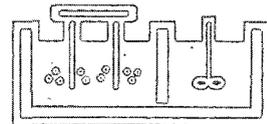


DWA- Themen



Neuartige Sanitärsysteme

Dezember 2008

ULB Darmstadt



17233394



Herausgeber und Vertrieb:
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef · Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: kundenzentrum@dwa.de · Internet: www.dwa.de

Inhalt

Vorwort	3
Verfasser	4
Bilderverzeichnis	14
Tabellenverzeichnis	16
1 Einführung	19
1.1 Veranlassung	19
1.2 Ein kurzer Blick zurück	20
2 Begriffe	22
2.1 Einleitung	22
2.2 Definition des Begriffes Neuartige Sanitärsysteme (NASS)	22
2.3 Begriffsbestimmungen	23
2.3.1 Technische Begriffsdefinitionen	23
2.3.2 Synonyme für NASS	26
3 Inhaltsstoffe des häuslichen Abwassers und seiner Teilströme	27
3.1 Einleitung	27
3.2 Vorgehensweise zur Erstellung der Kennzahlen	27
3.2.1 Datensammlung	27
3.2.2 Schwierigkeiten bei der Auswertung	28
3.3 Ergebnisse	28
3.3.1 Urin	29
3.3.2 Fäzes	29
3.3.3 Grauwasser	30
3.4 Diskussion der Ergebnisse	30
3.4.1 Abweichungen über Raum und Zeit	31
3.4.2 Abweichungen innerhalb der Datensammlung	32
3.4.3 Abweichungen zu anderen Quellen	32
3.5 Schlussfolgerungen	33
3.A Weitere Ergebnisse zu Konzentrationen und Frachten von Teilströmen	33
4 Übersicht zu Neuartigen Sanitärsystemen	36
4.1 Erläuterungen zu den Systemdarstellungen	36
4.2 Stoffstromsysteme	38
4.2.1 1-Stoffstromsystem	38
4.2.1.1 Konventionelles Verfahren mit N- und P-Elimination als 'Referenzsystem'	38
4.2.1.2 Verfahren mit nachgeschalteter Nährstoff- und Wasser-Rückgewinnung/Wiederverwertung	39
4.2.2 Schwarzwasser 2-Stoffstromsystem	40
4.2.3 Urintrennung 2-Stoffstromsystem	41
4.2.4 Urintrennung 3-Stoffstromsystem	42
4.2.5 Fäkalien 2-Stoffstromsystem (Trockentoiletten)	43
4.2.6 Urintrennung 3-Stoffstromsystem (Trockentoiletten)	44
4.3 Produkte der Stoffstromsysteme und deren Verbleib	45

5	Erfassung und Transport von Stoffströmen aus Neuartigen Sanitärsystemen	46
5.1	Erfassung	46
5.1.1	Allgemeines	46
5.1.2	Übersichtsmatrix Erfassung Urin, Fäzes und Fäkalien	47
5.1.3	Erfassung Toiletten ohne Trennung	48
5.1.3.1	Spültoiletten – konventionell/Wasser sparend	48
5.1.3.2	Vakuumtoiletten	51
5.1.3.3	Trockentoiletten	53
5.1.4	Erfassung Trenntoiletten	55
5.1.4.1	Spültrenntoiletten	55
5.1.4.2	Spültrenntoiletten – Urinableitung ohne Spülwasser	57
5.1.4.3	Spültrenntoiletten mit einer separaten Wasserspülung für Urin	59
5.1.4.4	Spültrenntoiletten – Fäzesableitung ohne Spülung	60
5.1.4.5	Vakuumtrenntoiletten	62
5.1.4.6	Vakuumtrenntoiletten – Urinableitung ohne Wasser	63
5.1.4.7	Vakuumtrenntoiletten mit einer separaten Wasserspülung für Urin	64
5.1.4.8	Trockentrenntoiletten	65
5.1.5	Erfassung Urinale	67
5.1.5.1	Urinale – konventionell/Wasser sparend	67
5.1.5.2	Vakuum-Urinal	69
5.1.5.3	Wasserlose Urinale	71
5.1.6	Erfassung von Bioabfällen	75
5.1.7	Grauwassererfassung	76
5.1.8	Regenwassererfassung	76
5.2	Ableitung	76
5.2.1	Allgemeines	76
5.2.2	Übersichtsmatrix Ableitung von Urin, Fäzes und Fäkalien mit oder ohne Spülwasser	79
5.2.3	Beschreibung der Ableitung innerhalb von Gebäuden	82
5.2.3.1	Schwerkraftentwässerung innerhalb von Gebäuden	82
5.2.3.2	Unterdruckentwässerung (Vakuumentwässerung) innerhalb von Gebäuden	85
5.2.3.3	Druckentwässerung innerhalb von Gebäuden	86
5.2.3.4	Trockene Sammelsysteme innerhalb von Gebäuden	88
5.2.4	Beschreibung Ableitung außerhalb von Gebäuden	90
5.2.4.1	Schwerkraftentwässerung außerhalb von Gebäuden	90
5.2.4.2	Unterdruckentwässerung (Vakuumentwässerung) außerhalb von Gebäuden	91
5.2.4.3	Druckentwässerung außerhalb von Gebäuden	93
5.2.4.4	Trockene Sammelsysteme außerhalb von Gebäuden	94
5.2.5	Besonderheiten bei der Ableitung von Schwarz-/Braunwasser	95
5.2.6	Besonderheiten bei der Ableitung von Fäkalien/Fäzes	96
5.2.7	Besonderheiten bei der Ableitung von Urin/Gelbwasser	96
5.2.8	Besonderheiten bei der Ableitung des Gemischs von Grau- und Braunwasser	99
5.2.9	Besonderheiten bei Ableitung bzw. Transport von Bioabfällen	99
5.2.10	Ableitung von Grauwasser und Regenwasser	99

