

# Inhalt

<b>Geleitwort</b>	<b>5</b>	1.1.5.1	Stärkeverzuckerungsprodukte	49	
		1.1.5.2	Fructose	50	
<b>Vorwort</b>	<b>7</b>	1.1.5.3	Lactose, Lactosehydrolysate	50	
		1.1.5.4	Zuckeralkohole (Polyole)	51	
<b>Über die Herausgeber</b>	<b>9</b>	1.1.5.5	Für Diabetiker geeignete Süßungsmittel	52	
<b>Symbolverzeichnis</b>	<b>25</b>	1.1.5.6	Süßstoffe	52	
		1.1.5.7	Synergistische Effekte von Mischungen	54	
<b>Indizesverzeichnis</b>	<b>28</b>	1.1.6	Gesamtverbrauch an Süßungsmitteln und Prognose	54	
<b>Mitarbeiter</b>	<b>31</b>	1.2	Zucker – Zutat für Haushalt und Lebensmittelindustrie	55	
<b>1</b>	<b>Zucker</b>	<b>37</b>	1.2.1	Emotionale und psychologische Beziehungen zum Geschmacks- eindruck „süß“	55
1.1	Süßungsmittel – historischer Überblick	37	1.2.2	Zucker und Ernährung	55
1.1.1	Honig und Fruchtsaftkonzentrate	37	1.2.3	Gesundheitsaspekte des Zuckerkonsums	57
1.1.2	Zuckerpflanzen	38	1.2.4	Theorie der Süße	59
1.1.2.1	Zuckerrohr	38	1.2.5	Geschmackseigenschaften, Konformation und relative Süße	61
1.1.2.2	Zuckerpalme, Zuckermais, Zuckerahorn, Zuckerhirse	40	1.2.6	Zucker im Süßungsmittelmarkt	62
1.1.2.3	Zuckerrübe	41	1.2.6.1	Funktionale Eigenschaften	62
1.1.3	Zuckergewinnung	42	1.2.6.2	Konkurrenzierende Süßungsmittel	64
1.1.3.1	Vorindustrielle Rohrzucker- gewinnung	42	1.3	Zucker – Rohstoff für die chemische Industrie und Fermentationsindustrien	66
1.1.3.2	Beginn der Rübenzuckergewinnung	43		Oxidation	66
1.1.3.3	Wandel in Zuckererzeugung und Zuckerhandel im 19. Jahrhundert	43	1.3.1	Hydrierung und reduktive Aminierung	69
1.1.3.4	Fortschritte in der Zuckertechnik	43	1.3.2	5-Hydroxymethylfurfural und 5- $\alpha$ -D-Glucosyloxymethylfurfural	70
1.1.4	Zucker in der Weltwirtschaft	45	1.3.3	Ester auf Saccharosebasis	70
1.1.4.1	Entwicklung der Zuckerwirtschaft im 20. Jahrhundert	45	1.3.4	Polyurethane	72
1.1.4.2	Wandel des Zuckerverbrauchs	47	1.3.5	Fermentation	72
1.1.4.3	Bedeutung der Nebenprodukte	48	1.3.6	Trennung von Invertzucker in Glucose und Fructose	72
1.1.4.4	Zucker als nachwachsender Rohstoff, Chemiezucker	48	1.3.7	Naßholzkonservierung	73
1.1.5	Andere Süßungsmittel	49	1.3.8		

1.4	Saccharose – Physikalisch-chemische Eigenschaften	73	<b>2</b>	<b>Zusammensetzung von Zuckerrübe und Zuckerrohr und das chemische Verhalten der Inhaltsstoffe während der Verarbeitung</b>	<b>123</b>
1.4.1	Chemische Struktur und Konformation der Saccharose	74			
1.4.2	Aggregatzustände der Saccharose	74			
1.4.2.1	Kristalline Phase	74	2.1	Zusammensetzung der Zuckerrüben	123
1.4.2.2	Amorphe Saccharose	75		Übersicht	123
1.4.3	Eigenschaften kristalliner Saccharose	75	2.1.1	Relative Verteilung der Inhaltsstoffe in der Wurzel	123
1.4.4	Eigenschaften von Kristallzucker in Haufwerken	79	2.1.2	Zusammensetzung der Zellwand	125
1.4.5	Eigenschaften von Saccharoselösungen	79	2.1.3	Markgehalt, Markhydrat, Saftgehalt	125
1.4.5.1	Theorie der Saccharose in Lösung	79	2.1.3.2	Zusammensetzung des Rübenmarks und Eigenschaften der Markbestandteile	126
1.4.5.2	Strukturell bestimmte Eigenschaften	80		Cellulose	127
1.4.5.3	Optische und magnetische Eigenschaften	86	2.1.3.2.1	Pektinstoffe	127
1.4.5.4	Thermodynamische Eigenschaften	88	2.1.3.2.2	Hemicellulosen	130
1.5	Qualität von Weißzucker und seinen Handelsformen	89	2.1.3.2.3	Lignin	132
1.5.1	Grenzwerte internationaler Standards	89	2.1.4	Zusammensetzung des Zellsafts	132
1.5.1.1	Codex Alimentarius	89	2.1.4.1	Stickstofffreie Verbindungen	132
1.5.1.2	EU-Standards für Zuckerarten	91	2.1.4.1.1	Monosaccharide	132
1.5.1.3	Standards der EU-Zuckermarktordnung	93	2.1.4.1.2	Oligosaccharide	135
1.5.1.4	US Food Chemical Codex	94	2.1.4.1.3	Polysaccharide	138
1.5.1.5	Weitere Standards und Richtlinien	94	2.1.4.1.4	Organische und anorganische Anionen	139
1.5.2	Einzelkriterien internationaler Standards	95	2.1.4.1.5	Anorganische Kationen und Aschegehalt	143
1.5.2.1	Saccharose	95	2.1.4.1.6	Saponine	145
1.5.2.2	Invertzucker	95	2.1.4.1.7	Lipide	147
1.5.2.3	Asche und Leitfähigkeit	96	2.1.4.1.8	Geruchsstoffe	147
1.5.2.4	Wasser	97	2.1.4.2	Stickstoffhaltige Verbindungen	148
1.5.2.5	Farbe und Trübung der Lösung	99	2.1.4.2.1	Übersicht	148
1.5.2.6	Visueller Eindruck (Farbtype)	101	2.1.4.2.2	Aminosäuren und Amide	149
1.5.2.7	Schwefeldioxid	101	2.1.4.2.3	Eiweißstoffe	155
1.5.2.8	Kontaminanten	102	2.1.4.2.4	Pflanzenbasen und Lecithin	156
1.5.2.9	Raffinose- und Theanderosegehalt in Weißzuckern	103	2.1.4.2.5	Nucleinsäuren, Pyrimidin- und Purinbasen, Allantoin	159
1.5.3	Internationale Pharmacopöen	103	2.1.4.2.6	Phenolische Verbindungen	161
1.5.3.1	Europäische Pharmacopöe	103	2.1.4.2.7	Vitamine	162
1.5.3.2	Pharmacopoeia der USA	104	2.2	Zusammensetzung des Zuckerrohrs	162
1.5.4	Spezifische Kriterien	104	2.2.1	Zusammensetzung von Fiber und Bagasse	162
1.5.4.1	Microbiologische Kriterien und Standards	104	2.2.2	Zusammensetzung des Zuckerrohrsafts	163
1.5.4.2	Physikalische und chemische Kriterien	104	2.3	Reaktionen der Zellwandbestandteile von Zuckerrüben	169
1.5.4.3	Kristalleigenschaften	111			

