WIKIPEDIA

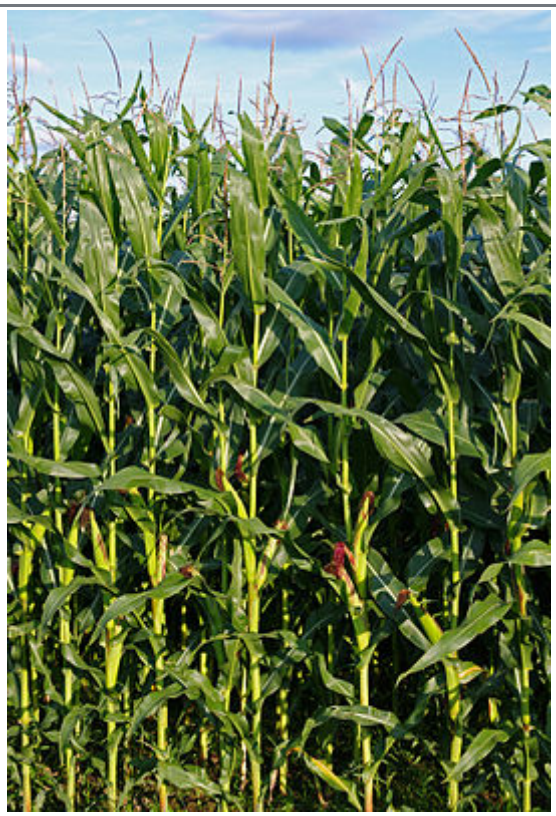
Mais

Mais (*Zea mays*), in Österreich und Teilen Altbayerns auch **Kukuruz** (aus dem Slawischen) genannt, ist eine Pflanzenart innerhalb der Familie der Süßgräser (Poaceae). Das Getreide stammt ursprünglich aus Mexiko und ist eine einhäusig getrenntgeschlechtige C_4-Pflanze.

Wirtschaftlich bedeutend ist die Unterart (Subspezies) *Zea mays* subsp. *mays*. Bei der Weltgetreideernte nimmt Mais mit über 1,1 Mrd. Tonnen (2017) vor Weizen und Reis den ersten Platz ein. Über 60 Prozent davon wird, zu Maissilage verarbeitet, an Nutztiere verfüttert. Dazu kommt der Einsatz von Energiemais als nachwachsender Rohstoff für die Erzeugung von Bioethanol und Biogas.

Der Körnermais ist eines der Grundnahrungsmittel der Bevölkerung Afrikas und Lateinamerikas. Das glutenfreie Getreide ist zudem auch für Personen mit Überempfindlichkeit gegen Klebereiweiß (Zöliakie) tauglich.

Neben der Verarbeitung in der Lebensmittelindustrie wird die aus Mais gewonnene Stärke als nachwachsender Rohstoff für die Herstellung von biobasierten Kunststoffen eingesetzt.

Mais	
 Maisfeld (*Zea mays* subsp. *mays*)	
Systematik	
	Monokotyledonen
	Commeliniden
Ordnung:	Süßgrasartige (Poales)
Familie:	Süßgräser (Poaceae)
Gattung:	*Zea*
Art:	Mais
Wissenschaftlicher Name	
Zea mays L.	

Inhaltsverzeichnis

Beschreibung
- Vegetative Merkmale
- Generative Merkmale

Ökologie

Giftigkeit

Geschichte
- Präkolumbische Zeit
- Mais in Europa
  - Maisanbau in Deutschland
  - Maisanbau in der Schweiz

Etymologie

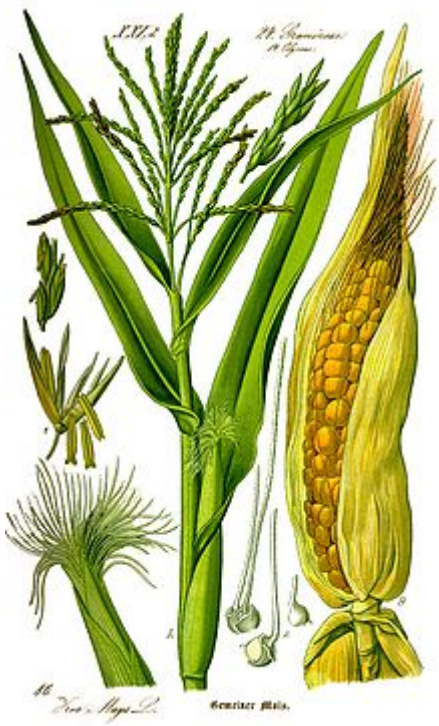
Anbau
- Foliensaat
- Saatgut
  - Gentechnisch modifizierte Sorten
- Kornformen
- Krankheiten und Schädlinge

Nützlinge
Produktion und Handel
Die größten Maisproduzenten
Handel
Nutzung
Nutzung als Heilpflanze
Durchschnittliche Zusammensetzung (ganzes Korn)
Nixtamalisation
Maiskeimöl
Nachwachsender Rohstoff
Probleme von Maisanbau und Maisnutzung
Literatur
Weblinks
Einzelnachweise

Körner des Gemüsemaises

Beschreibung

Der Kulturmais ist durch die lange Züchtungsgeschichte formenreich.



Illustration

Vegetative Merkmale

Kulturmais ist eine kräftig gebaute, sommergrüne, einjährige, krautige Pflanze, die Wuchshöhen von einem bis zu drei Metern erreicht. Der runde, nicht oder nur selten verzweigte Halm ist auf ganzer Länge von glatten Blattscheiden bedeckt. Er ist innen markhaltig und kann am Grund einen Durchmesser von fünf Zentimetern aufweisen. Die zahlreichen Knoten stehen insbesondere bodennah in dichter Folge. Aus ihnen entwickeln sich sprossbürtige Wurzeln, die der Wasser- und Nährstoffaufnahme, vor allem aber auch der Standfestigkeit der Pflanze dienen.[1][2]

Die Laubblätter sind wechselständig am Halm angeordnet. Das drei bis fünf Millimeter lange Blatthäutchen (Ligula) ist zerschlitzt oder bewimpert. Die einfache, leicht raue, mitunter zerstreut behaarte, dunkelgrüne Blattspreite ist bei einer Länge von bis zu einem Meter und einer Breite von vier bis zehn Zentimeter flach und zum Rand hin wellig.[1][2]

Generative Merkmale

Männliche Blüten

Kulturmais ist einhäusig getrenntgeschlechtig (monözisch). An der Sprossspitze befinden sich die endständigen männlichen rispigen Blütenstände, die sie sich an den Rispenästen aus paarweise angeordneten Ährchen mit jeweils zwei männlichen Blüten zusammensetzen. Ein bis drei weibliche Blütenstände wachsen in Blattachseln am unteren bis mittleren Bereich des Halmes. Diese seitenständigen, kurz gestielten Kolben werden vollständig von Hüllblättern (Lieschblätter, auch genannt Lieschen, gesprochen /ˈliːʃən/) umhüllt und tragen paarweise Ährchen in 8 bis 16 Längszeilen. Dabei enthält jedes

Ährchen zwei Blüten, von denen aber nur eine voll entwickelt ist. Der Fruchtknoten ist mit drei Millimetern sehr klein, jedoch zur Anthese mit 20 bis 40 Zentimeter langen Griffeln ausgestattet. Später ragen die vertrockneten Griffel als bräunliches Bündel aus der Spitze des Kolbens zwischen den Blattscheiden hervor. Da sich die Deck- und Vorspelzen der weiblichen Blüten nicht weiterentwickeln, können sich die Früchte unbespelzt vorwölben.[1][2]

Der kolbenförmige Fruchtstand enthält zur Reifezeit Maiskörner (Karyopsen), die je nach Sorte weißlich, goldgelb, rot oder auch schwarzviolett sein können, das Tausendkorngewicht beträgt 250 bis 400 Gramm.[1][2]

Die Chromosomenzahl von Mais beträgt 2n = 20 (40, 80).[3]

Ökologie

Urban gardening: Mais in Berlin-Schöneberg auf der Roten Insel im August 2016

Dieser Therophyt ist eine sommerannuelle Pflanze. Die Stützung des hohen Stängels erfolgt durch sprossbürtige Stützwurzeln aus den Knoten der Stängelbasis. Stängelmark und Früchte sind mindestens anfangs zuckerhaltig. Spaltöffnungen befinden sich auf beiden Seiten des Blattes; oberseits 95 je Quadratmillimeter, unterseits 160 je mm^2. Der Mais ist eine C4-Pflanze, hier ist Malat das erste Photosyntheseprodukt. Die C_4-Methode ist eine Anpassung an sehr warme und sonnige Klimaverhältnisse, wie sie vor allem in den Tropen und Subtropen gegeben sind. Dabei wird das CO_2-Angebot in optimaler Weise genutzt. Besonders bei hohen Temperaturen können Maispflanzen CO_2 weit besser zum Wachstum nutzen als gewöhnliche C_3-Pflanzen. Auch verbrauchen sie dabei weniger Wasser.

