

© **Schwerpunkt »Tiere in der Landwirtschaft«**

## Lecker Kunstfleisch?

Für mehr Forschung und eine offene Chancen- und Risikodiskussion

von Marc-Denis Weitze

*Wenn die Menschen nicht auf Fleisch verzichten wollen, erscheint Kunstfleisch als eine Alternative zu konventionell produziertem Fleisch, die aus ethischen und ökologischen Gründen erwägenswert ist. Noch sind Forschung und Entwicklung in einem frühen Stadium und viele Aussagen zu Kunstfleisch sind zunächst Versprechungen. Einige Risiken werden sich möglicherweise erst noch zeigen. Nachfolgender Beitrag gibt einen ersten Ein- und Überblick über den Stand von Forschung und Entwicklung und möchte Anregung geben für eine offene Diskussion um Chancen und Risiken von Kunstfleisch im Vergleich zu konventionell produziertem Fleisch.*

Im Sommer 2013 beschrieb der »Spiegel« in einer Titelseite, in wie weit die Lebensmittelproduktion zu einem globalisierten, hochindustrialisierten Wirtschaftszweig geworden ist.<sup>1</sup> Kunstfleisch wurde als eines der Beispiele vorgestellt, bei denen die Polarität »Bioreaktor oder Bauernhof« besonders deutlich wird.<sup>2</sup> Die Herstellung von Fleisch aus einzelnen Stammzellen im Bioreaktor mit geeigneter Nährlösung sowie anderen Rezepturen wird derzeit von einigen Forschergruppen weltweit erforscht. Die Vision proteinreicher Nahrung ohne die Umweltbelastungen und andere mit der Massentierhaltung einhergehenden Probleme: Ist das Ekelpackung oder ökologisches Patentrezept, Fluch oder Segen?

### Fleisch ohne Tier

Für die Herstellung von künstlichem Fleisch sprechen Umwelt- wie Gesundheitsargumente, zeigen doch die Untersuchungen der FAO (Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen), dass der Umfang der heutigen Tierhaltung negative Auswirkungen auf das Klima hat.<sup>3</sup> Wenn auch hinsichtlich einzelner Tierarten differenziert werden muss, so sind die Auswirkungen der massenhaften Fleischproduktion weltweit auf Umwelt und Ressourcenverbrauch unübersehbar. Und tatsächlich scheint die globale Produktionskapazität von Fleisch (gemessen an verfügbarer Landfläche und Produktivität) bereits am Maximum angelangt zu sein.<sup>4</sup>

Weitere Argumente gegen konventionelle Fleischproduktion betreffen die Bedingungen der (Massen)Tier-

haltung und sind ethischer Natur. Außerdem sind vielfältige negative Auswirkungen auf die Gesundheit der Menschen bekannt: Herz-Kreislaufkrankungen aufgrund des Konsums tierischer Fette (deren Gehalt lässt sich in Kunstfleisch nach Belieben reduzieren), Zunahme von Resistenzen aufgrund des massiven Einsatzes von Medikamenten, wie zum Beispiel Antibiotika in der industrialisierten Tiermast, und schließlich die Übertragung von Tierkrankheiten auf Menschen sowie die Verbreitung von Seuchen wie Vogel- und Schweinegrippe, die durch Massentierhaltung hervorgerufen werden können.

Dabei steigt die global wachsende Fleischnachfrage immer weiter an: Es wird erwartet, dass sie sich von 1999 bis 2050 verdoppelt;<sup>5</sup> das bedeutet auch eine weitere Zunahme der Nebeneffekte – falls nicht Alternativen entwickelt werden.

Der spätere britische Premierminister Winston Churchill schrieb 1932: »In 50 Jahren werden wir vom Aberwitz abkommen, ein ganzes Hühnchen zu züchten, nur um eine Brust oder einen Flügel zu essen, indem wir diese Teile separat in einem geeigneten Medium heranzüchten.«<sup>6</sup> Diese Idee, Fleisch ohne Tier herzustellen, wird in verschiedener Weise verfolgt. Getragen werden diese Aktivitäten unter anderem durch Fortschritte in der Verfahrenstechnik, im Tissue Engineering und in der Biotechnologie. Die Akteure sind vielfältig:

- So hat die NASA – immer auf der Suche nach Nahrung für lange Weltraumreisen – vor Jahren experi-

mentiert, ob Frischfisch ohne Fische auf Marsmissionen produziert werden könnte.<sup>7</sup>

- 2008 hat die Tierrechtsorganisation PETA (People for the Ethical Treatment of Animals) eine Million Dollar dem Ersten geboten, der bis 2012 kommerziell vermarktbare Hühnerfleisch im Labor herstellen kann. Der Preis ist zwar bis heute nicht vergeben – hat aber einen großen Aufmerksamkeitseffekt gebracht.
- New Harvest ist eine weitere Non-Profit-Organisation, die die Erforschung von ökonomisch konkurrenzfähigen Fleisch-Alternativen (sowohl Kunstfleisch als auch pflanzenbasierte Alternativen) unterstützt.
- Im Sommer 2011 fand im schwedischen Göteborg ein Workshop der European Science Foundation statt, auf dem Kunstfleischnforscher einen Aktionsplan zur Intensivierung der Forschung erarbeitet haben.<sup>8</sup>

Einen vorläufigen Höhepunkt der Öffentlichkeitswirksamkeit brachte die Verkostung des ersten Burgers aus Kunstfleisch im August 2013 mit Live-Übertragung in die ganze Welt, die von einem niederländischen Kunstfleischnforscher initiiert wurde: Mark Post von der Universität Maastricht erzeugt Kunstfleisch mittels Tissue Engineering. Diese Art der Gewebezüchtung kommt aus der Medizin, wo durch Tissue Engineering krankes Gewebe von Patienten ersetzt oder regeneriert wird. Um Kunstfleisch auf diesem Weg herzustellen, müssen zu Beginn adulte Stammzellen lebenden Tieren entnommen werden. Diese können im lebenden Organismus für Muskelaufbau, etwa nach Verletzungen, sorgen. Damit sie sich teilen und nach der Zellteilungsphase wachsen und zu den gewünschten Muskelzellen entwickeln, brauchen sie im Bioreaktor exakt 37 Grad Celsius und den richtigen Nährstoffmix. Der ganze Prozess wird gesteuert durch Wachstumsfaktoren, Promotoren etc. Schließlich spielen auch mechanische und elektrische Reize eine Rolle – die Kunstmuskeln müssen »trainiert« werden, damit sie richtig wachsen. Wenn das alles funktioniert, entstehen Fleischschichten des künstlichen Gewebes.

### Chancen ...

Auf diese Art hergestelltes Kunstfleisch wäre im Vergleich zur konventionellen Fleischproduktion deutlich umweltfreundlicher. Eingespart werden Produktionsfläche, Energie, Wasser sowie Treibhausgasemissionen: Im Vergleich zu konventionellem Rindfleisch bräuhete Kunstfleisch nur die halbe Energie, nur ein oder zwei Prozent der Fläche, vier Prozent des Wasserverbrauchs und würde nur fünf Prozent der sonst anfallenden Treibhausgase emittieren, so das Ergebnis einer Studie aus dem Jahr 2011.<sup>9</sup> Obschon jede Analyse der ökologischen Auswirkungen von noch nicht verfügbaren

Produkten zahlreiche Unwägbarkeiten enthält, untermauert diese Studie die Argumente der Kunstfleischnfürsprecher.

Eine möglicherweise dezentralisierte Produktion (in städtischen Fleischlabors, oder vielleicht kann sogar in jeder Küche ein »Fleisch-Macher« stehen) könnte zudem Transportwege zum Verbraucher verkürzen. Die Kühlung könnte wesentlich leichter sein als im Fall von Normalfleisch, bei dem Knochen, Fett oder Blut mitgekühlt werden müssen. Wenn eine Kunstfleischproduktion etabliert ist, könnten Geschmack, Textur, Fettgehalt oder Nährwert des Produkts über weite Bereiche verändert werden. Ein wahres Schlaraffenland bietet sich – theoretisch: Wenn sich die Stammzellen jeden Tag verdoppeln, entstehen aus einem Dutzend Zellen schon nach zwei Monaten tausende Tonnen Fleisch.

