

## In-vitro-Fleisch: Gamechanger für Umwelt und Ernährung?

Open Science > Medizin - Mensch - Ernährung > In-vitro-Fleisch: Gamechanger für Umwelt und Ernährung?



Im Labor gezüchtetes Fleisch bietet Chancen für Tierwohl und Umwelt, Bild: Pixabay, CC0

Fleisch aus dem Labor verspricht einige Vorteile im Vergleich zu „echtem“ Fleisch: Es soll besser für die Umwelt sein und könnte langfristig die Massentierhaltung ersetzen oder zumindest verringern. Hier ein Überblick, welche ethischen Diskussionen mit In-vitro-Fleisch verbunden sind, was es wirklich für die Umwelt bringt und ob es in Punkto Nährstoffe mit konventionellem Fleisch mithalten kann.

In-vitro-Fleisch, auch bekannt als kultiviertes Fleisch, Laborfleisch oder Clean Meat, ist ein Fleischersatzprodukt, das im Labor gezüchtet wird. Es werden dafür nur wenige Zellen von Tieren entnommen und anschließend in großen Bioreaktoren vermehrt. Details dazu werden in unserem Beitrag [„Was ist In-vitro-Fleisch?“](#) beschrieben. Die mittlerweile schon über 100 Jahre alte Idee vom Laborfleisch ruft bei Gesellschaft und Politik zwiespältige Reaktionen hervor.

### Politische Debatte: Zwischen Innovation und Verboten

In-vitro-Fleisch ist ein Thema, das Gesellschaft und Politik gleichermaßen spaltet. Während diese Technologie vielversprechende Lösungen für die Zukunft der Ernährung bietet, ruft sie auch zahlreiche Bedenken hervor.

Vor allem die rechtlichen Rahmenbedingungen, die mit der Einführung dieser neuen Art von Fleischproduktion verbunden sind, sind aktuell noch nicht geklärt und global nicht einheitlich.

Auch die Politik ist bei diesem Thema gefordert. Ein zentraler Punkt in der politischen Diskussion ist die Frage, wie sich In-vitro-Fleisch auf die heimische Landwirtschaft und die Abhängigkeit von internationalen Konzernen auswirken könnte. Der österreichische Landwirtschaftsminister Norbert Totschnig sieht In-vitro-Fleisch als Widerspruch zur „natürlichen Lebensmittelproduktion“ in Österreich und betont, dass man dessen Auswirkung auf Lebewesen und Umwelt nicht zur Gänze kenne [1]. Er sieht es sogar als „echte Gefahr für die Tierhaltung in der EU“. Unabdingbar seien eine verpflichtende Kennzeichnung und eine Abschätzung möglicher Folgen. Die Kärntner Landwirtschaftskammer ging mit ihrer Kritik noch weiter und sammelte im Jahr 2024 bei der Petition „Laborfleisch? Nein, Danke!“ rund 43.000 Unterschriften [2].

## Aktuelle Regelungen und Zulassungsverfahren

Die Debatte über Laborfleisch ist nicht auf Österreich beschränkt – auch auf EU- und globaler Ebene gibt es unterschiedliche Reaktionen und Regelungen.

In Italien wurden 2023 die Herstellung und der Verkauf von laborgezüchtetem Fleisch verboten. Auch in den US-Bundestaaten Alabama und Florida ist die Herstellung von Laborfleisch nicht erlaubt [3, 4].

Andere Teile der USA sowie Israel und Singapur haben Laborfleisch jedoch bereits zugelassen, und es wird dort auch schon konsumiert. So etwa ist es in Singapur bereits seit 2020 möglich, In-vitro-Fleisch zu kaufen oder in Restaurants zu bestellen. Israels Gesundheitsministerium erlaubte der Firma „Aleph Farms“ ebenfalls die Vermarktung von In-vitro-Rindfleisch in Restaurants, aber nicht im Einzelhandel. Dieselbe Firma stellte auch schon 2023 einen Antrag auf Zulassung in der Schweiz – sollte dieser genehmigt werden, wird das Laborfleisch vorerst nur in der Gastronomie angeboten werden. Ebenfalls 2023 wurde in den USA In-vitro-Geflügelfleisch der Unternehmen „Good Meat“ und „Upside Foods“ in Restaurants angeboten.