Die Blütezeit reicht (in Mitteleuropa) von Juli bis September. Blütenökologisch handelt es sich um „Langstaubfädigen Typ“. Der Mais ist windblütig (Anemophilie), es erfolgt also eine Bestäubung der weiblichen Blüten durch Windtransport der Pollen. Die Blüte ist „vormännlich“, dies begünstigt die Fremdbestäubung. Bei der Vormännlichkeit (Proterandrie) entleeren die Staubbeutel den Pollen, bevor die Narbe der Blüte empfängnisbereit ist. Der Griffel ist lang und fädig, so dass der Pollen mehr als 10 cm bis zur Samenanlage zurücklegen muss. Es entstehen nur 10.000 Pollenkörner pro Blüte, pro Blütenstand aber 18 Millionen. Mit einer Länge von 0,1 mm und einem Gewicht von 0,00025 mg gehören die Maispollen zu den größten und schwersten der bei uns wachsenden Pflanzen. Der Pollen ist klebrig, legt nur relativ kurze Strecken durch den Wind zurück und ist nur etwa einen Tag lang keimfähig. Für Windbestäubung ist außerdem der angenehme Duft des Pollens überraschend; tatsächlich ist der Mais eine wichtige Pollenquelle für die Honigbiene.[4]

Der Mais ist eine Kurztagspflanze, weshalb die Früchte bei uns oft nicht ausreifen. Die Samen sind Wärmekeimer.[4]

Giftigkeit

Die Maisgriffel sind giftig.[5] In den Narben sind die Hauptwirkstoffe 0,85 % unbekannte Alkaloide. Vielleicht sind auch Aflatoxine für die Giftigkeit verantwortlich, denn Konidien von *Aspergillus flavus* keimen besonders gut auf den Narben der weiblichen Maisblüten, wenn diese eine gelbbraune Farbe haben und schon mit Pollen belegt sind. Dieser liefert offenbar die erforderlichen Nährstoffe und ermöglicht dem Pilz eine reiche Konidienbildung. Anschließend wachsen die Hyphen durch den Narbenkanal zu den Samenanlagen.[5] Vergiftungserscheinungen: Die Alkaloide bewirken nach dem Einatmen Erregungszustände, Delirien, bei längerer Einwirkung Erbrechen, Koliken und Durchfall. Als Rauschdroge dienen die vor der Bestäubung gesammelten Griffel der weiblichen Blüte. Sie werden von den Indianern in Peru als Rauschmittel geraucht.[5]

Geschichte

Das Zentrum der Maiskultivierung liegt in Zentralmexiko. Weitgehend unstrittig ist mittlerweile, dass das Wildgras Teosinte der wilde Vorfahr des Maises ist. Die Blüten von Teosinte und Mais lassen sich optisch kaum unterscheiden, die Chromosomenzahl beider Pflanzen ist identisch und sie hybridisieren in der Natur überall da, wo sie in Nähe zueinander wachsen. Allerdings sind die Fruchtstände deutlich unterschiedlich. Teosinte bildet keine Kolben mit mehreren Körnerreihen, sondern zwei Reihen dreieckiger Körner sitzen an einer dünnen Ährenachse. Mehrere dieser Ähren stehen in Büscheln zusammen. Bei der Reife fallen die Körner von der Ähre ab. Die Entwicklung des heutigen Kulturmaises, der sich ohne menschliche Hilfe nicht fortpflanzen kann, gilt daher als eine der größten Domestizierungsleistungen des Menschen.[6] Über Einzelheiten der Domestizierungsgeschichte besteht dagegen noch Unklarheit. 2008 stellte ein Forscherteam fest, dass Teosinte im zentralen Tal des Balsas im Süden Mexikos die Ausgangssorte darstellen. Im dortigen Xihuatoxtla fanden sich 8.700 Jahre alte Spuren, dazu entsprechende Werkzeuge.[7]

Präkolumbische Zeit

Entwicklung von Teosinte zum heutigen Mais

Jüngsten Forschungsergebnissen zufolge stammt Mais von der Balsas-Teosinte aus dem tropischen Regenwald des Rio Balsas-Beckens in Zentralmexiko ab.[8] Prähistorische Reste von Mais hat man seit der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts an mehreren Orten in Mexiko, Panama, Neu-Mexiko und Peru gefunden. Zu den ersten Funden zählten Maisreste im Tal von Tehuacán. Die intakten Kolben, die keine Körner mehr aufwiesen, waren zwischen 1,9 und 2,4 Zentimeter lang. Sie hatten im Mittel acht Kornreihen mit sechs bis neun Körnern pro Reihe.[9] Dem Kultur-Mais aus dem Tal von Tehuacán wurde lange ein Alter von etwa 9.000 Jahren zugeschrieben, nach neuen ^{14}C-Daten stammt er jedoch nur von etwa 4.700 v. Chr. Zwei Maiskolben aus Guila Naquitz, die weniger als 5 cm lang sind, wurden auf 3.300 v. Chr. datiert. Insgesamt stammen die ersten voll-neolithischen Siedlungen in Mexiko aus der Zeit um 3.500 v. Chr. (unkalibriert).

Aus Trincheras am Rio Casas Grandes im nördlichen Chihuahua und Las Playas im nördlichen Sonora stammt kultivierter Mais, der auf etwa 1.000 v. Chr. datiert ist. Aus Trincheras ist auch Amarant bekannt. Die ersten Ackerbausiedlungen im Südwesten liegen auf den Niederterrassen von Flüssen. Eventuell wurde Mais hier ausgesät, nachdem die Frühjahrsüberschwemmungen zurückgegangen waren. Seit 1.100 v. Chr. sind aus dem Gebiet von Tucson (Arizona) kleinere Bewässerungsanlagen bekannt. Aus der Palo-Blanco-Phase, die etwa von 200 v. Chr. bis ca. 700 n. Chr. währte, sind Kolben mit einer Länge von acht bis zehn Zentimeter bekannt, die zwischen 113 und 163 Körner aufwiesen.[9]

Mais in Europa

Bereits im Jahr 1525 wurden in Spanien die ersten Felder mit Mais bebaut, nachdem Christoph Kolumbus die Pflanze in der Karibik entdeckt und mit nach Europa gebracht hatte. Von dort brachte er auch das Wort „Mays“. Dieses leitet sich von „mahiz“ ab, dem Wort für Mais in der Sprache der Taíno. Das älteste Belegexemplar für Mais findet sich im Herbar des Innocenzo Cibo aus dem Jahre 1532, und bereits 1543 sind Maispflanzen im Kräuterbuch von Leonhart Fuchs abgebildet.[9] Der Maisanbau breitete sich jedoch zuerst im Osten des Mittelmeerraums aus. 1574 waren in der Türkei und am oberen Euphrat bereits Felder zu finden, auf denen Mais angebaut wurde.

