliksystems müssen mindestens das zweifache des Maximaldruckes aushalten, dem sie im Betrieb ausgesetzt werden.

11 Steuerungssysteme

11.1 Steuerungen von SAE müssen entsprechend der Bauart „Totmann“ ausgebildet sein.

11.2 Richtung und Art aller ausgelösten Bewegungen muss durch Worte oder Symbole eindeutig auf oder neben dem jeweiligen Bedienelement angegeben werden.

11.3 Alle Bedienelemente müssen in logischer Reihenfolge angeordnet sein. Es muss berücksichtigt werden, dass der Bediener möglicherweise Handschuhe trägt. Der Mindestdurchmesser eines Bedienelements muss 10 mm betragen.

11.4 Die Bedienelemente müssen sich auf dem PAM befinden. Bei einem SAE mit kraftbetriebener Aufhängekonstruktion müssen die gleichen Bedienelemente für Notfälle nochmals an der Aufhängekonstruktion vorhanden sein. Diese Bedienelemente für den Notfall müssen vor unbefugter Benutzung durch einen in der jeweiligen Stellung abschließbaren Wahlschalter geschützt sein.

11.5 Mehrstöckige PAM müssen mit Bedienelementen auf der obersten Bühne versehen sein. Eine zusätzliche Steuerung ist auf den unteren Bühnen erforderlich, die betätigt werden muss, um die Bewegung des PAM freizugeben.

11.6 Not-Aus-Einrichtung

Die Not-Aus-Einrichtung muss entsprechend EN 418, Kategorie 0, ausgelegt werden. Sie muss an jeder Bedienstation vorhanden sein sowie an anderen Stellen, an denen eine Not-Aus-Einrichtung erforderlich werden könnte. Die Betriebsbereitschaft aller Not-Aus-Einrichtungen muss unabhängig vom Betrieb der Steuerungen sein.

11.7 Steuerung der Ausleger

Bewegen sich die Ausleger unabhängig voneinander, muss der Steuerkreis ein korrektes Verfahren sicherstellen, so dass das PAM in keiner Richtung um mehr als 14° geneigt werden kann.

Bewegungen über den Arbeitsbereich hinaus müssen durch Endschalter begrenzt sein, die über ein Schlüsselschaltersystem während des Parkens der Maschine aktiviert werden.

11.8 Sicherheitsbezogene Bauteile von Steuerungen für kraftbetriebene Anlagen

Die Steuerung muss die Anforderungen von EN 954-1 erfüllen. Diese Norm enthält folgende Informationen über sicherheitsbezogene Bauteile:

- ausgewählte Kategorie;
- funktionelle Kennwerte und Funktion der Schutzeinrichtungen des SAE.

Tabelle 11 — Temporäres PAM mit PAM-Hubwerken und stationärer Aufhängekonstruktion

Sicherheitsbezogene Teile	Kategorie von EN 954-1	Behandelt in Abschnitt	Funktion
Not-Aus-Einrichtung	Kategorie 2	11.6	Abschalten Stromversorgungs-Hauptschütz
Hubkraftbegrenzer	Kategorie 1 bei Mechanik Kategorie 2 bei Elektronik	8.3.5	Heben verhindert, Senken erlaubt, Alarm
Hub-Notendschalter	Kategorie 1	8.3.10.5	Abschalten Stromversorgungs-Hauptschütz
Schräglagenüberwachung	Kategorie B	8.3.8	Erhält die Längsausrichtung des PAM
Elektrische Überwachung	Kategorie B	8.3.4.3	Verhindert gleichzeitigen Hand- und Kraftbetrieb des Hubwerks. Abschalten Stromversorgungs-Hauptschütz
3-Phasen-Überwachung	Kategorie 1	10.1.1	Abschalten Stromversorgungs-Hauptschütz

ANMERKUNG Die Funktionsfähigkeit der Sicherheitseinrichtungen muss täglich von einer sachkundigen Person überprüft werden, ehe das PAM in Betrieb genommen wird.

Tabelle 12 — Alle Fassadenaufzüge und vorübergehend errichteten PAM mit Dachhubwerken und/oder mobilen Aufhängekonstruktionen

Sicherheits- bezogene Teile	Kategorie von EN 954-1	Behandelt in Abschnitt	Funktion
Not-Aus-Einrichtung	Kategorie 2	11.5	Abschalten Stromversorgungs-Hauptschütz
Hubkraftbegrenzer	Kategorie 1 bei Mechanik Kategorie 2 bei Elektronik	8.3.5	Heben verhindert, Senken erlaubt, Alarm
Elektrische Überwachung	Kategorie B	8.3.4.3	Verhindert gleichzeitigen Hand- und Kraftbetrieb des Hubwerks. Abschalten Stromversorgungs-Hauptschütz
Schlaffseilerkennung	Kategorie B	7.9.3 8.3.6	Senken verhindert, Heben erlaubt
Sicherheitsbezogene Teile	Kategorie von EN 954-1	Behandelt in Abschnitt	Funktion
Schräglagen- überwachung	Kategorie B	8.3.8	Erhält die Längsausrichtung des PAM
Bodentaster	Kategorie B	8.3.9	Verhindert Senken, wenn bei Abwärtsfahrt ein Hindernis erkannt wurde. Heben erlaubt.
Aufwickelsystem von mehrlagigen Trommeln und Wicklern	Kategorie B	8.4.3	Abschalten Hubwerk-Versorgungsspannung
Hubendschalter	Kategorie B	8.3.10.1	Heben verhindert, Senken erlaubt. Dieser Schalter arbeitet als Verriegelung zur Freigabe anderer Operationen (z. B. Verfahren, Schwenken, Wippen, Teleskopieren)
Hub-Notendschalter	Kategorie 1	8.3.10.1	Abschalten Hubwerk-Versorgungsspannung
Senk-Endschalter	Kategorie B	8.3.10.2	Senken verhindert, Heben erlaubt
Seil-Ende-Schalter	Kategorie 1	8.3.7 8.6.2.3	Abschalten Hubwerk-Versorgungsspannung
Sensor Sicherheits- bremse	Kategorie B	8.9.2.8	Abschalten Stromversorgungs-Hauptschütz
Endschalter Antriebssystem	Kategorie B	7.9.4 9.1.1.2	Betrieb in Fahrtrichtung unterbrochen, aber in entgegengesetzter Richtung möglich.
Sensor Sicherheits- vorrichtung an Teleskopausleger	Kategorie B	9.1.5.1	Abschalten Stromversorgung zu Teleskopausleger
Sensor Sicherheits- vorrichtung an Kettenantriebssystem	Kategorie B	9.1.6.1	Abschalten Stromversorgung zu Kettenantriebssystem
Sicherheitsvorrich- tung an Spindel- antriebssystem	Kategorie B	9.1.7.1	Abschalten Stromversorgung zu Spindelantriebssystem
Sicherheits-bezogene Teile	Kategorie von EN 954-1	Behandelt in Abschnitt	Funktion

Tabelle 12 (fortgesetzt)

