

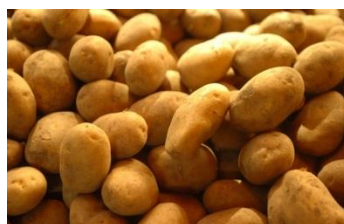
## Die Kartoffel

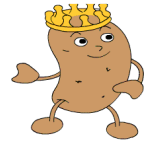


Die **Kartoffel** (*Solanum tuberosum*), in Teilen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz auch als **Erdapfel** (*Herdöpfel*) oder **Grundbirne** (*Grumbeer*) und im restlichen deutschsprachigen Raum unter verschiedenen Regionalnamen bekannt, ist eine Nutzpflanze aus der Familie der Nachtschattengewächse (*Solanaceae*), zu der auch Tomate (*Solanum lycopersicum*), Paprika (*Capsicum*) und Tabak (*Nicotiana*) gehören. Das Wort Kartoffel leitet sich von *tartufolo*, dem italienischen Wort für Trüffel ab, das wiederum vom lateinischen *terrae tuber* abgeleitet ist. Der Name der Süßkartoffel (*Ipomoea batatas*) leitet sich von der ähnlichen Verwendung und dem ähnlichen Aussehen der Knollen ab, nicht von einer Verwandtschaft. Im allgemeinen Sprachgebrauch wird „Kartoffel“ für die unterirdischen Knollen verwendet. Über diese Knollen kann sich die Pflanze vegetativ vermehren.

Die Samen werden in tomatenähnlichen Beeren gebildet, welche wie alle grünen Teile der Pflanze und die Keime der Knolle für Menschen leicht giftig sind.

Weltweit werden jährlich etwa 300 Millionen Tonnen Kartoffeln geerntet. Die Kartoffel ist das viertwichtigste Nahrungsmittel der Welt; daneben aber auch Futtermittel und Industrierohstoff.





## Beschreibung



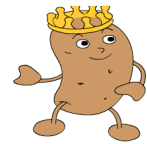
Unterer Teil einer Pflanze. Die Mutterknolle ist dunkel gezeichnet.



Früchte der Kartoffelpflanze

Kartoffeln sind aufrecht oder kletternd wachsende, krautige Pflanzen, die über 1m hoch werden können. Die Sprossachse ist manchmal vierkantig, teilweise sogar geflügelt. Unterirdisch oder knapp über der Oberfläche bildet die Pflanze knollentragende Stolone aus.

Die wechselständig stehenden Blätter sind unpaarig gefiedert, kurzstielig und werden 10 bis 30cm lang und 5 bis 15cm breit. Die Teilblätter sind leicht bis stark behaart, stehen sich gegenüber oder sind wechselständig, oft von unterschiedlichster Form und Größe. Die größeren Teilblätter besitzen zum Teil eigene Blattstiele, sind zwischen 2 bis 10cm lang und 1 bis 6cm breit. Sie sind eiförmig bis länglich-eiförmig, an der Spitze zugespitzt bis stark zugespitzt. Die kleineren Teilblätter besitzen eine stumpfere Spitze, mit einer eher herzförmigen Basis, meist eiförmig bis kugelförmig und besitzen einen Durchmesser von 2 bis 15mm.



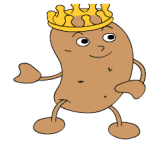
Die Blüten stehen in trugdoldenförmigen Blütenständen. Die Blütenstandstiele sind 5 bis 15cm lang und behaart, die Blütenstiele sind ebenfalls behaart und 3 bis 35mm lang. Der Blütenkelch ist glockenförmig, 5-lappig und hat einen Durchmesser von 1,5 bis 2cm. Die Kelchlappen sind spitz bis stark zugespitzt. Die Kronblätter sind weiß bis blau, die Krone ist doppelt so lang wie der Kelch und hat einen Durchmesser von 3,5 bis 4cm. Die gelben Antheren stehen frei, aufrecht und porig. Die Frucht ist eine gelblich-grüne, zweikammerige Beere mit vielen Samen.

