



Wie wirkt sich Pflanzenschutzmittel auf das Wachstum der Pflanzen aus ?

Lukas Amann

Biologie Leistungskurs

2024/2025

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	2
Relevanz.....	2
Hypothesen	3
Aufbau	3
Datenanalyse	5
Deutung.....	5
Quellenverzeichnis	8

Einleitung

Pflanzenschutzmittel – umgangssprachlich auch Pestizide genannt sind chemische oder biologische Substanzen, die eingesetzt werden, um Pflanzen vor Krankheiten, Schädlingen oder Unkräutern zu schützen. Pestizide die Unkräuter abtöten nennt man Herbizide. Sie sind heutzutage fester Bestandteil der modernen Landwirtschaft und tragen zur Sicherung der Erträge bei. Jedoch führen Pflanzenschutzmittel auch zu großen Diskussionen in Bezug auf den Umwelt- und Naturschutz, da ihr Einsatz Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum hat. Diese Ausarbeitung beleuchtet diese Auswirkungen.

Relevanz

Das Pflanzenwachstum ist eine zentrale biologische Grundlage für die Landwirtschaft, die Nahrungsversorgung und die Stabilität in Ökosystemen. Das Thema hat sowohl agrarwissenschaftlich als auch ökologisch eine sehr große fachliche Relevanz. In der Agrarwirtschaft wird die Wechselbeziehung zwischen Pflanzenschutzmittel und dem Wachstumsprozess beleuchtet, um die Erträge zu sichern, Qualitätseinbußen zu vermeiden und Anbauverfahren zu optimieren.

Auch in der Umweltwissenschaft und Ökologie ist das Thema hochrelevant, da Wachstumsstörungen von Pflanzen nicht nur die Produktivität von Pflanzen beeinflussen, sondern auch Rückwirkungen auf Bodenorganismen, Bestäuber, Nahrungsnetze und ganze Ökosysteme haben können. Die Förderung eines nachhaltigen Pflanzenwachstums gehört zu den großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. In Zukunft wird es von Bedeutung sein, dass man richtig abwägt, zwischen der Ertragssteigerung und der Belastungen für die Umwelt, ausgehend von Pflanzenschutzmitteln. Mittlerweile gibt es auch umweltfreundlichere Alternativen, wie der integrierte Pflanzenschutz, wobei das Wachstum von Unkraut reguliert wird. Ein weiterer Faktor der in Zukunft aufkommen wird ist der Klimawandel, der den Pflanzenwachstum beeinflussen wird und wodurch neue Schädlinge und Krankheiten die Pflanzen befallen könnten. Dafür müssen neue Pflanzenschutzmittel erforscht oder bereits bestehende angepasst werden. Auffällig ist, dass im Jahr 2023 der Einsatz von Pflanzenschutzmittel um circa 19 % zum Vorjahr gesunken ist. Insgesamt wurden im Jahr 2023 in Deutschland 75804 Tonnen Pflanzenschutzmittel verwendet (landwirtschaft.de, 2025). Eine Studie zeigt auch negative Folgen auf die Symbiose zwischen Pflanzen und Tieren. So sind Pflanzenschutzmittel einer der Hauptgründe für den Rückgang von Singvögeln oder Blütenbestäubern.

Für mich persönlich hat das Thema auch eine hohe Relevanz, da ich mir auch vorstellen kann, mich beruflich im Bereich der Agrarwissenschaften zu orientieren. Ebenso bin ich für einen ausgeprägten Klima- und Umweltschutz und ich möchte nachvollziehen können, wie chemische Mittel mit ökologischen Kreisläufen zusammenhängen und wie chemische Einflüsse das Wachstum und die Gesundheit von Pflanzen beeinflussen. Außerdem bin ich der Meinung, dass der Anbau von Nutzpflanzen in Zukunft den größten Teil unserer Nahrungsversorgung ausmachen wird und dass der Fleischkonsum zurückgeht. Deshalb bin ich interessiert daran, wie man den Anbau so optimal gestalten kann wie möglich.

