

Recyclingdünger aus Trockentoiletten

# Mit jedem Klogang Gutes tun

Menschliche Fäkalien sind voller wertvoller Nährstoffe, die wir zu einem großen Teil nicht nutzen. In einer Recyclinganlage in Brandenburg wird aus den Abfällen von Trockentoiletten Dünger erzeugt, der auf Gemüsekulturen getestet wurde.

**E**in Drittel unseres Trinkwassers verbrauchen wir heute für unsere Wassertoiletten. „Überdies wird von den Nährstoffen aus den Fäkalien nur ein kleiner Teil über die Klärschlammverwertung wieder genutzt“, sagt Dr. Ariane Krause vom Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) e. V. Großbeeren (Brandenburg), Koordinatorin des Forschungsprojektes zirkulierBAR (siehe Kasten). Das Konsortium betreibt auf dem Gelände der Kreiswerke Barnim im brandenburgischen Eberswalde eine Forschungsanlage, in der aus Trockentoiletteninhalten Mineraldünger aus dem Urin und Humusdünger aus den Fäzes hergestellt werden.

Ein Knackpunkt bei der Nutzung von Trockentoiletten ist die unregelmäßige Verwertung der Fäkalien, die in Deutschland zumindest innerhalb von Grundstücks- oder Quartiersgrenzen im Graubereich liegt und darüber hinaus nur über die Abwasserentsorgung möglich ist. ZirkulierBAR will Kommunen eine ähnliche Struktur anbieten wie für anderen Abfall – man bringt ihn zu Entsorgungsstellen wie die Kreiswerke Barnim oder lässt ihn hinbringen. „Wir wollen Konzepte über Grundstücksgrenzen hinaus entwickeln, um menschliche Siedlungen und Landwirtschaft wieder besser zu verbinden“, zeigt Ariane Krause eine Vision auf. „ZirkulierBAR will Recyclingdüngeranlagen als Teil eines kommunalen Stoffstrommanagements errichten, um klimafreundliche Sanitärversorgung mit regionaler Kreislaufwirtschaft zu ermöglichen.“

## Technische und klimarelevante Vorteile

Urin und Fäzes getrennt aufzufangen und zu recyceln, hat laut Krause diese hauptsächlichen Vorteile:

- > Es wird weniger Wasser genutzt, verschmutzt und aufbereitet.
- > Verdünnung vermeiden erlaubt ein technisch einfacheres und effizienteres Recycling.
- > Der Fokus liegt hier nicht nur auf



Foto: Grauk

Vom Trockentoilettenanbieter Finizio gesammelter Urin von zwei „Ärzte“-Konzerten. Daraus wird wertvoller Mineraldünger hergestellt.

## EU-Projekt P2Green

Im vierjährigen EU-Projekt P2Green arbeiten 32 europäische Partner daran, aus menschlichen Sanitärabfällen sichere, biobasierte Düngemittel für die Landwirtschaft herzustellen. In drei Pilotregionen in Deutschland, Spanien und Schweden werden mit verschiedenen technologischen An-

sätzen und Feldversuchen die Umweltauswirkungen und Eignung der Recyclingdünger getestet. Entwickelt werden sollen auch Geschäftsmodelle. Überdies wird darauf hingewirkt, Recyclingdünger aus menschlichen Fäkalien in der EU zuzulassen. Mehr unter [www.p2green.eu](http://www.p2green.eu).

P-Recycling und N-Entfernung (wie beim Klärschlammrecycling), sondern auf dem integrierten Recycling von P und N, K und anderen Nährstoffen.

Technisch ist ein modernes Logistiksystem möglich: Urin lässt sich in dünnen Leitungen transportieren, die Feststoffe in Behältern und Containern. Überdies geht ein Großteil der Medikamentenrückstände in den Urin, wo sie einfacher mit Aktivkohle

herausgefiltert werden können als aus Klärschlamm. Zu den klimarelevanten Vorteilen gehört die Humusherstellung aus den Fäzes. Humus macht die Böden fruchtbarer und verbessert ihr Wasserhaltevermögen. Zudem lässt sich neben Wasser synthetischer Dünger einsparen. Urin enthält den größten Teil an N und K, die Fäzes sind vor allem interessant für P, Ca und Mg. Urin getrennt zu recyceln, dürfte außerdem

## SCHWERPUNKT DÜNGUNG

weniger Energie verbrauchen – zum einen, weil weniger Wasser aufbereitet werden muss. Zum anderen zeigen bisherige Ökobilanzen einen geringeren Energiebedarf bei der Recyclingdüngerherstellung aus Trockentoiletten im Vergleich zur Klärschlammverwertung oder Herstellung synthetischer Dünger.