Die Keimung erfolgt epigäisch. Am Beginn treten nur die Wurzelanlage und das Hypokotyl aus der Samenschale hervor, während die Keimblätter zunächst noch in ihr verbleiben. Erst später verlassen auch sie die Samenschale, ergrünen und werden zu den ersten Assimilationsorganen. Die zunächst gebildeten Primärblätter sind noch einfacher gebaut als die später gefiederten Folgeblätter.

An den basalen Teilen des Sprosses treiben Achselknospen aus, die in den Boden eindringen und dort waagrecht (plagiotrop) ausläuferartig weiterwachsen und zu den Stolonen werden. Anstatt Laubblättern tragen sie Schuppenblätter. Die Enden dieser Ausläufer verdicken sich und wandeln sich in die Knollen um. Es handelt sich hierbei um ein primäres Dickenwachstum. Es sind also Sprossknollen. Die Knolle besitzt nur kleine, schuppenartige Blätter, die jedoch hinfällig sind, also früh abfallen. In den Achseln der Blattnarben sitzen die Knospen (hier Augen genannt), aus denen die Knolle nach der Ruhephase wieder austreibt. Die Knolle ist polar differenziert: Die Basis, das der Mutterpflanze zugewendete Ende, wird Nabelende genannt. Es ist die Ansatzstelle des Ausläufers, der nach Reifung der Knolle zugrunde geht. An der Spitze sitzt die Endknospe in einer grubenartigen Vertiefung. Beim Wiederaustrieb wächst bevorzugt die Endknospe aus, die dann senkrecht (orthotrop) wachsend einen Luftspross bildet.

In den grünen Pflanzenteilen der Kartoffel konzentrieren sich Alkaloide, unter anderen Solanin, die eine natürliche Abwehrbarriere zum Beispiel gegen Bakterien und Insekten bilden. Aus diesem Grund sind Kartoffeln, die im Licht gelagert grün geworden sind, nicht mehr genießbar.



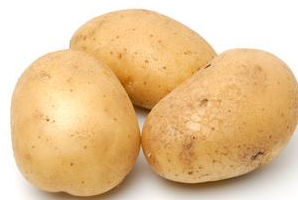


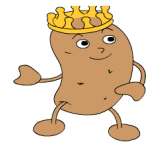
## Genom

Das Potato Genome Sequencing Consortium, ein Team aus 29 Forschungsgruppen aus 14 Ländern, begann im Januar 2006 mit der Arbeit an der Sequenzierung. Am 10. Juli 2011 wurde das Genom der Kartoffel in Nature veröffentlicht. Es enthält mehr als 39.000 Protein-kodierende Gene. Die Kartoffel hat 12 Chromosomen. Einige Sorten sind tetraploid und andere diploid. Die Sequenzierung des Genoms soll es Züchtern ermöglichen, Ertrag, Qualität, Nährwert und Krankheitsresistenz zu verbessern. Auch soll die Zeit zur Kreation neuer Sorten (derzeit 10-12 Jahre) verkürzt werden. Die wichtigste Entdeckung sind über 800 Krankheitsresistenzgene, von denen jedes potenziell zur Bekämpfung wichtiger Krankheiten wie Goldnematoden oder Kartoffelfäule eingesetzt werden kann.

## Ursprüngliche Herkunft

Die heute kultivierten Kartoffeln stammen von verschiedenen Landsorten ab, die in den Anden vom westlichen Venezuela bis nach Argentinien und der Insel Chiloé bzw. dem Chonos-Archipel im Süden von Chile vorkommen. Auf Chiloé fand man die ältesten bekannten Spuren von wilden Kartoffeln, man schätzt ihr Alter auf 13.000 Jahre. Die chilenischen Landsorten stammen ihrerseits jedoch vermutlich von den peruanischen Andensorten (*Solanum tuberosum* ssp. *andigena*) ab, wahrscheinlich nach Hybridisierung mit der Wildart *Solanum tarijense* entstand, die in Bolivien und Argentinien zu finden ist. In dem lange Zeit als Ursprungsland der Kartoffel angesehenen Peru gibt es wiederum mehr als 3.000 endemische Kartoffelsorten. Die meisten können nur in den peruanischen Anden angebaut werden, weil sie aufgrund ihrer geologischen und klimatischen Ansprüche in anderen Weltgegenden nicht gedeihen. Der Hauptunterschied der Andenkartoffel zu den in anderen Anbaugebieten kultivierten Sorten besteht darin, dass sie an andere Lichtverhältnisse (Tag- und Nachtzyklus) angepasst ist.





