

SWR2 Wissen

## **Ressourcen schonen, wenig verschwenden – Neue Wege der Agrartechnik**

Von Matthias Becker

Sendung vom: Dienstag, 30. Mai 2023, 8.30 Uhr

Redaktion: Dirk Asendorpf

Regie: Günter Maurer

Produktion: 2023

**Agrarwissenschaftler wollen Stoffkreisläufe schließen – mit Gewächshäusern neben Kläranlagen, integrierter Fisch- und Insektenzucht, Biokunststoffen.**

---

### **Bitte beachten Sie:**

Das Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt. Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Urhebers bzw. des SWR.

---

SWR2 können Sie auch im **SWR2 Webradio** unter [www.SWR2.de](http://www.SWR2.de) und auf Mobilgeräten in der **SWR2 App** hören – oder als **Podcast** nachhören:

---

### **Die SWR2 App für Android und iOS**

Hören Sie das SWR2 Programm, wann und wo Sie wollen. Jederzeit live oder zeitversetzt, online oder offline. Alle Sendungen stehen mindestens sieben Tage lang zum Nachhören bereit. Nutzen Sie die neuen Funktionen der SWR2 App: abonnieren, offline hören, stöbern, meistgehört, Themenbereiche, Empfehlungen, Entdeckungen ...  
Kostenlos herunterladen: [www.swr2.de/app](http://www.swr2.de/app)

## MANUSKRIFT

Atmo 1: Klärwerk außen, Vögel, Wind, Wasserrauschen

### **Sprecherin:**

Zwischen den Ruhrgebietsstädten Dinslaken, Oberhausen und Duisburg liegt das Klärwerk Emscher Mündung. Eine gewaltige Anlage, groß wie 75 Fußballfelder, vier kreisrunde Becken, darin schäumendes Abwasser. Die fünfzig Meter hohen Faultürme glänzen im Sonnenlicht wie riesige silberne Eier.

Atmo 2: Klärwerk Wassergurgeln

### **Sprecherin:**

Rund tausend Liter Abwasser fließen jede Sekunde durch das Klärwerk, es kommt aus Duschen und Toiletten, Spül- und Waschmaschinen, Industrieanlagen. Darin Schmutz und Mikroplastik, Salz, Fette, Fäkalien, Bakterien und Viren. Aber der Abwasserstrom enthält noch etwas anderes: Nährstoffe wie Phosphor, Kalium, Stickstoff.

### **O-Ton 01 Volkmar Keuter, Forschungsprojekt Suskult:**

Wenn man aus dem gesamten Nährstoffpotential dieser Kläranlage nur zehn Prozent zurückgewinnen würde, könnte man drei Prozent des gesamten Tomatenbedarfs in Deutschland decken. Das Potenzial ist riesig.

### **Ansage:**

„Ressourcen schonen, wenig verschwenden – Neue Wege der Agrartechnik“. Von Matthias Becker.

### **Sprecherin:**

Die moderne Landwirtschaft hat beeindruckende Erfolge vorzuweisen. Seit Mitte des letzten Jahrhunderts konnten die Ernteerträge vervielfacht werden, durch leistungsfähigere Pflanzensorten, größere Landmaschinen, Monokulturen mit mehr Düngung und Chemieeinsatz. Der Fortschritt wird zum Problem, erklärt die Agrarökologin Diana Sietz vom Thünen-Institut für Biodiversität:

### **O-Ton 02 Diana Sietz, Thünen-Institut für Biodiversität:**

Es wurden letzte Baumstreifen, letzte natürliche Habitate immer weiter zurückgedrängt oder auch völlig ausgeräumt. Also Flächenverbrauch für Landwirtschaft. Und daraus ergeben sich in diesen Agrarsystemen verminderte Fähigkeiten, sich zu regenerieren, aber auch Nährstoffkreisläufe zu schließen, die Wasserbalance auszugleichen und eben Resilienz gegenüber Störungen aufzubauen. Das heißt also, dass diese Agrarsysteme an ihre Grenzen geraten, weil sie über die Kapazitäten der Ökosysteme weit hinaus gehen.

### **Sprecherin:**

Die intensive industrielle Landwirtschaft ist eine Hochleistungsmaschine, die zu stottern beginnt. Sie hat einen enormen Bedarf an Energie, Wasser und Nährstoffen. Nun will die Agrarwissenschaft Methoden entwickeln, um diese kostbaren Ressourcen effizienter zu nutzen.

