

Ursprung und Verwandlung

Begleitbroschüre zum Arche Noah Jahresschwerpunkt 2002

AutorInnen (alle: Arche Noah)

Mag. Michaela Arndorfer (Karotte, Rübe & Mangold)

DI Bernd Kajtna (Pflaumenverwandtschaft)

Mag. Beate Koller (Einleitung, Weizenverwandtschaft)

Peter Zipser (Salat)

Der Artikel zur Pflaumenverwandtschaft entstand mit Unterstützung von Naturschutz NÖ und der EU. Die Vorarbeiten zu allen anderen Artikel entstanden mit Unterstützung des BMLFUW

Herausgeber: ARCHE NOAH, Obere Straße 40, 3553 Schiltern

@ Arche Noah 2002- alle Rechte vorbehalten

Vorwort

Die Geschichte der Entwicklung von Kulturpflanzen aus Wildpflanzen ist eine Geschichte oft unglaublicher Verwandlungen. Welche Prozesse der Evolution haben diese Verwandlungen bewirkt? Welche Eigenschaften unterscheiden Kulturpflanzen grundlegend von ihren wilden Verwandten? Wie ist durch den Faktor „Nutzung“ die unglaubliche Vielfalt entstanden, die wir bei vielen Kulturpflanzen beobachten können?

Das sind die Fragen, denen wir nachgehen wollen, um unseren Lesern und Leserinnen etwas von der Faszination dieses Kulturwertungsprozesses zu vermitteln, der viel mehr Rätselhaftes enthält, als man im ersten Moment so annehmen mag.

Wir haben fünf Kulturarten aus ganz verschiedenen Nutzungsgruppen ausgewählt, die diese Geschichte illustrieren sollen: Die Karotte als Wurzelgemüse, Lattich als Blattgemüse, die Weizenverwandtschaft, Bete und Mangold mit ihren unterschiedlichen Nutzungsrichtungen, und als Beispiel beim Obst die Zwetschken und Pflaumen mit ihren vielen halbwildem Verwandten.

Viel Spaß beim Lesen wünscht

Beate Koller
Redaktion

Inhalt

Einleitung	6
Weizen	8
Karotte	7
Beta	6
Lactuca	8
Prunus	5
Glossar	6
Rezepte	2
Literatur	5

Einleitung

Das Faszinierende an der Evolution der Kulturpflanzen liegt in der erdgeschichtlich kurzen Zeit, in der diese stattgefunden hat – sie begann „erst“ vor rund 10.000 Jahren mit der Entwicklung des Ackerbaus. So sind auch die Ausgangsformen der Kulturpflanzen noch erhalten und vielfach bekannt, und man kann die enormen Veränderungen von der Wildpflanze zur Kulturpflanze ermessen. Es ist spannend sich zu fragen, wie die Bedürfnisse des Menschen in Anbau und Nutzung sich in Veränderungen der Pflanzen niedergeschlagen haben.

Auch die Evolution der Kulturpflanzen kann man sich als Ergebnis des Zusammenspiels zweier Prozesse vorstellen: Einerseits entsteht neue Vielfalt durch spontane, natürlich auftretende, allerdings sehr seltene Veränderungen im Erbgut einer Pflanze (Mutationen). Diese bewirken, dass plötzlich Spielarten mit neuen Eigenschaften entstehen. Damit diese „Neulinge“ auch dauerhaft erhalten bleiben, müssen sie sich unter den gegebenen Lebensbedingungen durchsetzen können – sonst sterben sie bald wieder ab oder können sich nicht ausreichend vermehren. So wird durch natürliche Selektion die Vielfalt wieder eingeschränkt. Im Falle der Kulturpflanzen spielt der Mensch bei beiden Prozessen eine wichtige Rolle. Er kann einerseits durch züchterische Tätigkeit, wie die Kreuzung von zwei Sorten, absichtlich neue Kombinationen und damit die Entstehung neuer Vielfalt verursachen. Die Menschen der Urzeit besaßen dieses Wissen wohl noch nicht. Allerdings selektierten auch sie bereits bewusst oder unbewusst aus der natürlich vorhandenen Vielfalt geeignete Pflanzen aus.

Neue Überlebens-Chancen!

Und das Besondere ist: Viele der Spielarten, die in Kultur genommen wurden, konnten in der „freien Wildbahn“ gar nicht

überleben, sondern nur mit Hilfe des Menschen, der sie gezielt anbaute, pflegte und vermehrte. Indem der Mensch für normalerweise nicht überlebensfähigen Pflanzen eine neue Nische schuf, hat er also die Vielfalt der vorhandenen Formen beträchtlich erhöht. Dies tat er natürlich deswegen, weil für ihn gerade diese, für Wildpflanzen ungünstigen, Veränderungen interessant waren. Für dieses Phänomen gibt es viele Beispiele, wie das berühmte von der Ährenspindel:

Bei Wildweizen und Wildgersten zerbricht bei der Reife die Ährenspindel, und die einzelnen Ährchen fallen zu Boden und werden so verbreitet. Durch eine Mutation können (selten) Pflanzen entstehen, deren Ähre intakt bleiben. In der freien Wildbahn ist das keine gute Sache – die Samen werden Vögeln, Nagern und Ameisen wie auf einem Präsentierteller dargeboten, und Samen, die nicht gefressen werden, keimen direkt in der Ähre und haben geringe Überlebenschancen. Für die menschliche Nutzung ist diese Veränderung jedoch ideal, da sich ganze Ähren effizienter ernten lassen und weniger Samen verloren gehen.

Von Wassermelone und Kürbis wurden Pflanzen in Kultur genommen, deren Früchte ihre Bitterkeit verloren hatten – wobei die Bitterkeit in der Natur eben dazu dient, die Früchte vor dem vorzeitigen Gefressenwerden zu bewahren. Unter den Bananen wurden Pflanzen mit großen, fast samenlosen Früchten entdeckt – ausgelöst wird dies auch durch eine Mutation, genaugenommen durch eine Vervielfältigung des Chromosomensatzes (Polyploidie). Diese geht oft mit einer enormen Vergrößerung von Früchten und vegetativen Teilen einher, und bewirkt gleichzeitig häufig Sterilität. Auch hier gilt: Was unter Naturbedingungen ein Weiterbestehen unmöglich macht, kann unter Kulturbedingungen eine positive Eigenschaft sein. Man denke nur an manche unserer Kopfsalate und Wirsingkohlsorten, die ohne menschliche Hilfe kaum mehr imstande sind, Blütentriebe zu schieben...

