

GartenKlimA - Klimawandel im Freizeitgartenbau

Boden und Düngung



Gefördert durch:

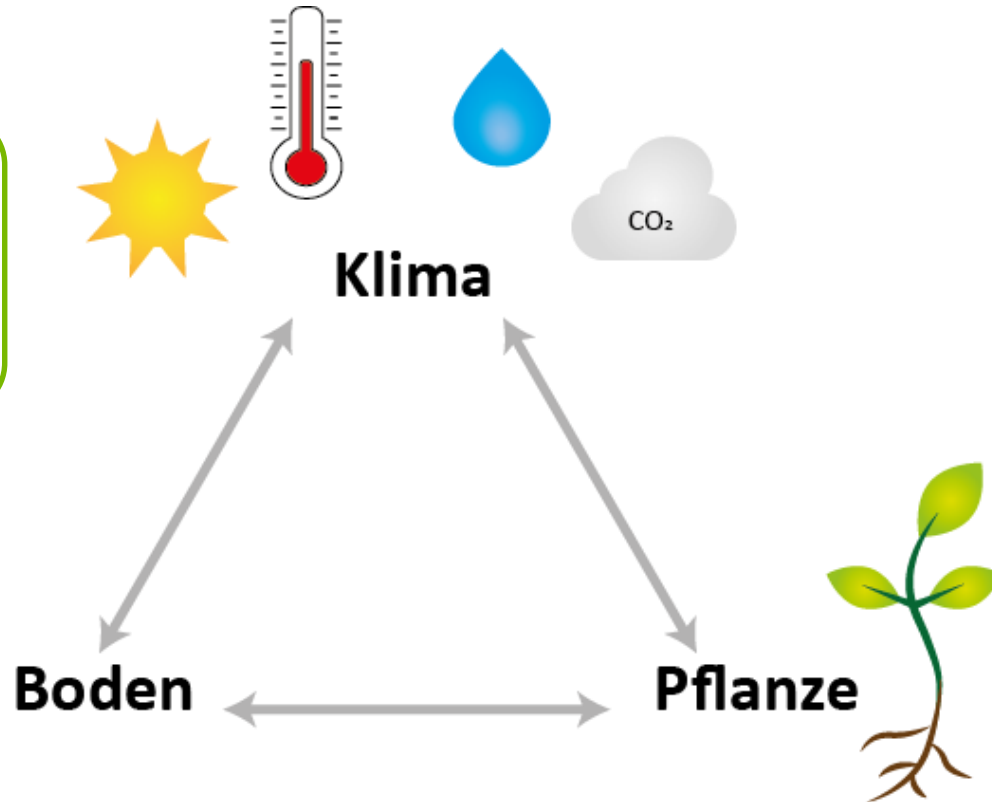
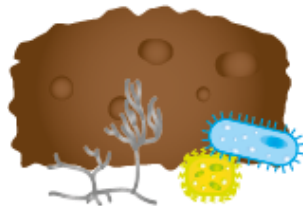


Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

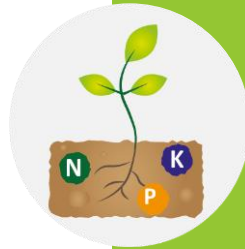
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Klima, Boden und Pflanze

Boden, Klima
und Pflanzen-
wachstum sind
eng **miteinander**
verknüpft

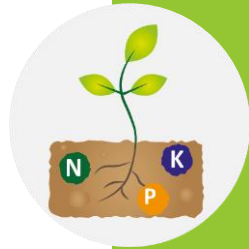


(2)



Gliederung

1. Klimawandel und Pflanzenwachstum
2. Humus – Das schwarze Gold des Gärtners
3. Klimawandel und Boden
4. Anpassungsmaßnahmen
5. Fazit

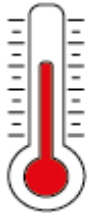


1. Klimawandel und Pflanzenwachstum

Folgen des Klimawandels



- Zunehmende Sonneneinstrahlung



- Steigende Durchschnittstemperaturen
- Häufigere Hitzeperioden



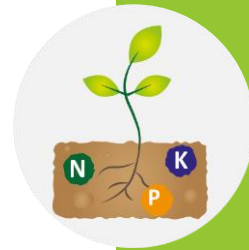
- Höherer CO₂-Gehalt der Atmosphäre



- Trockenere Vegetationsperiode
- Mehr Starkregenereignisse
- Feuchtere Winter



(3)

