

Liebe CUBES Circle Gemeinschaft,
wir freuen uns über das stete Interesse am Projekt und möchten Ihnen und Euch auf diesem Weg einen Einblick in das letzte halbe Jahr geben.
CUBES Circle ist ein im Rahmen der **Agrarsysteme der Zukunft** vom BMBF gefördertes Projekt, dass die Produktion von Lebensmitteln in einem modularen, weitgehend geschlossenen Kreislaufsystem mit drei Ebenen (Fisch, Pflanze und Insekt) anstrebt.
Ein allgemeiner Überblick über das Projekt und das zentrale Nährstoffkreislaufsystem sind im **letzten Newsletter** zu finden.
In dieser Newsletterausgabe legen wir den Fokus auf den FishCUBE und die Arbeiten im Teilprojekt 1, das eine gesamtheitliche Betrachtung des Projektes zum Ziel hat. Weiterhin stellen wir erste Ansätze und Konzeptideen für eine digitale Simulation des CUBES Circle vor.

1) RÜCKBLICK 2020

Während CUBES Circle zu Beginn des letzten Jahres noch auf der Grünen Woche in Berlin und im Rahmen des Wissenschaftsjahres Bioökonomie präsent sein konnte, musste seither ein Großteil der externen sowie der internen Veranstaltungen aufgrund der Pandemielage digital stattfinden. Einzelne Veranstaltungen wie die **EXPO2020** wurden verschoben, andere mussten leider abgesagt werden.
So ist das Pandemiegeschehen insgesamt nicht an der Projektarbeit vorbeigegangen und hat auch zu Verzögerungen der Baumaßnahmen der CUBES Circle-Testanlage in Berlin-Dahlem geführt. Dennoch ist es gelungen, viele Experimente bereits dezentral durchzuführen und die Projektpartner und -partnerinnen konnten alternative Lösungen finden und wo notwendig Anpassungsmaßnahmen vornehmen. Auf das nächste Projektjahr blicken wir positiv und freuen uns wieder auf einen direkteren Austausch.

INHALTE

- 1) Rückblick 2020
- 2) FishCUBE
- 3) Teilprojekt 1
- 4) Immersive Medien
- 5) Publikationen & Presse
- 6) Ausblick

2) DAS TEILPROJEKT 4 (FISH CUBE) IM KURZINTERVIEW

Das Teilprojekt 4 ist am Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) in Berlin angesiedelt. Das IGB ist das bundesweit größte und eines der international führenden Forschungszentren für Binnengewässer. Neben der übergreifenden Gewässerforschung ist dort v. a. durch die Abteilungen Ökophysiologie und Aquakultur (Abt. 5) sowie Biologie und Ökologie der Fische (Abt. 4) starke Expertise im Bereich nachhaltiger Fischzucht und Binnenfischerei vertreten.

Womit beschäftigt sich das Teilprojekt 4? Was sind zentrale Punkte?

Der FishCUBE repräsentiert die höchste trophische Ebene im CUBES Circle und stellt somit nicht nur das primär vom PlantCUBE benötigte Wasser zur Verfügung, sondern verkörpert vor allem eine zentrale Eintrittsstelle für die in Form des Fischfutters bereitgestellten Nährstoffe. Diese dienen im Zuge der Verstoffwechslung durch die Fische in gelöster und fester Form dem Plant- und InsectCUBE als Wachstumsgrundlage. Entsprechend beschäftigt sich der FishCUBE mit der Entwicklung spezieller Futtermittel basierend auf Insektenmehl sowie weiteren nachhaltigen Rohstoffen, die optimales Fischwachstum und beste Fischgesundheit garantieren, während sie gleichzeitig die bestmögliche Nährstoffversorgung von Pflanzen und Insektenlarven sicherstellen.

In diesem Zusammenhang steht weiterhin nicht nur das Fischwohl hinsichtlich spezieller Futtermittel und Haltungsbedingungen im Fokus, sondern letztlich auch die Qualität des Endprodukts für den Kunden. Somit wird sich das Team des FishCUBE in einem weiteren Schritt mit der Ausgestaltung eines sogenannten „Finisher Futters“ auseinandersetzen, welches die Anreicherung von hochwertigen Inhaltsstoffen in der finalen Aufzuchtphase fördert und dadurch die Erzeugung eines hochqualitativen Fischprodukts garantiert.

Welche Versuche werden durchgeführt?

