

Sachdokumentation:

Signatur: DS 772

Permalink: www.sachdokumentation.ch/bestand/ds/772



Nutzungsbestimmungen

Dieses elektronische Dokument wird vom Schweizerischen Sozialarchiv zur Verfügung gestellt. Es kann in der angebotenen Form für den Eigengebrauch reproduziert und genutzt werden (private Verwendung, inkl. Lehre und Forschung). Für das Einhalten der urheberrechtlichen Bestimmungen ist der/die Nutzer/in verantwortlich. Jede Verwendung muss mit einem Quellennachweis versehen sein.

Zitierweise für graue Literatur

Elektronische Broschüren und Flugschriften (DS) aus den Dossiers der Sachdokumentation des Sozialarchivs werden gemäss den üblichen Zitierrichtlinien für wissenschaftliche Literatur wenn möglich einzeln zitiert. Es ist jedoch sinnvoll, die verwendeten thematischen Dossiers ebenfalls zu zitieren. Anzugeben sind demnach die Signatur des einzelnen Dokuments sowie das zugehörige Dossier.



SENTIENCE
POLITICS

Kultiviertes Fleisch: Eine ethische Alternative zur industriellen Tierhaltung

Positionspapier

Die industrielle Tierhaltung ist ein wachsendes globales Problem hinsichtlich Tierschutz, Umweltverträglichkeit und menschlicher Gesundheit. Kultiviertes Fleisch könnte hierfür eine mögliche Lösung sein. Dabei wird in einer kontrollierten Umgebung unter Verwendung von Zellkulturen tierliches Gewebe ohne Verwendung eines vollständigen Organismus gezüchtet. Die Aufzucht und das Töten von Tieren für Nahrungsmittel wäre damit überflüssig. Dieser Ansatz hat daher das Potential, alle Kriterien einer humanen, nachhaltigen und gesunden Form der Fleischproduktion zu erfüllen. Bevor kultiviertes Fleisch wettbewerbsfähig sein kann, müssen allerdings viele wissenschaftliche, technische, kulturelle und regulatorische Herausforderungen überwunden werden. Der Mangel an finanzieller Förderung ist derzeit das größte Hindernis für die weitere Entwicklung, da zunächst beträchtliche Summen investiert werden müssen, um schließlich wirtschaftlich rentable Preise zu erzielen. Deshalb setzen wir uns für eine stärkere finanzielle Förderung von Projekten in diesem Bereich ein. Hierzu zählen: Forschung und Entwicklung notwendiger Technologie, Förderung von faktenbasierter öffentlicher Diskussion über kultiviertes Fleisch und die gesellschaftlichen Auswirkungen sowie die schließliche Vermarktung der Endprodukte.

Positionspapier von Sentience Politics.

Bevorzugte Zitation: Rorheim, A., Mannino, A., Baumann, T. & Caviola, L. (2016). Kultiviertes Fleisch: Eine Ethische Alternative zu Industrieller Tierhaltung. Positionspapier von Sentience Politics (1): 1–14.

Erstveröffentlichung Mai 2016. Letztes Update Juli 2016.

sentience-politics.org



Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
Auswirkungen der aktuellen landwirtschaftlichen Fleischproduktion	1
Kultiviertes Fleisch im Vergleich	3
Herausforderungen bei der Entwicklung von kultiviertem Fleisch	5
Fazit	7
Referenzen	9

ADRIAN RORHEIM, Wissenschaftlicher Mitarbeiter,
Sentience Politics

ADRIANO MANNINO, Präsident, Sentience Politics

TOBIAS BAUMANN, Leiter Strategie, Sentience Politics

LUCIUS CAVIOLA, Geschäftsführer, Stiftung für Effektiven
Altruismus



Kultiviertes Fleisch: Eine ethische Alternative zur industriellen Tierhaltung

Einleitung

In der industriellen Tierhaltung werden jedes Jahr mehrere Milliarden empfindungsfähiger Tiere¹ für die Fleischproduktion aufgezogen. Momentan stellt dies die Hauptursache für menschliche Pandemien²⁻⁵ dar und zählt vermutlich zu den größten Quellen für vom Menschen verursachtes Leid.⁶⁻⁸ Diese moralische Katastrophe einzudämmen, sollte deshalb von größter Bedeutung sein; besonders für alle, die anstreben auf effektive Weise so vielen empfindungsfähigen Wesen wie möglich zu helfen.^{6,9-12} Darüber hinaus trägt die Massentierhaltung zum Klimawandel bei und verschwendet eine beträchtliche Menge begrenzter Ressourcen wie Land und Wasser.¹³

Idealerweise würde eine Lösung dieser Herausforderung den weltweiten Wandel hin zu einem vegetarischen Lebensstil einschließen. Allerdings ist eine solche Veränderung innerhalb der kommenden Jahrzehnte sehr unwahrscheinlich. Die meisten Menschen legen großen Wert auf Fleisch aufgrund von Geschmack, Nährwert und Tradition. Deutlich wird dies teilweise am signifikanten Anstieg des globalen Fleischkonsums im letzten halben Jahrhundert – ein Trend, der stark mit der wirtschaftlichen Entwicklung von Schwellenländern zusammenhängt.¹⁴⁻¹⁶ Auch wenn die Zahl der Vegetarierinnen und Vegetarier in den letzten Jahren kontinuierlich angestiegen ist, so verblasst dieses Wachstum im Vergleich zur weltweiten Nachfrage nach Fleisch, welche laut Schätzungen bis zum Jahr 2050 um 73% steigen wird.¹⁷ Trotz mehrerer Jahrzehnte kostenintensiver Entwicklungen konnten pflanzliche Alternativen Fleisch bisher nicht in ausreichendem Maße ersetzen.¹⁸ Die Entwicklung eines leidfreien und umweltfreundlichen Ersatzes, der mit Fleisch aus der Tierhaltung konkurrieren kann, wäre daher ein großer Fortschritt.

Kultiviertes Fleisch könnte ein solcher innovativer Ersatz sein, bei dem Fleisch aus tierlichen Gewebepollen hergestellt wird. Im Gegensatz zu konventionellen Methoden der Fleischproduktion – inklusive Zucht, Aufzucht, Fütterung und Schlachtung lebender Tiere – wird für die Herstellung von kultiviertem Fleisch eine Zellprobe verwendet, um in einer kontrollierten Umgebung Gewebe wachsen zu lassen. Hierfür werden biotech-

nologische Methoden angewendet, die ursprünglich für die medizinische Forschung und Organtransplantationen entwickelt wurden. Befürworter/innen von kultiviertem Fleisch argumentieren, dass diese Technologie das Potential hat, konventionelles Fleisch zu ersetzen. Tatsächlich scheint kultiviertes Fleisch enorme Vorteile hinsichtlich Tierschutz^{19,20}, Umweltverträglichkeit²¹⁻²³ und menschlicher Gesundheit zu bieten.

Über die Technologie, Fleisch für den menschlichen Verzehr außerhalb eines vollständigen, lebenden Organismus zu produzieren, wird bereits seit 1931 spekuliert.²⁴ Erste Machbarkeitsnachweise existieren jedoch erst seit ungefähr fünfzehn Jahren.²⁵ Die Technologie ist allerdings noch immer experimentell und war bisher auf die Produktion weniger verarbeiteter Fleischprodukte zu demonstrativen Zwecken im Labor beschränkt.^{26,27} Die aktuelle Forschung ist nun auf die Verbesserung der Produktionsmethoden fokussiert, um die Kosten zu minimieren, die Skalierbarkeit zu verbessern und die Abhängigkeit von tierlichen Produkten zu minimieren.

In dem vorliegenden Positionspapier wird zunächst die Motivation für die Entwicklung von tierfreien Fleischprodukten vorgestellt. Anschließend werden die ökologischen, ökonomischen, gesundheitlichen Auswirkungen sowie zentrale ethische Gesichtspunkte diskutiert. Abschließend werden auf Grundlage der dringendsten Herausforderungen bezüglich der öffentlichen Akzeptanz und technischen Machbarkeit der Produktion Empfehlungen formuliert.