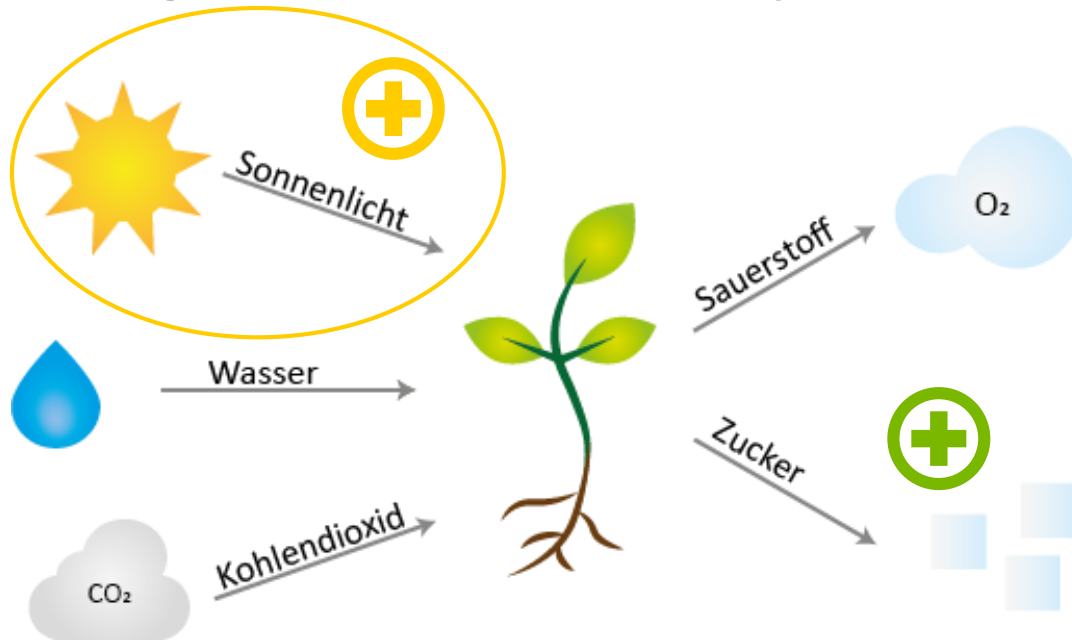


GartenKlimA

Boden und
Düngung

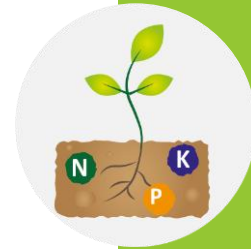
Klima und
Pflanzenwachstum

Strahlung – Motor der Photosynthese



**Förderung der Photosynthese
=
Förderung des Wachstums**

(4)

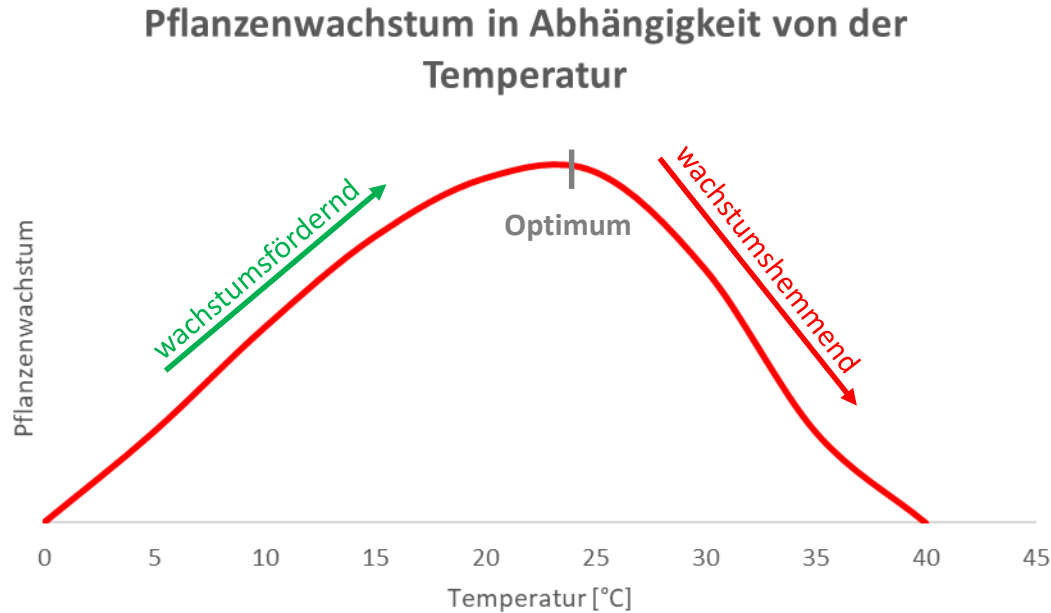


GartenKlimA

Boden und
Düngung

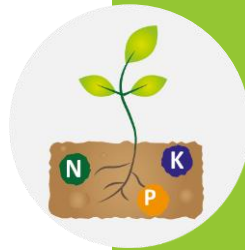
Klima und
Pflanzenwachstum

Temperatur



(5)

- Bis zum artspezifischen **Optimum** wirkt sich ein Temperaturanstieg **positiv** auf das Pflanzenwachstum aus
- Bei **Überschreitung** verkehrt sich der Effekt ins **Gegenteil**



GartenKlimA

Boden und
Düngung

Klima und
Pflanzenwachstum

Hitzestress - Symptome



Geschosster Salat (6)



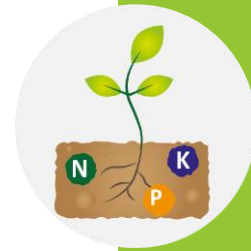
Blattrandnekrosen an Salat (7)



Grünkragen bei Tomaten (8)



Abgestoßene junge Gurken (9)



GartenKlimaA

Boden und
Düngung

Klima und
Pflanzenwachstum

Feuchtigkeit

- Üppiges Pflanzenwachstum ist nur bei **ausreichender Wasserversorgung** möglich
- **Klimawandel:**
 - **Ungünstigere Niederschlagsverteilung** mit länger anhaltenden Trockenphasen
 - **Erhöhte Wasserverluste** durch Verdunstung
 - **Steigender Wasserbedarf** der Pflanzen

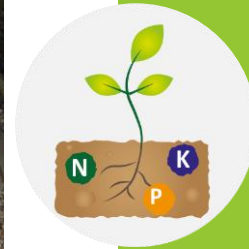
→ Wasserversorgung könnte zum **begrenzenden Faktor** der Pflanzenentwicklung werden



Petunie ausreichend mit Wasser versorgt (10)



Petunie bei Wassermangel (11)

