

LandLessFood

Konzeptentwicklung zur Forschung für eine nachhaltige und zirkuläre Ernährung der Welt im Jahr 2100

Projektnummer: OL-2018-1997

Laufzeit: Oktober 2018 bis September 2020

Gerold Rahmann, Engel Hessel, Daniel Grimm und Anja Kuenz

Projekt-Abschlussbericht

Trenthorst, 30.09.2020

Gerold Rahmann
Daniel Grimm
Thünen-Institut für Ökologischen Landbau

Engel Hessel
Anja Kuenz
Thünen-Institut für Agrartechnologie

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ökologischen Landbau
Trenthorst 32
23847, Westerau

Tel.: +49 4539 8880 0
Fax: +49 4539 8880 120
E-Mail: ol@thuenen.de

Gliederung

Zusammenfassung	1
Summary	1
1 Ziele	2
1.1 Projekthintergrund	2
1.2 Aufgabenstellung	3
1.3 Projektbeteiligte	3
1.4 Zielsetzung und Meilensteine	4
1.5 Förderung	4
1.6 Planung und Ablauf des Vorhabens	4
2 Ergebnisse	5
2.1 Meilenstein 1: Publikation eines wissenschaftlichen Artikels der die dem Projekt zugrundeliegende Problematik beschreibt	5
2.2 Meilenstein 2: Publikation von wissenschaftlichen Artikeln zu Mikroorganismen die für das LandLessFood-Konzept besonders geeignet sind	8
2.2.1 Algen in der Landwirtschaft der Zukunft	8
2.2.2 Pilze in der Landwirtschaft der Zukunft	8
2.2.3 Agrarökonomische Berechnungen für die Welt im Jahr 2100	9
2.3 Meilenstein 3: LandLessFood Workshop in Marrakesch	10
2.4 Meilenstein 4: Folgeprojekte	13
2.4.1 Folgeprojekte: LandLessFood_blue	13
2.4.2 Folgeprojekte: LandLessFood_green	13
2.5 Kommunikation und Lehre	14
2.5.1 Praktikant*innen	14
2.5.2 Vorträge	15
3. Publikationen	16
4. Anhänge	17

Zusammenfassung

Das LandLessFood-Projekt war als „Think-tank“ angelegt, in dem ein kohärentes, sowohl lokal als auch global anwendbares, nachhaltiges Landwirtschaftskonzept für das Jahr 2100 entwickelt, wichtige Wissenslücken ausgemacht und so Forschungsprojekte anzustoßen werden. Es hatte eine Laufzeit von 2 Jahren von Oktober 2018 bis September 2020.

In dem Projekt wurden vier wissenschaftliche Artikel publiziert und zwei Forschungsprojekte, LandLessFood-blue und LandLessFood-green, konzipiert. Die Wissenslücken, die ausgemacht wurden und in diesen Forschungsprojekten bearbeitet werden beziehen sich auf Möglichkeiten zur Nährstoffzirkulation und Verminderung des Ausstoßes von Treibhausgasen mithilfe von Bioreaktoren, Pilzkultivierung und Vermiculture (Regenwurmproduktion). Mithilfe dieser Komponenten als Teil zirkulärer Landwirtschaftssysteme könnte die globale Landnutzung erheblich effizienter und nachhaltiger werden. So könnten selbst Regionen der Welt die aufgrund extremen Bevölkerungswachstums, Flächenknappheit und Klimawandel akut von Nahrungsunsicherheit betroffen sind, sich selbständig mit Lebensmitteln versorgen.

Summary

The LandLessFood-project was designed as “think-tank” and had the goal of designing a coherent, sustainable concept of agriculture, which should be applicable locally and globally and would ensure sufficient food production in the year 2100. To this end, the most important gaps of knowledge were to be located, in order to create research projects, which would help overcome the most significant barriers in building a sustainable agricultural system. The project was carried out in two years from October 2018 to September 2020.

Four scientific papers were published as a result of the project and two research projects, LandLessFood-blue and LandLessFood-green, have been created. The most important gaps of knowledge that were found in the course of the project concerned the useability of bioreactors, of mushroom cultivation and of vermiculture as part of circular agricultural systems. With the help of these components, a sustainable, efficient agricultural system, which produces enough food, even for those regions of the world which face the severest challenges with regards to food security, would be possible.

1 Ziele

1.1 Projekthintergrund

Um die Weltbevölkerung im Jahr 2100 ernähren zu können sind grundlegende Veränderungen der globalen Landwirtschaft und der gesamten Lebensmittelkette notwendig. Insbesondere in Afrika steht man vor scheinbar kaum lösbaren Problemen. Rund 80% des globalen Bevölkerungszuwachses bis zum Ende des Jahrhunderts werden hier erwartet – ein Anstieg von 1,2 auf 4,4 Milliarden Menschen – und auch die niedrigsten Prognosen der Vereinten Nationen sagen eine Verdreifachung der Bevölkerung voraus. Für die Weltbevölkerung wird ein Anstieg von 7,6 Milliarden (2018) auf 11 Milliarden vorhergesagt. Während die Zukunft der Landwirtschaft also in vielen Regionen der Welt, zumindest rein rechnerisch, gesichert scheint, steht man in Afrika und einigen Regionen Ostasiens vor dem konkreten Problem, dass selbst laut konservativer Wachstumsprognosen zu wenig Land für die Lebensmittelversorgung der Bevölkerung existiert.

Da außerdem essenzielle Ressourcen, die für eine Intensivierung der Landwirtschaft und die Nutzung unfruchtbarer Landstriche für die Lebensmittelproduktion notwendig wären, wie Phosphor, Wasser und fossile Brennstoffe, zunehmend knapp und teuer werden, ist die Lebensmittelsicherheit auch global bedroht. Der Verlust fruchtbarer Böden durch Erosion und wenig nachhaltige landwirtschaftliche Praktiken, sowie der Klimawandel, vergrößern diese Unsicherheit noch. Eine „ökologische“ Form der Landwirtschaft, in der mit Ressourcen verantwortlicher umgegangen wird, benötigt mehr Fläche als „konventionelle“ Landwirtschaft mit hohem externem Aufwand (v.a. Düngemittel, Pestizide, Futter) und ist somit nicht dazu geeignet, im Alleingang die Probleme zu lösen. Dieser Umstand ist einer wachsenden Zahl an Akteuren bewusst, was zu einer Debatte über die Zukunft der Landwirtschaft und insbesondere die Rolle des Ökologischen Landbaus führte.

Im 2017 erschienen Paper „Organic Agriculture 3.0 is innovation with research“ (Rahmann et al. 2017) nahmen 35 Wissenschaftler zu dieser Debatte Stellung und entwarfen einen Leitfaden für einen „Ökologischen Landbau 3.0“. Eine der Forderungen des Papers ist, dass „landless food production“, also die Herstellung von Lebensmitteln mit minimalem Flächenverbrauch, ohne Zugriff auf Ackerland oder andere fruchtbare Böden, als Möglichkeit der Entlastung agrarisch genutzten Landes erforscht wird. „Landless food“ Systeme gibt es bereits (z.B. urbane und peri-urbane intensive Tierhaltungssysteme mit Zukauf-/Importfuttermitteln und überregionaler Wirtschaftsdüngerentsorgung, Pilzproduktion in Kellern, roof farming, vertical farming, balcony farming, in-house farming), aber nicht in einem ganzheitlichen und zirkulären Ansatz unter prekären Bedingungen. Neue Ansätze sind z.B. die Integration von Bioreaktoren für Algen in den Kreislauf. Sie können eventuell einen wichtigen Beitrag in der zusätzlichen Produktion von Nahrung in Städten und Gebieten ohne Anbaufläche für Lebensmittel erbringen. Hierbei gilt es auch zu bedenken, dass besonders ertragreiche Formen der Landwirtschaft langfristig gesehen oft in eine Abhängigkeit von Betriebsmitteln führen, so dass immer größere Mengen von Düngemitteln und

Pestiziden eingesetzt werden müssen um einen hohen – und letzten Endes dann doch sinkenden – Ertrag auf zunehmend unfruchtbaren Böden zu gewährleisten. Je mehr der „Druck auf das Land“, also die Notwendigkeit, so viel Nahrung pro Hektar wie möglich zu produzieren, reduziert werden kann, desto nachhaltiger.

1.2 Aufgabenstellung

Vor diesem Hintergrund wurde das LandLessFood-Projekt ins Leben gerufen. Ziel war es, ein kohärentes, zirkuläres Agrarökosystem zu entwerfen und zu entwickeln, welches vielversprechende Ansätze einer landlosen Lebensmittelproduktion enthält. Das Konzept/Modell sollte im Rahmen von Workshops mit Experten diskutiert und durch Publikationen in Fachjournalen veröffentlicht werden. So sollte der Grundstein für ein weiterführendes Forschungsprogramm gelegt werden, in dem essentielle Probleme zur Ernährung der Weltbevölkerung im Jahr 2100 in einem ganzheitlichen Ansatz gelöst werden.

1.3 Projektbeteiligte

Das LandLessFood Projekt wurde in Kooperation des Thünen-Instituts für Ökologischen Landbau (OL) in Trenthorst und des Thünen-Instituts für Agrartechnologie (AT) in Braunschweig durchgeführt.



Prof. Dr. Gerold Rahmann

Leiter des Thünen-Instituts für Ökologischen Landbau, Projektleiter und Initiator



Daniel Grimm, M.Sc.

