

Inhalt

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

1.4	Saccharose – Physikalisch-chemische Eigenschaften	73	2	Zusammensetzung von Zucker- rübe und Zuckerrohr und das chemische Verhalten der Inhalts- stoffe während der Verarbeitung	123
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			
1.4.3	Eigenschaften kristalliner Saccharose	75	2.1.1	Übersicht	123
1.4.4	Eigenschaften von Kristallzucker in Haufwerken	79	2.1.2	Relative Verteilung der Inhaltsstoffe in der Wurzel	123
1.4.5	Eigenschaften von Saccharoselösungen	79	2.1.3	Zusammensetzung der Zellwand	125
1.4.5.1	Theorie der Saccharose in Lösung	79	2.1.3.1	Markgehalt, Markhydrat, Saftgehalt	125
1.4.5.2	Strukturell bestimmte Eigenschaften	80	2.1.3.2	Zusammensetzung des Rübenmarks und Eigenschaften der Markbestandteile	126
1.4.5.3	Optische und magnetische Eigenschaften	86	2.1.3.2.1	Cellulose	127
1.4.5.4	Thermodynamische Eigenschaften	88	2.1.3.2.2	Pektinstoffe	127
1.5	Qualität von Weißzucker und seinen Handelsformen	89	2.1.3.2.3	Hemicellulosen	130
1.5.1	Grenzwerte internationaler Standards	89	2.1.3.2.4	Lignin	132
1.5.1.1	Codex Alimentarius	89	2.1.4	Zusammensetzung des Zellsafts	132
1.5.1.2	EU-Standards für Zuckerarten	91	2.1.4.1	Stickstofffreie Verbindungen	132
1.5.1.3	Standards der EU-Zuckermarktordnung	93	2.1.4.1.1	Monosaccharide	132
1.5.1.4	US Food Chemical Codex	94	2.1.4.1.2	Oligosaccharide	135
1.5.1.5	Weitere Standards und Richtlinien	94	2.1.4.1.3	Polysaccharide	138
1.5.2	Einzelkriterien internationaler Standards	95	2.1.4.1.4	Organische und anorganische Anionen	139
1.5.2.1	Saccharose	95	2.1.4.1.5	Anorganische Kationen und Aschegehalt	143
1.5.2.2	Invertzucker	95	2.1.4.1.6	Saponine	145
1.5.2.3	Asche und Leitfähigkeit	96	2.1.4.1.7	Lipide	147
1.5.2.4	Wasser	97	2.1.4.1.8	Geruchsstoffe	147
1.5.2.5	Farbe und Trübung der Lösung	99	2.1.4.2	Stickstoffhaltige Verbindungen	148
1.5.2.6	Visueller Eindruck (Farbtype)	101	2.1.4.2.1	Übersicht	148
1.5.2.7	Schwefeldioxid	101	2.1.4.2.2	Aminosäuren und Amide	149
1.5.2.8	Kontaminanten	102	2.1.4.2.3	Eiweißstoffe	155
1.5.2.9	Raffinose- und Theanderosagehalt in Weißzuckern	103	2.1.4.2.4	Pflanzenbasen und Lecithin	156
1.5.3	Internationale Pharmacopöen	103	2.1.4.2.5	Nucleinsäuren, Pyrimidin- und Purinbasen, Allantoin	159
1.5.3.1	Europäische Pharmacopöe	103	2.1.4.2.6	Phenolische Verbindungen	161
1.5.3.2	Pharmacopoeia der USA	104	2.1.4.2.7	Vitamine	162
1.5.4	Spezifische Kriterien	104	2.2	Zusammensetzung des Zuckerrohrs	162
1.5.4.1	Microbiologische Kriterien und Standards	104	2.2.1	Zusammensetzung von Fiber und Bagasse	162
1.5.4.2	Physikalische und chemische Kriterien	104	2.2.2	Zusammensetzung des Zuckerrohrsafts	163
1.5.4.3	Kristalleigenschaften	111	2.3	Reaktionen der Zellwandbestandteile von Zuckerrüben	169

2.3.1	Reaktionen bei der Lagerung	169	3.2	Gleichungen zur Berechnung der Dicksaftnichtsaccharose und des Melassesaccharose-anfalls aus Rübenanalysen sowie der Alkalität von Dicksäften	233
2.3.2	Reaktionen bei der Extraktion	170	3.3	Struktur, Vermehrung und Physiologie des Zuckerrohrs	244
