

# Project brief

Thünen-Institut für Agrartechnologie

2026/18

## Die Zukunft isst anders – Konzeptgestaltung zur nachhaltigen Ernährung der Welt 2100

Anja Kuenz<sup>1</sup>, Marius Tölle<sup>1</sup>, Wibke Hußmann<sup>1</sup>

- Um die Ernährungssicherheit der Weltbevölkerung zu gewährleisten und gleichzeitig die Umwelt zu schützen sind neue Konzepte für eine globale Nahrungsmittelproduktion notwendig.
- Eine Option könnte die „Landlose Produktion von Nahrungsmitteln“ sein, die auf Bioreaktoren und Nährstoffrecycling basiert.
- Die Kombination von Mikroalgen mit filamentösen Pilzen könnte insbesondere den Bedarf des kalorigen Teils der Ernährung decken.

### Hintergrund und Zielsetzung

Um die Weltbevölkerung auch im Jahr 2100 ernähren zu können, müssen sich die globale Landwirtschaft und die gesamte Wertschöpfungskette bei Lebensmitteln verändern. Insbesondere in Afrika steht man vor großen Problemen. Bis zum Ende des Jahrhunderts werden hier rund 80 % des globalen Bevölkerungszuwachses erwartet – ein Anstieg von 1,2 auf 4,4 Milliarden Menschen. Auch der Klimawandel und die Erschöpfung endlicher Ressourcen, die zur Intensivierung der Landwirtschaft benötigt werden, stellen das Agrarsystem vor große Herausforderungen.

In dem Projekt „LandLessFood“ werden neue Konzepte für die Lebensmittel- und Futtermittelproduktion entwickelt, bei denen Nährstoffe aus Abfallströmen heraus genutzt und damit recycelt werden können. In dem Teilprojekt „LandLessFood\_blue“ untersuchen wir das Potenzial von Bioreaktoren als Komponente eines nachhaltigen, zirkulären landwirtschaftlichen Systems. Hierbei soll vor allem der Bedarf des kalorigen Teils der Ernährung, wie Kohlenhydrate und Lipide gedeckt werden und dies unabhängig von Bodenfruchtbarkeit und Süßwasserressourcen um platzsparend und nachhaltig die Ernährung zu ergänzen.

### Vorgehensweise

Bestimmte Mikroalgenarten können dank ihrer hohen Protein-, Kohlenhydrat- und Lipidgehalte, einen wichtigen Beitrag zur Ergänzung der menschlichen Ernährung leisten. Unser Hauptaugenmerk lag auf der Produktion von Kohlenhydraten durch Mikroalgen. Da in dieser Hinsicht bisher nur ein Bruchteil der Mikroalgenarten wissenschaftlich untersucht wurde, vergleichen wir neben Arten aus verschiedenen Stammsammlungen auch Arten aus Umweltproben.

Vielversprechende Stämme werden in einem Photobioreaktor unter Nutzung von Abfallströmen kultiviert. Dabei optimieren wir verschiedene Parameter wie Medienzusammensetzung, Temperatur, Lichtintensität und -dauer, pH-Wert, Gasversorgung etc.