Wissenschaftlicher Beschäftigter am Thünen-Institut für Ökologischen Landbau



Prof. Dr. Engel Hessel

Leiterin des Thünen-Instituts für Agrartechnologie



Dr. Anja Kuenz

Wissenschaftliche Beschäftigte am Thünen-Institut für Agrartechnologie

1.4 Zielsetzung und Meilensteine

Im ersten LandLessFood Projekttreffen am 29.10.2018 in Braunschweig wurden drei Meilensteine beschlossen, auf die in den nächsten zwei Jahren hingearbeitet werden würde:

- (1) Publikation eines wissenschaftlichen Artikels, der die dem Projekt zugrunde liegende Problematik beschreibt, aus dem sich die Notwendigkeit einer zirkulären, nachhaltigen und durch die Integration von landgebundener und landloser Nahrungsmittelherstellung ableitet. (Ownership des Themas)
- (2) Publikation eines Papers, in dem Mikroorganismen für die Nahrungsmittelproduktion in Bioreaktoren (insbesondere Photobioreaktoren) bewertet werden und die potenzielle Flächen- und Ressourceneffizienz berechnet wird.
- (3) Organisation eines mehrtägigen Workshops. Hier sollten das Konzept und die Vision des Projektes und weitere Schritte und Möglichkeiten zur Kooperation diskutiert werden. Die Ergebnisse des Workshops sollten publiziert werden. Der Austragungsort sollte idealerweise in einem afrikanischen Land liegen.

Zusammenfassende Zielsetzung: Das Projekt war als „Think-tank“ konzipiert und sollte die dem Projekt zugrundeliegende Problematik in einem wissenschaftlichen Review beschreiben. Darauf aufbauend sollten Lösungen überlegt und ein Forschungskonzept erarbeitet werden. Das Konzept sollte dann mit Experten in einem Workshop diskutiert werden, um es einer wissenschaftlichen Qualitätskontrolle zu unterziehen. Die Teilnehmer des Workshops sollten Review-Artikel zu den einzelnen Unterthemen des Gesamtkonzeptes beisteuern, welche publiziert werden sollten, um zum Ende des Projektes eine belastbare wissenschaftliche Grundlage für die nun startende Projektphase zu haben. Ziel des Projektes war auch, Forschungsprojekte anzustoßen und zu ermöglichen.

1.5 Förderung

Das Projekt wurde aus Eigenmitteln des Thünen-Instituts finanziert.

1.6 Planung und Ablauf des Vorhabens

Der Zeitplan des Projekts (Tabelle 1) wurde im ersten Projektgruppentreffen, am 29. Oktober 2018, in grober Form beschlossen.

Tabelle 1: Zeitplan des LandLessFood Projekts

Arbeitspakete	Jahr 1				Jahr 2			
	3	6	9	12	15	18	21	24
Recherche und Publikation eines Papers zur "Problematik 2100"								
Vorbereitung und Austragung des LLF Workshops								
Recherche und Publikation der Paper für das LLF Special Issue								
Review-Prozess und Publikation des LLF Special Issue								
Projektdesign für die Forschungsphase (nach Sept. 2020)								

Das Projekt wurde als zweijährige Konzeptphase innerhalb eines länger dauerndes Gesamtvorhabens geplant. So sollte auf die Konzeptphase eine Forschungsphase von fünf oder mehr Jahren und auf diese eine Umsetzungsphase folgen, in der die Hochskalierung der landwirtschaftlichen Ansätze und die Prüfung des Konzepts auf wirtschaftliche Anwendbarkeit im Vordergrund stehen würde.

Die Aufteilung der Arbeitsinhalte zwischen den beteiligten Fachinstituten in Trenthorst (OL) und Braunschweig (AT) wurde auf regelmäßigen Projektgruppentreffen (ca. alle 6 Monate) abgestimmt.

2 Ergebnisse

2.1 Meilenstein 1: Publikation eines wissenschaftlichen Artikels der die dem Projekt zugrundeliegende Problematik beschreibt

Rahmann, G., Grimm, D., Kuenz, A., & Hessel, E. (2020). Combining land-based organic and landless food production: a concept for a circular and sustainable food chain for Africa in 2100. *Organic Agriculture*, 10(1), 9-21.

In dem Artikel wird anhand von Daten der FAO, der UN und einer Vielzahl Publikationen aus wissenschaftlichen Fachjournalen belegt, dass aufgrund des Bevölkerungswachstums sowie der begrenzten Verfügbarkeit von fruchtbaren Böden in einigen Regionen der Welt eine ausreichende Lebensmittelproduktion nach heutigem Stand der Technik mit gegenwärtigen Anbaumethoden und Lieferketten noch unsicherer werden könnte als sie heute bereits ist. Selbst nach optimistischen Grundannahmen, erscheint insbesondere in Afrika aber auch asiatischen Ländern wie Indien, Bangladesch oder Pakistan eine selbstständige und nachhaltige Lebensmittelversorgung problematisch, so dass entweder extrem große Mengen importiert werden oder eine landlose Lebensmittelversorgung aufgebaut werden müsste. Da Afrika schon heute mehr Essen importiert als exportiert, die Bevölkerung sich aber bis 2100 vervierfachen soll, ist die Lage ernst. Aktuelle Pläne von afrikanischen Regierungen und internationalen

Organisationen reichen nur bis zum Jahr 2050. Diese Pläne greifen allerdings zu kurz, da erst in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts Bevölkerungszahlen erreicht werden, bei denen es nicht mehr reicht afrikanische Erträge auf internationales Niveau zu bringen. Diese Problematik ist in Abbildung 1 für die Welt, Afrika und Nigeria dargestellt.

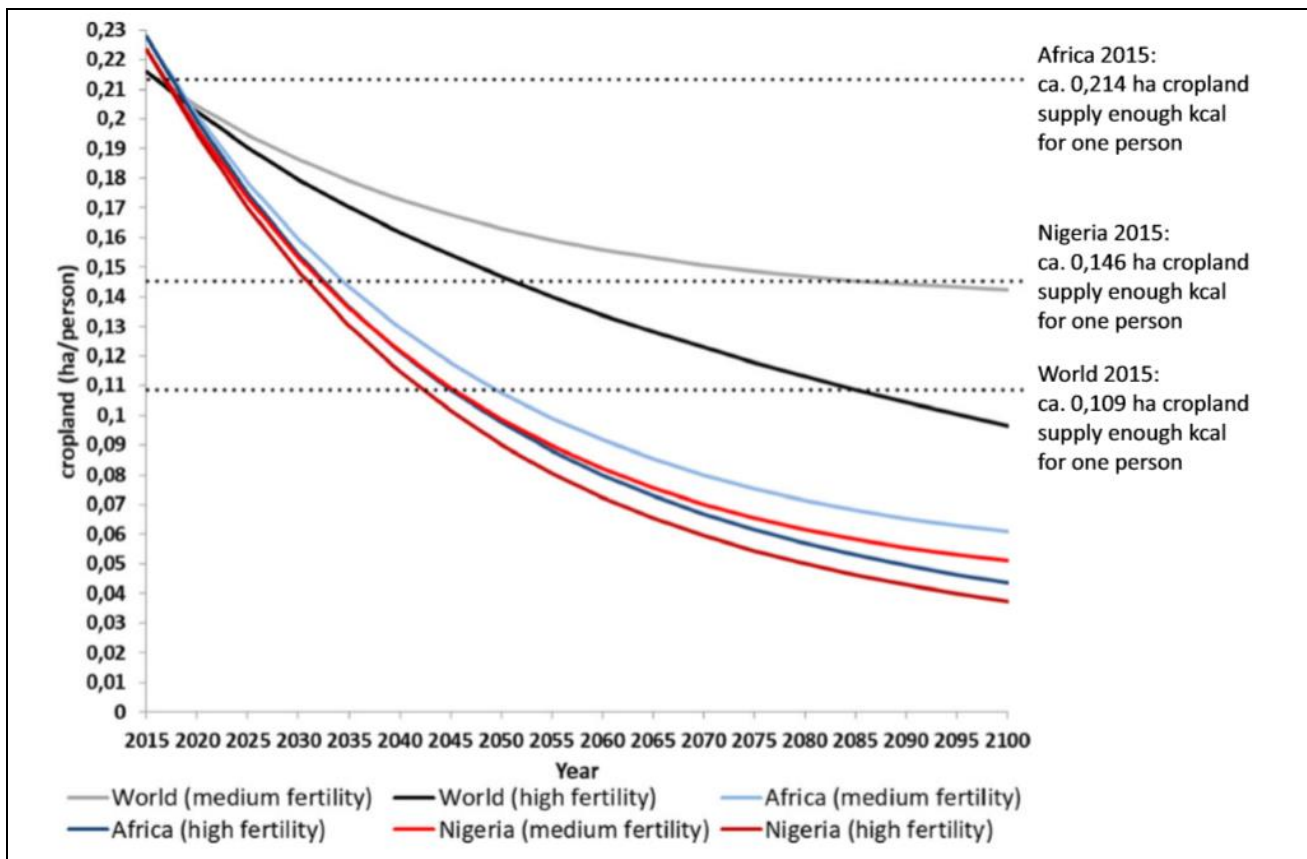


Abbildung 1: Flächenverfügbarkeit für die Lebensmittelversorgung einer Person im Zeitraum von 2015 bis 2100 bei unterschiedlichen Szenarien. Die gestrichelten Linien geben an wie viel Land für eine ausreichende Ernährung in verschiedenen Regionen benötigt werden (Rahmann et al. 2020).