2.3.3	Reaktionen bei der Preßschnitzelsilierung	173	3.3.1	Äußere Struktur des Zuckerrohrs	244
2.3.4	Chemische Reaktionen der Pülpe bei der Saftreinigung	174	3.3.2	Vegetative Vermehrung	247
2.4	Reaktionen der Saftbestandteile	175	3.4	Qualitätsbewertung von Zuckerrohr	249
2.4.1	Saccharide	175			
2.4.1.1	Chemischer Saccharoseabbau	175	4	Zuckerrübenernte	259
2.4.1.2	Enzymatischer und mikrobieller Saccharoseabbau	180	4.1	Ernteverfahren	259
2.4.1.3	Glucose- und Fructoseabbau (Invertzuckerabbau)	183	4.2	Köpf- und Rodequalität	260
2.4.1.4	Weitere Saccharide	190	4.3	Flächenleistung der Erntesysteme	261
2.4.2	Nichtsaccharosestoffe	193	4.4	Blattbergung und -verwertung	262
2.4.2.1	Organische stickstofffreie Nichtsaccharosestoffe	193	4.5	Erdanhang	263
2.4.2.2	Aminosäuren	195	4.6	Lagerung der Zuckerrüben in Mieten am Feldrand	264
2.4.2.3	Glutaminabbau	196	4.7	Transport in die Fabrik	265
2.4.2.4	Andere stickstoffhaltige Substanzen	199	5	Annahme, Lagerung und Waschen	267
2.4.2.5	Phenolische Verbindungen	200	5.1	Bestimmung der Bezahlungskriterien für Rüben	268
2.4.2.6	Andere Inhaltsstoffe	200	5.1.1	Wägung und Probenahme	268
2.4.2.7	Protein, Nucleinsäuren und Nucleinbausteine	201	5.1.1.1	Wägung	268
2.4.2.8	Anorganische Anionen	202	5.1.1.2	Probenahme	269
2.4.2.9	Anorganische Kationen	203	5.1.1.3	Bestimmung des Kopfteils und des Erdanhangs	270
2.4.3	Farbbildung	203	5.1.2	Analyse	271
2.4.3.1	Melaninbildung	204	5.1.2.1	Breitherstellung	271
2.4.3.2	Melanoidinbildung (Maillard-Reaktion)	206	5.1.2.2	Digestion und Klärung	271
2.4.3.3	Karamelisierung	212	5.1.2.3	Polarimetrische Bestimmung des Saccharosegehalts	273
2.4.3.4	Streckerscher Abbau	214	5.1.2.4	Alternative Methoden zur Bestimmung des Saccharosegehalts	273
2.4.3.5	Inhibitoren	215	5.1.2.5	Bestimmung des Gehalts an Nichtsaccharosestoffen	274
3	Qualität der Zuckerrübe und des Zuckerrohrs	225	5.1.2.6	Reproduzierbarkeit von Analysen automatisch arbeitender Rübenlaboratorien	275
3.1	Morphologie und physikalische Eigenschaften der Zuckerrübe	225			
3.1.1	Morphologie	225			
3.1.2	Ultrastruktur der nativen Zuckerrübenwurzel	227			
3.1.3	Physikalische Eigenschaften	229			
3.1.4	Physikalische Daten von Zuckerrübenhaufwerken	230			
3.1.5	Physikalische Eigenschaften nach der Denaturierung	232			

5.2	Bestimmung der Bezahlungs- kriterien für Rohr	276	5.4.7	Hemmung von Infektionen mit chemischen Mitteln	306
5.2.1	Probenahme	276	5.4.8	Konservieren der Zucker- rüben durch Trocknen	307
5.2.1.1	Probestecher	276	5.5	Rübenaufbereitung	308
5.2.1.2	Probegreifer	277	5.5.1	Rübenmassen- und Saccharoseverluste	309
5.2.1.3	Lukenprobenehmer	277	5.5.2	Transport der Rüben vom Hof zur Rübenwäsche	311
5.2.1.4	Vergleich der Probenehmer	278	5.5.2.1	Hydraulischer Transport	311
5.2.1.5	Probenahme vom ersten ausgepreßten Saft	279	5.5.2.2	Trockener Transport	313
5.2.1.6	Probenahme von Mischsaft und Bagasse	279	5.5.3	Verfahren für die Rübenaufbereitung	314
5.2.2	Bestimmung des Saccharose- gehalts (single polarization)	280	5.5.4	Ausrüstungen für die Rübenwäsche	315
5.2.2.1	Nasse Desintegratormethode	280	5.5.4.1	Rübenwaschmaschinen	315
