

---

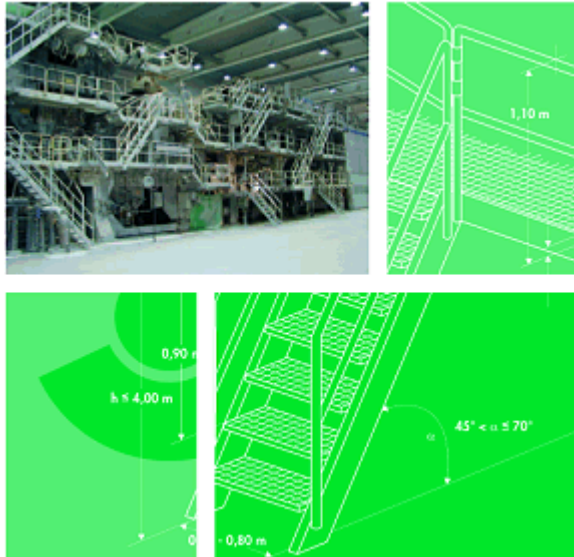
## BGI 859

# Zugänge zu Arbeitsplätzen an Maschinen der Papierherstellung und Ausrüstung

Papiermacher-Berufsgenossenschaft

Ausgabe 2004

---



## Vorbemerkung

Die Unfallverhütungsvorschrift "Maschinen der Papierherstellung" (VBG 7r) und die harmonisierte Europäische Norm "Sicherheitstechnische Anforderungen für Konstruktion und Bau von Maschinen der Papierherstellung und Ausrüstung – Gemeinsame Anforderungen" (DIN EN 1034 Teil 1) fordern zum Bedienen, Rüsten, Beheben von Störungen sowie zum Instandhalten ortsfeste Arbeitsbühnen einschließlich ihrer Zugänge.

Gemäß EN ISO 14122 Teil 1 "Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 1: Wahl eines ortsfesten Zugangs zwischen zwei Ebenen" sind als bevorzugte Zugänge zu maschinellen Anlagen in folgender Reihenfolge und Priorität zu wählen:

- a) Zugang direkt vom Boden oder von einer Ebene
- b) Aufzüge, Rampen oder Treppen
- c) Treppenleitern oder Steigleitern

Die Unfallverhütungsvorschrift "Maschinen der Papierherstellung" in der Fassung vom 01. Januar 1997 sowie die DIN EN 1034 lassen für Ihre Geltungsbereiche den Einbau der MASCHINENTREPPE zu, wenn aus betriebstechnischen Gründen eine Treppe nicht möglich ist.

Dieses Merkblatt soll die Sonderstellung der Maschinentreppe zwischen der "normalen" Treppe und der Steigleiter verdeutlichen. Es nennt die Einschränkungen, unter denen der Einbau von Maschinentreppen in Betracht kommen kann, und gibt Hinweise für deren Bau und Ausrüstung. Dabei werden insbesondere die Inhalte der EN ISO 14122 Teil 1 bis 3 sowie der EN 1034 berücksichtigt. Vorstehend genannte Normen konkretisieren die sicherheitstechnischen Anforderungen für Maschinen im Geltungsbereich der Maschinenrichtlinie bzw. der neunten Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz (9. GSGV),

wie z.B. ab dem 1.1.1995 erstmals im EWR (Europäischer Wirtschaftsraum) in Verkehr gebrachte Maschinen der Papierherstellung und Ausrüstung.

Erfahrungen aus Betriebsbegehungen und aus der Untersuchung von Sturzunfällen auf Treppen zeigen, dass sicherheitswidrige und ergonomisch ungünstige bauliche Gestaltung und mangelhafte Ausrüstung Hauptursachen für Sturzunfälle sind. Daher kommt der sicherheitstechnischen Gestaltung von Treppen bzw. Maschinentreppen eine besondere Bedeutung zu.

## **Begriffsbestimmungen**

Zugänge zu ortsfesten Arbeitsbühnen an Maschinen der Papierherstellung und Ausrüstung gemäß der Norm DIN EN 1034 Teil 1.

Zugangstyp 1:  
Treppen

- haben Steigungswinkel<sup>1</sup> bis zu 45°.  
Sie werden als Zugang zu ortsfesten Arbeitsbühnen gefordert.