### ... und Herausforderungen

Noch ist es aber längst nicht so weit. Herausforderungen der Kunstfleischnforschung bestehen auf jeder Stufe:

- Welche Stammzellen verwendet man? Es müssen Stammzelllinien entwickelt werden, die sich lange Zeit nur vermehren und nicht gleich differenzieren. Und dann soll sich die Mehrzahl der Stammzellen tatsächlich zu Muskelzellen differenzieren, also nicht etwa in Haut- oder Knorpelzellen.
- Welche Bedingungen müssen im Bioreaktor herrschen, und wie erreicht man diese möglichst kostengünstig? Neben der richtigen Temperatur spielt hier der richtige Nährstoffmix mit Wachstumshormonen und Promotoren sowie passender Sauerstoffzufuhr die zentrale Rolle. Das ist alles noch nicht systematisch erforscht und optimiert, sondern eher Ergebnis langer Erfahrungen, von Versuch und Irrtum.
- Als Nährlösung muss zum großen Teil noch Serum von Kälbern oder Pferden verwendet werden. Da dieses schon aufgrund des Preises für eine Massenproduktion nicht in Frage kommt, soll es ersetzt werden etwa durch Cyanobakterien. Diese enthalten alle Proteine und Aminosäuren, die Fleischzellen zum Überleben benötigen. Denkbar wäre auch die Verwendung von pflanzlichen Medien: Mittels Gentechnologie können pflanzliche Zellen dazu gebracht werden, auch »tierische« Proteine zu produzieren.
- Durch Einsatz von Konservierungsstoffen muss das Wachstum von Pilzen und Hefen verhindert werden. Ebenso notwendig erscheint der Einsatz von Antibiotika, um zu verhindern, dass die Gewebekultur von Bakterien befallen wird.
- Ob diese Verfahren ausreichen, um tonnenweise Fleisch herzustellen, ist offen. So kann das Kunstfleischngewebe bis heute allenfalls Bruchteile von Millimetern dick werden – in dickeren Schichten kommt

die Nährstoffversorgung zum Erliegen. Es werden derzeit aber die Bedingungen erforscht, mit denen das Wachstum immer besser und gezielter vor sich geht: Um in Zukunft mehr als dünne Fleischfäden wachsen zu lassen, könnte man das Laborfleisch auf Kugeln oder schwammartigen Matrizen wachsen lassen. Einer anderen Idee zufolge könnte man Muskelzellen und Versorgungskanäle per Drucker in dreidimensionale Strukturen bringen – die dann vielleicht wie ein »richtiges« Stück Fleisch aussehen.<sup>10</sup>

Auch weitere Fragen bleiben noch zu beantworten: Wie schmecken Muskelfasern, die sich nie bewegt haben? Muss man das Kunstfleisch »trainieren«? Welchen Nährwert wird es haben, und wie verhält sich dieser zu den notwendigen Hilfsmitteln, die der Herstellungsprozess erforderlich macht? Wie steht es um den Genusswert, der sich erst post mortem durch Reifeprozesse einstellt – vor allem beim Rindfleisch?

Trotz aller Herausforderungen: Im August 2013 konnte, wie bereits erwähnt, erstmals ein Burger aus Kunstfleisch zusammengekratzt werden. 140 Gramm, dessen Kosten auf 250.000 Euro geschätzt werden. Geschmack und Konsistenz, so befand eine Testesserin, waren in Ordnung; nur war der Burger etwas trocken.

Die Forschung zu Kunstfleisch findet vorwiegend in den Niederlanden statt. In Deutschland sind derzeit Ansätze einer Kunstfleischforschung nicht sichtbar. Dabei könnte hierzulande die umfangreiche Forschung zur Züchtung von Zellkulturen eine gute Basis bilden.

### Fleisch aus Pflanzen?

Allerdings wird am Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung in Freising von Lebensmitteltechnologe eine andere Fleischalternative entwickelt, die noch weiter in der Entwicklung steht und bereits größere Mengen verzehrbare Proben hervorbringt: Hier wird aus Pflanzenbiomasse eine fleischähnliche Substanz hergestellt. Die Ausgangsstoffe (verwendet werden Weizen, Soja, Erbsen, Bohnen) werden gekocht, deren Eiweiße extrahiert und später unter Druck auf 150 Grad Celsius erhitzt. Aus einem sogenannten Doppelschneckenextruder lässt man die Masse dann austreten und abkühlen – dadurch entstehen faserige Strukturen, wie man sie von Fleisch kennt. Je nach Rezeptur und Prozessführung können lockere, geflügelartige Strukturen entstehen oder auch fest-faserige Strukturen. Der Geschmack wird durch Gewürzmischungen bestimmt.

