

DIN EN 280-1

ICS 53.020.99

Mit DIN EN 280-2:2022-05
Ersatz für
DIN EN 280:2016-04

**Fahrbare Hubarbeitsbühnen –
Teil 1: Berechnung –
Standicherheit – Bau – Sicherheit – Prüfungen;
Deutsche Fassung EN 280-1:2022**

Mobile elevating work platforms –
Part 1: Design calculations –
Stability criteria – Construction – Safety – Examinations and tests;
German version EN 280-1:2022

Plates-formes élévatrices mobiles de personnel –
Partie 1: Calculs de conception –
Critères de stabilité – Construction – Sécurité – Examens et essais;
Version allemande EN 280-1:2022

Gesamtumfang 129 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Ausschuss NA 060-22-21 AA „Fahrbare Hubarbeitsbühnen“ im Fachbereich „Maschinenbau“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Fahrbaren Hubarbeitsbühnen sowie der Berufsgenossenschaften waren an der Erarbeitung beteiligt.

Diese Norm konkretisiert einschlägige Anforderungen von Anhang I der EU-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).

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 4309:2017 siehe DIN ISO 4309:2021-08

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 280:2016-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) 3.12: Die Definition von „Fahren“ wurde spezifiziert;
- b) 3.29: Neue Definition der „abgesenkten Fahrstellung“;
- c) 3.30: Neue Definition von „Sicherheitsfunktion“;
- d) 3.31: Neue Definition „Erhöhte Fahrstellung“.
- e) 4.4.1.2: Die Anforderungen an die Lastmesseinrichtung wurden geändert und spezifiziert;
- f) 4.6.1: Die Anforderungen an die manuelle Einstellung der Hubarbeitsbühne über 5° hinaus wurden geändert;
- g) 4.6.9: Diese Klausel wurde im Hinblick auf die unterschiedlichen Anforderungen an die verschiedenen FHABn der Gruppe A und B vollständig neu formuliert;
- h) 4.7.2: Es wurde folgende Bedingung hinzugefügt: „wenn sich die Arbeitsbühne außerhalb der abgesenkten Fahrstellung und/oder der Transportanordnung befindet“;
- i) 5.1.4.2.2.2: Hindernisprüfungen für FHABn der Typen 2 und 3 wurden umstrukturiert und geändert;
- j) Anhang F (informativ): Das Berechnungsbeispiel für den dynamischen Faktor „z“ für Kollisionen von Bordsteinkollision wurde vollständig überarbeitet;
- k) Anhang ZA: Anpassung des Anhangs an den neuen CEN-Leitfaden 414:2017.

Frühere Ausgaben

DIN EN 280: 2001-12, 2010-02, 2014-02, 2016-04

DIN EN 280/A1: 2004-10

DIN EN 280 Berichtigung 1: 2010-09

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 4309:2021-08, *Krane — Drahtseile — Wartung und Instandhaltung, Inspektion und Ablage*
(ISO 4309:2017)

Deutsche Fassung

**Fahrbare Hubarbeitsbühnen —
Teil 1: Berechnung - Standsicherheit - Bau - Sicherheit -
Prüfungen**

Mobile elevating work platforms —
Part 1: Design calculations - Stability criteria -
Construction - Safety - Examinations and tests

Plates-formes élévatrices mobiles de personnel —
Partie 1: Calculs de conception - Critères de stabilité -
Construction - Sécurité - Examens et essais

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 12. Dezember 2021 angenommen.

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 CEN-CENELEC-Management-Zentrum 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 CEN-CENELEC-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, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	11
4 Sicherheitsanforderungen und/oder -maßnahmen	17
4.1 Allgemeines	17
4.2 Festigkeits- und Standsicherheitsberechnungen	18
4.2.1 Allgemeines	18
4.2.2 Lasten und Kräfte	18
4.2.3 Bestimmung der Lasten und Kräfte	18
4.2.4 Standsicherheitsberechnungen	21
4.2.5 Festigkeitsberechnungen	31
4.3 Untergestell und Abstützeinrichtungen	33
4.3.1 Untergestell	33
4.3.2 Abstützeinrichtungen	37
4.4 Hubeinrichtung	39
4.4.1 Verfahren zur Vermeidung von Kippen und Überschreitung von zulässigen Beanspruchungen	39
4.5 Triebwerke für Hubeinrichtungen	43
4.5.1 Allgemeines	43
4.5.2 Seiltriebe	44
4.5.3 Kettentriebe	46
4.5.4 Leitspindeltriebe	47
4.5.5 Zahnstangentriebe	48
4.6 Arbeitsbühne	48
4.7 Steuereinrichtungen	52
4.8 Elektrische Ausrüstung	54
4.9 Hydrauliksysteme	55
4.10 Hydraulikzylinder	57
4.10.1 Festigkeitsberechnung	57
4.11 Sicherheitseinrichtungen und sicherheitsbezogene Funktionen	61
4.12 Lärm	63
4.12.1 Allgemeines	63
4.12.2 Geräuschermittlung und Deklaration	64
5 Verifizierung der Sicherheitsanforderungen und/oder -maßnahmen	64
5.1 Prüfungen	64
5.1.1 Allgemeines	64
5.1.2 Baumusterprüfung	64
5.1.3 Bauprüfung	65
5.1.4 Prüfungen	65
5.2 Typprüfungen von FHABn	71
5.3 Prüfungen vor dem Inverkehrbringen	71
6 Benutzerinformation	72
6.1 Betriebsanleitung	72

6.1.1	Allgemeines	72
6.1.2	Es muss die Möglichkeit vorhanden sein, im Betriebshandbuch:	75
6.2	Kennzeichnung.....	75
Anhang A (informativ) Liste der signifikanten Gefährdungen		79
Anhang B (informativ) Einsatz von FHABn bei Windgeschwindigkeiten über 12,5 m/s (Beaufort-Skala)		83
Anhang C (informativ) Dynamische Faktoren in Stabilitäts- und Festigkeitsberechnungen.....		84
C.1	Stand sicherheitsberechnungen	84
C.2	Festigkeitsberechnungen.....	85
Anhang D (normativ) Berechnung von Seiltrieben.....		86
D.1	Allgemeines	86
D.2	Berechnung des Seiltriebs.....	86
D.3	Berechnung des Seildurchmessers (Koeffizient c)	87
D.4	Berechnung der Durchmesser von Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen [Koeffizient ($h_1 \cdot h_2$)]	88
D.5	Wirkungsgrad von Seiltrieben	92
Anhang E (informativ) Berechnungsbeispiel — Seiltriebe		94
E.1	Verfahren zur Bestimmung der in 4.5.2 (Seiltriebe) angewandten Koeffizienten und Verhältnisse mittels der Lastspielzahlen aus 4.2.5.3 und der Betriebsgeschwindigkeiten aus 4.4.5	94
E.1.1	Allgemeines	94
E.1.2	Anmerkungen	94
E.1.3	Zusammenfassung des Verfahrens nach Anhang D (normativ).....	94
E.1.4	Berechnungsbeispiel.....	95
E.2	Berechnung des Durchmessers von Seiltrommeln, Rollen und festen Rollen.....	98
Anhang F (informativ) Berechnungsbeispiel – z-Faktor, Bordsteinkollision		100
Anhang G (normativ) Zusätzliche Anforderungen an kabellose Steuereinrichtungen und Steuerungssysteme.....		103
G.1	Allgemeines	103
G.2	Steuerungsgrenzen	103
G.3	Stopp	103
G.4	Serieller Datenaustausch.....	104
G.5	Nutzung von mehr als einem Steuerpult.....	104
G.6	Batteriebetriebene Steuerpulte.....	104
G.7	Empfänger	104
G.8	Warnhinweise.....	104
G.9	Benutzerinformation	104
Anhang H (normativ) Abmessungen von Stufen und Leitern.....		105
Anhang I (informativ) Spannungsverlaufparameter		107
I.1	Einleitung	107
I.2	Anleitung zur Auswahl der S-Klasse.....	107
I.3	Spannungsverlaufparameter	108
I.3.1	Allgemeines Verfahren.....	108
I.3.2	Direkte Berechnung der Klasse des Spannungsverlaufs	110
I.3.3	Vereinfachtes Verfahren zum Bestimmen der Spannungsverlaufsklasse	111
Anhang J (informativ) Ermüdungsbeurteilung: Zusammenhang zwischen den S-Klassen in EN 13001-3-1:2012+A2:2018 und den B-Gruppen in DIN 15018		112
Anhang K (normativ) Anforderungen an Sicherheitsfunktionen mit Performance Level d.....		113
K.1	Allgemeines	113
K.1.1	Einleitung	113

K.1.2	Sicherheitsfunktionen mit Performance Level d, bei denen die Architektur für Kategorie 2 zur Anwendung kommt.....	113
K.1.3	Performance-Level-d-Sicherheitsfunktionen, ausgeführt nach SIL2-Funktionen mit einer Hardwarefehlertoleranz von null.....	114
K.2	Anforderungen an nicht überwachte, nichtelektrische Teile von Architekturen der Kategorie 3.....	114
Anhang L (informativ) Informationen zum Rettungsvorgang		115
Anhang M (normativ) Geräuschmessvorschrift.....		116
M.0	Allgemeines	116
M.1	Ermittlung des Emissionsschalldruckpegels.....	116
M.1.1	Allgemeines	116
M.1.2	Messunsicherheit.....	117
M.2	Schallleistungspegelbestimmung.....	118
M.2.1	Messfläche	118
M.2.2	Berechnung des Schallleistungspegels (L _{WA}) [dB]	118
M.2.3	Messunsicherheit.....	118
M.3	Einbau- und Montagebedingungen	119
M.4	Betriebsbedingungen.....	119
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden Richtlinie 2006/42/EG		120
Literaturhinweise.....		124

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 280-1:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 98 „Fahrbare Hubarbeitsbühnen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2022, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2022 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 280:2013+A1:2015.

EN 280-1:2022 beinhaltet die folgenden wesentlichen Änderungen in Bezug auf EN 280:2013+A1:2015:

- 3.12: Die Definition von „Fahren“ wurde spezifiziert;
- 3.29: Neue Definition der „abgesenkten Fahrstellung“;
- 3.30: Neue Definition von „Sicherheitsfunktion“;
- 3.31: Neue Definition „Erhöhte Fahrstellung“.
- 4.4.1.2: Die Anforderungen an die Lastmesseinrichtung wurden geändert und spezifiziert;
- 4.6.1: Die Anforderungen an die manuelle Einstellung der Hubarbeitsbühne über 5° hinaus wurden geändert;
- 4.6.9: Diese Klausel wurde im Hinblick auf die unterschiedlichen Anforderungen an die verschiedenen FHABn der Gruppe A und B vollständig neu formuliert;
- 4.7.2: Es wurde folgende Bedingung hinzugefügt: „wenn sich die Arbeitsbühne außerhalb der abgesenkten Fahrstellung und/oder der Transportanordnung befindet“;
- 5.1.4.2.2.2: Hindernisprüfungen für FHABn der Typen 2 und 3 wurden umstrukturiert und geändert;
- Anhang F (informativ): Das Berechnungsbeispiel für den dynamischen Faktor „z“ für Kollisionen von Bordsteinkollision wurde vollständig überarbeitet;
- Anhang ZA: Anpassung des Anhangs an den neuen CEN-Leitfaden 414:2017;

Verschiedene redaktionelle Änderungen wurden vorgenommen, um dieses Dokument besser lesbar und verständlicher zu machen.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

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

Alle Rückmeldungen und Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist auf der CEN-Website zu finden.

Gemäß der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsorganisationen der folgenden Länder verpflichtet, diese Europäische Norm anzuwenden: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Dieses Dokument ist eine Typ C-Norm, wie in EN ISO 12100:2010 festgelegt.

