

Begrifflichkeiten und Kennzahlen zur Zusammensetzung von Teilströmen neuartiger Sanitärsysteme

Martin Oldenburg (Lübeck), Franziska Meinzingler (Hamburg), Peter Nisipeanu (Essen) und Christian Schneider (Bonn)

Zusammenfassung

Neuartige Sanitärsysteme (NASS) basieren auf der getrennten Erfassung von Teilströmen mit dem Ziel der Wiederverwendung und Nutzung von Nährstoffen und Wasser. Da für diese Teilströme deren Zusammensetzung vielfach nicht bekannt ist oder Informationen hierzu nur eingeschränkt verfügbar sind, wurde im Rahmen einer Literaturstudie versucht, die Datenbasis hierfür zu verbessern. Basierend auf derzeit 148 Literaturquellen wurden eine statistische Auswertung der Daten vorgenommen und einwohnerspezifische Frachten und Konzentrationen mit Schwankungsbereichen ermittelt. Diese Werte werden bisherigen Kenngrößen gegenübergestellt und diskutiert. Zudem wurden mit dem Ziel einer besseren Vergleichbarkeit sowie zur Vereinheitlichung des Sprachgebrauchs die im Zusammenhang mit NASS verwendeten Begriffe deskriptiv definiert.

Schlagwörter: Abwasserreinigung, kommunal, dezentral, neue Sanitärsysteme, Teilstrom, Urin, Fäkalien, Grauwasser, Zusammensetzung, Stoffstrom, Begriff, Definition

DOI: 10.3242/kae2008.10.006

Abstract

Terminology and Key Data on the Composition of Partial Flows in Non-Conventional Sanitary Systems

Non-conventional sanitary systems are based on a separate collection of partial flows with a view to recycling and reusing nutrients and water. Since in many cases the composition of such partial flows is not known or only partially known, a reference literature survey was carried out to improve the data base; 148 literary sources were reviewed, data were evaluated statistically, and inhabitant-specific loads and concentrations and their fluctuation ranges were identified. These values are compared with available key data and discussed. In addition, the paper describes and defines various terms that are used in relation to non-conventional sanitary systems to allow for better comparisons and to standardise language use.

Key words: wastewater treatment, municipal, decentralized, new sanitary systems, partial flow, urine, faeces, grey water, composition, material flow, term, definition

1 Einleitung

Die Kenntnis um die Menge und Zusammensetzung von Abwasserteilströmen ist Voraussetzung für den Entwurf und die Planung von Behandlungsanlagen. Neuartige Sanitärsysteme (NASS) basieren auf der Trennung von Abwasserteilströmen und deren getrennter Behandlung mit dem Ziel der Wiederverwendung von Abwasser und dessen Inhaltsstoffen. Für diese verschiedenen Teilströme liegen nur in unzureichendem Maß Auslegungsdaten vor, obwohl die Kenntnis um Volumenströme, Nährstoffe, organische Belastung und sonstige Verschmutzung wichtig ist, um die Anforderungen an die Behandlung und das Potenzial der Wiederverwendung abschätzen zu können.

Die Bemessung von Anlagen zur Behandlung und Aufbereitung verschiedener Stoffströme sollte, wo immer möglich, auf direkt gemessenen Daten zur Beschaffenheit der Stoffströme basieren. Da diese jedoch nicht immer verfügbar oder unter vertretbarem Aufwand beschaffbar sind, können allgemeine Kennzahlen als Anhaltswerte für die Planung und Bemessung von Anlagen verwendet werden. Auch für die Abschätzung des Nut-

zungspotentials von Wasser, organischem Material und Nährstoffen sind einwohnerbezogene Durchschnittswerte eine große Hilfe für Planer und Ingenieure. Für kommunales Abwasser sind diese Werte zur Charakterisierung bekannt und in den einschlägigen Regelwerken veröffentlicht (z. B. [1]).

Die schwedische Environmental Protection Agency hat im Jahr 1995 Bemessungsvorgaben für die verschiedenen Stoffströme erstellt, die von Vinneras et al. [2] überprüft und anhand von Messungen in drei Siedlungen aktualisiert wurden. Diese basieren jedoch auf rein schwedischen Angaben und fußen damit auch auf den dortigen Wasserverbräuchen und Nutzungen.