Hypothesen

H₁ (Hypothese): Mehr Pflanzen wachsen, wenn sie mit Pflanzenschutzmittel behandelt werden, als wenn sie ohne Pflanzenschutzmittel wachsen.

H₂ (Gegenhypothese): Es gibt keinen Unterschied in der Anzahl der wachsenden Pflanzen zwischen der Behandlung mit und ohne Pflanzenschutzmittel.

H₃ (Alternativhypothese): Mehr Pflanzen wachsen, wenn kein Pflanzenschutzmittel verwendet wird, als bei der Behandlung mit Pflanzenschutzmittel.

Die Hypothesen lassen sich begründen, da Pflanzenschutzmittel Pflanzen vor schädlichen Pilzen und Unkraut schützen sollen, welche Nährstoffe aus dem Boden entnehmen, die so für die Nutzpflanze verloren gehen. Deshalb könnten Pflanzen durch die Behandlung von Pflanzenschutzmittel schneller wachsen. Jedoch besteht auch die Möglichkeit, dass Pflanzenschutzmittel keine Auswirkung auf gesunde Pflanzen hat und so das Wachstum bei der Kontrollwanne und der Versuchswanne gleich ist. Natürlich besteht auch die Möglichkeit, dass Pflanzenschutzmittel das Wachstum der Pflanzen hemmt oder der Pflanze schadet.

Die allgemeine Frage, die der Versuch Beantworten soll lautet:

Wie wirkt sich die Behandlung von Pflanzen mit Pflanzenschutzmittel im Vergleich auf eine Kontrollwanne die unbehandelt gedeiht in Bezug auf das Wachstum (Keimrate) und auf das äußerliche Erscheinungsbild verschiedener Pflanzenarten aus? Der Versuch dient dazu, die genaue Entwicklung der Pflanzen zu beobachten. Ziel ist es, herauszufinden, ob ein Pflanzenschutzmittel eine fördernde, neutrale oder sogar eine schädigende Wirkung auf die Pflanzen hat. Der grundlegende Sinn des Versuchs ist es theoretisches Wissen aus der Agrarwissenschaft und Ökologie in einer praktischen Beobachtung zu überprüfen, um so die Auswirkung von chemischen Stoffen auf verschiedene biologische Prozesse besser nachvollziehen zu können. Gerade im Hinblick auf die Umweltfreundlichkeit ist es wichtig solche chemischen Mittel kritisch zu hinterfragen und diese auf wissenschaftlicher Basis zu bewerten.

Aufbau

Für den folgenden Versuch wurden zwei identische rechteckige Hartplastikwannen mit den Maßen (70cm x 50cm x 30cm) verwendet. Beide Wannen wurden mit exakt denselben Bodenschichten befüllt, um möglichst vergleichbare Ausgangsbedingungen für die Entwicklung der Pflanzen zu schaffen. Ziel des Versuchs ist es, die Auswirkungen eines handelsüblichen Pflanzenschutzmittels auf das Pflanzenwachstum unter kontrollierten Bedingungen zu beobachten und zu dokumentieren. Eine der beiden Wannen dient dabei als Versuchswanne, auf deren Oberfläche das Pflanzenschutzmittel aufgetragen wurde. Die andere Wanne bleibt unbehandelt und dient als Kontrollwanne die nur mit Wasser gegossen wird. Durch diesen Aufbau lassen sich mögliche Unterschiede im Wachstum und im Gesundheitszustand der Pflanzen auf die Einwirkung des Pflanzenschutzmittels zurückführen.

Zuerst wurden beide Wannen mit jeweils 20 cm frischem Kaninchenmist befüllt. Nach dem Prinzip eines Hochbeetes entsteht somit Wärme und fördert das Pflanzenwachstum. Außerdem dient der Tiermist als organischer Dünger. Tiermist enthält natürliche Nährstoffe die für das Wachstum der Pflanzen wichtig sind. Vor allem Stickstoff, Phosphor und Kalium sind solche Nährstoffe. Da in beiden Wannen die gleiche Menge Kaninchenmist eingefüllt wurde, sollten in beiden Wannen die gleichen Nährstoffe vorhanden sein.