6	Behandlung von Teilströmen aus Neuartigen Sanitärsystemen	100
6.1	Einführung	100
6.2	Übersicht zur Behandlung von Gelb-, Schwarz- und Braunwasser unter Berücksichtigung der unverdünnten Stoffströme	100
6.2.1	Übersichtsmatrizen zur Behandlung von Gelb-, Schwarz- und Braunwasser	100
6.2.2	Erläuterungen zu der Kurzbeschreibung (Schemata)	106
6.3	Behandlung von Schwarz- und Braunwasser	106
6.3.1	Trenn- und Aufkonzentrierungsverfahren	106
6.3.1.1	Allgemeines	106
6.3.1.2	Sedimentation	107
6.3.1.3	Zentrifugation – Hydrozyklon	108
6.3.1.4	Flotation	110
6.3.1.5	Filtration – Grobfilter	111
6.3.1.6	Siebung – Siebschnecke	113
6.3.1.7	Siebung – Bogensieb	115
6.3.2	Behandlungsverfahren für die feststoffreiche Phase des Schwarz- und Braunwassers	117
6.3.2.1	Allgemeines	117
6.3.2.2	Kompostierung	117
6.3.2.3	Anaerobe Behandlung – Biogasanlage	121
6.3.2.4	Trocknung (für Fäzes)	123
6.3.2.5	Kalkung (für Fäzes)	124
6.3.3	Behandlungsverfahren für die feststoffarme Phase des Schwarz- und Braunwassers	125
6.3.3.1	Allgemeines	125
6.3.3.2	Membran-Filtration	126
6.3.3.3	Fällung	128
6.3.3	Aerob – Pflanzenkläranlage	129
6.4	Behandlung von Gelbwasser	130
6.4.1	Chemische Eigenschaften von Urin und Gelbwasser	130
6.4.1.1	Einführung	130
6.4.1.2	Hydrolyse	131
6.4.1.3	Salzgehalt, Ionenstärke	131
6.4.1.4	Ausfällungen	132
6.4.1.5	Ammoniakausgasung – Arbeitssicherheit	132
6.4.2	Übersicht zu Behandlungsverfahren für Gelbwasser	134
6.4.3	Lagerung	134
6.4.4	Ansäuerung	136
6.4.5	Hygienisierung	137
6.4.6	Eindampfung	138
6.4.7	Ausfrieren	139
6.4.8	Nanofiltration	140
6.4.9	Umkehrosmose	141
6.4.10	Elektrodialyse	142
6.4.11	Struvit Ausfällung	144
6.4.12	Ca-/Fe-/Al-Fällung	146
6.4.13	Ammoniak-Strippping	147