Auswirkungen der aktuellen landwirtschaftlichen Fleischproduktion

Umwelt

Treibhausgasemissionen: Als Hauptursachen für den Klimawandel werden normalerweise Verkehr und Wohnen diskutiert. Hierbei wird jedoch ein weiterer entscheidender Faktor außer Acht gelassen: Der UN Food and Agriculture Organisation (FAO) zufolge ist die Massentierhaltung für 14,5% der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich.²⁸ Dem-

nach ist sie ebenso schädlich für die Umwelt wie der gesamte weltweite Verkehrssektor, der ebenfalls ca. 15% der Emissionen ausmacht.²⁹ Methan, dessen Treibhauspotential fünfundzwanzig Mal größer ist als das von Kohlendioxid³⁰, ist verantwortlich für 44% der Emissionen aus der Massentierhaltung. Der Großteil entsteht dabei als natürliches Nebenprodukt des Verdauungsprozesses von Wiederkäuern wie Kühen, Schafen und Ziegen. Laut des United Nations Environment Programme (UNEP) ist eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen um mindestens 50% bis 2050 notwendig, um die schlimmsten Auswirkungen des Klimawandels zu vermeiden.³¹ Eine Verminderung der Emissionen aus der tierlichen Landwirtschaft könnte dazu einen erheblichen Beitrag leisten.

Ineffiziente Nutzung von Ressourcen: Die Tierhaltung nimmt 70% des Ackerlandes der Welt und somit 30% der Erdoberfläche ein.² Denn die Umwandlung von Futter in Energie und Proteine ist bei Tieren in der Landwirtschaft sehr ineffizient: Kühe wandeln beispielsweise weniger als 5% der zugezogenen Proteine in verzehrbare Fleisch um.¹⁴ Darüber hinaus werden für die Produktion von 1kg Rindfleisch über 15.000l Wasser benötigt, wenn man alle Schritte im Produktionsprozess berücksichtigt.^{32,33}

Wasserverschmutzung: In der Massentierhaltung wird sehr viel Wasser für die Futtermittelproduktion, die Aufzucht von Tieren und die Säuberung der Anlagen verbraucht. Aus Gülle aufbereitetes Wasser ist derzeit für 33% der globalen Stickstoff- und Phosphorverschmutzung verantwortlich. Darüber hinaus lassen sich 50% der Antibiotikarückstände und 37% der giftigen Schwermetalle ebenfalls auf diese Prozesse zurückführen. Außerdem trägt die Futtermittelproduktion zur Wasserverschmutzung bei, da beispielsweise rund 37% der Pestizide, die im Wasserhaushalt enden, der landwirtschaftlichen Tierhaltung entstammen.²

Menschliche Gesundheit

Übertragung von Infektionskrankheiten: Tiere in der Landwirtschaft stellen ein erhebliches Krankheitsrisiko für den Menschen dar. Rund 60% aller bekannten menschlichen Krankheiten und 75% der schädlichsten Krankheiten sind ursprünglich Zoonosen (d.h. durch Tiere übertragenen).^{2,3} Die meisten aktuell besorgniserregenden Erreger - wie BSE (Bovine

spongiforme Enzephalopathie) und alle Formen des Influenzavirus wie z.B. Schweine- oder Vogelgrippe - werden besonders durch Tiere in der Landwirtschaft übertragen.^{4,5} Die erhöhte Nachfrage nach tierlichen Produkten hat bereits zur Intensivierung der landwirtschaftlichen Tierhaltung geführt^{2,34} und eine Fortsetzung des Trends als Folge der Befreiung von Millionen von Menschen aus der Armut ist zu erwarten.¹⁶ Dadurch steigt das Risiko für die Übertragung zoonotischer Krankheiten, sowohl von Tieren in der Landwirtschaft auf den Menschen als auch unter den Tieren selbst, weiter stark an.^{2,35}

Antibiotikaresistenz: In der Nutztierhaltung werden Antibiotika in subtherapeutischen Dosen großflächig eingesetzt. Denn sie fördern das Wachstum der Tiere und dienen als günstige, präventive Maßnahme der Biosicherheit, die das bereits genannte Problem der vermehrten Krankheitsübertragung bewältigen soll. Jedoch führt diese Praxis nicht nur zu erheblichen Antibiotikarückständen im Wasserkreislauf³⁶, sondern wird mittlerweile auch als Hauptursache der weltweiten Zunahme von antimikrobiell-resistenten (multiresistenten) Erregerstämmen betrachtet.³⁷⁻³⁹ Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) schätzt diese Entwicklung als eine der größten Bedrohungen der globalen Gesundheit ein.^{38,40,41}

Tierschutz

Nicht-menschliches Empfindungsvermögen: In der Wissenschaft besteht ein breiter Konsens über das Empfindungsvermögen nicht-menschlicher Tiere und ihre Fähigkeit zu leiden.⁴² Dies wurde auch in der EU-Gesetzgebung offiziell anerkannt.⁴³ Die gegensätzliche Ansicht, dass bewusstes Erleben nur in menschlichen Gehirnen möglich ist, wird durch aktuelle Erkenntnisse nicht gestützt.^{44,45} Demnach ist jedes unnötige Leid, das Tieren entweder durch direkte Handlungen oder Vernachlässigung zugefügt wird, moralisch unhaltbar und muss beendet werden.

Leid in der industriellen Tierhaltung: Die industrielle Haltung von Tieren ist unausweichlich mit der systematischen Missachtung des Tierwohls verbunden.⁴⁶⁻⁴⁸ Die hohe Nachfrage verbunden mit Ineffizienzen bezüglich Land- und Nahrungsressourcen^{49,50} schafft starke Anreize für Landwirte alle Aspekte der Produktion kostengünstiger zu gestalten. Das Wohlbefinden der Tiere zu wahren, ist oftmals zeitintensiv und nicht zwingend erfor-

derlich, um Fleischprodukte zu produzieren und zu vermarkten. Deshalb werden Tierschutzmaßnahmen in der industriellen Haltung häufig auf ein absolutes Minimum reduziert oder weitgehend ignoriert.^{7,46–48,51–54} Masthühner, die so gezüchtet wurden, dass die Tiere krankhaft fettleibig sind und schnell heranwachsen, veranschaulichen diesen Trend. In der industriellen Fleischproduktion sind diese Vögel oftmals lebenslangem Leid ausgesetzt.^{46,55} Ihre Beine geben unter ihrem Gewicht nach^{11,12} und durch schlecht belüftete, überfüllte bzw. enge Ställe leiden sie meist an chronischen Schmerzen.⁵⁵

Geringer Rechtsschutz: Trotz Richtlinien von UN und EU, die den Tierschutz gewährleisten sollen^{43,56}, ist die tatsächliche nationale Gesetzgebung oftmals schwach bzw. wird kaum durchgesetzt.^{46,55} Geltende Gesetze werden von den Produzenten oftmals missachtet⁵⁷: Allein in Europa sind 80% aller Ferkel routinemäßig schmerzhaften Verstümmelungen wie Ringelschwanz-Amputationen und Kastrationen ausgesetzt — beides ohne Betäubung.^{51,58} Solche Maßnahmen ignorieren EU-Richtlinien, die von den Mitgliedsstaaten fordern, dass sie „... die Tierschutzvorgaben in vollem Umfang einhalten sollen, da Tiere empfindungsfähige Wesen sind“. Darunter fällt notwendigerweise sie vor Schmerz, Verletzungen, Unbehagen und Not zu bewahren.⁴³ Es ist jedoch nicht unüblich für große Fleischproduzenten, öffentliche Kontrollen ihrer Betriebe und Schlachthäuser zu verweigern. Daher verdanken wir heutige Erkenntnisse über die Zustände in der Fleischindustrie zum großen Teil den Recherchen von Tierschutzorganisationen, die entweder verdeckt^{57,59} oder in Kooperation mit Dienstleistern⁶⁰ Missstände aufdecken.

