

Cellular Agriculture

- Eine nachhaltigere Alternative zur konventionellen Erzeugung?-

Prof. Dr. H.-W. Windhorst

WING, Universität Vechta

**Vortrag auf dem Osnabrücker Geflügelsymposium
am 5. 6. 2019
in Osnabrück**



Worüber gesprochen werden soll

- Eine terminologische Klärung
- Was genau ist „cellular agriculture“?
- Was sind im Gegensatz dazu Fleisch- und Eierersatzprodukte?
- Probleme und Herausforderungen
 - Was ist Fleisch?
 - Wer überwacht die Herstellung und erteilt die Zulassung?
 - Vom Labor zur Großfertigung – ein einfacher Schritt?
 - Werden gentechnische Verfahren eingesetzt?
- Können die Aussagen zum Klima- und Ressourcenschutz eingehalten werden?
- Löst die neue Technologie die Probleme der Welternährung?
- Wie groß ist die Konsumentenakzeptanz?
- Ist die Erzeugung von Fleisch aus Zellkulturen ethisch vertretbar?
- Fazit: Und was könnte das für die Geflügelwirtschaft bedeuten?

Eine kurze Geschichte:

2013: Prof. Mark Post stellt in London den ersten Burger aus Zellkulturen vor

Januar 2018: Paul Shapiro publiziert sein Buch: Clean Meat

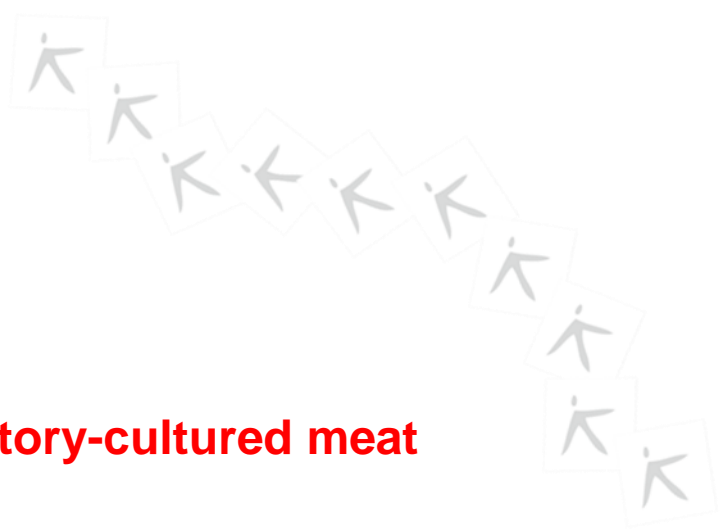
Wiesenhof: Gibt Partnerschaft mit dem israelisch Start-up Super Meat bekannt

Sommer 2018: Wiesenhof gibt weitere Beteiligungen bei Good Catch und Enterra Feeds bekannt

Dezember 2018: Erstes Steak aus Zellkulturen wird vom israelischen Unternehmen Aleph Farms vorgestellt

Januar 2019: Farm&Food 4.0-Konferenz in Berlin: The Clean Meat Technology

März 2019: ProVeg Conference in Berlin



Versuch einer Begriffsklärung:

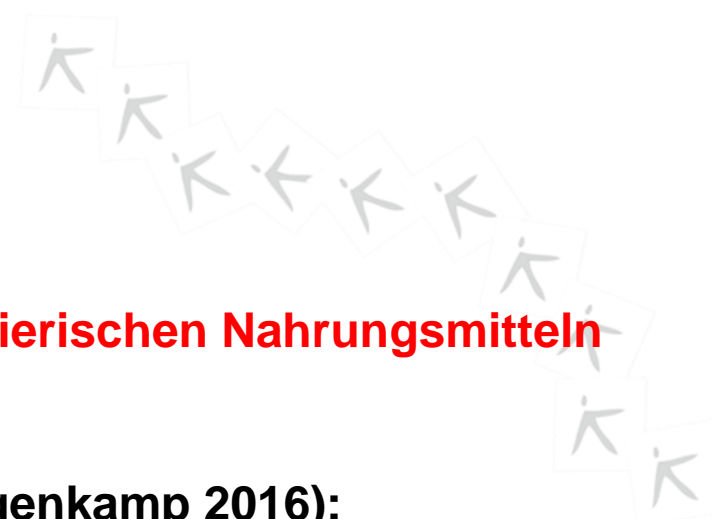
- Anfängliche Bezeichnung: **clean meat**
- Andere Bezeichnungen: **in vitro meat, laboratory-cultured meat**
- Gegenwärtig bevorzugt: **cell-cultured meat, cell-based meat**
- Daraus abgeleitet: **cellular agriculture**

Weitere neue Begriffe:

- **Neomnivore:** Menschen, die nur Lebensmittel essen, die mit den neuen Technologien hergestellt werden
- **Neomnivorismus:** Die Form der Ernährung mit Lebensmitteln, die ohne Verwendung von Tieren gewonnen werden



Was genau ist „cellular agriculture“?



Definition:

Als *cellular agriculture* wird die **Erzeugung von tierischen Nahrungsmitteln und Rohstoffe durch Zellkulturen verstanden.**

Zu unterscheiden ist zwischen (Hoogenkamp 2016):

cellular agriculture i. e. S.	acellular agriculture
<p>Lebende oder vormals lebende Zellen werden in einer Nährlösung vermehrt mit dem Ziel der Erzeugung von Fleisch</p> <p>Ausgangsbasis: Optimal wären stabile Stammzellenlinien mit unbegrenztem Teilungsvermögen</p> <p>Eingesetzt werden gegenwärtig fast nur: Satellitenzellen mit einer begrenzten Anzahl möglicher Zellteilungen</p>	<p>Organische Moleküle (z. B. Hefen) werden zur Erzeugung von Proteinen, Fetten und anderen nichtlebenden organischen Substanzen verwendet.</p>