Maisanbau in Deutschland

In Deutschland wurde Mais im 16. und 17. Jahrhundert nur in Gärten klimatisch begünstigter Regionen wie der Rheingegend oder Baden gepflegt. Erst nachdem es 1805 und 1806 auf Grund einer Pflanzenseuche zu großen Ausfällen in der Kartoffelernte kam, begann man Maissorten zu züchten, die für das etwas strengere mittel- und norddeutsche Klima geeignet waren. Auch wenn

in dieser Zeit Rezepte publiziert wurden, wie Mais für Suppen, Pudding, Kuchen, Brei und als Kaffee-Ersatz verwendet werden kann, diente Mais überwiegend der Grünfuttergewinnung.[9] Die Anbauflächen blieben jedoch im 19. Jahrhundert gering und betrugen in Deutschland weniger als ein Prozent. Lediglich in Baden war der Anbau von Mais etwas verbreiteter[10] Erst in den 1970er Jahren wurden den mitteleuropäischen Standortverhältnissen angepasste Sorten entwickelt, so dass sich der Maisanbau hier stark ausweitete (Blizzard-Mais, Deutsches Maiskomitee, Deutscher Maisclub).[9]

Entwicklung der Maisanbaufläche in Deutschland

Maisanbau in der Schweiz

In der Schweiz wird Mais seit dem 17. Jahrhundert im St. Galler Rheintal angebaut, wo er wegen des feucht-warmen Klimas und durch die Begünstigung des Alpenföhns besonders gut gedeiht. Die Kulturpflanze wurde im Rheintal hauptsächlich als Speisemais für den Verzehr angebaut und nicht als Futtermais für das Vieh wie in anderen Ackerbaugebieten. In dieser Region hat sich eine eigenständige Mais-Kultur entwickelt, die dazu führte, dass Mitte des 19. Jahrhunderts bereits zwei Drittel der Rheintaler Ackerbaufläche zum Maisanbau verwendet wurden.[11] Die Bezeichnung Rheintaler Ribelmais, welche eine eigenständige Sorte darstellt, ist seit dem Jahr 2000 mit der Ursprungsbezeichnung *Rheintaler Ribelmais AOP* als erstes Getreideprodukt der Schweiz geschützt.[12] Aus dem *Rheintaler Ribelmais AOP* werden zahlreiche regionale Produkte hergestellt. Beispielsweise das unter dem geschützten Markennamen *Ribelgold*[13] vermarktete Maisbier der Regionalbrauerei Sonnenbräu.

Etymologie

Zea mays setzt sich zusammen aus altgriech. ζειά (*zea*) für „Dinkel, Spelt“ und neulat. *mays* (aus span. *maíz*, aus Taíno *mahiz*).[14]

In Österreich, vor allem in Ostösterreich, sowie in einigen (zu Österreich) grenznahen Gebieten in Bayern wird Mais auch „Kukuruz“ genannt (ausgesprochen *gúgarutz* in Wien, Ober- und Niederösterreich und auch im Burgenland). Dies ist aus serbokroat. *kukuruz* entlehnt (vgl. auch tschech. *sladká kukuřice* (*süßer Mais*), poln. *kukurydza*, russ. *кукуруза (kukurusa)*; die Bezeichnung wurde auch als *kukorica* ins Ungarische aufgenommen), dessen Ursprung unklar und umstritten ist. Sofern ursprünglich slawisch, ist es möglicherweise von einem Ruf *kukuru* abgeleitet, mit dem Hühner zum Füttern angelockt wurden,[15] oder vielleicht über osman.-türk. *kokoroz* aus dem Albanischen entlehnt, vgl. *kokërrëz*, von *kokërr* „Kügelchen, Perle, Korn“ (eine Verbindung mit den Kuruzen, aufständischen ungarischen Bauern, ist wenig wahrscheinlich und wohl Volksetymologie).[16] Weitere Trivialnamen sind: „Welschkorn“ und „Türkischer Weizen“, in Kärnten, Tirol und Vorarlberg oft auch kurz „[der] **Türk**en“, analog heißt der Mais auch auf Italienisch *granoturco*. In der Steiermark wird mit „Woaz“, je nach Region, entweder Weizen oder Mais („Türk Woaz“) bezeichnet. In der Schweiz kennt vor allem das St. Galler Rheintal den Ausdruck *Türgge* oder *Törgge* für den hellen Speisemais, aus dem die traditionelle Speise Ribel hergestellt wird. Diese Namensgebungen müssen aber nicht zwangsläufig auch mit den Türken zu tun haben, sondern lassen sich eventuell auch als Volksetymologie mit der Herkunft aus dem vermeintlichen Orient bzw. eben den „heidnischen Ländern“ erklären; Vergleichbares war regional auch bei anderen Importen aus der Neuen Welt üblich. Auf eine fremde bzw. überseeische Herkunft verweisen auch die Bezeichnungen „Welschkorn“, die vor allem im Pfälzischen verbreitet ist, und das ältere französische *blé d'Inde*,[17] das heute noch bei frankophonen Kanadiern üblich ist.

Anbau

Mais ist ein Sommergetreide. Die Aussaat erfolgt in Deutschland von Mitte April bis Anfang Mai, wenn der Boden warm genug und die Gefahr von Spätfrösten nicht mehr gegeben ist. Mais braucht zur Keimung und zum Feldaufgang eine gewisse Temperatur (Keimung 7–9 °C) und eine gewisse Wärmesumme für den Feldaufgang. Bei niedrigen Temperaturen wird der Keimling von Bodenpilzen befallen und verliert seine Triebkraft; lückige Maisbestände mit geringeren Erträgen sind die Folge.

Andererseits führt späte Saat ebenfalls zu Ertragsminderungen, weil die Sonnenenergie des Sommers dann nicht voll ausgenutzt wird. Als Faustregel gilt in Deutschland: eine Aussaat nach dem 10. Mai resultiert in einem Prozent Minderertrag pro Tag Verspätung.

Junge Maispflanzen

Mais wird in Reihen als Einzelkornsaat mit mechanischen oder pneumatischen Einzelkornsämaschinen gesät (österreichisch: gesetzt); die Bestandsdichte ist sorten- und regionsabhängig und beträgt im Durchschnitt etwa 10 (7,5–11) Pflanzen/m². Der Reihenabstand beträgt etwa 75 Zentimeter, der Säabstand etwa 10 bis 20 Zentimeter.

Die Ernte des Silomaises, normalerweise durch Feldhäcksler, findet in Deutschland Mitte September bis Anfang Oktober statt (der optimale Erntetermin liegt bei etwa 30 % Trockensubstanz der Gesamtpflanze). Körnermais wird in klimatisch bevorzugten Gebieten ab Ende September bis Ende November geerntet. Trotzdem liegt der Feuchtigkeitsgehalt der Körner mit etwa 25–35 % noch so hoch, dass eine entsprechende Trocknung notwendig ist. Haltbar sind Einzelkörner mit max. 16 % Feuchtigkeit; werden ganze Kolben in durchlüfteten Drahtgittersilos eingelagert, so darf die Feuchtigkeit etwas höher sein. Der Hektarertrag von Körnermais liegt bei der Ernte zwischen 80 und 120 dt/ha. Körnermais kann heute mit Mähdreschern geerntet werden, wobei ein spezielles Schneidewerk (siehe Maisschneidwerke) die Kolben von den Stängeln trennt und die Kolben direkt vom Mähdrescher gedroschen werden können.

Abgeerntetes Maisfeld

Foliensaat

In Kanada und Irland weit verbreitet ist die *Foliensaat*. Beim Säen werden die Reihen mit einer Folie überzogen, um den Glashauseffekt zu erreichen. Die Folie ist biologisch abbaubar und verbleibt auf dem Feld. Um den Bestand unkrautfrei zu halten, wird gleichzeitig ein Vorauflaufherbizid ausgebracht.[18]

Maispflanzen kurz nach dem Durchstoßen der Folie bei Foliensaat

Mehrerträge konnten vor allem in kühlen Jahren erzielt werden. Untersuchungen im kanadischen Neufundland ergaben eine um 9 bis 15 Tage kürzere Vegetationszeit, gleichzeitig stiegen die Trockenmasseerträge um 14 bis 22 % an.[19] Versuche in den Niederlanden im Jahr 2008 ergaben, dass die Aussaat desselben Saatguts zwei Wochen früher möglich ist, so dass ertragreichere Sorten eingesetzt werden können.[20] Insbesondere die Phosphorverfügbarkeit wird bei den steigenden Bodentemperaturen unter Folie deutlich verbessert. Unter trockenen Bedingungen wurden ebenfalls Mehrerträge festgestellt. Zudem kann eine Maissorte mit einer um 100 Punkte höheren Reifezahl (FAO-Zahl) angebaut werden.