## Kultivierung

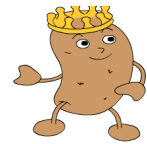
Wann, wie und durch wen die Kartoffel nach Europa kam, ist bis heute nicht genau geklärt. Auf ihrem Weg von Südamerika nach Spanien machte die Kartoffel Zwischenstation auf den (spanischen) Kanarischen Inseln. Dies ist bekannt, weil im November 1567 drei Fässer, die Kartoffeln, Orangen und grüne Zitronen enthielten, von Gran Canaria nach Antwerpen, und im Jahre 1574 zwei Fässer mit Kartoffeln von Teneriffa via Gran Canaria nach Rouen verschifft wurden. Geht man davon aus, dass mindestens fünf Jahre nötig waren, um so viele Kartoffeln zu erhalten, dass sie zum Exportartikel werden konnten, so fand die Einbürgerung der Pflanze auf den Kanaren spätestens 1562 statt.

Der früheste Beleg für die Kartoffel in Spanien findet sich in den Büchern des *Hospital de la Sangre* in Sevilla, das im Jahre 1573 Kartoffeln eingekauft hat. Man nimmt an, dass die Kartoffel Spanien frühestens 1564/65 und spätestens 1570 erreicht hat, da ansonsten der Botaniker Clusius, der das Land 1564 auf der Suche nach neuen Pflanzen bereiste, sie wohl bemerkt hätte. Von Spanien aus gelangte die Kartoffel nach Italien und breitete sich dann langsam auf dem europäischen Festland aus.

Auf die britischen Inseln soll die Kartoffel ohne den Umweg über Spanien gelangt sein. Wer die Kartoffel dorthin gebracht hat, ist nicht geklärt. Francis Drake war es jedenfalls nicht, wahrscheinlich auch nicht Walter Raleigh oder Thomas Harriot, Namen, die immer wieder in diesem Zusammenhang genannt werden. Erstmals belegt ist die Kartoffel in England im 1596 in London erschienenen Katalog der Pflanzen, die der Botaniker John Gerard in seinem Garten in Holborn züchtete.

Nach Europa wurde die Kartoffel vielfach wegen der schönen Blüte und des üppigen Laubes als reine Zierpflanze importiert und als seltene Pflanze in botanische Gärten aufgenommen. Mitte des 16. Jahrhunderts tauchte sie in den Niederlanden, in Italien und in Burgund auf.

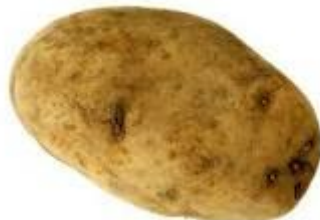
In Deutschland sollen die ersten Kartoffeln während der Regierung Ferdinand III. 1647 in Pilgramsreuth (Oberfranken) angebaut worden sein. Im Kloster Seitenstetten in Niederösterreich verfasste der Benediktinerabt Caspar Plautz ein Kochbuch mit Kartoffelrezepten, das bereits 1621 in Linz erschien. Der Anbau in großem Stil begann 1684 in Lancashire, 1716 in Sachsen, 1728 in Schottland, 1738 in Preußen und 1783 in Frankreich.

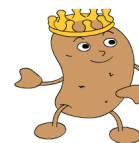


Außerhalb tropischer, arktischer und subarktischer Klimazonen wird die Kartoffel heute weltweit angebaut. Nachdem sich ihre Kultur in Europa durchgesetzt hatte und die Kartoffel zu einem Grundnahrungsmittel geworden war, brachten Europäer sie überall mit, wo sie später Fuß fassten. Im Einzelhandel werden heute neben den einheimischen Kartoffeln auch solche aus Sizilien, von den Kanarischen Inseln, aus Ägypten oder aus Südafrika angeboten. Auf Teneriffa oder auf Madeira wachsen Kartoffeln unter Palmen und neben Bananengärten. Dort sind zwei Ernten im Jahr möglich, der Export erfolgt vornehmlich in die Staaten der Europäischen Union. Aus Gründen des Ertrags werden Kartoffeln im Alpenraum nur noch selten bis auf 2.000 Meter Höhe angebaut. Eine dieser Anbauinseln ist der Lungau (Österreich), wo unter der Bezeichnung *Lungauer Eachtling* auf 150 ha verschiedene Sorten angebaut werden.