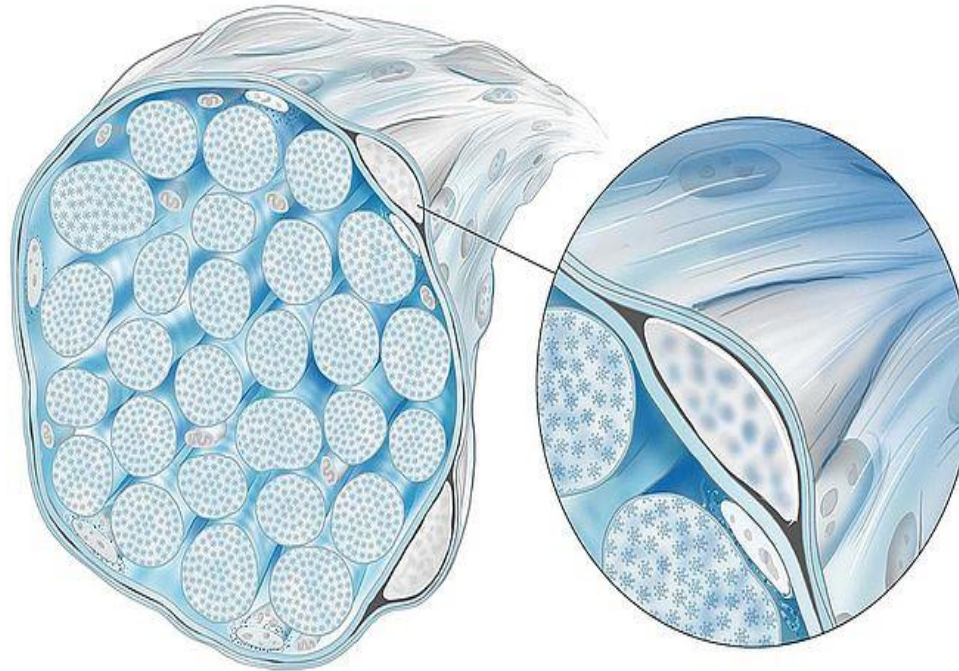


Source: New Harvest, HOOGENKAMP

FLEISCHWIRTSCHAFT International 3/2016

(Quelle: Hoogenkamp 2016)

Cellular agriculture i. e. S.: Erzeugung von Fleisch aus Satellitenzellen

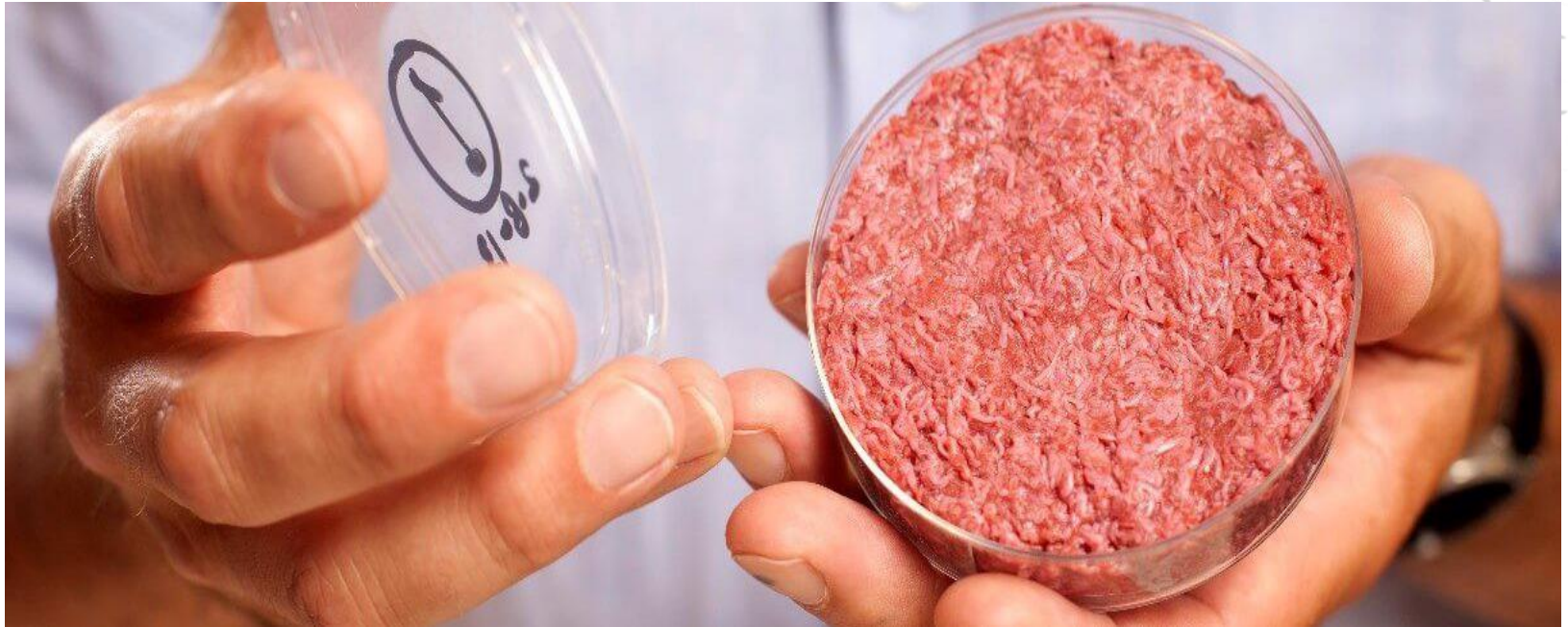


(Quelle: <https://www.kieser-training.de/fw/jungbrunnen-fuer-die-muskeln>)