Das Verfahren wird im Rahmen des EU-geförderten Projekts »LikeMeat«<sup>11</sup> entwickelt. Die Motivation ist ebenso vielfältig wie im Falle des In-vitro-Fleisches. Statt acht Kilogramm Getreide für ein Kilogramm Fleisch einzusetzen, so ein Hauptantrieb für die For-

schung, kann Pflanzenbiomasse fast 1:1 in Fleischersatz umgewandelt werden. Derzeit hat man zunächst Produkte für Vegetarier und Allergiker im Blick.

### Gesellschaftlicher Dialog nötig

Die jetzige Fleischindustrie muss sich von Kunstfleisch bedroht fühlen. Beide Welten pflegen verschiedene Kulturen – einerseits die gegenwärtige »low tech« Fleischindustrie, andererseits die »high tech« Ansätze für Kunstfleisch. Daher müsste eine große Transformation in der Fleischindustrie erfolgen, damit dort in Zukunft Kunstfleisch entsteht. Wie steht es um die Abnehmerseite? Kunden mögen Kunstfleisch als moralisch bessere Alternative erkennen: Wenn Fleisch in Bioreaktoren hergestellt werden kann, ohne dass Tiere gehalten und geschlachtet werden müssen, und wenn Tierhaltung und Schlachtung mit Leid verbunden sind, dann ist Kunstfleisch ein Weg zu einer humaneren Welt. Weitere potenzielle Kunden werden vielleicht aus Schwellenländern wie Indien oder China kommen, wo »natürliches« Fleisch bei steigender Nachfrage unerschwinglich werden mag. Oder Gourmets entdecken Kunstfleisch als ganz neue Genussmöglichkeit.

Wie aber wird Kunstfleisch gegenwärtig in Europa wahrgenommen? Oft wird zunächst etwas Ekelhaftes assoziiert, die Sache wird mit genetisch veränderten Nahrungsmitteln zusammengebracht und mit einer negativen Wahrnehmung der Fleischproduktion im Allgemeinen.<sup>12</sup> Vermeintlich »unnatürliche« Techniken und Produkte werden in der Öffentlichkeit als negativ wahrgenommen, wie auch die Diskussion um die Gen-

### Folgerungen & Forderungen

- Kunstfleisch könnte eine Alternative zur Haltung von Tieren werden. Noch steckt die Forschung und Entwicklung in den Anfängen.
- Weitere Forschungen sollen auch in Deutschland, die hier am ehesten im medizinischen Bereich der Züchtung von Zellkulturen und des Tissue Engineering zu verorten sind, gefördert werden.
- Es sollte eine offene Kommunikation zu gegenwärtiger Fleischproduktion und zum Fleischkonsum, deren Auswirkungen und Alternativen (wie z. B. Kunstfleisch) geführt werden.
- Information und Kommunikation sollen die Chancen und Herausforderungen von Kunstfleisch und anderen Alternativen deutlich machen.
- Es sollte eine Analyse der intuitiven Aversionen gegen »künstliche Nahrung« vorgenommen werden und untersucht werden, von welchen Faktoren die Aufgeschlossenheit gegenüber Kunstfleisch abhängt.

technik zeigt. Eben diese Sichtweise scheint auch auf Kunstfleisch zuzutreffen, wie bei einem Science Café im Rahmen des Münchner Klimaherbstes 2012 herauskam, bei dem Kunstfleisch-Alternativen zu Massentierhaltung und Ressourcenvergeudung diskutiert wurden.<sup>13</sup> Vorbehalte wurden geäußert, weil es sich bei Kunst- oder Pflanzenfleisch um ein industrielles Fertigprodukt handele.

