

DIN EN 1808

ICS 53.020.99

Einsprüche bis 2011-11-05
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1808:2010-11

Entwurf

**Sicherheitsanforderungen an hängende Personenaufnahmemittel –
Berechnung, Standsicherheit, Bau –
Prüfungen;
Deutsche Fassung prEN 1808 rev:2011**

Suspended access equipment –
Design calculations, stability criteria and construction –
Examinations and tests;
German version prEN 1808 rev:2011

Exigences de sécurité des plates-formes suspendues à niveau variable –
Calculs, stabilité, construction –
Essais;
Version allemande prEN 1808 rev:2011

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2011-08-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an nam@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN, 60498 Frankfurt am Main, Postfach 71 08 64 (Hausanschrift: Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 129 Seiten

Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist...

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Er beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitees CEN/TC 98 „Hebebühnen“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten prEN 1808:2011

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden 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 sind an der Erarbeitung beteiligt.

Dieser Norm-Entwurf 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.

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

Für die zitierten Internationalen Normen, sofern sie nicht als DIN ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht sind, gibt es keine nationalen Entsprechungen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1808:2010-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 6: geänderte Sicherheitsbeiwerte, Grenzwerte für Aluminium, zusätzliche Lastfälle;
- b) 6.5.2: Anforderungen an Lasthubwerke hinzugefügt;
- c) 7.7: geänderte Anforderungen an Führungssysteme;
- d) Anhang F: Anleitung zu den Anforderungen an drahtlose Steuersysteme neu aufgenommen;
- e) Anhang G: Informationen zu den Konstruktionsanforderungen an Fahrschienen, Einzelschienen und Auflagersysteme neu aufgenommen.

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

Exigences de sécurité des plates-formes suspendues à niveau variable — Calculs, stabilité, construction — Essais

Suspended access equipment — Design calculations, stability criteria and construction — Examinations and tests

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

Inhalt

Seite

Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
1.1 Anwendung	6
1.2 Gefahren	6
1.3 Ausschlüsse.....	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Gefährdungen und Vorbeugungsmaßnahmen	25
5 Sicherheitsanforderungen bzw. -maßnahmen.....	29
6 Konstruktions-, Festigkeits- und Standsicherheitsberechnungen für SAE	30
6.1 Allgemeines	30
6.2 In den Berechnungen zulässiger Sicherheitsspielraum.....	30
6.3 Zulässige Lasten und Kräfte.....	32
6.4 PAM-Festigkeitsberechnungen	37
6.5 Berechnungen von Aufhängekonstruktionen	38
6.6 Berechnung für Drahtseile.....	49
6.7 Berechnung von Fassaden-Führungen.....	50
7 Personenaufnahmemittel	50
7.1 Anforderungen an das Personenaufnahmemittel	50
7.2 Modulare PAM	51
7.3 Fassadenaufzug-PAM	51
7.4 PAM-Türen	51
7.5 Mehrstöckige PAM	52
7.6 Arbeitssitze.....	52
7.7 Fassaden-Führungen	54
7.8 Wandrollen und Puffer auf dem PAM	60
7.9 PAM an einer schiefen Ebene.....	60
8 Hubsysteme.....	61
8.1 Allgemeines	61
8.2 Handbetriebene Hubwerke	62
8.3 Kraftbetriebene Hubwerke	62
8.4 Trommelhubwerke	65
8.5 Treibscheibenhubwerke.....	66
8.6 Kraftbetriebene Drahtseilwickler.....	66
8.7 Doppeltreibtrommel-Hubwerk	66
8.8 Schreithubwerke	66
8.9 Sicherheitsvorrichtungen	67
8.10 Seilrollen	68
8.11 Drahtseile.....	68
9 Aufhängekonstruktion	69
9.1 Allgemeines	69
9.2 Antriebssysteme	69
9.3 Dauerhaft errichtete Aufhängekonstruktionen.....	72
9.4 Temporäre Aufhängekonstruktionen.....	74
10 Elektrische, hydraulische und pneumatische Systeme.....	75
10.1 Allgemeines	75
10.2 Maßnahmen zur Überwachung von 3-Phasen-Systemen.....	75

10.3	Netzspannungsschutz	75
10.4	Drahtseile mit integrierten elektrischen Leitern	75
10.5	Federbetriebene oder kraftbetriebene Kabelwickler	75
10.6	Schutzklassen	76
11	Steuersysteme	76
11.1	Allgemeines	76
11.2	Not-Aus-Einrichtung	77
11.3	Steuerung der Ausleger	77
11.4	Sicherheitsbezogene Bauteile von Steuersystemen für kraftbetriebene Anlagen	77
11.5	Drahtlose Steuersysteme	79
12	Prüfung und Zertifizierung	80
12.1	Typprüfung	80
12.2	Herstellungsprüfung	81
12.3	Überprüfung des Einbaus sicherheitskritischer Fahrbahnstütz- und Befestigungsvorrichtungen	81
12.4	Verifizierung von BMU-Systemen vor Ort	82
12.5	Vor-Ort-Verifizierung von TSAE nach dem ersten Zusammenbau	82
13	Kennzeichnung von SAE	82
13.1	Allgemeines	82
13.2	Handbetriebene Hubwerke	83
13.3	Kraftbetriebene Hubwerke	83
13.4	Sicherheitsvorrichtungen	83
13.5	Aufhängekonstruktionen für TSP	84
14	Begleitende Unterlagen	84
14.1	Allgemeines	84
14.2	Benutzerhandbücher	85
Anhang A (normativ) PAM-Typprüfungen		89
Anhang B (normativ) Typprüfung des Hubwerks und der Sicherheitsvorrichtungen		94
Anhang C (normativ) Typprüfungen der Aufhängekonstruktion		100
Anhang D (normativ) Anleitung zur Darstellung und Auswertung von durch SAE-Konstruktionen aufgebrachten Lasten		102
Anhang E (informativ) Analyse der Fassadenführung		105
Anhang F (normativ) Anleitung zu den Anforderungen an drahtlose Steuersysteme		107
Anhang G (normativ) Anleitung zu den Konstruktionsanforderungen an Fahrschienen, Einzelschienen und Auflagersysteme		109
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2006/42/EG		126
Literaturhinweise		127

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1808:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 98 „Hebebühnen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 1808:1999 + A1:2010 ersetzen.

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

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Dieses Dokument enthält auch Angaben, die Bauplaner, Statiker und Bauunternehmer beachten müssen, bevor bestimmte Hersteller/Lieferanten von hängenden Personenaufnahmemitteln (SAE) festgelegt werden.

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 Anwendungsbereich dieser Norm aufgezeigt.

Es wird vorausgesetzt, dass:

- über die besonderen örtlichen Verhältnisse für den Aufbau der betroffenen Geräte und die zu erwartenden Aufgaben zwischen Hersteller/Lieferanten und Käufer/Mieter Gespräche geführt werden müssen;
- für jede Komponente, die Bestandteil der Gesamtkonstruktion des SAE (Hängenden Personen-aufnahmemittels) sein kann, eine Risikoanalyse durchgeführt wurde und dass Regeln aufgestellt wurden;
- die Sicherheitsanforderungen dieser Norm unter der Annahme festgelegt wurden, dass die Bauteile der betroffenen Geräte:
 - a) entsprechend den üblichen Ingenieurpraktiken und Berechnungsverfahren entwickelt wurden, wobei alle Fehlerarten in Betracht gezogen wurden;
 - b) einen sicheren mechanischen und elektrischen Aufbau besitzen;
 - c) aus Werkstoffen mit ausreichender Festigkeit und von geeigneter Qualität bestehen und
 - d) frei von sichtbaren Fehlern sind.
- keine schädlichen Stoffe, wie z. B. Asbest verwendet werden;
- die Geräte in funktionstüchtigem Zustand gehalten werden;
- alle mechanischen Vorrichtungen, die entsprechend gängiger Praxis und in Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Norm hergestellt wurden, ihre Eigenschaften nicht so weit ändern, dass sie eine unerkannte Gefahr darstellen;
- der Betriebstemperaturbereich der Umgebung zwischen -10 °C und $+55\text{ °C}$ liegt;
- die Konstruktion, auf der das SAE montiert wird, über eine angemessene Festigkeit verfügt, um den zu erwartenden wirkenden Lasten standzuhalten.

1 Anwendungsbereich

1.1 Anwendung

Diese Europäische Norm legt die Anforderungen an hängende Personenaufnahmemittel (SAE) sowie Prüfverfahren, Kennzeichnung und Angaben fest, die vom Hersteller/Lieferanten des SAE zu liefern sind.

Sie ist sowohl auf dauerhaft als auch auf vorübergehend errichtete Anlagen anwendbar, die kraft- oder handbetrieben sein können, und in Abschnitt 3 festgelegt werden.

Die Anforderungen dieser Norm umfassen auch Schienen, Führungen und weitere Auflagersysteme, von denen SAE hinsichtlich ihrer Unversehrtheit und Sicherheit abhängig sind, und es werden alle damit verbundenen Lasten und Mittel zur Befestigung an der Baukonstruktion berücksichtigt.

1.2 Gefahren

Die vorliegende Europäische Norm behandelt wesentliche Gefahren, die für ein SAE, das bestimmungsgemäß und unter den vom Hersteller vorhergesehenen Bedingungen benutzt wird (siehe Abschnitt 4), von Bedeutung sind. Diese Europäische Norm legt geeignete technische Maßnahmen fest, mit denen die sich aus den wesentlichen Gefahren ergebenden Risiken ausgeschaltet oder verringert werden können.

1.3 Ausschlüsse

Nachfolgendes ist in diesem Dokument nicht erfasst:

- a) Betrieb unter erschwerten und besonderen Bedingungen (z. B. extreme Umweltbedingungen, korrodierende Umgebungen, starke Magnetfelder);
- b) Betrieb entsprechend besonderen Regeln (z. B. explosionsgefährdete Bereiche, Arbeit an spannungsführenden elektrischen Freileitungen);
- c) Transport von Passagieren von einer Ebene zur anderen;
- d) Umgang mit Lasten, die zu gefährlichen Situationen führen können (z. B. flüssiges Metall, Säuren/Basen, radioaktive Stoffe);
- e) an Kranen aufgehängte Arbeitsbühnen;
- f) Siloeinfahreinrichtungen;
- g) Personenaufnahmemittel, bei denen Ketten zur direkten Aufhängung einer Plattform verwendet werden;
- h) SAE, bei denen Chemiefaserseile zur Aufhängung einer Plattform verwendet werden;
- i) SAE, die für den unterirdischen Einsatz bestimmt sind;
- j) SAE, die in Schächten betrieben werden sollen;
- k) SAE, die direkt von Verbrennungsmotoren angetrieben werden.

2 Normative Verweisungen

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).