Um die implizierten Herausforderungen zu lösen werden folgende zehn Aktivitäten vorgeschlagen:

- (1) Besser verstehen was Menschen essen
- (2) Landwirtschaftliche Erträge auf nachhaltige Weise maximieren
- (3) Entwicklung ökologisch kohärenter Nahrungsketten (Produktion bis Konsum)
- (4) Nahrungsketten ökonomisch nachhaltig und fair gestalten
- (5) Ethische und soziale Standards für Nahrungsketten definieren
- (6) Neue Nahrungsquellen erforschen

- (7) Nahrungssysteme mit weniger Viehhaltung
- (8) Bildung für Nachhaltiges Konsum- und Produktionsverhalten
- (9) Nachhaltige, lokale Produktion von Grundnahrungsmitteln fördern und schützen
- (10) Landlose Nahrungsmittelproduktion

Bis auf diesen letzten Punkt 10 finden sich die Vorschläge in ähnlicher Form auch in Plänen afrikanischer Regierungen und Organisationen, wie etwa dem „Comprehensive African Agricultural Development Plan (CAADP)“ oder Entwicklungshilfeprogramme wieder (siehe Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen). Allen ist jedoch gemein, dass mögliche worst-case Szenarien über das Jahr 2062 (CAADP) hinaus nicht betrachtet werden. Dieses sind jedoch die Herausforderung, da sie aus Sicht der Nahrungsmittelversorgung als auch der Nachhaltigkeit fatal werden können, wenn nicht frühzeitig genug (jetzt) entgegengewirkt wird.

Zunächst ist die Forschung gefragt, um disruptive und innovative Konzepte, wie zum Beispiel eine landlose und eventuell reaktorbasierte Nahrungsmittelproduktion zu entwickeln. Neben zunächst biologische, mechanische und organisatorische technologische Entwicklungen müssen begleitend auch sozio-ökonomische Aspekte integriert werden, um eine zügige Akzeptanz zu erreichen.

Das Projekt schlägt folgendes zirkuläre, nachhaltige Flussmodell für eine Forschungskonzeption vor.

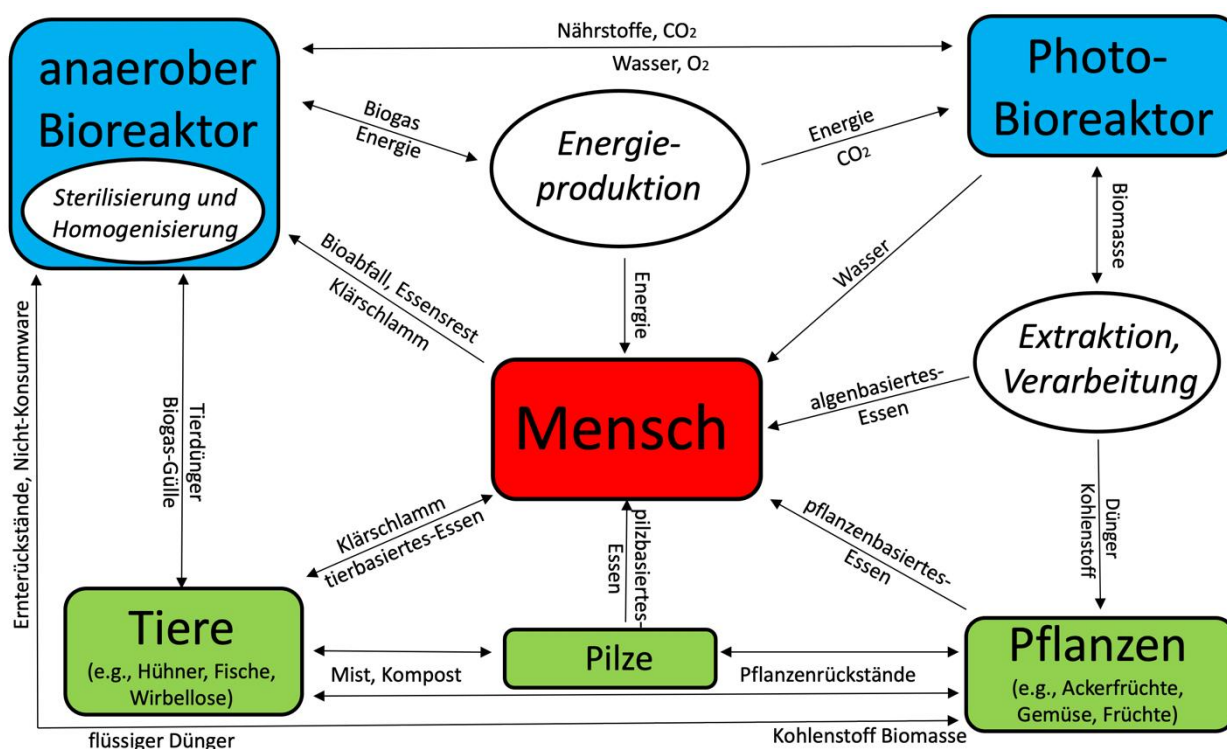


Abbildung 2: Kohärentes Kreislaufmodell für eine nachhaltige Lebensmittelkette, das „LandLessFood Modell“ (basiert auf Rahmann et al. 2020)

2.2 Meilenstein 2: Publikation von wissenschaftlichen Artikeln zu Mikroorganismen, die für das LandLessFood-Konzept besonders geeignet sind

Anstatt, wie ursprünglich geplant, nur einen Artikel über Mikroorganismen für das LandLessFood-Konzept zu schreiben, wurde der zweite Meilenstein im Verlauf des Projektes angepasst und drei Artikel geschrieben: zwei verschiedene Artikel zu Mikroorganismen (Algen und Pilze) und einen Artikel mit einer agrarökonomischen Analyse für das Konzept. Die drei Artikel werden im Folgenden kurz separat behandelt.

2.2.1 Algen in der Landwirtschaft der Zukunft

Kuenz, A., Grimm, D., & Rahmann, G. Versatility of algae—exploring the potential of algae for nutrient circulation. *Organic Agriculture*, 1-10.

Der Artikel widmet sich dem Potential von Mikroalgen innerhalb des zirkulären LandLessFood-Konzepts. Algen sind besonders interessante Organismen für die Landwirtschaft unter Bedingungen der Land- und Ressourcenknappheit. Da Mikroalgen, wie z.B. *Chlorella vulgaris*, unter den richtigen Bedingungen ein Vielfaches der Biomasse pro Quadratmeter produzieren als landwirtschaftlich genutzte Landpflanzen, wie Mais, könnten sie insbesondere bei Flächenknappheit eingesetzt werden. Da Algen außerdem auf Abwasser und unabhängig von landwirtschaftlich nutzbarer Fläche angebaut werden können, sind sie unter solchen Bedingungen die idealen Organismen. Neben der Säuberung von Abwasser können Algen in Photobioreaktoren weitere Ökosystemdienstleistungen, wie etwa CO₂-Sequestrierung, zur Verfügung stellen.

Um Algen die auf Abwasser angebaut werden für die Ernährung nutzen zu können sind jedoch noch technische Entwicklungen und wissenschaftliche Studien notwendig. So wäre eine Bereitstellung von Fetten, Proteinen oder Kohlenhydraten, von denen einige Algenstämme neben wertvollen Mineralien und Vitaminen, große Mengen enthalten, zwar attraktiv, ist aber zum heutigen Zeitpunkt noch nicht als unbedenklich zu betrachten.

2.2.2 Pilze in der Landwirtschaft der Zukunft

Grimm, D., Kuenz, A., & Rahmann, G. (2020). Integration of mushroom production into circular food chains. *Organic Agriculture*, 1-9.

Der Artikel befasst sich mit verschiedenen Möglichkeiten Pilze in zirkuläre, nachhaltige Landwirtschaftsmodelle einzuflechten. Pilze sind nicht nur protein- und mineralreiche Nahrung, die aufgrund ihrer Aminosäure- und Vitamingehalte einen fast idealen Fleischersatz darstellen, sondern sind auch für zirkuläre landwirtschaftliche Systeme besonders vielversprechend, da sie die Produktion von Nahrung auf agrarischen Reststoffen ermöglichen und diese im Zuge des Anbauprozess zusätzlich aufwerten. So kann aus nährstoffarmer, lignin- und zellulosehaltiger Biomasse, die keinen oder kaum Nährwert für Tiere hat, Nahrung und Kompost produziert werden.

Das Paper schlägt vor sich die natürliche Sukzession der Zersetzung von holziger Biomasse zum Vorbild zu nehmen: diese wird in der Regel zuerst von Pilzen zersetzt, welche das Substrat für Invertebraten verdaulich machen, so dass z.B. Insekten ihre Larven in Totholz ablegen können. Besonders vielversprechend im landwirtschaftlichen Kontext wäre eine Vermikompostierung von verbrauchtem Pilzsubstrat. So könnte man nicht nur qualitativ hochwertigen Kompost, sondern zusätzlich Würmer, welche als Essen oder Tierfutter verwendet werden können, hergestellt werden. Basierend auf Daten aus wissenschaftlichen Publikationen, könnte aus vier Tonnen Weizenstroh (Trockengewicht), was ein guter Durchschnittswert für einen Hektar Fläche ist, 280 kg (Trockengewicht) Austernpilze und 320 kg (Trockengewicht) Regenwürmer und 2,2 Tonnen Kompost produziert werden. Dies wäre ein signifikanter Beitrag zur Ernährungssicherheit. Da ein solcher Produktionsweg jedoch noch nie im Detail erforscht wurde sollten Forschungsprojekte sich des Themas annehmen, um zu überprüfen ob solche Erträge tatsächlich möglich sind.

2.2.3 Agrarökonomische Berechnungen für die Welt im Jahr 2100

Rahmann, G., & Grimm, D. (2020). Food from 458 m²—calculation for a sustainable, circular, and local land-based and landless food production system. *Organic Agriculture*, 1-12.

