

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Die Autorin	VII
1 Cellulose	1
1.1 Entwicklungsgeschichte	1
1.1.1 Historischer Ursprung	1
1.1.2 Industrielle Entwicklung vom Anfang bis heute	2
1.1.3 Aktuelle Daten zur Celluloseverarbeitung	3
1.2 Rohstoffe und biologische Herkunft	4
1.2.1 Potentielle Quellen	4
1.2.2 Holz als Celluloselieferant	6
1.2.2.1 Baumholz und mehrjährige Pflanzen	6
1.2.2.2 Einjahrespflanzen	9
1.2.3 Biologischer Aufbau und Biosynthese	10
1.2.4 Erklärung für die industrielle Derivatisierung	15
1.3 Zellstoffgewinnung	17
1.4 Chemischer Aufbau und Strukturen	19
1.4.1 Molekulare Struktur	19
1.4.1.1 Elementare Struktur	19
1.4.1.2 Strukturelle Anomalien	21
1.4.1.3 Kettenlänge und Molekulargewicht	22
1.4.2 Sekundäre Struktur	24
1.4.2.1 Gitternetzstruktur und Kristallisation	25
1.4.2.2 Kettensteifigkeit des Cellulosemoleküls	34
1.4.3 Supramolekulare Struktur der natürlichen Cellulosefaser	34
1.4.3.1 Modelle	34
1.4.3.2 Fransenfibrillarstruktur	35
1.5 Rheologie	36
1.5.1 Lösungsverhalten	36
1.5.2 Gelbildung und Verhalten mit anderen Inhaltsstoffen	38
1.6 Stabilität	38
1.6.1 Physikalische Eigenschaften	38
1.6.2 Stabilität in Lebensmitteln	39
1.6.3 Chemische Reaktionen	40
1.6.4 Möglichkeiten zum Abbau	42
1.7 Rheometrie	44
1.8 Synergien mit anderen Hydrokolloiden	45
1.9 Anwendung in Lebensmitteln	45

1.10	Technische Anwendungen („Non Food Applications“)	45
1.11	Ernährungsphysiologische Eigenschaften	46
1.12	Lebensmittelrechtlicher Status	47
2	Mikrokristalline Cellulose	49
2.1	Herstellung	49
2.2	Chemischer Aufbau	51
2.3	Rheologie	52
2.3.1	Lösungsverhalten	52
2.3.2	Gelbildung und Verhalten mit anderen Inhaltsstoffen	52
2.4	Stabilität	53
2.5	Rheometrie	54
2.6	Synergien mit anderen Hydrokolloiden	56
2.7	Lebensmittel-Anwendungen mit typischen Rezepturen	56
2.7.1	Backwaren, Snacks und Füllungen	59
2.7.2	Milchprodukte – Eiscreme, Desserts und Käsezubereitungen	61
2.7.3	Süßwaren	65
2.7.4	Getränke (RTD)	67
2.7.5	Suppen, Saucen, Salatdressings und Marinaden	72
2.8	Technische Anwendungen („Non Food Applications“)	76
2.9	Ernährungsphysiologische Eigenschaften	77
2.10	Lebensmittelrechtlicher Status	77
3	Grundlagen der wasserlöslichen Celluloseether und Methylcellulose	79
3.1	Herstellung von Celluloseethern	79
3.1.1	Allgemeine Grundlagen	79
3.1.2	Produktion des Monoethers Methylcellulose	83
3.2	Chemischer Aufbau	86
3.3	Rheologie	87
3.3.1	Generelles Quell- und Lösungsverhalten von Celluloseethern	87
3.3.1.1	Einflußfaktoren	87
3.3.1.2	Stadien von der Quellung bis zur Auflösung	90
3.3.2	Lösungsverhalten des Monoethers Methylcellulose	92
3.3.2.1	Geeignete Lösungsmittel	92
3.3.2.2	Physikalische Daten	93
3.3.2.3	Molekulargewicht und Viskosität	94
3.3.2.4	Rheologisches Profil – Einflussfaktoren auf die Kaltviskosität	95
3.3.2.5	Grenzflächenaktivität wässriger Lösungen	102
3.3.2.6	Mischungen zur Viskositätseinstellung	105
3.3.3	Gelierung und Gelbildung von Methylcellulose	107

