

Wissen & Forschen

Eine ökologische Revolution

Um Menschen weltweit mit Nahrung zu versorgen, werden alternative Anbaumethoden getestet. Sie sollen umweltschonend und nachhaltig sein. Doch können sie die traditionelle Landwirtschaft eines Tages wirklich ablösen?

VON FRANZISKA KNUPPER

Gewächshaus am Meeresboden

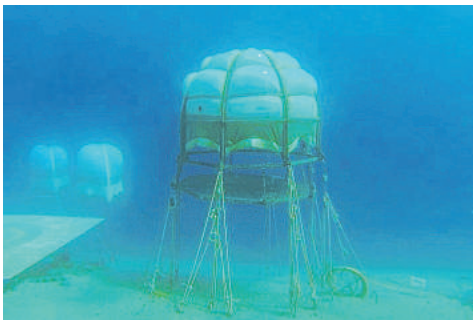
Im Jahr 2050 werden neun Milliarden Menschen auf der Erde leben. Während die Bevölkerung wächst, bleiben die Ressourcen des Planeten gleich oder schrumpfen. Künftig muss aber immer mehr Nahrung produziert werden, um all diese Menschen zu versorgen. Bereits jetzt müssen Wälder für Ackerflächen weichen, Monokulturen verdrängen natürliche Ökosphären, kostbares Wasser wird zur Beregnung auf Feldern verbraucht. Ingenieure, Agrarwissenschaftler und Biologen entwickeln innovative Konzepte, mit denen die Erträge des Planeten nachhaltiger und schonender ausgeschöpft werden können.

Dazu gehört auch Ard Reijtenbagh vom niederländischen Unternehmen Plantlab. Er und seine Kollegen betreiben eine der ersten komplett computergesteuerten Indoor-Farmen. Die Pflanzen gedeihen in hermetisch verschlossenen Hightech-Gewächshäusern. Durch zahlreiche Sensoren und Rechner – ein sogenanntes Pflanzenbetriebssystem – werden die Gewächse auf mehreren Stockwerken optimal mit Nährstoffen, Wasser, Kohlendioxid, Wärme und dem richtigen Licht versorgt. „Für jede Spezies erstellen wir so etwas wie einen Pflanzenausweis. Dementsprechend können wir in einem komplett geschlossenen System die idealen Bedingungen für die jeweilige Art kreieren“, erklärt Reijtenbagh. „Wir kommen von der Biologie und Wissenschaft und haben über 25 Jahre gelernt, wie wir die besten Konditionen simulieren können.“ Dabei geht es nicht nur um das Großziehen der Pflanzen. Sogenannte Lichtrezepte, angepasst an die jeweilige Spezies und das Stadium des Wachstums, regulieren den Ertrag. Manche Wellenlänge, Dauer und Intensität des Lichts lässt die Frucht größer, süßer oder schärfer werden. Rote und blaue Leuchtdioden (LED) versorgen die Pflanzen gezielt und damit energiesparender ganz genau mit dem Licht, das sie nutzen können. LEDs zeigen kaum Wärmeverluste und können das für das Pflanzenwachstum unverzichtbare Sonnenlicht ersetzen. Der rote Lichtanteil steuert den Tag-Nacht-Rhythmus der Pflanzen und sorgt für schnelles Wachstum. Blaues Licht liefert die notwendige Energie, um aus Wasser und Kohlendioxid Glucose zu produzieren. Die Indoor-Farmen können schnell, pestizidfrei und von Schädlingen frei produzieren – davon ist Plantlab überzeugt.

„MAN DARF JEDOCH TROTZ ALLER VORTEILE NICHT VERGESSEN, dass Sonnenlicht noch immer komplett gratis ist“, sagt Uwe Schmidt vom Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften der Humboldt-Universität (HU) Berlin. „Auch wenn die Ansätze oft sehr vielversprechend sind, fehlt meist das unternehmerische Denken. Eine Tomate, die unter künstlichem Licht in einem mehrstöckigen Gebäude gewachsen ist, kann sich einfach preislich noch nicht mit der herkömmlichen Industrie messen“, erklärt der Experte für Biosystemik. Noch könne nicht in so ausreichenden Mengen produziert werden, dass alternative Anbaumethoden wirklich relevant für die Bevölkerung wären. Schmidt räumt jedoch ein, dass durch mehrstöckige Indoor-Produktion ein logistisches Problem gelöst werden könnte: „Man wäre plötzlich in der Lage, näher an die Stadt heranzurücken. Die Infrastruktur würde entlastet werden und das Gemüse frisch beim Verbraucher ankommen.“

