

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Vorkommen und Verwendung von Fetten</b>	<b>1</b>
1.1	Vorkommen von Fetten	1
1.2	Verwendung von Fetten	2
1.2.1	Fettverbrauch	2
1.2.2	Verwendung von Fetten	3
<b>2.</b>	<b>Eigenschaften von Fetten und fetten Ölen</b>	<b>5</b>
2.1	Chemische Eigenschaften von Fetten	5
2.1.1	Struktur natürlicher Fette und Fettsäuren	5
2.1.2	Chemische Umsetzungen von Fetten	11
2.2	Mikrobiologischer Abbau von Fetten und Ölen	13
2.2.1	Kinetik biologischer Abbauprozesse	13
2.2.2	Bakterienfett	16
2.2.3	Aerober biologischer Fettabbau (Atmung)	16
2.2.4	Anaerober biologischer Fettabbau	19
2.3	Physikalische Eigenschaften von Fetten	20
2.3.1	Allgemeine physikalische Eigenschaften	20
2.3.2	Lipophiler Charakter	22
2.3.3	Flotationsverhalten	24
2.3.4	Koaleszenz	25
2.3.5	Verhalten im Schwerfeld – Zentrifugation	26
2.3.6	Verhalten im Mischer	27
2.3.7	Emulsionsbildung und Emulsionsspaltung	28
<b>3.</b>	<b>Rechtliche Grundsätze zur Entsorgung fetthaltigen Abwassers</b>	<b>33</b>
3.1	Wasserrecht	33
3.1.1	Allgemeines deutsches Wasserrecht	33
3.1.2	Abgrenzung des allgemeinen Wasserrechts vom Kommunalrecht	34
3.2	Kommunalrecht	35
3.2.1	Satzungsrecht	35
3.2.2	Grenzwerte bei Einleitung in eine öffentliche Kanalisation	36
3.2.3	Grenzwertfestlegung für Fette (lipophile Stoffe)	36
3.2.4	Einleiterüberwachung	40
3.3	Baurecht	40
3.3.1	Bauproduktengesetz	40
3.3.2	Wasserbauproduktenverordnungen	41
3.4	Abfallrecht	42
3.4.1	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz	42
3.4.2	Einordnung in andere Gesetze	42
3.4.3	Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung - BioAbfV)	44

3.4.4	Abgrenzung Abfallrecht – Wasserrecht am Beispiel Fettabscheiderrückstände .....	45
<b>4.</b>	<b>Abwasserreinigungs- und -vorreinigungsanlagen für fettthaltige Abwässer .....</b>	<b>47</b>
4.1	Mechanische Fettabscheider .....	47
4.1.1	Schwerkraftabscheider .....	47
4.1.1.1	Bau-, Funktions- und Prüfgrundsätze nach EN 1825 Teil 1 und DIN 4040-100 .....	48
4.1.1.2	Nenngröße, Betrieb und Wartung nach EN 1825-2 und DIN 4040-100 .....	52
4.1.1.3	Berechnung des maximalen Schmutzwasseranfalls nach EN 1825-2 Anhang A .....	56
4.1.1.4	Regelmäßige Inspektionen .....	61
4.1.2	Frischfettabscheider nach Patent DE 3820142 A1 .....	64
4.1.3	Einbau/Aufstellung von Fettabscheidern .....	65
4.2	Fällung, Flockung, Flotation .....	67
4.2.1	Fällung, Flockung .....	67
4.2.2	Flotationsanlagen .....	67
4.2.3	Elektroflockulation .....	69
4.3	Emulsionsspaltung .....	69
4.4	Biologische Vor- und Endreinigung .....	70
4.4.1	Anaerobe Vorreinigung .....	70
4.4.1.1	Ausschwemmreaktor (CSTR – Continuously stirred Tank-Reaktor) ....	71
4.4.1.2	Anaerobe Belebung .....	71
4.4.1.3	Membranunterstützter Anaerobreaktor .....	71
4.4.1.4	UASB-Reaktor (Upflow Anaerobic Sludge Blanket-Reaktor) .....	72
4.4.1.5	EGSB-Reaktor (Expanded Granular Sludge Bed) .....	73