5.2.2.2	Hydraulische Preßmethode	281	5.5.4.2	Steinabscheider	317
5.2.2.3	Analyse des ersten ausgepreßten Safts	282	5.5.4.3	Krautabscheider	318
5.2.2.4	Analyse von Mischsaft und Bagasse	282	5.5.4.4	Wasserabscheider	318
5.3	Rübenentladung und Rübenaufbereitung	282	5.5.5	Mechanische Reinigung von Schwemm- und Waschwasser	319
5.4	Rübenlagerung	284	5.5.5.1	Abtrennung von feinem organischen Material	319
5.4.1	Chemische und biochemische Reaktionen während der Lagerung	285	5.5.5.2	Abtrennung der Rübenerde	319
5.4.1.1	Atmung	285	5.5.6	Verarbeitung des Krauts und der Rübenbruchstücke	320
5.4.1.2	Mikrobiologische Vorgänge	286	5.5.6.1	Rückführung der Rübenbruchstücke	320
5.4.2	Beeinflussung des technologischen Werts der Rüben während der Lagerung	287	5.5.6.2	Rückgewinnung des Krauts	321
5.4.2.1	Temperatur	287	5.5.7	Behandlung und Verwertung der Rübenerde	322
5.4.2.2	Sauerstoff- und Kohlendioxid- gehalt der Umgebungsluft	288	5.5.7.1	Versprühen	322
5.4.2.3	Relative Luftfeuchtigkeit	289	5.5.7.2	Entwässerung der Rübenerde	322
5.4.2.4	Rübenqualität nach der Ernte	289	5.5.7.3	Zusammensetzung der Rübenerde	323
5.4.3	Veränderungen der chemischen Zusammensetzung der Rüben	292	5.5.7.4	Verwendungsmöglichkeiten	324
5.4.3.1	Saccharose	292			
5.4.3.2	Lösliche Kohlenhydrate	294	6	Extraktion	329
5.4.3.3	Lösliche Nichtkohlenhydrate	295	6.1	Theorie der Extraktion	329
5.4.3.4	Unlösliche Verbindungen, Mark	297	6.1.1	Einführung	330
5.4.4	Physikalische Veränderungen der Rüben während der Lagerung	297	6.1.2	Vereinfachte Modellierung einer Gegenstromextraktion	331
5.4.5	Lagerungsbedingungen für minimale Saccharoseverluste durch Atmung	298	6.1.2.1	Einfluß der Schnitzelgeometrie	332
5.4.6	Methoden und Bedingungen der Rübenlagerung	299	6.1.2.2	Bilanzierung	333
5.4.6.1	Fabriklager für Kurzzeitlagerung	299	6.1.2.3	Trennstufen und Übergangseinheiten	335
5.4.6.2	Lagerung in Mieten (Europa)	300	6.1.2.4	Gleichung nach <i>Silin</i>	336
5.4.6.3	Langzeitlagerung	302	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	6.2.7	Pülpeabscheidung und Entsandung	372
6.1.3.3	Volumenänderung	342	6.2.8	Andere Extraktionsverfahren	373
6.1.3.4	Diffusiver Stofftransport im Rübengewebe	343	6.2.9	Raperie, Saftstation	373
6.1.4	Geometrie, Dimension und Größenverteilung der Schnitzel	345	6.2.10	Extraktion unter alkalischen Bedingungen	373
6.1.5	Einfluß der Hydrodynamik auf den Stofftransport	347	6.2.10.1	Vorgeschichte	373
6.1.6	Komplexe Modellierung technischer Extraktionssysteme	348	6.2.10.2	Chemische Reaktionen während der alkalischen Extraktion	374
6.1.6.1	Kontinuierliche Gegenstromextraktion	348	6.2.10.3	Prozeßschritte	374
6.1.6.2	Schrittweiser Gegenstrom	348	6.2.10.4	Saft- und Schnitzelzusammensetzung	375
6.1.6.3	Einfluß der Preßwasserrücknahme	349	6.2.10.5	Schnitzelabpressung	375
6.1.7	Extraktion von Zuckerrohr	349	6.2.10.6	UCB-Prozeß	376
6.2	Technische Extraktion von Zuckerrüben	350	6.2.11	Extraktion von getrockneten Rübenschnitzeln und Melasse mit Lösungsmitteln	378
6.2.1	Schnitzelherstellung	350			
6.2.1.1	Bewertung der Schnitzel	350			
