

29. März 2019, 18:56 Landwirtschaft

Die neuen Knollen

Die Nachfrage nach Kartoffeln steigt weltweit, zugleich beeinträchtigt der Klimawandel den Anbau. Pflanzenzüchter arbeiten an neuen widerstandsfähigen Sorten.

Von Erik Stokstad

Auf einem kahlen, braunen Hügel untersucht David Ellis eine Testparzelle von Kartoffelpflanzen - und schüttelt den Kopf. "Sie sind tot, tot, tot", sagt er. Schädlinge und Dürre haben alle 17 von den Forschern gepflanzten Sorten zerstört.

Es ist ein schlimmes Zeichen für Ellis, den pensionierten Direktor der Genbank im International Potato Center (CIP) in Lima. In diesem zerklüfteten Teil der Anden werden seit Jahrtausenden Kartoffeln angebaut, doch in den vergangenen Jahren ist das immer schwieriger geworden. Dürre und Frost schlagen an vielen Orten häufiger zu. Der Regen kommt später, das verkürzt die Vegetationsperiode. Aufgrund der höheren Temperaturen können Motten und Rüsselkäfer aus tieferen Lagen vordringen.

Auf der Suche nach Kartoffeln, die solche Bedingungen bewältigen, testen Forscher und Landwirte Dutzende der 4350 lokal angebauten Sorten, die im CIP-Kühllager aufbewahrt werden. Die Pflanzen dieser Parzelle haben versagt. "Einheimische Landrassen entwickelten sich über lange Zeiten", sagt Ellis. Der Klimawandel hingegen verlaufe "zu schnell, als dass sich diese Sorten anpassen konnten".

Auf der ganzen Welt wird derzeit an der Optimierung der Kartoffel geforscht. Sie ist nach Weizen und Reis die wichtigste Kulturpflanze, Grundnahrungsmittel für 1,3 Milliarden Menschen und auch in Entwicklungsländern immer beliebter. Um die Nachfrage zu bewältigen, müssen sich die Kartoffeln an verschiedene Böden und Klimazonen anpassen - und den neuen Bedrohungen durch Schädlinge, Krankheiten, Hitze und Dürre widerstehen.

Doch die Zucht neuer Sorten ist langwierig und mühsam. Die im Handel üblichen Sorten tragen vier Kopien jedes Chromosoms. Das zwingt die Züchter, Hunderttausende von Sämlingen zu erzeugen und zu testen, um nur einen mit den gewünschten Eigenschaften zu finden. Die Entwicklung einer neuen Sorte kann ein Jahrzehnt oder länger dauern.

Viele Länder pflanzen zwar weiterhin die herkömmlichen Kartoffelsorten an. Neue Ansätze, auch aus der Gentechnik, versprechen jedoch mehr Möglichkeiten. Viel erhoffen sich die Kartoffelpflanzer etwa von der sogenannten hybrid-diploiden Züchtung. Dieses Verfahren könnte mehr als doppelt so schnell sein, die Kombination mehrerer Merkmale erleichtern und es den Landwirten ermöglichen,

Saatgut anstelle großer Knollenbrocken zu pflanzen. "Das wird die Welt enorm verändern", sagt Paul Struik, Agronom an der Universität Wageningen in den Niederlanden.

Leider finden sich in den Genbanken nur wenige der wilden Kartoffelsorten, die über besonders wertvolle Gene verfügen. Zugleich leidet die wilde Vielfalt unter dem Verlust von Lebensräumen. "Dabei benötigen wir gerade aufgrund des Klimawandels ein höheres Maß an Vielfalt als je zuvor", sagt Nigel Maxted, ein Naturschutzbiologe an der Universität von Birmingham in Großbritannien.

Die Vorfahren der heutigen Kartoffeln wuchsen in den Anden, wo vor spätestens 7000 Jahren die Pflanze domestiziert wurde. Nachdem die Spanier im 16. Jahrhundert die Knolle nach Europa gebracht hatten, blieb sie eine botanische Kuriosität und wurde größtenteils ans Vieh verfüttert. Erst im 19. Jahrhundert, während der Hungersnöte der Napoleonischen Kriege begannen die Europäer, ernsthaft Kartoffeln zu essen.