In der EU beantragte das deutsche Unternehmen „The Cultivated B“, das laborgezüchtete Frankfurter Würstchen produziert, im Jahr 2023 die Zulassung eines In-vitro-Fleischprodukts bei der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) an [5, 6]. Ob der Antrag genehmigt wird, ist noch offen (Stand März 2025).

Im Jahr 2024 stellte das französische Start-up „Gourmey“ einen Antrag bei der EU für die Zulassung für Stopfleber aus dem Labor – Entenfleisch, das normalerweise als sehr exquisit gilt. Dafür werden Entenzellen in einer Nährlösung kultiviert, die keiner tierischen Produkte bedarf. Ergebnis der Antragsstellung ebenfalls noch offen.

Ende 2024 und Anfang 2025 wurde vom niederländischen Unternehmen „Mosa Meat“ eine Marktzulassung von im Labor gezüchtetem Fett in der EU und in der Schweiz beantragt. Dieses soll als Gemisch mit pflanzlichen Proteinen das Aroma und das Mundgefühl von Fleisch nachahmen und für Fleischersatzprodukte wie Hamburger-Pattys, Fleischbällchen oder Bolognesesauce verwendet werden.

Laborfleisch ist übrigens nicht nur als Ergänzung zu oder Ersatz von konventionellem Fleisch für menschliche Verbraucher:innen interessant: Das englische Start-Up-Unternehmen „Meatly“ erhielt 2024 als erstes Unternehmen weltweit die Zulassung für den Verkauf von In-vitro-Heimtierfutter. In Großbritannien sollen noch 2025 Produkten für Haustiere auf den Markt kommen, die auf Laborhühnerfleisch basieren [7].

## Ethische Hürden

Der – theoretisch – große Vorteil von In-vitro-Fleisch liegt darin, dass es mit einer bedeutend kleineren Anzahl von Tieren produziert werden kann als herkömmliches Fleisch.

## Zellgewinnung durch Biopsie

Die wenigen für die Produktion von Laborfleisch benötigten Zellen werden den Tieren im Rahmen einer Biopsie entnommen. Laborfleisch stellt in dieser Hinsicht somit eine „tierfreundlichere“ Alternative dar und ist daher auch für viele besser vertretbar als Tiere zu schlachten. Gegner:innen sehen jedoch auch die Entnahme von wenigen Zellen aus Tieren als ethisch fraglich an und bringen dies als einen der wichtigsten Kritikpunkte von In-vitro-Fleisch [8]. Um dem entgegenzutreten, gibt es aktuell zahlreiche Bemühungen, Stammzelllinien zu entwickeln, die unsterblich sind. Diese können sich beliebig häufig teilen und lassen sich in Zellkultur theoretisch unbegrenzt vermehren, womit man die regelmäßigen Biopsien umgehen könnte [9]. Es gibt auch noch andere Ansätze, um die Entnahme von Zellen aus Tieren zu vermeiden. So etwa könnten induzierte pluripotente Stammzellen (iPSC) als Basis für In-vitro-Fleisch dienen. Dies sind normale Körperzellen, die im Labor wieder in ein Stammzell-Stadium zurückgeführt werden und sich dann zu vielen verschiedenen Zelltypen des Körpers entwickeln können [10].

## Nährstoffe fürs Wachstum aus ungeborenen Kälbern

Doch auch wenn die Hürde der Entnahme von Zellen aus Tieren überwunden werden könnte, gibt es aktuell noch ein weiteres großes ethisches Bedenken von In-vitro-Fleisch: Die Zellen im Bioreaktor benötigen Nährmedien, die sie versorgen. Das hier am weitesten verbreitete Nährmedium ist FBS (Fötale Rinderserum), welches aus Föten gewonnen wird, wenn trächtige Kühe geschlachtet werden. Für die Herstellung von Muskelzellen im Labor wird zurzeit also Blut von ungeborenen Kälbern verwendet, was ethisch umstritten ist. Einige Unternehmen tüfteln daher daran, FBS durch Alternativen zu ersetzen, für die keine Tiere benötigt werden. Eine der Möglichkeiten, die aktuell als alternative Nährstoffe für die In-vitro-Fleisch-Produktion ausgetestet werden, sind Wachstumsfaktoren aus Mikroorganismen und pflanzliche Extrakte [11]. Für die Entenzellen des oben genannten Start-Ups „Gourmey“ wird eine solche Alternative beispielsweise bereits verwendet.

