

Inhaltsverzeichnis

1.	Mechanische Stetigförderer	11	1.4.2.1.	Gesamtanordnung	37
1.1.	Allgemeine Grundlagen	11	1.4.2.2.	Traggerüst	38
1.1.1.	Einführung	11	1.4.2.3.	Tragrollen und Gurttrommeln	38
1.1.2.	Einteilung	11	1.4.2.4.	Antriebsstation	42
1.1.3.	Grundgleichungen für die Förderung von Schüttgütern	12	1.4.2.5.	Spannstation	44
1.1.4.	Grundgleichungen für die Förderung von Stückgütern	14	1.4.2.6.	Hilfseinrichtungen	46
1.2.	Eigenschaften und Theorie der Schüttgüter	14	1.4.2.7.	Steuerung und Überwachung (Sicherheitseinrichtungen)	49
1.2.1.	Schüttgüter und Schüttgutkenngößen	14	1.4.2.8.	Zur automatischen Steuerung von Anlagen mit mehreren Gurtförderern	52
1.2.2.	Ausgewählte Kapitel aus der Mechanik der Schüttgüter	19	1.4.3.	Konstruktion anderer Gurtförderer	56
1.2.2.1.	Ideales Schüttgut	19	1.4.3.1.	Flachgurtförderer für Stückgut	56
1.2.2.2.	Schüttwinkel	21	1.4.3.2.	Langstrecken-Gurtförderer	56
1.2.2.3.	Abnahme des Schüttwinkels mit wachsender Neigung der Unterlage	22	1.4.3.2.1.	Steuerzentrale einer Langstreckenanlage	58
1.2.2.4.	Schüttfläche unter Berücksichtigung der Fliehkraft	23	1.4.3.3.	Ortsveränderliche Gurtförderer	58
1.2.2.5.	Ermittlung der Wanddrücke an der lotrechten Wand	23	1.4.3.4.	Gurtförderer für Untertagebetrieb	60
1.2.2.5.1.	Ableitung der Rankinschen Formel	25	1.4.3.4.1.	Gurtförderer für Kohlenbergbau	60
1.2.2.5.2.	Coulombsche Gleitfläche	25	1.4.3.4.2.	Seilverspannter Gurtförderer	63
1.2.2.5.3.	Druckverlauf an einer senkrechten Wand bei Berücksichtigung der Wandreibung	26	1.4.3.5.	Sonderkonstruktionen	64
1.2.2.6.	Wanddrücke und Tangentialspannungen an einer schrägen Wand	26	1.4.3.5.1.	Steil- und Senkrechtförderer, kurvengängige Förderer	64
1.2.2.7.	Wanddrücke in schlanken Behältern	27	1.4.3.5.2.	Haldenförderer	68
1.3.	Gemeinsame Bauteile und Berechnungen der Förderer mit endlosem Zugmittel	28	1.4.3.5.3.	Schleuderbandförderer	68
1.3.1.	Allgemeine Bemerkungen	28	1.4.3.5.4.	Weitere Sonderkonstruktionen	69
1.3.2.	Aufbau des Gummigurts	28	1.4.4.	Stahlbandförderer	69
1.3.2.1.	Grenzlängen der Stahlseilgurte	31	1.5.	Berechnungsgrundlagen und Forschungsergebnisse der Gurtförderer	70
1.3.3.	Kraftschlüssige und formschlüssige Antriebe	31	1.5.1.	Berechnungsgrundlagen nach TGL 35378	70
1.3.3.1.	Einleitung	31	1.5.1.1.	Gurtbreite, Förderquerschnitt, Gurtgeschwindigkeit, Volumen- und Massendurchsatz	70
1.3.3.2.	Kraftschlüssige Antriebe	32	1.5.1.2.	Betriebsfälle eines Gurtförderers	72
1.3.3.2.1.	Eigenschaften	32	1.5.1.3.	Berechnung der Bewegungswiderstände	73
1.3.3.2.2.	Theorie	32	1.5.1.3.1.	Hauptwiderstand F_{HK}	73
1.3.3.2.3.	Eintrommelantrieb	33	1.5.1.3.2.	Nebenwiderstand F_N	75
1.3.3.2.4.	Zum Mehrtrommelantrieb	34	1.5.1.3.3.	Zusatzwiderstand F_Z	76
1.3.4.	Allgemeine Angaben zur Berechnung	34	1.5.1.4.	Dimensionierung des Antriebs, Anfahr- und Bremsvorgang	77
1.3.4.1.	Einteilung der Widerstände	34	1.5.1.4.1.	Leistungsbedarf an der Antriebstrommel (Antriebstrommeln)	77
1.3.4.2.	Gurtberechnung	34	1.5.1.4.2.	Lage und Anzahl der Antriebsstationen, Größe und Anzahl der Antriebsmotoren	78
