

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Smart City Seminar

Wintersemester 2020/21



Algen als CO₂-Senke?

Protokoll von Christoffer Lutsch

Prüfer/Betreuer: Prof. Dr. Thomas Dandekar

Gliederung

<u>-Smart City</u>	s. 3
<u>- CO₂-Emissionen und Methan</u>	s. 3
<u>-Algen und Methan</u>	s. 4
<u>-Algen kultivieren</u>	s. 5
<u>-Unternehmen in der Algenfarm Branche</u>	s. 8
<u>-Ökologischer Auswirkung/CO₂ Bilanz von Algen</u>	s. 9
<u>-Eigene Meinung</u>	s. 10
<u>-Literatur</u>	s. 11

Smart City

Der Begriff oder besser gesagt der Ansatz „Smart City“ beinhalten Ideen und Konzepte, die auf eine Verbesserung der urbanen Räume in Hinsicht auf eine Effizienzsteigerung mit Hilfe von modernen Technologien abzielt, um letztendlich Städte lebenswerter, sowie klimaschonender zu gestalten. So ist einer der wichtigsten Ziele von „Smart City“, die Herausforderung Klimaschutz zu bewältigen und neue Ansätze, Ideen und Konzepte in Bezug dazu zu generieren und umzusetzen. Jedoch belaufen sich „Smart City“-Ansätze nicht nur auf urbane Räume und Städte. Mit dem Ziel, klimaschonender zu handeln und die Erderwärmung zu verlangsamen, werden auch Ansätze untersucht, die beispielsweise die Landwirtschaft betreffen, da diese auch einen Teil zur Treibhausgas-Emission beitragen. Im Jahr 2018 lag die Treibhausgas-Emission der Landwirtschaft bei etwa 63,6 Millionen Tonnen CO₂, was 7,4 % der deutschen Treibhausgas-Emission ausmachte (Umweltbundesamt). Um in Deutschland auf die Klimaziele für 2030 hinzuarbeiten, ist es nötig, neben den Städten ebenfalls das Gesamtsystem in Betracht zu ziehen und unsere Möglichkeiten, Ideen, Ansätze und Konzepte auch auf ländliche Gegenden zu übertragen. So sollte gemeinsam darauf hingearbeitet werden, die Erde so gut wie möglich zu erhalten, die Treibhausgas-Emissionen zu reduzieren und das Leben so attraktiv wie möglich zu gestalten.

CO₂-Emissionen und Methan

Die Erwärmung unseres Planeten, sowie die steigenden CO₂-Werte in der Atmosphäre regen zu Veränderungen an, die diesen entgegenwirken könnten. Einer der vielen Gründe für die hohen CO₂-Emissionen sind die Landwirtschaft und besonders die Kühe. Nach einer Einschätzung des Umweltbundesamts sind

Milchkühe, deren Methanausstöße bei über 14.000 Kilotonnen CO₂-Äquivalente liegen, für etwa 20 % der gesamten Treibhausgas-Emission aus der Landwirtschaft verantwortlich (Anna Bolten, 2021). Mit Hilfe einer Screening-Methode für individuelle Methanemissionen von Kühen ist es möglich, den Methanausstoß relativ genau vorhersagen zu können (Engelke *et al.*, 2018). Somit wäre es möglich durch die Nutzung verschiedener Nahrungsmittel für die Kühe verschiedene Methan-Emissionen zu erhalten und durch weitere Untersuchungen letztendlich die Methanausstöße zu senken.

