

Sabine Botterbrodt, Ottokar Feiß, Dr. Gerold Häberli
Dr. Frank Hauert, Gerhard Humpisch, Stefan Kastenmüller
Hasso Klabunde, Wolfgang Meissner, Hans-Rainer Rohde,
Werner Rohde, Heinrich Sollberger, Uwe Schulz

Handbuch Mehl- und Schälmmüllerei

herausgegeben von
Dr. Peter Erling

3. überarbeitete, erweiterte Auflage

AGRIMEDIA

Inhaltsverzeichnis

A	Getreidekunde (Häberli)	31
A.1	Getreideproduktion	31
A.2	Die Getreidearten	32
A.2.1	Weizen	32
A.2.2	Roggen	35
A.2.3	Triticale	36
A.2.4	Gerste	36
A.2.5	Hafer	37
A.2.6	Mais	37
A.2.7	Reis	38
A.2.8	Hirse	39
A.3	Morphologie des Getreidekorns	40
A.3.1	Konsequenzen für die Vermahlung	42
A.4	Chemische Zusammensetzung des Getreidekorns	44
A.4.1	Kohlenhydrate	44
A.4.2	Proteine	46
A.4.3	Lipide	49
A.4.4	Mineralstoffe, Spurenelemente	50
A.4.5	Vitamine	50
A.4.6	Enzyme	50
A.4.7	Wasser	51
A.5	Qualitätseinstufung, Kriterien der Sortenzulassung	51
A.6	Keimung, Auswuchs	53
A.7	Wachstum und Ernte der Getreidepflanze	54
A.7.1	Qualitätsbeeinflussende Faktoren	56
A.7.2	Umweltkontaminationen	58
B	Fördertechnik in Silo und Mühle (Meissner)	61
B.1	Allgemeines	61
B.1.1	Förderleistung	61
B.1.2	Förderlänge	61
B.1.3	Fördergut	61
B.1.4	Einsatzort	62
B.1.5	Einsatzart	62
B.1.6	Vorschriften	63
B.2	Mechanische Fördermittel	63
B.2.1	Schneckenförderer	63
B.2.1.1	Berechnungsbeispiel	65

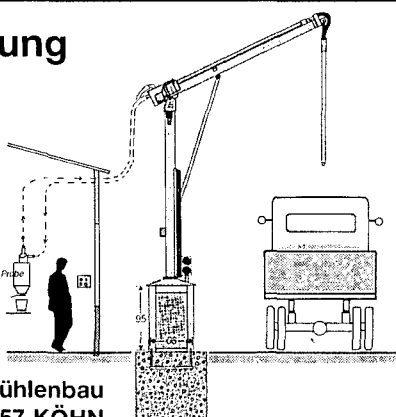
B.2.2	Trogkettenförderer	66
B.2.3	Gurtbecherwerk (Elevator)	70
B.2.4	Gurtbandförderer	73
B.2.5	Sonstige Fördermittel	74
B.2.5.1	Laufrohrsystem	74
B.2.5.2	Spezial-Fördermittel	74
B.3	Pneumatische Förderung und Aspiration	75
B.3.1	Allgemeines	75
B.3.2	Pneumatische Förderung	76
B.3.3	Anlagenteile einer Pneumatik	78
B.3.4	Passagenförderung	84
B.3.4.1	Berechnung einer pneumatischen Passagenförderung	85
B.3.5	Pneumatische Druckförderung	89
B.3.5.1	Berechnungsbeispiel	89
B.3.6	Aspiration	90
C	Lager- und Silotechnik (Meissner)	93
C.1	Allgemeines	93
C.1.1	Lagergut	93
C.1.2	Lagermenge	93
C.1.3	Lagerzeit bzw. Umschlagszahl	94
C.1.4	Vorhandene Grundfläche	94
C.1.5	Vorschriften	94
C.1.6	Kosten	95
C.2	Silozelle/Hochlagerung	95
C.2.1	Allgemeines	95
C.2.2	Silozellen für normalfließende Schüttgüter	96

Lkw-Beprobung

Korrekte Probe nur
mit Umluft möglich

RAKORAF

**Kein
Staubsaugereffekt**



Geerds GmbH
Getreidetechnik u. Mühlenbau
Hauptstraße 14 · 24257 KÖHN
Tel. 04385/5960-0 · Fax 5960-20 · www.geerds-gmbh.de