## Ein Leben ohne Nutztiere?

Sollte herkömmliches Fleisch einmal durch In-vitro-Fleisch ersetzt werden, brächte das eine wichtige Veränderung mit sich: Es würde nur das Fleisch hergestellt werden, das von den Konsument:innen auch nachgefragt wird. Das aktuelle Problem, dass bei uns nur bestimmte Teile eines Tieres auf den Teller kommen und der Rest oft in andere

Länder exportiert wird, wäre somit gelöst. Doch wenn unsere Nutztiere nicht mehr als Nahrungsquelle dienen, was geschieht dann mit der Viehzucht? Denn mit ihr würden auch Nebenprodukte wie unter anderem Leder oder Gelatine, die in der Energie-, Mode-, Kosmetik- oder Pharmaindustrie verwendet werden, wegfallen – aktuell beinahe undenkbar. Auch aus wirtschaftlicher Sicht wäre das eine extrem schwierige Umstellung [12].

Allerdings wäre ein Rückgang der Nutztierzahlen gut für die Wildtiere und die Biodiversität. Denn die Nutztierzucht benötigt enorm viel Land und ist einer der Hauptgründe für den Rückgang der Biodiversität [13, 14]. Die Schlussfolgerung ist: Geht die Nutztierzucht zurück, steigt die Biodiversität. Dies wäre eine gute Entwicklung, die mit der In-vitro-Fleischproduktion Hand in Hand gehen könnte. Es könnten dadurch aber auch neue Herausforderungen entstehen: Mehr Wildtiere, wie etwa Vögel, könnten zu neuen Problemen im Ackerbau führen [15].

## Ökobilanz – wie nachhaltig ist Laborfleisch?

Die globale Fleischproduktion hat in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen und wird auch in den kommenden Jahren weiter steigen. Laut der Welternährungsorganisation (FAO) wurden 2024 etwa 373 Millionen Tonnen (konventionelles) Fleisch produziert [16]. Bis 2050 soll sich diese Zahl auf 455 Millionen Tonnen vergrößern. Gleichzeitig wächst die Weltbevölkerung bis 2050 auf prognostizierte 9,7 Milliarden Menschen an – eine Entwicklung, die neue Herausforderungen in der Ernährungssicherung mit sich bringt [17, 18]. Die landwirtschaftliche Produktion müsste zusätzlich um 70 Prozent wachsen, um die Nahrungsmittelversorgung gewährleisten zu können [19].

Heute weiß man, dass die Fleischproduktion für einen großen Anteil der Treibhausgasemissionen und somit auch für den Klimawandel mitverantwortlich ist. Angesichts der steigenden Bevölkerungszahlen könnte In-vitro-Fleisch eine umweltfreundlichere Alternative oder zumindest eine willkommene Ergänzung zu konventionellem Fleisch darstellen, um den steigenden Bedarf decken zu können. Die Produktion von Laborfleisch sollte prinzipiell weniger Treibhausgase verursachen, weniger Wasser, Energie und Land brauchen – so die Idee dahinter.

Was die Energie betrifft, schneidet In-vitro-Fleisch derzeit jedoch schlechter ab als konventionelles Fleisch: Schätzungen zufolge benötigt beispielsweise die Herstellung von In-vitro-Rindfleisch aktuell um rund 10 Prozent mehr Energie als die der gleichen Menge an konventionellem Rindfleisch. Bei Geflügel wird der Energiebedarf sogar viermal so hoch geschätzt [20]. An Lösungen dieses Problems wird gearbeitet.