### Atmo 3: Klärwerk Wassergurgeln

**Sprecherin:**

Dafür erproben Forscherinnen und Forscher neue Materialien, neue Pflanzen, neue Kombinationen. So wie Volkmar Keuter vom Forschungsverbund „Suskult“. Der Ingenieur und seine Kolleginnen wollen das Abwasser des Klärwerks Emscher Mündung nutzbar machen. Sie holen die Nährstoffe heraus und düngen damit Nahrungspflanzen.

**O-Ton 03 Volkmar Keuter:**

Diese Anlage hier macht so irgendwas zwischen 20 und, na ja 40 Tonnen pro Jahr. Theoretisch. Wollen wir nicht, weil wir ja erst noch Versuche fahren. Aber das ist das Potential dieser Versuchsanlage. Gleichzeitig haben Sie natürlich die Klimaveränderung, die eigentlich im letzten Jahr den Salatanbau im Feld nahezu unmöglich gemacht hat in Deutschland. Weil es so trocken war und so warm war und so viel Sonneneinstrahlung.

**Sprecherin:**

Der Forschungsverbund „Suskult“ wird vom Bundesforschungsministerium finanziert, im Rahmen des Programms „Agrarsysteme der Zukunft“. Es geht um, Zitat, „neue und zum Teil unkonventionelle Ansätze für eine nachhaltige, ressourceneffiziente und anpassungsfähige Agrarproduktion, um den enormen Herausforderungen für die Zukunft gerecht zu werden“: Wassermangel, Artensterben, Klimawandel.

**O-Ton 04 Volkmar Keuter:**

Wir wollen halt zur gesamten Agrarwende beitragen. Also der Kreislauf, dass der Verbraucher im Grunde genommen seine eigenen Pflanzen, seine eigenen Lebensmittel produziert.

**Zitator:**

Jedes Land muss verarmen, wenn die Bevölkerungen, die sich in den Städten anhäufenden Produkte der Stoffwechsel nutzlos verloren gehen lassen.

**Sprecherin:**

Schrieb im Jahr 1862 Justus Liebig. Der Chemiker legte damals die wissenschaftlichen Grundlagen für die mineralische Düngung in der Landwirtschaft. Aber er beklagte auch, dass, Zitat, „die Bedingungen der Fruchtbarkeit in den Kloaken verschwinden“. Denn durch die Verstädterung waren die alten Kreisläufe zerbrochen: Statt wieder aufs Feld wanderten die Pflanzennährstoffe mit der Ernte in die Städte, um dort als Abfall und Abwasser die Flüsse zu verpesten und die Gesundheit der Bewohner zu belasten. Was an einem Ort zu viel ist, fehlt an einem anderen.

### Atmo 4: Klärwerk Wasserrauschen

**Sprecherin:**

Der Umweltingenieur Volkmar Keuter und sein Team wollen, anderthalb Jahrhunderte später, für dieses Problem eine Lösung entwickeln.

**O-Ton 05 Volkmar Keuter:**

Wir haben fünf technische Module, um aus einem Teilstrom des Abwassers die wesentlichen Nährstoffe aus dem Abwasser herauszuziehen. Dazu gehört ein Membran-Bioreaktor, in dem der Stickstoff in eine pflanzenverfügbare Form umgewandelt wird. Gleichzeitig halten wir da aber schon eine ganze Menge an verschiedenen Stoffen schon zurück.

**Sprecherin:**

In einen Bioreaktor bauen spezielle Bakterienstämme organische Stoffe im Abwasser ab, dann wird die Flüssigkeit durch eine sehr feine Membran gepresst. Was an Schadstoffen übrig bleibt, wird mit einer sogenannten Elektrodialyse herausgefiltert. Elektrische Spannung trennt dabei die Schadstoff-Moleküle ab. Eine solch aufwändige Reinigung ist auch notwendig, erklärt Volkmar Keuter.

**O-Ton 06 Volkmar Keuter:**

Alles, was wir aufnehmen, kommt natürlich über den Körper, über die Ausscheidungen in das Abwasser hinein. Röntgenkontrastmittel, verschiedene Medikamente wie Carbamazepin oder so, Schwermetalle, aber auch verschiedene Chemikalien, die man dann am Ende des Prozesses nicht in den Pflanzen drin haben möchte.

