

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Geschichte der Ölgewinnung</b>	<b>17</b>
1.1	Entwicklung der Ölgewinnung	17
1.1.1	Bedeutung der Öle und Fette	17
1.1.2	Anfänge der Ölgewinnung	17
1.1.3	Frühe Geräte zur Ölgewinnung	18
1.1.4	Ölgewinnung in Deutschland	20
1.2	Prozess der Ölgewinnung	23
1.2.1	Zerkleinerung der Ölsaaten	23
1.2.2	Erwärmen des Ölbreis	25
1.2.3	Pressen	25
1.2.4	Verwendung der Produkte	27
1.3	Ölgewinnung ab dem 19. Jahrhundert	28
1.3.1	Ölmühlen im 19. Jahrhundert	28
1.3.2	Verfälschungen von Ölen	29
1.4	Industrialisierung und Entwicklung der kontinuierlichen Ölgewinnung	30
1.4.1	Technische Weiterentwicklungen	30
1.4.2	Anzahl der Ölmühlen in Deutschland	34
1.5	Literatur	37
<b>2</b>	<b>Einheimische Ölpflanzen</b>	<b>39</b>
2.1	Bedeutung der Ölsaaten	39
2.1.1	Weltweite Entwicklung der Ölsaatenproduktion	39
2.1.2	Entwicklung des Ölsaatenanbaus in der EU	41
2.1.3	Entwicklung des Ölsaatenanbaus in Deutschland	44
2.2	Raps ( <i>Brassica napus</i> L. var. <i>napus</i> )	45
2.2.1	Botanik	45
2.2.2	Weg in die Vermarktung	47
2.2.3	Züchtung	48
2.2.4	Anbau von Winterraps	52
2.3	Sonnenblume ( <i>Helianthus annuus</i> L.)	63
2.3.1	Botanik	63
2.3.2	Historische Entwicklung des Anbaus	64
2.3.3	Verwendung	64
2.3.4	Züchtung	65
2.3.5	Organe	67
2.3.6	Anbau	68

<b>2.4</b>	<b>Sojabohne (<i>Glycine max</i> (L) Merr.)</b>	<b>75</b>
2.4.1	Botanik	75
2.4.2	Geschichte	76
2.4.3	Verbreitung	76
2.4.4	Verwendung	78
2.4.5	Züchtung	78
2.4.6	Anbau	79
<b>2.5</b>	<b>Mais (<i>Zea mays</i> L.)</b>	<b>82</b>
2.5.1	Botanik	83
2.5.2	Verbreitung	83
2.5.3	Verwendung	84
2.5.4	Zuchtung	84
2.5.5	Anbau	84
<b>2.6</b>	<b>Färberdistel oder Saflor (<i>Carthamus tinctorius</i> L.)</b>	<b>85</b>
2.6.1	Botanik	85
2.6.2	Verwendung	85
2.6.3	Anbau	86
<b>2.7</b>	<b>Lein (<i>Linum usitatissimum</i> L.)</b>	<b>87</b>
2.7.1	Botanik	87
2.7.2	Verwendung	87
2.7.3	Anbau	88
<b>2.8</b>	<b>Literatur</b>	<b>89</b>

<b>3</b>	<b>Exotische Ölpflanzen</b>	<b>91</b>
<b>3.1</b>	<b>Kokospalme (<i>Cocos nucifera</i> L.)</b>	<b>91</b>
3.1.1	Botanik	91
3.1.2	Geschichte und Verbreitung	93
3.1.3	Inhaltsstoffe und Verwendung	94
3.1.4	Anbau	96
3.1.5	Ernte	99
3.1.6	Nacherntebehandlung und Produkte	99
<b>3.2</b>	<b>Ölpalme (<i>Elaeis guineensis</i> JACQ.)</b>	<b>100</b>
3.2.1	Botanik	100
3.2.2	Geschichte und Verbreitung	101
3.2.3	Inhaltsstoffe und Verwendung	104
3.2.4	Anbau	105