Obwohl es noch keine Produktion von Laborfleisch im großen Maßstab gibt und es somit auch an Zahlen mangelt, haben Wissenschaftler:innen Berechnungen angestellt, um dessen mögliche Ökobilanz aufzuzeigen. Dafür wird bei einem Produkt von der Rohstoffgewinnung über die

Produktion bis hin zur Entsorgung alles berücksichtigt. Ökobilanzen werden meist in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>e) angegeben. Dabei ist ein CO<sub>2</sub>e eine Maßeinheit, die verwendet wird, um die unterschiedlichen Treibhausgase vergleichen zu können. Je nach den konkreten Bedingungen beim Kultivieren der Zellen kann die Ökobilanz von In-vitro-Fleisch zwischen 1,69 und 22,1 kg CO<sub>2</sub>e pro Kilogramm betragen – wobei der untere Wert als sehr gut angesehen werden kann [21]. Im Vergleich: Bei der Produktion von einem Kilogramm Rindfleisch entstehen etwa 23,4 bis 27,2 kg CO<sub>2</sub>e [22].

Eine Studie konnte zeigen, dass sich ein Umstieg auf In-vitro-Fleisch zwar kurzfristig positiv auf den Klimawandel auswirken kann, jedoch nicht auf lange Sicht [21]. Denn ein großer Teil der bei der Viehzucht entstehenden Treibhausgase ist Methan, und dieses hält sich nicht so lange in der Atmosphäre wie CO<sub>2</sub>, das hauptsächlich bei der In-vitro-Fleisch Produktion anfällt. Einen eindeutigen Vorteil in Bezug auf die Emissionen bringt In-vitro-Fleisch demnach nicht.

Ein weiterer Indikator für die „Umweltfreundlichkeit“ von Lebensmitteln ist der Wasserverbrauch für ihre Herstellung. Für die Produktion eines Kilogramms Rindfleisch werden etwa 550 bis 700 Liter Wasser für die Tiere selbst benötigt. Wird allerdings der Wasseraufwand für die Futterpflanzen der Tiere mit einberechnet, kommt man hier auf rund 15.000 Liter [23]. In-vitro-Fleisch hingegen hat einen vergleichsweise geringen Wasserverbrauch von „nur“ etwa 367 bis 521 Litern pro Kilogramm [24].

Laborfleisch könnte somit durchaus Potenzial für eine umweltfreundlichere Alternative zu herkömmlichem Fleisch haben, ist aber sicher nicht das Allheilmittel für Umweltprobleme. Durch Forschung und Optimierung des Herstellungsprozesses wie etwa effizientere Bioreaktoren könnte es aber seinen Teil zu einer Schonung der Ressourcen beitragen.

## **In-vitro-Fleisch und Zoonosen**

Weiters könnte auch das Auftreten von Zoonosen durch In-vitro-Fleisch verringert werden. Als Zoonosen bezeichnet man Krankheiten, die von Tieren auf den Menschen übertragbar sind – wie es vermutlich auch beim Coronavirus SARS-CoV2 der Fall war. Dies kann neben dem Kontakt zu Tieren auch durch den Verzehr von tierischen Produkten erfolgen.

Außerdem hat Laborfleisch das Potenzial, den Antibiotikaverbrauch in der Landwirtschaft zu verringern, was in Anbetracht der steigenden Antibiotikaresistenzen sicher ein nicht zu vernachlässigender Vorteil wäre [25].

## **Nährstoffprofil von In-vitro-Fleisch**

Eine wichtige Frage ist auch, ob Laborfleisch in Punkto Nährstoffgehalt mit herkömmlichem Fleisch mithalten kann. Dieses gilt vor allem als wichtige Eiweißquelle. Der Grundgehalt an Eiweiß kann bei In-vitro-Fleisch durch geeignete Gerüststoffe, die normalerweise das Zellwachstum unterstützen, noch zusätzlich erhöht werden. Kollagen, ein dafür häufig genutztes Protein, enthält vorrangig nicht-essenzielle Aminosäuren, die vom Körper verwertet werden können [26]. Alternative Materialien für die Gerüste aus Algen, Pflanzen oder Pilzen könnten die Nährstoffzusammensetzung verbessern, indem sie Ballaststoffe und andere Nährstoffe einbringen. Es gibt auch Überlegungen, dem Laborfleisch noch weitere Nährstoffe zugeben, indem man sie dem Wachstumsmedium beifügt. Es ist allerdings noch nicht bekannt, wie gut die Zellen diese dann wirklich aufnehmen.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil von Fleisch ist Fett, insbesondere essenzielle Fettsäuren wie Linolsäure. Diese sind in In-vitro-Fleisch möglicherweise nur in sehr geringen Mengen vorhanden. Der Einsatz von Fettzellen (Adipozyten) durch Ko-Kultur, also gemeinsames Züchten mit den Muskelzellen, könnte den Fettgehalt steigern. Eine andere Möglichkeit wäre, dem Laborfleisch direkt oder nachträglich Fettsäuren hinzuzufügen [27].