**Sprecherin:**

Die gereinigte Flüssigkeit wird mit Ammoniumsulfat angereichert, das ebenfalls aus Abwasser destilliert wird – und fertig ist der Flüssigdünger! Eingesetzt wird er direkt vor Ort, auf dem Gelände des Klärwerks.

Atmo 5: Container, Knirschen, Tür

**Sprecherin:**

Volkmar Keuter öffnet einen weißlackierten Container, darin ein dreistöckiges Metallregal.

**O-Ton 07 Volkmar Keuter:**

Das also ist dieses erdlose Kultivierungsverfahren. Sind Hydroponik-Rinnen, sogenannte NFT-Rinnen, *Nutrient Film Technology* ...

**Sprecherin:**

In den Fächern des Regals liegen lange Rinnen aus weißem Hartplastik. Sie haben in regelmäßigen Abständen kreisrunde Aussparungen, aus denen die Pflanzen nach oben wachsen – Basilikum, Blattsalat, Kohlrabi –, während ihre Wurzeln in die Nährlösung hängen. Über den Regalfächern sind längliche LED-Leuchten angeschraubt, sie versorgen die Pflanzen mit Licht.

**O-Ton 08 Volkmar Keuter:**

Man sieht hier diese kleinen blauen Schläuche, da wird also das Wasser-Düngemittel-Gemisch durch diese Hydroponik-Rinnen geleitet. Die sind üblicherweise so ein bisschen geneigt, dass da ein Gefälle drin ist. Und so kann man natürlich auf sehr wenig Fläche sehr viele Produkte produzieren.

**Sprecherin:**

Suskult erzeugt Nahrung *hydroponisch*, ohne Erde und ohne Sonne. Die Energie kommt über schwarze Stromkabel zu den Pflanzen, die Nahrung über blaue Schläuche.

**O-Ton 09 Volkmar Keuter**

(...) Der ganze Container ist klimatisiert, damit man also auch die besten Bedingungen für die Pflanzen einstellen kann. Wir können sowohl die Temperatur als auch die Nährstoff- Zusammensetzung kontrollieren und natürlich auch das für die Pflanzen beste Licht einstellen.

**Sprecherin:**

„Vertikaler Anbau“ wird das Verfahren genannt, weil die Pflanzen in Regalen übereinander wachsen. Welche Arten später in der Kläranlage angebaut werden, steht noch nicht fest. Agrarwissenschaftler der Hochschule Osnabrück untersuchen noch, welche Pflanzen den Flüssigdünger am besten verwerten.

**O-Ton 10 Volkmar Keuter:**

Also Salat ist gesetzt. Die Süßkartoffeln sollen auch irgendwann hier reingebracht werden. Und die Kollegen in Osnabrück haben auch ganz spannende Versuche gemacht zum Beispiel mit Tomaten. Weil Tomaten wachsen halt gern nach oben, und das ist in so einem Regalsystem natürlich nicht so trivial. Und die haben also den Tomaten beigebracht, horizontal zu wachsen. Da hat man dann entsprechende Lichtreize draufgegeben, so dass die Tomaten dann wirklich horizontal wachsen und nicht nach oben.

**Sprecherin:**

Der ökologische Nutzen des Anbaus in geschlossenen Räumen ist umstritten. Das Hauptproblem dabei ist der enorme Energiebedarf. Weil der Strom nur zum Teil aus erneuerbaren Quellen stammt, entstehen deutlich mehr Treibhausgase als beim Anbau im Freien. Das weiß auch Volkmar Keuter, aber der Ingenieur verweist auf die Ernährungssicherheit.

**O-Ton 11 Volkmar Keuter:**

Um solche geschlossenen Systeme wird man nicht drumherumkommen. Aufgrund des Klimawandels. Weil der Salat verbrennt draußen auf dem Feld, der trocknet aus. Wir haben in den letzten drei, vier Jahren sehr viel über Lieferkettenabhängigkeit gehört und gesehen, gerade auch im Gemüsebereich. Wir wissen auch, was der Krieg für Auswirkungen gerade auf die Düngemittelproduktion hatte. Also ja, natürlich werden solche Systeme künftig für die Unabhängigkeit des Wirtschaftssystems wichtig sein.

