10.6094/behemoth.2020.13.2.1046

BEHEMOTH A Journal on Civilisation
2020 Volume 13 Issue No. 2

‚Alle Sorge ist Sorge um das Gehäuse'

Ko-Immunität, Vertical Farming und die Technopolitik geschlossener Umwelten

‚All Care is Care for the Enclosure'

Co-Immunity, Vertical Farming and the Technopolitics of Closed Environments

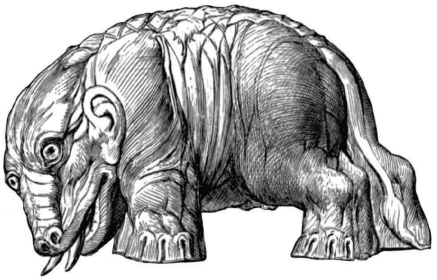
Leon Wolff

Abstract

This article investigates the techno-politics of vertical farming in the field of food security. Drawing on the works of Peter Sloterdijk, the article understands the Vertical Farm as a technology of ecological care that aims to contain the environmental side effects of agriculture while further increasing food production. Instead of growing food outdoor in the field, technologies such as hydroponics or LED lighting are being used to create artificial ecosystems in closed environments and integrate them into the urban spaces. The paper argues that the logic of ecological care enshrined in the Vertical Farm follows a logic of co-immunization by drawing a strong boundary between crop production spaces and the environment, thus preventing uncontrolled material flows between them.

Keywords, dt.: Ernährungssicherheit, Peter Sloterdijk, Gewächshäuser, Umwelt, Biopolitik, Vertical Farm, Urbane Landwirtschaft, Ko-Immunisierung

Keywords, engl.: Food Security, Peter Sloterdijk, Greenhouses, Environment, Biopolitics, Vertical Farm, Urban Agriculture, Co-Immunity



Leon Wolff studied Criminology and Sociology at the Universities of Bielefeld, Freiburg and Hamburg. He currently works as a research associate at the Institute for Sociology, Philipps-University of Marburg. **E-Mail: leon.wolff@staff.uni-marburg.de**

Einleitung

Im gegenwärtigen ökologischen Diskurs nimmt die Frage nach der Ernährungssicherheit einen zentralen Stellenwert ein.**[1]** Allein die extremen Umweltereignisse der jüngeren Zeit, wie die europäische Dürre im Jahr 2018, die Ende 2019 wütenden Brände in Australien, die 6 Millionen Hektar Ackerland vernichteten oder die seit 2020 in Ostafrika grassierende Heuschreckenplage, haben die zunehmende Verwundbarkeit landwirtschaftlicher Produktion vor Augen geführt und gleichzeitig die ungleiche globale Verteilung dieser Verwundbarkeit deutlich gemacht. Allerdings ist der landwirtschaftliche Sektor nicht nur stark von den Auswirkungen der ökologischen Krise betroffen, sondern ist zugleich der Bereich, der im höchsten Maße zu ihrer Entstehung beigetragen hat. Insbesondere die landwirtschaftliche Produktionsweise der großen Industrienationen zeichnet für eine Reihe von ökologischen Nebenfolgen wie Biodiversitätsverlust, Überbeanspruchung der Böden, hohe CO2 Emissionen, Wasserknappheit und -verseuchung verantwortlich, und gilt deshalb in den Augen prominenter Klimawissenschaftler:innen als die stärkste Treiberin der ökologischen Krise (Rockström et al. 2017). Die zunehmende Einsicht in diese „Reflexivität" (Beck 1986) der Landwirtschaft, zugleich bedrohtes Schutzobjekt als auch Gefährdungszusammenhang zu sein, hat auf der Ebene globaler Politik die Frage nach alternativen Formen der Landwirtschaft und neuen Anbautechnologien aufgeworfen (FAO 2013; World Bank 2015; Rockström et al. 2017), die darauf abzielen, wie ausreichend Nahrung für eine steigende Weltbevölkerung produziert werden kann, ohne jedoch die „planetarischen Leitplanken" (Rockström et al. 2009) des Erdsystems zu überschreiten.**[2]**

Unter der Vielzahl an ökologischen Agrartechnologien, die als Antwort auf diese Herausforderung diskutiert werden, sticht das Konzept des *Vertical Farming* hervor, das der Gesundheitswissenschaftler und Ökologe Dickson D. Despommier seit einigen Jahren proklamiert und das binnen kurzer Zeit erhebliche Resonanz innerhalb der Agrarwissenschaften, der Biowissenschaften und der Stadtplanung hervorgerufen hat. Der Grundgedanke des Vertical Farming erweist sich dabei als relativ simpel. Statt wie bisher Nahrung auf dem Land und auf großen Flächen zu produzieren, soll mithilfe von stapelbaren Hightech-Gewächshäusern die Nahrungsproduktion ‚vertikalisiert' und in den urbanen Raum integriert werden. Ungenutzte Architekturen wie leerstehende Bürogebäude, ehemalige Fabriken, Parkplatzdächer oder alte U-Bahn Tunnel würden so einer neuen Funktion zugeführt, während sich gleichzeitig der immense Flächenverbrauch und die damit verbundenen ökologischen Nebenfolgen der herkömmlichen Landwirtschaft reduzieren ließen. Die Weiterentwicklungen von etablierten Technologien aus der Gewächshauslandwirtschaft, wie etwa der Einsatz von Nährstofflösungen und künstlichem Licht, dienen hierbei als materielle Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung des Vertical Farming. Diese Technologien erlauben die natürliche Wachstumsumgebung der Pflanzen durch ein synthetisches geschlossenes Agrarökosystem zu ersetzen. Aus Sicht ihrer Proponent:innen liegt in der Überführung der Landwirtschaft in eine solche „controlled environment agriculture" (CEA) der Schlüssel für die Ernährungssicherung der Zukunft, denn sie leistet zweierlei: Nicht nur verspricht das artifizielle Indoor-Prinzip eine ökologisch nachhaltigere Form der Nahrungsproduktion gegenüber der klassischen ‚Outdoor'-Landwirtschaft,

[1] Ich möchte Ole Bogner, Constanze Erhard, Christoph Haker, Carolin Mezes, Sven Opitz und Franziska von Verschuer dafür danken, dass sie erste Überlegungen zu diesem Aufsatz mit mir diskutiert haben. Ferner danke ich den Teilnehmer:innen der Tagung „Sorgende Sicherheit" an der Universität Gießen sowie den zwei anonymen Gutachter:innen für ihre wertvollen Anmerkungen. Schließlich möchte ich Amelie Bihl und Mila Obert von der Behemoth Redaktion für hilfreiche Hinweise und ihr sorgsames Lektorat danken.

[2] Die wichtigsten Schlagwörter sind hier „sustainable intensification" (FAO) sowie „climate-smart-agriculture" (FAO, World Bank). Nachhaltige Intensivierung ist auch das Ziel, das von Erdsystemwissenschaftler:innen wie Johan Rockström ausgerufen wird (Rockström et al. 2017).

sondern auch steigende Erträge für den Hunger einer wachsenden und zunehmend urban lebenden Weltbevölkerung (Despommier 2011; DLR 2015; Benke/Tomkins 2017; Lakhiar et al. 2018; Beacham et al. 2019).

Aus sicherheitssoziologischer Perspektive steht die Debatte über das Vertical Farming exemplarisch für die zunehmende Erweiterung des Interventionsfeldes biopolitischer Sorge um den Bereich der Ökologie. Umwelt erscheint hier nicht mehr nur als materieller Hintergrund für die Versorgung der Bevölkerung, sondern wird selbst im Zuge ihrer infrastrukturellen Erschließung zu einem Problemzusammenhang (Folkers 2018, 343ff.), um den die „sorgende Macht sich kümmern muss." (Bröckling 2017, 41) Allerdings gibt es aktuell innerhalb der kritischen Sicherheitsforschung kaum Arbeiten, die dieses ‚Umweltlich-Werden' biopolitischer Sorge in Bezug auf landwirtschaftliche Praktiken untersuchen. In diesem Artikel werde ich deshalb den Fall des Vertical Farming zum Ausgangspunkt nehmen, um ein Licht auf die Formen ökologischer Biopolitik zu werfen, die sich im Bereich der Ernährungssicherheit abzeichnen. Zu diesem Zweck greife ich die philosophischen Arbeiten Peter Sloterdijks (2001; 2004; 2009; 2016a) auf. Sloterdijks Denken ist in diesem Kontext doppelt instruktiv, weil er einerseits von einer konstitutiven Verschränkung von Natur, Sorge und Technik ausgeht und weil er andererseits künstliche Environments und Ökosysteme wie Raumstationen oder Gewächshäuser zu prominenten Gegenständen seiner philosophischen Überlegungen macht. Gewächshäuser stehen in Sloterdijks Denken emblematisch für das zunehmende Problematischwerden der Umwelt im Zuge der ökologischen Krise. Im Gewächshaus kann die Natur nicht mehr als passiver Hintergrund oder externalisierbare Größe begriffen, sondern muss internalisiert und gegen eine bedrohliche Umwelt geschützt werden.

Sloterdijk verwendet in diesem Zusammenhang den Begriff der Immunisierung, der mir im Folgenden als analytische Folie dienen soll. Mit dem Begriff der Immunisierung lassen sich zwei Aspekte des Vertical Farming genauer beleuchten, die miteinander verschränkt sind. Zum einen lässt sich die Vertical Farm als techno-politischer Versuch lesen, die Nahrungsmittelversorgung einer Gesellschaft durch deren Internalisierung gegen die Folgen des Klimawandels zu immunisieren. Zum anderen hilft Sloterdijks Begriff der Immunisierung dabei, die spezifische ökologische Rationalität zu bestimmen, die dem Vertical Farming zugrunde liegt. Diese ist weniger getragen vom Ideal einer stärkeren Verflechtungen von Natur und Kultur, wie sie etwa in gegenwärtigen Debatten über Care oder über das Konzept der Symbiose formuliert wird (Haraway 2016; Puig de la Bellacasa 2017), sondern vielmehr eine Problematisierung dieser Verflechtungen. Die Vertical Farm zielt darauf ab, die potentiell tödlichen Verschränkungen von Natur und Kultur durch die Produktion geschlossener Ökosysteme zu unterbrechen. Auf diesem Weg soll die Gesellschaft sowohl vor einer volatil und gefährlich gewordenen Umwelt bewahrt, als auch die Umwelt von den Zumutungen industrieller Landwirtschaft entlastet werden.