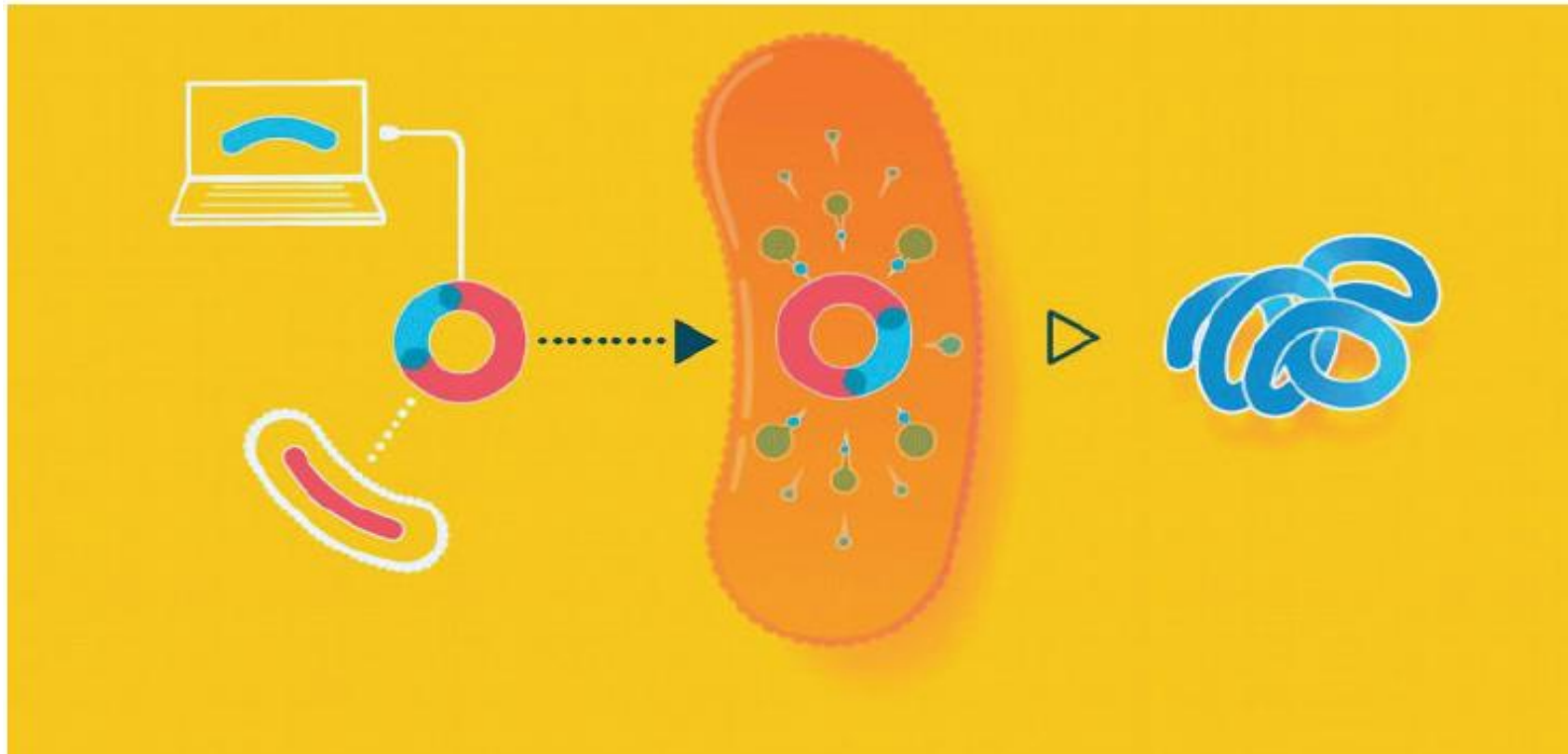
**Satellitenzellen sind einkernige, ruhende Vorläufer von Muskelzellen (Myoblasten), die bei Aktivierung neue Muskelzellen und neue Satellitenzellen erzeugen können.
Problem: begrenzte Anzahl von Teilungszyklen**



(Quelle: Ahmed Khan (Cell Agri))



(Quelle: Ahmed Khan (Cell Agri))