Die Flächenleistung des Sägerätes ist aufgrund der gleichzeitigen Befestigung der Folie deutlich geringer als bei konventionellen Geräten. Je nach Anzahl und Anordnung der Löcher in der Folie kann es zu Problemen mit der Wasserabfuhr kommen.

Saatgut

Bis in die 1930er Jahre waren ausschließlich offen abblühende Maissorten im Anbau, wie zum Beispiel der gelbe badische Landmais. Durch bedeutende Züchtungsfortschritte begann in den USA in den 1930er Jahren der Anbau von Mais-Hybriden. Hybridmais bringt dank Heterosis-Effekt deutlich höhere Erträge als offen abblühende Sorten; ein Nachbau (Saatgut) der geernteten Körner führt jedoch zu einem geringeren Ertrag. In Industrieländern kaufen Bauern in der Regel jährlich frisches Hybridsaatgut, da die höheren Kosten durch die höheren Erträge kompensiert werden. Ärmeren Bauern in Entwicklungsländern

ist dies nicht immer möglich, so dass sie Hybridsaatgut recyclen. Trotz der durch Recycling bedingten Ertragseinbrüche sind Nachkommen von Hybriden den traditionellen Sorten üblicherweise noch einige Generationen überlegen.[21][22]

Durch Züchtung entstandene Maissorten

Als QPM-Mais (*Quality Protein Maize*) werden Maissorten mit erhöhtem Gehalt der im Mais limitierenden essentiellen Aminosäuren Lysin und Tryptophan bezeichnet. Da Mais in vielen afrikanischen Ländern aufgrund eines schlechten Zugangs zu tierischen Eiweißen und Hülsenfrüchten die bedeutendste Proteinquelle ist, hat QPM das Potenzial, den Gesundheitszustand vieler Menschen zu verbessern. QPM-Sorten werden bereits in etwa 40 Ländern angebaut, vor allem in afrikanischen.[23]

Im März 2010 wurde berichtet, dass Forscher eine seltene Variation eines Maisgen (crtRB1) entdeckt haben, welches den Beta-Carotin-Gehalt um das 18fache erhöht. Dieses Gen lässt sich in Maissorten einbringen, wodurch die Versorgung mit Vitamin A in mangelernährten Menschen verbessert werden kann, etwa in Teilen Afrikas, wo Mais in großen Mengen konsumiert wird, aber aufgrund von Armut eine unzureichende Versorgung mit den in Obst und Gemüse enthaltenen Beta-Carotinoiden herrscht.

Der Verkehr mit Mais-Saatgut ist im Sortenschutzgesetz und Saatgutverkehrsrecht geregelt, deren Einhaltung durch das Bundessortenamt geregelt und durch Länderbehörden überwacht wird. Die zugelassenen Sorten werden in der Europäischen Sortenliste periodisch veröffentlicht. 2010 wurde in Deutschland auf 3.754 ha Maissaatgut vermehrt, fast ausschließlich am Oberrhein in Baden-Württemberg. Mehr als 80 % des benötigten Saatgutes werden importiert, vor allem aus Frankreich oder Ungarn.[24]

Die weltweit im Anbau befindlichen Sorten werden mit einer dreistelligen Reifezahl von 100 bis 900 beschrieben. Von den neun Reifegruppen reifen die 100er- bis 300er-Sorten mit weniger Sonnenenergie in Norddeutschland als Silomais und in Süddeutschland als Körnermais ab. Das hohe Ertragspotential der Reifegruppen höher 400 setzt hohe Sonnenenergie voraus, die nur in Regionen bis zum 40. Breitengrad der Erde erreicht wird, z. B. im mittleren Westen der USA oder südlich von Rom. Bis 1998 wurden Maissorten anhand ihrer *FAO-Zahl* eingruppiert. Dabei wurde ausschließlich der Trockensubstanzgehalt des Kolbens ermittelt. Eine Differenzierung nach Nutzung (Silomais oder Körnermais) war daher aus technischen Gründen nicht möglich. Eine Differenz von zehn FAO-Einheiten gab unter mitteleuropäischen Verhältnissen einen Reifeunterschied von ein bis zwei Tagen oder 1 bis 2 % im Trockensubstanzgehalt der Körner zum Zeitpunkt der Reife wieder.[25]

Reifer Maiskolben am Stiel

Heute wird die Reifezahl nutzungsspezifisch angegeben, d. h. bei Silomaistypen (S) wird der TS-Gehalt der Gesamtpflanze als Kriterium herangezogen, und bei Körnermaistypen (K) wird der TS-Gehalt der Körner berücksichtigt,
Beispiel: S 230/K 240

Bei den neuen Einstufungen handelt es sich um relative Einstufungen zu Referenzsorten. Somit würde eine Sorte nach Einstufung der FAO-Zahl und der *Nutzungsspezifischen Reifezahl* in unterschiedlichen Gruppen erscheinen.

Gentechnisch modifizierte Sorten

→ *Hauptartikel: Transgener Mais*

Seit Ende der 1990er Jahre werden mittels Gentechnik hergestellte schädlingsresistente und herbizidresistente Maissorten angebaut. 2009 erfolgte der Anbau in 16 Ländern. Die wichtigsten Anbauländer sind die USA, Brasilien, Argentinien und Kanada. In den USA beträgt der Anteil transgener Sorten 85 %. Der Anbau transgenen Maises ist laut begutachteten Studien in den untersuchten Ländern kostensparender und/oder ertragreicher sowie umweltschonender.[26] Andere Studien kommen zu einem anderen Ergebnis, indem sie auf einen längeren Beobachtungszeitraum bezogen beispielsweise einen höheren Pestizidverbrauch feststellten.[27][28][29] In Nordamerika werden mögliche Einflüsse auf die Biodiversität von wilden Verwandten des Maises in Mexiko untersucht.[30]

In der EU muss gentechnisch veränderter Mais in Lebensmitteln kenntlich gemacht werden.

Kornformen

Mais wird teilweise über die Form, die Zusammensetzung und die Verwendung der Maiskörner definiert. Die Form des Korns wird durch das Nährstoffgewebe bestimmt. Folgende Klassifizierung ist üblich (engl. Bezeichnungen in Klammern):[31]

Maiskolben in Osttimor

Zea mays ‚Ottofile giallo Tortonese'

1. Hartmais (englisch *flint* = Kiesel, Feuerstein, flach, rund). Die reifen Körner sind rund, weil sich hier stärkereiches Nährgewebe befindet, darum herum aber hornartiges. Hartmais ist die in den USA am meisten angebaute Form des Maises.[32]
2. Zahnmais (dent). Die reifen Körner sind in der Mitte eingesunken, weil die Eiweißschicht (auch Hornendosperm genannt) rings um das Korn verläuft. Die meisten Sorten im europäischen Anbau sind Zahnmais/Hartmaismischtypen.[33][34]
3. Puffmais (popcorn). Das gesamte Nährgewebe ist hornartig. Durch Erhitzen platzen die Körner.
4. Zuckermais (sweet corn). Da Zuckermaisarten ein Gen fehlt, wandelt sich bei der Reife der Zucker nicht in Stärke um. Die Körner schrumpfen entsprechend bei der Reife. Zuckermais wird gewöhnlich vor Abschluss des Reifeprozesses geerntet und gegessen.
5. Stärkemais (flour corn). Die Körner haben kein Hornendosperm (Eiweißschicht), sondern nur ein weiches und stärkehaltiges Nährgewebe und lassen sich daher besser als andere Maisgruppen zu Mehl mahlen. Körner und Kolben dieser Maisform finden sich unter anderem in den Gräbern der Inkas und Azteken.
6. Wachsmais (waxy corn). Die Körner sehen wachsartig aus, weil sie einen Überzug aus Amylopektin haben.
7. Spelzmais (pod corn). Die Maisform hat heute keine landwirtschaftliche Bedeutung mehr. Da jedes Korn von Spelzen umgeben ist, ist die Verarbeitung eingeschränkt.

