

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Vorwort</b> .....	III
	<b>Autorenverzeichnis</b> .....	V
<b>1</b>	<b>Geschichte des Sauerteiges</b> M. J. BRANDT .....	1
<b>2</b>	<b>Begriffsbestimmungen und lebensmittelrechtliche Aspekte</b> M. G. GÄNZLE und M. J. BRANDT .....	7
2.1	Zielsetzungen von Sauerteigfermentationen bei der Gebäck- herstellung .....	7
2.2	Begriffsbestimmungen und Definitionen von Sauerteig .....	9
2.3	Definitionen der allgemeinen Verkehrsauffassung von Sauerteig ...	14
2.3.1	Bundesrepublik Deutschland .....	14
2.4	Definitionen im europäischen Ausland .....	16
2.4.1	Österreich .....	16
2.4.2	Schweiz .....	18
2.4.3	Frankreich .....	18
<b>3</b>	<b>Bedeutung von Sauerteig für die Brotqualität</b> M. J. BRANDT .....	21
3.1	Aroma und Geschmack .....	21
3.1.1	Aromazusammensetzung von Mehl, Sauerteig und Brot .....	23
3.1.2	Bildung von Aromastoffen .....	26
3.1.3	Getrocknete Sauerteige .....	28
3.2	Ernährungsphysiologische Vorteile .....	29
3.3	Frischhaltung .....	29
3.4	Schutz vor mikrobiellem Verderb .....	30
3.4.1	Fadenziehen .....	30
3.4.2	Schimmelschutz .....	32
3.5	Auswirkung auf Teigverarbeitung und Gebäckqualität .....	32

<b>4</b>	<b>Bedeutung von Rohwarenkomponten</b> M. J. BRANDT . . . .	41
4.1	Kohlenhydrate . . . . .	41
4.1.1	Stärke . . . . .	41
4.1.2	Niedermolekulare Kohlenhydrate . . . . .	43
4.1.3	Nichtstärkepolysaccharide . . . . .	45
4.1.3.1	Pentosane . . . . .	45
4.2	Proteine . . . . .	48
4.3	Lipide . . . . .	49
4.4	Pufferungsvermögen . . . . .	49
<b>5</b>	<b>Bedeutung des Sauerteiges für ernährungsphysiologische Eigenschaften von Backwaren</b> E. ARENDT, K. KATINA, K.-H. LIUKKONEN, K. AUTIO, L. FLANDER, K. POUTANEN und H. M. ULMER . . . . .	57
5.1	Zusammenfassung . . . . .	57
5.2	Einleitung . . . . .	57
5.3	Potential der Sauerteigfermentation in ballaststoffreichen Produkten . . . . .	59
5.4	Einfluss des Sauerteiges auf die Konzentration und die Stabilität von bioaktiven Substanzen . . . . .	62
5.5	Einfluss der Sauerteigfermentation auf die Verdaubarkeit von Stärke . . . . .	64
5.6	Sauerteig und die Bioverfügbarkeit von Mineralstoffen . . . . .	66
5.7	Sauerteig und Zöliakie . . . . .	66
5.8	Schlussfolgerungen und Zukunftsaussichten . . . . .	70
<b>6</b>	<b>Mikrobiologie des Sauerteiges</b> M. G. GÄNZLE . . . . .	77
6.1	Einführung . . . . .	77
6.1.1	Mikroflora fermentierter Getreideprodukte . . . . .	77
6.1.2	Milchsäurebakterien . . . . .	78
6.1.3	Entwicklung der Florenanalyse von Sauerteigen . . . . .	80
6.1.4	Mikrobiologie von Sauerteigen: aktuelle Entwicklungen . . . . .	81

6.1.5	Einfluss technologischer Parameter auf die Mikroflora von Sauerteigen .....	82
6.2	Mikroflora der Rohware .....	84
6.2.1	Die Bakterien der Rohware .....	84
6.2.2	Die Hefen der Rohware .....	86
6.2.3	Die Schimmelpilze der Rohware .....	87
6.3	Die Mikroflora von Spontansauerteigen .....	87
6.4	Mikroflora von Sauerteigen .....	89
6.4.1	Milchsäurebakterien des Sauerteiges .....	91
6.4.2	Hefen des Sauerteiges .....	94
6.5	Mikroflora von Getreidefermentationen .....	98
6.6	Sauerteig-Laktobazillen als probiotische Kulturen – Probiotische Organismen in Getreideprodukten? .....	99
6.7	Bakteriophagen .....	101
<b>7</b>	<b>Physiologie und Biochemie der Mikroflora des Sauerteiges</b> M. G. GÄNZLE .....	109
7.1	Einführung .....	109
7.2	Kohlenhydratstoffwechsel von Milchsäurebakterien des Sauerteiges .....	110
7.2.1	Kohlenhydrate in Weizen- und Roggensauerteigen .....	110
7.2.2	Gärungstypen der Milchsäurebakterien des Sauerteiges: Überblick und Energiebilanz .....	111
7.2.3	Homofermentative Milchsäuregärung .....	113
7.2.4	Heterofermentative Milchsäuregärung .....	115
7.2.5	Steuerung der Essigsäurebildung durch heterofermentative Laktobazillen in Sauerteigen .....	120
7.3	Proteolyse und Aminosäurestoffwechsel .....	121
7.3.1	Proteolyse und Freisetzung von Aminosäuren in Sauerteigfermentationen .....	121
7.3.2	Depolymerisierung von Kleberproteinen in Weizensauerteigen ....	129
7.3.3	Aminosäurestoffwechsel durch Laktobazillen und Hefen des Sauerteiges .....	130

