**– ungesetzte, unlektorierte Manuskriptfassung –**

[Vorwort 3](#_Toc4684457)

[Einleitung: Die Erde 3.0 und der Flaschenhals 3](#_Toc4684458)

[Die neue Erde 4](#_Toc4684459)

[Der kosmische Flaschenhals 7](#_Toc4684460)

[1. Die Landwirtschaftliche Revolution 11](#_Toc4684461)

[1.1 Die Disruption der Steinzeit und Natur 11](#_Toc4684462)

[Die Disruption der Steinzeit 11](#_Toc4684463)

[Die Disruption der Natur 20](#_Toc4684464)

[1.2 Eine sterbende Welt 27](#_Toc4684465)

[Die Welt verändern 38](#_Toc4684466)

[2. Die Post-Landwirtschaftliche Revolution 40](#_Toc4684467)

[2.1 Der Planet ohne Weiden 41](#_Toc4684468)

[Fleisch ohne Tiere 42](#_Toc4684469)

[Milch ohne Tiere 48](#_Toc4684470)

[Das größte Verbrechen der Menschheit 51](#_Toc4684471)

[2.2 Der Planet ohne Felder 57](#_Toc4684472)

[Neue Landwirtschaftliche Revolutionen 58](#_Toc4684473)

[Landwirtschaft ohne Pflanzen 63](#_Toc4684474)

[Vegan? Cegan! 73](#_Toc4684475)

[3. Natur: Entfremdung und Relaunch 76](#_Toc4684476)

[3.1 Homies, Zauberer und Propheten 77](#_Toc4684477)

[Naturentfremdung 79](#_Toc4684478)

[Kulturkampf um Natur 82](#_Toc4684479)

[3.2 Demontagestopp am Raumschiff Erde 86](#_Toc4684480)

[Forstwirtschaft ohne Bäume 90](#_Toc4684481)

[Bergbau ohne Berge 96](#_Toc4684482)

[3.3 Antworten auf Kritiken 100](#_Toc4684483)

[Schluss: Nach dem Flaschenhals 105](#_Toc4684484)

[Literatur 108](#_Toc4684485)

**2. Die Post-Landwirtschaftliche Revolution**

In ihrer Entwicklungsgeschichte hat die Menschheit bislang drei große Etappen zurückgelegt: Mit der *Landwirtschaftlichen Revolution* vollzog sich der Übergang von der Steinzeit ins Agrarzeitalter und mit der *Industriellen Revolution* der Übergang vom Agrar- ins Industriezeitalter. Gegenwärtig befindet sich die Menschheit mit der *Digitalen Revolution* im Übergang zum Digitalzeitalter. In diesem muss sie sich mit den Altlasten ihrer Vergangenheit beschäftigen. Mit der Landwirtschaftlichen Revolution wurde der Planet lebensunfreundlicher, da Biome entfernt und in Anthrome umgestaltet wurden. Die sich daraus ergebenden Umweltprobleme wurden umso offensichtlicher, je mehr Lebensmittel für eine größer werdende Zahl von Menschen angebaut werden mussten. Mit der Industriellen Revolution wurden neue Energieträger – Kohle, Öl, Gas – in großen Mengen eingesetzt, um neue Maschinen – Eisenbahnen, Autos, Flugzeuge, Kraftwerke – anzutreiben. Das Resultat ist ein künstlicher, von Menschen verursachter Klimawandel.

Klimawandel und Landnutzung beeinflussen sich gegenseitig: Der Klimawandel erschwert die Landwirtschaft in den meisten Regionen und die Landwirtschaft trägt zum Klimawandel bei, wenn Wälder, die große Mengen an CO2 speichern, in Felder verwandelt werden, die das nicht tun.