Anschließend wurde der Kaninchenmist mit einer 8 cm dicken Schicht Muttererde bedeckt. Diese natürliche Erde enthält vor allem viele Mineralien wie Eisen, Magnesium und Kalzium, aber auch weitere Nährstoffe. Die Mineralien sind wichtig für verschiedene pflanzliche Stoffwechsel wie die Photosynthese, die Zellatmung und für die Proteinbiosynthese. Ebenso sorgt die Muttererde für eine bessere Durchlüftung des Bodens. Zusätzlich speichert die Muttererde auch das Wasser. Diese Funktionen sind essentiell für das Wachstum der Pflanzen.

Abschließend wurde als oberste Schicht eine ca. 2 cm dicke Schicht Anzucherde aufgetragen. Diese besondere Erde ist ziemlich fein und dadurch für die Samen ideal für die Keimung. Die Wurzeln der Sprossen können in der feinen Erde leicht durchdringen und sich entfalten. Anzucherde ist relativ nährstoffarm, dadurch sind die Keimlinge gezwungen, aktiv Wurzeln auszubilden und können so besser nach Wasser und Nährstoffe suchen. Ebenso wird das Wurzelwerk kräftiger.

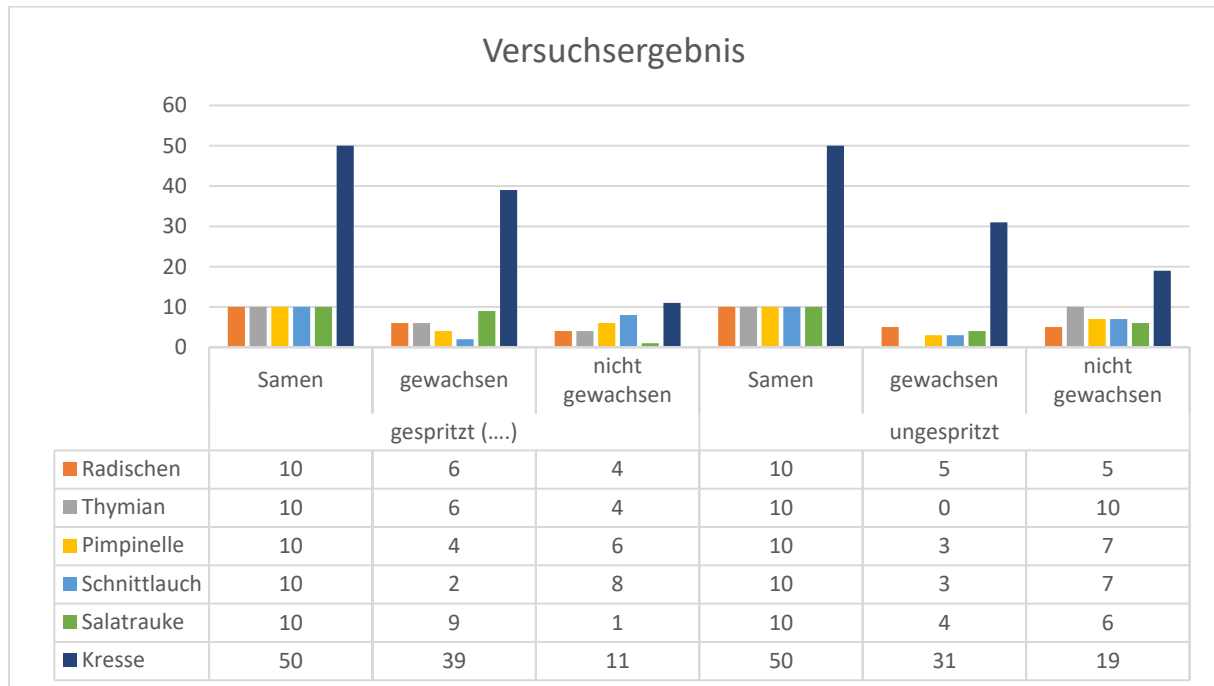
Nach dem Aufbau der Bodenschichten wurden in beide Wannen dieselben Pflanzensamen ausgesät. Es wurden sechs Pflanzenarten ausgebracht: Radieschen, Kresse, Schnittlauch, Salbei, Salatrauke und Thymian. Dies sind Arten mit relativ kurzer Keimzeit. Die Samen wurden leicht angedrückt und vorsichtig mit Wasser besprüht, um die ersten Keimprozesse in Gang zu setzen. Die Versorgung mit Wasser erfolgte regelmäßig. Beide Wannen wurden an einen Ort gestellt, der frostsicher und hell war. So hatten beide Versuche identische Wachstumsbedingungen.