Musikakzent

**Sprecherin:**

Im Freiland machen die klimatischen und ökologischen Bedingungen der Landwirtschaft zu schaffen. Der vertikale Anbau schafft seine eigene Umwelt. Meist ist die Rede von *Vertical Farming*, aber ein anderer Begriff trifft die Sache besser: *Controlled Environment Agriculture* – Landwirtschaft unter kontrollierten Umweltbedingungen. Folkard Asch, ein Agrarwissenschaftler an der Universität Hohenheim, beschäftigt sich seit vielen Jahren mit dem Thema.

**O-Ton 12 Folkard Asch, Agrarwissenschaftler:**

Die Grundidee ist immer erst mal Schutz. Also vor Hagel zum Beispiel, vor Starkregen, vor Dürre, vor zu starker Sonneneinstrahlung und so. Und wenn man eben schützt und ein hochwertiges Produkt dadurch produzieren kann, dann lohnt sich die Investition.

**Sprecherin:**

Schon vor über einem Jahrzehnt hat Volkmar Asch ein visionäres Projekt entwickelt: Reis-Produktion in einem Hochhaus mit bis zu 30 Stockwerken, Arbeitstitel *Sky-Reis*. Ein Grundnahrungsmittel im vertikalen Anbau. Bis heute wurde die Idee nicht umgesetzt. Aber Volkmar Asch ist dennoch überzeugt: der Landwirtschaft unter kontrollierten Umweltbedingungen gehört die Zukunft.

**O-Ton 13 Folkard Asch:**

Ich kann der Pflanze eine ganz andere Umwelt bieten. Nur mal so ein Beispiel: Draußen, sagen wir mal zwölf Stunden hell, zwölf Stunden dunkel – braucht die Pflanze das? Kann die vielleicht auch mit sechs Stunden hell, sechs Stunden dunkel funktionieren? Hat das irgendwelche Auswirkungen auf den Ertrag, auf die Energieleistung? Ich könnte also eventuell, wenn ich anders beleuchte, die Blätter länger leben lassen. Und damit habe ich insgesamt weniger nutzlose Biomasse, wenn ich darüber nachdenke, dass ich Körner produzieren will, aber keine Blätter.

**Sprecherin:**

In Innenräumen, unter genau kontrollierten Bedingungen, können die Pflanzen optimal mit Wasser und Nährstoffen versorgt werden. Der Luft wird oft CO<sub>2</sub> zugesetzt, LED-Lampen schicken Licht in den optimalen Wellenlängen. Und die Anlagen liefern das ganze Jahr über, unabhängig von den Jahreszeiten, unbeeindruckt von Hitze, Dürre oder Hagel. Das braucht viel Energie, bietet aber auch ökologische Vorteile: Wasser und Nährstoffe können im Kreis geführt werden. „Rezyklieren“ nennen das die Agraringenieure.

**O-Ton 14 Folkard Asch:**

In meiner Welt muss es ein Kreislauf sein. Also ich tue etwas da rein in das Haus, und das bleibt dann da drin. Und ich tu möglichst wenig noch dazu. Die Betriebsmittel drehen sich im Kreis und ich benutze sie immer wieder. Wasser zum Beispiel. Energie nach Möglichkeit. Ich habe keinen Müll am Ende. Ich habe keinen Abfall.

**Sprecherin:**

Und es gibt einen weiteren Vorteil. Unter kontrollierten Bedingungen können die Agraringenieure verschiedene Anbau-Systeme miteinander verbinden, so dass sie sich gegenseitig ergänzen. Zum Beispiel: Fisch und Gemüse.

## Atmo 6: Industriegelände in Dortmund

### **Sprecherin:**

Auf einem ehemaligen Industriegelände in Dortmund steht ein geräumiges Gewächshaus aus Metallstangen und dicken Plastikplanen. Rolf Morgenstern, Chemiker an der Fachhochschule Südwestfalen, zeigt auf ein rundes, mannshohes Becken aus schwarzem Plastik.

### **O-Ton 15 Rolf Morgenstern, Fachhochschule Südwestfalen:**

Also wir haben hier eine Aquakultur-Anlage mit vier Tanks, also vier Fischtanks, die ungefähr einen Kubikmeter groß sind. Und das geht dann in diesen größeren Behälter, das ist der mechanische Filter. Das Prozesswasser leiten wir dann in die Hydrokultur-Beete, wo diese Nährstoffe von den Pflanzen aufgenommen werden.