Im Digitalzeitalter sollten diese aus vergangenen Zeitaltern stammenden Probleme gelöst werden, wenn die menschliche Entwicklung nicht gefährdet werden soll. Zugleich ploppen neue Probleme auf, die durch den Einsatz der Digitaltechnik entstehen. Mit der Automatisierung von Arbeitsplätzen, der zunehmenden Überwachung der Bürger, der Manipulation der öffentlichen Meinung und Hackern, die danach streben, sensible Infrastrukturen zu kontrollieren, zeichnen sich auch bereits die ersten ab.

Die Menschheit entwickelt sich, indem sie Probleme löst, und in den nächsten zwei bis drei Jahrzehnten sollten eine Reihe gewichtiger Probleme globalen Ausmaßes gelöst werden. In diesem Buch liegt der Fokus auf den ökologischen Problemen, die die Landwirtschaftliche Revolution hinterlassen hat.

Die „Erfindung“ und Weiterentwicklung der Landwirtschaft hat es möglich gemacht, dass die Menschheit zu einer Masse von acht Milliarden Leibern mit einem Gesamtgewicht von ca. 320 Milliarden Tonnen angeschwollen ist (bei einem Durchschnittsgewicht von vierzig Kilo pro Leib) und obendrein stetig massiger wird. Denn es wächst nicht nur die Weltbevölkerung numerisch, es wächst auch der durchschnittliche Bauchumfang der Menschen weltweit.

Aber wie sollen zehn oder elf Milliarden pummeliger werdende Menschen miteinander und auf der Erde leben? Sie wollen essen, in die globalen Konsumentenklasse aufsteigen, sich amüsieren und gut kleiden, komfortabel wohnen, reisen. Wie sollte die Menschheit so durch den kosmischen Flaschenhals passen? Die bisherige Land- und Viehwirtschaft trug und trägt maßgeblich zur Verengung des Flaschenhalses bei, da die Gewinnung von tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln die planetare Biosphäre distresst. Die Gewinnung tierischer Lebensmittel ist hier das größere Problem, aber auch die weiten Reis-, Mais- und Weizenfelder, die den Planeten überziehen, haben Lebensräume entleert.

Die Landwirtschaftliche Revolution hat ein gestern, ein heute – und kein morgen. Sie hat ein gestern, weil sie aufkam und auf revolutionäre Weise menschliche Gesellschaften transformierte und natürliche Ökosysteme vermenschlichte. Sie hat ein heute, weil sich ihre Bugs in der Gegenwart weltweit bedrohlich auswirken und ihretwegen wird sie kein morgen haben. Die Land- und Viehwirtschaft sind zusammen genommen *das* Problem, das gelöst werden muss, wenn die Menschheit mit ihrer Welt zurechtkommen und durch den Flaschenhals möchte. Und eben dieses Problem kann nur hinreichend gelöst werden, wenn die Land- und Viehwirtschaft, wie wir sie heute kennen, morgen zu existieren aufhören. Daraus resultiert der Bruch mit einer Lebensweise, die das Agrarzeitalter geprägt hat. Daraus resultiert auch der Bruch mit einer Landschaftsform, die im gesamten Industriezeitalter dominant war. Land- und Viehwirtschaft werden im Digitalzeitalter immer geringfügiger in Erscheinung treten können.

Dass sie ein Auslaufmodell sind, ist absehbar. „Die meisten Technologien“, so der Technikphilosoph Nick Bostrom, „die in fünf oder zehn Jahren einen großen Einfluss auf die Welt haben werden, sind bereits in begrenztem Einsatz, und diejenigen, die die Welt binnen 15 Jahren revolutionieren, existieren wahrscheinlich schon als Prototypen.“[[1]](#footnote-1) Die Prototypen der Post-Landwirtschaftlichen Revolution existieren bereits und ihr Einfluss wird sich vergrößern.

