

Biotechnologie und Lebensmittel

Der Einfluss von Biotechnologie und Zelltechnik auf die Herstellung unserer Lebensmittel

Bereits seit einigen Jahrzehnten findet die moderne Biotechnologie im alltäglichen Leben eines jeden Einzelnen statt und gewinnt mehr und mehr an Bedeutung: ob für Vitamine, Waschmittel, Reiniger, Schmiermittel, Impfstoffe, Antikörper, Coronatests oder im Bereich der Lebensmittelherstellung.

Als Werkzeug für die Herstellung von Lebensmitteln nutzen die Menschen bereits seit rund 10.000 Jahren Biotechnologie, um Nahrungsmittel zu erschließen oder zu veredeln – Brot, Käse und Bier waren und sind bekannte Beispiele.

Unter Biotechnologie wird die Umsetzung von Erkenntnissen aus der Biologie und der Chemie in technische oder technisch nutzbare Prozesse verstanden. Mikroorganismen, beispielsweise Bakterien oder Hefepilze, wandeln dabei Nahrungsbestandteile um. Die alkoholische Gärung (Fermentation) mittels Hefe und die Sauerteigerstellung oder die Joghurt-Zubereitung durch Milchsäurebakterien sind solche technisch genutzten Prozesse. Es sind biologische Reaktionen, vermittelt von Biokatalysatoren, auch Enzyme genannt, die z. B. bei der Milchsäuregärung für Joghurt oder Sauerkraut bereits seit mehreren Jahrhunderten für die Versorgung mit wohlschmeckenden und verträglichen Nahrungsmitteln mit verlängerter Haltbarkeit sorgen.

Auch bei der Bierherstellung ist der Einsatz der industriellen (oder weißen) Biotechnologie gefragt. Bier wird mittels Fermentation in Gärbottichen hergestellt – einer sehr einfachen Form von Bioreaktoren. Ähnlich zur Bierproduktion werden in der Biotechnologie in Bioreaktoren durch den Einsatz von Mikroorganismen (Bakterien, Hefen, Algen) oder auch nur einzelner Enzyme gewünschte Produkte hergestellt. Die Fermentation in Bioreaktoren wird nicht nur bei der Herstellung von Lebensmitteln, sondern auch bei der Produktion von Biopharmazeutika verwendet¹.

Erkenntnisse aus der Biotechnologie kommen unterschiedlichsten Industriezweigen zugute, die Biotechnologie ist deshalb als universelle Schlüsseltechnologien zu verstehen.



Abbildung 1: Darstellung von Bioreaktoren zur Nutzung für Fermentationsprozesse ©Sartorius AG

Die Biotechnologie ist eine Schlüsseltechnologie, da sie in verschiedensten Bereichen zum Einsatz kommt

¹ [Bioreaktor - Lexikon der Biologie \(spektrum.de\)](https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/bioreaktor)

Heute leiden nach Angaben der Welternährungsorganisation FAO mehr rund 770 Millionen Menschen Hunger. Akut befeuert wird diese Ungleichheit derzeit zusätzlich durch steigende Lebensmittelpreise aufgrund der kombinierten Effekte der Corona-Pandemie, des russischen Angriffskrieges in der Ukraine, der globalen Inflation und der Einflüsse des Klimawandels auf die landwirtschaftliche Produktion. Die Bekämpfung des Hungers, ist eine außerordentlich komplexe Aufgabe, für die es innovative und mutige Lösungen braucht. Denn der weiterhin schnelle Anstieg der Weltbevölkerung verlangt nach einer enormen Steigerung der Nahrungsmittelproduktion: Er erfordert u.a. eine Verdoppelung der Erträge pro Jahr bei den großen Nutzpflanzenarten. Dabei muss die notwendige Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion mit dem Ziel der Nahrungsmittelsicherheit (*Food Security*) mit nachhaltigeren Landwirtschaftsmodellen und der Eindämmung des zunehmenden Flächenverbrauchs einhergehen. Die (grüne) Gentechnik kann hier voraussichtlich einen erheblichen Beitrag leisten, diese Ziele miteinander zu vereinbaren und zu erreichen.



Abbildung 2: Den Hunger auf der Erde nachhaltig zu bekämpfen, gehörte schon zu den Millennium Goals, die die Vereinten Nationen (UN) im Jahr 2000 formulierten.