### **Sprecherin:**

Aquaponik heißt diese Methode. In den Tanks werden Fische wie Karpfen angesiedelt. Sie reichern mit ihren Ausscheidungen das Wasser mit Nährstoffen an. Das wird zunächst mechanisch gereinigt, danach wandeln Bakterien in einem Biofilter das enthaltene Ammonium in Nitrat um. Ammonium schadet in höherer Konzentration den Fischen, das Nitrat können die Pflanzen aufnehmen.

## Atmo 7: Dünnes Plätschern aus Schlauch

### **Sprecherin:**

Wie ein Floß treibt ein mit Substrat gefüllter Rahmen aus Schaumstoff auf dem Wasser. In diesem Floß sind Löcher, in die die Pflanzen eingesetzt werden, ihre Wurzeln hängen ins Wasser hinunter. Die Pflanzen entziehen ihm die Nährstoffe – und machen es wieder verträglich für die Fische. Der Kreislauf beginnt von Neuem. Aquaponik ist eine uralte Anbaumethode, in Ost- und Südostasien weit verbreitet. Rolf Morgenstern sucht nach einem Geschäftsmodell, um sie in die urbane Gegenwart zu holen. Seine Idee: die schwimmenden Beete vermieten.

### **O-Ton 16 Rolf Morgenstern:**

Also dass man als Nutzer sagt, zwei von den Dingen sind ungefähr ein Quadratmeter, die pachte ich jetzt zu einem festen Betrag im Monat. Und dann kann ich hier reinpflanzen und hab eine Pflanze immer gegossen und immer mit Nährstoffen versorgt, ich hab kein Unkraut zu jäten, das ist auf einer bequemen Arbeitsfläche, kann im Sitzen sozusagen mein eigenes Gemüse machen. Da hoffen wir, dass sich das rechnet, und da hoffen wir, dass da die Leute auch Interesse daran haben.

### **Sprecherin:**

Das Dortmunder Aquaponik-Projekt heißt ProGiReg, eine Abkürzung für „*Productive Green Infrastructure for Post-Industrial Urban Regeneration*“. Finanziert wird es von der EU. Rolf Morgenstern verweist auf die ökologischen Vorteile.

### **O-Ton 17 Rolf Morgenstern:**

Wir haben gar kein Abwasser. Wir machen ja ein *Zero Discharge System*, und wir führen nur Wasser hinzu, und wir haben kein Wasser, das wir aus dem System entfernen müssen.

**Sprecherin:**

Aber auch Aquaponik ist ökologisch nicht einfach nur gut. Denn die entscheidende Frage lautet, woher die Nährstoffe ursprünglich stammen.

**O-Ton 18 Rolf Morgenstern:**

Wir sparen natürlich Dünger, dadurch dass wir die Ausscheidungen der Fische nehmen. Dafür muss ich sie aber auch füttern, und das Fischfutter, da ist ein großes Fragezeichen was die Nachhaltigkeit angeht, weil das Fischfutter oftmals Fischmehl von den Fischen aus den Meeren enthält. Also da ist auf jeden Fall ein Fragezeichen, wo ich drüber nachdenken muss: Kann ich die Fische vegetarisch ernähren?

**Sprecherin:**

Mit genau dieser Frage beschäftigt sich der Forschungsverbund *Cubes Circle*. Der Name ist zusammengesetzt aus den englischen Ausdrücken für „Würfel“ und „Kreislauf“.

**O-Ton 19 Cubes Imagefilm:**

*Cubes* ermöglichen die Nahrungsproduktion in miteinander verbundenen, kommunizierenden und standardisierten Produktionsmodulen mit Pflanzen, Fischen und Insekten. Der Vorteil der *Cubes*: Sie bilden ein geschlossenes System. In stapelbarer Grundform.

**Sprecherin:**

Ein Auszug aus einem Film, mit dem sich das Projekt vorstellt. Offiziell heißt es: Entwicklung und Erprobung eines geschlossenen symbiotischen Produktionssystems modularer Einheiten mit dem Ziel einer höchst ressourceneffizienten Produktion von Lebensmitteln.

**O-Ton 20 Cubes Imagefilm:**

Pflanzen, Insekten und Fische wachsen in ihrem jeweiligen *Cube* in nahezu geschlossenen Energie- und Stoffkreisläufen. Untereinander sind die einzelnen Module zu einem *Cube Circle* vernetzt. Nährstoffe aus den Ausscheidungen der Fische düngen die Pflanzen. Insekten ernähren sich von Pflanzenresten und bilden wiederum die Grundlage für das Fischfutter.