Zugangstyp 2:  
Maschinentreppen, Treppenleitern

- haben Steigungswinkel<sup>1</sup> von über 45° bis maximal 70°. Sie dürfen nur dann an Maschinen der Papierherstellung Verwendung finden, wenn der Einbau einer Treppe aus betriebstechnischen Gründen nicht möglich ist.

Betriebstechnische Gründe können z.B. sein:

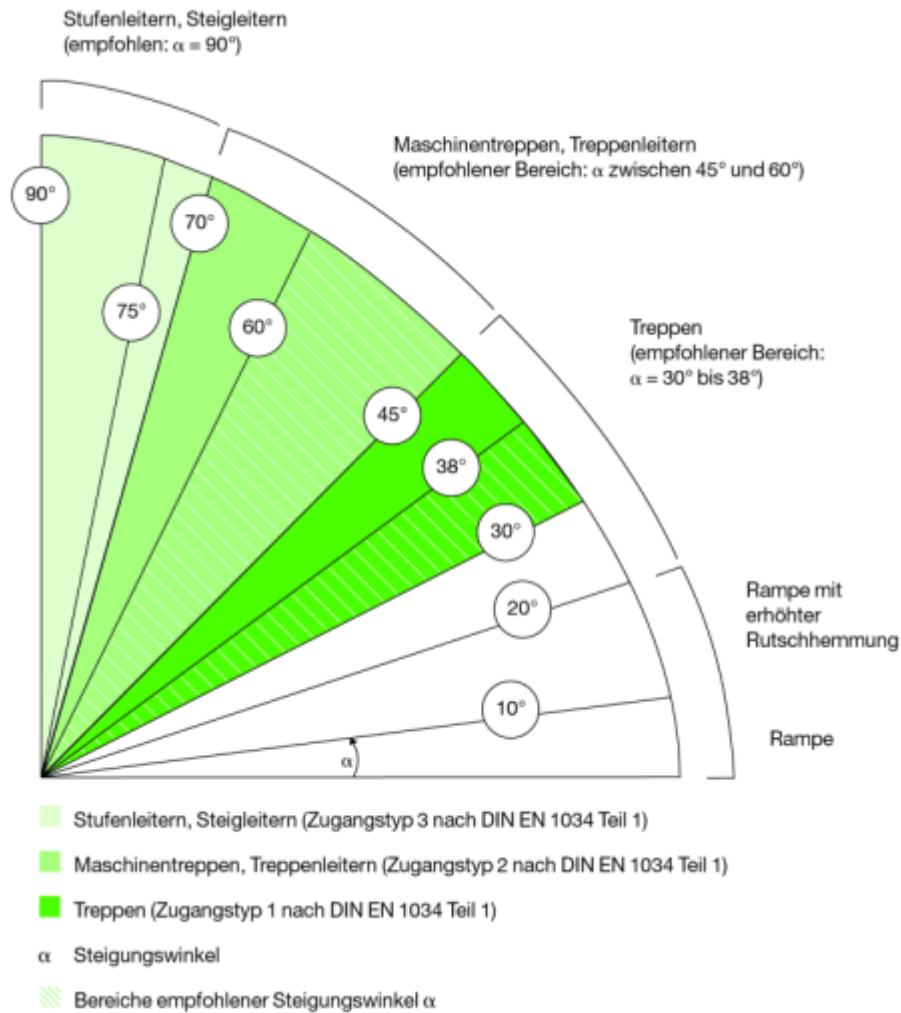
- Einengen des Verkehrsbereiches durch die Treppe
- Notwendige Verbindung eng benachbarter Arbeitsplätze unterschiedlicher Höhe
- Behinderung der Zugänglichkeit beim Entstören

Zugangstyp 3:  
Stufenleitern, Steigleitern

- haben Steigungswinkel<sup>1</sup> von 70° bis 90°.  
Sie dürfen nur dann zum Einsatz kommen, wenn selbst die Maschinentreppe betriebstechnisch nicht möglich ist.