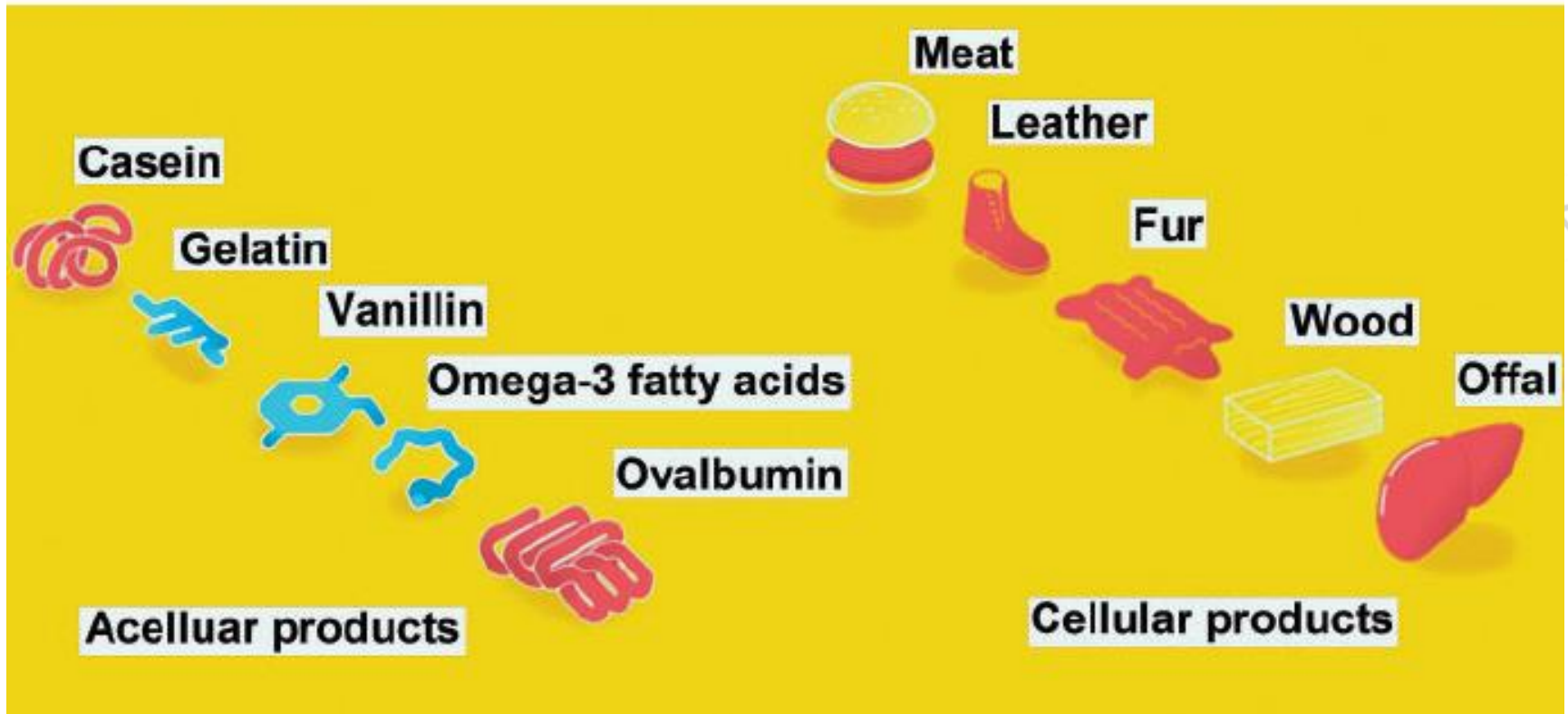


(Quelle: Hoogenkamp 2016)

Acellular agriculture:

Erzeugung von z. B. Eiweiß durch Einschleusung des Eiweißproteins in eine Hefezelle.

Das so entstehende Eiweiß wird durch Separierung von der Hefe getrennt, um ein reines Eiweiß zu erhalten.



(Quelle: Hoogenkamp 2016)

Durch cellulare und acellulare Prozesse erzeugte Endprodukte



Nährlösungen

Die Nährlösungen für die Zellkulturen setzen sich aus Rohstoffen zusammen, die für die Zellernährung notwendig sind.

Gegenwärtig werden daneben Seren (**fetal bovine serum**) verwendet, die z. B. aus Kälberföten in einem aufwendigen Verfahren gewonnen werden.

Problem: sehr kostenintensiv; nicht in hinreichenden Mengen für die Großfertigung verfügbar. Ziel ist die Entwicklung von Nährlösungen, die keine tierischen Seren enthalten (großer Forschungsaufwand).
Ethische Bedenken bzgl. der Verwendung der Kälberföten.

Kritisch: z. T werden Wachstumsförderer eingesetzt, um das Zellwachstum zu beschleunigen.



Was sind ist Fleisch- und Eiersatzprodukte?

- Fleisch- und Eiersatzprodukte werden aus pflanzlichen Proteinen gewonnen.
- **Wichtig:** Sie erhalten keinerlei tierische Substanzen.
- Bei der Herstellung wird eine **große Übereinstimmung im Erscheinungsbild und auch im Geschmack** mit dem Produkt angestrebt, das ersetzt werden soll.

Beispiele:

Volleiersatz von JUST eggs



Foto: JUST

Der Burger von Beyond Meat



Foto: Beyond Meat



Was ist Fleisch?



Die Antwort erscheint einfach:

Fleisch ist das von Bindegewebe umhüllte Muskelfleisch von Tieren (und Menschen).

Verwendet wird der Begriff zumeist für Lebensmittel für den menschlichen Verzehr, die aus dem Fleisch von Nutztieren, Wildtieren und Vögeln gewonnen werden.

In der EU bezeichnet der Begriff „Fleisch“ alle genießbaren Teile von Huftieren, Geflügel, Hasentieren und frei lebendem Wild.

Frage:

Kann und darf das aus Zellkulturen erzeugte Produkt als Fleisch bezeichnet werden und unter der Bezeichnung in Verkehr gebracht werden?



USA:

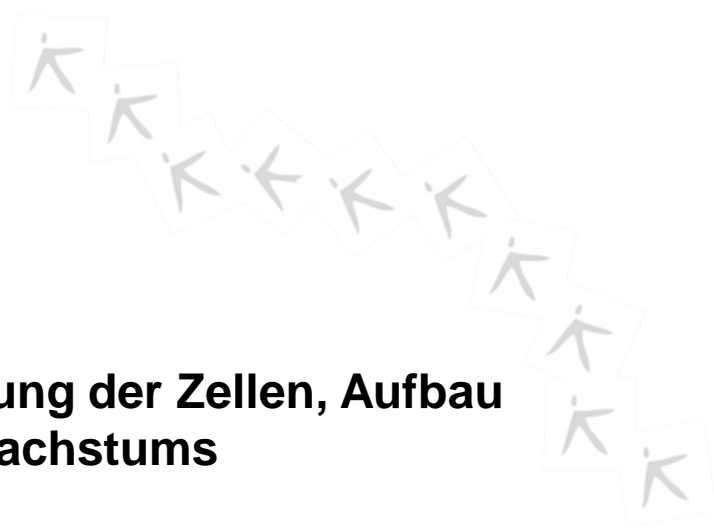
- **Antrag der Cattlemen´s Association der USA an das Landwirtschaftsministerium, eine Neudefinition vorzunehmen:**
- **Fleisch ist ein Lebensmittel, das durch Aufzucht und Schlachtung von lebenden Tieren in konventioneller Weise erzeugt wird.**
- **Die National Cattlemen´s Beef Association vertritt ebenfalls die Auffassung:**
- **Das aus Zellkulturen erzeugte Produkt sollte auf keinen Fall als „beef“ bezeichnet werden dürfen.**

In einigen Staaten sind Gesetzesvorlagen in Vorbereitung, die die Bezeichnung „meat“ für „cell-based products“ auf den Verpackungen unter Strafe stellt.

Begründung: Schutz der Farmer, die auf konventionelle Weise Fleisch erzeugen.



Wer überwacht die Herstellung und Zulassung?