6.2.1.2	Schneidmaschinen	351			
6.2.1.3	Schnitzelmesser	354	7	Verwertung von extrahierten Schnitzeln	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	7.1.3	Spezielle Verfahrensweisen zur Verbesserung der Abpreßbarkeit	387
6.2.2.3	Sauerstoffeintrag	360	7.1.4	Schnitzelpressen	388
6.2.2.4	Extraktion von alterierten Zuckerrüben	360	7.1.5	Arbeitsweise der Schnitzelpressen und Schnitzelpressenanlagen	391
6.2.3	Theoretische Massenbilanz der Extraktion	361	7.1.6	Handhabung von Preßschnitzeln	393
6.2.4	Energetische Aspekte	362	7.2	Preßschnitzelkonservierung durch Silierung	394
6.2.5	Anlagen zur Denaturierung und Rohsaftkühlung	362	7.2.1	Einfluß der Temperatur auf die Silierung	394
6.2.5.1	Brühmaischen ohne Wärmerückgewinnung	363	7.2.2	Einfluß des Trockensubstanzgehalts auf die Silierung	396
6.2.5.2	Schnitzel/Rohsaft-Wärmeübertrager mit Zwangsführung für Schnitzel	363	7.2.3	Zusatz von Silierhilfsmitteln zu Preßschnitzeln	396
6.2.5.3	Schnitzelmaischen für Extraktionstürme	364	7.2.4	Zusatz von Melasse und anderen Nährstoffgemischen	396
6.2.6	Extraktionsapparate	365	7.2.5	Siliermethoden	397
6.2.6.1	Transportprinzipien in Extraktionsapparaten	365	7.3	Thermische Entwässerung	398
6.2.6.2	Apparate mit Zwangsführung der festen und der flüssigen Phase	366	7.3.1	Eigenschaften der zu trocknenden Schnitzel	398

7.3.1.1	Massen- und Wärmebilanz der Schnitzeltrocknung	398	7.6	Faserprodukte oder Faserstoffe aus Rübe und Rohr für den menschlichen Verzehr	444
7.3.1.2	Sorptionsisothermen von Preßschnitzeln	399	7.6.1	Faserstoffe als Bestandteil menschlicher Nahrung	444
7.3.1.3	Trocknungskinetik	399	7.6.2	Rübenfaserstoffe	445
7.3.2	Hochtemperaturtrocknung	401	7.6.3	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	8	Bagasse	453
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	8.2	Wärmeinhalt	458
7.3.2.6	Möglichkeiten der Energieeinsparung	408	8.3	Handhabung und Lagerung	458
7.3.3	Niedertemperaturtrocknung	409	8.4	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 Bagasserückständen	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	8.6.5	Flugascheabscheidung aus Abgasen von Bagassefeuerungen	474
7.3.5.4	Trocknungsprozeß	418	8.7	Anderweitige Nutzung von Bagasse	475
7.3.6	Regelung der Schnitzeltrocknung	419	8.7.1	Pentosangewinnung	475
7.3.6.1	Meßwertaufnehmer	419	8.7.2	Gewinnung von Faserstoffen	477
7.3.6.2	Regelungsstrategien	420	8.7.3	Rohstoff in der Land- und Viehwirtschaft	479
7.4	Schnitzelpelletierung	422	8.7.3.1	Viehhaltung	479
7.4.1	Pelletieranlagen	423	8.7.3.2	Speisepilzproduktion	479
7.4.1.1	Konditionierung und Melassierung	424	8.7.3.3	Kompostierung	480
7.4.1.2	Pelletierpressen	424	8.8	Gesundheitsrisiken beim Umgang mit Bagasse – Bagassose	481
7.4.1.3	Kühlen/Trocknen	426			
7.4.2	Lagerung und Transport	428			
7.4.3	Sicherheit	428			
7.4.4	Qualitätsparameter für Pellets	429			
7.5	Verfütterung von Schnitzeln	429			
7.5.1	Futtermittelrecht	432			
7.5.1.1	Europäische Union	432	9	Saftreinigung	485
7.5.1.1.1	Futtermittel-Ausgangserzeugnisse bzw. Einzelfuttermittel	432	9.1	Chemische und physikalische Grundlagen	485