Die betreffenden Maschinen und das Ausmaß, in dem Gefährdungen, gefährliche Situationen und gefährdende Ereignisse abgedeckt werden, sind im Anwendungsbereich dieses Dokuments angegeben.

Wenn Anforderungen dieser Typ-C-Norm von denen abweichen, die in Typ-A- oder Typ-B-Normen beschrieben werden, haben die Anforderungen dieser Typ-C-Norm für Maschinen, die entsprechend den Anforderungen dieser Typ-C-Norm konstruiert und gebaut wurden, Vorrang vor den Anforderungen anderer Normen.

Gegenstand dieses Dokuments ist die Definition von Bestimmungen, um Personen und Sachen gegen das Unfallrisiko beim Betrieb fahrbarer Hubarbeitsbühnen (FHABn) zu schützen.

- Dieses Dokument wiederholt nicht alle allgemeinen technischen Regeln, die auf jedes elektrische, mechanische oder bauliche Teil anzuwenden sind.
- Die Sicherheitsanforderungen dieses Dokument wurden auf der Grundlage erstellt, dass FHABn wiederkehrend nach den Herstelleranweisungen, den Arbeitsbedingungen, der Einsatzhäufigkeit und nationalen Vorschriften gewartet werden.

Es wird angenommen, dass FHABn nur durch qualifizierte und geschulte Bediener genutzt werden.

Es wird ebenfalls davon ausgegangen, dass FHABn täglich vor Arbeitsbeginn durch den Bediener hinsichtlich ihrer Funktion geprüft werden und nur in Betrieb genommen werden, wenn alle erforderlichen Steuer- und Sicherheitseinrichtungen/-funktionen vorhanden und betriebsbereit sind.

Wird eine FHAB selten benutzt, dürfen diese Überprüfungen vor Arbeitsbeginn erfolgen.

- So weit wie möglich erwähnt dieses Dokument nur die Anforderungen, die Material und Ausrüstung im Hinblick auf die Sicherheit erfüllen müssen, und es wurde davon ausgegangen, dass die Bedienungspersonen der FHABn entsprechend geschult sind.
- Wenn wegen der Klarheit des Textes ein Beispiel für eine Sicherheitsmaßnahme erwähnt wird, sollte dies nicht als einzig mögliche Lösung betrachtet werden. Jede andere Lösung, die zur selben Risikominderung führt, ist zulässig, wenn ein gleichwertiges Sicherheitsniveau erreicht wird.
- Da keine zufriedenstellenden Erklärungen für die dynamischen Beiwerte, die für die Standsicherheitsberechnungen in bestehenden nationalen Normen angewendet werden, gefunden werden konnte, wurden die Ergebnisse der von der früheren CEN/TC 98/AG 1 durchgeführten Prüfungen zur Bestimmung eines geeigneten Beiwerts und einer Methode zur Standsicherheitsberechnung für FHABn übernommen. Das Prüfverfahren ist in Anhang C (informativ) als ein Leitfaden für diejenigen Hersteller dargestellt, die höhere oder niedrigere Betriebsgeschwindigkeiten anwenden wollen und die in den Vorteil der Weiterentwicklungen von Steuereinrichtungen gelangen möchten.

Gleichzeitig wurden die zutreffenden Auszüge der in weiten Kreisen akzeptierten DIN 15020-1 in 4.5.2 und Anhang D (normativ) mit einem ausgearbeiteten Beispiel in Anhang E (informativ) übernommen, um nicht erklärbare Widersprüchlichkeiten zu Betriebskoeffizienten für Seile, die in anderen Normen für Hebeeinrichtungen gefunden wurden, zu vermeiden.

Dieses Dokument kann auch als Anleitung für statische Hubarbeitsbühnen verwendet werden, bei denen die vertikale Projektion der Mitte des Bereichs der Plattform außerhalb der Kippkante liegen kann.

1 Anwendungsbereich

1.1 Dieses Dokument legt Sicherheitsanforderungen und Maßnahmen für alle Arten und Größen von fahrbaren Hubarbeitsbühnen (FHAB, siehe 3.1) fest, die dafür vorgesehen sind, Personen zu Arbeitsplätzen, an denen sie von der Arbeitsbühne aus Arbeiten verrichten, unter der Bedingung zu befördern, dass Personen die Arbeitsbühne nur in der Grundstellung in Bodennähe oder vom Fahrgestell aus betreten und verlassen.

ANMERKUNG Maschinen für den Transport von Gütern, die mit Arbeitsbühnen als auswechselbare Ausrüstung ausgerüstet sind, gelten als FHABn.

1.2 Dieses Dokument ist anzuwenden für die statischen Bemessungsberechnungen und Stabilitätskriterien, die Konstruktion, die Sicherheitsuntersuchungen und Prüfungen vor der ersten Inbetriebsetzung von FHABn. Es weist auf die Gefährdungen, die durch den Einsatz von FHABn entstehen, hin und legt Verfahren zur Beseitigung oder Verminderung dieser Gefährdungen fest.

Es deckt keine Gefährdungen ab, die verursacht werden durch:

- a) Einsatz in explosionsfähiger Atmosphäre;
- b) Arbeiten auf der Arbeitsbühne an unter Spannung stehenden elektrischen Systemen;
- c) Einsatz von unter Druck stehenden Gasen bei Last tragenden Bauteilen;
- d) Betreten und Verlassen der Arbeitsbühne auf wechselnden Ebenen;
- e) spezifische durch nationale oder lokale verordnungsrechtliche Vorschriften behandelte Anwendungen (z. B. Eisenbahn, Schifffahrt).

1.3 Dieses Dokument ist nicht anzuwenden für:

- a) Hebeeinrichtungen, die festgelegte Ebenen bedienen (siehe z. B. EN 81-20:2020 und EN 81-50:2020, EN 12159:2012);
- b) Geräte zur Brandbekämpfung und zur Rettung (siehe z. B. EN 1777:2010);
- c) ungeführte Arbeitskörbe, die an Hebezeugen hängen (siehe z. B. EN 1808:2015);
- d) hebbare Bedienungsstände an Regalbediengeräten (siehe EN 528:2021);
- e) Hubladebühnen (Ladebordwände) (siehe EN 1756-1:2021 und EN 1756-2:2004+A1:2009);
- f) mastgeführte Kletterbühnen (siehe EN 1495:1997+A2:2009);
- g) Jahrmarktgeräte;
- h) Hubtische (siehe EN 1570-1:2011+A1:2014 und EN 1570-2:2016);
- i) Luftfahrt-Bodengeräte (siehe z. B. EN 1915-1:2013 und EN 1915-2:2001+A1:2009);
- j) hebbare Arbeitsplätze an Flurförderzeugen (siehe EN ISO 3691-3:2016).

1.4 Klassifizierung:

FHABn werden in zwei Hauptgruppen eingeteilt:

- a) Gruppe A: FHABn, bei denen sich die senkrechte Projektion des geometrischen Plattformmittelpunkts in allen Stellungen der Plattform bei der maximal vom Hersteller zugelassenen Neigung des Fahrgestells immer innerhalb der Kippkante befindet.
- b) Gruppe B: Alle anderen FHABn.

In Bezug auf das Fahren werden die FHABn in drei Typen eingeteilt:

- 1) Typ 1: Fahren ist nur zulässig, wenn sich die FHAB in der Transportanordnung befindet;
- 2) Typ 2: Fahren mit angehobener Arbeitsbühne wird nur von einer Steuerstelle am Untergestell aus gesteuert;
- 3) Typ 3: Fahren mit angehobener Arbeitsbühne wird nur von einer Steuerstelle an der Arbeitsbühne aus gesteuert.

ANMERKUNG Typ 2 und Typ 3 können miteinander kombiniert werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 12385-4:2002+A1:2008, *Drahtseile aus Stahldraht — Sicherheit — Teil 4: Litzenseile für allgemeine Hebezwecke*

EN 13001-3-1:2012+A2:2018, *Kräne — Konstruktion allgemein — Teil 3-1: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Stahltragwerken*

EN 14033-1:2017, *Bahnanwendungen — Oberbau — Schienengebundene Bau- und Instandhaltungsmaschinen — Teil 1: Technische Anforderungen an das Fahren*

EN 14033-2:2017, *Bahnanwendungen — Oberbau — Schienengebundene Bau- und Instandhaltungsmaschinen — Teil 2: Technische Anforderungen an den Arbeitseinsatz*

EN 14033-3:2017, *Bahnanwendungen — Oberbau — Schienengebundene Bau- und Instandhaltungsmaschinen — Teil 3: Allgemeine Sicherheitsanforderungen*

EN 14033-4:2019, *Bahnanwendungen — Oberbau — Schienengebundene Bau- und Instandhaltungsmaschinen — Teil 4: Technische Anforderungen an Fahrbetrieb, Versetzfahrt und Arbeitseinsatz in Schienennahverkehrssystemen*

EN 15746-1:2020, *Bahnanwendungen — Oberbau — Zwei-Wege-Maschinen und zugehörige Ausstattung — Teil 1: Technische Anforderungen an das Fahren und den Arbeitseinsatz*

EN 15746-2:2020, *Bahnanwendungen — Oberbau — Zwei-Wege Maschinen und zugehörige Ausstattung — Teil 2: Allgemeine Sicherheitsanforderungen*

EN 15954-1:2013, *Bahnanwendungen — Oberbau — Anhänger und zugehörige Ausstattung — Teil 1: Technische Anforderungen an das Fahren und den Arbeitseinsatz*

EN 15954-2:2013, *Bahnanwendungen — Oberbau — Anhänger und zugehörige Ausstattung — Teil 2: Allgemeine Sicherheitsanforderungen*

EN 15955-1:2013, *Bahnanwendungen — Oberbau — Ausgleisbare Maschinen und zugehörige Ausstattung — Teil 1: Technische Anforderungen an das Fahren und den Arbeitseinsatz*

EN 15955-2:2013, *Bahnanwendungen — Oberbau — Ausgleisbare Maschinen und zugehörige Ausstattung — Teil 2: Allgemeine Sicherheitsanforderungen*

EN 60068-2-64:2008,¹ *Umgebungseinflüsse — Teil 2-64: Prüfverfahren — Prüfung Fh: Schwingen, Breitbandrauschen (digital geregelt) und Leitfaden (IEC 60068-2-64:2008)*

EN 61310-1:2008, *Sicherheit von Maschinen — Anzeigen, Kennzeichen und Bedienen — Teil 1: Anforderungen an sichtbare, hörbare und tastbare Signale (IEC 61310-1:2007)*

EN 60204-1:2018, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60204-1:2016)*

EN 60204-32:2008, *Sicherheit von Maschinen — Elektrische Ausrüstung von Maschinen — Teil 32: Anforderungen für Hebezeuge (IEC 60204-32:2008)*

EN 60529:1991,² *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1991)*

EN 62061:2005,³ *Sicherheit von Maschinen — Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener, elektrischer, elektronischer und programmierbarer elektronischer Steuerungssysteme (IEC 62061:2005)*

EN ISO 3744:2010, *Akustik — Bestimmung der Schallleistungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene (ISO 3744:2010)*

EN ISO 4871:2009, *Akustik — Angabe und Nachprüfung von Geräuschemissionswerten von Maschinen und Geräten (ISO 4871:1996)*

EN ISO 11201:2010, *Akustik — Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten — Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten in einem im Wesentlichen freien Schallfeld über einer reflektierenden Ebene mit vernachlässigbaren Umgebungskorrekturen (ISO 11201:2010)*

EN ISO 12100:2010, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010)*

EN ISO 13849-1:2015, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 1: Allgemeine Gestaltungsleitsätze (ISO 13849-1:2015)*

EN ISO 13849-2:2012, *Sicherheit von Maschinen — Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen — Teil 2: Validierung (ISO 13849-2:2012)*

1 Beeinflusst von EN 60068-2-64:2008/A1:2019.

2 Beeinflusst von EN 60529:1991/AC:1993-05, EN 60529:1991/A1:2000, EN 60529:1991/A2:2013, EN 60529:1991/A2:2013/AC:2019-02 und EN 60529:1991/AC:2016-12.

