



## Gelb-Schwarz-Grau macht vieles möglich

17. November 2022, Themen: Abwasser, Ökosysteme, Schadstoffe, Wasser & Entwicklung

**Keine Tigerente und kein Fussballclub – mit der Formel «Gelb-Schwarz-Grau» ist vielmehr die Trennung der Abwasserströme an der Quelle, sprich bei Toilette, Lavabo oder Dusche gemeint. Das eröffnet neue Möglichkeiten und spart Ressourcen. Anlässlich des Welttoiletentages am 19. November zeigt eine Serie von Eawag-Faktenblättern, wie das geht.**

Grauwasser ist wenig verschmutztes Abwasser, zum Beispiel aus der Dusche. Es kann als Wärmequelle genutzt werden und - an Ort aufbereitet - auch wieder als Brauchwasser, etwa für die Bewässerung oder zum Toilettenspülen. Im Urin, dem gelben Wasser, stecken hingegen viele Nährstoffe, vor allem Phosphor. Dessen Vorräte werden weltweit nicht ewig ausreichen und dessen Abbau führt an den Lagerstätten und andernorts zu Umweltschäden. Was liegt also näher, als die Wertstoffe aus dem «Pipi» zu retten und daraus Dünger zu produzieren? Und schliesslich das Schwarzwasser: Das ist das Toilettenspülwasser mit dem Kot, das von den meisten am liebsten ganz schnell zum Verschwinden gebracht wird. Bei uns wird es daher mit viel sauberem Wasser verdünnt in den Untergrund geschwemmt, andernorts in Gruben versenkt oder in den nächsten Fluss gekippt. Dabei steckt in den Fäkalien viel Energie; das wussten unsere Vorfahren, die Kuhdung zum Heizen genutzt haben. Warum also das uralte Verfahren nicht modern umsetzen und aus dem ungeliebten Fäkalschlamm hygienisch einwandfreie Brennstoffpellets herstellen?



**Urinseparierung**

Abwasser enthält Ressourcen. Doch traditionell stehen in der Abwasserbehandlung der Gewerkschutz und die Hygiene im Vordergrund, nicht das Recycling. Weil das ganze System auf diese Ziele ausgerichtet ist, wird die Rückgewinnung von Ressourcen unrentabel. Eine Alternative ist es, Stoffströme schon an der Quelle zu trennen. Werden Urin, Fäkalien und Grauwasser getrennt gesammelt, können sie danach gezielt behandelt werden [1].

Die meisten Nährstoffe werden mit dem Urin ausgeschieden: 85 bis 90% des Stickstoffs, 50 bis 90% vom Phosphor und 80 bis 95% des Kaliums [1]. Diese drei Nährstoffe sind auch die Hauptbestandteile von Düngern. Zudem enthält Urin viele andere Nährstoffe, die für das Pflanzenwachstum wichtig sind; eines Schwefel. Urin macht jedoch nur weniger als 1% der gesamten Abwassermenge aus. Es gibt daher keine Nährstoffe aus dem Urin in die Landwirtschaft zurückzuführen.

Einwohler wird der Urin direkt vor Ort behandelt oder als Kraftstoff für den Transport Alternativen zu den herkömmlichen Stoffströmen und der Kanalisation. Diese sind weit weniger mit Schadstoffen verunreinigt. Urin an der Quelle abtrennen, erfolgt sich in Städten und Regionen auf, in denen es keine Kanalisation gibt oder wo wenig Wasser verfügbar ist. Das ist für die meisten schnell wachsenden Städte in Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommen zu.

Anforderungen für die Urinseparierung  
 Urin separat zu behandeln heißt eine Praxis, zum Beispiel:  
 • Urin in eine nachhaltige Quelle für Nährstoffe, um Urin...

Abwasser	Stickstoff	Phosphor	Kalium
Abwasser	85% bis 90%	50 bis 90%	80 bis 95%
Urin	85% bis 90%	50 bis 90%	80 bis 95%
Phosphor	85% bis 90%	50 bis 90%	80 bis 95%
Urin	85% bis 90%	50 bis 90%	80 bis 95%

Nährstoffkreislauf in der menschlichen Bevölkerung und Anteil des Urin an gesamten Abwasser

Urin ist ein wertvolles Nebenprodukt der menschlichen Bevölkerung und kann zur Gewinnung von Nährstoffen für die Landwirtschaft genutzt werden. Urin enthält Stickstoff, Phosphor und Kalium, die für die Pflanzenproduktion wichtig sind. Urin kann auch als Düngemittel für die Landwirtschaft genutzt werden.

Aufbau von Urin in der Abwasserbehandlung an energie- und wasserintensiven Prozessen. Die Urinseparierung könnte teilweise überflüssig werden, wenn der weniger Stickstoff entfernt werden muss [1].



**Grauwasser**

Grauwasser ist nur leicht verschmutztes Abwasser. Es stammt aus Duschen, Bädern, Handwäscher, Waschmaschine, Geschirrspüler und den Küchenspülen und wird deshalb nie direkt mit Kot in Berührung. In Schweizer Haushalten macht Grauwasser etwa 70% des anfallenden Abwassers aus. Nach einer angemessenen Behandlung kann Grauwasser sicher für die Toiletenspülung oder Bewässerung wiederverwendet werden. Mit einer weitestgehenden Behandlung lässt sich die Qualität und damit das Potenzial zur Wiederverwendung von Grauwasser weiter erhöhen.