Die promovierte Wirtschaftsingenieurin erklärt: Rund 15 bis 20 % der Energie einer Gemeinde oder Stadt werden für die Nitrifikation in Kläranlagen verwendet, wobei N aus dem Klärschlamm in die Luft befördert wird. Bei der thermischen Klärschlammbehandlung geht dann neben Kohlenstoff der restliche N verloren. P und K aus der Klärschlammmasche müssen unter Einsatz von Chemikalien und/oder viel Energie von Schadstoffen wie Schwermetallen getrennt werden. Ammoniakdünger wird dagegen ebenfalls energieaufwendig im Haber-Bosch-Verfahren hergestellt, indem N aus der Luft in Ammoniak verwandelt wird.

### Fäzes zu Humus, Urin zu Mineraldünger

In Eberswalde wird der Festdung zuerst etwa zwei Wochen in einen Hygienisierungscontainer gelagert und durch gezielte Luftzufuhr über die dungeigenen Mikroben auf 70 bis 75 °C erhitzt, was die meisten Krankheitskeime abtötet. Dann wird der Dung mit Grünschnitt, Tonmineralien und Pflanzenkohle vermischt und zu Humusmieten zusammengelegt, die regelmäßig gewendet



Frisch nach Erde riechender Humus aus menschlichen Fäzes.

werden. Je nach Witterung haben die Mikroben das Material, das am Ende noch einmal gesiebt wird, in sechs bis zwölf Wochen in feinkrümeligen Humus mit frischem Erdgeruch umgesetzt. Proben des Düngers werden an verschiedenen Instituten kontinuierlich auf Nähr- und Schadstoffgehalte, Hygieneparameter und Arzneimittelrückstände untersucht. Optimiert werden soll die Humusherstellung durch ein mit Jalousien geschütztes Humusregal, das sich energieeffizienter als die Humusmieten managen lässt und den Platzbedarf verringert.

Im Container mit der feinsinnigen Aufschrift „KultURINstitut“ kann täglich der Urin von etwa 300 Personen aufbereitet werden. Im ersten Schritt stabilisieren in einem besonderen Schlamm lebende Nitrifikationsbakterien den Stickstoff, sodass kein Ammoniak ausgast und der Uringeruch beseitigt wird. Im zweiten Schritt werden Medikamentenrückstände und Hormone mit Aktivkohle im mehrjährig in der Schweiz erprobten Vuna-Verfahren herausgefiltert. Zum Schluss wird die Flüssigkeit im Vakuumverdampfer erhitzt, um die letzten Krankheitserreger abzutöten. Gleichzeitig verdampft Wasser, das wieder aufgefangen und destilliert werden kann, sodass am Ende weniger Flüssigkeit auf die Felder transportiert werden muss. Übrig bleibt dunkelbrauner Flüssigdünger, der unter dem Namen „Aurin“ bereits in

der Schweiz, in Österreich und in Liechtenstein zugelassen ist. Wie der Humus wird auch der Urindünger kontinuierlich beprobt und analysiert. Die Daten sollen auch helfen, die Legalisierung dieser Dünger zu forcieren. Denn noch darf er nur in Versuchen ausgebracht werden. Bei zirkulierBAR und P2Green (siehe Kasten) arbeitet man zusammen mit anderen Netzwerken an der rechtlichen Zulassung dieser Dünger auf nationaler und EU-Ebene. So wird bereits diskutiert, getrennt von Abwasser erfasste menschliche Fäkalien genauso als Düngemittel zuzulassen wie Klärschlamm.



Bild vom 11. Januar 2024: Linke Parzelle Kohlrabi mit Recyclingdünger (Humus und Mineraldünger aus menschlichen Fäkalien). Mitte Parzelle mit herkömmlichem Komplettmineraldünger. Rechts ungedüngte Parzelle.

