

Katja Searles, Felix Bickert, Theresa Pausch & Ariane Krause

# WER WILL EIGENTLICH DEN GANZEN SCH\*\*\*?

Die Akzeptanz für eine Kreislauf-orientierte Nutzung von Inhalten aus Trockentoiletten ist da

## Kurzfassung

Das vom BMBF geförderte Vorhaben zirkulierBAR entwickelt in Eberswalde ein Verfahren zur Aufbereitung von Urin und Kot aus Trockentrenntoiletten zu sicheren Recyclingdüngern. Diese sollen eine nachhaltige Alternative zur herkömmlichen Abwasserentsorgung und Düngemittelproduktion bieten.

Akzeptanzstudien zeigen, dass sowohl die Gesellschaft als auch landwirtschaftliche Erzeuger\*innen, insbesondere Öko-Anbauverbände, grundsätzlich offen für ressourcen-orientierte Sanitärsysteme (ROSS) sind. Wichtige Faktoren für eine erfolgreiche Umsetzung sind gesetzliche Klarheit, ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis, hohe Qualitätsstandards sowie gezielte Aufklärung über Hygiene, Nährstoffrecycling und Umweltvorteile.

Durch passende politische Rahmenbedingungen und Kommunikationsstrategien könnte die breite Einführung dieser Systeme einen wichtigen Beitrag zur Sanitär- und Nährstoffwende leisten.

## Einleitung

Ressourcen-orientierte Sanitärsysteme (ROSS), zu denen auch Trockentrenn-toiletten gehören, erlauben die Sammlung menschlicher Ausscheidungen losgelöst vom Abwassersystem. Damit ermöglichen sie eine stoffliche, zirkuläre Verwertung der Exkremente unabhängig von der herkömmlichen Schwemmkanalisation und Abwasseraufbereitung. Nährstoffe können gezielt aufbereitet und als Recyclingdünger der Landwirtschaft wieder zur Verfügung gestellt werden.

Genau das ist die Vision des vom BMBF in der Fördermaßnahme „REGION.innovativ – Kreislaufwirtschaft“ geförderten Forschungsprojekts zirkulierBAR. In Eberswalde im Landkreis Barnim erforscht und entwickelt zirkulierBAR einen modernen Sanitär-Ansatz, der das Klima schützt und eine regionale Kreislaufwirtschaft ermöglicht. Kommunen, Forschende und Praktiker\*innen schaffen gemeinsam ein Reallabor für die Kreislauf-orientierte Behandlung von Inhalten aus Trockentoiletten. In einer innovativen und skalierbaren Recyclinganlage werden Urin und Kot zu qualitätsgesicherten Recyclingdüngern aufbereitet. Im Recyclingprozess werden schrittweise Nährstoffe stabilisiert, Krankheitserreger inaktiviert und Schadstoffe eliminiert. Anschließend wird eine standardisierte Qualitätssicherung durchgeführt (Vgl. DIN SPEC 91421; Beuth publishing DIN, 2023). Es entstehen sichere und qualitativ hochwertige Endprodukte – ein Flüssigdünger und ein Humusdünger – die ein lokales Schließen von Nährstoffkreisläufen ermöglichen und mit dem Humusaufbau im Boden verbinden. Als gemeinsames Ergebnis des Forschungskonsortiums soll eine Blaupause entstehen, mit der auch andere Kommunen eine wassersparende, ressourcenschonende und zirkuläre Alternative zu wasserabhängigen, meist linearen Klärsystemen planen und errichten können.

Neben der Entwicklung der sozio-technischen Innovation, bedarf es für eine breite Umsetzung derzeit auch politischen Willen, da eine rechtliche Zulassung der Recyclingdünger noch aussteht. Konkret brauchen Inhalte aus Trockentoiletten