Sicherheits- bezogene Teile	Kategorie von EN 954-1	Behandelt in Abschnitt	Funktion
Sicherheitsvorrichtung an Zahnstangenantriebssystem	Kategorie B	9.1.8.1	Abschalten Stromversorgung zu Zahnstangenantriebssystem
Absperrventil an Hydraulikzylinder	Kategorie 1	9.1.9.1	Kolben bis zur Freigabe von Hand verriegelt
Ankerpunktschalter	Kategorie B	7.7.3.3	Heben und Senken gestoppt
Wicklerausfallsensor	Kategorie 1	8.6.2.2	Abschalten Stromversorgung zu Hubwerk und Wickler
Batteriespannungssensor	Kategorie B	9.1.4.3.1	Anzeige des Batterie-Ladezustands
Batterieladungsüberwachung	Kategorie 1	9.1.4.3.3	Verhindert Bewegung, solange Batterie geladen wird
3-Phasen-Überwachung	Kategorie 1	10.1.1	Abschalten Stromversorgungs-Hauptschütz
Kabelwickler-Endschalter	Kategorie 1	10.1.4	Stoppt Bewegung bei maximaler Kabellänge
Steuerung von unabhängigen Auslegern	Kategorie 1	11.7	Stoppt Bewegung bei maximaler Schiefelage des PAM

12 Nachweis der Sicherheitsanforderungen

12.1 Typprüfung

Die Typprüfung am SAE bzw. an SAE-Komponenten (ein oder mehrere repräsentative Muster) wird durchgeführt, ehe die Serienfertigung anläuft. Bei modularen Geräten wird die Prüfung in der ungünstigsten Konfiguration durchgeführt.

Die Typprüfung muss beinhalten:

- Konstruktionsprüfung (siehe 12.1.1);
- Typprüfungen (siehe 12.1.2).

12.1.1 Konstruktionsprüfung

Die Konstruktionsprüfung soll nachweisen, dass das SAE entsprechend den Forderungen dieser Norm gebaut ist. Sie enthält unter anderem die Prüfung folgender Dokumente:

- a) Zeichnungen mit den wichtigsten Abmessungen des SAE;
- b) Beschreibung des SAE mit den erforderlichen Leistungsangaben;
- c) Angaben der verwendeten Materialien;
- d) Pläne der elektrischen, hydraulischen und pneumatischen Schaltkreise;
- e) Betriebsanleitung.

Die vorgenannten Dokumente müssen alle Daten enthalten, die gebraucht werden, um

- die Standsicherheitsberechnungen zu überprüfen (siehe Abschnitt 6);
- die Festigkeitsberechnungen zu überprüfen (siehe Abschnitt 6).

Die Prüfung von Dachfahrwagen muss gemäß Anhang D durchgeführt werden.

12.1.2 Typprüfungen

Die Typprüfungen werden in den Anhängen A, B und C erläutert. Mit den Typprüfungen soll festgestellt werden, ob

- das SAE standsicher ist;
- die SAE-Konstruktion fehlerfrei ist;
- alle Funktionen ordnungsgemäß, entsprechend den in dieser Norm festgelegten Merkmalen, arbeiten.

Typprüfungen müssen am vollständig aufgebauten Gerät durchgeführt werden. Werden Sicherheitsbauteile als selbständige Komponenten auf dem Markt angeboten, müssen sie gesondert geprüft werden.

12.2 Herstellungsprüfung

Die Herstellungsprüfung gilt als erfüllt, wenn der Hersteller nach EN ISO 9002 zertifiziert ist. Andernfalls muss mit der Herstellungsprüfung sichergestellt werden, dass

- das SAE entsprechend den Konstruktionsunterlagen gebaut wurde;
- die Einzelteile den Zeichnungen entsprechen;
- für jeden Seil- und Kettentyp (einschließlich der Endbefestigungen) sowie Hydraulik- oder Druckluftschlauch Prüfbescheinigungen vorhanden sind. Diese Prüfbescheinigungen müssen die Mindestbruchlast bzw. den Mindestberstdruck angeben;
- Schweißarbeiten durch qualifiziertes Personal entsprechend den anzuwendenden Schweißverfahren durchgeführt wurden;
- Bau und Einbau der Sicherheitsvorrichtungen entsprechend den Anforderungen dieser Norm durchgeführt wurden.

12.3 Überprüfung vor erstem Einsatz

Das Ziel ist die Durchführung statischer und dynamischer Belastungsversuche, um zu prüfen, ob die Geräte ordnungsgemäß zusammengebaut sind und die Sicherheitsvorrichtungen ordnungsgemäß funktionieren. Die statischen und dynamischen Koeffizienten sind 1,5 bzw. 1,1.

12.3.1 Bei Fassadenaufzügen (BMU) wird die Prüfung an der verwendungsfertigen Maschine, entsprechend dem für den Gebrauch vorgesehenen Aufbau, vom Hersteller oder einem bevollmächtigten Vertreter vor Ort durchgeführt.

12.3.2 Bei TSP muss die Überprüfung der Hubwerke und Sicherheitsvorrichtungen vom Hersteller durchgeführt werden. Eine sachkundige Person muss das komplette TSP vor Ort überprüfen.

13 Kennzeichnung und Warnhinweise

13.1 Allgemein

Der Hersteller muss dem Benutzer auf einem oder mehreren am Tragbügel auf der Innenseite des PAM angebrachten dauerhaften Schildern die folgenden Angaben liefern:

13.1.1 Für alle SAE-Typen

-  Firmenname und vollständige Anschrift des Herstellers und gegebenenfalls seines Bevollmächtigten; 
- Serien- oder Typenbezeichnung;
- Seriennummer (falls vorhanden);
-  Baujahr, d. h. das Jahr, in dem der Herstellungsprozess abgeschlossen wurde. 

13.1.2 Für Fassadenaufzüge (BMU)

- Nutzlast des PAM und maximale Anzahl Personen.

13.1.3 Für vorübergehend errichtete PAM (TSP)

- Eine Tabelle, welche die maximale Nutzlast des PAM sowie die maximale Anzahl Personen entsprechend den Abmessungen des PAM aufzeigt;
- falls zutreffend, die maximale Nutzlast auf der auskragenden Bodenfläche sowie die maximale Länge der auskragenden Bodenfläche;
- die maximale Betriebslast (WLL) der Hubwerke, um in Übereinstimmung mit dem PAM zu sein;
- falls zutreffend, ein Diagramm, das die verschiedenen PAM-Konfigurationen zeigt.

13.2 Bei vorübergehend errichteten PAM (TSP), für die einzelne Bauteile auf dem Markt erhältlich sind, muss der Hersteller Schilder mit weiteren Angaben für die Bauteile selbst zur Verfügung stellen.

13.2.1 Personenaufnahmemittel

- Name und Adresse des PAM-Herstellers;
- Alle anderen Kennzeichnungen entsprechend 13.1.1 und 13.1.3.

13.2.2 Handbetriebenes Hubwerk

- Maximale Betriebslast (WLL);
- Durchmesser und technische Daten des Drahtseils.