Algen und Methan

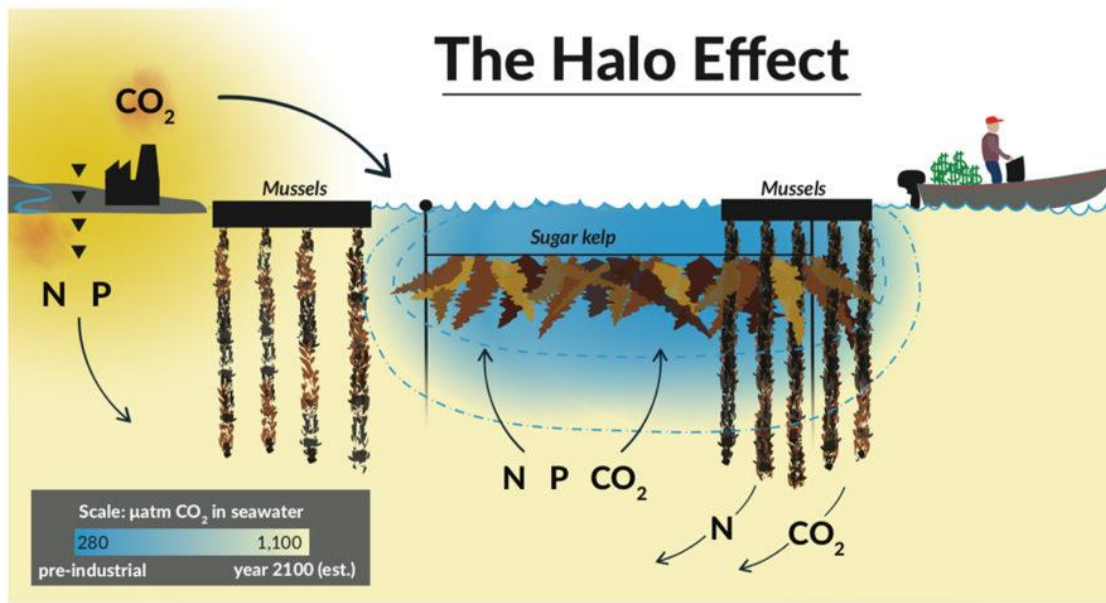
In Deutschland werden sogenannte „Superfoods“ immer populärer und erhalten zunehmende Aufmerksamkeit. Ein Beispiel ist die Alge, die in Asiatischen Ländern bereits seit geraumer Zeit als Nahrungsmittel, aber auch für die medizinischen Versorgung kultiviert und genutzt wird. In den 1950er Jahren wurden Algen von der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) aufgrund ihrer Vitamin-, ihrer Mineralstoff-, der Protein- aber auch Omega-3 Fettsäuregehalte als Superfood bezeichnet. Den Algen wird nachgesagt, die Gesundheit zu fördern und auch das Wohlfühl zu steigern. Grund dafür sind beispielsweise die von ein paar Algenarten hergestellten hoch bioaktiven Sekundär-Metabolite (Roque *et al.*, 2019). Des Weiteren weisen verschiedene Algenarten auch antibakterielle, antivirale, antioxidative oder entzündungshemmende Eigenschaften auf (Roque *et al.*, 2019). So wurde ebenfalls herausgefunden, dass einige Algenarten auch antimethanogene Eigenschaften zeigten, von welchen die rote Makroalge *Asparagopsis taxiformis* besonders effektiv zu sein scheint, da diese antimethanogene Verbindungen wie zum Beispiel Bromoform, das in der Lage ist durch eine Bindung an Vitamin B12 enzymatische Aktivitäten zu hemmen, enthält (Machado *et al.*, 2016).

So kam eine Studie zu dem Ergebnis, dass *A. taxiformis* durch eine Einschussrate von bis zu 5 % der organischen Futtermasse die Methan Produktion im Pansen der Milchkuh in vitro um 99 % reduzierte, ohne die für den Energiehaushalt der Kühe wichtigen flüchtigen Fettsäuren (volatile fatty acids) oder auch die Verdaulichkeit der zugesetzten organischen Masse signifikant negativ zu beeinträchtigen (Machado *et al.*, 2016).

Diese Ergebnisse zeigen, dass dies möglicherweise einen vielversprechenden Ansatz beschreiben kann und die dafür nötige wissenschaftliche Grundlage gegeben ist.

Algen kultivieren

Es stellt sich nachfolgend die Frage, wo Algen kultiviert werden. In Asiatischen Ländern, wo auch nahezu die gesamte großtechnische Produktion mariner Algen stattfindet, ist es bereits Gang und gebe die Superfoods in Tonnen zu kultivieren. So wird beispielsweise der sehr beliebte sogenannte „Kombu“ (Japanischer Blatttang, *Saccharina japonica*) in Japan vor der Küste von Hokkaidô im kalten Meerwasser angebaut und geerntet.