Typische Veränderungsprozesse

Zum Überblick wollen wir nochmals eine Reihe von grundlegenden Merkmalen benennen, die Kulturpflanzen generell von Wildpflanzen unterscheiden: es sind dies

- ★ der Verlust von Mechanismen, die der Samenverbreitung dienen
- ★ der Verlust der Keimruhe als Schutz vor schwankenden Umweltbedingungen
- ★ der Verlust von Inhaltsstoffen, die der Frass-Abwehr dienen
- ★ eine starke Größenzunahme von Früchten und vegetativen Pflanzenteilen („Gigas-Charakter“).
- ★ damit verbunden eine Herabsetzung des Stoffwechsels, die eine Verlangsamung der Entwicklung und eine Verlängerung der Lebensdauer der Pflanzen bewirkt.

Letzteres trifft vor allem auf jene Kulturpflanzen zu, bei denen der Mensch an großen Speicherorganen interessiert ist, wie z.B. Rüben und Wurzeln. So sind die Sippen der Wildkarotte, die man für die Vorfahren der „östlichen“ Kulturkarotte hält (die purpurnen und gelben Formen des Nahen Ostens) einjährig und erst in Kultur zweijährig geworden!

Das Rätsel der Inkulturnahme

Halten wir uns nochmals vor Augen, dass für den Menschen interessante Mutationen nur sehr selten auftreten und dann aufgrund ihrer schlechten Anpassung an natürliche Bedingungen meist rasch wieder verschwinden, so müssen wir uns fragen, wie es möglich war, dass diese besonderen Spielarten vom Menschen sofort gefunden und weiter vermehrt wurden! Noch dazu wo einige dieser Eigenschaften, wie fehlende Bitterkeit oder gar fehlende Keimruhe, äußerlich nicht zu erkennen sind! Hier knüpft eine weitere Frage an – wurden die Pflanzen zuerst in Kultur genommen und dann Individuen mit interessanten Eigenschaften selektiert, oder haben die Menschen interessante Mutanten in der Natur entdeckt und diese dann in Kultur genommen?

Bei Getreiden ist die Idee nicht leicht zu akzeptieren, dass die „Kulturform“ (wie z.B. Formen mit intakt bleibender Ährenspindel) in der Wildnis entstand und dann vom Menschen gefunden wurden, weil dies schlicht zu unwahrscheinlich wäre. Hier wurden wahrscheinlich zuerst Wildformen in Kultur genommen, und dann kam es durch die Art der Bewirtschaftung zu unbewussten Selektionen, und, in längeren Zeiträumen, zu einer Akkumulation von Pflanzen, die eher gleichzeitig abreiften und deren Ähren intakt blieben und die sich so dem erntenden Menschen besonders anboten. Bei Kürbis und Wassermelone lag die Sache vielleicht ähnlich – vielleicht wurden die bitteren Pflanzen zuerst wegen ihrer Samen angebaut und später erst nicht bittere Früchte ausgelesen und weiter angebaut. Daneben jedoch gibt es auch Rätsel, wie zum Beispiel die Inkulturnahme der süßen Mandel: Da die wilden Mandeln alle sehr bittere und giftigen Samen haben, wurden diese wohl kaum nicht regelmäßig gegessen. Wie also entdeckte der Mensch die süßen Mandelkerne? Zusätzlich müsste er diesen Fund durch Stecklinge weitervermehrt haben, da es bei Samenvermehrung sehr unwahrscheinlich ist, wieder eine ungiftige süße Mandel zu erhalten.

Primäre und sekundäre Kulturpflanzen

Viele Kulturpflanzen entstanden, indem der Mensch direkt Wildpflanzen in Kultur nahm, wie bei den oben angeführten Beispielen, und diese werden primäre Kulturpflanzen genannt. Manche Kulturpflanzen nahmen indes einen „Umweg“: Sie waren zuerst Unkräuter in Kulturpflanzenbeständen, und wurden erst später selbst zu Kulturpflanzen. Sie werden daher als sekundäre Kulturpflanzen bezeichnet. Zu ihnen gehören Hafer und Roggen, Tomaten, Buchweizen oder Leindotter.

Hier soll kurz die Geschichte des Roggens erzählt werden, der im südwestlichen Asien ein häufiges Unkraut in Gersten- und Weizenfeldern ist. Der Unkrautroggen war in Regionen, die

klimatisch für Gerste und Weizen nicht mehr so günstig sind, diesen Kulturgetreiden überlegen, und auch in besonders kalten, besonders nassen oder trockenen Jahren konnte er sich so stark durchsetzen, dass er einen Großteil des Feldbestandes ausmachte. Wahrscheinlich wurde er in solchen Fällen einfach mitgeerntet und mitvermahlen, wie man dies noch heute in Kleinasien beobachten kann. Schließlich wurde er auch selbst gezielt als Getreide angebaut. Auch zu uns nach Europa dürfte der Roggen als Getreideunkraut gekommen sein und sich in manchen Regionen als dem Weizen überlegen erwiesen haben. Man sieht, dass auch die Wanderung der Kulturpflanzen mit dem Menschen ein wichtiger Faktor in der Entstehung von Kulturpflanzen ist.

Wanderungen

Seit altersher sind Kulturpflanzen mit dem Menschen um die Erde gewandert. Heute sind die meisten wichtigen Kulturpflanzen weltweit verbreitet, und der Ort der größten Produktion liegt häufig fern von den Herkunftsgebieten der Kulturpflanze.

Voraussetzung für die Verbreitung von Kulturpflanzen war immer, dass diese für ihre neuen Anbaugelände geeignet, prä-adaptiert waren, oder dass rasch neue, besser geeignete Typen selektiert werden konnten. So wurde die erste Kartoffel bereits 1570 nach Europa eingeführt, durchsetzen konnte sie sich aber erst 200 Jahre später mit den ersten langtagsadaptierten Typen. Natürlich sind auch kulturelle Aspekte ausschlaggebend dafür, wie rasch eine neue Kulturpflanze sich durchsetzen kann.