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 1993, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten*

EN 10025-2, *Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen — Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle*

EN 60068-2-64, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-64: Prüfverfahren — Prüfung Fh: Schwingen, Breitbandrauschen (digital geregelt) und Leitfaden*

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

EN 60204-32, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 32: Anforderungen für Hebezeuge*

EN 60529:1991, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989)*

EN ISO 12100-1:2003, *Sicherheit von Maschinen — Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsleitsätze — Teil 1: Grundsätzliche Terminologie, Methodologie (ISO 12100-1:2001)*

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

EN ISO 13849-1:2003, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2003)*

EN ISO 13849-2:2003, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 2: Validierung (ISO 13849-2:2003)*

EN ISO 13850:2006, *Sicherheit von Maschinen — Not-Halt — Gestaltungsleitsätze (ISO 13850:2006)*

3 Begriffe

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

3.1

Fassadenaufzug

BMU

SAE, das dauerhaft an einem bestimmten Gebäude oder Bauwerk montiert und dafür vorgesehen ist und für geplante routinemäßige Untersuchungen, zur Reinigung und Instandhaltung des betreffenden Bauwerks benutzt werden soll, wobei der Platz unter dem Personenaufnahmemittel für die Öffentlichkeit frei zugänglich sein kann, wenn das SAE in Betrieb ist

ANMERKUNG 1 BMUs können aus einem PAM bestehen, das an einer Aufhängekonstruktion aufgehängt ist, wobei es sich im Allgemeinen um einen mit (einer) Winde(n) ausgestatteten Dachfahrzeugen handelt, der entweder auf einer Schienenführung oder auf einer geeigneten Lauffläche (zum Beispiel einer Betonbahn) läuft.

ANMERKUNG 2 Einschienensysteme mit Laufkatzen bzw. Fahrzeugen oder andere Aufhängekonstruktionen (z. B. verankerte Ausleger), die am Gebäude befestigt sind und an denen ein PAM angehängt werden kann, sollten als Bestandteile eines Fassadenaufzugs angesehen und ausschließlich im Zusammenhang mit hängenden Personenaufnahmemitteln verwendet werden, die den Anforderungen dieser Norm entsprechen.

3.2

temporär hängende Personenaufnahmemittel

TSAE

SAE-Systeme, die zeitlich begrenzt auf/an einem Gebäude oder Bauwerk montiert werden, um auf einer Baustelle bestimmte Bauarbeiten auszuführen, wie z. B. Verschalungsarbeiten, Anstricharbeiten, Instandhaltungs-, Reparatur und Sanierungsarbeiten an Gebäuden, Brücken, Schornsteinen und weiteren Bauwerken

ANMERKUNG 1 TSAE können aus einem Personenaufnahmemittel (PAM) und einer Aufhängekonstruktion bestehen, die vor der Ausführung der Arbeiten vor Ort zusammengebaut werden. Nach Abschluss der Arbeiten, für die die TSAE montiert wurden, werden sie wieder zerlegt und von der Baustelle entfernt und können dann an anderer Stelle erneut eingesetzt werden.

ANMERKUNG 2 Wenn ein temporär hängendes Personenaufnahmemittel an einer dauerhaft montierten Aufhängekonstruktion angebracht wird (z. B. Dachfahrzeugen oder Einschienensysteme), werden derartige Einrichtungen als Hybridsysteme betrachtet und es gelten die entsprechenden Abschnitte dieses Dokumentes (siehe 14.2.4.1).

3.3

Personal

3.3.1

sachkundige Person

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

3.3.2

Bediener

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 Informationen Bedienvorgänge auf dem SAE sicher auszuführen

3.4

Hubwerke und Zubehör

3.4.1

Trommelhubwerk

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

3.4.2

Treibscheibenhubwerk

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

3.4.3

Doppeltreibtrommel-Hubwerk

Hubsystem zum Heben und Senken des/der Trageseils/Trageile, bei dem das/die Seil(e) zwei gerillte Treibtrommeln mehrfach umschlingt, ehe es auf einen Drahtseilwickler aufgewickelt wird, wodurch auf das Treibtrommelsystem eine Vorspannkraft einwirkt

3.4.4

Schreithubwerk

Hubwerk, bei dem die Zugvorrichtung aus zwei Klemmbackenpaaren besteht

3.4.5

Antrieb

Quelle der Antriebskraft für das Hubwerk (z. B. elektrische, hydraulische oder pneumatische Motoren und hydraulische Heber)

3.4.6

Nenngeschwindigkeit

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

3.4.7

Betriebsbremse

mechanische Bremse, die selbsttätig durch gespeicherte Energie (z. B. Federkraft) wirkt, solange sie nicht durch eine üblicherweise elektrisch, hydraulisch oder pneumatisch aufgebrachte extern gespeiste Kraft entweder durch Steuerung durch den Bediener oder automatisch gelöst wird

3.4.8

Sicherheitsvorrichtung

Vorrichtung, die im Notfall (z. B. bei Bruch eines Trageseils oder Ausfall eines Hubwerks) die Abwärtsbewegung des PAM stoppen soll

3.4.8.1

Fangvorrichtung

Vorrichtung, die direkt auf ein zweites Drahtseil wirkt und das PAM selbsttätig stoppt und es in einer feststehenden Position hält

3.4.8.2

Sicherheitsbremse

Bremse, die direkt auf Trommel, Treibscheibe oder End-Antriebswelle wirkt, und die Abwärtsbewegung eines PAM stoppen soll

3.4.9

Schräglagenüberwachung

Einrichtung, die erkennt, wenn die Längsneigung eines PAM einen vorgegebenen Winkel überschreitet

3.4.10

antriebsloses Ablassen

handbedientes System, das ein kontrolliertes Ablassen eines kraftbetriebenen PAM ermöglicht

3.4.11

Handhebel/Handrad/Handgriff

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

3.4.12

Draht(seil)wickler

Speichertrommel, auf die ein Drahtseil aufgewickelt wird

3.4.13

Kabelwickler

Speichertrommel, auf die ein Elektrokabel aufgewickelt wird

3.4.14

Hubbetriebszyklus (nur für Prüfzwecke)

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

- durch alle seilführenden Teile eines Treibscheibenhubwerks, seine Seilumlenkrollen und das Aufwickelsystem läuft oder
- viermal das Trommelhubwerk und die zugehörigen Seilumlenkrollen durchläuft

3.4.15

PAM-Hubwerk

Hubwerk, das an einem PAM befestigt ist, um es anzuheben und abzusenken

3.4.16

Dachhubwerk

Hubwerk, das an einer Aufhängekonstruktion oder in einem Dachfahrzeug befestigt ist, um ein PAM anzuheben und abzusenken

3.4.17

Material-(Hilfs-)Hubwerk

Hubwerk, das an einer Aufhängekonstruktion oder in einem Dachfahrzeug befestigt ist, um andere Materialien unabhängig von einem PAM anzuheben und abzusenken

3.4.18

Hubkraftbegrenzer

Einrichtung, die selbsttätig anspricht und die Aufwärtsbewegung eines PAM stoppt, wenn die Last in den Trageilen die Auslöseschwelle überschreitet

3.4.19

Auslöseschwelle

die statische Last, bei welcher der Hubkraftbegrenzer anspricht

3.5

Personenaufnahmemittel

3.5.1

Personenaufnahmemittel

PAM, Teil einer SAE-Anlage, der Personen und Lasten aufnimmt

3.5.1.1

Arbeitskorb

PAM, das nur einen Anschlagpunkt aufweist

3.5.1.2

zweipunktaufgehängte Arbeitsbühne

PAM, das zwei Anschlagpunkte aufweist

3.5.1.3

mehrpunktaufgehängte Arbeitsbühne

PAM, das drei oder mehr Anschlagpunkte aufweist und keine Gelenke besitzt

3.5.1.4

gelenkige durchlaufende Arbeitsbühne

langes PAM mit mehr als zwei Anschlagpunkten, das aus mehreren gelenkig miteinander verbundenen Abschnitten besteht, um sicherzustellen, dass die richtige Zugkraft in jedem der Tragseile beibehalten wird

3.5.1.5

mehrstöckige Arbeitsbühne

PAM, das aus zwei oder mehr Arbeitsebenen besteht, die vertikal miteinander verbunden sind (siehe Bild 17 - 16)

3.5.1.6

auskragende Arbeitsbühne

PAM, bei dem der Boden über den Anschlagpunkt hinausragt

3.5.1.7

Arbeitssitz

für nur eine Person vorgesehener Sitz, der einen Anschlagpunkt aufweist

3.5.2

Fassaden-Führung

System, das ein PAM mit Führungsschienen oder anderen Befestigungspunkten an einem Gebäude verbindet und bei Gebrauch die vom Wind verursachten seitlichen Bewegungen des PAM begrenzt

3.5.3

Tragseil-Führung

vertikale Reihe von Befestigungspunkten an einem Gebäude, an die Verbindungselemente angeschlossen werden, die die Tragseile eines PAM beim Abwärtsfahren führen und die beim Aufwärtsfahren wieder gelöst werden (siehe Bild 18)

3.5.4

Anschlagpunkt

am PAM oder einem Sitz befindliche Stelle, an der das/die Tragseil(e) und die Fangvorrichtung(en) befestigt werden

3.5.5

Geländehöhe

Bodenhöhe, von der aus ermittelt wird, ob für das PAM die Notwendigkeit einer Fassadenführung besteht

3.6

Lasten

3.6.1

Gesamt-Hängelast

TSL

die auf den/die Aufhängungspunkt(e) einer Aufhängungskonstruktion einwirkende statische Last, die sich aus der Bemessungslast des PAM, dem Eigengewicht des PAM, der Zusatzausrüstung, den Drahtseilen und, falls vorhanden, den Elektrokabeln zusammensetzt

3.6.2

Bemessungslast

RL

maximale Last von Personen und Ausrüstungen, die ein PAM entsprechend der Auslegung des Herstellers tragen kann

3.6.3

maximale Betriebslast

WLL

maximale Last, für die einzelne Teile der Anlage vom Hersteller ausgelegt wurden

3.6.4

Betriebskoeffizient

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

3.6.5

Prüfkoeffizient

das arithmetische Verhältnis zwischen den Lasten, mit denen die statischen bzw. dynamischen Prüfungen an einem Geräteteil oder am SAE durchgeführt werden, und der auf dem Geräteteil oder SAE angegebenen maximalen Betriebslast *WLL*

3.6.6

statische Prüfung

Prüfung, bei der ein Geräteteil oder das SAE zuerst untersucht und dann mit einer Last beaufschlagt wird, die der maximalen Betriebslast *WLL* multipliziert mit dem entsprechenden statischen Prüfkoeffizienten entspricht; nachdem diese Prüflast wieder weggenommen wurde, wird das Gerät erneut untersucht, um sicherzustellen, dass es nicht beschädigt wurde

3.6.7

dynamische Prüfung

Prüfung, bei der das SAE bei seiner maximalen Betriebslast *WLL* in allen dafür vorgesehenen Aufbauversionen betrieben wird, wobei das dynamische Verhalten des SAE berücksichtigt wird, um zu prüfen, ob das SAE und seine Sicherheitseinrichtungen ordnungsgemäß funktionieren

3.6.8

Hebe- und Senkzyklus

Ablauffolge, die beginnt, wenn ein PAM vom Boden (oder vom Dach) angehoben wird und die endet, wenn das PAM wieder in die Ausgangsstellung zurückgekehrt ist

3.7

Drahtseile

3.7.1

Ausnutzungskoeffizient

Verhältnis zwischen der ausgewiesenen Mindestbruchlast eines Drahtseils und der maximalen statischen Last, mit der dieses Seil beaufschlagt wird

3.7.2

Mindestbruchlast (eines Drahtseils)

Mindestbruchlast eines Drahtseils wie vom Hersteller angegeben

3.7.3

Tragseil

Drahtseil, das betriebsmäßig die angehängte Last trägt

3.7.4

Sicherheitsseil

Drahtseil, das üblicherweise betriebsmäßig keine angehängte Last trägt, sondern montiert wird, um mit einer Fangvorrichtung zusammen zu wirken