3 Beeinflusst von EN 62061:2005/AC 2010-02, EN 62061:2005/A1:2013 und EN 62061:2005/A2:2015.

EN ISO 13850:2015, *Sicherheit von Maschinen — Not-Halt-Funktion — Gestaltungsleitsätze (ISO 13850:2015)*

EN ISO 13854:2019, *Sicherheit von Maschinen — Mindestabstände zur Vermeidung des Quetschens von Körperteilen (ISO 13854:2017)*

ISO 4305:2014, *Fahrzeugkrane — Berechnung der Standsicherheit*

ISO 4309:2017, *Krane — Drahtseile — Wartung und Instandhaltung, Inspektion und Ablage*

EN ISO 11688-1:2009, *Akustik - Richtlinien für die Konstruktion lärmarmen Maschinen und Geräte — Teil 1: Planung (ISO/TR 11688-1:1995)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 12100:2010 sowie die folgenden.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

3.1

fahrbare Hubarbeitsbühne (FHAB)

fahrbare Maschine, die dafür vorgesehen ist, Personen zu Arbeitsplätzen, an denen sie von der Arbeitsbühne aus Arbeiten verrichten, unter der Bedingung zu befördern, dass Personen die Arbeitsbühne nur an Zugangsstellen in Bodennähe oder vom Fahrgestell aus betreten und verlassen, und die mindestens aus einer Arbeitsbühne mit Steuereinrichtungen, einer Hubeinrichtung und einem Untergestell besteht

3.2

Arbeitsbühne

umwehrte Bühne oder ein Korb, die/der unter Last in die erforderliche Arbeitsposition gebracht werden kann und von der/dem aus Montage-, Reparatur-, Überwachungs- oder ähnliche Arbeiten ausgeführt werden können

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.3

Hubeinrichtung

Baugruppe, die am Untergestell befestigt ist und die die Arbeitsbühne trägt. Sie ermöglicht, die Arbeitsbühne in die gewünschte Position zu bewegen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

Anmerkung 2 zum Begriff: Sie kann zum Beispiel eine (ein) einfache(r) oder teleskopierbare(r) oder gelenkige(r) Ausleger oder Leiter oder ein Scherenmechanismus oder eine beliebige Kombination von diesen sein, der (die), oder auch nicht, auf der Basis schwenkt.

3.4

Untergestell

Basis der FHAB, die gezogen oder geschoben werden, selbstfahrend usw. oder ortsfest sein kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.5

Abstützeinrichtungen

alle Einrichtungen und Systeme, z. B. mechanische Spindeln/hydraulische Stempel, Achsfederverriegelungseinrichtungen, ausziehbare Radachsen, die zum Abstützen von FHAB durch Unterstützen und/oder Anheben der kompletten FHABn oder der Hubeinrichtung dienen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.6

Grundstellung

Stellungen, in der/denen die Arbeitsbühne betreten und verlassen werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Grundstellung und Transportanordnung können identisch sein.

3.7

Transportanordnung

vom Hersteller vorgeschriebene Anordnung der FHAB, in der die FHAB zum Einsatzort gebracht werden soll

Anmerkung 1 zum Begriff: Grundstellung und Transportanordnung können identisch sein.

3.8

Senken

Bewegungen, die die Arbeitsbühne in eine geringere Höhe bringen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.

3.9

Heben

Bewegungen, die die Arbeitsbühne in eine größere Höhe bringen

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.

3.10

Drehen

Kreisbewegung der Arbeitsbühne um eine senkrechte Achse

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.

3.11

Schwenken

Kreisbewegung der Hubeinrichtung um eine senkrechte Achse

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.

3.12

Fahren

Bewegung des Untergestells außer während des Transports

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 2.

3.13

auf einem Fahrzeug aufgebaute FHAB

FHAB, bei der das Untergestell ein Fahrzeug ist und bei der sich die Steuerorgane für das Fahren im Führerhaus des Fahrzeugs befinden

3.14

mitgängergesteuerte FHAB

FHAB, bei der die Steuereinrichtungen für die kraftbetriebene Bewegung in die Transportanordnung so angebracht sind, dass sie von einer neben der FHAB gehenden Person bedient werden können

3.15

selbstfahrende FHAB

FHAB, bei der sich die Fahrbewegungssteuerung an der Arbeitsbühne befindet

3.16

Nennlast

Last, für die die FHAB bei normalem Betrieb bemessen ist und die sich aus vertikal wirkenden Lasten zusammensetzt, die durch Personen, Werkzeuge und Material auf die Arbeitsbühne einwirken

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine FHAB kann mehr als eine Nennlast haben.

3.17

Lastspiel

Spiel, das in der Grundstellung beginnt und nach Ausführung einer Tätigkeit in der Grundstellung endet

3.18

Seiltrieb

System, zu dem ein oder mehrere Drahtseile gehören, die auf Seiltrommeln und/oder über Seilrollen laufen sowie gegebenenfalls die zugehörigen Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen

3.19

Kettentrieb

System, zu dem eine oder mehrere Ketten gehören, die auf Kettenrädern und/oder über Kettenrollen laufen sowie gegebenenfalls die zugehörigen Kettenräder, Kettenrollen und Ausgleichrollen

3.20

Typprüfung

Prüfung eines repräsentativen Musters einer neuen Bauart oder eines, das wesentliche Abweichungen zu einer bestehenden Bauart beinhaltet, die durch oder im Auftrag des Herstellers oder seines bevollmächtigten Vertreters durchgeführt wird

3.21

vollständig handbetriebene FHAB

FHAB, deren Bewegungen vollständig durch menschliche Muskelkraft erfolgen

3.22

schienenverfahrbare FHAB

FHAB, deren Verfahrbewegung durch Schienen geführt wird

3.23

Lastmesseinrichtung

Überwachungseinrichtung für die Lasten und Kräfte, die senkrecht auf die Arbeitsbühne einwirken

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einrichtung umfasst das/die Messgerät(e), die Art der Einbindung der Messvorrichtungen in die Maschine sowie die Messwertverarbeitung.

3.24

Momentmesseinrichtung

Überwachungseinrichtung für die Lastmomente, die außerhalb der Kipplinie wirken und die FHAB zum Kippen bringen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Einrichtung umfasst das/die Messgerät(e), die Art der Einbindung der Messvorrichtungen in die Maschine sowie die Messwertverarbeitung.

3.25

kabellose Steuereinrichtung

Einrichtung, durch die die Befehle des Bedieners der FHAB ohne physische Verbindung — zumindest für eine Teilstrecke zwischen dem Bedienpult und dem Rest der Steuereinrichtung — übertragen werden

3.26

Selbsterkennung von Störungen oder Fehlern

für den Bediener der FHAB ersichtliche Störung oder Fehler eines Bauteils, die ohne Einsatz eines Überwachungssystems festgestellt werden können

Anmerkung 1 zum Begriff: Störungen oder Fehler können dem Bediener der FHAB offenkundig werden durch:

- Veränderung der Betriebseigenschaften und/oder
- optische Anzeige und/oder
- akustische Anzeige und/oder
- andere Anzeigen.

3.27

Arbeitsbereich

Raum, in dem die Arbeitsbühne gemäß ihrer Auslegung bei Einhaltung der zulässigen Lasten und Kräfte unter normalen Betriebsbedingungen arbeiten kann

Anmerkung 1 zum Begriff: FHABn können mehr als einen Arbeitsbereich haben.

3.28

auswechselbare Arbeitsbühne

Arbeitsbühne nach 3.2, Arbeitsbühne nach 3.2, die zum werkzeuglosen Auswechseln vorgesehen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Solche Bühnen können von unterschiedlicher Größe und/oder Tragfähigkeit sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Solche Bühnen verändern die ursprüngliche Funktion der FHAB nicht.

Anmerkung 3 zum Begriff: Arbeitsbühnen, die als auswechselbare Ausrüstung an Maschinen angebracht werden sollen, die keine FHABn sind, sind in dieser Definition nicht eingeschlossen. Für die Kombination, siehe Anmerkung in 1.1

3.29

abgesenkte Fahrstellung

Konfiguration(en) der FHAB für das Fahren bis zur maximalen Fahrgeschwindigkeit

Anmerkung 1 zum Begriff: Die abgesenkte Fahrstellung, die Grundstellung (3.6) und die Transportanordnung (3.7) können identisch sein.

3.30

Sicherheitsfunktion

Funktion einer Maschine, wobei ein Ausfall dieser Funktion zur unmittelbaren Erhöhung des Risikos (der Risiken) führen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Sicherheitsfunktion kann aus Sicherheitseinrichtungen (z. B. Stellteilen, Sensoren, Logikeinheiten und Schaltkomponenten) und Software sowie Verbindungsmitteln bestehen.

3.31

erhöhte Fahrstellung

Konfiguration der FHAB (3.1) für das Fahren außerhalb der abgesenkten Fahrstellung (3.29)

3.32

persönliches Absturzsicherungssystem

Montage von Komponenten zum Schutz vor Absturz aus einer Höhe, einschließlich einer Körperhaltevorrückung und eines Befestigungssystems, die mit einem zuverlässigen Anschlagpunkt verbunden werden können (siehe EN 363:2008, 3.2.1)

Anmerkung 1 zum Begriff: Persönliche Schutzausrüstungen können Rückhaltesysteme oder Absturzsicherungssysteme sein (siehe EN 363:2018, 3.2.1).

3.33

erste Senkhöhengrenze

„erste Senkhöhengrenze“ ist eine Position, in der der vertikale Abstand zwischen den äußeren Enden der Schere nicht weniger als 50 mm beträgt, sodass Quetschen und Scheren der Finger nicht auftreten können.

3.34

variable Betriebsparameter

Betriebsparameter der Hubarbeitsbühne (z. B. Arbeitsbereich, Nennlast, maximal zulässige Neigung, Wind, Anzahl der Personen usw.), deren Kombination unterschiedliche Betriebsbedingungen erzeugt.