Für die Vielfalt der Kulturpflanzen ist ihre Verbreitung jedenfalls von Bedeutung: Erstens durch die Selektion neuer angepasster Typen. Zweitens dann, wenn die Pflanze mit dem Menschen natürliche geographische Barrieren überschreitet, sodass sie auf andere Herkünfte derselben Art oder auf neue wilde Verwandte trifft, mit denen es zu Verkreuzungen kommen kann: Wie zum Beispiel beim Wein (*Vitis vinifera*), der aus Europa in die USA

gebracht wurde, dort aber an Klima, Krankheiten und Schädlinge schlecht angepasst war. Erst durch Selektionen wilder nordamerikanischer Weinarten wie *Vitis labrusca* nach Einkreuzung des europäischen Weins war ein erfolgreicher Weinbau möglich. Ein anderes Beispiel wäre die Ananas-Erdbeere (*Fragaria x ananassa*) - sie ist in Frankreich durch Verkreuzung zweier amerikanischer Erdbeer-Arten entstanden, die in ihrer Heimat nicht in den selben Gebieten wachsen.

Das Alter unserer Kulturpflanzen

Die meisten Kulturpflanzen wurden vor tausenden Jahren domestiziert. Archäologische Funde und historische Belege erlauben in vielen Fällen Rückschlüsse auf den Zeitpunkt der Inkulturnahme. Emmer, Einkorn, Dattelpalme wurden bereits rund 7000 Jahren v. Chr. in Kultur genommen, Saatweizen rund 5.500 Jahre v. Chr., tausend Jahre später der Reis, weitere tausend Jahre später der Mais. Roggen wurde um 500 v. Chr. zur Kulturpflanze, die Ananas 500 n. Chr., das Kraut um 1000 n. Chr. „Moderne“ Kulturpflanzen sind die Zuckerrübe und Kautschuk (19. Jh.), und Kulturheidelbeere und Jojoba sind gar erst im 20. Jh. in Kultur genommen worden.

Vielfaltszentren – Ursprungszentren

1927 präsentierte der russische Wissenschaftler Vavilov aufgrund seiner bei weltweiten Sammelreisen gewonnenen Eindrücke eine „Genzentrentheorie“. Er stellte fest, dass es auf der Erde Zentren mit erheblicher Mannigfaltigkeit an Kulturpflanzen gibt. Er wies darauf hin, dass diese Genzentren mit den Entstehungsgebieten des Ackerbaus und der ersten Hochkulturen weitgehend übereinstimmen. Heute noch gelten als die acht „klassischen“ Genzentren Mittelamerika, Teile Perus und Chiles, der Mittelmeerraum und Teiles des Nahen Ostens, Indien, das ehemalige Indochina und Südchina. Später wurden diese

Genzentren um bestimmte tropische Gebiete, v.a. in Westafrika, Kenia und Neuguinea, ergänzt.

Die Genzentrentheorie wurde von anderen Wissenschaftler jedoch auch kritisch erweitert. So muss man primäre und sekundäre Genzentren unterscheiden – wobei als primär die Entstehungsgebiete der Kulturpflanzen bezeichnet werden, als sekundäre die Mannigfaltigkeitszentren, in denen die (eingewanderten) Kulturpflanzen ihre Formenvielfalt entfaltet haben. Die Entstehungsgebiete können, müssen aber nicht mit den Mannigfaltigkeitszentren zusammen fallen.

Hinzu kommt, dass wenige Kulturpflanzen nur einen einzigen klar abgrenzbaren Ursprung haben, oft sind sie vielmehr in ausgedehnten Gebieten entstanden. Und nicht wenige sind überhaupt Kosmopoliten, die weltweit vorkommen und genutzt werden.

Die Weizensippen

*Eine weitläufige Verwandtschaft:
Vom Weltwirtschafts-Weizen bis hin
zu den vergessenen Urgetreiden*

Wenn man vom „Weizen“ spricht, denken viele Menschen zuerst an den Saat-Weizen, unser wichtigstes Brotgetreide. Die Weizenverwandtschaft umfasst jedoch viele Kulturgetreide. Manche haben auch heute noch Bedeutung – z.B. Dinkel und Hart-Weizen – andere sind fast aus der Kultur verschwunden – z.B. Einkorn und Emmer, Gommer und Rau-Weizen. Die Abstammungsgeschichte des modernen Saat-Weizens ist wahrhaft abenteuerlich und hat viele ForscherInnen intensiv beschäftigt. Nehmen Sie im folgenden Beitrag Einblick in die Evolutionsgeschichte eines unserer wichtigsten Nahrungsmittel und lassen Sie sich auch mit einigen seiner weniger prominenten Verwandten bekannt machen.

Die Koevolution von Weizen und Mensch

Die ältesten Körnerfunde von domestiziertem Weizen sind 9.500 Jahre alt. Die Kulturwerdung des Weizens nahm ihren Ausgang wohl im Nahen Osten, wo auch die wilden Weizenarten ihren Verbreitungsschwerpunkt haben.

Weizenarten waren, neben der Gerste, die wichtigsten Nahrungspflanzen der frühen Landwirtschaft in der Alten Welt. Weizenarten waren für die Inkulturnahme prädestiniert: Sie haben ein großes Korn, das andere Getreidearten wie Gerste, Mais und Reis in seinem Nährwert übertrifft, da es neben Kohlehydraten auch bis zu 14% Protein enthält. Der niedrige Wassergehalt ermöglicht eine lange Lagerung und einen guten Transport. Zwar wachsen die wilden Weizenarten auf kargen und