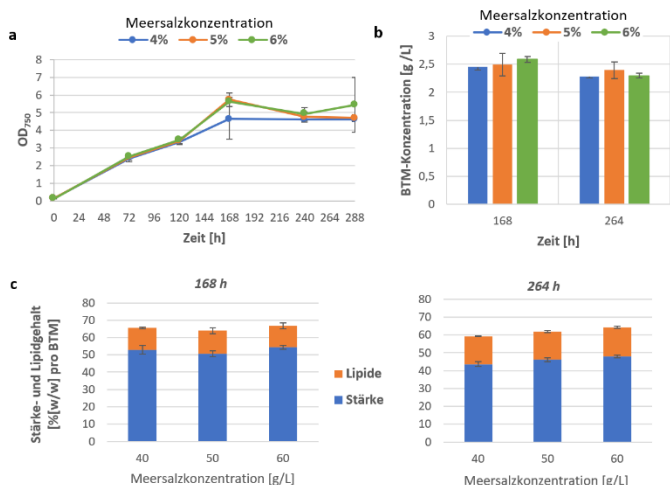
Bei der Kultivierung von Mikroalgen ist u. a. das *Downstream Processing*, alle nach der Kultivierung erfolgenden Prozessschritte, der limitierende Faktor. Gründe dafür sind die niedrige Biomassedichte pro Volumeneinheit, der geringe Zelldurchmesser und der geringe Dichteunterschied zum Kulturmedium. Daher besteht großes Interesse an alternativen, günstigen Prozessen zur Abtrennung und Aufkonzentrierung der Mikroalgen, wie z. B. die Bioflockulation. Dabei lagern Mikroorganismen feine Partikel zu größeren Flocken, zusammen. Unter Zuhilfenahme filamentöser Pilze, können die Mikroalgen zudem in ihren ernährungsphysiologischen Eigenschaften ergänzt werden. Ein weiterer großer Kostenfaktor für die Produktion von nachhaltigen, günstigen Lebensmitteln auf Basis von Mikroorganismen ist die Nutzung von Reinstoffen und komplexen Medienbestandteilen für die Kultivierung. Zu diesem Zweck führten wir zunächst ein Screening durch, mit dem Ziel robuste, lebensmittelkonforme Mikroalgen und Schimmelpilze zu finden. Diese sollen in Meerwasser ohne Zugaben von teuren Mikronährstoffen wachsen können. Stattdessen sollen alternative Nährstoffquellen aus Abfallströmen verwertet werden.

Auf Grundlage dieser Arbeiten haben wir anschließend das Verfahren der Bioflockulation optimiert und die damit gewonnene Verbundbiomasse aus Schimmelpilz und Mikroalge hinsichtlich ihres ernährungsphysiologischen Wertes analysiert.

### Ergebnisse

Für die Auswahl geeigneter Mikroalgen wurden zwei verschiedene Gärreste aus Biogasanlagen sowie Schweine- und Humanurin als Abfallströme im Kulturmedium eingesetzt. Dabei zeigte sich Humanurin als geeignetes Abfallsubstrat und *Dunaliella bioculata* als Mikroalgenart besonders vielversprechend. Sie überzeigte durch eine hohe Stärkeproduktion, stabiles Wachstum und einfache Handhabbarkeit. Da für die Zukunft auch offene Systeme (*Open Pond*-Systeme) für die Kultivierung der Mikroalgen geplant sind, müssen Kontaminationen weitestgehend eingedämmt werden können.

Dies kann u. a. mit hohen Salzkonzentrationen erreicht werden. Bei Meersalzkonzentrationen von 40, 50 und 60 g/L zeigte sich, dass diese Erhöhung der Salzkonzentration ohne signifikante Einbußen in Biotrockenmasse (BTM)-, Stärke- und Lipidproduktion möglich ist (Abb. 1).



**Abbildung 1:** Einfluss der Meersalzkonzentration auf die Mikroalge *Dunaliella bioculata* a) Wachstumskurven, b) Biotrockenmasse-Konzentrationen, c) Stärke- und Lipidgehalte (eigene Darstellung)