---

<sup>1</sup> Definition Steigungswinkel siehe Abb. 1

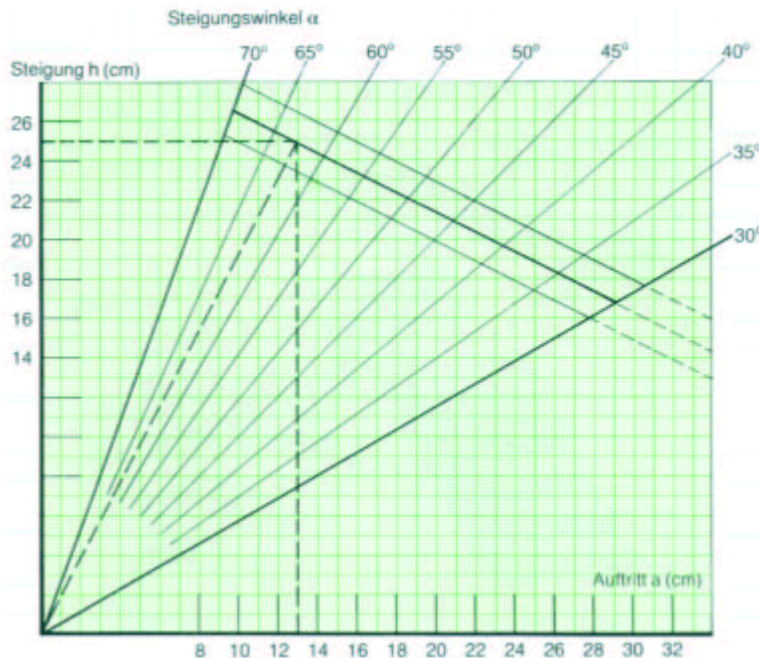


**Abb. 1** Skizze zur Begriffsbestimmung in Anlehnung an EN ISO 14122 Teil 1 und DIN EN 1034 Teil 1.

## Konstruktionsmerkmale

Bei der Konstruktion ergibt sich durch den zu überwindenden Niveauunterschied und das horizontal bestehende Raumangebot zunächst der Steigungswinkel  $\alpha$

Mit diesem Steigungswinkel und der Schrittmaßformel können die Steigung  $h$  und der Auftritt  $a$  bestimmt werden (s. Nomogramm Abb. 2).



**Abb. 2** Nomogramm zur Bestimmung der Steigung und des Auftrittes für Steigungswinkel von 30° bis 70°.

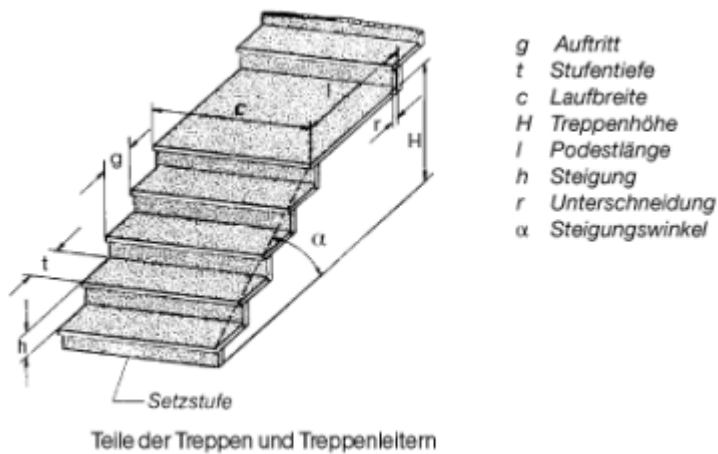
### Schrittmaßformel $600 \leq g + 2h \leq 660$ (Maße in mm)

So ergibt sich z.B. bei einem Steigungswinkel von 30° für eine Treppe gemäß EN ISO 14122 Teil 3 "Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen – Teil 3: Treppen, Treppenleitern und Geländer" eine Steigung  $h$  von 17 cm und ein Auftritt  $g$  von 29 cm. Treppen mit Steigungswinkeln zwischen 30° und 38° haben sich als besonders sicher erwiesen.

Die Treppenhöhe von Treppenläufen ist u. U. durch Podeste zu begrenzen. Die Länge  $l$  eines solchen Podestes ist so zu bemessen, dass eine Anzahl  $n$  ganzer Schritte auf ihm ausgeführt werden kann. Dies ist gewährleistet, wenn die Podestlängenformel zugrunde gelegt wird.

