

BRANDENBURG
Ein Dorf und
sein Naziproblem

UKRAINE
Das Blutbad, mit dem
der Krieg begann

STEAKHAUS-KÖNIG
Wie Eugen Block
um seine Enkel kämpft

»Ich würde euch nicht beschützen«

Braucht
Deutschland jetzt
die **Bombe?**





Fermenter bei der Firma Infinite Roots in Hamburg: Jahrtausendealte Kulturtechnik des Brauens und Gärens

Johannes Ait / DER SPIEGEL

Mit der Kraft der Pampe

ERNÄHRUNG Weltweit arbeiten Start-ups daran, Burger, Fischstäbchen und Frischkäse ohne Tiere herzustellen, mithilfe von Zellkulturen. Produkte wie Laborfleisch und tierfreie Milch aus dem Bioreaktor sind nachhaltiger als pflanzliche Alternativen und könnten die Lebensmittelbranche revolutionieren.

Die kleinen Bällchen wirbeln in dem silbrigen Bottich umher wie Derwische. Sichtbar sind sie nur durch ein schmales Fenster, das den Blick freigibt auf einen gelbbraunen Brei im Inneren. Was hier heranwächst, sind die Wurzelzellen von Pilzen, gemeinsam Myzel genannt. Kaffeesatz, Biertreber und Molkereireste nähren die Winzlinge. Feinste Fühler im Inneren des Tanks messen Temperatur, pH-Wert und Sauerstoffgehalt.

»Wir schaffen ideale Bedingungen für das Wachstum des Myzels«, sagt Philipp Göpel, Biotechnologe des Start-ups Infinite Roots aus Hamburg. Als »pastös« beschreibt er die Masse, die dem Fermenter schließlich entnommen wird. Aus ihr lasse sich fast alles machen, berichtet Göpel. Gleich nebenan ist die Testküche von Infinite Roots. Würstchen und Bällchen aus Pilzmyzel entstehen dort, Pastafüllungen und Soßen.

»Sogar Myzelium-Eiscreme habe ich schon probiert«, sagt der Biotechnologe. Das Beste an all diesen Produkten? Die »Umami-Note«, japanisch für »wohlschmeckend, köstlich und würzig«, jener fünfte Geschmack, den der Mensch neben süß, sauer, salzig und bitter wahrnehmen kann und der auch in Fleisch und Röstaromen steckt.

»Wir entwickeln die nächste Generation schmackhafter Lebensmittel«, sagt Firmenchef Mazen Rizk, der Infinite Roots 2018 zusammen mit der Produktentwicklerin Cathy Hutz und dem Biotechnologen Thibault Godard gründete. Gerade hat die Firma 58 Millionen Dollar Risikokapital eingesammelt. Die Rewe-Group, die Hans Riegel Holding (Haribo), der Europäische Innovationsfonds EIC und eine Tochter des thailändischen Agrarunternehmens Betagro haben investiert. Das langfristige Ziel ist groß: »Den monumentalen Wandel zu

einem nachhaltigeren und gesünderen Lebensmittelsystem anzuführen«, sagt Rizk.

Infinite Roots steht beispielhaft für einen Industriezweig, der die Lebensmittelbranche revolutionieren könnte. Weltweit arbeiten Start-ups daran, Steaks, Fischstäbchen, Käse und Eier ganz ohne Tiere herzustellen, mithilfe von Zellkulturen.

»Zelluläre Landwirtschaft« wird die Verheißung genannt, Fermenter sind die Werkzeuge der neuen Hightechbauern. Pilzmyzelien, Bakterien oder Mikroalgen gedeihen in den Bioreaktoren in nahrhaften Plörren. Nach der Ernte können sie zu Lebensmitteln verarbeitet werden. Designer-Hefen oder andere Mikroorganismen produzieren Eiweiße, mit denen sich Milch, Käse und Joghurt herstellen lassen – gänzlich ohne Kühe.

