Das Forum des KIN Lebensmittelinstituts im FleischMagazin

Verantwortlich für den Inhalt: KIN-Lebensmittelinstitut
Wasbeker Str. 324 · D-24537 Neumünster

Tel.: +49 (0) 43 21 / 6 01-0 · Fax: +49 (0) 43 21 / 6 01-40
E-Mail: info@kin.de · Web: www.kin.de

KIN® Lebensmittel-Institut

Fleischalternativen

Serie

1 Vom Nischenprodukt zum Trendsetter

2 Burger und Nuggets auf pflanzlicher Basis

3 Extrudierte faserige Produkte auf pflanzlicher Basis

4 Shear cell, Cone cell, Hydrokolloide

5 Insekten, Algen, Pilze

6 In-vitro-Fleisch und 3D-Print

7 Ernährungsphysiologie und Nachhaltigkeitsanalyse

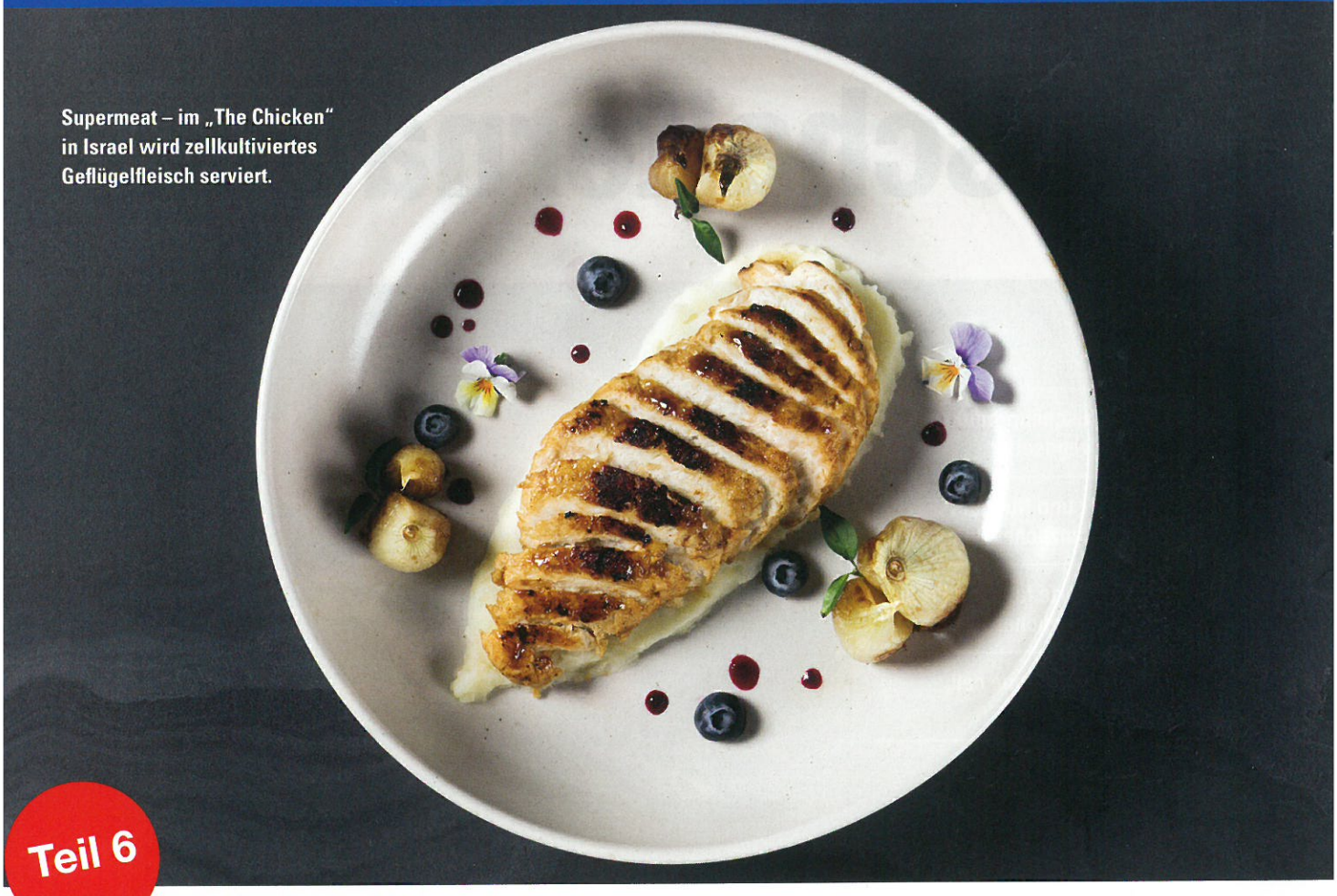
8 Sensorik erfolgreicher Fleischalternativen