C.2.3	Silozellen für schwerfließende Produkte	97
C.2.4	Siloaustragsvorrichtungen	99
C.2.5	Mehlsilo.....	99
C.2.6	Lagerung für die Schälmüllerei.....	102
C.3	Flachlagerung.....	103
C.4	Berechnungsformeln	103
D	Getreidelagerung/-trocknung, Vorratsschutz.....	107
D.1	Annahme (<i>Feiß</i>)	107
D.1.1	Allgemeines	107
D.1.2	Annahmekonzeptionen	107
D.1.2.1	Einfache Annahmegosse für gesackte Ware	107
D.1.2.2	Getreideannahme von Straßenfahrzeugen (LKW-Annahme).....	108
D.1.2.2.1	Gossenentstaubung durch Klappen.....	109
D.1.2.2.2	Gossenentstaubung durch Filterwand	110
D.1.2.3	Getreideannahme von Schienenfahrzeugen (Bahnannahme).....	111
D.1.2.4	Fahrbare, pneumatische Schiffsentladeanlage.....	112
D.1.2.5	Stationäre, pneumatische Schiffsentladeanlage.....	112
D.1.2.6	Fahrbare, pneumatische Saug-Druck-Anlagen für Schiffsentladung bzw. zum universellen Einsatz	112
D.1.3	Silovorreinigung des angenommenen Getreides.....	114
D.1.4	Musternahme im Annahmebetrieb	117
D.1.5	Umweltschutzmaßnahmen	117
D.1.6	Abfallentsorgung.....	118
D.2	Getreidelagerung und -trocknung.....	118
D.2.1	Getreidelagerung (<i>Häberli</i>)	118
D.2.2	Getreidetrocknung (<i>Humpisch</i>)	121
D.2.2.1	Allgemeines	121
D.2.2.2	Führen eines Trockners.....	123
D.3	Vorratsschutz und Hygiene (<i>Häberli</i>)	127
D.3.1	Grundsätzliches	127
D.3.2	Nagetiere und Vögel	128
D.3.3	Insekten und Milben	129
D.3.4	Mikroorganismen.....	131
E	Getreidereinigung (<i>Sollberger</i>).....	135
E.1	Besatz	135
E.1.1	Einflüsse des Besatzes auf die Produkte.....	135
E.1.2	Trennmethoden.....	135
E.2	Reinigungsmaschinen.....	137
E.2.1	Getreideseparator	137

E.2.2	Magnetapparat	140
E.2.3	Aspirationskanal/Steigsichter	141
E.2.4	Steinausleser	144
E.2.5	Trieure	147
E.2.6	Scheuermaschine	151
E.2.7	Konzentrator	152
E.2.8	Kombinator	154
E.2.9	Kombireiniger	155
E.2.10	Leichtkornausleser	157
E.2.11	Prallmaschine/Sterilator	159
E.2.12	Farbsortierung	160
E.3	Bereitstellung und Dosierung	162
E.3.1	Rohfruchtzellen/Zellenausläufe	162
E.3.2	Mengenregler/Dosiergeräte	162
E.3.3	Dosierschieber	163
E.3.4	Volumendosierer	163
E.3.5	Flowbalancer	163
E.3.6	Rohrwaage	164
E.3.7	Differential-Dosierwaage	167
E.4	Getreidevorbereitung/Konditionierung	169
E.4.1	Allgemeines	169
E.4.2	Netzsysteme	170
E.4.3	Abstehen/Zellenausläufe	174
E.4.4	Nachnetzen	175
E.4.5	Netzen vor dem 1. Schrot	175
E.5	Reinigungsdiagramme	176
E.6	Schälen vor der Vermahlung	176
E.7	Sortieren und Mahlen der verwertbaren Produkte aus der Reinigung	181
F	Maschinen im Vermahlungsprozess (Sollberger)	185
F.1	Walzenstuhl	185
F.1.1	Einlauf und Speisung	185
F.1.2	Aufbau und Material der Mahlwalzen	188
F.1.3	Walzenpaket	188
F.1.4	Walzenlagerung	189
F.1.5	An- und Übertrieb	189
F.1.6	Ständer/Verschalung/Schutzvorrichtungen	189
F.1.7	Riffelwalzen	190
F.1.8	Glattwalzen	194
F.1.9	Walzenabstreifer	194
F.1.10	Zusatzeinrichtungen	195
F.1.11	Achtwalzenstuhl	197