Andernorts vermehren Biotechnologen Muskelzellen von Nutztieren. Aus der Zell-

pampe entstehen Hackbällchen, Geschnetzeltes oder Steaks. Kein Rind, Schwein oder Huhn muss dafür sterben.

Bislang galten Fleischersatzprodukte aus Soja, Lupinen oder Erbsen als ökologischste Fleischalternative und Ernährungstrend der Zukunft. Doch ihr Anbau beansprucht große Ackerflächen und Wassermengen. Kulturfleisch und Milch aus dem Bioreaktor sind dagegen noch deutlich ressourcenschonender.

Start-ups wie Perfect Day (tierfreies Molkenprotein), Solar Foods (eiweißreiches Bakterienmehl) oder die Hamburger Firma Bluu Seafood (Fischzellen) versuchen derzeit, ihre Produkte auf den EU-Markt zu bringen.

Schon von 2026 an könnten die ersten dieser Lebensmittel auch preislich mit herkömmlichen Produkten konkurrieren, sagt Ivo Rzegotta vom branchennahen Thinktank Good Food Institute (GFI).

Olaf Koch, ehemaliger Vorstandschef des Großhändlers Metro und heute Partner des Food-Investmentfonds Zintinus, sieht gute Chancen für die neue Branche. »Global droht ein Proteinengpass, den wir mit Tierproduktion allein nicht werden lösen können«, sagt er. Die Umgestaltung der Lebensmittelproduktion sei eine der »dringlichsten Herausforderungen unserer Zeit«. Die Investmentfirma Bryan, Garnier & Co. schätzt, dass der Markt für zelluläre Landwirtschaft und Fermentation bis zum Jahr 2030 rund 130 Milliarden Dollar erreichen wird.

Bis zur Jahrhundertmitte werden auf der Erde rund zehn Milliarden Menschen leben. Sie alle mit Eiweiß zu versorgen ist eine epochale Aufgabe. Um 70 Prozent muss die Nahrungsmittelproduktion bis 2050 ansteigen, der Bedarf an Proteinen wird um 78 Prozent wachsen. Die herkömmliche Landwirtschaft wird das allein nicht leisten können. Mit ihren Düngemitteln und Pestiziden, vor allem aber mit ihrer maßlosen Viehwirtschaft belastet sie schon heute den Planeten.

Rund 18 Prozent der menschengemachten Klimagase entstehen bei der Fleischproduktion, schätzt die Uno. Etwa 70 Prozent der landwirtschaftlich nutzbaren Fläche der Erde dienen der Viehhaltung und dem Anbau von Futtermitteln. Entwaldung, Wüstenbildung, Wasserknappheit, Artensterben – all dies wird auch den Nutztieren angelastet.



Bluu-Seafood-Chef Rakers: »Europa muss jetzt Gas geben«



Fermenter-Fleisch*: Rund 92 Prozent weniger Klimagase



Infinit-Roots-Chefs Hutz, Rizk: Natürlicher Biss

Die Fleischwirtschaft ist daher jene Branche, in der ein Umbruch am dringlichsten erscheint. Schon beginnen einige der größten Fleischkonzerne der Welt, wie das brasilianische Unternehmen JBS, sich für die Zellkultivierung zu interessieren. Auch deutsche Unternehmen wie Rügenwalder Mühle, InFamily Foods und die PHW Group investieren in die Branche. In den USA und in Singapur sind erste Produkte aus kultiviertem Hühnerfleisch zugelassen. In Israel könnte bald Rindfleisch aus dem Bioreaktor marktreif werden.

