

DIN 22261-2

ICS 53.100; 73.100.30

Ersatz für
DIN 22261-2:2006-12**Bagger, Absetzer und Zusatzgeräte in Braunkohlentagebauen –
Teil 2: Berechnungsgrundlagen**Excavators, spreaders and auxiliary equipment in opencast lignite mines –
Part 2: Calculation principlesExcavateurs, remblayeurs et appareils subsidiaires dans les mines au lignite –
Partie 2: Principes pour le calcul des charpents

Gesamtumfang 117 Seiten

DIN-Normenausschuss Bergbau (FABERG)
DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Inhalt

Seite

Vorwort	8
1 Allgemeines	10
1.1 Anwendungsbereich	10
1.2 Normative Verweisungen	10
1.3 Annahmen	12
1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln	12
1.5 Begriffe	12
1.6 Formelzeichen	13
1.7 Definition der Bauteilachsen	15
2 Grundlagen der Tragwerksplanung	16
2.1 Anforderungen	16
2.1.1 Grundlegende Anforderungen	16
2.1.2 Behandlung der Zuverlässigkeit	16
2.1.3 Geplante Nutzungsdauer	16
2.1.4 Dauerhaftigkeit	16
2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen	17
2.3 Basisvariable	17
2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse	17
2.3.2 Werkstoff- und Produkteigenschaften	17
2.4 Statische Berechnung	17
2.5 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten	18
3 Einwirkungen	18
3.1 Ständige Einwirkungen (G)	18
3.2 Veränderliche Einwirkungen (Q_k)	18
3.2.1 Fördergut	18
3.2.2 Windeinwirkungen	22
3.2.3 Weitere veränderliche Einwirkungen	24
3.2.4 Temperatureinwirkungen	25
3.2.5 Besondere Stützzustände	25
3.2.6 Neigungseinwirkungen	25
3.2.7 Einwirkungen bei Änderung des Gurtverlaufes	26
3.2.8 Einwirkungen aus Antrieben	31
3.2.9 Einwirkungen beim Ansprechen von Sicherheitseinrichtungen durch Auflegen und Überlasten	37
3.2.10 Dynamische Einwirkungen	39
3.2.11 Erdbebeneinwirkungen	42
3.2.12 Massenkkräfte aus Bewegungsvorgängen	42
3.2.13 Pufferstoß	42
3.2.14 Ungleiche Seilkräfte	42
3.2.15 Bewegungswiderstände infolge Reibung	43
3.3 Ermüdungsbelastung	44
3.3.1 Allgemeines	44
3.3.2 Ständige Einwirkungen	45
3.3.3 Fördergut auf Bändern	46
3.3.4 Verkrustung	46
3.3.5 Neigungseinwirkungen	46

3.3.6	Einwirkungen bei Änderungen des Gurtverlaufes.....	46
3.3.7	Umfangskraft am Schaufelrad, Kettenzugkraft an der Eimerkette.....	46
3.3.8	Seitenkraft aus Schwenkwerksantrieb	47
3.3.9	Lagerbelastungen aus Gurtzugkräften.....	47
3.3.10	Teilweises Aufliegen der Eimerleiter.....	47
3.3.11	Dynamische Einwirkungen	47
3.3.12	Massenkräfte aus planmäßigen Bewegungsvorgängen.....	47
3.3.13	Einwirkungen aus Änderungen der Gleislage bei Geräten auf Schienenfahrwerken	48
3.3.14	Bewegungswiderstände infolge Reibung	48
3.3.15	Hinweise zu Belastungszyklen	48
4	Bemessungssituationen und Kombinationen von Einwirkungen	50
5	Werkstoffe.....	57
5.1	Allgemeines	57
5.2	Baustahl	58
5.2.1	Werkstoffeigenschaften.....	58
5.2.2	Anforderungen an die Duktilität	58
5.2.3	Bruchzähigkeit	58
5.2.4	Eigenschaften in Dickenrichtung.....	58
5.2.5	Toleranzen.....	59
5.2.6	Bemessungswerte der Materialkonstanten.....	59
5.3	Stahlgussteile, Schmiedeteile und Bauteile aus Vergütungsstählen	59
5.4	Verbindungsmitel.....	59
5.4.1	Schrauben, Muttern und Unterlegscheiben	59
5.4.2	Niete	60
5.5	Zugglieder aus Stahl	60
6	Dauerhaftigkeit	60
7	Lagesicherheitsnachweis.....	61
7.1	Allgemeines	61
7.2	Sicherheit gegen Umkippen.....	61
7.3	Abtriebssicherheit	62
7.3.1	Allgemeines	62
7.3.2	Abtriebssicherheit für Geräte mit Schienenfahrwerken	62
7.3.3	Abtriebssicherheit für schwenkbare Oberbauten	63
8	Tragwerksberechnung	63
8.1	Allgemeines	63
8.2	Fachwerke.....	64
9	Grenzzustände der Tragfähigkeit für Bauteile.....	64
9.1	Allgemeines	64
9.2	Beanspruchbarkeit von Querschnitten.....	65
9.3	Stabilitätsnachweise für Bauteile.....	65
9.4	Mehrteilige druckbeanspruchte Bauteile	66
9.5	Plattenbeulen.....	66
9.6	Festigkeit und Stabilität von Schalenträgwerken	66
9.7	Räumliche Spannungszustände	66
9.8	Zugglieder aus Stahl	68
9.8.1	Zugbänder	68
9.8.2	Abspannseile	68
9.9	Windwerkseile	69
10	Verbindungsmitel, Schweißnähte, Verbindungen und Anschlüsse	70
10.1	Allgemeines	70
10.2	Schrauben-, Niet- und Bolzenverbindungen	71
10.2.1	Allgemeines	71

10.2.2	Kategorien von Schraubenverbindungen.....	71
10.2.3	Rand- und Lochabstände für Schrauben und Niete.....	71
10.2.4	Tragfähigkeit von Schrauben und Nieten	72
10.2.5	Gruppen von Verbindungsmitteln	74
10.2.6	Lange Anschlüsse.....	74
10.2.7	Gleitfeste Verbindungen mit hochfesten Schrauben	74
10.2.8	Lochabminderungen	75
10.2.9	Abstützkräfte.....	76
10.2.10	Kräfteverteilung auf Verbindungsmittel im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	76
10.2.11	Bolzenverbindungen / Gelenkverbindungen	76
10.3	Schweißverbindungen.....	79
10.3.1	Allgemeines	79
10.3.2	Geometrie und Abmessungen	79
10.3.3	Schweißen mit Futterblechen.....	79
10.3.4	Beanspruchbarkeit von Kehlnähten	79
10.3.5	Tragfähigkeit von Stumpfnähten.....	80
10.3.6	Verteilung der Kräfte	81
10.3.7	Steifenlose Anschlüsse an Flansche.....	81
10.3.8	Lange Anschlüsse.....	81
10.3.9	Exzentrisch belastete einseitige Kehlnähte oder einseitige nicht durchgeschweißte Stumpfnähte	81
10.3.10	Einschenkligter Anschluss von Winkelprofilen.....	81
10.3.11	Schweißen in kaltverformten Bereichen.....	81
10.3.12	Geschweißte Eckausnehmungen	82
10.4	Berechnung von Rahmenanschlüssen mit H- und I-Querschnitten, Kopfplattenanschlüssen.....	82
10.5	Anschlüsse mit Hohlprofilen	82
11	Ermüdung.....	83
11.1	Allgemeines	83
11.2	Ermüdungsbelastung	83
11.2.1	Allgemeines	83
11.2.2	Vereinfachtes Ermüdungslastmodell.....	84
11.3	Teilsicherheitsbeiwerte für Ermüdungsnachweise.....	84
11.4	Ermüdungsbeanspruchungen.....	84
11.5	Berechnung der Spannungen.....	84
11.6	Berechnung der Spannungsschwingbreiten.....	85
11.6.1	Allgemeines	85
11.6.2	Ermüdungslastmodelle auf der Basis schadensäquivalenter Spannungsschwingbreiten.....	85
11.6.3	Ermüdungslastmodell auf der Basis eines Lastspektrums	85
11.6.4	Berücksichtigung von konstruktiv gegebenen Exzentrizitäten bei geschweißten Verbindungen	86
11.7	Ermüdungsfestigkeit.....	87
11.7.1	Allgemeines	87
11.7.2	Modifizierung der Ermüdungsfestigkeit.....	87
11.8	Ermüdungsnachweis.....	87
11.9	Schweißnahtnachbehandlung.....	107
11.9.1	Grundlagen und Grenzen.....	107
11.9.2	Anwendung bei Großgeräten.....	107
12	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit.....	107
12.1	Allgemeines	107
12.2	Nachweis zum Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	107
12.2.1	Allgemeines	107
12.2.2	Formänderungen von Bauteilen	108
12.2.3	Dynamische Einflüsse	108

12.3	Grundsätze für die Konstruktion.....	108
13	Krane und Kranbahnen.....	108
13.1	Allgemeines	108
13.2	Betriebsfall des Kranes	108
13.3	Außerbetriebsfall des Gerätes und des Kranes.....	108
13.4	Betriebsfall des Gerätes	109
14	Hauptverlagerungen und tragende Maschinenbauteile	109
15	Tabellen zu Beanspruchbarkeiten.....	109
Anhang A (informativ) Bauarten von Großgeräten.....		112
A.1	Schaufelradbagger (Gerät RBW 262).....	112
A.1.1	Geräteskizze	112
A.1.2	Technische Daten	113
A.2	Eimerkettenschwenkbagger (Es 3750. 35/30. 4. 4000)	114
A.2.1	Geräteskizze	114
A.2.2	Technische Daten	114
A.3	Bandabsetzer	115
A.3.1	Geräteskizze	115
A.3.2	Technische Daten	115
A.4	Bandschleifenwagen (Gerät RBW 948/949)	116
A.4.1	Geräteskizze	116
A.4.2	Technische Daten	116
Literaturhinweise.....		117

Tabellen

Tabelle 1 — Kräfte aus Aufprall an Übergabestellen.....	22
Tabelle 2 — Einwirkungen beim Ansprechen von Sicherheitseinrichtungen	38
Tabelle 3 — Faktoren für die Ersatzlasten.....	40
Tabelle 4.1 — Reibungszahlen für Gleitwiderstände.....	43
Tabelle 4.2 — Reibungszahlen für Rollwiderstände in Wälzlagern	43
Tabelle 4.3 — Fahrwiderstände in Prozent der Auflast.....	44
Tabelle 5 — Anwendung der Reibungszahlen für Gleit- und Rollwiderstände sowie der Fahrwiderstände	44
Tabelle 6 — Kombinationsbeiwerte für den Ermüdungsnachweis	45
Tabelle 7 — Bemessungssituationen und zugehörige Einwirkungskombinationen	51
Tabelle 8 — Bemessungssituationen und zugehörige Einwirkungskombinationen bei Beanspruchungen aus Fahrbewegungen, bei Veränderung der Gleislage sowie bei besonderen Stützungen im Fahrwerk.....	55
Tabelle 9 — Bemessungssituationen und Einwirkungskombinationen für Einwirkungen mit örtlich begrenztem Einfluss.....	56
Tabelle 10 — Empfehlung für die Wahl der Z-Güte nach DIN EN 10164.....	58
Tabelle 11 — Nennwerte für die Streckgrenze f_{yb} und die Zugfestigkeit f_{ub} für Schrauben	59
Tabelle 12 — Bemessungswerte der Vorkrümmung e_0/L von Bauteilen	63
Tabelle 13 — Randabstände und Lochabstände bei genieteten und geschraubten Verbindungen ...	72