3.7.5

Einseiltragsystem

zwei Drahtseile, die am gleichen Aufhängepunkt befestigt sind, wobei ein Seil das Tragseil und das andere das Sicherheitsseil ist

3.7.6

Zweiseiltragsystem

zwei Drahtseile, die am selben Aufhängepunkt befestigt sind, wobei jedes Seil einen Teil der angehängten Last trägt

3.8

Aufhängekonstruktionen und Fahrbahnsysteme

3.8.1

Aufhängekonstruktion

der Teil des SAE (ohne Fahrbahn), an dem ein PAM aufgehängt ist

3.8.2

Dachfahrwagen

eine auf Rädern montierte Aufhängekonstruktion, die so konstruiert ist, dass sie auf einer Führung, Fahrbahn oder auf einem Einschienensystem fahren kann, um ein PAM zu tragen

3.8.3

Aufhängepunkt

an einer Aufhängekonstruktion ausgewiesene Position, an der die Seile, Umlenkrollen oder Hubwerke unabhängig voneinander angeschlagen werden

3.8.4

Gelenkpunkt

Einrichtung, die vorgesehen ist, um die durch die beiden Tragseile eines Zweiseiltragsystems wirkende Belastung auszugleichen

3.8.5

Kippkante

gedachter Punkt oder Linie bei der Berechnung des Standmoments/Kippmoments einer Aufhängekonstruktion

3.8.6

Stand Sicherheitsbeiwert

Faktor, mit dem das Kippmoment multipliziert wird

3.8.7

Standmomentanteil

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

3.8.8

Kippanteil

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

3.8.9

Gegengewichte

an einer Aufhängekonstruktion befestigte Gewichte, die die Kippmomente ausgleichen

3.8.10

Gegengewichtsdachausleger

Ausleger, dessen Standsicherheit durch Gegengewichte sichergestellt wird

3.8.11

formschlüssig verankerte Aufhängekonstruktion

Aufhängekonstruktion, bei der die Standsicherheit durch an der Gebäudekonstruktion befestigte formschlüssige Anker sichergestellt wird

3.8.12

stationäre Aufhängekonstruktion

Konstruktion, die zusammengebaut und positioniert wird, bevor ein PAM daran angehängt wird

3.8.13

Brüstungszange

an einer Brüstung oder ähnlichen statischen Konstruktion angebrachte Konstruktion, deren Lage und Verankerung von der Brüstung abhängt (siehe Bild 13)

3.8.14

verankerter Ausleger

an einem Dach oder einer ähnlichen statischen Konstruktion befestigte Konstruktion (siehe Bild 12)

3.8.15

Fahrschiene

im Allgemeinen auf einem Dach angebrachte Schienen, die eine verfahrbare Aufhängekonstruktion (Dachfahrwagen) tragen und führen

3.8.16

Fahrschienträger

verspannte(r) oder unverspannte(r) Stütze oder Ausleger, der eine Fahrschiene trägt

3.8.17

Schwelle

üblicherweise flach auf einem Dach aufliegender Beton- oder Stahlträger, der eine Fahrschiene stützt

3.8.18

Führungsschiene

im Allgemeinen auf einem Dach montierte Schiene, die eine verfahrbare Aufhängekonstruktion (Dachfahrwagen) führt

3.8.19

Einzelschiene

im Allgemeinen entlang dem Bauwerksumfang angebrachte Schiene, die eine verfahrbare Aufhängekonstruktion (Laufkatze bzw. einen Fahrwagen) trägt und führt

3.8.20

Heben

Funktion, bei der ein PAM auf eine höhere Ebene bewegt wird

3.8.21

Senken

Funktion, bei der ein PAM auf eine tiefere Ebene bewegt wird

3.8.22

PAM-Drehung

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

3.8.23

Schwenken der Aufhängekonstruktion

kreisförmige horizontale Bewegung einer Aufhängekonstruktion um eine vertikale Achse

3.8.24

Fahren

horizontale Längsbewegung einer Aufhängekonstruktion

3.8.25

Wippen

Drehbewegung des/der Auslegerarm(e) nach oben/unten um eine horizontale Achse zur Positionierung eines PAM

3.8.26

Auslegerteleskopierung

Bewegung zum Verlängern oder Verkürzen eines Auslegers zur Positionierung eines PAM

3.8.27

Auslegerschwenkung

Drehbewegung des Auslegerarms/der Auslegerarme um eine vertikale Achse zur Positionierung eines PAM

3.9

ULS

Grenzzustand der Tragfähigkeit

3.10

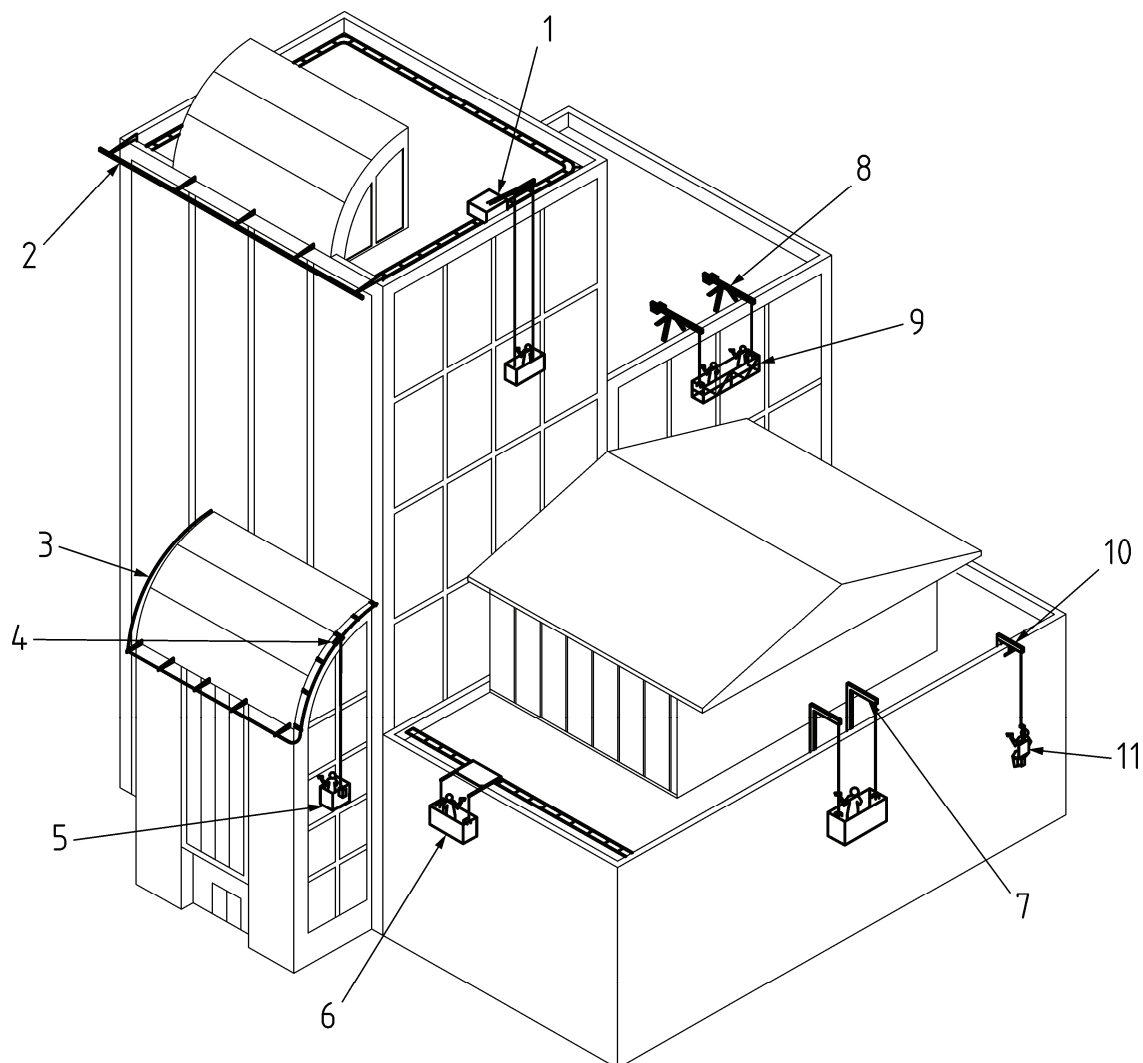
SLS

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

3.11

Vorzeichenkonvention

positive Richtungen der Achsen eines Querschnitts wie unten dargestellt



Legende

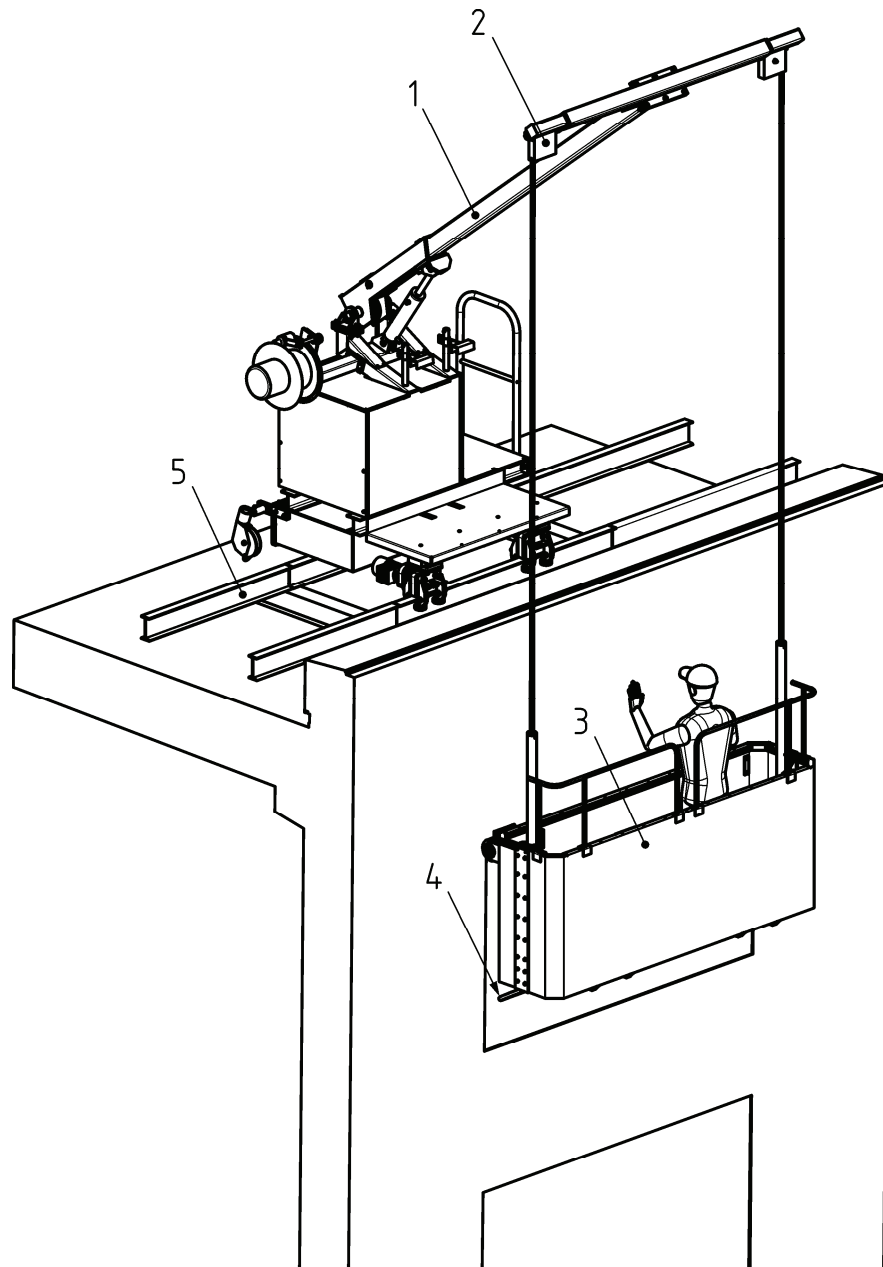
Typischer Fassadenaufzug (BMU)