Pionier ist dort die 2017 gegründete Firma Aleph Farms aus Rehovot, südöstlich von Tel Aviv. Trotz des Kriegs im eigenen Land gelang es dem Team um Chef Didier Toubia im Januar, den Segen des israelischen Gesundheitsministeriums für seine »Aleph Cuts« zu bekommen. Die Retortenware sieht aus wie Fleisch, sie brät wie Fleisch, sie soll auch so schmecken wie Fleisch, versichert Toubia am Telefon. Kein Wunder: Die Aleph Cuts bestehen zu guten Teilen aus Rinderzellen. Dafür verantwortlich ist Lucy, ein Black-Angus-Rind aus einem kalifornischen Zuchtbetrieb. »Wir brauchten eine Quelle für erstklassige Zellen, Lucy hatte sie«, erläutert der Gründer. Das Rind starb im Juni 2022. In den Eisschränken von Aleph Farms jedoch ist es fast unsterblich.

Noch zu Lebzeiten entnahmen Experten dem Tier Eizellen, befruchteten sie und ließen sie für kurze Zeit heranwachsen. Dann isolierten sie sogenannte Stammzellen, undifferenzierte Zellen, die sich in jede beliebige Körperzelle fortentwickeln können. Damit war der Grundstock gelegt für »Tausende Tonnen Steak«, sagt Toubia. Die Stammzellen können weiter vermehrt und so beeinflusst werden, dass sie zu Muskel- und Fettzellen reifen. Schließlich wird der Zellbrei mit einer Stützstruktur aus Soja- und Weizenproteinen in Form gebracht, fertig ist das »Hybridprodukt«, wie Toubia es nennt.

In einer Pilotanlage will Aleph Farms die Produktion nun zunächst auf mehrere Tonnen Kulturfleisch hochfahren. Auch in der Schweiz, in Singapur, in Großbritannien und in den USA haben die Israelis Zulassungsanträge für ihre Cuts gestellt.

Ähnlich wie Aleph Farms versuchen mehr als 150 Start-ups weltweit, die Fleisch- und Fischproduktion zu revolutionieren. Das Spektrum der Anwendungen ist breit gefächert – von Hühnerfleisch bis Fett, von Rindermuskel bis Gänseleber.

Die Firmen wollen beweisen: Es braucht keine ganzen Tiere, um Fleisch

* Bei der Firma Aleph Farms in Israel.

herzustellen. Ein Steak aus dem Fermenter würde, verglichen mit herkömmlichem Rindfleisch, bis zu 90 Prozent weniger Land verbrauchen, haben Forscher aus Delft errechnet. Rund 92 Prozent weniger Klimagase würden entstehen, die Produktion im Fermenter wäre bis zu 36-mal effizienter.

Einige wenige Tiere könnten ausreichen, um als Zellspender die ganze Welt mit Eiweiß zu versorgen – und das auch noch gesünder: Kultiviertes Fleisch kann ohne Antibiotika hergestellt werden. Auch die Gefahr von Pandemien scheint gebannt. Ohne Tiere kann es kaum Krankheitserreger geben, die auf den Menschen überspringen, keine Bakterien wie Campylobacter oder Salmonellen, die Lebensmittelvergiftungen auslösen.

Ist Kulturfleisch also die naheliegende Lösung für die weltweit drohende Eiweißlücke? Noch sind viele Fragen ungeklärt. Dazu gehört die Ernährung der Zellen im Bioreaktor.

Ein komplexer Cocktail ist notwendig, um tierische Zellen zu vermehren. Lange nutzten die Kulturfleischzüchter fetales Kälberserum dafür, gewonnen aus dem Blut ungeborener Kühe. Der Stoff ist nicht nur ethisch bedenklich, sondern auch zu teuer. Firmen wie Aleph Farms lassen die Wachstumshelfer deshalb von genmodifizierten Hefen produzieren oder gewinnen sie aus Pflanzen.

Trotzdem fällt es der Branche noch schwer, das Kulturfleisch zu wettbewerbsfähigen Preisen herzustellen. Analysten halten es deshalb für unwahrscheinlich, dass Steaks aus dem Bioreaktor schon bald den Massenmarkt erreichen werden. Wirtschaftlich vielversprechender erscheint es, Eiweiße mit primitiveren Organismen wie Pilzen oder Bakterien herzustellen.