1.3.4.3.	Widerstand aus der Zapfenreibung der Umlenktrommeln und Umlenkrollen	35	1.5.1.4.3.	Anlauf- und Bremsvorgang	78
1.3.4.4.	Umlenkwiderrstand der Ketten	35	1.5.1.4.3.1.	Anlauf	78
1.4.	Bandförderer – Gurtförderer, Konstruktion und Einsatz	36	1.5.1.4.3.2.	Bremsen	78
1.4.1.	Allgemeine Grundlagen	36	1.5.1.5.	Bestimmung der Gurtkräfte, Dimensionierung der Spanneinrichtung	79
1.4.1.1.	Einführung	36	1.5.1.5.1.	Mindestgurtkraft zur Gewährleistung der Übertragungsfähigkeit der Antriebstrommeln	79
1.4.1.2.	Einteilung	36	1.5.1.5.2.	Mindestgurtkräfte und maximale Tragrollenabstände zur Begrenzung des Gurtdurchhanges	80
1.4.1.3.	Vor- und Nachteile gegenüber anderen Stetigförderern	37	1.5.1.5.3.	Gurtdruckverlauf	80
1.4.2.	Konstruktion eines ortsfesten Gurtförderers	37	1.5.1.5.4.	Spannweg	80
			1.5.1.6.	Dimensionierung des Gurtes	80
			1.5.1.7.	Mindesttrommeldurchmesser	80

1.5.1.8.	Übergangsbögen, Aus- und Einmullungsstrecken	80	1.5.7.2.2.	Leistungsaufteilung bei Zweitrommelantrieben nach Mašin [1.159]	124
1.5.1.9.	Zu Vereinfachungen für eine einfache Linienführung	81	1.5.7.2.3.	Lastverteilung auch in komplizierten Fällen	125
1.5.2.	Erläuterungen und Ergänzungen zur Berechnungsvorschrift	81	1.5.7.2.4.	Berechnungsbeispiel	130
1.5.2.1.	Gutdurchsatz eines längsverfahrbaren, reversierbaren Gurtförderers	81	1.5.7.3.	Treibgurtantrieb	131
1.5.2.2.	Erforderliche Spannkraft im Vollastbeharrungszustand bei verschiedenen Anordnungen	82	1.5.8.	Automatisiertes Entwurfssystem für Gurtförderer	132
1.5.2.3.	Quasistatische Berücksichtigung der Beschleunigungswiderstände beim Anfahren	84	1.5.8.1.	Handhabung und Inhalt des AKV-Programms	132
1.5.2.4.	Ermittlung der Anlaufzeit und des Bremsmoments bei Förderern mit einer konstanten Steigung	85	1.5.8.2.	Erfahrungen aus der Anwendung	133
1.5.2.5.	Berechnungsmethode für beliebige Linienführung	86	1.5.9.	Kombinatorische Optimierung von Variantenkonstruktionen	133
1.5.2.6.	Einfluß der veränderlichen Spannkraft auf die Gurtzüge	89	1.5.9.1.	Aufgabenstellung	133
1.5.2.7.	Grundlagen der Berechnung der Bandstraßenübergangsbögen	92	1.5.9.2.	Kombinatorische Optimierung am Beispiel Gurtförderer	133
1.5.3.	Belastung und Form der Tragrollenstationen	94	1.5.9.3.	Berechnungsbeispiel	136
1.5.3.1.	Einfluß der Querverformung des Förderguts auf die Belastung der dreiteiligen Tragrollenstationen	94	1.6.	Weitere Stetigförderer mit endlosem Zugmittel	136
1.5.3.2.	Gelenkige Tragrollenstationen	97	1.6.1.	Allgemeine Angaben über Kettenförderer	136
1.5.3.2.1.	Dreiteilige Tragrollenstationen	97	1.6.2.	Gliederbandförderer	136
1.5.3.2.2.	Fünfteilige Tragrollenstationen	98	1.6.2.1.	Allgemeines und Konstruktion	136
1.5.4.	Einzelwiderstände und Globalwiderstand	100	1.6.2.2.	Volumendurchsatz der Gliederbandförderer für Schüttgut in Anlehnung an TGL 20-353006	141
1.5.4.1.	Reibwiderstand der Tragrollen	100	1.6.2.3.	Motorleistung und größte Kettenkräfte in Anlehnung an TGL 20-353006	142
