

Regalbediengeräte
Auslegungskriterien und Berechnungsgrundlagen
für Triebwerke

DIN
15349

ICS 53.080

Storage and retrieval machines-Design criteria
and calculation bases of mechanisms

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Normative Verweisungen	2
3 Symbole und Abkürzungen	3
4 Allgemeines	5
4.1 Triebwerke und Bauteile von Regalbediengeräten	5
4.2 Reihe der Nutzlasten	5
4.3 Reihe der Arbeitsgeschwindigkeiten	5
5 Einstufung der Triebwerke nach den Betriebsbedingungen	5
5.1 Allgemeines	5
5.2 Laufzeitklassen	5
5.3 Lastkollektive	6
5.4 Einstufung der Triebwerke	8
6 Auslegungs- und/oder Auswahlkriterien für Triebwerksbaugruppen	9
6.1 Allgemeines	9
6.2 Kriterien für die Auslegung/Auswahl	9
6.3 Auslegung von Antrieben	9
6.3.1 Allgemeines	9
6.3.2 Fahrwerk	12
6.3.3 Hubwerk	13
6.3.4 Lastaufnahmemittel	13
6.4 Auswahl des Getriebes	14
6.4.1 Getriebemoment	14
6.4.2 Verdrehspiel	14
6.4.3 Radialkräfte	14
6.4.4 Getriebeerwärmung	15
6.5 Auswahl der Kupplungen	15
6.5.1 Allgemeines	15
6.5.2 Fahrwerk	16
6.5.3 Hubwerk	16
6.5.4 Lastaufnahmemittel	16
6.6 Bremsen	16
6.6.1 Allgemeines	16
6.6.2 Bremsmomente	17
6.6.3 Auslegungskriterien für Bremsen	17
6.7 Sonderlasten	20

Fortsetzung Seite 2 bis 20

Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Vorwort

Diese Norm ist vom Arbeitsausschuss „Lagertechnik“ im Fachbereich Fördertechnik des Normenausschusses Maschinenbau (NAM) erarbeitet worden.

Einleitung

Diese Norm wurde erarbeitet, um die Auslegung der Triebwerke von Regalbediengeräten auf eine gemeinsame Basis zu stellen und so ihre Auswahl zu vereinfachen.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für schienengebundene Regalbediengeräte (RBG) und legt die Auslegung sowie die Berechnungsvorgaben der Triebwerke mit elektromotorischem Antrieb fest. Die Auslegung der Laufräder und Tragmittel, z. B. Seile, Ketten usw., ist in den jeweils geltenden Normen festgelegt.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

DIN 323-1, *Normzahlen und Normzahlenreihen — Hauptwerte — Genauwerte, Rundwerte.*

DIN 740-2, *Antriebstechnik — Nachgiebige Wellenkupplungen — Begriffe und Berechnungsgrundlagen.*

DIN 15020-1, *Hebezeuge — Grundsätze für Seiltriebe — Berechnung und Ausführung.*

DIN 15070, *Krane — Berechnungsgrundlagen für Laufräder.*

DIN 15434-1, *Antriebstechnik — Trommel- und Scheibenbremsen — Berechnungsgrundsätze.*

EN 528, *Regalbediengeräte — Sicherheit.*

FEM 9.851, *Leistungsnachweis für Regalbediengeräte — Spielzeiten.*¹⁾

FEM 9.512, *Berechnungsgrundlagen für Regalbediengeräte — Triebwerke.*¹⁾

1) Zu beziehen durch: Sekretariat der FEM Sektion IX c/o VDMA Fachverband Fördertechnik und Logistiksysteme, Postfach 71 08 64, 60498 Frankfurt