KIN Lebensmittel-Institut®

Das Forum des KIN Lebensmittelinstituts im FleischMagazin

Verantwortlich für den Inhalt: KIN-Lebensmittelinstitut
Wasbeker Str. 324 · D-24537 Neumünster

Tel.: +49 (0) 43 21 / 6 01-0 · Fax: +49 (0) 43 21 / 6 01-40
E-Mail: info@kin.de · Web: www.kin.de



Supermeat – im „The Chicken" in Israel wird zellkultiviertes Geflügelfleisch serviert.

Teil 6

Fleischproduktion – neu gedacht

Cultured Meat und 3D Printed Meat

Abgesehen von den pflanzlichen Alternativen, die zusammen derzeit ca. ein Prozent des gesamten „Fleisch-"Marktes ausmachen, stammen alle Fleischprodukte von lebenden Tieren. Die Aufzucht eines Tieres benötigt jedoch ausreichend Nahrung, unter anderem für das Wachstum von Muskelmasse, Blut, Knochen und zum Erhalt des täglichen Stoffwechsels. Wie sehr auch Zuchtfortschritt und Optimierungen in Haltung und Ernährung genutzt werden, die Aufzucht von Nutztieren bleibt ineffizient.

Wenn es gelingt, nur das benötigte Fleisch aus Zellen zu kultivieren, dann könnte Fleisch mit geringerem Ressourceneinsatz und damit weniger starker Umweltbelastung produziert werden. Schätzungen zufolge werden für zellkultiviertes im Vergleich zu konventionell produziertem Rindfleisch 95 % weniger Land benötigt und ca. 70% weniger klimaschädliche Emissionen produziert. Da Fleisch aus Zellkulturen in einem hygienisch sauberen Umfeld produziert wird, gibt es außerdem keinen Schlachtprozess und damit keine Kontamination mit potentiell gesundheitsgefährdenden Erregern wie Salmonellen und E.Coli. Ein weiterer Vorteil von Fleisch aus Zellkulturen ist, dass die für die Tieraufzucht zum Einsatz kommenden Antibiotika nicht benötigt werden und damit die Gefahr von Antibiotikaresistenzen eliminiert wird. Noch dazu sind Produktqualität und -eigenschaften absolut konstant – unabhängig vom Wetter oder anderen externen Umwelteinflüssen, an jedem beliebigen Standort im geschlossenen, kontrollierten System.

Im Jahr 2013 hat Professor Mark Post (Mosa Meat, Maastricht) den ersten rein Zellkultur-basierten Burger der Öffentlichkeit präsentiert. 2021, nur acht Jahre später, können wir – im Trend-Hotspot Club 1880 in Singapur und etwas näher im „The Chicken" in Israel – Fleisch aus Zellkultivierung von der Menükarte bestellen und verzehren.

In-vitro kultiviertes Fleisch

Die Zellkultur von Fleisch basiert im Wesentlichen auf Tissue-Engineering und 3D Zellkultur, Methoden aus der Human-Medizin, durch die es möglich wurde, Gewebe und Organe außerhalb des Körpers wachsen zu lassen, vor allem zum Einsatz als Transplantate.