2.3.1	Reaktionen bei der Lagerung	169	3.2	Gleichungen zur Berechnung der Dicksaftnichtsaccharose und des Melassesaccharoseanfalls aus Rübenanalysen sowie der Alkalität von Dicksäften	233
2.3.2	Reaktionen bei der Extraktion	170			
2.3.3	Reaktionen bei der Preßschnitzelsilierung	173			
2.3.4	Chemische Reaktionen der Pülpe bei der Saftreinigung	174			
2.4	Reaktionen der Saftbestandteile	175	3.3	Struktur, Vermehrung und Physiologie des Zuckerrohrs	244
2.4.1	Saccharide	175		Äußere Struktur des Zuckerrohrs	244
2.4.1.1	Chemischer Saccharoseabbau	175	3.3.1	Vegetative Vermehrung	247
2.4.1.2	Enzymatischer und mikrobieller Saccharoseabbau	180	3.3.2	Qualitätsbewertung von Zuckerrohr	249
2.4.1.3	Glucose- und Fructoseabbau (Invertzuckerabbau)	183			
2.4.1.4	Weitere Saccharide	190			
2.4.2	Nichtsaccharosestoffe	193	4	<b>Zuckerrübenernte</b>	<b>259</b>
2.4.2.1	Organische stickstofffreie Nichtsaccharosestoffe	193	4.1	Ernteverfahren	259
2.4.2.2	Aminosäuren	195	4.2	Köpf- und Rodequalität	260
2.4.2.3	Glutaminabbau	196	4.3	Flächenleistung der Erntesysteme	261
2.4.2.4	Andere stickstoffhaltige Substanzen	199	4.4	Blattbergung und -verwertung	262
2.4.2.5	Phenolische Verbindungen	200	4.5	Erdanhang	263
2.4.2.6	Andere Inhaltsstoffe	200		Lagerung der Zuckerrüben in Mieten am Feldrand	264
2.4.2.7	Protein, Nucleinsäuren und Nucleinbausteine	201	4.7	Transport in die Fabrik	265
2.4.2.8	Anorganische Anionen	202			
2.4.2.9	Anorganische Kationen	203	5	<b>Annahme, Lagerung und Waschen</b>	<b>267</b>
2.4.3	Farbbildung	203			
2.4.3.1	Melaninbildung	204			
2.4.3.2	Melanoïdinbildung (Maillard-Reaktion)	206	5.1	Bestimmung der Bezahlungskriterien für Rüben	268
2.4.3.3	Karamolisierung	212	5.1.1	Wägung und Probenahme	268
2.4.3.4	Streckerscher Abbau	214	5.1.1.1	Wägung	268
2.4.3.5	Inhibitoren	215	5.1.1.2	Probenahme	269
			5.1.1.3	Bestimmung des Kopfanteils und des Erdanhangs	270
3	<b>Qualität der Zuckerrübe und des Zuckerrohrs</b>	225	5.1.2	Analyse	271
			5.1.2.1	Breihersstellung	271
			5.1.2.2	Digestion und Klärung	271
3.1	Morphologie und physikalische Eigenschaften der Zuckerrübe	225	5.1.2.3	Polarimetrische Bestimmung des Saccharosegehalts	273
3.1.1	Morphologie	225	5.1.2.4	Alternative Methoden zur Bestimmung des Saccharosegehalts	273
3.1.2	Ultrastruktur der nativen Zuckerrübenwurzel	227			
3.1.3	Physikalische Eigenschaften	229	5.1.2.5	Bestimmung des Gehalts an Nichtsaccharosestoffen	274
3.1.4	Physikalische Daten von Zuckerrübenaufwerken	230	5.1.2.6	Reproduzierbarkeit von Analysen automatisch arbeitender Rübenlaboratorien	275
3.1.5	Physikalische Eigenschaften nach der Denaturierung	232			

5.2	Bestimmung der Bezahlungskriterien für Rohr	276	5.4.7	Hemmung von Infektionen mit chemischen Mitteln	306
5.2.1	Probenahme	276	5.4.8	Konservieren der Zuckerrüben durch Trocknen	307
5.2.1.1	Probestecher	276		Rübenaufbereitung	308
5.2.1.2	Probegreifer	277	5.5	Rübenmassen- und Saccharoseverluste	309
5.2.1.3	Lukenprobenehmer	277	5.5.1	Transport der Rüben vom Hof	
5.2.1.4	Vergleich der Probenehmer	278		zur Rübenwäsche	311
5.2.1.5	Probenahme vom ersten ausgepreßten Saft	279	5.5.2	Hydraulischer Transport	311
5.2.1.6	Probenahme von Mischsaft und Bagasse	279	5.5.2.1	Trockener Transport	313
5.2.2	Bestimmung des Saccharosegehalts (single polarization)	280	5.5.3	Verfahren für die Rübenaufbereitung	314
5.2.2.1	Nasse Desintegratormethode	280	5.5.4	Ausrüstungen für die Rübenwäsche	315
5.2.2.2	Hydraulische Preßmethode	281		Rübenwaschmaschinen	315
5.2.2.3	Analyse des ersten ausgepreßten Safts	282	5.5.4.1	Steinabscheider	317
5.2.2.4	Analyse von Mischsaft und Bagasse	282	5.5.4.2	Krautabscheider	318
5.3	Rübenentladung und Rübenaufbereitung	282	5.5.4.3	Wasserabscheider	318
5.4	Rübenlagerung	284	5.5.5.1	Mechanische Reinigung von Schwemm- und Waschwasser	319
5.4.1	Chemische und biochemische Reaktionen während der Lagerung	285	5.5.5.2	Abtrennung von feinem organischen Material	319
5.4.1.1	Atmung	285	5.5.6	Abtrennung der Rübenerde	319
5.4.1.2	Mikrobiologische Vorgänge	286		Verarbeitung des Krauts und der Rübenbruchstücke	320
5.4.2	Beeinflussung des technologischen Werts der Rüben während der Lagerung	287	5.5.6.1	Rückführung der Rübenbruchstücke	320
5.4.2.1	Temperatur	287	5.5.6.2	Rückgewinnung des Krauts	321
5.4.2.2	Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt der Umgebungsluft	288	5.5.7.1	Behandlung und Verwertung der Rübenerde	322
5.4.2.3	Relative Luftfeuchtigkeit	289	5.5.7.2	Versprühen	322
5.4.2.4	Rübenqualität nach der Ernte	289	5.5.7.3	Entwässerung der Rübenerde	322
5.4.3	Veränderungen der chemischen Zusammensetzung der Rüben	292	5.5.7.4	Zusammensetzung der Rübenerde	323
5.4.3.1	Saccharose	292		Verwendungsmöglichkeiten	324
5.4.3.2	Lösliche Kohlenhydrate	294	6	<b>Extraktion</b>	329
5.4.3.3	Lösliche Nichtkohlenhydrate	295			
5.4.3.4	Unlösliche Verbindungen, Mark	297	6.1	Theorie der Extraktion	329
5.4.4	Physikalische Veränderungen der Rüben während der Lagerung	297	6.1.1	Einführung	330
5.4.5	Lagerungsbedingungen für minimale Saccharoseverluste durch Atmung	298	6.1.2	Vereinfachte Modellierung einer Gegenstromextraktion	331
5.4.6	Methoden und Bedingungen der Rübenlagerung	299	6.1.2.1	Einfluß der Schnitzelgeometrie	332
5.4.6.1	Fabrikklager für Kurzzeitlagerung	299	6.1.2.2	Bilanzierung	333
5.4.6.2	Lagerung in Mieten (Europa)	300	6.1.2.3	Trennstufen und Übergangseinheiten	335
5.4.6.3	Langzeitlagerung	302	6.1.2.4	Gleichung nach <i>Silin</i>	336
			6.1.2.5	Einfluß der axialen Dispersion	336
			6.1.2.6	Radiale Dispersion	339