3 Symbole und Abkürzungen

Tabelle 1

Symbol	Bedeutung	Einheit
a	Translatorische Beschleunigung in x -, y -, z -Richtung	m/s^2
d	Durchmesser des Lagerzapfens	m
D	Durchmesser des Laufrades	m
D_T	Durchmesser der Hubwerkstrommel	m
f	Hebelarm der Rollreibung	mm
f_i	Normierte Laststufe, bezogen auf die Maximallast	—
F_{GRzul}	Zulässige Radialkraft auf eine Getriebewelle	N
F_{GRA}	Radialkraft aus Getriebemoment	N
F_{GRB}	Sonstige Radialkräfte	N
F_i	Konstante Last für Stufe i	N
F_W	Widerstandskraft (z. B. Fahrwiderstand)	N
g	Erdbeschleunigung, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$	m/s^2
I_{ges}	Gesamtübersetzung des Triebwerkes	—
J_M	Massenträgheitsmoment des Motors	kgm^2
J_{red}	Auf Motorwelle reduziertes Massenträgheitsmoment	kgm^2
J_x	Massenträgheitsmoment, bezogen auf die Motorwelle	kgm^2
k	Lastkollektivbeiwert	—
K_P	Faktor zur Bestimmung der Schalthäufigkeit	—
L_B	Standzeit der Bremse	h
L_G	Rechnerische Lebensdauer des Triebwerkes	h
L_h	Triebwerkslebensdauer entsprechend der Triebwerksgruppe	h
m	Masse	kg
m_G	Gerätemasse	kg
m_H	Masse des Hubwagens (einschließlich Bedienperson)	kg
m_L	Masse Ladeeinheit	kg
m_1	Bewegte Masse des Lastaufnahmemittels	kg
M	Motormoment	Nm
M_a	Beschleunigungsmoment des Motors	Nm
M_B	Bremsmoment	Nm
M_{BN}	Nennmoment der Bremse	Nm
M_{BR}	Restmoment	Nm
M_{BS}	Synchronisationsmoment beim Stillsetzen der Motorwelle	Nm
M_{eff}	Effektives Motormoment	Nm
M_F	Reibmoment	Nm
M_{Gd}	Maximal dauerhaft ertragbares Getriebemoment	Nm
M_L	Statisches Lastmoment	Nm
M_{max}	Maximales Motormoment	Nm
M_n	Motornennmoment	Nm

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Bedeutung	Einheit
M_{NGmax}	Maximales im Normalbetrieb auftretendes Getriebemoment	Nm
M_R	Moment aus rotatorischen Massenträgheiten	Nm
M_S	Spitzenmoment	Nm
M_T	Moment aus translatorischen Massenträgheiten	Nm
M_X	Moment, bezogen auf die Motorwelle	Nm
M_Z	Zusatzmomente (z. B. Momente aus Windlasten)	Nm
n_a	Geplante Nutzungsdauer des RBG in Jahren	a
n_d	Anzahl der Einsatztage je Jahr	d/a
n_h	Anzahl der Betriebsstunden je Tag	h/d
n_S	Maximale Anzahl der RBG-Spiele je Stunde (nach FEM 9.851)	n/h
r	Hebelarm zur Umrechnung translatorischer in rotatorische Bewegung (z. B. Radius des Antriebsrades, Hubtrommel)	m
r_{tr}	Hebelarm der translatorisch bewegten Masse	m
s_B	Bremsweg	m
t	Zeit	s
t_a	Beginn des Schaltvorganges	s
t_e	Ende des Schaltvorganges	s
$t_{E/A}$	Ende des mittleren Doppelspieles	s
t_G	Rechnerische Gesamtlaufzeit eines Triebwerkes	h
t_i	Zeitdauer für Stufe i	h
t_L	Laufzeit eines Triebwerkes (x-, y-, z-Richtung) während eines mittleren Arbeitsspieles (nach FEM 9.851)	h
t_0	Beginn des mittleren Doppelspieles	s
t_1	Lüftzeit der Bremse	s
t_{11}	Ansprechverzug der Bremse	s
t_{12}	Anstiegszeit	s
t_3	Rutschzeit der Bremse	s
v	Geschwindigkeit	m/s
w_F	Spezifischer Fahrwiderstand	—
w_L	Spezifischer Bewegungswiderstand des Lastaufnahmemittels	—
W_B	Bremsenergie je Bremsung	J
W_N	Bremsenergie bis zur Nachstellreife	J
Z	Schalzhäufigkeit	n/h
Z_0	Leerlaufschalzhäufigkeit	n/h
α_M	Winkelbeschleunigung der Motorwelle	1/s ²
η	Wirkungsgrad	—
η_{ges}	Gesamtwirkungsgrad des Triebwerkes	—
η_k	Gesamtwirkungsgrad bis zur k-ten Triebwerksstufe	—
θ_i	Normierter Zeitanteil, bezogen auf Gesamtlaufzeit t_G	—
μ	Reibbeiwert des Lagers	—
Ω_M	Winkelgeschwindigkeit der Motorwelle	1/s

4 Allgemeines

4.1 Triebwerke und Bauteile von Regalbediengeräten

Ein Standard-Regalbediengerät besitzt zur Realisierung der Bewegungen in x -, y - und z -Richtung folgende Triebwerke:

- 1) Fahrwerk,
- 2) Hubwerk und
- 3) Antrieb für das Lastaufnahmemittel.

Die einzelnen Triebwerke setzen sich aus den folgenden, zumeist gleichen Bauteilen zusammen:

- 1) Motor,
- 2) Getriebe,
- 3) Bremse und
- 4) Kupplungen (falls erforderlich).