3.35

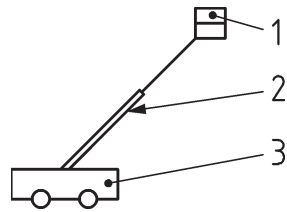
überwachte variable Betriebsparameter

Variable Betriebsparameter, die von einer Sicherheitsfunktion überwacht werden

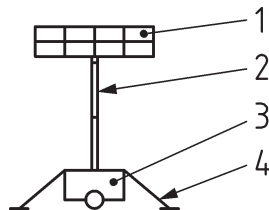
3.36

Schlaglochschutz

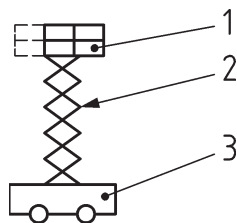
Mittel zur Abschwächung der Wirkung beim Einfahren in eine Vertiefung



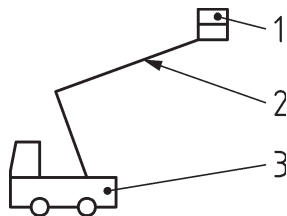
a)



b)



c)

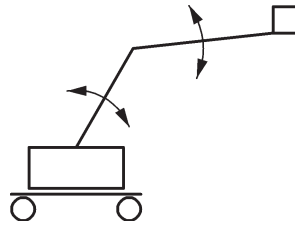


d)

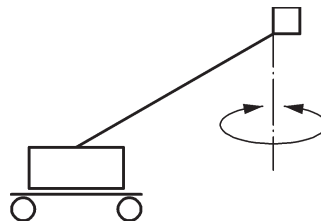
Legende

- 1 Arbeitsbühne (siehe 3.2)
- 2 Hubeinrichtung (siehe 3.3)
- 3 Untergestell (siehe 3.4)
- 4 Abstützeinrichtungen (siehe 3.5)

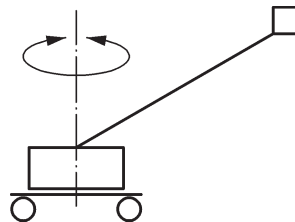
Bild 1 — Darstellung einiger Begriffe (1)



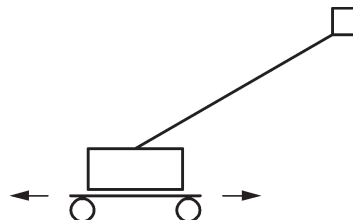
a) Senken/Heben (siehe 3.8 und 3.9)



b) Drehen (siehe 3.10)



c) Schwenken (siehe 3.11)



d) Fahren (siehe 3.12)

Bild 2 — Darstellung einiger Begriffe (2)

4 Sicherheitsanforderungen und/oder -maßnahmen

4.1 Allgemeines

4.1.1 Die Maschinen müssen den Sicherheitsanforderungen und/oder Schutzmaßnahmen dieses Abschnitts entsprechen. Bedeutende Gefährdungen, gefährliche Situationen und Ereignisse, soweit sie in diesem Dokument behandelt werden, sind in Anhang A aufgeführt. Außerdem muss die Maschine entsprechend den Leitfäden von EN ISO 12100:2010 für relevante, aber nicht signifikante Gefährdungen gestaltet sein, die nicht in diesem Dokument behandelt werden.

4.1.2 Vollständig handbetriebene FHABn, deren Höhe des Bodens der Arbeitsbühne über der Aufstellungsfläche 5 m nicht überschreitet (siehe 6.2.17), sind von allen Sicherheitsanforderungen, die ohne Energieversorgung nicht erfüllt werden können, ausgenommen.

4.2 Festigkeits- und Standsicherheitsberechnungen

4.2.1 Allgemeines

Es liegt in der Verantwortung des Herstellers,

- a) für Festigkeitsberechnungen die einzelnen Lasten und Kräfte in ihren Lagen, Richtungen und Kombinationen zu bewerten, die die ungünstigsten Spannungen in den Bauteilen hervorrufen und
- b) für Standsicherheitsberechnungen die verschiedenen Stellungen der FHAB und Last- und Kraftkombinationen herauszufinden, die zusammen die Bedingungen geringster Standsicherheit ergeben.

4.2.2 Lasten und Kräfte

Folgende Lasten und Kräfte müssen in Betracht gezogen werden:

- a) Nennlast (siehe 4.2.3.1);
- b) Eigengewichte (siehe 4.2.3.2);
- c) Windlasten (siehe 4.2.3.3);
- d) Handkräfte (siehe 4.2.3.4);
- e) besondere Lasten und Kräfte (siehe 4.2.3.5).

4.2.3 Bestimmung der Lasten und Kräfte

4.2.3.1 Nennlast

Die Nennlast m beträgt:

$$m = n \cdot m_p + m_e \quad (1)$$

Dabei ist

m_p 80 kg (Masse einer Person);

$m_e \geq 40$ kg (Mindestzuladung von Werkzeug und Material);

n die zulässige Anzahl von Personen auf der Arbeitsbühne.

Die Masse jeder Person ist als Punktlast auf der Arbeitsbühne und jeglicher Bühnenverlängerung in einer horizontalen Entfernung von 0,1 m vom oberen inneren Rand des obersten Handlaufs wirkend anzunehmen. Der Abstand zwischen den Punktlasten muss 0,5 m betragen (als Beispiel siehe Bild 3).

Die Masse der Zuladung ist als gleichmäßig verteilte Last auf 25 % der Bodenfläche der Arbeitsbühne wirkend anzunehmen. Übersteigt der ermittelte Druck 3 kN/m², darf der Wert von 25 % so weit erhöht werden, dass sich ein Druck von 3 kN/m² ergibt (als Beispiel siehe Bild 4).

All diese Lasten werden in den Lagen angenommen, die die ungünstigsten Ergebnisse hervorrufen.

Die oben angegebene Nennlast bezieht sich auf die maximale Personenanzahl und Materiallasten, die sich, einschließlich jeglicher Bühnenverlängerung, auf der Plattform befinden können. Für die Bühnenverlängerung(en) können niedrigere Nennlasten festgelegt werden, dabei müssen jedoch die in 5.1.4.2.1, 5.1.4.2.2 und 5.1.4.3 festgelegten Lastverteilungen berücksichtigt werden.

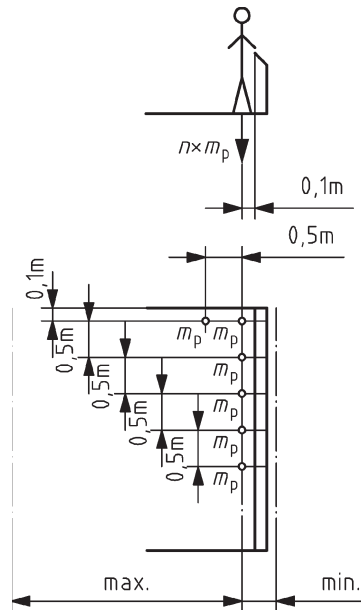
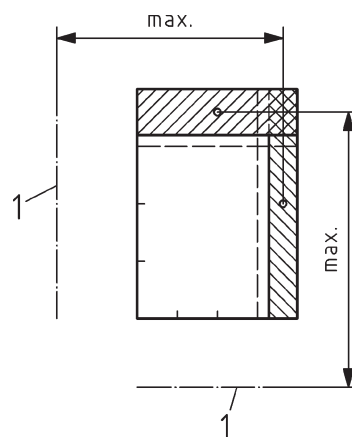


Bild 3 — Nennlast — Personen



Legende

1 Kippkante

Bild 4 — Nennlast — Ausrüstung

4.2.3.2 Eigengewicht

Die Massen der Bauteile der FHAB, die nicht bewegt werden, müssen als statische Eigengewichte angenommen werden.

Die Massen der Bauteile der FHAB, die bewegt werden, müssen als dynamische Eigengewichte angenommen werden.

4.2.3.3 Windlasten

4.2.3.3.1 Alle im Freien benutzten FHABn werden als vom Wind mit einem Staudruck von 100 N/m^2 beaufschlagt betrachtet, was einer Windgeschwindigkeit von $12,5 \text{ m/s}$ entspricht (Beaufort-Skala 6).

Windkräfte müssen als horizontal in Flächenmitte der Teile der FHAB, der Personen und Ausrüstung auf der Arbeitsbühne wirkend angesehen und als dynamische Kräfte angenommen werden.

Dies ist nicht anzuwenden für FHABn, die nur für den Einsatz in geschlossenen Räumen bestimmt sind (siehe 6.2.7).

4.2.3.3.2 Formfaktoren für die dem Wind ausgesetzten Flächen:

- a) L-, U-, T-, I-Profil: 1,6;
- b) Kastenprofile: 1,4;
- c) Große ebene Flächen: 1,2;
- d) Rundprofile, je nach Größe: 0,8/1,2;
- e) Direkt ausgesetzte Personen: 1,0.

Wenn zusätzliche Informationen benötigt werden, insbesondere für abgeschirmte Flächen von Bauteilen, siehe ISO 4302:2016. Für abgeschirmte Personen siehe 4.2.3.3.4.

4.2.3.3.3 Fläche der dem Wind ausgesetzten Personen auf der Arbeitsbühne:

4.2.3.3.3.1 Die Gesamtfläche einer Person muss mit $0,7 \text{ m}^2$ ($0,4 \text{ m}$ mittlere Breite $\times$ $1,75 \text{ m}$ Höhe) mit dem Flächenmittelpunkt $1,0 \text{ m}$ über dem Boden der Arbeitsbühne angenommen werden.

4.2.3.3.3.2 Die dem Wind ausgesetzte Fläche einer Person, die auf einer Arbeitsbühne hinter einem $1,1 \text{ m}$ hohen, nicht durchbrochenen Teil der Umwehrung steht, muss mit $0,35 \text{ m}^2$ mit dem Flächenmittelpunkt $1,45 \text{ m}$ über dem Boden der Arbeitsbühne angenommen werden.

4.2.3.3.3.3 Die Anzahl der Personen, die direkt dem Wind ausgesetzt sind, muss wie folgt berechnet werden:

- a) Länge der dem Wind ausgesetzten Arbeitsbühnenseite, gerundet auf die nächstliegenden $0,5 \text{ m}$ und geteilt durch $0,5 \text{ m}$, oder
- b) die auf der Arbeitsbühne zulässige Anzahl Personen, wenn sie kleiner ist als unter a) berechnet.

4.2.3.3.3.4 Wenn die Anzahl der auf der Bühne zulässigen Personen größer ist als in 4.2.3.3.3.3 a) berechnet, muss für die darüber hinausgehende Anzahl der Personen ein Formfaktor von $0,6$ angewandt werden.

4.2.3.3.4 Die Windkraft, die auf die dem Wind ausgesetzten Werkzeuge und Material auf der Arbeitsbühne wirkt, wird mit 3% ihrer Masse berechnet, die horizontal in einer Höhe von $0,5 \text{ m}$ über dem Boden der Arbeitsbühne wirkt.

4.2.3.4 Handkraft

Der kleinste Wert der Handkraft M muss mit 200 N angenommen werden bei FHABn, die nur für eine Person ausgelegt sind und mit 400 N bei FHABn, die für mehr als eine Person ausgelegt sind; die Handkraft wirkt in einer Höhe von $1,1 \text{ m}$ über dem Boden der Arbeitsbühne. Jegliche größere zulässige Kraft muss vom Hersteller festgelegt werden.

4.2.3.5 Besondere Lasten und Kräfte

Besondere Lasten und Kräfte werden durch besondere Arbeitsmethoden und Einsatzbedingungen der FHAB hervorgerufen, wie z. B. Gegenstände, die außerhalb der Arbeitsbühne transportiert werden, und Windkräfte auf großflächige Gegenstände auf der Arbeitsbühne.

Falls eine FHAB für solche besonderen Arbeits- und/oder Einsatzbedingungen vorgesehen ist, müssen die sich daraus ergebenden Lasten und Kräfte gegebenenfalls wie eine Änderung der Nennlast, des Eigengewichts, der Windkraft (siehe auch Anhang B) und/oder der Handkräfte berücksichtigt werden.

4.2.4 Standsicherheitsberechnungen

4.2.4.1 Kräfte aus Eigenmasse und Nennlast

Kräfte aus Eigenmasse und Nennlast, die ein Kipp- oder Standmoment erzeugen, müssen mit einem Faktor von 1,0 multipliziert und lotrecht nach unten wirkend angesetzt werden.

Für Bewegungen der Hubeinrichtung sind diese Kräfte mit einem Faktor 0,1 zu multiplizieren und als Zusatzkräfte in der Bewegungsrichtung anzunehmen, die das größte Kippmoment erzeugt.

Hersteller dürfen niedrigere Faktoren als 0,1 verwenden, vorausgesetzt, diese sind durch Messungen der Auswirkungen der Beschleunigungen/Verzögerungen nachgewiesen.