Um dieses Argument zu entfalten, gehe ich wie folgt vor: Zunächst werde ich in Anschluss an Sloterdijks Philosophie eine Perspektive auf Sorge und Immunität entwickeln (1). Anschließend beleuchte ich kurz den historischen Entstehungskontext der Vertical Farm, um zu zeigen, welche ökologischen und ökonomischen Versprechungen mit ihr verbunden sind (2). Im dritten Abschnitt arbeite ich die technologische Funktionsweise der Vertical Farm

heraus und mache deutlich, warum die ihr zugrunde liegende Sorgepolitik einer Logik der Immunisierung folgt (3). Ich schließe mit einer Parallelisierung der Probleme des Vertical Farming und Sloterdijks Ökologie der Immunisierung. (4).

1. Immunisierung, Sorge, Technik

Der Begriff der Immunisierung kann als ein Schlüsselbegriff in Sloterdijks Philosophie bezeichnet werden und ist dabei eng mit seiner onto-topologischen Umschrift von Martin Heideggers Daseinsanalytik verbunden. Sloterdijks Sphärologie ist der Versuch, die Existenz des Menschen als das Resultat der Konstruktion von vitalen Raumarrangements zu beschreiben (Sloterdijk 2001). Für ihn sind Menschen Lebewesen, die zur Welt kommen, indem sie eine Sphäre um sich herum aufrichten und diesen Innenraum gegen ein Außen stabilisieren. Sphären bieten ihren Bewohner:innen dabei nicht nur materielle Vorteile, psychische Entlastung und einen Raum des Gemeinsamen (man atmet die gleiche Luft, teilt die gleichen Symbole usw.), sondern auch eine schützende Membran gegen eine überkomplexe und bedrohliche Umwelt (Borch 2008, 550). Sloterdijk bezeichnet die räumliche Operation der Sphärenbildung deshalb auch als Immunisierung. Wie bei einem Organismus, „der aktiv für seine Abgrenzung von der Umwelt sorgt“ (Sloterdijk 2004, 195), fungiert auch der Prozess der Sphärenkonstitution als Sicherheitsarchitektur gegen die Zumutungen der außersphärischen Welt. Der Begriff der Immunisierung versucht demnach den Umstand auszudrücken, dass „Leben nicht so sehr durch Öffnung und Teilhabe am Ganzen bestimmt ist als vielmehr durch Selbstabschließung und selektive Teilhabeverweigerung.“ (ebd.)

Aufgrund ihrer immunologischen Funktion avancieren Sphären zu Objekten einer ontologischen Sorge. Anders als Heidegger versteht Sloterdijk unter Sorge jedoch keine zeitliche, sondern vielmehr eine räumliche Kategorie: „Alle Sorge [ist] zunächst Sorge um das Ge-Häuse.“ (Sloterdijk 2001, 192) Die Abhängigkeit des Menschen von seinen Immunsystemen zwingt ihn dazu, sich permanent um deren Aufrechterhaltung zu kümmern. Sloterdijks philosophisches Interesse gilt deshalb den historischen Formen der Sorge um die Immunstrukturen. Seine dreiteilige Sphärologie kann als der geschichtsphilosophische Versuch gelesen werden, die Geschichte der Menschheit als eine Geschichte der Konstruktion, Stabilisierung und Destruktion von Immunsystemen zu beschreiben. Schon die Geburt des Menschen, das buchstäbliche Platzen der ersten Blase, und die anschließende Aufnahme des Säuglings in der Familie, wird bei Sloterdijk als Zerbrechen und Kompensation von Immun- und Verwöhnungsleistungen beschrieben (Sloterdijk 1998, 17ff.; Sloterdijk 2004; 748ff.). Ebenso erfüllt die antike Metaphysik und die mit ihr verbundene Figur des Globus eine Immunisierungsfunktion, da sie die Welt in einem umfassenden Prinzip zusammenzieht, und so allen Menschen erlaubt, ihren festen Platz in der Weltordnung zu finden. Die Moderne hat hingegen das schützende Dach der Metaphysik gesprengt und die Frage virulent werden lassen, wie Immunität unter post-metaphysischen Bedingungen gedacht werden kann (Folkers/Marquardt 2018, 82). Das gilt einerseits für die Individuen, die nun mit der Zumutung radikaler Kontingenz zurechtkommen müssen. Das gilt aber auch für die materiellen Immunsyste-

me, wie Biosphäre und Atmosphäre, die im Zuge der Moderne zunehmend zum Problem geworden sind. Eine Reihe von historischen Ereignissen und wissenschaftlichen Durchbrüchen haben die Abhängigkeit des Menschen von seiner materiellen Umwelt in den Vordergrund treten und zu Problemen der Sorge werden lassen.

Neben dem erstmaligen Einsatz von Gas im ersten Weltkrieg hebt Sloterdijk hier das Aufkommen der Glasgewächshausarchitektur im 19. Jahrhundert hervor (2004, ff.; 338ff.). Mit dem Glasgewächshaus käme eine Kulturtechnik in die Welt, mit der zum ersten Mal versucht wird, die natürlichen und atmosphärischen Bedingungen des Lebens mit artifiziellen Mitteln herzustellen (ebd., 346). Während die Natur bis zu diesem Zeitpunkt noch als passiver Untergrund verstanden wurde, auf dessen Basis westliche Gesellschaften ihre symbolischen Immunsysteme errichten konnten, steht das Gewächshaus für die wachsende moderne Einsicht in die Notwendigkeit, Natur nicht mehr als externalisierbare Größe zu behandeln, sondern zum expliziten Gegenstand technischer Gestaltungsprozesse zu machen.**[3]** Das Gewächshaus steht demnach für nichts Geringeres als eine ontologische Transformation der Natur, in deren Zuge sich auch ein neues Verhältnis von Natur und Technik artikuliert. So kann die Natur im Treibhaus weder länger als eine der Technik vorausgehende Größe verstanden werden, noch lässt sich die Technik als ein unheimliches Gestell begreifen, das die Natur in einen „Bestand“ (Heidegger 2000) verwandelt, der restlos ausgebeutet werden kann (Lemmens/Hui 2017; Folkers/Marquardt 2018, 83). Vielmehr erweist sich die Technik im Treibhaus zunehmend als ein sekundäres artifizielles Immunsystem, welches die Existenz der Natur ermöglicht. Entsprechend ergeben sich im Gewächshaus auch neue Abhängigkeitsbeziehungen zwischen Technik, Mensch und Natur. Weil die Natur im Gewächshaus von der sie umgebenden Technosphäre abhängig ist, muss diese Technosphäre selbst Gegenstand „konservatorischer Betreuung“ (Sloterdijk 2004, 69) werden.

Allerdings ist es nicht nur die Technosphäre, die Gegenstand der Sorge wird. Vielmehr muss die Technik im Gewächshaus das ontologische Register wechseln und selbst sorgend werden (ähnlich auch Dahlmeier 2018). In diesem Zusammenhang greift Sloterdijk immer wieder auf die Unterscheidung von Homöotechniken und Allotechniken zurück (2001, 212f.; 2016a, 38). Allotechniken (griech. Allos, das ‚andere‘), wie fossile Energieträger, Pestizide oder die Atombombe, zielten auf Naturbeherrschung ab und verkörperten die Seinsvergessenheit der Moderne. Ihnen liege eine Ontologie zugrunde, die Kultur und Natur als zwei getrennte Sphären konzipiert und entsprechend Natur nur als passiven Gegenstand erfasst, der bearbeitet, ausgebeutet und manipuliert werden kann. Mit Homöotechnik käme hingegen eine Dimension der Sorge ins Spiel, denn diese operiert auf einer ähnlichen ontologischen Basis, wie die Natur selbst: „Sie bricht nicht mehr so sehr mit dem *modus operandi* der Natur, sondern knüpft an, sie kooperiert, sie schleust sich ein in Eigenproduktionen des Lebendigen, die aufgrund langfristig bewährter evolutionärer Erfolgsmuster in Gang sind.“ (Sloterdijk 2001, 227) Als Beispiele für Homöotechnik nennt Sloterdijk vor allem Gen- und Solartechnik (ebd., 226), jedoch lässt sich der Begriff auf sämtliche Formen technologischer Biomimesis übertragen (Sloterdijk 2016a, 38; van der Hout 2014). Homöotechnik verweist nämlich gerade nicht auf eine bestimmte Technologie, sondern auf eine neue Form der technischen Naturerschlie-

[3] Sloterdijk spricht in diesem Zusammenhang auch von Explikation. Der Begriff der Explikation umschreibt dabei einen phänomenologischen Prozess des Entbergens, in dessen Zuge ein zunächst nur latenter, impliziter Gegenstand zu einem manifesten Phänomen wird und deshalb nicht mehr länger ignoriert werden kann. Anders als in der klassischen Phänomenologie meint Sloterdijk jedoch nicht einfach die mentale oder symbolische Repräsentation von unerreichbaren Dingen, sondern das „Auseinanderrollen (explicare)“ von zuvor „eingerollten“ Phänomenen (Sloterdijk 2004, 220). Ähnlich wie Bruno Latour, auf den er sich auch ausdrücklich bezieht, versucht auch Sloterdijk einen „dritten Pfad“ (ebd., 217) jenseits der beiden Pole Objektivismus und Idealismus aufzuzeigen, um den ontologischen Status „des Entdeckten vor der Entdeckung“ (ebd., 216) zu beschreiben. Von der Explikation des Impliziten zu reden heißt demnach, weder die Natur als vorgängiges Objektes zu behandeln noch den Zugang zur Natur auf ihre bloße mentale Repräsentation zu beschränken, sondern vielmehr eine „problem-ontologische Betrachtungsweise“ (ebd., 220) einzunehmen, in der das Sein „Vorschläge“ (ebd., 219) macht, die als Probleme vorstellig werden und nach einem Umgang mit ihnen verlangen.