Bigelow

Laboratory for
Ocean Sciences



University of
New Hampshire

Contact: Susie Arnold, sarnold@islandinstitute.org
Nichole Price, nprice@bigelow.org

Abbildung 1: Modell einer Algenfarm, inklusive der Darstellung des Halo-Effekt. Zuckertang (Sugar kelp, *Saccharina latissima*) ist in der Lage, z.B. die durch die Industrie erzeugten CO_2 -Emissionen, aber auch Stickstoff (N) und Phosphor (P) aufzunehmen und zu Sauerstoff zu verarbeiten. (<https://www.aquaculturealliance.org/advocate/lean-and-green-whats-not-to-love-about-seaweed>)

So nehmen Algenfarmen keine zusätzlichen Landflächen in Anspruch, sondern nutzen das Meer (Abb.1). Der Vorteil einer solchen Farm ist es, dass kein zusätzliches Wasser, kein extra Dünger und auch kein Futter benötigt wird. Zusätzlich nehmen die Algen Kohlenstoffdioxid und Stickstoff auf (Abb. 1) und sind sogar in der Lage, marine Ökosysteme wie beispielsweise Korallenriffe zu regenerieren und dadurch aufzubauen. Laut der „National Oceanic and Atmospheric Administration“ sind etwa 50 % - 80 % der Sauerstoffproduktion auf das Meer zurückzuführen, wovon natürlich auch Algen ihren Teil dazu beitragen. Dies sind nur ein paar Gründe, warum Algen als nachhaltigste Nahrungsmittel gelten.

The GreenWave Model: Regenerative Ocean Farming

Polyculture farming system

- High yields of shellfish & seaweed
- Small footprint

Replicable

- Low barrier to entry
- 20 acres, a boat, and \$20-50K

Regenerative

- Carbon and nitrogen sink
- Zero inputs: no fresh water, fertilizers, or feed
- Storm surge protection
- Rebuilds marine ecosystems

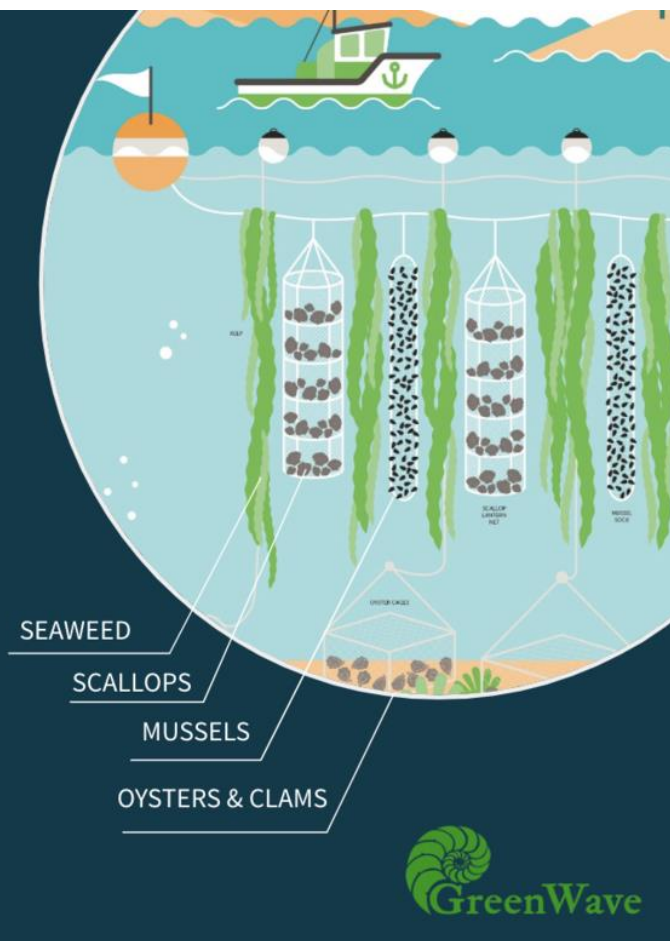


Abbildung 2: Das regenerative Ozean-Farming-Modell von GreenWave, dass aus Algen und Muscheln besteht. (<https://www.greenwave.org/our-model>)

Dies macht Algenfarmen nicht nur nachhaltig und der Natur zugutekommend, sondern bietet auch eine lukrative Möglichkeit Geld mit einem guten Gewissen zu verdienen. Außerdem werden durch diese nachhaltigen Algenfarmen auch die Ernte der wildlebenden Algen als natürlichen Ressource nicht mehr so sehr beansprucht, was ein sehr wichtiger Punkt ist, da die marinen Algen nur geerntet, aber nicht wieder neu gepflanzt werden.