Der Artikel geht genauer auf das im vorher erschienenen Artikel zur „Problematik 2100“ (Rahmann et al. 2020) erarbeitete Modell einer zirkulären Landwirtschaft ein und liefert, auf diesem aufbauend, konkrete Berechnungen zur Flächenverfügbarkeit, benötigter Fläche, Produktivität und fehlender Produktivität (die durch landlose Nahrungsproduktion auszugleichen wäre) in verschiedenen Szenarien. Eine wichtige Frage in dem Artikel ist was genau eine adäquate Nahrungsmittelration für die Berechnung der benötigten Lebensmittel einer Person ist. Auf Basis der von den Vereinten Nationen herausgegebenen Standards für Lebensmittelrationen in Krisengebieten, werden verschiedene agrarische Nutzpflanzen auf ihre Effektivität zur Erfüllung dieser Standards auf nur 458 m² getestet (dies ist die Fläche die unter mittleren Annahmen zum Bevölkerungswachstum in Afrika pro Person im Jahr 2100 zur Verfügung stehen wird. Hierfür werden verschiedene Flächenerträge (niedrige Erträge – globale Durchschnittserträge - hohe Erträge) als Grundlage für die Berechnungen genommen. Das Ergebnis ist, dass Mais und Soja für die Erfüllung der nutritiven Bedürfnisse von Menschen unter extremer Flächenknappheit am besten geeignet sind. Wenn die Erträge in Afrika jedoch nicht enorm ansteigen ist eine selbstständige Nahrungsmittelproduktion in Afrika nicht möglich.

2.3 Meilenstein 3: LandLessFood Workshop in Marrakesch

Der LandLessFood Workshop fand vom 14. – 16. November im Palm Plaza Hotel in Marrakesch, Marokko statt. Die Ortswahl für den Workshop fiel aus mehreren Gründen auf Marrakesch: zum einen sollte der Afrika-Fokus des Projekts unterstrichen werden, zum anderen bat sich Marokko als Land mit den Größten Phosphatreserven der Welt besonders gut für Diskussionen über Ressourcenknappheit an – wozu auch eine Exkursion zu einer der größten Phosphatminen der Welt am 16. November unternommen wurde. Außerdem ist Marrakesch infrastrukturell ausgezeichnet für Veranstaltungen dieser Art gerüstet. Zu guter Letzt bat sich der Austragungsort auch an, da an den Tagen vor dem Workshop die EU/North-African Conference on Organic Agriculture stattfand, an der einige der 20 Workshopteilnehmer ebenfalls teilnahmen.



Abbildung 3: Exkursion zu einer Phosphatmine der OCP-Group im Rahmen des Workshops

Die Teilnehmer des Workshops reichten insgesamt 17 Review-Artikel zu den verschiedenen Themenfeldern innerhalb des LandLessFood Projekts ein. Diese, sowie die Vorträge, die während der zweitägigen Veranstaltung gehalten wurde, waren Grundlage für Diskussionen über das LandLessFood Gesamtkonzept.



Abbildung 4: Vortrag beim LandLessFood Workshop

Die Teilnehmer des Workshops nahmen das LandLessFood Konzept und das hierzu erarbeitete Modell einer zirkulären Landwirtschaft im Großen und Ganzen als praktikables Modell für die Landwirtschaft der Zukunft an. Einige Bedenken zur Umsetzbarkeit gab es jedoch, insbesondere bezüglich der Photobioreaktoren und der Extraktion von Stärke oder Speisefetten aus Algenbiomasse die auf unreinen Substraten, wie Abwasser, kultiviert wurden. Kontrovers diskutiert wurde auch zu klassischen Landwirtschaftlichen Themen, etwa inwiefern Vorgaben des Ökologischen Landbaus (keine Pestizide und chemischen Düngemittel) als Lösung dienen können. Der Allgemeine Konsens war zuletzt, dass in Afrika, trotz großem Potenzial technischer Lösungen wie Bioreaktoren, eine nachhaltige Intensivierung der Landwirtschaft als erstes realisiert werden müsse. Hierbei sollten Knowhow und Tricks aus der Ökologischen Landwirtschaft die Leitlinie bilden, allerdings sollten Pestizid- und Düngemiteleinsatz, nicht ausgeschlossen sein, da dies unter einigen Umständen nachhaltiger sein könnte (höherer Ertrag = weniger benötigte Fläche und bessere Lebensbedingungen für Bauern). Die Frage ob Algen zur Massenproduktion von Stärke eingesetzt werden konnten wurde ebenfalls kontrovers diskutiert. Insgesamt scheint die Produktion von Fetten/Ölen einfacher und somit besser umsetzbar zu sein, jedoch ist eine „Überproduktion“ von Kohlenhydraten bei Algen in einem zweistufigen Anbauprozess auch realisierbar.

Andere Themen die auf dem Workshop diskutiert wurden waren Insekten als Essen, Pilzkultivierung als zentraler Bestandteil von Abbauprozessen und zur Herstellung von Mykoprotein in Bioreaktoren, Ökologische Insektenbekämpfungsmethoden die besonders für Afrika geeignet sind („push and pull“) und vieles mehr. Das Feedback der Teilnehmer zu dem Workshop war sehr positiv, was auch an der bereitwilligen Kooperation nach dem Workshop, in der Bearbeitung der Artikel für das Special Issue deutlich wurde. Besonders gefiel den Teilnehmern, dass das Format des interdisziplinären Workshops deutlich besser zur Erarbeitung von Lösungen geeignet sei als, deutlich häufiger stattfindende, Fachkonferenzen. Darum war es zum Abschluss der Veranstaltung allgemeiner Konsens, dass in einigen Jahren ein weiterer Workshop stattfinden solle. Idealerweise sollten bis dahin Forschungsprojekte und Kooperationen zwischen den Teilnehmern die Diskussion weiter voranbringen.

Von den eingereichten Beiträgen wurden 12 von 17 eingereichten Manuskripten akzeptiert. Das offizielle Erscheinen des LandLessFood Special Issue, in dem all diese Artikel gebündelt sein werden, wird für Ende 2020 angestrebt. Zu diesem Special Issue soll auch ein Editorial-Paper mit dem Titel „Innovative, sustainable and circular agricultural systems for the future“ gehören, welches unter Federführung von Gerold Rahmann mit Zusammenarbeit aller Workshopteilnehmer entstanden ist und zum Zeitpunkt des Schreibens dieses Projekt-Abschlussberichts bereits die offizielle Zustimmung eines Großteils der Co-Autoren bekommen hat. Eine Auflistung der Workshopteilnehmer und der von ihnen eingereichten Artikeln findet sich im Anhang 6.



Abbildung 5: Teilnehmer*innen des Workshops

2.4 Meilenstein 4: Folgeprojekte

Das zweijährige LandLessFood Projekt brachte zwei verschiedene Forschungsprojekte hervor: LandLessFood-blue, am Thünen-Institut für Agrartechnologie und LandLessFood-green am Thünen-Institut für Ökologischen Landbau. Ersteres Projekt beschäftigt sich vorwiegend mit Bioreaktoren, das zweite Projekt mit Pilzkultivierung und Vermiculture. Beide Projekte werden aus Eigenmitteln des Thünen-Instituts gefördert und haben eine Laufzeit von 3-4 Jahren.

2.4.1 Folgeprojekt: LandLessFood-blue

In dem Projekt LandLessFood-blue (LLF-blue) soll das Potenzial von Bioreaktoren als Komponente eines nachhaltigen, zirkulären landwirtschaftlichen Systems untersucht werden. Hierzu soll ein Arbeitsfeld aufgebaut werden, um Verfahren zur Futter- und Lebensmittelherstellung im Bioreaktor zu entwickeln, zu optimieren und zu bewerten. Die Fähigkeit von Mikroorganismen Kohlenhydrate, Proteine, Fette u.a. aus einfachen Substanzen herzustellen, soll genutzt werden. Beispiele hierfür sind „Tempeh“ und „Quorn“, wobei in LandLessFood-blue keine Soja oder ähnlichen Agrarprodukte eingesetzt werden, sondern dies durch die Nutzung von Mikroalgen, CO₂, Pilzen und Abfallströmen realisiert werden soll. Zunächst soll mit Hilfe von Literaturrecherchen der Stand des Wissens über das Potential von Mikroalgen für die Lebensmittel-, Futtermittel- und Düngemittelproduktion sowie die Möglichkeiten der Nutzung von Abwasser und industriellen Abgasen als Kohlenstoffquelle für die Kultivierung von Algen ermittelt werden. Das Hauptaugenmerk liegt hierbei auf der Produktion von Stärke durch Mikroalgen. Da bisher nur ein Bruchteil der Mikroalgen und Cyanobakterienarten wissenschaftlich untersucht wurden, werden innerhalb dieser Projektphase Mikroalgen aus verschiedenen Stammsammlungen und parallel aus Umweltproben verglichen. Vielversprechende Stämme werden auf verschiedene Parameter wie Medienzusammensetzung, Temperatur, Lichtintensität und -dauer, pH-Wert, Gasversorgung etc. hin optimiert. Wichtiges Augenmerk ist hierbei die Algenkultivierung auf die Nutzung von Abfallströmen wie Abwasser und industrielle Abgase umzustellen. Zusätzlich soll die Möglichkeit der Co-kultivierung von Pilzen und Mikroalgen untersucht werden.

Das Projekt wird von Anja Kuenz geleitet und ist auf vier Jahre angesetzt. Wibke Hußmann und Elena Geisler werden ebenfalls an dem Projekt teilnehmen, außerdem soll noch eine Doktorandenstelle sich mit dem Thema befassen.