Kultiviertes Fleisch im Vergleich

Umweltbelastung

Ressourceneffizienz: Das Bewerten der Ressourceneffizienz von noch nicht vorhandenen industriellen Prozessen ist schwierig und erfordert das Aufstellen informierter Hypothesen, von denen sich später möglicherweise viele als falsch herausstellen werden. Die resultierenden Zahlen sind daher mit hoher Unsicherheit behaftet und sollten entsprechend behandelt werden. Lebenszyklusanalysen haben bis-

lang prognostiziert, dass für kultiviertes Fleisch rund 99% weniger Land genutzt und 82–96% weniger Wasser verbraucht werden würde als für Fleisch aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung.²¹ Spätere Analysen schätzen den Energieverbrauch aufgrund der hohen Anteile an elektrischer Energie um einiges höher ein, da ausreichend Wärme für den Kultivierungsprozess gewährleistet werden muss.²² Insgesamt ist dennoch zu erwarten, dass die Produktion von kultiviertem Fleisch ressourceneffizienter sein wird als die landwirtschaftliche Tierhaltung, auch unter Berücksichtigung von Voraussagen über zukünftigen Fleischkonsum.²³

Umweltverschmutzung: Die bereits genannten Lebenszyklusanalysen schätzen, dass durch kultiviertes Fleisch 78–96% weniger Treibhausgasemissionen (GHG) als bei konventioneller Produktion entstehen würden.²¹ Würde man also die gesamte Fleischproduktion durch kultiviertes Fleisch ersetzen, ließen sich so die EU-Emissionen um zwei Größenordnungen reduzieren.⁶¹ Aber auch diese Zahlen sind spekulativ und sollten als solche behandelt werden. Darüber hinaus würde die Herstellung von Fleisch ohne vollständige Organismen die Düngemittelsorgung und -wirtschaft, inklusive Güllelagunen als hochproblematische Verschmutzungsquellen, hinfällig machen.⁶² Stattdessen würden kontrollierte Filtrationssysteme bei der Produktion von kultiviertem Fleisch die Schadstoffbelastung der Umwelt minimieren.²⁷

Menschliche Gesundheit

Sterile Herstellung: Aufgrund des sterilen und streng kontrollierten Umfeldes ist die Herstellung von Fleisch aus Zellkulturen sicherer als die konventionelle Produktion in der landwirtschaftlichen Tierhaltung.⁶³ Da keine lebenden Tiere direkt bei der Herstellung involviert sind, werden konventionelle Risiken von zoonotischen Infektionen vermieden.^{64–66} Der aktuell einzige Hersteller von kultiviertem Fleisch berichtet, dass während der Produktion auch keine Antibiotika benötigt werden.²⁷ In Übereinstimmung mit gegenwärtigen medizinischen Standards muss tierliches Gewebe aus Biopsien auf Infektionserreger getestet werden, bevor es für die Produktion von kultiviertem Fleisch verwendet werden darf. So ist das kultivierte Produkt gegenüber dem konventionellen sicherer hinsichtlich

Lagerung, Aufbereitung und Konsum.

Zusammensetzung des Endprodukts: Die strenge Kontrolle während der Herstellung ermöglicht wesentliche Veränderungen am Produkt, die gegenwärtig in der konventionellen Fleischproduktion nicht umsetzbar sind.⁶⁷ In Bezug auf die Nährstoffzusammensetzung, den Geschmack und die Konsistenz steht ein breites Spektrum an Modifizierungsmöglichkeiten zur Verfügung. Dieser werden beispielsweise durch Kokulturen mit anderen Zelltypen oder die Hinzugabe von Zusatzstoffen während der Kultivierung ermöglicht.⁶⁸ Genetische Veränderungen⁶⁴ könnten für denselben Zweck genutzt werden, laufen jedoch Gefahr, von Konsumenten/innen aufgrund öffentlicher Bedenken bezüglich der Sicherheit von Gentechnik abgelehnt zu werden.

Kommerziell

Produktsicherheit: Es ist nahezu unmöglich, kultiviertes Fleisch außerhalb einer sterilen Umgebung herzustellen. Daher könnte es für viele Konsumenten/innen, die um Lebensmittelsicherheit besorgt sind, eine willkommene Alternative darstellen.⁶⁹ So sind ungefähr 65% von europäischen Konsumenten/innen aufgrund biologischer Risiken beunruhigt (Kontamination durch Antibiotika und Zoonosen) und könnten kultiviertes Fleisch daher gegenüber anderen Optionen bevorzugen.⁷⁰ Allerdings zeigen die gleichen Studien, dass Konsumenten/innen bezüglich technologischer Risiken (chemische Zusatzstoffe und Klonen) besorgter sind als bezüglich biologischer. Trotz klarer Vorteile ist also die Wahrnehmung der Lebensmittelsicherheit bei kultiviertem Fleisch ungewiss.

Innovative Produkteigenschaften: Strenge Kontrollen während des Herstellungsprozess könnten es ermöglichen, Produkte mit Nährstoffen anzureichern^{64,67,68,71,72} und den Gehalt ungesunder Fette zu reduzieren.⁶⁶ So ließen sich Verbraucher, die gesündere Lebensmittel nachfragen, ansprechen⁷⁰ und Mangelernährung in ärmeren Bevölkerungsgruppen vorbeugen. Außerdem könnten Hersteller auch verschiedene gastronomische Eigenschaften verändern, zum Beispiel mithilfe neuartiger Aromen, Farben oder Texturen.⁷³ Der Kultivierungsprozess ermöglicht auch die Produktion von exotischem oder anderweitig seltenem Fleisch^{65,71}, welches – zusätzlich zum potentiellen kommerziellen

Interesse – auch viele legale⁷³ und illegale⁷⁴ Märkte für das Fleisch exotischer und bedrohter Arten ersetzen könnte.

Verbessertes ethisches Profil: Europäische Konsumenten/innen äußern ebenfalls vermehrt Bedenken hinsichtlich des Einflusses der Fleischproduktion auf Lebensmittelsicherheit, Umwelt und Tierschutz.^{69,70,75–80} So gibt es Hinweise, dass Konsumenten/innen bereit wären, mehr für Produkte mit Sicherheitshinweisen zu zahlen, insbesondere für Produkte bekannter Marken.⁸¹ In den letzten Jahren hat sich der Tierschutz zu einem entscheidenden Faktor der ethischen Beurteilung von Marken entwickelt. Höhere Kosten stellen dabei das größte Hindernis für den Kauf als ethisch wahrgenommener Produkte dar.^{82–84} Demzufolge könnten bereits etablierte Fleischproduzenten die Möglichkeit nutzen, die öffentliche Wahrnehmung ihrer Marken in Bezug auf Lebensmittelsicherheit und Tierschutz zu verbessern, indem sie ihre Produktion auf kultiviertes Fleisch umstellen.⁸⁵ Tatsächlich zieht bereits mindestens eine internationale Marke diese Möglichkeit in Betracht.⁸⁶

Potential der Marktexpansion: Gegeben den wahrscheinlichen Fall, dass kultiviertes Fleisch sich als erheblich kosteneffizienter als herkömmliche Verfahren herausstellen sollte, ist ein proportionaler Rückgang des Marktwertes von Fleischprodukten zu erwarten. Der resultierende wesentlich geringere Verkaufspreis⁶² stellt eine potentielle Win-win-Situation dar: Auf der einen Seite wären mehr einkommensschwache Bevölkerungsgruppen in der Lage, sich Fleischprodukte mit einer höheren Nährwert- und Energiedichte zu leisten. Auf der anderen Seite würden die Hersteller gleichzeitig von einer Umsatzsteigerung aufgrund der Erschließung dieses neuen Absatzmarktes profitieren.