eine Anerkennung als Bioabfall, der dann behandelt werden darf, und als Ausgangsstoff zur Düngerherstellung, der dann „in Verkehr gebracht“, also zum Verkauf und zur Nutzung freigegeben werden darf (Vgl. Adam et al., 2023). Gleichzeitig braucht es auch die Akzeptanz in der Gesellschaft sowie in der Landwirtschaft. Denn moderne ROSS und die daraus entstehenden Recyclingdünger können nur erfolgreich implementiert und skaliert werden, wenn sowohl sie von Nutzenden der Toiletten als auch der Dünger angenommen werden. Der Einbezug von Interessen und Ansprüchen der Gesellschaft ist im Innovationsprozess demnach essenziell (Rogers, 2003). Vorbehalte, Risiken und Hemmnisse können entsprechend frühzeitig adressiert werden, um letztlich eine erfolgreiche Umsetzung zu ermöglichen. Bisher gibt es jedoch kaum Untersuchungen zur Akzeptanz von Trockentoiletten und Recyclingdüngern im deutschen Raum. Bisherige Studien fokussieren insbesondere auf Vakuum-Toiletten bzw. Recyclingdünger aus Urin und Abwasser – liefern jedoch erste Ergebnisse, die auf eine hohe Akzeptanz hindeuten (siehe z. B. Ebert et al., 2021; Simha et al., 2021; Utai et al., 2022; Wolf et al., 2023).

Vor diesem Hintergrund wurden in zirkulierBAR zwei Akzeptanzerhebungen zur zirkulären Nutzung von Inhalten aus Trockentoiletten durchgeführt: (1) eine quantitative, bevölkerungsrepräsentative Erhebung vom Center for Responsible Research and Innovation (CeRRI) des Fraunhofer IAO und (2) eine qualitativ-explorative Interviewstudie der Hochschule für nachhaltige Entwicklung (HNE) Eberswalde.

### Das Projekt

zirkulierBAR - Von linearer Entsorgung zur zirkulären Nährstoffverwertung" ist ein Vorhaben der BMBF-Fördermaßnahme "REGION.innovativ - Kreislaufwirtschaft".

Das Vorhaben erforschte und entwickelte in Eberswalde im Landkreis Barnim einen Sanitäransatz, der das Klima schützt und eine regionale Kreislaufwirtschaft ermöglicht.

Weitere Informationen zum Projekt: [www.kommunen-innovativ.de/zirkulierbar](http://www.kommunen-innovativ.de/zirkulierbar)

### Hinweise auf gesellschaftliche Akzeptanz von ROSS

Im August 2022 fand eine Online-Erhebung mit einer repräsentativen Stichprobe von  $n = 2.046$  Personen in Deutschland statt. Dabei wurden die Akzeptanz und Nutzungsbereitschaft von Trockentoiletten bei potenziellen Nutzenden sowie die Bereitschaft von Konsument\*innen zum Verzehr von Lebensmitteln, die mit Recyclingdüngern aus menschlichen Ausscheidungen gedüngt wurden, untersucht.

In diesem Zusammenhang bewerteten über die Hälfte (55 %) die Nutzung von Trockentoiletten zur Sammlung von menschlichen Ausscheidungen für die Weiterverarbeitung zu qualitätsgesichertem Recyclingdünger als positiv. Nur ein geringer Anteil der Befragten (26 %) hat schon einmal eine Trockentoilette genutzt. Die wenigen genannten Nutzungserfahrungen wurden vor allem in Gärten (30 %), auf Festivals (29 %), im öffentlichen Raum (25 %) und auf Campingplätzen (21 %) gemacht. Davon würde gut die Hälfte (52 %) diese wieder benutzen. Es wurde ebenfalls deutlich, dass die Mehrheit (74 %) sich mehr Toiletten im öffentlichen Raum wünscht.

Im Hinblick auf die wichtigsten Akzeptanzfaktoren liegt der größte Hebel auf einer affektiven Ebene. Sorgt die Vorstellung von Trockentoiletten für Ekel und Besorgnis (z. B. Hygiene, Geruch) nimmt die Bereitschaft zur Nutzung ab. Hingegen hat eine Ansprache in Bildern und Erzählungen, die positive Aspekte herausstellen (z. B. Wasserersparnis, Nährstoffrecycling), eine positive Wirkung auf die Akzeptanz durch die potenziell Nutzenden. Ein weiterer Faktor ist das Problembewusstsein, also das Wissen über Wasserknappheit, Nährstoffe, Düngemittelherstellung und gesundheitliche Risiken. Besteht dieses Bewusstsein nicht, so sinkt auch die Akzeptanz für die Nutzung von Trockentoiletten. Zusätzlich braucht es Vertrauen in die öffentlichen und privaten Akteur\*innen, die die Systeme rechtskonform umsetzen, für Hygiene sorgen und qualitätsgesicherte Produkte herstellen. Auch das Kosten-Nutzen-Verhältnis bei der Herstellung, Installation und dem Be-

trieb von Trockentoiletten im öffentlichen Raum (im Vergleich zu herkömmlichen Wassertoiletten) ist ein Faktor für deren Akzeptanz. Problematisch ist jedoch, dass oft das entsprechende Wissen fehlt.