Tabelle 14 — Teilsicherheitsbeiwert γ_{Mf} für die Ermüdungsfestigkeit	84
Tabelle 15.1 — Ungeschweißte Bauteile und Anschlüsse mit mechanischen Verbindungsmitteln ...	89
Tabelle 15.2 — Geschweißte zusammengesetzte Querschnitte.....	92
Tabelle 15.3 — Quer laufende Stumpfnähte.....	94
Tabelle 15.4 — Angeschweißte Anschlüsse und Steifen	97
Tabelle 15.5 — Geschweißte Stöße.....	100
Tabelle 15.6 — Hohlprofile ($t \leq 12,5$ mm).....	102
Tabelle 15.7 — Geschweißte Knoten von Hohlprofil-Fachwerken.....	104
Tabelle 15.8 — Obergurt-Stegblech Anschlüsse zur lokalen Lasteinleitung von Radlasten	106
Tabelle 16 — Streckgrenze, Zugfestigkeit und Beanspruchbarkeiten für Bauteile mit $\gamma_{M0} = 1,0$ bzw. $\gamma_{M2} = 1,25$	109
Tabelle 17 — Beanspruchbarkeiten $F_{V,Rd}$ je Schraube bzw. Niet und je Scherfläche senkrecht zur Schrauben- bzw. Nietachse für Passschrauben und Niete in Scher- /Lochleibungsverbindungen sowie Regelvorspannkkräfte und Grenzzugkräfte für hochfeste vorgespannte Passschrauben.....	110
Tabelle 18 — Bemessungswerte des Gleitwiderstandes $F_{S,Rd}$ je Schraube und Reibfläche, senkrecht zur Schraubenachse sowie Mindestvorspannkkräfte $F_{p,C}$ für hochfeste Schrauben 10.9 in gleitfesten Verbindungen mit $\mu = 0,5$	111
Tabelle 19 — Bemessungswerte der Beanspruchbarkeit von Schweißnähten.....	111
Tabelle A.1 — Technische Daten Schaufelradbagger	113
Tabelle A.2 — Technische Daten Eimerkettenschwenkbagger	114
Tabelle A.3 — Technische Daten Bandabsetzer	115
Tabelle A.4 — Technische Daten Bandschleifenwagen	116

Bilder

Bild 1 — Bandquerschnitt	19
Bild 2 — Maximaler Förderquerschnitt.....	20
Bild 3 — Anströmwinkel und Windkraftkomponenten.....	24
Bild 4 — Funktion der bezogenen Längswindkomponenten $WW_{L\beta}/WW_L$	24
Bild 5 — Einwirkungen im Bereich des Aufgabetisches.....	27
Bild 6 — Belastung der Endrollen am Aufgabetisch	28
Bild 7 — Belastung des Aufgabetisches.....	29
Bild 8 — Umlenkkkräfte des Gurtes in Horizontalebene	29
Bild 9 — Belastung der Endrollen im Auflaufteil des Bandschleifenwagens	30
Bild 10 — Lastangriffspunkte bei Aufnahmegeräten.....	34
Bild 11 — Räumlicher Spannungszustand	67
Bild 12 — Maße von Kreuzstücken.....	68
Bild 13 — Versetzte Schraubenreihen.....	72
Bild 14 — Einfaches Augenblech.....	77

Bild 15 — Sonderformen von Augenblechen	77
Bild 16 — Maßgebende Spannungen in Kehlnähten.....	80
Bild 17 — Maßgebende Spannungen in Stumpfnähten.....	81
Bild 18 — Ausbildung von Eckausnehmungen und Randabstand von Steifen	82
Bild 19 — Flansch mit Dickensprung.....	86
Bild 20 — Flansch mit Zulage.....	86
Bild A.1 — Schaufelradbagger	112
Bild A.2 — Eimerkettenschwenkbagger	114
Bild A.3 — Bandabsetzer	115
Bild A.4 — Bandschleifenwagen.....	116

Vorwort

Diese Norm wurde vom Arbeitsausschuss NA 008-10-01 AA „Bagger, Absetzer und Zusatzgeräte in Braunkohlentagebauen“ des DIN-Normenausschusses Bergbau (FABERG) erarbeitet.

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

DIN 22261, Bagger, Absetzer und Zusatzgeräte in Braunkohlentagebauen besteht aus:

- *Teil 1: Bau, Inbetriebnahme und Prüfungen*
- *Teil 2: Berechnungsgrundlagen*
- *Teil 3: Ausführung von Stahltragwerken*
- *Teil 4: Mechanische Bremsen für Hubwinden*
- *Teil 5: Mechanische Bremsen und Überlastsicherungen für Schwenkwerke*
- *Teil 6: Prüfung von Seilen und Seilendbefestigungen*

Änderungen

Gegenüber DIN 22261-2:2006-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Umfassende Überarbeitung der Norm und Umstellung der grundlegenden Bezugsnorm (von DIN 18800 auf DIN EN 1993-1);
- b) Nationalen Anhang zu DIN EN 1993-1-8 per normativem Verweis eingebunden;
- c) Strukturierung der Norm und Verwendung von Begriffen in enger Anlehnung an die maßgebenden aktuellen europäischen Baunormen (Eurocodes);
- d) Aktualisierung der Bezüge auf andere Normen;
- e) separaten Unterabschnitt 1.5 Begriffe neu aufgenommen;
- f) separaten Unterabschnitt 1.6 Formelzeichen neu aufgenommen;
- g) Präzisierung der Grundlagen zur Tragwerksplanung in Abschnitt 2;
- h) Zusammenfassung der Regeln zu Einwirkungen in Abschnitt 3;
- i) Präzisierung von Ermüdungsbelastungen in Unterabschnitt 3.3;
- j) Präzisierung der Bildung von Kombinationen von Einwirkungen mit Hilfe von Teilsicherheitsbeiwerten in Abschnitt 4;

- k) Ergänzung der Regeln zu Werkstoffen in Anlehnung an DIN EN 1993-2;
- l) Berücksichtigung von Regeln zur Dauerhaftigkeit in Abschnitt 6;
- m) redaktionelle Anpassung der Regeln zum Lagesicherheitsnachweis;
- n) Einbindung und Ergänzung von Regeln zur Tragwerksberechnung nach DIN EN 1993-1-1 in Abschnitt 8;
- o) Einbindung der Regeln zum Nachweis der Grenzzustände der Tragfähigkeit für Bauteile nach DIN EN 1993-1-1, DIN EN 1993-1-5 und DIN EN 1993-1-6 einschließlich Präzisierungen dieser Regeln;
- p) Einbindung von Bemessungen von Anschlüssen nach DIN EN 1993-1-8 einschließlich Präzisierungen dieser Regeln;
- q) Ermüdungsnachweis in Abschnitt 11 in enger Anlehnung an DIN EN 1993-1-9 unter Anwendung der Stoßarten für Schweißverbindungen nach DIN 22261-3;
- r) Anhang A reduziert auf Übersichten und technische Daten der in Tabelle 3 genannten Bauarten von Geräten.

Frühere Ausgaben

DIN 22261-2: 1997-10, 1998-01, 2006-12

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Berechnungsgrundlagen für den Bau von Großgeräten nach DIN 22261-1 fest. Sie kann für den Bau von anderen Baggern, Absetzern und Zusatzgeräten mit einer Dienstmasse über 200 t sowie für vergleichbare Geräte und Anlagen zum Anhalt genommen werden.

Ein Nachweis mit den Lastannahmen und Regelungen dieser Norm ist für alle tragenden Bauteile der Stahlkonstruktion zu erbringen; für die übrigen Stahlbauteile ist DIN EN 1993-1 maßgebend. Für Krane und Kranbahnen gelten zusätzlich die Fachnormen.

ANMERKUNG Bauteile, für deren Bemessung ausschließlich Einwirkungen nach 3.2.3 maßgebend sind, zählen im Sinne dieser Norm nicht zu den tragenden Bauteilen.

Diese Norm ist auch anzuwenden bei Änderungen von Geräten oder Geräteteilen, wenn diese Änderungen die Standsicherheit oder die Beanspruchung der tragenden Konstruktion des Gerätes oder eines seiner Teile beeinflussen. Bei Nachbauten und Änderungen kann auf vorhandene statische Berechnungen und Unterlagen Bezug genommen werden, wenn damit die in vorliegender Norm geforderten Sicherheiten hinreichend nachgewiesen werden.

1.2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

Abweichend hiervon wird im Normtext auf eine Datierung der Teile DIN EN 1993 aus Übersichtsgründen verzichtet.

DIN 22101, *Stetigförderer — Grundlagen für die Berechnung und Auslegung*

DIN 22261-1:2015-11, *Bagger, Absetzer und Zusatzgeräte in Braunkohlentagebauen — Teil 1: Bau, Inbetriebnahme und Prüfungen*

DIN 22261-3:2015-11, *Bagger, Absetzer und Zusatzgeräte in Braunkohlentagebauen — Teil 3: Ausführung von Stahltragwerken*

DIN 22261-5:2015-11, *Bagger, Absetzer und Zusatzgeräte in Braunkohlentagebauen — Teil 5: Mechanische Bremsen und Überlastsicherungen für Schwenkwerke*

DIN EN 1090-2:2011-10, *Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken — Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken; Deutsche Fassung EN 1090-2:2008+A1:2011*

DIN EN 1559-1, *Gießereiwesen — Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Allgemeines*

DIN EN 1559-2, *Gießereiwesen — Technische Lieferbedingungen — Teil 2: Zusätzliche Anforderungen an Stahlgussstücke*

DIN EN 1990:2010-12, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung, Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010*

DIN EN 1991-1-3, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen — Schneelasten*

DIN EN 1991-1-4, *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen — Windlasten*

DIN EN 1993-1-1:2010-12, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009*

DIN EN 1993-1-1/A1:2014-07, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005/A1:2014*

DIN EN 1993-1-5:2010-12, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-5: Plattenförmige Bauteile; Deutsche Fassung EN 1993-1-5:2006 + AC:2009*

DIN EN 1993-1-6, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-6: Festigkeit und Stabilität von Schalen*

DIN EN 1993-1-8:2010-12, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen; Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2005 + AC:2009*

DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12 *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen*

DIN EN 1993-1-9:2010-12, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-9: Ermüdung; Deutsche Fassung EN 1993-1-9:2005 + AC:2009*

DIN EN 1993-1-10:2010-12, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-10: Stahlsortenwahl im Hinblick auf Bruchzähigkeit und Eigenschaften in Dickenrichtung; Deutsche Fassung EN 1993-1-10:2005 + AC:2009*

DIN EN 1993-1-11:2010-12, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 1-11: Bemessung und Konstruktion von Tragwerken mit Zuggliedern aus Stahl; Deutsche Fassung EN 1993-1-11:2006 + AC:2009*

DIN EN 1993-6, *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten — Teil 6: Kranbahnen*

DIN EN 1998-1, *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten*

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

DIN EN 10164, *Stahlerzeugnisse mit verbesserten Verformungseigenschaften senkrecht zur Erzeugnisoberfläche — Technische Lieferbedingungen*

DIN EN 10210-1, *Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen — Teil 1: Technische Lieferbedingungen*

DIN EN 10228-1, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schmiedestücken aus Stahl — Teil 1: Magnetpulverprüfung*

DIN EN 10228-2, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schmiedestücken aus Stahl — Teil 2: Eindringprüfung*

DIN EN 10228-3, *Zerstörungsfreie Prüfung von Schmiedestücken aus Stahl — Teil 3: Ultraschallprüfung von Schmiedestücken aus ferritischem oder martensitischem Stahl*

DIN EN 10250-2, *Freiformschmiedestücke aus Stahl für allgemeine Verwendung — Teil 2: Unlegierte Qualitäts- und Edelstähle*

DIN EN 10340, *Stahlguss für das Bauwesen*

DIN EN 10343, *Vergütungsstähle für das Bauwesen — Technische Lieferbedingungen*

DIN EN 12385-2:2008-06, *Stahldrahtseile — Sicherheit — Teil 2: Begriffe, Bezeichnung und Klassifizierung; Deutsche Fassung EN 12385-2:2002+A1:2008*

DIN EN 13001-1, *Krane — Konstruktion allgemein — Teil 1: Allgemeine Prinzipien und Anforderungen*

DIN EN 13001-2, *Kransicherheit — Konstruktion allgemein — Teil 2: Lasteinwirkungen*

DIN EN 13001-3 (alle Teile), *Krane — Konstruktion allgemein — Teil 3: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis*

DIN EN 14399-8, *Hochfeste planmäßig vorspannbare Schraubenverbindungen für den Metallbau — Teil 8: System HV — Garnituren aus Sechskant-Passschrauben und Muttern*

DAST 022, *DAST-Richtlinie — Feuerverzinken von tragenden Stahlbauteilen*

1.3 Annahmen

Zusätzlich zu den Grundlagen dieser Norm wird vorausgesetzt, dass die Ausführung der Stahltragwerke nach DIN 22261-3 erfolgt.