Der Begriff „Kultur" kennzeichnet den Hauptunterschied zu konventionellem Fleisch. Statt ein Tier aufzuziehen und zu schlachten um das Fleisch zu erzeugen, beinhaltet kultiviertes Fleisch die Vermehrung von Tierzellen in einem Bioreaktor unter Zugabe von Nährstoffen und geeigneten Umgebungsbedingungen für das optimale Wachstum der Zellen.

Novameat hat das derzeit „weltgrößte Stück eines zell-basierten kompakten Fleischanalogs" hergestellt.

Die Kultivierung von Zellen erfolgt in einer Prozessumgebung ähnlich der einer Bierbrauerei bzw. der Produktion von Hefekulturen für die Brot- oder Käseproduktion. Beim kultivierten Fleisch werden allerdings so genannte Eukaryoten tierischer Zellen verwendet, die im Kern auch bereits das Endprodukt darstellen.

Als Basis dienen pluripotente Stammzellen, aus denen durch Zugabe von geeigneten Nährstofflösungen in geeigneter Umgebung Myozyten in Bioreaktoren heranwachsen. Hier ist ein minutiöses Management erforderlich um zu verhindern, dass sich die Stammzellen unerwünscht verändern (zum Beispiel Knochenzellen bilden) oder das Wachstum durch Kontakt mit Stoffwechselprodukten verlangsamt oder gar gestoppt wird.

Um dreidimensionale Strukturen von Muskelfasern zu erzeugen, müssen die Zellen an ein Gerüst andocken. Dieses Gerüst kann ein Hydrogel, zum Beispiel auf Kollagenbasis oder auch Alginat sein.

Die sich bildenden 3D Strukturen benötigen zuletzt noch einen Maturierungs-Prozess: Sie brauchen, um die muskeltypische Elastizität zu erreichen, eine Stimulation durch elektrische Impulse oder Druck- und Zugspannung.

Eat Justs ´Good Meat Cultured Chicken´ ist das erste kultivierte Fleisch-Produkt, das für den Verkauf zum menschlichen Verzehr zugelassen wurde, zunächst begrenzt für Singapur. Die asiatische Metropole ist nicht nur für ihren Vorreiterstatus in Technologien und die kulinarischen Toprestaurants bekannt, sondern auch für das aktive Commitment des Staates in Bezug auf die Förderung und Umsetzung von Nachhaltigkeit und Innovationskultur. Dies macht Singapur zu einem idealen Terrain für ►

Gilt kultiviertes Fleisch auch derzeit noch als exotisch – der Wettlauf um den neuen, interessanten Markt hat längst begonnen.

entsprechende Lebensmittelinnovationen. So ist es nicht verwunderlich, dass die Zulassungsbehörden Singapur nach einem rigiden Prozess das erste Fleisch auf Zellkulturbasis für den Verkehr zugelassen haben. Die Genehmigung wurde von der Singapur Food Agency (SFA) erteilt für ein Produkt mit bovine Serum.

Für 2022 plant Eat Just in Zusammenarbeit mit dem asiatischen Lieferdienst Foodpanda (ein Unternehmen des Lieferdienstgiganten Delivery Hero), drei Gerichte mit kultiviertem Geflügelfleisch zum Anlass des Earth-Days am 22. April jeweils zum Preis von weniger als 15 Euro zu verkaufen – in einer Bambusverpackung und mit E-Bikes an die Kunden ausgeliefert.

