

Der Kaffee der Zukunft braucht keine Bohnen mehr

Das natürliche Produkt Kaffee wird immer teurer, von den negativen Folgen des Anbaus für Umwelt und Menschen ganz zu schweigen. Nun versuchen Forscher, das Genussmittel in Bioreaktoren herzustellen.



Inti Ocon / Getty

In Matagalpa, Nicaragua, sammeln Arbeiter Kaffeekirschen. Hier zerstörten im Herbst 2020 gleich zwei Hurrikane einen Großteil der Ernte.

Mit feiner Crema, einem Schuss Milch oder tiefschwarz – Kaffee ist beliebt. Als Genussmittel und Treibstoff für den Alltag trinkt jeder Schweizer im Schnitt mehr als 1000 Tassen pro Jahr. Nur in wenigen Ländern ist der Pro-Kopf-Konsum größer, darunter in Deutschland und Norwegen.

Das Vergnügen wird immer teurer, vor allem schlechtes Wetter in den Anbauregionen treibt die Preise für Rohkaffee nach oben, was nun an die Kunden weitergegeben wird. Manche von ihnen plagt auch ein schlechtes Gewissen: Für den Anbau der Kaffeepflanzen wird oft Wald gerodet, bewässert, werden Pestizide eingesetzt, und die Bauern erhalten wenig Geld. Der weite Transport schadet zusätzlich dem Klima. Besserung ist kaum in Sicht, denn der weltweite Bedarf nach Kaffee steigt, vor allem in Asien. Zugleich drohen große Anbauflächen durch den Klimawandel zu verschwinden, was nur teilweise durch andere Regionen aufgefangen werden kann.

Eine nachhaltige Alternative könnte Kaffee aus dem Bioreaktor sein. Ohne Störung durch Wetterkapriolen reift der Rohstoff in Edelstahltanks, wie man es vom Bierbrauen kennt. Er muss nicht länger um die halbe Welt geschifft werden, sondern entsteht nah bei den Kunden. Ob er von ihnen angenommen wird, ist eine andere Frage. Maßgeblich wird unter anderem sein, dass er in Geschmack und Preis dem natürlichen Kaffee zumindest ähnlich ist.

Geschmacksstoffe aus Blattzellen

Das ist bis jetzt nicht der Fall, doch in Laboren arbeiten Forscher daran, möglichst rasch aufzuholen. Einer von ihnen ist Heiko Rischer vom VTT Technical Research Centre of Finland. Er und seine Kollegen haben 2023 im [«Journal of Agricultural and Food Chemistry»](#) beschrieben, was es für den sogenannten zellbasierten Kaffee braucht. Das Getränk geht zurück auf Pflanzenzellen, die kultiviert und verarbeitet werden.

«Um den typischen Kaffeeengeschmack zu erzielen, braucht es bestimmte Geschmacksstoffe beziehungsweise Vorstufen davon, die sich dann – etwa durch die Röstung – weiterentwickeln», erläutert Rischer. Diese Stoffe werden in den Kaffeekirschen gebildet, aus denen traditionell die Samen, besser gesagt: die Bohnen, gewonnen werden. Sie sind aber teilweise ebenso in Blattzellen enthalten. Wenn es gelingt, geeignete Zellen zu identifizieren, können auch diese darauf getrimmt werden, die gewünschten Moleküle zu produzieren, die dem Kaffee dann wahlweise einen nussigen oder schokoladigen Geschmack, Bitterkeit oder Säure verleihen.

Genau das tun die VTT-Fachleute. Ist das chemische Profil der Zellen vielversprechend, isolieren sie diese und geben sie in eine Nährlösung. Darin sind neben Wasser vor allem Zucker enthalten, als Energielieferant, sowie Salze und Wachstumsregulatoren, wie sie auch Pflanzen natürlicherweise bilden. Sie sorgen dafür, dass sich die Zellen immer wieder teilen und vermehren.

