



Die Kartoffel

- ein
Nachtschattengewächs

erprobt auf der
Bundesgartenschau
2019 in Heilbronn

Sachanalyse und Einordnung in den Bildungsplan

Die Kartoffel ist ein allgegenwärtiges Nahrungsmittel. Fast jeder kennt und konsumiert sie in unterschiedlichsten Formen. Doch, was steckt eigentlich in der Knolle und wo kommt sie her?

Nachtschattengewächse

Viele Nahrungs-, Gewürz- oder Genusspflanzen (Lüder, 2017, S.412), die wir tagtäglich zu uns nehmen, gehören zu der Familie der Nachtschattengewächse.

Dazu zählen Pflanzen wie die Kartoffel, die Tomate, die Paprika, die Peperoni und unter anderem auch der Tabak. Aber was ist das Besondere an den Nachtschattengewächsen? Sie enthalten **Alkaloide**. Diese Alkaloide dienen den Pflanzen als Schutz vor Dingen, die ihnen die benötigte Energie für die pflanzenspezifischen Prozesse rauben könnten, z.B. vor Pilzen, Viren, Bakterien und Tieren (Lüder, 2017, S.412).

Durch die Alkaloide sind manche Nachtschattengewächse giftig. Die Kartoffel beispielsweise enthält in allen Pflanzenteilen das Gift Solanin, aber in unterschiedlichen Mengen.

Nachtschattengewächse sind meistens krautige Pflanzen (Tomate, Tabak u.a.) oder Stauden, kaum Gehölze (Bocksdom = Goji).

Die Blüte ist zwittrig und fünfzählig. Betrachtet man die Kelchblätter, stellt man fest, dass diese verwachsen sind und später der entstandenen Frucht anhaften. Auch die Kronblätter sind verwachsen. Außerdem besitzt die Pflanze 5 Staubblätter. Die Blütenformel beschreibt sich wie folgt: *K (5) oder 5 [B (5) S (5)] F (2). Die Blätter der Nachtschattengewächse können ungeteilt oder gefiedert sein.

Die Nachtschattengewächse haben als Früchte entweder Beerenfrüchte oder Kapselrüchte. Beispiele für die Beerenfrüchte sind die Tomate, die Paprika, aber auch die Kartoffelbeere. Eine Kapselruchte ist z.B. bei der Physalis anzufinden, bei giftigem Stechapfel oder Bilsenkraut.

Einzelne Nachtschattengewächse und ihre giftigen Inhaltsstoffe:

Trivialname	Wiss. Name	Giftiges Alkaloid
Tomate	Solanum Lycopersicum	Tomatidin
Paprika	Capsicum annum	Solanin
Aubergine	Solanum melongena	Solanin
Goji Beeren	Lycium barbarum	Hyoscyamin
Physalis	Physalis alkekengi	Bitterstoffe

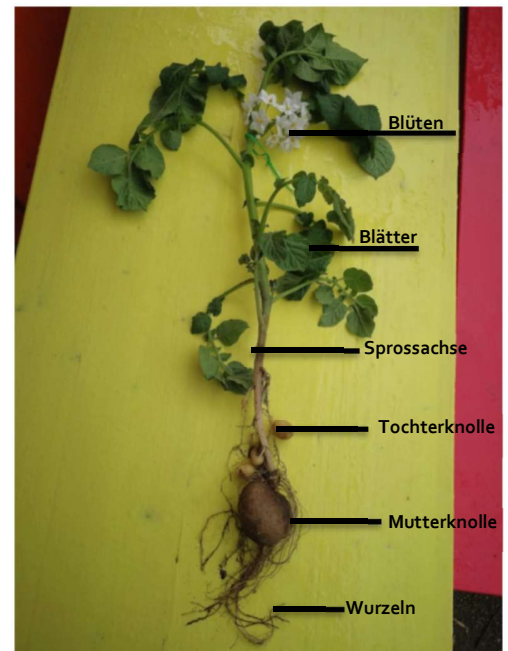
Die Kartoffelpflanze

Die Kartoffelpflanze (*Solanum tuberosum*) gehört zur Familie der Nachtschattengewächse (Solanaceae).