6.1.3	Stofftransport im Schnitzel	340	6.2.6.3	Apparate mit Zwangsführung der festen Phase	369
6.1.3.1	Denaturierung	340	6.2.6.4	Apparate ohne Zwangsführung der festen und der flüssigen Phase	370
6.1.3.2	Freisetzung von Nichtzuckerstoffen	340		Pülpabscheidung und	
6.1.3.3	Volumenänderung	342	6.2.7	Entsandung	372
6.1.3.4	Diffusiver Stofftransport im Rübengewebe	343	6.2.8	Andere Extraktionsverfahren	373
6.1.4	Geometrie, Dimension und Größenverteilung der Schnitzel	345	6.2.9	Raperie, Saftstation	373
6.1.5	Einfluß der Hydrodynamik auf den Stofftransport	347	6.2.10	Extraktion unter alkalischen Bedingungen	373
6.1.6	Komplexe Modellierung technischer Extraktionssysteme	348	6.2.10.1	Vorgeschichte	373
6.1.6.1	Kontinuierliche Gegenstromextraktion	348	6.2.10.2	Chemische Reaktionen während der alkalischen Extraktion	374
6.1.6.2	Schrittweiser Gegenstrom	348	6.2.10.3	Prozeßschritte	374
6.1.6.3	Einfluß der Preßwasserrücknahme	349	6.2.10.4	Saft- und Schnitzelzusammensetzung	375
6.1.7	Extraktion von Zuckerrohr	349	6.2.10.5	Schnitzelabpressung	375
6.2	Technische Extraktion von Zuckerrüben	350	6.2.10.6	UCB-Prozeß	376
6.2.1	Schnitzelherstellung	350	6.2.11	Extraktion von getrockneten Rübenschitzeln und Melasse mit Lösungsmitteln	378
6.2.1.1	Bewertung der Schnitzel	350			
6.2.1.2	Schneidmaschinen	351			
6.2.1.3	Schnitzelmesser	354	7	<b>Verwertung von extrahierten Schnitzeln</b>	383
6.2.1.4	Messerverbrauch	356			
6.2.1.5	Entlüftung von Schneidmaschinenstationen	356	7.1	Mechanische Entwässerung	384
6.2.2	Prozeßparameter der Extraktion	357	7.1.1	Einfluß der Extraktionsarbeit	385
6.2.2.1	Prozeßbedingungen	357	7.1.2	Preßhilfsmittelanwendung bei der Extraktion	386
6.2.2.2	Extraktionswasser	359			
6.2.2.3	Sauerstoffeintrag	360	7.1.3	Spezielle Verfahrensweisen zur Verbesserung der Abpreßbarkeit	387
6.2.2.4	Extraktion von alterierten Zuckerrüben	360	7.1.4	Schnitzelpressen	388
6.2.3	Theoretische Massenbilanz der Extraktion	361	7.1.5	Arbeitsweise der Schnitzelpressen und Schnitzelpressenanlagen	391
6.2.4	Energetische Aspekte	362	7.1.6	Handhabung von Preßschnitzeln	393
6.2.5	Anlagen zur Denaturierung und Rohsaftkühlung	362	7.2	Preßschnitzelkonservierung durch Silierung	394
6.2.5.1	Brühmaischen ohne Wärmerückgewinnung	363	7.2.1	Einfluß der Temperatur auf die Silierung	394
6.2.5.2	Schnitzel/Rohsaft-Wärmeübertrager mit Zwangsführung für Schnitzel	363	7.2.2	Einfluß des Trockensubstanzgehalts auf die Silierung	396
6.2.5.3	Schnitzelmaischen für Extraktionsstürme	364	7.2.3	Zusatz von Silierhilfsmitteln zu Preßschnitzeln	396
6.2.6	Extraktionsapparate	365	7.2.4	Zusatz von Melasse und anderen Nährstoffgemischen	396
6.2.6.1	Transportprinzipien in Extraktionsapparaten	365	7.2.5	Siliermethoden	397
6.2.6.2	Apparate mit Zwangsführung der festen und der flüssigen Phase	366	7.3	Thermische Entwässerung	398
			7.3.1	Eigenschaften der zu trocknenden Schnitzel	