Neben Eat Just gibt es eine Vielzahl von Initiativen, ja geradezu einen Wettlauf um die Vorherrschaft in der Entwicklung und dem industriellen Scale-up. Mosa Meat zum Beispiel verwendet für seine Beef Patties Myosatelliten-Zellen. Das sind besondere Stammzellen, die wie alle Stammzellenarten durch eine Biopsie vom lebenden Rind gewonnen und dann zunächst in Bioreaktoren vervielfältigt werden. Durch die Zugabe eines spezifischen Wachstumsmediums differenzieren die Zellen zu Muskelzellen und formen Myotuben, noch weniger als 0,3 mm lang. Diese werden in ein Hydrogel überführt um sie in gleichgerichtete Muskelfasern zu formen. Etwa 20.000 dieser Myotuben werden für einen kleinen Burgerpattie benötigt.

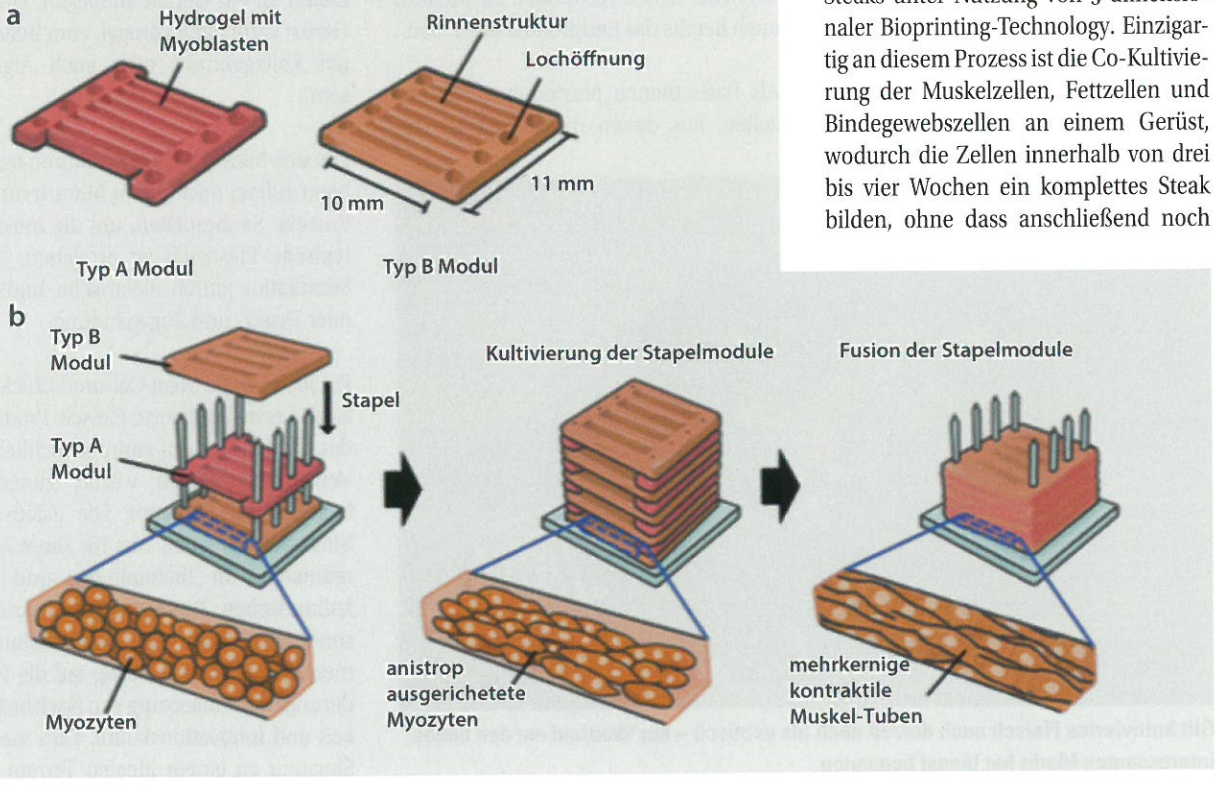
Nach Angaben von Mosa Meat ist es mittlerweile möglich, das Fleisch eines Burgers für rund 9 Euro zu produzieren – die Kosten des ersten Burgers von Begründer Post beliefen sich noch auf 250.000 Euro.