Für Verfahrbewegungen von FHABn der Typen 2 und 3 muss der Faktor 0,1 durch einen Faktor „z“ ersetzt werden, der jene Kräfte darstellt, die durch Beschleunigung und Verzögerung oder durch die Durchführung der Hindernis- und Bodenvertiefungsprüfungen (siehe 5.1.4.2.2) hervorgerufen werden. Dieser Faktor muss durch Berechnung oder Prüfung ermittelt werden (siehe Anhang F (informativ) für ein Berechnungsbeispiel).

4.2.4.2 Windkräfte

Windkräfte müssen mit einem Faktor 1,1 multipliziert und als horizontal wirkend angenommen werden.

4.2.4.3 Handkräfte

Von Personen auf der Arbeitsbühne ausgeübte Handkräfte müssen mit einem Faktor 1,1 multipliziert und in der Richtung angenommen werden, die das größte Kippmoment erzeugt.

ANMERKUNG Beispiele für Kräfte werden in Bild 5 bis Bild 12 gegeben.

4.2.4.4 Berechnung der Kipp- und Standmomente

Die maximalen Kipp- und zugehörigen Standmomente müssen auf die ungünstigsten Kippkanten bezogen werden.

Kippkanten müssen nach ISO 4305:2014 bestimmt werden; für Vollgummi- und ausgeschäumte Reifen dürfen die Kippkanten jedoch als eine Viertel Bodenkontaktbreite von der Außenseite des Bodenkontakts entfernt angenommen werden.

Die Berechnungen müssen mit der FHAB in den ungünstigsten aus- und/oder eingefahrenen Stellungen auf der vom Hersteller größten erlaubten Neigung des Untergestells durchgeführt werden. Alle Lasten und Kräfte, die gleichzeitig wirken können, müssen in ihren ungünstigsten Kombinationen berücksichtigt werden. Zu der höchsten vom Hersteller zugelassenen Neigung des Untergestells muss wegen der Berücksichtigung der Aufstellungsungenauigkeiten der FHAB ein Zuschlag von 0,5° hinzugerechnet werden. Tabelle 1 und Bild 5 bis Bild 12 zeigen Beispiele. Grafische Verfahren dürfen angewendet werden.

In jedem Fall muss das errechnete Standmoment größer als das errechnete Kippmoment sein.

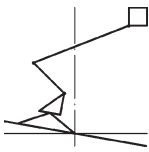
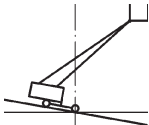
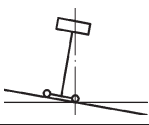
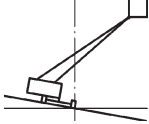
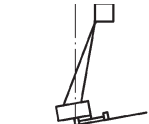
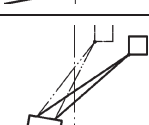
In der Berechnung müssen folgende Einflüsse berücksichtigt werden:

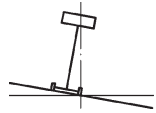
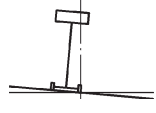
- a) Toleranzen aus Herstellungsungenauigkeiten der Bauteile;
- b) Passungsspiel der Verbindungen der Hubeinrichtung;
- c) Elastische Verformung durch Kraftwirkungen;

- d) Versagen eines Reifens bei FHABn, die durch Luftreifen in der Arbeitsstellung abgestützt werden;
- e) Charakteristische Leistungsdaten von Last-/Momentmesseinrichtungen und Stellungsüberwachung. Dabei müssen mindestens berücksichtigt werden:
- 1) flüchtige Messwertspitzen, hervorgerufen durch kurzzeitig auftretende dynamische Lasten;
 - 2) Hysterese;
 - 3) Neigung des Untergestells;
 - 4) Umgebungstemperatur;
 - 5) Unterschiedliche Positionierung und Verteilungen der Last auf die Arbeitsbühne;
 - 6) Messgenauigkeit der Einrichtung.
- f) Einflüsse der Auslenkung von Aufhängungen.

Die Ermittlung der elastischen Verformungen muss experimentell oder rechnerisch erfolgen.

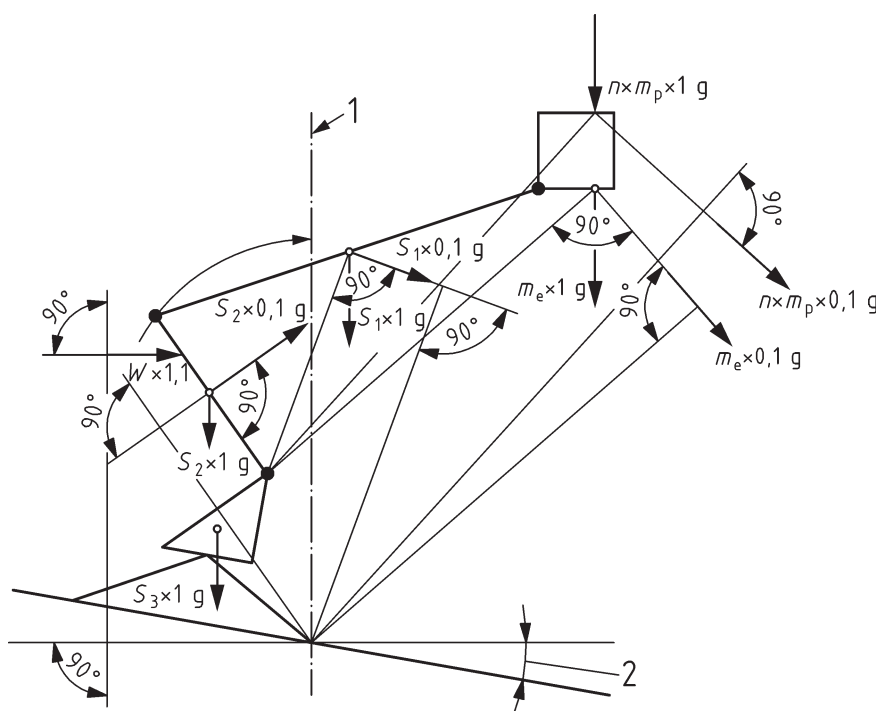
Tabelle 1 — Beispiele von Last- und Krafrichtungen sowie -kombinationen für die Standsicherheitsberechnungen (siehe Bild 5 bis Bild 12)

Beispiel	Einsatz- bedingung	80 kg bis Nennlast		Eigengewichte (S_n)		Handkraft (M)		Windlasten (W)		Diagramm
		× 1,0 (1,5) ^a	× 0,1	× 1,0	× 0,1	× 1,0	× 0,1	× 1,0	× 0,1	
1	Heben (Senken)	V	A	V	A	-	-	H	H	
2	Fahren	V	S	V	S	-	-	H	H	
3	Fahren	V	S	V	S	-	-	H	H	
4	Standsicherheit nach vorn, auf Neigung stehend	V	-	V	-	A	A	H	H	
5	Standsicherheit nach hinten, auf Neigung stehend	V	-	V	-	A	A	H	H	
6	mit begrenzter Reichweite, Standsicherheit nach vorn, auf Neigung stehend, Senken	V	A	V	A	-	-	H	H	

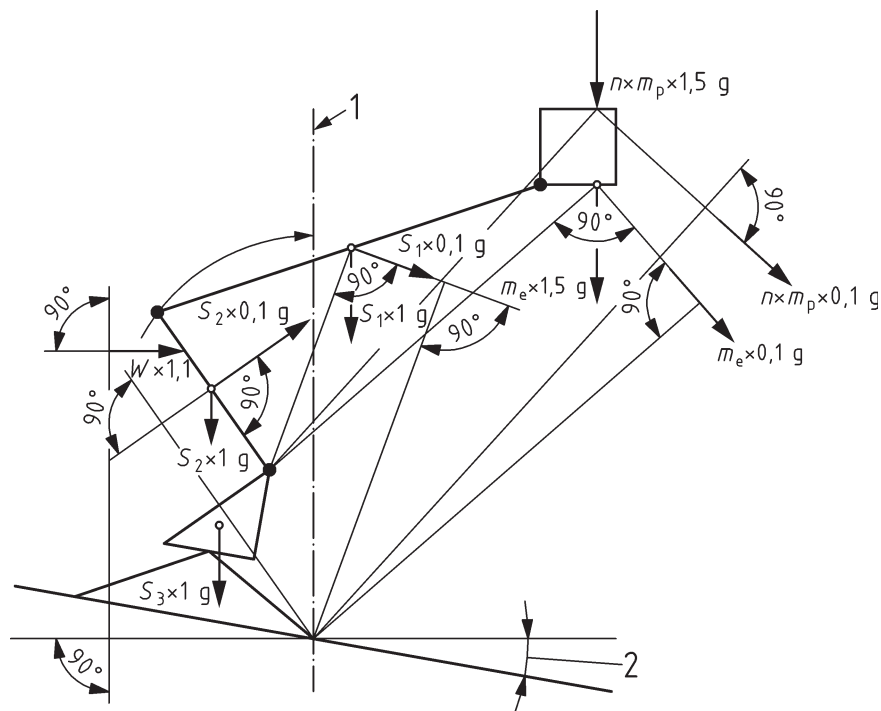
Beispiel	Einsatz- bedingung	80 kg bis Nennlast		Eigengewichte (S_n)		Handkraft (M)		Windlasten (W)		Diagramm
		$\times 1,0$ (1,5) ^a	$\times 0,1$	$\times 1,0$	$\times 0,1$	$\times 1,0$	$\times 0,1$	$\times 1,0$	$\times 0,1$	
7	auf Neigung Standstabilität	V	-	V	-	A	A	H	H	
8	auf waagrechttem Untergrund Standstabilität	V	-	V	-	A	A	H	H	

Legende
V = vertikal
H = horizontal
A = in einem Winkel
S = im Neigungswinkel

^a Faktor 1,5 statt 1,0 gilt bei erweiterten Standstabilitätskriterien nach 4.4.1.5.