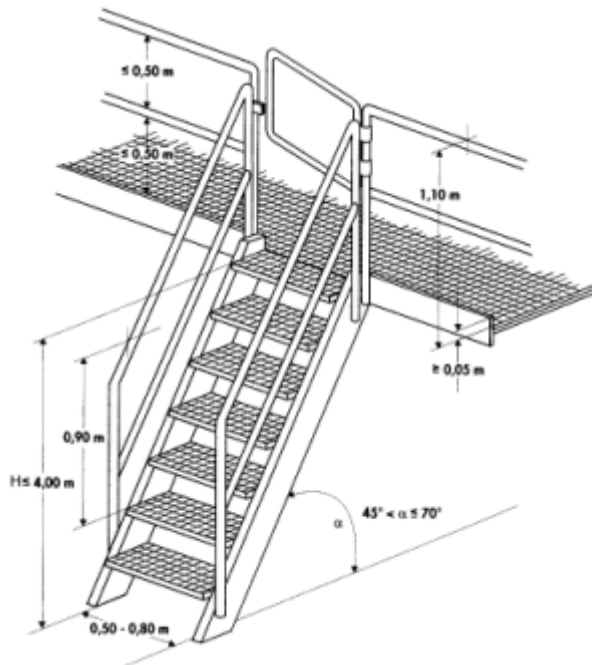
### Podestlängenformel $l = g + n(2h + g)$

Bei Verwendung an Maschinen der Papierherstellung und Ausrüstung begrenzt DIN EN 1034 Teil 1 die Höhe von Zugängen des Typs 1 (Treppen) und des Typs 2 (Maschinentreppen) auf maximal 4,0 m. (Die B-Norm EN ISO 14122 Teil 3 begrenzt die Treppenhöhe von Treppenläufen sowohl bei Treppen wie auch bei Maschinentreppen auf 3000 mm und lässt nur im Fall eines einzelnen Treppenlaufes für die Treppe eine maximale Höhe von 4000 mm zu. Von diesen strengeren Anforderungen der EN ISO 14122 Teil 3 kann jedoch wegen der C-Norm EN 1034 Teil 1 wie oben beschrieben für Maschinen der Papierherstellung und Ausrüstung abgewichen werden. Im Geltungsbereich der VBG 7r gilt die angesprochene Höhenbegrenzung nur für Treppen mit einem Steigungswinkel größer als 37°). Bei größeren Höhen ist ein Podest einzufügen.



**Abb. 4** Treppen als ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen nach EN ISO 14122 Teil 3 dürfen einen Steigungswinkel von  $45^\circ$  nicht überschreiten. Die lotrechte Höhe des Handlaufes an einer Treppe oberhalb der Antrittskante aller Stufen eines Treppenlaufes muss zwischen 900 mm und 1000 mm betragen sowie mindestens 1100 mm über dem Bodenbelag liegen.

**Maschinentreppen** haben einen Steigungswinkel von über  $45^\circ$  bis maximal  $70^\circ$ , jedoch sollten Steigungswinkel von mehr als  $60^\circ$  vermieden werden.



**Abb. 4** Wichtige Maße für Maschinentreppen (Zugangstyp 2) und Geländer an Maschinen der Papierherstellung und Ausrüstung.

Die Fußleiste ist Teil der Absturzsicherung und soll auch das Herabfallen von z.B. auf dem Laufsteg liegenden Gegenständen verhindern. Die der DIN EN 1034-1 entnommene Darstellung in Abbildung 4 geht im Laufstegbereich von einer Fußleistenhöhe von mindestens 0,05 m aus. DIN EN ISO 14122-3 fordert dagegen eine Fußleistenhöhe von mindestens 100 mm. Die Fußleistenhöhe von mindestens 100 mm hat eine höhere Schutzwirkung. Es ist zu erwarten, dass die DIN EN 1034-1 aller Voraussicht nach in diesem Sinne überarbeitet werden wird.

Entsprechend der Risikobeurteilung der EN ISO 14122 bestehen auch Gefahren durch herabfallende Gegenstände an Öffnungen zwischen Bodenbelag und benachbarten Bauteilen (wie z.B. durch Ausschnitte verlaufende Rohre, angrenzende Behälter oder Stützen), wenn der Abstand zwischen Bodenbelag und Bauteil größer als 30 mm ist. In diesen Fällen ist dementsprechend zusätzlich eine Fußleiste erforderlich oder die Lücke zu schließen.

Auch für **Maschinentreppen** ist die Schrittmaßformel anzuwenden, wobei sich für die Praxis eine Toleranz von 63 +/- 3 cm als ausreichend erwiesen hat.