Merkmale der Kartoffelpflanze

Die Kartoffelpflanze ist krautig und wird ca. 50-100cm groß, selten über 1 m groß.

Die wechselständigen Blätter sind fiederteilig oder gefiedert und leicht behaart. Die Sprossachse ist ebenfalls behaart und oft kantig. Die Blüten der Kartoffelpflanze sind radiärsymmetrisch und kommen in sogenannten Trugdolden vor. Trugdoldenförmige Blütenstände unterscheiden sich von Dolden und Doppeldolden, da Dolden nach dem Punkt, an dem sich die Sprossachse verzweigt, keine Hauptachse mehr ausgebildet wird. Es gibt nur noch Nebenachsen. Bei der Trugdolde bleibt eine Hauptachse, welche durch eine Terminalblüte begrenzt wird.



Die Blüten besitzen fünf Kelchblätter und fünf Kronblätter, meist weiß bis blau - violett. Die Kronblätter sind verwachsen. Die Staubbeutel sind gelb und stehen aufrecht. Aus der Blüte entstehen die Beerenfrüchte. Diese sind ungefähr so groß wie Trauben oder Kirschen. In ihrem Erscheinungsbild ähneln sie unreifen Tomaten. Die Früchte sind vielsamige, zweikammerige Beeren. In den Beeren sind Samen, die theoretisch zur generativen Vermehrung genutzt werden könnten.

Vermehrung der Knollen

Die vegetative Vermehrung über die Knollen hat Vorteile. Die Züchtungszeit ist wesentlich kürzer; die Pflanzen haben die gleiche DNA wie die Mutterpflanze.

Die landwirtschaftliche Vermehrung erfolgt fast ausschließlich über den vegetativen Weg mit einer keimenden Mutterknolle. Die „Augen“ der Knollen sind hierbei die Ausgangspunkte für die kommenden Triebe. Aus den Trieben der Mutterknolle entwickeln sich grüne Sprossachsen mit Blättern. In den ersten Tagen werden die Nährstoffe der Mutterknolle aufgezehrt, bis die neuen Blätter selbst Fotosynthese betreiben. Wie entstehen neue Kartoffeln? Tochterknollen bilden sich am Ende von Ausläufern der Pflanze unter der Erde, sogenannten Stolonen.

Die Knollen sind die Sprossknollen der Pflanze, sie sind nicht den Wurzeln zuzuordnen und auch nicht die Früchte der Pflanze. Sprossknollen dienen der Nährstoffspeicherung, in diesem Fall in Form von Stärke. Die Knollen sind nach 8-24 Wochen erntereif (Früh-/Spätkartoffeln) und können dann entweder gegessen werden, oder wieder als Mutterknolle für eine weitere Generation dienen. Der Erntezeitpunkt ist erreicht, wenn das Laub der Pflanze vertrocknet ist. Dann ist die Mutterknolle aufgezehrt.

Die besten Wachstumsbedingungen der Pflanze liegen bei kühlem Klima und sandig-lehmigem Boden. Die Kartoffelpflanze verträgt eine hohe Luftfeuchtigkeit, allerdings keine häufigen Niederschläge. Vermehrt man die Kartoffel vegetativ, lassen sich aus einem Kilo Saatkartoffeln bis zu fünf Kilo Erntekartoffeln herstellen.

Die Geschichte der Kartoffel

Die Geschichte der Kartoffelknollen als wertvolles Nahrungsmittel reicht weit zurück:

Ursprünglich kommt die Kartoffel aus den Anden, genauer aus Peru. Die Inkas bauten die Kartoffel schon vor 5000 Jahren als Nahrungsmittel an.

Als die Spanier um 1525 auf der Suche nach Gold Südamerika erreichten, entdeckten sie die Kartoffel und brachten ihrem König einige Knollen als Geschenk mit. In Spanien wusste man nichts über die Essbarkeit der Kartoffeln, deshalb waren die Pflanzen wegen ihrer schönen Blüten meist in botanischen Gärten, Fürsten- oder Königshäusern zu finden.

1651 kam die Kartoffelpflanze in den Berliner Lustgarten, und somit nach Deutschland. Durch die Unkenntnis der europäischen Bevölkerung waren die Bürger der Essbarkeit der Pflanze gegenüber sehr skeptisch, da sie hörten, es haben sich manche Leute an der Pflanze vergiftet. Diese Menschen aßen die Beeren anstatt der unterirdischen Knollen.