6.4.14	Ionentauscher	149
6.4.15	Aktivkohle	150
6.4.16	Nitrifikation	151
6.4.17	Anammox (Anaerobe Ammonium-Oxidation)	152
6.4.18	Biologische Nährstoffelimination	153
6.4.19	Ozonierung, AOP-Verfahren	154
6.4.20	IBDU-Ausfällung	156
6.5	Behandlung des Gemisches aus Grau- und Braunwasser	156
6.6	Behandlung von Bioabfällen	156
6.7	Behandlung von Grau- und Regenwasser	156
6.7.1	Eigenschaften von Grau- und Regenwasser	156
6.7.1.1	Grauwasseranfall	156
6.7.1.2	Regenwasseranfall	157
6.7.1.3	Grauwasserbeschaffenheit	158
6.7.1.4	Regenwasserbeschaffenheit	162
6.7.2	Behandlungsverfahren für Grauwasser und Regenwasser	164
6.7.2.1	Einführung	164
6.7.2.2	Übersichtsmatrizen zur Behandlung von Grauwasser	166
6.7.2.3	Bepflanzte Bodenfilter	168
6.7.2.4	Belebungsverfahren	170
6.7.2.5	Festbettverfahren	172
6.7.2.6	Membranverfahren	174
6.7.2.7	Umkehrosmose	178
6.7.3	Vor- und Nachteile der verschiedenen Aufbereitungsverfahren in Abhängigkeit der jeweiligen Nutzung	179
6.A	Qualitätsanforderungen an Brauch- und Pflegewasser	182
6.A.1	Allgemeine rechtliche Anforderungen für die Toilettenspülung	182
6.A.2	Allgemeine rechtliche Anforderungen für die Bewässerung	184
6.A.3	Allgemeine rechtliche Anforderungen für eine Teilnutzung in Wasch- und Spülmaschinen	187
6.A.4	Allgemeine rechtliche Anforderungen an die Einleitung/Versickerung von Grau- und Regenwasser	189
7	Stoffliche Nutzung von Produkten aus Neuartigen Sanitärsystemen in der Landwirtschaft	191
7.1	Düngemittel	191
7.1.1	Einführung	191
7.1.2	Gesetzliche Definition	192
7.1.3	Schlussfolgerung	194
7.2	NASS-Produkte und deren Inhaltsstoffe	195
7.3	Einordnung der Produkte aus Neuartigen Sanitärsystemen als Düngemittel	196
7.4	Fallbeispiel Urin	197
7.4.1	Ertragswirkung	197
7.4.2	Hygiene	199
7.4.3	Schadstoffe	201
7.4.4	Modell Stofffracht	202
7.4.5	Empfehlungen zur Urinverwertung	207
7.5	Bewertung und Ausblick	208

7.A	Anhang	208
7.A.1	Pharmakakonzentrationen im Urin.....	208
7.A.2	Antrag zur Ergänzung von Düngemitteltypen	210
8	Ansätze zur Bewertung Neuartiger Sanitärsysteme	212
8.1	Beschreibung und Relevanz der Bewertungskriterien	212
8.1.1	Zielsetzung „Umwelt- und Ressourcenschutz“.....	216
8.1.2	Zielsetzung „Umwelthygiene und hygienische Sicherheit“.....	219
8.1.3	Ökonomische Ziele	222
8.1.4	Soziale Ziele	225
8.1.5	Technische Ziele.....	226
8.2	Beschreibung und Bewertung von Beispielprojekten	229
8.2.1	1-Stoffstromsystem	230
8.2.1.1	Das herkömmliche, konventionelle 1-Stoffstromsystem als 'Referenzsystem'.....	230
8.2.1.2	Stoffstromsystem im Projekt Knittlingen („DEUS 21“-Konzept).....	231
8.2.2	Schwarzwasser 2-Stoffstromsystem	231
8.2.2.1	Lübeck-Flintenbreite.....	231
8.2.2.2	Kaiserslautern/Oberhausen (Projekt ‚KOMPLETT‘).....	232
8.2.3	Urintrennung 2-Stoffstromsystem	233
8.2.3.1	Linz – Österreich.....	233
8.2.3.2	Lambertsmühle	233
8.2.4	Urintrennung 3-Stoffstromsystem	233
8.2.4.1	Berlin – Stahnsdorf	233
8.2.4.2	Berching – Hans Huber AG.....	234
8.2.5	Fäkalien 2-Stoffstromsystem (Trockentoiletten).....	234
8.2.5.1	Öko-Siedlung Allermöhe, Hamburg	234
8.2.5.2	Asahiyama Zoo, Asahikawa City, Japan.....	235
8.2.6	Urintrennung 3-Stoffstromsystem (Trockentoiletten)	235
8.2.6.1	Gemeinschaftswohnprojekt Gebers, Orhem, Schweden	235
8.2.6.2	Eco-town, Dongsheng, Innere Mongolei, China.....	235
8.3	Übergreifende Zusammenfassung der Bewertung	236
8.3.1	Bewertung der betrachteten Systeme.....	236
8.3.2	Übergreifende Bewertung der Kriterien hinsichtlich der Zielsetzungen von Sanitärsystemen.....	239
8.3.2.1	Systemübergreifende Bewertung hinsichtlich Umwelt- und Ressourcenschutz.....	241
8.3.2.2	Systemübergreifende Bewertung hinsichtlich Hygiene und Gesundheit.....	242
8.3.2.3	Systemübergreifende Bewertung hinsichtlich der ökonomischen Ziele	243
8.3.2.4	Systemübergreifende Bewertung hinsichtlich der sozialen Ziele	244
8.3.2.5	Systemübergreifende Bewertung hinsichtlich der technischen Ziele	245
8.A	Bewertungsbeispiel	247
9	Systemintegration: Rahmenbedingungen und Fallbeispiele	258
9.1	Rahmenbedingungen und deren Veränderung im Überblick	258
9.1.1	Klimawandel.....	258
9.1.2	Verknappung wesentlicher natürlicher Ressourcen.....	259
9.1.3	Demografischer Wandel und Siedlungsentwicklung in Deutschland	260
9.1.4	Technischer Fortschritt.....	263