3.3	Ölbaum, Olivenbaum ( <i>Olea europaea</i> L.) .....	109
3.3.1	Botanik .....	109
3.3.2	Geschichte und Verbreitung .....	110
3.3.3	Inhaltsstoffe und Verwendung .....	112
3.3.4	Anbau .....	112
3.4	Sesam ( <i>Sesamum indicum</i> , L.) .....	115
3.4.1	Botanik .....	115
3.4.2	Verbreitung .....	116
3.4.3	Inhaltsstoffe und Verwendung .....	116
3.4.4	Anbau .....	118
3.5	Erdnuss ( <i>Arachis hypogaea</i> L.) .....	120
3.5.1	Botanik .....	120
3.5.2	Geschichte und Verbreitung .....	122
3.5.3	Inhaltsstoffe und Verwendung .....	122
3.5.4	Anbau .....	123
3.6	Literatur .....	127
<b>4</b>	<b>Markt und Vermarktung von Ölsaaten und Produkten</b> .....	<b>129</b>
4.1	Entwicklung des Handels mit Ölsaaten .....	129
4.2	Weltweite Schwerpunkte der Produktion und Verarbeitung .....	131
4.2.1	Verteilung der Ölsaatenproduktion .....	131
4.2.2	Ölsaatenverarbeitung weltweit .....	131
4.3	Markt für Ölsaaten und Ölfrüchte .....	133
4.3.1	Weltweite Marktentwicklung .....	133
4.3.2	Marktentwicklung in der EU .....	135
4.3.3	Marktentwicklung in Deutschland .....	136
4.4	Gentechnisch veränderte Ölsaaten .....	141
4.4.1	Sojabohnen .....	141
4.4.2	Weitere Ölsaaten .....	142
4.5	Neue genomische Techniken (Genschere CRISPR/Cas9) .....	142
4.5.1	Agronomische Bedeutung .....	142
4.5.2	Rechtliche Rahmenbedingungen in der EU .....	143
4.6	Literatur .....	144
<b>5</b>	<b>Nacherntebehandlung</b> .....	<b>145</b>
5.1	Bedeutung der Nacherntebehandlung .....	145
5.1.1	Abhängigkeit von der Produktionsanlage .....	145
5.1.2	Abhängigkeit vom Einsatzbereich des Öls .....	145
5.1.3	Schwierigkeiten bei der Handhabung der Ölsaaten .....	146
5.2	Einflüsse auf den Prozess .....	146
5.2.1	Einfluss der Sorte .....	147
5.2.2	Ernte und Nachreife .....	150

<b>5.3</b>	<b>Beurteilung der Saatqualität</b>	<b>157</b>
5.3.1	Visuelle Beurteilung der Saat	157
5.3.2	Sensorische Beurteilung der Saat	159
<b>5.4</b>	<b>Saatmanagement</b>	<b>160</b>
5.4.1	Besonderheiten bei der Verarbeitung von Traubenkernen, Weizenkeimen etc.	160
5.4.2	Biologische Umsetzungsprozesse in der Saat	161
5.4.3	Reinigung der Ölsaart	163
5.4.4	Trocknung	167
5.4.5	Lagerung	175
<b>5.5</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>183</b>
<b>5.6</b>	<b>Literatur</b>	<b>184</b>

## **6 Ölgewinnung und -veredelung in zentralen Ölmühlen 187**

<b>6.1</b>	<b>Annahme und Lagerung von Ölsaaten in der Ölmühle</b>	<b>187</b>
6.1.1	Allgemeines	187
6.1.2	Annahme	187
6.1.3	Lagerung der Ölsaaten	193
6.1.4	Vorratsschutz und Hygiene	196
<b>6.2</b>	<b>Saatverarbeitung</b>	<b>197</b>
6.2.1	Saataufbereitung	197
6.2.2	Pressentechnologie	204
6.2.3	Lösungsmittelextraktion	208
6.2.4	Lagerung und Versand von Schroten und Ölen	214
6.2.5	Planung einer zentralen Ölmühle	214
<b>6.3</b>	<b>Ölveredelung</b>	<b>215</b>
6.3.1	Entschleimung	216
6.3.2	Entsäuerung	218
6.3.3	Bleichung	219
6.3.4	Winterisierung	220
6.3.5	Desodorierung	221
6.3.6	Qualitätskontrolle	223
6.3.7	Lagern von raffinierten Ölen	224
<b>6.4</b>	<b>Weitere Veredelungsstufen</b>	<b>224</b>
6.4.1	Härtung	225
6.4.2	Veresterung	225
6.4.3	Umesterung	225
6.4.4	Fraktionierung	226
6.4.5	Mischen	227
<b>6.5</b>	<b>Verwertung der Schleimstoffe</b>	<b>228</b>
6.5.1	Lezithingewinnung	228
6.5.2	Verwertung im Schrot	229