Tierschutz

Keine Notwendigkeit für Schlachtungen: Es ist wahrscheinlich der größte Vorteil von kultiviertem Fleisch gegenüber der konventionellen Produktion, dass während der Herstellung keine Tiere getötet werden müssen. Jede der individuellen Mutterzellen, die in die Produktion von kultiviertem Fleisch verwendet werden, kann sich vielfach vermehren und jedes Spendertier besitzt Milliarden solcher Zellen. Demnach ist die Anzahl der Tiere, die man

für Gewebeproben benötigt, um mehrere Größenordnungen geringer als bei konventioneller Fleischproduktion. Abhängig von der Methode und dem genutzten Zelltypus könnte eine einzelne „Mutterzelle“ theoretisch den jährlichen globalen Bedarf für Fleischprodukte liefern, bevor sie ersetzt werden müsste.⁸⁷ Dennoch machen die natürlichen Unterschiede zwischen den Zellproben ihren Gebrauch in frühen Phasen der Grundlagenforschung unmöglich. Daher würden wahrscheinlich zu Beginn genetisch modifizierte Zelllinien genutzt werden, da diese über verschiedene Chargen hinweg homogener sind. Allerdings sind genetische Veränderungen für die eigentliche Lebensmittelproduktion nicht notwendig. Eine genetisch veränderte Zelllinie könnte jedoch physisch unsterblich gemacht werden, sodass eine einzelne Gewebeprobe von einem einzigen Tier theoretisch ausreichen würde, um den endlosen zukünftigen Bedarf zu decken.

Minimale Schädigung: Mithilfe einer Biopsienadel, einer Art Spritze, wird einem Tier ein kleiner Teil der Stammzellen entnommen. Dieser gängige medizinische Vorgang dauert nur wenige Minuten, kann unter lokaler Anästhesie oder Vollnarkose durchgeführt werden und birgt nur ein geringes Risiko langfristiger Komplikationen.⁸⁸ Verglichen mit dem lebenslangen Leid der Tiere in der Fleischindustrie stellt diese Methode also insgesamt eine vernachlässigbare Schädigung dar.

Bedenken bezüglich des Nährmediums: Momentan ist fötales Kälberserum (FBS) ein zentraler Bestandteil des Standardnährmediums, das in Biotechnologielaboren genutzt wird, um wachsende Zellkulturen mit Nährstoffen zu versorgen. Zur Gewinnung des Serums muss eine schwangere Kuh geschlachtet werden, um dem lebenden Fötus ohne Anästhesie Blut aus dem Herzen zu entnehmen.⁸⁹ Dieser ausgesprochen inhumane Vorgang stellt bisher ein großes Problem für das ethische Profil von kultiviertem Fleisch dar. Ideale Nährmedien sollten frei von Bestandteilen tierischen Ursprungs sein. Prototypen von Nährmedien auf der Basis von Pflanzen, Pilzen und Mikroalgen wurden bereits kürzlich vorgestellt.^{26,90–95} Die Mikroalgenproduktion wurde auch in spekulativen Lebenszyklusanalysen von groß angelegten Produktionssystemen für kultiviertes Fleisch berücksichtigt.^{22,61} Obwohl pflanzenbasierte Medien weiter verbessert werden müssen,

um mit der Effektivität von FBS konkurrieren zu können, existieren also bereits vielversprechende Machbarkeitsnachweise dafür, dass für die Produktion von kultiviertem Fleisch keine Bestandteile von geschlachteten Tieren notwendig sind. Darüber hinaus verwenden fast alle Biotechnologielabore FBS lediglich aus einem Mangel an Alternativen, da die Heterogenität in der Zusammensetzung verschiedener Chargen oft zu widersprüchlichen Daten führt, wenn mehr als eine Charge pro Studie genutzt wird. Daher besteht ein starker Anreiz für die Biotechnologieindustrie, hochgradig übereinstimmende Nährmedien zu entwickeln, die serienmäßig aus Rohmaterialien gefertigt werden können.⁹²

Herausforderungen bei der Entwicklung von kultiviertem Fleisch

Aktuelle Situation

Finanzielle Förderung von Grundlagenforschung: Ein großer Teil der biotechnologischen Grundlagenforschung, die benötigt wird, um kultiviertes Fleisch in Massen zu produzieren, muss erst noch durchgeführt werden. Dies schließt Studien zu optimalen Zelllinien und Nährmedien ein.⁹⁶ Es gibt bisher allerdings keine wissenschaftlichen Abteilungen oder Institute, die sich ausschließlich mit der Erforschung und Entwicklung von „zellulärer Landwirtschaft“ [*cellular agriculture*], d.h. der Herstellung von Nahrungsmitteln mithilfe von Zellkulturen, als eigenständige Studienfächer befassen.⁹⁷ Dies wird auch dadurch veranschaulicht, dass alle kürzlich kultivierten tierlichen Produkte (Rinderhack, Leder, Milch etc.) aus teuren Verfahren entstanden sind, die für den Einzelfall von verwandten Gebieten der Biotechnologie angepasst wurden. Der Großteil der Forschung im Bereich der zellulären Landwirtschaft wurde bisher in voneinander unabhängigen Projekten durchgeführt und erhielt daher kaum akademische Aufmerksamkeit. Laufende Projekte mit vielversprechenden langfristigen Strategien werden aktuell aufgrund des großen Mangels an finanzieller Förderung zurückgehalten.

Wenige Wissenschaftler: Im Gegensatz zur gängigen Darstellung in den Medien findet die Entwicklung von zellulärer Landwirtschaft aktuell nur wenig wissenschaftliche Beachtung. – kultiviertes Fleisch inbe-

griffen. Eine Expertenschätzung geht von weltweit fünf Personen aus, die sich ausschließlich mit zellulärer Landwirtschaft beschäftigen. Weitere 50–100 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in verwandten Fachrichtungen hätten in unterschiedlichem Ausmaß Interesse an dem Gebiet geäußert.⁹⁶

Genetische Veränderung: Genetische Veränderungen (GV) sind grundsätzlich zu keinem Zeitpunkt der Produktion von kultiviertem Fleisch notwendig. Sie können dennoch in der Anfangsphase der Forschung erforderlich sein (siehe: *Bedenken bezüglich des Nährmediums*) sowie unter Umständen genutzt werden, um die ökonomische Rentabilität in der Zukunft zu sichern. Deshalb sollten sie als mögliches Hilfsmittel nicht ausgeschlossen werden.⁹⁶ Bei der Nutzung von GV in der Produktion von kultiviertem Fleisch ist konsequente Transparenz von entscheidender Bedeutung, um öffentlichen Bedenken bezüglich der Sicherheit von GV-Lebensmitteln vorzubeugen.

Produktnachahmung: Beide Produkte, die bisher aus kultiviertem Fleisch hergestellt wurden, bestanden aus Rindfleischzellen: ein Hamburger⁹⁸ und eine Frikadelle⁹⁹. Der Beschreibung nach wiesen beide eindeutig einen fleischähnlichen Geschmack auf. Allerdings fehlten gewisse Eigenschaften wie Saftigkeit und Fett. Die Teams hinter der Entwicklung gehen davon aus, dass bereits existierende Technologie genutzt werden kann, um Geschmack, Konsistenz und die Nährstoffzusammensetzung zu verbessern.^{27,94} Schwierigkeiten im Nachbilden von komplexen Strukturen wie Steak, Hühnerbrust und Schinken limitieren bisher das Spektrum der umsetzbaren kultivierten Fleischprodukte auf Hackfleisch. Erhebliche Verbesserungen sind nötig, um diese Schwierigkeiten zu bewältigen.¹⁰⁰ Produkte aus Rinderhack bis zur Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern, ist weit weniger anspruchsvoll und deshalb der aktuelle Schwerpunkt der Entwicklung.^{26,27} Dieser Ansatz scheint am besten geeignet, um kultiviertem Fleisch einen Platz neben beliebten Fleischprodukten in Supermarktregalen zu sichern. Dies wird entscheidend dabei sein, die nötige Akzeptanz für weitere kultivierte Produkte zu erlangen, sobald diese eingeführt werden.