Die ersten Versuche mit alternativen Proteinquellen wie Insektenlarvenmehl und Schlachtnebenprodukten als Fischmehlersatz in Diäten für Tilapia (*Oreochromis niloticus*), Schwarzen Pacu (*Colossoma macropomum*) und Afrikanischen Raubwels (*Clarias gariepinus*) sind bereits durchgeführt worden. Hier lag der Fokus vor allem auf der Frage, wie sich die unterschiedliche Ernährungsphysiologie der Arten (carnivor, omnivor, herbivor) auf die Akkumulation verschiedener Nährstoffe im Fischwasser auswirkt und welchen Einfluss darüber hinaus die getesteten alternativen Proteinquellen auf diese Nährstoffexkretionsmuster haben. Des Weiteren wurde ein erster Vorversuch hinsichtlich des Fischverhaltens bei unterschiedlichen Haltungsdichten unternommen, der wichtige Informationen für kommende Studien liefert hat.



Rendering der CUBES Circle Anlage, © Lennart Büth

Gibt es bereits erste Ergebnisse?

Unter Anwendung der ersten Iteration der Experimentaldiäten liegen bereits Ergebnisse hinsichtlich der Wachstumsleistung, Futtermittelverwertung und der sich im Fischwasser einstellenden Nährstoffakkumulationsmuster vor. Zusätzlich hat der Vorversuch zur Auswirkung von Haltungsdichten auf das Fischverhalten gezeigt, dass die Form der Haltungsbekken möglicherweise einen Einfluss auf Fischwohlparameter haben kann.

Wie ist der FishCUBE mit den anderen CUBES verbunden, bzw. wie fügt er sich in den CUBES Circle ein?

Der FishCUBE lässt sich als einer der zentralen Nährstoff- und Wasserlieferanten sowie -empfänger beschreiben. Die abgegebenen Nährstoffe werden zu Pflanzen- und Insektenlarvenbiomasse umgewandelt und nach Ernte des für die menschliche Ernährung bestimmten Teils finden diese Nährstoffe ihren Weg als Basis der Fischernährung zurück in den FishCUBE. Ähnlich verhält es sich mit dem Wasser, das an den PlantCUBE weitergeleitet wird, welches wiederum über die Pflanzentranspiration und darauffolgende Kondensierung wieder der Fischzucht zugefügt wird.

Welche Stoffe werden dabei dem FishCUBE zugeführt, welche Stoffe werden abgeführt?

Dem FishCUBE werden Fischfutter, Wasser und Setzlinge zugeführt, während nährstoffreiches Wasser an den PlantCUBE und die feste Fraktion der Fischausscheidungen an den InsectCUBE abgeführt werden. Darüber hinaus bilden die Schlachtabfälle eine wertvolle Protein- und Mineralquelle, die als zusätzlicher Fischmehlersatz dem Fischfutter beigelegt wird.

Womit werden die Fische gefüttert?

Die Fische werden hauptsächlich aus einer noch durch anstehende Forschung bestimmten Kombination aus Insektenlarvenmehl, Fischschlachtabfällen und weiteren nachhaltigen biogenen Ressourcen gefüttert. Diese Kombination aus wertvollen Bestandteilen wird den Fischen in Form kompakter Pellets dargeboten.

Welche Fische werden im FishCUBE gehalten?

Tilapia, Schwarzer Pacu und Afrikanischer Raubwels gehören aktuell zu den favorisierten Arten.

Ist die Haltung von Fischen in Tanks artgerecht?

Fische stehen in einer sehr intimen Beziehung zu dem sie umgebenden Medium, welches bezüglich der Qualität seiner Eigenschaften stark variieren kann. Die im FishCUBE zum Einsatz kommende Kreislaufanlagentechnologie ermöglicht das genaue Einstellen und Überwachen der für die Fische wichtigsten Wasserparameter wie etwa Temperatur, pH-Wert, O₂/CO₂-konzentration, Strömungsgeschwindigkeit etc. Die optimalen und stabilen Umweltbedingungen in Verbindung mit einer ausgewogenen Ernährung sowie stressphysiologisch angepasster Haltungsdichten ermöglicht die vergleichsweise stressfreie und artgerechte Haltung von Fischen in Tanksystemen wie einer Kreislaufanlage.

3) DAS TEILPROJEKT 1 STELLT SICH VOR

Im Teilprojekt 1 erfolgt seitens der TU Braunschweig die ganzheitliche Betrachtung von CUBES Circle. Dabei liegt der Fokus auf der Nachhaltigkeitsbeurteilung. Mittels Ökobilanzierung, auch bekannt als Life Cycle Assessment (LCA), wird der Einfluss dieses neuartigen symbiotischen Produktionssystems auf die Umwelt untersucht. Um dieses System bewerten zu können, werden zunächst entsprechende Methoden und Werkzeuge entwickelt. Anschließend werden die Umweltwirkungen der in CUBES Circle produzierten Lebensmittel mit denen von herkömmlich produzierten Lebensmitteln verglichen und Vorteile und Herausforderungen aus ökologischer Sicht identifiziert. Dabei wird der gesamte Lebenszyklus betrachtet. Um CUBES Circle möglichst genau abbilden zu können, laufen im Teilprojekt 1 Daten und Ergebnisse aus den anderen Teilprojekten zusammen. In einem weiteren Schritt wird zudem eine Kostenanalyse durchgeführt.