ßung (Lemmens/Hui 2017), die weniger durch die souveräne Logik der Abschöpfung und des Verbrauchs als durch eine umfassende biopolitische Sorge um die Vitalität des Lebens gekennzeichnet ist (dazu Cooper 2008). Bio- und Nanotechnologien können aus dieser Perspektive ebenso als homöotechnische Interventionen bezeichnet werden wie die hochkomplexen technologischen Apparaturen, die das künstliche Klima in Raumstationen oder Gewächshäusern ermöglichen (van Tuinen 2006, 120; 2009, 116). Sie alle haben gemein, dass sie das Leben nicht mehr voraussetzen, sondern sich mit diesem zusammenschließen.

Es ist diese Explikation der Natur als operable Größe und ihre Verschränkung mit einem pflegenden technologischen Gestell, die das Treibhaus auch zu einer Chiffre für die immunologischen Fragen der Gegenwart werden lässt. Vor allem die wissenschaftlichen Versuche des 20. Jahrhunderts, geschlossene und sich selbst erhaltende artifizielle Biosphären in lebensfeindlichen Umgebungen zu erzeugen (dazu auch Sprenger 2019, 424f.), stellten Sloterdijk zufolge planetarische Laboratorien dar, in denen sich die Konturen einer „ultrarealistischen Philosophie des Überlebens im nicht-lebensfreundlichen Element“ andeuteten und die deshalb als „Ausdruck einer sinnvollen Sorge über künftige terrestrische Biosphärenpolitik“ (Sloterdijk 2004, 355) verstanden werden müssten. Sphärologisch betrachtet ist die Architektur artifizieller Biosphären ein Versuch des Menschen, sich gegen eine aufbegehrende Erde zu immunisieren. Die atmosphärentechnischen Besonderheiten des Treibhauses reflektieren nicht nur unser Dasein als ein materielles Dasein im Treibhaus Erde, sondern führen uns zugleich die existentielle Aufgabe vor Augen, die Verantwortung für die technische Gestaltung und den Erhalt unserer Immunsysteme zu übernehmen (Sloterdijk 2016a, 42f.). Sloterdijk spricht in diesem Zusammenhang auch von einer „totalen Sorge“ als Leitformel eines neuen „globalen Immunprojekts“ (2008, 691ff.), das nun sämtliche materiellen Prozesse des Erdsystems in das sorgende Kalkül miteinbeziehen muss. Allerdings ist mit diesem neuen Immunprojekt nicht die Herstellung einer universalen kosmopolitischen Weltordnung gemeint, wie sie etwa Ulrich Beck heraufziehen sah (2007). Für Sloterdijk ist unter post-metaphysischen Bedingungen jeder Versuch, Immunität durch eine globale ökologische Monosphäre herzustellen, zum Scheitern verurteilt. Statt vom Bild der allumfassenden Kugel müsse vom Bild eines globalen pluralen Schaums ausgegangen werden, eines dezentrierten Gefüges aus gleichzeitig aneinander angrenzenden und sich voneinander abgrenzenden Monaden (Sloterdijk 2004). Das Bild des Schaums soll dabei auf die Selektivität der Kontakte, die Notwendigkeit der Unterbrechung von Konnektivitäten und die besondere Bedeutung der Einschließung und Abgrenzung für das Gelingen eines globalen Immunprojekts hinweisen. Die Sorge um das Treibhaus Erde vollzieht sich hier nicht so sehr durch Steuerung einer Einheit als durch die de-zentrale Koordinierung von Feedback-Mechanismen räumlich verbundener, aber zugleich distanzierter, ko-isolierender Blasen (Sloterdijk 2008, 719f.; siehe auch Folkers/Marquardt 2018). Die notwendige globale Internalisierung der Natur und ihre Unterstellung einer generalisierten Sorge kann nur über lokale Immunisierungsprojekte vollzogen werden, die zwar aufeinander reagieren, aber durch Wände voneinander getrennt sind.

Zieht man Sloterdijks Überlegungen zur Immunisierung, Sorge und Technologie des Gewächshauses zusammen, werden die Konturen einer Analytik

gegenwärtiger ökologischer Technopolitiken sichtbar, die sich für die empirische Analyse des Vertical Farming fruchtbar machen lässt. Dafür gilt es aber die Perspektive etwas zu verschieben: weg von einer onto-anthropologischen Philosophie des menschlichen In-der-Welt-Seins hin zu einer soziologischen Analyse kontemporärer Biopolitiken. So gewendet erscheint das Gewächshaus nicht mehr als ein philosophisches Diagramm, mit dem sich unsere ökologische Lage auf den Begriff bringen lässt, sondern als eine biopolitische Sicherheitstechnologie (Foucault 2006), die auf das zunehmende Problematischwerden der Umwelt antworten soll. Wie der Rest des Aufsatzes zeigen wird, ist die Vertical Farm der technologische Versuch, die ökologischen Probleme in der Landwirtschaft durch eine Ko-Immunisierung von Natur und Kultur zu lösen. Indem die Nahrungsproduktion in ein geschlossenes artifizielles Ökosystem überführt wird, sollen pathologische Verflechtungen zwischen Natur und Kultur unterbrochen werden.

2. Der Aufstieg des Vertical Farming

Die Strategie, Nutzpflanzen in geschlossenen Räumen anzubauen, ist keineswegs eine zeitgenössische Erfindung, sondern reicht mindestens bis in das 16. Jahrhundert und die Zeit des Kolonialismus zurück (siehe Hix 1974; Koppelkamm 1981; Kohlmaier/von Sartory 1988; Ullrich 1989; Woods/Warren 1990).**[4]** Die Überlegung, Nahrung mit Hilfe synthetischer Ökosysteme in Hochhäusern anzubauen, taucht jedoch erst Mitte des 20. Jahrhunderts auf. Zu dieser Zeit machte ein österreichischer Ingenieur und hauptberuflicher Stahlproduzent mit einer eher ungewöhnlichen Konstruktion international auf sich aufmerksam. Während der renommierten Wiener Gartenschau im Jahr 1964, auf der regelmäßig neue technische Innovationen im Bereich Botanik und Landwirtschaft ausgestellt wurden, präsentierte Otmar Ruthner den Prototypen eines geplanten 41 Meter hohen Gewächshaus-Turms, in dem Pflanzen nicht wie sonst üblich horizontal in der Fläche, sondern vertikal angebaut wurden.**[5]**

Neben der augenscheinlichen Höhendifferenz bestand die Besonderheit dieses Turms gegenüber klassischen Gewächshäusern in der von Ruthner patentierten Paternoster-Aufzugstechnologie, die an die Funktionsweise automatischer Fließbänder zur Stahlreinigung angelehnt war (Sulzgruber 2016; 2018). Mit Hilfe dieses Aufzugs wurden Pflanzen in Blumenkästen, die mit Spezialerde oder einer künstlichen Nährstofflösung gefüllt waren, im Inneren des Turms kontinuierlich durch den Raum bewegt und derweil befeuchtet. Darüber hinaus ermöglichte die Zirkulation eine gleichmäßige Zufuhr von Sonnenlicht, das aufgrund der vertikalen Konstruktion nicht bis zum Boden des Turmes reichte. Das so erzeugte Wachstumsklima sollte von einer Landwirt:in in der Mitte des Turmes überwacht werden. Statt wie eine klassische Bäuer:in schwere körperliche Arbeit zu verrichten, könnte diese ‚Gemüse-Ingenieur:in' sich einfach in ihren Sessel zurücklehnen und die CO2-Begasung, Feuchtigkeit und Nährstoffzusammensetzung zunächst analog und in der Zukunft auch digital kontrollieren. Selbst für die Ernte bräuchte sie sich nicht aus ihrem Stuhl zu erheben, weil die Pflanze mithilfe des Aufzugs wie von allein zur Landwirt:in schwebte.

Aber auch in ökonomischer Hinsicht waren die Versprechungen des vertikalen Gewächshauses verheißungsvoll. So stellte der Turm nicht nur ein

[4] Im 16. Jahrhundert entstanden die sogenannten Orangerien, lokale Pflanzensammlung, die in der Regel aus unterschiedlichen Zitrusbäumen (Zitrone, Limette oder Orange) bestanden und sowohl als Naherholungsort als auch Plantage für den Anbau ‚exotischer' Früchte in den heimischen Gefilden dienten. Im Winter wurden die Pflanzenkübel entweder in beheizbare Innenräume gebracht oder ein hölzernes Gehäuse um die Anlage errichtet, um die empfindlichen Pflanzen vor unwirtlichen Witterungsbedingungen zu schützen (Koppelkamm 1981; Ullrich 1989, 38ff.). Mit der zunehmenden Industrialisierung im 19. Jahrhundert wurden die Orangerien allmählich von technisch anspruchsvolleren Gewächshäusern und botanischen Gärten verdrängt. Materialien wie Eisen und Glas ersetzten zunehmend die etablierten Mauerwerke und Holzkonstruktion (Koppelkamm 1981, 14f.). Die neuen Glashäuser boten nun neben einer ganzjährigen Schutzhülle für die Pflanzen die Möglichkeit, den Innenraum auch in den Wintermonaten mit Licht zu versorgen, was die Kultivierungsmöglichkeiten nochmals erheblich erweiterte. Zugleich wandelte sich auch die Funktion der Gewächshäuser. Diese dienten nun nicht mehr allein als private Naherholungsorte des Adels, sondern als öffentlich zugängliche botanische Sammlungen exotischer Pflanzen. Gleichwohl war es vorwiegend das neue Großstadtbürgertum, das die Pflanzenhäuser besuchte. Hier konnte man die totale maschinelle Kontrolle des Menschen über die Natur bestaunen und sich zugleich den Sehnsüchten nach einer verlorenen Naturidylle hingeben (Kohlmaier/von Sartory 1988, 25ff.).