Seit der Einführung der grünen Gentechnik im Jahr 1996 haben gentechnisch veränderte Nutzpflanzen die landwirtschaftliche Produktivität bereits enorm erhöht. Weltweit entstammen rund drei Viertel der Sojabohnen- und rund ein Drittel der Maisproduktion aus gentechnisch veränderten Pflanzen. Bis 2017 konnten in den 24 Ländern, in denen gentechnisch entwickelte Ackerfrüchte angebaut werden, 405 Millionen Tonnen Mais und 213 Millionen Tonnen Sojabohnen zusätzlich zu den bisherigen Erträgen geerntet werden, ohne dass die landwirtschaftliche Anbaufläche dafür hätte nennenswert vergrößert werden müssen².

Die grüne Gentechnik ist nur ein kleiner Ausschnitt dessen, wie Biotechnologie in der Lebensmittelerzeugung eingesetzt wird und in Zukunft eingesetzt werden kann.

Die Biotechnologie bietet mit Blick auf die grüne Gentechnik viele Möglichkeiten Pflanzen zu verbessern. So kann der Ertrag von Nutzpflanzen in der Landwirtschaft erhöht oder diese resistent gegen Schädlinge gemacht werden, was das Ausbringen von Pestiziden reduziert. Zudem ist es möglich Pflanzen mit Nährstoffen anzureichern (z.B. Omega-3) bzw. Allergene (z.B. Gluten) zu entfernen oder sie an neue Umweltbedingungen, wie Trockenheit und Versalzung der Böden, anzupassen. Das so genannte *Smart Breeding* nutzt biotechnologische Methoden, um die Pflanzenzüchtung stark zu beschleunigen. Bei dieser Präzisionszüchtung werden Nachkommen von Kreuzungspartnern schon sehr früh mit molekulargenetischen Methoden auf gewünschte Eigenschaften oder eingekreuzte Gene hin überprüft und nur weiter kultiviert, wenn die gewünschten Eigenschaften in der Pflanze vorhanden sind. Dabei entstehen keine gentechnisch veränderten Organismen. Die Biotechnologie leistet somit einen unabdingbaren Anteil, um unsere gesunde Ernährung zu sichern, den weltweiten Hunger zu bekämpfen und die Nachhaltigkeit der Produktion zu fördern.

Biotechnologische Enzyme in der Lebensmittelherstellung: Die moderne Biotechnologie ist aus der heutigen Lebens- und Futtermittelindustrie nicht mehr wegzudenken. Mit Enzymen wird z.B. Stärke in die einzelnen Zuckerbausteine zerlegt. Diese Bausteine werden anschließend erneut durch Enzyme zu Zuckerersatzstoffen oder Süßstoffen zusammengesetzt. Früher wurden starke Säuren eingesetzt, um die Zuckereinheiten abzuspalten. Enzyme wirken hingegen hochspezifisch und sehr gezielt. Die benötigten Enzyme werden übrigens mittlerweile oftmals gentechnisch hergestellt³. Enzyme halten zudem unser Brot frisch und ermöglichen die großen Mengen von Käse, die heute produziert und konsumiert werden. Futtermittel werden auch mit Enzymen versetzt, damit die Tiere möglichst alle Teile der Pflanze aufschließen und verwerten können, hier ist v. a. die effektive Nutzung von Phosphor aus der Pflanze wichtig. Ansonsten müsste Phosphat zugefüttert werden, was die Gülle und somit die Umwelt belastet. Außerdem eröffnen biotechnologische Verfahren weitere Möglichkeiten, Ressourcen zu schonen und Abfallprodukte zu reduzieren oder diese verwertbar machen. Durch den Einsatz von Enzymen können Lebensmittel außerdem länger haltbar gemacht oder Abbauprozesse verlangsamt werden. Auf diese Weise können Abfälle deutlich reduziert werden.