F.2	Siebmaschinen	197
F.2.1	Plansichter	197
F.2.2	Wellenantrieb mit Exzenterkupplung	198
F.2.3	Antrieb mit mitschwingendem Motor	200
F.2.4	Aufhängung der Plansichter	202
F.2.5	Schubladensichter	202
F.2.6	Quadratplansichter	203
F.2.7	Kleinplansichter	206
F.2.8	Kreuzjochplansichter	207
F.2.9	Siebbespannung und Siebreinigung	208
F.2.10	Turbo- oder Schleudersichter	210
F.3	Grießputzmaschine	211
F.4	Hilfsmaschinen	213
F.4.1	Kleieschleuder	213
F.4.2	Auflöser/Detacheure	215
F.4.2.1	Trommelauflöser	215
F.4.2.2	Prallauf löser	215
F.4.3	Prallmühlen	217
F.4.4	Stiftmühlen	218
F.4.5	Steinmühle	218
F.4.6	Hammermühle/Schlagmühle	219
F.4.7	Speiseapparate/Beimischer	221
G	Mahlverfahren und Diagrammkunde (Klabunde)	225
G.1	Allgemeines	225
G.1.1	Darstellung des Mahlverfahrens	225
G.1.2	Passagenbezeichnungen	227
G.1.3	Begriffe im Mahlverfahren	228
G.1.4	Physikalische Vorgänge beim Mahlen und Sichten	229
G.1.4.1	Vermahlung im Walzenstuhl	229
G.1.4.2	Zum Sichtvorgang im Plansichter	232
G.2	Die verschiedenen Mahlverfahren	234
G.2.1	Weizenvermahlung ohne Putzmaschinen	234
G.2.1.1	Die Schrotungen	234
G.2.1.2	Die Auflösungen und Mahlungen	236
G.2.1.3	Berechnungsgrundlagen	238
G.2.1.4	Berechnungsbeispiel	239
G.2.2	Weizenmühle mit Achtwalzenstühlen	242
G.2.2.1	Vor- und Nachteile	242
G.2.2.2	Berechnungsgrundlagen	243
G.2.3	Weizenmühle mit Grießputzmaschinen	245
G.2.3.1	Wann Putzmaschinen?	245
G.2.3.2	Auslegung einer Weizenmühle mit Putzmaschinen	246
G.2.3.3	Diagrammgestaltung	247

G.2.3.4	Putzmaschinenbespannung	248
G.2.4	Roggenmühle.....	249
G.2.4.1	Diagrammführung – Unterschiede zur Weizenvermahlung	250
G.2.4.2	Entwicklungen zur Verkürzung der Passagenzahl	252
G.2.4.3	Berechnungsgrundlagen	252
G.2.4.4	Herstellung von Vollkornschrot bzw. -mehl	254
G.2.5	Kombinierte Weizen-Roggenmühle.....	254
G.2.5.1	Die Unterschiede zwischen der Weizen- und Roggenvermahlung	256
G.2.5.2	Das kombinierte Diagramm	256
G.2.5.3	Umstellung der Vermahlungen	257
G.2.5.4	Wirtschaftlichkeit	257
G.2.6	Durummühle	258
G.2.6.1	Rohstoff Durumweizen	258
G.2.6.2	Durumreinigung.....	258
G.2.6.3	Grießmühle.....	261
G.2.6.3.1	Konventionelle Grießgranulation	263
G.2.6.3.2	Grießmühlen für Grieße mit feinerer Granulation	264
G.2.6.4	Berechnungsgrundlagen	265
G.2.6.5	Mühlenbetrieb und Betriebsverhalten.....	265
G.2.6.6	Fertigprodukte	267
G.3	Mühlenbetrieb	268
G.3.1	Schrotwalzenführung und Siebanalyse	268
G.3.1.1	Vollständige Siebanalyse	269
G.3.2	Produktfluss und Passagenbeschüttungen	271
G.3.2.1	Rücklauf und Rundlauf.....	273
G.3.3	Typenmüllerei	274
G.3.3.1	Mehltypen-Verordnungen	275
G.3.3.1.1	Deutschland.....	275
G.3.3.1.2	Österreich	275
G.3.3.1.3	Schweiz	275
G.3.3.2	Aschekurve	277
G.3.3.3	Einstellung der Mehltypen	280
G.3.3.4	Verbundmüllerei	281
G.3.3.4.1	Durchmahlen der helleren Hauptmehltypen und Mischen der 2. Type	282
G.3.3.4.2	Zusammenstellung der Typen durch Einzelpassagenmehle	283
G.3.4	Beeinflussung der Mehleigenschaften in der Weizenmüllerei	283
G.3.5	Wechselbeziehungen im Mühlenbetrieb	285
G.3.6	Mahlfähigkeit und Ausbeute.....	285
G.3.6.1	Labor-Mahlautomaten	287
G.4	Energieverbrauch im Mühlenbetrieb.....	288
G.4.1	Berechnung der Walzenstuhlantriebe.....	289
G.5	Aspiration in der Vermahlung.....	290