Alternativ können Maissorten nach ihrem Alter gruppiert werden.

Krankheiten und Schädlinge

Zu den Krankheiten von Kulturmais gehören Auflaufkrankheiten, Keimlings-, Wurzel-, Stängel- und Kolbenfäule, Maisbeulenbrand (*Ustilago maydis*), Maisrost (*Puccinia sorghi*, *P. mayidis*), Blattfleckenkrankheit (*Helminthosporium sp.*).

In Subsahara-Afrika ist der Maize Streak Virus die verheerendste virale Krankheit beim Mais. Fast im gesamten Afrika hat sich der aus Mesoamerika eingeführte Große Kornbohrer (*Prostephanus truncatus*) ausgebreitet und richtet teils erhebliche Schäden an Mais auf dem Feld oder im Lagerhaus an.[35] Der Schimmelpilz *Aspergillus flavus* befällt gelagerten Mais und bildet unter Umständen die hochtoxischen Aflatoxine, durch welche die Ernte für menschlichen oder tierischen Verzehr ungeeignet ist.[36]

Als tierische Schädlinge von Kulturmais gelten Ackerschnecken, (*Deroceras ssp.)*, Drahtwurm (*Agriotes lineatus*), Fritfliege (*Oscinella frit*), Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*), Westlicher Maiswurzelbohrer (*Diabrotica vigifera*), Baumwollkapselbohrer (*Helicoverpa zea*), Baumwoll-Kapseleule (*Helicoverpa armigera*). Der Maiszünsler (*Ostrinia nubilalis*) bohrt sich in das Innere des Stängels oder des Kolbens und vernichtet dadurch große Teile der Ernte.

Von Maisbeulenbrand befallener Maiskolben

Nützlinge

Das Bakterium *Paenibacillus brasilensis* lebt oft in Assoziation mit Mais. Er ist wie andere *Paenibacillus*-Arten in der Lage, durch Stickstofffixierung Stickstoff aus der Luft zu binden. Diese Fixierung von Stickstoff ist auch als Diazotrophie bekannt und für die Pflanze von Vorteil, da ihr damit zusätzlicher Stickstoff in Form von Ammoniak und höherwertigen Verbindungen zukommt, den sie alleine überhaupt nicht aus der Luft und nur in der lokal typischen Menge aus dem Boden hätte entnehmen können.

Produktion und Handel

Weltweit lagen die Hektar-Erträge für Körnermais 2017 bei 57,5 dt/ha[37] und in Deutschland bei 105,3 dt/ha.[37]

Maisernte in Iowa (2009), einem führenden Maisproduzenten unter den US-Bundesstaaten

Laut Statistischem Bundesamt wurden 2016 in Deutschland insgesamt 4,4 Mio. Tonnen Körnermais (einschließlich Corn-Cob-Mix) auf 430.000 ha angebaut. 2,1 Mio. ha wurden zur Silomaiserzeugung (einschließlich Lieschkolben) genutzt, auf denen 96,6 Mio. t Silomais geerntet wurden.

Die größten Maisproduzenten

2017 wurden laut Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation FAO weltweit 1,13 Milliarden Tonnen Körnermais von 197 Mio. Hektar geerntet. Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die 20 größten Produzenten von Mais weltweit, die insgesamt 89,1 % der Gesamtmenge produzierten. Außerdem befinden sich in dieser Tabelle die Zahlen für Deutschland, Österreich und die Schweiz zum Vergleich:

Maisernte 1986 in Hessen mit einem einreihigen Maishäcksler

Die größten Körnermaisproduzenten weltweit (2017)[37]

Rang	Land	Menge (in t)		Rang	Land	Menge (in t)
1	Vereinigte Staaten	370.960.390		13	Russland	13.235.748
2	Volksrepublik China	259.071.000		14	Nigeria	10.420.000
3	Brasilien	97.721.860		15	Äthiopien	8.116.787
4	Argentinien	49.475.895		16	Philippinen	7.914.909
5	Indien	28.720.000		17	Ägypten	7.100.000
6	Indonesien	27.952.000		18	Ungarn	6.811.337
7	Mexiko	27.762.481		19	Italien	6.048.499
8	Ukraine	24.668.750		20	Tansania	5.939.737
9	Südafrika	16.820.000		…		
10	Rumänien	14.326.100		26	Deutschland	4.547.600
11	Frankreich	14.121.680		41	Österreich	2.075.983
12	Kanada	14.095.300		97	Schweiz	162.454
					Welt	**1.134.746.672**

Siehe auch:

- Liste der größten Agrarproduzenten
- Liste der größten Getreideproduzenten
- Die größten Roggenproduzenten
- Die größten Gersteproduzenten
- Die größten Reisproduzenten
- Die größten Weizenproduzenten
- Die größten Haferproduzenten

Handel

Mais ist nach Weizen das meistgehandelte Getreide. Global wurden 2013[38] etwa 124 Millionen Tonnen exportiert, davon etwa 21,4 % aus Brasilien, gefolgt von den Vereinigten Staaten (19,5 %) und Argentinien (16,2 %). Größter Importeur war 2013 Japan (12,0 %), gefolgt von Südkorea, Mexiko, Ägypten und Spanien. Unter den 20 größten Exportnationen waren auch weitere europäische Länder: Ungarn, Deutschland und Polen.[39] Subsahara-Afrika ist größtenteils autark.[40]

Nutzung

Etwa 15 % der globalen Maisernte werden als Lebensmittel verwendet (Zeitraum: 2005–2007). Global werden 63 % des verbrauchten Mais an Nutztiere verfüttert, 11 % werden verarbeitet, 10 % werden andersartig genutzt, 1 % als Saatgut. In Entwicklungsländern liegt der Anteil von Lebensmitteln an der Maisnachfrage bei 25 %, in Ost- und Südafrika bei 73 %, während er in Industrieländern 3 % beträgt. In Industrieländern wird 23 % des verbrauchten Mais verarbeitet, vor allem zu Bioenergie. Die Nachfrage nach Mais als Futtermittel (vor allem für Schweine und Geflügel) steigt um 6 % jährlich, insbesondere aufgrund des zunehmenden Fleischkonsums in Asien.[40]

Für etwa 900 Millionen Menschen, vor allem in Afrika und Lateinamerika, ist Mais das wichtigste Grundnahrungsmittel. Mais liefert in Mittelamerika 61 %, in Ost- und Südafrika 45 %, in der Andenregion (Bolivien, Kolumbien, Ecuador, Guyana, Peru, Surinam und Venezuela) 29 %, in West- und Zentralafrika 21 % und in Asien 4 % der aus Lebensmitteln aufgenommenen Energie

(siehe: physiologischer Brennwert).[40]

Der größte Teil des in Deutschland angebauten Maises wird für Futterzwecke (Silomais, Körnermais) verwendet. Ein kleinerer, aber stark wachsender Anteil wird zur Energiegewinnung in Biogasanlagen eingesetzt (Energiemais). Der Rest wird in Form von Körnermais als Lebensmittel verwendet und dazu zum Großteil in der Lebensmittelindustrie verarbeitet. Die Verarbeitung dieser Körner erfolgt dann entweder in der Trockenmüllerei (Mehle und Grieße) oder in der Nassmüllerei (Stärke) zu Produkten wie Maisstärke (Nebenprodukt Corngluten; proteinreiches Tierfutter) und Maismehl bzw. Maisgrieß (Nebenprodukte Maiskeime und Schalen). Aus diesen Produkten erfolgt die Weiterverarbeitung zu Glukosesirup, Maiskeimöl, Cornflakes, Popcorn, Polenta, Erdnussflips, Tortillas u. v. m. Neben dem in Europa vielfach angebauten gelben Mais gibt es auch rote und blaue Sorten, die interessante Farbeffekte in Nahrungsmitteln geben können.