Kurz vor der Keimung der Pflanzen wurde bei der Versuchswanne ein Bodenherbizid Namens Kerb Flo aufgetragen, welches von einem Landwirt aufgebracht wurde. Der Landwirt überwachte die Anwendung. Dieses Bodenherbizid ist nur für Landwirte erwerbbar.

In den folgenden Tagen wurden die Pflanzen beobachtet und gepflegt, um so die Rückschlüsse auf die Wirkung von Pflanzenschutzmittel auf das Wachstum der Pflanzen zu erhalten.



Datenanalyse



Beobachtung

In dem Versuch ist es deutlich zu erkennen, dass die Pflanzen die mit einem Herbizid behandelt wurden, eine höhere Keimrate haben als die unbehandelten Pflanzen. Vor allem bei der Kresse ist dies deutlich zu sehen. Einzige Ausnahme ist die Keimrate des Schnittlauchs, dieser ist in der unbehandelten Wanne etwas besser gekeimt. Die Unterschiede des Wachstums sind aber sehr gering und liegen bei ungefähr 28%. Der größte Unterschied in der Keimrate hat der Thymian mit einem Unterschied von 6 Pflanzen.

Deutung

Wirkweise

Die bestimmten chemischen und biologische Substanzen von Herbiziden, verändern die chemischen und biologischen Prozesse in einer Pflanze. Dadurch können die betroffenen Pflanzen nicht weiterleben und sterben ab. Herbizide wirken entweder selektiv, also nur auf bestimmte Pflanzenarten oder auf fast alle Pflanzen. Diese Herbizide werden als Breitbandherbizide bezeichnet (vgl. utopia.de, 2025). Pestizide sind eine chemisch extrem variable Stoffgruppe. Deshalb ist auch ihre Wirkungsweise auf und Konsequenzen für einzelne Artengruppen sehr unterschiedlich. Es werden durch Herbizide meist zweikeimblättrige Pflanzenarten abgetötet (Härdtle, W., 2025, S.128). Zweikeimblättrige Pflanzen, auch Dikotylen genannt, sind Pflanzen die zwei Keimblätter haben. Gräser sind zum Beispiel einkeimblättrige Pflanzen.

Turboclean Unkrautfrei AF

Das Herbizid Turboclean Unkrautfrei AF beinhaltet Fettsäuren mit 7 bis 20 Kohlenstoff-Atomen, darunter sind auch Caprylsäure und Caprinsäure. Diese Säuren mit Acht beziehungsweise 10 Kohlenstoffatomen

sind Kontaktherbizide (vgl. chemie.de, 2025). Sie zerstören die Membrane der Pflanze, sodass keine Photosynthese der Pflanze mehr möglich ist (vgl. bvlbund.de, 2025). Durch andere Säuren die das Herbizid beinhaltet, wird die obere Wachsschicht (Kutikula) der Pflanzen zerstört (vgl. landwirtschaft.sachsen.de, 2025). Die Kutikula schränkt das Verdunsten von Wasser ein und verhindert so den übermäßigen Wasserverlust von Pflanzen. Wenn diese Schicht jedoch zerstört wurde, trocknet die Pflanze schnell aus (vgl. studyflix.de, 2025). Da Turboclean Unkrautfrei AF ein Totalherbizid ist (Produktinformationen) und ein- und zweikeimblättrige Unkräuter bekämpft, ist dieses Herbizid nicht sinnvoll für diesen Versuch. Da die Pflanzensorte die ich eingepflanzt habe zum größten Teil zweikeimblättrige und auch einkeimblättrige Pflanzen sind, sind die Keimlinge aller Pflanzen nach der ersten Anwendung des Herbizids nach 3 Wochen des Versuchsbeginns abgestorben. Danach wurden die Samen in der Versuchswanne nochmals ausgesät.