Neben den oben genannten Makronährstoffen spielen auch Mineralstoffe eine wesentliche Rolle für unsere Gesundheit. Eisen, Zink und Selen kommen in herkömmlichem Fleisch in hohen Konzentrationen vor. Zink und Selen fehlen in In-vitro-Kulturmedien oft und müssten gezielt zugesetzt werden. Auch an einer Anreicherung von kultiviertem Fleisch mit Eisen wird getüftelt, was neben dem gesundheitlichen Aspekt auch Geschmack und Farbe verbessern könnte [28, 29].

Dasselbe gilt für das in konventionellem Fleisch enthaltene Vitamin B12 [30]. Wenn In-vitro-Fleisch mit echtem Fleisch mithalten möchte, sollte es auch Vitamin B12 beinhalten. In Kulturmedien sind auch Vitamine vorhanden, aber es ist noch nicht klar, ob und wie die kultivierten Zellen diese aus dem Medium aufnehmen. Es braucht noch mehr Forschung, um herauszufinden, ob das Vitamin-Level von Laborfleisch mit dem von konventionellem Fleisch gleichzusetzen ist.

Insgesamt bleibt viel zu tun, um die Nährstoffzusammensetzung von In-vitro-Fleisch zu optimieren. Besonders wichtig wird es sein, herauszufinden, welche Nährstoffe aus dem Kulturmedium von den Zellen nachhaltig aufgenommen werden können und im Endprodukt verbleiben. Es ist jedoch auch möglich, das Nährstoffprofil von In-vitro-Fleisch nach der Produktion durch Zugabe gezielt anzupassen.

## Zukunft

In-vitro-Fleisch steht an der Schnittstelle von Innovation, ethischen Fragen und politischen Debatten. Während es das Potenzial birgt, die Fleischproduktion nachhaltig und tierfreundlicher zu gestalten, sind

noch viele Herausforderungen zu bewältigen. Ökologisch könnte Laborfleisch langfristig eine sinnvolle Ergänzung zur traditionellen Fleischproduktion sein. Somit könnte es in Kombination mit anderen nachhaltigen Ernährungskonzepten eine wichtige Rolle in der Zukunft der Lebensmittelproduktion spielen.

	Vorteile	Nachteile	nötige Verbesserungen
 <p><b>Tierwohl</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (ohne FBS) werden weniger Tiere benötigt</li> <li>• Biodiversität fördern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• regelmäßige Biopsien</li> <li>• Produktion des Kälberserums (FBS)</li> <li>• Nebenprodukte würden wegfallen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FBS-freie Nährmedien und Wachstumsfaktoren aus Mikroorganismen oder Pflanzenextrakte für Nährmedien</li> </ul>
 <p><b>Umwelt</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kurzfristiger positiver Effekt durch weniger Methan</li> <li>• weniger Treibhausgase (je nach Zellen und Bioreaktoren)</li> <li>• geringerer Wasserverbrauch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• höherer Energiebedarf</li> <li>• langfristig wahrscheinlich kein Vorteil in Bezug auf Treibhausgasemissionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierung des Herstellungsprozesses</li> <li>• effizientere Bioreaktoren</li> </ul>
 <p><b>Nährstoffprofil</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nährstoffprofil ist anpassbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fehlende Fettsäuren</li> <li>• wenig Mineralstoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ko-Kulturen mit Fettzellen</li> <li>• Forschung/Analyse, was und wieviel aus Nährmedien aufgenommen wird</li> </ul>
 <p><b>Lebensmittelsicherheit</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• weniger Zoonosen</li> <li>• sterile Produktion</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antibiotika-freie Nährmedien</li> <li>• Etablierung von Sicherheitsprotokollen aus der Biopharmazie</li> <li>• Forschung an Kontaminationshäufigkeiten</li> </ul>