1.4 Unterscheidung nach Grundsätzen und Anwendungsregeln

Entfällt

ANMERKUNG Eine Unterscheidung nach Prinzipien und Anwendungsregeln nach DIN EN 1990:2010-12, 1.4 erfolgt in DIN 22261 nicht.

1.5 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN 1990:2010-12, 1.5.1 und 1.5.4 bis 1.5.6, die Begriffe nach DIN EN 1993-1-1, 1.5.1 bis 1.5.9 und die folgenden Begriffe.

1.5.1 Begriffe im Zusammenhang mit der Tragwerksplanung

1.5.1.1 Allgemeines

Es gelten die Begriffe von DIN EN 1990:2010-12, 1.5.2.1, 1.5.2.2 und 1.5.2.8 bis 1.5.2.22.

ANMERKUNG Die Bemessungssituationen werden nachfolgend mit den Symbolen H, HZ, HZS und HZG sowie HD bezeichnet. Die Buchstaben sind Abkürzungen für Haupt-, Zusatz-, Sonder- und Grenzeinwirkungen sowie die Ermüdungsfestigkeit. Diese Symbolik ist seit 1960 im Wirtschaftszweig des Großgerätebaus eingeführt.

1.5.1.2 ständige Bemessungssituation

H

Bemessungssituation, die innerhalb eines Zeitraumes von gleicher Größenordnung wie die geplante Nutzungsdauer des Tragwerks maßgebend ist, mit regelmäßig im Betrieb zu erwartenden Einwirkungen

1.5.1.3 ständige Bemessungssituation für den Ermüdungsnachweis

HD

Bemessungssituation für den Ermüdungsnachweis mit regelmäßig im Betrieb zu erwartenden Einwirkungen

1.5.1.4**vorübergehende Bemessungssituation****HZ**

Bemessungssituation, die während eines wesentlich kürzeren Zeitraums als der geplanten Nutzungsdauer des Tragwerks maßgebend ist und die eine hohe Auftretenswahrscheinlichkeit hat, mit nicht regelmäßig bzw. zeitweise im Betrieb zu erwartenden Einwirkungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine vorübergehende Bemessungssituation bezieht sich auf vorübergehende Bedingungen des Tragwerks, der Nutzung oder Einwirkung, z. B. während der Bauzeit oder während Instandsetzungsmaßnahmen.

1.5.1.5**seltene Bemessungssituation****HZS**

Bemessungssituation, die seltene Bedingungen für das Tragwerk einbezieht, mit in Ausnahmefällen im Betrieb zu erwartenden erhöhten Einwirkungen

1.5.1.6**außergewöhnliche Bemessungssituation****HZG**

Bemessungssituation, die außergewöhnliche Bedingungen für das Tragwerk einbezieht, mit im Betrieb erwartungsgemäß nicht auftretenden Einwirkungen

1.5.2 Begriffe im Zusammenhang mit Einwirkungen**1.5.2.1 Allgemeines**

Begriffe im Zusammenhang mit Einwirkungen sind, teilweise abweichend von DIN EN 1990, in Abschnitt 3 definiert.

1.5.2.2**Einwirkungszyklus**

Periode einer einzelnen veränderlichen Einwirkung oder einer Veränderung der Stellung von Geräteteilen zueinander mit einer in der Regel definierten Anzahl von Wiederholungen während der Nutzungsdauer des Gerätes

1.6 Formelzeichen

Es gelten die Formelzeichen nach DIN EN 1993-1 und die hier aufgeführten. Weitere Formelzeichen werden im Text definiert.

1.6.1 Formelzeichen der Einwirkungen

A	Auflegen
AA	erhöhtes Auflegen
B	Einwirkung infolge der Änderung des Gurtverlaufes
B_H	horizontale Einwirkung in Bandrichtung
B_Q	horizontale Einwirkung quer zur Bandrichtung
B_V	vertikale Einwirkung
BB	erhöhte Einwirkung infolge der Änderung des Gurtverlaufes
BB_H	erhöhte horizontale Einwirkung in Bandrichtung
BB_Q	erhöhte horizontale Einwirkung quer zur Bandrichtung
BB_V	erhöhte vertikale Einwirkung
C	Aufprall an Übergabestellen

<i>CC</i>	erhöhter Aufprall an Übergabestellen
<i>D</i>	dynamische Einwirkung
<i>D_L</i>	dynamische Einwirkung, horizontal (längs)
<i>D_Q</i>	dynamische Einwirkung, horizontal (quer)
<i>D_V</i>	dynamische Einwirkung, vertikal
<i>DD</i>	Erdbebeneinwirkung
<i>F</i>	Fördergut
<i>FF</i>	erhöhtes Fördergut
<i>G</i>	ständige Einwirkung
<i>H</i>	horizontale Einwirkung an Aufgabetischen (bei Normalbetrieb)
<i>HH</i>	erhöhte horizontale Einwirkung an Aufgabetischen (bei Überschüttungen)
<i>J</i>	Lagerbelastung aus Gurtzugkräften
<i>JJ</i>	erhöhte Lagerbelastung aus Gurtzugkräften
<i>K</i>	zulässige Spurabweichung der Gleislage
<i>KK</i>	Quergleiten bzw. Verdopplung der zulässigen Spurabweichung der Gleislage
<i>L, L_S</i>	Einwirkung aus Fahrbewegungen
<i>LL, LL_S</i>	erhöhte Einwirkung aus Fahrbewegungen (Blockieren)
<i>M</i>	Massenkraft aus planmäßigen Bewegungsvorgängen
<i>MM</i>	Massenkraft aus Not-Aus oder Energieausfall
<i>N</i>	Neigungseinwirkung (im Betrieb des Gerätes)
<i>N_{Dfat}</i>	planmäßige resultierende Neigung der Strosse
<i>N_{ES}</i>	Neigung infolge des Einbrechens eines Stützpunktes
<i>N_L</i>	Längsneigung, im Betrieb des Gerätes
<i>N_Q</i>	Querneigung, im Betrieb des Gerätes
<i>NN</i>	erhöhte Neigungseinwirkung (Ortswechsel)
<i>OO</i>	Pufferstoß, Anprall gegen Anschlag
<i>P</i>	Einwirkung infolge Nutzlasten
<i>PP</i>	Einwirkung infolge Schnee und Vereisung
<i>R</i>	Bewegungswiderstand infolge Reibung
<i>RR</i>	erhöhter Bewegungswiderstand infolge Reibung
<i>S</i>	Seitenkraft
<i>SS</i>	erhöhte Seitenkraft
<i>T</i>	Temperatureinwirkung
<i>U</i>	Umfangskraft bzw. Kettenzugkraft
<i>UU</i>	erhöhte Umfangskraft bzw. Kettenzugkraft
<i>V</i>	Verkrustung
<i>VV</i>	Schurrenverstopfung
<i>WW</i>	resultierende Windkraft

WW_L	Windkraft, längs zum Gerät
WW_Q	Windkraft, quer zum Gerät
X	ungleiche Seilkräfte
XX	Ausbau eines Seilsystems
Y	besonderer Stützzustand
YY	erhöhter besonderer Stützzustand
Z	Überlastung
ZZ	erhöhte Überlastung

1.6.2 Formelzeichen der Kombinationsbeiwerte des Ermüdungsnachweises

k_{Afat}	Kombinationsbeiwert für das teilweise Aufliegen der Eimerleiter
k_{Dfat}	Kombinationsbeiwert für die dynamischen Einwirkungen
k_{Ffat}	Kombinationsbeiwert für die Last aus Fördergut auf den Bändern
k_{Nfat}	Kombinationsbeiwert zur Berücksichtigung der Neigung
k_{Sfat}	Kombinationsbeiwert für die Seitenkraft aus Schwenkwerksantrieb
$k_{\varnothing fat}$	Kombinationsbeiwert für die Umfangskraft aus Schaufelrad- bzw. Eimerkettenantrieb

1.6.3 Weitere Formelzeichen

b_F	Breite des Fördergurtes
f_n	Streckenlast aus Fördergut auf dem Band n
d_R	Schneidkreis-Durchmesser des Schaufelrades
g	Erdbeschleunigung
k_{NES}	Kombinationsbeiwert zur Berücksichtigung der Neigung infolge des Einbrechens eines Stützpunktes
k_{WB}	Kombinationsbeiwert zur Berücksichtigung der Einwirkung "Wind im Betrieb"
NC	Kerbfall
q_{WW}	Spitzengeschwindigkeitsdruck
v_n	Bandgeschwindigkeit des Bandes n
γ_1	Fördergutwichte im aufgelockerten Zustand

1.7 Definition der Bauteilachsen

Es gilt DIN EN 1993-1-1, 1.7.

2 Grundlagen der Tragwerksplanung

2.1 Anforderungen

2.1.1 Grundlegende Anforderungen

Im Rahmen der Tragwerksplanung sind folgende Nachweise zu erbringen:

- Lagesicherheitsnachweis nach Abschnitt 7;
- Nachweis für den Grenzzustand der Tragfähigkeit nach Abschnitten 9 und 10;
- Ermüdungsnachweis nach Abschnitt 11;
- Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit nach Abschnitt 12.

Auf den Geräten angeordnete Krane und Kranbahnen sind nach Abschnitt 13 sowie Hauptverlagerungen und tragende Maschinenbauteile nach Abschnitt 14 zu berücksichtigen.

2.1.2 Behandlung der Zuverlässigkeit

Die tragende Konstruktion der Geräte im Anwendungsbereich dieser Norm umfasst eine Vielzahl von Teiltragwerken.

Für vorwiegend ruhend beanspruchte Teiltragwerke gilt die Ausführungsklasse EXC2 und für nicht vorwiegend ruhend beanspruchte Teiltragwerke die Ausführungsklasse EXC3.

Tragende Konstruktionen dürfen als vorwiegend ruhend beansprucht angenommen werden, wenn der Ermüdungsnachweis nach den in 11.1 genannten Kriterien entfallen kann.

Für die tragenden Konstruktionen im Unterbau und den Fahrwerken gilt Ausführungsklasse EXC3.

ANMERKUNG Die Ausführungsklassen sind auf Grundlage der Schadensfolgeklasse CC2 nach DIN EN 1990 und unter Berücksichtigung der Tabelle C.1 nach DIN EN 1993-1-1/A1:2014-07 festgelegt.

2.1.3 Geplante Nutzungsdauer

Als Nutzungsdauer ist in der Regel der Zeitraum festzulegen, in dem das Tagebaugroßgerät mit normaler Wartung und Beachtung der wiederkehrenden Prüfungen nach DIN 22261-1 genutzt werden kann.

