

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Danksagung	V
1 Warum Schubböden?	1
1.1 Persönliches Vorwort: Abfall-Förderung	1
1.2 Begriffliche Klärung: Schubboden	2
1.3 Wie funktioniert ein Schubboden?	3
1.4 Ideale Lösung für die Landwirtschaft	4
Teil I: LKW-Entladungstechnik	5
2 Pflichtenheft der LKW-Entladungstechnik	5
2.1 Grob- oder feinkörnig?	6
2.2 Leicht oder schwer?	7
2.3 Feucht/dreckig oder trocken/sauber?	7
2.4 Schnell?	8
2.5 Zuverlässig?	8
2.6 Mobil oder stationär?	8
3 LKW-Schubböden	9
3.1 Risiken der Markteinführung	9
3.2 Eignung nach Pflichtenheft	10
3.3 Grenzwerte der Maschinenauslegung	12
4 Alternativen zu LKW-Schubböden	13
4.1 Band-, Kratz- und Kettengurtförderer	13
4.2 Horizontalverdichter	15
4.3 Vertikalzylinder/Kipper	16
4.4 Container-Transporter	17
4.5 Paletten-Fördereinheit	18
Teil II: Eigenschaften der Schubboden-Technik	19
5 Funktionaler Aufbau eines Schubbodens	19
5.1 Funktionsaufbau des Schubbodens	19
5.2 Schubbohlen	21
5.3 Dichtungssystem	23
5.4 Zylindergruppe	25
5.5 Kraftübertragungstraverse	26
5.6 Rahmenkonstruktion und Querträger	27
5.7 Längsträger und Unterbau	28
5.8 Verstärkung des Unterbaus	29
5.9 Gleitelemente	30
5.10 Unbewegter Nebenraum	31
5.11 Seitenwände	32
5.12 Rückraum	33
5.13 Auslassbereich	34

6	Belastung, Punkt-, Längs- und Querlast	35
6.1	Belastungsfall der Bohlen	35
6.2	Punktlast	35
6.3	Längslast	38
6.4	Querlast	40
7	Krafteinführung	41
7.1	Krafteinführung in mobilen Anwendungen	41
7.2	Krafteinführungsarten in stationären Anwendungen	43
7.3	Krafteinführungsorte in stationären Anwendungen	45
8	Flächen-/Streckenlast, Zug-/Druckkräfte	46
8.1	Masse	46
8.2	Flächenlast	46
8.3	Streckenlast	47
8.4	Zug- und Druckkräfte des gesamten Schubbodens	47
8.5	Zug- und Druckkräfte einer einzelnen Bohle	47
8.6	Zug- und Druckkräfte in einem Hydraulikzylinder	48
8.7	Hydraulische Kraft	49
8.8	Kraft der Vorwärts- und Rückwärtsbewegung	50
8.9	Wahl des Hydraulikzylinders	51
9	Fördergeschwindigkeit und -steuerung	52
9.1	Minimale Zykluszeit bei Maximalgeschwindigkeit	52
9.2	Einstellung des Durchsatzes	53
9.3	Produktbewegung	53
9.4	Förderbewegungssteuerung	53
9.5	Richtungsumkehr	55
10	Bohlenbreite, Korngröße, Selbstreinigung	56
10.1	Bohlenbreite und Korngröße	56
10.2	Korngröße, Selbstreinigungseffekt und Reinigungshilfe	58
11	Unzureichende oder fehlende Dichtung	60
11.1	Durchsatz und Druckabfall an definierten Öffnungen	60
11.2	Drainage und Sieb für Feinstoffe	61
11.3	Schubboden-Trockner	62
12	Produktkräfte am Schubboden	64
12.1	Haft-, Reib- und Scherkräfte in Fördereinrichtungen	64
12.2	Produkttyp und Produkthaufen	65
12.3	Gleitreibung bei horizontaler Vorwärtsbewegung	66
12.4	Gleitreibung bei horizontaler Rückwärtsbewegung	68
12.5	Scherkräfte in Übergangsbereichen	70
12.6	Scherkräfte bei partieller Bewegung	71
12.7	Reibungskräfte bei Steigung	72
12.8	Reibungskräfte bei Maschinenneigung mit Förderhilfe	74
12.9	Reibungskräfte bei negativer Neigung	75
13	Sektorielle/modulare Bewegungsvarianten	77
13.1	Aufbauvariante: funktionaler Sektor	77
13.2	Aufbauvariante: paralleles Schubboden-Modul	78
13.3	Kopf-an-Kopf-Anordnung	79
13.4	Aufbauvariante: serielltes Schubboden-Modul	79
13.5	Beschickung in zwei Richtungen	81
13.6	Kaskaden-Aufstellung	81
13.7	Vertikaler Schubboden	82
13.8	Horizontaler Höhenbegrenzer („Sandwich“)	82
13.9	Vertikaler Höhenbegrenzer („Käsereweibe“)	83