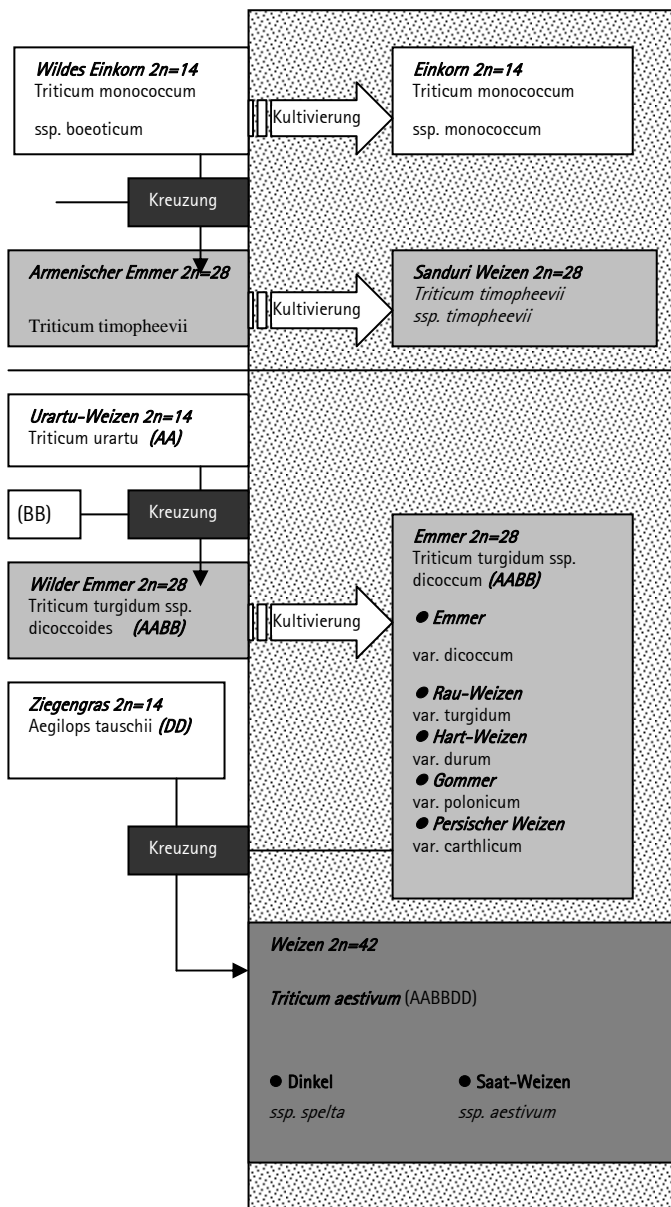
trockenen Standorten, sie sprechen jedoch auf besserer Standorte ebenfalls gut an. Die Tatsache, dass die Weizenarten überwiegende Selbstbefruchter sind, könnte geholfen haben, für die Kultur interessante Mutationen zu bewahren, ebenso wie die Ergebnisse seltener Kreuzungsereignisse.

Ein Nachteil der wilden Weizenarten ist die Brüchigkeit der Ähre. Dies dient der Verbreitung der Samen am Wildstandort, und am Boden sind die Samen vor Trockenheit und Tierfraß auch besser geschützt. Durch wohl unbewusste Selektion wurden in Kultur Weizenpflanzen mit nichtbrüchiger Ährenspindel angereichert (siehe dazu auch Einleitungskapitel).

Ein weiteres ursprüngliches Weizenmerkmal sind die bespelzten Samen, die in allen Stufen der Weizenevolution vorkommt (z.B. bei Einkorn, Emmer, Dinkel). In der Natur dienen die Spelzen als Schutz für die Samen. Freidreschende Formen, bei denen die Samen beim Drusch ausfallen, entstanden zunächst durch Mutationen und wurden durch menschliche Selektion angereichert. So entwickelten sich Hart-Weizen, Rau-Weizen, Gommer, Saat-Weizen und andere freidreschende Weizen.

Die primären Domestifikationsmerkmale des Weizens sind also: Fehlende Brüchigkeit der Ährenspindel, gleichzeitige Abreife der Samen, rasche und gleichzeitige Keimung der Samen, und bis zu einem gewissen Grad auch die freidreschenden Samen. Hinzu kommt eine erweiterte Anpassung an andere Klimagebiete, die mit der Expansion der Weizenkultur einherging. Die Weizenarten sind ursprünglich an Windbestäubung angepasst, viele gingen im Zuge der Domestikation zur Selbstbestäubung über und boten damit eine gute Voraussetzung für die Inkulturnahme durch den Menschen.

Im Zuge der Kulturwerdung ging also beim Weizen die Fähigkeit zur effizienten Samenverbreitung verloren, und er wurde in seinem Fortbestehen völlig von Kultur und Pflege durch den Menschen abhängig. Andererseits wurde der Weizen zu einer unverzichtbaren Nutzpflanze, die es dem Menschen ermöglichte, Nahrung in großen Mengen zu produzieren, womit auch eine wichtige Voraussetzung für die Sesshaftwerdung und das Entstehen größerer menschlicher Ansiedelungen geschaffen war. In dieser engen Beziehung zwischen dem Mensch und den Weizen entstand eine enorme Formenvielfalt. Bis zu 17.000 Weizen-Varietäten und -Sorten sind bekannt. Weizen wird heute nicht nur in seinen Herkunftsgebieten, sondern weltweit in unterschiedlichsten Klimagebieten kultiviert. Saat-Weizen wurde zum weltweit wichtigsten Nahrungsmittel und macht bis zu 20% der menschlichen Ernährung aus. Er sticht durch seine einzigartigen Backqualitäten besonders hervor und weist die größte Formenvielfalt aller Weizenarten auf.



Der Stammbaum

Viele Forscher und Forscherinnen haben bereits an der Aufklärung des komplizierten Weizenstammbaums getüftelt. Seine Entstehung war ein mehrstufiger Prozess, an dem verschiedene Weizenarten beteiligt waren.

Alles begann vor über 9.000 Jahren mit einem zarten Wildweizen mit brüchiger Ähre und kleinen Körnern: Dem Wilden Einkorn. Sein Verbreitungsgebiet erstreckt sich von Vorderasien bis auf den Balkan. Dort wächst es in lockeren Eichenwäldern und steppenartigen Gebieten. Es kommt aber auch in sekundären Lebensräumen wie Ackerränder und Straßenrändern vor. Das Wilde Einkorn wurde wahrscheinlich schon lange vor der Inkultur aus der Natur gesammelt. In Kultur verlor es allmählich seine Wildpflanzeigenschaften, und es entstand das Einkorn, eines der wichtigsten Getreide der frühen Landwirtschaft, das auch in Europa bis ins Mittelalter weit verbreitet war. Es ist ein Spelzgetreide, von dem nur eine einzige freidreschende Form (*var. sinskajae*) bekannt ist. Entgegen einer weitverbreiteten Ansicht ist das Wilde Einkorn wahrscheinlich kein direkter Vorfahre des Saat-Weizens!