Das Verfahren knüpft an die jahrtausendealte Kulturtechnik des Brauens und Gärens an. Von jeher nutzen Menschen die Fähigkeit von Mikroben, organisches Material in eine nahr- und schmackhaftere Form zu verwandeln. Diese Kunst treiben die neuen Fermentationsgurus nun auf die Spitze.

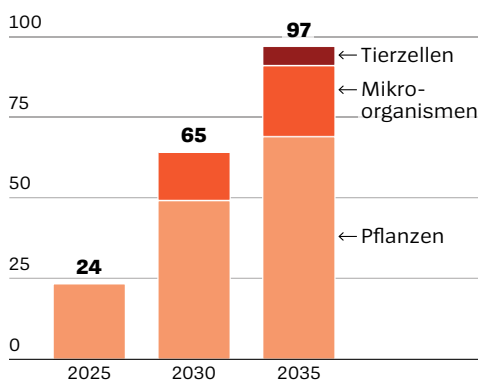
Im finnischen Vantaa, einem Vorort von Helsinki, residiert das Start-up Solar Foods. Firmenchef Pasi Vainikka und sein Team haben eine besonders verblüffende Methode gefunden, Lebensmittel zu erzeugen. Mikroorganismen, Wasserstoff und Kohlendioxid – viel mehr brauchen die Experten nicht für ihre Nahrungsproduktion.

Bakterien der Gattung Xanthobacter, die normalerweise im Boden leben, leisten das Erstaunliche. Sie können Wasserstoff oxidieren und vermehren sich dabei massenhaft zu einem goldgelben Brei. Getrocknet wird daraus essbares Mehl, das laut Solar Foods zu 65 bis 70 Prozent aus Eiweiß besteht.

Biomasse-Fermentation heißt die Methode, »Solein« nennt die Firma ihr Produkt. Besonders gut eignet es sich als Ei-Ersatz, es kann aber auch zu Lebensmitteln verarbeitet werden, die an Frischkäse, Milch und Hackfleisch erinnern. Umweltschützer feiern das Bakterienmehl als Durchbruch. Außer

Neues Eiweiß für die Welt

Alternative Proteinquellen, prognostizierter globaler Verbrauch, in Millionen Tonnen



Quelle: Boston Consulting Group, Blue Horizon

dem Platz für den Bioreaktor wird keine weitere Fläche benötigt. Die Herstellung verbraucht wenig Energie bei gleichzeitig niedrigen Emissionen.

Andere Firmen nutzen Hefen oder andere Mikroorganismen als kleine Rohstofffabriken. Bei dieser sogenannten Präzisionsfermentation werden die Winzlinge gentechnisch so verändert, dass sie beispielsweise Molkenprotein herstellen, Grundstoff vieler Milchprodukte wie Frischkäse, Sahne, Joghurt oder Eiscreme. Insgesamt sind in den USA bereits an die 30 solcher »tierfreien« Milchprodukte im Handel erhältlich. Auch Eiprotein, Fette oder Inhaltsstoffe wie Vitamine und Geschmacksstoffe können mit der Methode hergestellt werden. Dass dies bald in größerem Maßstab geschehen wird, erscheint fast zwangsläufig.

Die US-Denkfabrik RethinkX etwa prognostiziert, dass die Nachfrage nach Produkten der US-amerikanischen Rindfleisch- und Milchindustrie und ihrer Zulieferer bis 2030 um rund 70 Prozent sinken wird, bis 2035 sogar um bis zu 90 Prozent. Die Erwartung: Im Fermenter hergestellte Alternativen könnten bis dahin »zwischen 50 und 80 Prozent« billiger sein als die tierischen Produkte.

Allein die Kräfte des Marktes würden demnach den revolutionären Wandel der Lebensmittelbranche vorantreiben. Doch es gibt auch Zweifel, ob sich die Industrie tatsächlich so schnell umstellen kann.