13.2.3 Kraftbetriebenes Hubwerk

- Maximale Betriebslast (WLL);
- Durchmesser und technische Daten des Drahtseils;
- Nenngeschwindigkeit des Hubwerks;
- Angaben zur Energieversorgung, wenn der Antrieb ein Elektromotor ist:

- 1) Spannung (V);
 - 2) Stromstärke (A), Frequenz (Hz);
 - 3) Leistung (kW);
 - 4) Nenndrehzahl (U/min).
- e) Angaben zur Energieversorgung, wenn der Antrieb ein Druckluftmotor ist:
- 1) Betriebsdruck beim Anheben der maximalen Betriebslast (bar);
 - 2) Luftdurchsatz (dm^3/s);
 - 3) Nenndrehzahl (U/min).
- f) Angaben zur Energieversorgung, wenn der Antrieb ein Hydraulikmotor oder Hydraulikstempel ist:
- 1) Betriebsdruck beim Anheben der maximalen Betriebslast WLL (bar);
 - 2) Flüssigkeitsdurchsatz (dm^3/s);
 - 3) Nenndrehzahl (U/min);
 - 4) Kolbengeschwindigkeit (cm/s).

13.2.4 Sicherheitsvorrichtung

- Maximale Betriebslast (WLL);
- Durchmesser des Drahtseils;
- falls zutreffend, Auslösegeschwindigkeit (m/min).

13.2.5 Aufhängekonstruktion

- a) Die maximale Betriebslast (WLL) des Hubwerks, um in Übereinstimmung mit der maximalen Betriebslast (WLL) der Aufhängekonstruktion zu sein;
- b) Wird die Standsicherheit durch Gegengewichte erreicht: Zeichnungen und Tabellen, die Gewicht und Anzahl der Gegengewichte in Bezug auf folgende Punkte aufzeigen:
 - 1) maximale Betriebslast (WLL) des Hubwerks;
 - 2) Länge der Ausladung (L_o) des Auslegers;
 - 3) stabilisierende Länge (L_i) des Auslegers.
- c) Bei Brüstungszangen: Zeichnungen und Tabellen, welche die Reaktionskräfte in Bezug auf folgende Punkte aufzeigen:
 - 1) maximale Betriebslast (WLL) des Hubwerks;
 - 2) Länge der Ausladung (L_o) des Auslegers;
 - 3) Abstand zwischen den Horizontallagern (L_s).

13.3 Warnhinweise

Die folgenden Warnhinweise müssen auf haltbaren Schildern auf dem PAM gegeben werden:

- Das SAE darf nur von hierfür befugten, ausgebildeten und körperlich geeigneten Personen bedient werden;
- Vor dem Gebrauch des Gerätes muss die Betriebsanleitung gelesen und in vollem Umfang verstanden worden sein;
- Nichtbefolgung der Anweisungen kann zu schwerwiegenden Verletzungen führen;
- Maximale Windgeschwindigkeit in Betrieb (km/h);
- Wartungsintervall.

14 Begleitende Unterlagen

14.1 Allgemeines

Mit dem SAE muss eine Betriebsanleitung ausgeliefert werden. Dieser Abschnitt bezieht sich auf  EN ISO 12100-2  und gibt spezielle Anweisungen zum Inhalt der Betriebsanleitung für SAE.

14.2 Die Warnhinweise müssen folgende Punkte beinhalten

- Hinweis über Ausschlüsse (siehe 1.3);
- Einschränkungen der Benutzung auf Bediener;
- Anweisungen zur Notwendigkeit, die Betriebsanleitung gelesen und verstanden zu haben;
- Informationen zu Gefahren im Bezug auf Arbeiten in der Höhe und der Wichtigkeit, die Anweisungen zu befolgen;
- Informationen über regelmäßige Inspektionen;
- Informationen über Wetterbedingungen: maximale Windgeschwindigkeit, Temperaturbereich, Blitz;
- Hinweis zur Überprüfung der PAM-Fahrstrecke auf Hindernisse;
- Hinweis zur Überprüfung der ordnungsgemäßen Anbringung von Gegengewichten bei TSP;
- Hinweis auf die Gefahr, eingeklemmt zu werden, wenn der Abstand zwischen Bauwerk und Dachfahrzeug zu klein ist.

14.3 Angaben über Transport und Handhabung des SAE

- Gesamtgewicht des Gerätes und der wesentlichen Teile, die für den Transport abgebaut werden können;
- Hinweise zur Handhabung (zum Beispiel Zeichnungen, welche die Anschlagpunkte für Hebezeuge angeben).

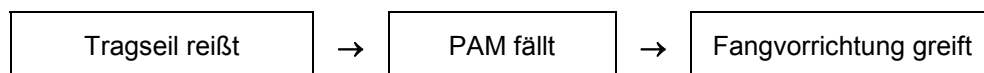
14.4 Angaben zu Aufbau, Inbetriebnahme und (Wieder-)Zusammenbau der Geräte

- Bei der Benutzung von Bahnen und Fassaden-Führungen muss zwecks Festlegung der Konstruktion zwischen den beteiligten Parteien verhandelt werden;
- Maximale Belastung des Bauwerks durch die Aufhängekonstruktion;
- Anforderungen zur Schienenbefestigung/Verankerung;
- Hinweise für Auf- und Abbau;
- Angaben sind erforderlich, damit ausschließlich zusammengehörende Komponenten zusammengebaut werden;
- Für Benutzung und Wartung des SAE benötigter Freiraum;
- Angaben zur Energieversorgung;
- Anweisungen zum Drahtseileinbau;
- Anweisungen zur Sicherstellung, dass sich die Aufhängekonstruktion direkt über dem PAM befindet;
- Anweisungen zur Überprüfung durch eine sachkundige Person vor der Benutzung;
- Notwendiger Schutz bezüglich der Gefahrenzone um das SAE herum.

14.5 Angaben zum SAE selbst

- Einschränkungen für den Gebrauch, zum Beispiel Höhe, Windgeschwindigkeit bei Betrieb und außer Betrieb, Temperaturbereich;
- Ausführliche Beschreibung von Gerät und Sicherheitsvorrichtungen. Der Text muss mit Bildern oder Zeichnungen versehen sein;
- Umfassende Auswahl von Anwendungsbeispielen, für die das Gerät bestimmt ist, einschließlich verbotener Anwendungen (falls zutreffend) und vorhersehbarem Missbrauch;
-  Schematische Darstellung der Sicherheitsfunktionen entsprechend der Definition in EN ISO 12100-1; 

BEISPIEL Fehler, der zum Ansprechen der Fangvorrichtung führt:



- Dokumente, die bestätigen, dass die Geräte, der vorliegenden Norm entsprechen.