Sondern: Das Wilde Einkorn war wahrscheinlich an der Entstehung des Armenischen Emmers (*Triticum timopheevii*) beteiligt, der aus einer natürlichen Kreuzung zwischen Wildem Einkorn und anderen diploiden Wildweizen entstand (siehe Abbildung!).

Ähnlich ist auch der „echte“ Wilde Emmer (*Triticum turgidum*) aus einer Kreuzung mit dem Urartu-Weizen entstanden. Jener ist somit der direkte Vorfahre des Saat-Weizens. Beide wilden

Emmer-Weizen haben ein ähnliches Verbreitungsgebiet wie das Wilde Einkorn, wenn auch nicht so zusammenhängend. Sie unterscheiden sich vom Wilden Einkorn durch ihren vierfachen Chromosomensatz (tetraploid). Dieser genetische Unterschied bewirkt eine Zunahme an Wüchsigkeit und Größe der beiden wilden Emmer-Weizen, was sie für die Besammler und später die Inkultur durch frühe Ackerbauern interessant machte. Die wilden Emmer-Weizen unterscheiden sich äußerlich kaum voneinander, sehr wohl aber in ihrer Verbreitung und Bedeutung. Aus der Kulturform des Armenischen Emmers, dem sogenannten Sanduri-Weizen, sind nur wenige Varietäten hervorgegangen, die ausschließlich in kleinen Gebieten Georgiens angebaut werden. So scheint *Triticum timopheevii* nur eine kleine „Abzweigung“ in der Weizenevolution darzustellen.

Der Emmer *Triticum turgidum* hingegen war eine wichtige Kulturpflanze der neolithischen Landwirtschaft, und als menschliches Nahrungsmittel und auch zum Bierbrauen weit verbreitet. Aus ihm haben sich viele andere Kultur-Weizen entwickelt: Hart-Weizen, Rau-Weizen, Gommer und Persischer Weizen. Im Gegensatz zum Emmer, dessen Korn bespelzt ist und das daher vor der Nutzung geschält werden muss, haben diese Kultur-Weizen freidreschende Ähren wie unser Saat-Weizen – eine Eigenschaft, die wahrscheinlich durch die Selektion natürlicher Mutationen durch den Menschen errungen werden konnte.

Der Saat-Weizen

Damit ist die Entwicklungsgeschichte des Weizens aber noch lange nicht abgeschlossen. Durch eine Kreuzung zwischen Emmer und einem wildwachsenden Ziegenweizen (*Aegilops tauschii*) entstand ein neuer Weizen mit sechsfachem (hexaploidem)

Chromosomensatz: Der Saat-Weizen (*Triticum aestivum*). Dieser hat somit zumindest drei verschiedene Grasarten als Vorfahren.

War nun der wilde oder der kultivierte Emmer an der Entstehung unseres Weizens beteiligt? Während ersterer sich in seinen Verbreitungsgebiete kaum mit dem des Ziegenweizens überschneidet, wurde letzterer sicherlich im gesamten Verbreitungsgebiet des Ziegenweizens angebaut. Der Saat-Weizen könnte also in einem Emmerfeld entstanden sein, und das würde auch erklären, warum er keine wilden Verwandten hat. Auch heute noch findet man übrigens Ziegenweizen wildwachsend in der Umgebung von Äckern im Iran und Armenien, wo man auch natürliche Hybride zwischen Emmer und Ziegenweizen entdecken kann.

Aufgrund der enormen Formenvielfalt von Triticum aestivum kann man sogar annehmen, dass dieser mehrmals aus Kreuzungen entstanden ist, bei denen verschiedene Emmersorten und verschiedene Typen des Ziegenweizens beteiligt waren. Es gibt 2 bespelzte (Dinkel & Macha-Weizen) und zwei unbespelzte Formen (Saat-Weizen, Indischer Zwerg-Weizen) von Triticum aestivum.

Zeitlich gesehen ist der Saat-Weizen wahrscheinlich bereits kurz nach Inkulturierung von Einkorn und Emmer entstanden. Denn auch von ihm gibt es 9.000 Jahre alte Funde. Der freidreschende Saat-Weizen könnte den bespelzten Emmer ersetzt haben, bevor überhaupt freidreschende Emmer-Weizen wie Hart-Weizen, Rau-Weizen oder Gommer entstanden waren. In Zentral- und Westeuropa sind kompakte Weizenformen (als Binkelweizen, „*Triticum antiquorum*“ bekannt) seit rund 5.000 Jahren zu finden, wo sie gemeinsam mit Einkorn und Emmer auftraten. Aus ihnen entwickelte sich dann der heute kultivierte Saat-Weizen, der

aufgrund seines relativ weichen Korns auch Weich-Weizen genannt wird.

Der Saat-Weizen weist die größte Formenvielfalt aller Kulturweizen auf. Man kann grob zwischen Kolben-Weizen (unbegrante Formen) und Bart-Weizen (begrante Formen) unterscheiden.

Freidreschend oder bespelzt – was kam zuerst?

Aufgrund genetischer Untersuchungen nimmt man an, dass die freidreschenden Formen von *Triticum aestivum* später entstanden sind als die bespelzten. Die archäologischen Daten allerdings zeigen ein ganz anderes Bild: Der freidreschende Saat-Weizen konnte im Nahen Osten bereits 6.000 v. Chr. nachgewiesen werden, der bespelzte Dinkel aber erst viertausend Jahre später! Auch in Zentraleuropa tauchte der Dinkel erst 1.000 Jahre später auf als die freidreschende Formen von Binkel-Weizen. Diese Diskrepanzen zwischen genetischen und archäologischen Daten erschweren natürlich das Verständnis der frühen Geschichte der Saat-Weizen-Gruppe. Eine Hypothese zur Erklärung ist, dass im Nahen Osten die älteren bespelzten Saat-Weizen-Formen nicht in Kultur genommen wurden, weil sie gegenüber dem Emmer keine Vorteile aufwiesen.