Memphis Meat wendet das gleiche Herstellungsprinzip an und hat allein im Jahr 2020 knapp 200 Mio. Dollar Investments erhalten, unter anderem von Richard Branson, Bill Gates und Tyson Foods. Dennoch will das Unternehmen nicht zu vorschnell den kommerziellen Handel beginnen, da die Vorbereitung des Konsumenten entscheidend für den Erfolg sei.

3D Printed Meats

Aleph Farms (Israel) konzentriert seine Aktivitäten im Gegensatz zu den drei zuvor genannten Unternehmen nicht auf Burger-Type Fleisch, sondern auf die Produktion von kultivierten ganzen Steaks unter Nutzung von 3-dimensionaler Bioprinting-Technology. Einzigartig an diesem Prozess ist die Co-Kultivierung der Muskelzellen, Fettzellen und Bindegewebszellen an einem Gerüst, wodurch die Zellen innerhalb von drei bis vier Wochen ein komplettes Steak bilden, ohne dass anschließend noch

Dreidimensionale Strukturierung von Zellkulturen zu „Muskelfasern“



Die Kultivierung von Zellen erfolgt in einer Prozessumgebung ähnlich der von Brauereien.

eine weitere Strukturierung vorgenommen werden muss. Das Steak kann küchentechnisch normal zubereitet werden. Die Produktionskosten belaufen sich derzeit auf rund 50 Euro.

Anders als bei der 3D-Drucktechnologie von pflanzlichen Proteinen handelt es sich bei der 3D-Bioprinting-Technologie von Aleph Farms um echte lebende Zellen, die dann bebrütet werden um zu wachsen, sich zu differenzieren und zu interagieren, damit sie die Textur und die Eigenschaften eines echten Steaks erhalten. Ein proprietäres System, ähnlich der Vaskularisierung (Bildung von Blutgefäßen), die natürlich in Geweben vorkommt, ermöglicht die Durchströmung von Nährstoffen durch das dickere Gewebe.

Jüngst ist es gelungen, ein dickeres Stück zu produzieren, welches sich in Aussehen, Geschmack und Mundgefühl nicht einfach von einem herkömmlich erzeugten Steak unterscheiden lässt. Es ist ja auch Rindfleisch - nur eben nicht in einem lebenden Tier gewachsen.

Die neueste Entwicklung von Novameat (Spanien) ist ein hybrides Fleischanalog, bei dem die kultivierten Muskel- und Fettzellen in ein biokompatibles, pflanzenbasiertes Gerüst mit einem Volumen von 22.500 mm^3 gebracht wurden. (3,4 x 3,3 x 2 cm) Damit hält das Unternehmen derzeit den Weltrekord für das größte zellkulturbasierte „Whole Cut Meat". Auch wenn dies dem Fleischliebhaber noch als ein winziges Steak erscheinen mag - es gibt keinen Anlass daran zu zweifeln, dass in nächster Zukunft auch ein 600g Steak produziert werden kann.

Ethische und finanzielle Bedenken bedingen Suche nach serumfreien Lösungen

Derzeit werden für in-vitro Fleischzellen mit fötalem Kälberserum (FBS) kultiviert. FBS versorgt die Kulturen mit Hormonen, Wachstums- und Anheftungsfaktoren, Bindungs- und Transportproteinen, zusätzlichen Aminosäuren, Vitaminen, anorganischen Salzen, Spurenelementen sowie Puffer- und Neutralisationssystemen (z. B. Proteaseinhibitoren). Ferner werden mit dem Serum auch Fettsäuren und Lipide in das Kulturmedium eingebracht.

