

Stolz wie Bolle: Florian Augustin vor einer seiner Trockentoiletten in Eberswalde. Aus Kot und Urin gewinnt Augustin Dünger (r.), der wiederum für die Landwirtschaft oder Zierpflanzen genutzt werden kann – wie hier die Tagetes





Dünger aus dem Klo

Urin und Kot lassen sich als Dünger nutzen. Die Forschung zeigt: Das gelingt hygienisch einwandfrei, obendrein profitiert die Umwelt. Doch damit er sich auf dem Markt etabliert, müsste sich einiges ändern – vor allem in den Köpfen

TEXT: STEPHANIE EICHLER / FOTOS: EMANUEL HERM

Am Rande von Eberswalde nordöstlich von Berlin, zwischen einem Recyclinghof und einer begrünten Mülldeponie, ist Platz für die Ideen von Florian Augustin. Sie haben viel mit einem Komposthaufen zu tun, der auf dem asphaltierten Gelände unter einer Plastikplane verrottet. Der 30-jährige, Cargoshorts, Arbeitsschuhe, das Haar ungebändigt, zieht die Plane weg und fragt: „Was glaubt ihr: Wann war das noch Scheiße?“

Was hier geruchlos auf Beton liegt und wie Erde wirkt, wurde vor acht Wochen auf einer Trockentoilette irgendwo in der Republik ausgeschieden. Augustin, Geschäftsführer der Finizio GmbH, stellt sie auf Festivals auf oder vermietet sie an Kommunen.

Das machen auch andere Betriebe, wie Goldeimer, Klos to Nature oder Ökocus. Diese Firmen helfen, Wasser zu sparen: Durch den Wechsel von Spültoiletten zu Trockentoiletten könnten private Haushalte

30 Prozent ihres Wasserverbrauchs vermeiden. Das sind bis zu 30.000 Liter Trinkwasser pro Jahr und Person, wie die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall angibt. „Angesichts des Klimawandels und regionaler Trockenheit ein großes Plus“, sagt Augustin.

Doch er will noch mehr: „Die Herausforderung beginnt eigentlich erst, wenn der Eimer voll ist. Denn dann stellt sich die Frage: Wohin damit?“

Bei jedem Gang auf die Toilette setzen wir Stickstoff, Phosphor und Kalium frei, die in hoher Konzentration in menschlichen

Ausscheidungen vorhanden sind. Es sind Nährstoffe, auf die Getreide, Gemüse und Obst angewiesen sind. Nährstoffe für unsere Nahrungsmittel, für die Landwirtschaft.

Doch bisher verwerten Bäuerinnen und Bauern den Stallmist und die Gülle von Kühen, Schweinen >

»Die Herausforderung beginnt, wenn der Eimer voll ist: Wohin damit?«

Florian Augustin, Finizio GmbH



Urin wird in den Trockentoiletten getrennt gesammelt, damit er in Ammonium und dann in Nitrat umgewandelt werden kann. So könnten urinbasierte Mittel Kunstdünger ersetzen

und Rindern. Das wirkt sich häufig toxisch auf die Bodenbiologie aus, die Ackerflächen werden überdüngt. Zudem werden viele Düngemittel künstlich hergestellt. Das verbraucht viel Energie und setzt Treibhausgase frei.

Warum also nicht Dünger aus menschlichen Fäkalien nutzen? Er ist bekömmlicher für den Boden als Mist und Gülle. Wichtig: „Wir dürfen unsere Ausscheidungen nicht ‚on top‘ auf die Felder geben, sondern müssen andere Düngemittel weglassen“, sagt Firmengründer Augustin. Fäkaliendünger könnte in Deutschland bis zu 20 Prozent der konventionellen synthetisch-mineralischen Dünger ersetzen – so schwebt es ihm vor. Die Recyclingdünger förderten außerdem die Bodeneigenschaften und sparten CO₂-Emissionen.

Ausschließlich Vorteile also, findet Augustin. Nur: Wie bringt er das den Menschen bei, die eher nichts von ihren Ausscheidungen wissen wollen und froh sind, wenn diese in der Kanalisation verschwinden?

