

Die Zukunft der Kartoffel ruht in 15 Tanks. Sie sind knapp hüfthoch, cremefarben oder grau und stehen in einem Labor in Gatersleben, Sachsen-Anhalt. „Das ist die Kartoffel-Kryobank“, sagt Manuela Nagel, und man ahnt an ihrem Ton, dass sie hier einen großen Schatz präsentiert. In den Tanks sind winzige Sprossspitzen von Kartoffelpflanzen in flüssigem Stickstoff eingefroren. Sie stammen von Sorten aus Südamerika, Europa und Deutschland und produzieren Knollen mit roter, brauner, gelber oder lila Schale. Aber nicht nur „in kryo“, sondern auch als Pflänzchen im Glas oder auf dem Feld, und Samen von Wildkartoffeln werden die Gene der Kartoffel hier am Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) für die Ewigkeit bewahrt. Es sind Gene darunter, die die Knollen zu gelben Pommes- oder Stärkekartoffeln wachsen lassen. Andere Gene verleihen den Frühkartoffeln zarte Schalen, und wieder andere geben Suppenkartoffeln ihre mehlig Konsistenz. Am IPK ist auch das Erbgut bewahrt, das die Pflanzen toleranter gegenüber Kälte macht – oder sie Hitze ertragen lassen.

Diese Gene sind wichtig, denn die Kartoffel könnte schon bald ein Opfer des Klimawandels werden. Die 360 Millionen Tonnen, die weltweit pro Jahr als Gemüse, Chips, aber auch als Tierfutter und Energielieferant produziert werden, sind in Gefahr. Die Pflanze leidet unter Hitze- und Dürreperioden, sie können zu Ertragseinbußen von bis zu 70 Prozent führen. Hinzu kommt, dass Blattläuse und andere Schädlinge in warmen Wintern besser überleben, sie rauben den Sprosslingen die Kraft und verhindern so, dass an den Wurzeln dicke Knollen wachsen. Missliche Witterung, gefräßige Insekten und Krankheiten – die Zahl der Gefahren ist groß. Und so sind in Deutschland und anderen Kartoffelexportländern in den vergangenen Jahren immer wieder die Ernten eingebrochen, im Jahr 2018 sank der Ertrag hierzulande um ein Viertel, im vergangenen Sommer lag er fünf Prozent unter dem langjährigen Durchschnitt.

Umso wichtiger ist es also, dass die vielfältigen Gene der Kartoffelpflanzen am IPK und in anderen Kartoffelbanken weltweit verwahrt werden. Manuela Nagel hat deshalb im Auftrag des Crop Trusts, also des Weltreuehandfonds für Kulturpflanzenvielfalt, einen Überblick über die Vielfalt der Kartoffelsorten und -arten in 89 Genbanken zusammengestellt. Sie hat Datenbanken durchsucht, mit Kartoffelkuratoren diskutiert und herausgefunden, dass weltweit in Genbanken mehr als 82.000 verschiedene Sorten lagern. „Nur wenn wir das genetische Erbe der Pflanzen sichern, können wir im Notfall darauf zurückgreifen“, sagt sie. Denn nur mithilfe der Vielfalt werde eines der wichtigsten Nahrungsmittel der Welt fit für die Zukunft und tolerant gegenüber sich ändernden Umweltbedingungen und Krankheiten.

Aber welche Gene, welche Sorten man genau braucht – auch das muss erforscht werden. Markus Teige untersucht mit seinem Team deshalb, welche Sorten mit dem Klimawandel gut zurechtkommen. An der Universität Wien koordiniert er seit zweieinhalb Jahren das EU-Forschungsprojekt ADAPT. Die Forscher setzen im Labor und auf dem Feld Kartoffeln gezielt Hitze-, Trocken- und Überschwemmungsstress aus. Mehrere aufeinander folgende heiße Tage und Nächte lassen den Stoffwechsel vieler Kartoffelsorten kollabieren, viele Pflanzen gehen ein, wenn sie zwei Tage lang im Wasser stehen. „Grundsätzlich ist aber die Kombination der verschiedenen Stressfaktoren besonders schädlich für die Kartoffel“, sagt Teige. Und dieser Multistress wird häufiger.