- 1 Dachfahrwagen
- 2 horizontale Einzelschiene
- 3 geneigte Einzelschiene
- 4 Einpunktaufhängung
- 5 Arbeitskorb
- 6 zweipunktaufgehängte Arbeitsbühne
- 7 verankerter Ausleger

Typisches Temporär hängendes Personenaufnahmemittel (TSAE)

- 8 Gegengewichtsdachausleger
- 9 Personenaufnahmemittel
- 10 Brüstungszange
- 11 Arbeitssitz

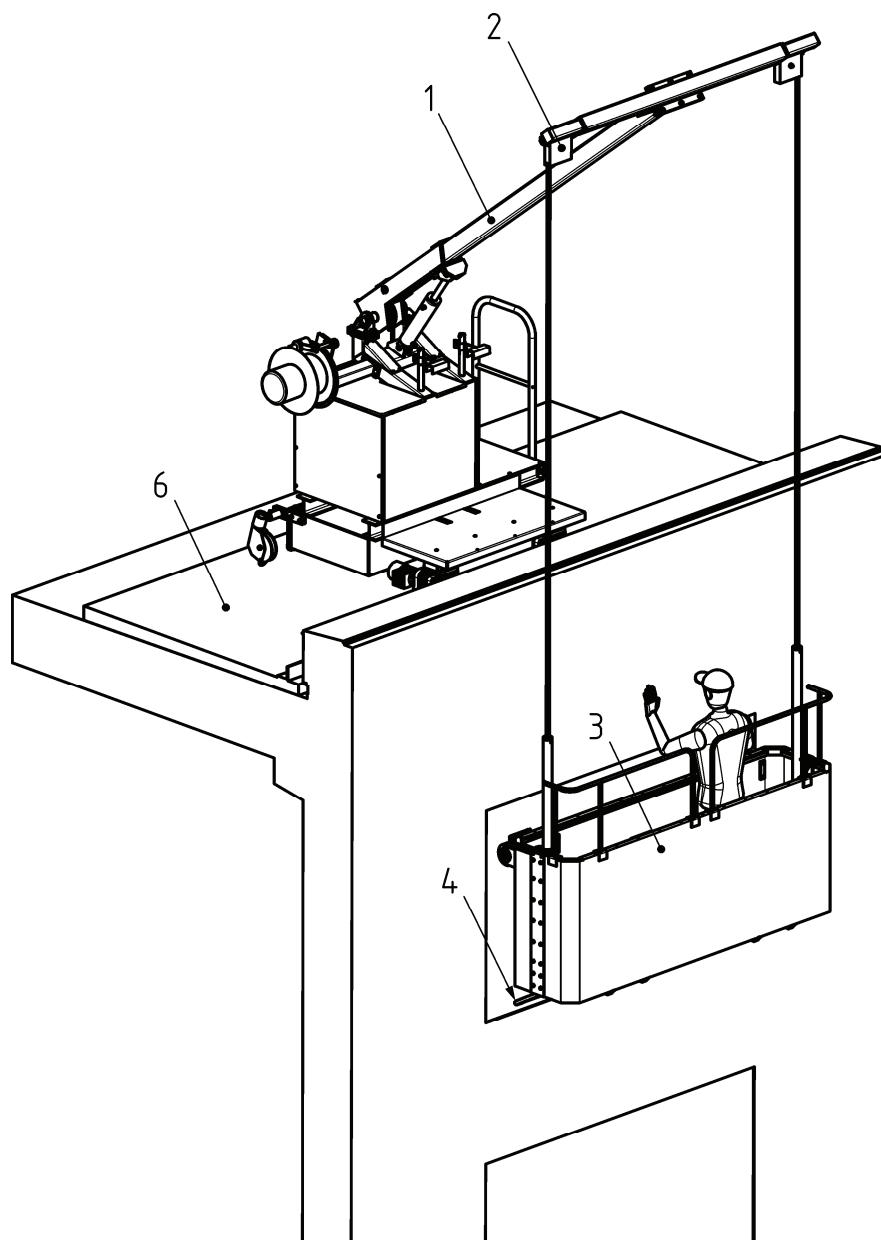
Bild 1 — Beispiel für verschiedene Arten von hängenden Personenaufnahmemitteln



Legende

- 1 Wippausleger
- 2 Umlenkrolle
- 3 Personenaufnahmemittel
- 4 Kollisionsschutzeinrichtung
- 5 Fahrschienensystem

Bild 2a — Typische BMU-Aufhängekonstruktion auf zwei Fahrschienen (ortsfest oder frei verlegt)

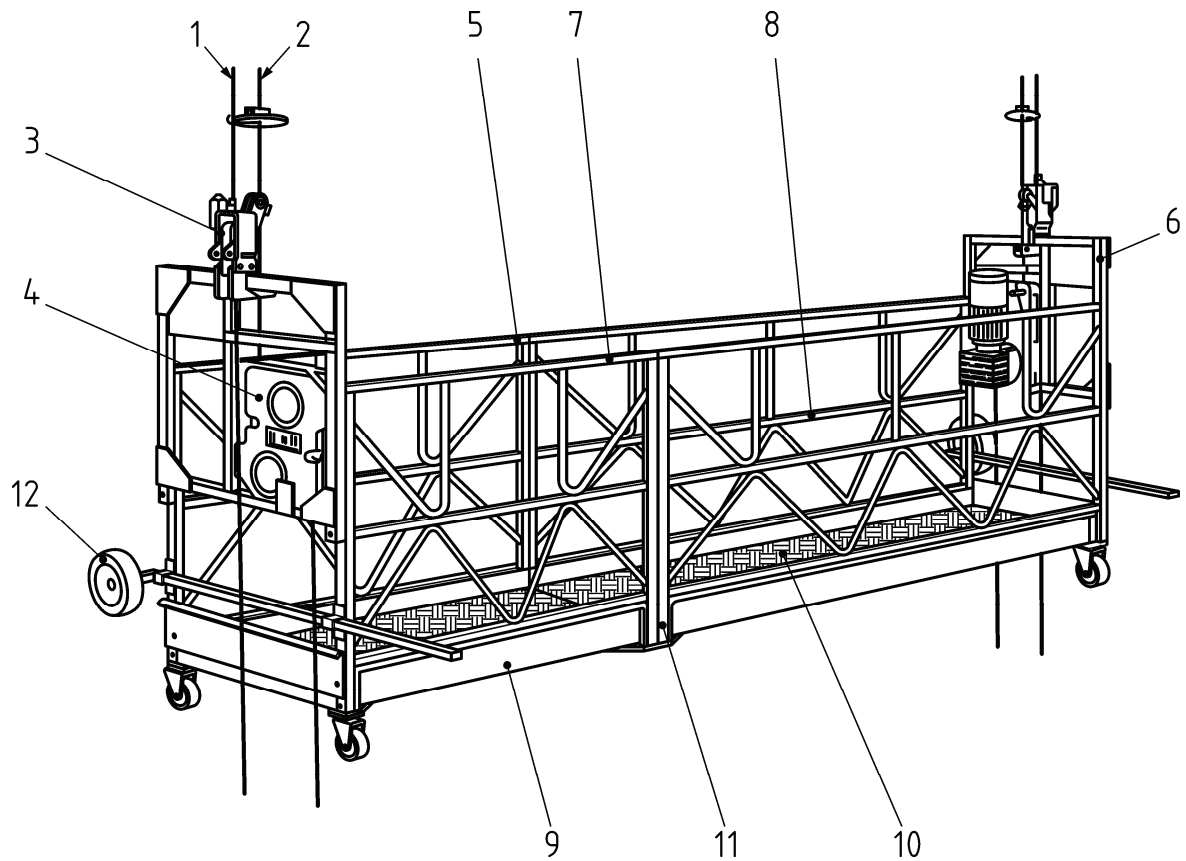


Legende

- 1 Wippausleger
- 2 Umlenkrolle
- 3 Personenaufnahmemittel
- 4 Kollisionsschutzeinrichtung
- 6 Dach oder Fahrbahn

Bild 2b — Typische BMU-Aufhängekonstruktion auf einer Betonfahrbahn

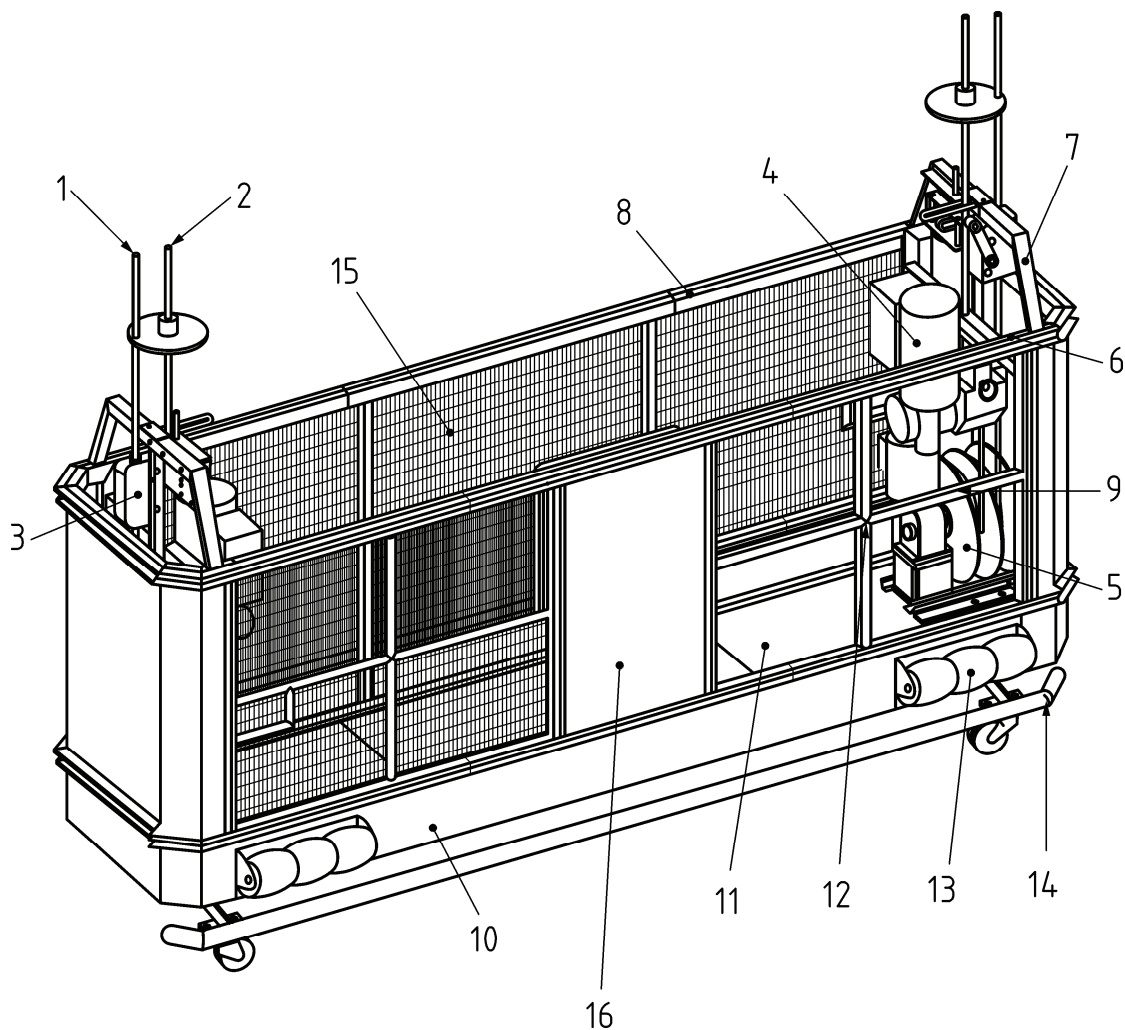
Bild 2 — Beispiele für BMU-Aufhängekonstruktionen (Dachfahrwagen)