Eine Reihe von anderen Autoren (z. B. [3–5]) hat bereits durchschnittliche Angaben zu verschiedenen Teilströmen zusammengestellt. Diese Durchschnittswerte basieren jedoch meist nur auf einer relativ geringen Anzahl von Originalquellen, das heißt tatsächlichen Messungen der Teilströme, und geben nicht für alle relevanten Parameter Werte an. Londong und Hartmann [6] kommen nach einer Auswertung verschiedener Literaturangaben (maximal zehn pro Teilstrom) und dem Vergleich

der Literaturwerte mit gemessenen Werten zu dem Schluss, dass teilweise sehr unterschiedliche Angaben vorhanden sind und deshalb die Datenbasis für eine sichere Bemessung von Anlagen weiter verbessert werden muss.

Die vorliegenden Untersuchungen basieren alle auf einer geringen Anzahl von Messwerten oder Proben. Vielfach sind diese nur für das Untersuchungsgebiet und die dort angetroffenen Randbedingungen gültig. Im Rahmen dieser Untersuchung soll versucht werden, durch die statistische Auswertung der Informationen die Zuverlässigkeit der vorliegenden Angaben zu verbessern.

2 Material und Methoden

Im Rahmen der Arbeit des DWA-Fachausschusses KA-1 „Neuartige Sanitärsysteme“ hat sich die Arbeitsgruppe KA-1.6 mit dem Thema „Regelwerke und rechtliche Vorschriften – Status und Konsequenzen“ beschäftigt. Ein Arbeitsschwerpunkt war dabei die Überprüfung vorhandener Definitionen für die verschiedenen Teilströme und die Anpassung dieser Definitionen. Ausgehend von diesen Definitionen wurden für die verschiedenen Teilströme Daten gesammelt, gesichtet und ausgewertet.

Basierend auf den Definitionen für die verschiedenen Teilströme wurde eine Datensammlung erstellt, in die die Fracht- und Konzentrationswerte verschiedener relevanter Parameter für die einzelnen Stoffströme eingetragen worden sind. Die ausgewerteten Parameter umfassen dabei neben Volumen, Feststoffangaben, organische Inhaltsstoffe, die Makronährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium sowie die Verschmutzung mit Schwermetallen.

Derzeit sind insgesamt 148 Literaturstellen zu den verschiedenen Stoffströmen in die Datensammlung mit eingearbeitet worden, wobei 64 aus Deutschland stammen, 47 aus dem europäischen Raum (ohne Deutschland) und 37 entweder Anga-

ben aus außereuropäischen Ländern enthalten oder nicht zugeordnet werden konnten. Die Literaturangaben stammen größtenteils aus den letzten zehn Jahren. Es wurde darauf geachtet, offensichtliche Doppelintragungen durch zitierte Publikationen zu vermeiden.

Da die Angaben aus Deutschland für einige Fraktionen als nicht ausreichend angesehen werden, sind für die Auswertung alle (mittel-) europäischen Werte berücksichtigt worden. Die Angaben aus außereuropäischen Ländern sowie diejenigen Literaturstellen, die keine Angabe des Ursprungslandes enthalten, werden in die hier aufgeführten Werte jedoch nicht mit einbezogen.

Für die Auswertung werden die in der Literatur angegebenen Mittelwerte herangezogen und der Median gebildet. Die Verwendung des Medianwertes und nicht des Mittelwertes hat den Vorteil, dass der Einfluss stark abweichender Werte („Ausreißer“) reduziert wird. Weiterhin werden in der Literatur angegebene Minimal- und Maximalwerte als Streuungsmaß für die einzelnen Kennzahlen dargestellt.

Falls keine Angaben zu Mittelwerten vorhanden sind, sondern nur Bereiche, wird überschlägig der Mittelwert aus Minimal- und Maximalwert gebildet und mit diesem weitergearbeitet. Wo immer in einer Veröffentlichung Angaben zu Volumen eines Teilstroms und Konzentrationen in diesem Teilstrom gemacht wurden, werden diese zur Berechnung eines Frachtwertes verwendet und umgekehrt.