Über 60 % des weltweit produzierten Maises wird verfüttert (hier Charolais mit Maissilage in Frankreich, 2009).

Nutzung als Heilpflanze

Als Heilmittel dienen die Maisstärke und das raffinierte Maiskeimöl. Im Öl finden sich Glyceride der Linolsäure (40–60 %), der Ölsäure (25–35 %) und der Palmitinsäure (9–12 %), Vitamin E, und Phytosterole. Maisstärke dient als Pudergrundlage mit hohem Wasseraufnahmevermögen und als Hilfsstoff in der pharmazeutischen Technologie, z. B. bei der Tablettenherstellung. Gleichzeitig ist sie auch Ausgangsstoff für weitere Produkte wie Sorbit und Dextrin.[41] Das Maisöl verwendet man in Haut- und Körperpflegemitteln und als Trägerlösung für ölige Injektionen. Mit dem hohen Gehalt an Linolsäure und Vitamin E gilt das Maiskeimöl als wertvolles Speiseöl.

Durchschnittliche Zusammensetzung (ganzes Korn)

Die Zusammensetzung von Mais schwankt naturgemäß, sowohl in Abhängigkeit von den Umweltbedingungen (Boden, Klima) als auch von der Anbautechnik (Düngung, Pflanzenschutz).

Angaben je 100 g essbarem Anteil, ganzes Korn:[42]

Bestandteile	
Wasser	12,5 g
Eiweiß	8,5 g
Fett	3,8 g
Kohlenhydrate	*64,2 g
Ballaststoffe	9,7 g
Mineralstoffe	1,3 g

Mineralstoffe	
Natrium	6 mg
Kalium	295 mg
Magnesium	90 mg
Calcium	8 mg
Mangan	415 µg
Eisen	1,5 mg
Kupfer	240 µg
Zink	1,7 mg

Vitamine	
Vitamin A	185 µg
Thiamin (Vit. B1)	360 µg
Riboflavin (Vit. B2)	200 µg
Nicotinsäure (Vit. B3)	1500 µg
Pantothensäure (Vit. B5)	650 µg
Vitamin B6	400 µg
Folsäure	25 µg
Vitamin E	2000 µg

essentielle und semi-essentielle Aminosäuren	
Arginin[1]	420 mg
Histidin[1]	260 mg
Isoleucin	430 mg
Leucin	1220 mg
Lysin	290 mg
Methionin	190 mg
Phenylalanin	460 mg

Phosphor	215 mg
Selen	4–16 µg

Threonin	390 mg
Tryptophan	70 mg
Tyrosin	380 mg
Valin	510 mg

* Differenzberechnung
[1] semi-essentiell
1 mg = 1000 µg

Der physiologische Brennwert beträgt 1377 kJ je 100 g essbarem Anteil.

Nixtamalisation

Nixtamalisation: gekochte, enthülste, nasse Maiskörner

In Ländern, in denen eher selten Mais gegessen wird, wird der Mais einfach zermahlen. Dort, wo Mais ein tägliches Grundnahrungsmittel ist, werden die Körner viele Stunden mit alkalischen Stoffen (wie gelöschtem Kalk oder Holzasche) gekocht, enthülst, nass zu einem Teig vermahlen, dann entweder unmittelbar zum Endprodukt weiterverarbeitet oder wieder getrocknet und als Mehl gehandelt; durch diesen Prozess wird das enthaltene Niacin für den Körper verwertbar und Geschmack und Backeigenschaften verbessert.[43] Diese Verarbeitungstechnik, die als Nixtamalisierung bezeichnet wird, wurde in Oaxaca nachweislich bereits um 1500 v. Chr. verwendet und ist möglicherweise erheblich älter. Das so gewonnene Mehl wird in den Südstaaten der USA *Hominy Grits* und in Mexiko *Masa Harina* genannt. Bei der Einführung des Maises in Europa durch die Spanier im 16. Jahrhundert wurde die Nixtamalisation nicht übernommen, sodass sich Pellagra auch in Europa verbreitete. Der Zusammenhang zwischen Mais und der Erkrankung wurde lange nicht erkannt. Pellagra trat auch in Westafrika auf, wo Mais erst in den letzten Jahrhunderten als Grundnahrungsmittel populär wurde.

Auch die niedrige biologische Wertigkeit des Maisproteins kann zu Mangelerscheinungen führen, wenn kaum andere Eiweißquellen zur Verfügung stehen, wie es in vielen Ländern Afrikas der Fall ist.

Maiskeimöl

Ein weiteres wichtiges Produkt stellt das aus den Maiskeimlingen gewonnene Maiskeimöl dar, das vor allem als Salatöl verwendet wird.

Nachwachsender Rohstoff

→ Hauptartikel: Energiemais und Stärke als nachwachsender Rohstoff

Neben den vorgenannten Anwendungsgebieten in der Ernährung und als Futtermittel wird Mais auch in vielfältiger Weise als nachwachsender Rohstoff verwendet. Dabei gibt es sowohl energetische wie auch stoffliche Verwendungen, die vor allem auf der Maisstärke basieren. Von zentraler Bedeutung ist die Nutzung als Energiepflanze zur Herstellung von Biokraftstoffen (Bioethanol, vor allem in Nordamerika) und als Energiemais zur Herstellung von Maissilage als Biogassubstrat. Als Energiemais wird dabei Mais bezeichnet, der zur Energieerzeugung in Biogasanlagen genutzt wird; durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz

(EEG) in der Fassung von 2009 wurde die Biogaserzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen gefördert und damit der Maisanbau ausgeweitet. Mit der EEG-Novelle 2012 wurde der Einsatz von Mais in Neu- und Bestandsanlagen erstmals beschränkt ("Maisdeckel"), um dieser Entwicklung entgegenzuwirken.[44] Weitere Einschränkungen folgten in der EEG-Novelle 2017; die den Einsatz von Mais und Getreide stufenweise bis auf max. 44 % im Jahr 2021 absenkt.[45]

Übersicht: Produkte, die aus der Maispflanze hergestellt werden

In der stofflichen Nutzung spielt Maisstärke eine Rolle als Ausgangsprodukt für Biokunststoffe, vor allem zur fermentativen Produktion von Milchsäure als Ausgangsprodukt von Polylactiden (PLA) sowie für extrudierte Maisstärke (bspw. für essbares Geschirr und als kompostierbares Füllmaterial in Verpackungen). Wie Weizenstärke und Melasse kann Maistärke auch als Fermentationsrohstoff für eine Reihe weiterer Feinchemikalien, vor allem Antibiotika und Aminosäuren genutzt werden. Die als Nebenprodukt anfallenden Kolben können zudem als Rohstoff für die Gewinnung von Furfural genutzt werden.

Verpackungschips aus Maisstärke

Auf der Basis von Maisspindelgranulat wird Ölbindemittel hergestellt. Die Kolbenspindeln spezieller harter Maissorten werden geschnitzt in den USA als einfache Tabakspfeifen („Missouri-Meerschaum“) benutzt und sind auch in Europa im Tabakfachhandel erhältlich.

Probleme von Maisanbau und Maisnutzung

In Deutschland gibt es Kritik am starken Maisanbau für Tierfutter und zur Gewinnung von Agrosprit und Biogas. Insbesondere wird kritisiert, dass Mais-Monokulturen (eine „Vermaisung der Landschaft“) negative Auswirkungen auf die Artenvielfalt (Biodiversität) haben.[46] Für Entwicklungsländer wird die Verdrängung der in semi-ariden Gebieten üblichen, ernährungsphysiologisch wertvolleren Hirsenahrung durch Maisnahrung kritisch gesehen. Hier wird die Veränderung der Ernährungsgewohnheiten als Grund angenommen.[47]

Umfangreicher Maisanbau fördert die Unterschlupfmöglichkeiten und Futterquellen von Wildschweinrotten.[48]

Literatur

- Daniela Ingruber, Martina Kaller-Dietrich: *Mais. Geschichte und Nutzung einer Kulturpflanze*, Brandes & Apsel, Frankfurt am Main 2001, ISBN 978-3-86099-200-5.
- Duccio Bonavia: *Maize: Origin, Domestication, and Its Role in the Development of Culture.* Cambridge University Press, Cambridge 2013, ISBN 978-1-107-02303-1.

