

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Einführung in die bodenphysikalischen Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1	Aufgabenstellung und Zuordnung zu speziellen Fachgebieten	3
2.2	Geologische Grundlagen	3
2.3	Bodenphysikalische Grundwerte	5
2.3.1	Phasenzusammensetzung	5
2.3.2	Masse, Volumen	5
2.3.3	Hohlraumgehalt	5
2.3.4	Dichte	6
2.3.5	Wassergehalt	6
2.4	Eigenschaften, Kennwerte und Klassifizierung von Festgestein und Festgebirge	6
2.4.1	Trennflächengefüge	7
2.4.1.1	Klüfte pro Länge	7
2.4.1.2	Klüfte pro Volumen	7
2.4.1.3	Rock Quality Destignation ( <i>RQD</i> -Index)	7
2.4.2	Festigkeit, Verformungsverhalten	7
2.4.2.1	Punkt-Last-Index (Point Load Strength)	9
2.4.3	Wasserdurchlässigkeit	10
2.4.4	Klassifizierung von Festgestein und Festgebirge	10
2.4.4.1	<i>RQD</i> -Index	10
2.4.4.2	Rock Mass Rating ( <i>RMR</i> )	10
2.4.4.3	Rock Structure Rating ( <i>RSR</i> )	10
2.4.4.4	Rock Mass Quality ( <i>Q</i> )	10
2.5	Eigenschaften, Kennwerte und Klassifizierung von Lockergestein	13
2.5.1	Kornform und Korngrößenverteilung	13
2.5.2	Kalkgehalt, organische und andere Beimengungen	14
2.5.3	Lagerungsdichte	14
2.5.4	Zustandsform, Konsistenzgrenzen	15
2.5.5	Festigkeiten, Verformungsverhalten	15
2.5.6	Klassifizierung von Lockergestein	17
2.6	Grundlagen des Gewinnungsprozesses von Locker- und Festgestein	19
2.6.1	Wirkprinzipie	20
2.6.2	Schnittprozeß	20
2.6.3	Spezifische Kenngrößen	23
2.6.4	Eigenschaften, Kennwerte und Charakterisierung des Systems Erdstoff-Werkzeug	25
2.6.4.1	Beanspruchungsbedingungen	25
2.6.4.2	Erdstofffestigkeit	26
2.6.4.3	Reibung Erdstoff-Stahl	27
2.6.5	Zeitverhalten der Belastung	27
2.6.6	Gewinnungsfestigkeit von Erdstoffen im Vorschriftenwerk	29
<b>3</b>	<b>Technische Grundlagen</b>	<b>31</b>
3.1	Antriebe	31
3.1.1	Antriebskonzepte	31
3.1.2	Antriebsquelle Dieselmotor	32
3.1.2.1	Betriebsverhalten	33
3.1.2.2	Bauarten	35
3.1.3	Leistungsübertragung	38
3.1.3.1	Mechanische Leistungsübertragung	38
3.1.3.2	Hydrodynamische und mechanische Leistungsübertragung	41
3.1.3.3	Hydrostatische und mechanische Leistungsübertragung	46
3.1.4	Hydrostatisches Getriebe	50
3.1.4.1	Projektierungshinweise	51
3.1.4.2	Volumenstromteilung	53
3.1.4.3	Förderstrombedarfsanpassung	54
3.1.4.4	Grenzlastregelungen (Druck, Leistung)	58
3.1.4.5	Elektronik	62
3.1.4.6	Spezielle Hydraulikkomponeten	65

3.1.5	Geräuschemission .....	66
3.1.5.1	Grenzwerte und Meßverfahren .....	66
3.1.5.2	Geräuschquellenanalyse .....	67
3.2	Kraft- und Schmierstoffe .....	69
3.2.1	Kraftstoffe .....	69
3.2.2	Schmierstoffe .....	69
3.3	Schwerpunktlage und Kippsicherheit .....	73
3.3.1	Maschinenschwerpunkt und Lastverteilung .....	73
3.3.2	Standsicherheit .....	76
3.4	Grab- und Ladewerkzeuge .....	78
3.4.1	Bauarten und konstruktive Merkmale .....	78
3.4.2	Werkstoffe und Verschleiß .....	82
3.4.2.1	Werkstoffe für Werkzeuge .....	83
3.4.2.2	Werkzeugverschleiß .....	83
3.4.3	Werkzeuggestaltung für Eingefäßbagger und Lademaschinen .....	86
3.5	Grab- und Schnittkräfte .....	89
3.5.1	Gewinnungsvorgang .....	89
3.5.2	Grabvorgang und Spanbildung .....	90
3.5.3	Berechnungsansätze für Grabkräfte .....	91
3.5.3.1	Statische Ansätze .....	91