Es ergeben sich mit ihr z.B. bei einem

Steigungswinkel $\alpha$	Steigung h ( $\approx$ cm)	Auftritt g ( $\approx$ cm)
von 50°	22	19
von 55°	23	17
von 60°	24	14
von 65°	26	12
von 70°	27	10

Es muss darauf geachtet werden, dass ein einmal gewähltes Maß für **g** bzw. **h** bei **jeder** Stufe innerhalb eines Treppenlaufes eingehalten wird. Diese Forderung gilt auch für die erste und letzte Stufe eines Treppenlaufes.

Die Stufen müssen trittsicher gestaltet sein, z.B. durch Verwendung von Gitterrosten, Riffelblechen, Gummiprofilen oder Gleitschutzstreifen an den Stufenvorderkanten.

Zu beachten ist, dass die Handlaufhöhe im Verlauf von Maschinentreppen wegen der besseren Benutzbarkeit auf 0,9 m festgelegt wurde (siehe 4.18.3 der "Sicherheitsregeln für Papiermaschinen" [ZH 1/30] sowie DIN EN 1034 Teil 1 Tabelle 3) gemessen über Vorderkante Stufe.

Bei mehr als 1 m Absturzhöhe sind an Maschinentreppen zwei Handläufe vorzusehen. Zwischen 0,6 m und 1,0 m Absturzhöhe sollten Handläufe angebracht werden, wenn keine betriebstechnischen oder ablauffechnischen Gründe der Verwendung von Handläufen entgegenstehen. Sofern es sich nicht um eine Maschine der Papierherstellung oder Ausrüstung handelt, gilt die Anforderung der EN ISO 14122, die bereits bei Absturzhöhen von nur 0,5 m das Anbringen eines Geländers verlangt.

Bei einer Maschinentreppe mit vier Stufen und einem Steigungswinkel  $\alpha = 65^\circ$  sowie einer Steigung  $h = 26$  cm beträgt die Absturzhöhe bereits mehr als 1 m.

Die Handläufe müssen beim Umgreifen einen sicheren Halt bieten. Um eine gute Griffsicherheit zu gewährleisten, sollte der Durchmesser des Handlaufes zwischen 25 mm und 50 mm gewählt werden.

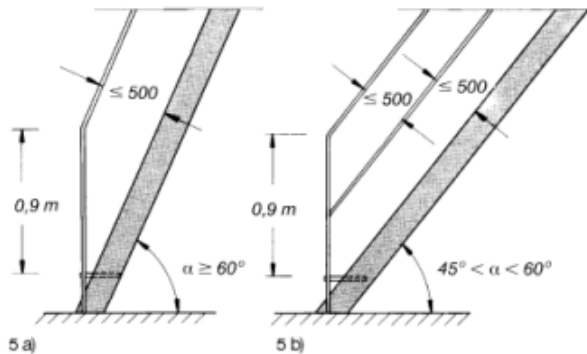
DIN 24 533 "Geländer aus Stahl" enthält unter anderem Maßangaben für Handläufe, zum Beispiel Rohr mit einem äußeren Durchmesser von 48,3 mm bei einer Horizontallast bis 500 N/m.

Um ein Quetschen der Hand am Handlauf zu verhindern, darf der Freiraum zwischen zwei Geländersegmenten nicht kleiner als 75 mm sein. Ist die Öffnung zwischen zwei Geländersegmenten größer als 120 mm, besteht die Gefahr, zwischen den Segmenten abzustürzen.

Die lichte Weite zwischen Handlauf und Treppe darf nicht größer als 500 mm sein, damit Personen nicht hindurchfallen können. Dies ergibt sich bei Maschinentreppen über 60° Steigungswinkel von selbst, wenn die vorgeschriebene Handlaufhöhe eingehalten ist (Abb. 5a). Ist die lichte Weite größer als 500 mm, muss die Absturzsicherung durch eine Knieleiste vervollständigt werden (Abb. 5b).

Fußleisten sind an Maschinentreppen nicht erforderlich.

Wird das Geländer eines Laufsteges für den Abgang über eine Maschinentreppe, die quer zur Laufstegrichtung liegt, unterbrochen, muss bei einer Absturzhöhe von mehr als 2,0 m eine Absturzsicherung, zum Beispiel durch eine selbsttätig schließende Tür, die sich nur zum Laufsteg hin öffnen lässt (Abb. 4), angebracht sein.