2.1 Der Planet ohne Weiden

Angenommen, die Menschheit veränderte ihren Lebensmittelkonsum nicht, sie würde wohlhabender und auf zehn Milliarden zu füllende Bäuche anwachsen. Dann würden fast alle planetaren ökologischen Grenzen, teilweise um das doppelte, überschritten werden. Das wiederum würde sich sehr nachteilig auf die Produktion der Lebensmittel auswirken – vorausgesetzt sie würden unverändert hergestellt werden. Die Mahnung des Thomas Malthus – der vor rund 200 Jahren die Gefahr zu erkennen glaubte, dass die Lebensmittelproduktion mit der rasch wachsenden Zahl der Menschen nicht mehr Schritt halten könne – würde sich dann mit einiger Verzögerung doch noch bewahrheiten.

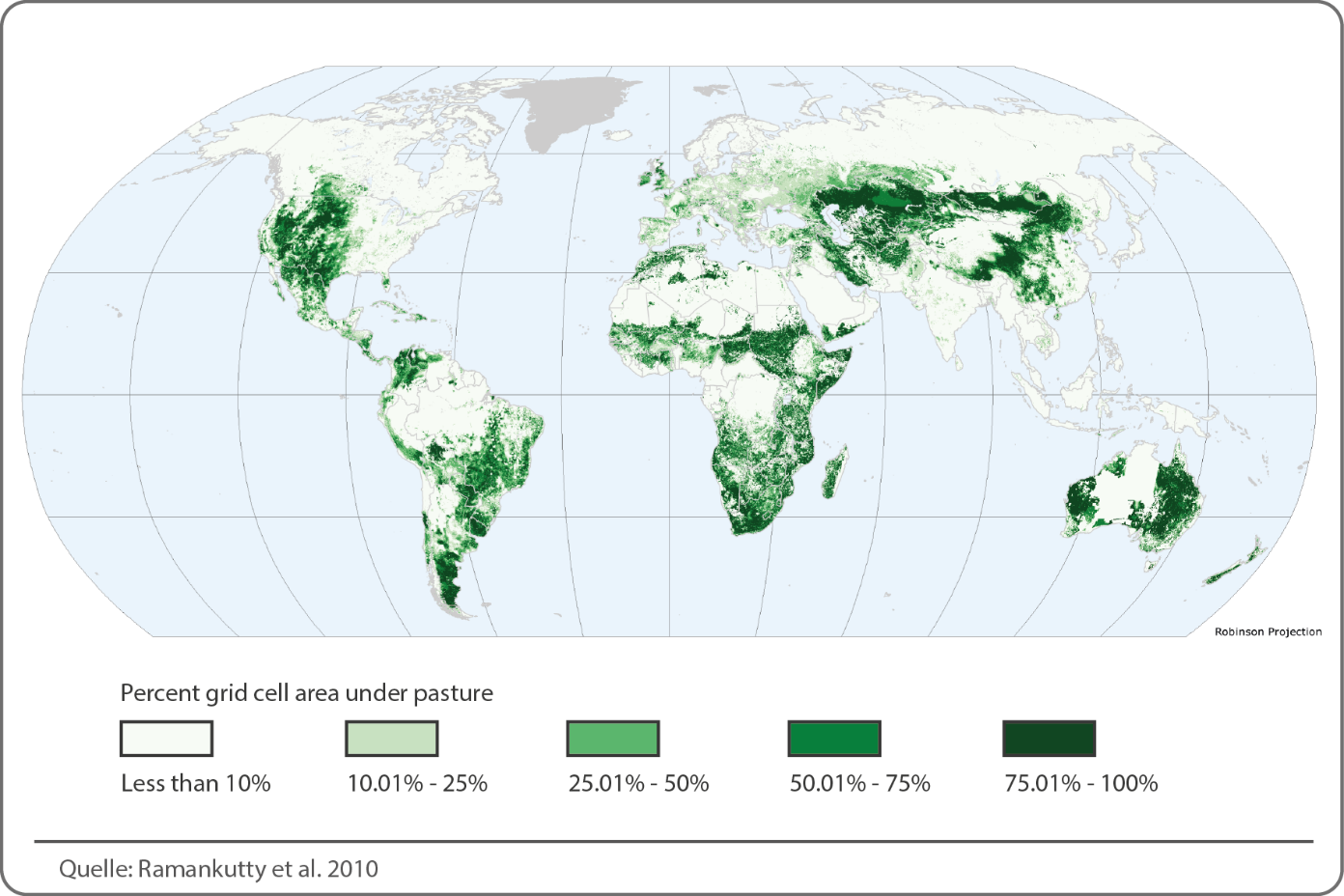
Um dieses Szenario zu vermeiden, könnten Maßnahmen ergriffen werden, damit sich (a) die Zahl der Menschen nicht weiter erhöht. Allerdings bereitet schon die Versorgung der gegenwärtig Lebenden große ökologische Probleme. (b) Könnte sich die Ernährungsweise der Menschheit ändern, (c) die Herstellung ihrer Lebensmittel und (d) könnte die Verschwendung von Lebensmitteln minimiert werden. Schließlich können die Maßnahmen (a) bis (d) zusammenwirken.