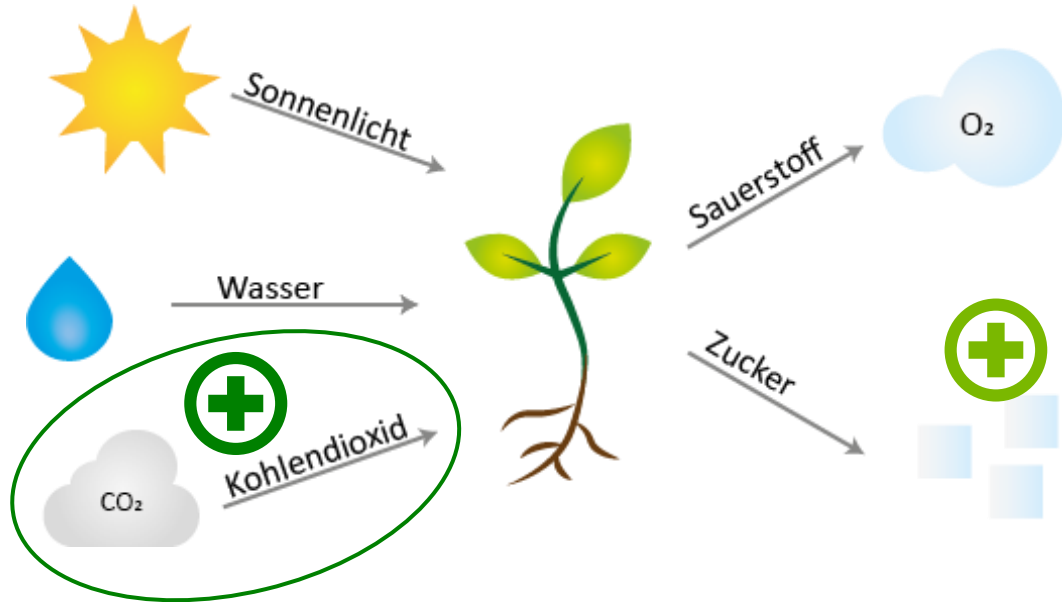


GartenKlima

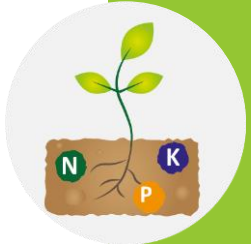
Boden und
Düngung

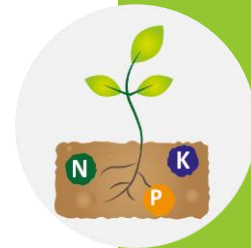
Klima und
Pflanzenwachstum

CO₂-Düungeeffekt



**Förderung der Photosynthese
=
Förderung des Wachstums**

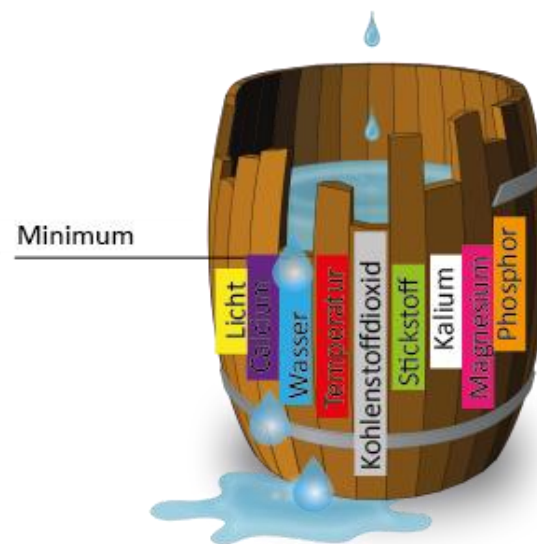




Zu beachten: Das Minimumgesetz

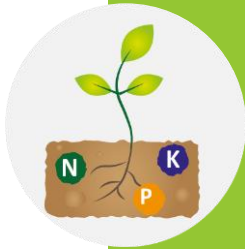
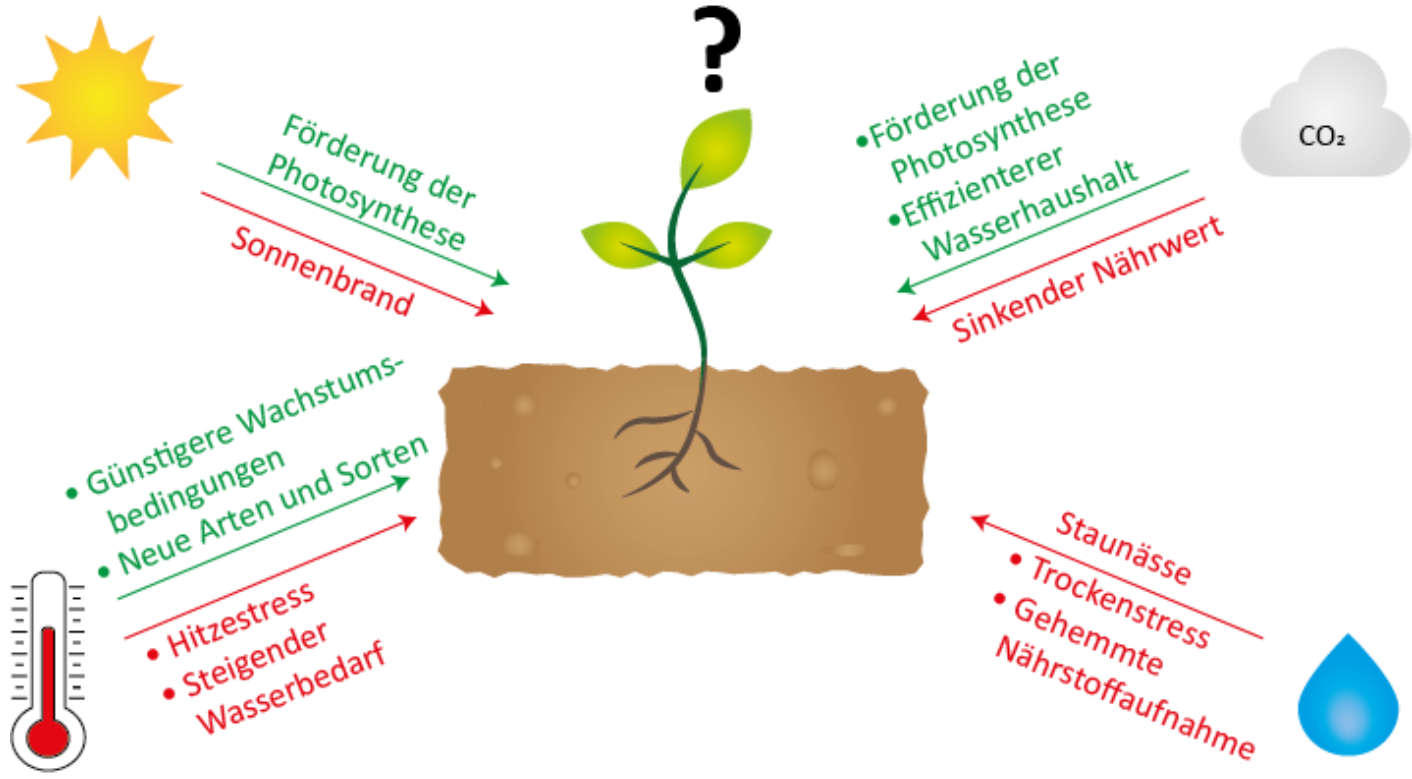
- Das Pflanzenwachstum wird stets von dem Faktor begrenzt, der im **Minimum** vorliegt
- Für optimales Wachstum müssen **sämtliche Wachstumsfaktoren** in **ausgewogenem Verhältnis** vorliegen und die Anforderungen der Pflanze erfüllen

„Die Flüssigkeit in einem Fass kann nur so hoch steigen, wie die kürzeste Daube hoch ist.“



Minimumtonne nach J. LIEBIG (13)

Gesamtbilanz



2. Humus

– Das schwarze Gold des Gärtners

Was ist Humus?



GartenKlimA

Boden und
Düngung

- **Humus** = Unbelebte organische Substanz des Bodens
 - Abgestorbene **pflanzliche und tierische Stoffe**
 - Grundlage: **Kohlenstoff** aus durch Photosynthese **gebundenem CO₂**
- Humus unterliegt **ständigem Auf-, Ab- und Umbau** durch Bodenorganismen
- Humusgehalt wird in erster Linie von **Klima** und **Bewirtschaftung** beeinflusst
- 97 % der bayerischen Gartenböden sind hoch mit Humus versorgt

Humus

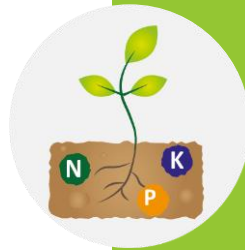
Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit

Verbesserung der
Bodenstruktur

Wasser- und
Nährstoffspeicher

Nahrungsquelle für
das Bodenleben

Nährstofflieferant
für Pflanzen

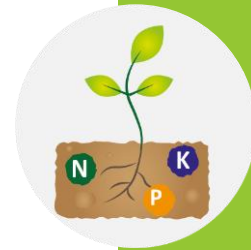


GartenKlima

Boden und
Düngung

Humus

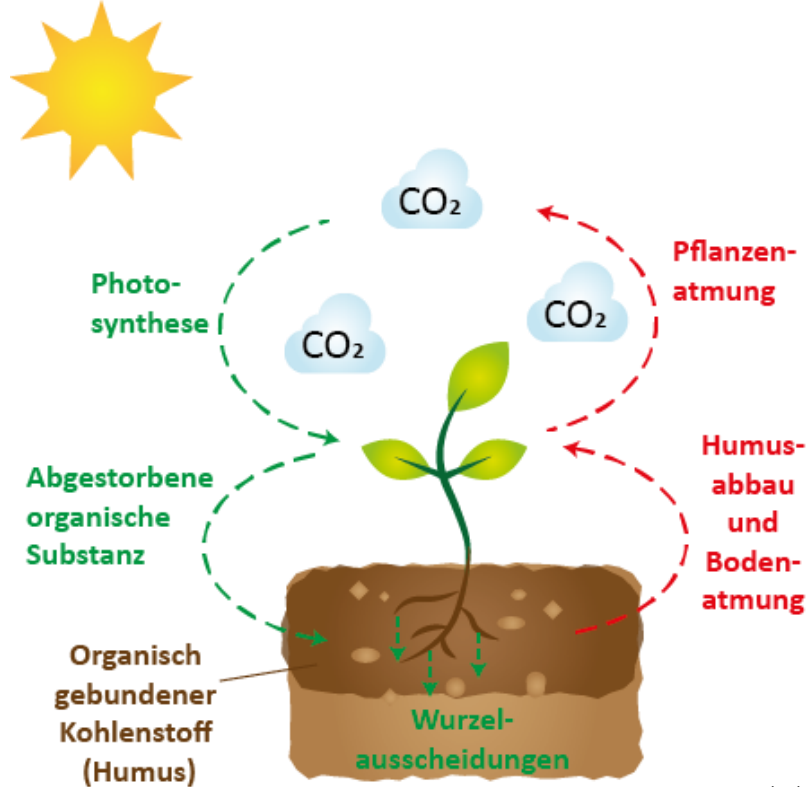
Verschiedene Humusformen



	Nährhumus	Dauerhumus
Ausgangsstoffe	<ul style="list-style-type: none">• Leicht abbaubar	<ul style="list-style-type: none">• Schwer abbaubar
Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none">• Zügiger Abbau• Nährstoffquelle für Bodenleben und Pflanzen• Freisetzung von gebundenem CO₂ beim Abbau	<ul style="list-style-type: none">• Langsame Umsetzung• Verbesserung der Bodenstruktur• Beitrag zum Klimaschutz durch langfristige Fixierung von Kohlenstoff im Boden

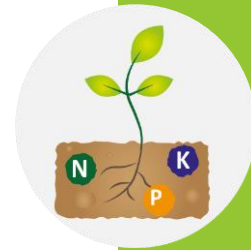
3. Klimawandel und Boden

Kohlenstoffkreislauf



(17)

- **Böden** sind die zweitgrößten **Kohlenstoffspeicher** der Erde
- **Kohlenstoff** ist sowohl **Baustein des Pflanzenkörpers**, als auch des Treibhausgases CO_2
- Kohlenstoffaufnahme und –abgabe bilden einen **Kreislauf**



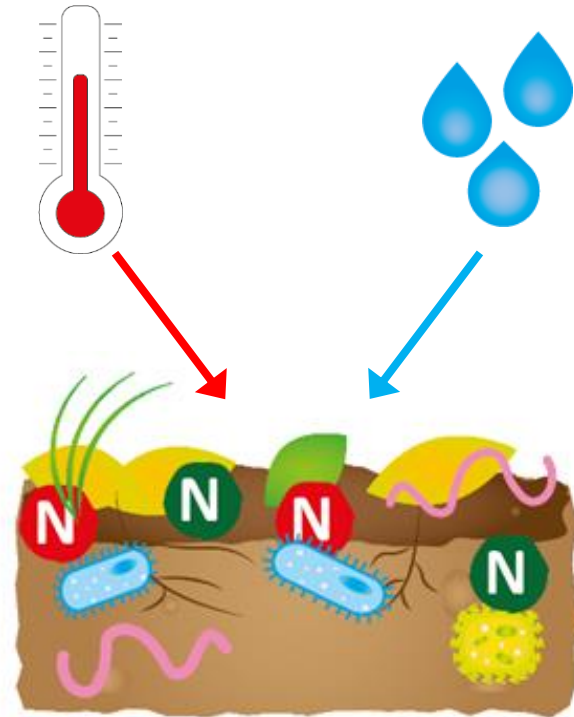
GartenKlimA

Boden und
Düngung

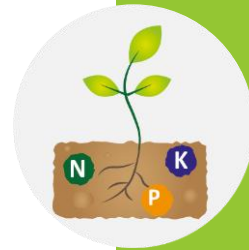
Klimawandel und Boden

Klimawandel und Humus- bzw. Nährstoffbilanz

- Prozesse des Humusaufbaus und –abbaus sind stark **feuchtigkeits- und temperaturabhängig**
 - Mikroorganismen arbeiten am besten unter **warmen, feuchten** Bedingungen
- Witterungsverlauf im Voraus **nicht absehbar**
 - Humus- und Nährstoffdynamik können lediglich abgeschätzt werden



(18)



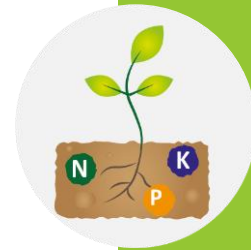
GartenKlimA

Boden und
Düngung

Klimawandel und Boden

Klimawandel und Humus- bzw. Nährstoffbilanz

Bei feucht-warmer Witterung



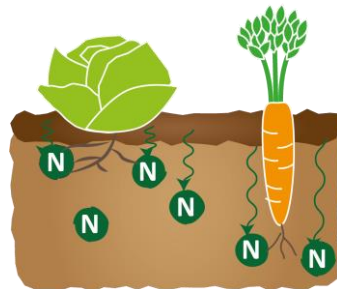
GartenKlimA

Boden und
Düngung

Klimawandel und Boden

- **Im Frühjahr und Sommer**

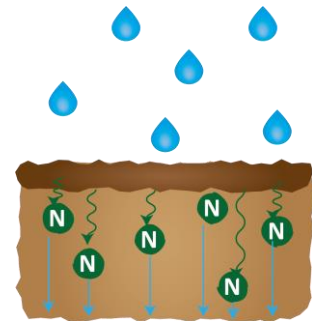
- Humusabbau und Nährstofffreisetzung zur Zeit des pflanzlichen Bedarfs
- Ideal für Wachstum und Entwicklung



(19)

- **Im Herbst**

- Humusabbau und Nährstofffreisetzung ohne pflanzlichen Bedarf
- Erhöhte Gefahr der Nährstoffauswaschung, speziell bei Nitrat