7.3.1.1	Massen- und Wärmebilanz der Schnitzeltrocknung	7.6	Faserprodukte oder Faserstoffe aus Rübe und Rohr für den menschlichen Verzehr	444	
7.3.1.2	Sorptionsisothermen von Preßschnitzeln	398	Faserstoffe als Bestandteil menschlicher Nahrung	444	
7.3.1.3	Trocknungskinetik	399	Rübenfaserstoffe	445	
7.3.2	Hochtemperaturtrocknung	401	Rohrfaserstoffe	446	
7.3.2.1	Erzeugung von Heißgas	402			
7.3.2.2	Trocknertypen	403			
7.3.2.3	Zusätze zu den Schnitzeln vor dem Trocknen	404	<b>8</b>	<b>Bagasse</b>	<b>453</b>
7.3.2.4	Zusammensetzung der Abgase und deren Reinigung	404	8.1	Zusammensetzung und physikalische Kennwerte	453
7.3.2.5	Energetische Berechnungen	405		Wärmeinhalt	458
7.3.2.6	Möglichkeiten der Energieeinsparung	408	8.2	Handhabung und Lagerung	458
7.3.3	Niedertemperaturtrocknung	409	8.3	Markabtrennung	460
7.3.4	Verdampfungstrocknung	411	8.5	Trocknung	461
7.3.4.1	Energetische Aspekte	412	8.6	Nutzung als Brennstoff	464
7.3.4.2	Trocknertypen	414	8.6.1	Grundlagen der Bagasseverbrennung	465
7.3.5	Schnitzeltrocknung mittels Solar- und Windenergie	416	8.6.2	Thermischer Wirkungsgrad	466
7.3.5.1	Klimatische Anforderungen	417	8.6.3	Verbrennung von Bagasserrückständen	467
7.3.5.2	Wirtschaftlichkeit der Trocknung mit Solarenergie	417	8.6.4	Bagassefeuerungen für Dampfkessel	469
7.3.5.3	Auslegung der Trocknungsflächen	418		Flugascheabscheidung aus Abgasen von Bagassefeuerungen	474
7.3.5.4	Trocknungsprozeß	418	8.6.5		
7.3.6	Regelung der Schnitzeltrocknung	419		Anderweitige Nutzung von Bagasse	475
7.3.6.1	Meßwertaufnehmer	419	8.7	Pentosangewinnung	475
7.3.6.2	Regelungsstrategien	420		Gewinnung von Faserstoffen	477
7.4	Schnitzelpelletierung	422	8.7.1	Rohstoff in der Land- und Viehwirtschaft	479
7.4.1	Pelletieranlagen	423	8.7.2	Viehhaltung	479
7.4.1.1	Konditionierung und Melassierung	424	8.7.3	Speisepilzproduktion	479
7.4.1.2	Pelletierpressen	424		Kompostierung	480
7.4.1.3	Kühlen/Trocknen	426	8.7.3.1	Gesundheitsrisiken beim Umgang mit Bagasse – Bagassose	481
7.4.2	Lagerung und Transport	428	8.7.3.2		
7.4.3	Sicherheit	428	8.7.3.3		
7.4.4	Qualitätsparameter für Pellets	429	8.8		
7.5	Verfütterung von Schnitzeln	429			
7.5.1	Futtermittelrecht	432			
7.5.1.1	Europäische Union	432			
7.5.1.1.1	Futtermittel-Ausgangserzeugnisse bzw. Einzelfuttermittel	432	<b>9</b>	<b>Saftreinigung</b>	<b>485</b>
7.5.1.1.2	Mischfuttermittel	433	9.1	Chemische und physikalische Grundlagen	485
7.5.1.1.3	Zusatzstoffe	434		Löslichkeiten und Dissoziationsgleichgewichte in reinen und technischen Saccharoselösungen	489
7.5.1.1.4	Unerwünschte Stoffe	434	9.1.1	Löslichkeit von Calciumhydroxid	489
7.5.1.1.5	Amtliche Untersuchungen	435		Löslichkeit von Calciumcarbonat und anderen Calciumsalzen	490
7.5.1.2	USA und Japan	435			
7.5.2	Futtermittelanalyse und Futterwert	436	9.1.1.1		
7.5.3	Verfütterung von Trockenschnitzeln	438	9.1.1.2		

9.1.1.3	Löslichkeit von Kohlendioxid und Dissoziation von Kohlensäure	491	9.2.3.4	Saftreinigungsverfahren für alterierte Rüben	524
9.1.1.4	Dissoziation von Ammoniak	492	9.2.4	Sulfitation	524
9.1.2	Chemische Reaktionen und Verfahrensschritte der Kalk/Kohlensäure-Saftreinigung	493	9.2.4.1	Sulfitation bei der Rübenzuckergewinnung	524
9.1.3	Kationen/Anionen-Bilanz bei der Saftreinigung	495	9.2.4.2	Sulfitation in Rohrzuckerfabriken	525
9.1.4	Zugabe von Natrium-, Magnesium- und Phosphat-Ionen zur Entkalkung	497	9.2.4.3	Sicherheitsfiltration	526
9.1.5	Natürliche, effektive und optimale Alkalität	499	9.2.4.4	Weißzuckerherstellung ohne Sulfitation	526
9.1.6	Fällung von Nichtsaccharose-stoffen durch Zugabe von Kalk	499	9.2.4.5	Sulfitreaktion mit Nitrit	526
9.1.7	Optimaler Flockungspunkt der Vorkalkung und 1. Carbonatation	502	9.2.5.1	Reinigungsverfahren für Dicksäfte und Sirupe	526
9.1.8	Übercarbonatation	503	9.2.5.2	Kalkung und Phosphatation	526
9.1.9	Minimierung des CaO-Verbrauchs	504	9.2.5.3	Talodur-Verfahren	526
9.1.10	Filtration und Sedimentation	505	9.2.5.4	Talofloc-Verfahren	527
9.1.10.1	Filtration	505	9.2.5.5	Carbonatation und Sulfitation	527
9.1.10.2	Sedimentation	507	9.2.5.6	Guangdong-Flotationsverfahren	528
9.1.10.3	Bestimmung der Filtrierfähigkeit	508	9.2.5.7	Magnesiumoxid-Verfahren	528
9.1.10.4	Bestimmung des Schlammgehalts im Filtrat	509	9.2.6	Ozonisierung zur Farbstoff-entfernung	528
9.1.10.5	Bestimmung der Sedimentationsgeschwindigkeit	509	9.2.6.1	Anwendung von Aktivkohle	528
9.1.10.6	Bestimmung des Saccharosegehalts im Carbonatationskalk	510	9.2.6.2	Saftentkalkung durch Ionenaustausch	529
9.2	Saftreinigungsverfahren	511	9.2.6.3	Klassisches Ionenaustausch-verfahren	529
9.2.1	Saftreinigungsverfahren mit alkalischem Invertzuckerabbau	511	9.2.7	NRS-Verfahren	530
9.2.1.1	Klassisches diskontinuierliches Saftreinigungsverfahren	511	9.2.7.1	Gryllus-Verfahren	530
9.2.1.2	Klassische Saftreinigung mit kontinuierlicher Vorkalkung	513	9.2.7.2	Anionenaustauschverfahren	531
9.2.1.3	Kontinuierliche Saftreinigungsverfahren mit Dekanteuren	514	9.2.7.3	Membrantrennverfahren	531
9.2.1.4	Kontinuierliche Saftreinigungsverfahren mit Eindickfiltern	515	9.2.7.4	Ultrafiltration	532
9.2.2	Saftreinigungsverfahren mit begrenztem Invertzuckerabbau	518	9.3	Nanofiltration	533
9.2.2.1	Rübenzuckerindustrie	518	9.3.1	Mikrofiltration	533
9.2.2.2	Rohrzuckerindustrie	520	9.3.1.1	Elektrodialyse	534
9.2.2.3	Spezielle Verfahrensschritte bei der Rübensaftreinigung	522	9.3.1.2	Ausrüstungen für die Saftreinigung	535
9.2.3.1	Abtrennung des Niederschlags nach der Vorkalkung	522	9.3.1.3	Anlagen für die Kalkung	535
9.2.3.2	Trockenkalkung	522	9.3.1.4	Vorkalkungsapparate	535
9.2.3.3	MZ-Verfahren	523	9.3.2	Hauptkalkungsapparate	538
			9.3.2.1	Anlagen für die Carbonatation	538
			9.3.2.2	Apparate für die 1. Carbonatation	538
			9.3.2.3	Gasverteilungssysteme	540
			9.3.2.4	Gasreinigung nach dem Carbonatationsapparat	541
			9.3.3	Apparate für die 2. Carbonatation	541
			9.3.3.1	Anlagen zum Abtrennen und Absüßen von Carbonatationskalk	542
			9.3.3.2	Dekanteure	542
			9.3.3.3	Flotationsanlagen	545
			9.3.3.4	Filtertuch	546
				Eindickfilter	547

