

# Fleisch ohne Tier

In Zukunft sollen Hamburger und Steaks in der Biotechfabrik statt auf dem Bauernhof hergestellt werden

Forscher wollen die Fleischherstellung revolutionieren. Die Nahrungsmittelkrise sowie ethische und ökologische Anliegen liefern ihnen gute Gründe. Bereits in zehn Jahren könnten wir erste Fleischklösse aus dem Labor essen.

FABIO BERGAMINI

In riesigen Wassertanks werden Fleischstücke rhythmisch gedehnt, gestossen und gebogen. Sie stammen nicht aus einem Schlachthof, waren in dieser Form nie Teil eines Tiers, und doch handelt es sich um echtes Muskelfleisch vom Rind. Es hat seinen Ursprung in einer winzigen Muskelprobe. Im Reagenzglas wurden die Muskelzellen mithilfe geeigneter Botenstoffe vermehrt, und in den grossen Tanks wachsen die künstlichen Muskeln jetzt weiter. Über ein Grundgerüst aus biologisch abbaubarem Material werden sie mit Nährstoffen versorgt und – analog zum Training eines richtigen Muskels – mechanisch bewegt, damit die Textur dem des bekannten Fleisches ähnlich wird.

Dieses Szenario ist Zukunftsmusik. Es ist allerdings nicht der lebhaften Fantasie eines Science-Fiction-Autors entsprungen, sondern ein ernsthaft verfolgtes Ziel von Wissenschaftlern, das schon bald Realität sein könnte. In-vitro-Fleisch nennen sie das Kunstfleisch aus dem Reagenzglas. Forscher aus Norwegen, den Niederlanden und den USA haben sich jetzt im In-vitro-Fleisch-Konsortium zusammengeschlossen mit dem Ziel, Kunstfleisch auf unsere Teller zu bringen.

Sie forschen für einen lukrativen Markt: Noch nie wurde auf der Welt so viel Fleisch konsumiert wie heute. In den letzten Jahren ist die Nachfrage vor allem in Schwellen- und Entwicklungsländern stark gestiegen; die Ernährungsgewohnheiten nähern sich dort denen des Westens. Und die Nachfrage wird weiter zunehmen: Laut der Welternährungsorganisation FAO wird sich der weltweite Fleischmarkt bis ins Jahr 2050 noch einmal verdoppeln. Die Versorgung der Weltbevölkerung mit Fleisch wird zunehmend zur Herausforderung, kleine Effizienzsteigerungen in der Fleischproduktion dürften nicht reichen. Das In-vitro-Fleisch-Konsortium bereitet deshalb einen technologischen Quantensprung vor: Fleisch ohne Tier.

Ganz neu ist die Idee freilich nicht, und bereits in der Vergangenheit waren Politiker von ihr fasziniert. Winston Churchill prognosti-



So stellt sich ein Designer das Fleisch der Zukunft vor – bloss die Gemüsebeilage bleibt natürlich. DRESSING THE MEAT OF TOMORROW BY JAMES KING

zierte 1932 in einem Essay: «In fünfzig Jahren werden wir der Absurdität entflohen sein, ein ganzes Huhn zu züchten, nur um dessen Brust und Flügel zu essen. [Vielmehr werden wir] diese Teile einzeln in einem geeigneten Medium züchten.» Churchills Voraussage war zwar zeitlich zu ambitiös, doch heute scheint sein Ziel erstmals ins Griffnähe zu sein.

## Blutgefässe als Herausforderung

«Kleinste Muskelstücke wurden bereits im Labor hergestellt. Die Grundlagen dazu sind erarbeitet», sagt Stig Omholt, Biologe an der Norwegischen Universität für Lebenswissenschaften und Vorsitzender des In-vitro-Fleisch-Konsortiums. Forscher sind jetzt daran, die Prozesse, die im Kleinen funktionieren, auf grössere Massstäbe umzumünzen.

Eine Knacknuss auf dem Weg zu Steaks aus dem Labor sind die feinen Blutgefässe im echten Muskelfleisch. Die Wissenschaftler sind noch weit davon entfernt, solche Gefässe künstlich nachzubilden. Entrecte aus dem Labor, saignant gebraten, wird es deshalb wohl so schnell nicht geben. Für die Herstellung von Hackfleisch sei man hingegen nicht auf Blutgefässe angewiesen. «In zehn Jahren könnte künstliches Hamburgerfleisch auf dem Markt sein», sagt Omholt.