Setzt man auf veränderte Ernährungsgewohnheiten, würde dies die Bewohner der klassischen Konsumgesellschaften hart treffen, denn deren Verzehr tierischer Produkte ist viel zu hoch. Die globale Umwelt wird am meisten durch die Viehindustrie in Mitleidenschaft gezogen, darüber herrscht, soweit ich die Literatur überblicken kann, wissenschaftlicher Konsens. Dagegen würde die globale Umstellung auf eine primär pflanzliche Ernährungsweise die agrarischen Treibhausgasemissionen um mehr als die Hälfte reduzieren und auch andere Umweltauswirkungen wie die Düngung und die Nutzung von Ackerland und Süßwasser um ein Zehntel bis ein Viertel reduzieren.[[2]](#footnote-2)

Aber die Menschen sind mehrheitlich noch nicht so weit, dass sie tun, was sie rationalerweise tun sollten. Das liegt allerdings auch an rationalen Kosten-Nutzen-Abwägungen: Wer seine Ernährung umstellt, muss auf Geschmack und Gewohnheiten verzichten, hat aber keinen unmittelbaren und konkreten Nutzen davon. Der Nutzen wirkt sich abstrakt, irgendwie, irgendwo und irgendwann aus. Wer außerdem sein Verhalten ändert, verändert nichts, wenn andere ihr Verhalten nicht ebenfalls verändern. Man müsste schon eine globale Denkweise haben und diese lokal im eigenen Verhalten umsetzen, aber eine solche Denk- und Handlungsweise haben bislang zu wenige Menschen ausbilden können. Und das können sie auch kaum, schließlich wird ihre Ausbildung in den wenigsten Bildungssystemen der Marktgesellschaften gezielt gefördert. In Marktgesellschaften haben andere Werte Priorität und folglich muss sich auch die Ernährungswende anders vollziehen. Darauf zu vertrauen, dass Milliarden Menschen ihre Essgewohnheiten freiwillig und binnen einer Generation wandeln, ist riskant. Und darauf zu vertrauen, dass demokratische Regierungen ihre Bevölkerungen dazu bringen, „eingefleischte“ Essgewohnheiten gegen den Willen einer großen Wählerschaft zu wandeln, ist ebenso kühn. Hinsichtlich der Fleischkonsums entwickelt sich nun seit einigen Jahren eine echte Alternative, die der Maßnahme (c) entspricht: Fleisch ohne Tiere.

**Fleisch ohne Tiere**

Von den offenen Savannen Afrikas bis zu den grasbewachsenen Weiden Nordamerikas verwenden Menschen für Viehweiden mehr Land als für jede andere menschliche Tätigkeit auf der Erde: Alle Kontinente, d.h. inklusive der Antarktis, umfassen zusammen 149 Millionen Quadratkilometer. Zieht man davon unbewohnbare Gletscher- und Wüstenflächen ab, bleiben auf der Erde 104 Millionen Quadratkilometer habitables Land. Von diesen habitablen Landflächen nutzen Menschen vierzig Millionen Quadratkilometer bzw. 38 Prozent als Weideland und Anbaufläche für Viehfutter, da das Weideland allein den globalen Viehbestand nicht ganzjährig satt machen kann. Das wiederum bedeutet, *dass 26 Prozent der gesamten globalen Landfläche (inklusive Antarktis) zur Sättigung des Viehbestandes genutzt wird*.[[3]](#footnote-3)