G.6	Produktionskontrolle	292
G.6.1	Ausbeuteerfassung	292
H	Qualitätsuntersuchung/Labortechnik (Kastenmüller)	295
H.1	Allgemeines	295
H.2	Getreide	296
H.2.1	Probenahme	296
H.2.2	Sensorische Prüfung	298
H.2.3	Besatzbestimmung bei Weizen und Roggen	299
H.2.3.1	Allgemeines	299
H.2.3.2	Begriffsbestimmungen	299
H.2.3.3	Durchführung der Besatzanalyse	300
H.2.3.4	Berechnung und Darstellung der Ergebnisse	301
H.2.3.5	Getreidestaub	301
H.2.3.6	Laborreiniger	301
H.2.4	Feuchtigkeit	302
H.2.4.1	Allgemeines	302
H.2.4.2	Die Wäge-Trocknungsmethode, Gerätschaften	303
H.2.4.3	Elektronisches Verfahren	304
H.2.4.4	Der a_w -Wert/Wasseraktivitätsbestimmung	305
H.2.5	Hektolitergewicht	305
H.2.6	Beurteilung der Brotgetreide-Qualität, »Besondere Ernteermittlung« ..	306
H.2.6.1	Roggen	306
H.2.6.2	Weizen	308
H.2.7	Elektrophorese	308
H.2.8	Keimfähigkeit	308
H.2.9	Tausendkorngewicht	309
H.2.10	NIR-Verfahren	310
H.3	Inhaltsstoffe Getreide und Mehl	311
H.3.1	Fallzahl	311
H.3.1.1	Allgemeines	311
H.3.1.2	Aktuelle Geräte	312
H.3.2	Amylogramm	312
H.3.3	Maltose	314
H.3.3.1	Allgemeines	314
H.3.3.2	Methode Berliner	314
H.3.3.3	Methode Komparator	314
H.3.4	Proteinbestimmung	315
H.3.5	Feuchtkleberbestimmung/Glutengehalt	316
H.3.5.1	Allgemeines	316
H.3.5.2	Handauswaschung	317
H.3.5.3	Vollmechanische Bestimmung des Feuchtklebergehaltes	317
H.3.5.4	Glutenindex/ICC-Standard Nr. 155	318
H.3.6	Sedimentationstests	319
H.3.7	Mineralstoff-/Aschebestimmung	320

H.3.8 Farbmessung	321
H.3.8.1 Pekaresierung.....	321
H.3.8.2 Helligkeitsmessgeräte.....	321
H.4 Rheologie.....	322
H.4.1 Farinograph.....	322
H.4.2 Extensograph	325
H.4.3 Alveograph	327
H.5 Diverse Labortechnik	328
H.5.1 Labormühlen	328
H.5.2 Siebanalyse/Laborsichter	329
H.5.2.1 Luftstrahlsieb.....	330
H.5.3 Der Backversuch/Rapid-Mix-Test.....	330
H.5.4 Gebäckvolumen.....	332



Sicherheitstechnische Gutachten und Explosionsschutzdokumente

Mit den reichhaltigen Erfahrungen der IFF bei der Erstellung von Sicherheitstechnischen Gutachten sowie von Explosionsschutzdokumenten für die Mischfutterbranche und angrenzender Industriezweige schaffen wir Lösungen für Ihre Fragestellungen:

- Beratung und Hilfestellung bei der Bereitstellung erforderlicher Dokumentationen
- Erfassung des Ist-Zustandes sowie Beratung
- Ausarbeitung des Explosionsschutzdokumentes

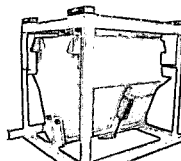
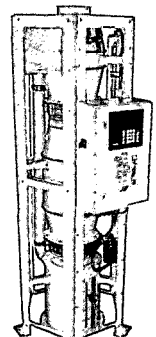
Fordern Sie ein unverbindliches Angebot an!