<b>7</b>	<b>Ölgewinnung in dezentralen Ölmühlen</b>	<b>231</b>
7.1	Dezentrale Ölgewinnung in Deutschland .....	233
7.2	Planung einer dezentralen Ölmühle .....	234
7.2.1	Analyse der regionalen Märkte .....	235
7.2.2	Abschätzung der Stoffströme .....	236
7.3	Anlagenkomponenten einer dezentralen Ölmühle .....	237
7.3.1	Saatlager und Saarfördereinrichtungen .....	237
7.3.2	Saatzwischenbehälter und Saatzvorwärmung .....	239
7.3.3	Schneckenpresse .....	239
7.3.4	Trubölbehälter .....	243
7.3.5	Fest-Flüssig-Trennung .....	244
7.3.6	Reduzierung unerwünschter Elementgehalte .....	257
7.3.7	Pumpen .....	260
7.3.8	Reinöllager .....	260
7.3.9	Presskuchenlager .....	261
7.3.10	Abgabestellen für Rapsölkraftstoff .....	262
7.4	Erzeugung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Anlagen .....	262
7.4.1	Sortenwahl und Rapsanbau .....	262
7.4.2	Rapsernte .....	264
7.4.3	Transport der Rapssaat .....	264
7.4.4	Rapssaatreinigung .....	264
7.4.5	Rapssaattrocknung .....	266
7.4.6	Rapssaatlagerung .....	266
7.4.7	Rapssaat zur Verarbeitung in dezentralen Ölmühlen .....	266
7.4.8	Saatzuführung zur Ölpresse .....	267
7.4.9	Ölpressung .....	268
7.4.10	Fest-Flüssig-Trennung .....	268
7.4.11	Öllagerung .....	271
7.5	Literatur .....	275
<b>8</b>	<b>Verwendung der Öle als Speiseöl</b>	<b>279</b>
8.1	Bedeutung für die menschliche Ernährung .....	279
8.2	Anforderungen der Lebensmittelindustrie .....	280
8.3	Eigenschaften von Fetten und Ölen .....	282
8.3.1	Chemische Eigenschaften .....	282
8.3.2	Ernährungsphysiologische Eigenschaften .....	285
8.4	Anforderungen an Speisefette und -öle .....	290
8.4.1	Allgemeine gesetzliche Regelungen .....	290
8.4.2	Vorgaben für Fette und Öle .....	291
8.5	Sensorische Beurteilung von Pflanzenölen .....	293
8.5.1	Bedeutung der Sensorik .....	293
8.5.2	Kriterien für sensorische Prüfungen .....	293

8.6	Veränderungen von Fetten und Ölen während der Verarbeitung .....	296
8.6.1	Abbau von Aromakomponenten .....	296
8.6.2	Veränderung als Nachweis einer Wärmebehandlung .....	297
8.7	3-Monochlor-1,2-Propandiol- und Glycidyl-Fettsäureester in raffinierten Ölen .....	298
8.7.1	Bedeutung der Ester .....	299
8.7.2	Bildung von 3-MCPD- und Glycidyl-Fettsäureester .....	300
8.7.3	Reduktion des Bildungspotenzials .....	300
8.8	Verwendung von Ölen als Frittiermedien .....	303
8.8.1	Frittieren als chemisch-physikalischer Vorgang .....	304
8.8.2	Veränderungen des Frittierfetts .....	304
8.8.3	Rauchpunkt von Fetten und Ölen .....	307
8.9	Literatur .....	308
<b>9</b>	<b>Verwendung von Rapsöl als Kraftstoff .....</b>	<b>311</b>
9.1	Einsatz von Pflanzenöl als Kraftstoff .....	311
9.2	Pflanzenöлтаugliche Motoren .....	313
9.2.1	1-Tank-System .....	313
9.2.2	2-Tank-System .....	313
9.2.3	Multifuel-Konzept .....	314
9.3	Qualitätssicherung für Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölmühlen .....	314
9.3.1	Maßnahmen zur Qualitätssicherung .....	315
9.3.2	EDV-gestützter Maßnahmenkatalog zum Qualitätsmanagement .....	316
9.3.3	Beprobung und Dokumentation der Rapsölkraftstoffqualität .....	318
9.4	Eigenschaften von Rapsöl- und Pflanzenölkraftstoff .....	322
9.4.1	Normen DIN 51605 Rapsölkraftstoff und DIN 51623 Pflanzenölkraftstoff .....	322
9.4.2	Ökologische Eigenschaften .....	330
9.5	Literatur .....	333
<b>10</b>	<b>Stoffliche Nutzung von Pflanzenölen im Non-Food-Bereich .....</b>	<b>335</b>
10.1	Grundlagen .....	335
10.1.1	Einordnung pflanzlicher Fette und Öle .....	335
10.1.2	Produktionsmengen .....	336
10.1.3	Entwicklungen in der oleochemischen Industrie .....	337
10.2	Oleochemische Basischemikalien .....	337
10.2.1	Einordnung von Basischemikalien .....	337
10.2.2	Fettsäuren .....	338
10.2.3	Fettester .....	340
10.2.4	Seifen .....	341
10.2.5	Fettalkohole .....	341
10.2.6	Glycerin .....	344