2.4.2 Folgeprojekt: LandLessFood-green

In dem Projekt LandLessFood-green (LLF-green) soll das Potenzial der Kultivierung von Speisepilzen und der Vermiculture als Komponenten eines nachhaltigen, zirkulären landwirtschaftlichen Systems untersucht werden. Die zwei Komponenten „Pilze“ und „Kompostwürmer“ sind hierbei eng verbunden: im ersten Schritt werden Austernpilze auf nährstoffarmen Stroh-Substraten (Mais,

Soja, Ackerbohne, Weizen) angebaut. Anschließend wird untersucht ob Kompostwürmer Stroh das vorher von Austernpilzen zersetzt wurde besser zu Kompost umwandeln können. Neben Untersuchungen zu Pilzerträgen auf verschiedenen Substraten und Energie- und Wassernutzungseffizienz verschiedener Sterilisierungsmethoden (Wasser und Energieverbrauch bei der Sterilisierung des Pilzsubstrates stellen eines der Haupthindernisse für die Adaption der Pilzzucht in trockenen, armen Regionen der Erde dar), sollen verschiedene Möglichkeiten der Co-Kompostierung von verbrauchtem Pilzsubstrat untersucht werden. Hierbei geht es insbesondere um die Integration von Klärschlamm und menschlichen Fäkalien in den Kompostierungsprozess, da so eine wichtige Nährstofflücke geschlossen werden könnte. Neben genauer Erfassung der Stoffflüsse, einschließlich des Ausstoßes von Klimagasen, steht die Bewertung der Hygiene und Sicherheit der Vermiculture von den potentiell kontaminierten Substraten im Vordergrund, um zu erörtern in wie fern Kompostwürmer, die auf diese Art gezüchtet werden als Futter- oder Nahrungsmittel dienen können.

Das Projekt beginnt offiziell am 01. Oktober 2020 und wird von zwei Doktoranden, Enno Sonntag und Daniel Grimm, sowie Gerold Rahmann, dem Projektleiter, durchgeführt. Die Projektdauer ist drei Jahre.

2.5 Kommunikation und Lehre

Im Verlauf des Projektes wurden mehrere Praktikant*innen in das Projekt integriert und beim Schreiben ihrer Arbeiten unterstützt. Außerdem wurden einige Vorträge auf Konferenzen und Tagungen gehalten, die hier im Folgenden aufgelistet sind.

2.5.1 Praktikant*innen

- Henry Hochberg, Masterstudent an der Royal Agricultural University of Cirencester und Praktikant am Thünen-Institut (OL), reichte im Januar seine Masterarbeit, mit dem Titel „LandLessFood – Can Nigeria feed itself in 2100?“, ein, für die er Bestnoten erhielt.
- Inken Cordes reichte am 20. Dezember ihre Projektarbeit, mit dem Titel „Welternährung: Wie viel Fläche braucht ein Mensch in Deutschland im Jahr 2100?“ ein und schloss ihr Praktikum im Projekt, in Trenthorst, ab.
- Zsa Zsa Boyny reichte ihre Projektarbeit zum Thema „Anbau von Austernpilzen (Pleurotus pulmonaris/Lungenseitling) auf vier verschiedenen Substraten mit und ohne vorheriger Hitzebehandlung bei ca. 75°C im Wasserbad“ am 22. August 2020 ein. Ihr Praktikum in Trenthorst schloss sie bereits im Juni 2020 mit Erfolg ab.

- Jörn Schulz: Masterstudent der Umweltwissenschaften (Universität Greifswald) und Praktikant von April bis Juni 2019. Abschlussarbeitstitel (Projektarbeit): „Klärschlamm in Deutschland“.

2.5.2 Vorträge

- **African Food Systems and SDGS Conference 2018, Sally, Senegal:** Vom 03. bis zum 05. November nahmen Gerold Rahmann und Daniel Grimm an der African Food Systems and SDGS Conference in Senegal teil. Henry Hochberg, der zu diesem Zeitpunkt Praktikant im Projekt war, nahm, auf eigene Kosten, ebenfalls teil. Die Konferenz lieferte einen guten Einblick in die Landwirtschaftliche Entwicklungshilfe und den Sektor der Nichtregierungsorganisationen in Afrika. Neben Netzwerkaktivitäten konnte die Konferenz dafür genutzt werden Interviews mit Afrikanischen Landwirtschaftsexperten zu führen, die maßgeblich für die Masterarbeit von Henry Hochberg waren und viele wertvolle Informationen zur Rezeption des LandLessFood-Projekts lieferten. Gerold Rahmann hielt auf der Konferenz einen Vortrag zu den Problemen der Ernährungssicherheit in Afrika und leitete eine Debatte zu diesem Thema.
- **4th African Organic Conference, Sally, Senegal:** vom 05. bis zum 08. November nahmen Gerold Rahmann und Daniel Grimm an der 4th African Organic Conference teil. An der Konferenz nahmen Wissenschaftler, Entwicklungshelfer und afrikanische Ökobauern teil. Auch wenn die Projektmitarbeiter hier keinen Vortrag hielten, wurde die Konferenz genutzt, um über das LandLessFood Projekt zu diskutieren, indem Flyer ausgeteilt und Farmer und Wissenschaftler aktiv zum Thema angesprochen wurden.
- **Tropentag 2019, Kassel, Deutschland:** Am 18. September hielt Daniel Grimm beim Tropentag in Kassel einen Workshop, in dem er sich zusammen mit 10 Teilnehmern zu Lösungsansätzen für die Landwirtschaft der Zukunft austauschte. Am 19. November stellte er in einer 15 minütigen PowerPoint-Präsentation die dem Projekt zugrunde liegende Problematik und das LandLessFood-Konzept vor.
- **Ökolandbau-Tag des SIGÖL, Bad Dübén:** Vortrag am 14.3.2019 durch Gerold Rahmann.
- **Universitätsgesellschaft:** Drei Vorträge in Bad Oldesloe (24.10.2019), Husum (16.1.2020) und Kiel (23.10.2020) durch Gerold Rahmann.

Insgesamt wurden durch Vorträge rund 1.500 Personen erreicht.

3. Publikationen

- Grimm, D., Kuenz, A., & Rahmann, G. (2020). Integration of mushroom production into circular food chains. *Organic Agriculture*, 1-9.
- Kuenz, A., Grimm, D., & Rahmann, G. Versatility of algae—exploring the potential of algae for nutrient circulation. *Organic Agriculture*, 1-10.
- Rahmann, G., & Grimm, D. (2020). Food from 458 m²—calculation for a sustainable, circular, and local land-based and landless food production system. *Organic Agriculture*, 1-12.
- Rahmann, G., Grimm, D., Kuenz, A., & Hessel, E. (2020). Combining land-based organic and landless food production: a concept for a circular and sustainable food chain for Africa in 2100. *Organic Agriculture*, 10(1), 9-21.
- Rahmann, G., Ardakani, M. R., Bärber, P., Boehm, H., Canali, S., Chander, M., ... & Hamm, U. (2017). Organic Agriculture 3.0 is innovation with research. *Organic Agriculture*, 7(3), 169-197.

4. Anhänge

Anhang 1: Protokoll zum Institutsleitertreffen vom 24. April 2018

LandLessFood

Diskussion beim Thünen-Strategietag in Bremerhaven, 2018-04-24

Die Diskussion im Kreis der Institutsleiter war sehr hilfreich.

Es wurde deutlich, dass das „große Bild“ als sehr relevant angesehen wird: Wenn das worse case-Szenario eintritt, brauchen wir bis 2100 radikal andere Lösungen, und 2100 kommt schneller als man denkt. Mehrere Institutsleiter*innen meinten, dass sie (oder Mitarbeiter) gern an weiteren Diskussionen hierzu teilnehmen möchten.

Die Kernidee, Nahrungsenergie im Reaktor zu produzieren und dadurch die klassische Landwirtschaft zu entlasten, damit sie sich auf die besonders wertvollen Nahrungsmittel bzw. Ökosystemleistungen konzentrieren kann, wurde als charmant angesehen. Es gibt auch andere Kernideen (z.B. voll auf genome editing oder auf Kernfusion setzen), aber die haben weniger Sympathiepunkte geerntet.

Wie kann man nun bei der Verfolgung der Kernidee weiterkommen? Auch hierzu erbrachte die Diskussion eine klare Orientierung:

- Es ist nicht erforderlich, dass sich der/die einzustellende Mitarbeiter*in der Apokalypse zuwenden und durch irgendwelche Rechnungen oder Beschreibungen abermals begründet, dass wir LLF benötigen. Stattdessen muss der Fokus einzig und allein auf der Frage liegen, ob und wie LLF funktionieren kann.
- Bei dieser Frage gibt es zwei mögliche Forschungsschwerpunkte, die beide wertvoll sind, aber nicht von einer Person gleichermaßen bearbeitet werden können:
 - Reaktorfood: Wie kann das funktionieren, welcher Weg ist am erfolgversprechendsten?
 - Nährstoffkreisläufe; v.a. Ver- und Entsorgung (Abwasser, Food Waste) von Megacities
- Priorität soll auf „Reaktorfood“ liegen, d.h. das zweite Thema wird erst mal zurückgestellt. Leitfragen für die Bearbeitung könnten sein:
 - Geht Stärkeproduktion im Reaktor heute schon?
 - Wenn nein: Könnte es gehen, welche Optionen gibt es prinzipiell, was folgt daraus?
 - Wenn ja: Welche Konzepte gibt es (Technologie, Standort, Futtersversorgung, Energieversorgung, Erntegut, Reststoffe, Rentabilität)? Wo sind die wichtigsten Schwachstellen, und wie kann man die abstellen? Welche technologischen Durchbrüche könnten als game

changer wirken (z.B. genome editing für Mikroorganismen)? Welche organisatorischen Durchbrüche könnten als game changer wirken (z.B. Standort Meeresoberfläche)? Welche Szenarien ergeben sich daraus, und wie sind diese zu bewerten (Mengenpotenziale, Rentabilität)? Was folgt daraus für die Gestaltung eines künftigen R&D-Programms?