Legende

- | | |
|------------------------|----------------------|
| 1 Sicherheitsseil | 7 hinterer Handlauf |
| 2 Tragseil | 8 Knieleiste |
| 3 Fangvorrichtung | 9 Fußleiste |
| 4 Treibscheibenhubwerk | 10 Boden |
| 5 vorderer Handlauf | 11 senkrechte Stütze |
| 6 Tragbügel | 12 Wandrolle |

Bild 3a — Beispiel für eine typische Arbeitsbühne



Legende

- | | |
|------------------------|----------------------------------|
| 1 Sicherheitsseil | 9 Knieleiste |
| 2 Tragseil | 10 Fußleiste |
| 3 Fangvorrichtung | 11 Boden |
| 4 Treibscheibenhubwerk | 12 senkrechte Stütze |
| 5 Drahtseilwickler | 13 weiche Rollen |
| 6 vorderer Handlauf | 14 Hindernisabweiser |
| 7 Tragbügel | 15 Verschalung oder Maschendraht |
| 8 hinterer Handlauf | 16 Schalttafel |

Bild 3b — Beispiel für eine typische BMU-Arbeitsbühne mit an der Arbeitsbühne montierten Hubwerken

Bild 3 — Beispiele für Personenaufnahmemittel

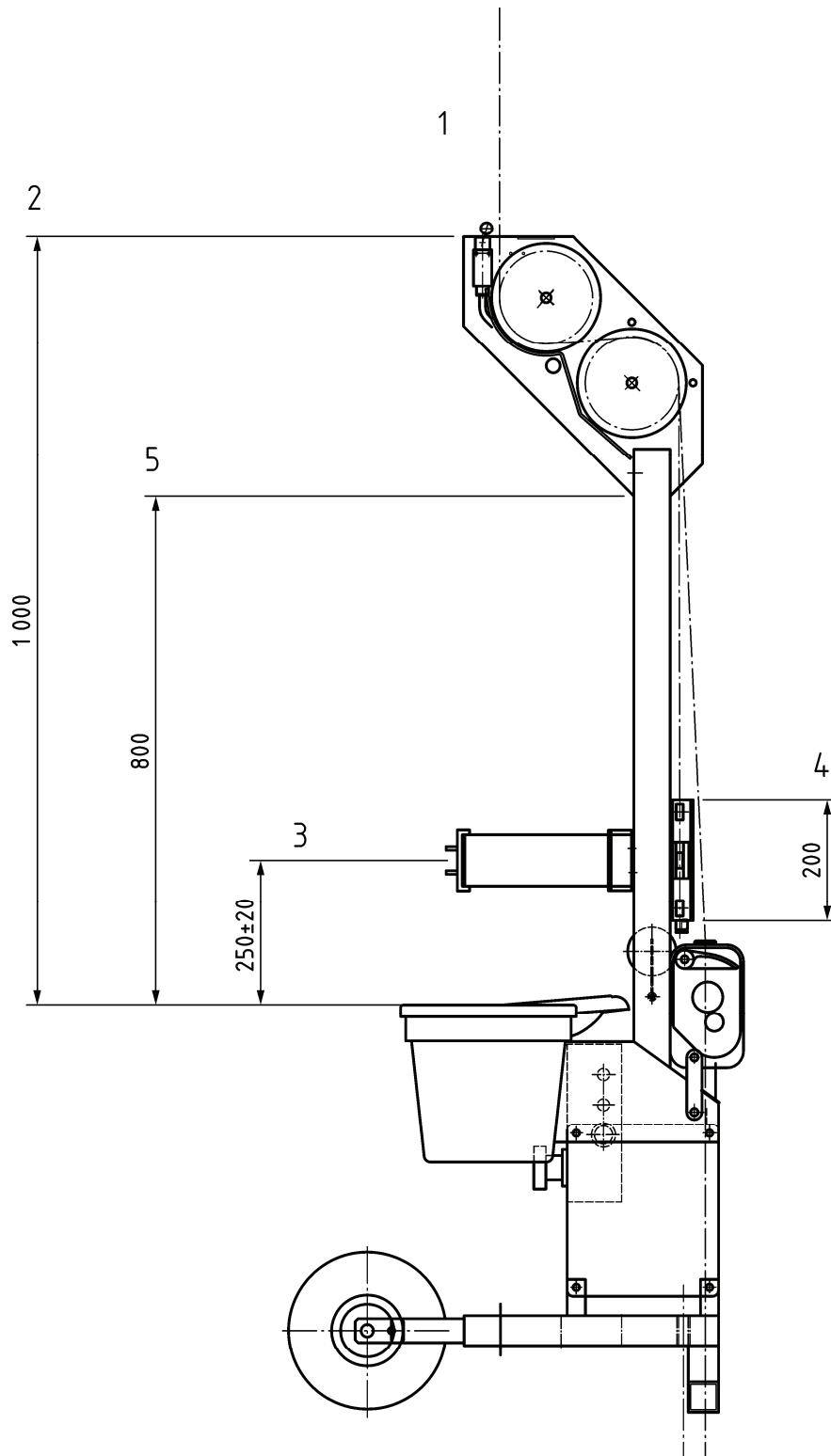
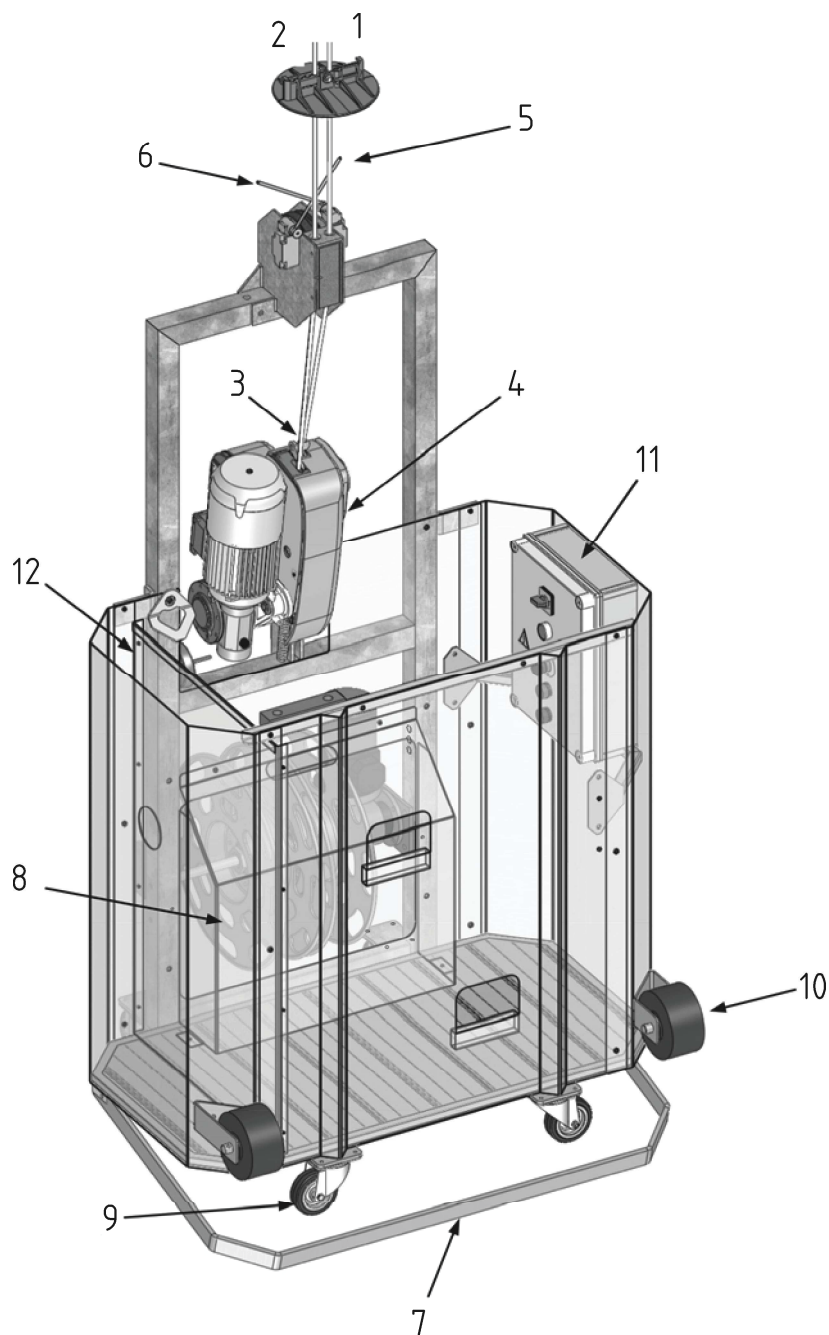


Bild 4a — Typischer Arbeitssitz



Legende

- | | | | |
|---|------------------------------------|----|----------------------|
| 1 | Gegenplatte (obere Anschlagplatte) | 7 | untere Auslösestange |
| 2 | Tragseile | 8 | Drahtseilwickler |
| 3 | Treibscheibenhubwerk | 9 | Laufrolle |
| 4 | Fangvorrichtung | 10 | Wandrolle |
| 5 | oberer Endscharter | 11 | Schaltkasten |
| 6 | oberster Endscharter | 12 | Verschaltung |

Bild 4b — Typische Arbeitsbühne

Bild 4 — Beispiel für einen typischen Arbeitssitz und eine Arbeitsbühne

3.12

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	Ausgewiesene Mindestbruchlast 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, an dem das Eigengewicht der Aufhängekonstruktion wirkt	(m)
L_c	Länge des auskragenden 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)
$L_{mi}/L_{mo}/L_{sl}/L_w$	Horizontaler Abstand zwischen der Kippkante und den Angriffspunkten von SL , M_j , M_o und F_w	(m)
M_c	Masse des Elektrokabels	(kg)
M_e	Masse der persönlichen Ausrüstung	(kg)
M_i	Stabilisierende Massenanteile der Aufhängekonstruktion	(kg)
M_m	Materialmasse auf der Arbeitsbühne	(kg)
M_o	Kippend wirkende Massenanteile der Aufhängekonstruktion	(kg)

M_p	Angenommene Masse einer Person	(kg)
M_w	Masse der Gegengewichte	(kg)
M_{wr}	Masse 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-Bemessungslast	(kg)
R_v	Vertikale Reaktionskraft auf die Aufhängekonstruktion	(N)
S	Maximale statische Zugkraft in einem Drahtseil	(N)
S_a	PAM-Bodenfläche	(m ²)
SAE	Hängendes Personenaufnahmemittel	(-)
S_d	Stoßfaktor	(-)
SWR	Masse einer Aufhängekonstruktion (Eigenlast der Konstruktion)	(kg)
SWP	Masse eines PAM (Eigenlast 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	Temporär 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 Gefährdungen und Vorbeugungsmaßnahmen

In diesem Abschnitt sind Gefahren und gefährliche Situationen aufgeführt, die auf Grund von Risikobewertungen als bedeutsam für SAE erkannt wurden, und die Maßnahmen zur Beseitigung oder Verringerung des Risikos erfordern.