Aufgrund der geringen Datenanzahl und der variablen Repräsentativität kann von den Daten derzeit noch keine Bemessungsempfehlung abgeleitet werden.

Im Rahmen dieser Veröffentlichung wird nur ein Auszug der Arbeiten dargestellt, für detaillierte Informationen wird auf den derzeit in Arbeit befindlichen Abschlussbericht des Fach-

Begriff	Abkürzung	Englischer Begriff	Synonyme	Definition	Erläuterung ¹⁾
Fäzes	F	faeces, feces (amerikanisch)	Kot, Stuhl	Kot, feste menschliche Ausscheidungen	Trockentrenntoilette ohne Wasserspülung
Braunwasser	B	brownwater		Fäzes mit Spülwasser ²⁾	Trenntoilette mit Wasserspülung
Urin	U	urine	Harn	Urin, flüssige menschliche Ausscheidungen	Trenntoilette ohne Wasserspülung, wasserloses Urinal
Gelbwasser	G	yellowwater		Urin mit Spülwasser	Trenntoilette mit Wasserspülung und Urinal mit Wasserspülung
Fäkalien	Fk	excrement, excreta	Exkremete, menschliche Ausscheidungen	Urin und Fäzes	Toiletten ohne Wasserspülung
Schwarzwasser	S	blackwater		Fäkalien mit Spülwasser ²⁾	Spül- oder Vakuumtoilette
Grauwasser	Gr	greywater, graywater (amerikanisch)		Stoffstrom aus dem häuslichen Bereich ohne Fäkalien	Küchenspüle, Geschirrspüler, Waschmaschine, Handwaschbecken, Ausguss, Badewanne, Dusche etc.
schwach belastetes Grauwasser	Grsb			Grauwasser ohne Küchen- und Waschmaschinenabfluss	Handwaschbecken, Ausguss, Badewanne, Dusche etc.
stark belastetes Grauwasser	Grst			Grauwasser aus Küche und/oder Waschmaschine	Waschmaschine, Ausguss etc.

¹⁾ zum Beispiel Ort der Erfassung, ²⁾ gegebenenfalls mit Toilettenpapier

Tabelle 1: Technische Begriffsdefinitionen – Stoffströme

Parameter	Einheit	Median	Bereich (min-max)	Datenqualität	Einheit	Median	Bereich (min-max)	Datenqualität	
Volumen	l/(E × d)	108,0	65–150	++					
TS	l/(E × d)	71,2	2–125	++	mg/l	159,0	-	-	
Org. Stoffe	BSB ₅	g/(E × d)	18,2	1–31	+	mg/l	218,0	124–519	+
	CSB	g/(E × d)	47,5	7–102	++	mg/l	535,0	258–1.021	+
Nährstoffe	N	g/(E × d)	1,0	0,1–1,7	++	mg/l	15,4	6,7–27,2	+
	P	g/(E × d)	0,5	0,1–2,2	++	mg/l	5,4	0,4–11,0	+
	K	g/(E × d)	1,0	0,2–4,1	++	mg/l	8,8	k. A.	-
	S	g/(E × d)	2,9	0,5–7,7	+	mg/l	72,0	k. A.	-

Datenqualität: – schlecht (oder Daten nicht verfügbar), + mittelmäßig, ++ gut

Tabelle 2: Charakterisierung von Grauwasser (links: einwohnerspezifische Fracht pro Tag, rechts: Konzentrationen)

ausschuss KA-1 „Neuartige Sanitärsysteme“ verwiesen. Ferner werden die Quellen der oben genannten Literaturrecherche hier nicht aufgeführt; auch insoweit wird auf den Abschlussbericht verwiesen. In diesem Abschlussbericht wird auch sehr ausführlich auf die rechtliche Einordnung neuartiger Sanitärsysteme und die Nutzung der Produkte eingegangen.

3 Ergebnisse

3.1 Definitionen

Für das weitere Vorgehen des sich auf mehrere Arbeitsgruppen aufteilenden Fachausschusses KA-1 wurde ein vereinheitlichter Sprachgebrauch für sinnvoll gehalten, der empirisch die näher zu betrachtenden Teilströme umschreibt und sich damit bewusst von dem insoweit nicht näher differenzierenden normativen Sprachgebrauch des Wasser- und Abfallrechts unterscheidet. Diese technischen Begriffsdefinitionen sind mit ihren Synonymen und ihrer Definition in Tabelle 1 aufgelistet. Neben dem Begriff, dem englischen oder amerikanischen Sprachgebrauch für diese Teilströme sind Synonyme, Definitionen und eine Erläuterung aufgeführt.