## Systematik

*Solanum tuberosum* wird innerhalb der Gattung der Nachtschatten (*Solanum*) in die Sektion *Petota* eingeordnet. Zu dieser Sektion gehören schätzungsweise 190 Arten, von denen viele Wildarten sind, die ebenfalls knollentragend sind. Zudem existiert eine große Anzahl an südamerikanischen Landsorten, die zum Teil mit zu *Solanum tuberosum* gerechnet werden, andererseits jedoch auch in bis zu 21 eigene Arten aufgeteilt werden. Die nächsten wilden Verwandten der kultivierten Kartoffel werden im *Solanum brevicaule*-Komplex zusammengefasst. Aufgrund phylogenetischer Untersuchungen konnte die Herkunft der südamerikanischen Landsorten und damit auch der kultivierten Kartoffel auf die südperuanische Art *Solanum bukasovii* aus dem *Solanum brevicaule*-Komplex zurückgeführt werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung widerlegten damit die These, dass die kultivierten Kartoffeln mehrere Ursprünge besitzen.





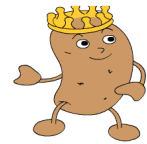
## Kartoffelanbau, Wirtschaftliche Bedeutung

73 % der Welternte von Kartoffeln wird von 15 Staaten erbracht

Laut der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation FAO betrug im Jahr 2010 die Weltproduktion 324 Millionen Tonnen Kartoffeln. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die 20 wichtigsten Anbauländer von Kartoffeln, die insgesamt 78,8 % der weltweiten Gesamtmenge produzierten. Außerdem befinden sich in dieser Tabelle Angaben zu Österreich und der Schweiz.

Die größten Kartoffelproduzenten weltweit (2010)

Rang	Land	Menge (in t)	Rang	Land	Menge (in t)
1	China	74.799.084	13	Türkei	4.548.090
2	Indien	36.577.300	14	Kanada	4.421.770
3	Russland	21.140.500	15	Iran	4.054.490
4	Ukraine	18.705.000	16	Peru	3.814.370
5	Vereinigte Staaten	18.337.500	17	Malawi	3.673.540
6	Deutschland	10.201.900	18	Ägypten	3.643.220
7	Polen	8.765.960	19	Brasilien	3.547.510
8	Bangladesch	7.930.000	20	Belgien	3.455.800
9	Weißrussland	7.831.110	...		
10	Frankreich	7.216.210	53	Österreich	671.722
11	Niederlande	6.843.530	71	Schweiz	420.800
12	Vereinigtes Königreich	6.056.000		<b>Welt</b>	<b>324.420.781</b>



In Deutschland nahm die Anbaufläche in den vergangenen Jahren stark ab. Laut dem Statistischen Bundesamt lag die Anbaufläche 2010 bei 254.000 ha (Vorjahr 263.700 ha). Der durchschnittliche Hektarertrag lag bei 398,8 dt/ha (Vorjahr 443,0 dt/ha). Die Erntemenge liegt seit Jahren zwischen 10 und 11 Mio. t. Deutschland ist zudem wichtigstes Importland für Frühkartoffeln, die überwiegend aus Frankreich, Italien und Ägypten kommen. Wichtige Exportländer sind neben Frankreich die Beneluxstaaten und für Kartoffelprodukte auch Deutschland.

Der Selbstversorgungsgrad betrug 2001 in Deutschland rund 108 %.

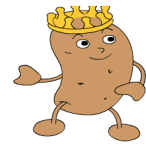
## **Anbaubedingungen**

Unter guten Anbaubedingungen können von einem Hektar Ackerland in subtropischen Gebieten zwischen 25 und 35 Tonnen geerntet werden, im tropischen Klima erreichen die Ernten 15 bis 25 Tonnen je Hektar.