Mit dem Wachsen und Werden in einem südamerikanischen Regenwald hat das wenig gemein. Die Zellen treiben in dunklen Stahltanks, werden nach einem strengen Plan gewärmt und umgerührt und bei guter Vermehrung in den nächstgrößeren Tank umgepumpt. Die Mitarbeiter tragen Hygienekleidung, um jegliche Verunreinigung zu vermeiden.

Variierte Bedingungen im Stahltank

Die Biotechnologen können beeinflussen, welche Inhaltsstoffe die Zellen bevorzugt produzieren, um den späteren Kaffeegenuss zu ermöglichen. Das geschieht einerseits über die Wachstumsregulatoren, die auch den Stoffwechsel steuern. Andererseits variieren Rischer und sein Team die Umweltbedingungen im Stahltank wie Temperatur oder pH-Wert. Zudem fügen sie Substanzen hinzu, die Abwehrmechanismen auslösen, wie sie eine Pflanze gegen Schädlingsbefall starten würde. «Elicitieren» nennen das die Fachleute, mit dieser Methode wird beispielsweise der Koffeingehalt gesteigert.

Schließlich wird die nasse Zellmasse gefiltert, getrocknet und geröstet. Der Geruch im Labor erinnert an das natürliche Vorbild. Heraus kommt ein dunkles Pulver, ähnlich gemahlenem konventionellem Kaffee. Nun folgen chemische Analysen, das Pulver wird wie gewohnt gebrüht und geschulten Testern vorgesetzt. Sie wissen nicht, welchen Ursprungs die Probe ist, und bewerten Geschmack, Bitterkeit, Farbe und Geruch nach festgelegten Kriterien.

Die Farbe stimme und der Geschmack sei zumindest ähnlich dem gewohnten Kaffee, sagt Rischer. «Es ist noch kein optimiertes Produkt wie aus dem Supermarkt, sondern eine Ausgangsbasis, um daraus etwas zu entwickeln.» Bei manchen Parametern gehe es in die richtige Richtung, bei anderen sei noch viel zu tun.



Frank Brüderli / ZHAW

Auch an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften wird am Kaffee der Zukunft geforscht.

Zu ähnlichen Resultaten kommt Chahan Yeretzian von der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) in Wädenswil. Der Chemiker forscht seit Jahrzehnten an Kaffee und hat mit seinem Team unter anderem an zellbasiertem Kakao und Kaffee für verschiedene Startups mitgearbeitet. «Was wir im Labor herstellen, kommt geschmacklich schon nahe an natürlichen Kaffee heran, aber ich bin noch nicht ganz zufrieden», sagt er. Etwas zu viel Bitterkeit, etwas zu wenig Säure, zu viel Adstringenz, also ein pelziges Gefühl auf der Zunge.

Der Wissenschaftler hält das für lösbar, schließlich könne der Prozess weiter verbessert werden. «Und wir haben gelernt, dass die Röstung großen Einfluss hat, mehr, als wir bisher angenommen hatten.» Also forscht er nun verstärkt an der Röstung. Neben dem Ziel, die erwünschten Aromastoffe hervorzubringen, geht es auch darum, energieeffizient zu arbeiten und so die Kosten zu senken. «Eine Option besteht darin, das Pulver zu bohnenartigen Pellets zu pressen, damit die kommerziellen Röstereien das Material gut verarbeiten können und nicht neue Maschinen kaufen müssen.»

Die Ökonomie spiele eine entscheidende Rolle, sagt Yeretzian. «Zellbasierter Kaffee muss es schaffen, im Massenmarkt konkurrenzfähig zu sein.» In vier Jahren, schätzt er, könnte er zu heute gängigen Preisen angeboten werden. Bereits in zwei Jahren rechnet er mit ersten Produkten am Markt.