Die Begriffe für die menschlichen Ausscheidungen werden mittlerweile in der Literatur recht einheitlich gehandhabt. Neu ist in diesem Zusammenhang lediglich die Unterscheidung der

Begriffe Urin und Gelbwasser, die den unverdünnten bzw. mit Spülwasser verdünnten flüssigen Anteil der menschlichen Ausscheidungen beschreiben.

Wesentlich uneinheitlicher wird die Verwendung des Begriffs „Grauwasser“ gehandhabt. Während es zumeist als der Stoffstrom ohne menschliche Ausscheidungen angesehen wird, verwenden einige Autoren diesen Begriff exklusive der Küchenabwässer oder bezeichnen teilweise auch nur den Teilstrom des Duschabwassers mit diesem Begriff. Daher wurde in der Arbeitsgruppe eine Unterteilung in „schwach belastetes Grauwasser“ und „stark belastetes Grauwasser“ vorgenommen, die Summe der beiden Teilströme ergibt dann wieder „Grauwasser“.

3.2 Zusammensetzung der Teilströme

3.2.1 Grau wasser

Grauwasser ist das Haushaltsabwasser ohne Toilettenabwasser und enthält normalerweise den Abfluss aus Küche und Badezimmer. Die Zusammensetzung des Grauwassers hängt sehr stark ab vom Nutzerverhalten, der Ausstattung der Haushalte (zum Beispiel Geschirrspüler) und der verwendeten Wasch- und Reinigungsmittel. In dezentralen Konzepten kann Grauwasser mit dem Behandlungsziel der Wasserwiederverwendung aufbereitet werden. Entgegen der häufig anzutreffenden Auffassung, dass Grauwasser hygienisch unbedenklich sei,

Parameter	Einheit	Median	Bereich (min-max)	Datenqualität	Einheit	Median	Bereich (min-max)	Datenqualität
Volumen	l/(E × d)	1,37	0,5–2,5	++				
TS	g/(E × d)	57,0	11–72	++	g/l	13,0	15–30	–
Org. Stoffe	BSB ₅	g/(E × d)	5,0	2–10	+	g/l	k. A.	–
	CSB	g/(E × d)	10,0	5–24	+	g/l	4–12	+
Nährstoffe	N	g/(E × d)	10,4	3,6–16	++	g/l	1,8–17,5	+
	P	g/(E × d)	1,0	0,4–2,5	++	g/l	0,2–3,7	+
	K	g/(E × d)	2,5	1,0–4,9	++	g/l	0,7–3,3	+
	S	g/(E × d)	0,7	0,6–1,3	+	g/l	0,3–2,6	–

Datenqualität: – schlecht (oder Daten nicht verfügbar), + mittelmäßig, ++ gut

Tabelle 3: Charakterisierung von Urin (links: einwohnerspezifische Fracht pro Tag, rechts: Konzentrationen)

wurden gelegentlich hohe Konzentrationen an *E. coli* bis zu einem Konzentrationswert von $10^7/100$ ml gefunden [7, 8]. Die Kontamination des Grauwassers mit pathogenen Keimen ist auf vielen Wegen möglich, zum Beispiel durch Duschen oder das Waschen von Windeln in Waschmaschinen. Eine andere Besonderheit sind die hohen Phosphorkonzentrationen im Grauwasser, die auf die Verwendung von Phosphorverbindungen im Waschmitteln und besonders in Geschirrspülwaschmitteln, die nicht als Textilwaschmittel der Phosphathöchstmengenverordnung [9] unterliegen. Während aufgrund der Limitierung der Phosphatgehalte in Textilwaschmitteln die Phosphatkonzentrationen in den letzten Dekaden rückläufig waren und die Phosphate durch organische Phosphonate substituiert wurden, bewirkte die zunehmende Ausstattung der Küchentechnik mit Geschirrspülern wieder einen Anstieg der Phosphatfracht. Londong und Hartmann [6] wiesen nach, dass für einen dreiköpfigen Haushalt die aus Geschirrspülmitteln stam-