3.5.3.2	Zeitabhängige Ansätze .....	93
3.5.3.3	Spezifische Grabkraft .....	94
3.5.3.4	Spezifische Schnittkraft .....	97
3.5.3.5	Schnittvorgang als Zufallsprozeß .....	99
3.5.4	Grabkraftmodell .....	103
3.5.5	Gemessene Grabkräfte am Eingefäßbagger .....	106
3.5.6	Grabkraftmodell für Planierschilde und Schürfkübel .....	109
3.6	Fahrwerke .....	112
3.6.1	Fahrwiderstand .....	112
3.6.1.1	Luftbereifte Radfahrwerke .....	112
3.6.1.2	Kettenfahrwerke .....	114
3.6.2	Radfahrwerke, EM-Reifen .....	115
3.6.3	Raupenfahrwerke .....	121
3.6.3.1	Raupenkettensysteme und Kettentriebe .....	121
3.6.3.2	Kettenlaufwerke .....	124
3.6.3.3	Konstruktionen von Raupenfahrwerken .....	129
3.6.4	Lenkungen .....	131
3.6.4.1	Bauarten und Eigenschaften von Lenkanlagen .....	131
3.6.4.2	Vergleich von Lenkanlagen .....	138
3.6.4.3	Konstruktionen von Lenkanlagen .....	138
3.7	Sicherheitshinweise und Vorschriften für Erdbaumaschinen .....	146
3.7.1	Verkehrsrechtliche Vorschriften .....	147
3.7.2	Sicherheitsvorschriften für Bau und Betrieb .....	147
3.7.3	Hinweise zur sicherheitstechnischen Gestaltung .....	147
<b>4</b>	<b>Bagger und Lademaschinen .....</b>	<b>151</b>
4.1	Übersicht, Gliederung und Anwendung, Entwicklungstendenzen .....	151
4.2	Eingefäßbagger .....	153
4.2.1	Aufbau, Funktions- und Arbeitsweise .....	153
4.2.1.1	Seilbagger .....	153
4.2.1.2	Hydraulikbagger .....	158
4.2.1.3	Spezialmaschinen .....	174
4.2.2	Antriebe .....	176
4.2.2.1	Antriebskonzepte .....	176
4.2.2.2	Fahrwerksantriebe .....	182
4.2.2.3	Drehwerksantriebe .....	189
4.2.2.4	Antriebe der Arbeitsausrüstung .....	194
4.3	Flachbagger .....	197
4.3.1	Aufbau, Funktions- und Arbeitsweise .....	197
4.3.1.1	Planiermaschinen .....	198
4.3.1.2	Schürfkübelmaschinen .....	199
4.3.1.3	Erdhobel .....	200
4.3.2	Arbeitsausrüstungen, Arbeitsbedingungen .....	203
4.4	Mehrgefäßbagger .....	208

4.4.1	Technischer Überblick .....	210
4.4.1.1	Schaufelradbagger .....	210
4.4.1.2	Eimerkettenbagger .....	216
4.4.1.3	Continuous Surface Miner .....	218
4.5	Schaufellader .....	222
4.5.1	Aufbau, Funktions- und Arbeitsweise .....	222
4.5.2	Antriebe .....	226
4.5.2.1	Fahrwerksantriebe und Lenkungen .....	227
4.5.2.2	Antriebe der Arbeitsausrüstung .....	234
4.5.3	Arbeitsausrüstungen, Rahmen, Bedienelemente .....	236
4.5.4	Laststabilisatoren .....	239
<b>5</b>	<b>Maschinen für Transport und Verkipfung .....</b>	<b>243</b>
5.1	Übersicht, Gliederung und Anwendung .....	243
5.1.1	Entwicklungstendenzen .....	243
5.1.2	Übersicht und Einsatzbedingungen der Transportsysteme .....	243
5.1.3	Direktförderung .....	244
5.1.3.1	Abraumförderbrücke .....	244
5.1.3.2	Direktversturzkomination .....	246
5.1.3.3	Direktförderung mit Eingefäßbagger .....	248
5.1.3.4	Direktversturz mit Kabelkran, Seilschwebebahn .....	250
5.1.3.5	Schräggabbau .....	250
5.1.4	Strossenförderung .....	251
5.1.4.1	Bandförderung .....	251
5.1.4.2	Zugförderung .....	254
5.1.4.3	Verkipfung des Abraums .....	254
5.1.5	LKW- und Schwerlastkipper-Förderung .....	257
5.1.6	Kombinierte Förderung .....	258
5.1.6.1	SLKW-Bandförderung .....	258
5.1.6.2	SLKW-, Band- und Zugförderung sowie Schiffstransport .....	258