Friedrich II. von Preußen war informiert über die Essbarkeit der Knollen und die Giftigkeit der Beeren. Als durch den Krieg eine große Hungersnot ausbrach, ließ sich der Preußenkönig etwas einfallen: Er ließ die Anbaufelder von Soldaten bewachen, damit die Pflanze wertvoll erschien und die Menschen die Knolle aus Neugier stahlen. Um den Anbau der Kartoffel weiter voran zu bringen, verschenkte er Saatkartoffeln und befahl den großflächigen Anbau der Knollen. Er reiste im Land herum und kontrollierte, ob seine Gesetze eingehalten wurden.

Durch die Bekanntmachung der Kartoffel durch Friedrich II. wurden viele Menschen vor dem Verhungern gerettet und somit war die Kartoffel als Nahrungsmittel nicht mehr wegzudenken.

Solanin und andere Alkaloide

Der Fakt, dass sich viele Menschen an den Beeren oder anderen Teilen der Pflanze vergiftet haben, liegt an dem o.g. typischen Gift der Nachtschattengewächse. Das Gift ist ein sog. Alkaloid. Alkaloide sind natürlich vorkommende, organische Verbindungen mit einem oder mehreren Stickstoffatomen. Der Name kommt von der Eigenschaft der Alkalien, sich mit Säure zu Salzen zu verbinden.

Alkaloide wirken meist als Neurotoxine. Sie sind bei höheren Pflanzen und selten bei Tieren zu finden. Alkaloide sind häufig farblos und kristallin. Das Vorkommen von Alkaloiden wird häufig mit dem Schutz vor Fressfeinden in Verbindung gebracht. Nicht alle Teile einer Pflanze müssen

Alkaloide enthalten. Bei der Kartoffel sind die Knollen im Mark recht arm an Alkaloiden, die Augen jedoch nicht. Der Alkaloidgehalt nimmt mit der Länge der Lagerung, bei Verletzung der Knollen oder bei Lichteinfall zu. Alle grünen Teile der Pflanze enthalten viel Alkaloid Solanin. Das Solanin schützt hierbei vor Fäulniseregen. Auch zu warm sollte man Kartoffeln nicht lagern, die optimale Temperatur beträgt 10°C.

Alkaloide schmecken bitter.

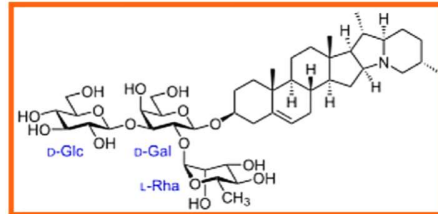


Abb.1: Strukturformel Solanin,

Man kann viele Pflanzen auch alkaloidfrei züchten. Man geht davon aus, dass Alkaloide Produkte vom sekundären Stoffwechsel sind. Alkaloide können in der Medizin von Bedeutung sein. Sie spielen in der Herz-Gefäßmedizin eine Rolle (Tropanalkaloide) oder in der Augenheilkunde (Atropin). Sie können auch eine berauschende Wirkung haben, wie zum Beispiel das Nicotin der Tabakpflanze. Zu den Alkaloiden gehört auch das Gift der Kartoffelpflanze, das Solanin ($C_{45}H_{73}NO_{13}$).

Solanin bewirkt eine Depolarisation der Mitochondrienmembran, d.h. die Ladungsverteilung im Cytoplasma und innerhalb der Mitochondrien kommt aus dem Gleichgewicht. Die Konzentration an Ca^{2+} -Ionen im Cytoplasma steigt, da Ca^{2+} -Ionen aus den Mitochondrien ins Cytoplasma strömen. Die steigende Konzentration löst ab einem bestimmten Grenzwert die Apoptose (programmierter Zelltod) ein. Vergiftungserscheinungen von Solanin lassen sich durch Symptome wie Magenschmerzen und Durchfall erkennen. Ab 400 mg ist eine tödliche Dosis erreicht, was ca. 5,6 kg rohen, ungeschälten Kartoffeln entspricht. Der Gehalt an Solanin wird durch den Kochvorgang reduziert. Ältere Kartoffeln sollte man schälen, da das Solanin in den Knollen in der Schale und den Augen zu finden ist.