7.5.1.1.2	Mischfuttermittel	433	9.1.1	Löslichkeiten und Dissoziationsgleichgewichte in reinen und technischen Saccharoselösungen	489
7.5.1.1.3	Zusatzstoffe	434	9.1.1.1	Löslichkeit von Calciumhydroxid	489
7.5.1.1.4	Unerwünschte Stoffe	434	9.1.1.2	Löslichkeit von Calciumcarbonat und anderen Calciumsalzen	490
7.5.1.1.5	Amtliche Untersuchungen	435			
7.5.1.2	USA und Japan	435			
7.5.2	Futtermittelanalyse und Futterwert	436			
7.5.3	Verfütterung von Trockenschnitzeln	438			

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 Nichtsaccharosestoffen 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	Reinigungsverfahren für Dicksäfte und Sirupe	526
9.1.8	Übercarbonatation	503	9.2.5.1	Kalkung und Phosphatation	526
9.1.9	Minimierung des CaO-Verbrauchs	504	9.2.5.2	Talodura-Verfahren	526
9.1.10	Filtration und Sedimentation	505	9.2.5.3	Talofloc-Verfahren	527
9.1.10.1	Filtration	505	9.2.5.4	Carbonatation und Sulfitation	527
9.1.10.2	Sedimentation	507	9.2.5.5	Guangdong-Flotationsverfahren	528
9.1.10.3	Bestimmung der Filtrierfähigkeit	508	9.2.5.6	Magnesiumoxid-Verfahren	528
9.1.10.4	Bestimmung des Schlammgehalts im Filtrat	509	9.2.5.7	Ozonisierung zur Farbstoffentfernung	528
9.1.10.5	Bestimmung der Sedimentationsgeschwindigkeit	509	9.2.5.8	Anwendung von Aktivkohle	528
9.1.10.6	Bestimmung des Saccharosegehalts im Carbonatationskalk	510	9.2.6	Saftentkalkung durch Ionenaustausch	529
9.2	Saftreinigungsverfahren	511	9.2.6.1	Klassisches Ionenaustauschverfahren	529
9.2.1	Saftreinigungsverfahren mit alkalischem Invertzuckerabbau	511	9.2.6.2	NRS-Verfahren	529
9.2.1.1	Klassisches diskontinuierliches Saftreinigungsverfahren	511	9.2.6.3	Gryllus-Verfahren	530
9.2.1.2	Klassische Saftreinigung mit kontinuierlicher Vorkalkung	513	9.2.6.4	Anionenaustauschverfahren	531
9.2.1.3	Kontinuierliche Saftreinigungsverfahren mit Dekanteuren	514	9.2.7	Membrantrennverfahren	531
9.2.1.4	Kontinuierliche Saftreinigungsverfahren mit Eindickfiltern	515	9.2.7.1	Ultrafiltration	532
9.2.2	Saftreinigungsverfahren mit begrenztem Invertzuckerabbau	518	9.2.7.2	Nanofiltration	533
9.2.2.1	Rübenzuckerindustrie	518	9.2.7.3	Mikrofiltration	533
9.2.2.2	Rohrzuckerindustrie	520	9.2.7.4	Elektrodialyse	534
9.2.3	Spezielle Verfahrensschritte bei der Rübensaftreinigung	522	9.3	Ausrüstungen für die Saftreinigung	535
9.2.3.1	Abtrennung des Niederschlags nach der Vorkalkung	522	9.3.1	Anlagen für die Kalkung	535
9.2.3.2	Trockenkalkung	522	9.3.1.1	Vorkalkungsapparate	535
9.2.3.3	MZ-Verfahren	523	9.3.1.2	Hauptkalkungsapparate	538
			9.3.2	Anlagen für die Carbonatation	538
			9.3.2.1	Apparate für die 1. Carbonatation	538
			9.3.2.2	Gasverteilungssysteme	540
			9.3.2.3	Gasreinigung nach dem Carbonatationsapparat	541
			9.3.2.4	Apparate für die 2. Carbonatation	541
			9.3.3	Anlagen zum Abtrennen und Absüßen von Carbonatationskalk	542
			9.3.3.1	Dekanteure	542
			9.3.3.2	Flotationsanlagen	545
			9.3.3.3	Filtertuch	546
			9.3.3.4	Eindickfilter	547

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