Hohe Kosten für Zulassung

Etliche Firmen arbeiten daran, allen fehlt jedoch eine Zulassung. Die Behörden wollen sichergehen, dass neuartige Lebensmittel wie zellbasierter Kaffee keine Gesundheitsgefahr darstellen, und verlangen deshalb umfassende Prüfungen. Selbst für Geschmackstests in Laboren braucht es Genehmigungen. Die Kosten für die Zulassung gehen in die Millionen und sind eine zusätzliche Hürde für die Startups.

Am weitesten im Geschmack des Endproduktes, im Preis und in der Zulassung sei sicherlich Food Brewer, meint Yeretzian. Das Schweizer Startup aus Horgen hat bereits ein Verfahren für Kakao entwickelt, bei dem Zellen aus der Kakaobohne in Bioreaktoren kultiviert werden. Das Resultat ist eine braune Paste, die getrocknet zu Pulver verarbeitet wird – um daraus Schokolade oder Aufstrich herzustellen. Auch hier geht es darum, ein nachhaltiges und ressourcenschonendes Genussmittel zu schaffen.

Ob Kaffeetrinker Produkte aus dem Bioreaktor kaufen würden, ist eine andere Frage. Laut Umfragen könnten sich das junge, techaffine Menschen in Skandinavien gut vorstellen, berichtet Rischer. Repräsentative Studien fehlten aber. Das finnische Forschungszentrum wolle das angehen und mehrere zellbasierte Biotech-Produkte herstellen, um die Akzeptanz zu testen. «Wie viele Personen solche Lebensmittel probieren, ist das eine», sagt Rischer. «Entscheidend ist, wie viele sich überzeugen lassen und es wieder kaufen würden.»



Nacho Doce / Reuters

Die in Kaffeeekirschen vorhandenen Geschmacksstoffe sind auch in anderen Pflanzenteilen zu finden: Ernte auf einer Farm im Süden von São Paulo.

Zentrales Argument der Firmen ist die Nachhaltigkeit: Natürliche Ressourcen und das Klima sollen beim zellbasierten Kaffee geschont werden. Auch dazu mangelt es laut Rischer an Analysen. «Eine Modellierung der Universität Helsinki legt aber nahe, dass die Energiebilanz ähnlich wie bei Mikroalgenkulturen ausfällt und damit recht günstig.» Vor allem der Transport per Schiff, angetrieben mit fossilen Treibstoffen, und Emissionen aus der Düngerproduktion machen Rohkaffee zu einem Klimasünder. Werden die Bioreaktoren mit CO₂-armem Strom betrieben, schaut die Bilanz rasch besser aus.

Kritiker warnen davor, dass Biotech-Kaffee die Lebensgrundlage der Kaffeebauern zerstören würde. «Scheinheilig» nennt Rischer das Argument. «Viele sind schon heute existenzgefährdet, und sie verdienen fast nichts, aber die Verkäufe der Fair-Trade-Produkte bleiben weitgehend auf niedrigem Niveau – die Leute interessiert es offensichtlich kaum.» Der Druck werde noch größer, weil der Klimawandel den Anbau in vielen Gebieten erschwere oder unmöglich mache.

«Zellbasierten Kaffee sehe ich vor allem im Massengeschäft, auch um Ernteverluste auszugleichen», sagt der ZHAW-Forscher Yeretizian. Im Premiumsegment werde traditioneller Kaffee weiterhin gefragt bleiben. Zusätzlich gebe es ja auch noch seit über 100 Jahren Ersatzprodukte aus Gerste, Roggen und weiteren Pflanzen, die kaffeeähnlich seien. «Der internationale Markt wächst, unter anderem dank China und Russland», so der Forscher. «Es wird genug Platz für alle Arten von Kaffee geben.»

Quelle:

Ralf Nestler für die NZZ (Neue Zürcher Zeitung) vom 19.06.2025, 05.30 Uhr

<https://www.nzz.ch/wissenschaft/der-kaffee-der-zukunft-reift-in-europa-heran-in-edelstahltanks-ld.1888220>

Abgerufen am: 24.07.2025 12: 14 Uhr