### Versuche mit Kohlrabi am IGZ

Am IGZ Großbeeren wurde Ende Oktober 2023 in einem Gewächshaus auf neun Parzellen Kohlrabi gepflanzt. Auf vier Parzellen wurde der recycelte Kompost aus Trockentoiletten zusammen mit dem „Urindünger“ und auf vier weiteren herkömmlicher Komplettmineraldünger ausgebracht. Die Düngemengen wurden an den N-Bedarf der Pflanzen angepasst. Eine Parzelle blieb ungedüngt. Der Mineraldünger wurde vor der Bepflanzung als Feststoff in den Boden eingearbeitet, der Recycling-Kompost ebenso. Der Urindünger wurde auf drei Gaben aufgeteilt, da er noch mit Wasser verdünnt werden musste. Angenommen wurde, dass der Kohlrabi auf allen gedüngten Flächen annähernd gleich gut wächst. „Dass die Pflanzen Mitte Januar auf den Recyclingdüngerparzellen sichtbar besser und mit mehr Fruchtansätzen gedeihen, liegt vermutlich auch an der starken Bewässerung. Wassergaben fanden dreimal täglich á 15 Minuten statt“, erklärt der Projektkoordinator von P2Green, Stefan Karlowsky. Denn bei diesem Versuch liege der Fokus auf der Erfassung der ausgewaschenen Nährstoffe sowie eventueller Medikamentenrückstände aus dem



Fotos: Gnauk

Ariane Krause zeigt den schon in einigen europäischen Ländern zugelassenen Mineraldünger „Aurin“ aus menschlichem Urin.

Recyclingkompost. In dem Gewächshaus mit Betonboden und Drainageleitungen sowie Sammelstellen für Sickerwasser sei dies machbar. „Wir vermuten, dass durch die starke Bewässerung ein Teil des Mineraldüngers in tiefere Bodenschichten ausgewaschen wurde“, sagt Karlowsky.

### Projekt zirkulierBAR

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert das inter- und transdisziplinäre Forschungsprojekt im Rahmen von REGION.innovativ für drei Jahre. Im Mittelpunkt der aktuellen Förderrunde von REGION.innovativ steht die Frage, wie die Zusammenarbeit von Kommunen gestärkt werden kann, um die Kreislaufführung von Stoffen, Materialien oder Produkten zu verbessern und damit die Wertschöpfung in strukturschwachen Regionen zu steigern. Mehr unter [www.zirkulierbar.de](http://www.zirkulierbar.de).

Vergleichbar also mit einem feuchten Frühjahr, sagt Ariane Krause. Eventuell wird noch ein weiterer Versuch gefahren, um den Mineraldünger als Kontrolle besser zu applizieren, damit er nicht so stark ausgewaschen wird. In einem Freiluftfeldversuch sollen die Urin- und Feststoffrecyclingdünger außerdem noch getrennt und beide zusammen mit Vinasse- und Mineraldünger verglichen werden. „Im P2Green-Projekt wird in Schweden auch ein pulverförmiger Recyclingdünger aus Urin getestet, der pelletiert werden kann“, ergänzt Krause.

### Vergleichbar mit konventionellen Düngern

Schon vorher wurden am IGZ Versuche mit Kohl auf dem Feld, Salat in Töpfen, mit Tomaten in Hydroponik und mit Mais in der Klimakammer gemacht. Der Recyclingdünger aus Urin erzielte dabei wiederholt vergleichbare Resultate wie synthetische Mineraldünger und der organische Kompost war vergleichbar mit Vinasse und anderen Qualitätskomposten. Für die Vollversorgung von Boden und Pflanzen mit Nährstoffen und Humus sollten beide Recyclingdünger kombiniert werden, empfiehlt Krause.

Weltweite und nationale Versuche aus anderen Einrichtungen bestätigen die Ergebnisse aus dem IGZ: Die Recyclingprodukte aus Trockentoiletten eignen sich für die Düngung bei einem sehr geringen Risiko von Arzneimittelrückständen, das aber nicht höher einzustufen sei, als zum Beispiel bei der Gülledüngung, ordnet Krause ein. In den jetzigen Versuchen am IGZ gehe es noch fundierter um anwendungsfokussierte Fragestellungen wie zum Beispiel zur Ausbringungstechnik und zu nötigen Konzentrationen des „Uridüngers“. Der konzeptionelle Beweis sei aber bereits erbracht, betont Krause: „Die Düngemittel sind für die Anwendung im Gemüse- und Ackerbau geeignet sind und vergleichbar mit anderen in der Praxis angewendeten Düngern.“ Damit ließen sich die Liste an lokalen Düngemitteln erweitern und im lokalen Nährstoffkreislauf eine wichtige Lücke schließen.

### DIE AUTORIN

Susanne Gnauk, ist Redakteurin in der AR Agrar-Redaktion. [sgnauk@ulmer.de](mailto:sgnauk@ulmer.de)