[5] Siehe dazu die Abbildungen in Sulzgruber 2019.

Ende jahreszeitbedingter Ernteschwankungen durch die artifizielle Kontrolle des Klimas in Aussicht, sondern auch eine effizientere Nutzung des verfügbaren Raums. Auf nur 8m² sollte der Turm die Ertragsleistung von 1000m² herkömmlich bewirtschafteten Landes erbringen. Durch diese erhebliche Komprimierung ließe sich schließlich auch die Entfernung zu den Verbraucher:innen verkürzen, da sich der Turm mühelos in dichtbesiedelte und urbane Regionen integrieren ließ. Ruthner war sich sicher: „In etlichen Dezennien wird niemand mehr begreifen, welch ungeheure Platz- und Arbeitsverschwendung sich die Landwirtschaft noch in der Mitte des 20. Jahrhunderts schuldig machte." (Ruthner in Anonymous 1965, 50) Ebenso euphorisch fielen die medialen und wissenschaftlichen Reaktionen auf den Ruthner-Turm aus. Unter dem Titel „Primeln im Paternoster" sprach etwa das deutsche Magazin DER SPIEGEL von einem „revolutionären Turmanbauverfahren, mit dem die Landwirtschaft in die dritte Dimension und damit in die Ära der Automation vorstoßen wird" (Anonymous 1965). Universitäten und private Forschungseinrichtungen wie die Technische Universität Berlin oder der Weltkonzern Bayer griffen Ruthners Turmprinzip auf, um die Wirkung von künstlichen Klimaverhältnissen auf das Pflanzenwachstum zu erforschen (Sulzgruber 2016). Dennoch vermochte sich Ruthners Erfindung nicht nachhaltig durchzusetzen. Über die genauen Gründe dieses Scheiterns lässt sich aktuell nur spekulieren, aber sie könnten zum einen im vergleichsweise hohen Energiebedarf der Paternoster-Technologie und der nächtlichen künstlichen Beleuchtung liegen, ein Nachteil, der mit der Zuspitzung der globalen Energiekrise in den 1970er Jahren noch stärker ins Gewicht fiel. Zum anderen begann in den 1970er Jahren mit der Gentechnik der Siegeszug einer weiteren technologischen Innovation, die im Bereich der Outdoor-Landwirtschaft teilweise spektakuläre Ertragssteigerungen erzielte.

Seit Beginn des 21. Jahrhunderts lässt sich jedoch unter dem englischen Begriff des Vertical Farming eine globale Renaissance des Prinzips Turmgewächshaus beobachten. Maßgeblich prägend für diese neue Popularität waren die Überlegungen des US-amerikanischen Public Health Professors Dickson D. Despommier, die er nach eigenen Angaben zusammen mit seinen Studierenden Anfang der 2000er Jahre entwickelte und schließlich 2011 in einem Buch mit dem Titel *The Vertical Farm* veröffentlichte (Despommier 2011a). Obwohl Despommier in dieser Schrift kaum konkrete ingenieurswissenschaftliche oder agronomische Vorschläge zur Umsetzbarkeit des Vertical Farming unterbreitet, sondern in erster Linie eine Idee illustriert, hat sich um das Konzept der Vertical Farming in den letzten Jahren ein regelrechter Hype entfacht. Binnen kurzer Zeit wurden Despommiers Überlegungen von Architekt:innen, Pflanzenphysiolog:innen und Agrarwissenschaftler:innen aufgegriffen, diskutiert und weiterentwickelt, während der Autor zu einem regelrechten Star in der Szene avancierte, mit internationalen Auftritten, Dokumentationen, Lesungen und regelmäßigen TED-Talks. Inzwischen existiert ein stetig wachsendes internationales Netzwerk aus wissenschaftlichen, öffentlichen und privatwirtschaftlichen Akteur:innen und Organisationen, zu dem auch das renommierte Fraunhofer-Institut sowie das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt gehören.**[6]** In immer mehr Metropolen dieser Erde wie beispielsweise Berlin (Infarm), London (GrowUp Urban Farms), Philadelphia (Metropolis Farms), Seoul (NextOn), Shanghai (Orisis

[6] Siehe für eine Übersicht https://vertical-farming.net/, abgerufen am 20.11. 2020.

/Infinite Acres), Singapur (Sky Greens), Toronto (We the Roots) oder Tokyo (Mirai Corporation) finden sich privatwirtschaftliche und wissenschaftliche Projekte, die das Prinzip der Vertical Farm bereits umsetzen, während mit einer Gesamtfläche von 130.000 m² in Dubai aktuell die größte Vertical Farm der Erde entstehen soll.**[7]**

Ausgangspunkt von Despommiers Ausführungen ist eine Diagnose der Probleme, mit denen sich das bisherige landwirtschaftliche Produktionsregime in Zeiten des Klimawandels konfrontiert sieht. Dabei sind es für Despommier vor allem die fortschreitende Urbanisierung und die Zerstörung der Ökosysteme, welche die Grenzen bisheriger Produktionsformen deutlich machen. So seien Stadt und Land inzwischen durch ein gänzlich unökologisches Verhältnis geprägt. Während auf dem Land durch intensive Bewirtschaftung die Natur schonungslos ausgebeutet werde (Despommier 2011a, Kapitel 5),**[8]** türmten sich in der Stadt die Abfallprodukte der verbrauchenden Bevölkerung auf. Beide Entwicklungen hätten inzwischen Dimensionen erreicht, die über den lokalen Kontext hinausgingen und den gesamten Planeten betreffen. Vor allem die moderne Stadt gleiche in ihrem Verhältnis zum Land aus ökologischer Perspektive eher einem „monstrous parasite“ als einem sich selbst stabilisierenden Ökosystem: „It [the city, L.W.] sucks up prodigious quantities of the earth’s raw materials, gulping down the nutritious parts in a single, noisy, pollution-producing swallow, then spews, sprays, flings out waste of all kinds onto its own doorstep and well beyond.” (ebd.) Despommiers Beschreibungen des Stadt-Land-Verhältnisses erinnern hier an Ausführungen Karl Marx‘, der seiner Zeit von einem „Riss im Stoffwechsel“ (1968, 529f.; siehe auch Foster 2000) sprach, um neben den ökologischen Folgen des fortschreitenden Industriekapitalismus auch das Auseinanderdriften von Stadt und Land zu kritisieren. Auch Despommier konstatiert einen „out-of-control metabolism“ (Despommier 2011a, Kapitel 7) der modernen Stadt und moniert ihre zunehmenden entropischen Tendenzen. Anders als Marx sieht Despommier diesen Riss im Stoffwechsel jedoch nicht als Ausdruck der inhärenten Pathologien des modernen Kapitalismus, sondern als eine technologisch induzierte Distanzierung des Menschen von der Natur. Der moderne Mensch habe sich im Zuge der fortschreitenden Modernisierung aus seinen ursprünglichen Verflechtungen mit der Biosphäre gelöst und sich mit einer produktiven Technosphäre umgeben, ohne jedoch die Nebenfolgen dieser Transformation adäquat in Rechnung zu stellen. Neue Technologien wie das Vertical Farming böten jedoch die Möglichkeit, diesen Riss wieder zu kitten und die „Konnektivität“ (Despommier 2011a, Kapitel 5) zwischen Mensch und Natur, Stadt und Land wiederherzustellen. Mehr noch: „By applying state-of-the-art controlled-environment agriculture technologies as an integrated system contained within a multistory building – vertical farming – the world could rapidly become a much better place to welcome the next generation of humans.” (ebd.)

Das Versprechen einer besseren Welt wird untermauert mit den zahlreichen Vorteilen, die Despommier und andere in der Vertical Farm gegenüber der herkömmlichen Landwirtschaft sehen. Dabei ähneln diese Verheißungen größtenteils denen, die bereits Ruthner in Aussicht stellte. So erlaube der Anbau in geschlossenen Gewächshäusern eine konstantere Versorgung mit Nahrungsmitteln durch die Stabilisierung des Klimas und den Schutz vor Extremwetterereignissen, weniger Pestizideinsatz und CO2 Emissionen

[7] https://edition.cnn.com/travel/article/dubai-vertical-farm-emirates-catering/index.html, abgerufen am 20.11. 2020.

[8] Es handelt sich bei der hier verwendeten Version um ein E-Book ohne Seitenzahlen. Die Angaben beziehen sich deshalb auf die entsprechenden Kapitel des Buches.

sowie Abwasserreduktion und Wasserersparnis durch das Recyclen in geschlossenen Wasserkreisläufen (Benke/Tomkins 2017). Darüber hinaus ermögliche die Vertical Farm eine stärkere Re-Regionalisierung der Nahrungsmittelversorgung. Der Riss im Stoffwechsel, auch sichtbar geworden in der gewachsenen Distanz zwischen Mensch und Nahrungsmittel, ließe sich so in zweierlei Hinsicht reduzieren. Einmal in sozialer Hinsicht, da durch die urbane Regionalisierung wieder eine stärkere Bindung zwischen Mensch und seinen Produkten entstünde und einmal in räumlicher Hinsicht, weil die Produktion vor Ort die Strecke (sog. food miles) zwischen Produzent:in und Konsument:in reduziere (Beacham et al. 2019). Schließlich sei die Vertical Farm eine Antwort auf die Frage, wie eine stetig wachsende Weltbevölkerung bei gleichzeitig sinkenden Anbaumöglichkeiten ernährt werden könne (Benke/Tomkins 2017). Durch die neuen Technologien des Vertical Farming würden nicht nur neue Räume für die Produktion erschlossen, sondern zugleich die technischen Möglichkeiten geschaffen, den Ertrag pro Fläche weiter zu steigern.