Der Auftraggeber kann den Bemessungswert der Nutzungsdauer festlegen. Ansonsten wird für Tagebaugroßgeräte ein Zeitraum von 50 Jahren als geplante Nutzungsdauer empfohlen.

Regelungen zu Konstruktionselementen, die nicht für die geplante Nutzungsdauer des Tagebaugroßgerätes bemessen werden können, sind in Abschnitt 6 angegeben.

2.1.4 Dauerhaftigkeit

Um die geforderte Dauerhaftigkeit zu erreichen, ist die Stahlkonstruktion der Tagebaugroßgeräte entweder gegen Schäden infolge von Tragwerksverformungen, Verschleiß und Ermüdung zu bemessen oder durch konstruktive Maßnahmen zu schützen.

Enthält das Gerät Bauteile, die austauschbar sein sollen, so ist in der Regel die Austauschbarkeit dieser Teile als vorübergehende Bemessungssituation nachzuweisen.

Um Schlupf zu vermeiden, sind lösbare Verbindungen in der tragenden Konstruktion als gleitfeste Verbindungen mit planmäßig vorgespannten Schrauben oder als Passschraubenverbindungen auszuführen. Alternativ dürfen Nietverbindungen verwendet werden.

Wenn Verbindungen der Kategorie A mit Schrauben der Bezugsnormengruppe 4 nach DIN EN 1993-1-8, 1.2.4 verwendet werden dürfen, z. B. bei Geländern und Laufstegen einschließlich Treppenstufen, müssen die Verbindungen gegen Lockern gesichert sein.

Druckschlaffe Diagonalen in Verbänden sind nicht zulässig.

2.2 Grundsätzliches zur Bemessung mit Grenzzuständen

Es gilt DIN EN 1993-1-1, 2.2(1).

Die in dieser Norm festgelegten Beanspruchbarkeiten dürfen nur verwendet werden, wenn die Bedingungen für den Werkstoff nach Abschnitt 5 erfüllt sind.

Aus Gründen der Schadensbegrenzung im Grenzzustand der Tragfähigkeit ist bei der Tragwerksberechnung für alle Bemessungssituationen in der Regel elastisches Tragwerksverhalten nachzuweisen.

2.3 Basisvariable

2.3.1 Einwirkungen und Umgebungseinflüsse

Einwirkungen für die Bemessung der Stahlkonstruktion von Tagebaugroßgeräten sind nach Abschnitt 3 zu ermitteln. Für die Kombination von Einwirkungen gilt Abschnitt 4.

2.3.2 Werkstoff- und Produkteigenschaften

Werkstoffeigenschaften und geometrische Größen für die Bemessung sind den entsprechenden europäischen Normen, unter Beachtung der Anforderungen in Abschnitt 5 und DIN 22261-3, zu entnehmen.

2.4 Statische Berechnung

Die Berechnung muss so abgefasst sein, dass sie jederzeit nachgeprüft werden kann und die Möglichkeit bietet, für ein einzelnes Bauteil den Einfluss der jeweiligen Einwirkungen auf die Bemessung festzustellen. Dies bedeutet, dass die Schnittgrößen bzw. die dazugehörigen Spannungen ersichtlich sein müssen. Außerdem sind für die einzelnen Nachweise die als maßgebend ermittelten Einwirkungskombinationen für die verschiedenen Bemessungssituationen anzugeben.

Die Berechnung muss vollständige Angaben enthalten über

- a) die gewählten statischen Systeme mit ihren Abmessungen,
- b) die zugrunde gelegten Lastannahmen,
- c) die zu verwendenden Werkstoffe (für Bauteile und Verbindungsmittel),
- d) die gewählten Querschnitte und deren Querschnittswerte.

Die aus den Stücklisten sich ergebenden endgültigen ständigen Einwirkungen sind den Eigengewichtsannahmen gegenüberzustellen, welche der Bemessung zugrunde gelegen haben.

Das für die Berechnung eines Tragwerks vorgesehene Rechenmodell bedarf der Zustimmung des Sachverständigen.

Zur Prüfung einer Berechnung kann der Sachverständige in Zweifelsfällen ergänzende Berechnungen verlangen.

Für die Bemessung und Konstruktion des Stahlbaues ist DIN EN 1993-1 maßgebend, sofern nachstehend nichts anderes festgelegt ist.

Die in DIN EN 1993-1-1 mit (...)B gekennzeichneten Abschnitte gelten für den Hochbau und sind in dieser Norm nicht anzuwenden.

2.5 Nachweisverfahren mit Teilsicherheitsbeiwerten

Es gilt DIN EN 1993-1-1, 2.4.1, 2.4.2 und 2.4.3.

Für den Nachweis der Lagesicherheit gilt Abschnitt 7.

3 Einwirkungen

3.1 Ständige Einwirkungen (G)

Die ständigen Einwirkungen G umfassen die Eigenlasten des betriebsbereiten Gerätes und aller nicht nur vorübergehend auf dem Gerät befindlichen Teile. Das für den Ballast verwendete Material ist mit seiner Wichte anzugeben.

Die der Berechnung zugrunde gelegten Annahmen für die ständigen Einwirkungen sind mit den endgültigen Werten zu vergleichen, die der Masseermittlung im Übergabezustand des Gerätes entsprechen, siehe hierzu 9.1.

3.2 Veränderliche Einwirkungen (Q_k)

3.2.1 Fördergut

3.2.1.1 Allgemeines

Fördergut F ist nur dann anzusetzen, wenn es ungünstig wirkt, gegebenenfalls nur bereichsweise. Es ist grundsätzlich die Fördergutwichte im aufgelockerten Zustand γ_l zu verwenden.

$$\gamma_l = \frac{\gamma_f}{\varepsilon} \quad (1)$$

Dabei ist

- γ_f die Fördergutwichte im gewachsenen Zustand;
 ε der Auflockerungsfaktor.

ANMERKUNG Für Geräte im deutschen Braunkohlentagebau sind Werte γ_l in 3.2.1.3.1 angegeben.

3.2.1.2 Fördergut im Graborgan

Die Belastung aus Fördergut im Schaufelrad F_0 ist in der Umfangskraft enthalten (siehe 3.2.8.1).

Die unterschiedlichen Hebelarme von Umfangskraft und Fördergut im Schaufelrad, bezogen auf die Schaufelradachse, werden vernachlässigt.

Für die Belastung aus Fördergut bei Eimerketten ist anzunehmen:

- 1/3 aller im Schnitt stehenden Eimer zu 33,3 %;
- 1/3 aller im Schnitt stehenden Eimer zu 66,7 %;
- die übrigen Eimer bis zum Turas zu 100 % mit Fördergut gefüllt.

3.2.1.3 Fördergut auf den Bändern

3.2.1.3.1 Streckenlast aus Fördergut nach dem Förderquerschnitt des Bandes

Für die Ermittlung der Streckenlast f_n aus Fördergut F_n ist das Band mit der kleinsten Förderkapazität $\min. A \times v = A_0 \times v_0$ des Geräteförderweges maßgebend. Die Streckenlast f_n infolge Fördergut auf dem Band n beträgt:

$$f_n = A_0 \times \gamma_l \times \psi_l \times \frac{v_0}{v_n} \quad (2)$$

Dabei ist

- A_0 der Förderquerschnitt des Bandes mit der kleinsten Förderkapazität;
- v_0 die Bandgeschwindigkeit des Bandes mit der kleinsten Förderkapazität;
- ψ_l dynamischer Beiwert = 1,1 für den Transport des Fördergutes über die Förderanlage.

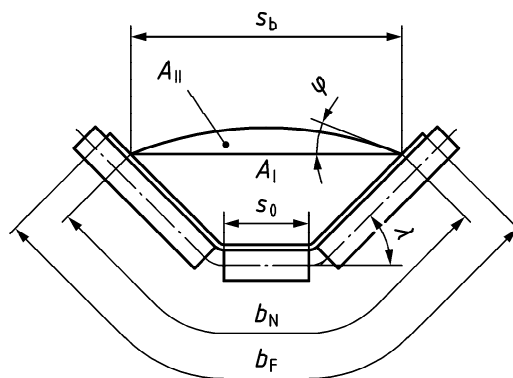


Bild 1 — Bandquerschnitt

Der Förderquerschnitt A eines Bandes ist gleich der Summe der Teilquerschnitte A_I und A_{II} nach Bild 1:

$$A = A_I + A_{II} \quad (3)$$

Die Fläche A_I ist der Wasserquerschnitt über der belegten Gurtbreite b_N nach Gleichung (4):

$$b_N = 0,9 \times b_F - 0,05 \quad (4)$$

Die Fläche A_{II} ist ein Schüttquerschnitt als Kreisabschnitt nach Gleichung (5):

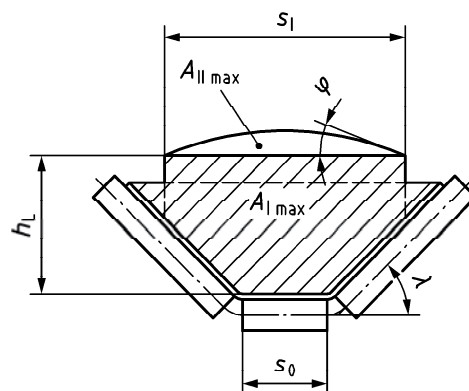
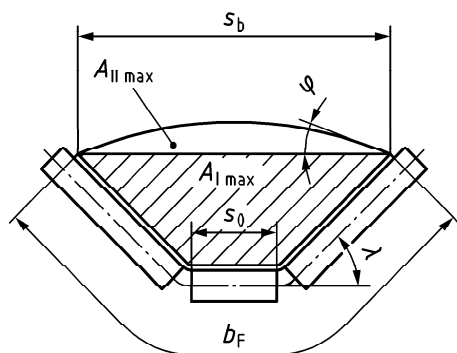
$$A_{II} = \frac{s_b^2}{8 \sin^2 \phi} \times \left(\frac{2\pi \times \phi^\circ}{180^\circ} - \sin 2\phi \right) \quad (5)$$

Dabei ist

- s_b die Sehnenlänge = Breite des Teilquerschnitts A_I ;
- s_l der lichte Abstand zwischen den Leitblechen;
- ϕ der Endtangentialwinkel = dynamischer Schüttwinkel des Fördergutes.

ANMERKUNG Für Geräte im deutschen Braunkohlentagebau dürfen angenommen werden:

	Rheinisches Revier	Lausitzer und Mitteldeutsches Revier
	$\varphi = 20^\circ$	$\varphi = 20^\circ$
Abraum:	$\gamma_1 = 18 \text{ kN/m}^3$	$\gamma_1 = 17 \text{ kN/m}^3$
Kohle:	$\gamma_1 = 7,5 \text{ kN/m}^3$	$\gamma_1 = 8,5 \text{ kN/m}^3$



a) Maximaler Förderquerschnitt ohne Leitbleche

b) Maximaler Förderquerschnitt mit Leitblechen

Bild 2 — Maximaler Förderquerschnitt

Die Fördergutlast F_n auf dem Band n wird aus der zugehörigen Streckenlast f_n und der nutzbaren Förderlänge l_n des Bandes n nach Gleichung (6) bestimmt.

$$F_n = f_n \times l_n \quad (6)$$

3.2.1.3.2 Streckenlast bei Überwachung des Fördergutes durch eine Waage

Wird das ankommende Fördergut durch eine automatische Waage überwacht und begrenzt, kann der Wert für $A_0 \times \gamma_l \times v_0$ in der Gleichung (2) durch das Produkt aus dem eingestellten Grenzwert f_w der Waage und der Bandgeschwindigkeit v_w über der Waage ersetzt werden.

$$f_n = f_w \times \psi_l \times \frac{v_w}{v_n} \quad (7)$$

3.2.1.4 Erhöhtes Fördergut auf den Bändern

Die Streckenlast ff_n aus erhöhtem Fördergut FF_n auf einem Band n beträgt:

$$ff_n = A_{n \max} \times \gamma_l \quad (8)$$

Der maximale Förderquerschnitt $A_{\max}$ eines Bandes ist gleich der Summe der Teilquerschnitte $A_{I \max}$ und $A_{II \max}$ nach Bild 2:

$$A_{\max} = A_{I \max} + A_{II \max} \quad (9)$$

Dabei ist

$A_{I \max}$ der Wasserquerschnitt über der Bandbreite b_F (Bild 2, Fall a) bzw. bei Vorhandensein von Leitblechen der Wasserquerschnitt bei randvoller Füllung bis Oberkante Leitbleche (Bild 2, Fall b);

$A_{II \max}$ der jeweils zugehörige Schüttquerschnitt nach Gleichung (5) mit der Sehnslänge s_b bzw. s_l nach Bild 2.