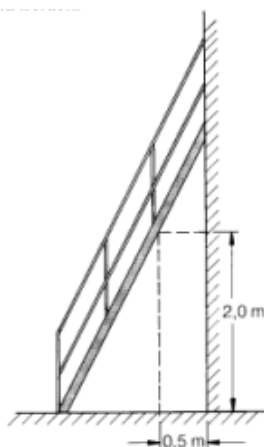
**Abb. 5 Seitliche Absturzsicherung.**

Ketten sind als Absturzsicherung ungeeignet und nicht zulässig.

Führt eine Maschinentreppe auf einen darunter liegenden Laufsteg und besteht die Gefahr, dass Personen über das Geländer des unteren Laufsteges stürzen können, muss das Geländer im Bereich der Maschinentreppe entsprechend aufgehört sein.

Die Breite von Maschinentreppen (Laufbreite)  $c$  muss zwischen 0,5 m und 0,8 m betragen. Anders als bei ortsfesten Arbeitsbühnen und Laufstegen – wo konstruktiv bedingte örtliche Einengungen die nutzbare Laufbreite auf bis zu 0,4 m einengen dürfen, sofern die Bauteile, die die Einengung bewirken, gepolstert und erforderlichenfalls mit einer Warnkennzeichnung versehen sind – darf die nutzbare Laufbreite bei Treppen und Maschinentreppen nicht eingeschränkt werden.

Zum Begehen von Maschinentreppen muss eine lichte Durchgangshöhe von mindestens 2,0 m vorhanden sein. Dieses Maß ist auch unter der Treppe einzuhalten, falls sich hier ein Durchgang befindet (Abb. 6). Kann aus konstruktiven Gründen die vorstehend genannte Durchgangshöhe nicht eingehalten werden, muss einer Verletzungsgefahr durch Polsterung und Gefahrenkennzeichnung entgegengewirkt werden.



**Abb. 6 Durchgang unter einer Treppe.**

## Vorschlag zur Berechnung einer Maschinentreppe

1. Treppenlaufhöhe  $H = \dots \text{ cm}$
2. Raumangebot (horiz.)  $R_a = \dots \text{ cm}$
3. Steigungswinkel  $\alpha = \dots^\circ$

### 4. Nomogramm

5. Steigung rechn.  $\bar{h} = \dots \text{ cm}$
6. Auftritt rechn.  $\bar{g} = \dots \text{ cm}$
7. Stufenzahl  $H/\bar{h} = \bar{z} = \dots$
8. gerundet  $z = \dots$
9. eff. Steigung  $H/z = h = \dots \text{ cm}$
10. eff. Auftritt  $g = \dots \text{ cm}$
11. Schrittmaßformel  $2h + g = \dots \text{ cm}$
12. Unterschneidung  $r = \dots \text{ cm}$
13. Stufenbreite  $g + r = t = \dots \text{ cm}$

1. Die Treppenlaufhöhe  $h$  ist durch den zu überwindenden Niveauunterschied gegeben.
2. Das Raumangebot  $R_a$  richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten.
3. Aus 1. und 2. wird der Steigungswinkel mit  $\alpha = \arctan H/R_a$  bestimmt.
4. Im entsprechenden Steigungswinkelbereich des Nomogramms (Abb. 3) wird zunächst näherungsweise
5. die Steigung  $\bar{h}$  sowie
6. der Auftritt  $\bar{g}$  bestimmt.
7. Die rechnerische Stufenzahl ergibt sich nun mit  $H/\bar{h} = \bar{z}$ .
8. Durch Rundung erhält man die effektive Stufenzahl  $z$ .
9. Die effektive Steigung  $s$  ergibt sich aus  $H/z$ .
10. Der effektive Auftritt  $g$  wird festgelegt.
11. Nachprüfung mit Hilfe der Schrittmaßformel.
12. Berücksichtigung der Unterschneidung  $r$  der Stufen.
13. Stufenbreite  $t$ .