Für kultivierte Kartoffeln liegen die optimalen Temperaturbedingungen bei einem Tagesmittel zwischen 18 und 20°C. Um die Knollenbildung zu fördern, ist eine Maximalnachttemperatur von 15°C erforderlich, für das Knollenwachstum ist eine Bodentemperatur von 15 bis 18°C optimal. Sinken die Temperaturen unter 10 oder steigen sie über 30°C, stellt die Pflanze das Wachstum nahezu ein.

Kultivierte Kartoffeln werden in frühe (90 bis 120 Tage), mittlere (120 bis 150 Tage) und späte (150 bis 180 Tage) Sorten unterteilt. Das Setzen der Pflanzkartoffeln setzt eine Bodentemperatur von mindestens 8°C voraus; die Bodentemperatur darf geringer sein, wenn das Pflanzgut vorgekeimt oder zumindest in Keimstimmung gebracht wurde oder aber die Knollen unter Folie gesetzt werden. Um die Pflanzkartoffeln in Keimstimmung zu bringen, ist eine zwei- bis dreiwöchige Lagerung bei Temperaturen um 10°C erforderlich oder eine drei- bis viertägige bei Temperaturen um 20°C. Werden die Pflanzkartoffeln länger als diese Zeiträume bei den genannten Temperaturen gelagert und dem Licht ausgesetzt, so keimen sie vor. Durch das Setzen vorgekeimter oder zumindest in Keimstimmung gebrachter Kartoffeln – bei vorgekeimten Kartoffeln ist eine Keimlänge von 15 bis 20 mm erstrebenswert – lässt sich neben einem frühen Auflaufen und Reihenschluss durch Altersresistenz eine geringere Gefahr bakterieller oder pilzlicher Pflanzenkrankheiten sicherstellen. Wird bei zu kalten Temperaturen gepflanzt, kann sich die Wachstumszeit bis zur Ernte erheblich erhöhen. Zum erfolgreichen Anbau früher Kartoffelsorten ist ein Langtag von 15 bis 17 Stunden erforderlich, spätreifende Sorten erzielen sowohl unter Kurztags- als auch Langtagsbedingungen gute Ernten. Siehe dazu Photoperiodismus.

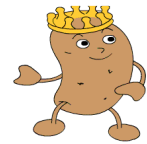




Um die Ausbreitung von Krankheiten und Schädlingen zu unterbinden, wird empfohlen, ein Feld nur alle drei Jahre mit Kartoffeln zu bestellen. Der pH-Wert des Bodens sollte zwischen 5 und 6 liegen, der Bedarf an Nährstoffen liegt bei 80 bis 120kg Stickstoff je Hektar, 50 bis 80kg Phosphor je Hektar und 125 bis 160kg Kalium je Hektar. Der beste Ertrag für Sorten mit einer Reifezeit von 120 bis 150 Tagen wird bei einer Wassermenge von 500 bis 700mm jährlichem Niederschlag erreicht. In Deutschland liegen die Erträge meist bei 30 bis 50 Tonnen je Hektar Anbaufläche. Bei einzelnen Stärkekartoffelsorten wird bei Einsatz gezielter Bewässerung über 80 Tonnen Ertrag je Hektar berichtet.