Weblinks

Commons: Mais (https://commons.wikimedia.org/wiki/Zea_mays?uselang=de) – Album mit Bildern, Videos und Audiodateien

Wiktionary: Mais – Bedeutungserklärungen, Wortherkunft, Synonyme, Übersetzungen

Wiktionary: Zea mays – Bedeutungserklärungen, Wortherkunft, Synonyme, Übersetzungen

- Mais (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?lin=s&p=has_linkout&id=4577) im National Center for Biotechnology Information (NCBI)
- *Mais. (http://www.floraweb.de/pflanzenarten/artenhome.xsql?suchnr=11313&)* In: *FloraWeb.de.*
- Verbreitungskarte für Deutschland. (http://floraweb.de/webkarten/karte.html?taxnr=11313) In: *Floraweb*.
- *Deutsches Maiskomitee e. V.* (http://www.maiskomitee.de/)

- Informationen zu Mais bei *Proplanta.de* (http://www.proplanta.de/Mais/themen.php?SITEID=1140269517)
- International Maize and Wheat Improvement Center (http://www.cimmyt.org/) Website des CIMMYT (Forschung zum Anbau von Mais und Weizen)
- Genomanalysen erleichtern Zuchterfolge beim Mais (http://www.pflanzenforschung.de/journal/aktuelles/genomanalysen-machen-zuchterfolge-vorhersehbar)
- Mais & Umwelt – Eine kritische BUND-Analyse (http://www.bund-rvso.de/mais-umwelt.html)

Einzelnachweise

1. Jürke Grau, Bruno P. Kremer, Bodo M. Möseler, Gerhard Rambold, Dagmar Triebel: *Gräser. Süßgräser, Sauergräser, Binsengewächse und grasähnliche Familien Europas* (= *Steinbachs Naturführer*. Band 19). Mosaik, München 1990, ISBN 3-570-03695-2.
2. Henning Haeupler, Thomas Muer: *Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands*. Hrsg.: Bundesamt für Naturschutz (= *Die Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands*. Band 2). Eugen Ulmer, Stuttgart (Hohenheim) 2000, ISBN 3-8001-3364-4.
3. Erich Oberdorfer: *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*. Unter Mitarbeit von Theo Müller. 6., überarbeitete und ergänzte Auflage. Eugen Ulmer, Stuttgart (Hohenheim) 1990, ISBN 3-8001-3454-3.
4. Ruprecht Düll, Herfried Kutzelnigg: *Taschenlexikon der Pflanzen Deutschlands und angrenzender Länder. Die häufigsten mitteleuropäischen Arten im Porträt*. 7., korrigierte und erweiterte Auflage. Quelle & Meyer, Wiebelsheim 2011, ISBN 978-3-494-01424-1.
5. Lutz Roth, Max Daunderer, Kurt Kormann: *Giftpflanzen – Pflanzengifte. Giftpflanzen von A-Z. Notfallhilfe. Vorkommen. Wirkung. Therapie. Allergische und phototoxische Reaktionen.*, 6. Auflage, Nikol, Hamburg 2012. ISBN 978-3-86820-009-6
6. Tom Standage: *An Edible History of Humanity*, Walker & Company, New York 2009, ISBN 978-0-8027-1588-3, S. 5–9.
7. Dolores R. Piperno, Anthony J. Ranere, Irene Holst, Jose Iriarte und Ruth Dickau: *Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium B.P. maize from the Central Balsas River Valley, Mexico*, In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, hgg. v. Jeremy A. Sabloff, University of Pennsylvania Museum of Archaeology and Anthropology, Philadelphia 2009.
8. *Wild grass became maize crop more than 8,700 years ago.* 23. März 2009. (http://www.eurekalert.org/pub_releases/2009-03/nsf-wgb032309.php)
9. Udelgard Körber-Grohne: *Nutzpflanzen in Deutschland – Von der Vorgeschichte bis heute*, Nikol, Hamburg 1995, ISBN 3-933203-40-6, S. 88–93.
10. Badischer Landmais im Stadtwiki Karlsruhe (http://ka.stadtwiki.net/Badischer_Landmais)
11. *Tradition.* (http://www.ribelmais.ch/index.php?TPL=10224) Verein Rheintaler Ribelmais, abgerufen am 26. Dezember 2013.
12. *AOP Appellation d'Origine Protégéé.* (http://www.ribelmais.ch/index.php?TPL=10070) Verein Rheintaler Ribelmais, abgerufen am 26. Dezember 2013.
13. *Ribelgold.* (http://www.wirtschaft.ch/markenregister/Ribelgold/Arnold+Graf+9445+Rebstein/00159/2008/) wirtschaft.ch, abgerufen am 26. Dezember 2013.
14. Helmut Genaust: *Etymologisches Wörterbuch der botanischen Pflanzennamen*. Nikol Verlag, 2012, ISBN 978-3-86820-149-9.
15. Wolfgang Pfeifer (Hrsg.): *Etymologisches Wörterbuch des Deutschen*. Akademie-Verlag, Berlin 2010, ISBN 978-3-941960-03-9 (dwds.de (https://www.dwds.de/wb/Kukuruz) – Erstausgabe: 1989).
16. Anonymus: *Du und Dein muslimisches Lehnwort.* (https://www.facebook.com/209463516303/photos/pb.209463516303.-2207520000.1472441037./10153806266161304/?type=3) In: *Facebook.* 29. August 2016, abgerufen am 8. August 2016.
17. Louis Nicolas nannte es im 17. Jahrhundert "Blé d'Inde", also Indischer Weizen, oder "Mil d'Espagne", Spanische Hirse.
18. Maissaat unter Folie (https://www.youtube.com/watch?v=nxbexmkJY4U) Kurzfilm des Schweizer Tierfutterproduzenten UFA bei YouTube (1:50 Min.).
19. *Canadian Journal of Plant Science*, 2003 (englisch) (http://pubs.aic.ca/doi/abs/10.4141/P02-131).
20. Erfahrungen mit dem Anbau von Mais unter Folie (http://public.pioneer.com/portal/site/Public/template.CMI/guid.D53DB497-7A0D-F490-E4D9-D42B43F7F9F8/) Website des Saatgut-Anbieters Pioneer.
21. W. Japhether, H. de Groote, M. Lawrence, D. Kengo, L. Mohammed: *Recycling Hybrid Maize Varieties: Is It Backward Practice or Innovative Response to Adverse Conditions in Kenya*, Poster paper prepared for presentation at the *International Association of Agricultural Econonomists Conference*, Gold Coast, Australia, 2006 August 12-18. (http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/25726/1/pp061043.pdf) (PDF; 66 kB)