USA: Zweistufiges Verfahren:

Food and Drug Administration (FDA): Gewinnung der Zellen, Aufbau von Zellbanken und Differenzierung des Zellwachstums

Food Safety and Inspection Service (FSIS): Überwachung des Produktionsprozesses und der Produktkennzeichnung

EU: Zweistufiges Verfahren, geregelt durch Novel-Food Verordnung (EU 2015/2283); gültig ab 1/2018

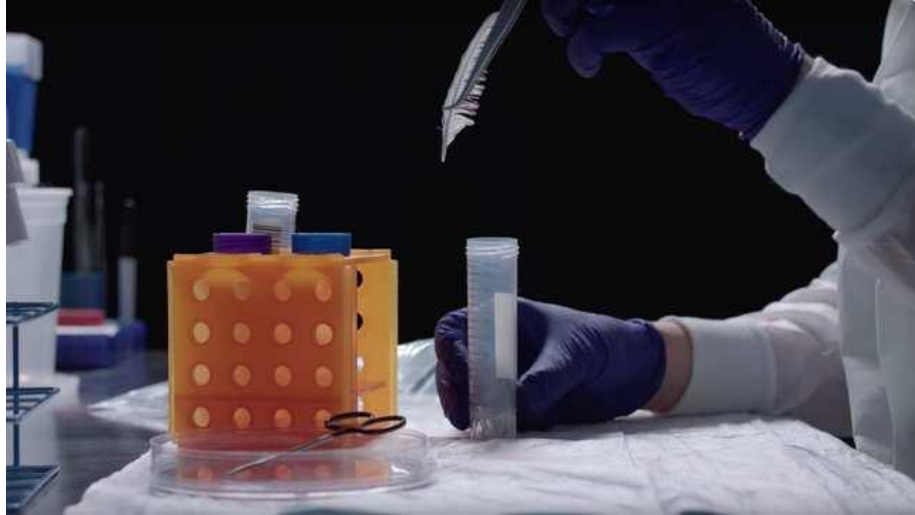
Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA): Bewertung

Europäische Kommission: Freigabe als Lebensmittel

Merke: Bewertung und Freigabe werden mehrere Jahre dauern



Vom Labor zur Großfertigung – ein einfacher Schritt?



Vom Laborversuch

zur Großfertigung in Bioreaktoren

(Quellen: JUST und CellAgri)





Probleme:

- Entwicklung kostengünstiger **Nährlösungen** ohne Einsatz von Seren

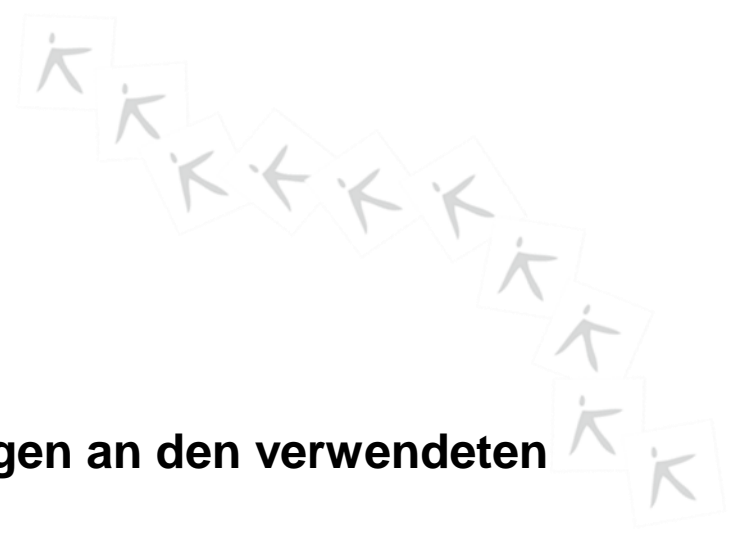
Frage: Wenn Nährlösungen auf pflanzlicher Basis verwendet werden, tritt dann ein Flächenbedarf auf, der etwa dem der konventionellen Produkte entspricht?

Frage: Wie werden die bei dem Wachsen der Zellkulturen anfallenden Stoffwechselprodukte aus der Nährlösung entfernt und wie ist die Reinheit des „Fleisches“ sicherzustellen?

- Hoher **Energiebedarf** zur Aufrechterhaltung einer optimalen Temperatur in den Bioreaktoren; hoher Anfall von CO₂
- Auftreten unvorhergesehener **Probleme im Zellwachstum** (Notwendigkeit des Einsatzes von Antibiotika)
- Hohe **Investitionskosten** für die Errichtung großer Bioreaktoren



Werden gentechnische Verfahren eingesetzt?



Fleisch und Fisch aus Zellkulturen:

- **Es werden keine gentechnischen Veränderungen an den verwendeten Zellen eingesetzt.**

Kasein, Eiweiß:

- **Es werden gentechnisch veränderte Hefen oder Bakterien eingesetzt. Sie werden vom Endprodukt separiert.**

Fleisch- und Eiersatzprodukte:

- **Es werden keine gentechnisch veränderten pflanzliche Eiweiße eingesetzt.**



Können die Aussagen zum Klima- und Ressourcenschutz eingehalten werden?



(Quelle: Tuomisto, Ellis u. Hastrup 2014)