Bereits nach dieser groben Übersicht wird deutlich, dass der Technologie des Vertical Farming nicht das Ideal einer sozial-ökologischen Transformation zugrunde liegt, die neben einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Erde auch die Veränderung des individuellen Konsumverhaltens und den Abbau globaler Ungleichheiten anstrebt. Vielmehr folgt sie dem Imperativ einer ökologischen Modernisierung und ‚nachhaltigen Intensivierung' (dazu FAO 2013; Weltbank 2015; Rockström et al. 2017) der Landwirtschaft, in deren Zügen die überkommenden und ineffizienten Produktionsweisen auf dem Land durch technisch anspruchsvollere Varianten urbaner Gewächshauslandwirtschaft ersetzt werden soll. Die Grenzen des Wachstums und die sichtbar gewordenen planetarischen Nebenfolgen werden von Autor:innen wie Despommier keineswegs verkannt, können aber aus ihrer Sicht durch eine Neuordnung von Technologie und landwirtschaftlicher Produktionsweise überwunden werden. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass der Anspruch verabschiedet wird, Landwirtschaft auf der Erde zu betreiben. In Anlehnung an eine Formulierung Bruno Latours (Latour et al. 2016) ließe sich den Vertical Farmer:innen auch der Satz unterschieben: ‚There is no earth corresponding to agriculture'. Weil die Natur menschlichen Konsumbedürfnissen nicht mehr genügt und gleichzeitig unter diesen zugrunde zu gehen droht, wird die passende Natur in Form artifizieller Ökosysteme hergestellt. „Wo Natur war, soll Infrastruktur werden." (Sloterdijk 2004, 554)

3. Geschlossene Kreisläufe und synthetische Ökologien

Jede Form der Landwirtschaft beginnt zunächst mit einer „Sakralisierung des Raumes" (Serres 1987, 270).**[9]** Das bisherige ökologische Relationsgefüge wird durchtrennt, die Multiplizität der Lebewesen gezielt reduziert und schließlich ein neues ökologisches Verhältnis etabliert, das auf das Wachstum bestimmter Kulturpflanzen eingestellt ist. Entsprechend kann man hier auch von einer „Biopolitik des Umgebens" (Sprenger 2019, 61ff.) sprechen, insofern es darum geht, eine möglichst günstige Wachstumsumgebung für eine oder mehrere Kulturpflanzen herzustellen. Damit dies jedoch gelingt muss permanent eine Art von Grenzmanagement betrieben werden, denn die neue domestizierte Umgebung der Pflanze ist weiterhin von einer Um-

[9] Das gilt zu einem gewissen Grad selbst für Formen der Permakultur. Auch hier werden, wenn auch behutsamer, die Relationsgefüge neu angeordnet und auf den Menschen ausgerichtet. Dort geht es aber weniger um kapitalistische Massenproduktion als um ein Arbeiten mit der Natur. Maria Puig de la Bellacasa spricht deshalb in Bezug auf Permakultur auch von „alter-biopolitics", um die eingreifende und zugleich sorgende Dimension dieser Praxis auf den Begriff zu bringen (2017, 125f.).

welt umgeben, die anhaltend das landwirtschaftliche Ordnungsgefüge zu unterlaufen droht. Schon die ersten Versuche menschlicher Landwirtschaft sind von einem permanenten Eindringen der unkontrollierten Umwelt in den domestizierten Raum der Kulturpflanze begleitet (Scott 2017). ‚Schädlinge' und nicht gewollte Pflanzen, das Unkraut, suchen die Pflanzenkultur immer wieder heim, stören die mühsam etablierte Ordnung und zwingen die Anbauenden deshalb zu einer permanenten „Arbeit der Reinigung" (Latour 2013, 21).

Wie bereits angedeutet wurde, wird die Durchlässigkeit der Grenze zwischen Landwirtschaft und umgebender Umwelt auch von den Vertical Farmer:innen problematisiert – und zwar in einem doppelten Sinne. Zum einen lässt sich das agrarökologische Feld schlechterdings nicht vollständig gegen die konstitutiven volatilen Ströme der Natur abdichten, ein Problem, das in Zeiten der ökologischen Krise noch weiter zunimmt. Extremwetterereignisse, wie Dürren und Überschwemmungen, zu kalte oder zu warme Wintermonate, aber auch Schädlingsbefall und Unkräuter, stellen umweltbedingte Risiken dar, welche die Anbau- und Erntekontinuität gefährden können (Despommier 2011b, 236; Lakhiar et al. 2018, 338). Das Leben unterbricht somit laufend die Synchronisierungs- und Normierungsbemühungen der modernen Gesellschaft (Gan 2017a). Zum anderen wirkt die bearbeitete Agrarfläche aber auch auf ihre Umgebung zurück. Hier führt die Durchlässigkeit der Grenze dazu, dass ungewollte Elemente der Nahrungsproduktion in das umgebene Ökosystem gelangen. Pestizidrückstände in Lebensmitteln, das Insektensterben, Grundwasserbelastung durch Nitratrückstände, vergiftete Gewässer durch landwirtschaftliche Abwässer sowie der hohe CO2-Ausstoß machen deutlich, dass sich die Nebenwirkungen der Landwirtschaft nicht auf dem Acker halten lassen, sondern aufgrund der nicht schließbaren Grenze in das Erdsystem entweichen.

Die Vertical Farm soll diese doppelte Wechselwirkung unterbinden, indem sie eine schützende technische Hülle um die Pflanzen errichtet. Als materielle Voraussetzungen dienen technologische Weiterentwicklungen im Bereich der geschlossenen Gewächshauswirtschaft. Im Gegensatz zu klassischen Gewächshäusern, in denen lokale Pflanzenkulturen zwar ebenfalls in einem künstlichen Indoor-Klima gehalten werden, aber in der Regel noch Restformen von Umweltkontakt aufweisen (Sonnenlicht, Erde, externe Bewässerung), zielt die sogenannte ‚controlled-environment-agriculture' auf die artifizielle Herstellung des gesamten Agrarökosystems (Benke/Tomkins 2017; Januszkiewicz/Jarmusz 2017; Lakhiar et al. 2018).**[10]** Typische Merkmale der CEA sind das Recyclen von Wasser in geschlossenen Wasserkreisläufen, die automatisierte Regulierung der Lufttemperatur, der Luftfeuchtigkeit und des notwendigen CO2-Gehalts, solarbetriebene Beheizung des Innenraums sowie der Einsatz von LED-Lampen zur ganztägigen Beleuchtung der Pflanzen. Letztere erlauben die Emittierung verschiedener Lichtspektren und Wellenlängen, um den jeweiligen Photosynthesebedürfnissen unterschiedlicher Pflanzentypen gerecht zu werden. Smarte Technologien und Sensoren ermöglichen eine noch genauere Überwachung des Pflanzenstatus und die Optimierung ihres Wachstums, während Roboter die Ernte übernehmen (Shamshiri et al. 2018). Besonders aber sticht in diesem Zusammenhang die sogenannte Hydroponik (‚Wasserarbeit') heraus, deren Bedeutung auch von den Vertical Farmer:innen immer wieder unterstrichen

[10] In diesem Sinne ist die Vertical Farm Teil einer längeren Geschichte von Versuchen, geschlossene Ökosysteme mit artifiziellen Mitteln herzustellen (dazu Sprenger 2019, 364ff.).

wird (Despommier 2011a; Benke/Tomkins 2018).**[11]** Statt Erde und Humus wird bei hydroponischen Anbaumethoden eine künstliche Lösung als Wachstumsmedium verwendet, welche die Pflanze mit Nährstoffen versorgt. Vorbild für dieses Verfahren sind sogenannte Hydrophiten, Wasserpflanzen, die sich normalerweise auf der Oberfläche von Seen und kleinen Gewässern finden. Die Hydroponik imitiert diesen natürlichen Mechanismus und überträgt ihn auf Pflanzenarten, die normalerweise an die Erde gebunden sind. Dafür werden die Pflanzen auf Paletten platziert und mit ihren Wurzeln dann in große Wasserbecken getaucht.

Abbildung 1: Hydroponik-Kultur auf einer Palette (Quelle: Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Vertical_Farming.jpg, abgerufen am 10.12.2020)

Alternativ werden die Pflanzen mit ihrem Wurzelwerk in Rohrleitungssysteme gesteckt, durch die dann die Nährstofflösung zirkulieren kann. Die Hydroponik soll die Effizienz gegenüber herkömmlichen Anbaumethoden beträchtlich steigern. Einerseits lassen sich Nährstoffe gezielt den Bedürfnissen der Pflanzen anpassen, was deren Wachstumsprozess und -rhythmus planbarer machen soll (Lakhiar et al. 2018, 344). Andererseits ermöglicht die Hydroponik, nicht benötigtes Wasser und von den Pflanzenwurzeln nicht aufgenommene Nährstoffe aufzufangen und wiederzuverwerten. Der Wasserverbrauch wird dadurch ebenso reduziert wie der Einsatz von Düngemitteln. Hinzu kommt, dass das verdunstete Wasser der Pflanzen nicht in die Atmosphäre entweicht, sondern innerhalb des Systems kondensiert und wieder in den Kreislauf eingespeist werden kann (ebd.).