4.4.1.6	Festbettreaktoren .....	74
4.4.1.7	Fließbettreaktoren .....	74
4.4.2	Aerobe biologische Vor- und Endreinigung .....	75
4.4.2.1	Klassisches Belebungsverfahren .....	76
4.4.2.2	SBR-Verfahren .....	78
4.4.3	Biofilmanlagen .....	80
4.4.3.1	Tropfkörperverfahren .....	81
4.4.3.2	Scheibentauchkörper (Rotationstauchkörper) .....	82
4.4.3.3	Anlagen mit frei beweglichen Aufwuchskörpern .....	82
4.4.3.4	Anlagen mit starren Aufwuchskörpern .....	82
4.4.4	Natürliche Abwasserreinigungsverfahren .....	83
4.4.4.1	Pflanzenkläranlagen .....	83
4.4.4.2	Teichanlagen .....	83
<b>5.</b>	<b>Fetthaltiges Abwasser .....</b>	<b>85</b>
5.1	Fette im häuslichen Abwasser .....	85
5.2	Gewerbliches Abwasser mit erhöhtem Fettgehalt .....	86

5.2.1	Großküchen, Krankenhausküchen etc .....	86
5.2.2	Fleischgewinnung, -be- und -verarbeitung .....	89
5.2.2.1	Schlachtbetrieb .....	89
5.2.2.2	Fleischwarenproduktion .....	93
5.2.2.3	Darmbearbeitung .....	94
5.2.3	Tierkörperbeseitigung .....	94
5.2.4	Fettgewinnung aus Schlachtfetten .....	96
5.2.5	Fischverarbeitung .....	98
5.2.6	Fischöl- und Fischmehlgewinnung .....	100
5.2.7	Gerbereibetriebe .....	101
5.2.8	Wollwäschereien .....	103
5.2.9	Milchindustrie .....	104
5.2.10	Margarine- und Speiseölproduktion .....	105
5.2.10.1	Rohölgewinnung .....	105
5.2.10.2	Ölraffination .....	107
5.2.10.3	Margarineherstellung .....	108
5.2.11	Biodieselherstellung und -vertrieb .....	109
5.2.12	Backwarenindustrie und Speiseeisfabrikation .....	110
5.2.13	Süßwaren und Kakaoindustrie .....	111
5.2.14	Fertigspeisen- und Konservenproduktion, Fertigsuppenherstellung ...	112
5.2.15	Chipsherstellung .....	113
5.2.16	Kosmetik- und Arzneimittellindustrie .....	114
5.2.17	Metallverarbeitungsindustrie und Maschinenbetrieb .....	115
5.2.18	Tankwageninnenreinigung .....	116
5.2.19	Landwirtschaftsbetriebe .....	118
<b>6.</b>	<b>Auswirkung von Fetten auf die Abwasserableitungsanlagen .....</b>	<b>119</b>
6.1	Fettsäurekorrosion .....	119
6.2	Geruchsprobleme in Abwasseranlagen durch Fette und Fettsäuren ...	124
6.3	Einsatz von Bakterien- und Enzympräparaten .....	125
6.4	Fettprobleme in Rohrleitungen .....	127
6.4.1	Fettabscheidungen und Verstopfungen .....	127
6.4.2	Desmulgierung/Aggregation in den Kanalisationsanlagen .....	129
6.5	Fettprobleme in Abwasserschächten, Sonderbauwerken, Abwasserpumpwerken und Druckleitungen .....	130
6.5.1	Pumpenschächte mit vertikalen Kreiselpumpen .....	130
6.5.2	Druckleitungen .....	132
6.6	Beeinflussung der Gewässer durch Einleitung über Regenüberwurfbauwerke .....	133
<b>7.</b>	<b>Auswirkungen von Fetten auf die zentralen Abwasserbehandlungsanlagen .....</b>	<b>134</b>
7.1	Fett in der Vorklärung .....	134
7.1.1	Fettabscheider .....	134
7.1.2	Absetzbecken .....	135

7.2	Fett in biologischen Kläranlagen .....	137
7.2.1	Allgemeines .....	137
7.2.2	Beckenanlagen .....	137
7.2.2.1	Überblick .....	137
7.2.2.2	Sauerstoffeintragsprobleme .....	138