14.6 Angaben zum Gebrauch der Geräte:

- a) Beschreibung der Bedienelemente;
- b) Halteinrichtungen (insbesondere Not-Aus);
- c) Anweisung an den Bediener, den Betrieb einzustellen und den Aufsichtführenden zu informieren, wenn die Sicherheit durch Fehler, Beschädigungen oder andere Umstände gefährdet ist;
- d) Beschreibung, wie das antriebslose Absenken durchgeführt wird;
- e) Anweisungen bezüglich der vom Bediener zu ergreifenden Maßnahmen, wenn die Sicherheitsvorrichtung angesprochen hat;
- f) Angaben zu Kommunikationsmöglichkeiten zwischen dem PAM und einer sachkundigen Person;
- g) Wie übermäßiges Pendeln des PAM verhindert werden kann;
- h) Anweisungen zum Erkennen und Auffinden eines Fehlers, Fehlerbehebung und Wiederanfahren nach dem Eingriff, in tabellarischer Form mit drei Spalten (Fehler, mögliche Ursache, Behebung);
- i) Soweit erforderlich, Anweisungen zur Benutzung persönlicher Schutzausrüstung;
- j) Angaben zu Restgefahren, die konstruktiv nicht ausgeschlossen werden können, und Angaben zu Sicherheitsmaßnahmen, die der Bediener zu treffen hat;

ANMERKUNG 1 Bei SAE werden die Gefahren, die sich durch das Auftreffen des PAM auf Hindernisse ergeben können, durch die in 8.3.9 beschriebenen Vorrichtungen nicht vollständig abgedeckt. Der Bediener muss daher während der Fahrt des PAM auf Hindernisse achten.

ANMERKUNG 2 Hubkraftbegrenzer nach 8.3.5 können TSP nicht in allen Konfigurationen schützen. Der Bediener muss daher prüfen, ob die Beladung des PAM der auf dem Schild angegebenen Nutzlast entspricht.

- k) Anweisungen zu täglichen Prüfungen;
- l) Für vorübergehend errichtete PAM (TSP) sind folgende zusätzliche Überprüfungen erforderlich:
 - 1) Der Bediener muss täglich vor der Benutzung des TSP prüfen, ob Bedieneinrichtungen, Bremsen, Sicherheitsvorrichtungen und Not-Aus-Schalter einwandfrei funktionieren;
 - 2) Der Zustand aller beweglichen Kabel, Endschalter, PAM-Konstruktionsteile und Drahtseile muss überprüft werden;
 - 3) Überprüfung der Sicherheit der Aufhängekonstruktion, und dass keine Gegengewichte entfernt wurden;
 - 4) Sicherstellen, dass die Aufhängekonstruktion direkt über der beabsichtigten Position des PAM-Hubwerks steht, damit übermäßig große Horizontalkräfte auf die Aufhängekonstruktion vermieden werden;
 - 5) Sicherstellen, dass sich auf dem PAM weder Schnee, noch Eis, Schutt oder sonstiges überschüssiges Material ansammelt;
 - 6) Sicherstellen, dass Gegenstände, die mit dem PAM in Kontakt kommen könnten, nicht aus der Fassade herausragen;
 - 7) Am Ende der Arbeiten muss der Bediener das PAM in die „Außer-Betrieb-Stellung“ bringen, das PAM abschalten und zur Vermeidung unerlaubter Benutzung von der Energieversorgung trennen;
 - 8) Die Fangvorrichtung darf nicht dazu benutzt werden, das PAM unter Betriebsbedingungen anzuhalten;

- m) Anweisungen an den Eigentümer, ein Logbuch mit folgenden Eintragungen zu führen:
 - Name der sachkundigen Person, die für das SAE verantwortlich ist;
 - Datum und Namen der Bediener, die das SAE benutzen;
 - Bei TSP Seriennummer von Hubwerken und Sicherheitsvorrichtungen;
 - Betriebsdauer des SAE (in Stunden);
 - Kenndaten des Drahtseils;
 - Benutzungsdauer des Drahtseils (in Stunden);
 - Aufzeichnung von Zwischenfällen und unternommenen Maßnahmen;
 - Datum und Ergebnisbericht der wiederkehrenden Prüfungen.
- n) Verwendung an solchen Stellen, an denen eine Einschränkung der Benutzung erforderlich sein kann;
- o) Parken des SAE in der „Außer-Betrieb-Stellung“.

A1

- p) bei Unfällen oder Störungen erforderliches Vorgehen; falls es zu einer Blockierung kommen kann, ist in der Betriebsanleitung anzugeben, wie zum gefahrlosen Lösen der Blockierung vorzugehen ist;
- q) einen Prüfbericht, in dem die vom Hersteller oder seinem Bevollmächtigten oder für diese durchgeführten statischen und dynamischen Prüfungen im Einzelnen beschrieben sind. **A1**

14.7 Angaben zur Wartung

- Wartungsarbeiten dürfen nur von einer sachkundigen Person durchgeführt werden;
- Empfehlungen des Herstellers über Art und Häufigkeit der Prüfung der einzelnen Komponenten;
- Wartungs- und Reparaturberichte müssen im Logbuch aufbewahrt werden;
- Zeichnungen und Diagramme, die das Wartungspersonal bei der Arbeit braucht;
- Kenndaten der vom Hersteller vorgeschriebenen Drahtseile;
- Drahtseilatteste müssen aufbewahrt werden;
- Warnungen bezüglich des Ausbaus federgespannter Haspeln oder Wickler sind erforderlich;
- Angaben zur Ablegereife von Drahtseilen und für das Ersetzen von allen anderen verschleißbehafteten Komponenten;
- Überprüfung, ob die Plomben an den Einstellelementen der Hubkraftbegrenzer und Sicherheitsvorrichtungen unbeschädigt sind.

Anhang A (normativ)

PAM-Typprüfungen

Prüfungen des PAM sollen die in Abschnitt 6 angegebenen aktuellen Lastkonfigurationen widerspiegeln und unter Berücksichtigung des Betriebskoeffizienten für den speziellen Teil die Bruchfestigkeit prüfen.

A.1 Prüfung der größten Durchbiegung

Das PAM muss direkt unter den Tragbügeln unterstützt werden.

Die Bodenfläche des PAM muss über die gesamte Bühnenbreite mit der PAM-Nutzlast RL beaufschlagt werden. Die PAM-Nutzlast RL wird schrittweise in der ungünstigsten Position aufgebracht (siehe Bild A.1).

Die Last wird dann weggenommen und wie zuvor für 15 min aufgebracht.

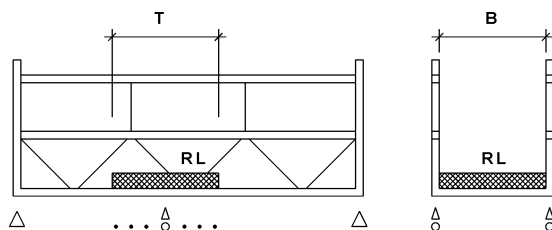


Bild A.1 — Verteilung der Nutzlast RL

Zur Berechnung der Nutzlast RL siehe Abschnitt 6.

Die durch die Last verursachte Durchbiegung muss gemessen und aufgezeichnet werden.