a) BEISPIEL 1a — Lastmessung

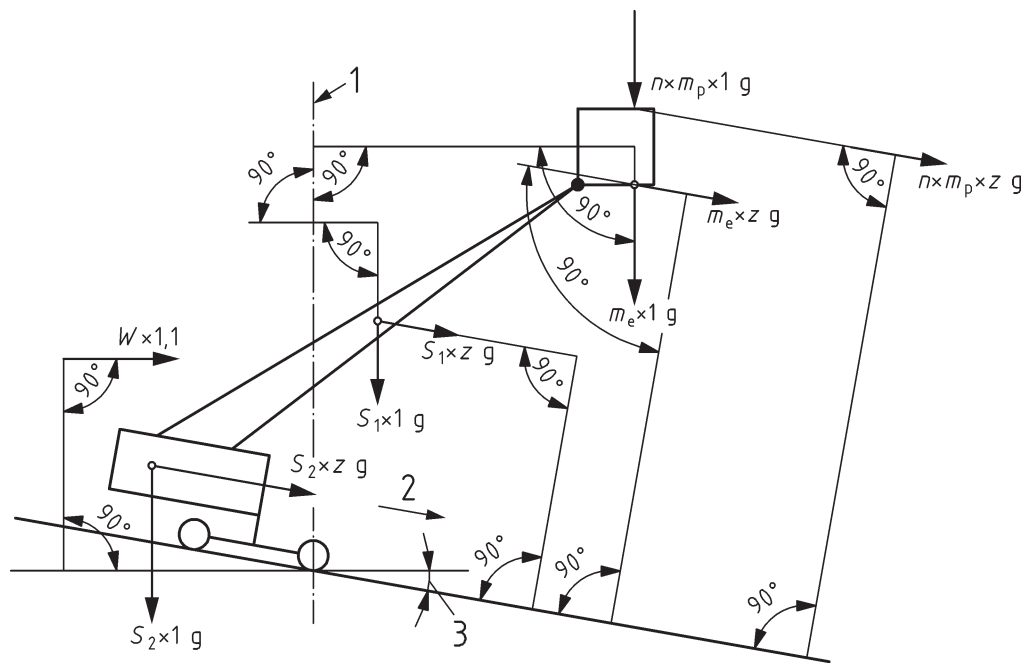


b) BEISPIEL 1b — Erweiterte Stabilitäts- und Überlastkriterien

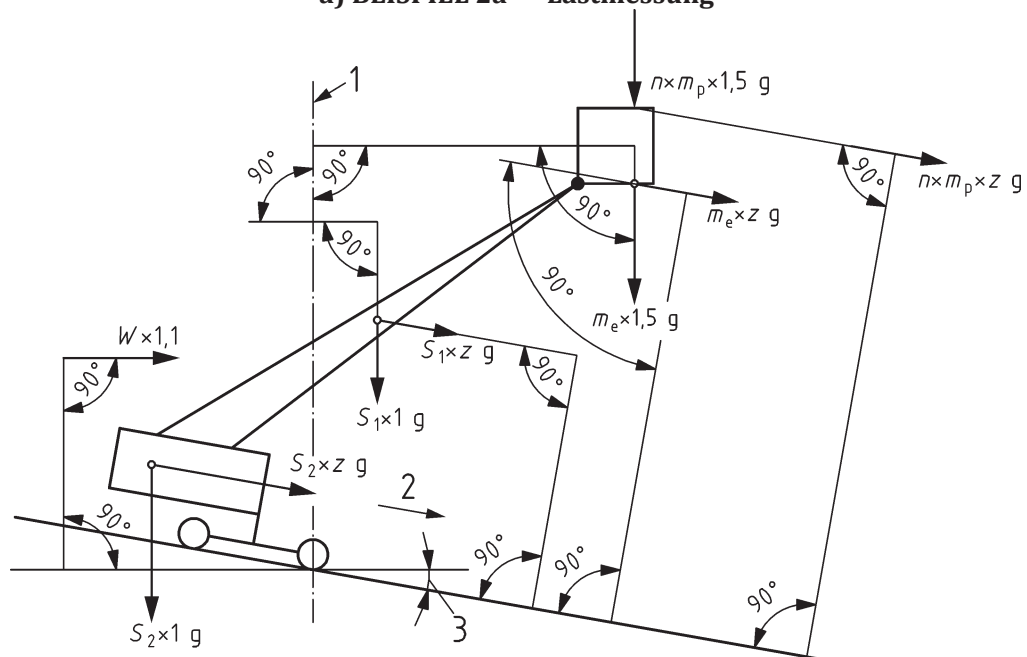
Legende

- 1 Kippkante
- 2 maximale Neigung +0,5°
- g Beschleunigung durch Schwerkraft
- m_e 40 kg (Mindestzuladung an Werkzeug und Material)
- m_p 80 kg (Masse einer Person)
- n zulässige Anzahl von Personen auf der Arbeitsbühne
- S_n Eigenlasten
- W Windlasten

Bild 5 — Beispiele 1a/1b für maximale Kippmoment-Kombinationen (siehe Tabelle 1)



a) BEISPIEL 2a — Lastmessung

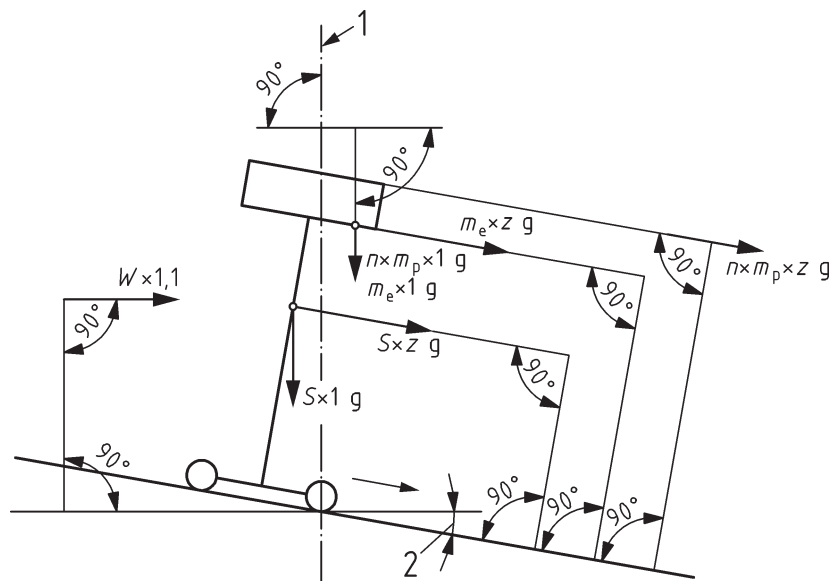


b) BEISPIEL 2b — Erweiterte Stabilitäts- und Überlastkriterien

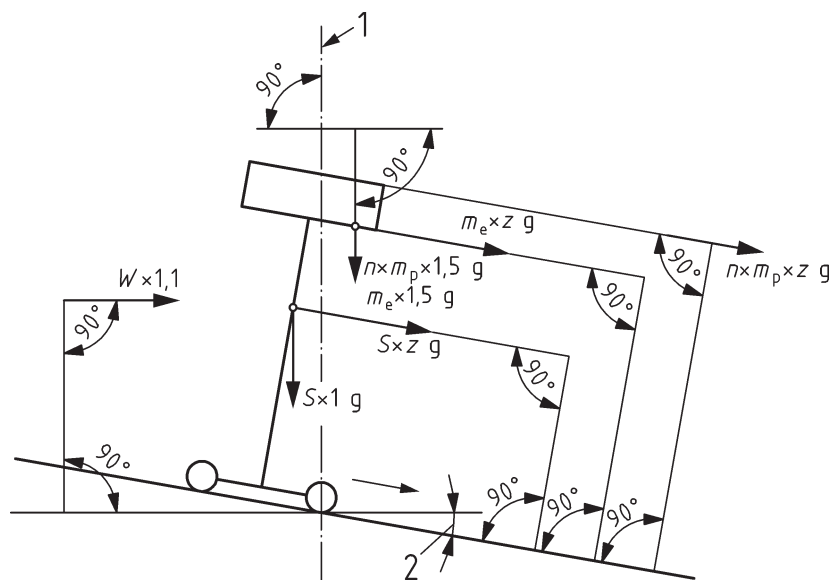
Legende

- 1 Kippkante
- 2 Fahrtrichtung
- 3 maximale Neigung +0,5°
- g Beschleunigung durch Schwerkraft
- m_e 40 kg (Mindestzuladung an Werkzeug und Material)
- m_p 80 kg (Masse einer Person)
- n zulässige Anzahl von Personen auf der Arbeitsbühne
- S_n Eigenlasten
- W Windlasten
- z Faktor der Beschleunigung bzw. Verzögerung, der für die Ermittlung der Kräfte anzusetzen ist

Bild 6 — Beispiele 2a/2b für maximale Kippmoment-Kombinationen (siehe Tabelle 1)



a) BEISPIEL 3a — Lastmessung

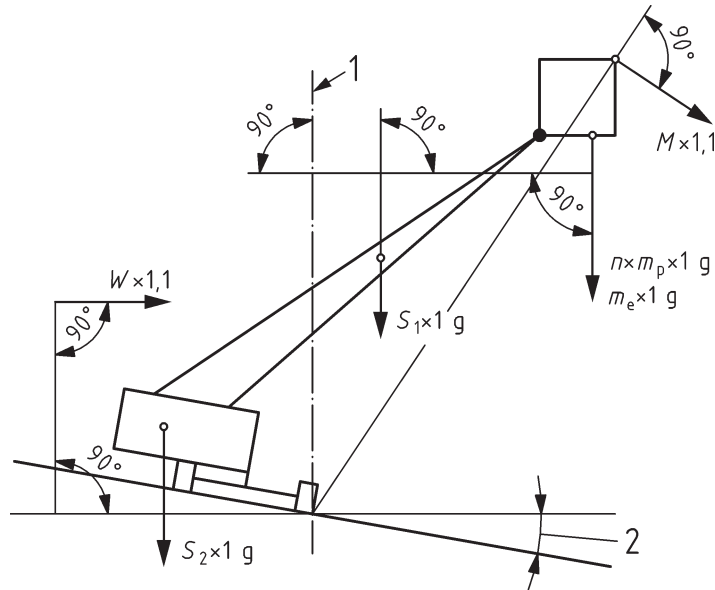


b) Beispiel 3b — Erweiterte Stabilitäts- und Überlastkriterien

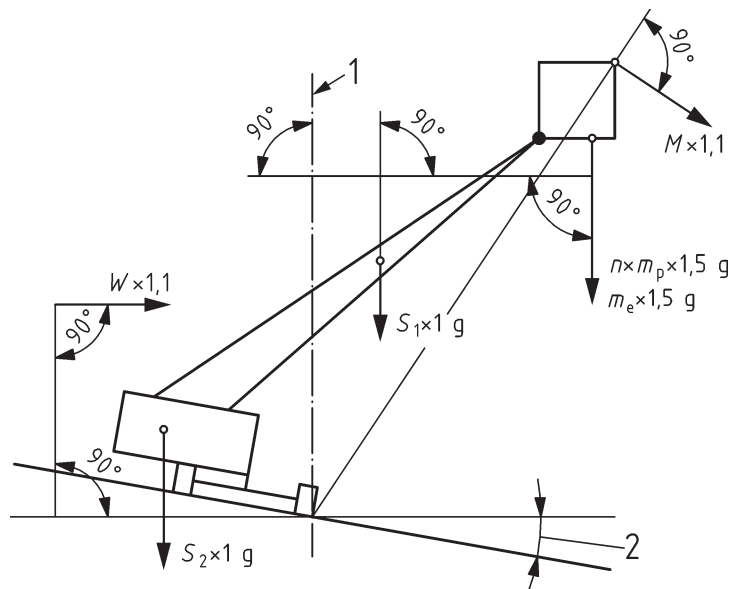
Legende

- 1 Kippkante
- 2 maximale Neigung +0,5°
- g Beschleunigung durch Schwerkraft
- m_e 40 kg (Mindestzuladung an Werkzeug und Material)
- m_p 80 kg (Masse einer Person)
- n zulässige Anzahl von Personen auf der Arbeitsbühne
- S Eigenlasten
- W Windlasten
- z Faktor der Beschleunigung bzw. Verzögerung, der für die Ermittlung der Kräfte anzusetzen ist