Es ist diese vollständige Explikation des agrikulturellen Environments, die es den vertikalen Landwirt:innen schließlich auch erlaubt, den Pflanzenbau in Umgebungen zu transferieren, die dafür eigentlich ungeeignet sind. So werden nicht nur verlassene Gebäude und die Dächer von Parkhäusern plötzlich für den Pflanzenbau zugänglich. Auch unter der Erde und in alten Tunnelgewölben sowie in sogenannten „extremen Umwelten“ (McCartney/Lefsrud 2018) wie Wüsten und der Arktis lassen sich nun Nahrungsmittel anbauen. Bereits Ruthner träumte von einem Einsatz seiner Gewächshaus-Technologie in der U-Boot-Fahrt oder in den ‚Wüsten‘ der Zivilisation – der modernen Großstadt.**[12]** Entsprechend überrascht es nicht, dass heute

[11] Variationen dieser Anbaumethode, auf die ich im Folgenden nicht weiter eingehe, sind die Aeroponik sowie die Aquaponik. Während bei ersterer die Pflanzen in der Luft hängen und mit Feuchtigkeit besprüht werden, bildet die Aquaponik eine symbiotische Verschränkung von Pflanzen- und Fischzucht (Lakhiar et al. 2018). Die Nährstoffe für die Pflanzen werden hierbei durch die Ausscheidungen der Fische geliefert (Yep/Zheng 2019). Trotz der sichtbaren Unterschiede können jedoch alle drei Techniken als Ausdruck für dieselbe Sache angesehen werden – den Versuch, ökologische Prozesse technologisch nachzubilden.

[12] So schrieb Ruthner noch in den 1980er Jahren: „Es soll [...] nicht übersehen werden, daß auch Großstädte insbesondere Millionenstädte eine Art ‚Wüste‘ darstellen, in welcher zusätzlich noch durch aufwendige Infrastrukturen wie z. B. Transporteinrichtungen, Lagerungs- und Verteilersysteme etc. hohe Kosten und Umweltbelastungen verursacht werden.“ (1983, 406)

Raumfahrtforschungszentren, wie das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (2015), an der Entwicklung von CEA-Technologien und dem Design von vertikalen Farmen beteiligt sind. Hier werden nicht nur Technologien und Gewächshäuserarchitekturen für die lebensfeindlichste aller Umgebungen entworfen, sondern auch erforscht, wie sich agrikulturelle Lebensgemeinschaften im All reproduzieren können. So hat das DLR hat im Jahr 2018 im Rahmen des Eu:Cropis Projekts einen Forschungssatelliten mit zwei Gewächshäusern „mit einer Lebensgemeinschaft aus Bakterien in einem Biofilter, Tomatensamen, einzelligen Algen und synthetischem Urin“ in die Umlaufbahn gebracht, mit dem Ziel „herauszufinden, ob biologische Abfallstoffe im All recycelt und zum Anbau frischer Lebensmittel genutzt werden können.“ Die Arbeit des DLR führt entsprechend am äußersten Fall vor, worum es bei der Vertical Farm im Allgemeinen geht – um eine „Architektur im Vakuum“, bei der das Lebenserhaltende in das Lebenswidrige implantiert wird (Sloterdijk 2004, 331).

Abbildung 2: Vertical Farm in Finnland (Quelle: Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:IFarm.fi_Vertical_farm_Finland.jpg, abgerufen am 10.12.2020)

Gerade diese Konstruktion eines vitalen Raumes in einer lebensfeindlichen Umgebung macht jedoch ein noch rigideres Grenzmanagement von Nöten als es in der Landwirtschaft ohnehin der Fall ist. Die vollständige Schließung des Ökosystems erzwingt ein engmaschiges Kontrollregime, das in weiten Strecken an ein Hygienedispositiv erinnert. So schreibt Despommier:

> The vertical farm, regardless of configuration, should be constructed in such a way as to exclude most known plant arthropod pests and microbial pathogens by *using the same principals that are applied to the design and construction of intensive care units for hospitals*. [...] Workers in vertical farms will have to be screened for certain groups of parasitic infections that could be spread by fecal contamination, the way the City of New York used to screen food handlers before certifying them for working in restaurants. (Despommier 2011a, Kapitel 6; Herv. L.W.)

Deutlicher kann man das Rationalitätsschema der Hygiene kaum ausdrücken. Da der Anbau in den Vertical Farms in der Regel monokulturell ausge-

richtet ist, erweisen sich die Pflanzen gegenüber Mikroorganismen und Insekten als hochgradig verwundbar. Im Gegensatz zur monokulturellen Outdoor-Landwirtschaft, die in der Regel reaktiv gegen unerwünschte Eindringlinge vorgeht, indem sie Pflanzenschutzmittel appliziert, setzt man in der Vertical Farm jedoch auf die Prävention räumlicher Kontamination. Wie bei der Behandlung lebensbedrohter Patient:innen auf Intensivstationen in Krankenhäusern, wird hier versucht, die Pflanzen vor unkontrollierten Umwelteinflüssen zu schützen.

Abbildung 3: Mitarbeiterin der Firma Fuji Farm (Fuji City, Japan) inspiziert CEA-Salatköpfe (Quelle: Jonas Gratzer/LightRocket via Getty Images)

Vor dem Hintergrund des spezifischen ökologischen Diskurses, in den Despommier sein Konzept der Vertical Farm einschreibt, muss diese starke Betonung der Hygiene zunächst erstaunen. So ruft er dezidiert die Gaia-Hypothese James Lovelocks und Lynn Margulis‘ sowie Margulis‘ Konzept der Symbiose auf (Despommier 2011a, Kapitel 1), um sein Ökologieverständnis theoretisch einzubetten. Gerade aber im Anschluss an das Konzept der Symbiose hat sich in den letzten Jahren eine interdisziplinäre Debatte entwickelt, die dominante Vorstellungen von Reinheit und Hygiene problematisiert und ihnen eine probiotische oder post-pasteurianische Perspektive entgegensetzt. Das Hygienedispositiv der Moderne wird in dieser Debatte als Hauptursache ausgemacht für eine Reihe von gegenwärtigen Pathologien, die unter dem Begriff der Disbiose verhandelt werden. Unterschiedliche Phänomene wie zunehmende Autoimmunerkrankungen bis hin zur Destabilisierung ganzer Ökosysteme lassen sich hiernach auf den antibakteriellen Reinigungsfuror der modernen Gesellschaft zurückführen, der die konstitutive Einbettung des Lebens in kompositorische Ensembles nicht zur Kenntnis genommen oder als etwas Bedrohliches bekämpft hat (Gilbert et al. 2012; Haraway 2016; Lorimer 2016; 2017; Folkers/Opitz 2020).

Despommiers Idee hermetisch abgeschirmter und penibel überwachter Ökosysteme lässt sich mit dieser symbiotischen Vorstellung des Lebens nur schwer in Einklang bringen. Im Gegenteil: Der Vertical Farm scheint eine tiefgreifende Skepsis gegen jegliche Formen unkontrollierter biosozialer Verflechtung eingeschrieben. Das zeigt sich nicht zuletzt in Despommiers Perspektive auf die Outdoor-Landwirtschaftsformen im globalen Süden. Weil die lokale Bevölkerung aufgrund fehlender sanitärer Anlagen und mangelnder ökonomischer Ressourcen regelmäßig ihre eigenen Fäkalien für die Düngung einsetze, würden eine Vielzahl von Parasiten über die Nahrung übertragen, was wiederum in einer „illiterate, poverty-stricken population

unable to work at maximum efficiency“ (Despommier 2011b, 235) resultiere. Die klassische Landwirtschaft in der südlichen Hemisphäre erscheint in dieser Darstellung vor allem als dysfunktionaler sozio-materieller Zusammenhang, der eine Reihe gesundheitspolitischer und ökonomischer Probleme hervorbringt, während sozial- oder entwicklungspolitische Ansätze, die auf ein Aufbrechen kolonialer Machtstrukturen abzielen, kaum Beachtung finden. Hier ist es die unkontrollierte Verbindung von Mensch und Land an sich, die es zu überwinden gilt. Entsprechend sieht er im Rückzug der menschlichen Landwirtschaft aus der Natur und ihrer Verlagerung in die Städte nicht nur die die wichtigste Maßnahme zur Wiederherstellung beschädigter Ökosysteme, sondern einen gesundheitspolitischen und ökonomischen Imperativ. In typisch moderner Diktion wird die Stadt hier als ein Fortschritts- und Schutzraum imaginiert, der den Menschen aus seiner ‚bloßen‘ biologischen Existenz befreit und vor einer unzivilisierten Natur beschützt. Damit wird aber auch deutlich, dass die Konnektivität zwischen Mensch und Natur, die Despommier immer wieder emphatisch beschwört, gerade nicht durch eine „reciprocal capture“ (Stengers 2010) oder eine „Sympoiesis“ (Haraway 2016) erreicht werden soll, sondern durch eine gezielte Entflechtung problematischer Interdependenzen und die kontrollierte Ko-Immunisierung von Natur und Kultur. Die Sorge um die Erde und die Sorge um die Ernährung erweisen sich hier als Sorgen um den richtigen Abstand zwischen Gesellschaft und Umwelt, natürlich immer vorausgesetzt, dass es im Inneren der Vertical Farm zu einer stärkeren Verschränkung von Natur und Technik kommt. Ein ‚globales Immunprojekt‘, das die Gesellschaft vor den planetarischen Nebenfolgen der Nahrungsproduktion schützt, lässt sich für die Vertical Farmer:innen nur durch lokale Einkapselung realisieren.