### Beispiel 1: PRESSENPARTIE

1. Treppenlaufhöhe  $H = 150 \text{ cm}$
2. Raumangebot (horiz.)  $R_a = 80 \text{ cm}$
3. Steigungswinkel  $\alpha = 62^\circ$

#### 4. Nomogramm

5. Steigung rechn.  $\bar{h} = 25 \text{ cm}$
6. Auftritt rechn.  $\bar{g} = 13 \text{ cm}$
7. Stufenzahl  $H/\bar{h} = \bar{z} = 6$
8. gerundet  $z = 6$
9. eff. Steigung  $H/z = h = 25 \text{ cm}$
10. eff. Auftritt  $g = 13 \text{ cm}$
11. Schrittmaßformel  $2h + g = 63 \text{ cm}$
12. Unterschneidung  $r = 3 \text{ cm}$
13. Stufenbreite  $g + r = t = 16 \text{ cm}$

### Beispiel 2: TROCKENPARTIE, TS, Oberer Laufsteg

1. Treppenlaufhöhe  $H = 346 \text{ cm}$
2. Raumangebot (horiz.)  $R_a = 126 \text{ cm}$
3. Steigungswinkel  $\alpha = 70^\circ$

#### 4. Nomogramm

5. Steigung rechn.  $\bar{h} = 26,6 \text{ cm}$
6. Auftritt rechn  $\bar{g} = 9,8 \text{ cm}$
7. Stufenzahl  $H/\bar{h} = \bar{z} = 13,0$
8. gerundet  $z = 13$
9. eff. Steigung  $H/z = h = 26,6 \text{ cm}$
10. eff. Auftritt  $g = 10 \text{ cm}$
11. Schrittmaßformel  $2h + g = 63,2 \text{ cm}$
12. Unterschneidung  $r = 3 \text{ cm}$
13. Stufenbreite  $g + r = t = 13 \text{ cm}$

**Tab. 1 Ausgewählte Anforderungen an Zugängen aus verschiedenen Vorschriften, Normen und Regeln.**

Quelle	Verkehrsweg	Steigungswinkel $\alpha$	Steigung h	Auftritt g	Laufhöhe zwischen Podesten	Handlauf	Sonstiges
DIN EN ISO 14122 Teil 1	Rampe	$0^\circ < \alpha \leq 20^\circ$					bevorzugte Anwendung für $\alpha$ zwischen $0^\circ$ und $10^\circ$ ; bei $\alpha$ ab $10^\circ$ Rampe mit erhöhter Rutschhemmung
DIN EN ISO 14122 Teil 1 Teil 3	Treppe	$20^\circ < \alpha \leq 45^\circ$ (* "ideale" Treppe: $30^\circ \leq \alpha \leq 38^\circ$ )	für $\alpha \geq 30^\circ$ : 17–21 cm (* "ideale" Treppe 17–19 cm)	für $\alpha \geq 30^\circ$ : 29–21 cm (* "ideale" Treppe 29–25 cm)	maximale Treppenhöhe 3000 mm; nur im Fall eines einzelnen Treppenlaufes: 4000 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>– mindestens ein Handlauf, ab Treppenlaufbreite 1200 mm zwei Handläufe</li> <li>– Höhe zw. 900 und 1000 mm</li> <li>– Durchmesser zw. 25 und 50 mm</li> <li>– Unterbrechung an Geländersegmenten zw. 75 und 120 mm</li> </ul>	bevorzugter Zugang gegenüber Treppenleiter und Steigleiter; günstige Steigungswinkel $\alpha$ für Treppen liegen zwischen $30^\circ$ und $38^\circ$
DIN EN ISO 14122 Teil 1 Teil 3	Treppenleiter	$45^\circ < \alpha \leq 75^\circ$	Steigung maximal 250 mm	Stufentiefe mindestens 80 mm	maximale Treppenleiterhöhe 3000 mm	– immer zwei Handläufe	
DIN EN ISO 14122 Teil 1 Teil 4 (in Entwurf)	Steigleiter	$75^\circ < \alpha \leq 90^\circ$					
DIN EN 1034 Teil 1	Zugangstyp 1: Treppe	$30^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$	17–21 cm	29–21 cm	maximal 4,0 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Höhe 0,9 bis 1,0 m</li> <li>– mind. 1,1 m ü. Bodenbelag</li> </ul>	Normalfall
DIN EN 1034 Teil 1	Zugangstyp 2: Treppenleiter, Maschinen- treppe	$45^\circ < \alpha \leq 70^\circ$			maximal 4,0 m	bei mehr als 1,0 m Absturzhöhe zwei Handläufe; Höhe 0,9 m	Ausnahmefall; Steigungswinkel $\alpha$ von mehr als $60^\circ$ vermeiden
DIN EN 1034 Teil 1	Zugangstyp 3: Stufenleiter, Steigleiter	$70^\circ < \alpha \leq 90^\circ$					Ausnahmefall