mende zusätzliche Phosphatfracht bis zu $0,4$ g/(E × d) betragen kann.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Zusammensetzung des Grauwassers sowohl als einwohnerspezifische Frachten als auch als Konzentrationen. Neben dem Medianwert werden der Wertebereich und die Qualität der Ausgangsdaten angegeben. Es sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die Konzentrationen für das Grauwasser in Abhängigkeit von der Quelle stark von den oben genannten Werten abweichen können. So zeigten Untersuchungen von Grauwasser aus Küchen („stark belastetes Grauwasser“) CSB-Werte bis zu einem Medianwert von 1780 mg/l, während das Grauwasser ohne Küchen- und Waschmaschinenabwasser („schwach belastetes Grauwasser“) lediglich 283 mg/l CSB aufwies.

3.2.2 Urin

Urin ist der Teilstrom, aus dem der höchste Nährstoffanteil des häuslichen Abwassers stammt. Die Abtrennung oder getrennte Erfassung des Urins von den anderen Teilstromen ist daher sinnvoll, um die der Kläranlage zufließenden Stickstofffrachten zu reduzieren oder eine Dämpfung der Konzentrationsspitzen zu erreichen. Andererseits enthält Urin andere Nährstoffe wie Phosphor, Kalium und Schwefel und kann deshalb eine sinnvolle Quelle für Pflanzennährstoffe sein. Tabelle 3 zeigt die Zusammensetzung des Urins als Auswertung der zur Verfügung stehenden Daten. Auf die Angabe von Konzentrationen von Mikroschadstoffen wird an dieser Stelle verzichtet; hierzu wird auf den Arbeitsbericht des Fachausschusses verwiesen.

Die Werte für jede Fracht weisen einen weiten Schwankungsbereich und eine hohe Variabilität auf. Dies kann insbesondere für den Teilstrom Urin die unterschiedlichsten Ursachen haben:

- Ernährungsgewohnheiten (Diät, Vegetarier, hoher Fleischkonsum etc.),
- Sammlung des Urins in verdünnter oder unverdünnter Form sowie
- Probenahme aus frischem oder gelagertem Urin.

Die Schwankungsbreite der einwohnerspezifischen Frachten für den Parameter Urin kann der Abbildung 1 entnommen werden, in der neben dem Medianwert die Minimum- und Maxi-

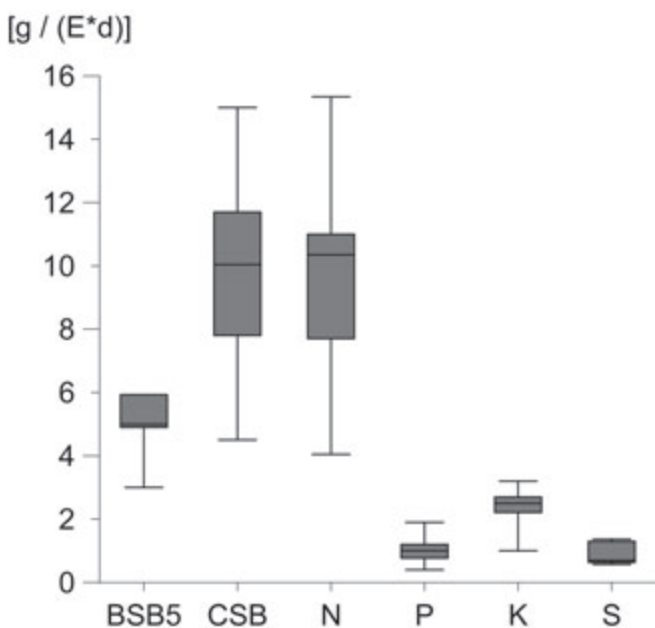


Abb. 1: Spannbreite der Frachtverteilung mit Median, Minimum und den oberen und unteren Quartilen