Vor allem in bevölkerungsreichen Ländern und ökologisch problematischen Gegenden ist Indoor-Farming bereits beliebt. Weltweit sind bereits 225 solcher Gewächshäuser in Betrieb, davon allein 200 in Japan. Seit dem Atomunfall von Fukushima schätzen die Japaner den zwar teuren, dafür aber garantiert unverstrahlten Salat aus den Pflanzenfabriken. Japanische Firmen wenden das Konzept mittlerweile auch in Ländern an, die von regulierbaren Anbaubedingungen profitieren würden. So erntet die japanische Firma Sharp in Dubai Erdbeeren, die auf einer Indoor-Farm gewachsen sind. „Auch wenn es vielleicht so scheint, als wollten wir die Natur mit unserer Technik vollkommen aus dem Prozess ausschließen, glauben wir doch an ein Zusammenspiel von Labor und Natur“, sagt Reijtenbagh. „Für viele Farmen und Gewächshäuser übernehmen wir zum Beispiel nur die Anfangsphase. Wir ziehen die Pflanze heran und geben sie dann weiter, sobald sie mehr Platz benötigt.“

Einen neuen Ort, an dem Pflanzen gedeihen können, hat das italienische Nemo-Garten-Projekt erprobt. Sergio Gamberini und sein Sohn Luca haben mit ihrer Idee im vergangenen Jahr weltweite Begeisterung ausgelöst. Nahe dem Küstenort Noli bei Genua war es der italienischen Familie gelungen, im Mittelmeer Basilikum anzubauen – fünf bis zehn Meter unter der Wasseroberfläche. Ein Jahr später ist im Unterwasser-



Die Kuppeln sind in sich geschlossene Systeme.



Per Tauchgang gelangen die Mitarbeiter zu den Pflanzen.



In den Kuppeln gedeihen Basilikum, Salat und sogar Blumen.

Zahlreiche Gemüsesorten wachsen in insgesamt sieben Unterwasserkuppeln des Nemo-Garten-Projekts. Sie sind nahe der italienischen Stadt Genua im Mittelmeer verankert – fünf bis zehn Meter unter der Meeresoberfläche. Die einzelnen Biosphären haben keinen Boden, weshalb das Meerwasser die Kuppel bis zur Hälfte füllt. Im oberen Teil befindet sich Luft – dort stehen all die Pflanzen in ihren Töpfen. Salat, Kräuter und Co. kommen so nicht mit dem Meerwasser in Kontakt.

Automatisierte Indoor-Plantage

Hermetisch verschlossen und computergesteuert, gedeihen Pflanzen in Indoor-Farmen der niederländischen Firma Plantlab. Durch ein automatisiertes System werden sie mit Wärme, Wasser und Nährstoffen versorgt. Alle diese Wachstumsfaktoren sind auf die Bedürfnisse der einzelnen Pflanzenarten abgestimmt.



Garten im Ozean



Der ehemalige Industriefischer Bren Smith hat eine Meeresfarm entwickelt, in der er im Wasser auf mehreren vertikalen Ebenen Anbau betreibt. Beispielsweise wächst Seetang an Tauen nahe der Oberfläche, daneben siedeln sich Muscheln in lateralförmigen Netzen an. Auf dem Boden liegen Käfige, in den Austern wachsen.

Gemüsegarten der Gamberinis kaum noch Platz. „Wir bauen Salat, Rote Bete, Kräuter, Spinat, Radieschen, Erbsen und sogar Blumen an. Bisher ist alles gut gelaufen. Nur mit Pilzen haben wir Schwierigkeiten. Die scheinen irgendwie nicht so gerne im Meer wachsen zu wollen“, sagt Luca Gamberini. Er teilt die Leidenschaft seines Vaters für Pflanzen, das Tauchen und die See. Am Anfang sei es einfach nur ein Experiment gewesen, sagt Gamberini, jetzt habe es jedoch das Potenzial, die Landwirtschaft für immer zu verändern. Und vielleicht sei es eine Lösung für Hungersnöte und Ressourcenknappheit: Ungenutzter Meeresboden wird plötzlich zu fruchtbarer Anbaufläche.