<b>10.3 Reaktionen an der Kohlenstoffkette</b>	<b>350</b>
10.3.1 Reaktionen an der gesättigten Kette	350
10.3.2 Reaktionen an der ungesättigten Kette	351
<b>10.4 Reaktionen an der funktionellen Gruppe</b>	<b>360</b>
10.4.1 Verwendung von Fettalkoholen	361
10.4.2 Herstellung von Fettaminen	365
<b>10.5 Spezialprodukte – Labormaßstab und Ausblick</b>	<b>365</b>
10.5.1 Glycerin	366
10.5.2 Etablierte Fettstoffe	366
10.5.3 Alternative Fettstoffe	368
<b>10.6 Literatur</b>	<b>371</b>
10.6.1 Originalstellen	371
10.6.2 Monografien und Übersichtsartikel	373

## **11 Verwendung von Extraktionsschroten und Presskuchen 375**

<b>11.1 Stellung im Futtermittelspektrum der Nutztiere</b>	<b>375</b>
<b>11.2 Bedeutung – global und national</b>	<b>377</b>
<b>11.3 Inhaltsstoffe und Futterwertdaten</b>	<b>380</b>
11.3.1 Soja- und Rapsfuttermittel	380
11.3.2 Extraktionsschrote und Kuchen weiterer Ölsaaten	395
<b>11.4 Einflussfaktoren auf Inhaltsstoffe und Futterwertdaten sowie qualitätsverbessernde Maßnahmen</b>	<b>398</b>
11.4.1 Lagerungsstabilität besonders der Kuchen	398
11.4.2 Qualitätsverbessernde Maßnahmen	399
<b>11.5 Einsatzprüfungen und Einsatzempfehlungen</b>	<b>402</b>
11.5.1 Prüfung von Rapsextraktionsschrot und -kuchen im Fütterungsversuch	402
11.5.2 Einsatzempfehlungen	404
<b>11.6 Wirtschaftlichkeit von Extraktionsschroten und Kuchen in der Fütterung</b>	<b>406</b>
11.6.1 Rapsextraktionsschrot in Schweinemastrationen	406
11.6.2 Rapsextraktionsschrot in Milchkuhrationen	408
<b>11.7 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen</b>	<b>409</b>
<b>11.8 Literatur</b>	<b>410</b>

## **12 Rapsproteine 417**

<b>12.1 Einleitung</b>	<b>417</b>
<b>12.2 Ausgangsmaterial</b>	<b>418</b>
12.2.1 Ernte- und Verarbeitungsmengen	418
12.2.2 Inhaltsstoffe	419
12.2.3 Saatverarbeitung unter dem Aspekt der Proteingewinnung	423
12.2.4 Verfahrensentwicklungen für die Saatverarbeitung unter dem Aspekt der Proteingewinnung	428

12.3 Gewinnung von Proteinen .....	431
12.3.1 Unterscheidung der Proteinprodukte .....	431
12.3.2 Proteinanreicherung durch trockene Verarbeitung .....	432
12.3.3 Proteinanreicherung durch Fest-Flüssig-Extraktion .....	436
12.4 Einsatz von Rapsproteinen .....	451
12.4.1 Rapsproteine in Lebensmittelanwendungen .....	452
12.4.2 Substitution von Fischmehl .....	456
12.4.3 Rapsproteine in technischen Bereichen .....	460
12.5 Ausblick .....	464
12.6 Literatur .....	466

## **13 Managementsysteme für Lebensmittelsicherheit, Qualität und nachhaltige Energie in der Pflanzenölindustrie 473**

13.1 Übersicht .....	473
13.2 Gesetzliche Anforderungen an die Lebens- und Futtermittelsicherheit .....	473
13.2.1 Umfang der rechtlichen Regelungen .....	473
13.2.2 EU-Basisverordnung .....	474
13.2.3 Lebensmittelhygiene .....	475
13.2.4 Futtermittelhygiene .....	477
13.2.5 Gentechnisch veränderte Organismen in Lebens- und Futtermitteln .....	477
13.2.6 Glycerin als Lebensmittelzusatzstoff .....	479
13.3 Gesetzliche Anforderungen für technische Nutzungen .....	479
13.3.1 Erneuerbare Energien .....	479
13.3.2 Biodiesel .....	480
13.4 Normen für Qualität, Lebensmittelsicherheit und nachhaltige Energie .....	481
13.4.1 Bedeutung von Normen .....	481
13.4.2 Managementsysteme der Internationalen Standard Organisation .....	483
13.4.3 Lebensmittelsicherheitsnormen des Handels .....	490
13.4.4 Normen in der Futtermittelindustrie .....	497
13.4.5 Normen für Biodiesel und Glycerin .....	504
13.4.6 REDcert für Nachhaltigkeitszertifizierungen .....	506
13.4.7 Umsetzung der Normen .....	507
13.5 Fazit .....	509
13.6 Literatur .....	509

Quellenverzeichnis .....	511
Sachwortregister .....	513