

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorkommen und Verwendung von Fetten	1
1.1	Vorkommen von Fetten	1
1.2	Verwendung von Fetten	2
1.2.1	Fettverbrauch	2
1.2.2	Verwendung von Fetten	3
2.	Eigenschaften von Fetten und fetten Ölen	5
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 Schwerkraftfeld – Zentrifugation	26
2.3.6	Verhalten im Mischer	27
2.3.7	Emulsionsbildung und Emulsionsspaltung	28
3.	Rechtliche Grundsätze zur Entsorgung fetthaltigen Abwassers	33
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 Fettabtscheiderrückstände	45
4.	Abwasserreinigungs- und -vorreinigungsanlagen für fetthaltige Abwässer	47
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	Nenngroße, 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
5.	Fetthaltiges Abwasser	85
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 Arzneimittelindustrie	114
5.2.17	Metallverarbeitungsindustrie und Maschinenbetrieb	115
5.2.18	Tankwageninnenreinigung	116
5.2.19	Landwirtschaftsbetriebe	118
6.	Auswirkung von Fetten auf die Abwasserableitungsanlagen	119
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	Fettabcheidungen 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
7.	Auswirkungen von Fetten auf die zentralen Abwasserbehandlungsanlagen	134
7.1	Fett in der Vorklärung	134
7.1.1	Fettab scheider	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 Schwimmschlammbildung	139
7.2.2.4	Anreicherung von Fett im Belebtschlamm	145
7.2.3	Blähslamm in SBR-Anlagen	148
7.3	Fett in Schlammfaulanlagen	149
8.	Anwendungsbeispiele für die Reinigung fetthaltiger Abwässer	150
8.1	Mechanische Fettabstreicher	150
8.1.1	Beispiele für mechanische Fettabstreicheranlagen	150
8.1.2	Aktueller Effekt von Fettabstreicheranlagen	153
8.1.3	Geräte zur Fettabstreiderräumung	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, Stadtlegensfeld	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 Molkereabwasserbehandlung	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.	Altfett als Wirtschaftsgut	180
9.1	Herkunft und Beschaffenheit	180
9.1.1	Allgemeine Betrachtungen und gesetzliche Einordnung	180
9.1.2	Fettabcheiderräumgut 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 Reinigungsmittelmitteln	210
9.3.4.1	Fettraffination	210
9.3.4.2	Arten von Waschmitteln	211
10.	Chemisch-physikalische Analysenmethoden	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 Reinholt	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 Gärtest (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