Weiterhin zeigen sich geschlechtsspezifische Unterschiede in der Akzeptanz von Trockentoiletten im öffentlichen Raum. Frauen\* äußern höhere Erwartungen an Hygiene, Geruch und die Nutzungserfahrung im Allgemeinen. So ist es ihnen wichtiger, dass das Aussehen einer herkömmlichen Toilette mit Wasserspülung ähnelt. Sie finden es außerdem viel wichtiger als Männer\*, dass die Entleerung und alle weiteren Schritte nicht in ihrer Verantwortung liegen. Zukünftige Produktentwicklungen sollten sich daher auch spezifisch auf Frauen\* als Nutzende konzentrieren, um Produkte zu entwickeln, die ihren Bedürfnissen entsprechen.

In Bezug auf den zweiten Aspekt der Befragung – die Akzeptanz von Lebensmitteln, die mit Recyclingdüngern gedüngt sind – lassen sich weitere Bedingungen identifizieren. Die Befragung zeigt, dass 44 % der Befragten Gemüse essen würden, das mit Recyclingdünger gedüngt wurde. In der Bevölkerung besteht im Allgemeinen allerdings eher ein geringes Wissen über Düngemittelherstellung, Recyclingdünger und Nährstoffrecycling, wobei gleichzeitig ein generelles Interesse bekundet wird. Paradoxiertweise zeigt sich jedoch auch ein gewisses Desinteresse, da fast die Hälfte (46 %) der Befragten nicht weiß, womit Lebensmittel gedüngt sind und 55 % angaben, gar nicht darauf zu achten, wie die Lebensmittel gedüngt sind, die sie kaufen. Des Weiteren wurde die Unbedenklichkeit der Dünger als wichtiger Akzeptanzfaktor herausgestellt. So gaben 42 % an, dass sie im Recyclingdünger kein gesundheitliches Risiko für den Menschen sehen. In diesem Zusammenhang ist Aufklärung, Bildung und Wissenstransfer zum Thema durch eine passgenaue, ansprechend gestaltete und positive Kommunikation mit den Endverbraucher\*innen ein wichtiger Hebel, um in der Gesellschaft Interesse zu wecken und die Akzeptanz für ROSS zu fördern.

### Hohe Bereitschaft zum Einsatz von Recyclingdüngern bei Öko-Anbauverbänden

Neben der Akzeptanz durch die Verbraucher\*innen ist die Akzeptanz durch die landwirtschaftlichen Erzeuger\*innen im Innovationsprozess entscheidend, um die Technologien in die Anwendung zu bringen. In einer qualitativ-explorativen Studie wurden daher fünf Vertreter\*innen von Anbauverbänden befragt, die insgesamt 40 % der Biobetriebe bzw. 56 % der ökologisch bewirtschafteten Fläche in Deutschland repräsentieren.

Grundsätzlich zeigt sich im Ökolandbau eine große Offenheit für Dünger aus menschlichen Ausscheidungen. Diese zu verwerten und dem Boden bzw. den Pflanzen wieder zuzuführen ist den Erzeugenden ein vertrautes Grundprinzip und steht so auch in den Verbandsrichtlinien an erster Stelle. Die Herkunft der Ausscheidungen, ob tierischer oder menschlicher Art, ist für die Erzeugenden dabei nachrangig, solange die Seuchenhygiene in der stofflichen Verwertung berücksichtigt ist. Letztendlich sind sie auf einen stetigen Nährstoffrücklauf angewiesen, um betriebsspezifische Nährstofflücken zu schließen. Diese ergeben sich vorrangig in nährstoffintensiven Produktionssystemen wie dem Gemüsebau, aber auch in viehlosen bzw. viehschwachen Marktfruchtbetrieben. Denn tierische Ausscheidungen sind im Ökolandbau eine wichtige Nährstoffquelle und Ausgangsstoff für bodenverbessernden Kompostdünger. Dabei ist der Marktanteil von ökologischem Fleisch im Vergleich zu pflanzlichen Erzeugnissen noch niedrig. Im Jahr 2022 waren nur 3,9 % des Marktanteils auf ökologisches Fleisch zurückzuführen (BZL, 2023). Dies bedeutet, dass es an Nährstoffquellen für die pflanzliche Erzeugung und Bodenverbesserung mangelt. Das zeigt sich auch am Markt: Aktuell ist die Nachfrage landwirtschaftlicher Erzeuger nach nachhaltigen Nährstoffquellen höher als das Marktangebot. Dies führt dazu, dass die Erzeugerverbände für bestimmte Produktionssysteme Kompromisse bei den Anforderungen an die Qualität der verwendeten Düngemittel eingehen und zum