7.4	Antimikrobielle Aktivität von Laktobazillen des Sauerteiges . . . . .	135
7.4.1	Verderbsorganismen in Brot und Bedeutung antimikrobieller Metabolite für die Mikroflora von Sauerteigen . . . . .	135
7.4.2	Antibakteriell wirksame Stoffwechselprodukte von Milchsäure- bakterien . . . . .	137
7.4.3	Einsatz von Sauerteig-Laktobazillen zur Hemmung mikrobiellen Brotverderbs . . . . .	140
7.5	Bildung von Poly- und Oligosacchariden durch Laktobazillen des Sauerteiges . . . . .	143
7.5.1	Polysaccharidbildung von Milchsäurebakterien . . . . .	143
7.5.2	Biosynthese der Homopolysaccharide . . . . .	144
7.5.3	Saccharosestoffwechsel und Polymerbildung durch Laktobazillen in Sauerteigen . . . . .	146
7.5.4	Anwendung von Polysacchariden aus Laktobazillen . . . . .	148
7.6	Stoffwechsel von Lipiden, Phytat und phenolischen Verbindungen . . . . .	149
7.6.1	Lipide . . . . .	149
7.6.2	Phenolische Verbindungen . . . . .	150
7.6.3	Phytat . . . . .	150
7.7	Einfluss von Umweltfaktoren auf Wachstum und Stoffwechsel von Laktobazillen und Hefen des Sauerteiges . . . . .	151
7.7.1	Grundlagen der mathematischen Beschreibung des Wachstums und der Vermehrung von Mikroorganismen . . . . .	153
7.7.2	Wachstum von Sauerteig-Laktobazillen und Hefen in Abhängigkeit von Prozessparametern der Sauerteigfermentation . . . . .	156
7.7.3	Einfluss von Umweltfaktoren auf den Stoffwechsel von Laktobazillen und Hefen in Sauerteigen . . . . .	162
7.8	Wechselwirkungen zwischen Laktobazillen und Hefen . . . . .	168
7.9	Genetik von Laktobazillen des Sauerteiges . . . . .	170
<b>8</b>	<b>Roggen als Rohstoff und Technik der Roggensauerteig- führung</b> H. NEUMANN, H. STEPHAN und J.-M. BRÜMMER . . . . .	<b>185</b>
8.1	Rohstoff Roggenmehl . . . . .	185
8.1.1	Backeigenschaften von Weizen- und Roggenmehl . . . . .	185
8.1.2	Sicherstellung der Backfähigkeit des Roggenmehles und eines guten Brotgeschmacks . . . . .	186