Um dereinst auch dicke Stücke durchblutetes Muskelfleisch künstlich herzustellen, arbeiten die In-vitro-Fleisch-Forscher eng mit Stammzellforschern zusammen. Diese verfolgen vergleichbare Ziele: In ferner Zukunft möchten sie aus Stammzellen ganze durchblutete Organe wie Lebern, Nieren oder Herzen für die Transplantation beim Menschen herstellen. Omholt ist optimistisch, dass einmal komplexe Muskeln und Organe im Labor gezüchtet werden können. Es dauert allerdings noch sehr lange, bis dies möglich sein wird. Um im Detail zu verstehen, wie Gewebe entstehen, müssten noch viele Grundlagen erforscht werden.

Nach Ansicht seiner Promotoren hat Kunstfleisch viele Vorteile. So sei etwa die Lebensmittelsicherheit einfacher zu gewährleisten, schreibt New Harvest, eine amerikanische Organisation zur Finanzierung der In-vitro-Fleisch-Forschung. Bei herkömmlichem Fleisch hingegen komme es regelmässig zu Verunreinigungen mit Bakterien wie Salmonellen oder Campylobacter und damit zu Lebensmittelvergiftungen. Alleine in den USA müssen deswegen pro Jahr 300 000 Personen ins Spital eingeliefert werden, 5000 Personen sterben daran.

In-vitro-Fleisch-Forscher werden zudem von Kreisen unterstützt,

welche die industrielle Fleischproduktion, wie wir sie heute kennen, aus ökologischen Gründen kritisieren. Wegen des immensen Land- und Wasserbedarfs (vor allem für die Bewässerung in der Futtermittelproduktion) gilt Fleisch unter Experten generell als ein wenig nachhaltig produziertes Nahrungsmittel. Um Fleisch für ein Steak zu produzieren, braucht ein Rind Nährstoffe und Energie, um den ganzen Körper aufzubauen. Nur einen kleinen Teil davon essen wir.

Unter der heute prosperierenden Fleischwirtschaft leidet auch das Weltklima: Das von Tieren ausgestossene Methan ist ein starkes Treibhausgas. Mit einem Anteil von 18 Prozent an der vom Menschen verursachten Klimaerwärmung schlägt die weltweite Fleischproduktion stärker zu Buche als der ganze Transportsektor, rechnete die britische «Times» vor.

## Millionen-Jackpot

Fleisch ganz ohne Schlachtung ist auch aus tierethischen Gründen eine verlockende Alternative: Ende April hat die internationale Tierrechtsorganisation Peta einen Preis von einer Million Dollar ausgeschrieben. Er geht an diejenige Person, die als erste bis 2012 eine Methode zur künstlichen Herstellung von Fleisch präsentiert. Nach den

strengen Wettbewerbsregeln soll das künstliche Fleisch im Mund nicht vom richtigen zu unterscheiden sein, seine Herstellung soll zudem genügend billig sein, um auf dem Markt zu bestehen. Experten bezweifeln allerdings, dass ein Forscher bis in vier Jahren diesen Jackpot knackt. Die Herstellung von Kunstfleisch ist im Moment noch schlicht zu teuer. Mit der heutigen Technologie würde ein 100-Gramm-Plätzli eine halbe Million Franken kosten.

Die Kunstfleischforschung hat eben erst begonnen, mit Optimierungen und der grosstechnischen Herstellung werden die Preise freilich fallen. Dennoch dürfte es eine Herausforderung bleiben, Kunstfleisch wirtschaftlich konkurrenzfähig zu machen. Eine weitere Hürde wird die Akzeptanz bei den Konsumenten sein. Im Gegensatz zu bereits heute erhältlichen Fleischsubstituten wie dem aus Soja hergestellten Tofu und dem Pilz-Produkt Quorn handelt es sich bei In-vitro-Fleisch zwar um echtes tierisches Muskelfleisch – und es soll mit diesem Geschmack, Konsistenz und Nährwert teilen. Dennoch bleibt es abzuwarten, ob die Konsumenten tierisches Kunstfleisch aus der Fabrik einmal eher akzeptieren werden als heute die vegetarischen Fleischersatzstoffe.