Dann gab es kein Halten mehr. Die Pflanze wächst in kalten Klimazonen und auf schlechten Böden, sie erlaubt an einigen Orten mehrere Ernten pro Saison. Einmal geerntet, können die Vitamin-C-reichen und nahrhaften Knollen über Monate gelagert und auf vielfältige Weise verarbeitet werden. Ein Hektar Kartoffeln liefert bis zu vier Mal so viele Kalorien wie ein gleich großes Getreidefeld.

Doch anders als Reis und Weizen hat die Kartoffel kaum von der Grünen Revolution der 50er- und 60er-Jahre profitiert. Die Erträge sind trotz Dünger und optimierter Anbaumethoden nur mäßig gestiegen. Es gab keine Verbesserungen wie etwa beim Weizen, der heute mit kurzen, robusten Stielen mehr Getreide tragen kann.

Dennoch ist die weltweite Kartoffelproduktion stetig gewachsen. China hat seine Ernten in den vergangenen 20 Jahren verdoppelt. Die Erträge sind mittlerweile mehr als doppelt so hoch wie in Indien, dem zweitgrößten Produzenten. Die Entwicklungsländer insgesamt bauen mittlerweile mehr Kartoffeln an als die Industrieländer. Usbekistan und Bangladesch verlassen sich auf die Kartoffel zur Ernährungssicherung. Viele afrikanische Länder wollen die Produktion steigern.

Die Züchter kämpfen gegen den Erreger - seit der irischen Hungersnot im 19. Jahrhundert

Um größere Ernten zu erzielen, müssen Landwirte allerdings viele Risiken in den Griff bekommen. Die größte Geißel der Kartoffel ist der pilzartige Erreger *Phytophthora infestans*, der verantwortlich für die Kartoffelfäule ist. Der Erreger löste Mitte des 19. Jahrhunderts die irische Hungersnot aus, seitdem kämpfen die Züchter gegen ihn. "Phytophthora entwickelt sich immer weiter und überwindet Widerstände", sagt Jadwiga Śliwka vom Institut für Pflanzenzüchtung und Akklimatisierung in Młochów, Polen. Reiche Länder setzen Fungizide ein, um die verheerenden Verluste durch Knollenfäule zu minimieren. Doch in den Entwicklungsländern vernichtet der Erreger 15 bis 30 Prozent der Ernte.



Bauern im Hochland von Peru experimentieren mit alten Kartoffelsorten, die widerstandsfähiger sein sollen.

(Foto: National Geographic/Getty Images)

Hinzukommen Hitze und Dürre, verschärft durch den Klimawandel. In einigen Teilen der Welt pflanzen Landwirte ihre Pflanzen früher im Jahr an, so dass sie reifen, bevor die Nächte zu warm werden und die Knollenbildung beeinträchtigt ist. Aber eigentlich benötigen Landwirte widerstandsfähigere Pflanzen. "Wir konzentrieren uns auf die Entwicklung einer robusten Kartoffel, die in einer stressigen Umgebung eine bessere Leistung erbringt", sagt Thiago Mendes, ein Kartoffelzüchter vom CIP-Regionalbüro in Nairobi.

Der Schlüssel zu dieser robusten Kartoffel liegt vielleicht bei den wilden Arten, die vom Südwesten Nordamerikas bis hin zu Mittel- und Südamerika wachsen. Wilde Kartoffeln aus Mexiko etwa haben sich in einer Umgebung entwickelt, in der schon immer auch *P. infestans* lebte; deshalb haben sie Resistenzen gegen den Erreger entwickelt. Andere wilde Arten könnten weitere Vorteile bieten.

Pflanzen in der Übergangszone überstehen strenge Winter, aber auch heiße Sommer

Im Juni 2018 lief der Botaniker Gustavo Heiden in Südbrasilien an der Böschung einer Viehweide entlang, sein Blick auf das lange Gras gerichtet. Plötzlich fiel er auf die Knie und stieß seine Schaufel in den Boden. "Aha! Schauen Sie sich das an", sagte Heiden, der mit der Brazilia Agricultural Research Corporation (Embrapa) in Pelotas zusammenarbeitet. Dann zog er eine kurze Pflanze mit kleinen Knollen aus dem Boden. Es war *Solanum commersonii*, einer von drei wilden Verwandten der in Brasilien bekannten Kartoffel.