Bislang ist es Züchtern immer gelungen, mit den traditionellen Methoden die Sorten zu erzeugen, die auf den Äckern Erträge bringen. Doch die Umwelt ändert sich mittlerweile so schnell, dass sie den Lauf gegen die Zeit zu verlieren drohen. Eine neue Sorte zu züchten dauert heute einige Jahre. Kann moderne Technik helfen? Sind die Gene in den Kartoffelbanken dieser Welt das Backup, welches das Grundnahrungsmittel für Milliarden Menschen sichern hilft?

Tatsächlich könnten die Genbanken viel dazu beitragen. Aber die Kartoffel macht es Forschern und Züchtern schwer. Das liegt an ihrem außergewöhnlich komplex aufgebauten Erbgut. Im Jahr 2011 wurde eine erste Version des Erbguts der Kartoffel vom Potato Genome Sequencing Consortium im Journal *Nature* vorgestellt. 39.000 Gene haben die Wissenschaftler damals auf zwölf Chromosomen einer in den Anden kultivierten Art entschlüsselt, 800 dieser Erbanlagen vermittelten Schädlingsresistenzen. Doch die haploide, also auf einem einfachen Chromosomensatz basierende Sequenz war nur ein Viertel der Wahrheit. Denn bei der modernen Zuchtkartoffel gibt es nicht nur einen Chromosomensatz oder, wie etwa beim diploiden Menschen, zwei – sondern vier: Jede Kartoffel erbt von ihrer Mutter- und von ihrer Vaterpflanze jeweils zwei Chromosomensätze, im Endeffekt besteht das Kartoffelgenom also aus vier mal zwölf Chromosomen. Das Erbgut ist tetraploid. Und das machte die komplette Entschlüsselung und auch die Zucht so schwierig.

Erst vor knapp einem Jahr ist es einem Forscherteam um Korbinian Schneeberger vom



Kartoffeln werden seit Tausenden Jahren kultiviert. Dennoch ist es bis heute sehr schwierig, neue Sorten zu züchten. Foto: Mauritius

## Olle Knolle

Die Kartoffel leidet unter dem Klimawandel – Hitze und Schädlinge machen ihr zu schaffen. Moderne Gentechnik kann ihr noch nicht helfen. Was tun?

Von Pia Heinemann

Max-Planck-Institut für Pflanzenzüchtungsforschung und der LMU München gelungen, das tetraploide Genom einer gängigen Zuchtkartoffel zu entschlüsseln. „Zwei Jahre haben wir dafür gebraucht, aber jetzt ist eine Standardmethode da, mit der wir schneller sequenzieren können“, sagt Schneeberger. Weitere zehn Kartoffelsorten seien nun innerhalb von zwölf Monaten sequenziert worden. Obwohl sich Züchter normalerweise nicht für die genaue Genetik hinter dem Erscheinungsbild und den Kocheigenschaften interessieren, könnten die Sequenzen bald für sie relevant werden, glaubt Schneeberger. „Wenn wir künftig für viele Sorten Genomsequenzen haben – und auch Marker, die für Erbgutabschnitte stehen, die spezielle Eigenschaften codieren, dann könnte das die Zucht beschleunigen.“

In einer idealen Welt könnte ein Züchter in einigen Jahren also eine Kartoffelsorte, die resistent gegen Hitze ist, mit einer anderen Sorte kreuzen, die lang anhaltender Feuchtigkeit trotz. Die aus dieser Kreuzung entstandenen Pflanzen könnten mit den genetischen Markern für genau diese Eigenschaften hin überprüft und sofort weitergezüchtet werden, bis sie marktreif sind. Der Vorteil: Einzelne Pflanzen müssten nicht lange auf die Kombination der gewünschten Eigenschaften hin untersucht werden. „Die Züchter könnten Zeit sparen“, so Schneeberger.