Die Analysten von Bryan, Garnier & Co. etwa schätzen, dass bis 2030 weltweit höchstens ein Prozent jener Bioreaktorkapazität zur Verfügung stehen wird, die zur Produktion der erwarteten Menge an Lebensmittelpampe nötig wäre. Vor allem aber müssen sich die Fermentierer auf politischen Widerstand einstellen.

Im November verabschiedete das italienische Parlament mit der Mehrheit der Regierungskoalition um Giorgia Meloni ein Gesetz, das die Herstellung und Vermarktung von kultiviertem Fleisch in Italien verbietet. Inzwischen hat das Land zusammen mit Öster-

reich und Frankreich auch auf EU-Ebene eine ähnliche Initiative gestartet.

Die neuen Verfahren bedrohen die bäuerliche Landwirtschaft und die »echten« Methoden der Lebensmittelherstellung, die das »Herz des europäischen Landwirtschaftsmodells« bildeten, heißt es in dem Papier. Die Initiatoren werfen zudem Fragen der Kennzeichnung und Sicherheitsprüfung auf.

Dabei hat die EU mit der Novel-Food-Verordnung längst ein strenges, zweistufiges Zulassungsverfahren für neuartige Lebensmittel. Erst prüft die Europäische Lebensmittelbehörde EFSA die Sicherheit der Produkte. Dann muss sich eine qualifizierte Mehrheit der EU-Mitgliedstaaten für die Zulassung ausprechen.

»Damit droht jede Entscheidung politisch zu werden«, klagt Ivo Rzegotta vom Thinktank GFI. Die Umsetzung der Novel-Food-Verordnung sei »in Teilen sehr ineffizient«, Genehmigungen dauerten Jahre – ein Wettbewerbsnachteil für hiesige Firmen. »In anderen Weltregionen ist es für Unternehmen wie uns wesentlich leichter, neue Produkte auf den Markt zu bringen«, sagt etwa Sebastian Rakers, Chef des Hamburger Start-ups Bluu Seafood. Die Firma kultiviert die Zellen von Speisefischen wie Lachs oder Forelle. Rakers kann bereits knusprige Fischstäbchen und Fischbällchen präsentieren, die etwa zu gleichen Teilen aus kultivierten Zellen und pflanzlichen Zutaten bestehen.

»Mit unserer Technologie lässt sich Fisch fast überall auf der Welt produzieren, nachhaltig und mit wenig Ressourceneinsatz«, schwärmt der Biologe. In Singapur sei die Zulassung für die Produkte bereits beantragt, die USA sollen bald folgen: »Europa muss jetzt wirklich Gas geben, sonst geht die Industrie woanders hin«, sagt Rakers.

Wann genau Hackfleisch, Fischstäbchen, Joghurt und Käse aus Fermentern hierzulande in größerer Menge in den Supermärkten liegen, lässt sich also noch nicht vorhersagen. Die Branche fordert mehr Engagement vonseiten der Politik. Und mehr Geld von Investoren. In Europa hätten Start-ups aus den Sektoren »Fermentation, Mykoproteine und zelluläre Landwirtschaft« 2021 und 2022 zwar rund 3,7 Milliarden Euro einwerben können, berichten die Bryan-Garnier-&Co.-Analysten. Damit die Firmen »ihr volles Potenzial entfalten« könnten, benötigten sie jedoch »mindestens doppelt so viel Geld«.

Die Pilzmyzelzüchter von Infinite Roots aus Hamburg können daher von Glück sagen, dass sie ihre neue Finanzierungsrunde geschafft haben. Co-Chefin Hutz hofft, dass die eingesammelten Millionen bis zur Markteinführung erster Produkte reichen werden.

Eine Kostprobe liegt am Ende des Besuchs zum Testen bereit: »Myzelium«-Bällchen mit Roter Bete, Zwiebel-Confit und Gremolata. »Nur fünf Zutaten, keine E-Nummern, und der Biss ist sehr natürlich«, schwärmt Hutz. Lecker. Und das ist ja die Hauptsache.

Philip Bethge