Umdenken auf der Toilette

In einem Park in Eberswalde blickt der Gründer in eine öffentliche Toilette, die er an die Stadt vermietet. Es ist nichts Auffälliges zu erkennen, doch Augustin und sein Team haben das Klo so designt, dass der Urin an der Oberfläche der Schüssel entlangläuft und über einen separaten Abfluss in einem Behälter landet. So gelingt es ihm, Urin und Kot getrennt zu sammeln – ein wichtiger Schritt, denn die Stoffe müssen jeweils auf eine spezielle Art und Weise zu Dünger verarbeitet werden. Regelmäßig holt einer der vier Mitarbeitenden

der Firma die Behälter ab. Manchmal macht das Geschäftsführer Augustin auch selbst, putzt das Klo bei der Gelegenheit. Der Forstwissenschaftler ist sich nicht zu schade dafür, vielmehr schätzt er den Bezug zur Praxis. Schon nach seiner Bachelorarbeit mit dem Titel „Praktischer Leitfaden zur Veredelung menschlicher Exkrememente“ verließ er die Uni und begann, Komposttoiletten zu vermieten.

Auf seiner Anlage angekommen, entleert Augustin den Kot in einen Hygienisierungscontainer, seinen „HyCo“, wie er sagt. „Dort wird die Biomasse mit Luft durchströmt, was Mikroorganismen anregt, die alles erhitzen.“ Dabei werden ganz ohne Zufuhr von Fremdwärme mögliche Krankheitserreger, die mit dem Kot ausgeschieden werden, unschädlich gemacht. Zwei Solarpaneele produzieren 80 Watt an Strom. Das reicht für die Erzeugung des Luftstroms, der nötig ist, um 30 Kubikmeter Feststoffe auf 75 Grad Celsius zu erhitzen. „Es bleibt sogar noch genügend Strom für die Aufbereitung des Urins übrig“, sagt Augustin. Der Urin wird zunächst in Ammonium und

dann in Nitrat umgewandelt, das zu Dünger verarbeitet werden kann. Nach mindestens sieben Tagen im HyCo wird der Kot zu Komposthaufen angelegt – Augustin mischt Grünschnitt unter, reichert die Biomasse mit Ton und Pflanzenkohle an, durchlüftet und befeuchtet sie regelmäßig. Das Ergebnis nach sechs bis acht Wochen: Komposterde mit hochwertigem Humus.

Nutzen kann er den Kompost trotzdem nur zu Forschungszwecken. „Die zuständigen Bundesministerien für Umwelt und Landwirtschaft haben auf unsere Anfragen bisher eher ablehnend reagiert“, bedauert Augustin. Sie fürchten Infektionen.

Doch die Wissenschaft hat sich mit dem Infektionsrisiko beschäftigt – und gibt Entwarnung: Fachleute um Ariane Krause vom Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) konnten zeigen, dass Krankheitserreger durch Wärmebehandlung und Kompostierung unschädlich gemacht werden. Und nicht nur das: Nährstoffrecycling aus Trockentoiletten verhindert auch, dass

Komposterde mit Humus kann nur entstehen, wenn das Gemisch aus Kot, Grünschnitt, Ton und Pflanzenkohle regelmäßig durchlüftet wird. Das erledigt die Wendemaschine



Krankheitserreger aus dem Kot, Arzneimittelrückstände und Hormone aus dem Urin einen folgen-schweren Mix eingehen. „Krankmachende Bakterien und Antibiotika treffen in Kanalisation und Klärwerk zusammen“, erläutert Krause. Dort können sich dann multiresistente Keime bilden oder weitergegeben werden – und diese landen anschließend in Gewässern, das Umweltbundesamt hat sie nachgewiesen. Sie sind gefährlich, weil im Falle einer Infektion verfügbare Medikamente wirkungslos sein können.

In dem Netzwerk für nachhaltige Sanitärsysteme „NetSan“ haben sich viele Unternehmer, Forscherinnen und Einzelpersonen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz zusammengeschlossen, um eine „Sanitärwende“ voranzubringen, wie sie sagen. Ein wichtiges Instrument der Netzwerker ist die Öffentlichkeitsarbeit, damit Menschen ihre Scham ablegen und es gelingt, unser Sanitärsystem in Richtung Nachhaltigkeit umzubauen. Auch Anna Möbus sieht sich als Teil der Sanitärwende. Sie hat viel vor: In einem Gewächshaus am Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenan-

»Wenn ich von meinem Projekt erzähle, reagieren die meisten angeekelt«

Anna Möbus, Masterstudentin

bau in Großbeeren südlich von Berlin muss sie heute von 180 Tagetes – auch Studentenblumen genannt – alle kleinen Zweige zählen; maximal sind es 300 pro Pflanze. Zusätzlich hält sie die Anzahl aller Blüten fest, misst den Abstand zwischen den Blattspitzen und fotografiert die Blumen. Wofür der Aufwand? „Ich möchte herausfinden, ob Tagetes mit den Hinterlassenschaften, die auf Festivals anfallen, genauso gut wachsen wie mit handelsüblichem Dünger.“ Im Rahmen ihrer Masterarbeit erprobt sie verschiedene Fäkaldünger. Schließlich gilt es, rund um die Erforschung der Recyclingprodukte eine wichtige Frage zu klären: Düngen

sie genauso gut wie herkömmliche Mittel? „Wenn ich Freundinnen und Bekannten von meinem Projekt erzähle, reagieren sie meist angeekelt, aber sobald ich Fotos von den Blumen zeige, heißt es: Oh, wie schön!“ Möbus plant eine Broschüre zu entwerfen, um Interessierten das Nährstoffrecycling aus Fäkalien näherzubringen – „und dem Ekel entgegenzuwirken“.