Brasilien ist weit entfernt vom Ursprungsort der Kartoffel in den Anden. Doch ihre wilde Verwandten wachsen noch im Bundesstaat Rio Grande do Sul, wo das Klima schon tropisch wird. Pflanzen in dieser Übergangszone haben es gelernt, gelegentliche strenge Winter und heiße, trockene Sommer zu überleben. "Die Wildkartoffeln sind wahrscheinlich an das extreme Wetter angepasst, das mit dem Klimawandel nun häufiger vorkommen wird", sagt Heiden.

Heidens Sammeltour wird von einem 50-Millionen-Dollar-Programm des Crop Trust unterstützt, einer zwischenstaatlichen Organisation mit Sitz in Bonn. Deren

Ziel ist es, die wilden Kartoffelpflanzen zu finden, zu konservieren und zu züchten. So wird eine Tradition wiederbelebt, die seit der Verabschiedung des Übereinkommens über die biologische Vielfalt in den 1990er Jahren an Bedeutung verloren hat. Früher nämlich suchten viele Expeditionen nach neuen Pflanzen. Doch die Konvention erschwerte die Vergabe von Sammellizenzen und den Austausch von Pflanzenmaterial. Zwar lockerte ein internationales Saatgutabkommen aus dem Jahre 2004 die Bestimmungen wieder, doch aufgrund fehlender Mittel und Expertise stagnierte das Sammeln.

Der Crop Trust finanziert und schult deshalb Sammler - mit Erfolg. So wurden in den letzten Jahren 39 wilde Kartoffelarten in sechs Nationen gefunden - in Brasilien, Ecuador, Guatemala, Costa Rica und Chile, vor allem aber in Peru. Das Team von Cinthya Zorrilla vom Nationalen Institut für landwirtschaftliche Innovation in Lima fand 31 Arten. Die Pflanzen werden in den Genbanken der jeweiligen Länder aufbewahrt, im CIP in Lima und in den Royal Botanic Gardens in Kew.

Kartoffelzüchter aus der ganzen Welt werden auf die Samen zugreifen können - und dann auf die nächste Schwierigkeit treffen: Wie bekommt man die gewünschten Gene der Wildarten in die Kulturkartoffeln? Schließlich tragen auch sie unerwünschte Eigenschaften in sich. Schon die normale Kartoffelzucht ist ein Glücksspiel. Da die Zuchtlinien jeweils vier Kopien ihrer zwölf Chromosomen besitzen, lässt sich kaum kalkulieren, wie sich die Merkmale in der nächsten Generation mischen. Das ist der Grund, wieso die Landwirte Knollenstücke anstelle von Samen in den Boden setzen, denn so erzeugen sie genetisch identische Pflanzen. Mühsam bleibt es dennoch, zumal die Züchter viele Merkmale gleichzeitig verändern wollen. "Die Zahlen werden sehr schnell sehr schlecht", sagt Laura Shannon, Kartoffelzüchterin an der University of Minnesota in St. Paul.

Genetische Marker beschleunigen mittlerweile den Prozess. Mit ihrer Hilfe können Züchter bereits beim Sämling testen, ob er ein gewünschtes Merkmal - etwa Krankheitsresistenz - aufweist. Sie müssen nicht mehr auf die Reife der Pflanze warten und sie dann der Krankheit aussetzen. Doch selbst mit diesem Werkzeug muss ein Kartoffelzüchter bis zu 100 000 Nachkommen pro Jahr durchforsten. Es kann 15 Jahre oder länger dauern, eine Pflanze mit den richtigen Eigenschaften zu finden, sie vollständig zu testen und genügend Saatgutknollen zu erzeugen, die an Landwirte verteilt werden können.

Dabei lassen sich die bestehenden Sorten nicht ohne Weiteres verbessern, ohne auch die bewährten, erwünschten Eigenschaften zu beeinträchtigen. Deshalb dominieren klassische, weit verbreitete Sorten meist noch Jahrzehnte nach ihrer Einführung den Markt. Nur sehr geduldige Züchter erzielen beeindruckende Ergebnisse. So brachte das CIP 2017 beispielsweise vier neue Sorten in Kenia auf den Markt, die das Ergebnis von Kreuzungen aus etablierten Zuchtlinien sind. In Feldversuchen konnten die neuen Kartoffelpflanzen die Erträge bei 20 Prozent weniger Niederschlag und um drei Grad Celsius erhöhten Temperaturen halten.