Die erhöhte Fördergutlast FF_n auf dem Band n ergibt sich aus Gleichung (6) mit ff_n anstelle von f_n .

3.2.1.5 Verkrustung

3.2.1.5.1 Allgemeines

Für die Ermittlung der Einwirkung infolge Verkrustung V ist mit der Fördergutwichte γ zu rechnen.

3.2.1.5.2 Verkrustung am Graborgan V_0

Die Verkrustung ist von den Bodenarten abhängig.

Für Schaufelräder ist mindestens mit einer 5 cm dicken Bodenschicht einseitig auf dem als volle Scheibe bis zum Schneidkreis gedachten Schaufelrad zu rechnen. Für Löß und vergleichbare Bodenarten ist die Schichtdicke mit 10 cm anzusetzen.

Für Eimerleitern ist die Verkrustung entsprechend einer Füllung von 15 %, bei bindigen Böden 30 %, des Nenninhaltes der Eimer eines Kettentrums anzusetzen.

3.2.1.5.3 Verkrustung unter den Bändern V_n

Ohne besonderen Nachweis ist die Verkrustung zu 10 % der Fördergutlast des Bandes n nach 3.2.1.3 anzusetzen.

3.2.1.5.4 Verkrustung von Schurren V_s

Wenn keine Schurrenverstopfung VV in der Bemessungssituation HZS nachgewiesen wird, ist eine Annahme für die Einwirkung durch die Verkrustung der Schurre zu treffen.

3.2.1.6 Schurrenverstopfung VV

Die Schurrenverstopfung VV beträgt nach Gleichung (10):

$$VV = V_{Sch} \times \gamma_t \quad (10)$$

Das Fassungsvermögen der Schurre V_{Sch} ergibt sich aus dem Volumen von Übergabe- und Übernahmeschurre und von Überschüttungspyramiden unter einem Böschungswinkel von 30°.

3.2.1.7 Kräfte aus Aufprall an Übergabestellen von Förderbändern

An Übergabestellen von Förderbändern treten infolge des Aufpralls von Fördergut die Einwirkungen C_h bzw. CC_h und C_v bzw. CC_v auf. Sie sind nach Tabelle 1 zu bestimmen.

Tabelle 1 — Kräfte aus Aufprall an Übergabestellen

Kräfte	Körniger Förderstrom	Große Brocken
horizontal auf Prallschürze	$C_h = \frac{2,0 \times f_n \times v_n^2}{g}$	für Bagger $CC_h = \frac{10,0 \times f_n \times v_n^2}{g}$ für übrige Geräte $CC_h = \frac{7,0 \times f_n \times v_n^2}{g}$
vertikal auf Übergabetische durch herabfallendes Gut	ohne Prallbalken $C_v = 1,0 \times f_n \times v_n \sqrt{\frac{h}{g}}$ mit Prallbalken $C_v = 0,54 \times f_n \times v_n \sqrt{\frac{h}{g}}$	ohne Prallbalken $CC_v = 7,0 \times f_n \times v_n \sqrt{\frac{h}{g}}$ mit Prallbalken $CC_v = 5,7 \times f_n \times v_n \sqrt{\frac{h}{g}}$
Dabei ist C_h horizontale Aufprallkraft, körniger Förderstrom; CC_h horizontale Aufprallkraft, große Brocken; C_v vertikale Aufprallkraft, körniger Förderstrom; CC_v vertikale Aufprallkraft, große Brocken; h Höhenunterschied zwischen den Muldensohlen der Bänder n und $n + 1$.		

3.2.2 Windeinwirkungen

3.2.2.1 Grundlagen und aerodynamische Beiwerte

Bezeichnungen, Berechnungsgleichungen, das Vorgehen in hier nicht geregelten Fällen und die Größe der aerodynamischen Beiwerte richten sich nach DIN EN 1991-1-4.

Abweichend hiervon darf zur Vereinfachung der Windlastermittlung für Geräteteile (z. B. Abwurfleger, Ballastausleger) die gesamte auf das Geräteteil entfallende Windkraft nach Gleichung (11) ermittelt werden:

$$WW = c_f \times A_u \times q_{WW} \quad (11)$$

Dabei ist

A_u die Umrissfläche des Geräteteiles rechtwinklig zur Windrichtung;

q_{WW} der Spitzengeschwindigkeitsdruck nach 3.2.2.2;

c_f der aerodynamische Kraftbeiwert, er beträgt:

$$c_f = 1,2 \quad \text{für } \frac{A}{A_u} \leq 0,75 \quad (12)$$

$$c_f = 1,6 \frac{A}{A_u} \quad \text{für } \frac{A}{A_u} > 0,75 \quad (13)$$

Dabei ist

A die Windschattenfläche des Geräteteiles einschließlich der Einbauten.

Die so ermittelte Windkraft WW der einzelnen Geräteteile ist gleichmäßig über die zugehörige Fläche A_u zu verteilen.

3.2.2.2 Windstaudruck

Der Spitzengeschwindigkeitsdruck q_{WW} in Kilonewton je Quadratmeter ergibt sich aus der Spitzenwindgeschwindigkeit v_{WW} in Meter je Sekunde:

$$q_{WW} = \frac{v_{WW}^2}{1600} \quad (14)$$

Die Größe der anzusetzenden Spitzenwindgeschwindigkeit v_{WW} ist in Abhängigkeit von der geographischen Lage nach DIN EN 1991-1-4 zu ermitteln.

Die Windgeschwindigkeit v_W für den Betrieb des Gerätes ist durch den Betreiber festzulegen.

ANMERKUNG Für Geräte im deutschen Braunkohlentagebau darf eine Spitzenwindgeschwindigkeit v_{WW} von 35,8 m/s bzw. ein Spitzengeschwindigkeitsdruck q_{WW} von 0,80 kN/m² angenommen werden. Für den Betrieb der Geräte sind Windgeschwindigkeiten v_W bis zu 25,3 m/s üblich.

Der Kombinationsbeiwert k_{WB} zur Berücksichtigung der Windeinwirkung bei Betrieb des Gerätes (siehe Tabelle 7) wird wie folgt gebildet:

$$k_{WB} = \frac{v_W^2}{v_{WW}^2} \quad (15)$$

3.2.2.3 Windrichtungen

Der Wind horizontal und parallel zur Achse eines Gerätes oder Geräteteiles ergibt die Längswindlast WW_L .

Der Wind horizontal und rechtwinklig dazu ergibt die Querwindlast WW_Q .

Für die Längswindkraft des gesamten Gerätes darf angenommen werden:

$$WW_L = \frac{2}{3} \times WW_Q \quad (16)$$

oder

$$WW_L = 1,2 \times q_{WW} \times A_u \quad (17)$$

Der größere der beiden Werte ist maßgebend.

Für die Komponenten der Windkraft unter einem Anströmwinkel β (siehe Bild 3 und Bild 4) gilt:

$$WW_{Q\beta} = WW_Q \times \cos\beta \quad (18)$$

für $60^\circ < \beta \leq 120^\circ$ gilt $WW_{L\beta} = WW_L$

für $0^\circ < \beta \leq 60^\circ$ gilt $WW_{L\beta} = WW_L \times \sin(1,5 \times \beta)$

für $120^\circ < \beta \leq 180^\circ$ gilt $WW_{L\beta} = WW_L \times \sin(1,5 \times (180^\circ - \beta))$

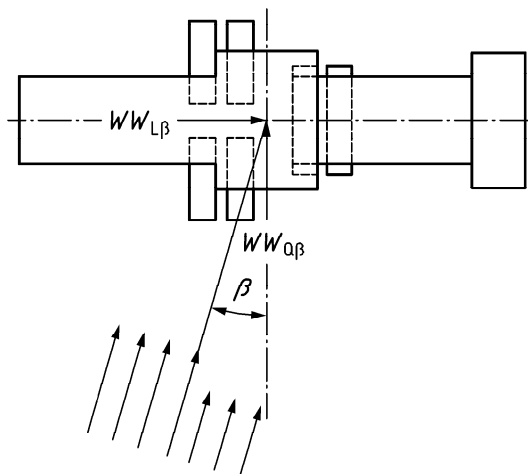


Bild 3 — Anströmwinkel und Windkraftkomponenten

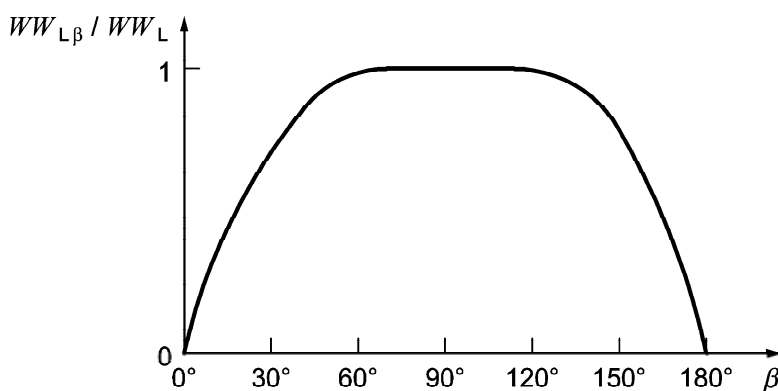


Bild 4 — Funktion der bezogenen Längswindkomponenten $WW_{L\beta} / WW_L$

3.2.2.4 Böenwind

Zur Erfassung ungleichmäßiger Windeinwirkungen aus Böen sind die Windkräfte einseitig von der Schwenkachse nur zu 50 % anzunehmen.

3.2.3 Weitere veränderliche Einwirkungen

3.2.3.1 Einwirkungen infolge Nutzlasten auf Treppen, Podesten und Laufstegen

Nutzlasten auf Laufstegen, Treppen und Podesten sind als vertikale Einzellasten $P = 3 \text{ kN}$ oder Flächenlasten $p = 1 \text{ kN/m}^2$, sowie horizontale Einzellasten von $0,5 \text{ kN}$ in Höhe des Geländers anzunehmen. Müssen Podeste vorübergehend größere Einwirkungen aufnehmen, so sind diese entsprechend zu berücksichtigen.

3.2.3.2 Einwirkungen infolge Schnee und Vereisung

Schnee- und Eislasten PP sind den klimatischen Verhältnissen am Einsatzort entsprechend festzulegen bzw. unter Berücksichtigung der DIN EN 1991-1-3 zu ermitteln.

ANMERKUNG Im Einsatzbereich der deutschen Braunkohlenreviere brauchen bei Berücksichtigung der Verkrustung keine Einwirkungen für Schnee und Vereisung angesetzt zu werden.

3.2.4 Temperatureinwirkungen

Die Wirkung von Temperaturänderungen T auf den Spannungszustand ist nur in besonderen Fällen zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Der Auftraggeber und der Sachverständige können für solche Bauteile die Ermittlung der Zwängungsspannungen aus Temperaturänderungen verlangen, für die ein wesentlicher Einfluss auf den Spannungszustand zu erwarten ist. Die anzusetzende Temperaturdifferenz ist im Einzelfall festzulegen.