Parameter	Einheit	Median	Bereich (min-max)	Datenqualität	Einheit	Median	Bereich (min-max)	Datenqualität	
Volumen	l/(E × d)	0,14	0,07–0,4	++					
TS	g/(E × d)	38,0	21–60	++					
Org. Stoffe	BSB5	g/(E × d)	19,5	19–20	–				
	CSB	g/(E × d)	52,4	37–63	+				
Nährstoffe	N	g/(E × d)	1,5	0,25–4,2	++	g/l	14,0	1,8–14	–
	P	g/(E × d)	0,5	0,3–1,7	++	g/l	3,8	2,15–4,1	–
	K	g/(E × d)	0,7	0,24–1,3	++	g/l	3,3	3,2–3,4	–
	S	g/(E × d)	0,2	–	–	g/l	–		–

Datenqualität: – schlecht (oder Daten nicht verfügbar), + mittelmäßig, ++ gut

Tabelle 4: Charakterisierung von Fäzes (links: einwohnerspezifische Fracht pro Tag, rechts: Konzentrationen)

mumwerte sowie die oberen und unteren Quartilen eingezeichnet sind.

3.2.3 Fäzes

Für die Fäzes (menschliche Ausscheidungen ohne Urin und Spülwasser) sind hauptsächlich einwohnerspezifische Frachten verfügbar (Tabelle 4). Konzentrationswerte der trockenen Fä-

zes sind in geringem Umfang nur für die Nährstoffe verfügbar. Im Gegensatz zum Urin weisen Fäzes niedrigere Nährstoffgehalte als Urin auf, enthalten aber erwartungsgemäß einen höheren Anteil an organischer Substanz.

3.2.4 Fäkalien

Fäkalien sind gemäß der obigen Definition charakterisiert als die Mischung aus Fäzes und Urin. Daten für die Fäkalien weichen vielfach von den Werten ab, die aus der Summe der beiden Einzelströme gebildet werden. Dies wird auf die Variabilität in den Originalquellen zurückgeführt. Generell kann ein guter Zusammenhang der beiden Wertepaare für die Nährstoffparameter Stickstoff und Phosphor erkannt werden. Während für die Fäkalien 38 Literaturstellen für den europäischen Raum zur Verfügung standen, waren es für den Teilstrom Urin 58 Artikel. Konzentrationsangaben für Fäkalien sind allerdings nicht sinnvoll, da diese sehr stark von der Art des Toilettensystems und der Menge des eingesetzten Spülwassers abhängen.

3.3 Diskussion

In Abbildung 2 findet sich zusammenfassend die grafische Darstellung der Tabellen 2 bis 4. Es ist deutlich zu erkennen, dass der Nährstoffanteil im Urin mit 81 Prozent des Stickstoffs und 50 Prozent des Phosphors besonders hoch ist. Die angegebenen

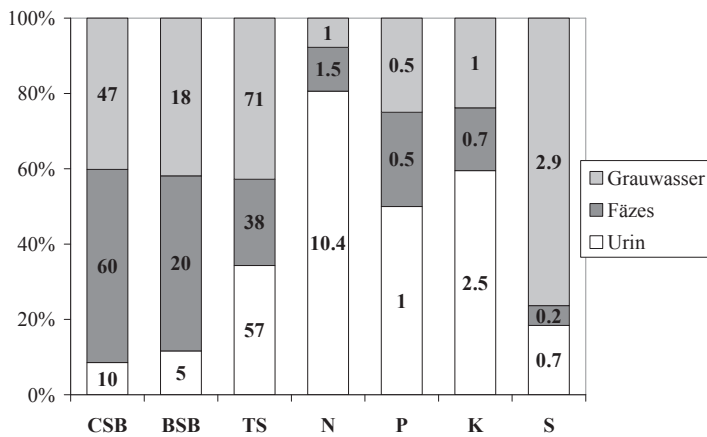


Abb. 2: Verteilung der einwohnerspezifischen Frachten in den verschiedenen Teilströmen [g/(E × d)]

Quelle ^{a)}	Einheit	Urin		Fäzes		Grauwasser		Gesamt		
		FA 1	S	FA 1	S	FA 1	S	FA 1	S	A 131
Volumen	l/(E × d)	1,37	1,5	0,14	0,14	108	100	c)	c)	k. A.
TS	g/(E × d)	57,0	58	38,0	30	71	55	166	143	70
BSB₅	g/(E × d)	5,0	k. A.	20,0 ^{b)}	k. A.	18	26	43,0 ^{b)}	k. A.	60
N	g/(E × d)	10,4	11,0	1,5	1,5	1	1,4	12,9	13,8	11 ^{d)}
P	g/(E × d)	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	2,0	2,0	1,8