Solche Erfolg zeigen, dass bestehenden Zuchtlinien noch Potenzial haben. Forscher befürchten dennoch, dass der Genpool nicht groß genug ist, um die

Kartoffel an den Klimawandel anzupassen. Deshalb suchen sie in Wildpflanzen nach vielversprechenden Genen. So etwa in einer Embrapa-Forschungsstation in der Nähe von Pelotas. Hier analysieren Techniker den Fund von Gustavo Heiden. Sie befruchten die schwach violetten Blüten der Pflanzen mit den Pollen domestizierter Kartoffeln, schaffen so immer neue Kreuzungen. Bereits Tausende dieser Sämlinge haben sie auf Ertrag und Robustheit untersucht. Ältere Pflanzen prüfen sie auf Trockenresistenz, in einer temperierbaren Kammer testen die Forscher die Fähigkeit anderer Pflanzen, Hitze zu widerstehen.

Andere Forscher setzen auf Gentechnik. So haben beispielsweise Marc Ghislain und seine Kollegen bei CIP bewährten Kartoffelsorten drei Resistenzgene gegen die Fäule hinzugefügt. Die transgenen Sorten haben sich in drei Jahren Feldtests in Uganda als erfolgreich erwiesen und stehen kurz vor der Zulassung. In den USA und in Kanada sind ähnliche Pflanzen bereits auf dem Markt.

Komplexe physiologische Merkmale lassen sich nur schwer beeinflussen

Biotechnologische Ansätze funktionieren vor allem bei Merkmalen, die von einzelnen Genen kontrolliert werden, wie Krankheitsresistenz und mechanischer Robustheit. Komplexe physiologische Merkmale, die von vielen Genen beeinflusst werden, ließen sich bislang jedoch immer nur über die mühsame traditionelle Zucht verändern. Doch vielleicht gelingt im niederländischen Wageningen eine Revolution, an der Pim Lindhout arbeitet. Als Leiter der Forschungs- und Entwicklungsabteilung von Solynta, einem 2006 gegründeten Startup, haben er und seine Kollegen einen neuen Ansatz entwickelt: Sie ziehen sogenannte Hybrid-Nachkommen aus echten Zuchtlinien.

Die Hybridzüchtung revolutionierte bereits die Maisproduktion im 20. Jahrhundert. Sie erlaubt es, schnell Hohertragssorten zu erzeugen. Der erste Schritt besteht darin, Inzucht-Elternlinien herzustellen, die identische Allelen aller Chromosomen-Kopien haben. Die Nachkommen dieser wahren Zucht-Eltern erben dann eine vorhersehbare Menge von Merkmalen. Die Herstellung der Inzuchtlinien erfordert über viele Generationen hinweg eine wiederholte Selbstbestäubung, die leicht die Gesundheit der Pflanzen beeinträchtigen kann. Aber wenn die Züchter zwei Inzuchtlinien kreuzen, sind die ersten Nachkommen der ersten Generation gesund und verfügen über die positiven Eigenschaften beider Elternteile.

Lange Zeit bezweifelten die Züchter, dass sich das Verfahren bei Knollen anwenden lässt. "Ich habe gelernt, dass bei der Kartoffelzucht keine Inzucht möglich ist", sagt Shelley Jansky, ein Experte des US-Ministeriums für Landwirtschaft in Madison. So können sich viele Kartoffelarten gar nicht selbst befruchten. Doch 1998 entdeckten Forscher ein Gen, das es einer Wildkartoffel irgendwie ermöglichte, sich selbst zu befruchten. Nachdem dieses Gen übertragen wurde, gelang dies auch anderen Kartoffeln, allerdings produzierten sie nur kümmerliche Knollen.

Die Bauern sind schon 200 Meter hoch gezogen, dort wo das Ackerland knapp wird

Dennoch brachten die Forscher die Knollen dazu, dass sie sich von Generation zu Generation selbst befruchteten. Dabei verfolgten sie zwei Ansätze, um die Chromosomen-Vielfalt der Kartoffeln zu reduzieren: Zum einen verwendeten sie Arten, die nur über zwei Chromosomen-Sätze verfügen, sogenannte Diploide. Und sie manipulierten domestizierte Kartoffeln, um die Anzahl der Chromosomen auf die Hälfte zu reduzieren. So gelang es ihnen letztlich, diploide Inzuchtlinien zu entwickeln.

Erst diese Pflanzen ermöglichten es dem Startup Solynta, die Kartoffelzüchtung zu revolutionieren. Sie werden es ermöglichen, in Zukunft die Eigenschaften kommerzieller Kartoffelsorten mit beispielloser Sicherheit, Leichtigkeit und Geschwindigkeit zu steuern. Es wird einfacher werden, nur die gewünschten Merkmale der wilden Verwandten zu übertragen.