3.3.3.1	Grundlagen und Zusammenhänge	107
3.3.3.2	Einfluss des Lösungsmittels auf die Gelierung	114
3.3.3.3	Mechanismus und Ursache der thermisch induzierten Gelbildung	116
3.3.3.4	Nicht-thermische Gelierung	118
3.3.3.5	Unterschied zwischen Methylcellulose und HPMC	119
3.3.4	Dispergierung und Hydratation	119
3.3.5	Technik der verzögerten Hydratation	122
3.3.6	Funktionelle Eigenschaften aus der Methylierung	123
3.3.7	Verhalten von Methylcellulose mit anderen Inhaltsstoffen	124
3.3.8	Methylcellulose und HPMC zur Fettreduktion in Überzügen	131
3.3.9	Emulgierende Eigenschaften von Methylcellulose	135
3.4	Stabilität	138
3.4.1	Lagerstabilität von Celluloseethern	138
3.4.2	Mikrobiologische Stabilität	139
3.4.3	Prozessstabilität nach der Hydratisierung	139
3.5	Rheometrie	144
3.6	Synergien mit anderen Hydrokolloiden	144
3.7	Lebensmittel-Anwendungen mit typischen Rezepturen	146
3.7.1	Backwaren	147
3.7.1.1	Funktionen und Überblick	147
3.7.1.2	Typische Rezepturen	149
3.7.2	Füllungen	151
3.7.2.1	Funktionen und Überblick	151
3.7.2.2	Typische Rezepturen	152
3.7.3	Glasuren, Überzüge und Panaden	154
3.7.3.1	Funktionen und Überblick	154
3.7.3.2	Typische Rezepturen	156
3.7.4	Geformte und extrudierte Produkte	157
3.7.4.1	Funktionen und Überblick	157
3.7.4.1	Typische Rezepturen	158
3.7.5	Suppen und Saucen, Salatdressings und Marinaden	162
3.7.5.1	Funktionen und Überblick	162
3.7.5.2	Stärke-Methylcellulose-Synergismus in Saucen	163
3.7.5.3	Traditionelle Suppen, Saucen, Toppings	164
3.7.5.4	Emulsionen	165
3.7.6	Süßwaren und Desserts	167
3.7.7	Fleisch- und Fischprodukte	169
3.7.8	Tierfutter	170
3.8	Technische Anwendungen („Non Food Applications“)	171
3.9	Ernährungsphysiologische Eigenschaften	178
3.10	Lebensmittelrechtlicher Status	179

4	Ethylcellulose	181
4.1	Herstellung	181
4.2	Chemischer Aufbau	182
4.3	Rheologie	183
4.3.1	Physikalisch-chemische Parameter	183
4.3.2	Lösungsverhalten	185
4.3.2.1	Löslichkeit in Wasser	185
4.3.2.2	Geeignete Lösungsmittel	186
4.3.3	Gelbildung und Verhalten mit anderen Inhaltsstoffen	190
4.3.3.1	Überblick	190
4.3.3.2	Kompatibilität mit Harzen	191
4.3.3.3	Verträglichkeit mit Weichmachern bzw. Plastifizierungsmitteln	194
4.3.4	Physikalische Eigenschaften	198
4.3.5	Temperatur und Viskosität	201
4.3.6	Filme	202
4.4	Stabilität	203
4.5	Rheometrie	209
4.6	Synergien mit anderen Hydrokolloiden	209
4.7	Lebensmittel-Anwendungen mit typischen Rezepturen	211
4.7.1	Überblick zu den Funktionen	211
4.7.2	Beschichtung und Verkapselung mit Ethylcellulose	212
4.8	Technische Anwendungen („Non Food Applications“)	213
4.9	Ernährungsphysiologische Eigenschaften	222
4.10	Lebensmittelrechtlicher Status	222
4.10.1	Rechtslage in Europa (EU)	222
4.10.2	FDA-Status der Ethylcellulose (USA)	223
5	Hydroxypropylcellulose	225
5.1	Herstellung	225
5.2	Chemischer Aufbau	226
5.3	Rheologie	228
5.3.1	Physikalisch-chemische Eigenschaften	228
5.3.2	Lösungsverhalten	229
5.3.2.1	Geeignete Lösungsmittel	229
5.3.2.2	Lösungskurven in Wasser und wässrigen Alkoholgemischen	231
5.3.3	Gelbildung und Verhalten mit anderen Inhaltsstoffen	234
5.4	Stabilität	236
5.4.1	Prozessstabilität	236
5.4.2	Hygroskopizität	239
5.4.3	Polymerabbau	239