22. E. Nkonya, W. Mwangi: *The Economic Rationale of Recycling Hybrid Seeds in Northern Tanzania. Eastern African Journal of Rural Development* (http://ajol.info/index.php/eajrd/article/view/28358/0), In: Volume 20, Nr. 1, 2004, S. 113–124.
23. P. A. Sofi, SA. Wani, A. G. Rather, S. H. Wani: *Review article: Quality protein maize (QPM): Genetic manipulation for the nutritional fortification of maize.* In: *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, Volume 1, Issue 6, 2009, S. 244–253PDF. (http://www.academicjournals.org/JPBCS/PDF/pdf2009/August/Sofi%20et%20al..pdf) (PDF; 167 kB).
24. proplanta.de: Vermehrungsfläche für Saatmais auf Rekordniveau (http://www.proplanta.de/Agrar-Nachrichten/Pflanze/Vermehrungsflaeche-fuer-Saatmais-auf-Rekordniveau_article1280377872.html).
25. Inaro.de zur FAO-Zahl (https://web.archive.org/web/20150924034145/http://www.inaro.de/deutsch/generic_frame.html?Allgemei%2FGlossa.htm%3Fgloss_cont.htm#F) (Memento des Originals (https://tools.wmflabs.org/giftbot/deref.fcgi?url=http%3A%2F%2Fwww.inaro.de%2Fdeutsch%2Fgeneric_frame.html%3FAllgemei%252FGlossa.htm%253Fgloss_cont.htm%23F) vom 24. September 2015 im *Internet Archive*) **Info:** Der Archivlink wurde automatisch eingesetzt und noch nicht geprüft. Bitte prüfe Original- und Archivlink gemäß Anleitung und entferne dann diesen Hinweis..
26. agbioforum.org (http://www.agbioforum.org/editors.htm) Brookes, G. & Barfoot, P. (2006): Global impact of biotech crops: Socio-economic and environmental effects in the first ten years of commercial use. AgBioForum, 9(3), 139-151. [1] (http://www.agbioforum.org/v9n3/v9n3a02-brookes.htm) (englisch).
27. Charles M. Benbrook: *Impacts of genetically engineered crops on pesticide use in the U.S. – the first sixteen years* (http://cahnrsnews.wsu.edu/2012/10/01/summary-of-major-findings-and-definitions-of-important-terms/) Published in Environmental Sciences Europe, Vol. 24:24 doi:10.1186/2190-4715-24-24, 28. September 2012.
28. pgeconomics.co.uk: (https://web.archive.org/web/20100512023008/http://www.pgeconomics.co.uk/who.htm) (Memento vom 12. Mai 2010 im *Internet Archive*) Impact of genetically engineered crops on pesticide use: US Organic Center report evaluation by PG Economics [2] (http://www.pgeconomics.co.uk/pdf/OCreportcritiqueNov2009.pdf) (englisch).
29. Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft (http://www.boelw.de/boelw-mitglieder.html) (2009): Schadensbericht Gentechnik Archivierte Kopie (https://web.archive.org/web/20120111143427/http://www.boelw.de/uploads/media/BOELW_Schadensbericht_Gentechnik090318.pdf) (Memento des Originals (https://tools.wmflabs.org/giftbot/deref.fcgi?url=http%3A%2F%2Fwww.boelw.de%2Fuploads%2Fmedia%2FBOELW_Schadensbericht_Gentechnik090318.pdf) vom 11. Januar 2012 im *Internet Archive*) **Info:** Der Archivlink wurde automatisch eingesetzt und noch nicht geprüft. Bitte prüfe Original- und Archivlink gemäß Anleitung und entferne dann diesen Hinweis. (PDF; 384 kB).
30. Commission for Environmental Cooperation: *Maize and Biodiversity* (http://www.cec.org/our-work/independent-reports/maize-and-biodiversity) cec.org (englisch).
31. vgl. dazu Udelgard Körber-Grohne: *Nutzpflanzen in Deutschland – Von der Vorgeschichte bis heute*, Nikol Verlagsgesellschaft, Hamburg 1995, ISBN 3-933203-40-6, S. 89.
32. Saaten Union, praxisnah 1/2010 Abbildungen (https://web.archive.org/web/20120111185855/http://www.saaten-union.de/data/documents//Downloadcenter/Praxisnah12010Inhalt.pdf) (Memento des Originals (https://tools.wmflabs.org/giftbot/deref.fcgi?url=http%3A%2F%2Fwww.saaten-union.de%2Fdata%2Fdocuments%2F%2FDownloadcenter%2FPraxisnah12010Inhalt.pdf) vom 11. Januar 2012 im *Internet Archive*) **Info:** Der Archivlink wurde automatisch eingesetzt und noch nicht geprüft. Bitte prüfe Original- und Archivlink gemäß Anleitung und entferne dann diesen Hinweis. (PDF; 1,4 MB)
33. Bantam-Mais.de: verschiedene Maistypen (http://www.bantam-mais.de/mehr-ueber-mais/fotogalerie-maisvielfalt.html).
34. Maiskomitee.de Maistypen (http://www.maiskomitee.de/web/public/Fakten.aspx/Züchtung/Botanik_Systematik).
35. G. Farrell; G.G.M. Schulten: *Larger grain borer in Africa; a history of efforts to limit its impact*. In: Kluwer Academic Publishers (Hrsg.): *Integrated Pest Management Reviews*. Band 7, 2002, S. 67–84.
36. Jake Fountain, Brian Scully, Xinzhi Ni, Robert Kemerait, Dewey Lee: *Environmental influences on maize-Aspergillus flavus interactions and aflatoxin production*. In: *Food Microbiology*. Band 5, 1. Januar 2014, S. 40, doi:10.3389/fmicb.2014.00040 (https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00040), PMID 24550905, PMC 3913990 (https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3913990/) (freier Volltext) – (frontiersin.org (http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fmicb.2014.00040/abstract) [abgerufen am 13. Januar 2017]).
37. FAO, Faostat Produktionsstatistik der FAO (http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC), abgerufen am 30. Dezember 2018.
38. Neuere Zahlen der FAO zum Handel liegen bisher nicht vor.
39. Handelsstatistik der FAO, abgerufen am 31. Mai 2016 (http://faostat3.fao.org/download/T/TP/E).
40. Bekele Shiferaw, Boddupalli M. Prasanna, Jonathan Hellin und Marianne Bänziger (2011): Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. Food Security 3: 307-327, doi:10.1007/s12571-011-0140-5.
41. Ingrid und Peter Schönfelder: *Das neue Handbuch der Heilpflanzen: Botanik, Drogen, Wirkstoffe, Anwendungen*, Franckh-Kosmos Verlag, 2. Auflage (2011), ISBN 978-3-440-12932-6.

42. Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA), Garching (Hrsg.): *Lebensmitteltabelle für die Praxis*. Der kleine Souci · Fachmann · Kraut. 4. Auflage. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart 2009, ISBN 978-3-8047-2541-6, S. 229.
43. Dave Arnold: *Tortillas and Nixtamalization* (http://www.cookingissues.com/index.html%3Fp=5129.html) cookingissues.com (englisch).
44. René Walter (im Auftrag des Fachverband Biogas e.V.): *Produktion und Einspeisung von Biogas und das EEG 2012.* (https://www.clearingstelle-eeg-kwkg.de/files/09_Walter_Biomethan.pdf) In: *Clearingstelle EEG.* 8. November 2011, abgerufen am 23. Januar 2019.
45. *EEG 2017: Das ändert sich für Biogasanlagenbetreiber.* (https://www.agrarheute.com/energie/eeg-2017-aendert-fuer-biogasanlagenbetreiber-530277) 2. Januar 2017, abgerufen am 23. Januar 2019.
46. Vermaisung stoppen (http://www.niederelbe.de/ostemarsch/mais.htm).
47. Hans-Heinrich Bass, Klaus von Freyhold und Cordula Weisskoeppel: *Wasser ernten, Bäume schützen: Ernährungssicherung im Sahel* (http://elib.suub.uni-bremen.de/edocs/00102919-1.pdf) (PDF; 2,9 MB), Bremen 2013, abgerufen am 28. April 2013.
48. *Maisanbau vs. Wildschweine* (https://www.maisfakten.de/story/Mehr%20Mais%2C%20also%20auch%20mehr%20Wildschweine%3F)

Abgerufen von „https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Mais&oldid=190326639“

Diese Seite wurde zuletzt am 11. Juli 2019 um 09:31 Uhr bearbeitet.

Der Text ist unter der Lizenz „Creative Commons Attribution/Share Alike“ verfügbar; Informationen zu den Urhebern und zum Lizenzstatus eingebundener Mediendateien (etwa Bilder oder Videos) können im Regelfall durch Anklicken dieser abgerufen werden. Möglicherweise unterliegen die Inhalte jeweils zusätzlichen Bedingungen. Durch die Nutzung dieser Website erklären Sie sich mit den Nutzungsbedingungen und der Datenschutzrichtlinie einverstanden.
Wikipedia® ist eine eingetragene Marke der Wikimedia Foundation Inc.