8.1.3	Enzymaktivität und Stärkeverkleisterungstemperatur der Roggenmehle – Backwert .....	186
8.1.4	Krumenelastizität – Maß der Backfähigkeit des Roggenmehles ....	190
8.1.5	Einfluss des Sauerteiganteils auf Roggenmehle mit unterschiedlichen Backeigenschaften .....	190
8.1.6	Einfluss der Roggenmehltype auf das Backverhalten .....	195
8.1.7	Säuregrad und pH-Wert bei der Roggenteigführung .....	197
8.2	Veränderungen bei den Verarbeitungs- und Fermentations-eigenschaften von Roggen und Roggenmahlerzeugnissen über die letzten Jahrzehnte .....	197
8.2.1	Roggensorten in Deutschland .....	198
8.2.2	Roggen-Anbau .....	199
8.2.3	Erntesituation .....	202
8.2.4	Veränderungen an Roggenmahlerzeugnissen .....	203
8.2.4.1	Bäckereitechnologie .....	204
8.2.4.2	Möglichkeiten der bäckereitechnologischen Beeinflussung von Roggenmahlerzeugnissen .....	205
8.3	Analytik und Charakterisierung von Roggeneigenschaften .....	207
8.3.1	Eigenarten und Aussagekraft der Untersuchungsmethoden zur Beschreibung der Roggenqualität .....	207
8.3.1.1	Roggen-Fallzahl .....	207
8.3.1.2	Roggen-Amylogramm .....	208
8.3.1.3	Roggen-Viskositäts-Test – Vorgehensweise und Ergebnisse .....	210
8.3.2	Untersuchungsmethoden zur Ermittlung des Backverhaltens von Roggentypenmehlen .....	213
8.3.2.1	Fallzahl und Amylogramm-Beziehungen bei Roggen-Brotmehlen ..	215
8.3.2.2	Maltose-Bestimmung .....	216
8.3.2.3	Quellkurve nach DREWS .....	216
8.3.2.4	Triebbestimmungen an Roggenteigen .....	218
8.3.2.5	Roggen-Viskositätstest (RVT) .....	218
8.3.2.6	Standard-Backversuche für Roggentypenmehl/Backverhalten verschiedener Mahlerzeugnisse .....	218
8.3.2.6.1	Teigausbeute, Teigeigenschaften .....	221
8.3.2.6.2	Volumenausbeute .....	221
8.3.2.6.3	Krumenelastizität .....	223
8.3.3	Qualitätszahl .....	223
8.4	Anstellgut .....	224

8.5	Allgemeines zu Führungsweisen	225
8.5.1	Führungsweise eines Tagesvollsauers und seine Auswirkung auf die Brotqualität	225
8.5.1.1	Vermehrungshöhe und Reifezeit	226
8.5.1.2	Temperatur	227
8.5.1.3	Festigkeit	227
8.5.2	Vollsauerführung bei feucht- bzw. trockenbackenden Roggenmehlen	227
8.5.3	Sauerteiganteil	229
8.5.3.1	Sauerteiganteil in Abhängigkeit von der Sauerteigführung	229
8.5.3.2	Sauerteiganteil bei der Mischbrotherstellung	230
8.6	Sauerteigführungen	231
8.6.1	Dreistufige Sauerteigführungen mit 3- bzw. 8-stündiger Vollsauerreifezeit	232
8.6.2	Schaumsauerverfahren	240
8.6.3	Detmolder Dreistufenführung	242
8.6.4	Detmolder Zweistufenführungen mit 2 1/2- bis 3 1/2-stündiger und 3- bis 4-stündiger Reifezeit des Vollsauers	246
8.6.4.1	Berechnung bei gleichzeitiger Herstellung mehrerer Teige	249
8.6.4.2	Wahl der Vollsauerreifezeit und Vollsaueremperatur	249
8.6.5	Detmolder Einstufenführung	251
8.6.5.1	Temperatur des Arbeitsraumes – Anstellsaueranteil	251
8.6.5.2	Säuregrad des Sauerteiges – Sauerteiganteil	252
8.6.5.3	Temperatur des Sauerteiges – Brotgeschmack	252
8.6.5.4	Weinheimer Qualitätssauerführung	253
8.6.5.5	Weitere Variationsmöglichkeiten	254
8.6.5.6	Empfehlungen für die Herstellung von Roggenbrötchen	255
8.6.6	Berliner Kurzsauerführung	255
8.6.7	Monheimer Salzsauer-Verfahren	259
8.6.7.1	Monheimer Salzsauer als Wochensauer	262
8.7	Kombinierte Führung	262
8.8	Besondere Rohstoff- und Führungsfragen	267
8.8.1	Säuerungs- und Quellungsmaßnahmen bei der Roggenvollkornbrotherstellung	267
8.8.2	Alternatives Vollkornschrotbrot	272
8.8.3	Bevorratung von Sauerteig durch Kühlagerung	274
8.8.3.1	Kühlagerung von Grundsauerteigen	275