Unternehmen in der Algenfarm Branche

Es gibt bereits einige Unternehmen, die in Europa eine solche nachhaltige Algenfarm erfolgreich betreiben. Eine dieser Unternehmen ist „Zeewaar“, die 2013 die erste Algenfarm in der Niederlande gegründet hat und als Pionier in diesem Feld fungiert. Die Devise ist eine nachhaltige Algen Kultivierung, da diese von besonderer Relevanz für den Mensch, als auch für den Planeten, um die wildlebenden Seetangbestände, die einen sehr wichtigen Faktor für die Unterwasser Ökosysteme darstellt, zu schützen. Im Jahr 2018 erhielt „Zeewaar“ das Zertifikat EU-Bio Logo und im Jahr 2020 das FSSC 22000 Zertifikat, was auch eine positive Anerkennung dieses Bereiches zeigt.

Das Unternehmen „Blue Ocean Barns“ setzt sich bereits mit Hilfe von *A. taxiformis* mit dem Ansatz der Methanausstoßreduzierung von Kühen auseinander und versucht auf das Ziel „Klimafreundliche Molkerei und Rindfleisch“ hinzuarbeiten.

Das Unternehmen „GreenWave“ setzt ebenfalls auf ein regeneratives und nachhaltiges Ozeanfarm-Modell in Form einer Polykultivierung (Abb. 2), in welchen neben den Algen auch Miesmuscheln, Austern, Jakobsmuscheln und Venusmuscheln kultiviert werden. Auch plädiert „GreenWave“, dass Algen nicht nur als Nahrungsmittel oder als Futtermittel genutzt werden können, sondern sogar ihren Nutzen als Strohhalme, Papier und auch als kosteneffiziente Verpackungen aus Biokunststoff als praktikable Alternative zu Plastikverpackungen dienen kann.

Soweit recherchiert werden konnte, wurde keine solche Algenfarm erfolgreich in Deutschland etabliert, da das Interesse an Algen noch in den Startlöchern zu stecken scheint. Jedoch gibt es bereits Aquakulturen an Land, die sich auf die Kultivierung von Mikroalgen wie beispielsweise *Spirulina* oder *Chlorella*

spezialisiert haben, die mittlerweile auch in Supermärkten als zum Beispiel Smoothies verkauft werden.

Ökologischer Auswirkung/CO₂ Bilanz von Algen

Es gibt bereits einige Studien in der Hinsicht auf den Umwelteffekt einer Algenfarm, die im Ozean betrieben wird. Es wurden bereits positive Effekte auf die Abschwächung des Klimawandels festgestellt, jedoch erhalten diese sowie die Algenbauern nicht die verdiente Aufmerksamkeit (Duarte *et al.*, 2017). Ein weiteres Paper kam zu dem Schluss, dass in Relation zu einem Kontrollstandort die Umweltauswirkungen durch den Algenanbau, sowie die Konzentrationen gelöster anorganischer Nährstoffe und der Sauerstofffluss in die Umgebung minimal sind (Visch *et al.*, 2020). Es wurden sogar positive Effekten in Hinblick auf die Artenvielfalt von beispielsweise Fischen beobachtet, da die „Algenvorhänge“ auch einen natürlichen Schutz bilden, ohne ein Ungleichgewicht in die Umgebung zu bringen.

Da sich dieser Ansatz der Algenkultivierung noch an den Anfängen befindet, sollten deutlich tiefere Untersuchungen vorgenommen werden, zum Beispiel wie sich eine Algenzucht auf das bestehende Ökosysteme des Kultivierungsstandortes auf einen längeren Zeitraum auswirkt oder auch, ob und welche genetischen Effekte auf natürliche Populationen projiziert werden können, mit dem Ziel ein besseres Verständnis zu entwickeln, um möglicherweise Indizien auf zukünftige Problematiken zu erhalten und diese bei weiteren Forschungen oder Ansätzen zu beachten.