5.1.6.3	Band- und Zugförderung .....	259
5.1.6.4	Zug- und Bandförderung .....	259
5.1.7	Fördersysteme für kleine Tagebaue und sonstige Erdarbeiten .....	260
5.1.8	Transport mit Flachbagger .....	261
5.2	Fördervolumen, Energieeinsparung, Lärmemission und Hinweise zum Bau der Maschinen .....	261
5.2.1	Volumenstrom des Fördersystems .....	261
5.2.1.1	Effektives Fördervolumen des Baggers .....	261
5.2.1.2	Theoretisches Fördervolumen des Baggers .....	263
5.2.1.3	Fördervolumen des kontinuierlich arbeitenden Transport- und Verkipfungssystems .....	264
5.2.1.4	Gurtbreite des Gurtförderers .....	266
5.2.1.5	Einfluß des Fördergutes auf die Gurtbreite .....	266
5.2.1.6	Diskontinuierlich arbeitende Transportsysteme .....	270
5.2.2	Energieeinsparung .....	270
5.2.2.1	Energieverbrauch im Tagebau in Abhängigkeit von eingesetzten Transportsystemen .....	270
5.2.2.2	Energiebedarf eines Gewinnungs-, Transport- und Verkipfungssystems .....	271
5.2.2.3	Energiebedarf einer Maschine .....	274
5.2.3	Maschinenlärm .....	276
5.2.3.1	Allgemeine Betrachtung .....	276
5.2.3.2	Möglichkeiten und Wirksamkeit technischer Schallschutzmaßnahmen .....	276
5.2.4	Generelle Hinweise zur Projektierung, Konstruktion und Bau der Maschinen .....	278
5.3	Abraumförderbrücken .....	279
5.3.1	Allgemeine Angaben .....	279
5.3.2	Konstruktive Ausführung .....	279
5.3.2.1	Konstruktive Entwicklung .....	279
5.3.2.2	Typisierung der AFB .....	279
5.3.2.3	Konstruktion der AFB .....	280
5.3.3	Anschluß der Bagger .....	282
5.3.4	Fördergutfluß und Gurtförderer .....	283
5.3.5	Fahrwerk .....	284
5.3.6	Sicherheitseinrichtungen .....	285
5.4	Direktversturzkominationen .....	285
5.4.1	Einführung .....	285
5.4.2	Ausführungsformen der Direktversturzkominationen .....	285
5.4.2.1	Gestaltung der Grundmaschinen des Schaufelradbaggers und Absetzers .....	285
5.4.2.2	Gestaltung des Verbindungsteils .....	286

5.4.3	Spezielle Ausführungsformen .....	290
5.4.3.1	Einführung .....	290
5.4.3.2	Einschränkung des Schwenkbereichs .....	290
5.4.3.3	Sonstige Ausführungsformen .....	291
5.4.4	Kleine DV-Kombinationen .....	291
5.4.5	Typenreihe und spezielle Bauteile der DVK .....	292
5.5	Gurtförderer .....	292
5.5.1	Allgemeine Grundlagen .....	292
5.5.1.1	Einführung .....	292
5.5.1.2	Vor- und Nachteile gegenüber anderen Stetigförderern .....	292
5.5.2	Gestaltung der Gurtförderer .....	293
5.5.2.1	Ausführungsformen .....	293
5.5.2.2	Antriebsarten für Gurtförderer .....	293
5.5.2.3	Anordnung der Antriebseinheiten .....	293
5.5.3	Bewegungswiderstand des Gurtförderers nach DIN 22101 .....	294
5.5.3.1	Bewegungswiderstand bei einfacher Streckenführung .....	294
5.5.3.2	Bewegungswiderstand bei beliebiger Streckenführung .....	296
5.5.4	Hauptwiderstand auf der Basis der Einzelwiderstände .....	297
5.5.4.1	Einführung .....	297
5.5.4.2	Tragrollenlaufwiderstand $F_R$ .....	297
5.5.4.3	Walkwiderstand $F_W$ .....	298
5.5.4.4	Berechnungsfunktion für $F_{E0}$ und $F_{Eu}$ .....	300
5.5.4.5	Einfluß des Fördergutes auf den Eindrückrollwiderstand .....	301
5.5.4.6	Berechnungsfunktionen für $F_{SB}$ und $F_F$ .....	304
5.5.4.7	Angaben zur Größe der Faktoren $c_2, c_3, c_T, c_{Ag}, c_\lambda$ .....	305