3.2.5 Besondere Stützzustände

Für besondere Stützzustände Y oder YY werden am Gerät Pressenansatzpunkte vorgesehen (Auswiegen, Instandhaltungen). Bei planmäßiger Wirkung der Pressen ergeben sich die Einwirkungen Y .

Sind an einem Stützpunkt mehrere Pressen notwendig, so ist der Ausfall einer Presse anzunehmen. Die dadurch an den noch intakten Pressen auftretenden höheren Einwirkungen werden mit YY bezeichnet.

Sofern nur eine Presse eingebaut werden kann, ist für die Einwirkung YY eine Last von $1,3 \times Y$ anzunehmen.

3.2.6 Neigungseinwirkungen

Quer-, Längs- und resultierende Neigung bestimmen die Neigungseinwirkungen N_Q , N_L und N . Die im Betrieb auftretenden Neigungswerte sind in der Regel vom Auftraggeber anzugeben.

Sind vom Auftraggeber keine Vorgaben zu Strossenneigungen und Fahrplanum festgelegt, so sind folgende Mindestneigungen zu berücksichtigen:

- Geräte auf Schienen: Längs- und Querneigung der Fahrstrosse: 1/50;
- Geräte auf Raupen: Neigung längs und quer zur Fahrtrichtung: 1/30.

Längs- und Querneigung sind gleichzeitig zu berücksichtigen.

Eine erhöhte Neigung infolge Einbrechen eines Stützpunktes (N_{ES}) ist zu berücksichtigen, bei

- a) Raupenfahrwerken mit einer Neigung von 1:10, wenn für den Normalbetrieb Neigung $< 1:20$ angenommen wird,
- b) Schienengeräten auf rückbaren Gleisen mit einer Neigung von 1:15.

Der Kombinationsbeiwert k_{NES} zur Berücksichtigung der Neigung infolge des Einbrechens eines Stützpunktes für die Bemessungssituation HZS (siehe Tabelle 7) wird wie folgt gebildet:

$$k_{NES} = \frac{N_{ES}}{N} \quad (19)$$

Bei Ortswechsel von Geräten mit Raupenfahrwerken sind mindestens die 1,2-fachen Neigungseinwirkungen anzusetzen:

$$NN_Q = 1,2 \times N_Q \quad (20)$$

$$NN_L = 1,2 \times N_L \quad (21)$$

$$NN = 1,2 \times N \quad (22)$$

Bei Geräten mit zwei voneinander unabhängigen Fahrwerksgruppen ist die Wirkung aus unterschiedlichen Neigungen der einzelnen Fahrwerksgruppen zueinander zu berücksichtigen.

Die maximale Längsneigung von Verbindungsbrücken zwischen unabhängig voneinander verfahrbaren Geräten bzw. Geräteteilen wird sowohl von der Höhe der Stützpunkte der Brücke über der jeweiligen Verfahrebene als auch durch die maximale Höhendifferenz der beiden Verfahrebenen und die Stützweite bestimmt.

Soll die Neigung der Verfahrebenen zusätzlich bei der Längsneigung der Brücke berücksichtigt werden, z. B. wenn beide Verfahrebenen eine gemeinsame geneigte Ebene bilden, so ist dies vom Auftraggeber ausdrücklich zu fordern.

3.2.7 Einwirkungen bei Änderung des Gurtverlaufes

3.2.7.1 Allgemeines

Einwirkungen durch Änderungen des Gurtverlaufes B , BB treten an Aufgabetischen, am Auflaufteil von Bandschleifenwagen und in teleskopierbaren Bandbereichen auf. Die Änderungen können durch Anheben des Gurtes oder durch Richtungsänderung in der Horizontalebene bedingt sein. Es treten vertikale Einwirkungen B_V , horizontale Einwirkungen in Bandrichtung B_H und horizontale Einwirkungen quer zur Bandrichtung B_Q auf.

Die Höhe a des angehobenen Trums im normalen Betrieb führt zu den Einwirkungen B_V , B_H und B_Q .

Die maximale Aushubhöhe $a + \Delta a$ führt zu den erhöhten Einwirkungen BB_V , BB_H und BB_Q .

3.2.7.2 Aufgabetische

Die Einwirkungen B_V , B_H und B_Q sind an jeder Gurtumlenkstelle nach den Gleichungen (31), (33), (35), (36) und (44) zu bestimmen. Für die Einwirkungen BB_V und BB_H gelten dieselben Gleichungen mit $a + \Delta a$ anstelle von a . BB_Q ist gleich B_Q zu setzen.

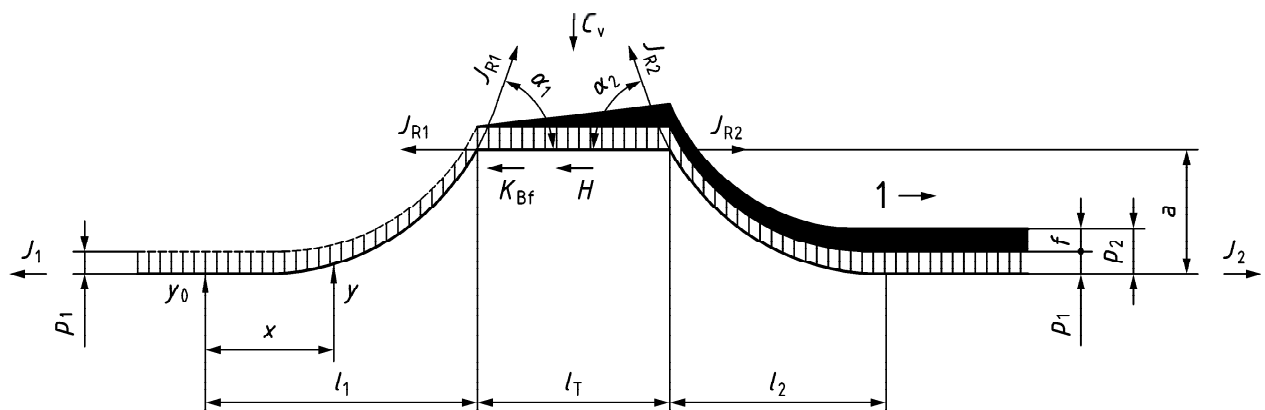
Dabei ist (siehe auch Bild 5)

- J_x die Gurtzugkraft an der Stelle x ;
- J_1 die Gurtzugkraft im horizontalen Bereich des auflaufenden Gurtes;
- J_2 die Gurtzugkraft im horizontalen Bereich des ablaufenden Gurtes;
- p_1 die Last je Meter des auflaufenden Gurtes (Eigenlast des Gurtes und gegebenenfalls Fördergut);
- p_2 $p_1 + f$ = Last je Meter des ablaufenden Gurtes;

f	das am Aufgabetisch aufgegebene Fördergut je Meter;
α_1, α_2	die Endtangentenneigung des auflaufenden bzw. des ablaufenden Gurtes an den äußersten Rollen des Aufgabetisches (Endrollen);
a	die Höhe des angehobenen Gurtes über der Bandstraße (Gurtaushub);
l_T	die Tischlänge;
l_1, l_2	die Gurtlänge mit freiem Durchhang;
H	die Walk-, Roll- und sonstigen Widerstände nach Gleichung (66);
K_{Bf}	die Last aus Beschleunigung des aufgegebenen Fördergutes f ;
C_v	die Aufprallkraft des aufgegebenen Fördergutes f auf den Aufgabetisch nach Tabelle 1;
v	die Geschwindigkeit des Gurtes.

Die Last K_{Bf} aus Beschleunigung des angegebenen Fördergutes f ergibt sich nach Gleichung (23):

$$K_{Bf} = \frac{f}{g} \times v^2 \quad (23)$$



Legende

1 Förderrichtung

Bild 5 — Einwirkungen im Bereich des Aufgabebetisches

Im Bereich des freien Gurtdurchhanges stellt sich der Durchhang nach der Kettenlinie ein.

$$y = y_0 \times \cosh \frac{x}{y_0} \quad (24)$$

mit

$$y_0 = \frac{J_1}{p_1} \quad (25)$$

Die Gurtzugkraft beträgt im Bereich $0 \leq x \leq l_1$

$$J_x = p_1 \times y \quad (26)$$

Mit der Hubhöhe a bei $x = l_1$

$$a = y - y_0 \quad (27)$$

ergibt sich aus Gleichung (26) bei $x = l_1$:

$$J_{R1} = p_1 \times (a + y_0) \quad (28)$$

bzw. mit Gleichung (25) die Beziehung

$$J_{R1} = J_1 + p_1 \times a \quad (29)$$

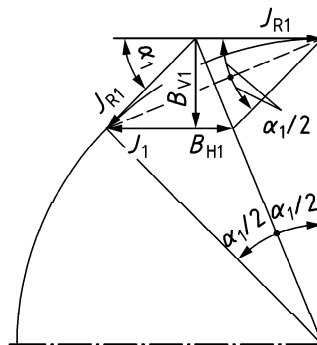


Bild 6 — Belastung der Endrollen am Aufgabetisch

Die Vertikalkomponente B_{V1} der Endrollenbelastung ergibt sich nach Bild 6 aus

$$B_{V1} = \sqrt{(J_{R1}^2 - J_1^2)} \quad (30)$$

zu

$$B_{V1} = \sqrt{(2J_1 \times p_1 \times a + p_1^2 \times a^2)} \quad (31)$$

Die Horizontalkomponente B_{H1} der Endrollenbelastung ergibt sich nach Bild 6 aus

$$J_1 + B_{H1} = J_{R1} \quad (32)$$

mit Gleichung (29) zu

$$B_{H1} = p_1 \times a \quad (33)$$

Für die Endrolle auf der Ablaufseite des Aufgabetisches ergibt sich entsprechend

$$J_{R2} = J_2 + p_2 \times a \quad (34)$$

$$B_{V2} = \sqrt{(2J_2 \times p_2 \times a + p_2^2 \times a^2)} \quad (35)$$

$$B_{H2} = p_2 \times a \quad (36)$$

Das Gleichgewicht zwischen den an den Endrollen des Aufgabetisches vorhandenen Gurtzugkräften lautet:

$$J_{R1} = J_{R2} - H - K_{Bf} \quad (37)$$

Mit Gleichungen (29), (34) ergibt sich aus Gleichung (37) mit $p_2 = p_1 + f$ die Gleichung (38)

$$J_1 = J_2 + f \times a - H - K_{Bf} \quad (38)$$

Der Aufgabetisch erhält zusätzlich zu seiner Eigenlast folgende Einwirkungen (siehe Bild 7):

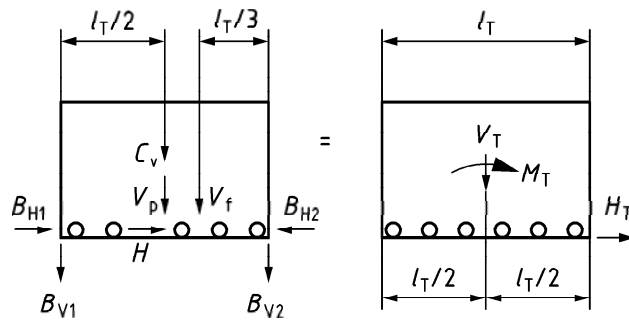


Bild 7 — Belastung des Aufgabetisches

Vertikale Tischbelastung:

$$V_T = C_v + V_p + V_f + B_{V1} + B_{V2} \quad (39)$$

mit

$$V_p = p_1 \times l_T \quad (40)$$

$$V_f = \frac{1}{2} f \times l_T \quad (41)$$

Horizontale Tischbelastung:

$$H_T = H + B_{H1} - B_{H2} = H - f \times a \quad (42)$$

Momentenbelastung des Tisches:

$$M_T = (B_{V2} - B_{V1}) \frac{l_T}{2} + V_f \times \frac{l_T}{6} \quad (43)$$

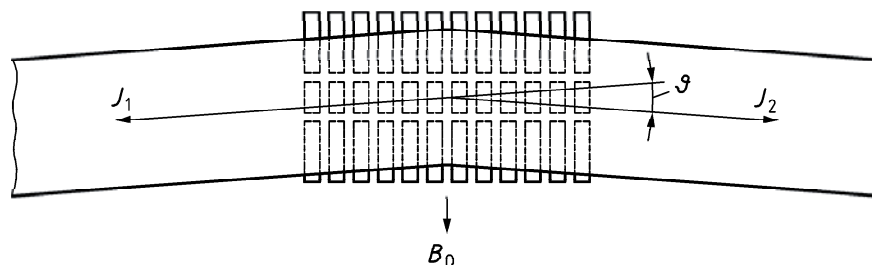


Bild 8 — Umlenkkräfte des Gurtes in Horizontalebene

Für die Lastannahme des Aufgabetisches ist ein maximal möglicher ungewollter Umlenkwinkel zwischen der Wirkungsrichtung des auflaufenden und des ablaufenden Gurtes durch den Auftraggeber vorzugeben (siehe Bild 8).