Der durch die Last verursachte Wert „a“ der Durchbiegung darf nicht größer sein als:

$$a \leq \frac{L}{200}$$

Nachdem die Last weggenommen wurde, wird die bleibende Durchbiegung nach weiteren 3 min gemessen. Der Wert „b“ der bleibenden Durchbiegung darf nicht größer sein als:

$$b \leq \frac{L}{1000}$$

A.2 Prüfung von auskragenden PAM

A.2.1 Prüfung der größten Durchbiegung

Das PAM muss direkt unter den Tragbügeln unterstützt werden. Auf den auskragenden Abschnitt wird schrittweise die Last W aufgebracht, die über die gesamte Breite des PAM verteilt ist (Berechnung von W siehe 6.3.2.5). Die Last wird dann wieder weggenommen und wie zuvor für 15 min aufgebracht. Die von der Last verursachte Durchbiegung muss gemessen und aufgezeichnet werden. Der von der Last verursachte Wert „a“ der Durchbiegung darf nicht größer sein als:

$$a \leq \frac{L_c}{100}$$

Nachdem die Last weggenommen wurde, wird die bleibende Durchbiegung nach weiteren 3 min gemessen. Der Wert „b“ der bleibenden Durchbiegung darf nicht größer sein als:

$$b \leq \frac{L_c}{1\,000}$$



Bild A.2 — Last auf dem auskragenden Abschnitt des PAM

A.2.2 Standsicherheitsprüfung

Auf den auskragenden Abschnitt wird schrittweise eine Last aufgebracht, die $2 \times W$ entspricht. Die Bühne muss dabei standsicher bleiben.

A.3 Statische Prüfung des PAM

Der statische Prüfbeiwert beträgt 1,5.

A.3.1 Horizontaler PAM-Boden

Das PAM wird an seinen Tragbügeln horizontal aufgehängt.

Die Lastverteilung ist die gleiche wie bei A.1.

Auf den PAM-Boden wird die Last $1,5 \times RL$ aufgebracht.

Die Last wird schrittweise an der ungünstigsten Stelle aufgebracht. Die Last wird über die nach Gleichung (4) berechnete Länge T verteilt.

Die Last wirkt 15 min lang.

A.3.2 Geneigter PAM-Boden

Das PAM wird an seinen Tragbügeln horizontal aufgehängt. Der Tragbügel an einem Ende wird soweit angehoben, dass der Boden um 14° gegenüber der Waagerechten geneigt ist. Last und Lastverteilung sind gleich wie bei der Prüfung in A.1.

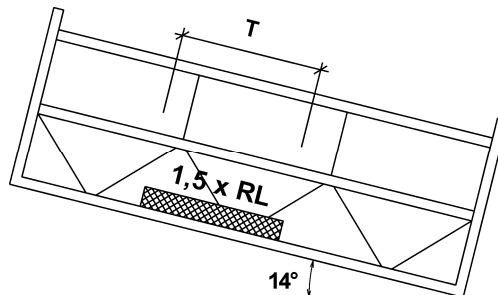


Bild A.3 — Längsgeneigter PAM-Boden

Interpretation der Ergebnisse:

Es wird angenommen, dass das PAM in Ordnung ist, wenn der statische Versuch kein Versagen und keine sichtbare Beschädigung der Konstruktion bewirkt, und wenn der von der Belastung verursachte Wert „a“ der Durchbiegung nicht größer ist als:

$$a \leq \frac{L}{130}$$

Nachdem die Last weggenommen wurde, darf die bleibende Durchbiegung nicht größer sein als:

$$b \leq \frac{L}{1\,000}$$

A.4 Dynamische Prüfung des PAM

Der dynamische Prüfbeiwert beträgt 1,25.

Das PAM wird an den Drahtseilen aufgehängt und mit der Nenngeschwindigkeit des Hubwerkes angehoben und abgesenkt.

Auf den PAM-Boden wird die Last $1,25 \times RL$ schrittweise an der ungünstigsten Stelle aufgebracht.

Die Last wird über die entsprechend Gleichung (4) berechnete Länge T verteilt.

Die dynamische Prüfung wird über 30 Zyklen durchgeführt, wobei die minimale Hubhöhe 1 m beträgt.

Interpretation der Ergebnisse:

Es wird angenommen, dass das PAM in Ordnung ist, wenn die dynamische Prüfung kein Versagen und keine sichtbare Beschädigung der Konstruktion bewirkt.

A.5 Bruchlastprüfung

Das PAM wird an seinen Tragbügeln horizontal aufgehängt.

Auf den PAM-Boden wird die Last $3 \times RL$ aufgebracht.

Die Last wird schrittweise an der ungünstigsten Stelle aufgebracht und über die entsprechend Gleichung (4) berechnete Länge T verteilt.

Die Last wirkt 1 Stunde lang.

Interpretation der Ergebnisse:

Es wird angenommen, dass die Festigkeit des PAM ausreichend ist, wenn lasttragende und nicht-lasttragende Teile des PAM zwar bleibend verformt werden, aber nicht brechen.

A.6 Festigkeitsprüfung des Bodens

Die Festigkeit des Bodens muss geprüft werden, wobei sich das PAM in der horizontalen Lage befindet und an beiden Enden unterstützt ist.

Der Boden muss einer über eine Fläche von $0,2 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$ verteilten Last von 300 kg standhalten, ohne zu brechen.

Die Last wird mittig zwischen zwei benachbarten Bodenträgern aufgebracht.

A.7 Festigkeitsprüfung des Handlaufs

A.7.1 Horizontale statische Prüfung

Das PAM wird an den Aufhängepunkten unterstützt und mit $1,25 \times RL$ belastet (Verteilung und Lage von RL wie in A.4). Der Handlauf wird dann mehreren horizontal wirkenden statischen Kräften ausgesetzt. Für jede der beiden ersten Personen auf dem PAM ist F_h gleich 300 N, für jede weitere Person 150 N.

Die nach außen gerichteten Kräfte F_h werden schrittweise und stoßfrei in Handlauhöhe und in einem Abstand von 500 mm an der ungünstigsten Stelle aufgebracht. Die horizontale Durchbiegung ist zu messen.

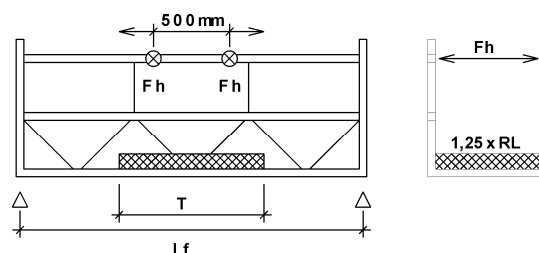


Bild A.4 — Horizontale Kräfte am Handlauf

Die Kräfte F_h wirken 3 min lang. Nachdem sie weggenommen wurden, darf die bleibende Durchbiegung nicht größer sein als:

$$b \leq \frac{L_f}{1000}$$

A.7.2 Vertikale statische Prüfung

Der Handlauf wird einer vertikal wirkenden statischen Last $F_V = 1\,000\text{ N}$ ausgesetzt, die nach unten gerichtet schrittweise und stoßfrei aufgebracht wird.

Die Kraft F_V wird an der ungünstigsten Stelle auf einer Länge von 100 mm aufgebracht.