Inhaltsstoffe der Kartoffelknolle und Verwendung

Kartoffeln allgemein haben eine hohe Konzentration an Kohlenhydraten, was sie aus ernährungsphysiologischer Sicht wertvoll macht. Kartoffeln sind einfach zuzubereiten und halten lange satt. Es gibt verschiedene Sorten, die je nach Typ unterschiedliche Kocheigenschaften haben. So sind mehlig kochende Kartoffeln (z.B. Sorte: Adretta) geeignet für Püree und Suppe, da sie nach dem Kochen nicht mehr ihre feste Form besitzen. Festkochende Kartoffeln (z.B. Sorte: Annabelle) eignen sich für Salzkartoffeln. Die unterschiedlichen Eigenschaften kommen vom unterschiedlichen Stärkegehalt der Knollen: Viel Stärke bedeutet weniger Wasser und somit eine trockenere Konsistenz (mehlig kochend). Wenig Stärke bedeutet mehr Wasser und eine stabilere Form (festkochend). Es werden auch teilweise Kartoffeln angebaut, deren Stärkegehalt so hoch ist, dass sie für die Stärkeindustrie attraktiv sind (z.B. Sorte: Amflora). Die Kartoffelstärke besteht je nach Sorte aus Amylose und Amylopektin. Auch die Farbe kann variieren: Es gibt Sorten mit rosa Fleischfarbe (z.B. Sorte: rote Emmalie), einige sind auch lila (z.B. Sorte: Vitelotte) wegen des natürlichen Farbstoffs Anthocyan. Die Vitamin C-Konzentration ist bei Kartoffeln besonders hoch, auch wenn beim Kochen etwa 40% davon verloren gehen.

Allgemein lässt sich sagen, dass etwa 60% der deutschen Kartoffelproduktion unmittelbar als Nahrungsmittel konsumiert werden, 30% der Ernte gehen in die Stärkeherstellung, 6% als Saatgut, 4% für die

Ethanolgewinnung und 1,2% als Futtermittel. Durch den hohen Gehalt an Kohlenhydraten kann man aus der Kartoffel durch alkoholische Gärung Alkohol für technische Zwecke herstellen.

Einordnung in den Bildungsplan 2016 (Sekundarstufe I)

In wie weit korreliert die Lerneinheit Kartoffel mit dem Bildungsplan? Schaut man sich zuerst den Bildungsplan der Klassen 5 und 6 an, welches im Zusammenschluss von BNT unterrichtet wird, sollten die Schülerinnen und Schüler unter Punkt 3.1.8 „Pflanzen“ lernen, die Organe einer Blütenpflanze zu benennen und deren Funktionen zu erläutern.

Hierzu erarbeiten die Schülerinnen und Schüler zu Beginn der Stationenarbeit den Aufbau der Pflanze und benennen die Organe. Da die Kartoffelpflanze eine relativ große und robuste Pflanze ist, bietet sie sich hierfür sehr gut an. Des Weiteren sollen die Schülerinnen und Schüler in BNT den Aufbau von Blüten lernen. Außerdem eignet sich die Knolle der Kartoffel für die Planung, Durchführung und Auswertung eines Keimungsexperiments.

In den Klassenstufen 7/8 und 9 kann sich die Knolle der Kartoffelpflanze in dem Kapitel 3.2.2.2 „Ernährung und Verdauung“ wiederfinden. Die Schülerinnen und Schüler sollen die Bestandteile der Nahrung kennenlernen. Im Unterrichtsgespräch nennen sie die Bestandteile einer Kartoffel. Ist dies geschehen, eignet sich die Kartoffelpflanze sehr gut dazu, die verschiedenen Bestandteile der Nahrung sichtbar zu machen, wie z.B. die Stärke, das Wasser und der Vitamingehalt.

Die Stärke und der Wasseranteil der Kartoffel wird durch ein Experiment nachwiesen. Der Vitamingehalt wird mit Vitamin C Teststreifen getestet. Durch einen Vergleich mit einer Kartoffelart mit 30% weniger Kohlenhydraten, werden die Schülerinnen und Schüler angeregt, die Aufgaben von den Bestandteilen der Nahrung zu nennen.