Aber diese ideale Welt existiert nicht, zumindest noch nicht. Züchter Justus Böhm von der Böhm-Nordkartoffel Agrarproduktion GmbH ist im Vorstand der Gemeinschaft zur Förderung von Pflanzeninnovation. Mit seinen Betrieben in Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern ist er einer der größten Züchter in Deutschland. „Wir arbeiten heute noch wie unsere Vorväter“, sagt er. „Bei der Kartoffel bedeutet das: Wir spielen Systemlotto.“ Damit meint er, dass die bestehenden Sorten auf ihre Eigenschaften hin ausgewählt und gekreuzt werden – dass aber kaum vorherzusehen ist, welche der Nachkommen tatsächlich so wachsen, wie gewünscht. „Das tetraploide Genom erfordert viele Rückkreuzungen, und es kann leicht zehn, fünfzehn Jahre dauern, bis eine neue Sorte marktreif ist.“ Denn es gibt rund 80 Merkmale, vom Stärkegehalt bis zur Schalenqualität, die ein Züchter beachten muss.

Dass er Hilfe aus dem Labor bekommen könnte, hofft auch Böhm. Aber er glaubt nicht recht daran, denn es gibt einige Hürden. Noch dürfen moderne Werkzeuge wie die Genschere CRISPR-Cas-9 nicht zur Erzeugung von Lebensmitteln in Europa eingesetzt werden, ohne dass sie als gentechnisch veränderte Organismen (GVO) gekennzeichnet werden müssen. Für solche Lebensmittel aus GVO aber gibt es keinen Markt. Nur wenn die Kennzeichnungspflicht und die hohen Regulierungsaufgaben, wie von Wissenschaftlern und Züchtern erwartet, in diesem Jahr tatsächlich wegfallen, könnte das Werkzeug für die Züchter interessant werden. Aber man müsse aufpassen, sagt Böhm. Denn auch mit modernen Züchtungstechniken ist der Kartoffel nicht ohne Weiteres zu helfen. „Wenn wir wegen der gesetzlichen Bestimmungen beispielsweise nur einzelne Gene ausschalten können, hilft uns das vielleicht bei der Hitze-problematik. Aber es hilft nicht gegen Erreger wie die Krautfäule“, erklärt Böhm. „Da müssten wir tatsächlich ganze Genabschnitte von anderen Sorten oder sogar von anderen Arten einbringen. Bei einem tetraploiden System braucht man dann weiterhin viele Kreuzungsschritte, denn es ist vorher nie ganz zu garantieren, dass neue Eigenschaften wirklich zur Ausprägung kommen.“

Die Zeit für neue Sorten aber drängt. Denn selbst wenn in der Kartoffelbank in Gatersleben Resilienzgene gefunden oder bei den ADAPT-Forschern in Wien widerstandsfähige Sorten identifiziert werden, selbst wenn die Sequenzierer Marker für das schnelle Identifizieren der gewünschten Eigenschaft finden und die Gentechnik in die Züchtung Einzug hält, droht von einer anderen Seite bereits das nächste Problem: Denn nach wie vor ist die Kraut- und Knollenfäule, die im 19. Jahrhundert zu großen Ernteaussfällen, verheerenden Hungersnöten und schließlich zu Auswanderungswellen aus Europa führte, ein großes Problem für die Kartoffelbauern. Um dem Erreger *Phytophthora infestans*, der alle zehn, fünfzehn Jahre mühsam gezüchtete Resistenzen überwindet, Herr zu werden, müssen sie Fungizide spritzen. Doch das geht bald nicht mehr: Die neue Pestizidverordnung der EU sieht vor, dass die Bauern weniger und weniger hochgiftige Pestizide auf die Felder ausbringen dürfen. Bis 2030 soll so der Einsatz und das Risiko von Pestiziden halbiert werden.

Ein gut klingendes Ziel, das in der Praxis an seine Grenzen stößt: Denn wenn Bauern weniger hochwirksame Fungizide gegen den Erreger der Kartoffelfäule spritzen dürfen, dann müssen sie im Zweifel schlechter wirkende Mittel häufiger versprühen. Ohne Spritzmittel ist die Zukunft der Kartoffel ungewiss. Denn *Phytophthora infestans* hat mittlerweile zwei neue aggressive Sublinien herausgebildet, die miteinander Gene austauschen – und so jede natürlich, gentechnisch oder züchterisch erworbene Resistenz schnell überwinden können. Schnelle Innovationen auf dem Acker sind also nötig – sonst wird die Knolle zum Auslaufprodukt.