Pflanzenschutzmittel für den Boden

Das Pflanzenschutzmittel das auf dem Boden ausgebracht wird versickert durch Regen in den Boden. Dort gelingt das chemische Mittel über die Wurzeln wieder in die Pflanzen. Dies führt zu einem dazu, dass das unerwünschte Unkraut abgetötet wird, jedoch kann es auch zu unerwünschten Rückständen von Pflanzenschutzmittel in Nutzpflanzen kommen (vgl. umweltbundesamt.de, 2025). Eine weitere Art der Herbizide sind die Bodenherbizide. Sie sind meist Voraufherbizide. Das bedeutet, dass sie vor dem Sichtbarwerden der Kulturpflanzen auf den Boden ausgebracht werden. Diese wirken „pre-emergent“, das bedeutet, dass sie eine Barriere im Boden schaffen, die das Keimen sowie das Wachsen von Samen des Unkrauts verhindert. Wirkstoffe des auf den Boden aufgetragenen Herbizids werden von den Unkrautsamen und -sämlingen aufgenommen. Die Wirkung der Bodenherbizide wird durch das Verhindern der Zellteilung und durch die Wurzelentwicklung junger Unkräuter deutlich, so werden Unkräuter bereits im Boden bekämpft (vgl. greencommons.de, 2025). Jedoch haben diese Herbizide keine Auswirkungen auf tiefe und weit verzweigte Wurzelsysteme, auch ist eine ausreichende Bodenfeuchte notwendig, damit die Verteilung des Mittels in der Pflanze möglich ist (vgl. garvillo.com, 2025). Jedoch besteht die Gefahr, dass resistente Unkräuter sich an die wiederholte Anwendung der Herbizide anpassen und sogar gefördert werden. Diese Resistenz ist in der konventionellen Landwirtschaft ein Problem und kann zum Abfall der Effektivität des Herbizids führen (vgl. julius-kuehn.de, 2025). Zusätzlich weist das Umweltbundesamt darauf hin, dass Pflanzenschutzmittel, einschließlich Bodenherbizide nach ihrer Anwendung in den Boden gelangen und dort negative Auswirkungen auf den komplexen Nährstoffkreislauf haben und damit auch auf die Bodenfruchtbarkeit beeinträchtigt. Langfristige Auswirkungen sind bisher noch nicht ausreichend erforscht (vgl. umweltbundesamt.de, 2025).

Warum eigentlich Herbizide

Herbizide töten das ungewollte Unkraut in Nutzpflanzenkulturen ab. Unkraut schadet den Nutzpflanzen indirekt, da sie Nährstoffe sowie Wasser aus dem Boden entziehen, die die Nutzpflanze ebenso benötigt. Manchmal wird auch das benötigte Licht für die Photosynthese von Nutzpflanzen durch Unkraut entzogen. Diese Faktoren beeinträchtigen das Wachstum von Nutzpflanzen und kann zu Ertragsverlusten führen (vgl. garten-bronder.de, 2025). Darüber hinaus können Unkräuter auch gesundheitsschädliche Stoffe enthalten, diese sind vor allem an der Außenseite der Pflanze. Diese Stoffe können jedoch auch problematisch sein, wenn sie eingenommen werden (vgl. dekorationgarten.com, 2025). Das bekannte Problem bei Breitbandherbiziden ist, dass sie alle Pflanzen abtöten, die mit dem Herbizid in Berührung kommen. Dies überleben nur Pflanzen die gentechnisch verändert wurden, sogenannte GVO-Pflanzen. Diese Pflanzen sind jedoch patentiert. Es ist illegal diese ohne Genehmigung anzupflanzen (vgl. de.ezgardentips.com, 2025).