In einem weiteren Wachstumsversuch wurden noch höhere Salzkonzentrationen von 80, 120, 160 und 200 g/L untersucht. Die benötigte Kultivierungszeit war unter diesen hohen Salzgehalten zwar deutlich länger, aber nach 28 Tagen wurden selbst mit der höchsten Salzkonzentration immer noch 0,9 g/L Biotrockenmasse mit einem Stärkegehalt von 45 % gebildet (Daten nicht dargestellt). Dies zeigt, dass *Dunaliella bioculata* in der Lage ist auch unter extrem hohen Salzgehalten zu wachsen und Stärke als Speicherstoff aufzubauen. Um die Kosten für die Abtrennung der Mikroalgen-Biomasse vom Kulturmedium zu reduzieren, wurde der Einfluss des filamentösen Schimmelpilzes *Aspergillus oryzae* DSM63303 auf die Bioflockulation untersucht. Für diese Experimente erwies sich die Mikroalge *Tetraselmis subcordiformis* SAG161-1a als besonders geeignet. Als alternative Nährstoffquellen wurden Humanurin für die Mikroalge sowie Apfeltrester und Reiskleie für den Pilz verwendet. Für die resultierende Verbundbiomasse aus *T. subcordiformis* und *A. oryzae* wurden die Nährstoffzusammensetzungen und Brennwerte kalkuliert (Tabelle 1). Dabei haben wir für die Bioflockulation zwei Teile Pilz- und einen Teil Mikroalgen-Biotrockenmasse angenommen. Mit einem Brennwert von 601,8 kJ pro 100 g liefert die Verbundbiomasse zwar generell eine geringere Energiedichte als die meistkonsumierten Grundnahrungsmittel z. B. in Afrika. Der Wert ist aber insgesamt vergleichbar mit den Brennwerten von Wurzelgemüsen wie Yam und Maniok oder der Kochbanane. Sie liefert jedoch ein gänzlich anderes Nährstoffprofil als diese kohlenhydratreichen Lebensmittel. Mit hohem Proteingehalt (15,9 %) und mittleren Fettsäureanteilen (5 %) ist sie eher mit

tierischen Lebensmitteln wie Tilapia oder Huhn vergleichbar. Ein Vorteil der Verbundbiomasse aus Mikroalgen und

**Tabelle 1:** Verbundbiotrockenmasse von *A. oryzae* und *T. subcordiformis* bei einem Trockenmasseverhältnis (TMV) von 0,5 (eigene Darstellung).

	Brennwert in 100 g [kJ]	Protein [%]	Kohlenhydrate [%]	Fettsäuren [%]
<i>T. subcordiformis</i> SAG161-1a	1123	24,3	23,2	8,5
<i>A. oryzae</i> DSM63303	309	11,7	1,6	3,2
Verbundbiomasse TMV 0,5	602	15,9	8,8	5

filamentösen Pilzen liegt eindeutig in ihrem kurzen Produktionszyklus: Während herkömmliche Grundnahrungsmittel mehrere Monate bis zur Ernte benötigen, kann die Biomasse innerhalb von etwa zwei Wochen produziert werden. Dies ermöglicht eine schnelle, flexible und kontinuierliche Verfügbarkeit, was insbesondere in Krisenzeiten oder unter instabilen Versorgungsbedingungen von Vorteil ist.

### Fazit

Wir haben Mikroalgen identifiziert, die sich sehr gut für eine alternative Nahrungsmittelproduktion eignen. Diese zielt auf Einbeziehung von Abfallströmen und Schonung von Boden- und Süßwasserressourcen. Die Bioflockulation mit Hilfe eines filamentösen Pilzes eignet sich zur Vorbereitung eines effektiven *Downstream Processing*. Durch die Weiterentwicklung ernährungsphysiologischer und lebensmittelrechtlicher Anforderungen kann unsere Arbeit zukünftig einen wertvollen Beitrag zu einer nachhaltigen Lebensmittelproduktion leisten.

## Weitere Informationen

### Kontakt

<sup>1</sup>Thünen-Institut für Agrartechnologie  
[Anja.Kuenz@thuenen.de](mailto:Anja.Kuenz@thuenen.de)  
[www.thuenen.de/at](http://www.thuenen.de/at)

DOI: 10.3220/253-2026-85

### Laufzeit

3.2020-12.2025

### Projekt-ID

2268

### Veröffentlichungen

Tölle M, Kuenz A. (2024). Optimizing separation: Utilizing *A. oryzae* for bioflocculation of marine *T. subcordiformis* on agricultural residues. *J. Appl. Phycol.* doi.org/10.1007/s10811-024-03400-0.

Hußmann W, Tölle M, Kuenz A. (2023). LandLessFood-blue: Mikroalgen als wichtige Komponente der Ernährungssicherheit im Jahr 2100. In: *Symposium der Blauen Bioökonomie 2023*, 2023, S. 40–41.