- Weitere nützliche Hinweise aus der Diskussion waren:
 - Austausch mit nova-Institut könnte hilfreich sein, käme jetzt aber zu früh, da „ownership“ des Gesamtkonzepts eventuell an Dritte abfließen könnte
 - Kooperation mit Thünen-AT könnte hilfreich sein (Kompetenzen evt. vorhanden, Institutsleiterin sondiert verschiedene Optionen zur Profilentwicklung von Mitgliedern der NaWa-Ro-Gruppe)
 - Unter dem Aspekt „Öffentliche Akzeptanz“ könnte erwägenswert sein, das Projekt zunächst noch nicht mit dem Arbeitstitel „Reaktor-Food“ segeln zu lassen, sondern mit dem Arbeitstitel „Bioenergie-Reaktor“ (ob die im Reaktor erzeugte Bioenergie später für Food- oder Nonfood genutzt wird, ist zunächst mal egal, solange wir uns primär auf der technologischen Ebene bewegen – diese Frage wird erst später interessant, wenn es um Standorte, Gesamtkonzepte und Rentabilitäten geht).

In Nachgang haben sich Gerold Rahmann und Folkhard Isermeyer darauf verständigt, im Institut OL für einen Zeitraum von 2 Jahren eine Person einzustellen, die an der Schnittstelle von Ökonomie und Technologie den Sachstand und die Optionen aufarbeitet. Eine enge Zusammenarbeit mit dem Institut AT ist vorgesehen, Gerold Rahmann und Engel Hessel stehen hierzu im Kontakt.

Anhang 2: Protokoll zum ersten LandLessFood Projektgruppentreffen am 29.10.2018

Protokoll zur ersten Sitzung der Projektgruppe LandLessFood, 29.10.2018

- Ort: Thünen Institut für Agrartechnologie, Bundesallee 27, Braunschweig; 10:30 Uhr bis 14:15 Uhr
- Teilnehmer: Prof. Dr. Gerold Rahmann, Prof. Dr. Engel Hessel (ab 11:45 Uhr), Dr. Anja Kuenz, Daniel Grimm, Henry Hochberg (Masterstudent) und Inken Cordes (Praktikantin)
- Versammlungsleitung: Gerold Rahmann
- Protokollant: Daniel Grimm
- Tagesordnung:
 1. Vortrag und Besprechung des Projekt-Exposés
 2. Erarbeitung einzelner Arbeitsblöcke und angestrebter Meilensteine
 3. Abschließende Zielbesprechung, Zuweisung der Arbeitsblöcke, Klärung organisatorischer Fragen und Planung für die kommenden zwei Jahre

1.

- 10:45 Uhr: Vortrag von Gerold Rahmann zu der dem Projekt zugrunde liegenden Problematik (Überbevölkerung, Land-, Ressourcen- und Nahrungsmittelknappheit in Afrika bis spätestens 2100) und der daraus folgenden Notwendigkeit von reaktor-basierter Nahrungsmittelproduktion. 1 m² Reaktor sollte dabei wenigstens 1000 m² Ackerfläche befreien und die Nährstoffe (bis auf möglicherweise Stickstoff) müssen aus natürlichen oder urbanen Kreisläufen stammen und in diese zurückgeführt werden.
- Zwei von Gerold Rahmann und Daniel Grimm angefertigte Grafiken, die die Problematik illustrieren und im Exposé enthalten sind werden zur Diskussion gestellt, um zu erörtern welche beibehalten werden soll.
- Anja Kuenz schlägt vor beide Grafiken zu behalten. Sie müssten jedoch ein wenig überarbeitet und aneinander angeglichen werden. Alle Teilnehmer sind einverstanden.
- 11:45 Uhr: Engel Hessel trifft ein. Gerold Rahmann fasst die bisherige Diskussion und Entscheidungen kurz für sie zusammen.
- Kurze Diskussion zu generellen Aspekten der Kooperation zwischen den beiden Instituten (Agrartechnologie und Ökologischer Landbau) und derer jeweiligen Stärken und Kompetenzen.
- Es wird beschlossen, dass Daniel Grimm Engel Hessel baldmöglichst einen Flyer, der als Informationsmaterial zum Projekt für Konferenzen gedacht ist, zukommen lässt.
- Anja Kuenz bestätigt auf Nachfrage von Gerold Rahmann, dass sie den bisherigen Projektansatz interessant findet und, dass sie Lust hat sich an dem Projekt zu beteiligen. Nach der Mittagspause gelte es allerdings zu klären was genau Ihre Aufgaben wären.

12:20 Uhr bis 13:00 Uhr: Mittagspause

2.

- Gerold Rahmann betont die Notwendigkeit das Projekt in mehrere Einzelaspekte aufzuteilen und bittet Daniel Grimm darum dies schematisch anhand der Projektskizze zu tun.
- Folgende Einzelkomponenten des Gesamtkonzepts von LandLessFood werden ausgemacht: Pflanzenbau, Viehhaltung, Haushalte und Konsumenten, Abwassersysteme und Klärwerke, Biogasanlagen, Photobioreaktoren, Verarbeitung der im Reaktor produzierten Biomasse mit Extraktion von Grundnahrungsmitteln (insbesondere Zucker und Öle)

- Anja Kuenz schlägt vor Biogasanlagen aus dem Projekt vorerst auszuklammern, da hierzu bereits sehr viel geforscht wurde. Alle Teilnehmer sind einverstanden.
- Kurze Diskussion zu der notwendigen Infrastruktur für reaktorbasierte Nahrungsherstellung
- Engel Hessel schlägt vor Fragen zur Infrastruktur in Afrika, insbesondere Abwassersysteme die notwendig wären um eine effektive Sammlung der für Photobioreaktoren benötigten Nährstoffe zu gewährleisten, vorerst nicht schwerpunktmäßig zu behandeln und gegebenenfalls an Experten outzusourcen. Alle Teilnehmer sind einverstanden.
- Es wird gemeinschaftlich beschlossen, dass sich die Arbeit der nächsten zwei Jahre vor allem auf die Auswahl und Bewertung Mikroorganismen die auf Abfallstoffen und Klärwasser kultiviert werden können und die Möglichkeiten der sauberen Extraktion von Grundnahrungsmitteln aus deren Biomasse beschränken sollte.
- Drei wesentliche Meilensteine für die nächsten zwei Jahre werden beschlossen:
 1. Publikation eines Papers, das die dem Projekt zugrunde liegende Problematik beschreibt, aus dem sich die Notwendigkeit einer reaktorbasierten Nahrungsmittelherstellung ableitet.
 2. Publikation eines Papers, in dem Mikroorganismen für die Nahrungsmittelproduktion in Bioreaktoren (insbesondere Photobioreaktoren) bewertet werden und die potentielle Flächen- und Ressourceneffizienz berechnet wird.
 3. Organisation eines mehrtägigen Workshops unter Anwesenheit von Engel Hessel, Anja Kuenz, Gerold Rahmann, Daniel Grimm und etwa sechs weiterer Teilnehmer. Hier sollen das Konzept und die Vision des Projektes nochmals diskutiert und weitere Schritte und Möglichkeiten zur Kooperation beschlossen werden. Die Ergebnisse des Workshops sollten publiziert werden.

3.

- Meilenstein 1: Paper zur Problematik sollte bis Ende dieses Jahres weitgehend abgeschlossen und bereit zur Publikation sein. Zu bearbeiten von Daniel Grimm.
- Meilenstein 2: Paper zu Mikroorganismen und deren Potential in reaktorbasierter Nahrungsherstellung sollte in etwa sechs Monaten weitgehend fertig sein. Zu bearbeiten von Daniel Grimm und Anja Kuenz.
- Meilenstein 3: Der Workshop sollte in etwa einem Jahr in Nigeria oder einem anderen Afrikanischen Land stattfinden. Organisation: Daniel Grimm und andere Beteiligte.

Organisatorisches:

- Es wird beschlossen sich im kommenden Januar (wenn möglich erste Hälfte) erneut zu einer Besprechung zu treffen.
- Folgende Richtlinien zur Kommunikation der Projektbeteiligten untereinander werden festgelegt: E-Mails von Daniel Grimm zum Thema „Problematik“ (Meilenstein 1) sind an Gerold Rahmann zu richten, mit Anja Kuenz und Engel Hessel als CC. Mails zum Thema „Organismen“ (Meilenstein 2) sind an Daniel Grimm und Anja Kuenz zu richten, mit Engel Hessel und Gerold Rahmann CC. Bei Kommunikationen mit Akteuren außerhalb des Projekts ist Gerold Rahmann CC zu setzen.

Sonstiges:

- Anja Kuenz, Daniel Grimm, Henry Hochberg und Inken Cordes werden an der Konferenz „Lebensmittel von Morgen: Science & Fiction?“ der Deutschen Agrarforschungsallianz am 13. November in Berlin teilnehmen

Anhang 3: Protokoll zum LandLessFood Projektgruppentreffen am 28.02.2020

Protokoll zum LandLessFood-Projektgruppentreffen am 28.02.2020

Anwesende: Prof. Dr. Gerold Rahmann

Daniel Grimm

Dr. Anja Kuenz

Wibke Hußmann (bis 13:30)

Stefan Lange (bis 12:00)

Protokollantin: Zsa Zsa Boyny

Ort: Thünen Institut für Agrartechnologie, Bundesallee 27,
Braunschweig;

Datum/Zeit: 28. Februar 2020, 11:00 – 14:20 Uhr

Tagesordnung: TOP 1. Rückblick 2019

TOP 2. Ausblick 2020

- Netzwerk
- Forschungsaktivitäten
- LandLessFood (LLF) Special Issue
- Anträge
- Terminplanung

TOP 1.