9.3.3.5	Trommeldorffilter	549	10.3.4	Branntkalkaustrag	596
9.3.3.6	Traditionelle Filterpressen	551	10.3.5	Ofenausmauerung	596
9.3.3.7	Spezielle Filterpressen	552	19.3.6	Kalkschachtofen für Öl- oder Gasfeuerung	597
9.3.3.8	Sicherheitsfilter und Feinfiltration	555		Inbetriebnahme und Überwachung	
9.3.3.9	Keramische Filter	556	10.4	eines Kalkschachtofens mit	
9.3.3.10	Zentrifugen	556		Koksfeuerung	599
9.3.3.11	Hydrozyklone	557		Inbetriebnahme	599
9.4	Carbonatationskalk der Rübenzuckerindustrie	558	10.4.1	Überwachung	599
9.4.1	Zusammensetzung und Verwertung	558	10.4.2	Kalkofengasanlage	601
9.4.1.1	Zusammensetzung von Carbonatationskalk	558	10.5	Qualitätsanforderungen	
9.4.1.2	Nährstoffwirkung von Carbonatationskalk	559	10.6	an den Branntkalk	602
9.4.2	Recalcinierung von Carbonatationskalk	561	10.7	Kalkmilchproduktion	603
9.4.2.1	Zusammensetzung und Qualitätsparameter	562	10.7.1	Reaktionsenthalpie beim Löschen	603
9.4.2.2	Drehrohrofen	564	10.7.2	Chargen- und Trommellöscherfahren	603
9.4.2.3	Mehrkammerofen	565	10.7.3	Ausrüstungen für die Kalkmilchproduktion	603
9.4.2.4	Betriebsdaten, Energiebedarf von Recalcinierungsanlagen und Qualität des recalcinierter Kalks	567	10.7.4	Saccharosehaltiges Löschwasser	605
9.5	Filterkuchen der Rohrzuckergewinnung	568	<b>11</b>	<b>Wärmewirtschaft – Dampferzeugung, Verdampfen und Erwärmen</b>	<b>607</b>
9.5.1	Zusammensetzung und Anfall	568	11.1	Wärmeversorgung der Zuckerfabrik	607
9.5.2	Nutzung	569	11.1.1	Primärenergieeinsatz und Betrieb von Kraftanlagen	607
9.5.2.1	Bodenverbesserer	571	11.1.2	Dampferzeuger	610
9.5.2.2	Bodendünger	572	11.1.3	Emissionsminderung	615
9.5.2.3	Wachsgewinnung	572	11.2	Technologische Prinzipien der Wärmewirtschaft	619
9.6	Online-Meßfühler und Online-Regelung der Saftreinigung	574	11.2.1	Wärmewirtschaft beim Verdampfen und Erwärmen	619
9.6.1	Meßfühler	574	11.2.2	Wärmewirtschaft bei der Rohrzuckergewinnung	623
9.6.2	Regelung der Saftreinigung	577	11.2.3	Wärmebedarf	623
			11.2.4	Verteilung von Heizbrüden und Zahl der Verdampfungsstufen	626
<b>10</b>	<b>Kalk- und Kalkofengasproduktion</b>	<b>585</b>	11.2.5	Brüdenkompression	629
10.1	Thermische Zersetzung von Calciumcarbonat	585	11.2.6	Nutzung von geringwertiger Wärme in der Verdampfanlage	630
10.2	Qualitätsmerkmale von Kalkstein und Brennstoffen	586	11.3	Chemische Veränderungen während der Verdampfung	632
10.2.1	Kalksteinqualität	586	11.3.1	pH-Wert, Invertzuckerbildung	632
10.2.2	Brennstoffe und Brennstoffqualität	587	11.3.2	Farbbildung	636
10.3	Ausrüstungen und Betrieb	590	11.3.3	Gründe für die Erhöhung der Dicksaftfarbe	637
10.3.1	Allgemeines	590	11.3.4	Belagbildung und Belagentfernung	639
10.3.2	Vorteile und Nachteile von Druck- bzw. Saugzugöfen	592			
10.3.3	Ofenbeschickung	594			

11.4	Verdampfapparate und Wärmeübertrager	642	12.2.1	Voraussetzungen für eine gleichmäßige Zuckerhausarbeit	699
11.4.1	Praktische Anforderungen an Verdampfapparate	642	12.2.1.1	Qualität des Einzugsirups	699
11.4.2	Verdampfapparate mit Naturumlaufheizkammer	644	12.2.1.2	Einfluß des Trockensubstanzgehalts der Einzugsirupe auf die Zirkulation des Magmas	703
11.4.3	Zwangsdurchlauf- und Steigfilmverdampfapparate	648	12.2.2	Chemische Veränderungen der Sirupe im Zuckerhaus	704
11.4.4	Rohrbündelfallfilmverdampfapparate	649	12.2.3	Chemisch-physikalische Parameter	707
11.4.5	Plattenverdampfapparate	653	12.2.3.1	Löslichkeit der Saccharose in technischen Lösungen	707
11.4.6	Kondensatableitung	655	12.2.3.1.1	Einfluß einzelner Nichtsaccharosestoffe auf die Melassebildung	710
11.4.7	Heizkammerentlüftung	657	12.2.3.1.2	Bestimmung der Löslichkeit und des Melasseerschöpfungsgrads	711
11.4.8	Wärmeübertrager	658	12.2.3.2	Viskosität	714
11.5	Prinzipien der Regelung der Verdampfanlage	660	12.2.3.3	Kristallwachstum, Teilchenanzahl und Kristallgröße	717
11.5.1	Grundlagen	660	12.2.3.3.1	Parameter	717
11.5.2	Klassische lokale Regelkreise	661	12.2.3.3.2	Saatgutmasse und Teilchenanzahl	720
11.5.3	Empfindlichkeit der Arbeitsweise der Verdampfanlage	662	12.2.3.3.3	Veränderung der Gleichmäßigkeit des Kristallisats	721
11.5.4	Konzentratoren	663	12.2.3.3.4	Veränderung der Teilchenanzahl in Magmen	722
11.5.5	Komplizierte Regelsysteme	665	12.2.4	Keimbildung und Kristallbildungsphase	723
12	<b>Kristallisation</b>	<b>671</b>	12.2.4.1	Arten der Keimbildung	723
12.1	Theoretische Grundlagen	671	12.2.4.2	Sekundärkeimbildung in Kristallsuspensionen (Magmen)	724
12.1.1	Reine Saccharoselösungen	671	12.2.4.3	Aggregatbildung	724
12.1.1.1	Löslichkeit	671	12.2.4.4	Slurryherstellung	725
12.1.1.2	Keimbildung	673	12.2.4.5	Kristallfußmagma aus zentrifugiertem Zucker	726
12.1.1.3	Kristallwachstum	675	12.2.5	Kristallwachstum und Kristallisationsrate	726
12.1.1.4	Kristallmorphologie und Zwillingsbildung	679	12.2.6	Kristallfarbe und Kristalleinschlüsse	728
12.1.2	Technische Saccharoselösungen	682	12.2.6.1	Einschlüsse von Farbstoffen und anderen Substanzen	729
12.1.2.1	Einfluß der Nichtsaccharosestoffe auf die Eigenschaften technischer Saccharoselösungen	682	12.2.6.2	Einschlüsse von hochmolekularen Substanzen und Salzen	732
12.1.2.2	Einfluß der Nichtsaccharosestoffe auf Wachstumsrate und Morphologie	685	12.2.7	Kristallfußarbeit	735
12.1.3	Kristallgrößenverteilung	688	12.2.7.1	Grundlagen	735
12.1.4	Kristallaggregate	690	12.2.7.2	Herstellung von Kristallfußmagma	736
12.1.5	Bestimmung der Kristallgrößenverteilung und der Kristallaggregate während der Kristallisation	691	12.2.8	Diskontinuierliche Verdampfungskristallisation	741
12.1.6	Kristallisationstechniken	694	12.2.9	Kontinuierliche Verdampfungskristallisation	748
12.1.6.1	Verdampfungskristallisation	695			
12.1.6.2	Kühlungskristallisation	697			
12.1.6.3	Fällungskristallisation	698			
12.2	Prozeßführung	699			