5.4.4	Verbrennung	240
5.4.5	Thermoplastizität und Filmbildung	240
5.5	Rheometrie	242
5.6	Synergien mit anderen Hydrokolloiden	242
5.7	Lebensmittel-Anwendungen mit typischen Rezepturen	243
5.7.1	Schaumprodukte	243
5.7.2	Filme und Überzüge	246
5.8	Technische Anwendungen („Non Food Applications“)	249
5.9	Ernährungsphysiologische Eigenschaften	251
5.10	Lebensmittelrechtlicher Status	251
6	Hydroxypropylmethylcellulose	253
6.1	Herstellung	253
6.2	Chemischer Aufbau	254
6.3	Rheologie	256
6.3.1	Lösungsverhalten	256
6.3.2	Gelbildung von Hydroxypropylmethylcellulose	257
6.3.3	Verhalten von HPMC mit anderen Inhaltsstoffen	259
6.4	Stabilität	261
6.5	Rheometrie	263
6.6	Synergien mit anderen Hydrokolloiden	264
6.7	Lebensmittel-Anwendungen mit typischen Rezepturen	264
6.7.1	Schäume	264
6.7.2	Filme und Überzüge mit HPMC	266
6.7.2.1	Überblick	266
6.7.2.2	Typische Rezepturen	267
6.7.3	Füllungen	270
6.7.4	Backwaren mit HPMC	272
6.7.4.1	Traditionelle Backwaren	272
6.7.4.2	Gluten-freie Produkte	275
6.7.5	Gekühlte und gefrorene Milchprodukte und Desserts	278
6.7.5.1	Funktionen und Überblick	278
6.7.5.2	Typische Rezepturen	279
6.7.6	Süßwaren	282
6.7.7	Formprodukte mit HPMC	285
6.7.8	Suppen, Saucen, Salatdressings und Marinaden	286
6.7.9	Getränke	288
6.7.9.1	Funktionen und Überblick	288
6.7.9.2	Typische Rezepturen	289
6.7.10	Aromenkonzentrate	291
6.7.10.1	Funktionen und Überblick	291