Nährmedium: Auch wenn Prototypen von tierfreien Nährmedien existieren und bereits für die Herstellung von Muskelgewebe genutzt wurden^{26,71,90,94,95}, wird die Entwicklung in diesem Bereich dadurch be-

hindert, dass noch keine optimalen Zelllinien gefunden wurden. Denn individuelle Zelllinien benötigen oftmals individuelle Medienrezepturen, um sich zu vermehren.⁹⁶ Bisher scheint Biomasse aus Mikroalgen die optimale Quelle für Nährstoffe von Nährmedien zu sein. Doch die Algen in ausreichender Menge für die Massenproduktion von kultiviertem Fleisch herzustellen, birgt einige technische Herausforderungen. Viele von diesen (inklusive der Skalierung von kostengünstigen Photobioreaktoren) werden momentan bereits für die Anwendung in scheinbar unverwandten Gebieten wie Biokraftstoffen^{101,102} und Tiernahrung¹⁰³ angegangen.

Energieanforderungen: Eine kürzlich publizierte Lebenszyklusanalyse der Produktion von kultiviertem Fleisch zeigt, dass – trotz geringerem Land- und Wasserverbrauch als bei konventioneller Produktion – der Energieverbrauch verglichen mit vorherigen Schätzungen sehr viel höher sein könnte.²² Allerdings extrapolierte die Analyse Daten basierend auf Annahmen von Technologie, die bisher nicht existiert, und widerspricht früheren Ergebnissen, weshalb auch diese Ergebnisse spekulativ sind.¹⁰⁴

Kosten: Das einzige private Unternehmen, das momentan kultiviertes Rindfleisch herstellt, berichtet von Produktionskosten von 36.200€/kg.²⁷ Das ist bereits achtzehn Mal günstiger als der 650.000€/kg-Burger, der 2013 vorgestellt wurde. Ein führender Forscher gab Ende 2015 an, dass unter idealen Bedingungen die Kosten von kultiviertem Rindfleisch bereits jetzt auf 60€/kg reduziert werden könnten, indem pharmazeutische Bioreaktor-Technologie mit bereits existierenden Gewebekulturtechniken kombiniert wird.²⁶ Sicherlich sollten die Kosten für kultiviertes Fleisch in Zukunft mit denen für reguläres Fleisch konkurrieren. Allerdings ist der momentane Durchschnittspreis von Fleisch¹⁰⁵ aufgrund hoher staatlicher Subventionen der landwirtschaftlichen Tierhaltung künstlich niedrig.

Öffentliche Wahrnehmung

Medienberichterstattung: Berichte über kultiviertes Fleisch sind in der Regel positiv, wobei oftmals die Umweltvorteile hervorgehoben werden.¹⁰⁶ Im Sommer 2013 kamen zwei unabhängige Ereignisse mit großer Medienaufmerksamkeit zusammen: ein TED Talk über kultiviertes Fleisch und Leder im Juni¹⁰⁷ und die erste öffentliche Verkostung ei-

nes kultivierten Burgers im britischen Fernsehen im August.⁹⁸ Nach der Vorstellung von kultiviertem Fleisch auf dem Weltwirtschaftsforum 2015^{26,94} wurde Anfang 2016 ein Startup für kultiviertes Fleisch gegründet, was auf großes öffentliches Interesse stieß.⁹⁹ Nichtsdestotrotz geben Presseberichte oftmals falsche Entwicklungsstadien wider, was zu unrealistischen Vorstellungen über das Ausmaß des Fortschritts in diesem Bereich führt.⁹⁶

Einstellung der Verbraucher/innen: In einer klein angelegten Studie wurden niederländische Konsumenten/innen gefragt, ob sie kultiviertes Fleisch kaufen würden, sobald es erhältlich ist. Knapp die Hälfte (43%) der Befragten, die zusätzlich auch über die Umweltvorteile informiert wurden, gaben eine positive Antwort. Der Hinweis auf Umweltvorteile führte dabei fast zu einer Verdopplung verglichen mit denen, die nur grundlegende Informationen über die Technologie erhielten (25% positive Antworten).¹⁰⁸ Neueste Onlineumfragen in sozialen Medien und den Nachrichten zeigen, dass 7 von 10 Befragten kultiviertes Fleisch probieren würden, sobald es erhältlich ist.¹⁰⁹⁻¹¹¹

Ausgewählte Bedenken über kultiviertes Fleisch

„Kultiviertes Fleisch ist unnatürlich und deshalb ungesund/gefährlich/unerwünscht.“

Dieses Argument beruht auf der Annahme, dass das, was natürlich ist, auch gut ist, während das, was unnatürlich ist, schlecht ist. Allerdings zeigen Beispiele wie Naturkatastrophen oder chirurgische Operationen, dass diese Gleichstellung fraglich ist: Etwas kann natürlich und schlecht sein oder unnatürlich und gut. Die Aussage, dass kultiviertes Fleisch „unnatürlich“ sei, impliziert nicht automatisch, dass es unerwünscht ist. Aussagen dieser Art sind eher als Kritik gegen inhärente Eigenschaften der Industrialisierung zu sehen anstatt als Kritik an spezifischen Technologien. Denn es ist unklar, warum kultiviertes Fleisch im Speziellen unnatürlich ist, aber landwirtschaftliche Tierhaltung nicht. Es gibt aktuell wenig Ähnlichkeit zwischen der Natur und der industriellen Fleischproduktion in Bezug darauf, wie Tiere gezüchtet, gefüttert und geschlachtet werden.

„Kultiviertes Fleisch ist kein ethischer Fortschritt, solange dafür fötales Kälberserum benutzt wird.“

Nur kultiviertes Fleisch, was ohne tierische Nährmedien auskommt, ist ethisch gänzlich unproblematisch. Wir

betrachten die Entwicklung von tierfreien Nährmedien als Notwendigkeit für die Entwicklung von kultiviertem Fleisch und unterstützen deshalb entschieden Bemühungen in diese Richtung.

„Auch wenn kultiviertes Fleisch eine kurzfristige Lösung darstellen könnte, so verändert es doch nicht die grundsätzliche Haltung den Tieren und der Umwelt gegenüber und ist deshalb langfristig schlecht.“

Es ist in der Tat wichtig, sich mit den grundsätzlichen speziesistischen Haltungen in der Gesellschaft zu befassen, da diese bestimmen, wie nicht-menschliche Tiere zukünftig behandelt werden. Allerdings trägt die Entwicklung von kultiviertem Fleisch indirekt zu langfristigen Änderungen gesellschaftlicher Normen und Haltungen bei. Denn der kulturell tief verankerte Fleischkonsum, der aktuell das Töten empfindungsfähiger Wesen voraussetzt, prägt unser Verhältnis zu nicht-menschlichen Tieren vor. Durch kultiviertes Fleisch müssten wir nun nicht mehr das eigene tägliche Verhalten mit speziesistischen Argumenten verteidigen, sondern könnten das Leid nicht-menschlicher Tiere in den Mittelpunkt rücken, sowohl auf der individuellen als auch auf der politischen Ebene. Demnach kann kultiviertes Fleisch den Übergang von der heutigen stark speziesistischen Gesellschaft zu einer eher antispeziesistischen Gesellschaft erleichtern. Im Allgemeinen jedoch muss jede ideale Lösung technologische Ansätze und solche, die gesellschaftliche Einstellungen direkt beeinflussen, miteinander kombinieren, um nachhaltige Veränderungen zu erzielen.

Fazit

Die schrittweise Ablösung der landwirtschaftlichen Tierhaltung durch die Produktion von kultiviertem Fleisch scheint sowohl Tierleid als auch das Risiko menschlicher Krankheiten sowie Umweltprobleme minimieren zu können. Bis kultiviertes Fleisch jedoch mit konventionellen Fleischprodukten konkurrieren kann, müssen sehr schwierige, teure und aufwändige Herausforderung überwunden werden, die viele Jahre intensiver Arbeit in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen erfordern. Da die Forschung an kultiviertem Fleisch bisher allerdings wenig Aufmerksamkeit erhalten hat, ist es relativ leicht, Grundlagenforschung zu betreiben, die sich später als katalytisch für weitere Entwicklungen erweisen könnte. Angesichts der potentiell enorm großen Vorteile für das Wohlergehen von Tieren und Menschen sind wir davon überzeugt, dass es eine sinnvolle Investition ist, die Pro-

duktion von kultiviertem Fleisch zu beschleunigen.