Aus zwei Gründen ist jedoch die Suche nach tierfreien Kulturmedien entscheidend. Zunächst gibt es ethische Bedenken. Fötales Kälberserum wird von Feten trächtiger Kühe gewonnen, der Uterus mitsamt der noch ungeöffneten Fruchtblase wird aus der Karkasse herausgenommen und das fötale Blut mittels Herzpunktion abgesaugt. Man läßt das Blut gerinnen und trennt anschließend das Rohserum durch Zentrifugation vom Blutkuchen ab. Von besonderer Wichtigkeit für die Qualität des Serums ist der dabei durchlaufende Gerinnungsprozess. ►

Verantwortlich für den Inhalt: KIN-Lebensmittelinstitut
Wasbeker Str. 324 · D-24537 Neumünster
Tel.: +49 (0) 43 21 / 6 01-0 · Fax: +49 (0) 43 21 / 6 01-40
E-Mail: info@kin.de · Web: www.kin.de

Serum enthält eine Vielzahl wichtiger Wachstumsfaktoren. Nicht immer ist jedoch auf Grund der spezifischen Situation in den Herkunftsländern gewährleistet, dass die Blutgewinnung unter ethisch akzeptablen Bedingungen erfolgt und der Fetus keinen Schmerz empfindet. Deshalb stellt die Verwendung aus Tierwohl-Sicht keine ideale Lösung dar.

Für den medizinischen Gebrauch wurde in den letzten Jahrzehnten bereits versucht, einzelne Serumbestandteile wie Hormone oder Wachstumsfaktoren, in gereinigter Form oder als rekombinante Produkte einem definierten Kulturmedium zuzusetzen. Dies führte zur Entwicklung von serumfreien, chemisch definierten Medien, die aber noch einiger Optimierung bedürfen.

Ein weiterer Grund für die Suche nach tierfreien Kulturmedien ist die Wirtschaftlichkeit, denn fötale Seren sind schlicht zu teuer für eine wirtschaftliche Produktion kultivierter Fleischprodukte. 80% der Gesamtkosten fallen derzeit auf die Zellkulturmedien selbst, 20% auf die aufwendige Aufbereitung in steriler Umgebung. Selbst optimistische Modellrechnungen des Good Food Institute (GFI) lassen keinen wirtschaftlichen Betrieb unter Verwendung heute verfügbarer Medien darstellen.

Für eine Massenproduktion muss das Medium erheblich kostengünstiger werden, gleichzeitig geeignet für das effiziente Wachstum und Differenzierung spezifischer Zelltypen und vor allem frei von fötalem Kälberserum.

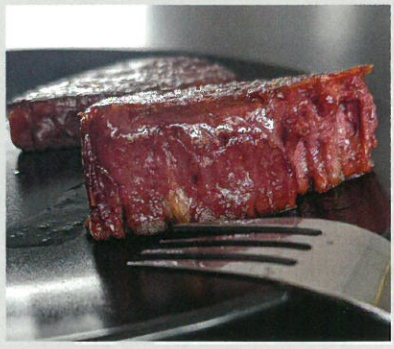
De facto ist die Produktion von In-vitro-Fleisch im industriellen Maßstab heute wirtschaftlich noch nicht darstellbar, was auch nicht verwunderlich ist, denn die eingesetzten Arbeits-Techniken sind aus der Humanmedizin direkt adaptiert. Für eine ausreichende Wirtschaftlichkeit sind zukünftig drei Schlüsselfaktoren zu optimieren: Tierfreie Medien, 3D-Gerüste und die Bioreaktoren. Das Ziel mannigfaltiger Bestrebungen und mit enormen Venture Kapitalsummen ausgestatteter Projekte ist, Myoblasten an einem Gerüst in einem serumfreien Medium im Bioreaktor wachsen zu lassen. Als Gerüst wird eine Matrix benötigt, an der sich die Zellen anheften und dennoch gleichzeitig vervielfältigen bzw. ausdifferenzieren können. Alle eingesetzten Prozesse und

Alternativer Ansatz

Muskelreproduktion durch Rekonstruktion komplexer molekularer Eigenschaften

In den vergangenen Jahren wurden neue Multimaterial 3D Druckmethoden entwickelt, die es erlauben, verschiedene Materialien in einem einzigen Prozessschritt zu drucken und zu verbinden.