Im Jahr 2016 machte Solynta seine ersten Feldversuche mit Hybridsetzlingen in der Demokratischen Republik Kongo und an 17 Standorten in ganz Europa. Die Pflanzen entwickelten sich gut und produzierten große Knollen. In den nächsten Jahren will das Unternehmen maßgeschneiderte Kartoffeln für europäische und afrikanische Märkte herstellen.



Auch in Deutschland gab es früher eine größere Vielfalt an Knollenfrüchten.
(Foto: akg-images)

Die Hybridzucht "könnte ein echter Spielveränderer sein", sagt der Genetiker Glenn Bryan, Chef der Potato Genetics and Breeding-Gruppe am James Hutton Institute in Dundee, Großbritannien. "Die Zucht wird auf jeden Fall beweglicher." Auch die Grundlagenforschung könnte von dieser Arbeit profitieren. "Mit den diploide Kartoffeln werden wir das Kartoffelgenom besser verstehen", sagt Shannon. Obwohl Unternehmen normalerweise ihre Inzuchtpflanzen streng geheim halten, plant Solynta, eine Zuchtlinie für die Forschung offenzulegen.

Hybride könnten auch den Anbau von Kartoffeln grundlegend verändern, weil sie den Landwirten ermöglichen, echte Samen zu säen. Für die Bepflanzung von zehn Hektar Acker wären dann nur noch 300 Gramm Saatgut nötig - statt 25 Tonnen sperriger Knollen. In den Entwicklungsländern, in denen Qualitätssamenknollen selten sind, könnte Saatgut den Landwirten den Anbau überlegener Pflanzen erleichtern. Außerdem übertragen Samen kaum schlimme Krankheiten.

Hybride Kartoffelsamen sind kein Allheilmittel. Junge Pflanzen wachsen schneller und kräftiger aus Knollen als aus Samen, weshalb sie in manchen Klimazonen Nachteile haben. Hybridkartoffeln haben häufig weniger einheitlich geformte Knollen als traditionelle Pflanzen, ein Problem für Landwirte, die Lebensmittel-Firmen mit genormten Abläufen beliefern. Doch unter dem Strich sind die Forscher optimistisch. "Es gibt keinen besseren Zeitpunkt, um Züchter zu werden - und vor allem Kartoffelzüchter", sagt Shelley Jansky.

Doch solange die neuen Sorten nicht auf dem Markt sind, müssen die Landwirte mit den vorhandenen Ressourcen arbeiten, so auch in Perus Heiligem Tal. Dort haben sie ihre Felder in den vergangenen 30 Jahren bereits 200 Meter nach oben verlegt, um den steigenden Temperaturen zu begegnen. Doch wird mit steigender Höhe das Ackerland knapp.

Also haben sich die Kleinbauern einer Vereinigung namens Potato Park zusammengeschlossen, in der sie gemeinsam den zum Teil uralten, fast vergessenen Kartoffelsorten der Region nachspüren, sie anbauen und auf ihre Zukunftstauglichkeit prüfen. Gerade stapeln sie Säcke voller roter, gelber und brauner Knollen, die sie auf den Versuchsfeldern geerntet haben. Auf der Suche nach ertragreichen und robusten Sorten besinnen sie sich auf die alte Vielfalt. Pedro Condori Quispe, einer der Züchter, ist optimistisch, dass die Gemeinden hier auch in Zukunft die nahrhaften Knollen anbauen werden. Kartoffelbauern, sagt er mit einem Lächeln, "sind Herausforderungen gewöhnt".

Dieser Beitrag ist im Original im Wissenschaftsmagazin Science erschienen, herausgegeben von der AAAS. Deutsche Bearbeitung: cwb. Weitere Informationen: www.aaas.org

URL: <https://www.sueddeutsche.de/wissen/landwirtschaft-die-neuen-knollen-1.4388846>

Copyright: Süddeutsche Zeitung Digitale Medien GmbH / Süddeutsche Zeitung GmbH

Quelle: SZ vom 30.03.2019

Jegliche Veröffentlichung und nicht-private Nutzung exklusiv über Süddeutsche Zeitung Content. Bitte senden Sie Ihre Nutzungsanfrage an syndication@sueddeutsche.de.