Teil III: Schüttgut-Pufferlager	85
14 Pflichtenheft für Schüttgut-Pufferlager	85
14.1 Container- und containerloses Lager bei der Anlieferung	85
14.2 Nacht- und Wochenend-Prozesspufferlager	86
14.3 Chargen-/Los-Lager bzw. prozessbedingtes Lager	86
14.4 Pufferlager vor Auslieferung	87
14.5 Förderoberfläche und notwendige Einbaufläche	87
14.6 Notwendige Einbauhöhe	87
14.7 Flächenlast	88
14.8 Variation der Fördergeschwindigkeit	88
14.9 Antriebsart	89
14.10 Zusammenfassung	89
15 Stationäre Schuböden	90
15.1 Eignung der Schüttgut-Schubboden-Bunkersysteme	90
15.2 Auslegungsgrenzen für stationäre Schuböden	91
15.3 Wahl verschiedener Schuböden-Bunkersysteme	92
16 Produktbedingte Sekundäreffekte	93
16.1 Abrasion	93
16.2 Dichtungsverschleiß	93
16.3 Brückenbildung und Verstopfungsrisiko	94
16.4 Haufenkräfte, Produktlawine und Produktzunge	94
16.5 Wickler und Verhaker	95
16.6 Oxidation	95
17 Prozess-Schnittstellen	96
17.1 Schnittstelle zu vorangegangenen Aggregaten	96
17.2 Schnittstelle zu nachfolgenden Aggregaten	96
17.2.1 Position des nachfolgenden Förderbands	96
17.2.2 Variante ohne freien Abwurf	97
17.2.3 Variante durch freie Abwurfkante	98
17.2.4 Positionswahl des Auslaufendes	100
17.3 Beschreibung nachfolgender Aggregate	103
17.3.1 Schichtbegrenzer und Dosiereinrichtungen	103
17.3.2 Sack- und Ballenaufreißer	107
17.3.3 Ein- und Mehrwellen-Zerkleinerer	108
17.3.4 Archimedes-Schnecken als Dosierer	108
17.3.5 Vertikal-Mischer oder Mischkegel	109
17.3.6 Vertikaler Kratzförderer-Austrag	109
18 Alternativen zu stationären Schuböden	110
18.1 Direktbeladung mit Radlader	110
18.2 Schubstangenförderer/Rechen/Leiterboden	111
18.3 Klauenförderer „Vario“	113
18.4 Bandförderer	114
18.5 Kratz- und Kettengurtförderer	115
18.6 Plattenbandförderer	116
18.7 Vibrierinne	117
18.8 Schubschild-Förderer oder „Abschieber“	118

Teil IV: Stückgut-Fördertechnik	119
19 Pflichtenheft für Stückgut-Fördertechnik	119
19.1 Nenngößen für die Förderung von Stückgütern	119
19.2 Konstruktionseigenschaften von Stückgut-Förderern	121
20 Schubboden als Stückgut-Förderer	122
20.1 Eignung	122
20.2 Förderung von großen, schweren Stückgütern	124
20.3 Förderung von kleinen Stückgütern	125
21 Alternativen zum Schubboden	126
21.1 Ketten-Tischförderer	126
21.2 Rollen-Tischförderer	128
21.3 Kugel-Tischförderer	129
Teil V: Produktion, Wartung, Reparatur, Kosten	131
22 Produktionsaspekte	131
22.1 Aluminiumserienproduktion	131
22.2 Stahleinzelfproduktion	132
22.3 Stahlserienproduktion	133
22.4 Zusammenbau: die Hochzeit des Schubbodens	134
23 Wartung	136
23.1 Wartung durch den Bediener: Tagespflege	136
23.2 Wartungsdienst: Wochen- und Monatsdienst	137
23.3 Jahreswartung	138
24 Pannenhilfe, Reparatur, Ersatzteile	139
24.1 Pannenbeschreibung	139
24.2 Symptomanalyse	141
24.3 Konstruktions- und Fertigungsfehler	143
24.4 Baugruppen und Ersatzteile	144
25 Kostenfaktoren	148
25.1 CAPEX nach Funktionen	148
25.2 OPEX-Kostenfaktoren	150
25.3 Jahresanzahl der Hydraulikzyklen	151
25.4 Life-Cycle-Kosten und Benutzungszeit	152
Quellennachweis	155
Verzeichnis der verwendeten Tabellen	161
Verzeichnis der Abbildungen (chronologisch)	162
Verzeichnis der Bildquellen (alphabetisch)	167
Glossar der Schubboden-Bauteile	172
Sachwortverzeichnis	177