Beispiel den Einsatz von aufbereiteten Schlachtabfällen erlauben, bei denen die Herkunft der Tiere nicht nachvollziehbar ist. Daher ist aus Sicht der Verbände wichtig, weitere lokale, nachhaltige und sichere Nährstoffquellen zu erschließen.

Grundvoraussetzung für den Einsatz von Recyclingdüngern in der Landwirtschaft ist die rechtliche Zulassung sowie die Zulassung über die EU-Ökoverordnung. Aus Sicht der befragten Anbauverbände ist dann die Akzeptanz von Recyclingdüngern maßgeblich vom Kosten-Nutzen-Verhältnis abhängig. Dabei setzen sich die Kosten für die Erzeugenden aus dem Erwerb des Düngers, dem Transport zum Betrieb sowie der Ausbringung, also Maschinen- und Treibstoffkosten, zusammen. Der Nutzen ergibt sich aus der Düngewirkung, also der Nährstoffverfügbarkeit, aus der organischen Masse zum Bodenaufbau sowie aus der lokalen Verfügbarkeit. Insgesamt, so die Befragten, sollten sich die neuartigen Düngemittel in bestehende Betriebspraktiken integrieren lassen, sowohl in Bezug auf den Technikeinsatz als auch in Zusammenhang mit den im Ökolandbau geltenden Regelwerken (z. B. Betriebsmittelliste). Ein Verband betont die Bedeutung der Akzeptanz durch die Verbraucher\*innen als Voraussetzung für den Düngereinsatz. So ist nach Einschätzung der Verbandsvertretenden für die Markteinführung der Recyclingdünger eine Kommunikationsstrategie zentral, die alle Stakeholder umfasst, also Erzeugende, Verbände und Konsumierende.

### Fazit: Große Offenheit für Trocken-toiletten und Recyclingdünger in Landwirtschaft & Gesellschaft

Der Einbezug von verschiedenen Interessensgruppen ist ein essenzieller Schritt im Innovationsprozess von ROSS und trägt maßgeblich zu dessen Erfolg bei. Insgesamt konnte durch die durchgeführten Erhebungen bereits eine hohe Akzeptanz für die Nischeninnovation ermittelt werden, sowohl in der Gesellschaft als auch bei ökologischen Anbauverbänden. Die im Folgenden zusammengefassten Akzeptanzfaktoren konnten aus den beiden Befragungen identifiziert und sollten bei

der weiteren Implementierung von Trockentrenntoiletten und dem Einsatz von Recyclingdüngern berücksichtigt werden:

- Affekt: Gefühle (z. B. Interesse, Ekel) sind entscheidend für die Bereitschaft Trockentoiletten zu nutzen. In diesem Zuge können neue, attraktive Bilder und ein verbessertes Nutzungserlebnis förderlich wirken.
- Problembewusstsein: Wissen zu Wasserknappheit, Nährstoffen, Düngemittelherstellung und gesundheitlichen Risiken ist in der Bevölkerung bisher nicht weit verbreitet, wirkt aber akzeptanzfördernd.
- Gesetzliche Klarheit: Der rechtskonforme Einsatz der Dünger sowie Vertrauen in die ausführenden Akteure (privat und staatlich) ist eine wichtige Grundvoraussetzung.
- Kosten-Nutzen-Verhältnis: Recyclingdünger und Trockentoiletten sollten im Kosten-Nutzen-Verhältnis vergleichbar mit handelsüblichen Lösungen sein. Eine Preisstütze ist besonders in der frühen Technologieentwicklungsphase wichtig.
- Qualitätsstandards & Produktsicherheit: Einheitliche Produktstandards sollten eingesetzt werden, um eine gesundheitliche Unbedenklichkeit sicherzustellen. Die bereits vorhandene DIN SPEC 91421 sollte zur Anwendung gebracht werden.
- Regionalität: Dezentrale Verwertungsstrukturen sind für Erzeugende sinnvoll, da u. a. Transport einen Kostenfaktor darstellt.