- Gerold Rahmann fasst die Arbeit des letzten Jahres zusammen. Ein Concept-Paper wurden veröffentlicht und ein Workshop zu dem LLF Konzept in Marrakesch veranstaltet. Dabei geht er besonders auf die Funktion des Workshops zum Vernetzen, Verankern von Ideen und Zielen und Austausch mit Personen aus verschiedenen Bereichen ein. Die von den Workshopteilnehmer*innen eingereichten Paper sollen dieses Jahr in einem Special Issue bei Organic Agriculture publiziert werden.
- Anschließend gibt Daniel Grimm kurz Einblick in den Stand des LLF-green Bereichs, welcher in Trenthorst bearbeitet wird.
- Hier schließt Anja Kuenz mit dem Update zur LLF-blue Schiene an. Sie stellt Wibke Hußmann kurz vor, welche am 01.03. gemeinsam mit Anja Kuenz das Thema bearbeiten wird.

TOP 2.

Netzwerke

- Als besonders wichtig erachtet es Gerold Rahmann, dass das LLF Projekt in der nächsten Zeit im Thünen-Institut zu etablieren. Besonders in Hinblick auf die unklare Nachfolge von Frau Engel Hessel. Das bekräftigt Anja Kuenz und beschreibt, dass an für das für die Erforschung des LLF-blue für die nächsten Jahre Personalmittel vorhanden sind, jedoch die

Ausstattung mit nötigen Sachmitteln unklar ist. Eine Etablierung des Projekts am Thünen-Institut für Agrartechnik könnte diese sichern.

- Gerold Rahmann betont, dass die bereits existierenden Gelder gezielt eingesetzt werden. Nach ihm sollen Kooperationen und Netzwerke sowohl über das Institut hinaus mit anderen Firmen und Instituten geschlossen werden als auch Thünen-intern mit anderen Projekten.
- Hierbei schlägt Stefan Lange Ulfert Focken aus dem Bereich Tilapiazucht auf Reststoffen, als ein Projekt, welches zu dem LLF passt, vor.
- Stefan Lange betont, dass es auch durchaus wichtig ist hier bereits mögliche Partner und Kooperationen ins Auge zu fassen und bereits jetzt in Kontakt zu treten. Um außenwirksam in Aktion zu treten schlägt er den Aufbau einer Internetseite für die Außenwirkung vor. Gerold Rahmann bietet an sich um die Ausarbeitung einer solchen Seite auf der Thünen-Homepage zu kümmern. Der Vorschlag der Erstellung einer Internetseite über das LLF Konzept auf der Thünen-Homepage trifft bei allen Teilnehmenden auf positive Rückmeldung.
- Es entsteht eine Diskussion über die Frage, ob bereits jetzt mögliche Partner angesprochen werden sollen oder gewartet werden soll bis eine sichere Einordnung der möglichen Partner in das Projekt möglich ist.
- Die Diskussion endet mit der Einsicht, die Vernetzungen jetzt auch schon sinnvoll wäre und dem Angebot von Stefan Lange bei zukünftigen Besprechungen das LLF Konzept zu Sprache zu bringen.

Mittagspause (12:00 – 12:40)

Forschungsaktivität

- Anschließend beschreiben Wiebke Hußmann und Anja Kuenz ihr weiteres Vorgehen im Projekt. In den kommenden Monaten werden Algenarten, welche eine möglichst hohe Biomasse aus Reststoffen bilden können, gesucht und anschließend vorerst in Reinkultur kultiviert. Anschließend soll diese Alge auf Restsubstraten angewendet werden. Hierfür sollen als Erstes Gärreste als Substrat versucht werden. Im nächsten Schritt soll überprüft werden ob die Algenbiomasse von Pilzen verwendet werden kann (als separater Produktionsschritt oder in gemeinsamen Anbau mit den Algen). Am Ende der Projektlaufzeit soll die Eignung der Algen als Futtermittel feststehen. Um das Projekt weiter zu unterstützen soll eine Doktorandenstelle ausgeschrieben werden.
- Das vorgelegte Zeitmodell von Anja Kuenz über des Projektablauf stößt auf positive Resonanz und soll auch für die LLF-green Schiene als Vorlage verwendet werden.
- Daraufhin beschreiben Daniel Grimm und Gerold Rahmann das geplante Vorgehen auf der LLF-Green Schiene. Hierfür wurde bereits eine zweite Doktorandenstelle ausgeschrieben, welche sich mit dem Anlegen einer Regenwurmproduktion befassen soll. Neben Daniel Grimm, welcher sich mit der Freisetzung von Nährstoffen aus landwirtschaftlichen Reststoffen durch Pilze befasst, soll dieser/diese sich mit der Frage nach der Vermehrung von Regenwürmern auf verbrauchten Pilzsubstrat, sowie der Frage nach der Eignung von Regenwürmern zur menschlichen Ernährung, befassen.

LLF Special Issue

- Anschließend werden kurz die Artikel besprochen und bewertet, welche für den Workshop in Marrakesch eingereicht wurden. Diese sollen in einen Special Issue Band bei Organic

Agriculture herausgegeben werden. Von Gerold Rahmann wird betont, dass allen Personen ein Feedback zurückgegeben werden soll und sie ermutigt werden sollen einzureichen. Außerdem soll gemeinsam ein Summary vom Workshop erstellt werden.

Terminplanung

- Ein nächstes Treffen wird für den 16.09.2020 von 10:00 bis 15:00 angesetzt. An diesem Termin soll vor der Mittagspause der Abschluss der zwei jährigen Konzeptphase stattfinden. Nachmittags soll gemeinsam mit der Werkstatt von Braunschweig Visualisierungsmöglichkeiten zu Vermarktungszwecken besprochen werden. Außerdem wird der Tagesordnungspunkt „Anträge“ auf das nächste Treffen oder einen eventuellen Workshop vertagt.

Anhang 4: Protokoll zum LandLessFood Projektgruppentreffen am 09.09.2020

Protokoll zum LandLessFood-Projektgruppentreffen am 09.09.2020

Anwesende: Prof. Dr. Gerold Rahmann (OL, Projektleitung)
 Dr. Anja Kuenz (AT, Projektleitung)
 Dr. Wibke Hußmann (AT, Projektmitarbeiterin)
 Elena Geisler (AT, Technikerin)
 Marius Tölle (AT, Masterand)
 Enno Sonntag (OL, Doktorand)
 Daniel Grimm (OL, Doktorand)

Protokollant: Daniel Grimm

Ort: Thünen Institut für Agrartechnologie, Bundesallee 27, Raum 271, Braunschweig;

Datum/Zeit: 9. September 2020, 10:00 – 13:30 Uhr

Tagesordnung:

1. Vorstellungsrunde
2. Besprechung des letzten Protokolls (28.02.2020)
3. Evaluierung des Projektstands
 - 3.1 Trenthorst
 - 3.2 Braunschweig
 - 3.3 Abschlussbericht Konzeptphase Oktober 2018 - September 2020
4. Vorstellung der Projektinhalte der Mitarbeiter
5. Klimamittel, Geldfragen
6. Zukünftige Kooperation
7. Mittagessen
8. Laborbesichtigung

1. Vorstellungsrunde

In der Vorstellungsrunde wurden insbesondere die neuen Mitarbeiter, Enno Sonntag, Elena Geißler und Marius Tölle willkommen geheißen.

2. Besprechung des Protokolls vom 28.02.2020

Das Protokoll wurde ohne Einwände angenommen und wird archiviert.

3. Evaluierung des Projektstands

Daniel Grimm fasste den Projektstand OL zusammen: von der im ersten Projektgruppentreffen (Oktober 2018) beschlossenen Zielsetzung wurden praktisch alle Punkte erfüllt. Es wurde ein Paper zur „Problematik 2100“, ein Paper zu Algen, eines zu Pilzen und eines über Agrarökonomische Fragen veröffentlicht. Der Workshop in Marrakesch, im November 2019, war ein Erfolg. Die für diesen Workshop eingereichten Review-Papers haben inzwischen größtenteils den Review-Prozess passiert, so, dass auch das Special Issue kurz vor der Veröffentlichung steht: 12 Paper sind bereits angenommen und sind größtenteils bereits online abrufbar, bis zu 15 Paper könnten es zum Schluss sein – ein Paper (Jörg Ullmann und Daniel Grimm über Algen) könnte womöglich bis zur Deadline 30. September als first draft

eingereicht werden. Außerdem wurden mehrere Forschungsprojekte am Thünen-Institut durch die zweijährige Projektphase ins Leben gerufen. LandLessFood war also erfolgreich.

4. Vorstellung der Projekthalte

Trenthorst: Die Pilz- und Regenwurmforschung wird nach Abschluss der Projektphase im September 2020 (Enno Sonntag) bzw. Oktober (Daniel Grimm) begonnen. In drei Monaten soll das Forschungskonzept zur Antragstellung Promotion für das Thema „Regenwurm“ fertiggestellt sein. Promotionsantrag mit Expose Grimm (Pilze) an Uni Kassel angenommen. Gerold Rahmann kümmert sich ab Oktober um folgende Themenblöcke: Aquse, Netzwerke, Betriebswirtschaft. Zurzeit finden schon kleinere Orientierungs- und Vorversuche, z.B. zur optimalen Sterilisierung von Pilzsubstrat mit Heißluft, statt (Grimm). Auch die Fütterung von Kompostwürmern (*Eisenia hortensis*) mit verbrauchtem Pilzsubstrat wurde ausprobiert und funktioniert - es wurden allerdings keine Daten hierzu erhoben.