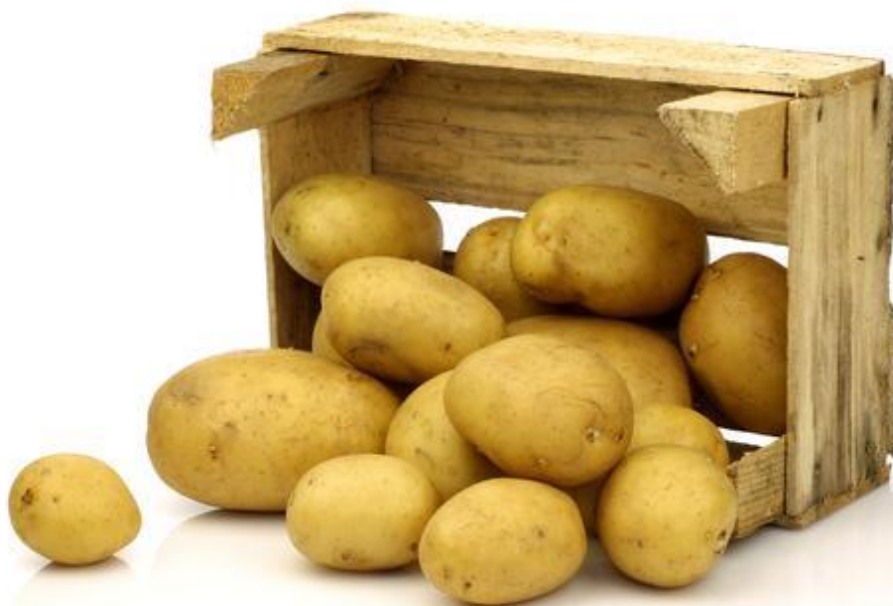
Die Vorbereitung des Ackers auf den Anbau von Kartoffeln beginnt in der Regel mit einer wendenden Grundbodenbearbeitung durch Pflügen entweder im vorhergehenden Herbst, um vor allem bei schweren Böden den Effekt der Frostgare auszunutzen, oder im Frühjahr. Bei Herbstpflugfurche erfolgt im Frühjahr nochmals eine lockernde Bodenbearbeitung durch nichtwendende Geräte auf rund 15 cm Tiefe. Das Pflanzbett sollte abgesetzt, feinkrümelig, klutenfrei und trocken sein, um den Legevorgang der Pflanzkartoffeln, den Dammaufbau, etwaige mechanische Pflegemaßnahmen und die Ernte zu erleichtern. Der Boden sollte einen guten Luft-, Wasser- und Wärmeaustausch ermöglichen. Flache, große und zusammenhängende Flächen mit feinen, sandigen Böden ohne Steine eignen sich besonders für den Kartoffelanbau. Zudem sind Gebiete mit geringerer Luftfeuchtigkeit, z.B. in trockeneren Regionen oder in höheren Lagen wegen des reduzierten Krankheitsrisikos besonders interessant für den Kartoffelanbau. Die Kartoffeln werden in allen Systemen in Dämmen angebaut, was dem vorher erwähnten Anspruch an den Boden entgegenkommt. Die Pflanzendichte und -anordnung im Feld (Reihen- und Pflanzenabstände) sind abhängig vom Nutzungszweck: Größere Bestandsdichten sind typisch für die Erzeugung von Pflanzgut und haben kleinere Knollen zur Folge. Beim Anbau der Kartoffeln für Nahrungszwecke sind die Bestandesdichten geringer und die Knollen größer. Angestrebt werden zum Beispiel beim Anbau für Speisezwecke zwischen 40.000 bis 45.000 Pflanzen je Hektar, zur Erzeugung von Pflanzkartoffeln aber rund 60.000 Pflanzen je Hektar.

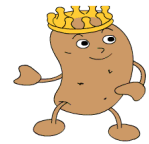
Das Setzen der Pflanzkartoffeln erfolgt durch spezielle Legemaschinen, welche die Knollen in eine Tiefe von 8 bis 10cm setzen und anschließend den Boden wieder in Dammform schließen. Der Abstand der Reihen beträgt zwischen 60 bis 90cm; in Hinblick auf Spurweiten und Reifenbreiten der verwendeten Maschinen ist in Deutschland ein Reihenabstand von 75cm gebräuchlich. Der Abstand der Pflanzen zueinander in der Reihe variiert je nach angestrebter Bestandesdichte zwischen 25 und 40cm.