Aus der Befragung wird deutlich: Der Fokus auf die Akzeptanz durch Landwirtschaft, Gesellschaft und weiteren besonders relevanten Interessensgruppen kann die Entwicklung und Durchsetzung von ROSS beschleunigen und letztlich den Weg zur Sanitär- und Nährstoffwende ebnen. Insbesondere die Ökoverbände betonten weiteren Forschungsbedarf im Bereich der Konsumentenforschung zum Zusammenhang von Düngung und Lebensmittel betont.

### Die Autor\*innen

Katja Searles; HNE Eberswalde;  
Katja.Searles@hnee.de

Felix Bickert; Fraunhofer IAO;  
felix.bickert@iao.fraunhofer.de

Theresa Pausch; Fraunhofer  
Center for Responsible Research  
and Innovation (CeRRI)

Ariane Krause; Leibniz-Institut für  
Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ);  
krause@igzev.de

### Literaturverzeichnis

- » Adam, R., Krause, A., Calmet, A., Jung, E., Schröder, C., Beneker, C., & Kirsten, C. (2023). Recyclingdünger: warum wir eine Anpassung rechtlicher Rahmenbedingungen brauchen, um Wasser zu sparen, Schadstoffe zu reduzieren und Ressourcen zu schonen – ein Positionspapier zur Sanitär- und Nährstoffwende. Berlin, Eberswalde, Großbeeren, Leipzig. Verfügbar unter <https://zirkulierbar.de/wissen/projektergebnisse/positionspapier-1/>
- » Beuth publishing DIN (2023). DIN SPEC 91421:2020-12. Qualitätssicherung von Recyclingprodukten aus Trockentoiletten zur Anwendung im Gartenbau (Ausgabedatum 2020-12). <https://dx.doi.org/10.31030/3213808>
- » Bundesinformationszentrum Landwirtschaft BZL (2023). Wie hat sich der Marktanteil von Bio-Fleisch entwickelt? Verfügbar unter <https://www.oekolandbau.de/handel/marktinformationen/wie-hat-sich-der-marktanteil-von-bio-fleisch-entwickelt/> (Zuletzt aufgerufen am: 29.02.2024)
- » Ebert, B., Birzle-Harder, B., Douhaire, C., Hübner, T., Schramm, E., & Winkler, M. (2021). Kompostprodukte aus hygienisierten Fäkalien und Pflanzenkohle. Bedürfnisse der Nutzenden, Kooperationsmodelle und rechtliche Rahmenbedingungen. Institut für sozial-ökologische Forschung (ISOE) GmbH. Verfügbar unter [msoe-65-isoef-2021.pdf](https://www.isoef.de/isoef-65-isoef-2021.pdf) (isoef-publikationen.de)
- » Rogers, E. M. (2003). Diffusion of Innovations. (5. Aufl.). New York: Free Press.
- » Simha, P., Barton, M., Perez-Mercado, L., McConville, J., Lalander, C., Magri, M., Dutta, S., Kabir, H., Selvakumar, A., Zhou, X., Martin, T., Kizos, T., Katakai, R., Gerchman, Y., Herscu-Kluska, R., Alrousan, D., Goh, E., Elenciu, D., Głowacka, A., Korculanin, L., Tzeng, R., Ray, S., Niwagaba, C., Prouty, C., Mihelcic, J., & Vinnerås, B. (2021). Willingness among food consumers to recycle human urine as crop fertiliser: Evidence from a multinational survey. *Science of The Total Environment*, 765. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144438>
- » Utai, K., Narjes, M., Krimly, T., & Lippert, C. (2022). Farmers' preferences for fertilizers derived from domestic sewage and kitchen waste – A

discrete choice experiment in Germany. *German Journal of Agricultural Economics*, 71(4), 169-183. <https://doi.org/10.30430/gjae.2022.0235>

- » Wolf, M., Schönfelder, W., Konetzki, E., Brouwer, S., van Aalderen, N., Backes, H., Salmon, S., Londong, J. & Kraft, E. (2023). Akzeptanz ressourcenorientierter Sanitärsysteme – Erkenntnisse aus der Jenfelder Au in Hamburg. Verfügbar unter <https://gwf-wasser.de/produkt/akzeptanz-ressourcenorientierter-sanitaersysteme/>