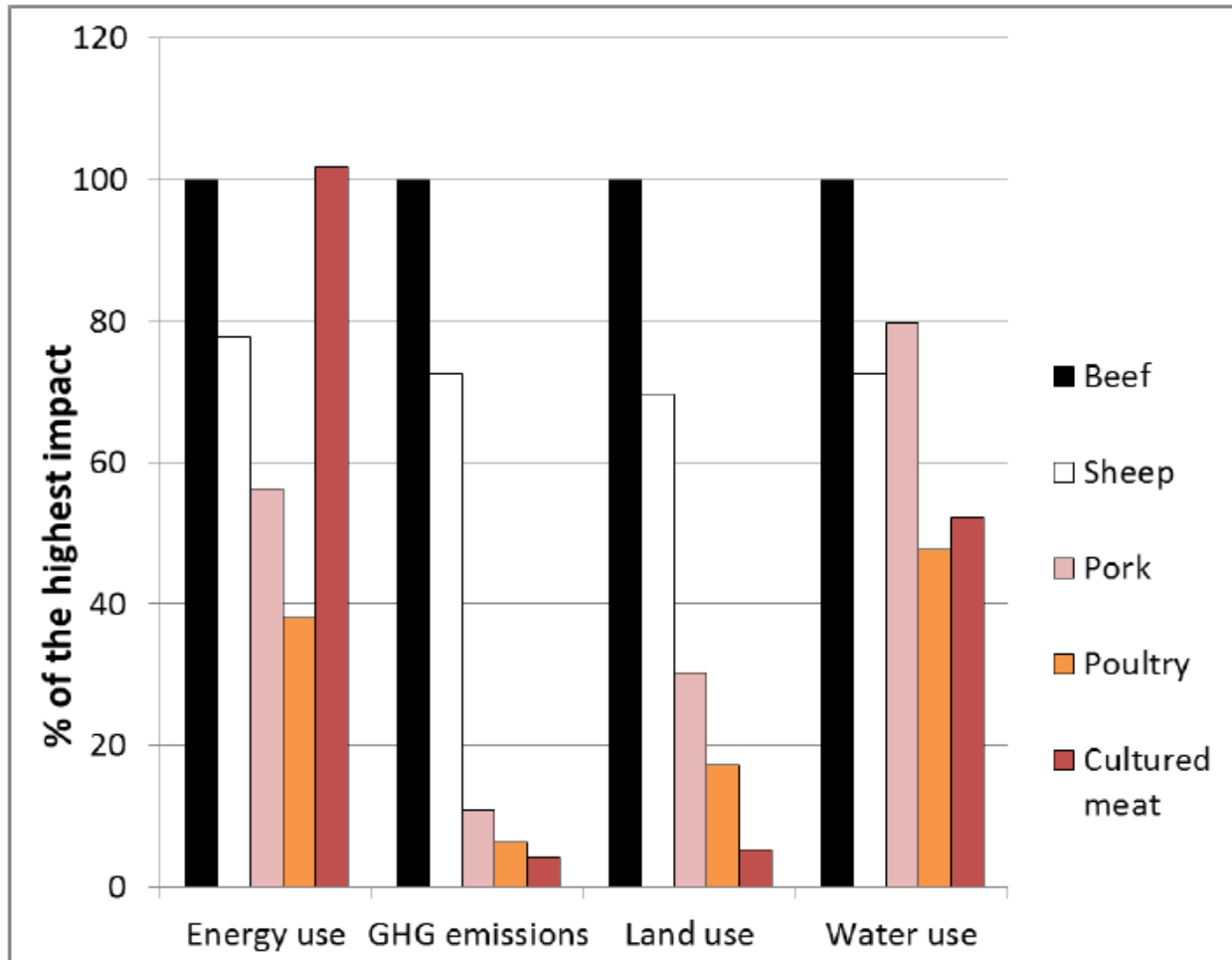
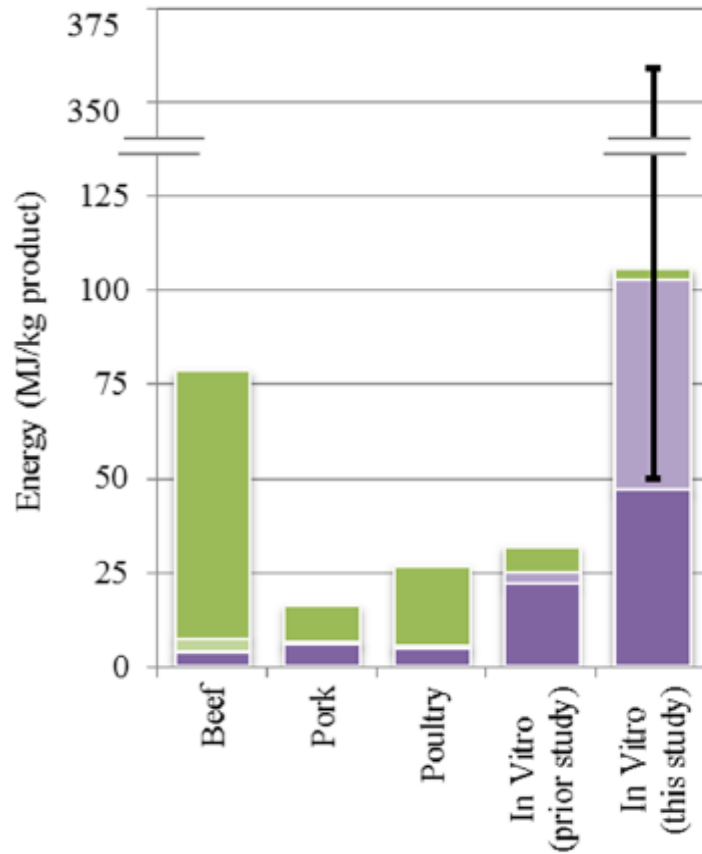


Figure 1. Comparison of environmental impacts of cultured meat with European livestock meat.

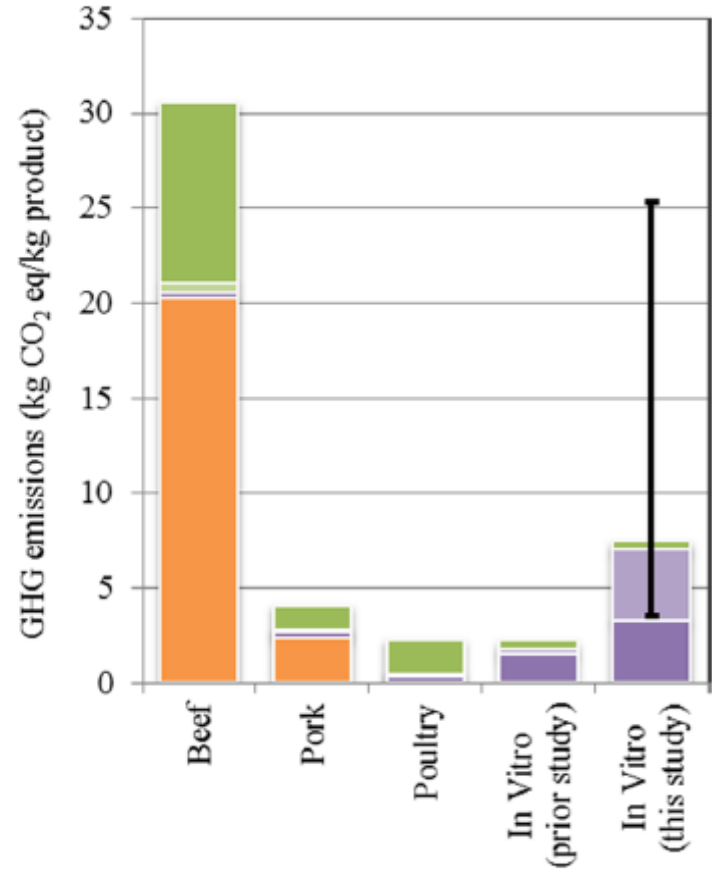
Ressourcennutzung von *cultured meat* im Vergleich zu konventioneller Erzeugung