Internationale Forschungsgemeinschaft
Futtermitteltechnik e.V. (IFF)
Frickenmühle 138110 Braunschweig-Thüne
Telefon: +49 (0) 5307 92 22-0
Fax: +49 (0) 5307 92 22-25
<http://www.iff-braunschweig.de>
E-Mail: iff@iff-braunschweig.de



ATEX
Explosionsschutz

ATEX EXPLOSIONSSCHUTZ GMBH
August-Thyssen-Straße 1
59067 Hamm
Phone: +49 (0) 23 81.27 14 80
Fax: +49 (0) 23 81.27 14 55
www.atex100.com



Service · Herstellung · Verkauf
Annahme- und Verladewaagen

Kontrollwaagen
Absackwaagen
Behälterwaagen
Fahrzeugwaagen
Laborwaagen
Steuerungen
Eichungen

Annahme- und Verladewaage SWT-AVW

Automatische Kontrollwaage AKW50

Kundendienst und Verkauf: Fabrikstraße 7 · 15517 Fürstenwalde · Deutschland
Telefon (03361) 71 02 86 · Telefax (03361) 71 02 87
eMail: mail@waagenbau-gbr.de · Internet: www.waagenbau-gbr.de

I	Mischen, Homogenisieren, Verladen, Absacken (<i>Kastenmüller</i>)	333
I.1	Mischen und Homogenisieren	333
I.1.1	Definition der Funktionen	333
I.1.2	Verfahren im Bereich Mischerei/Mehlsilo	333
I.1.3	Schnellmischer	335
I.1.4	Dosieren von Komponenten	336
I.1.5	Dosieren von Kleinkomponenten	337
I.2	Loseverladung	339
I.2.1	Verladezellen, Tankwagen-Befüllsysteme	339
I.2.2	Gewichtserfassung bei der Verladung	340
I.2.3	Gewichtserfassung im Tankwagen	342
I.2.4	Hygienegrundsätze und Maßnahmen	342
I.3	Absackung	343
I.3.1	Offensack-Abfüllung	344
I.3.2	Ventilsackabfüllung	345
I.4	Big-Bag-Abfüllung	347
I.5	Sacktransporte	347
I.6	Palettierung	348
J	Schälmmüllerei (<i>W. Rohde</i>)	351
J.1	Allgemeines	351
J.2	Maschinen für die Schälmmüllerei	351
J.3	Reis	365
J.3.1	Biologischer Aufbau des Reiskorns	366
J.3.2	Roh- und Fertigprodukte	366
J.3.3	Die Verarbeitung von Reis	369
J.3.4	Spezialanlagen	378
J.4	Gerste	381
J.4.1	Biologischer Aufbau des Gerstenkorns	381
J.4.2	Roh- und Fertigprodukte	382
J.4.3	Die Verarbeitung von Gerste	383
J.5	Hafer	391
J.5.1	Biologischer Aufbau	391
J.5.2	Roh- und Fertigprodukte	392
J.5.3	Die Verarbeitung von Hafer	396
J.6	Mais	414
J.6.1	Biologischer Aufbau	415
J.6.2	Roh- und Fertigprodukte	416
J.6.3	Maisentkeimer	418
J.6.4	Die Verarbeitung von Mais	419
J.6.5	Nebenanlagen	426