TU Braunschweig / IWF

In der Professur „Nachhaltige Produktion und Life Cycle Engineering“ von Professor Christoph Herrmann wird daran geforscht, die Nachhaltigkeit von Produktionsprozessen zu ermitteln und zu verbessern. Die Forschung beruht auf Energieeffizienz und Energieflexibilität über Digitalisierung und Kreislaufwirtschaft bis hin zu urbaner Symbiose. Ein Schwerpunkt der Arbeit liegt im Bereich des Life Cycle Engineerings. Hier geht es darum Methoden und Werkzeuge zu entwickeln, um Risiken und Umweltwirkungen über den gesamten Produktlebensweg zu minimieren und gleichzeitig den Ertrag zu maximieren.



Aufgabenbereich des Teilprojekt 1, © Britta Buchholz

ERSTE ERGEBNISSE AUS DEM TEILPROJEKT

Im Rahmen von Vorarbeiten wurde zum Beispiel der Frage nachgegangen, wie man die funktionelle Einheit in einem System definiert, welches mehrere Funktionen erfüllt - in diesem Fall also verschiedene Nahrungsmittel generiert. Außerdem wurde ein Ansatz für die Erstellung der Sachbilanz einer symbiotischen Nahrungsmittelproduktion entwickelt.

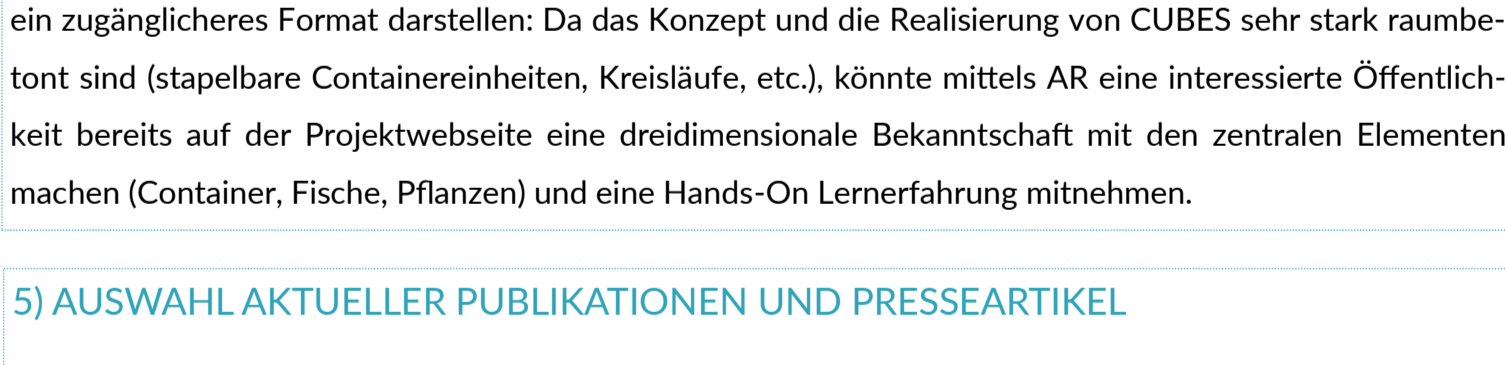
Für eine erste ökologische Bewertung wurde auf Basis von veröffentlichten Daten ein Ökobilanzierungsmodell erstellt, in dem Fisch-, Pflanzen- und Insektenzucht miteinander verbunden sind. Solch ein Modell berücksichtigt alle In- und Outputs. Dazu zählen beispielsweise Glas für das Gewächshaus, elektrische Energie und Fischfutter. Als nächstes wird das Ökobilanzierungsmodell kontinuierlich mit Messergebnissen und Erkenntnissen aus den anderen Teilprojekten spezifiziert, um genauere Aussagen über die Nachhaltigkeit von CUBES Circle treffen zu können. Erste Analysen weisen darauf hin, dass besonders der Energieverbrauch zu starken Umweltwirkungen führt. In weiteren Szenarien wird der Einfluss verschiedener Faktoren auf die ökologische Performance überprüft, indem zum Beispiel einzelne Parameter verändert werden. Mögliche Fragestellungen sind „Wie wirkt sich die Nutzung erneuerbarer Energien auf die Nahrungsmittelproduktion in CUBES Circle aus?“ oder „Wie ist die ökologische Performance in anderen Klimazonen?“.

