

Bioökonomie 360° – Das Brot der Zukunft

Stabile Qualität trotz Klimawandel, weniger Dünger, effiziente Bäckereien, gesunde Ernährung, Abfallverwertung: Bioökonomie interdisziplinär an der Universität Hohenheim am Beispiel Brot

Bioökonomie ist eine Team-Leistung: Damit die Wende hin zu einer nachhaltigen und zukunftsfähigen Wirtschaftsweise gelingen kann, greifen Forschungsansätze aus den unterschiedlichsten Disziplinen ineinander. Am Beispiel „Brot“ lässt sich nachverfolgen wie das an der Universität Hohenheim in Stuttgart ganz konkret aussieht: Von der Züchtung neuer Getreidesorten, die dem Klimawandel trotzen, über den ökologischen Fußabdruck von Bäckereien und ernährungsphysiologischen Aspekten bis hin zur Verwertung von Altbackwaren für die Herstellung von Bio-Plastik – ein 360°-Blick zum „Brot der Zukunft“ anlässlich des Wissenschaftsjahres 2020|21 Bioökonomie.

Klimawandel: Herausforderung für die Züchtung

Aus welchem Mehl unser Brot in ein paar Jahrzehnten gebacken wird, kann derzeit niemand sicher sagen.

Im Fokus der Züchtung stehen leistungsstarke Sorten mit großem Ertrag und ausreichend Proteingehalt, denn dieser sorgt dafür, dass der Brotteig locker und geschmeidig ist – und sich gut verarbeiten lässt. Diese Kriterien sind auch in Zukunft wichtig. Doch: Klimawandel sowie Umweltprobleme aufgrund von Überdüngung stellen eine immer größere Herausforderung dar.

Aufhorchen ließ etwa ein Forschungsprojekt, das in zwei Phasen bis 2018 im Rahmen der Forschergruppe 1695 „Regionaler Klimawandel“ an der Universität Hohenheim durchgeführt wurde. Unter anderem bauten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler dabei Weizen in Klimakammern an, die Temperaturen und CO₂-Gehalte des Jahres 2050 simulieren.

Zwar hat CO₂ prinzipiell einen förderlichen Einfluss auf das Wachstum von Pflanzen, da das Treibhausgas wie ein Dünger wirkt. Allerdings geht dies auf Kosten der Qualität: Die Modellpflanzen wiesen einen deutlich geringeren Proteingehalt auf. Ebenfalls nahm der Gehalt an Nährstoffen ab, wie z.B. Calcium, Eisen, Magnesium und Zink. Auch die Konzentrationen der [Aminosäuren](#) war um bis zu 11 Prozent verringert.

Robuste Sorten: Den Einfluss der Umwelt besser verstehen

Auf der Suche nach robusten Getreidesorten von morgen, die unter sich veränderten Umwelt- und Anbaubedingung stabile Qualität aufweisen, arbeiten Forscherinnen und Forscher unterschiedlicher Fachbereiche eng vernetzt.

Das Projekt „BETTERWHEAT“, das im Winter 2019/20 an der Universität Hohenheim in Zusammenarbeit mit der Universitätsmedizin Mainz und den Züchtungsfirmen DSV, Limagrain, KWS und WvB startete, gehört mit einem Fördervolumen von rund 1 Mio. Euro weltweit zu den größeren Projekten mit dem Fokus auf der Qualität von Weizen.

Rund 300 verschiedene Weizensorten werden im Rahmen des Projekts in jeweils 4-8 unterschiedlichen Anbauregionen kultiviert und genauestens unter die Lupe genommen: Neben Kriterien wie Ertrag, Krankheitsresistenz, Teig- und Backeigenschaften wird auch analysiert, welche Sorten das beste Profil für die menschliche Ernährung bieten.

Der springende Punkt: Alle genannten Kriterien unterliegen je nach Umwelteinflüssen und Sortenwahl erheblichen Schwankungen. Aber nur die Merkmale, die hauptsächlich von der Sorte und weniger von der Umwelt beeinflusst werden, kann man erfolgreich in der Wertschöpfungskette beeinflussen.