Die Pflanzen der Gamberinis wachsen unter transparenten Kuppeln, die im Meeresboden verankert sind – es sind eigene Biosphären. Meerwasser kann von unten in die Kuppeln eindringen. Sie sind etwa zur Hälfte mit Wasser gefüllt, im oberen Teil ist Luft. „Die Taucher können von unten hineinschwimmen und sich dann direkt vor Ort um die Pflanzen kümmern. Zwischen Meerwasser und Pflanzen gibt es jedoch keinen direkten Kontakt“, erklärt Luca Gamberini. Keime oder Tiere stellen deshalb kein Risiko dar. Auch Pestizide, die in regulärer Landwirtschaft oft ein Risiko für das Trinkwasser bedeuten, würden nicht verwendet. Die Gewächshäuser haben Gamberini zufolge keinerlei Einfluss auf die sie umgebende Ökosphäre des Meeres.

ZUDEM WACHSEN DIE PFLANZEN OHNE ZUGABE VON TRINKWASSER. Durch den konstanten Lichteinfall ist die Temperatur in den Kuppeln – wie in jedem herkömmlichen Gewächshaus – höher als in der Umgebung. Dadurch verdunstet das Salzwasser, und an der Decke des Gewächshauses bilden sich Tropfen aus frischem Süßwasser, die dann wie Regen auf die Pflanzen fallen. Sie werden so automatisch bewässert. „Es ist ein kostengünstiger und nachhaltiger Kreislauf“, sagt Luca Gamberini. Jedoch, kritisiert Uwe Schmidt von der HU, müsse man sich vor Pilzwachstum in Acht nehmen. Da es keine Frischluftzufuhr gebe, riskiere man bei konstanter Feuchtigkeit immer Pilzbefall. Man könne zwar versuchen, die Pflanzen ohne jegliche Art von Boden heranwachsen zu lassen, dann würde man sich aber wieder in einer finanziellen Falle befinden. Fraglich sei Schmidts zufolge, wie viel Ertrag eine solche Kuppel im Gegensatz zu einem normalen Gewächshaus erbringen könne.

Der amerikanische Fischer Bren Smith aus Connecticut hat das Konzept der Gamberinis einfach aus den Kuppeln heraus und in den offenen Ozean verlegt. In seiner sogenannten 3D-Unterwasser-Farm wachsen Muscheln, Krustentiere, Algen und zehn weitere Unterwasser-Pflanzenarten, die zum Verzehr geeignet sind. Dafür braucht er weder Pflanzendünger, Boden, Süßwasser noch externe Beleuchtung. Die Metallseile, an denen der Seetang wächst, sind tief und sturmresistent im Meeresgrund verankert. Smith ist der Meinung, dass die Menschheit durch Ocean-Farming ernährt werden kann – Farmland und Wälder würden dabei geschont. Für ihn ist ein Agrarsystem auf dem Meeresgrund eine stabile Alternative zu den sich verändernden klimatischen Bedingungen aufgrund der globalen Erwärmung. Auch Luca Gamberini glaubt daran: „Die Temperaturen des Meeres sind recht konstant und fallen zumindest im Mittelmeer nie unter 15 Grad Celsius. Das sind im Gegensatz zur herkömmlichen Agrarwirtschaft sehr einfache Bedingungen.“

SMITHS OZEANANBAU ENTLASTET AUCH DAS MEERWASSER. Denn Austern filtern Nitrogen aus dem Wasser, und Algen nehmen Kohlenstoff auf. Endlich könne er als Fischer zu einem gesunden Ökosystem im Meer beitragen, statt den letzten Fisch zu jagen, sagt er. „Die Farm dient auch als fruchtbares Biotop für mehr als 150 Sorten Meerestiere. Seeperldchen, Robben und Barse finden hier geeignete Verstecke.“ In der deutschen Binnenfischerei versuche man mittlerweile auch, solche Konzepte umzusetzen, sagt Uwe Schmidt. „Es hat sich als machbar gezeigt, Gemüse und Fisch gemeinsam heranwachsen zu lassen. Das wäre ein brauchbarer Schritt weg von den oft kritisierten Monokulturen.“

Diese will auch Smith abschaffen helfen. Als ehemaliger Fischer für die Großindustrie hat er die Zerstörung der maritimen Umwelt durch den Menschen miterlebt. „Mit unseren Netzen haben wir die gesamte Landschaft aufgewühlt und Fische immer weiter in den offenen Ozean getrieben“, erzählt Smith. Das Projekt Meeresfarm ist für Smith die Geschichte seiner ökologischen Revolution. Im Ozean könne er mit vertikalem Anbau auf 20 Hektar mehr Nahrung ernten als auf 100 Hektar Land, sagt Smith. Es gebe auf dem Meeresgrund mehr als 10 000 essbare Pflanzenarten, deren Potenzial die Menschheit noch nicht annähernd ausgeschöpft hat.