Schluss

Die Vertical Farm steht immer noch an ihren Anfängen und es ist aktuell noch nicht abzusehen, wie und in welchen Formen sie sich in das gegenwärtige Dispositiv der globalen Ernährungssicherheit einfügen wird. Dennoch lassen sich anhand des Diskurses um die Vertical Farm einige Einsichten in die Art und Weise gewinnen, wie ökologische Problematiken im Bereich der Landwirtschaft gegenwärtig in das Register biopolitischer Sicherheitsdispositive einrücken und welche Technologien mobilisiert werden, um diesem Problem zu begegnen. Unter Rückgriff auf Peter Sloterdijks Theorie der Immunisierung hat der Artikel gezeigt, wie mithilfe der Vertical Farm versucht wird, die problematisch gewordenen Verflechtungen von Natur und Gesellschaft zu durchtrennen. Artifizielle Ökosysteme nach dem Modell geschlossener Kreisläufe sollen sicherstellen, dass die Nahrungsproduktion vor einer volatilen Natur geschützt und die Umwelt von den Auswirkungen der Landwirtschaft entlastet wird. Allerdings geht mit diesem Versuch, globale Immunität durch räumliche Trennung zu realisieren, eine Ausweitung von Praktiken der Hygiene einher. Weil die Pflanzen in der Vertical Farm aus ihrer natürlichen Umgebung herausgelöst sind, fehlen ihnen die Möglichkeiten der Ko-Evolution und damit die Anpassungsfähigkeit an neue Umweltgegebenheiten (Folkers 2017, 377f.). Das Resultat ist ein hochgradig verwundbares Leben, das vor äußeren Umwelteinflüssen bewahrt werden muss.

Über derartige autoimmunen Nebenfolgen gegenwärtiger Immunisierungsbemühungen lässt sich mit Sloterdijks Theorie allerdings nur wenig sagen (siehe auch Borch 2008, 567). Im Gegenteil: Sloterdijks Theorie der Immunisierung scheint für die Analyse des Vertical Farming deshalb so anschlussfähig, weil beide Perspektiven spezifische theoretische Grundannahmen und Blindstellen teilen. Das möchte ich abschließend an zwei Punkten illustrieren. Zum einen greift auch Sloterdijk immer wieder auf Tropen der Reinheit und der Hygiene zurück, um die Funktion von Immunsystemen zu beschreiben. Im dritten Band seiner Sphärentrilogie wird dies besonders augenscheinlich. Der Gasangriff der Deutschen Armee im ersten Weltkrieg, die mediale Propaganda-Maschinerie der Nationalsozialisten und die ästhetische Moderne, für die er exemplarisch den Surrealismus anführt, hätten gemeinsam, dass sie die zuvor fraglos vorausgesetzte Umwelt kontaminieren und zu deren Neugestaltung zwingen. Während der Gaskrieg die Atemluft in ein toxisches Gemisch verwandelt und die Propaganda des faschistischen Regimes eine Immersion der Bevölkerung in „strategisch erzeugte Kampfklimata“ (Sloterdijk 2004, 192) bewirkt, ‚verunreinigt‘ die ästhetische Moderne mit ihren künstlerischen Performanzen und Installationen zuvor sicher geglaubte Kulturverhältnisse. Es sind Phänomene dieser Art, die Sloterdijk zufolge das Thema der Immunsysteme auftauchen lassen. „Wo alles latent verseucht und vergiftet sein könnte, wo alles potentiell trügerisch und verdächtig ist, lassen sich Ganzheit und Ganz-Sein-Können nicht mehr von äußeren Umständen herleiten. […] Der größte Teil der Mitwelt ist für den Organismus Gift.“ (ebd., 195) Nun wäre es sicherlich verkürzt, Sloterdijks Immunitätskonzept aufgrund dieser Passage als einen reinen Abwehrmechanismus zu begreifen (Lemmens/Hui 2017, 29; Folkers/Marquardt 2018, 82), betont Sloterdijk doch immer wieder auch Prozesse der Hereinnahme des Außen und die Notwendigkeit, die antagonistische Unterscheidung von Eigenem und Fremden in Zeiten der ökologischen Krise zu überwinden (2008, 713). Dennoch verweist Sloterdijks exzessive Kontaminationsmetaphorik auf eine antiseptische Schlagseite in seiner Theorie, die in einem konstitutiven Verdacht gegen das Fremde und damit in einer übersteigerten Sorge um die räumliche Integrität von Sphären mündet (Sutherland 2019).

Zum anderen schreibt sich Sloterdijk in eine spezifische „Epistemologie des Umgebens“ (Sprenger 2019) ein, die ihre Wurzeln in Jakob von Uexkülls Topologie der Sphären und Zirkel hat und von den systemtheoretischen Arbeiten der Odum-Brüder über Buckminster Fullers Anleitung für das Raumschiff Erde bis hin zum Biosphäre-Experiment der 1990er Jahre und Lovelocks Gaia-Schriften reicht (Mersch 2018). In diesem Diskurs werden Systeme nicht nur vorwiegend mit Figuren der Schließung, der Rundung oder des Kreislauf beschrieben, sondern es wird auch in ihren ökotechnischen Va- rianten davon ausgegangen, dass sich geschlossene Systeme von einer sie umgebenen Umwelt ablösen lassen. Sloterdijk greift diese Tradition auf, wenn er die Funktion von Sphären und ihrer Immunsysteme am Beispiel von Raumstationen oder Biosphärenreservaten expliziert. Beide stehen exemplarisch für ein ökotechnisches Denken, das eine vollständige Schließbarkeit und Kontrollierbarkeit von Ökosystemen unterstellt. Die Notwendigkeit, im Rahmen des Vertical Farming exzessive Hygienemaßnahmen zu ergreifen, lässt jedoch jene Problematik deutlich zutage treten, die von Beginn an mit der Vorstellung isolierter Umgebungen verbunden ist. Da sich künstlich

geschlossene Systeme nie vollständig gegen ein Außen abdichten lassen, sondern immer von diesem heimgesucht werden, sind Abdichtung und Reinigungsarbeit dem geschlossenen System konstitutiv eingeschriebene und deshalb nie abschließbaren Aufgaben (Sprenger 2019, 430). Wenn also Sloterdijk das Treibhaus und das Raumschiff Erde zu Leitmetaphern eines zu realisierenden globalen Immunprojekts macht und mit Überlegungen zu einer technischen Steigerung der Potentiale des Erdkörpers verbindet (2016a), dann impliziert auch er eine Reihe von Praktiken des Grenzmanagements, wie sie in der Vertical Farm ansichtig wurden. Wo künstlich geschlossene Kreisläufe zur technischen Lösung für ökologische Probleme avancieren, da sind Praktiken der Hygiene nicht weit.

Alternativen zu dieser ökotechnischen Perspektive haben in den letzten Jahren vor allem Autor:innen aus der Anthropologie und der feministischen Theorie formuliert (Tsing 2015; Puig de la Bellacasa 2017). Mit Blick auf spezifische landwirtschaftliche Praktiken, wie das Sammeln seltener Pilze oder das Bewirtschaften von Permakulturen, wird darauf hingewiesen, dass funktionierende Ökologien lokal-situierte und nicht-skalierbare Beziehungsgeflechte sind, die sich weder einfach aus ihrem Kontext herauslösen, noch gegen ein Außen abschließen lassen. Zwar werden auch hier Trennung und Abstandnahme durchaus als zentrale Elemente gelingender Sorgebeziehungen betrachtet, so wie sie auch in Sloterdijks Modell der Immunisierung anklingen: „[C]are is not about fusion. It can be about the right distance." (Puig de la Bellacasa 2017, 5) Allerdings, und das ist ein Unterschied, der wahrscheinlich gar nicht stark genug betont werden kann, ist diese Art der Distanzierung immer das Resultat einer konstitutiven Verwicklung von menschlichen und nicht-menschlichen Entitäten, die sich wechselseitig im Sein halten. Das Verhältnis der Sammler:innen des Matsutake Pilzes (Tsing) oder der Praktiker:innen permakultureller Landwirtschaft (Puig de la Bellacasa) zu ihrer Umwelt erweist sich demnach nicht als ein Verhältnis der Ko-Isolation, sondern als eines der „Kontamination" (Tsing 2015, 27f.). Die Sorge um das Leben wird hier nicht vom Primat der Reinheit, sondern von einer wechselseitigen Beschmutzung gedacht, eine Perspektive, die auch die bereits erwähnten Debatten um Symbiose informiert (Folkers/Opitz 2020). Das bedeutet nun nicht, dass jegliche Form der Landwirtschaft auf Sammlung seltener Pilze oder Permakultur umgestellt werden muss. Dennoch hilft der Blick auf diese alternativen Formen der Nahrungsproduktion einen Punkt präsent zu halten, der sowohl im Vertical Farming-Diskurs als auch in Sloterdijks Schriften verloren zu gehen droht – eine wirkliche Immunisierung ist ohne Kontaminierung nicht zu haben.

Literatur

Al-Chalabi, M. (2015) Vertical Farming: Skyscraper sustainability? In: *Sustainable Cities and Society* 18: 74-77.

Anonymous (1965) Primeln im Paternoster. In: *Der Spiegel* 26: 50-51. http://www.spiegel.de/spiegel/print/d-46273102.html (04/08/2020).

Baldwin, A. (2013) Vital ecosystem security: Emergence, circulation, and the biopolitical environmental citizen. In: *Geoforum* 45: 52-61.

Beacham, A. M.; Vickers, L. H.; Monaghan, J. M. (2019) Vertical farming: a summary of approaches to growing skywards. In: *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 94(3): 277-283.

Beck, U. (1986) *Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Beck, U. (2007) *Weltrisikogesellschaft. Auf der Suche nach der verlorenen Sicherheit*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Benke, K.; Tomkins, B. (2017) Future food-production systems: vertical farming and controlled-environment agriculture. In: *Sustainability: Science, Practice and Policy* 13(1): 13-26.

Borch, C. (2008) Foam Architectures: Managing Co-Isolated Associations. In: *Economy and Society* 37(4): 548-571.

Bröckling, U. (2017) *Gute Hirten führen sanft. Über Menschenregierungskünste*. Berlin: Suhrkamp.