Deshalb unterstützen wir folgende Bestrebungen:

1. Finanzierung und Förderung des wissenschaftlichen Interesses an zellulären Landwirtschaft

Aufgrund der großen Unsicherheit sollte Grundlagenforschung im risikoarmen Forschungsumfeld der akademischen Welt finanziell durch Regierungen und NGOs gefördert werden. So kann sichergestellt werden, dass die Ergebnisse öffentlich zugänglich sind. Dies ermöglicht eine weltweite, fachübergreifende und weiträumige Einführung und Verfeinerung der Technik. Vor allem die Erforschung geeigneter Zelllinien, eines nachhaltigen und tierfreundlichen Nährmediums sowie eines essbaren Gewebegerüsts für komplexere Fleischprodukte sollte unterstützt werden.

2. Schaffung eines öffentlichen Bewusstseins über die Vorteile von kultiviertem Fleisch

Sobald eine verlässliche Forschungsgemeinschaft existiert, können Unternehmer/innen mit dem Vertrieb und der Vermarktung von kultiviertem Fleisch beginnen. Es ist möglich, dass sich der dadurch entstehende Markt schnell ausdehnt, wenn zu diesem Zeitpunkt bereits ein signifikantes öffentliches Interesse an zellulärer Landwirtschaft besteht.

3. Erleichterung der Entwicklung von kultiviertem Fleisch durch politische Veränderungen

Staatliche Subventionen und erhöhte nationale Budgets für die Forschung in den Bereichen Biotechnologie und Agrotechnologie können die Entwicklung von kultivierten Produkten beschleunigen. In Zusammenarbeit mit den relevanten Forschungsgruppen sollten darüber hinaus angemessene Rahmenbedingungen für eine reibungsvolle Erforschung und Testphase geschaffen werden.



Referenzen

- [1] Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT agriculture – livestock primary dataset: world total of animals slaughtered for meat in 2012. <http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569>, 2012. Accessed: 2016-1-26.
- [2] Henning Steinfeld, Pierre Gerber, Tom Wassenaar, Vincent Castel, Mauricio Rosales, C de Haan, and Others. *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2006.
- [3] Bryony A Jones, Delia Grace, Richard Kock, Silvia Alonso, Jonathan Rushton, Mohammed Y Said, Declan McKeever, Florence Mutua, Jarrah Young, John McDermott, and Dirk Udo Pfeiffer. Zoonosis emergence linked to agricultural intensification and environmental change. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 110(21):8399–8404, 21 May 2013.
- [4] Jessica H Leibler, Joachim Otte, David Roland-Holst, Dirk U Pfeiffer, Ricardo Soares Magalhaes, Jonathan Rushton, Jay P Graham, and Ellen K Silbergeld. Industrial food animal production and global health risks: exploring the ecosystems and economics of avian influenza. *Ecohealth*, 6(1):58–70, March 2009.
- [5] Zoonotic diseases. <http://www.who.int/zoonoses/diseases/en/>, 22 October 2015. Accessed: 2016-2-4.
- [6] Yuval Noah Harari. Industrial farming is one of the worst crimes in history. <http://www.theguardian.com/books/2015/sep/25/industrial-farming-one-worst-crimes-history-ethical-question>, 25 September 2015. Accessed: 2016-1-26.
- [7] Peter Singer. *Animal liberation*. Random House, 1975.
- [8] Peter Singer. The abuse of animals won't stop until we stop eating meat. <https://www.theguardian.com/commentisfree/2015/feb/11/abuse-animals-meat-eating-industry-liberation-speciesism>, 11 February 2015. Accessed: 2016-1-27.
- [9] Benjamin Todd. Which cause is most effective? - 80,000 hours. <https://80000hours.org/2014/01/which-cause-is-most-effective-300/#ending-factory-farming>, 21 January 2014. Accessed: 2016-1-26.
- [10] Tom Ash. The new animal charity evaluators recommendations are out. http://effective-altruism.com/ea/bn/the_new_animal_charity_evaluators_recommendations/, 1 December 2014. Accessed: 2016-1-26.
- [11] Open Philanthropy Project. Treatment of animals in industrial agriculture | GiveWell. <http://www.givewell.org/labs/causes/treatment-animals-industrial-agriculture>, September 2013. Accessed: 2016-1-26.
- [12] Peter Singer. Factory farming: A moral issue. <http://www.utilitarian.net/singer/by/20060322.htm>, 22 March 2006. Accessed: 2016-1-26.
- [13] Laura Wellesley, Catherine Happer, and Antony Froggatt. Changing climate, changing diets: Pathways to lower meat consumption. Technical report, Chatham House Report, November 2015.
- [14] Vaclav Smil. Worldwide transformation of diets, burdens of meat production and opportunities for novel food proteins. *Enzyme Microb. Technol.*, 30(3):305–311, 13 March 2002.
- [15] Timothy Robinson, Philip Thornton, Gianluca Franceschini, Russ Kruska, Federica Chiozza, An Notenbaert, Giuliano Cecchi, Mario Herrero, Michael Epprecht, S Fritz, and Others. Global livestock production systems. Technical report, 2011.

- [16] Hannah Hoag. Humans are becoming more carnivorous. <http://dx.doi.org/10.1038/nature.2013.14282>, 2 December 2013. Accessed: 2016-1-25.
- [17] Food and Agriculture Organization of the United Nations. World livestock 2011 - livestock in food security. Technical report, FAO Publications, Rome, 2011.
- [18] Stefan Schubert. Prioritisation of policy interventions to support cultured animal products and plant-based substitutes of animal products. unpublished, April 2016.
- [19] Peter Singer. The world's first cruelty-free hamburger. <http://www.theguardian.com/commentisfree/2013/aug/05/worlds-first-cruelty-free-hamburger>, 5 August 2013. Accessed: 2016-1-26.
- [20] Patrick D Hopkins and Austin Dacey. Vegetarian meat: Could technology save animals and satisfy meat eaters? *J. Agric. Environ. Ethics*, 21(6):579–596, 11 July 2008.
- [21] Hanna L Tuomisto and M Joost Teixeira de Mattos. Environmental impacts of cultured meat production. *Environ. Sci. Technol.*, 45(14):6117–6123, 15 July 2011.
- [22] Carolyn S Mattick, Amy E Landis, Braden R Allenby, and Nicholas J Genovese. Anticipatory life cycle analysis of in vitro biomass cultivation for cultured meat production in the united states. *Environ. Sci. Technol.*, 49(19):11941–11949, 6 October 2015.
- [23] Nathan Fiala. The value of cultured meat: An estimate of the externality costs of meat consumption. http://new-harvest.org/wp-content/uploads/2013/03/fiala_2010.pdf, 2010.
- [24] Winston Churchill. Fifty years hence, December 1931.
- [25] M A Benjaminson, J A Gilchrist, and M Lorenz. In vitro edible muscle protein production system (MPPS): stage 1, fish. *Acta Astronaut.*, 51(12):879–889, December 2002.
- [26] Mark Post. The meat revolution. In *World Economic Forum Annual Meeting of the New Champions 2015*, September 2015.
- [27] Sam Harris and Uma Valeti. Meat without misery (podcast). <https://www.samharris.org/podcast/item/meat-without-murder/>.
- [28] Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., Tempio, G. Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Technical report, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013.
- [29] International Transport Forum. Reducing transport greenhouse gas emissions. Technical report, OECD, Leipzig, 2010.
- [30] Climate Change Division. Methane emissions. <http://www3.epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases/ch4.html>, 15 March 2012. Accessed: 2016-2-7.
- [31] United Nations Environment Programme. How close are we to the two degree limit? <http://www.unep.org/PDF/PressReleases/temperature-briefing-21-02-10-final-e.pdf>. Accessed: 2016-2-7.
- [32] M M Mekonnen and A Y Hoekstra. *The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products*. PhD thesis, Engineering Technology (CTW), Delft, the Netherlands, 2010.
- [33] M M Mekonnen and A Y Hoekstra. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, 8(1):763–809, 20 January 2011.
- [34] Barbara Rischkowsky and Dafydd Pilling. The state of the world's animal genetic resources for food and agriculture. Technical report, Commission for Genetic Resources for Food and Agriculture, 2007.