Bild 7 — Beispiele 3a/3b für maximale Kippmoment-Kombinationen (siehe Tabelle 1)



a) BEISPIEL 4a — Lastmessung

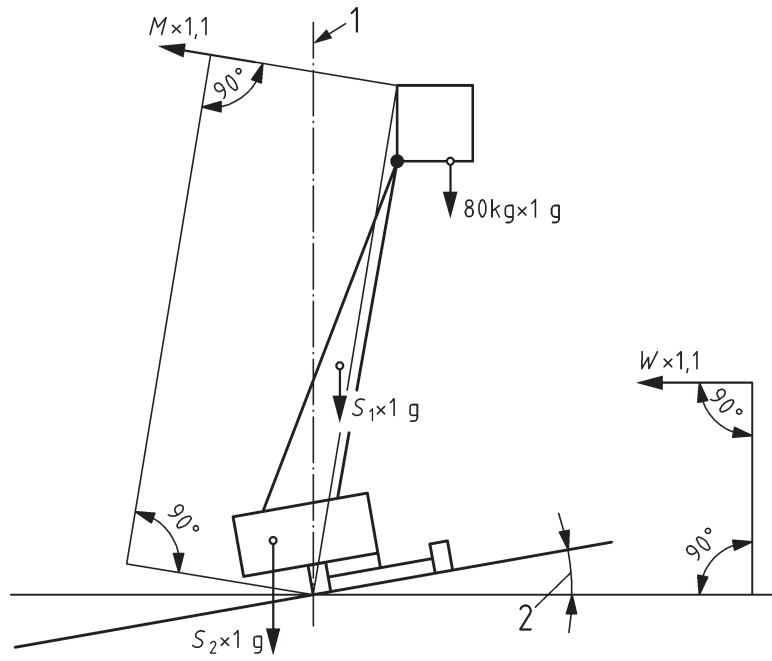


b) BEISPIEL 4b — Erweiterte Stabilitäts- und Überlastkriterien

Legende

- 1 Kippkante
- 2 maximale Neigung +0,5°
- g Beschleunigung durch Schwerkraft
- M Handkraft
- m_e 40 kg (Mindestzuladung an Werkzeug und Material)
- m_p 80 kg (Masse einer Person)
- n zulässige Anzahl von Personen auf der Arbeitsbühne
- S_n Eigenlasten
- W Windlasten

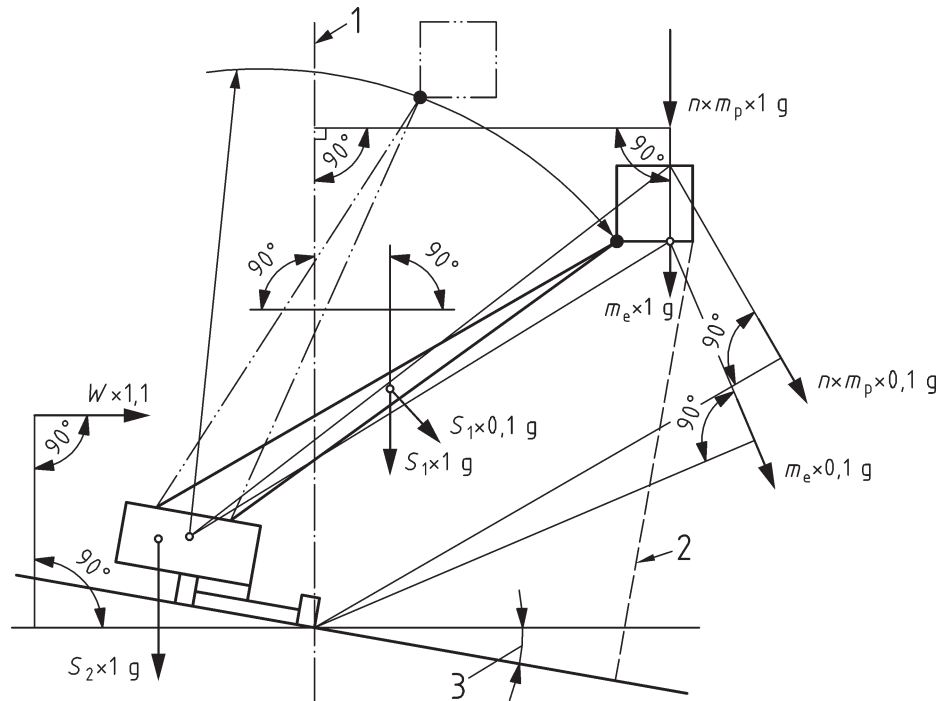
Bild 8 — Beispiele 4a/4b für maximale Kippmoment-Kombinationen (siehe Tabelle 1)



Legende

- | | |
|-------|----------------------------------|
| 1 | Kippkante |
| 2 | max. Neigung $+0,5^\circ$ |
| g | Beschleunigung durch Schwerkraft |
| M | Handkraft |
| S_n | Eigenlasten |
| W | Windlasten |

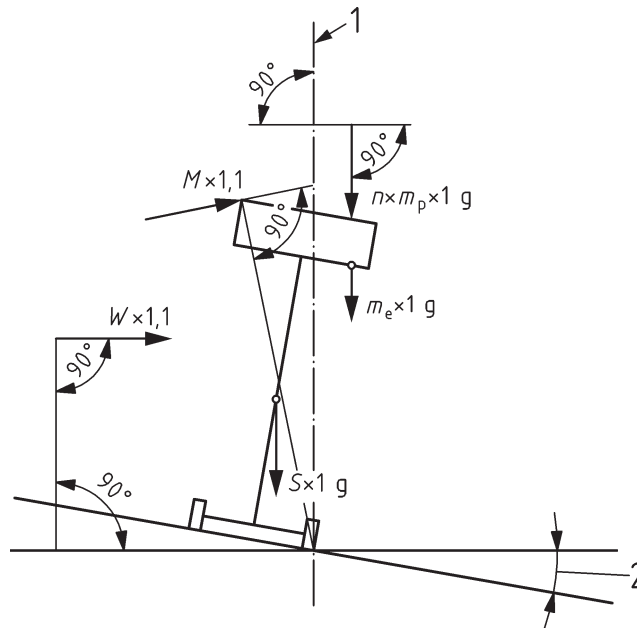
Bild 9 — Beispiel 5 für Kippmoment-Kombinationen (siehe Tabelle 1)



Legende

- 1 Kippkante
- 2 begrenzte Reichweite
- 3 maximale Neigung +0,5°
- g Beschleunigung durch Schwerkraft
- m_e 40 kg (Mindestzuladung an Werkzeug und Material)
- m_p 80 kg (Masse einer Person)
- n zulässige Anzahl von Personen auf der Arbeitsbühne
- S_n Eigenlasten
- W Windlasten

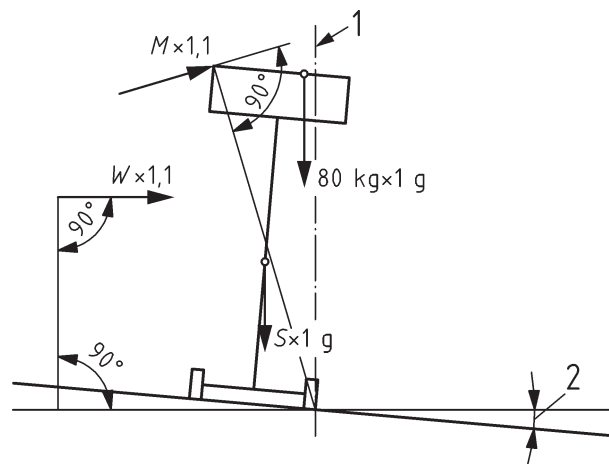
Bild 10 — Beispiel 6 für Kippmoment-Kombinationen (siehe Tabelle 1)



Legende

- 1 Kippkante
- 2 max. Neigung +0,5°
- g Beschleunigung durch Schwerkraft
- M Handkraft
- m_e 40 kg (Mindestzuladung an Werkzeug und Material)
- m_p 80 kg (Masse einer Person)
- n zulässige Anzahl von Personen auf der Arbeitsbühne
- S Eigenlasten
- W Windlasten

Bild 11 — Beispiel 7 für maximale Kippmoment-Kombinationen (siehe Tabelle 1)



Legende

- 1 Kippkante
- 2 Ebener Boden $\pm 0,5^\circ$
- g Beschleunigung durch Schwerkraft
- M Handkraft
- S Eigenlasten
- W Windlasten

Bild 12 — Beispiel 8 für maximale Kippmoment-Kombinationen (siehe Tabelle 1)

4.2.5 Festigkeitsberechnungen

4.2.5.1 Allgemeines

Die Berechnungen müssen den Gesetzen und Grundlagen allgemeiner Mechanik und den Werkstofffestigkeiten entsprechen. Die Quelle von Gleichungen muss angegeben werden, falls allgemein zugänglich. Andernfalls müssen die Gleichungen von Anfang an entwickelt werden, damit ihre Gültigkeit geprüft werden kann.

Sofern nichts anderes angegeben wird, müssen die einzelnen Lasten und Kräfte in den Lagen, Richtungen und Kombinationen angenommen werden, die die ungünstigsten Belastungen ergeben.

Für alle lasttragenden Teile und Verbindungen müssen die erforderlichen Angaben über Beanspruchungen oder Sicherheitsfaktoren in den Berechnungen in klarer und nachprüfbarer Form vorhanden sein. Falls zur Prüfung der Berechnungen notwendig, müssen Einzelheiten über die Hauptabmessungen, Querschnitte und Werkstoffe der einzelnen Teile und Verbindungen angegeben sein.

4.2.5.2 Berechnungsverfahren

Die Festigkeit von Tragwerken aus Stahl muss nach EN 13001-3-1:2012+A2:2018 berechnet und nachgewiesen werden. Wenn EN 13001-3-1:2012+A2:2018 nicht anwendbar ist, z. B. zum Nachweis der Ermüdungsfestigkeit von Schweißverbindungen an Platten, die dünner als 3 mm sind, oder anderen metallischen Werkstoffen wie Aluminium, müssen die Berechnung und der Nachweis der Festigkeit von Tragwerken den Grundsätzen von EN 13001-3-1:2012+A2:2018 entsprechen und entsprechende Grenzzustände müssen aus einschlägigen Quellen bezogen werden.

Die in 4.2.2, 4.2.3 und 4.2.4 festgelegten Anforderungen an die Bestimmung von Lasten und Kräften sind in den Berechnungen zu berücksichtigen.

Elastische Verformungen von schlanken Bauteilen müssen in Betracht gezogen werden.

Die in 4.2.5.3 festgelegten Nachweise müssen für die ungünstigsten Lastkombinationen erstellt werden und die Einflüsse der Überlastprüfung (siehe 5.1.4.3) und der Funktionsprüfung (siehe 5.1.4.4) enthalten.

4.2.5.3 Festigkeitsnachweis

4.2.5.3.1 Statischer Festigkeitsnachweis

Alle tragenden Bauteile und Verbindungen müssen gegen Versagen aufgrund von Fließen oder Bruch nachgewiesen werden. Alle tragenden Komponenten, die Druckbelastungen ausgesetzt sind, müssen gegen Versagen infolge elastischer Instabilität (z. B. Beulen oder Knicken) nachgewiesen werden.

Lasten kommen entweder als regelmäßige oder gelegentliche Lasten in Betracht.

Regelmäßige Lasten treten häufig im normalen Betrieb auf. Regelmäßige Lasten sind:

- Nennlasten;
- Eigengewichte.

Gelegentliche Lasten treten selten auf und werden in der Regel beim Nachweis der Ermüdungsfestigkeit vernachlässigt. Gelegentliche Lasten sind:

- Lasten durch Windverhältnisse im Betriebszustand;
- Handkraft.

Diese Lasten sind in zwei Lastkombinationen kombiniert: Lastkombination A umfasst nur regelmäßige Lasten und Lastkombination B umfasst sowohl regelmäßige als auch gelegentliche Lasten. Die statische Festigkeit des Tragwerks muss für beide Lastkombinationen A und B bewertet werden. Die in 4.2.3 festgelegten Lasten und Kräfte müssen hierbei mit den in Tabelle 2 angegebenen Teilsicherheitsbeiwerten γ_p multipliziert werden.

Tabelle 2 — Teilsicherheitsbeiwerte der Last

Unterabschnitt	Belastung	Teilsicherheitsbeiwert γ_p	
		Lastkombination A	Lastkombination B
4.2.3.1	Nennlast	1,34	1,22
4.2.3.2	Eigengewicht	1,22	1,16
4.2.3.3	Windlasten	–	1,22
4.2.3.4	Handkraft	–	1,22

Bei auf manche tragende Teile günstig wirkenden Eigengewichten (z. B. Gegengewichte, die Kräfte und Spannungen verringern) muss bei der Berechnung dieser tragenden Teile der Wert $\gamma_p = 1$ zugeordnet werden.