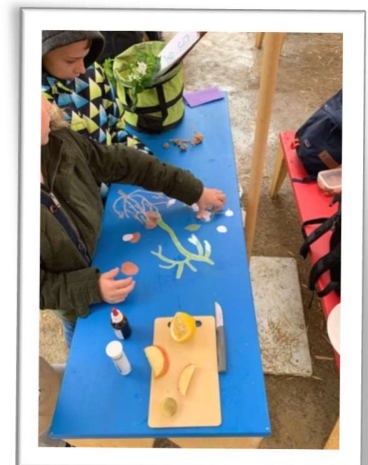


Abb.2: Kinder erforschen den Aufbau der Pflanze

Modulbeschreibung Grundschule

„Tatort“ Garten: Die Kartoffelpflanze

Im 20-minütigen Modul zur Kartoffelpflanze (*Solanum tuberosum*) lernen die Schülerinnen und Schüler den Aufbau der Pflanze, giftige Teile sowie den Anbau und die Geschichte der Pflanze kennen.

Das Modul ist konzipiert für drei bis vier Schülerinnen und Schüler, kann aber auch mit fünf Schülerinnen und Schüler durchgeführt werden. Auf dem Tisch steht eine Kartoffelpflanze, die Schülerinnen und Schüler rätseln um welche Pflanze es sich handelt. Als Tipp werden die Beeren der Pflanze und eine keimende Kartoffel dazu gelegt. Die Schülerinnen und Schüler kommen darauf, dass es sich wohl um eine Kartoffelpflanze handelt. Die Lehrperson fragt die Schülerinnen und Schüler, ob sie sich vorstellen können, was an der Kartoffel giftig sein soll.

Die Schülerinnen und Schüler stellen erste Vermutungen an: „Die Schale, die Triebe, die Blätter“ etc. Ihnen wird die Geschichte der Herkunft der Kartoffel und die Verbreitung durch Friedrich II. erzählt. Die Kinder bekommen ein Modell der Kartoffelpflanze (Puzzle) und sollen durch Vergleichen mit der echten Pflanze die Teile so anordnen, dass der Aufbau einschließlich der unterirdischen Teile stimmt. Wenn die Schülerinnen und Schüler zu den Begriffen „Tochterknollen und Mutterknolle“ kommen, wird der Unterschied erarbeitet, indem die Begriffe in Relation zum Alter gesetzt werden („Wer war zuerst da? Du oder deine Mama?“)

Den Schülerinnen und Schüler wird die Frage gestellt, ob sie wissen, welche Inhaltsstoffe in einer Kartoffel stecken. Sie äußern erste Vermutungen, bis das Wort „Stärke“ oder „Kohlenhydrate“ fällt. Die Lehrperson erklärt kurz die

Funktionsweise der Lugolschen Lösung: Alles, was Stärke enthält, wird dunkel lila oder schwarz. Die Schülerinnen und Schüler tropfen etwas von der Lösung auf eine angeschnittene Kartoffel, um Stärke als Inhaltsstoff experimentell zu prüfen. Die Kartoffel wird dunkel. Die Schülerinnen und Schüler kommen evtl. darauf, dass Vitamine oder Vitamin C enthalten sein könnten. Die Lehrperson hilft mit Impulsen. Die Schülerinnen und Schüler können verschiedene Lebensmittel (Zitrone, Apfel, Kartoffel) ordnen, von der vermuteten höchsten Vitamin C - Konzentration zur niedrigsten. Die Anordnung wird ebenfalls experimentell mit Teststreifen überprüft.

Um auf das Gift Solanin einzugehen, werden eine keimende sowie eine grüne Kartoffel auf den Tisch gelegt. Die Schülerinnen und Schüler werden gefragt, ob sie diese Kartoffeln noch essen würden. Danach werden Vermutungen geäußert, warum die Pflanze überhaupt Gift besitzt (Schutz vor Fressfeinden etc.). Die Schülerinnen und Schüler lernen, dass alle grünen Teile der Pflanze sowie die Triebe aus alten Knollen giftig sind und deshalb nicht gegessen werden sollten.