^{a)} FA 1: hier dargestellte Kennzahlen, S: schwedische Kennzahlen [6], Kennwerte aus dem Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 131 [1]

^{b)} ohne Toilettenpapier

^{c)} Volumina variieren, abhängig vom Spülwasserverbrauch

^{d)} Wert als TKN angegeben

Tabelle 5: Vergleich der vorgeschlagenen Kennzahlen mit anderen Quellen

Werte sind in Abhängigkeit von den vorhandenen Originalquellen von unterschiedlicher Qualität. Für die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor wurden jedoch für jeden Teilstrom jeweils mehr als 20 Quellen gefunden, so dass diese Werte als relativ verlässlich angesehen werden können.

Trotz alledem bestehen Fehlermöglichkeiten und Abweichungen, auf die hier kurz eingegangen wird.

- Die verwendeten Literaturstellen zeigten eine große Variabilität in der Anzahl der zugrunde gelegten Proben. In der vorliegenden Untersuchung konnte keine Wichtung bezüglich der Qualität der Werte vorgenommen werden, da vielfach keine Angaben über die Herkunft der Messwerte vorliegen. Mit anderen Worten: Eine Einzelprobe weist die gleiche Wertung auf wie ein Durchschnittswert einer ausgedehnten Untersuchung.
- Vielfach werden keine Angaben zur Größe des Einzugsgebiets gemacht. Somit werden Beprobungen aus Einzelhäusern genauso gewichtet wie die Werte aus Teileinzugsgebieten.
- Einwohnerspezifische Tagesfrachten können berechnet sein, auch wenn die Bewohner zeitweise außer Haus sind (Berufstätigkeit etc.). Vielfach werden hierzu in den Quellen keine Angaben gemacht.

- Die Sammlung des Urins ist abhängig von dem Trenngrad der eingesetzten Sanitärtechnik. Herkömmliche Urintrenntoiletten können üblicherweise keine 100-%ige Abtrennung des Urins erreichen.
- Unterschiedliche Analysemethoden können Einfluss auf die verschiedenen Parameter haben.
- Für einige Parameter ist nur eine geringe Anzahl von Literaturstellen verfügbar. Dies wird durch die Angabe der Datenqualität angegeben.
- Die Definition der verschiedenen Teilströme ist oftmals nicht einheitlich. Besonders für den Teilstrom Grauwasser, das in einigen Studien nicht den Abfluss aus Waschmaschinen oder Küchen enthält.

In Tabelle 5 sind die hier ermittelten einwohnerspezifischen Frachten den Werten des Arbeitsblatts ATV-DVWK-A 131 [1] und den Werten aus den schwedischen Untersuchungen [2] gegenübergestellt.

Zwischen den im Rahmen der Untersuchung ermittelten Kennzahlen und den schwedischen Werten ist im Allgemeinen eine recht gute Übereinstimmung zu beobachten. Abweichungen gibt es jedoch zwischen einigen Summen der Kennwerte für die einzelnen Stoffströme und den im ATV-DVWK-A 131 angegebenen Bemessungswerten. Signifikant ist der Unterschied bei den

Werten für BSB₅ im Gesamtstrom. Ein Teil des Unterschieds stammt sicherlich aus der Vernachlässigung des Toilettenpapiers und anderem über die Toilette entsorgten Material. Unterschiede bei den anderen Werten können unter anderem aus folgenden Ursachen resultieren:

- Messung der ATV-DVWK-A-131-Werte im Zulauf zur Kläranlage – Messungen für Werte des DWA-Fachausschusses KA-1 dagegen direkt an der Quelle. Auf Grund des Transports in der Kanalisation kann es daher eventuell zu Verzerrungen über Fremdwasser und Exfiltration kommen; weiterhin findet ein teilweiser Abbau oder Sedimentation von Stoffen im Kanal statt.
- ATV-DVWK-A-131-Werte als 85-%-Perzentil angegeben (dieselben Werte wurden früher jedoch als Mittelwerte angegeben).
- ATV-DVWK-A 131 bildet aufgrund der älteren Messungen eventuell nicht mehr die aktuelle Abwasserzusammensetzung ab.