ANMERKUNG Lastkombinationen nach EN 13001-2 sind innerhalb dieses Dokuments nicht anwendbar.

4.2.5.3.2 Nachweis der Ermüdungsfestigkeit

Der Nachweis der Ermüdungsfestigkeit ist der Nachweis gegen Versagen aufgrund von Spannungswechseln (siehe Annex J). Der Nachweis muss für alle tragenden Bauteile und Verbindungen, die in Bezug auf Ermüdung kritisch sind, unter Berücksichtigung der konstruktiven Ausführung, des Grades der Spannungswechsel und der Spannungsspielzahl erbracht werden. Die Spannungsspielzahl kann ein Vielfaches der Lastspielzahl sein. Andere Spannungsänderungen durch Bewegungen, die beim Einsatz verursacht werden (z. B. Schwenken oder Heben oder Fahren), können auch zur Spannungsspielzahl beitragen. Üblicherweise müssen nur regelmäßige Lasten berücksichtigt werden und die Teilsicherheitsbeiwerte γ_p müssen auf 1 gesetzt werden. Lasten durch Missbrauch brauchen nicht berücksichtigt zu werden.

ANMERKUNG 1 Aufgrund der Anforderungen in 4.4.6 und 4.6.13 ist kein Ermüdungsnachweis für Spannungen erforderlich, die durch Schwingungen beim Transport verursacht werden.

Für den Nachweis müssen die verschiedenen Teile der Tragkonstruktion nach EN 13001-3-1:2012+A2:2018, 6.3, S-Klassen zugeordnet werden (siehe auch I.2). Die S-Klassen können wahlweise festgelegt werden durch:

- direkte Auswahl nach I.2;
- direkte Anwendung der Formeln in EN 13001-3-1:2012+A2:2018 (siehe auch I.3.2);
- einfache, in I.3.3 beschriebene Weise;
- Erfahrung mit technischer Begründung.

ANMERKUNG 2 Zur Berechnung von Seiltrieben siehe Anhang E.

Verifizierung der Anforderungen von 4.2 — durch Baumusterprüfung, statische Prüfungen und Überlastprüfung.

4.3 Untergestell und Abstützeinrichtungen

4.3.1 Untergestell

4.3.1.1 Eine selbsttätig wirkende Sicherheitsfunktion nach 4.11 muss verhindern, dass mitgängergeführte FHABn und mit Kraftantrieb verfahrbare FHABn vom Typ 1 verfahren werden können, wenn sich die Arbeitsbühne außerhalb der Transportanordnung befindet.

Diese Anforderung ist nicht anzuwenden für auf Fahrzeugen aufgebaute FHABn.

Die Begrenzung der Fahrgeschwindigkeit selbstfahrender FHABn muss automatisch erfolgen, wenn sich die Arbeitsbühne außerhalb der Transportanordnung befindet.

Verifikation — durch Baumuster- und Funktionsprüfung.

4.3.1.2 Jede FHAB muss eine Einrichtung haben, die auf einfach erfassbare Weise visuell oder akustisch anzeigt, falls die Neigung des Untergestells die vom Hersteller zugelassenen Grenzen erreicht hat.

Diese Einrichtung muss gegen Beschädigung, unbeabsichtigtes Verändern der Einstellwerte und unbefugte Bedienung geschützt sein (z. B. versiegelt oder abgeschlossen).

Für FHABn des Typs 1 mit Abstützeinrichtungen ist eine Wasserwaage zulässig. Bei FHABn mit kraftbetriebenen Abstützeinrichtungen muss diese Anzeige von jeder Steuerstelle der Abstützeinrichtung aus deutlich sichtbar sein.

An FHABn des Typs 2 (außer fahrzeugmontiert) und des Typs 3 muss eine Sicherheitsfunktion nach 4.11 verhindern, dass das Untergestell die von dem Hersteller zugelassenen Neigungsgrenzen während der Fahrt aus der Transportanordnung überschreitet, indem die Fortsetzung der Fahrt in die gewählte Richtung verhindert wird, sobald das Untergestell die Neigungsgrenze erreicht hat.

Verifizierung — durch Funktionsprüfung.

4.3.1.3 Alle Verriegelungsstifte müssen gegen unbeabsichtigtes Lösen (z. B. Federstift) und Verlust (z. B. Kette) gesichert werden.

Verifizierung — durch Sichtprüfung.

4.3.1.4 Zugvorrichtungen von mitgängergesteuerten FHABn und Deichseln müssen sicher an dem Untergestell befestigt sein; eine unbeabsichtigte Ablösung darf nicht möglich sein, wenn abnehmbare Verriegelungsstifte nach 4.3.1.3 verwendet werden.

Verifizierung — durch Sichtprüfung und Prüfung.

4.3.1.5 Deichseln und Zugvorrichtungen, die im unbenutzten Zustand senkrecht hochgeklappt werden (z. B. durch einen Haken), müssen in dieser Lage durch eine selbsttätig wirkende Einrichtung gehalten werden; ein unbeabsichtigtes Lösen darf nicht möglich sein.

Bei mehrachsigen Untergestellen müssen Deichseln und Zugvorrichtungen in vollständig heruntergeklappter Stellung eine Bodenfreiheit von mindestens 120 mm haben.

Verifizierung — durch Sichtprüfung, Prüfung und Messung.

4.3.1.6 Alle FHABn müssen mit Bremsen ausgerüstet sein, um unbeabsichtigte Bewegungen zu verhindern. Selbstfahrende FHABn müssen mindestens an zwei Rädern derselben Achse mit Bremsen ausgerüstet sein, die automatisch wirksam werden, wenn die Energieversorgung der Bremsen nachlässt oder ausfällt, und müssen in der Lage sein, die FHAB nach 4.3.1.10 anzuhalten und in angehaltener Position zu halten.

Bremsen dürfen nicht durch hydraulischen oder pneumatischen Druck oder elektrische Energie geschlossen gehalten werden.

Verifizierung — durch Baumuster- und Funktionsprüfung.

4.3.1.7 Auf Fahrzeugen aufgebaute FHABn müssen mit einer vom Fahrerhaus aus sichtbaren Anzeige ausgerüstet sein, die erkennen lässt, wenn sich nicht alle Teile der FHAB in der Transportanordnung befinden.

Verifizierung — durch Funktionsprüfung.

4.3.1.8 FHABn müssen mit einer Einrichtung zur Sicherung gegen unbefugte Benutzung ausgerüstet sein (z. B. abschließbarer Schalter).

Verifizierung — durch Funktionsprüfung.

4.3.1.9 Durch die Verwendung einer Sicherheitsfunktion nach 4.11 darf es nicht möglich sein, die folgenden Geschwindigkeiten von FHABn der Typen 2 und 3 mit personenbesetzter Arbeitsbühne außerhalb der Transportanordnung zu überschreiten:

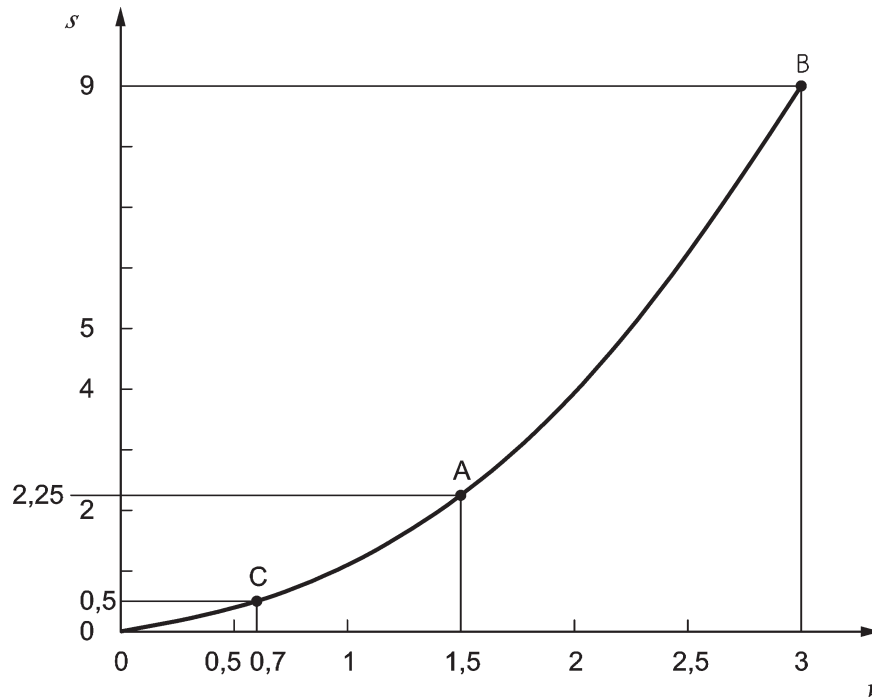
- a) 1,5 m/s für auf einem Fahrzeug aufgebaute FHABn, wenn die Steuerorgane innerhalb des Führerhauses benutzt werden;
- b) 3,0 m/s für auf Schienen verfahrbare FHABn;
- c) 0,7 m/s für alle anderen selbstfahrenden FHABn der Typen 2 und 3.

Verifizierung — durch Baumuster- und Funktionsprüfung

4.3.1.10 FHABn, die mit den vorgenannten Höchstgeschwindigkeiten bei der vom Hersteller erlaubten maximalen Neigung fahren, müssen auf einer Strecke, die nicht größer als in Bild 13 angegeben ist, angehalten werden können. Dieses Bild beruht auf einer mittleren Verzögerung von 0,5 m/s².

ANMERKUNG Der Mindestbremsweg hängt vom Faktor z (siehe 4.2.4.1) ab.

Verifizierung – durch Funktionsprüfung.



Legende

- A für auf einem Fahrzeug aufgebaute FHABn (Steuerorgane im Führerhaus)
- B für schienenverfahrbare FHABn
- C für alle anderen selbstfahrenden FHABn
- v Geschwindigkeit in m/s
- s Bremsweg in m

Bild 13 — Maximale Bremswege für FHABn vom Typ 2 und Typ 3

4.3.1.11 Die Höchstgeschwindigkeit mitgängergesteuerter FHABn darf bei Arbeitsbühnen in Transportanordnung 1,7 m/s nicht überschreiten.

Verifizierung — durch Messung.

4.3.1.12 Es müssen Schutzeinrichtungen vorgesehen werden, die verhindern, dass Personen an Steuerstellen, oder solche, die sich neben der FHAB auf dem Boden oder an anderen zugänglichen Stellen befinden, heiße oder gefährliche Teile des Antriebssystems berühren. Das Öffnen oder Entfernen dieser Schutzeinrichtungen darf nur durch Einrichtungen, welche in vollständig umschlossenen und verschließbaren Gehäusen (z. B. Kabinen, Fächern) angebracht sind oder durch Gebrauch von Werkzeugen oder Schlüsseln, die mit der FHAB mitzuliefern sind, möglich sein. Wenn vorgesehen ist (z. B. bei regelmäßig anfallender Wartung), dass das ortsfeste Geländer regelmäßig abgenommen werden muss, müssen die Befestigungen entweder mit den Schutzeinrichtungen oder der FHAB verbunden bleiben.

Diese Anforderung ist nicht anzuwenden für die Auspuffanlage von Fahrzeugen, die den Straßenverkehrsvorschriften entsprechen, es sei denn sie befinden sich in der Nähe der Steuer- oder Zugangsstellen.

Verifizierung — durch Sichtprüfung.

4.3.1.13 Die Abgase von Verbrennungsmotoren müssen von Steuerstellen weg geführt sein.

Verifizierung — durch Sichtprüfung.