Abbildung 1: Überblick über die Vor- und Nachteile und notwendigen Verbesserungen, um In-vitro-Fleisch konkurrenzfähig zu machen., Bild: Open Science – Lebenswissenschaften im Dialog, erstellt mit Canva

Letztendlich bleibt die Frage, ob und wie die Gesellschaft bereit ist, diese neue Technologie zu akzeptieren und wie weit die Forschung im Laufe der nächsten Jahre technische und ethische Herausforderung lösen kann. Es benötigt auch klare Regelungen und Gesetze seitens der Politik. Ob In-vitro-Fleisch eines Tages den herkömmlichen Fleischkonsum ersetzen wird können, ist aus aktueller Sicht noch sehr schwer einzuschätzen.

cs, 16.04.2025

## Quellenangaben

[1] Presse Artikel "Debatte um Einstellungen der Österreicher zu Laborfleisch" vom 13.03.2024; abgerufen am 11.03.2025

[2] Website Landwirtschaftskammer Kärnten „LK Kärnten sammelt 43.625 Unterschriften gegen die Zulassung von Laborfleisch“ vom 07.11.2024, abgerufen am 11.03.2025

[3] Lanzoni D., Rebucci R., Formici G., Cheli F., Ragone G., Baldi A., Violini L., Sundaram T.S. and Giromini C.: Cultured meat in the European Union: Legislative context and food safety issues. *Curr Res Food Sci.* 2024 Mar 16;8:100722. doi: 10.1016/j.crfs.2024.100722. PMID: 38559381; PMCID: PMC10978485.

[4] New York Times Artikel „Singapore Approves a Lab-Grown Meat Product, a Global first“ vom 02.12.2020, abgerufen am 11.03.2025

[5] Website The Cultivated B, abgerufen am 11.03.2025

[6] Falstaff Artikel „»In-vitro-Fleisch« in Würsten: Erstes Zulassungsverfahren für Laborfleisch in der EU gestartet „, vom 19.09.2023, abgerufen am 11.03.2025

[7] The Guardian Artikel „Lab-grown meat is the future for pet food – and that’s a huge opportunity for Britain“ vom 04.01.2025, abgerufen am 31.03.2025

[8] Melzener L., Verzijden K.E., Buijs A.J., Post M.J. and Flack J.E.: Cultured beef: from small biopsy to substantial quantity. *J Sci Food Agric.* 2021;101(1):7-14. doi:10.1002/jsfa.10663

[9] Ketelings L., Kremers S., de Boer A.: The barriers and drivers of a safe market introduction of cultured meat: A qualitative study. **Food Control.** 2021;130:108299. doi:10.1016/j.foodcont.2021.108299

[10] Reiss J., Robertson S. and Suzuki M.: Cell Sources for Cultivated Meat: Applications and Considerations throughout the Production Workflow. *Int J Mol Sci.* 2021;22(14):7513. Published 2021 Jul 13. doi:10.3390/ijms22147513

[11] Chen L., Guttieres D., Koenigsberg A., Barone P.W., Sinskey A.J. and Springs S.L.: Large-scale cultured meat production: Trends, challenges and promising biomanufacturing technologies. *Biomaterials.* 2022;280:121274. doi:10.1016/j.biomaterials.2021.121274

[12] Dumont B., Modernel P.D., Benoit M., Ruggia A., Soca P.M., Dernat S., Tournadre H., Dogliotti S., Rossing W.A.H.: Mobilizing Ecological Processes for Herbivore Production: Farmers and Researchers Learning Together. **Front Sustain Food Syst.** 2020;4:544828. doi:10.3389/fsufs.2020.544828

[13] Machovina B., Feeley K.J., Ripple W.J.: Biodiversity conservation: the key is reducing meat consumption. *Sci Total Environ.* 2015;536:419–431. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.07.022 ([Biodiversity conservation: The key is reducing meat consumption - PubMed](#))