Auswirkungen auf die Biodiversität

Der Einsatz von Pflanzenschutzmittel ist eine der Hauptursachen für den Rückgang der Biodiversität in der Agrarlandschaft. Die negativen Auswirkungen betreffen nicht nur die Tier- und Pflanzenarten, dies wirkt sich auch indirekt auf die Kulturpflanzen aus. Vor allem beim Insektensterben spielen

Herbizide eine große Rolle, sie stören grundlegende biologische Prozesse von Schadorganismen wie die Photosynthese, die Zellatmung und auch die Reizweiterleitung. Das Problem ist dabei, dass die Herbizide nicht nur die Zielorganismen treffen, sondern auch auf viele anderen Arten negativ wirken, da sie meist nicht selektiv sind. Ebenso wird den Insekten durch die Bekämpfung von Unkräutern ihr Lebensraum genommen, denn so verschwinden auch die Insekten von den Ackerflächen (vgl. umweltbundesamt.de, 2025).

Diskussion

Im Versuch ist zu erkennen, dass die Keimrate bei den Pflanzen, die mit einem Bodenherbizid behandelt wurden, bei allen Pflanzenarten höher war, als bei den Pflanzen die unbehandelt sind. Man kann sagen, dass die Hypothese 1 richtig ist, jedoch wachsen nur wenige Pflanzen mehr, bei der Behandlung mit einem Herbizid. Dies kann daran liegen, da das Unkraut frühzeitig, schon vor der Keimung abgetötet wurde und so die Pflanzenkulturen mehr Wasser und Nährstoffe aus dem Boden zur Verfügung hatten, als die Pflanzen, die die Nährstoffe mit den Unkräutern teilen mussten. Zudem wird auch die Konkurrenz um Licht und Raum, durch das Abtöten von Unkräutern minimiert, wodurch die Pflanze eine höhere Stoffwechselrate besitzt und so schneller wächst.

Ein weiterer Punkt, wodurch diese Ergebnisse erklärbar sind, ist die Temperaturregulierung im Boden durch Unkrautbedeckung (vgl. metos.global.de, 2025). Unkräuter können durch ihre dichte Bodenbedeckung die Bodentemperatur beeinflussen, welches die Keimung und das Wachstum der Kulturpflanzen verlangsamen könnte. Beim Versuch der mit einem Bodenherbizid behandelt wurde, konnte sich der Boden durch die Reduktion der pflanzlichen Konkurrenz der Unkräuter schneller erwärmen, was in der frühen Wachstumsphase ein Vorteil sein kann (vgl. umweltbundesamt.de, 2025). Zusammenfassend kann man sagen, dass der Versuch die Wirkung von Herbiziden auf die Pflanzen gut dargestellt hat. Durch das frühe Abtöten von Unkräutern, sodass sie keine negativen Auswirkungen auf die Nutzpflanze haben, hat man einen höheren Ertrag der Nutzpflanze. Jedoch hat der Versuch auch gezeigt, dass die richtige Auswahl des Herbizids sehr wichtig ist, denn dieses muss mit den Nutzpflanzen vereinbar sein, sodass diese nicht auch abgetötet werden. Zu beachten ist auch, dass die Herbizide die im herkömmlichen Verkauf angeboten werden, wesentlich geringere Wirkungen auf Pflanzen haben und auch die Natur weniger belasten, als Herbizide die in der Landwirtschaft verwendet werden. Deshalb dürfen solche Herbizide nur von Personen eingesetzt werden, die einen Sachkundenachweis über Pflanzenschutz besitzen.