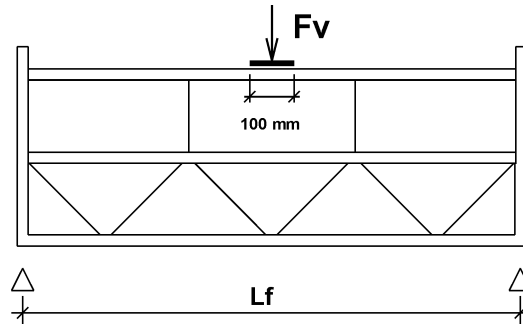


Bild A.5 — Vertikale Kraft auf dem Handlauf

Es wird angenommen, dass der Handlauf in Ordnung ist, wenn er keine sichtbare Beschädigung aufweist, und wenn der von der Last F_V verursachte Wert „a“ der Durchbiegung nicht größer ist als:

$$a \leq \frac{L_f}{200}$$

Anhang B (normativ)

Typprüfung für Hubwerk und Sicherheitsvorrichtung

B.1 Alle Typen von Hubwerken und Sicherheitsvorrichtungen

B.1.1 Statische Prüfung

Der statische Prüfbeiwert beträgt ist 1,5.

Ein Hubwerk muss 15 Min lang statisch mit dem 1,5fachen seiner maximalen Betriebslast (WLL) belastet werden.

Ein Treibscheibenhubwerk darf keine Anzeichen aufweisen, die besagen, dass das Drahtseil in der Treibscheibe rutscht oder kriecht. Das Drahtseil muss entsprechend den Herstellerangaben geschmiert sein.

Die Betriebsbremse muss die Last ohne Rutschen oder Kriechen halten.

Es darf kein lasttragendes Element des Hubwerks ausfallen, sich verformen oder geschwächt werden; die Last muss, ohne ihre Lage zu ändern, gehalten werden.

Nach dem Entfernen der Last muss das Hubwerk entsprechend den Herstellerangaben funktionieren.

B.1.2 Dynamische Prüfung

Am Hubwerk wird das 1,25fache seiner maximalen Betriebslast (WLL) angehängt, die über 30 Zyklen gehoben und gesenkt werden muss.

Die Betriebsbremse muss die Senkbewegung innerhalb von 10 cm anhalten und die Last ohne Rutschen halten.

Trommelhubwerke müssen geprüft werden, wenn die vom Hersteller vorgegebene maximale Anzahl von Seilagen auf der Trommel aufgewickelt ist.

B.1.3 Festigkeitsprüfung

Ein Hubwerk muss 15 min lang statisch mit dem 4fachen seiner maximalen Betriebslast (WLL) belastet werden. Diese Prüfung wird bei mechanisch blockiertem Antrieb durchgeführt; das Drahtseil darf dabei im Treibsystem nicht rutschen.

Die Bremsen müssen gelüftet sein. Es darf keine lasttragende Komponente des Hubwerks ausfallen, und die Last muss in ihrer Lage gehalten werden.

Nach diesen Prüfungen muss die Treibscheibe bzw. die Trommel um 90° gedreht und die Prüfung wiederholt werden, bis die Treibscheibe bzw. die Trommel insgesamt um 360° gedreht wurde.

B.1.4 Prüfung der Fangvorrichtung

Durch den plötzlichen Stopp des PAM, der durch das Eingreifen der Fangvorrichtung verursacht wird, werden das Sicherheitsseil sowie die gesamte Aufhängekonstruktion dynamischen Kräften ausgesetzt. Die maximale Zugkraft (T_m) im Sicherheitsseil wird ausgedrückt durch:

$$T_m = S_d \times WLL$$

WLL maximale Betriebslast des Hubwerks oder, falls getrennt, maximale Betriebslast der Fangvorrichtung, in Newton.

Ist die Fangvorrichtung ein Teil des SAE, muss die Prüfung durchgeführt werden, wenn die Fangvorrichtung im Gesamtsystem eingebaut ist.

Ist die Fangvorrichtung als eigene Einheit auf dem Markt erhältlich, muss die Prüfung in einem Prüfstand durchgeführt werden. Dieser Prüfstand muss so beschaffen sein, dass seine Eigenfrequenz in der vertikalen Achse am Anschlagpunkt mindestens 100 Hz beträgt, und dass die Einwirkung einer Kraft vom 5fachen der maximalen Betriebslast (*WLL*) am Anschlagpunkt eine Durchbiegung von maximal 1 mm bewirkt.

Bild B.1 zeigt die Prüfanordnung für die Fangvorrichtung:



Bild B.1 — Typischer Prüfstand für eine Fangvorrichtung

Das Drahtseil über der Fangvorrichtung darf höchstens 0,3 m lang sein. Der Horizontalabstand (3) zwischen den beiden Drahtseilen ist durch die Konstruktion festgelegt oder wird vom Hersteller vorgegeben.

Die aufgebrachte Prüflast ist gleich der maximalen Betriebslast (*WLL*).

Kraftmesseinrichtung:

Die Kraftmesseinrichtung muss in der Lage sein, Kräfte im Bereich zwischen der einfachen und der 5fachen maximalen Betriebslast (*WLL*) des Hubwerks mit einer Genauigkeit von $\pm 2\%$ — bei einer Frequenzbandbreite von 1 000 Hz — zu messen.

Prüfablauf:

1. Sicherheitsseil an dem Punkt markieren, an dem es in die Fangvorrichtung eintritt, um die Fallhöhe messen zu können.
2. Gewicht von 10 kg am unteren Ende des Sicherheitsseils anbringen, damit das Seil straff ist.
3. Falltest ausführen durch Lösen des Tragseils von seinem Anschlagpunkt. Sicherstellen, dass dieser Vorgang abläuft, ohne dass zusätzliche Kräfte die Prüfergebnisse beeinflussen. Nach dem Lösen muss die Prüflast nach unten beschleunigen und zu einem vollständigen Stillstand kommen, wenn die Fangvorrichtung auf dem Sicherheitsseil gegriffen hat.
4. Fallhöhe und maximale Zugkraft im Sicherheitsseil aufzeichnen.
5. Schritte 3 und 4 dreimal nacheinander ausführen.

Prüfergebnisse:

1. Bei der Prüfung der Fangvorrichtung mit dem vollständigen SAE müssen folgende Forderungen erfüllt sein:
 - Das SAE übersteht drei Versuche ohne zu brechen;
 - Der gemessene Stoßfaktor $S_d = \frac{T_m}{WLL}$ ist in jedem der drei Versuche kleiner oder gleich 3;
 - Die Fallhöhe in jedem der drei Versuche beträgt weniger als 30 cm.
2. Bei der Prüfung der Fangvorrichtung als eigene Einheit auf einem Prüfstand gemäß Bild B.1 müssen folgende Forderungen erfüllt sein:
 - Fangvorrichtung und Drahtseil überstehen drei Versuche ohne zu brechen;
 - Der gemessene Stoßfaktor S_d ist in jedem der drei Versuche kleiner als 5;
 - Die Fallhöhe in jedem der drei Versuche beträgt weniger als 30 cm.