Eine Gefahr, die nicht erheblich ist (NR), nicht von Bedeutung ist (NS) oder nicht behandelt wird (ND), ist in Tabelle 1 in der entsprechenden Anforderungsspalte aufgeführt.

Tabelle 1 — Liste der Gefährdungen

Zeilen-nummer	Gefährdungen	Entsprechende Abschnitte in dieser Norm
1	Mechanische Gefährdungen durch:	
1.1	Maschinenteile oder Werkstücke, verursacht durch:	
1.1.1	Form	9.4.1
1.1.2	Masse 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, verursacht durch:	
1.2.1	elastische Elemente (z. B. gespannte Federn in Drahtseilwicklern)	14.2.6
1.2.2	Flüssigkeiten und Gase unter Druck	10.6
1.3	Elementare Formen mechanischer Gefahren:	
1.3.1	Gefährdung durch Quetschen wegen fehlenden Freiraums	Einleitung, 9.3.2, 14.2.3
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	8.3.4.5
1.3.6	Gefährdung durch Stoß beim Pendeln des PAM gegen die Fassade	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	10.6
2	Elektrische Gefährdungen durch:	
2.1	direkte Berührung von Personen mit unter Spannung stehenden Teilen (direkter Kontakt) muss entsprechend dem Schutzgrad betrachtet werden	10.6
2.2	Berührung von Personen mit Teilen, die durch Fehlzustände spannungsführend geworden sind (indirekter Kontakt) muss betrachtet werden in Bezug auf:	

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Zeilen-nummer	Gefährdungen	Entsprechende Abschnitte in dieser Norm
	Schutz des elektrischen Anschlusses Durchgängigkeit des Schutzleiters	10.3 14.2.3
2.3	Annäherung an unter Hochspannung stehende Teile	ND
2.4	Elektrostatische 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	9.2.5.1
5	Gefährdungen durch Schwingung	NS
6	Gefährdungen durch Strahlung	ND
7	Gefährdungen durch Werkstoffe und andere Stoffe	ND
8	Gefährdungen durch Vernachlässigung ergonomischer Grundsätze bei der Konstruktion der Maschine, z. B.	
8.1	Ungesunde Körperhaltung oder übermäßige Anstrengung:	
	lichte Mindesthöhe maximal erforderliche Kraft für Kurbeln oder Hebel maximale Masse von Hand zu tragender Teile	7.5.3 8.2.2, 8.2.3 9.4.2
8.2	Ungenügende Berücksichtigung der Anatomie von Hand/Arm und Fuß/Bein: Abmessungen des PAM	7.1
8.3	Nachlässige Benutzung der persönlichen Schutzausrüstung	14.2.5
8.4	Unzureichende örtliche Beleuchtung	14.2.5
8.5	Über- oder Unterforderung	14.2.5
8.6	Menschliches Versagen, menschliches Verhalten Unbeabsichtigter Steuerbefehl des Bedieners	11.1 11.1, 11.3, 11.4
	Zusammenbau modularer PAM mit verwechslungssicheren Verbindungen	7.2.1
9	Kombinationen von Gefährdungen	ND
10	Unerwarteter Anlauf, unerwartetes Durchdrehen/Überdrehen:	
10.1	Fehler/Störungen im Steuersystem können dazu führen, dass:	
	Personen im PAM gefangen sind; das PAM unbeabsichtigte Bewegungen ausführt	11.4 11.4
10.2	Wiederherstellung der Energiezuführung nach einer Unterbrechung	11.4
10.3	Äußere Einflüsse auf elektrische Betriebsmittel	10.6, 11.4
10.4	Andere äußere Einflüsse	14.2.5
10.5	Softwarefehler	11.4
10.6	Bedienungsfehler (zurückzuführen auf unzureichende Anpassung der Maschine an menschliche Eigenschaften und Fähigkeiten)	NR
11	Die Maschine kann nicht in einem sicheren Zustand gestoppt werden	5, 8.1.6, 8.3.2, ,

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Zeilen-nummer	Gefährdungen	Entsprechende Abschnitte in dieser Norm
		11.2, 14.2.5
12	Änderungen der Drehzahl von Werkzeugen	NR
13	Ausfall der Energieversorgung	8.3.4
14	Ausfall des Steuerkreises	11.4
15	Fehlerhafte Montage	7.2.1, 14.2.3
16	Bruch beim Betrieb	11.4, 14.2.5
17	Herabfallende oder herausgeschleuderte Gegenstände oder Flüssigkeiten	7.1
18	Verlust der Standsicherheit/Umkippen der Maschine	Siehe Zeile 27.1.1 in dieser Tabelle
19	Personen rutschen aus, stolpern und fallen	Siehe Zeile 27.2 in dieser Tabelle
	Weitere Gefährdungen und gefährliche Ereignisse aufgrund von Bewegungen:	
20	Im Zusammenhang mit der Fahrbewegung:	
20.1	Zu hohe Geschwindigkeit mitgängergesteuerter Maschinen	9.3.3
20.2	Übermäßiges Pendeln des PAM bei Bewegung	9.3.3, 9.3.4, 9.3.5
20.3	Unzureichende Möglichkeit, die Maschine zu verlangsamen, anzuhalten und still zu setzen	8.1.6, 8.3.2, 8.3.3, , 9.3.3
21	Im Zusammenhang mit dem Arbeitsplatz:	
21.1	Personen stürzen beim Zugang zum Arbeitsplatz	Einleitung, 9.3.2, 9.3.8
21.2	Mechanische Gefährdungen am Arbeitsplatz:	
	Kontakt mit den Rädern	9.3.2
	Kontakt von Personen mit der Maschine Mitgängergesteuerte Maschinen	9.3.2 9.3.3
21.3	Unzureichende Sicht vom Arbeitsplatz aus	ND
21.4	Ungeeignete Sitzmöglichkeit	7.6
22	Verursacht durch das Steuersystem:	
22.1	Ungeeignete Anordnung der Steuerungen/Steuerungsgeräte	11.3, 11.4
23	Verursacht durch den Umgang mit der Maschine, fehlende Standsicherheit	14.2.2
24	Verursacht durch die Energiequelle und die Energieübertragung:	
24.1	Gefährdungen durch Batterien	9.2.5.3
25	Durch/für dritte Personen:	
25.1	Unbefugtes Ingangsetzen/Benutzen	9.4.3, 11.3, 11.4, 14.2.5

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Zeilen-nummer	Gefährdungen	Entsprechende Abschnitte in dieser Norm
25.2	Optische oder akustische Warneinrichtungen fehlen oder sind ungeeignet	8.3.5.7, 9.3.3, , 13
26	Unzureichende Anweisungen für den Bediener	14.2.5
	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	13.5 6.5 9.3.6 Einleitung, 14.2.3
27.1.2	Unkontrollierte Beladung, Überlast, Kippmomente überschritten wegen: — unbekannter Masse von Lasten — 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	6.5.2, 8.3.5 8.3.9, 11.4 8.3.5.2 11
27.1.3	Unkontrollierte Vergrößerung von Bewegungen	7.7, 8.3.10, 9.2.2
27.1.4	Unerwartetes/unbeabsichtigtes Bewegen von Lasten	6.5.2, 8.9.2
27.1.5	Unzureichende Befestigungsmittel/Zubehörteile	6.5.2, 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 und Fußleisten des PAM	7.1, 7.4
27.2.2	Überwachung der PAM-Lage	8.3.8, 8.9.3.9
27.2.3	Sicherer Zugang zum PAM	Einleitung, 7.4
27.2.4	Sicherer Zugang zu den Anschlagpunkten der Drahtseile	14.2.3
27.2.5	Vom PAM fallende Gegenstände	7.1, 7.2.3
27.2.6	Auf das PAM fallende Gegenstände	7.1.5
27.3	Durch Entgleisen	9.3.1
27.4	Durch unzureichende mechanische Festigkeit von Bauteilen	6
27.5	Durch ungeeignete Konstruktion von Seilrollen, Hubwerken usw.	8
27.6	Durch ungeeignete Auswahl/Einbeziehung von Ketten, Seilen und Hebezeugzubehör in die Maschine	9
27.7	Durch Ablassen der Last mittels Reibungsbremse	8.1.6

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Zeilen-nummer	Gefährdungen	Entsprechende Abschnitte in dieser Norm
27.8	Durch unübliche Verhältnisse in Bezug auf Zusammenbau und Prüfung bzw. Gebrauch und Instandhaltung oder Mischung von ungeeigneten Bauteilen	14.2
27.9	Durch Einwirkung der Last auf Personen (Stoß durch Last oder Gegengewicht)	6.5.2, 8.1.2, 9.3.6
28	Elektrische Gefährdungen:	
28.1	Durch Blitzschlag	14.2
29	Gefährdungen durch Vernachlässigung ergonomischer Gestaltungsgrundsätze	<i>Siehe Zeile 8.1 in dieser Tabelle</i>
29.1	Unzureichende Sichtverhältnisse für den Bediener	NS

5 Sicherheitsanforderungen bzw. -maßnahmen

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

Für den Gebrauch von SAE, die nur von einer einzigen Person bedient werden, sollten geeignete Rettungsmaßnahmen vorgesehen werden. Bei SAE-Anlagen, die ein Personenaufnahmemittel enthalten, das zur Benutzung durch nur einen Bediener ausgelegt ist, sollte eine zweite Person benannt werden, die während der Benutzung der Arbeitsbühne über den Gesundheitszustand des Bedieners durch regelmäßige Kommunikation informiert ist.

Sollte der Bediener einer/eines für eine einzige Person vorgesehenen Arbeitsbühne oder Arbeitssitzes während der Benutzung arbeitsunfähig werden oder wenn es zum mechanischen oder elektrischen Versagen eines Personenaufnahmemittels kommt, sollte die benannte Person eine vorher festgelegte Rettungsmaßnahme einleiten, die Folgendes umfassen kann:

- Benutzung einer besonderen Fernsteuerung oder anderen Vorrichtung;
- Kontaktierung des Notdienstes;
- Verwendung von Seilzugangstechnik;
- Einsatz eines zweiten Personenaufnahmemittels.

Diese Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, daher ist auch die Beachtung möglicher weiterer Maßnahmen erforderlich.