**Sprecherin:**

Wie in dem Kläranlagen-Projekt Suskult handelt es sich bei den Würfeln um normale Handelscontainer. In einem davon werden Tomaten gezogen, in einem anderen Insektenlarven produziert, im dritten wachsen Fische heran. Die Tiere und Pflanzen werden sozusagen miteinander verschaltet, in einer Art künstlicher Nahrungskette. Die Ausscheidungen oder auch die Körper der einen Lebensform dienen einer anderen Lebensform als Nahrung.

Atmo 8: Keller des Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften in Berlin-Dahlem

**Sprecherin:**

Im Keller des Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften in Berlin-Dahlem. Wael Yakti öffnet die Metalltür zum Labor mit den Insekten. Der Raum ist nur

schwach beleuchtet, aus den Fenster in Straßenhöhe dringt noch etwas Tageslicht herein. Auf einem Arbeitstisch stehen graue Plastikkisten.

Atmo 9: Larven, zischen

**Sprecherin:**

Darin wimmeln, kriechen, winden sich kleine rundliche Insektenlarven – die Larven der Schwarzen Soldatenfliege.

**O-Ton 21 Wael Yakti, Entomologe:**

Die fressen Müll, Bioabfälle, alles was kommt aus anderen Produktionssystemen. Also zum Beispiel in unserem Cubes-Projekt, sie kriegen die Fischfaeces, den Fischkot. Sie fressen auch Pflanzenblätter. Und dann die Insekten wachsen. Die sind eine gute Proteinquelle, und auch Fett. Protein geht in die Fische, aus Fett kann man Energie gewinnen oder, ja, hat auch so viele verschiedene Verwendungen.

**Sprecherin:**

Wael Yakti ist Entomologe, ein Insektenforscher. Er stammt aus Syrien, hat in Aleppo studiert. Seit 2011 forscht er in Deutschland. Das Interesse an Insekten als Proteinquelle wächst, sagt er.

**O-Ton 22 Wael Yakti:**

In solche kleine Kiste, das ist 40 Zentimeter, also 60 auf 40 Zentimeter, die Euronorm. Hier produziert man locker in sieben Tagen drei Kilo Insekten. Das kann man gut automatisieren, alles wird einfach abgekippt und wieder aufgefüllt.

**Sprecherin:**

Durch den Kellerraum des Instituts zieht ein aufdringlicher Gestank. Es riecht wie ein Komposthaufen im Garten, nur stärker, konzentrierter. Das liegt an dem Ammoniak und den flüchtigen organischen Verbindungen, den *volatile compounds*, die durch den Stoffwechsel der Insektenlarven freigesetzt werden.

**O-Ton 23 Wael Yakti:**

Das ist natürlich ein Thema. Wir arbeiten daran, dass wir Ammoniak von der Luft gewinnen, und dann kriegen wir Stickstoffdünger für die Pflanzen. Und das wollen wir einfach nicht in die Luft blasen, sondern gewinnen.

**Sprecherin:**

Selbst die Gase Ammoniak und Methan, die von den Insekten freigesetzt werden, könnten also in den Containern genutzt werden. Die Hauptaufgabe der Insekten ist aber etwas anderes: Sie sollen die Reste aus dem Pflanzen-Würfel verwerten und so den Stoffkreislauf zu den Fischen überbrücken. In einem Wandregal stehen zahlreiche verschlossene Kisten. Wael Yakti öffnet eine davon.

**O-Ton 24 Wael Yakti:**

Für Versuche haben wir hier Tomatenblätter, getrocknete Tomatenblätter. Und wir mischen die Tomatenblätter mit Fischkot auch manchmal. Außer den Tomatenblättern haben wir Erbsen, Hanfblätter sind auch eine Quelle. Produkte von Soja, wir haben Sphagnum-Matten, wir haben Stroh, sie brauchen Fasern. Ja, unser Ziel: dass wir einfach versuchen, allen Landwirtschaftsabfall irgendwie zu nutzen.

**Sprecherin:**

Christian Ulrichs, Professor am Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften der Berliner Humboldt-Universität, koordiniert den Forschungsverbund Cubes Circle. Die Vision: Die Module greifen ineinander wie eine Art Mini-Ökosystem, unabhängig von der Umwelt, Landwirtschaft in Würfelform. Allerdings müssen solche Kreisläufe gegenüber der Außenwelt sorgsam abgeschottet werden, erklärt Ulrichs.