**Abb. 5** Weideland ist zur weltweit dominanten Landschaftsform geworden und umfasst derzeit etwa 38 Prozent der eis- und wüstenfreien Landoberfläche der Erde. Die Abbildung zeigt die ungefähre Ausdehnung der Fläche, die als Weide für Kühe, Esel, Pferde, Lamas, Yaks, Büffel, Gänse, Ziegen, Schweine, Schafe, Kamele und weiteres im Dienst der Menschen stehendes Getier im Jahr 2000 diente. Je dunkler der Rotanteil, desto höher der Weideanteil an der jeweiligen Landschaft. Auf der Karte scheinen mehr als 26 Prozent der Landflächen dem Vieh zu gehören. Das erklärt sich durch die Nichtberücksichtigung der Antarktis.

Menschen nutzen das Vieh vor allem, um sich mit Fleisch, Leder, Milch und Eiern zu versorgen. Den größten Teil der globalen Weideflächen haben Menschen darum für 1,4 Milliarden Rinder, zwei Milliarden Schafe und Ziegen, eine Milliarde Schweine und über zwanzig Milliarden Hühner reserviert. Während dem Vieh rund vierzig Prozent der bewohnbaren Landfläche gehören, drängen sich die Menschen in Siedlungen zusammen, die nur drei Prozent dieser Fläche einnehmen.

Die Menschheit ist eine geophysikalische Kraft geworden und das liegt wesentlich an der Viehhaltung, die immense Flächen benötigt und ein wichtiger Treiber für Umweltveränderungen auf lokaler, regionaler und globaler Ebene ist. Das hat erhebliche Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen, Biodiversität, Albedo, Bodenerosion und auf den Süßwasserverbrauch. Es ist völlig klar: Wenn die Menschheit durch den Flaschenhals möchte, muss sie ihren Viehbestand drastisch verringern. Mit ihrem heutigen oder einem gar größeren Viehbestand wird sie es nicht schaffen.

Das demonstrieren bereits die klimaverändernden Effekte der Viehindustrie. So stoßen die weltweit fünf größten Fleisch- und Molkereikonzerne zusammengenommen jedes Jahr mehr klimawirksame Emissionen aus als der weltweit größte Ölkonzern Exxon-Mobile. Während die Ölindustrie aber langfristig schrumpft, wächst die Viehindustrie weiter, sofern nichts Ungewöhnliches geschieht. Auf diese Weise wird es schwer, das 2°C-Ziel zu erreichen.[[4]](#footnote-4)

Obendrein ist die tierische Fleischproduktion sehr ineffizient: Der Input von Kalorien in Form von Viehfutter ist größer als der Output von Kalorien in Form von Fleisch, womit die Fleischindustrie keine Lebensmittel liefert, sondern vernichtet. Obendrein landen jährlich zig Millionen Tiere aus der Massentierhaltung nicht auf dem Teller, sondern im Müll. Sie mussten notgeschlachtet werden, weil sie in den Ställen Krankheiten bekommen haben, die ihr Fleisch unhygienisch machen. Sie wurden gefüttert, verbrauchten Wasser, emittierten Methan, lieferten im Gegenzug aber keine einzige Kalorie.

Nun kann man Fleisch aus Pflanzen oder Pilzen kreieren – und dies tun einige Unternehmen auch mit lukullisch beeindruckendem Erfolg. Da allerdings auch von der Landwirtschaft ökologische Probleme ausgehen, ist es besser, auf Fleisch zu verzichten oder Fleisch ohne Tiere herzustellen.