12.2.9.1	Mehrkammer-Verdampfungs- kristallisatoren mit Zwangsführung des Magmas	749	12.4 12.4.1 12.4.1.1 12.4.1.2	Kristallisationsschemata Rübenzucker Rohzucker Weißzucker	793 793 794 797
12.2.9.2	Mehrkammer-Verdampfungs- kristallisatoren ohne Zwangsführung des Magmas	754	12.4.2 12.4.2.1	Rohrohzucker	798
12.2.10	Diskontinuierliche Kühlungskristallisation	758	12.4.2.2	Wahl eines Kristallisationsschemas Zweistufiges Kristallisationsschema	798 799
12.2.11	Kontinuierliche Kühlungskristallisation	761	12.4.2.3	Dreistufige Kristallisationsschemata	801
12.2.11.1	Nachprodukt	761	12.4.3	Raffination	803
12.2.11.2	Weiß- und Rohzucker	763	12.4.3.1	Weißzucker	804
12.2.12	Entspannungsverdampfungs-/ Kühlungskristallisation	764	12.4.3.2 12.4.3.3	Recovery-Haus Spezialzucker	806 807
12.2.13	Prozeßparameter für die Rohrzuckerkristallisation	768	12.4.4	Farbstoffmassenströme – Verfärbungen in den einzelnen Verfahrensabschnitten	808
12.2.13.1	Rohrweißzucker	768		Kristallisatoren	811
12.2.13.2	Rohrohzucker	769	12.5	Verdampfungskristallisatoren	811
12.2.13.3	Nachprodukt	770	12.5.1	Wärmedurchgang in Verdampfungskristallisatoren	812
12.2.13.4	Melasseerschöpfung und Saccharoselöslichkeit	771	12.5.1.1	Diskontinuierliche Verdampfungskristallisatoren	812
12.2.13.5	Saccharoseverluste	771	12.5.1.2	Verdampfungskristallisatoren	815
12.2.13.6	Kristallfußherstellung	771	12.5.1.3	Kontinuierliche Verdampfungskristallisatoren	815
12.3	Regelung der Kristallisation	772	12.5.1.3.1	Verdampfungskristallisatoren	819
12.3.1	Methoden zur Bestimmung der Übersättigungszahl und des Kristallgehalts	773	12.5.1.3.2	Mehrkammer- Verdampfungskristallisatoren mit Zwangsführung des Magmas	820
12.3.1.1	Messung der elektrischen Leitfähigkeit	773	12.5.1.3.3	Mehrkammer- Verdampfungskristallisatoren ohne Zwangsführung des Magmas	822
12.3.1.2	Messung der Siedepunkterhöhung	774		Langreney- Verdampfungskristallisator	828
12.3.1.3	Hochfrequenzmeßtechnik	775	12.5.1.4	Tropfenabscheider	829
12.3.1.4	Messung des Brechungsindex	777	12.5.2	Kühlungskristallisatoren	830
12.3.1.5	Radiometrie	778	12.5.2.1	Apparate für die Kühlungskristallisation	831
12.3.1.6	Mikrowellenmeßtechnik	779	12.5.2.2	Kühlwasserführung, Wärmeübergang und Verweilzeitverteilung	835
12.3.1.7	Messung der Viskosität/Konsistenz	779	12.5.3	Entspannungs-/ Kühlungskristallatoren	837
12.3.1.8	Online-Beobachtung und Online-Messung der Kristallgröße	781		Kondensation	839
12.3.1.9	Messung der Ultraschallabsorption	783	12.6	Bauarten von Kondensatoren	840
12.3.1.10	Messung der Ultraschall- geschwindigkeit	783	12.6.1	Mischkondensatoren	840
12.3.1.11	Vergleich von Meßwertgebern	784	12.6.1.1	Oberflächenkondensatoren	841
12.3.2	Diskontinuierliche Verdampfungskristallisation	785	12.6.1.2	Strahlkondensatoren	842
12.3.3	Kontinuierliche Verdampfungskristallisation	787	12.6.1.3	Auslegung von Kondensatoren	843
12.3.4	Messung anderer Prozeßvariablen	788	12.6.2	Kühlwasservolumenstrom	843
12.3.5	Massenstromregelung im Zuckerhaus	789	12.6.2.1	Kondensatorabmessungen	843
12.3.6	Kontinuierliche Messung der erzeugten Weißzuckerqualität	791	12.6.2.2		843