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	Rohrbündel-Fallfilmverdampfapparate	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	Kristallisation	671	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	Kristallaggregat	690	12.2.7.2	Herstellung von Kristallfußmagma	736
12.1.5	Bestimmung der Kristallgrößenverteilung und der Kristallaggregat während der Kristallisation	691	12.2.8	Diskontinuierliche Verdampfungskristallisation	741
12.1.6	Kristallisationstechniken	694	12.2.9	Kontinuierliche Verampfungskristallisation	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	Kristallisationsschemata	793
12.2.9.2	Mehrkammer-Verdampfungs- kristallisatoren ohne Zwangsführung des Magmas	754	12.4.1	Rübenzucker	793
12.2.10	Diskontinuierliche Kühlungskristallisation	758	12.4.1.1	Rohrzucker	794
12.2.11	Kontinuierliche Kühlungskristallisation	761	12.4.1.2	Weißzucker	797
12.2.11.1	Nachprodukt	761	12.4.2	Rohrrohrzucker	798
12.2.11.2	Weiß- und Rohrzucker	763	12.4.2.1	Wahl eines Kristallisationsschemas	798
12.2.12	Entspannungsverdampfungs-/ Kühlungskristallisation	764	12.4.2.2	Zweistufiges Kristallisationsschema	799
12.2.13	Prozeßparameter für die Rohrzuckerkristallisation	768	12.4.2.3	Dreistufige Kristallisationsschemata	801
12.2.13.1	Rohrweißzucker	768	12.4.3	Raffination	803
12.2.13.2	Rohrrohrzucker	769	12.4.3.1	Weißzucker	804
12.2.13.3	Nachprodukt	770	12.4.3.2	Recovery-Haus	806
12.2.13.4	Melasseerschöpfung und Saccharoselöslichkeit	771	12.4.3.3	Spezialzucker	807
12.2.13.5	Saccharoseverluste	771	12.4.4	Farbstoffmassenströme – Verfärbungen in den einzelnen Verfahrensabschnitten	808
12.2.13.6	Kristallfußherstellung	771	12.5	Kristallisatoren	811
12.3	Regelung der Kristallisation	772	12.5.1	Verdampfungskristallisatoren	811
12.3.1	Methoden zur Bestimmung der Übersättigungszahl und des Kristallgehalts	773	12.5.1.1	Wärmedurchgang in Verdampfungskristallisatoren	812
12.3.1.1	Messung der elektrischen Leitfähigkeit	773	12.5.1.2	Diskontinuierliche Verdampfungskristallisatoren	815
12.3.1.2	Messung der Siedepunkterhöhung	774	12.5.1.3	Kontinuierliche Verdampfungskristallisatoren	819
12.3.1.3	Hochfrequenzmeßtechnik	775	12.5.1.3.1	Mehrkammer- Verdampfungskristallisatoren mit Zwangsführung des Magmas	820
12.3.1.4	Messung des Brechungsindex	777	12.5.1.3.2	Mehrkammer- Verdampfungskristallisatoren ohne Zwangsführung des Magmas	822
12.3.1.5	Radiometrie	778	12.5.1.3.3	Langreney- Verdampfungskristallisor	828
12.3.1.6	Mikrowellenmeßtechnik	779	12.5.1.4	Tropfenabscheider	829
12.3.1.7	Messung der Viskosität/Konsistenz	779	12.5.2	Kühlungskristallisatoren	830
12.3.1.8	Online-Beobachtung und Online-Messung der Kristallgröße	781	12.5.2.1	Apparate für die Kühlungskristallisation	831
12.3.1.9	Messung der Ultraschallabsorption	783	12.5.2.2	Kühlwasserführung, Wärmeübergang und Verweilzeitverteilung	835
12.3.1.10	Messung der Ultraschall- geschwindigkeit	783	12.5.3	Entspannungs-/ Kühlungskristallisatoren	837
12.3.1.11	Vergleich von Meßwertgebern	784	12.6	Kondensation	839
12.3.2	Diskontinuierliche Verdampfungskristallisation	785	12.6.1	Bauarten von Kondensatoren	840