Allerdings ließe sich dagegen argumentieren, dass gerade die Unnatürlichkeit von Kunstfleisch ein großer Vorteil ist: Man braucht gerade keine Lebewesen, um Fleisch zu essen. Hervorgebracht wird bei der Argumentation immer wieder die Unterscheidung zwischen »künstlich« und »natürlich« – eine Dichotomie, die konzeptionell äußerst schwer zu fassen ist. Was bedeutet in diesem Zusammenhang künstlich oder natürlich? So ist die Künstlichkeit von »Kunstfleisch« gegenüber »Tierfleisch« zu hinterfragen: Inwieweit sind Massentierhaltung und die Verarbeitungsschritte nach der Schlachtung »natürlich«, inwieweit ist Zellteilung »künstlich«? Sind andere Produkte der Biotechnologie wie Brot, Käse oder Wein eigentlich »natürlich« oder »künstlich«?<sup>14</sup> Wenn Kunstfleisch auch noch einen weiten Weg auf den Markt hat, so kann es bereits heute Chancen und Herausforderungen gegenwärtiger Produktionsmethoden einerseits und einer noch stärker industrialisierten Bio-Ökonomie andererseits klar hervortreten lassen.

Es wäre auch denkbar, dass ein umfangreiches Angebot an Kunstfleisch dazu beiträgt, den Wert und die Wertschätzung für herkömmliches Fleisch und Lebensmittel tierischer Herkunft wieder zu erhöhen. So ist ein Zukunftsszenario denkbar, bei dem der Massenbedarf an »Fleisch« auf industriellem Wege via Kunstfleisch gedeckt wird, und sich die Landwirtschaft wieder darauf besinnt, in artgerechter Tierhaltung qualitativ hochwertiges Fleisch zu erzeugen – »richtiges« Fleisch, das dann auch seinen (dann gegenüber Kunstfleisch deutlich höheren) Preis wert wäre.

#### Das Thema im Kritischen Agrarbericht

- Tanja Busse und Markus Keller: Tiere essen? Eine neue Vegetarismus-Debatte in Gesellschaft, Politik und Wissenschaft. In: Der kritische Agrarbericht 2012, S. 280–285.

#### Anmerkungen

- 1 Susanne Amann et al.: »Mahlzeit!«. In: Der Spiegel 31/2013, S. 34–43.
- 2 Hilmar Schmudt: »Von der Petrischale in die Pfanne«. In: Der Spiegel 31/2013, S. 40.
- 3 FAO: Livestock's long shadows: Environmental issues and options. Rome 2006; vgl. auch Heinrich-Böll-Stiftung et al. (Hrsg.): Fleischatlas – Daten und Fakten über Tiere als Lebensmittel. Berlin 2013.
- 4 FAO: World Livestock 2011: Livestock in food security. Rome 2011, p. 52.
- 5 FAO 2006, a. a. O. (s. Anm. 3).
- 6 Winston Churchill: Thoughts and Adventures. London 1932, p. 273 (Übers. d. Verf.).
- 7 [www.newscientist.com/article/dn20666-fish-fillets-grow-in-tank.html](http://www.newscientist.com/article/dn20666-fish-fillets-grow-in-tank.html).
- 8 [www.chalmers.se/en/news/Pages/Scientists-initiate-action-plan-to-advance-cultured-meat.aspx](http://www.chalmers.se/en/news/Pages/Scientists-initiate-action-plan-to-advance-cultured-meat.aspx).
- 9 Hanna L. Zuomisto et al.: Environmental impacts of cultured meat production. In: Environmental Science & Technology 45 (2011), pp. 6117–6123.
- 10 Mark J. Post: Cultured meat from stem cells: Challenges and prospects. In: Meat Science 92 (2012), pp. 297–301.
- 11 [www.likemeat.eu](http://www.likemeat.eu).
- 12 Jeffrey Bartholet: Steak aus der Retorte? In: Spektrum der Wissenschaft März 2012, S. 32–37, hier S. 36.
- 13 [www.klimaherbst.de/klm12/event/lecker-kunstfleisch/](http://www.klimaherbst.de/klm12/event/lecker-kunstfleisch/).
- 14 Vgl. Stellan Wellin: Introducing new meat: Problems and prospects. In: Etikk i praksis. Nordic Journal of Applied Ethics 7 (2013), pp. 24–37, hier p. 29 sq.



**Dr. Marc-Denis Weitze**

Wissenschaftskommunikator (Schwerpunkt Neue Technologien) und hauptberuflich tätig im Bereich des Wissenschaftsmanagement.

Hirschbergstr. 5, 83666 Waakirchen  
E-Mail: [weitze@gmx.net](mailto:weitze@gmx.net)