4 Fazit

Die hier dargestellten Kennzahlen für die Teilströme Urin, Fäzes und Grauwasser beruhen auf einer Vielzahl ausgewerteter Literaturangaben für den europäischen Raum und stellen damit repräsentative Größen zur Charakterisierung einzelner Stoffströme dar. Viele der Parameter besitzen eine gute Datengrundlage und können daher für Bemessungen und Abschätzungen der Nutzungspotentiale herangezogen werden. Bei einigen der Werte, für die nur eine geringe Datenmenge verfügbar war, sollte langfristig eine weitere Verbesserung der Datenqualität durch zusätzliche Messungen und Überprüfungen verfolgt werden. Sofern möglich, sollte im besten Fall immer eine individuelle Beprobung der einzelnen Stoffströme erfolgen.

Anmerkung

Die Erstellung der Datenauswertung erfolgte im Rahmen der DWA-Arbeitsgruppe KA-1.6 des Fachausschusses 1 „Neuartige Sanitärsysteme“. Für weitergehende Informationen wird auf den in Vorbereitung befindlichen Abschlussbericht des Fachausschusses verwiesen.

Literatur

- [1] Arbeit sblatt ATV-DVWK-A 131: *Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen*, Hennef, 2000

- [2] B. Vinneras, H. Palmquist, P. Palmer, H. Jönsson: The characteristics of household wastewater and biodegradable solid waste – A proposal for new Swedish design values, *Urban Water Journal*, 3 (1), 2006, 3–11
- [3] T. Herrmann, U. Klaus: Fluxes of nutrients in urban drainage systems: assessment of sources, pathways and treatment techniques, *Water Science & Technology* 36 (8–9), 1997, 67–172
- [4] J. Niederste-Hollenberg, R. Otterpohl: Innovative Entwässerungskonzepte, *wwt – Wasserwirtschaft, Wassertechnik*, 2000 (2), 23
- [5] D. Del Porto, C. Steinfeld: *The Composting Toilet System Book*, Center for Ecological Pollution Prevention, Concord, MA, 2000
- [6] J. Londong, M. Hartmann: Belastungen der häuslichen Abwasserteilströme: Gegenüberstellung von Literaturwerten und gemessenen Werten und Auswirkungen auf die Anlagenplanung, 39. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft, Essen, 29. bis 31. März 2006
- [7] D. Christova-Boal, R. E. E den, S. McFarlane: An investigation into greywater reuse for urban residential properties, *Desalination*, 106 (391), 1996, 397
- [8] K. Hargelius, O. Holmstrand, L. Karlsson: Hushållspillvatten Framtagande av nya schablonvärden för BDT-vatten, in: *Vad innehåller avlopp från hushåll? Näring och metaller i urin och fekalier samt i disk-, tvätt-, bad- & duschvatten*, Schwedische Umweltbehörde (Naturvårdsverket) Stockholm, 1995
- [9] Verordnung über Höchstmenge für Phosphate in Wasch- und Reinigungsmitteln (Phosphat-Höchstmengeverordnung – PHöc hst-MengV) vom 4. Juni 1980 (*BGBl. I*, 13. Juni 1980, Nr. 28, S. 664)
- [10] H. Jönsson, A. Baky, U. Jeppson, D. Hellström, E. Kärman: Composition of urine, faeces, greywater and biowaste, in: *Urban water report*, Vol. 6, Chalmers University of Technology, Göteborg, 2005

Autoren

Dr.-Ing. Martin Oldenburg
Otterwasser GmbH
Engelsgrube 81, 23552 Lübeck
E-Mail: oldenburg@otterwasser.de

Dipl.-Ing. Franziska Meininger
TU Hamburg-Harburg
Institut für Abwasserwirtschaft und Gewässerschutz
Eißendorfer Straße 42, 21073 Hamburg

Dr. Peter Nisipeanu
Ruhrverband
Kronprinzenstraße 37, 45128 Essen

Dipl.-Ing. Christian Schneider, M. Sc.
Fritz-Schroeder-Ufer 33, 53111 Bonn