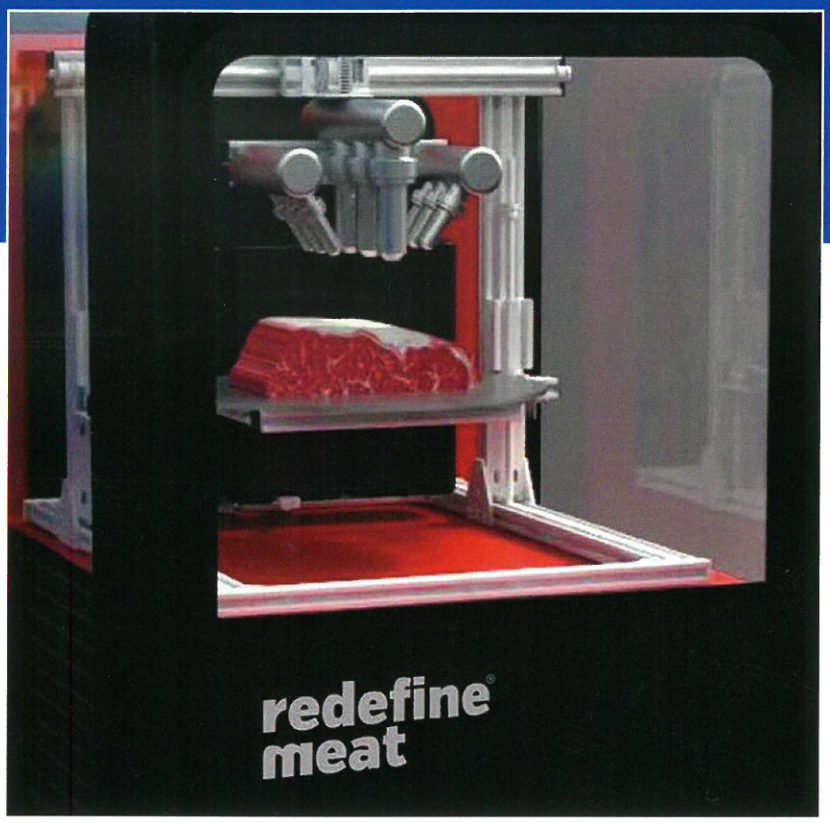
So wie heute der flexible und stabile Rahmen, die weichen Nasenbügel und die Gläser einer Sonnenbrille in nur einem Schritt additiv gedruckt werden, besteht auch das Potenzial, komplexe Strukturen des Muskels zu replizieren. Komplexität zu nutzen statt zu vermeiden ist hier der Denk- und Arbeits-Ansatz. Ziel ist eine Matrix zu drucken die schmeckt und auch aussieht wie das Original vom ganzen Tier. Lage für Lage werden hier programmierte Strukturen addiert, die Möglichkeiten der Variation sind beinahe unbegrenzt.



Ein Steak. Pflanzenbasiert? Zellkultiviert? Aus konventioneller Tierhaltung?

Im Beispiel des Novameat werden pflanzliches „Blut", Fette und Eiweiß entsprechend einer digital entworfenen Struktur gedruckt. Die Herausforderungen liegen hier im Design der digitalen Strukturmodelle und der Skalierung/Überführung in Massenfertigung. Eventuell ist aber auch ein disruptiver Ansatz erfolgversprechend: der Selbstdruck von individualisierten Rezepten zuhause oder im Restaurant auf dem eigenen 3D Drucker, z.B. ein Stück selbstgedrucktes „Fleisch mit den Charakteristiken eines Wagyu Rindes", „Private Selection der Morgan Ranch aus Nebraska" oder ein cholesterinarmes, marmoriertes Fleisch des längst ausgestorbenen Auerochsen (Bos primigenius), rekonstruiert aus dem ursprünglichen Genmaterial.