² [Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2015 - ISAAA Brief 51-2015 | ISAAA.org](#)

³ [Biotechnologie im Alltag: Enzyme sind fast überall - Lebensmittel - transgen.de](#)

Biotechnologie als Schlüssel zu neuartigen Lebensmitteln und Produktionsverfahren: Biotechnologie bietet auch das Potenzial völlig neue Nahrungsmittel (*Novel Future Food* - NFF) zu erschließen oder naturidentische Stoffe ressourcenschonender herzustellen. So steht beispielsweise die biotechnologische Herstellung des Proteinsüßstoffs Brazzein in den Startlöchern. Dieser Süßstoff stammt ursprünglich aus einer afrikanischen Beere, lässt sich mit Biotechnologie aber ressourcenschonend herstellen und dient als Zuckerersatz. Neben Umweltaspekten kann durch seinen Einsatz auch das Risiko, an Diabetes zu erkranken, reduziert werden⁴. Die Gewinnung und Verarbeitung von Inhaltsstoffen aus bisher ungenutzten Stoffströmen und Nebenprodukten der Lebensmittelproduktion hat ebenfalls das Potenzial, die Nachhaltigkeit zu erhöhen. Hierzu bedarf es der Entwicklung neuer und der Optimierung bereits bestehender biotechnologischer Verfahren, um Kreisläufe zu schaffen. Neben- und Abfallprodukte bekannter Prozesse können so für neue Prozesse erschlossen werden.

Wandel der Ernährung und neue Chancen für die Biotechnologie: Heutzutage ernähren sich immer mehr Menschen aus ethischen und ökologischen Gründen fleisch- und fischlos oder versuchen, tierische Produkte ganz zu vermeiden. Die Produktion von Fleisch hinterlässt einen großen ökologischen Fußabdruck. Fast ein Fünftel der weltweiten Treibhausgasemissionen werden durch die Rodung von Flächen für die Viehwirtschaft verursacht⁵. Zudem produzieren die Verdauungsvorgänge bei Wiederkäuern große Mengen Methan. Durch das Aufwühlen des Meeresbodens beim Fischfang durch schweres Fanggerät wird mehr CO₂ freigesetzt als in der Luftfahrt⁶. Hinzu kommt, dass Fischfang und Viehzucht durch Überfischung oder Rodungen zur Zerstörung von Ökosystemen beitragen. Trotzdem wollen viele Menschen nicht auf den Geschmack von Fleisch, Wurst oder Milch verzichten und weichen auf Lebensmittel aus alternativen Proteinquellen aus.

Expertinnen und Experten schätzen, dass durch den Genuss neuartiger Lebensmittel in Europa das Treibhauspotenzial, der Wasser- und der Landverbrauch um 80 Prozent verringert werden könnten.⁷

Hierbei sollte im Hinblick auf die Umweltbilanz allerdings auf eine regionale Herstellung bzw. Nutzung von regionalen Alternativen geachtet werden, um beispielsweise lange Transportwege zu vermeiden und die Umwelt zu schonen.

Durch die Fortschritte im Bereich der Biotechnologie oder Lebensmitteltechnologie kann den Verbraucherinnen und Verbrauchern eine Bandbreite von Alternativen vom veganen Hühnchen-Imitat aus pflanzlichen Proteinen bis hin zum *In-vitro*-Hamburger auf der Basis von Rinderstammzellen zur Verfügung gestellt werden. Durch biotechnologische Verfahren lassen sich zudem Aroma- und Geschmackszutaten gewinnen, wodurch natürliche Ressourcen geschont werden, der 3-D-Druck ermöglicht die naturähnliche Zusammensetzung und Strukturierung der alternativen Proteine.

Aktuell entsteht in Deutschland eine neue Start-up-Szene, die sich mit der Herstellung weiterer alternativer Proteine mittels Präzisionsfermentation und industrieller Zelltechnik sowie der Erzeugung von landwirtschaftlichen Produkten im Bioreaktor beschäftigt. So arbeitet etwa Bluu Seafood an Fischgerichten aus Fischzellen, Forno Bio produziert Käse ohne Kühe, Innocent Meat bietet der fleischverarbeitenden Industrie Alternativen zu tierischen Quellen an und NX Foods entwickelt eine alternative Schokolade, die dank Fermentation lokaler Zutaten ohne die Kakaobohne auskommt.



Abbildung 3: Kultiviertes Steak Tartar ©Mosa Meet

⁴ Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, Acatech Horizonte Biotechnologie (2022)

⁵ [Der Appetit auf Fleisch und seine Folgen – WWF 2015](#)

⁶ [Sala, E., Mayorga, J., Bradley, D. et al. Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. *Nature* 592, 397–402 \(2021\)](#)

⁷ Nature Food | VOL 3 | April 2022 | 286–293 | www.natur9e.com/natfood