Die Studentin hat ihre Pflanzen akribisch beschriftet, um festzuhalten, in welchen Mengenver- >

Temperatur, CO₂-Gehalt, Zersetzungsgrad: Unternehmensgründer Florian Augustin behält die Werte der sogenannten Kompostmiete stets im Blick. Nur wenn dieser Prozess erfolgreich abläuft, kann der Kot später als Dünger verwendet werden



hältnissen sie die jeweiligen Dünger einsetzt. In einigen Töpfen zieht sie zum Vergleich auch Pflanzen heran, die sie mit Mineraldünger behandelt. In einem anderen Blümchen, die sie gar nicht düngt. Sie sind ganz klein. Ansonsten verwendet Möbus beispielsweise urinbasierte Flüssigdünger wie C.R.O.P., entwickelt vom Deutschen Institut für Luft- und Raumfahrt. Der Dünger soll einst den Anbau von Gemüse im All ermöglichen, wenn Astronauten und Astronautinnen zu jahrelangen Missionen aufbrechen. Die ersten Zwischenergebnisse von Anna Möbus: Wenn sie mit einem Mix aus urinbasiertem Dünger und Komposterde aus Kot düngt, wächst *Tagetes erecta* genauso gut wie beim Einsatz von Mineraldünger.

Kot und Urin eine Norm geben

Die Umweltschützerin experimentiert auch mit dem Dünger Aurin, der von der Vuna GmbH in der Schweiz hergestellt wird. Aus 1000 Litern Urin gewinnen die Mitarbeitenden 50 Liter „Powershake für Pflanzen“, wie Ariane Krause das Produkt nennt. Die Wirtschaftsingenieurin hilft beim Versuch von Anna Möbus mit und hat selbst schon den Einsatz von Recyclingdüngern aus menschlichen Fäkalien bei Salat,

Kohl und Mais erprobt. Aurin dient zur Pflege von Gemüse und Zierpflanzen und ist seit 2016 im Handel erhältlich – allerdings nur in Liechtenstein und der Schweiz. „In der Schweiz werden Dünger als solche geprüft und zugelassen, sobald erwiesen ist, dass sie wirken und sicher sind“, erklärt Krause.

In Deutschland ist das anders: Hier regelt die Düngemittelverordnung, dass nur aus ganz bestimmten Stoffen Dünger hergestellt werden darf. Menschlicher Urin und Kot gehören nicht dazu.

Doch um auch hierzulande eine Genehmigung für Recyclingdünger aus Fäkalien zu erreichen, hat sich Ariane Krause mit anderen Fachleuten zusammengesetzt. Zum Beispiel mit Finizio und Mitarbeitenden des Trockentoilettenanbieters Goldeimer. In Zusammenarbeit mit dem Deutschen Institut für Normung DIN haben sie einen Produktstandard erarbeitet. Seit Dezember 2020 gelten bestimmte Anforderungen, die ein Dünger erfüllen muss, der aus menschlichen Ausscheidungen hergestellt wird. „Wenn ich sagen kann, mein Dünger erfüllt die DIN-Normen, können Verbraucher und Entscheidungsträgerinnen in den Ministerien darauf vertrauen, dass es ein sicheres und gutes Produkt ist“, erläutert die Forscherin, „denn es müssen strenge



Anna Möbus muss sich konzentrieren: Von 180 *Tagetes* – auch Studentenblumen genannt – zählt sie die kleinen Zweige. Es können bis zu 300 pro Pflanze sein. Am Ende weiß sie, welcher Dünger das Wachstum besser fördert

Hygieneanforderungen erfüllt werden. Es geht aber auch um Schadstoffkonzentrationen, um Schwermetalle, pharmazeutische Rückstände und natürlich auch um den Nährwert.“

Phosphatmangel als Chance

Noch ein Faktor treibt vielleicht schon bald das Nährstoffrecycling in Deutschland voran: Phosphor, Bestandteil menschlicher Ausscheidungen, wird knapp. „Er gilt als sogenannter kritischer Rohstoff“, erklärt Krause, „weil die Vorkommen schrumpfen und der Abbau meist mit sozialen und ökologischen Problemen einhergeht.“ Fachleute haben die Vorräte weltweit geprüft und gehen davon aus, dass sie noch 300 Jahre lang reichen. Die größten Depots befinden sich in Marokko, Westafrika und China, das den Export bereits eingeschränkt hat, um mehr Reserven im Land zu behalten. Deutschland selbst hat keine eigenen Rohphosphatvorkommen, so wie kaum ein Land in Europa. Aber beispielsweise auch Indien ist von Importen abhängig.