**O-Ton 25 Christian Ulrichs, HU Berlin:**

Alle zirkulären Systeme haben natürlich das Problem, dass wenn ich mir ein Problem von außen reinschleppe, ich es theoretisch auch in andere Bereiche weitergeben kann. Das könnten irgendwelche Agrochemikalien sein, Biochemikalien, die vielleicht im Pflanzenbereich überhaupt kein Problem sind, die aber dann, sobald ich es zu den Insekten oder zu den Fischen bringe, toxisch sind. Und es kann natürlich auch umgekehrt sein, Sachen, die aus den Fischen kommen, und die dann nicht vernünftig abgebaut oder umgesetzt werden können für die Pflanzen.

**Sprecherin:**

Es besteht die Gefahr einer *Akkumulation*: Mit jeder neuen Runde kann die Konzentration der unerwünschten Stoffe zunehmen, zum Beispiel von Bakterien wie Salmonellen oder von Schwermetallen wie Cadmium oder Kupfer. Der Output der Produktionseinheiten muss daher fortwährend überwacht werden. Die Schnittstellen beherrschen, nennt das Christian Ulrichs. Die Agrarsysteme der Zukunft sollen die Ernährungssicherheit erhöhen, so lautet das erklärte Ziel. Aber bisher werden unter kontrollierten Bedingungen vor allem Kräuter, Gurken, Blattsalate und ähnliches angebaut. Solche Nahrungsmittel können Getreide oder Knollengewächse wie Kartoffeln nicht ersetzen.

**O-Ton 26 Christian Ulrichs:**

Wir werden uns andocken an die offene Landwirtschaft, an die flächenintensive Landwirtschaft. Dass wir sagen, wir selber setzen Sachen um, die aus der Landwirtschaft kommen, die bei uns eingesetzt werden können, oder aber geben etwas ab. Unsere energiereichen Pflanzenreste, die wir umsetzen, die wir zu einem Dünger umbauen, den kann man dann wieder in der Landwirtschaft verwenden. Es ist eine Ergänzung. Im Englischen würde man sagen, ein *silver bullet*, also eine Lösung für alles gibt's einfach nicht.

Musikakzent

**Sprecherin:**

Im Freiland werden bestimmte Stoffe aus der Landwirtschaft nur sehr langsam abgebaut und reichern sich in der Umwelt an. Zum Beispiel Plastik.

**O-Ton 27 Florian Ye, TU Kaiserslautern-Landau:**

Das sind 556 Tonnen jährliche Emissionen allein durch Folien, was man jetzt für Erdbeeren nimmt oder so, die hat man abgedeckt, kleine Partikel fallen runter. Und das bleibt dann, also über mehrere Jahrtausende bleibt das stabil.

**Sprecherin:**

Florian Ye ist Ingenieur, Doktorand an der Technischen Universität Kaiserslautern-Landau und Mitarbeiter im Forschungsprojekt RUN. Die Abkürzung steht für *Rural-Urban-Nutrient Partnerships* – Nährstoff-Partnerschaften zwischen Stadt und Land.

**O-Ton 28 Florian Ye:**

Wir wollen ein Biopolymer herstellen. Das heißt PHA, steht für Polyhydroxialkanoat. Und das ist ein Polymer, was biologisch durch Bakterien aufgebaut ist, aber dadurch auch biologisch auch wieder abbaubar ist.

**Sprecherin:**

Mikroplastik ist ein wachsendes Problem. Auch im Ackerboden finden sich immer höhere Konzentrationen. Das liegt an der Düngung mit Klärschlamm, aber auch an den Folien, mit denen beispielsweise Spargel abgedeckt wird. Oft zerreißen sie durch Wind und Regen, kleinere Fetzen werden verweht, zerrieben und schließlich untergepflügt. Florian Ye will eine Alternative zu den herkömmlichen Plastikplanen entwickeln. Die Rohstoffquelle für sein Biopolymer: Abwasser.

Atmo 10: Vakuum-Toilettenspülung (kurzes Absaugen)

**Sprecherin:**

Das funktioniert so: In einem Wohngebäude werden menschliche Fäkalien mit Vakuumtoiletten abgesaugt. Florian Ye und seine Kolleginnen von RUN mischen diese mit Klärschlamm in einem Bioreaktor. Dabei entstehen organische Säuren, darunter Essigsäure, von denen sich Bakterien ernähren.