Fleisch ohne Tiere hat momentan noch viele Namen: in vitro-Fleisch, cultured meat, cell-based meat oder clean meat. Die Namen sollen ausdrücken, dass hier Fleisch aus Zellen kultiviert wird, dass ökologisch und ethisch unbedenklich ist. Tatsächlich besteht Fleisch ja auch aus nichts anderem als Zellen. Das bedeutet, dass man Fleisch prinzipiell erzeugen kann, indem man Tieren Zellen entnimmt und diese so lange vermehrt bis man genug von ihnen zusammen hat, um sie z.B. zu einer Frikadelle zusammenzupressen. Als Ergebnis hat man ein *naturgleiches* Produkt auf *unnatürliche* Weise hergestellt.

Das funktioniert, es funktioniert bei jedem Tier, es funktioniert aber nicht so einfach wie ich es eben dargestellt habe. Zu Beginn des Verfahrens wird einem Nutztier mittels einer Biopsie Muskelgewebe entnommen. Muskelgewebe deshalb, weil das Fleisch, das Menschen essen, zumeist aus Muskelzellen besteht. Da schon auf einer Nadelspitze tausende von Zellen Platz finden, braucht man wirklich nur wenig Gewebe. Man braucht es nur einmal und kann das Nutztier dabei lokal betäuben, damit es die Gewebeentnahme nicht spürt. Aus dem entnommenen Gewebe werden die darin enthalten Stammzellen isoliert und kultiviert. Sie werden also in eine Nährlösung gebettet. Da man gerne viele Zellen hat, um viel Fleisch zu liefern, kommen diese in einen Tank, auch Bioreaktor genannt. Darin ist es wie in einem Säugetier 37 Grad warm und die Stammzellen haben genug zu essen, denn sie schwimmen in ihrer Nahrung. Säßen sie auf festem Boden, könnten sie nur über den Teil ihrer Oberfläche Nahrung aufnehmen, der auf dem Medium liegt. Ein flüssiges Medium ermöglicht dagegen die Nährstoffaufnahme über die gesamte Oberfläche. In der Suspension kann, anders als auf festem Boden, kein lokaler Nährstoffmangel entstehen, da die Flüssigkeit im Tank ständig in sanfter Bewegung gehalten wird.

In den Tanks ist es für die Zellen letztlich so, als wären sie im Körper eines Tieres. Dementsprechend verhalten sie sich auch. Sie differenzieren sich in Muskelzellen und mehren sich. Um sich in Muskelzellen wandeln zu können, schwimmen die Stammzellen in einer speziellen Nährlösung. Hinsichtlich ihrer Zusammensetzung ist diese nicht kompliziert, da sich Muskelstammzellen sehr bereitwillig in Muskelzellen differenzieren. Anschließend verbinden sie sich zu Muskelfasern. Damit sich das Ganze im Mund „fleischig“ anfühlt, werden die Muskelfasern wie richtige Muskeln durch mechanische und elektrische Impulse trainiert. Auf diese Weise ziehen sie sich zusammen und entspannen sich, werden also gewissermaßen stärker. Die so entstandenen Muskelfasern sind unter dem Mikroskop nicht von denen eines tierischen Steaks zu unterscheiden. Sie sind mit ihnen biologisch identisch. Während ein Rind aber zwei Jahre auf einer Weide oder im Stall zubringt, bis es geschlachtet wird, vergehen vom Anlegen der Zellkultur bis zur genießbaren Frikadelle nur wenige Wochen.

Warum kultiviert man nicht sofort Muskelzellen? Dieser Umweg wird momentan noch deswegen genommen, weil sich Stammzellen schneller und häufiger als Muskelzellen vermehren. Nun erhält man auf diese Weise reines Muskelfleisch. Das Fleisch auf dem Teller enthält zusätzlich allerdings noch Fett, wodurch es saftiger wird. Da Fett aromatisch ist, beeinflusst es außerdem den Geschmack. Also wird das in vitro-Muskelfleisch mit Fett angereichert, das wie tierisches schmeckt, aber nicht von Tieren stammt.