„BETTERWHEAT ist eine der ersten Studien, die bei so vielen Merkmalen den Einfluss von Sorte und Umwelt abgrenzt“, erklärt Projektleiter apl. Prof. Dr. Friedrich Longin von der Landessaatzuchtanstalt an der Universität Hohenheim. „Hier leisten wir Pionierarbeit, die für die heimische Weizenzüchtung und die Entwicklung neuer Weizenprodukte hochrelevant ist und zudem unser allgemeines Verständnis für den Einfluss von Umweltfaktoren auf die Getreidequalität verbessert. Dazu kombinieren wir modernste Verfahren der Genomik, der Proteomik, der Spektrometrie sowie Klimadaten.“

Wettlauf gegen die Zeit: Kann die Digitalisierung helfen?

Im Zusammenhang mit dem Klimawandel beschäftigt Züchter u.a. auch der Faktor Hitze- und Trockenstress. Denn Dürreperioden, wie wir sie in den letzten Jahren bereits erleben, werden häufiger und extremer.

Das Problem: Die Züchtung neuer Getreidesorten ist traditionell ein langsames Geschäft, das sich über viele Jahre hinzieht. Doch die Uhr tickt – und mit klassischen Methoden wird der Wettlauf gegen den Klimawandel womöglich kaum noch zu gewinnen sein.

Hilfe verspricht u.a. die Digitalisierung: „Wir arbeiten daran mit Hilfe von [DNA](#)-Datenbanken und biostatistischen Methoden die Suche nach den erfolgversprechendsten ‚Eltern‘ für eine Kreuzung zu optimieren – und so den Züchtungsprozess erheblich zu beschleunigen“, so Prof. Dr. Karl Schmid, Leiter des Fachgebiets Nutzpflanzenbiodiversität und Züchtungsinformatik.

Ein wichtiges Ziel der Züchtungsforschung ist es auch, die Verarmung des [Gen](#)-Pools zu stoppen. Denn nur eine breite genetische Grundlage ermöglicht es, auch in Zukunft, schnell anpassungsfähige Getreidesorten hervorzubringen, die beispielsweise mit extremeren Wetterbindungen und Dürreperioden zurechtkommen, und somit die Ernährung künftiger Generationen sicherzustellen.

Vielfalt: Welches Potential bieten alte Arten?

Mehr Vielfalt wünschen sich auch Verbraucherinnen und Verbraucher. Hoch im Kurs stehen z.B. alte Arten wie Einkorn, Emmer und Dinkel. Denn sie überzeugen durch Geschmack und innere Werte, wie z.B. einen hohen Mineralstoffgehalt.

Doch: Sowohl beim Anbau als auch bei der Verarbeitung der Sorten, die beinahe in Vergessenheit geraten wären, gibt es zahlreiche Besonderheiten. An der Universität Hohenheim lief dazu in den vergangenen zwei Jahren der wahrscheinlich weltgrößte Feldversuch mit Urgetreide.

„Wir haben auf unseren Versuchsfeldern in kleinen Parzellen je 150 Sorten Einkorn und Emmer, sowie ca. 100 Sorten Dinkel angebaut. Im Fokus standen dabei u.a. Krankheitsanfälligkeit, Ertrag sowie Teig- und Backeigenschaften. Unser Fazit: Eine erfolgreiche Reetablierung alter Arten ist möglich, hängt aber u.a. davon ab, ob eine stabile Wertschöpfungskette geschaffen werden kann“,

berichtet apl. Prof. Dr. Longin.

Bessere Backeigenschaften - weniger Düngung: Was macht gutes Getreide aus?

Auch die Kriterien, mit denen die Qualität von Getreide bemessen wird, gehören dringend auf den Prüfstand, so die Einschätzung von Hohenheimer Experten.