Verrückte Zukunftsutopie? Zumindest verfolgt das Unternehmen Redefine Meat (TelAviv) mit Investitionsunterstützung unter anderem der PHW-Gruppe diese Route.



Redefine Meat 3D-Drucker.

Materialien müssen dabei lebensmitteltauglich sein.

Finale Herausforderung ist Konsumentenakzeptanz

Kulturelle Barrieren und Gewohnheiten beeinflussen in hohem Maße was wir essen. Entsprechend sind fundamentale Änderungen in der Ernährung extrem selten und schwer durchzuführen. Westliche Kulturen haben es nicht gelernt, Insekten als Nahrung anzusehen, der Verzehr von Fleisch hingegen wird früh in der Familie sozialisiert. Neuartigen Lebensmitteln wird eine gewisse Skepsis entgegengebracht. Entsprechend bemühen sich die Protagonisten des in-vitro Fleisches um eine einfach nachvollziehbare, transparente Kommunikation. Dabei sind Wahl der richtigen Namen, Beschreibungen und Abgrenzung zu unerwünschten Themen wie Labor/Gentechnik/Kunstfleisch essenziell. Ein Erklär-Ansatz besteht darin, die Kultivierung von Pflanzen mit der von kultiviertem Fleisch zu vergleichen und damit eine natürliche Analogie herzustellen. Diese Aufklärungsarbeit und der generelle Zeitgeist scheinen dabei erste Früchte zu tragen.

Eine aktuelle Studie mit jeweils mehr als 2.000 Konsumenten in den USA und Großbritannien untersuchte die generelle Akzeptanz, speziell auch in verschiedenen Altersgruppen.

Die Mehrheit der Probanden kannte kultiviertes Fleisch nicht. Nach einer Beschreibung der Produkt-Innovation konnten sich 40% der Verbraucher sehr gut oder extrem wahrscheinlich vorstellen, kultiviertes Fleisch einmal zu probieren. Diese „frühen Adopter" würden sich ein solches Produkt sogar als regelmäßigen Teil ihres Einkaufskorbes wünschen. Unter diesen Konsumenten sind besonders viele jüngere Konsumenten der Generation Z und Millenials anzutreffen, Menschen, die zudem liberal in ihrer Wertestruktur und mit höherem Bildungsgrad ausgestattet sind.

Diese positiven Einstellungen zu kultiviertem Fleisch wurden auch in einer ähnlichen Untersuchung in Frankreich und Deutschland bestätigt (gespiegelt). Unerlässlich ist eine Zusammenarbeit mit den Zulassungsbehörden. Selbst wenn sich die Konsumentenakzeptanz schnell entwickelt, so dauert der Prozess von der Entwicklung bis zur Markteinführung definitiv einige Jahre, denn es handelt sich beim kultivierten in-vitro Fleisch um ein Novel Food und nicht einfach um Fleisch im lebensmittelrechtlichen Sinn.

Es ist also durchaus sinnvoll, die langwierigen Prozesse zur Erlangung der Zulassung früh zu starten und die Zulassungsbehörden entsprechend eng einzubeziehen.

Das KIN betreibt derzeit keine aktiven Forschungs-Projekte im Bereich der Zellkultur, Mitglieder des Lebensmittelinstituts KIN e.V. sind aber in den verschiedenen Teilbereichen der Entwicklung und Herstellung von zellkultiviertem Fleisch tätig. Richten Sie Ihre Anfragen gerne an mich und wir stellen einen Kontakt her. ■

Kontakt

Beate Vogelsang
Dipl.-Ing. Lebensmitteltechnologie
Stellv. Geschäftsleitung
Gegenprobensachverständige
Telefon: +49 4321 601-57
Fax: +49 4321 601-33
E-Mail: vogelsang@kin.de