**Aufteilung des Wasserverbrauchs im Haushalt**

142 l

pro Person und Tag werden in einem Schweizer Haushalt durchschnittlich 142 Liter Wasser verbraucht. Davon entfallen 70% auf das Grauwasser, 20% auf das Schwarzwasser und 10% auf das Regenwasser.

Die Wasserverteilung im Haushalt ist wie folgt:



**Schwarzwasser**

Schwarzwasser ist das Abwasser, welches direkt aus der Toilette kommt. Es besteht aus Exkrementen (Urin und Fäkalien), Spülwasser und Toilettenpapier. Wird Schwarzwasser nicht behandelt, trägt es ein Risiko für die Gesundheit von Menschen und Umwelt. Auf der anderen Seite enthält es wertvolle Ressourcen, wie Nährstoffe, Energie und Wasser, die zurückgewonnen werden können. Entsprechend auf den lokalen Gegebenheiten eignen sich unterschiedliche Systeme für die Behandlung und die Ressourcengewinnung aus Schwarzwasser. So umfassen oft groß-Systeme, also Anlagen direkt an Ort, die Behandlung an der Quelle. Dezentrale und semi-zentrale Lösungen hingegen schließen die Lagerung vor Ort und dem anschließenden Transport und die Behandlung mit ein. Zentrale Lösungen schließlich bedingen einen direkten Transport mit einer Kanalisation bis zur Behandlung.

Die Eawag will weltweit verbreitete Lösungen zur Abwasserbehandlung nachhaltiger gestalten. Umweltschritt ist es auf den Ebenen von global, national und lokal, mit dem Ziel, Abwasserzentrale zu betreiben und Ressourcen zurückzugewinnen. In der Zukunft wird die Speicherung in Städten und Gebäuden vorangetrieben sein, um die Abwasserbehandlung voranzutreiben und eine Kombination von verschiedenen Lösungen zu entwickeln, die miteinander und auf allen Ebenen angepasst werden.

**Neue zentrale Lösungen**

In urbanen und ländlichen Gebieten, wie der Schweiz, wird das Abwasser fast ausschließlich in zentralen Anlagen gesammelt und behandelt.

Diese sind zwar sehr effizient, wenn es darum geht, die Abwasserbehandlung zu optimieren. Sie sind aber auch kostenintensiv und energieintensiv. Zentrale Anlagen brauchen viel Energie für den Transport und die Behandlung des Abwassers. In diesem System wird Wasser - oft Trinkwasser - benötigt, um Exkrementen durch die Kanalisation zur Abwasserzentralsanierung zu transportieren. Dadurch werden auch große Mengen an Trinkwasser konsumiert. Oft gibt es dezentrale Lösungen, die nur die Menge an Wasser, welches behandelt werden muss, ab der Lokalisation rechtlich als Grauwasser (Schwarzwasser) und Regenwasser getrennt werden. Dadurch kann das gesamte gesammelte Grau- und Regenwasser für die Toilettenreinigung oder für andere Anwendungen genutzt werden.



Zum **Weltoilettentag** vom 19. November 2022 hat die Eawag eine Serie mit drei praxisnahen Faktenblättern fertiggestellt: je eines zu den drei Themen «**Urinseparierung**», «**Grauwasser**» und «**Schwarzwasser**». Sie zeigen auf, was für eine separate Sammlung und Behandlung von Grau, Gelb und Schwarz spricht, aber auch, wo die Herausforderungen liegen, um nicht neue Probleme zu schaffen.

Verfügbar in D, E und F bei den **Publikationen für die Praxis** und über die Projekt-Website zum **Waterhub** im Experimentalgebäude Nest.

Titelbild: Im Water Hub im Forschungs- und Innovationsgebäude NEST von Empa und Eawag wird neben Gelb und Schwarz sogar noch zwischen Hell- und Dunkelgrau unterschieden. (Foto: Eawag)

**Links**

Themenseite «Dezentrale Ressourcengewinnung aus Abwasser»



Beitrag aus SF1 - Einstein «Kann die Forschung unser Wasser retten?»  
mit Besuch im Water Hub von Eawag/Empa.

Erstellt von Andri Bryner

## Kontakt



**Linda Strande**

Tel. +41 58 765 5553

[linda.strande@eawag.ch](mailto:linda.strande@eawag.ch)



**Rosanne Wielemaker**

Water Hub Coordinator

Tel. +41 58 765 6715

[rosanne.wielemaker@eawag.ch](mailto:rosanne.wielemaker@eawag.ch)



**Andri Bryner**

Medienverantwortlicher

Tel. +41 58 765 5104

[andri.bryner@eawag.ch](mailto:andri.bryner@eawag.ch)

<https://www.eawag.ch/de/news-agenda/news-plattform/news/gelb-schwarz-grau-macht-vieles-moeglich>