Dinkel – in Europa entstanden?

Zur Geschichte des Dinkels in Europa gibt es zwei Hypothesen: Entweder er wurde relativ spät nach Europa gebracht (um 2000 v. Chr.), und ersetzte dann den freidreschenden Binkel-Weizen, der von frühen Ackerbauern im oberen Rheintal kultiviert wurde. Oder aber der Dinkel ist in Europa erst im Rheintal entstanden,

und zwar durch eine Kreuzung von Kultur-Emmer und dem freidreschenden Binkel-Weizen, wobei sekundär wieder eine bespelzte Weizenform entstanden ist. Dinkel kann also als eine Mutante des Saat-Weizens oder als eine Kreuzung zwischen Emmer und Zwerg-Weizen betrachtet werden. Ein weiteres sehr altes Dinkelanbaugebiet ist das iranische Hochplateau mit seinen klimatisch extremen Lagen, nahe dem Gebiet, wo Emmer und Ziegenweizen in engem Kontakt wachsen – vielleicht ist der Dinkel auch hier entstanden.

Was der Ziegenweizen gebracht hat

Während die Emmer-Weizen mit ihrem Herkunftsgebiet im Nahen Osten an milde Winter und trockene Sommer angepasst sind, scheint in der Saat-Weizen-Gruppe die Kombination mit dem Ziegenweizen stark zur Anpassung an kontinentale Klimazonen beigetragen zu haben.

Der Saat-Weizen wurde 1529 von den Spaniern in die Neue Welt eingeführt, und 1788 nach Australien gebracht. Durch die Einbringung in andere als ihre Ursprungsgebiete und neue ökologische Bedingungen entfaltet die Kultur-Weizen teilweise enorme Vielfalt. Zu diesen sekundären Vielfaltszentren gehören für die Emmer-Weizen das Hochland von Äthiopien und das Mittelmeergebiet, das Hindu-Kush Gebiet Afghanistans für die Saat-Weizen. Georgien ist ein sekundäres Zentrum für beide Weizengruppen.

Phasen der Kulturgeschichte

In der Entstehung der Weizensorten lassen sich drei Phasen unterscheiden: Die der wahrscheinlich unbewussten Selektion der

ersten Ackerbauern im Zuge von Anbau und Ernte, die der bewussten Feldselektion an Landsorten, und schließlich die Sortenzüchtung auf wissenschaftlicher Grundlage.

Dann folgt die Phase der Entwicklung der Landsorten unter den Bedingungen der Subsistenzlandwirtschaft. Wahrscheinlich selektierten die Bauern hier Pflanzen, die ihren individuellen Bedürfnissen entsprachen, zum Beispiel ertragreichere Formen mit größeren Samen, besserer Mehqualität und verbesserter Anpassung an unterschiedliche Klimagebiete und Anbauverfahren. Die Landsorten auf den Weizenfelder umfassten stets mehrere, genetisch verschiedene Linien, sodass sich durch – wenn auch seltene – Kreuzungsereignisse die genetische Diversität eines Feldbestandes immer wieder erhöhen konnte.

Die moderne Pflanzenzüchtung erschuf hingegen sehr homogene Sorten, andererseits wurde in großem Umfang innerartliche Kreuzungen durchgeführt, die neue Genkombinationen entstehen ließen. Weizen war eines der ersten Getreide, die gezielte züchterische Bearbeitung erfahren haben. Um 1850 wurde eine kurzem standfestem Halm und dichter gestauchter Ähre gefunden (Dickkopf-Weizen oder square-head). Dieser Typ verbreitete sich stark im europäischen Raum und fand als Elternsorte Eingang in viele moderne Sorten. Neben den Vorteilen des höheren Ertrags und der besseren Standfestigkeit hatten diese Sorten den Nachteil geringer Kälteresistenz, höherer Krankheitsanfälligkeit sowie schlechterer Backqualität. Heute konzentriert sich die Züchtung auf die Verbesserung der Standfestigkeit, Einführung von Resistenzen, Erhöhung und Verbesserung des Ertrags und der Ertragsqualität. Andere wichtige Züchtungsziele sind Frühreife und Verbesserung der Mahl- und Backqualität. Hybridzüchtung und Gentechnik spielen bei Weizen bislang keine große Rolle.

Natürlich ließe sich noch vieles über die jüngere Geschichte des Weizens sagen, über den aufgrund seiner großen wirtschaftlichen Bedeutung viel geforscht und geschrieben wurde. Unser kurzer Einblick in die alte Geschichte des Weizens und seiner Verwandtschaft endet jedoch (vorläufig) hier.

Die Karotte

Buntes Wurzelwerk mit später Karriere

Die Wildarten

Die wilden Verwandten der Kulturkarotte sind ursprünglich in Europa bis Zentralasien verbreitet. Die Artengruppe ist sehr formenreich. Drei Unterarten wird besondere Bedeutung für die Entwicklung der Kulturkarotte beigemessen:

ssp. carota

Verbreitung: Vorderasien (auch in M-Europa)

Wurzelfarbe: weiß

ssp. atrorubus

Verbreitung: Vorder- bis Zentralasien, Indien

Wurzelfarben: violett-rot und gelb

ssp. maximus ("Riesenmöhre")

Verbreitung: Mittelmeerraum bis Vorderasien

Wurzelfarbe: weiß

(Nach Körber-Grohne 1988)

Die Entstehung der Kulturformen

Über den genauen Ursprung der Kulturkarotte gibt es nur Hypothesen. Ein Zentrum der Domestikation dürfte in Zentralasien (Afghanistan, Pakistan, Nordindien, Tadschikistan) liegen. Aus der dort verbreiteten Wildform wurden violett-rote und gelbe Sorten selektiert. Islamische Autoren des 10. Jh. n. Chr. beschrieben die Kulturkarotten ihres Raumes: "Die roten Typen sind feiner, saftiger und geschmackvoller als die gelben". Dieser asiatische Kulturtyp ist einjährig und wird vorwiegend als Winterkultur gezogen. Wegen des roten Farbstoffes wird er auch als Anthocyan - Karotte bezeichnet.