6 Konstruktions-, Festigkeits- und Standsicherheitsberechnungen für SAE

6.1 Allgemeines

Die Konstruktionsberechnungen müssen für alle SAE in Übereinstimmung mit den Europäischen Vorschriften und Ingenieurpraktiken durchgeführt werden und, wenn erforderlich, die Auswirkungen elastischer Verformungen beinhalten. Alle Arten von Werkstofffehlern, einschließlich Ermüdung und Verschleiß, müssen berücksichtigt werden.

In Ermangelung einer harmonisierten Norm sollte bezüglich der Berechnungsverfahren für Hebezeuge auf entsprechende Bestimmungen der FEM (Europäischen Vereinigung der Förder- und Lagertechnik) Bezug genommen werden. Die Lastfälle werden in der folgenden Norm festgelegt:

- FEM 9.511, *Berechnungsgrundlagen für Serienhebezeuge — Einstufung der Triebwerke*;
- FEM 9.341, *Berechnungsgrundlagen für Serienhebezeuge — örtliche Trägerbeanspruchung*;
- FEM 1.001, *Berechnungsgrundlagen für Krane, Heft 2: Einstufung und Belastungen der Tragwerke und Triebwerke*;
- FEM 1.001, *Berechnungsgrundlagen für Krane, Heft 3: Berechnung der Spannungen im Triebwerk*;
- FEM 1.001, *Berechnungsgrundlagen für Krane, Heft 4: Festigkeitsnachweise und Auswahl von Triebwerksteilen*.

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

6.2 In den Berechnungen zulässiger Sicherheitsspielraum

6.2.1 Berechnung der Spannungen in Konstruktionen

6.2.1.1 Allgemeines

Siehe auch FEM 1.001, Heft 3.

Für die in Tabelle 2A und 2B festgelegten drei Lastfälle wird die Berechnung der einzelnen Bauteile dargestellt, wobei für die kritischen Belastungen ein Sicherheitsspielraum zulässig ist, der die folgenden drei üblichen Fehlerzustände berücksichtigt:

- Fließgrenze überschritten;
- kritische Knicklast überschritten;
- Dauerfestigkeitsgrenze überschritten.

6.2.1.2 Zulässige Spannungen

Für unlegierte und nichtrostende Stähle, bei denen das Verhältnis zwischen Fließgrenze σ_E und Bruchgrenze σ_R kleiner als 0,7 ist, siehe Tabelle 2A. Wenn das Verhältnis größer als 0,7 ist, siehe FEM 1.001, Heft 2.

Für Aluminium siehe Tabelle 2B.

Die berechnete Spannung darf die zulässige Spannung σ_a nicht überschreiten, die sich aus der Division von σ_E durch einen Koeffizienten ergibt, der von den in der entsprechenden Tabelle aufgeführten Lastfällen abhängig ist.

- **Lastfall 1:** im Betriebszustand, (d. h. PAM mit Bemessungslast, Wind bei Betrieb);
- **Lastfall 2a:** unter gelegentlich auftretenden Bedingungen (z. B. statische und dynamische Prüfungen, Ansprechen des Hubkraftbegrenzers);
- **Lastfall 2b:** unter gelegentlich auftretenden Bedingungen (z. B. "außer-Betrieb-Wind");

— **Lastfall 3:** außergewöhnliche Bedingungen (z. B. Ansprechen der Sicherheitsvorrichtung).

Tabelle 2A — Wert von ν_E (unlegierter Stahl und nichtrostender Stahl)

	Lastfall 1	Lastfälle 2a und 2b	Lastfall 3
Wert von ν_E	1,5	1,33	1,1
Zulässige Spannung σ_a	$\sigma_E / 1,5$	$\sigma_E / 1,33$	$\sigma_E / 1,1$

Bezüglich der zulässigen Spannungen bei Stahlschweißkonstruktionen siehe EN 1993 (Eurocode 3).

Tabelle 2B — Werte von ν_E (Aluminium)

	Lastfall 1	Lastfälle 2a und 2b	Lastfall 3
Wert von ν_E	1,65	1,46	1,15
Zulässige Spannung σ_a	$\sigma_E / 1,65$	$\sigma_E / 1,46$	$\sigma_E / 1,15$
UND (*)	$\sigma_R / 2,2$	$\sigma_R / 2$	$\sigma_R / 1,5$

Bezüglich der zulässigen Spannungen bei Aluminiumschweißkonstruktionen siehe EN 1999-1-1 (Eurocode 9).

Bei extrudierten Aluminiumprofilen sind die Werte für die Bruchgrenze und die elastische Fließgrenze im Allgemeinen nahe beieinander und daher sollten beide Zustände erfüllt werden.

6.2.1.3 Dauerfestigkeitsnachweis

Siehe FEM 1.001, Heft 4.

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

Tabelle 3 — Parameter für den Dauerfestigkeitsnachweis

SAE-Typ	Anzahl Hebe- und Senkzyklen	Lastkollektiv
Für leichte Beanspruchung	20 000	Q3
Für schwere Beanspruchung	60 000	Q4

6.2.2 Berechnung der Spannung in mechanischen Teilen

6.2.2.1 Allgemeines

Die berechnete Spannung darf die aus Tabelle 4 unter Verwendung der Bruchspannung des Werkstoffs hergeleitete zulässige Spannung nicht überschreiten.

Der Wert für die zulässige Spannung σ_a wird mit folgender Gleichung ermittelt:

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

Tabelle 4 — Parameter für den Bruchsicherheitsnachweis

	Lastfall 1	Lastfälle 2a und 2b	Lastfall 3
Wert von ν_R	4	2,2	1,5
Zulässige Spannung σ_a	$\sigma_R / 4$	$\sigma_R / 2,2$	$\sigma_R / 1,5$

6.2.2.2 Dauer- und Zeitfestigkeitsprüfungen

Siehe FEM 1.001, Heft 4.

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

Tabelle 5 — Parameter für Prüfungen der Dauer- und Zeitfestigkeit

SAE-Typ	Gesamtbetriebsdauer (Stunden)	Lastkollektiv
Für leichte Beanspruchung	500	L3
Für schwere Beanspruchung	2 000	L4

6.3 Zulässige Lasten und Kräfte

6.3.1 Allgemeines

Die Bemessungslast RL des PAM sowie die maximal auf der Arbeitsbühne zulässige Anzahl Personen müssen vom Hersteller oder Lieferanten angegeben werden (siehe 3.6.2).

Die maximale Betriebslast WLL jedes Hubwerks muss gleich oder größer sein als die vom Anteil des PAM übertragenen vertikalen Reaktionskräfte und die an das betreffende Hubwerk angehängte Last.

Alle angehängten Lasten sollten berücksichtigt werden (d. h. einschließlich Stromkabel, Tragseil und Spanngewichte an Sicherheitsseilen).

6.3.2 TSAE-Kompatibilität

Da es sich bei einigen temporär hängenden Personenaufnahmemitteln (TSAE), die über an der Arbeitsbühne montierte Hubwerke verfügen, 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 zuzüglich der Reaktionskraft, die durch die Masse der Sicherheitsseile, der Spanngewichte und des Stromkabels übertragen wird.

6.3.3 Minderung der maximalen Betriebslast WLL des/der Hubwerke(s)

Die WLL der Hubwerke darf vom Lieferanten gemindert werden, solange die Bedingung in 6.3.2 erfüllt wird.

Die Lastminderung kann durch Folgendes erreicht werden:

- 1) Einstellung des Hubkraftbegrenzers, so dass er bei einem Wert auslöst, der 25 % über der geminderten Last liegt;
- 2) die Hubwerke sollten deutlich mit der neuen geminderten WLL gekennzeichnet werden;

und entweder:

- 3) es wird eine zusätzliche Sicherheitseinrichtung vorgesehen (z. B. Überlaststrombegrenzung, thermischer Überlastschutz, Drehmomentbegrenzer), mit der das Hubwerk bei Versagen des Hubkraftbegrenzers bei einem Wert von 50 % über der geminderten WLL unverzüglich angehalten wird;

oder:

- 4) das Kippmoment des Motors sollte weniger als das 2,5 fache der geminderten *WLL* des Hubwerks betragen.

ANMERKUNG 1 Zur Prüfung des Kippmomentes siehe Anhang B.1.6.

ANMERKUNG 2 Bei der Berechnung der durch diese Norm abgedeckten SAE wird angenommen, dass eine Masse von 1 kg eine Kraft von 10 N erzeugt.

ANMERKUNG 3 Bei Hubwerken, die an der Arbeitsbühne montiert sind, darf die Überlast niedriger als die *WLL* des Hubwerks eingestellt werden, wobei es sich dabei nicht um eine Minderung der *WLL* des Hubwerks handelt. Für Berechnungen der Aufhängekonstruktion sollte immer noch die *WLL* des Hubwerks angewendet werden.

6.3.4 Bemessungslast auf dem PAM

6.3.4.1 PAM für eine Person

$$RL = M_p + M_e + M_m \text{ (Mindest-RL} = 120 \text{ kg)} \quad (1)$$

PAM für zwei oder mehr Personen:

$$RL = (n \times M_p) + (2 \times M_e) + M_m \text{ (Mindest-RL für PAM für zwei Personen} = 240 \text{ kg)} \quad (2)$$

Dabei ist

$$M_p = 80 \text{ kg}$$

$$M_e = 40 \text{ kg}$$

$$M_m = \text{kann 0 kg oder ein festgelegter Wert sein}$$

ANMERKUNG 1 Für M_e werden höchstens zwei Personen berücksichtigt.

ANMERKUNG 2 Die Berechnung der PAM-Bemessungslast RL bezieht sich auf alle in dieser Norm behandelten Personenaufnahmemittel.

6.3.4.2 Mindesttragfähigkeit

Die Mindesttragfähigkeit der Bodenfläche (RF) muss 200 kg/m^2 betragen.

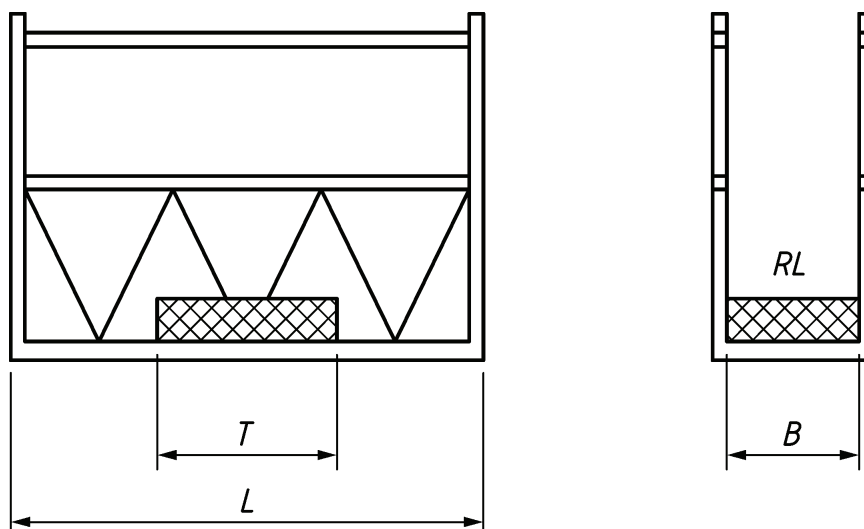


Bild 5 — Verteilung der Bemessungslast (RL)

6.3.4.3 Berechnung der Bemessungslast (RL)

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

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

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

6.3.4.4 Einzelpunktaufgehänger Arbeitskorb oder Arbeitssitz

Die minimale Bemessungslast (RL) muss 120 kg betragen.