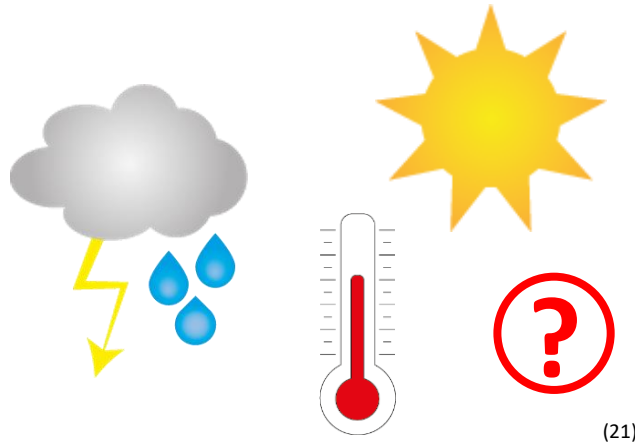


(20)

Seite 20/53

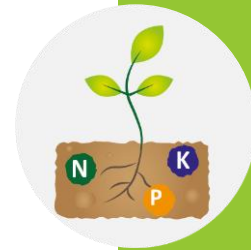
Klimawandel und Humus- bzw. Nährstoffbilanz

Weitere Szenarien



- Erhöhte Auswaschungsgefahr für Nährstoffe bei **Starkniederschlägen**
- Verzögerte Nährstoffnachlieferung bei **Hitze** und **Trockenheit**

Bilanz zwischen **Humusaufbau** und **-abbau** bzw. **Nährstofffreisetzung** und **-aufnahme** kann je nach konkreten **Witterungsbedingungen** von Ort zu Ort und Jahr zu Jahr **unterschiedlich** ausfallen



Antwort: Humuspflege



GartenKlimA

Boden und
Düngung

Maßnahmen zum Humuserhalt und –aufbau...



Verbessern die Wachstums-
bedingungen der Pflanzen



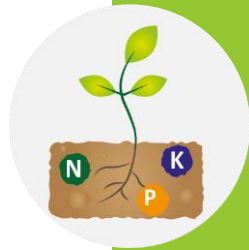
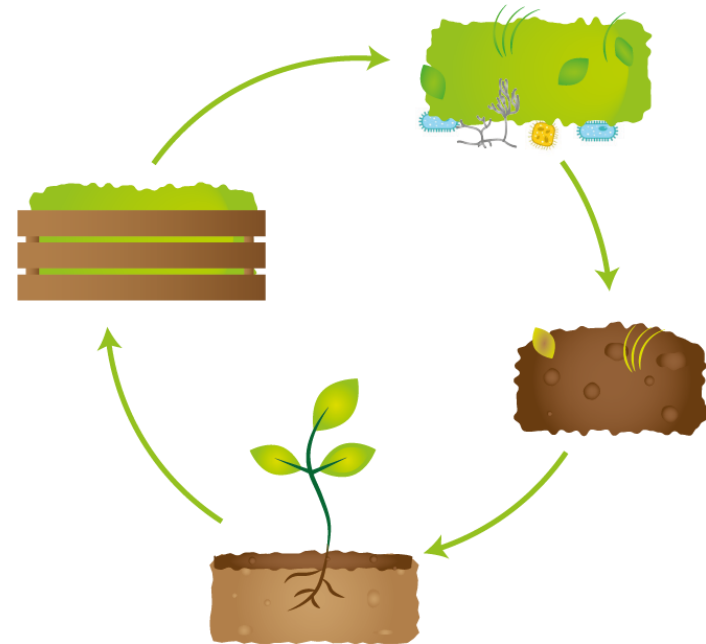
Tragen durch die Speicherung von
Kohlenstoff im Boden zum
Klimaschutz bei

4. Anpassungsmaßnahmen

Kompost

Kompost

- Wertvoller **Dünger** und **Bodenverbesserer**
- Eigenkompostierung ermöglicht **geschlossenen Nährstoffkreislauf**
- Nährstoffe werden beim Abbau der organischen Substanz freigesetzt
- Jährliche Gabe von 3 l Kompost/m² deckt den Nährstoffbedarf der meisten Kulturen
- **Übersorgung vermeiden!**



GartenKlimA

Boden und
Düngung

Anpassungsmaßnahmen

(22)

Mit Maß und Ziel

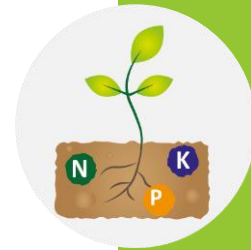
- Hoher P-Gehalt
 - Einseitige Nährstoffanreicherung im Boden
 - Kompostgaben am P-Bedarf ausrichten und Stickstoff bei Bedarf durch andere Düngemittel ergänzen
- Hoher Salzgehalt
 - Salzschäden bei empfindlichen Kulturen möglich



(23)



(24)



GartenKlimA

Boden und
Düngung

Anpassungsmaßnahmen

Organische Düngung

Organische Düngung

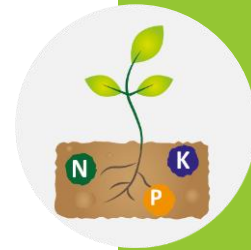
Organischer Düngemittel

= Substanzen pflanzlicher oder tierischer Herkunft, in denen die enthaltenen Nährstoffe in organisch gebundener Form vorliegen

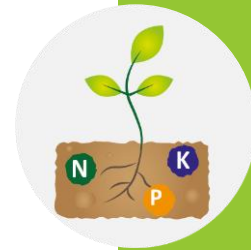
- Bsp.: Kompost, Mist, Gülle, Hornspäne, -grieß, -mehl, Vinasse, Schafwollpellets, Haarmehlpellets
- Nährstoffe werden erst nach und nach bei der Zersetzung des organischen Materials freigesetzt



Schafwollpellets (25)



Horndünger



Wirkgeschwindigkeit unterscheidet sich je nach Körnung:

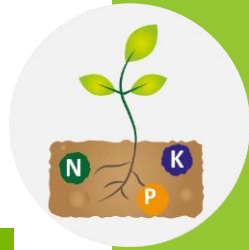
	Hornspäne	Horngrieß	Hornmehl
Korngröße	Grob (> 5 mm)	Mittel (1-5 mm)	Fein (< 1 mm)
Wirk- geschwindigkeit	Langsam und nachhaltig	Mittel	Schnell und kurzfristig
			

(26)

(27)

(28)

Organische Düngung



GartenKlima

Boden und
Düngung

Anpassungsmaßnahmen



- Nachhaltige Wirkung
- Einsparung energieaufwendig hergestellter mineralischer Dünger
- Förderung des Bodenlebens



- Verzögerte Nährstofffreisetzung
- Schwankende Nährstoffgehalte und -freisetzung
- Erschwerung einer exakten Kulturführung

Mulchen

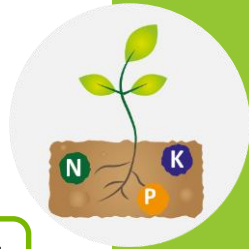
Mulchen

= Bedeckung des Bodens mit einer Schicht aus organischem Material



Mulchschicht aus Ernterückständen (29)

- Mulchen erfolgt nach dem **Vorbild der Natur** und fördert die Entwicklung eines krümeligen, humusreichen, intensiv belebten und somit **fruchtbaren** Bodens



Vorteile des Mulchens

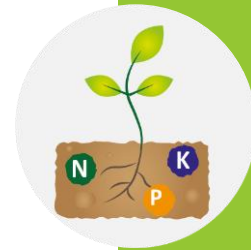
- + Ausgleich der Bodentemperatur und Erhalt der Bodenfeuchtigkeit
- + Schutz vor Bodenabtrag
- + Unkrautunterdrückung
- + Humusaufbau durch den Eintrag organischer Substanz



Sellerie gemulcht mit Rasenschnitt (30)



Tomaten gemulcht mit Stroh (31)



GartenKlimaA

Boden und
Düngung

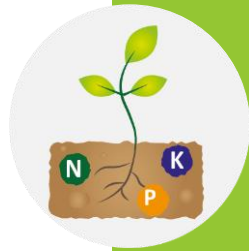
Anpassungsmaßnahmen

So mulcht man richtig



Rasenschnitt wird nur schleierartig dünn aufgebracht und bei Bedarf ergänzt (32)

- ✓ Material jeweils nur in geringer Schichtdicke aufbringen und bei Bedarf ergänzen
- ✓ Nährstoffeintrag leicht abbaubarer Materialien beachten
- ✓ Stickstoff-Immobilisierung bei schwer abbaubaren Materialien entgegenwirken



Materialauswahl

- Rasenschnitt
- Laub
- Ernterückstände
- Heu
- Stroh
- Holzwolle
- Rindenmulch



Vorsicht: Stickstoff-
Immobilisierung!



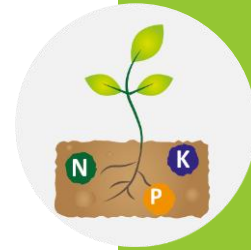
(33)



(34)



(35)



GartenKlimaA

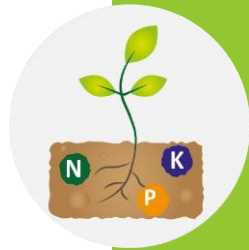
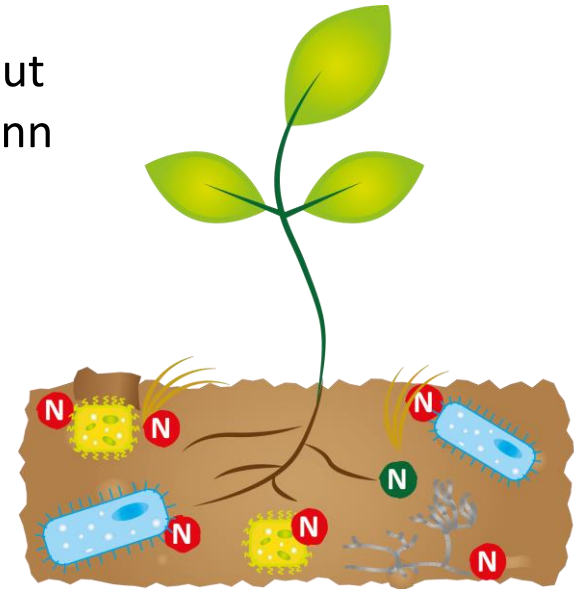
Boden und
Düngung

Anpassungsmaßnahmen

Seite 35/53

Vorsicht: Stickstoff-Immobilisierung

- Das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff (**C/N-Verhältnis**) entscheidet darüber, wie gut das Ausgangsmaterial umgesetzt werden kann
 - Bei geringem Stickstoff-Gehalt besteht die Gefahr der **Stickstoff-Immobilisierung**:
 - Mikroorganismen legen Stickstoff in eigener Körpersubstanz fest
 - Stickstoff ist damit **nicht pflanzenverfügbar**
 - Ohne ausreichend mineralischen Stickstoff im Boden kann es zu **Mangelercheinungen** der Pflanze kommen
- ➔ **Stickstoff-Ausgleichsdüngung!**