8.8.3.2	Kühlagerung von Grund- und Vollsauerteigen .....	276
8.8.3.3	Kühlagerung Monheimer Salzsauerteige .....	277
<b>9</b>	<b>Technik der Weizenvor- und Sauerteig-Führungen in Deutschland und Europa</b> M. SEIFFERT .....	285
9.1	Vorteig und Weizensauerteig in Europa .....	285
9.1.1	Einsatz von Vorteigen in Deutschland .....	286
9.1.2	Auswirkungen von Weizenvorteigen und Weizensauerteigen .....	288
9.1.3	Führungsparameter von Weizensauerteigen .....	291
9.2	Praktischer Einsatz von Weizensauerteigen .....	293
9.2.1	Herstellungsempfehlungen für Weizensauer .....	295
9.2.2	Weizenbrot mit Weizensauer .....	296
9.2.3	Weizenmischbrot mit Roggensauer und Weizensauer .....	298
9.2.4	Weizenkleingebäckherstellung .....	299
9.2.4.1	Langzeitführung durch reduzierte Hefemenge .....	301
9.2.4.2	Langzeitführung durch Lagerung bei Kühlraumtemperatur .....	301
9.2.4.3	Rezeptur ohne Zusatzstoffe .....	305
9.3	Führungstechniken in Frankreich .....	307
9.3.1	Poolish .....	308
9.3.2	Levain .....	309
9.3.3	Baguettes .....	310
9.4	Italienische Gebäcke .....	311
9.4.1	Ciabatta .....	312
9.4.2	Panettone .....	313
9.5	Dinkelsauerteig .....	315
<b>10</b>	<b>Grundsätze von Anlagen für Sauerteig</b> G. BÖCKER .....	329
10.1	Geschichte .....	329
10.2	Grundsätzliche Fragestellungen und Komponenten .....	336
10.3	Vor- und Nachteile einzelner Anlagen .....	345
10.4	Planungstipps .....	347

<b>11</b>	<b>Starterkulturen und Sauerteigprodukte</b> W. FREUND .....	353
11.1	Starterkulturen: Übersicht .....	353
11.2	Sauerteige durch spontane Säuerung .....	353
11.3	Starterkulturen für die Herstellung von Vorteigen .....	358
11.3.1	Starter für Standardsauerteige .....	360
11.3.2	Starter für Sauerteige aus bestimmten Getreidearten .....	362
11.3.3	Starter für Sauerteige aus biologisch angebautem Getreide .....	365
11.3.4	Starterkulturen für Vorteige mit neutralem Aromaeindruck .....	366
11.3.5	Starterkulturen in Form von Reinkulturen .....	367
11.3.6	Starterkulturen mit speziellen Stoffwechselleistungen .....	368
11.4	Technologische Grundsätze bei der Verwendung von Sauerteigstartern .....	368
11.5	Getrocknete Sauerteige, Sauerteigkonzentrate und Sauerteigpulver .....	371
11.6	Teigsäuerungsmittel .....	374
<b>12</b>	<b>Methoden I: Chemisch-physikalische Analyse von Sauerteigen und Sauerteigbroten sowie HACCP</b>	
	M. J. BRANDT .....	377
12.1	pH-Wert und Säuregrad .....	377
12.1.1	Probenaufarbeitung .....	378
12.1.2	Durchführung .....	379
12.1.3	Kalibrierung und Elektrodenpflege .....	379
12.1.4	Richtwerte .....	380
12.2	Bestimmung organischer Säuren .....	381
12.2.1	Enzymatische Bestimmung von Milchsäure .....	381
12.2.2	Enzymatische Bestimmung von Essigsäure .....	382
12.2.3	Bestimmung organischer Säuren mittels HPLC .....	383
12.3	Rohwarenqualität .....	385
12.4	Backversuche .....	387
12.4.1	Roggenbackversuche .....	387
12.4.1.1	Hefebackversuch .....	388
12.4.2	Milchsäurebackversuch .....	389



12.4.3	Sauerteigbackversuch . . . . .	391
12.5	Bewertung der Brotqualität . . . . .	392
12.6	HACCP-Grundsätze bei der Sauerteigbereitung . . . . .	393
<b>13</b>	<b>Methoden II. Mikrobiologische Analyse von Sauerteigen und taxonomische Identifizierung von Sauerteig- organismen M. EHRMANN . . . . .</b>	<b>399</b>
13.1	Bestimmung der Gesamtzellzahl . . . . .	399
13.1.1	Keimzahlbestimmung mit der Thomakammer . . . . .	399
13.1.2	Keimzahlbestimmung nach SIPS . . . . .	400
13.2	Bestimmung der Lebendkeimzahl . . . . .	401
13.2.1	Kultivierung von Milchsäurebakterien . . . . .	401
13.2.2	Geeignete Medien für Sauerteig-Isolate . . . . .	402
13.2.3	Kultivierung von Hefen . . . . .	403
13.2.4	Geeignete Medien für Hefen . . . . .	404
13.3	Molekulare Taxonomie und Identifizierung . . . . .	404
13.3.1	Isolierung von Nukleinsäuren . . . . .	406
13.3.2	Vergleichende Sequenzanalyse . . . . .	409
13.3.3	Spezies spezifische Oligonukleotid-Gensonden bzw. Primer zum Nachweis von Sauerteig-Laktobazillen . . . . .	410
13.3.4	Genotypisierung . . . . .	414
13.3.5	Monitoring der mikrobiellen Flora während der Fermentation . . . . .	416
	<b>Sachwortverzeichnis . . . . .</b>	<b>421</b>
	<b>Inserentenverzeichnis . . . . .</b>	<b>427</b>