## Blumen in der Sahara

**ARCHÄOLOGIE** Amerikanische Wissenschaftler haben mitten in der Sahara Hinweise aus einer Zeit entdeckt, in der die riesige Wüste noch grün war. In der Ténéré-Wüste im Niger fanden sie etwa 200 Gräber mit Überresten von Menschen, die vor Tausenden von Jahren in dem damals noch fruchtbaren Gebiet lebten. Eine Frau und zwei Kinder sind bei ihrer Beisetzung offenbar auf Blumen gebettet wurden, wie Überreste von Pollen zeigen. Ausserdem fanden die Wissenschaftler Knochen von Tieren, die nicht in der Wüste leben. Darunter seien Arten, die heute beispielsweise in der Serengeti in Kenia vorkommen wie etwa Elefanten, Giraffen, Kuhantilopen und Warzenschweine. Paul Sereno von der Universität von Chicago und seine Kollegen stellten die entsprechenden Ergebnisse gestern auf einer Pressekonferenz der National Geographic Society vor. (ap)

## Bluthochdruck bei Frühchen

**FASTFOOD** Frühgeborene und Neugeborene mit Untergewicht neigen zu erhöhtem Blutdruck und anderen Herz- und Kreislauferkrankungen im späteren Leben. Mit einer salzarmen Ernährung können die Eltern das Risiko aber eindämmen. Dies besagt eine Forschungsarbeit eines Teams um Giacomo Simonetti vom Inselhospital, die diese Woche veröffentlicht wurde. In der Studie wurden 50 Kinder mit einem Durchschnittsalter von 11 Jahren untersucht. Von den besonders klein geborenen Kindern darunter litt nahezu die Hälfte an einer erhöhten Salzpempfindlichkeit, die sonst bei Kindern selten ist. Die Forscher stellten dies fest, indem sie den Blutdruck unter normaler Kost und unter einer stark salzhaltigen Diät massen, vergleichbar mit gängigem Fastfood.

Die Ärzte erklärten, dass Kinder, die als Frühchen oder mit Untergewicht zur Welt gekommen sind, tendenziell schwache und zu kleine Nieren haben. Damit steige ihr Risiko, lebenslang unter zu hohem Blutdruck zu leiden. Da eine übermässig salzhaltige Ernährung mit Fastfood bei diesen Kindern zu höherem Blutdruck oder später gegebenenfalls zu Bluthochdruck mit den bekannten Risiken wie Herz- oder Hirnschlag führe, empfehlen die Ärzte den Kindern mit niedrigem Geburtsgewicht einen lebenslangen Verzicht auf übermässigen Kochsalzkonsum. Eltern könnten mit einem gesunden Ernährungsverhalten zur Gesundheit ihrer Kinder beitragen. (pd)

## WISSENSTIPP

### Rappende Cern-Forscher

Am 10. September nimmt der Teilchenbeschleuniger LHC am Cern seinen Betrieb auf. Teilchenphysiker aus aller Welt erwarten sehnsüchtig diesen Tag. Haben Sie sich auch schon gefragt, wie sich die Forscher bis dahin die Zeit vertreiben? Oder haben Sie sich ganz grundsätzlich gefragt, wie der neue Teilchenbeschleuniger funktioniert?

Das Internet liefert die Antwort auf beide Fragen – zumindest teilweise: Eine kleine Gruppe von Wissenschaftlern zeichnete kürzlich in den Katakomben des kreisförmigen Beschleunigers ein **Musikvideo** auf. Rappende Forscher erklären im Rhythmus der zirkulierenden Protonen und zerfallenen Higgs-Teilchen die Funktion des LHC. Das Niveau eines **Volkshochschulkurses in Teilchenphysik** erreicht das Video knapp nicht, doch der Spassfaktor ist gross. Zu sehen ist es auf [www.vimeo.com/1431471](http://www.vimeo.com/1431471). (bef)