4) NEUARTIGE IMMERSIVE MEDIEN FÜR CUBES CIRCLE

Kreislaufbasierte, symbiotische Produktionssysteme wie der CUBES Circle sind stark zukunftsorientiert und haben dementsprechend eine lange Innovationszeit von der Entwicklung bis zur praktischen Verwendung. So könnten nach mehreren Jahren vergehen, bis uns diese Module von den Dächern Berliner Neubauten oder aus Parkanlagen heraus zu winken.

Es ist jedoch ein Anliegen, diese Vision schon jetzt virtuell zu erleben und erlebbar zu machen. Besser noch, ein so realistisches virtuelles Modell zu erschaffen, dass es als Grundlage von designtechnischen Überlegungen dienen kann, welche schrittweise in den Entwicklungsprozess einfließen können.

Mithilfe neuartiger immersiver Medien wie Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR), zusammengefasst „XR“, ist genau dies möglich. Doch warum sind diese Medien immersiv? Mit einem VR Headset ist eine Nutzerin oder Probandin nicht nur Betrachterin einer virtuellen CUBES Anlage, sie ist mittendrin und kann z. B. durch Hand- und Augenbewegungen auf intuitive Weise mit der Anlage interagieren, und sich so ein insgesamt realistischeres Bild von unserer Forschung machen.



Erste Simulationen von Möglichkeiten der Interaktion in der CUBES Circle Anlage, © Zoltan Ferenczi

VR-Headsets sind bisher nicht stark verbreitet, und so könnte Augmented Reality in manchen Situationen ein zugänglicheres Format darstellen: Da das Konzept und die Realisierung von CUBES sehr stark raumbestimmt sind (stapelbare Containereinheiten, Kreisläufe, etc.), könnte mittels AR eine interessierte Öffentlichkeit bereits auf der Projektwebseite eine dreidimensionale Bekanntschaft mit den zentralen Elementen machen (Container, Fische, Pflanzen) und eine Hands-On Lernerfahrung mitnehmen.

5) AUSWAHL AKTUELLER PUBLIKATIONEN UND PRESSEARTIKEL

Dannehl, D., Schwend, T., Veit, D., Schmidt, U. (2021). Increase of Yield, Lycopene, and Lutein Content in Tomatoes Grown Under Continuous PAR Spectrum LED Lighting. *Frontiers in Plant Science* 12. DOI: 10.3389/fpls.2021.611236.

Dannehl, D., Schwend, T., Veit, D., Schmidt, U. (2021). LED versus HPS Lighting: Effects on Water and Energy Consumption and Yield Quality in Lettuce Greenhouse Production. *Sustainability*, 13(15), 8651. <https://doi.org/10.3390/su13158651>.

Mempel, H., Jüttner, I., Wittmann, S. (2021). The potentials of Indoor Farming for plant production. *Automatisierungstechnik* 69 (4), S. 287-296.

Meyer, P., Förster, N., Huyskens-Keil, S., Ulrichs, C., Geilfus, C-M. (2021). Phenolic compound abundance in Pak choi leaves is controlled by salinity and dependent on pH of the leaf apoplast. *Plant-Environment Interactions*. 2: S. 36-44. <https://doi.org/10.1002/pei3.10039>.

Wittmann, S., Jüttner, I., Spence, M., Mempel, H. (2021): Indoor Vertical Farming: konsequente Weiterentwicklung des geschützten Anbaus. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): *Jahrbuch Agrartechnik 2020*. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge. 2021. S. 1-15.

Humboldts17 (27.01.2021): **Eine Farm in Würfelform** (inklusive Video)

Bioökonomie.de, von Ulrichs, C. & Ferenczi, Z. (29.07.2021): Kreislaufwirtschaft für die Stadt der Zukunft

6) AUSBLICK

Wir freuen uns, dass mit Pandemie-bedingter Verzögerung im Oktober diesen Jahres die Expo2020 in Dubai eröffnet. CUBES Circle ist hier mit mehreren Exponaten im Deutschen Pavillon vertreten.

Darüber hinaus ist für den Herbst 2021 im **Museum für Naturkunde** in Berlin die Eröffnung einer Ausstellung zur Bioökonomie geplant. Diese befasst sich mit der Zukunft der Landwirtschaft und der Ansatz von CUBES Circle wird mit einem VR-Exponat vorgestellt.

-----KONTAKT-----

Prof. Dr. Christian Ulrichs
& Dr. Zoltan Ferenczi
Humboldt-Universität zu Berlin
Lebenswissenschaftliche Fakultät

Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und
Gartenbauwissenschaften
Fachgebiet Urbane Ökophysiologie der Pflanzen
Lentzeallee 55-57
14195 Berlin

Tel.: +49 30 2093 46420
Fax: +49 30 2093 46440
E-Mail: mail@cubescircle.de

Folgen Sie uns auf Instagram:
[@cubescircle](https://www.instagram.com/cubescircle)