K	Pelletieren von Mühlennachprodukten (H.-R. Rohde)	429
K.1	Vorbehandlung/Konditionierung	430
K.2	Verdichten/Pelletieren	430
K.3	Kühlen der Pellets	433
L	Energie- und Automatisierungstechnik (U. Schulz)	435
L.1	Einleitung	435
L.1.1	Wechselstromleistungen, Wirkleistung und Wirkungsgrad	435
L.1.2	Drehstromnetze	437
L.1.3	Elektrische Arbeit	437
L.1.4	Beispiel	437
L.2	Automatisierungstechnik	440
L.2.1	Steuerung	441
L.2.2	Leitsysteme	447
M	Qualitätsmanagement und Anlagensicherheit	451
M.1	Qualitätsmanagement (Botterbrodt)	451
M.1.1	Allgemeines	451
M.1.2	Qualitätsmanagement nach DIN EN ISO 9000ff.:2000	452
M.1.2.1	Qualitätsmanagement – Grundsätze	452
M.1.2.2	Gliederung nach der Norm EN ISO 9001:2000	453
M.1.2.3	Prozessmodell der ISO 9001:2000	454
M.1.3	LFGB, Lebensmittelhygiene-Verordnung und HACCP	457
M.1.3.1	LFGB	457
M.1.3.2	Verordnung über Lebensmittelhygiene	457
M.1.3.3	HACCP-Konzept	461
M.1.4	EU-Basisverordnung (Verordnung (EG) Nr. 178/2002)	462
M.1.4.1	Allgemeines	462
M.1.4.1.1	Lebensmittelkette	463
M.1.4.1.2	Lebensmittelsicherheit	463
M.1.4.1.3	Verantwortung der Unternehmen	463
M.1.4.1.4	Wissenschaftlicher Ansatz	463
M.1.4.2	Regelungsschwerpunkte der EU-Basisverordnung	463
M.1.4.2.1	Definitionen	463
M.1.4.2.2	Risikoanalyse	463
M.1.4.2.3	Vorsorgeprinzip	464
M.1.4.2.4	Rückverfolgbarkeit	464
M.1.4.2.5	Einfuhr aus Drittstaaten	465
M.1.4.2.6	Ausfuhr in Drittstaaten	465
M.1.4.2.7	Inkrafttreten	465
M.1.5	GMP+ B2-Standard der Productschap für Tierfutter	465
M.1.5.1	Geltungsbereich	467
M.1.5.2	Dokumentation des GMP+-B2-Standard	468
M.1.5.3	Externe Überwachungsaudits	468

M.1.6	QS-Standard für Einzelfuttermittelhersteller.....	468
M.1.6.1	Kleinsthersteller von Einzelfuttermittel.....	469
M.1.7	Der IFS (International Food Standard).....	469
M.1.7.1	Die Intention des Lebensmittelhandels	470
M.1.7.2	Anforderungskatalog IFS Version 5	470
M.1.7.3	Audithäufigkeit.....	471
M.1.7.4	Bewertung.....	472
M.1.7.5	Akzeptanz des IFS	472
M.1.8	British Retail Consortium (BRC) Global Standard Food.....	473
M.1.9	Fazit.....	473
M.2	Anlagensicherheit/Explosionsschutz (Hauert).....	475
M.2.1	Neuordnung des europäischen Rechts	475
M.2.2	Betreiberrichtlinie »ATEX 137«.....	475
M.2.2.1	Zoneneinteilung bei Stäuben und Anforderungen in diesen Bereichen.....	476
M.2.3	Anforderungen an Produkte nach der »ATEX 100a«	477
M.2.3.1	Wie kann der Mühlenbetreiber erkennen, ob der Hersteller die ATEX 100a erfüllt hat?	479
M.2.4	Weitere Vorgaben für Arbeitsmittel, Betriebssicherheitsverordnung ..	480
M.2.5	Praktische Umsetzung von Explosionsschutzmaßnahmen	481
M.2.5.1	Vorbeugende Schutzmaßnahmen.....	481
M.2.5.1.1	Vermeidung explosionsfähiger Staub/Luft-Gemische	481
M.2.5.1.2	Vermeidung von Zündquellen	482
M.2.5.2	Konstruktive Schutzmaßnahmen.....	484
M.2.5.2.1	Explosionsfeste Bauweise	484
M.2.5.2.2	Explosionsdruckentlastung	484
M.2.5.2.3	Explosionsunterdrückung	485
M.2.5.2.4	Explosionstechnische Entkopplung	485
N	Gesamtkonzeption einer Mühlenanlage (Feiß)	489
N.1	Bedarfsgenerierung und Aufgabenstellung.....	489
N.2	Planung/Projektion	489
N.3	Projektphasen	490
N.4	Service	491
N.5	Beispiel einer Mühlenanlage	491
	Sachwortregister	495
	Autoren	519