## ABTEILUNG FÜR LEBENSMITTELKUNDE

# Das Weltverbesserungsmüesli

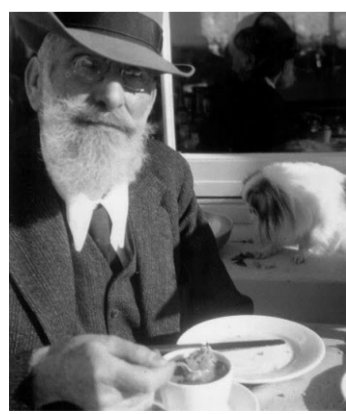
Ziemlich unscheinbar steht es heute in den Kühlvitrinen, blossrosa unter Cellophan, und so sieht man dem Birchermüesli die revolutionäre Mission nicht mehr an, mit der es einst beauftragt war: «Rettung der Menschheit» – nicht weniger hatte sich sein Erfinder vorgenommen. Maximilian Bircher-Benner (1867–1939) war Arzt, Lebensreformer und einer jener Fortschrittskritiker, die das grösste Unheil ihrer Zeit auf dem Esstisch sahen. Während sich die bürgerliche Gesellschaft an Schweinebauch, Speck und Braten hielt (und die Arbeiter davon träumten), war für ihn gerade das der Weg ins Verderben.

Sich selber glaubte Bircher mit Apfelschnitzen von Gelbsucht geheilt zu haben. Er propagierte eine Ernährung nach dem Vorbild der Natur und erfand das Müesli, das vor allem aus geraffelten Äpfeln be-

stand. Damit stiess er die Schulmedizin vor den Kopf: In einer Gesellschaft, die von Fabriken und Maschinen fasziniert war, stellten sie sich den Menschen vor wie einen Dampfmotor, der die Nahrung verbrennt, und als bester Brennstoff galt das Fleisch. Bircher dagegen setzte Pflanzliches vor Tierisches, Rohes vor Gekochtes, «Sonnenlichtwert» vor Proteingehalt – er kehrte die herrschende Ernährungslehre um. Und das noch vor der Entdeckung der Vitamine.

Auf die Idee für sein Müesli wollte Bircher beim Wandern gekommen sein, in einer Alphütte, wo er mit einer Kost aus Körnern, Nüssen, Obst und Milch bewirtet wurde. Zurück zur Natur, zum vorindustriellen Hirtenleben, zu Einfachheit und Übersichtlichkeit, wie sie die Ahnen kannten: Im Müesli steckt auch eine Verlusterfahrung. Die

Industrialisierung hatte das Leben umgewälzt, und der Doktor wollte wieder Ordnung in dieses Chaos bringen. Der Ritter der Rohkost sprach von den «Ordnungsgesetzen des Lebens», und in der Zusammensetzung eines Apfels er-



«Selbstüberwindung»: Doktor Bircher isst von seiner Erfindung. BIRCHER-BENNER-ARCHIV, UNI ZÜRICH

kannte er jene natürliche Harmonie, die die «degenerierte» Zivilisation verloren habe.

«Bircher projizierte die Ängste, die die Konservativen angesichts des gesellschaftlichen Wandels quälten, auf den Dickdarm», so sagt es der Historiker Albert Wirz. Was das heisst, erfuhren die vermögenden Patienten, die sich in Birchers Sanatorium «Lebendige Kraft» am Zürichberg ihre zerrütteten Nerven und ihre verstimmten Mägen kurieren liessen: mit Waschungen und Abreibungen, Vibrationsmassagen und Fichtennadelbädern, dann früh ins Bett und früh auch wieder auf. Bircher verlangte «Ordnung, Regelmässigkeit und Pünktlichkeit», predigte «Selbstüberwindung», und dazu servierte er sein Müesli. Dem Schriftsteller Thomas Mann zum Beispiel anno 1909, und dem gefiel es zuerst gar nicht in diesem «hygie-

nischen Zuchthaus». «Zu Anfang stand ich ständig mit trotzigen Entschlüssen ringend vor meinem Koffen», schrieb er später. «Aber meine störrische Verdauung besserte sich ins Erstaunliche, Niedagewesene.»

Dass Birchers Müesli neben Äpfeln, Nüssen, Mandeln und Zitronensaft schon im Originalrezept auch Kondensmilch und Haferflocken enthielt, Industriefabrikate also, gegen die Bircher angetreten war: Das hat ihn nie gestört, den radikalen Doktor, Vegetarier und Abstinenzler und erst spät anerkannten Modernisierer der Ernährungslehre. Und auch den globalen Erfolg seiner Diät hat es nicht behindert. «Müesli» ist wohl das einzige schweizerdeutsche Wort, das den Weg in die Welt hinaus geschafft hat und fast überall verstanden wird: als «Müesli», «muesli», «musli» oder – polnisch – «mussly».

Daniel Di Falco