„Bislang gilt vor allem der Eiweißgehalt des Getreides als ausschlaggebend. Denn Speicherproteine, auch ‚Glutene‘ genannt, machen den Teig durch ein Netz an winzigen Luftblasen elastisch und geschmeidig. Große Handelsketten machen deshalb genaue Vorgaben zum Proteingehalt von Mehl, welcher somit zum bestimmenden Faktor für den Getreidepreis wird“, erklärt Prof. Dr. Christian Zörb vom Fachgebiet Qualität pflanzlicher Erzeugnisse.

Erreicht wird der hohe Proteingehalt neben der Züchtung entsprechender Hochleistungssorten vor allem durch Düngung. Die Faustregel lautet: Je mehr Stickstoff auf dem Acker, desto mehr [Protein](#) im Weizen. Das kann jedoch zu gravierenden Umweltproblemen, wie einer Belastung des oberflächennahen Grundwassers, führen. Außerdem neigen sich die weltweiten Phosphorvorräte dem Ende - und sind global höchst ungleich verteilt. Die Politik reagierte 2020 mit einer neuen Düngemittelverordnung, die die Landwirte aber zum Teil vor große Herausforderungen stellt.

„Wir wollen den Zusammenhang von Proteingehalt und Backqualität deshalb genauer auf den Grund gehen“, so Prof. Dr. Zörb. „Erste Versuchsergebnisse belegen, dass weniger die Proteinmenge insgesamt, sondern vor allem die Zusammensetzung und die Qualität der Proteine entscheidend ist. Wir schätzen, dass genauere Erkenntnisse darüber welche Sorten und wie viel Düngung tatsächlich die gewünschten Eigenschaften hervorbringen, helfen können weltweit bis zu einem Viertel der Stickstoffdüngung beim Anbau von Weizen einzusparen.“

Mehlqualität: Können innovative Technologien helfen?

Soll die Qualität von Getreide künftig nicht nur in der Forschung, sondern auch in der Mühlen- und Getreidewirtschaft detaillierter bestimmt werden, sind dafür neue Technologien erforderlich, die praktikabel und kostengünstig eingesetzt werden können. Am Fachgebiet für Prozessanalytik und Getreidewissenschaft arbeitet man deshalb daran ein Spektroskopie-Verfahren zu etablieren: Ziel ist neben den Konzentrationen von Eiweiß und Stärke insbesondere die Backeigenschaft vorherzusagen, die bislang nur über aufwändige Backversuche sicher bestimmt werden kann.

Um natürliche Schwankungen im Proteingehalt auszugleichen und die Knetfähigkeit von glutenarmem bzw. -freiem Mehl zu verbessern, sind darüber hinaus weitere innovative Strategien gefragt. Eine Möglichkeit könnte in diesem Zusammenhang z.B. die Behandlung des Mehls mit kaltem Plasma oder [Ozon](#) sein.

„Das kalte Plasma sowie das [Ozon](#) bewirken durch Oxidation eine Stärkung des Proteinnetzwerks im Mehl, was den Teig elastisch und viskos macht. Die Behandlung ist rückstandsfrei - nur die oxidierten Moleküle verbleiben im Teig, Mehlbehandlungsmittel, die sonst die Oxidation übernehmen, sind deshalb nicht mehr erforderlich“, erklärt Prof. Dr. Bernd Hitzmann vom Fachgebiet für Prozessanalytik und Getreidewissenschaft.

Unverträglichkeiten und Reizdarmprobleme: Was macht Brot bekömmlich?

Auch Verbraucherinnen und Verbraucher interessieren sich verstärkt für die Inhaltsstoffe ihres Brots. Viele Menschen hegen etwa den Verdacht, dass der hohe Glutengehalt von Weizenbrot bei ihnen zu Unverträglichkeiten führe. Hierbei lohnt sich aus ernährungswissenschaftlicher Sicht jedoch eine genauere Betrachtung.