Die Querlast B_Q ist nach Gleichung (44) zu ermitteln:

$$B_Q = BB_Q = J_2 \times \tan \vartheta \quad (44)$$

Sofern für ϑ kein anderer Wert angegeben wird, ist $\tan \vartheta$ zu 0,02 anzunehmen.

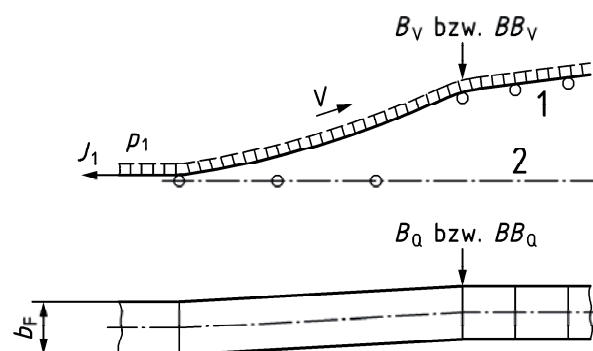
ANMERKUNG Dieser Wert wurde ermittelt für eine Bandanlage mit 6 Antrieben je 2 000 kW, Gurtbreite 2 800 mm, Gurtgeschwindigkeit 7,5 m/s, einem Stahlseilgurt St 4500, einem Gurtaushub von $a = 0,9$ m und einem seitlichen Auswandern von 0,2 m. Die Werte für Gurtaushub und seitliches Auswandern sind nach betrieblicher Erfahrung als ungünstig anzusehen.

Damit ergibt sich die horizontale Querlast B_Q am Aufgabetisch zu

$$B_Q = BB_Q = 0,02 \times J_2 \quad (45)$$

B_Q darf mittig am Aufgabetisch angreifend angenommen werden.

3.2.7.3 Bandschleifenwagen (BSW) auf Raupen



Legende

- 1 BSW
- 2 Strossenband

Bild 9 — Belastung der Endrollen im Auflaufteil des Bandschleifenwagens

An der ersten Tragrolle vom Auflaufteil des BSW wirken die Einwirkungen B_V bzw. BB_V und B_Q bzw. BB_Q (siehe Bild 9).

Die Einwirkungen B_Q und BB_Q berücksichtigen Abweichungen aus der Solllage des Gurtes am Auflaufteil.

Die Gleichungen (47) und (49) ergeben sich aus der halben Querlast an einem Aufgabetisch, weil am Auflaufteil des BSW die Wirkung des ablaufenden Gurtes fehlt.

$$B_V = p_1 \times b_F \quad (46)$$

Dabei ist

$$B_Q = 0,01 \times J_1 \quad (47)$$

$$BB_V = B_V + 0,1 \times J_1 \quad (48)$$

$$BB_Q = B_Q = 0,01 \times J_1 \quad (49)$$

ANMERKUNG Die Gleichungen (46) und (48) wurden aus betrieblichen Erfahrungen gewonnen. Eine Koppelung von B_V an die Gurtzugkräfte erscheint nicht sinnvoll, da an der ersten Tragrolle nur bei extrem niedrigen Gurtzügen eine Berührung mit dem Gurt auftritt.

3.2.7.4 Bandschleifenwagen auf Schienen

Durch die Führung des BSW auf Schienen sind keine Abweichungen des Auflaufteiles von der Solllage möglich. Es können deshalb an der ersten Tragrolle vom Auflaufteil keine quer gerichteten Einwirkungen B_Q und BB_Q auftreten. B_V kann bei nachlassender Gurtzugkraft J_1 auftreten.

Für B_V gilt Gleichung (46).

$$B_Q = 0 \quad (50)$$

$$BB_V = B_V \quad (51)$$

$$BB_Q = 0 \quad (52)$$

3.2.7.5 Teleskopierbare Brücken

Teleskopierbare Brücken sind vertikal und quer durch Schienen geführt. Es können deshalb keine Einwirkungen B_Q und BB_Q auftreten. Außerdem ist der Gurtübergang so zu gestalten, dass keine Einwirkungen B_V und BB_V auftreten können.

3.2.8 Einwirkungen aus Antrieben

3.2.8.1 Antriebe für Graborgane

3.2.8.1.1 Schaufelradantrieb

Das Abschaltmoment des Schaufelradantriebs ist in eine Umfangskraft U am Schneidkreis umzusetzen.

$$U = \frac{M_{AU} - M_{VU}}{d_R} \times 2 \quad (53)$$

Wird das Abschaltmoment nicht für den Dauerbetrieb begrenzt, so ist ein Abschaltmoment in Höhe von mindestens dem 1,3-fachen Motornennmoment anzunehmen.

ANMERKUNG 1 In den deutschen Braunkohlenrevieren werden nur Großgeräte mit Einrichtungen zur Begrenzung des Abschaltmomentes für den Dauerbetrieb eingesetzt (z. B. Grenzstromüberwachung).

Die erhöhte Umfangskraft UU wird in ihrer Wirkung auf das Gerät durch die Überlastsicherung des Schaufelradantriebs begrenzt.

$$UU = \frac{M_{KU} + M_{VU}}{d_R} \times 2 \quad (54)$$

Dabei ist

M_{AU} das Abschaltmoment des Schaufelradantriebs, bezogen auf die Schaufelradwelle;

M_{KU} das Grenzmoment der Überlastsicherung;

M_{VU} das Verlustmoment des Schaufelradantriebs.

Der Lastangriffspunkt von U oder UU ist unabhängig von der Hubstellung „vorn“ oder „unten“ so anzusetzen, dass die Umfangskraft rechtwinklig bzw. parallel zum Planum gerichtet ist. Bei Festlegung der Kraftrichtung bleibt die Schrägstellung des Schaufelrades unberücksichtigt.

ANMERKUNG 2 Grenzwert der erhöhten Umfangskraft UU :

Die erhöhte Umfangskraft UU ergibt sich aus einer maximalen äußeren Kraft, die quasistatisch am Schneidkreis angreift. Eine solche Kraft kann beispielsweise bei einem Böschungsrutsch auftreten, wenn hierbei nicht nur die Drehung des Schaufelrades zum Stillstand kommt, sondern sogar eine entgegengesetzte Drehung erzwungen wird. Dann wirkt das Verlustmoment des Schaufelradantriebs M_{VU} gleichsinnig wie der Motorantrieb und damit lasterhöhend. Der gleiche Effekt kann auch eintreten, wenn Nickschwingungen zu stark unterschiedlichen Grabwiderständen führen.

ANMERKUNG 3 Lastangriffspunkt und Richtung von U oder UU :

Der Verzicht auf weitere Lastangriffspunkte hat einen vernachlässigbaren Einfluss auf die maximalen Schnittgrößen des Schaufelradauslegers. Bei umsetzbaren Schaufeln (Tiefschnitt) sind für „unten“ beide Vorzeichen von U oder UU möglich. Ist dabei die Schaufelradachse nicht parallel zu der Achse der Schaufelradauslegeranlenkung angeordnet, wird die Richtung von U oder UU so angenommen, als ob die Parallelität gegeben wäre. Diese Vereinfachung ist zulässig, weil in Kombination mit U oder UU immer S oder SS nach 3.2.8.2.1 am gleichen Kraftangriffspunkt auftreten.

3.2.8.1.2 Eimerkettenantrieb

Das Abschaltmoment des Eimerkettenantriebs ist in eine Kettenzugkraft U in Richtung der Eimerkette umzusetzen.

$$U = \frac{M_{AU} - M_{VU}}{d_T} \times 2 \quad (55)$$

Die erhöhte Kettenzugkraft UU wird in ihrer Wirkung auf das Gerät durch die Überlastsicherung des Eimerkettenantriebs begrenzt.

$$UU = \frac{M_{KU} + M_{VU}}{d_T} \times 2 \quad (56)$$

Dabei ist

- M_{AU} das Abschaltmoment des Eimerkettenantriebs, bezogen auf die Antriebsturaswelle;
- M_{KU} das Grenzmoment der Überlastsicherung;
- M_{VU} das Verlustmoment des Eimerkettenantriebs;
- d_T der Durchmesser des Antriebsturas.

Der Lastangriffspunkt für U oder UU ist gleichmäßig verteilt über die im Schnitt stehende Eimerleiter anzunehmen und für alle maßgebenden Eimerleiterstellungen zu untersuchen.

3.2.8.2 Schwenkwerksantrieb

3.2.8.2.1 Schaufelradbagger

Das Abschaltmoment des Schwenkwerksantriebs ist in eine Seitenkraft S am Schneidkreis umzusetzen.

$$S = \frac{M_{AS} - M_{VS}}{x_S} \quad (57)$$

Die erhöhte Seitenkraft SS wird in ihrer Wirkung auf das Gerät durch die Überlastsicherung des Schwenkwerksantriebs begrenzt.

$$SS = \frac{M_{KS} + M_{VS}}{x_S} \quad (58)$$

Dabei ist

- M_{AS} das Abschaltmoment des Schwenkwerksantriebs, bezogen auf die Schwenkachse;
- M_{KS} das Grenzmoment der Überlastsicherung;
- M_{VS} das Verlustmoment des Schwenkwerksantriebs;
- x_S der Abstand der Seitenkraft von der Schwenkachse. Vereinfachend darf für x_S der Abstand Schwenkachse bis Mitte Schaufelrad bei waagerechter Hubstellung angenommen werden.

Für die Lastangriffspunkte von S oder SS gilt 3.2.8.1.1.

ANMERKUNG Die erhöhte Seitenkraft SS ergibt sich analog der erhöhten Umfangskraft UU aus einer maximalen äußeren Kraft, die quasistatisch am Schneidkreis des Schaufelrades angreift. Eine solche Kraft kann bei einem Böschungsrutsch analog zu UU auftreten.

3.2.8.2.2 Eimerkettenbagger

Das Abschaltmoment aus der Seitenkraftabsicherung ist in eine Seitenkraft S an der Eimerleiter umzusetzen.

$$S = \frac{M_{AS} - M_{VS}}{x_S} \quad (59)$$

Die erhöhte Seitenkraft SS wird in ihrer Wirkung auf das Gerät durch Überlastsicherungen begrenzt.

$$SS = \frac{M_{KS} + M_{VS}}{x_S} \quad (60)$$

Dabei ist

- M_{AS} das Abschaltmoment des Schwenkwerksantriebs bzw. der Seitenkraftabsicherung (z. B. seitliche Abspannung, Kreuzseile usw.), bezogen auf die Schwenkachse;
- M_{KS} das Grenzmoment der Überlastsicherung;
- M_{VS} das Verlustmoment des Schwenkwerksantriebs im Blockbetrieb ($M_{VS} = 0$ im Strossenbetrieb);
- x_S der Abstand der Seitenkraft von der Schwenkachse, der sich aus der Verteilung der seitlichen Geschwindigkeit über die Eimerleiterlänge rechteckig oder trapezförmig ergibt.