6.3.4.5 Zweipunktaufgehängtes PAM

6.3.4.5.1 Zum Nachweis der Festigkeit des PAM wird davon ausgegangen, dass RL, über die Länge T verteilt, an der ungünstigsten Stelle angesetzt wird.

6.3.4.5.2 Ragt ein zweipunktaufgehängtes PAM über einen Aufhängepunkt hinaus, muss auf die Last (W), die auf dem ausragenden Teil des PAM angeordnet ist, ein Kipp-Standsicherheitsbeiwert von 2 angewandt werden, um ausreichende Standsicherheit zu erreichen.

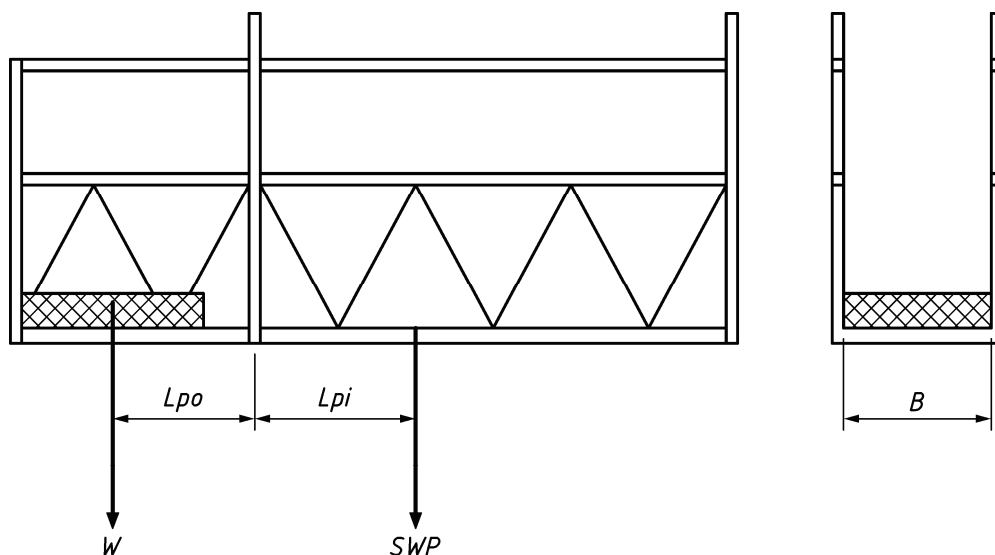


Bild 6 — Auskragende Arbeitsbühne

Berechnung für das Beispiel im Bild:

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

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

Dabei gilt

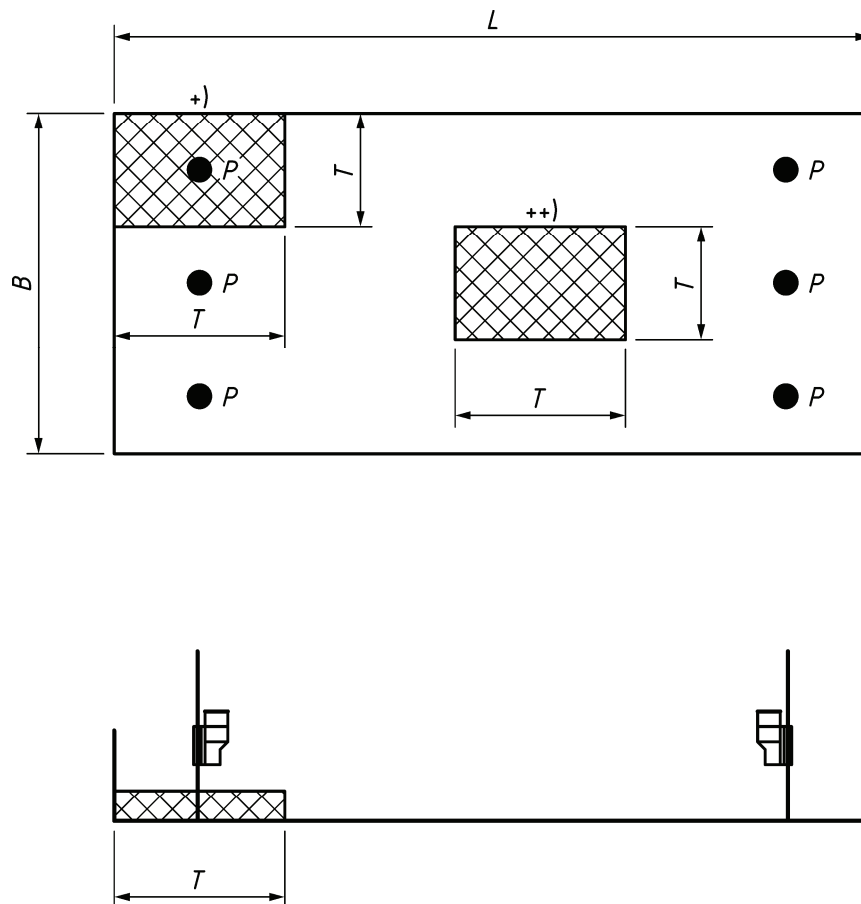
W darf nicht kleiner als 120 kg sein.

6.3.4.6 Mehrpunktaufgehangte Arbeitsbühne und gelenkig durchlaufende Arbeitsbühne

6.3.4.6.1 Die PAM-Bemessungslast (RL) wird nach Gleichung (1) oder (2) berechnet und über eine Oberfläche S_a wie in Bild 5 dargestellt verteilt.

6.3.4.6.2 Bei einer großflächigen Arbeitsbühne mit $T < B$, wie in Bild 7 dargestellt, ist S_a eine quadratische Fläche mit einer Seitenlänge von

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



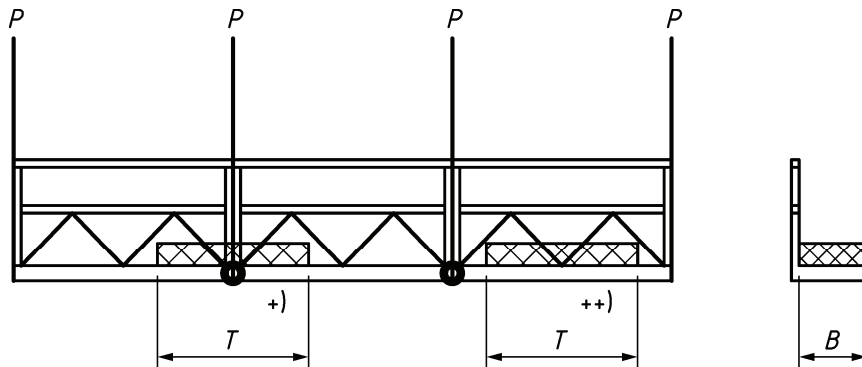
Legende

P Aufhängepunkte

Bild 7 — Beispiel für eine mehrpunktaufgehangte Arbeitsbühne

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

6.3.4.6.3 Bei einer gelenkig durchlaufenden Arbeitsbühne muss davon ausgegangen werden, dass die PAM-Bemessungslast (RL) wie in Bild 8 dargestellt an der ungünstigsten Stelle angeordnet ist.



Legende

P Tragseile

Bild 8 — Beispiel für eine gelenkig durchlaufende Arbeitsbühne

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

6.3.5 Windlasten

6.3.5.1 Für alle SAE, die voraussichtlich bei Betrieb von Wind beeinflusst werden, sollten die Bemessungswindgeschwindigkeiten nach Tabelle 6 berücksichtigt werden.

Tabelle 6 — Winddruck

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

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

Diese Windgeschwindigkeiten sind die Bemessungswindgeschwindigkeiten für SAE. Sie stellen nicht die sicheren Betriebs-Windgeschwindigkeiten für in Betrieb befindliche SAE dar.

6.3.5.2 Die Gesamt-Windangriffsfläche einer auf einer offenen zeitweilig montierten Arbeitsbühne stehenden Einzelperson beträgt 0,7 m², wobei der effektive Flächenschwerpunkt der Person dabei 1,0 m über dem PAM-Boden liegt.

Bei einer Person, die auf einem zeitweilig montierten PAM oder BMU hinter einer geschlossenen Verkleidung steht, beträgt die Windangriffsfläche 0,35 m², wobei der effektive Flächenschwerpunkt der Person dabei 1,45 m über dem PAM-Boden liegt.

Für Berechnungszwecke wird für alle auf einer PAM befindlichen Materialien eine Windangriffsfläche von 1 m² bis höchstens 2 m² je Stück angenommen.

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

6.3.5.4 Es wird angenommen, dass die auf ein PAM wirkenden Windlasten an den Aufhängepunkten der entsprechenden Aufhängekonstruktion angreifen.

6.3.5.5 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	

6.3.5.6 Es ist rechnerisch nachzuweisen, dass eine Aufhängekonstruktion weder bei Betrieb noch in Parkstellung allein durch Windkräfte bewegt werden kann, wenn die Betriebsbremse(n) angezogen ist/sind. Kann die Aufhängekonstruktion durch Sturmwindstärken bewegt werden, ist in der Parkstellung eine Verankerungsvorrichtung vorzusehen.

Außerdem ist rechnerisch nachzuweisen, dass der/die Auslegerarm(e) weder bei Betrieb noch in Parkstellung allein durch Windkräfte ausschwenken können, wenn die Betriebsbremse(n) angezogen ist/sind. Kann/können der Auslegerarm/die Auslegerarme durch Sturmwindstärken bewegt werden, ist eine Verankerungsvorrichtung bei Nichtbetrieb vorzusehen.

6.3.6 Von Personen ausgeübte Kräfte

6.3.6.1 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 Seitenumwehrung der Arbeitsbühne ausübt, und für jede weitere Person wird eine Kraft von 100 N angenommen, wobei diese Kräfte in horizontaler Richtung in Abständen von 500 mm wirken.

6.3.6.2 Der Handlauf oder der obere Rand einer festen Seitenumwehrung der Arbeitsbühne muss ohne bleibende Verformung einer vertikalen Last von 1 kN an der ungünstigsten Stelle standhalten können.

6.3.6.3 Der Maschendraht oder die Verschalung eines PAM dürfen nicht brechen, wenn an einer beliebigen Stelle der Oberfläche eine horizontale Kraft von 200 N aufgebracht wird, die über eine Fläche von 100 mm × 100 mm verteilt ist.

6.4 PAM-Festigkeitsberechnungen

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

Lastfall 1: $1,25 \times (RL + SWP)$, (siehe 6.3.4)

+ $1,25 \times$ Windlasten in Betrieb, (siehe 6.3.5)

+ $1,25 \times$ von Personen ausgeübte Kräfte, (siehe 6.3.6)

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

Lastfall 3 (TSP): (z. B. Auslösen der Fangvorrichtung) $2,5 \times (RL + SWP)$

Lastfall 3 (BMU): (z. B. Auslösen der Fangvorrichtung) $0,8 \times S_d \times (RL + SWP)$

(Dabei ist S_d der nach Anhang B.1.4 und B.1.5 hergeleitete Stoßfaktor).

Lastfall 3 (TSP und BMU): (z. B. Kollision des PAM mit einem Hindernis) beim Heben (siehe Bild 9) oder Senken (siehe Bild 10)