Quelle	Verkehrsweg	Steigungswinkel $\alpha$	Steigung h	Auftritt g	Laufhöhe zwischen Podesten	Handlauf	Sonstiges
ZH 1/113 ArbStättV	Treppen	$\alpha$ etwa zwischen 24° bis 36° (bei Anwendung Schrittmaßformel)	14–19 cm	32–26 cm	Treppenpodest nach maximal 18 Stufen	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Handlauf bei mehr als 4 Stufen</li> <li>– beidseitig Handläufe, wenn Stufenbreite &gt; 1,50 m</li> </ul>	
	Hilfstreppe/ Steiltreppe	$38^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$	19–21 cm	25–21 cm			
ArbStättV ZH 1/113	Treppen Ideale Treppe	$\alpha = 30^\circ$	17 cm	29 cm			
BGV D36 EN 131	Stufenanlege- leitern	$60^\circ \leq \alpha \leq 70^\circ$	Stufen- abstand 230–300 mm	waagerechte Stufen $\geq 8$ cm			Einhängevorrichtung
ArbStättV BGV D36 ZH 1/640	Steigleitern	$70^\circ < \alpha \leq 90^\circ$	Sprossen- abstand max. 280 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Flach- sprossen <math>\geq 20</math> mm</li> <li>– Rund- sprossen <math>\geq 25</math> mm</li> </ul>	max. 10 m		Absturzsicherung, z.B. Rückschutz, bei Aufstiegshöhen ab 5 m

# Vorschriften und Regeln

Nachstehend sind einschlägige Vorschriften und Regeln zusammengestellt:

## 1. Gesetze/Verordnungen<sup>2</sup>

Arbeitsstättenverordnung mit zugehörigen Arbeitsstätten – Richtlinien (ASR), insbesondere ASR 17/1,2 "Verkehrswege"

## 2. Unfallverhütungsvorschriften<sup>3</sup>

Grundsätze der Prävention (BGV A1)

Maschinen der Papierherstellung (VBG 7r)

Leitern und Tritte (BGV D36)

## 3. Berufsgenossenschaftliche Sicherheitsregeln, Merkblätter und sonstige Schriften<sup>4</sup>

ZH 1/30 Sicherheitsregeln für Papiermaschinen

BGI 561 (bisher ZH1/113) Merkblatt für Treppen

BGI 701 (bisher ZH1/640) Broschüre: Innerbetriebliche Verkehrswege

(Bezugsquelle: Papiermacher-Berufsgenossenschaft,  
Lortzingstraße 2, 55127 Mainz,  
Bestell-Nr.: 88.1)

Erläuterungen mit Bildern zur Unfallverhütungsvorschrift "Maschinen der Papierherstellung" (VBG 7r)

## 4. Normen<sup>5</sup>

DIN 24531 Trittstufen aus Gitterrost für Treppen aus Stahl

DIN 24533 Geländer aus Stahl

DIN EN 131 Leitern

DIN EN 12100 Sicherheit von Maschinen – Grundbegriffe, allgemeine Gestaltungsgrundsätze

DIN EN 1034 Teil 1 Sicherheit von Maschinen der Papierherstellung und Ausrüstung Teil 1: Gemeinsame Anforderungen

DIN EN ISO 14122 Teil 1 Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen  
Teil 1: Wahl eines ortsfesten Zugangs zwischen zwei Ebenen

DIN EN ISO 14122 Teil 2 Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen  
Teil 2: Arbeitsbühnen und Laufstege

DIN EN ISO 14122 Teil 3 Ortsfeste Zugänge zu maschinellen Anlagen  
Teil 3: Treppen, Treppenleitern und Geländer

---

<sup>2</sup> (Bezugsquelle: Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln)

<sup>3</sup> (Bezugsquelle: Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln)

<sup>4</sup> (Bezugsquelle: Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln)

<sup>5</sup> (Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 4-10, 10722 Berlin)