Eigene Meinung

Konkludierend bin ich der Meinung, dass die Thematik Algenfarm oder auch eine Polykultivierung im Ozean äußerst interessant ist und es jede Menge Spielraum für regenerative und nachhaltige Ansätze, sowie Forschungen gibt, weshalb sich diese Thematik als „Smart City“-Ansatz qualifiziert. Außerdem sind nachhaltige und regenerative Projekte, vor allem im Bezug zur „Übererntung“ von Algen in den Meeren von größter Wichtigkeit, da meiner Meinung nach die Zukunft in den Meeren liegt, in Bezug auf Nahrungsmittel, einer möglichen Expansion der Menschen auf die Meere und der CO₂-Emissionssenkung durch Algen und Meerespflanzen. Deshalb sollten Ansätze wie beispielsweise die Senkung der Methanausstöße von Kühen durch eine kleine Zugabe an organisches Material der Alge *A. taxiformis* mehr Aufmerksamkeit erhalten und zu neuen Forschungen anregen, da dies einen kleinen, jedoch merklichen Unterschied darstellen könnte. Voraussetzung für eine solche nachhaltige Kultivierung von Algen ist jedoch der Ozean, weshalb es für Deutschland nicht sehr viele Möglichkeiten gibt, daran teilzunehmen, was auch erklären würde, warum in Deutschland bis heute kein größeres Unternehmen für Algenfarmen existiert. Jedoch sollte es auf jeden Fall im Bereich des Möglichen und im Interesse von allen sein, etwas gegen die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft in Deutschland zu tun. Dafür müssten jedoch mehr Forschungen und Untersuchungen durchgeführt werden, um möglicherweise das Ziel zu erreichen, dann doch den ein oder anderen Landwirt zu überzeugen, dem Futter für seine Kühe etwas organisches Material von Algen beizumischen, wenn dies mit Gewissheit dazu beiträgt, die Erderwärmung zu verlangsamen.

Literatur

Duarte C.M., Wu J., Xiao X., Bruhn A., Krause-Jensen D. 2017.

Can Seaweed Farming Play a Role in Climate Change Mitigation and Adaptation? *Frontiers in Marine Science*. **4**: 100.

Visch W., Kononets M., Hall P. O.J., Nylund G.M., Pavia H. 2020.

Environmental impact of kelp (*Saccharina latissima*) aquaculture. *Marine Pollution Bulletin Volume*. **155**: 110962.

Engelke S.W., Daş G., Derno M., Tuchscherer A., Berg W., Kuhla B., Metges C.C. 2018.

Milk fatty acids estimated by mid-infrared spectroscopy and milk yield can predict methane emissions in dairy cows. *Agronomy for Sustainable Development*. **38**: 27.

Roque B.M., Brooke C.G., Ladau J., Polley T., Marsh L.J., Najafi N., Pandey P., Singh L., Kinley R., Salwen J.K., Eloë-Fadrosh E., Kebreab E., Hess M. 2019.

Effect of the macroalgae *Asparagopsis taxiformis* on methane production and rumen microbiome assemblage. *Animal Microbiome*. **1**: 3.

Machado L., Magnusson M., Paul N.A., Kinley R., de Nys R., Tomkins N. 2016

Identification of bioactives from the red seaweed *Asparagopsis taxiformis* that promote antimethanogenic activity in vitro. *Journal of Applied Phycology*. **28**: 3117–3126.

Machado L., Magnusson M., Paul N.A., Kinley R., de Nys R., Tomkins N. 2016

Dose-response effects of *Asparagopsis taxiformis* and *Oedogonium* sp. on in vitro fermentation and methane production. *Journal of Applied Phycology*. **28**: 1443–1452.

Links

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#emissionsentwicklung> 28.02.2021 20:15

<http://www.fao.org/home/en/> 28.02.2021 20:25

<https://www.enbw.com/energie-entdecken/gesellschaft/smart-cities/> 28.02.2021 20:27

https://www.eurapon.de/blog/mehr-als-ein-gesundheitstrend-algen/	28.02.2021 20:27
https://de.wikipedia.org/wiki/Japanischer_Blatttang	28.02.2021 20:29
https://de.wikipedia.org/wiki/Kombu	28.02.2021 20:36
https://www.wissenschaft.de/umwelt-natur/wie-viel-methan-ruelpst-eine-kuh/#:~:text=Nach%20aktuellen%20Sch%C3%A4tzungen%20des%20Umweltbundesamts,aus%20der%20deutschen%20Landwirtschaft%20bei.	28.02.2021 20:37
https://oceanservice.noaa.gov/facts/ocean-oxygen.html	28.02.2021 20:39
https://www.greenwave.org/	28.02.2021 20:47
https://www.zeewaar.nl/uk/	28.02.2021 20:59
https://www.blueoceanbarns.com/	28.02.2021 21:01
https://www.noaa.gov/	28.02.2021 21:02

Abbildungen

<https://www.aquaculturealliance.org/advocate/lean-and-green-whats-not-to-love-about-seaweed/>

<https://www.greenwave.org/our-model>