9.1.5	Wandel der Marktstrukturen.....	263
9.1.6	Zukünftige umweltpolitische Anforderungen.....	265
9.2	Wechselwirkungen mit der bestehenden Infrastruktur.....	266
9.2.1	Wasserversorgung.....	266
9.2.2	Abwasserentsorgung.....	266
9.2.3	Energie.....	269
9.2.4	Abfallentsorgung.....	269
9.3	Analyse der gesetzlichen Rahmenbedingungen.....	270
9.3.1	Einführung.....	270
9.3.2	Anwendbarkeit von Abwasserrecht/Abfallrecht.....	270
9.3.2.1	Einstufung eines Materials als Abfall, Produkt oder Nebenerzeugnis.....	271
9.3.2.2	Einstufung eines Materials als Produkt Düngemittel.....	272
9.3.2.3	Vorrang der Verwertung vor der Beseitigung.....	273
9.3.2.4	Beseitigung durch öffentliche Aufgabenträger.....	273
9.3.3	Auswirkungen des neuen Umweltgesetzbuches auf NASS.....	273
9.3.4	Rechtliche Rahmenbedingungen für Brauch- und Pflegewasser.....	274
9.3.5	Möglichkeiten der Stadtplanung zur Implementierung von NASS.....	274
9.3.5.1	Die Rolle des Städtebaurechts in der stadttechnischen Erschließung.....	275
9.3.5.2	Instrumente des Städtebaurechts.....	275
9.3.5.3	Ergänzende Normen auf Landes- und Kommunalebene.....	276
9.3.5.4	Planungspraxis – Status Quo und Möglichkeiten.....	278
9.3.5.5	Möglichkeiten weitergehender gesetzlicher Förderung von NASS.....	278
9.4	Fallbeispiele für NASS.....	278
9.4.1	Fallbeispiel 1 – Schrumpfende Mittelstadt.....	279
9.4.2	Fallbeispiel 2 – Wachsende Großstadt.....	280
9.4.3	Fallbeispiel 3 – Ländliche Kommune.....	280
9.4.4	Fallbeispiel 4 – Neubaugebiet 1.....	281
9.4.5	Fallbeispiel 5 – Neubaugebiet 2.....	281
9.4.6	Fallbeispiel 6 – Berg- und Ausflugsregion mit starken Belastungsvariationen.....	282
9.4.7	Fallbeispiel 7 – Entkernung großer Wohnblöcke.....	282
10	Konsequenzen und Empfehlungen.....	283
10.1	Berücksichtigung von NASS bei der Erarbeitung/Fortschreibung des technischen Regelwerks der DWA.....	283
10.1.1	Einleitung.....	283
10.1.2	Technische Regeln der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA).....	283
10.1.3	Analyse des technischen Regelwerks.....	286
10.1.4	Einbeziehung von NASS in das technische Regelwerk der DWA.....	286
10.2	Forschungs- und Entwicklungsbedarf.....	290
10.3	Aus- und Weiterbildungsbedarf.....	292
10.4	Hemmnisse und Chancen für die Implementierung von NASS.....	292
11	Zusammenfassung.....	295
	Literatur.....	310
	Weitere verwendete Literatur (Kennzahlen Abschnitt 3).....	322
	Weiterführende Literatur (Abschnitt 7).....	326