**O-Ton 29 Florian Ye:**

Die Bakterien legen das in ihren Zellen an, so wie wir halt Fett haben als Speicherstoff. Also wenn es ein bisschen Überschuss gibt, dann legen wir ein bisschen Fett an, und die Bakterien machen das eben mit PHA. Und in dem Moment, wo es aber angelegt ist, können wir uns das zunutze machen und es aus der Bakterienzelle rausholen.

**Sprecherin:**

Nicht alle Bakterien speichern PHA. Deshalb muss Florian Ye eine geeignete Bakterienpopulation züchten.

**O-Ton 30 Florian Ye:**

Und das läuft so ab, dass wir dann eben den Schlamm nehmen und dann geben wir denen immer bisschen was zu futtern, und dann nehmen wir das wieder weg für eine relativ lange Zeit. Und das heißt, die Bakterien, die aus den Säuren schon das PHA anlegen konnten, haben einen Vorteil, in unserem Bioreaktor zu überleben.

**Sprecherin:**

Diese Bakterien werden mit Kohlenstoff aus Abwasser gefüttert, ihre Biomasse wird schließlich mit Chloroform ausgekocht. Das extrahierte PHA kann zu einer Folie, einem Eimer oder einer Flasche weiterverarbeitet werden. Äußerlich ist das Material kaum von herkömmlichem Plastik zu unterscheiden. Im Gegensatz zu anderen

sogenannten Bioplastik-Stoffen löst es sich innerhalb relativ kurzer Zeit und ohne Rückstände wieder auf.

**O-Ton 31 Florian Ye:**

Wenn das PHA zerfällt, dann ist es so, dass die Bakterien im Boden zum Beispiel sich davon wiederum ernähren, es zerfällt schlussendlich zum Teil auch in CO<sub>2</sub>, also das ist der Abbauweg. Das PHA löst jetzt nicht die Probleme, die wir uns vor Jahrzehnten eingebrockt haben, aber es ist für die Zukunft, um nicht so weiter machen zu müssen.

Musikakzent

**Sprecherin:**

Forschungsprojekte wie *RUN*, *Suskult* oder *Cubes Circle* muten futuristisch an: hochtechnisiert, komplex, mit ungewöhnlichen Pflanzen und Kombinationen. Ob diese Ansätze den Weg in die Praxis finden werden, steht noch nicht fest. Denn das hängt vor allem von den Produktionskosten ab – und noch sind herkömmliche Anbaumethoden deutlich billiger. Noch einmal Folkard Asch von der Universität Hohenheim:

**O-Ton 32 Folkard Asch:**

So lange nicht irgendwelche Umweltbedingungen so negativ werden, wie zum Beispiel kein Wasser oder viel zu viel Wind oder Hagel oder sonst irgendwas, dass wir in der Fläche nicht mehr produzieren können, so lange ist das Land billiger. Aber wenn das mal passiert, dann muss man in der Lage sein, dass man tatsächlich unter geschützten Bedingungen anbaut.

**Sprecherin:**

Weil sich die ökologische Krise verschärft, fordern Agrarwissenschaftler wie Folkard Asch mehr Forschung und größere Anstrengungen, um die Nahrungsversorgung zu sichern – auch mit unkonventionellen Mitteln.

**O-Ton 33 Folkard Asch:**

Ganz ehrlich, wenn man sich mal überlegt, wir stehen vor einer Klimakatastrophe, und wer das immer noch nicht begriffen hat, hat die Glocke nicht gehört. Alles, was wir machen jetzt, muss unter dem Zeichen der Ernährungssicherung stehen. Wir haben den Luxus einfach nicht, Zeit zu verschwenden oder uns über Geld Gedanken zu machen. Den Luxus haben wir nicht mehr.

Atmo: Traktor

**Sprecherin:**

Die Forschungsprojekte für die Agrarsysteme der Zukunft könnten die Umwelt entlasten – wenn sie sinnvoll eingesetzt werden. Die ökologischen Probleme lösen werden sie allerdings nicht. Denn das muss in der Fläche geschehen – auf den Äckern, Feldern und Weiden, dort, wo unsere Grundnahrungsmittel erzeugt werden.

**Absage:**

„Neue Wege der Agrartechnik“, von Matthias Becker. Sprecherin: Marit Beyer. Redaktion: Dirk Asendorpf. Regie: Günter Maurer.