Zum Abschluss werden mit den Schülerinnen und Schülern noch die Unterschiede zwischen mehlig kochenden und festkochenden Kartoffeln erarbeitet. Die Schülerinnen und Schüler lernen, dass der Stärkegehalt bei den Sorten variiert und probieren vorher vorbereitete gekochte Kartoffeln der beiden Sorten.

Als Sicherung des gelernten Inhaltes wird eine Kartoffel in einen selbstgebastelten Pflanzsack gesetzt, um Pflanzenwachstum mit einfachen Mitteln zu thematisieren. Die Kartoffel kann so selbst in einer Stadtwohnung mit Balkon oder auf dem Schulhof wachsen.

Modulbeschreibung Sekundarstufe

„Tatort“ Garten: Die Kartoffelpflanze

Im 20-minütigen Modul zur Kartoffelpflanze (*Solanum tuberosum*) lernen die Schülerinnen und Schüler den Aufbau der Pflanze, giftige Teile sowie den Anbau und die Geschichte der Pflanze kennen. Die Schülerinnen und Schüler extrahieren selbstständig die Stärke und lernen, wie man daraus biologisch abbaubaren Kunststoff herstellt.

Auf dem Tisch steht eine Kartoffelpflanze. Das Modul ist konzipiert für drei bis vier Schülerinnen und Schüler.

Um die Kartoffelstärke sichtbar zu machen, reiben die Schülerinnen und Schüler einige rohe Kartoffeln mit einer Reibe klein und schwämmen die Kartoffelraspeln mit Wasser auf. Alles wird gut durchmischt, um es dann durch ein Geschirrhandtuch zu pressen. Die Raspeln werden ein zweites Mal mit Wasser gemischt und ausgepresst. Die milchige Flüssigkeit wird in einem extra Gefäß gesammelt, in dem sich nach kurzer Zeit die gelöste Stärke am Boden absetzt.

Vorbereitete Stücke aus abbaubarem Kunststoff aus Stärke werden untersucht. Der Bezug zur Verwendung von Stärke als Kunststoff wird hergestellt (z.B.: als biologisch abbaubare Lebensmittelbehälter).

Die übrigen Modulbestandteile wiederholen Inhalte des Moduls für die Grundschule.

Die Schülerinnen und Schüler lernen, wo das Gift in der Pflanze lokalisiert ist und seine Funktionsweise auf den menschlichen Körper (Depolarisation an der Mitochondrienmembran). Die Symptome einer Solaninvergiftung werden erläutert.

Quellen:

<https://www.kraeuter-buch.de/glossar/alkaloide-271.html>

<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/alkaloide/2102>

<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/sprossknolle/63073>

<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/auslaeufer/6215>

https://de.wikipedia.org/wiki/Kartoffel#Blütenstand_und_Blüte

<https://de.wikipedia.org/wiki/Solanin>

<http://www.bildungsplaene-bw.de/Lde/LS/BP2016BW/ALLG/SEK1/BIO/IK/7-8-9/02/02>

[http://www.bildungsplaene-bw.de/Lde/LS/BP2016BW/ALLG/SEK1/BNT/IK/5-6/08#bplink-infolayer\[3159793\]/0/](http://www.bildungsplaene-bw.de/Lde/LS/BP2016BW/ALLG/SEK1/BNT/IK/5-6/08#bplink-infolayer[3159793]/0/)

Campbell, N. & Reece, J. (2009). Biologie. 8. Aktualisierte Auflage. München: Pearson Studium

Lüder, R. (2017). Grundkurs Pflanzenbestimmung (8.Auflage). Weibelsheim: Quelle & Mayer.

Bilder:

[Seite 1 \(Kartoffel\): https://www.fuersie.de/kochen/koch-ratgeber/artikel/vergleich-suesskartoffel-und-kartoffel](https://www.fuersie.de/kochen/koch-ratgeber/artikel/vergleich-suesskartoffel-und-kartoffel)

[Seite 1 \(Pflanze\): K. Eibner](#)

[Abb. 1: Strukturformel Solanin: https://de.wikipedia.org/wiki/Solanin](https://de.wikipedia.org/wiki/Solanin)

[Abb. 2: Kinder erforschen Pflanzenaufbau: J. Köhler](#)