7.2.2.3	Bläh- und Schwimmschlamm Bildung .....	139
7.2.2.4	Anreicherung von Fett im Belebtschlamm .....	145
7.2.3	Blähschlamm in SBR-Anlagen .....	148
7.3	Fett in Schlammfäulanlagen .....	149
<b>8.</b>	<b>Anwendungsbeispiele für die Reinigung fetthaltiger Abwässer .....</b>	<b>150</b>
8.1	Mechanische Fettabscheider .....	150
8.1.1	Beispiele für mechanische Fettabscheideranlagen .....	150
8.1.2	Aktueller Effekt von Fettabscheideranlagen .....	153
8.1.3	Geräte zur Fettabscheiderräumung .....	155
8.1.3.1	Müller-Fatmaster .....	155
8.1.3.2	System Moos, Sonderborg (Dänemark) .....	157
8.2	Emulsionsspaltanlagen .....	157
8.2.1	Batchflot-Anlage der Fa. AtM Mundersbach GmbH .....	157
8.2.2	Phasentrennanlage der Fa. Norddeutsche Filtervertriebsgesellschaft GmbH .....	158
8.2.3	Aufbereitung von Emulsionen aus der Palmölverwertung .....	159
8.3	Fällungs- und Flotationsanlagen .....	159
8.3.1	Fa. PRO-Entec east GmbH, Gerdshagen .....	159
8.3.2	Split-O-MAT®LIP-Verfahren Fa. Enviro Chemie GmbH, Rossdorf .....	160
8.3.3	Fa. Leiblein GmbH, Hardheim .....	162
8.3.4	Druckentspannungsflotation HDF der Fa. Huber SE .....	163
8.3.5	Klose-Clearox-Verfahren .....	164
8.3.6	Ozonisierungs- und Flotationsanlage der Fa. oxytec AG .....	165
8.3.7	Heißflotation der Fa. Erista Systemtechnik Kreuztal .....	166
8.3.8	Rohrflockulator der Fa. Bacs und Söhne – Umwelttechnik GbR .....	166
8.4	Anaerob-biologische Verfahren .....	168
8.4.1	Gegenüberstellung verschiedener Anaerobverfahren .....	168
8.4.2	Anaerobbehandlung von Fleischereiabwasser .....	168
8.4.3	Anaerobbehandlung von Molkereiabwasser .....	170
8.5	Aerob biologische Verfahren .....	171
8.5.1	Split-O-MAT®Fat-Verfahren Fa. EnviroChemie GmbH, Rossdorf .....	171
8.5.2	Aerobbehandlungsanlage der Fa. ACO-Passavant GmbH, Stadtlengsfeld .....	172
8.5.3	Aerobbehandlung von Molkereiabwasser .....	172
8.5.3.1	Aerobe Vorreinigung mit Sauerstoffminimierung .....	172
8.5.3.2	Belebtschlammbeschwerung mit Bleicherde .....	173
8.5.3.3	Getauchtes Festbett .....	174
8.5.3.4	Behandlung von Milchkannenabwasser in Kleinkläranlagen .....	175
8.5.4	Abwasserrecycling in einem Schweine-Schlachthof .....	175

8.6	Natürliche Reinigungsverfahren .....	177
8.6.1	Abwasserlandbehandlung in Molkereibetrieben .....	177
8.6.2	Pflanzenkläranlage für Molkereiabwasserbehandlung .....	177
8.7	Sonderausrüstungen für Aufbereitungsanlagen fetthaltiger Abwässer .....	177
8.7.1	Schwimmschlammabzug der Fa. Schott GmbH .....	177
8.7.2	Dekanter zur Vorreinigung und gleichzeitigen Entwässerung des Bioschlammes in Gerbereibetrieben .....	178
9.	<b>Altfett als Wirtschaftsgut</b> .....	180
9.1	Herkunft und Beschaffenheit .....	180
9.1.1	Allgemeine Betrachtungen und gesetzliche Einordnung .....	180
9.1.2	Fettabscheiderräumgut aus Gewerbebetrieben, ausgenommen Schlachthöfe und Fleischverarbeitungsfabriken .....	182