4.2 Reihe der Nutzlasten

Die Nutzlasten (Tragfähigkeiten) sollten der Normzahlen-Reihe R10 (Auszug aus DIN 323-1) entnommen werden — also z. B.:

... 50 kg, 250 kg, 315 kg, 400 kg, 500 kg, 630 kg, 800 kg, 1 000 kg, 1 250 kg, 1 600 kg, 2 000 kg, 2 500 kg ...

4.3 Reihe der Arbeitsgeschwindigkeiten

Die Arbeitsgeschwindigkeit der Fahr- und Hubwerke und der Lastaufnahmemittel (Haupt- und Feinhubgeschwindigkeit) sollten der Normzahlen-Reihe R10 der Normzahlen entnommen oder angenähert werden — also z. B.:

... 1 m/min; 1,25 m/min; 1,6 m/min ...; 20 m/min; 25 m/min; 31,5 m/min; 40 m/min ...; 63 m/min; 80 m/min; 100 m/min; 125 m/min, 160 m/min ...

5 Einstufung der Triebwerke nach den Betriebsbedingungen

5.1 Allgemeines

Für die Anwendung der vorliegenden Regeln werden die Triebwerke in Gruppen, analog dem Regelwerk der *Fédération Européenne de la Manutention* (FEM) 9.512, eingeteilt.

Die Gruppe, zu der ein Hub- oder Fahrwerk bzw. Lastaufnahmemittel gehört, wird durch die Betriebsbedingungen bestimmt. Die maßgebenden Betriebsbedingungen für die Triebwerke der Regalbediengeräte werden beschrieben durch:

- 1) Laufzeitklassen,
- 2) Lastkollektive.

5.2 Laufzeitklassen

Die rechnerische Gesamtlaufzeit t_G eines Triebwerkes während seiner geplanten Nutzungsdauer kann bei Regalbediengeräten nach Gleichung (1) ermittelt werden. Ein Triebwerk wird als laufend angesehen, wenn es sich in Bewegung befindet.

$$t_G = t_L \cdot n_S \cdot n_h \cdot n_d \cdot n_a \quad (1)$$

Dabei ist

- t_L die Laufzeit eines Triebwerkes (x-, y-, z-Richtung) während eines mittleren Arbeitsspieles (nach FEM 9.851);
- n_S die max. Anzahl der Spiele des Regalbediengerätes je Stunde (nach FEM 9.851);
- n_h die tatsächliche Anzahl der Betriebsstunden je Tag;
- n_d die tatsächliche Anzahl der Einsatztage je Jahr;
- n_a die geplante Nutzungsdauer in Jahren²⁾.

Entsprechend der ermittelten Gesamtlaufzeit t_G wird das Triebwerk einer der Laufzeitklassen nach Tabelle 2 zugeordnet.

Tabelle 2 — Laufzeitklassen

Laufzeitklasse	Mittlere tägliche Laufzeit	Rechnerische Gesamtlaufzeit
	h	t_G h
V1	≤ 2	3 200
V2	≤ 4	6 300
V3	≤ 8	12 500
V4	≤ 16	25 000
V5	> 16	50 000

5.3 Lastkollektive

Das Lastkollektiv gibt an, mit welchem Anteil an der erforderlichen Gesamtlaufzeit t_G ein Triebwerk in einer bestimmten Laststufe beansprucht wird. In der zugehörigen Funktion $f(\vartheta)$ werden die Verhältnisse der jeweils erreichten Lastgrößen zur Maximallast als Funktion der auf die Gesamtlaufzeit normierten Zeit ϑ dargestellt.

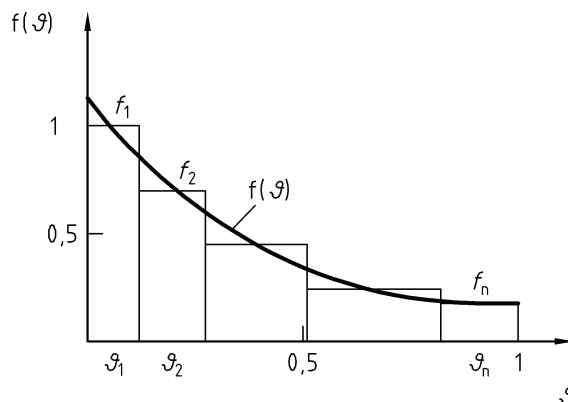


Bild 1 — Lastkollektiv

2) Sofern nicht anders festgelegt, sollte aus Gründen der Vergleichbarkeit der Qualitätsstandards mit $n_a = 10$ Jahren gerechnet werden.