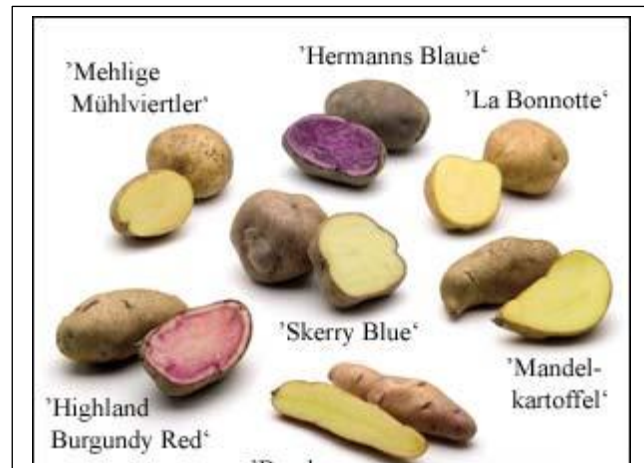
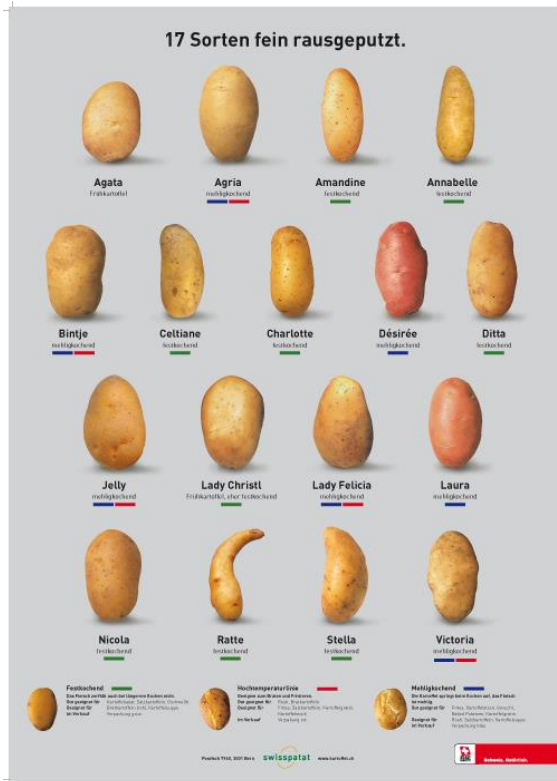
Die Unkrautregulierung kann durch mechanische Bekämpfungsmaßnahmen, thermische Verfahren, dem Einsatz von Herbiziden oder durch Kombinationen dieser Bekämpfungsmethoden erfolgen. Im konventionellen Landbau ist die Unkrautbekämpfung durch Herbizide üblich im ökologischen Landbau hingegen werden mechanische oder thermische Verfahren eingesetzt. Die mechanische Unkrautbekämpfung kann mit folgenden Geräten betrieben werden: Hackgerät mit Gänsefußschar, Vielfachgerät, Rollsternhacke, Netzegge, Dammformer, Dammfräse, Dammstriegel oder gewöhnlicher Striegel. Ziel der mechanischen Bekämpfung ist es, dass das keimende Unkraut aus dem Boden gelöst wird und dadurch in der Sonne verdorrt. Diese Maßnahme muss bei entsprechendem Auflauf von Unkräutern so oft wie nötig wiederholt werden, bis die Kartoffelstauden den Boden vollständig abdecken.

Am Ende der Vegetationszeit stirbt das Kraut ab. Es wird verbreitet auch abgetötet, wenn die Knollen genügend groß sind, um das Wachstum bei der optimalen Knollenbeschaffenheit zu unterbrechen, die Erntefähigkeit durch Lösen der Knollen von den Stolonen und Festigung der Schalen herbeizuführen und die Ansteckung der Knollen durch Krankheiten zu verhindern. Für diese Abreifebehandlung gibt es verschiedene Methoden, welche vom Anbausystem abhängig sein können. Dazu gehören das mechanische Zerstören der oberirdischen Pflanzenteile durch Abschlegeln oder der Einsatz von Herbiziden (Sikkation).





## Kartoffelsorten



Weltweit gibt es rund **5000 Kartoffelsorten**. Diese sind aufgrund der vielen verschiedenen Verwendungszwecke und der geographisch weit auseinander liegenden Anbauggebiete gezüchtet worden. Zudem werden ständig weitere Sorten entwickelt. Die weltweit größte Gendatenbank mit zirka 100 wilden und 3800 in den Anden traditionell kultivierten Kartoffelsorten unterhält das internationale Kartoffelinstitut mit Sitz in Lima, Peru.



Bern, 3. November 2014