Braunschweig: Auch in Braunschweig fängt die Forschungsphase erst an. Literaturrecherche und Optimierung der Anbauparameter für verschiedene Algenstämme stehen zurzeit im Vordergrund.

Wibke Hußmann stellt in einer Präsentation ihre bisherigen Ergebnisse vor. Zwei Algenstämme werden zurzeit miteinander verglichen: *Chlorella sorokiniana* und *Chlamydomonas reinhardtii*. Weitere Kandidaten sollen folgen, können aber aus logistischen Gründen zurzeit noch nicht zusätzlich analysiert werden. Chlorella liefert bisher bessere Ergebnisse und scheint sich daher besser zu eignen als Chlamydomonas, da diese dazu neigt schnell zu verklumpen. Generell ist das Wachstum der Algen noch nicht so schnell wie erwünscht. Da das Wachstum linear statt exponentiell ist, scheint es noch limitierende Faktoren (z.B. zu wenig CO₂) zu geben. Grundlage der bisherigen Versuche und untersuchten Organismen ist eine Studie von Südzucker. Ziel ist Algen mit hohem Stärkegehalt zu erzeugen. Auf diesen soll dann, entweder in einem zweiten Schritt oder im selben Bioreaktor, ein Pilz angebaut werden.

Gerold schlägt vor, Forscher (z.B. Prof Rüdiger Schulz, von der Uni Kiel) zu kontaktieren, die sich mit Algen in Klärwerken auskennen und besonders robuste Arten kennen könnten.

Abschlussbericht: Daniel Grimm schreibt den Abschlussbericht für die Konzeptphase Oktober 2018 bis September 2020 federführend, Anja Kuenz wird ihm helfen und insbesondere zusammenfassen welche Arbeit in Braunschweig getan wurde.

5. Klimamittel, Geldfragen, Drittmittel

Innerhalb des Thünen-Instituts stehen momentan Gelder zur Verfügung, die für Projekte mit Klimawandelbezug, z.B. zur Anschaffung von Messgeräten, bereitgestellt werden sollen. Da u.a. Messtechnik für die Analyse von Klimagasen benötigt wird, haben Gerold Rahmann und Anja Kuenz jeweils einen kurzen Text erstellt. Aus Trenthorst wird um 116.000 €, aus Braunschweig um 10.000 € gebeten.

Bezüglich der Beschaffung von Drittmittel bittet Gerold Rahmann die Anwesenden sich in Zukunft gegenseitig zu informieren, falls relevante Ausschreibungen existieren.

6. Zukünftige Kooperation

Die Anwesenden einigen sich darauf, dass Projektgruppentreffen halbjährlich, im Wechsel zwischen Trenthorst und Braunschweig stattfinden sollten. Das nächste Treffen wird auf den 3.3.2021 in Trenthorst angesetzt (10 - 15 Uhr). Die Treffen haben drei Teilblöcke:

- a) eine wissenschaftliche Darstellung der Arbeitsmethoden und Ergebnisse am Standort (entweder Trenthorst oder Braunschweig) mit Gästen und anschließender Diskussion,
- b) Besichtigung von Versuchsanlagen,
- c) Besprechung von technischen Details.

Projektdatenbank: In den LLF-Projekten gesammelte Daten müssen gemäß Thünen-Datenmanagement-, Datenschutz- und Datenfreiheit archiviert werden. Wie das am besten stattfindet klärt Gerold Rahmann und berichtet Anja Kuenz. Entschieden wird auf dem nächsten Treffen.

Website: Die Webseiten LLF-blue (bereits existent) und LLF-green sollten denselben Einleitungstext und Ergebnisse (Publikationen) haben und dann einen Link zum Partner enthalten. Die eigenen Darstellungen folgen dann gemäß Institutsstil.

7. Laborbesichtigung

Anja Kuenz und Wibke Hußmann zeigten Enno Sonntag und Daniel Grimm das Labor und die dort stattfindenden Algenversuche. Um 13:30 Uhr war die Führung – und somit das Treffen – abgeschlossen und man verabschiedete sich.

Anschließend haben Daniel Grimm und Enno Sonntag Herrn Dr. Huf aufgesucht, um sich über Gasmessungen (insbesondere Klimagase) zu informieren.

Anhang 5: LandLessFood Workshop Reader (mit Flyer, Programm, Teilnehmerliste und allen schriftlichen Beiträgen der Teilnehmer des Workshops):

Der Reader zum LandLessFood Workshop lässt sich für Thünen-Mitarbeiter im Thünen-Intranet, unter Thünen-Lit finden und als PDF-Datei runterladen. Die Dokumenten-Nummer ist dn062648, der Titel des Dokuments ist: „LandLessFood Workshop: Combining land-based organic and landless food production: concept for a sustainable solution for Africa in 2100“

Anhang 6: Die Teilnehmer und Beiträge des LandLessFood Workshops:

	Teilnehmer	Land	Institution	Titel des Vortrags	Titel des Papers	Online-Veröffentlichung (Organic Agriculture)
1	Prof. Dr. Gerold Rahmann	Deutschland	Thünen-Institut für Ökologischen Landbau	The concept of LandLessFood	Food from 458 m ² — calculation for a sustainable, circular, and local land-based and landless food production system	15.04.2020
2	Prof. Dr. Victor Olowe	Nigeria	Federal University of Agriculture, Abeokuta	Africa 2100: how to feed Nigeria in 2100 with 800 million inhabitants?	Africa 2100: How to feed Nigeria in 2100 with 800 million inhabitants	26.05.2020
3	Dr. Daniel Neuhoff	Deutschland	Universität Bonn	Landless food versus crop intensification in Africa -where do the substrates for food synthesis come from?	Para-organic intensification of future farming as alternative concept to reactor based staple food production in Africa	voraussichtlich im Oktober 2020
4	Dr. Jessica Shade	USA	Organic Center	Decreasing Reactive Nitrogen Losses in Organic Systems	Decreasing reactive nitrogen losses in organic agricultural systems	12.05.2020
5	Dr. Andrew Hammermeister	Kanada	Organic Agriculture Centre of Canada at Dalhousie University	Is Organic the Interface Between Smart Agriculture and Ecological Intensification?		
6	Dr. Saliou Niassy	Kenya	International Centre of Insect Physiology and Ecology (icipe)	Insect pest control		
7	Prof. Dr. Li Ji	China	China Agricultural University	Recycling of organic wastes as fertilizers: perspectives for China and the city of Suzhou	Organic Wastes and their Recycling Use at Suzhou city, China	voraussichtlich im Oktober 2020
8	Prof. Dr. Jan Willem Erisman	Niederlande	Louis Bolk Institute	Circular Netherlands –real sustainable nutrient cycles and permanent food cultures	Nature-based agriculture for an adequate human microbiome	15.05.2020
9	M.Sc. Mia Schoeber	Österreich	University of Natural Resources and Life Science, Vienna	Small-scale biogas facilities to enhance nutrient flows in rural Africa - relevance, acceptance, and implementation challenges in Ethiopia	Small-scale biogas facilities to enhance nutrient flows in rural Africa -relevance, acceptance, and implementation challenges in Ethiopia	voraussichtlich im Oktober 2020
10	Dr. Anne-Kristin Løes	Norwegen	Norwegian Center for Organic Agriculture (NORSØK)	Feeding the reactors: potentials in re-cycled organic fertilisers	Feeding the reactors: potentials in re-cycled organic fertilisers	10.06.2020
11	Dr. Anja Kuenz	Deutschland	Thünen-Institut für Agrartechnologie	Versatility of algae - Exploring the	Versatility of algae - Exploring the potential	30.05.2020

				potential of algae for nutrient circulation.	of algae for nutrient circulation	
12	Dr. Jörg Ullmann	Deutschland	RoquetteS.A.	The potential role of algae in a circular & green economy and for a sustainable food production.	Algae and their potential for a future bioeconomy and landless food production	voraussichtlich im November 2020
13	Dr. Irena Brányiková	Tschechien	Czech Academy of Sciences	Algae as a means of converting waste carbon dioxide into food with a high nutritional value.	Technical and physiological aspects of microalgae cultivation and productivity - spirulina as a promising and feasible choice	27.08.2020
14	Dr. Wahyudi David	Indonesien	Bakrie University	What we understand about food	What we understand about food	
15	Dr. Mahesh Chander	Indien	Indian Veterinary Research Institute	Landless Animal and poultry production prospects: an overview on feeding, keeping and sustainability	Landless animal and poultry production prospects: an overview on feeding and sustainability with special reference to fruit and vegetable wastes	24.04.2020
16	Prof. Dr. Arnold van Huis	Niederlande	Wageningen University	Edible Insects	Prospects of insects as food and feed	17.04.2020
17	M.Sc. Daniel Grimm	Deutschland	Thünen-Institut für Ökologischen Landbau	Fungal solutions for circular food chains	Integration of mushroom production into circular food chains	08.07.2020
18	Dr. Wan Abd Al-Qadr Imad Bin Wan Mohtar	Malaysia	Mushroom Research Centre and Institute of Biological Sciences, University of Malaya	Effect of Bioreactor-grown biomass from the mycelium of Ganoderma lucidum on Red Hybrid Tilapia for sustainable aquaculture	Effect of bioreactor-grown biomass from Ganoderma lucidum mycelium on growth performance and physiological response of red hybrid tilapia (Oreochromis sp.) for sustainable aquaculture	01.06.2020
19	Dr. Azim Khalid	Marokko	Institut National pour la Recherche Agronomique (INRA)	Solid phosphate sludge composting: a way to produce phosphorus enriched organic amendment for African soil fertilization and carbon sequestration	Optimization of solid phosphate sludge composting by integration of horticultural waste	18.05.2020