Davon zu unterscheiden ist eine westlicher Typ mit 2-jährigem Lebenszyklus. Diese Form wurde vermutlich als Anpassung an das gemäßigte Klima mit ausgeprägten Wintern entwickelt. Das Domestikationszentrum könnte Anatolien gewesen sein. Unter Beteiligung der hier gemeinsam vorkommenden Wildformen wurden die ersten gelben Sorten des westlichen Typs selektiert.

Asiatischer/Östlicher Typ	Westlicher Typ
Wurzeln verzweigt	Wurzeln unverzweigt
gelb, rot-violett bis schwarzrot	weiß, gelb, orange oder rot
Blatt schwach zerteilt	Blatt stark zerteilt
grau-grün, behaart	hellgrün, spärlich behaart
1-jährig	2-jährig

(nach Quiros, 1998)

Wann genau die Karotte in Kultur genommen wurde ist schwer zu sagen. Die Anthocyan-Karotten sind erst ab 1000 n. Chr. belegt. Gelbe Karottentypen fanden jedoch schon viel früher Erwähnung – bei griechischen und römischen Schriftstellern der Antike. Es ist nicht klar, ob es sich dabei um die 2-jährige Karotte westlichen Typs – mit Ursprung in Kleinasien handelte.

Dynamischer Genpool

Daucus carota ist ein Fremdbestäuber. Die auffälligen, weißen Blütendolden sind Nektarspender und werden gerne von Insekten besucht. Dies gilt sowohl für die Wild- als auch für die Kulturformen. Da es keine Kreuzungsbarrieren zwischen ihnen gibt, finden Verkreuzungen sehr leicht statt. Das Ergebnis ist eine sehr hohe genetische Variabilität der Kulturkarotte. Wildgene bereicherten den Genpool im Laufe der gemeinsamen

jahrtausendalten Geschichte. In der Vermehrung mussten die Kulturkarotten kontinuierlich selektiert werden, um die für die menschliche Ernährung wesentlichen Merkmale zu bewahren. Auch im kommerziell erhältlichen Saatgut unserer Tage finden sich bei Karotten immer wieder weiße „Ausreißer“ – trotz verschiedenster Isolierungsmaßnahmen gelingt es oft nicht zur Gänze, eine Einkreuzung der häufigen und weitverbreiteten Wildkarotte zu verhindern.

Namensverwirrung

Die unterschiedliche Namensgebung für die Karotte in der Antike (ASTAPHYLINOS, STAPHYLINOS, CAROTA, PASTINACA, DAUKOS) erschweren eine eindeutige Zuordnung von Wild- und Kulturkarotte und auch die Abgrenzung von anderen Gemüsearten wie dem Pastinak (*Pastinaca sativa*). Vermutlich wurde unter ASTAPHYLINOS zunächst die Wildkarotte verstanden, der eine Bedeutung als Heilpflanze zukam. Davon unterschieden wurde CAROTA: "eine große, wohlbeleibte Möhre, die besser schmeckt und verdaulicher ist als diese" [Diokles 340-260 v.Chr.]. Der Wildkarotte wurden die bessere Eigenschaften als Heilpflanze zugeschrieben. Blatt, Wurzel und besonders auch die Samen wirken blutreinigend und magenstärkend und wurden zur Wundbehandlung verwendet. Auch fruchtbarkeitsfördernde Wirkung wurde der Karotte zugeschrieben.

Die erste farbige Abbildung einer Karotte unter der Bezeichnung STAPHYLINOS stammt von Dioskorides (ca. 60 n. Chr.). Man sieht eine kräftige, gelb-orange Wurzel und erhält den Hinweis, dass die Römer diese Pflanze als CAROTA oder PASTINACA bezeichnen. PASTINACA wird in der römischen Literatur sowohl für die Karotte als auch den Pastinak verwendet.

In der Literatur des europäischen Mittelalters findet die Namensverwirrung ihre Fortsetzung. Namen wie CARVITAS

(Capitulare de Villis ca. 800), PASTINACA und MORKRUD (Hildegard von Bingen, 11.Jh.), erlauben keine eindeutige Zuordnung.

Wie kam die Karotte nach Mitteleuropa?

Die Kräuterbücher des 16. Jahrhunderts enthalten erste genauere Hinweise auf die Kulturkarotte in Europa. Die „Gelbe Rübe“ oder „Carot“ wurde als gebräuchliches Gemüse mit durchwegs gelber Wurzel beschrieben, und von der Wildkarotte mit weißer Wurzel abgegrenzt. Sie sei aus „Welschland“ (Italien oder Frankreich) nach Deutschland gelangt.

Flämische Stillleben des 16. und 17. Jahrhunderts zeigen Abbildungen verschiedener Gemüse, darunter auch Karotten mit gelben und violetten (!) Wurzeln. Die Anthocyan-Karotte Vorderasiens hatte also ihren Weg auch nach Mitteleuropa gefunden. Tatsächlich ist belegt, dass gelbe und violett-rote Karotten mit der Ausdehnung des maurischen Reichs im 12. Jahrhundert nach Spanien gelangt waren und sich anschließend rasch in die übrigen Länder Europas verbreitete: Italien (13. Jh.), Frankreich, Deutschland, Niederlande (14. Jh.), England (15. Jh.). In Europa trafen also die Kulturformen des westlichen und des asiatischen Typs aufeinander.

Heute sind die Anthocyan-Karotten in Europa (mit Ausnahme Spaniens) gänzlich ungebräuchlich. Doch noch 1949 kultivierte ein holländischer Bauer eine violette Karottensorte für seinen eigenen Gebrauch.

Die uns geläufige Karotin-Karotte

Es fällt auf, dass in den frühen historischen Belegen nur für die Wurzeln nur die Farben gelb und violett-rot überliefert sind. Weiße Karotten wurden nur selten erwähnt – und dabei mag es sich oft um die Wildform gehandelt haben. Aber auch die uns heute so geläufigen orangefarbenen Karotten werden nicht

explizit erwähnt. Auch die holländischen Stilleben zeigen nur blasse, gelbe Wurzeln.