12.6.2.3	Inertgasmenge	844	14.1.1.3	Lagerungsbedingungen	897
12.6.3	Luftpumpen	845	14.1.1.4	Loser Transport, Konditionierung und Lagerung	897
12.6.3.1	Verdrängerpumpen	845	14.1.1.5	Transport von der Zuckerfabrik zum Terminal	898
12.6.4	Wärmerückgewinnung mit Kondensationsanlagen	847	14.1.1.6	Lose Lagerung	898
12.6.5	Kondensationsanlage mit Wärmerückgewinnung	848	14.1.1.7	Schiffstransport	899
12.6.6	Rückkühlung des Fallwassers	850	14.1.1.8	Zuckerterminal Nawiliwili – ein typischer Terminal	900
12.6.7	Sirupabscheider	850	14.1.2	Rübenrohzucker	900
			14.2	Trocknung und Kühlung von Zucker	902
<b>13</b>	<b>Trennung der Kristalle vom Muttersirup in Zentrifugen</b>	<b>861</b>	14.2.1	Theoretische Grundlagen	902
			14.2.1.1	Trocknung	902
13.1	Theoretische Betrachtung des Trennvorgangs	861	14.2.1.2	Verhalten von Zucker bei der Trocknung und Lagerung	903
13.1.1	Diskontinuierliche Zentrifugen	861	14.2.1.3	Klassifizierung der Trockner	906
13.1.2	Kontinuierliche Zentrifugen	863	14.2.1.4	Wärmebilanz eines Trockners	907
13.2	Praktischer Betrieb – Prozeßparameter	865	14.2.1.5	Zuckerkühlung	908
13.2.1	Diskontinuierliche Zentrifugen	865	14.2.2	Anlagen zum Trocknen und Kühlen von Weißzucker	909
13.2.2	Kontinuierliche Zentrifugen	870	14.2.2.1	Trommeltrockner/-kühler	909
13.3	Konstruktionsmerkmale und Bauformen von Zentrifugen	875	14.2.2.2	Roto-Louvre-Trockner	911
13.3.1	Diskontinuierliche Zentrifugen	875	14.2.2.3	Turbinentrockner/-kühler	912
13.3.1.1	Konstruktionsmerkmale	875	14.2.2.4	Wirbelschichttrockner/-kühler	913
13.3.1.2	Nennfüllung und reale Trommelfüllung	881	14.2.2.5	Reinigung von Trocknern	915
13.3.1.3	Zentrifugenantriebe und Zentrifugensteuerung	883	14.3	Zuckersiebung	916
13.3.1.4	Energiebedarf	883	14.3.1	Ermittlung der Siebqualität	916
13.3.1.5	Sicherheit von Zentrifugen	884	14.3.2	Anforderungen an Siebmaschinen und Siebanlagen	917
13.3.1.6	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	885	14.3.3	Qualitätsparameter des Zuckers vor dem Sieben	918
13.3.2	Kontinuierliche Zentrifugen	885	14.3.4	Siebmaschinen	918
13.3.2.1	Konstruktionsmerkmale	886	14.3.4.1	Trommelsiebmaschinen	918
13.3.2.2	Bauformen	889	14.3.4.2	Schwingsiebmaschinen	919
13.3.2.3	Energiebedarf	890	14.3.4.3	Mogensen-Sizer	920
13.3.2.4	Betriebswirtschaftliche Hinweise	891	14.3.4.4	Plansiebmaschinen	920
			14.3.4.5	Erregung der Siebe	922
			14.3.4.6	Siebgewebe	922
			14.4	Weißzuckerlagerung	923
<b>14</b>	<b>Aufbereitung, Lagerung und Verpackung von Zucker</b>	<b>895</b>	14.4.1	Silos für die lose Lagerung von Zucker	923
			14.4.1.1	Grundlagen	923
14.1	Rohzucker	895	14.4.1.2	Entwicklungen in der Silobauweise	926
14.1.1	Rohrohzucker	895	14.4.1.3	Belüften von Zuckersilos	928
14.1.1.1	Einflußfaktoren auf die Lagerfähigkeit	895	14.4.2	Lagerung in Säcken	929
14.1.1.2	Chemische und physikalische Veränderungen während der Lagerung	897	14.5	Verpackung	929
			14.5.1	Geschichtliche Entwicklung	929
			14.5.2	Haushaltspackungen	930

14.5.2.1	Waagen	930	16.1.2.2	Granulierte Aktivkohle	966
14.5.2.2	Verpackungsmaschinen für Papier- oder Polyethylentüten	931	16.2	Entfärbung mit Ionenaustauschern	967
14.5.2.3	Sammelpackmaschinen und Palettierautomaten	933	16.3	<i>Quentin</i> -Verfahren	969
14.5.2.4	Verpackungsmaschinen für Schachteln	933	16.4	Entsalzungsverfahren	971
14.5.2.4	Verpackungsmaschinen für Schachteln	933	16.4.1	Vollentsalzung	971
14.5.2.5	Schlauchbeutel-Verpackungs-maschinen	934	16.4.2	Teilentsalzung	972
14.5.2.5	Schlauchbeutel-Verpackungs-maschinen	934	16.4.2.1	Carbonatverfahren	973
14.5.2.5	Schlauchbeutel-Verpackungs-maschinen	934	16.4.2.2	<i>Schneider-Perschak</i> -Verfahren	973
14.5.2.6	Maschinen für Portionspackungen	935	16.5	Bau und Betrieb von Ionenaustauschanlagen	973
14.5.3	Industriepackungen	935			
14.5.4	Zusatzeräte	936			
14.5.5	Lose Verladung von Kristallzucker	937	<b>17</b>	<b>Melasseentzuckerung</b>	<b>979</b>
14.6	Frischluftentstaubung	939			
14.7	Entstaubungsanlagen	940	17.1	<i>Steffen</i> -Verfahren	979
14.7.1	Trockenentstaubung	941	17.2	Chromatographische Verfahren	980
14.7.2	Naßentstaubung	942	17.2.1	Grundlagen für den Ionenausschluß	981
14.8	Sicherheitsvorkehrungen gegen Staubexplosionen	943	17.2.1.1	Ionenausschlußverfahren	982
14.8.1	Explosionsparameter	943	17.2.1.2	Besonderheiten spezieller Rohstoffe	985
14.8.2	Charakteristik einer Explosion	945	17.2.1.3	Nebenprodukte	986
14.8.3	Präventivmaßnahmen	945	17.2.2	Kommerzielle großtechnische Verfahren	986
14.8.4	Schutzmaßnahmen	946			
14.8.5	Sicherheitsmaßnahmen für einzelne Anlagenteile	948			
<b>15</b>	<b>Dicksaftlagerung</b>	<b>956</b>	<b>18</b>	<b>Flüssige Zucker – Herstellung und Eigenschaften</b>	<b>991</b>
15.1	Lagerungsparameter	956	18.1	Helle Flüssigzucker	991
15.1.1	Zur Lagerung geeignete Sirupe	956	18.1.1	Erzeugung in Raffinerien	991
15.1.2	Lagerungsbedingungen	957	18.1.2	Erzeugung aus Kristallzucker	992
15.1.3	Auswirkungen der Lagerung auf die Dicksaftqualität	959	18.2	Invertzuckersirupe	992
15.1.3	Auswirkungen der Lagerung auf die Dicksaftqualität	959	18.2.1	Invertieren mit freien Säuren	993
15.2	Ausrüstungen für die Dicksaftlagerung	960	18.2.2	Invertieren mit fixierten Säuren	994
15.2.1	Tanks	960	18.2.3	Invertieren mit Enzymen	996
15.2.2	Nebenanlagen	961	18.3	Karamellzuckersirupe	997
15.3	Verarbeitung von gelagertem Dicksaft	962	18.4	Braune flüssige Zucker aus Sirupen	998
			18.5	Mischsirupe	999
			18.6	Kulör-/Karamelfarbstoffe	999
			18.7	Lagerung und Transport	999
<b>16</b>	<b>Ionenaustausch- und Entfärbungsverfahren</b>	<b>965</b>	<b>19</b>	<b>Kristallzucker-Spezialprodukte 1001</b>	
16.1	Entfärbung mit Aktiv- und Knochenkohle	965	19.1	Puderzucker	1001
16.1.1	Knochenkohle	965	19.2	Würfelzucker, Hagelzucker und Hutzucker	
16.1.2	Aktivkohle	966			1002
16.1.2.1	Pulverkohle	966	19.2.1	Gußwürfel- oder <i>Adant</i> -Verfahren	1002

