



Künstliche Kreisläufe & Ökosysteme Über Würfelmodule und Sensortechnik

Wie wäre es, wenn wir Tomaten, Gurken, Paprika und Kartoffeln mit einem möglichst geringen Ressourceneinsatz kultivieren könnten? Ohne das Grundwasser mit Stickstoff zu belasten, den Ackerboden auszulaugen oder Bäume zu fällen? Oder gar ein symbiotisches Beziehungsgeflecht ohne Abfälle? Die Lösung: Handliche Anbausysteme mit geschlossenen Systemen, die fast überall aufgestellt werden können – in der Stadt, auf dem Land oder in der Wüste.

MODELLPROJEKT CUBE CIRCLE

Der *CUBES Circle* stellt sich genau diesen Herausforderungen. Das Projekt der *Humboldt-Universität zu Berlin* und der *Technischen Universität Braunschweig* ist in neun Teilprojekte gegliedert und

umfasst die Produktion von Pflanzen, Insekten und Fischen. Die CUBES sind standardisierte Module, in denen sie gedeihen. Diese stapelbaren Module sind miteinander verbunden und tauschen anfallende Nährstoffe und überschüssiges Wasser aus. Sie bilden einen

Die Natur durch technische Innovationen imitieren

CUBES Circle. Das sieht im Modell beispielsweise so aus, dass pflanzliche Ernterückstände des einen Moduls der Insektenzucht in einem weiteren Würfel zugeführt werden und die Insekten selbst als Fischfutter dienen. Das Fisch-

wasser mit den enthaltenen Nährstoffen kommt wiederum den Pflanzen zugute. Darüber hinaus gibt es weitere stoffliche Beziehungen zwischen den Modulen. Im Idealfall sind alle Stoffe, die aus dem Kreislauf austreten, direkt für den Menschen nutzbar, also die pflanzliche Ernte, die geschlachteten Fische sowie eventuell aus der Insektenzucht gewonnene Öle und Proteine. In das System von außen eingeführt werden müssen Wasser, Nährstoffe, Licht und Wärmeenergie sowie zusätzliches Futter für Insekten und Fische. Oberste Prämissen des CUBES-Circle-Vorhabens sind ein emissions- und abfallfreier Kreislauf und eine intelligente Vernetzung (KI), die ein effizientes Bewirtschaften und eine Steigerung der Ernten überhaupt erst ermöglicht.

WIE SEHEN SOLCHE TECHNIKEN IN DER PRAXIS AUS?

Wie eine solche KI und Technologie in der Gemüseproduktion eingesetzt werden kann, wird seit Jahren an der *Wageningen University & Research (WUR)* in Bleiswijk in den Niederlanden erforscht. Es finden sogar Wettbewerbe statt, bei denen jungen Forscherteams

ein eigener Hightech-Gewächshausbereich zur Verfügung gestellt wird. Dort können sie ihre eigens entwickelten KI-Algorithmen testen und damit Lüftung und Heizung steuern, die CO₂-Zufuhr und LED-Lampen regulieren und jederzeit Temperaturdaten, Feuchtigkeit und CO₂-Gehalt auswerten, die über Messensoren geliefert werden. Kriterien für die Bewertung der Leistung sind der Nettoertrag, der sparsame Umgang mit Ressourcen sowie weitere Nachhaltigkeitskriterien.

INTELLIGENZ UMGEBEN VON GLAS

Treibhauskulturen besitzen nicht die Komponenten des zuvor geschilderten CUBES-Circle-Systems. Doch in ihnen herrschen heute zum Teil geschlossene Kreisläufe, gesteuert von smarter Technologie, die zum Beispiel dazu führt, dass Tomaten nur ein Zehntel des Wassers verbrauchen, das sie in einer Freilandkultur benötigen. In den Niederlanden sind die Gartenbäuerinnen und Gartenbauer sowie der begleitende Forschungszweig schon sehr weit. Sie beschäftigen sich mit der effizienten Ressourcennutzung in intelligenten Gewächshäusern, in denen je

nach Pflanze unterschiedliche Bedingungen herrschen – mal feucht-warm oder auch mal richtig kühl. Paprika, Gurken, Salat, Kresse und viele weitere Gemüsesorten bauen Züchter*innen in Substrat an, das aus Steinwolle oder Kokosfasern besteht. Pflanzenschädlingen erschwert es die Existenz und den Zugang zur Pflanze. Zudem lässt sich das leichte Material problemlos kompostieren oder

Mit KI-Treibhäusern den Klimawandel bremsen

wiederverwenden. Da es keine Nährstoffe enthält, müssen diese korrekt dosiert in der Wasserzufuhr gelöst sein. Sensoren zeigen alle Messgrößen des Pflanzenwohls an und steuern haargenau die Dosierung der CO₂-Begasung, der Lichtmenge oder der Nährstoffkonzentration im Wasser. Der Energieverbrauch sinkt, Nährstoffe und Wasser können zurückgewonnen werden, ein sinnvoller Kreislauf kommt in Gang. Dank Know-how, Software und Automatisierung.

TÜFTELN IN DEMO-GEWÄCHSHÄUSERN

In den Niederlanden verfolgt der Gartenbausektor das Ziel bis 2040 klimaneutral zu sein. Forschende der Universität Wageningen arbeiten an einem emissionsfreien Gewächshaus. Geheizt wird es mit erneuerbarer Energie, moderne Entfeuchtungsanlagen sorgen für Wärme. Die nachhaltige Intensivierung des Obst- und Gemüsebaus steht ebenso im Fokus wie die biologische Schädlingsbekämpfung und die Reinigung des verdunsteten Wassers mittels Ozonbehandlung, bevor es in den Bewässerungskreislauf zurückgeführt wird. In einem weiteren riesigen Quarantäne-Gewächshaus werden parallel mit großem Aufwand Pflanzenkrankheiten und Schaderreger untersucht.

Die gedachten Kreislaufsysteme der CUBE Circle und die Automation und KI in Treibhauskulturen, begleitet von intensiven Forschungen in Demo-Gewächshäusern zeigen eines ganz deutlich: Aus technischer Sicht sollte einer nachhaltigen zumindest pflanzlichen Nahrungsmittelproduktion nichts im Wege stehen.