Erstmals seit der großen Hungersnot vor gut 60 Jahren Chinas Bevölkerung 2022 geschrumpft: Diese Meldung des Statistikamts in Peking sorgte für Schlagzeilen. Demnach gebe es 1,411 Milliarden Einwohner, rund 850.000 weniger als im Vorjahr. Noch 2019 war diese Trendwende, auf Basis offizieller Zahlen, erst ungefähr für das Jahr 2030 prognostiziert worden. Für Experten ist der Rückgang keine Überraschung: Yi Fuxian von der University of Wisconsin, Autor des Buchs „Großes Land mit leerem Nest“, schätzt die Bevölkerungszahlen Chinas anhand verschiedener Daten, etwa zu verpflichtenden Impfungen für Säuglinge, Hochzeiten und Frauen im gebärfähigen Alter. Yi geht davon aus, dass es 130 Millionen Einwohner weniger gibt als vermeldet. Und: Die Bevölkerung sei bereits 2018 geschrumpft. Klar ist: Offizielle Angaben werden in China oft geschönt; Lokalpolitiker haben Interesse an Geldern, die von der Einwohnerzahl abhängen, etwa für den Schulbau. Und sie wollen Vorgaben erfüllen. Nachdem das Regime bis vor einigen Jahren über die Einkindpolitik brutal in die reproduktiven Rechte eingegriffen hat, setzt es auch aufgrund wirtschaftlicher Auswirkungen die Bevölkerung nun unter Druck, mehrere Kinder zu bekommen. Doch Kosten für den Nachwuchs sind hoch, die Geburtenraten sinken. Eltern würden teils gefälschte Geburtszertifikate kaufen, berichtet Yi. Mit seinen Anreizen ist Peking gescheitert, meint die Demografin Yun Zhou von der University of Michigan. Für manche Frauen sei Kinderlosigkeit gar eine Form des politischen Widerstands. Das Regime könnte viele private Tragödien als Folge der rasant alternenden Bevölkerung wohl nur über Reformen verhindern – diese wären eine echte Überraschung.

### WOCHENSCHAU

#### Bleierne Nacht

In Rembrandts 1642 vollendetem Gemälde „Die Nachtwache“ haben Chemiker der Universitäten Amsterdam und Antwerpen bei der Untersuchung mit speziellen Röntgenmethoden an manchen Stellen eine Verbindung entdeckt, die in Ölgemälden bisher noch nie gefunden wurde: Blei(II)formiat, ein Bleisalz der Ameisensäure. Wie die Forscher in der Fachzeitschrift *Angewandte Chemie* berichten, fand sich die Chemikalie kurioserweise an Stellen des Werkes, auf denen keine bleihaltigen Pigmente wie Weiß oder Gelb aufgetragen worden waren. Sie vermuten daher, das Blei könnte aus dem Leinöl stammen, dem zur Steuerung der Trockeneigenschaften Blei(II)oxid alias Bleiglätte zugesetzt wurde. Das Oxid müsse dann mit anderen Stoffen chemisch reagiert und dabei das Formiat gebildet haben. *UvR*

#### Wieder kein Impfstoff

Bei der langen und bislang erfolglosen Suche nach einer Impfung, die eine HIV-Infektion verhindern kann, gibt es eine neue Enttäu-schung. Der einzige Wirkstoffkandidat, der in fortgeschrittenen klinischen Studien getestet wurde, wirkt nicht, wie der Hersteller, die Pharma-Firma Johnson & Johnson, vermeldet. An der seit Ende 2019 laufenden „Mosaico“ genannten Phase-III-Studie hatten 3900 Männer in Südamerika, den USA und Europa teilgenommen, nun wird sie eingestellt. Details wurden bisher nicht veröffentlicht. Es handelte sich um einen vektorbasierten Impfstoff, bei dem ein abgeschwächtes Erkältungsvirus so modifiziert wurde, dass es die Bildung von Antikörpern gegen das HI-Virus initiiert. Bei Affen rief das Vakzin eine befriedigende Immunantwort hervor. *kurv*