„Diese Länder müssen in Kauf nehmen, dass die Preise steigen und sie in Zukunft vielleicht gar kein Phosphor mehr importieren können“, sagt Hans Marten Paulsen. Am Thünen-Institut erforscht der Agrarwissenschaftler, wie Ressourcen im Ökolandbau effizient eingesetzt werden. „Es ist wichtig, die verfügbaren Phosphate bestmöglich im Kreislauf zu führen.“ Der Experte ist dafür, dass menschlicher Urin nutzbar gemacht wird. „Doch es geht immer etwas verloren“, sagt er. „Wenn wir es schaffen könnten, zehn Prozent des Urins zu erfassen, wäre das ein Erfolg.“

Auch die Politik hat auf den Phosphormangel reagiert und schreibt ab 2029 Phosphorrecycling aus Klärschlamm vor. Doch das ist teuer: Je nach Verfahren kostet die Rückgewinnung zurzeit drei bis zwölf Euro pro Kilogramm. „Das hat bei den Städten zu einer gewissen Unsicherheit geführt, da die Finanzierung den Rahmen der Budgets sprengt“, sagt Stephan Becker-Sonnenschein. Er ist beim Projekt „ZirkulierBAR“ für den Kontakt mit den Abwasserämtern und anderen relevanten Gruppen verantwortlich. Das Unternehmen Finizio, die Region Barnim, die Stadt Eberswalde und Forschungseinrichtungen wie das IGZ wollen damit das Fäkalienrecycling voranbringen. Die Kosten beim Klärschlamm seien so hoch, weil die Rückgewinnung sehr aufwändig ist. Denn Phosphor und die anderen Nährstoffe aus Urin und Kot sind hier mit giftigen Chemikalien und Schwermetallen aus der Industrie vermischt. Das könnte die Stunde des Recyclingdüngers sein. „Mit unserem

Projekt haben wir die Chance, die Gesamtkosten unseres Trockentoilettensystems durchzurechnen, und zwar von der Fäkalien-sammlung bis zur Herstellung des Düngers“, sagt Becker-Sonnenschein. Noch steht das Ergebnis nicht fest, doch die Beteiligten sind sich sicher: Es würde Geld gespart.

Hans Marten Paulsen vom Thünen-Institut ist skeptisch. Um beispielsweise Urin für die Düngung zu nutzen, bräuchte es eine neue Infrastruktur. „Wenn Urin weit gefahren werden muss, wenn man die ganzen Bautätigkeiten für die Neuerfassung der Urinströme mit einberechnet, weiß ich nicht, wie es preislich im Vergleich zu Standarddüngern aus Phosphor-Recycling ausgeht“, sagt er. Doch Paulsen hält es für realistisch, Neubauten mit Trenntoiletten auszustatten.

Das wäre ein Anfang – und wohl auch notwendig. Denn am Recyceln unserer Nährstoffe scheint kein Weg vorbeizuführen.

Unternehmensgründer Florian Augustin aus

Eberswalde ist sich dessen sicher. Er arbeitet mittlerweile daran, die Herstellung von Fäkaliendünger zu verbessern. Im Rahmen von „ZirkulierBAR“ will er auf 1000 Quadratmetern direkt neben der alten eine neue Anlage bauen. In einem Humusregal soll der Kompost platzsparend übereinander lagern, Lüftung und Wasserzufuhr sollen automatisiert werden.

Ein weiterer Schritt, um unsere Fäkalien in den landwirtschaftlichen Kreislauf zurückzuführen, hofft Augustin. Und irgendwann weichen dann vielleicht auch die Schranken in den Köpfen. ■

»Phosphor gilt als kritischer Rohstoff. Die Vorkommen schrumpfen«

Ariane Krause, Wissenschaftlerin am IGZ



Ariane Krause vom Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenanbau hat mit anderen Einrichtungen und Unternehmen einen Produktstandard für Fäkaliendünger entwickelt. Dieser soll das Vertrauen in die Dünger stärken



Stephanie Eichler

Bei der Arbeit an diesem Text gefiel der Autorin eines ganz besonders: Berührungängste verlieren, Ekelgefühle überwinden. Denn natürlicher geht es kaum.