19.2.2	Preßwürfelverfahren	1002	20.5	Handel mit Rohr- und Rübenmelasse	1033
19.2.3	Hagelzucker	1004		Verschiffung von Melasse	1034
19.2.4	Hutzucker	1004	20.5.1	Trends in der Melasseverwendung	1035
19.3	Instantzucker	1004	20.5.2		
19.4	Amorpher Zucker	1006			
19.5	Kandiszucker	1006			
19.6	Braune Zucker und Soft Sugar	1007	<b>21</b>	<b>Mikrobiologie</b>	<b>1037</b>
19.7	Zucker-Cokristallisate	1009			
19.8	Mischungen von Weißzuckern mit anderen Zutaten	1009	21.1	Rübenzuckergewinnung	1037
			21.1.1	Extraktion	1039
19.9	Fondant	1009	21.1.2	Desinfektionsmaßnahmen	1042
19.10	Nichtzentrifugierte Zucker	1010	21.1.3	Mikrobiologische Probleme in anderen Verfahrensabschnitten	1045
19.11	Zucker aus ökologischem Anbau	1012			
19.12	Zuckerrübensorup	1013	21.2	Rohrzuckergewinnung	1046
			21.2.1	Extraktion	1048
			21.3	Mikrobiologische Kriterien und Standards für Weißzucker	1049
<b>20</b>	<b>Qualität und Lagerung von Melasse</b>	<b>1015</b>	21.4	Analytik	1050
20.1	Qualitätsbestimmende Melassebestandteile	1016	<b>22</b>	<b>Biologische Reinigung von Zuckerfabrikabwasser</b>	<b>1053</b>
20.1.1	Mono- und Oligosaccharide	1016			
20.1.1.1	Saccharide in Rohrmelassen	1017			
20.1.1.2	Saccharide in Rübenmelassen	1018	22.1	Wasserwirtschaft einer Rübenzuckerfabrik	1053
20.1.1.3	Trends im Gesamtzuckergehalt	1019		Verregnung, Verrieselung	1055
20.1.2	Organische Nichtzuckerstoffe	1019	22.2	Teichverfahren	1055
20.1.2.1	Stickstoffhaltige organische Verbindungen in Rohrmelasse	1019	22.3	Unbelüftete Teiche	1056
20.1.2.2	Stickstoffhaltige organische Verbindungen in Rübenmelasse	1020	22.3.1	Belüftete Teiche	1056
			22.3.2	Belebtschlammverfahren	1058
20.1.2.3	Stickstofffreie organische Säuren	1022	22.4	Kombinationsverfahren	1059
20.1.3	Mineralien und Spurenelemente	1022	22.5	Stapelung/Verregnung	1059
20.1.4	Anorganische Anionen	1023	22.5.1	Stapelung/Belebtschlammverfahren	
20.1.5	Vitamine	1024	22.5.2		1059
20.1.6	Pestizide, Herbizide, Schwermetalle und Prozeßchemikalien	1025	22.5.3	Anaerob/Aerob-Verfahren	1060
			22.5.4	Ammoniakstripping/	
20.1.7	Wachse, Lignine, Sterole und Lipide	1027		Biologische Reinigung	1061
20.1.8	Raffineriemelasse und High Test Molasses	1027	22.6	Einsatz von Schaumdämpfungsmitteln	1062
20.2	Physikalische Eigenschaften von Melasse	1028	22.7	Anforderungen an das abzuleitende Abwasser	1063
20.3	Verwendungsmöglichkeiten von Melasse	1031			
20.3.1	Futterwert	1031	<b>23</b>	<b>Entwicklungen bei Prozeßautomatisierung und Datenverarbeitung</b>	<b>1065</b>
20.3.2	Bindemittel für Tierfutter	1031			
20.3.3	Bindemittel beim Brikettieren von Kohlenstaub	1032			
20.3.4	Ruß-Agglomeration	1032	23.1	Grundlagen der Prozeßautomatisierung und Datenverarbeitung	
20.4	Einfluß von Lagerung und Transport auf die Melassequalität	1032			1065

23.1.1	Prozeßautomatisierung und Datenverarbeitung in einem Ebenenmodell	1065	25.2 25.2.1 25.2.2	Extraktion Berechnung der Massenströme Modelle für die wirtschaftliche Optimierung	1108 1108 1110
23.1.2	Regelung und Steuerung	1066			
23.1.3	Meßfühler	1067	25.3	Saftreinigungseffekt	1112
23.2	Historischer Rückblick auf die Prozeßautomatisierung in der Zuckerindustrie	1067	25.4	Berechnung von Kristallisationsschemata	1112
23.3	Automatisierungssysteme für die Zuckerindustrie	1070	<b>26</b>	<b>Produktionskosten von Zucker</b>	<b>1117</b>
23.4	Aspekte der künftigen Entwicklung von Prozeßautomatisierung und Datenverarbeitung	1071	26.1 26.2 26.2.1	Begriffe und Definitionen Rohstoffkosten Erzeugungskosten für Zuckerrüben und Zuckerertrag	1117 1118 1118
24	<b>Qualitätssicherung und Prozeßsicherheit</b>	<b>1075</b>	26.2.2 26.3	Erzeugungskosten für Zuckerrohr und Zuckerertrag Produktionskosten der	1123
24.1	Qualitätssicherung	1075		Zuckerfabrikation	1125
24.1.1	Qualitätssicherungsnormen	1076	26.3.1	Produktionskosten allgemein	1125
24.1.2	Qualitätsmanagementsysteme	1078	26.3.2	Kapitalkosten	1125
24.1.2.1	Phase 1 – Problemorientierte Verbesserung	1079	26.3.3 26.3.4	Personalkosten Brennstoffkosten	1126 1126
24.1.2.2	Phase 2 – Systematische Verbesserung	1081	26.3.5 26.3.6	Kosten für Kalkstein und Koks Kosten für andere Hilfsstoffe	1127 1127
24.1.2.3	Phase 3 – Innovation und Unternehmen	1082	26.3.7 26.3.8	Instandhaltungskosten Produktionskosten für Zucker	1128
24.2	Online-Kontrolle	1084		aus Zuckerrüben	1129
24.2.1	Identifizierung von kritischen Parametern	1084	26.3.9	Produktionskosten für Zucker	1129
24.2.2	Probenahme	1085	26.3.10	aus Zuckerrohr	1129
24.2.3	Statistische Prozeßkontrolle	1088	26.4	Ausblick	1130
24.2.4	Gewichtskontrolle der Fertigprodukte	1093		Weltzuckerproduktion und Anzahl der Zuckerfabriken	
24.3	Hygiene, Produktsicherheit	1094	26.5	in der Welt	1131
24.3.1	Standards, Richtlinien und deren Umsetzung	1094		Investitionskosten für	
24.3.2	Messung und Kontrolle der Leistungsfähigkeit	1095	<b>27</b>	Zuckerfabriken	1132
24.4	Technische Hilfsstoffe	1097			
24.5	Umwelt-Audit	1098			
24.6	Arbeitssicherheit	1100	<b>28</b>	<b>Bücher und Zeitschriften zur Zuckerherstellung</b>	<b>1150</b>
25	<b>Zuckertechnologische Gleichungen und Berechnungen</b>	<b>1107</b>	28.1 28.2 28.3	Bücher Proceedings/Vorträge Zeitschriften	1150 1154 1154
25.1	Definitionen einiger wichtiger Einheiten	1107		<b>Sachwortregister</b>	<b>1057</b>