1.5.4.2.	Eindrückwiderstand	101	1.6.3.	Becher- und Taschenförderer	144
1.5.4.3.	Verformungswiderstand des Gurtes und des Fördergutes	103	1.6.3.1.	Allgemeine Bemerkungen	144
1.5.4.3.1.	Verformungswiderstand eines Gurtes	103	1.6.3.2.	Konstruktion der Becherförderer	144
1.5.4.3.2.	Verformungswiderstand des Förderguts	104	1.6.3.2.1.	Becherförderer mit bodenlosen Bechern	147
1.5.4.4.	Gegenüberstellung der Forschungsergebnisse über den Hauptwiderstand	106	1.6.3.3.	Füllungs- und Entleerungsvorgang der Becher	147
1.5.4.5.	Biege- und Torsionswiderstand des Gurtes	107	1.6.3.4.	Forschungsergebnisse über Becherentleerung der Schwerkraftbecherförderer	150
1.5.4.6.	Globalwiderstand	108	1.6.3.5.	Steigerung der Leistungsfähigkeit von Becherförderern, Forschungsergebnisse zur Fliehkraftentleerung	151
1.5.5.	Gutaufgabe und Übergabe	109	1.6.3.6.	Schöpfwiderstand	154
1.5.5.1.	Grundlagen	109	1.6.3.7.	Berechnung	156
1.5.5.2.	Untersuchungen über Gutaufgabe	112	1.6.3.8.	Pendelbecherförderer	157
1.5.5.3.	Untersuchungen über Abwurf des Förderguts	113	1.6.3.9.	Taschenförderer	158
1.5.5.4.	Abstreicher	115	1.6.4.	Kreisförderer	158
1.5.5.5.	Abwurfwagen	116	1.6.4.1.	Allgemeines über Kreisförderer	158
1.5.6.	Anlauf und Geschwindigkeiten	117	1.6.4.2.	Gemeinsame konstruktive Merkmale der Kettenkreisförderer	160
1.5.6.1.	Kraftmessungen beim Anfahren, automatische Spanneinrichtungen	117	1.6.4.3.	Konstruktionen und Einsatz einbahni-ger Kreisförderer	162
1.5.6.2.	Fortpflanzungsgeschwindigkeit	119	1.6.4.4.	Konstruktion und Einsatz der Doppelbahnkreisförderer	167
1.5.6.3.	Weitere Forschungsergebnisse über den Anlauf	120	1.6.4.5.	Projektierung und Anwendungsbeispiele der Kreisförderer	173
1.5.6.3.1.	Anlaufhilfen	120	1.6.4.6.	Automatisierung bei Kreisförderern	174
1.5.6.3.2.	Zu Untersuchungen und Lösungen des Anlaufs und des Stillsetzens	121	1.6.4.7.	Berechnung der Kreisförderer	185
1.5.6.4.	Mögliche Erhöhung der Gurtgeschwindigkeit	122	1.6.4.7.1.	Einführung in die Berechnung	187
1.5.7.	Antrieb	123	1.6.4.7.2.	Übersicht der Widerstände	189
1.5.7.1.	Reibungszahlen zwischen Antriebs-trommel und Gummigurt	123	1.6.4.7.3.	Bemerkungen zur Berechnung und Näherungsverfahren	192
1.5.7.2.	Mehrtrommelantriebe	123	1.6.5.	Senkrechtförderer für Stückgut	193
1.5.7.2.1.	Allgemeine Angaben, Vor- und Nachteile	123	1.6.6.	Weitere Kettenförderer für Stückgut	195
			1.6.6.1.	Wandertische	195
			1.6.6.2.	Tragkettenförderer	197
			1.6.6.3.	Schleppkettenförderer und Wagenumläufe	197
			1.6.7.	Stegkettenförderer	202
			1.6.7.1.	Allgemeines	202

1.6.7.2.	Doppel- und Dreikettenförderer für den Untertagebetrieb	202	2.	Strömungsförderer	276
1.6.7.3.	Sonderkonstruktionen der Stegkettenförderer	203	2.1.	Allgemeine Grundlagen	276
1.6.7.4.	Berechnung eines Stegkettenförderers	205	2.1.1.	Einführung	276
1.6.8.	Trogkettenförderer	206	2.1.2.	Einteilung und prinzipieller Aufbau	276
1.6.8.1.	Allgemeines	206	2.1.3.	Vor- und Nachteile gegenüber mechanischen Förderern	279
1.6.8.2.	Konstruktion	207	2.2.	Gemeinsame Bauteile und ihre Berechnung	280