Collier, S.; Lakoff, A. (2015) Vital Systems Security: Reflexive Biopolitics and Government of Emergency. In: *Theory, Culture & Society* 32(2): 19-51.

Cooper, M (2008) *Life as Surplus. Biotechnology and Capitalism in the Neoliberal Era*. Seattle u.a.: University of Washington Press.

Cox, S. (2016). Enough with the Vertical Farming Fantasies: There are Still Too Many Unanswered Questions About the Trendy Practice. In: *Alternet* 4. http://www.salon.com/2016/02/17/enough_with_the_vertical_farming_partner (04/08/2020).

Dahlmeier, F. (2018) Artifizielle Ökologien im botanischen Garten. Zur Symbiose von Pflanzen, Menschen und Technologie. In: Burzan, N. (ed.): *Komplexe Dynamiken globaler und lokaler Entwicklungen. Verhandlungen des 39. Kongresses der Deutschen Gesellschaft für Soziologie in Göttingen*. https://publikationen.soziologie.de/index.php/kongressband_2018/article/view/1133/1329 (27/10/2020).

Despommier, D. D. (2011a) *The Vertical Farm. Feeding the world in the 21. Century*. New York: Thomas Dunne Books (E-Book).

Despommier, D. D. (2011b) The vertical farm: controlled environment agriculture carried out in tall buildings would create greater food safety and security for large urban populations. In: *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit* 6: 233-236.

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (2015) *Vertical Farm 2.0. Designing an economically feasible vertical farm. A combined European endevaour for sustainable urban agriculture*. Bremen: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. https://elib.dlr.de/116034/ (04.08.2020).

Food and Agricultural Organization (2013) *Climate smart agriculture sourcebook*. Rome: Food and Agriculture Organisation.

Folkers, A. (2017) Politik des Lebens jenseits seiner Selbst. Für eine ökologische Lebenssoziologie mit Deleuze und Guattari. In: *Soziale Welt* 68: 365-384

Folkers, A. (2018) Das Sicherheitsdispositiv der Resilienz. Katastrophische Risiken und die Biopolitik vitaler Systeme. Frankfurt a. M.: Campus Verlag.

Folkers, A; Opitz, S (2020) Symbiosozialität. Zwischen Leben und Gesellschaft. In: *Zeitschrift für theoretische Soziologie* 9(2): 238-259.

Foster, J. B. (2000) *Marx' Ecology: Materialism and Nature*. New York: Monthly Review Press.

Foucault, M. (2006) *Sicherheit, Territorium, Bevölkerung. Vorlesungen am Collège de France 1977-1978*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Gan, E. (2017a) An Unintended Race: Miracle Rice and Green Revolution. In: *Environmental Philosophy* 14(1): 61-81.
Gan, E. (2017b) Timing Rice: An inquiry into more-than-human temporalities of the Anthropocene. In: *New Formation* 92: 87-101.
Gilbert, S. F.; Sapp, J; Tauber, A. I. (2012) A Symbiotic View of Life: We have never been Individuals. In: *The Quarterly Review of Biology* 87 (4): 325-341.
Haraway, D. J. (2016) *Staying with the trouble. Making kin in the chtuluscene*. Durham: Duke University Press.
Heidegger, M. (2000) Die Frage nach der Technik. In: ders. *Gesamtausgabe, I. Abteilung: Veröffentlichte Schriften 1910-1976, Band 7 Vorträge und Aufsätze*. Frankfurt a. M.: Vittorio Klostermann.
Hix, J. (1974) *The Glasshouse*. London: Phaidon.
Hörl, E. (2011) Die technologische Bedingung. Zur Einführung. In: ders. (ed.) *Die technologische Bedingung. Beiträge zur Beschreibung der technischen Welt*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
Januszkiewicz, K.; Jarmusz, M. (2017) Envisioning Urban Farming for Food Security during the Climate Change Era. Vertical Farm within Highly Urbanized Areas. In: *Materials, Science and Engineering* 245: 1-11.
Kohlmaier, G.; von Sartory, B. (1988) *Das Glashaus. Ein Bautypus des 19. Jahrhunderts*. München: Prestel-Verlag.
Koppelkamm, S. (1981) *Gewächshäuser und Wintergärten im neunzehnten Jahrhundert*. Stuttgart: Gerd Hatje.
Lakhiar, I. A.; Gao, J.; Syed, T. N.; Chandio, F. A.; Buttar, N. A. (2018) Modern plant cultivation technologies in agriculture under controlled environment: a review on aeroponics. In: *Journal of Plant Interactions* 13(1): 338-352.
Latour, B. (2013) *Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
Latour, B.; Gertenbach, L; Opitz, S; Tellmann, U. (2016) There is no Earth corresponding to the Globe. An Interview with Bruno Latour. In: *Soziale Welt* 67: 353-363.
Lemmens, P.; Hui, Y. (2017) Reframing the technosphere: Peter Sloterdijks and Bernard Stieglers Anthropotechnological Diagnose of the Anthropocene. In: *Krisis* 2: 25-41.
Lorimer, J. (2016) Gut Buddies: Multispecies Studies in the Microbiome. In: *Environmental Humanities* 8(1): 57-76.
Lorimer J. (2017) Probiotic Environmentalities: Rewilding with Wolves and Worms. In: *Theory, Culture & Society* 3(4): 27-48.
Marx, K. (1968) *Das Kapital. Zur Kritik der politischen Ökonomie*. Erster Band. Berlin: Dietz.
Mersch, D. (2018) Ökologie und Ökologisierung. Befragung eines kritischen Topos. In: *Internationales Jahrbuch für Medienphilosophie* 4: 187-219.
McCartney, L.; Lefsrud, M. (2018) Protected Agriculture in Extreme Environments: A Review of Controlled Environment Agriculture in Tropical, Arid, Polar, and Urban Locations. In: *Applied Engineering in Agriculture* 34(2): 455-473.
Puig de la Bellacasa, M. (2017) *Matters of Care. Speculative Ethics in More than Human Worlds*. Minneapolis u.a.: University of Minnesota Press.
Rockström, J.; Steffen, W.; Noone, K.; Persson, A.; Chapin, F. S.; Lambin, E. F.; Lenton, T. M.; Scheffer, M.; Folke, C.; Schellnhuber, H. J.; Nykvist, B.; Wit, C. A. de; Hughes, T.; van der Leeuw, S.; Rodhe, H.; Sörlin, S.; Snyder, P. K.; Costanza, R.; Svedin, U.; Falkenmark, M.; Karlberg, L.; Corell, R. W.; Fabry, V-J.; Hansen,

J.; Walker, B.; Liverman, D.; Richardson, K.; Crutzen, P.; Foley, J. A. (2009) A safe operating space for humanity. In: *Nature* 461: 472-475.

Rockström, J.; Williams, J.; Daily, G.; Noble, A.; Matthews, N.; Gordon, L.; Wetterstrand, H.; DeClerck, F.; Shah, M.; Steduto, P.; Fraiture, C. de; Hatibu, N.; Unver, O.; Bird, J.; Sibanda, L.; Smith, J. (2017) Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. In: *Ambio* 46(1): 4-17.

Ruthner, O. (1983) Grenzen und Möglichkeiten des industriellen Pflanzenbaues. In*: Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft* 96: 403-426.

Scott, J. C. (2017) *Against the Grain. A Deep History of the Earliest States*. London: Yale University Press.

Serres M. (1987) *Der Parasit*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Sloterdijk, P. (1998) *Sphären I. Blasen*. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.

Sloterdijk, P. (2001) Die Domestikation des Seins. Die Verdeutlichung der Lichtung. In: ders. *Nicht gerettet. Versuche nach Heidegger*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Sloterdijk, P. (2004) *Sphären III. Schäume*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Sloterdijk, P. (2008) *Du musst dein Leben ändern*. Über Anthropotechnik. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Sloterdijk, P. (2016a) Das Anthropozän – Ein Prozeß-Zustand am Rande der Erdgeschichte? In: ders. *Was geschah im 20. Jahrhundert?* Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Sloterdijk, P. (2016b) Was geschah im 20. Jahrhundert? Auf dem Weg zu einer Kritik der extremistischen Vernunft. In: ders. *Was geschah im 20. Jahrhundert?* Frankfurt a. M.: Suhrkamp.

Sprenger F. (2019) *Epistemologien des Umgebens. Zur Geschichte, Ökologie und Biopolitik künstlicher Environments*. Bielefeld: transcript.

Stengers, I. (2010) *Cosmopolitics I*. Minneapolis: Minneapolis University Press.

Sulzgruber, W. (2016) Das Ruthner'sche Turmgewächshaus in der Wiener Neustadt – das letzte seiner Art. In: *Unsere Neustadt. Blätter des Wiener Neustädter Denkmalschutzvereins* 3: 1-12.

Sulzgruber, W. (2018) Der Wiener Neustädter Ruthner-Turm. Neue Erkenntnisse. In: *Unsere Neustadt. Blätter des Wiener Neustädter Denkmalschutzvereins* 4: 12-19.

Tsing, A. (2015) *The Mushroom at the End of the World*. Princeton u.a.: Princeton University Press.

Ullrich, R.-M. (1989) *Glas-Eisenarchitektur. Pflanzenhäuser des 19. Jahrhunderts*. Worms: Wernersche Verlagsgesellschaft.

Van der Hout, S. (2014) The Homeotechnical Turn: Sloterdijk's Response to the Ecological Crisis. In: *Environmental Values* 23(4): 423-442.

Van Tuinen, S. (2006) *Sloterdijk. Ein Profil*. Stuttgart: UTB Verlag

Van Tuinen, S. (2009) Air-Conditioning Spaceship Earth: Peter Sloterdijks ethico-aesthetic paradigm. In: *Environment and Planning D: Society and Space* 27(1): 105-119.

World Bank (2015) *Future of food: shaping a climate-smart global food system*. Washington, DC: World Bank.