Industrial Energy Use



Global Warming Potential



(Mattick, C. u. a.: Environmental Science and Technology 2015)

Tuomisto und Teixeira 2014:

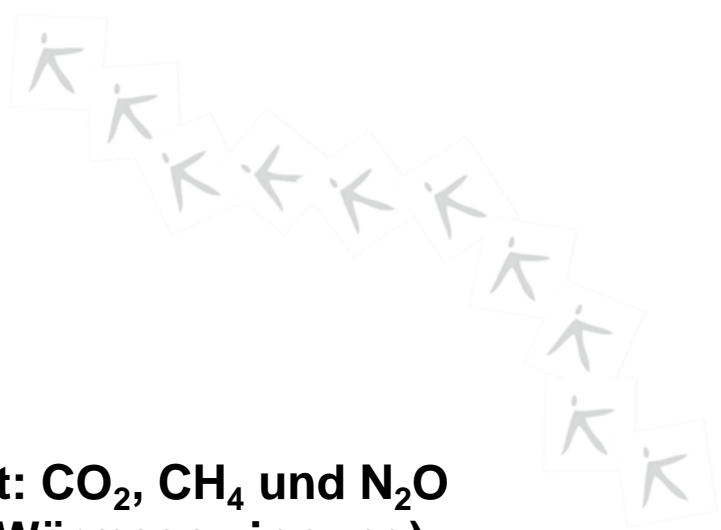
Ressourcennutzung von cultured meat im Vergleich zu konventioneller Erzeugung von Geflügelfleisch:

- **Energiebedarf ist etwa 2 1/2-fach höher**
- **Treibhausgasemission ist höher**
- **Wassernutzung ist etwas höher**
- **Landnutzung ist niedriger (könnte aber nahezu gleich sein bei Nährlösungen auf Basis pflanzlicher Produkte)**

Kritische Frage:

Welchen Sinn machen die Hinweise zur Verringerung des Wasserverbrauchs?

Wasser wird nicht „verbraucht“, sondern genutzt. Es wird nach Nutzung wieder in den Wasserkreislauf zurückgeführt.



Lynch a. Pierrehumbert (2019):

**Konventionelle Rindfleischerzeugung erzeugt: CO₂, CH₄ und N₂O
Cultured meat: überwieged CO₂ (Energie zur Wärmegewinnung)**

Aber: Langfristig sind die Negativeffekte von cultured meat ggf. größer wegen der Akkumulation von CO₂ während CH₄ nicht akkumuliert.

Ursache: Hoher Energiebedarf zur Heizung der Bioreaktoren.



Fazit:

Selbst wenn es gelingen sollte, eine Nährlösung ohne Seren zu erzeugen, wird der weitaus **höhere Energiebedarf für die Zellkulturen zu deutlich höheren Produktionskosten** führen als die konventionelle Erzeugung von Geflügelfleisch.

Außerdem ist zu berücksichtigen, dass der **Energiebedarf Langfristig zu einer stärkeren Erwärmung der Atmosphäre** führen wird.



Kann die neue Technologie die Probleme der Welternährung lösen?

Man muss differenzieren zwischen:

- **Euphorischen Szenarien, die von einigen Startups vorgestellt werden:**

Kristopher Gasteratos (Cellular Agricultural Society):

2020: Marktreife Produkte werden zunehmend angeboten

2050-2070: Lebensmittel aus Zellkulturen erreichen einen Anteil von 70 %

Weitere Jahrzehnte später: 95 % Marktanteil wird erreicht; Gesetze verbieten konventionelle Nutztierhaltung und Fischfang

- **Realistischen Einschätzung:**

In 5-10 Jahren: Marktreife Produkte sind verfügbar und erreichen erste geringe Marktanteile

In 30-50 Jahren: Nebeneinander von konventionell erzeugten Produkten und solchen aus Zellkulturen

Steigende Nachfrage nach Eiern und Geflügelfleisch wird überwiegend durch konventionelle Erzeugung erfolgen.



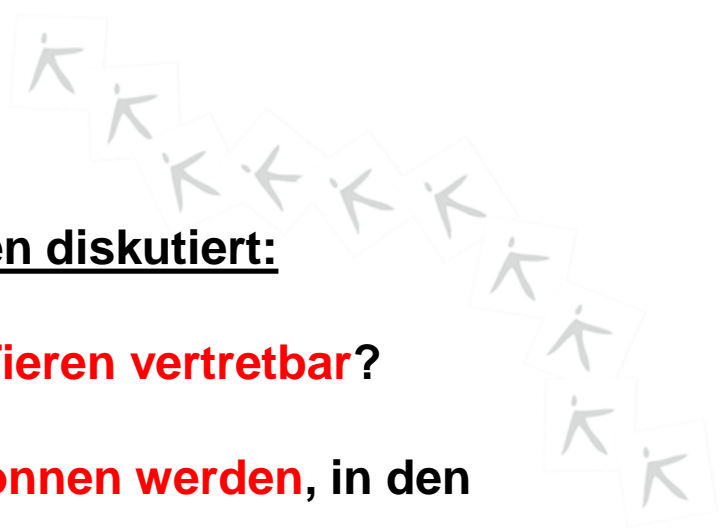
Wie groß ist die Konsumentenakzeptanz?



- **Sehr geringer Kenntnisstand in der Bevölkerung** bzgl. der neuen Technologien.
- Bislang liegen erst **wenige empirische Erhebungen** zur Akzeptanz vor.
- **Ohne volle Transparenz** wird eine erfolgreiche Umsetzung der Technologien in die Praxis nicht möglich sein.