5.5.4.8	Berechnung des Hauptwiderstands des Gurtförderers .....	307
5.5.4.9	Zusammenfassung .....	307
5.5.5	Auslegung des Antriebssystems .....	308
5.5.5.1	Übertragung der Kräfte und Arten der Spannvorrichtungen .....	308
5.5.5.2	Kräfteverlauf und Größe der Vorspannung .....	309
5.5.5.3	Gurtförderer mit beliebigem Streckenprofil .....	309
5.5.5.4	Geometrische Verformung und Durchhang des Fördergutes .....	310
5.5.6	Baugruppen des Gurtförderers .....	312
5.5.6.1	Antriebsaggregat .....	312
5.5.6.2	Verbindung zwischen Getriebe und Antriebstrommel .....	312
5.5.6.3	Trommeln, Trommelbeläge und Lager .....	313
5.5.6.4	Antriebs-, Umlenkstation und Spannvorrichtung .....	315
5.5.6.5	Bandgerüste .....	317
5.5.6.6	Auf- und Übergabe des Fördergutes an rückbaren Gurtförderern .....	318
5.5.6.7	Tragrollenstation .....	321
5.5.6.8	Fördergurt .....	325
5.5.6.9	Reinigungseinrichtungen und Gurtwendung .....	326
5.5.6.10	Verteilung bzw. Teilung des Fördergutstromes .....	328
5.5.6.11	Fördergutauf- bzw. Fördergutübergabe .....	330
5.5.6.12	Gurtförderer mit Horizontalkurven .....	335
5.5.6.13	Lenkeinrichtungen für den Fördergurt .....	337
5.5.6.14	Steuerung und Verriegelung der Gurtförderer .....	338
5.6	Absetzer .....	338
5.6.1	Anforderungen an den Absetzer und Gliederung .....	338
5.6.2	Ausführungsformen der Bandabsetzer .....	338
5.6.2.1	Funktionseinheit Abwurfwagen und Bandabsetzer .....	338
5.6.2.2	Ausführung und Vergleich der Ausführungsformen .....	339
5.6.3	Einfluß der Parameter auf die Masse .....	341
5.6.4	Baugruppen der Bandabsetzer .....	342
5.6.5	Schwingungsverhalten .....	349
5.6.6	Sicherheitseinrichtungen .....	349
5.7	Schwerlastkraftwagen (SLKW) .....	349
5.7.1	Einführung .....	349
5.7.2	Ausführungsformen .....	349
5.7.3	Baugruppen des SLKW .....	351
5.7.4	Fahrwiderstand .....	353
5.7.5	Fördervolumen .....	353
5.7.5.1	Berechnung des Fördervolumens .....	353
5.7.5.2	Dauer des Transportzyklus .....	354

<b>6</b>	<b>Transportsysteme für Festgesteinstagebau</b>	357
6.1	Einführung	357
6.2	Transportsystem	357
6.2.1	Ausführungsformen	357
6.2.2	Vor- und Nachteile der Fördersysteme	357
6.3	Brechanlagen	358
6.3.1	Untergliederung der Brechanlagen	358
6.3.2	Aufbau einer ortsveränderlichen Brechanlage	359
6.3.3	Einsatzschema	361
6.4	Gurtförderer für den Festgesteinstagebau und spezielle Gestaltung der Baugruppen	361
6.4.1	Volumenstrom	361
6.4.2	Spezielle Gestaltung von Baugruppen	361
<b>7</b>	<b>Bandwagen und Hilfsgeräte</b>	363
7.1	Bandwagen	363
7.1.1	Einsatzbereich	363
7.1.2	Bauformen und Ausführung der Baugruppen	363
7.1.3	Verhältnis der Auslegerlängen	366
7.1.4	Einfluß der Parameter auf die Masse	366
7.2	Transportraupen	367
7.2.1	Einführung und Arbeitsweise	367
7.2.2	Gestaltung der Transportraupe	368
7.2.3	Konstruktive Ausführung der Bauteile	368
7.3	Rückeinrichtung	369
7.3.1	Einleitung	369
7.3.2	Rückfahrzeug mit Rückkopf	369
7.3.3	Kräfte beim gleislosen, deformierenden Rücken von Bandanlagen	370
7.3.4	Zusammenfassung der Gleichungen und Gegenüberstellung mit Meßwerten	371
<b>8</b>	<b>Technische Regeln</b>	373
	<b>Literaturverzeichnis</b>	379
	<b>Sachwortverzeichnis</b>	403