1.6.8.3.	Berechnung der Höhe des Fördergutstroms	209	2.2.1.	Förderrohre, -rinnen und Einbauten	280
1.6.8.4.	Obere Begrenzung der Mitnehmerteilung	210	2.2.1.1.	Hauptaufgaben und Aufbau	280
1.6.8.5.	Berechnung der Trogkettenförderer in der Praxis	212	2.2.1.2.	Erforderliche Querschnittsfläche der Rohre und Rinnen	281
1.6.8.6.	Forschungsergebnisse über vertikale Trogkettenförderer	214	2.2.1.3.	Rohrkrümmer und andere Umlenkerichtungen	283
1.6.9.	Stetigförderer für Personenbeförderung	214	2.2.1.4.	Absperrorgane	285
1.6.9.1.	Fahrtreppen	215	2.2.1.5.	Zielsteuereinrichtungen	285
1.6.9.2.	Fahrsteige	217	2.2.2.	Fördergutzuführungseinrichtungen	287
1.6.9.3.	Umlaufaufzüge (Paternoster)	217	2.2.2.1.	Aufgaben und Gliederung	287
1.7.	Stetigförderer ohne Zugmittel	218	2.2.2.2.	Saugeinrichtungen	287
1.7.1.	Schneckenförderer	218	2.2.2.3.	Schleusen	288
1.7.1.1.	Allgemeines	218	2.2.3.	Fördergutabscheideeinrichtungen	297
1.7.1.2.	Konstruktion eines waagerechten Schneckenförderers	219	2.2.4.	Antriebsaggregat	298
1.7.1.3.	Forschungsergebnisse über waagerechte Schneckenförderer	220	2.3.	Bauarten der Strömungsförderer	299
1.7.1.4.	Praktische Berechnungen	223	2.3.1.	Pneumatische Schüttgutrohrförderung mit Lüfterantrieb	299
1.7.1.5.	Senkrechte Schneckenförderer	223	2.3.2.	Pneumatische Schüttgutrohrförderung mit Gebläseantrieb	302
1.7.2.	Schwingförderer	226	2.3.3.	Pneumatische Schüttgutrohrförderung mit Verdichterantrieb	304
1.7.2.1.	Überblick	226	2.3.4.	Pneumatische Stückgutförderung	305
1.7.2.2.	Gleitprinzip	227	2.3.5.	Pneumatische Schüttgutrinnen	305
1.7.2.2.1.	Fördergeschwindigkeit und Antriebsleistung	227	2.3.6.	Luftkissen-Stückgutrinnen	305
1.7.2.2.2.	Einsatz und Konstruktion	229	2.3.7.	Hydraulische Schüttgutpumpenförderung	306
1.7.2.3.	Wurfprinzip	230	2.3.8.	Hydraulische Schüttgutschleusenförderung	310
1.7.2.3.1.	Grundsätzlicher Aufbau und Klassifizierung der nach dem Wurfprinzip arbeitenden Schwingförderer	230	2.3.9.	Hydraulischer Behältertransport	311
1.7.2.3.2.	Fördergeschwindigkeit und Antriebsleistung	231	2.3.10.	Schwemmrinnen	311
1.7.2.3.3.	Dynamische Berechnung der Schwingförderer	239	2.3.11.	Schwimmtransport von Stückgut	311
1.7.2.3.4.	Konstruktion	246	2.4.	Theoretische Grundlagen der Strömungsförderung	311
1.7.2.3.5.	Wendelschwingförderer zur Senkrechtförderung	249	2.4.1.	Bewegungsformen der Fördergemische	311
1.7.2.3.6.	Einsatz	251	2.4.1.1.	Bewegungsformen des Feststoffs	311
1.7.2.3.7.	Berechnungsbeispiel	254	2.4.1.2.	Geschwindigkeitsprofile der Strömungsmittel und Gemische	313
1.7.3.	Rollförderer	255	2.4.2.	Bewegungswiderstand der Strömungsmittel und der homogenen Suspensionen	314
1.7.3.1.	Konstruktion und Einsatz	255	2.4.2.1.	Schubspannungen	314
1.7.3.2.	Berechnung einer Schwerkraftrollenbahn	262	2.4.2.2.	Reibungsbeiwerte	315
1.7.4.	Schubstangen-Förderer	265	2.4.2.3.	Abhängigkeit zwischen Durchsatz, Druck und Ortshöhe	316
1.8.	Kontinuierlich arbeitende Lader	265	2.4.2.4.	Fließverhalten von Wirbelschichten	318