- [35] Jay P Graham, Jessica H Leibler, Lance B Price, Joachim M Otte, Dirk U Pfeiffer, T Tiensin, and Ellen K Silbergeld. The animal-human interface and infectious disease in industrial food animal production: rethinking biosecurity and biocontainment. *Public Health Rep.*, 123(3):282–299, May 2008.
- [36] Fernando Baquero, José-Luis Martínez, and Rafael Cantón. Antibiotics and antibiotic resistance in water environments. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 19(3):260–265, June 2008.
- [37] Prescription for trouble: Using antibiotics to fatten livestock. http://www.ucsusa.org/food_and_agriculture/our-failing-food-system/industrial-agriculture/prescription-for-trouble.html. Accessed: 2016-1-23.
- [38] A Andremont. WHO | what to do about resistant bacteria in the food-chain? <http://www.who.int/bulletin/volumes/93/4/15-030415/en/>, April 2015. Accessed: 2016-2-4.
- [39] Mary J Gilchrist, Christina Greko, David B Wallinga, George W Beran, David G Riley, and Peter S Thorne. The potential role of concentrated animal feeding operations in infectious disease epidemics and antibiotic resistance. *Environ. Health Perspect.*, 115(2):313–316, February 2007.
- [40] WHO | antibiotic resistance. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/antibiotic-resistance/en/>, April 2015. Accessed: 2016-2-4.
- [41] M Sprenger. WHO | how to stop antibiotic resistance? here’s a WHO prescription. <http://www.who.int/mediacentre/commentaries/stop-antibiotic-resistance/en/>, 20 November 2015. Accessed: 2016-2-4.
- [42] Philip Low, Jaak Panksepp, Diana Reiss, David Edelman, Bruno Van Swinderen, and Christof Koch. The cambridge declaration on consciousness. 7 July 2012.
- [43] Animal welfare. http://ec.europa.eu/food/animals/welfare/index_en.htm, 17 December 2007. Accessed: 2016-3-3.
- [44] Kent C Berridge and Morten L Kringelbach. Building a neuroscience of pleasure and well-being. *Psychol. Well Being*, 1(1):1–3, 24 October 2011.
- [45] Donald R Griffin and Gayle B Speck. New evidence of animal consciousness. *Anim. Cogn.*, 7(1):5–18, January 2004.
- [46] HSUS. An HSUS report: The welfare of animals in the meat, egg, and dairy industries. Technical report, Humane Society of the United States, January 2010.
- [47] HSUS. An HSUS report: The welfare of animals in the pig industry. Technical report, Humane Society of the United States, January 2010.
- [48] HSUS. An HSUS report: The welfare of intensively confined animals in battery cages, gestation crates, and veal crates. Technical report, Humane Society of the United States, July 2012.
- [49] David Pimentel and Marcia Pimentel. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. *Am. J. Clin. Nutr.*, 78(3 Suppl):660S–663S, September 2003.
- [50] P W Gerbens-Leenes, S Nonhebel, and W P M F Ivens. A method to determine land requirements relating to food consumption patterns. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 90(1):47–58, June 2002.
- [51] M B M Bracke, S Edwards, G Geers, N E O’Connell, L Juul-Pedersen, and A Valros. The risks associated with tail biting in pigs and possible means to reduce the need for tail docking. In *Preparatory work for the future development of animal based measures for assessing the welfare of weaned, growing and fattening pigs including aspects related to space allowance, floor types, tail biting and need for tail docking*, pages 84–98. EFSA, Parma Italy, 2008.
- [52] Heather Pickett. Report on the welfare of pigs in the EU in relation to current legislation and enforcement. Technical report, Compassion in World Farming, 15 June 2009.

- [53] [Http://www.Vegsource.Org/greg/](http://www.Vegsource.Org/greg/) Gregory Lemire. The welfare of sows in gestation crates: A summary of the scientific evidence. https://web.archive.org/web/20071223155956/http://www.farmsanctuary.org/campaign/gestation_evidence.htm, 2004. Accessed: 2016-2-12.
- [54] P H Hemsworth, J L Barnett, and G J Coleman. The Human-Animal relationship in agriculture and its consequences for the animal. *Anim. Welf.*, 2(1):33–51, 1 February 1993.
- [55] W M Quinteiro-Filho, A Ribeiro, V Ferraz-de Paula, M L Pinheiro, M Sakai, L R M Sá, A J P Ferreira, and J Palermo-Neto. Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. *Poult. Sci.*, 89(9):1905–1914, September 2010.
- [56] Jessica Vapnek Megan Chapman. FAO legislative study: Legislative and regulatory options for animal welfare. Technical report, Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2010.
- [57] Animal Equality. Squalor and suffering on award-winning british pig farms exposed by animal equality. <http://www.animalequality.net/node/897>, 31 May 2016. Accessed: 2016-6-18.
- [58] Jacky Turner, Leah Garces, and Wendy Smith. *The Welfare of Broiler Chickens in the European Union: A Report by Compassion in World Farming Trust*. Compassion in World Farming Trust, 2003.
- [59] Undercover investigations. <http://www.mercyforanimals.org/investigations>, 5 January 2015. Accessed: 2016-2-18.
- [60] CompassionUSA. Factory farmers expose diseased chickens, 16 April 2016.
- [61] Hanna L Tuomisto and Avijit G Roy. Could cultured meat reduce environmental impact of agriculture in europe? 4 October 2012.
- [62] Bitten. Bitten 2016 // isha datar // on animal products without animals, 29 February 2016.
- [63] Nicolas Genovese and Kris Notaro. The crusade for a cultured alternative to animal meat: An interview with nicolas genovese, PhD PETA. <http://ieet.org/index.php/IEET/more/notaro20111005>, 2011. Accessed: 2016-NA-NA.
- [64] I Datar and M Betti. Possibilities for an in vitro meat production system. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 11(1):13–22, January 2010.
- [65] Zuhaib Fayaz Bhat and Hina Bhat. Animal-free meat biofabrication. *Am. J. Food Technol.*, (6):441–449, 2011.
- [66] Peter H Diamandis and Steven Kotler. *Abundance: The future is better than you think*. Simon and Schuster, 2012.
- [67] Mark J Post. Cultured meat from stem cells: challenges and prospects. *Meat Sci.*, 92(3):297–301, November 2012.
- [68] Willem Frederik Van Eelen, Willem Jan Van Kooten, and Wiete Westerhof. Industrial scale production of meat from In-Vitro cell cultures, 25 June 1999.
- [69] TNS Opinion & Social. Special eurobarometer 354: “Food-Related risks”. Technical report, European Commission, November 2010.
- [70] Klaus G Grunert. Food quality and safety: consumer perception and demand. *Eur. Rev. Agric. Econ.*, 32(3):369–391, 1 September 2005.
- [71] Mark J Post. An alternative animal protein source: cultured beef. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1328:29–33, November 2014.
- [72] Magic meatballs. <http://bistro- invitro.com/en/dishes/magic-meatballs/>. Accessed: 2016-1-25.
- [73] Global Agriculture Information Network. United kingdom product brief: Exotic and specialty meats. Technical report, USDA Foreign Agricultural Service, 21 February 2001.
- [74] Exotic animals for sale - havoscope. <http://www.havoscope.com/exotic-animals-for-sale/>, 2014. Accessed: 2016-1-25.