Tatsächlich scheinen sich die orangefarbenen Karottensorten erst im 17. Jahrhundert in den Niederlanden entwickelt zu haben. Die intensive Färbung geht auf einen hohen Gehalt an beta-Karotin zurück, ein Pigment, das auch in violetten und gelben Karotten vorkommt, allerdings in niedriger Konzentration. Die orangefarbenen Formen könnten durch kontinuierliche Selektion aus ihnen hervorgegangen sein.

Beta-Karotin ist eine direkte Vorstufe des Vitamins A. Dieses Vitamin ist essentiell für die Bildung des Augenpigments Rhodopsin („Sehpurpur“), das die Nachtsichtigkeit des Menschen ermöglicht. Ein Mangel an Vitamin A beeinträchtigt die Sehfähigkeit im Dunkeln (insbesondere die Hell-Dunkeladaption). Im Extremfall führt es zu Nachtblindheit. Auch für die Entwicklung der Sehkraft in der frühen Kindheit ist eine ausreichende Versorgung mit Vitamin A wichtig.

Die Entwicklung der Karotin-Karotte stellte eine ernährungsphysiologische Revolution dar. Der hohe gesundheitliche Wert und auch die verbesserten geschmacklichen Eigenschaften führten dazu, dass sie heute beim Gemüsekonsum weltweit einen Spitzenplatz belegt. Orangefarbene Karottesorten gelangte auch in den asiatischen Raum. In Persien gibt es heute unterschiedliche Namen für die ältere asiatische (gelb oder violett) und die europäische Form (orange), die erst im 19. Jahrhundert eingeführt wurde.

Farbstoffe und ihre gesundheitliche Bedeutung

Auch in einer anderen Hinsicht kommt den Farbstoffen der Karotte mehr als ästhetische Bedeutung zu.

Carotinoide z.B. sind eine biologisch wichtige Gruppe von Pflanzenpigmenten. Sie kommen nicht nur in orangefarbenen Karotten vor (denn beta-Karotin ist nur eine Variante), sondern finden sich auch in anderen Gemüsearten: „Lycopin“ z.B. findet sich in rotfleischigen Karotten ebenso wie in der Schale roter Tomaten und im Fleisch der Wassermelone.

Carotinoide kommen in praktisch allen Pflanzenteilen vor. In Blättern wird die Farbe jedoch durch jene des Chlorophylls überdeckt. Carotinoide haben in den Zellen eine wichtige Funktion als Antioxidantien (Schutz des Chlorophylls). Sie sind auch direkt an der Photosynthese beteiligt und ermöglichen der Pflanze eine bessere Ausnutzung des Sonnenlichts. Die antioxidativen Eigenschaften zeigen aber auch im menschlichen Organismus ihre Wirkung. Ihnen wird eine wichtige Funktion bei der Vorbeugung von Herzinfarkt und Krebs zugeschrieben.

Ähnliches gilt auch für andere Farbstoffe wie z.B. Anthocyan, das den violetten Karotten die Farbe gibt.

Entwicklung von Sorten

Die Karotin-Karotte wurde in vielen Ländern zur Speisekarotte schlechthin. Die gelben Sorten wurden bald nur mehr zu Futterzwecken angebaut. In Österreich findet man sie noch in den Suppen-Bouquets neben Kräutern und anderem Wurzelwerk. Die intensive Nutzung der Karotin-Karotte gab dagegen den Anstoß zur Entwicklung verschiedenster Sorten, die sich in Form, Länge und innerer Qualität unterscheiden. Durch die Selektion kurzer und halblanger Karotten erhielt man Sorten mit rascher Entwicklungszeit, die im Frühbeet kultiviert wurden und schon bald im Frühjahr eine erste Ernte lieferte. Diese kurzen Formen hatten außerdem den Vorteil, dass sie sich auch in flachgründigen Böden gut entwickelten.

Eine andere Entwicklung lief in Richtung sehr großer lagerfähiger Karotten. Die „Guerande“ ist eine Sorte, die durch ihre rasche Entwicklung jung bereits früh geerntet werden kann. Außerdem entwickelt sie sich im Laufe der Saison zu stattlicher Größe weiter, sodass sie in der Küche mit wenig Aufwand verarbeitet werden kann.

Andere Richtungen in der Sortenentwicklung betrafen die geschmackliche Qualität der Karotten: Auswahl sehr karotinreicher Formen, höhere Zuckergehalte, weniger Bitterstoffe. Man achtete auf eine gleichmäßige Durchfärbung der Wurzeln und auf einen möglichst geringen Herzanteil (=Zentralzylinder), um saftige und geschmacklich gute Wurzeln zu erhalten, die sich auch für den Rohverzehr eignen.

Die Selektion verschiedenster Formen war im übrigen eine recht einfache Sache. Die hohe genetische Variabilität der Karotte machte es möglich. Selbst bei konsequenter Selektion sind die Sorten höchst variabel und zeigen immer wieder Anklänge an andere Sortentypen, sodass es rasch gelingt, eine Sorte in verschiedenste Richtungen zu selektieren.

Entwicklung der Karotte in neuerer Zeit

Eine markante Veränderung in der Züchtung der Karotten ergab sich mit der Entwicklung der Hybridzüchtung. Frei abblühende Sorten sind inzwischen weitgehend auf den Hausgartenbereich beschränkt. Hybrid-Sorten machen heute den Großteil der Marktware aus. Die Zuchtziele sind vielfältig: Homogenität in Form und Farbe, Glattschaligkeit, Krankheits- und Schädlingsresistenz etc. Auch Qualitätskriterien (u.a. hoher Zucker- & Carotin - Gehalt, zarte Textur) spielen eine Rolle.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass Klima, Standort und Kulturmethode Eigenschaften stark beeinflussen. Sorten, die unter bestimmten Bedingungen hervorragende Qualität bringen, können

unter anderen Umständen enttäuschend ausfallen. Selbiges betrifft auch die Schoßfestigkeit der Sorten. Eine standortsangepasste Züchtung ist im Fall der Karotte daher besonders wichtig.