B.1.5 Prüfung der Sicherheitsbremse

Ist eine Sicherheitsbremse eingebaut, führt der durch das Ansprechen der Sicherheitsbremse verursachte plötzliche Stopp des PAM zu einer dynamischen Belastung der Tragseile. Die maximale Zugkraft T_m in den Tragseilen wird ausgedrückt durch:

$$T_m = S_d \times \frac{TSL}{N_r}$$

Die Sicherheitsbremse ist Teil des SAE, und die Prüfung muss mit der im Gesamtsystem eingebauten Sicherheitsbremse durchgeführt werden. Ist eine solche Prüfung nicht durchführbar, muss die Sicherheitsbremse in einem Prüfstand geprüft werden.

Siehe Bild B.2.: Typischer Prüfstand für eine Sicherheitsbremse

Das Hubwerk (1) ohne Getriebe, Motor und Betriebsbremse wird mit einer Sicherheitsbremse (2) ausgestattet und am Rahmen (3) befestigt. Über die Kraftmesseinrichtungen (6) wird an die Drahtseile (5) eine Last (4) gehängt, die der Gesamt-Hängelast (TSL) einschließlich PAM-Nutzlast RL entspricht.

Die Seillänge zwischen der Trommel (1) und den Kraftmesseinrichtungen (6) darf höchstens 3 m betragen.

Der Rahmen (3) muss so konstruiert sein, dass seine Eigenfrequenz in der vertikalen Achse mindestens 100 Hz beträgt, und dass die Einwirkung einer Kraft gleich der 5fachen TSL an den Trommellagern eine Auslenkung von maximal 1 mm bewirkt.

Kraftmesseinrichtung siehe B.1.4.

Die Last wird durch Auflager (7) gehalten, die durch Drahtseile mit einer Auslösevorrichtung (8) verbunden sind.

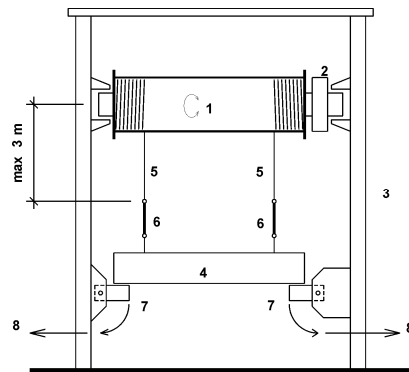


Bild B.2 — Typischer Prüfstand für eine Sicherheitsbremse

Prüfmethode

Der Fall der Last wird durch das Betätigen der Auslösevorrichtung (8) herbeigeführt.

Der Kraftverlauf in den Drahtseilen wird aufgezeichnet, die Fallhöhe wird gemessen.

Prüfergebnis

Es wird angenommen, dass die Sicherheitsbremse in Ordnung ist, wenn

- sie drei Versuche ohne zu versagen aushält;
- der Stoßfaktor kleiner oder gleich 3 ist;
- die Fallhöhe kleiner als 50 cm ist.

B.2 Handbetriebenes Hubwerk

B.2.1 Betriebsprüfung

Die bei einem handbetriebenen Hubwerk zum Heben oder Senken der maximalen Betriebslast (WLL) am Ende der Kurbel oder des Hebels aufgebrauchte Kraft darf 250 N bzw. 400 N nicht übersteigen.

Wirkt bei einem handbetriebenen Hubwerk eine Kraft von 625 N bzw. 1 kN auf das Ende der Kurbel bzw. des Hebels, darf es nicht möglich sein, eine Last von mehr als dem 2,5fachen der maximalen Betriebslast (WLL) zu heben.

B.2.2 Festigkeitsprüfung

Ein handbetriebenes Hubwerk muss unter der maximalen Betriebslast WLL 500 Zyklen des normalen Betriebsablaufs ausführen.

Es dürfen dabei keine Anzeichen von Bruch, Verschleiß oder Fehlfunktionen auftreten. Es dürfen keine Reparaturen oder Einstellungen erforderlich werden.

B.2.3 Drahtseilprüfung

Ein bei der Festigkeitsprüfung (siehe Abschnitt B.2.2) benutztes Drahtseil:

- a) darf auf einer Länge von $30 \times d$ höchstens 10 sichtbare Drahtbrüche aufweisen;
- b) darf keine Korb- oder Litzentrübe aufweisen.

Nach der Festigkeitsprüfung dürfen weder das Drahtseil noch seine Endbefestigung reißen, wenn an ihnen mit einer Kraft gezogen wird, die dem 6fachen der maximalen Betriebslast (WLL) des Hubwerks entspricht.

B.3 Kraftbetriebenes Hubwerk

B.3.1 Festigkeitsprüfung für PAM-Hubwerke

Das Hubwerk muss unter maximaler Betriebslast (WLL) 30 000 Zyklen des normalen Betriebsablaufs ausführen.

Das Drahtseil darf nach jeweils 1 000 Zyklen ausgewechselt werden (siehe Definition 3.4.14).

Während dieser Prüfung dürfen keine Reparaturen durchgeführt werden. Ein Nachstellen der Bremse ist zulässig.

Die Zyklusgeschwindigkeit muss so gewählt werden, dass der Antrieb thermisch nicht überlastet wird.

Nach Abschluss der Zyklen muss das Hubwerk untersucht werden. Es darf keine Zeichen von Bruch oder Fehlfunktion aufweisen. Das Drahtseil muss entsprechend Abschnitt B.2.3 untersucht werden.

B.3.2 Hubkraftbegrenzer-Prüfung

B.3.2.1 Die Prüfung enthält eine Funktionsprüfung zur Prüfung der Auslöseschwelle. Die Auslöseschwelle wird in folgenden Schritten geprüft:

- Das PAM steht auf dem Erdboden;
- Bei Fassadenaufzügen wird das PAM mit der 1,25fachen Nutzlast (RL) auf einer Fläche S_a in der Nähe eines Tragbügels belastet;
- Bei einem vorübergehend errichteten PAM (TSP) wird das Hubwerk mit dem 1,25fachen seiner maximalen Betriebslast (WLL) belastet;
- Das PAM wird dann vom Boden hochgefahren. Nach spätestens 10 cm Hubweg muss der Hubkraftbegrenzer ansprechen;
- Das PAM wird solange entladen, bis der Hubkraftbegrenzer selbsttätig wieder freigibt;
- Das PAM wird dann wieder wie zuvor beladen;
- Ein weiteres Hochfahren darf nicht möglich sein, weil der Hubkraftbegrenzer wieder ansprechen muss;
- Nach dem Ansprechen des Hubkraftbegrenzers darf dauerhaft keine Bewegung außer dem Senken möglich sein;
- Die Überlastanzeige muss den Bediener ununterbrochen warnen;
- Das PAM wird dann auf den Erdboden abgesenkt. Der Hubkraftbegrenzer muss selbsttätig wieder freigeben;
- Bei einem Fassadenaufzug (BMU) wird das PAM mit der Nutzlast RL an der gleichen Stelle wie zuvor beladen;
- Bei einem vorübergehend errichteten PAM (TSP) wird das Hubwerk mit der maximalen Betriebslast (WLL) beladen;
- Heben und Senken müssen ohne Abschalten möglich sein.