- [75] Florian Köhler and Susanne Wildner. *Consumer Concerns about Animal Welfare and the Impact on Food Choice*. PhD thesis, University of Kiel, November 1998.
- [76] Mara Miele and Vittoria Parisi. *Consumer Concerns about Animal Welfare and Food Choice Strategies to Address Consumer*. PhD thesis, University of Pisa, February 2001.
- [77] Ruth M WYeung and Joe Morris. Food safety risk—consumer perception and purchase behavior. *British Food Journal*, 103(3):170–187, 31 March 2001.
- [78] Gemma Harper and Spencer Henson. Consumer concerns about animal welfare and the impact on food choice. *EU FAIR CT98-3678, Centre for Food Economics Research, The University of Reading*, 2001.
- [79] Hilary Meehan and Cathal Cowan. Food choice & consumer concerns about animal welfare in ireland. Technical report, The National Food Centre, April 2002.
- [80] Pirjo Honkanen, Bas Verplanken, and Svein Ottar Olsen. Ethical values and motives driving organic food choice. *Journal of Consumer Behaviour*, 5(5):420–430, 1 September 2006.
- [81] Ulrich Enneking. Willingness-to-pay for safety improvements in the german meat sector: the case of the Q&S label. *Eur. Rev. Agric. Econ.*, 31(2):205–223, 1 June 2004.
- [82] Monika J A Schröder and Morven G McEachern. Consumer value conflicts surrounding ethical food purchase decisions: a focus on animal welfare. *Int. J. Consum. Stud.*, 28(2):168–177, 1 March 2004.
- [83] Animal welfare tops consumers' ethical wish list - 74% list this among the top factors which make a food brand ethical | mintel.com. <http://www.mintel.com/press-centre/food-and-drink/74-of-consumers-list-animal-welfare-among-the-top-factors-which-make-a-food-brand-ethical>. Accessed: 2016-1-29.
- [84] Special Eurobarometer. Attitudes of EU citizens towards animal welfare. Technical report, European Commission, 2007.
- [85] Robert M Chiles. Intertwined ambiguities: Meat, in vitro meat, and the ideological construction of the marketplace. *J. Consumer Behav.*, 12(6):472–482, 1 November 2013.
- [86] Tomorrow's meatball: What we all could be eating 20 years from now. <https://www.space10.io/journal/tomorrow-s-meatball-what-we-all-could-be-eating-20-years-from-now>, 9 December 2015. Accessed: 2016-1-28.
- [87] P D Edelman, D C McFarland, V A Mironov, and J G Matheny. Commentary: In vitro-cultured meat production. *Tissue Eng.*, 11(5-6):659–662, May 2005.
- [88] Brian Krans and William A Morrison. Muscle biopsy. <http://www.healthline.com/health/muscle-biopsy>, 11 January 2016. Accessed: 2016-2-16.
- [89] Carlo E A Jochems, Jan B F van der Valk, Frans R Stafleu, and Vera Baumans. The use of fetal bovine serum: ethical or scientific problem? *Altern. Lab. Anim.*, 30(2):219–227, March 2002.
- [90] Patricia Pazos, Monica Boveri, Alessandra Gennari, Juan Casado, Fernando Fernandez, and Pilar Prieto. Culturing cells without serum: lessons learnt using molecules of plant origin. *ALTEX*, 21(2):67–72, 2004.
- [91] Gerhard Gstraunthaler. Alternatives to the use of fetal bovine serum: serum-free cell culture. *ALTEX*, 20(4):275–281, 2003.
- [92] Daniel Brunner, Jürgen Frank, Helmut Appl, Harald Schöffl, Walter Pfaller, and Gerhard Gstraunthaler. Serum-free cell culture: the serum-free media interactive online database. *ALTEX*, 27(1):53–62, 2010.

- [93] Hideaki Fujita, Akiko Endo, Kazunori Shimizu, and Eiji Nagamori. Evaluation of serum-free differentiation conditions for C2C12 myoblast cells assessed as to active tension generation capability. *Biotechnol. Bioeng.*, 107(5):894–901, 1 December 2010.
- [94] Mark Post. What if scientists are the new chefs? In *World Economic Forum Annual Meeting of the New Champions 2015*, September 2015.
- [95] Isha Datar and Daan Luining. Mark post’s cultured beef. http://www.new-harvest.org/mark_post_cultured_beef, 3 November 2015. Accessed: 2016-1-26.
- [96] Isha Datar and Daan Luining. personal communication, 7 March 2016.
- [97] Isha Datar and Gilonne D’Origny. New harvest strategic planning document. 2 March 2016.
- [98] ITV London. Cultured beef burger tasting, 7 August 2013.
- [99] Memphis Meats. Our story. <http://www.memphismeats.com/about-us/>, 2016. Accessed: 2016-2-18.
- [100] 3D vascularized tissue: The cultured steak. http://www.new-harvest.org/cultured_steak. Accessed: 2016-3-5.
- [101] Algae, cyanobacteria and microbiological production of biofuels. <http://www.biofuelstp.eu/algae-aquatic-biomass.html>. Accessed: 2016-2-15.
- [102] Raphael Slade and Ausilio Bauen. Micro-algae cultivation for biofuels: Cost, energy balance, environmental impacts and future prospects. *Biomass Bioenergy*, 53:29–38, June 2013.
- [103] Rommie van der Welde and Marinus van Krimpen. Algae as a promising new type of animal feed. <https://www.wageningenur.nl/en/newsarticle/Algae-as-a-promising-new-type-of-animal-feed.htm>, 3 February 2015. Accessed: 2016-2-16.
- [104] C S Mattick and B R Allenby. Cultured meat: The systemic implications of an emerging technology. In *2012 IEEE International Symposium on Sustainable Systems and Technology (ISSST)*, pages 1–6, May 2012.
- [105] European Commission. Beef: Deadweight market prices, 16 March 2006. Title of the publication associated with this dataset: Agriculture and Rural Development.
- [106] J N Goodwin and C W Shoulders. The future of meat: a qualitative analysis of cultured meat media coverage. *Meat Sci.*, 95(3):445–450, November 2013.
- [107] Andras Forgacs. Leather and meat without killing animals. http://www.ted.com/talks/andras_forgacs_leather_and_meat_without_killing_animals. Accessed: 2016-2-18.
- [108] Wim Verbeke, Pierre Sans, and Ellen J Van Loo. Challenges and prospects for consumer acceptance of cultured meat. *J. Integr. Agric.*, 14(2):285–294, February 2015.
- [109] Sam harris asks: Would you eat cultured meat? <http://www.thegoodfoodinstitute.org/sam-harris-asks-would-you-eat-cultured-meat>, 5 February 2016. Accessed: 2016-2-17.
- [110] Kyle Jaeger. You can now eat meat without killing the animal it came from. <http://www.attn.com/stories/6565/kill-free-meat-products>, 15 March 2016. Accessed: 2016-4-14.
- [111] Kirstie McCrum. Would you eat this laboratory-grown ‘meat’? <http://www.mirror.co.uk/news/world-news/scientists-create-first-ever-laboratory-7602107>, 21 March 2016. Accessed: 2016-4-14.

Sentience Politics ist eine antispeziesistische Denkfabrik, die sich für eine Gesellschaft einsetzt, in der die Interessen aller empfindungsfähigen Wesen ethisch berücksichtigt werden – unabhängig von der Artzugehörigkeit. Zu unseren Aktivitäten gehören die Lancierung politischer Initiativen und die Erarbeitung wissenschaftlich fundierter Positionspapiere, mit denen öffentliche Debatten zu wichtigen Themenkomplexen angestoßen und rational geprägt werden sollen.

Unser Leitkonzept ist der effektive Altruismus: Die zur Verfügung stehenden Ressourcen – Zeit und Geld – sind limitiert. Wie können wir sie so einsetzen, dass möglichst effektiv Leid vermindert wird? Sentience Politics verfolgt einen kritisch-rationalen, empirisch fundierten Ansatz, um die effektivsten Strategien zur Leidminderung zu identifizieren. Dies spiegelt sich auch in der Auswahl und Priorisierung der von uns bearbeiteten Themenkomplexe wider.

Sentience Politics wurde Ende 2013 als Projekt der Stiftung für Effektiven Altruismus (EAS) lanciert. Die EAS ist eine unabhängige Denkfabrik und Projektschmiede im Schnittbereich von Ethik und Wissenschaft, gegründet von einem jungen, interdisziplinären Team. Sie ist Teil der schnell wachsenden sozialen Bewegung des Effektiven Altruismus (EA) und bezweckt, die Lebensqualität möglichst vieler leidensfähiger Wesen möglichst umfassend zu verbessern.

Möchten Sie Sentience Politics unterstützen? Unter <http://sentience-politics.org/unterstuetzen/> finden Sie Informationen zum Spenden.