Persönliche Meinung

Persönlich würde ich auf Herbizide verzichten, da es heute sehr viele Möglichkeiten der mechanischen Unkrautbekämpfung gibt, die die Umwelt kaum belasten. Da die Biodiversität auch einen Einfluss auf das effektive Anpflanzen von Kulturpflanzen hat, ist der Ertrag nicht wirklich besser auf langfristiger Sicht, da der Pflanze Mikroorganismen fehlen, die durch die Herbizide abgetötet wurden. Bei meinem kleinen Versuch ist die Biodiversität kaum feststellbar. Persönlich würde ich die Bekämpfung von Unkräutern durch mechanische Mittel bevorzugen. Ein landwirtschaftliches Gerät wäre hierbei der Striegel, der die jungen Unkräuter aus dem Boden reißt. Zusätzlich belüftet er den Boden, was zum schnelleren Wachstum anregt. Er fördert das Wachstum der Pflanzen und hat zugleich auch keine negativen Auswirkungen auf die Gesundheit des Konsumenten der Nutzpflanzen.

Quellenverzeichnis

Internetquellen

- https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/04_Pflanzenschutzmittel/01_zulassungsberichte/006796-00-00.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (Stand 23.04.2025)
- <https://www.chemie.de/lexikon/Capryls%C3%A4ure.html> (Stand 22.04.2025)
- <https://www.dekorationgarten.com/gartenarbeit/unkrauter-eigenschaften-arten-beseitigung-und-schaden/> (Stand 27.05.2025)
- <https://de.ezgardentips.com/advantages-disadvantages-of-herbicides-11738> (Stand 06.05.2025)
- https://digitales-infrastruktur.thueringen.de/fileadmin/TLLLR/Service/Veranstaltungen/Gartenbau/Gemuesebau/2016/6_wirkungsweise_von_herbiziden.pdf (Stand 06.05.2025, S.8)
- <https://www.garten-bronder-shop.com/ratgeber/warum-unkraut-nicht-gleich-unkraut-ist-muss-es-wirklich-immer-bekaempft-werden/> (Stand 27.05.2025)
- https://greencommons.de/images/e/e2/Einteilung_von_Herbiziden_Sachkundelehrgang_Kommunaler_Bereich_.pdf (Stand 26.05.2025, S.1ff)
- https://www.julius-kuehn.de/media/Veroeffentlichungen/Flyer/Herbizidresistenz_unvermeidbar.pdf (Stand 26.05.2025, S.2)
- <https://www.landwirtschaft.de/infothek/infografiken/uebersicht-aller-infografiken/pflanzenschutzmittel-in-deutschland-abgabe-und-zulassung> (Stand 20.04.2025)
- https://landwirtschaft.sachsen.de/download/220113_Vortrag_Pelargonsaeure-Versuche_Harbrecht_LfULG.pdf (Stand 23.04.2025, S10ff)
- <https://metos.global/de/seeding-and-crop-emergence/> (Stand 27.05.2025)
- <https://studyflix.de/biologie/blattaufbau-and-blattquerschnitt-3133/kutikula> (Stand 24.05.2025)
- <https://www.umweltbundesamt.de/monitoring-zur-das/handlungsfelder/boden/bo-i-4/indikator> (Stand 27.05.2025)
- <https://www.umweltbundesamt.de/pflanzenschutzmittel-im-boden#eintrage-in-das-grundwasser-vermeiden> (Stand 24.05.2025)
- <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/pflanzenschutzmittel/problematik-bei-zulassung-einsatz/bodenlebewesen-werden-durch-pflanzenschutzmittel#Der%20Boden%20lebt> (Stand 27.05.2025)
- <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/pflanzenschutzmittel/problematik-bei-zulassung-einsatz/pflanzenschutzmittel-schaden-der-biodiversitaet> (Stand 27.05.2025)
- <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/pflanzenschutzmittel/problematik-bei-zulassung-einsatz/pflanzenschutzmittel-schaden-der-biodiversitaet#Pflanzenschutzmittel%20wirken%20am%20Insektensterben%20mit> (Stand 27.05.2025)
- <https://utopia.de/ratgeber/pestizide-wissenswertes-zu-herbiziden-fungiziden-und-insektizide> (Stand 22.04.2025)

Buchquelle

Prof. Dr. Härdtle, Werner (2024): Biodiversität, Ökosystemfunktionen und Naturschutz, Springer-Verlag GmbH (Berlin, Deutschland) (5.5.2025.)