B.3.2.2 Entsprechend der in B.3.2.1 beschriebenen Vorgehensweise wird eine Festigkeitsprüfung durchgeführt, bei der Nutzlast (*RL*) und maximale Betriebslast (*WLL*) auf das 1,6fache erhöht werden. Während der Prüfung muss der Hubkraftbegrenzer entsprechend den Herstellerangaben funktionieren.

B.3.3 Elektrische Prüfungen

Die Prüfung der elektrischen Ausrüstung muss entsprechend EN 60204-1 durchgeführt werden.

Anhang C (normativ)

Prüfung der Aufhängekonstruktion

C.1 Dachfahrwagen

Zur Prüfung des an einem Dachfahrwagen aufgehängten PAM siehe Anhang A.

Zur Prüfung des Hubwerks als Teil des Dachfahrwagens siehe Anhang B.

C.1.1 Statische Prüfung

Der Dachfahrwagen steht auf einer ebenen horizontalen Fahrspur.

Die Prüfung muss unter den ungünstigsten Betriebsbedingungen wiederholt werden.

Das PAM muss mit der folgenden statischen Prüflast belastet werden:

$$W_{ts} = SWP + 2 \times (1,25 \times RL + M_{wr})$$

Es wird angenommen, dass der Dachfahrwagen in Ordnung ist, wenn er die Belastung durch die statische Prüflast ohne Bruch oder bleibende Verformung seiner Konstruktion überstanden und seine Standsicherheit behalten hat.

C.1.2 Dynamische Prüfung

Der Dachfahrwagen steht auf einer ebenen horizontalen Fahrspur.

Die Prüfung muss unter den ungünstigsten Betriebsbedingungen wiederholt werden.

Das PAM muss mit der folgenden dynamischen Prüflast belastet werden:

$$W_{td} = 1,25 \times (RL + M_{wr}) + 0,25 \times SWP$$

Die Prüfung wird durchgeführt während:

- einer Hubbewegung der Hubwerke;
- einer Wippbewegung der Ausleger;
- einer Teleskopierbewegung des Auslegers;
- einer Schwenkbewegung des Rahmens;
- die Sicherheitsvorrichtungen müssen unter simulierten Notfallbedingungen geprüft werden.

Es wird angenommen, dass der Dachfahrwagen in Ordnung ist, wenn:

- er die Belastung durch die dynamische Prüflast ohne Bruch oder bleibende Verformung seiner Konstruktion überstanden und seine Standsicherheit behalten hat;
- die einzelnen Bewegungen müssen ruckfrei und mit einer Geschwindigkeit durchgeführt werden, welche die in 9.2.1.6, 9.2.1.7 und 9.2.1.8 angegebenen Werte nicht übersteigt.

C.1.3 Elektrische Prüfung

Die Prüfung der elektrischen Ausrüstung muss entsprechend EN 60204-1 durchgeführt werden.

C.2 Sonstige Aufhängekonstruktionen

Sonstige Aufhängekonstruktionen, die im Zusammenhang mit einem PAM-Hubwerk installiert wurden (zum Beispiel Dachausleger, Brüstungszangen, fest verankerte Ausleger, Einzelschienen), werden zwei Kräften ausgesetzt:

- einer vertikalen Kraft $F_v = 2,5 \times WLL$;
- einer horizontalen Kraft $F_h = 0,15 \times WLL$, die in der ungünstigsten Richtung wirkt.

WLL ist die maximale Betriebslast des Hubwerks in N.

Es wird angenommen, dass die Aufhängekonstruktion in Ordnung ist, wenn:

- sie die Belastung durch die statische Prüflast ohne Bruch oder bleibende Verformung ihrer Konstruktion überstanden und ihre Standsicherheit behalten hat;
- sie während der statischen Prüfbelastung keine Veränderungen zeigt.

Anhang D (normativ)

Weitere Anforderungen für Anlagen, die außerhalb des zulässigen Temperaturbereiches betrieben werden sollen

D.1 Werkstoff

Alle Teile und Werkstoffe des SAE müssen für den vorgesehenen Temperaturbereich geeignet sein. Beispiel: Stahl für geschweißte Aufbauten muss vollständig beruhigt sein und mindestens die in der nachstehenden Tabelle aufgeführten Qualitätsanforderungen erfüllen.

Materialdicke	Mindest-Stahlgüte
< 20 mm	Fe 37 C (St 37-3)
20 bis 40 mm	Fe 37 D (St 37-N3)

D.2 Elektrische Anlage

D.2.1 Wenn nicht die gesamte elektrische Anlage für den gesamten beabsichtigten Temperaturbereich ausgelegt ist, müssen geeignete Maßnahmen getroffen werden, die das ordnungsgemäße Funktionieren der Anlage sicherstellen (zum Beispiel Einbau einer besonderen Heizung im Schaltschrank). Ist ein zeitlicher Vorlauf erforderlich, ehe die Anlage sicher in Betrieb genommen werden kann, muss dieser Vorlauf klar in der Betriebsanleitung angegeben werden, und die Anlage darf erst dann betriebsbereit sein, wenn die richtigen Betriebsbedingungen hergestellt wurden.

D.2.2 Elektrische Leitungen müssen so ausgewählt werden, dass sie für den gesamten vorgesehenen Temperaturbereich geeignet sind.

D.3 Schmierung

D.3.1 Bei Auslieferung muss der Hersteller das SAE mit einem Schmiermittel versehen, das für den gesamten vorgesehenen Temperaturbereich geeignet ist.

D.3.2 Die Betriebsanleitung muss passende Schmiermittel für verschiedene Temperaturbereiche angeben.

D.4 Betriebsanleitung

D.4.1 Der Hersteller muss angeben, für welchen Temperaturbereich die Anlage ausgelegt ist.

D.4.2 Der Hersteller muss die Informationen entsprechend D.2.1 und D.3.2 geben.

D.4.3 Wenn die Gefährdungsanalyse des Herstellers die Benutzung besonderer persönlicher Schutzausrüstung bezüglich des vorgesehenen Temperaturbereichs ergibt, müssen die entsprechenden Angaben gemacht werden.



Anhang ZA (informativ)

Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 98/37/EG

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet, um ein Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie nach der neuen Konzeption für Maschinen 98/37/EG, geändert durch Richtlinie 98/79/EG, bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Union im Rahmen der betreffenden Richtlinie in Bezug genommen und in mindestens einem der Mitgliedstaaten als nationale Norm umgesetzt worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den normativen Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereichs dieser Norm zu der Annahme, dass eine Übereinstimmung mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften gegeben ist.

WARNHINWEIS — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EG-Richtlinien anwendbar sein.



Anhang ZB (informativ)

Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EG-Richtlinie 2006/42/EG

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Mandates, das dem CEN von der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelszone erteilt wurde, erarbeitet, um ein Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie nach der neuen Konzeption für Maschinen 2006/42/EG bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Union im Rahmen der betreffenden Richtlinie in Bezug genommen und in mindestens einem der Mitgliedstaaten als nationale Norm umgesetzt worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den normativen Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereichs dieser Norm zu der Annahme, dass eine Übereinstimmung mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften gegeben ist.

WARNHINWEIS — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EG-Richtlinien anwendbar sein.