Ist die Erzeugung von Fleisch aus Zellkulturen ethisch vertretbar?



Folgende Aspekte werden z. Z. von Philosophen diskutiert:

1. Ist die **Entnahme von Zellen aus lebenden Tieren vertretbar**?
2. Ist es vertretbar, **Seren, die aus Tieren gewonnen werden**, in den Nährlösungen zu verwenden?
3. Ist die **starke Verringerung artgerecht gehaltener Nutztiere** durch Anwendung der neuen Technologien vertretbar?
4. Kann auf die Nutzung **natürlicher Grasländer durch Beweidung** verzichtet werden unter dem Aspekt der Welternährungsprobleme?
5. Handelt es sich bei den verwendeten Technologien um **natürliche Prozesse**?
6. Löst die Technologie, wenn sie **industriemäßig betrieben wird, nicht die industrielle Nutztierhaltung** ab? Worin liegt dann der Vorteil?



Fazit:
Was könnte das für die Geflügelwirtschaft bedeuten?

Zahlreiche Fleisch- und Eiersatzprodukte auf pflanzlicher Basis sind bereits auf dem Markt:



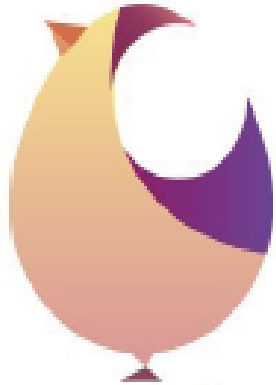
(Quelle: JUST)



Chicken nuggets

(Quelle: MyPlantBasedFamily)

Fleisch und Eiprodukte aus Zellkulturen befinden sich noch in der Entwicklung:



SuperMeat

(Israel; Geflügelfleisch)



(USA; Eiweiß)

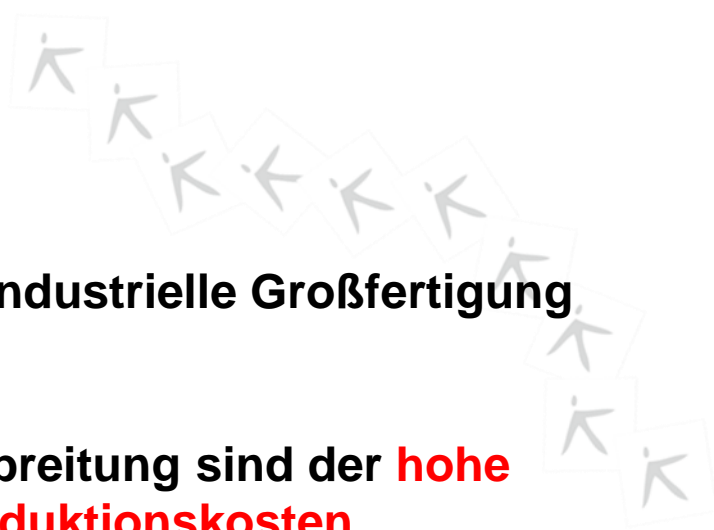


(USA, JUST; chicken nuggets)

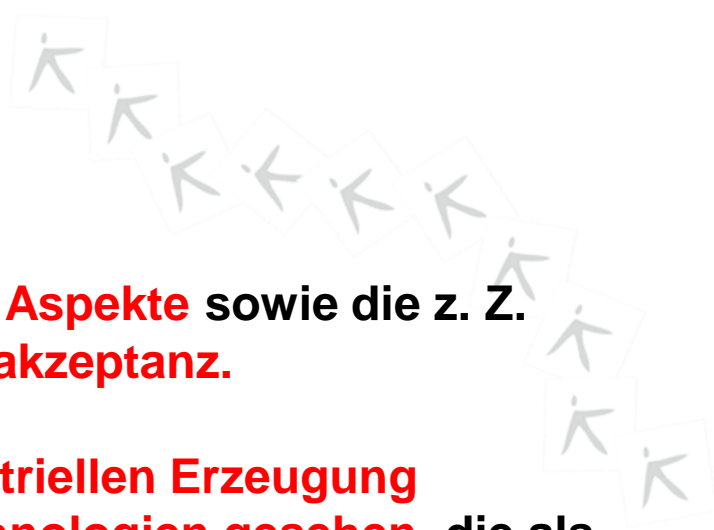
(Quelle: JUST)



Und zum Schluss



- Die Umsetzung der Labortechnologie in die industrielle Großfertigung wird mindestens noch **5-10 Jahre** dauern.
- Begrenzende Faktoren für eine schnelle Ausbreitung sind der **hohe Energiebedarf und die daran gebundene Produktionskosten**.
- Die meisten Startups sehen die von ihnen entwickelte Technologie als **Ergänzung zu konventionellen Produktionsformen** und **nicht als vollständige Substitution** an.
- Es ist zumindest für die kommenden Jahrzehnte von einem **Nebeneinander von konventionellen und alternativen Produkten** auszugehen, wobei der Anteil der konventionellen Produkte zunächst deutlich größer sein dürfte als der Anteil der alternativen Produkte.



- Weitere begrenzende Faktoren sind **ethische Aspekte** sowie die z. Z. nicht zuverlässig einschätzbare **Verbraucherakzeptanz**.
- Kritisch wird auch die **Entwicklung der industriellen Erzeugung von Lebensmitteln unter Nutzung neuer Technologien** gesehen, die als „**unnatürlich**“ bewertet werden.
- Die Erzeugung von Fleisch aus Zellkulturen wird sich in den USA und der EU noch **umfangreichen Prüfverfahren bis zur Freigabe als Lebensmittel** unterziehen müssen.
- Umstritten ist die Bezeichnung der Produkte als „Fleisch“.
- Trotzdem sollte die **Geflügelwirtschaft** die Entwicklung genau verfolgen, weil sich ein **Wettbewerb** abzuzeichnen beginnt.



Vielen Dank für Ihr Interesse!

(hwindhorst@wing.uni-vechta.de)