9.1.3	Abfälle aus der Fleischindustrie .....	183
9.2	Energetische Verwertung .....	187
9.2.1	Vergärung von fetthaltigen Substraten .....	187
9.2.1.1	Anaerobe Stabilisierung von Klärschlämmen .....	187
9.2.1.2	Mono-Vergärung .....	189
9.2.1.3	Co-Vergärung von Bioabfällen auf Kläranlagen .....	191
9.2.1.4	Perspektiven der Co-Vergärung .....	191
9.2.1.5	Potentiale der Co-Vergärung .....	192
9.2.1.6	Beispiele der Co-Vergärung .....	193
9.2.1.7	Vergärung von Reststoffen der Milchindustrie .....	198
9.2.2	Thermische Verwertung (Verbrennung) .....	199
9.3	Stoffliche Verwertung .....	202
9.3.1	Kompostierung .....	202
9.3.1.1	Unterschiede der Kompostierung von flüssigen und festen Stoffen ...	202
9.3.1.2	Prozesstechnische Kenngrößen .....	202
9.3.2	Biodieselherstellung .....	203
9.3.2.1	Grundlagen der Biodieselherstellung .....	203
9.3.2.2	Rohstoffqualität .....	205
9.3.2.3	Verfahrenstechnik .....	206
9.3.3	Aufarbeitung der Altfette .....	207
9.3.3.1	Aufbereitung der Abfallfette zu Rohfetten .....	207
9.3.3.2	Aufbereitung zu Mischfettsäuren .....	208
9.3.3.3	Wollwachsaufbereitung .....	209
9.3.4	Herstellung von Wasch- und Reinigungsmitteln .....	210
9.3.4.1	Fettraffination .....	210
9.3.4.2	Arten von Waschmitteln .....	211
10.	<b>Chemisch-physikalische Analysemethoden</b> .....	213
10.1	Analytische Bestimmung von Fetten im Abwasser .....	213
10.1.1	Überblick und Allgemeines .....	213

10.1.2	Trennung der lipophilen Stoffe in abscheidbare und nicht abscheidbare .....	214
10.1.3	DIN 3409 Teil 56 (2009); DEV H 56 .....	215
10.1.4	Prüfmethoden für Fettabscheider nach DIN 1825-1 .....	215
10.1.4.1	Infrarotspektrometrisches Verfahren .....	216
10.1.4.2	Gaschromatographisches Verfahren .....	216
10.1.5	Trennungsgang der Lipide nach Reinhold .....	217
10.1.6	Typische Kennziffern zur Fettdefinition .....	218
10.1.6.1	Säurezahl .....	218
10.1.6.2	Verseifungszahl .....	218
10.1.6.3	Jodzahl .....	219
10.1.6.4	Peroxidzahl .....	219
10.1.6.5	Unverseifbares .....	220
10.2	Analytische Bestimmung von Fettsäuren .....	220
10.2.1	Bestimmung flüchtiger organischer Säuren (Summenbestimmung) ...	220
10.2.2	Bestimmung flüchtiger organischer Säuren mittels Gaschromatographie .....	221
10.2.3	Bestimmung der Summe höhermolekularer Fettsäuren durch direkte Titration .....	222
10.2.4	Einzelbestimmung der höhermolekularen Fettsäuren über Gaschromatographie .....	223
10.3	Bestimmung von Geruchsemissionen (Olfaktometrie) .....	223
10.3.1	Untersuchung von Wasserproben .....	224
10.3.2	Dynamische Olfaktometrie .....	224
10.4	Tests zum biologischen Abbau .....	225
10.4.1	Anaerober Gärttest (Faulverhalten) nach DIN 38414 Teil 8 .....	225
10.4.2	Aerober Abbautest (Zahn-Wellens-Test) nach DIN EN ISO 9888 bzw. OECD 302 B .....	226
	Literaturverzeichnis .....	228
	Anlagen .....	242
	Übersicht der Patentanmeldungen zum Thema Fettabscheider von 1987 bis Ende 2011 beim DPMA .....	242
	Normen .....	244