1.8.1.	Allgemeine Angaben	265	2.4.3.	Bewegungswiderstände umströmter Einzelkörper und heterogener Suspensionen	320
1.8.2.	Beispiele für Konstruktionen	268	2.4.3.1.	Allgemeines Zustandsdiagramm	320
1.9.	Zusammengesetzte Förderanlagen für Schüttgut	268	2.4.3.2.	Einzelkörper im Steigstrom	321
1.9.1.	Allgemeines	268	2.4.3.3.	Gutwolke im Förderrohr (Flugförderung)	324
1.9.2.	Fördergeräte auf einem Schüttgutlagerplatz	269	2.4.4.	Bewegungswiderstände gleitender Gut-schichten und Stückgüter	330
1.9.3.	Allgemeines über Bekohlungsanlagen	271	2.4.4.1.	Gutstrang oder -pfropfen	330
1.9.4.	Beispiel einer ausgeführten Bekohlungsanlage	272	2.4.4.2.	Gutballen	331
			2.4.4.3.	Gutsträhnen	332
			2.5.	Berechnung	333

2.5.1.	Berechnungsvorgaben	333	4.3.2.1.	Allgemeine Angaben	370
2.5.2.	Berechnungsannahmen	333	4.3.2.2.	Seilzugkräfte bei Einseilschwebbahnen	370
2.5.2.1.	Wahl der Gemischzusammensetzung	333	4.3.2.3.	Seilzugkräfte bei Schleppliften (mit Zahlenbeispiel)	372
2.5.2.2.	Strömungsgeschwindigkeit und Rinnengefälle	335	4.3.3.	Durchhangsparabeln (Lastwegkurven)	374
2.5.3.	Rechengang und Beispiele	337	4.3.4.	Stützenknickwinkel des Förderseils und Stützenbelastung	376
3.	Hilfseinrichtungen	339	5.	Stahlkonstruktionen der Seilschwebbahnen	377
3.1.	Bunker, Silos	339	5.1.	Einführung	377
3.2.	Bunkerverschlüsse	341	5.2.	Arten der Stahlkonstruktion	377
3.3.	Forschungsergebnisse über Bunkerentleerung und Bunkerdrücke	343	5.3.	Stützen	377
3.4.	Aufgeber	346	5.3.1.	Formen auf Grund ihrer Funktion	377
3.4.1.	Konstruktion	346	5.3.2.	Äußere Kräfte	379
3.4.2.	Volumendurchsatz eines Telleraufgebers und eines Bunkerentleerungswagens	351	5.3.3.	Berechnung	382
3.5.	Rutschen	354	5.3.4.	Konstruktive Gestaltung	383
3.6.	Elektromagnetische Eisenausscheidung	357	5.4.	Schutzbauten	383
4.	Personen-Einseilbahnen	358	5.4.1.	Gliederung der Schutzbauten	383
4.1.	Einteilung der Seilbahnen und allgemeine Angaben	358	5.4.2.	Äußere Kräfte	384
4.2.	Konstruktion	359	5.4.2.1.	Schutzbrücken	384
4.2.1.	Gemeinsame Merkmale und Baugruppen	359	5.4.2.2.	Schutznetze	384
4.2.1.1.	Gesamtanordnung	359	5.4.3.	Berechnung	384
4.2.1.2.	Gemeinsame Bauteile und Baugruppen	359	5.4.4.	Konstruktive Gestaltung	385
4.2.2.	Schlepplifte	361	6.	Berechnungsbeispiele	386
4.2.2.1.	Übliche Konstruktionen	361	6.1.	Berechnung eines Gurtförderers	386
4.2.2.2.	Konstruktion mit lösbaren Schleppehängen	363	6.2.	Berechnung eines Kastenbands	393
4.2.3.	Sesselbahnen	364	6.3.	Berechnung eines Kreisförderers	394
4.2.3.1.	Gemeinsame Baugruppen	364	6.4.	Berechnung eines pneumatischen Schüttgutrohrförderers (Sauganlage)	397
4.2.3.2.	Besonderheiten bei Sesselbahnen mit festen Seilklemmen	365	6.5.	Berechnung einer hydraulischen Förderanlage	402
4.2.3.3.	Besonderheiten der kuppelbaren Sesselbahnen	368	Symbolverzeichnis	407	
4.2.4.	Bemerkungen zu Kleinkabinenbahnen (Gondelbahnen)	369	Standardverzeichnis	410	
4.3.	Berechnung	369	Literaturverzeichnis	412	
4.3.1.	Durchsatz	369	Sachwörterverzeichnis	420	
4.3.2.	Größte Seilzugkraft und Bemessung des Förderseils	370			