„Tatsächlich hat beispielsweise Dinkel-Brot, das von vielen Menschen als besonders bekömmlich eingestuft wird, einen viel höheren Glutengehalt als ein typisches Weizenbrot. Ein entscheidender Faktor könnte auch hier die genaue Eiweißzusammensetzung sein. Dies untersuchen wir aktuell in einer Humanstudie“, so Prof. Dr. med. Stephan C. Bischoff vom Institut für Ernährungsmedizin.

Bei Reizdarmpatienten können hingegen eine Gruppe von Kohlenhydraten und Zuckeralkoholen, sogenannte FODMAPs, zu Beschwerden führen. Deren Gehalt im Brot hängt u.a. von der Teiggezeit ab.

„In einer Studie konnten wir zeigen, dass Brot, dessen Teig weniger als zwei Stunden ruhen konnte, eine besonders hohe Konzentration der problematischen FODMAPs enthält. Eine noch längere Gezeit bewirkt allerdings keine nennenswerte weitere Reduktion. Trotzdem kann sich die lange Teigführung aber positiv auf Aroma und Qualität des Brots auswirken – und enthaltene Mineralstoffe können unter Umständen besser verfügbar gemacht werden“, so Prof. Dr. Bischoff.

Ökologischer Fußabdruck: Wie arbeiten Bäckereien effizient und nachhaltig?

Einen umfassenden Blick auf alle wichtigen Prozesse, die in einer Bäckerei ablaufen, wirft ein aktuelles Projekt am Fachgebiet Prozessanalytik und Getreidewissenschaft. Computermodelle sollen dabei helfen Abläufe so zu optimieren, dass Energieverbrauch und CO₂-Ausstoß minimiert werden und möglichst keine Lebensmittelabfälle anfallen.

„U.a. wollen wir die Auslastung der Maschinen verbessern, indem wir einzelne Schritte ausfindig machen, die zu Verzögerungen im Betrieb führen. Gleichzeitig soll ein [Prognose](#)-Tool helfen die benötigten Mengen besser abzuschätzen. Algorithmen berechnen die potentielle Nachfrage nach bestimmten Produkten z.B. anhand von Wetterdaten, typischen Urlaubszeiten und alten Verkaufsdaten“, berichtet Prof. Dr. Hitzmann.

Altbackwaren: Rohstoff für Plastik der Zukunft?

Solange sich Abfälle in Bäckereien nicht vollständig vermeiden lassen, stellt sich weiterhin die Frage nach einer möglichst nachhaltigen Verwertung: Als Non-Food-Biomasse könnten Altbackwaren künftig beispielsweise ein interessanter Ausgangsstoff sein, um in Bioraffinerien die Plattformchemikalie HFM und Bio-Kohle zu gewinnen.

„HFM dient als Ausgangsbasis für den Bio-Kunststoff PEF. Als erdölfreie Alternative zu [PET](#) kann PEF z.B. für die Herstellung von Flaschen oder Synthetikfasern wie Nylon verwendet werden. Am Bioraffinerie-Technikum der Universität Hohenheim erforschen wir aktuell wie das technische Verfahren so optimiert werden kann, dass es wirtschaftlich rentabel ist. Dann haben diese Produkte auch eine Chance, fossile Produkte schnell aus dem Markt zu drängen und einen Beitrag zum Klima- und Umweltschutz zu leisten“, berichtet Markus Götz, Doktorand und wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Konversionstechnologien nachwachsender Rohstoffe unter der Leitung von Prof. Dr. Andrea Kruse.

Die nährstoffreiche Lösung, die in der Bioraffinerie als Reststoff anfällt, soll wiederum durch eine Biogasanlage aufbereitet und aufs Feld zurückgeführt werden. Auch die Bio-Kohle kann als Dünger und Bodenhilfsstoff wieder ausgebracht werden. So helfen verdorbenen Altbackwaren Getreide für neue Backwaren anzubauen – ein Kreislauf im Sinn der Bioökonomie.