12.3.3	Kontinuierliche Verdampfungskristallisation	787	12.6.1.1	Mischkondensatoren	840
12.3.4	Messung anderer Prozeßvariablen	788	12.6.1.2	Oberflächenkondensatoren	841
12.3.5	Massenstromregelung im Zuckerhaus	789	12.6.1.3	Strahlkondensatoren	842
12.3.6	Kontinuierliche Messung der erzeugten Weißzuckerqualität	791	12.6.2	Auslegung von Kondensatoren	843
			12.6.2.1	Kühlwasservolumenstrom	843
			12.6.2.2	Kondensatorabmessungen	843

12.6.2.3	Inertgasmenge	844	14.1.1.3	Lagerungsbedingungen	897
12.6.3	Luftpumpen	845	14.1.1.4	Losser 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	Rübenroh Zucker	900
			14.2	Trocknung und Kühlung von Zucker	902
13	Trennung der Kristalle vom Muttersirup in Zentrifugen	861	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	Turbintrockner/-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	919
13.3.2.2	Bauformen	889	14.3.4.2	Schwingsiebmaschinen	920
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	922
			14.3.4.5	Erregung der Siebe	922
			14.3.4.6	Siebgewebe	922
			14.4	Weißzuckerlagerung	923
14	Aufbereitung, Lagerung und Verpackung von Zucker	895	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	Rohrohrzucker	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 Polyethylen-tüten	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
14.5.2.5	Schlauchbeutel-Verpackungs- maschinen	934	16.4.1	Vollentsalzung	971
14.5.2.6	Maschinen für Portionspackungen	935	16.4.2	Teilentsalzung	972
14.5.3	Industriepackungen	935	16.4.2.1	Carbonatverfahren	973
14.5.4	Zusatzgeräte	936	16.4.2.2	<i>Schneider-Perschak</i> -Verfahren	973
14.5.5	Lose Verladung von Kristallzucker	937	16.5	Bau und Betrieb von Ionenaustauschanlagen	973
14.6	Frischluftentstaubung	939			
14.7	Entstaubungsanlagen	940			
14.7.1	Trockenentstaubung	941			
14.7.2	Naßentstaubung	942			
14.8	Sicherheitsvorkehrungen gegen Staubexplosionen	943			
14.8.1	Explosionsparameter	943			
14.8.2	Charakteristik einer Explosion	945			
14.8.3	Präventivmaßnahmen	945			
14.8.4	Schutzmaßnahmen	946			
14.8.5	Sicherheitsmaßnahmen für einzelne Anlagenteile	948			
15	Dicksaftlagerung	956	17	Melasseentzuckerung	979
15.1	Lagerungsparameter	956	17.1	<i>Steffen</i> -Verfahren	979
15.1.1	Zur Lagerung geeignete Sirupe	956	17.2	Chromatographische Verfahren	980
15.1.2	Lagerungsbedingungen	957	17.2.1	Grundlagen für den Ionenausschluß	981
15.1.3	Auswirkungen der Lagerung auf die Dicksaftqualität	959	17.2.1.1	Ionenausschlußverfahren	982
15.2	Ausrüstungen für die Dicksaftlagerung	960	17.2.1.2	Besonderheiten spezieller Rohstoffe	985
15.2.1	Tanks	960	17.2.1.3	Nebenprodukte	986
15.2.2	Nebenanlagen	961	17.2.2	Kommerzielle großtechnische Verfahren	986
15.3	Verarbeitung von gelagertem Dicksaft	962			
16	Ionenaustausch- und Entfärbungsverfahren	965	18	Flüssige Zucker – Herstellung und Eigenschaften	991
16.1	Entfärbung mit Aktiv- und Knochenkohle	965	18.1	Helle Flüssigzucker	991
16.1.1	Knochenkohle	965	18.1.1	Erzeugung in Raffinerien	991
16.1.2	Aktivkohle	966	18.1.2	Erzeugung aus Kristallzucker	992
16.1.2.1	Pulverkohle	966	18.2	Invertzuckersirupe	992