Der Lastangriffspunkt für S oder SS ist, entsprechend der Ableitung von x_S , gleichmäßig oder trapezförmig verteilt über die im Schnitt stehende Eimerleiter anzunehmen und für alle maßgebenden Eimerleiterstellungen zu untersuchen.

3.2.8.3 Fahrwerksantrieb

3.2.8.3.1 Antriebe für Raupenfahrwerke, Quergleiten

Die Einwirkungen L aus Fahrbewegung einschließlich Kurvenfahrt sind zu berücksichtigen. Bei der Bestimmung der Einwirkungen ist die Bodenreibungszahl $\mu = 0,60$ anzunehmen. Als maßgebende Raupenlänge ist der Abstand zwischen erster und letzter Laufrolle zuzüglich einer Schakenteilung anzusetzen.

Für die Bemessung der Fahrwerksdeichsel ist als Sonderfall die maßgebende Raupenlänge $T_{uras} \cdot T_{uras}$ zuzüglich Turasdurchmesser anzusetzen. Das zugehörige maximale Raupendrehmoment ist ohne Seitenkraft für die maßgebende Raupenauflast nach Tabelle 8 zu ermitteln.

Beim Blockieren einer Raupe ergibt sich die Größe der auftretenden Kraft LL aus der Bodenreibung der blockierten Raupe für eine Bodenreibungszahl $\mu = 0,60$ oder aus dem Abschaltmoment der Motoren der nicht blockierten Raupen. Der kleinere Wert ist einzusetzen.

Bei Raupenfahrwerken sind die durch ein erzwungenes Quergleiten hervorgerufenen Gleitkräfte KK für eine Bodenreibungszahl $\mu = 0,60$ zu berücksichtigen.

3.2.8.3.2 Schienenfahrwerke

Folgende Einwirkungen L aus Fahrbewegungen einschließlich Kurvenfahrt sind zu berücksichtigen:

- a) Kräfte aus unterschiedlichem Vortrieb infolge unterschiedlicher Drehzahlen der Antriebe und unterschiedlicher Durchmesser der angetriebenen Räder infolge Verschleiß der Laufflächen;
- b) Spurführungskräfte bei Kurvenfahrten;
- c) Spurführungskräfte infolge Schräglauf nach DIN EN 13001-2 bei Fahrwerken bzw. Fahrwerksteilen, deren Räder oder Radgruppen sich nicht um vertikale Achsen einstellen können.

Bei Geräten auf rückbaren Gleisen ist das Blockieren eines Fahrgestells infolge Entgleisen oder Schienenbruch anzunehmen. Dabei wird die mögliche Vortriebskraft LL aus dem Antrieb der nicht blockierten Räder ermittelt (siehe 3.2.15).

Bei Geräten auf fest verlegten Gleisen ist ein Laufrad als blockiert anzunehmen (siehe 3.2.15).

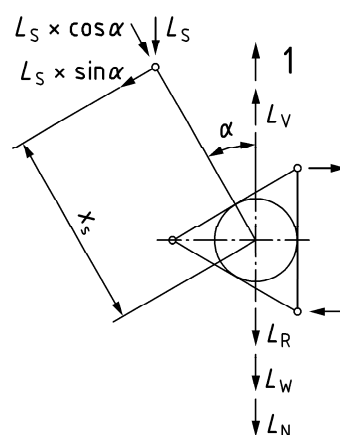
Änderungen der Gleislage treten als Spurabweichung und als Setzung oder Hebung auf. Die Einwirkungen K aus zulässigen Änderungen der Gleislage sind zu berücksichtigen.

Sofern die zulässigen Abweichungen der Gleisabstände vom Auftraggeber nicht vorgegeben sind, sind folgende Mindestwerte zu berücksichtigen:

Bei fest verlegten, stationären Gleisen $\pm 0,25$ m;

bei rückbaren Gleisen $\pm 0,5$ m.

Es ist davon auszugehen, dass eine mechanische Begrenzung des Schrägstellens von Pendelstützen dann erfolgt, wenn eine Verdopplung der im Normalbetrieb zulässigen Spurabweichung erreicht ist. Die dabei auftretenden Einwirkungen KK sind zu berücksichtigen.



Legende

1 Fahrtrichtung

Bild 10 — Lastangriffspunkte bei Aufnahmegegeräten

Das Abschaltmoment des Fahrwerksantriebs bei Aufnahmegegeräten ist über eine Vortriebskraft L_V in einen Widerstand L_S bzw. einen erhöhten Widerstand LL_S am Graborgan umzusetzen:

$$L_S = L_V - L_R - L_W - L_N \quad (61)$$

$$LL_S = LL_V - LL_R \quad (62)$$

Dabei ist

- L_V die Vortriebskraft aus dem Abschaltmoment;
- L_R die Reibungskraft aus dem Fahrwerkswiderstand;
- L_W der Fahrwiderstand aus dem Betriebswind;
- L_N der Fahrwiderstand aus den Neigungseinwirkungen N (siehe 3.2.6).

Die Fahrwiderstände sind stets parallel zur Schiene anzunehmen. Lastangriffspunkte siehe Bild 10 und 3.2.8.2.1 und 3.2.8.2.2.

Die Widerstände LL_S und L_S sind bei Aufnahmegeräten außerdem über das Abschaltmoment des Schaufelradantriebs zu bestimmen:

$$\begin{aligned} LL_S &= \frac{M_{AU} - M_{VU} - M_{FS}}{\mu \times d_R} \times 2 \\ &= \frac{M_{AU} - M_{VU} - M_{FS}}{d_R} \times 3,33 \end{aligned} \quad (63)$$

$$L_S = LL_S \times 0,6 \quad (64)$$

ANMERKUNG 1 Der Faktor 0,6 ist aus Messungen an Aufnahmegeräten ermittelt worden.

Dabei ist

- M_{AU} das Abschaltmoment des Schaufelradantriebs, bezogen auf die Schaufelradwelle;
- M_{VU} das Verlustmoment des Schaufelradantriebs;
- M_{FS} das Hubmoment des Fördergutes im Schaufelrad. Dabei ist 1/4 der Schaufelanzahl zu 100 % gefüllt anzunehmen. Als Füllung zählt das Schaufelvolumen zuzüglich Ringraum;

Reibungszahl $\mu = 0,60$.

Als Widerstand LL_S ist der kleinere Wert nach Gleichung (62) oder (63) anzunehmen. Der Wert L_S ergibt sich dann aus der jeweils zugeordneten Gleichung (61) bzw. (64).

Werden die Widerstände L_S und LL_S durch Sicherheitseinrichtungen begrenzt, so dürfen diese Widerstände aus den Einstellwerten der Sicherheitseinrichtungen abgeleitet werden. Die den Einstellwerten zugrunde gelegten Widerstände sind mit einem Zuschlag von 10 % in die statische Berechnung einschließlich Lagesicherheitsnachweis einzuführen.

Die Widerstände L_S und LL_S nach Gleichungen (61) und (62) gelten für Aufnahmegeräte im Strossenbetrieb.

Aufnahmegeräte, die im Schwenkbetrieb arbeiten, sind wie Schaufelradbagger zu behandeln.

ANMERKUNG 2 Gleichung (61) für L_S setzt voraus, dass der Fahrwerksantrieb bei Aufnahmegeräten so ausgelegt ist, dass auch bei Fahren gegen Wind und Neigung die Vortriebskraft ausreichend groß ist, um die vom Auftraggeber verlangte Förderleistung dauernd zu erbringen. LL_S nach Gleichung (62) deckt den nicht auszuschließenden Fall ab, dass auch bei Fehlen von Wind und Neigung die volle Vortriebskraft L_V abzüglich Fahrwiderstand L_R zur Wirkung kommt.

Der Widerstand LL_S nach Gleichung (62) tritt nicht auf, wenn der Schaufelradantrieb durch den Reibungswiderstand aus dem seitlichen Anpressdruck gegen die Halde abgewürgt wird und mit dem Abschalten des Schaufelradantriebs automatisch der Fahrwerksantrieb bereits vor Erreichen seines Abschaltwertes stillgesetzt wird. Anstelle von Gleichung (62) ist für LL_S in diesem Fall Gleichung (63) maßgebend. Bei Geräten mit Schwenkausleger darf Gleichung (63) auch für Auslegerstellungen $< 90^\circ$ in Ansatz gebracht werden.

Ist bei Schwenkauslegern $LL_S \times \sin \alpha$ größer als SS nach Gleichung (58), so darf für LL_S der Wert $SS/\sin \alpha$ gesetzt werden.

Die Anwendung der Gleichungen (63) und (64) ist nur zulässig, wenn durch die Abschaltung des Schaufelradantriebs der Fahrwerksantrieb stillgesetzt wird.

Bei Schienenbruch oder Entgleisen bestimmt sich die auftretende Kraft aus dem maximalen Antriebsmoment der angetriebenen Räder oder aus dem Gleitwiderstand der Antriebsräder. Der kleinere Wert ist maßgebend. Die Antriebskraft für das einzelne angetriebene Rad bzw. für die einzelnen Achsen ergibt sich sinngemäß aus Gleichung (53). Für den Gleitwiderstand der Antriebsräder ist der Wert 0,33 nach Spalte 1 der Tabelle 4.1 (Stahl auf Stahl) maßgebend.

3.2.8.3.3 Ermittlung der Auflasten

Die Auflasten sind aus der Einwirkungskombination 3.1 nach Tabelle 7 abzuleiten.

3.2.8.4 Bandantriebe

Die Gurtzugkräfte sind nach DIN 22101 zu ermitteln.

Bei festen Spannvorrichtungen bedeutet dies in der Regel, dass die Gurtzugkräfte für das Anfahren mit erhöhtem Motormoment bestimmt werden. Für den normalen Betrieb ergeben sich die Lagerbelastungen J aus den Gurtzugkräften nach der Bedingung:

$$= \frac{\text{Summe der Gurtzugkräfte beim Anfahren}}{\text{Summe der Gurtzugkräfte in allen Betriebszuständen}} = \text{konstant} \quad (65)$$

Besondere Betriebszustände wie Bandblockierungen führen zu den erhöhten Lagerbelastungen JJ .

Für das Blockieren einer Trommel wird angenommen, dass der Gurt über die blockierte Trommel hinwegrutscht.

ANMERKUNG 1 Die Größe der Reibungszahl zwischen Trommel und Gurt ist für die Lagerbelastung von untergeordneter Bedeutung. Die Größe der Reibungszahl bestimmt lediglich die Verteilung der Gurtzugkräfte auf Obertrum und Untertrum einer Trommel. Für alle Reibungszahlen ergibt sich die Lagerbelastung aus dem Mittelwert dieser Gurtzugkräfte.

ANMERKUNG 2 Bei teleskopierbaren Verbindungsbrücken mit durchgehendem Gurt können sich beim Blockieren von Trommellagern die Kräfte, die der Gurt zwischen festem und beweglichem Geräteteil erzeugt, verändern. Dieser Umstand ist beim Nachweis für das Verbindungselement, das die Längskräfte des Teleskopbandträgers zu übertragen hat, zu beachten.

An angehängten Aufgabetischen zum Strossenband sind horizontale Einwirkungen H und HH zu berücksichtigen. Siehe hierzu auch 3.2.7.2.

$$H = 0,2 \times \gamma_l \times l_{Sch} \times b_{Sch}^2 \quad (66)$$