In den Niederlanden wurde bereits in den 1990ern erforscht, wie Muskelfleisch im Labor hergestellt werden kann, um die Lebensmittelsicherheit zu erhöhen und Umweltschäden verringern zu können. 2013 wurde der erste in vitro-Burger unter der Leitung von Mark Post von der Universität Maastricht öffentlich in London verkostet. Er enthielt eine Burger-Frikadelle aus zellulärem Rindfleisch. Seitdem ist eine Menge passiert und diverse Startups haben mit weiteren Erfolgen auf sich aufmerksam gemacht: 2016 war *Memphis Meats* das erste Unternehmen, das zelluläre Fleischbällchen herstellte. 2017 präsentierte Memphis Meats außerdem erstmals zelluläres Geflügelfleisch (Huhn und Ente). Im gleichen Jahr machte *Finless Foods* Thunfischfleisch aus Zellen, was schon deswegen interessant ist, weil Fischfleisch aus dem Labor, anders als natürlicher Fisch, nicht mit Mikroplastik kontaminiert ist. 2018 präsentierte *New Age Meats* die weltweit erste in vitro-Schweinewurst. Ebenfalls 2018 produzierte das israelische Startup-Unternehmen *Aleph Farms* unter der Leitung von Didier Toubia das erste im Labor kultivierte Steak aus Rindfleisch. Das war ein besonderer Moment, denn ein tierfreies Steak zu kreieren, war bis dato das schwierigste Projekt. Nicht nur, dass ein Steak wie ein Steak aussehen muss – und dazu genügt es nicht Zellen so zusammenzupressen, wie man es bei Fleisch- und Fischbällchen, Frikadellen oder Würsten machen kann. Die Zellen müssen in die Höhe, auf ess- und genießbaren Strukturen wachsen. Zudem bestehen Steaks zu unterschiedlichen Anteilen aus Muskel-, Fett- und Bindegewebe und dann ziehen sich durch ein Steak auch noch Blutadern. Man muss folglich vier Zelltypen in einer 3D-Struktur kultivieren und dazu bringen, dass sie zusammenwachsen. Aleph Farms hat dieses Kunststück vollbracht. 2019 folgten die nächsten Premieren: *Shiok Meats* aus Singapur führte zellulär gewonnenes Fleisch von Schrimps vor. Fleisch von Hummern und Krebsen planen die beiden Gründerinnen Sanhya Siram und Ka Yi Ling von Shiok Meats ebenfalls ohne die Meerestiere im Tank zu kultivieren. Im gleichen Jahr verkostete *Wild Type* das weltweit erste zellulär gewonnene Lachsfleisch in Portland.

Diese Startups demonstrieren, dass der Geist aus der Flasche entwichen ist. Er wird nicht mehr in sie zurückkehren, zumal sich jedes Jahr neue Teams zusammenfinden, um tierische Produkte im Labor herzustellen. Die Startups demonstrieren auch, dass die zellbasierte Produktion von Fleisch bereits im kleinen Maßstab funktioniert. Allerdings ist der Weg von kleinen Produktionsmengen im Labor in die Großproduktion eines jeden zellulär hergestellten Produktes mit Hindernissen bestückt und nimmt etwa zehn Jahre in Anspruch. Soll ein Produkt in großen Mengen verkauft werden und dabei nicht teurer als das tierische sein, braucht es dazu geeignete Bioreaktoren mit einem Fassungsvermögen von einigen tausend Litern. Verschiedene Startups haben sich ihrer Konzeptionierung angenommen. Es wäre erstaunlich, wenn sie in den kommenden Jahren keine nennenswerten Ergebnisse vorweisen sollten.

1. Bostrom 2014, 17 [↑](#footnote-ref-1)
2. Springmann et al. 2018 [↑](#footnote-ref-2)
3. UNEP 2019, 210 [↑](#footnote-ref-3)
4. IATP 2018 [↑](#footnote-ref-4)