[14] Godfray H.C.J., Aveyard P., Garnett T., Hall J.W., Key T.J., Lorimer J., Pierrehumbert R.T., Scarborough P., Springmann M. and Jebb S.A.: Meat consumption, health, and the environment. *Science*. 2018 Jul 20;361(6399):eaam5324. doi: 10.1126/science.aam5324. PMID: 30026199. ([Meat consumption, health, and the environment - PubMed](#))

[15] Treich N.: Cultured Meat: Promises and Challenges. *Environ Resour Econ (Dordr)*. 2021;79(1):33-61. doi:10.1007/s10640-021-00551-3 <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7977488/>

[16] [Meat market review](#) der Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), abgerufen am 11.03.2025

[17] Welttagarbericht „Fleisch und Futtermittel“, abgerufen a, 11.03.2025

[18] Lutz W. and KC S.: Dimensions of global population projections: what do we know about future population trends and structures? *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2010 Sep 27;365(1554):2779-91. doi: 10.1098/rstb.2010.0133. PMID: 20713384; PMCID: PMC2935115.

[19] Agrar Markt Austria „Krisen- und Ernährungsvorsorge – Herausforderungen“, abgerufen am 11.03.2025

[20] Mattick C.: Cellular agriculture: The coming revolution in food production. *Bullet in of the Atomic Scientists*. (2018). 74. 32-35. 10.1080/00963402.2017.1413059.

[21] Lynch J. and Pierrehumbert R.: Climate impacts of cultured meat and beef cattle. *Front Sustain Food Syst*. 2019;3:5. doi:10.3389/fsufs.2019.00005

[22] [González N., Marquès M., Nadal M., Domingo J.L.: Meat consumption: Which are the current global risks? A review of recent \(2010-2020\) evidences \[published correction appears in Food Res Int. 2020 Nov;137:109620. doi: 10.1016/j.foodres.2020.109620.\]](#)

[23] Doreau M., Corson M.S. and Wiedemann S.G.: Water use by livestock: a global perspective for a regional issue? *Anim Front*. (2012) 2:9–16. 10.2527/af.2012-003 ([PDF](#)) [Water use by livestock: A global perspective for a regional issue?](#)

[24] Chriki S. and Hocquette J.F.: The Myth of Cultured Meat: A Review. *Front Nutr*. 2020;7:7. Published 2020 Feb 7. doi:10.3389/fnut.2020.00007

[25] Singh A., Kumar V., Singh S.K., Gupta J., Kumar M., Sarma D.K. and

Verma V.: Recent advances in bioengineered scaffold for in vitro meat production. *Cell Tissue Res.* 2023 Feb;391(2):235-247. doi: 10.1007/s00441-022-03718-6. Epub 2022 Dec 17. PMID: 36526810; PMCID: PMC9758038.

[26] Listrat A., Leuret B., Louveau I., Astruc T., Bonnet M., Lefaucheur L., Picard B. and Bugeon J.: How Muscle Structure and Composition Influence Meat and Flesh Quality. *ScientificWorldJournal.* 2016;2016:3182746. doi: 10.1155/2016/3182746. Epub 2016 Feb 28. PMID: 27022618; PMCID: PMC4789028.

[27] Fraeye I., Kratka M., Vandenburg H. and Thorrez L.: Sensorial and Nutritional Aspects of Cultured Meat in Comparison to Traditional Meat: Much to Be Inferred. *Front Nutr.* 2020;7:35. Published 2020 Mar 24. doi:10.3389/fnut.2020.00035

[28] Broucke K., Van Pamel E., Van Coillie E., Herman L. and Van Royen G.: Cultured meat and challenges ahead: A review on nutritional, technofunctional and sensorial properties, safety and legislation. *Meat Sci.* 2023;195:109006. doi:10.1016/j.meatsci.2022.109006

[29] Fraeye I., Kratka M., Vandenburg H. and Thorrez L.: Sensorial and Nutritional Aspects of Cultured Meat in Comparison to Traditional Meat: Much to Be Inferred. *Front Nutr.* 2020;7:35. Published 2020 Mar 24. doi:10.3389/fnut.2020.00035

[30] Williams P.: Nutritional composition of red meat. *Nutr Diet.* (2007) 64:5-7. 10.1111/j.1747-0080.2007.00197.x