6.7.10.2	Typische Rezepturen	292
6.8	Technische Anwendungen („Non Food Applications“)	292
6.9	Ernährungsphysiologische Eigenschaften	292
6.10	Lebensmittelrechtlicher Status	293
7	Methylethylcellulose	295
7.1	Herstellung	295
7.2	Chemischer Aufbau	297
7.3	Rheologie	298
7.3.1	Lösungsverhalten	298
7.3.2	Gelbildung und Verhalten mit anderen Inhaltsstoffen	298
7.4	Stabilität	299
7.5	Rheometrie	300
7.6	Synergien mit anderen Hydrokolloiden	301
7.7	Lebensmittel-Anwendungen mit typischen Rezepturen	301
7.8	Non Food Applications	302
7.9	Ernährungsphysiologische Eigenschaften	302
7.10	Lebensmittelrechtlicher Status	303
8	Natrium-Carboxymethylcellulose	305
8.1	Herstellung	305
8.2	Chemischer Aufbau	307
8.3	Rheologie	309
8.3.1	Lösungsverhalten	309
8.3.1.1	Generelle Zusammenhänge	309
8.3.1.2	Physikalisch-chemische Eigenschaften	312
8.3.1.3	Rheologische Profile	313
8.3.1.4	Einfluss von Lösungsmittelgemischen	314
8.3.1.5	Effekt von gelösten Substanzen auf die Viskosität	316
8.3.1.6	Mischungen von CMC-Typen	317
8.3.2	Gelbildung von Carboxymethylcellulose	319
8.3.2.1	Möglichkeiten zur Gelierung	319
8.3.2.2	Gele aus niedrigsubstituierter CMC	319
8.3.2.3	Gelierung von CMC mit trivalenten Kationen	320
8.3.3	Verhalten von CMC mit anderen Inhaltsstoffen	323
8.4	Stabilität	338
8.4.1	Mikrobiologische Angriffe	338
8.4.2	Chemischer Abbau	339
8.4.3	Funktionelle Stabilität	340
8.5	Rheometrie	347
8.6	Synergien von Cellulosegummi mit anderen Hydrokolloiden	348

8.6.1	Verhalten mit anderen Verdickungsmitteln	348
8.6.2	Interaktionen mit klassischen Gelbildnern	350
8.7	Funktionelle Eigenschaften von Carboxymethylcellulose	350
8.8	Lebensmittel-Anwendungen mit typischen Rezepturen	351
8.8.1	Backwaren und Getreideprodukte	351
8.8.2	Milchprodukte – Eiscreme, Desserts und Käsezubereitungen	355
8.8.3	Sirupe und Füllungen	359
8.8.4	Getränke (RTD, Konzentrate, Emulsionen)	359
8.8.5	Suppen, Saucen, Salatdressings und Marinaden	366
8.8.6	Fleischprodukte	371
8.8.8	Tierfutter	373
8.8.9	Wein	374
8.9	Technische Anwendungen („Non Food Applications“)	377
8.10	Ernährungsphysiologische Eigenschaften	382
8.11	Lebensmittelrechtlicher Status	382
8.11.1	Zulassung als technologisches Additiv	382
8.11.2	Spezielle Zulassung für CMC	384
8.11.3	Negativliste für alle Cellulosederivate E 460 ff.	384
9	Vernetzte Natrium-Carboxymethylcellulose	387
9.1	Herstellung	387
9.2	Chemischer Aufbau	387
9.3	Rheologie	388
9.3.1	Lösungsverhalten	388
9.3.2	Gelbildung und Verhalten mit anderen Inhaltsstoffen	389
9.4	Stabilität	389
9.5	Rheometrie	389
9.6	Synergien mit anderen Hydrokolloiden	390
9.7	Lebensmittel-Anwendungen mit typischen Rezepturen	390
9.8	Technische Anwendungen („Non Food Applications“)	390
9.9	Ernährungsphysiologische Eigenschaften	391
9.10	Lebensmittelrechtlicher Status	391
10	Enzymatisch hydrolysierte Carboxymethylcellulose	393
10.1	Herstellung	393
10.2	Chemischer Aufbau	393
10.3	Rheologie	395
10.3.1	Lösungsverhalten	395
10.3.2	Gelbildung und Verhalten mit anderen Inhaltsstoffen	395
10.4	Stabilität	395
10.5	Rheometrie	396

10.6	Synergien mit anderen Hydrokolloiden	397
10.7	Lebensmittel-Anwendungen mit typischen Rezepturen	397
10.8	Technische Anwendungen („Non Food Applications“)	398
10.9	Ernährungsphysiologische Eigenschaften	398
10.10	Lebensmittelrechtlicher Status	398
Literatur		399
Abkürzungsverzeichnis		402
Maßeinheiten		404
Stichwortverzeichnis		405