			18.2.1	Invertieren mit freien Säuren	993
			18.2.2	Invertieren mit fixierten Säuren	994
			18.2.3	Invertieren mit Enzymen	996
			18.3	Karamelzuckersirupe	997
			18.4	Braune flüssige Zucker aus Sirupen	998
			18.5	Mischsirupe	999
			18.6	Kulör-/Karamelfarbstoffe	999
			18.7	Lagerung und Transport	999
			19	Kristallzucker-Spezialprodukte	1001
16.1	Entfärbung mit Aktiv- und Knochenkohle	965	19.1	Puderzucker	1001
16.1.1	Knochenkohle	965	19.2	Würfelzucker, Hagelzucker und Hutzucker	1002
16.1.2	Aktivkohle	966	19.2.1	Gußwürfel- oder <i>Adant</i> -Verfahren	1002
16.1.2.1	Pulverkohle	966			

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

24	Inhalt	
23.1.1	Prozeßautomatisierung und Datenverarbeitung in einem Ebenenmodell	1065
23.1.2	Regelung und Steuerung	1066
23.1.3	Meßfühler	1067
23.2	Historischer Rückblick auf die Prozeßautomatisierung in der Zuckerindustrie	1067
23.3	Automatisierungssysteme für die Zuckerindustrie	1070
23.4	Aspekte der künftigen Entwicklung von Prozeßautomatisierung und Datenverarbeitung	1071
24	Qualitätssicherung und Prozeßsicherheit	1075
24.1	Qualitätssicherung	1075
24.1.1	Qualitätssicherungsnormen	1076
24.1.2	Qualitätsmanagementsysteme	1078
24.1.2.1	Phase 1 – Problemorientierte Verbesserung	1079
24.1.2.2	Phase 2 – Systematische Verbesserung	1081
24.1.2.3	Phase 3 – Innovation und Unternehmen	1082
24.2	Online-Kontrolle	1084
24.2.1	Identifizierung von kritischen Parametern	1084
24.2.2	Probenahme	1085
24.2.3	Statistische Prozeßkontrolle	1088
24.2.4	Gewichtskontrolle der Fertigprodukte	1093
24.3	Hygiene, Produktsicherheit	1094
24.3.1	Standards, Richtlinien und deren Umsetzung	1094
24.3.2	Messung und Kontrolle der Leistungsfähigkeit	1095
24.4	Technische Hilfsstoffe	1097
24.5	Umwelt-Audit	1098
24.6	Arbeitssicherheit	1100
25	Zuckertechnologische Gleichungen und Berechnungen	1107
25.1	Definitionen einiger wichtiger Einheiten	1107
25.2	Extraktion	1108
25.2.1	Berechnung der Massenströme	1108
25.2.2	Modelle für die wirtschaftliche Optimierung	1110
25.3	Saftreinigungseffekt	1112
25.4	Berechnung von Kristallisationsschemata	1112
26	Produktionskosten von Zucker	1117
26.1	Begriffe und Definitionen	1117
26.2	Rohstoffkosten	1118
26.2.1	Erzeugungskosten für Zuckerrüben und Zuckerertrag	1118
26.2.2	Erzeugungskosten für Zuckerrohr und Zuckerertrag	1123
26.3	Produktionskosten der Zuckerfabrikation	1125
26.3.1	Produktionskosten allgemein	1125
26.3.2	Kapitalkosten	1125
26.3.3	Personalkosten	1126
26.3.4	Brennstoffkosten	1126
26.3.5	Kosten für Kalkstein und Koks	1127
26.3.6	Kosten für andere Hilfsstoffe	1127
26.3.7	Instandhaltungskosten	1128
26.3.8	Produktionskosten für Zucker aus Zuckerrüben	1129
26.3.9	Produktionskosten für Zucker aus Zuckerrohr	1129
26.3.10	Ausblick	1130
26.4	Weltzuckerproduktion und Anzahl der Zuckerfabriken in der Welt	1131
26.5	Investitionskosten für Zuckerfabriken	1132
27	Zuckertechnische Fachausdrücke	1135
28	Bücher und Zeitschriften zur Zuckerherstellung	1150
28.1	Bücher	1150
28.2	Proceedings/Vorträge	1154
28.3	Zeitschriften	1154
	Sachwortregister	1057