Gründung

Vorteile einer Gründüngung

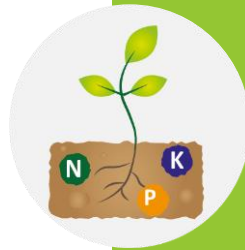
- + Schutz vor Austrocknung, Verschlämmung und Bodenabtrag
- + Unterdrückung von Unkrautauflkommen
- + Aktivierung des Bodenlebens
- + Humusaufbau
- + Bodenlockerung
- + Nektar- und Pollenspender für Insekten
- + Schmetterlingsblütler: Bindung von Luft-Stickstoff



Inkarnat-Klee (37)



Phacelia – Der Bienenfreund (38)



GartenKlima

Boden und
Düngung

Anpassungsmaßnahmen

Bodenbearbeitung

Hacken

- Erhält eine offenporige, krümelige Bodenoberfläche
- Hält den Boden aufnahmefähig für Wasser und reduziert die Verdunstung

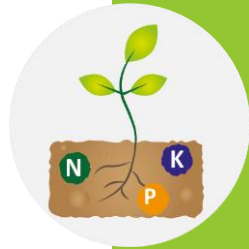


Der Boden um die Salate wurde gehackt (39)

„Einmal Hacken
spart dreimal
Gießen!“



(40)

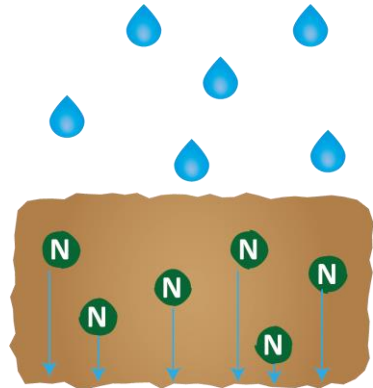
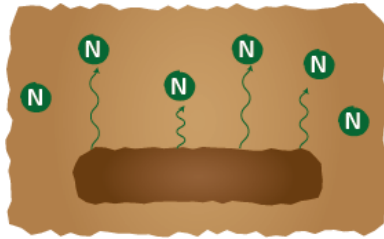
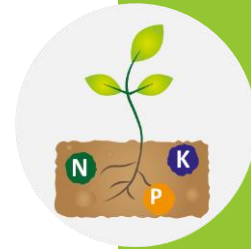


GartenKlima

Boden und
Düngung

Anpassungsmaßnahmen

Grundsätze der Bodenvorbereitung



(43)

Nicht zu früh



- Milde Witterung im Herbst regt Nährstoff-freisetzung an
- Zu frühe Bodenbearbeitung verstärkt diesen Effekt

→ Nährstoff-
auswaschung

Nicht zu intensiv



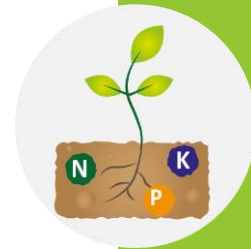
- Störung von Bodenleben und –gefüge
- Wasserverlust

Warum nicht umgraben?

- Störung von Bodenleben und -struktur durch die Wendung des Bodens
- Förderung der Verdunstung von Wasser aus dem Boden
→ Feuchtigkeitsverlust
- Unkrautsamen werden an die Oberfläche befördert



(44)



GartenKlimA

Boden und
Düngung

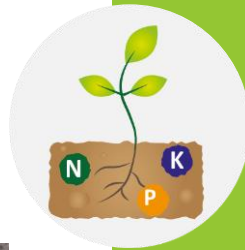
Anpassungsmaßnahmen

Sonderfall: Schwere Böden

- Umgraben vor dem Winter zur Nutzung der Frostgare
- Tiefgründige Lockerung durch Umgraben mit dem Spaten
 - Aufbrechen von Verdichtungen
 - Sicherstellung von ausreichender Durchlüftung



Grobschollig umgegrabener, schwerer Boden (45)



Bodenbearbeitung auf leichten Böden

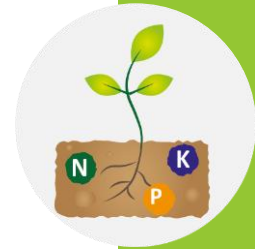
- Einsaat von Gründüngungspflanzen nach Abräumen der Beete
 - Nehmen freigesetzte Nährstoffe auf
 - Schützen den Boden vor Witterungseinflüssen
- Im Frühjahr flachgründige Einarbeitung der Pflanzenreste in den Boden oder Belassen als Mulchschicht



Winterroggen (46)

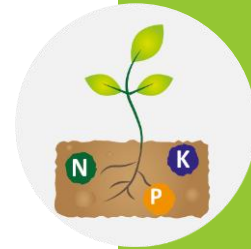


Gemulchte Gründüngung (47)



Düngung

Die „Goldene Regel“



(50)

Viel hilft viel? – Nicht bei der Düngung!



Düngergaben sollten **bedarfsgerecht** verabreicht werden, das heißt:



(49)

Nährstoffvorrat
des Bodens
beachten



Nährstoffnach-
lieferung aus der
organischen Substanz
einbeziehen



Individuellen Bedarf
der Kultur
berücksichtigen

Nährstoffbedarf

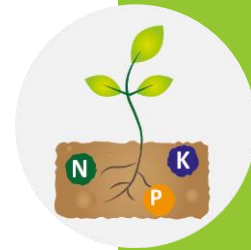
- Stauden, Gehölze und Beerenobst sind genügsam
→ Nährstoffbedarf kann i. d. R. durch Kompostgabe gedeckt werden



- Viele Gemüsekulturen aber auch der Rasen bringen einen hohen Nährstoffbedarf mit sich
→ Düngung erfordert Fingerspitzengefühl

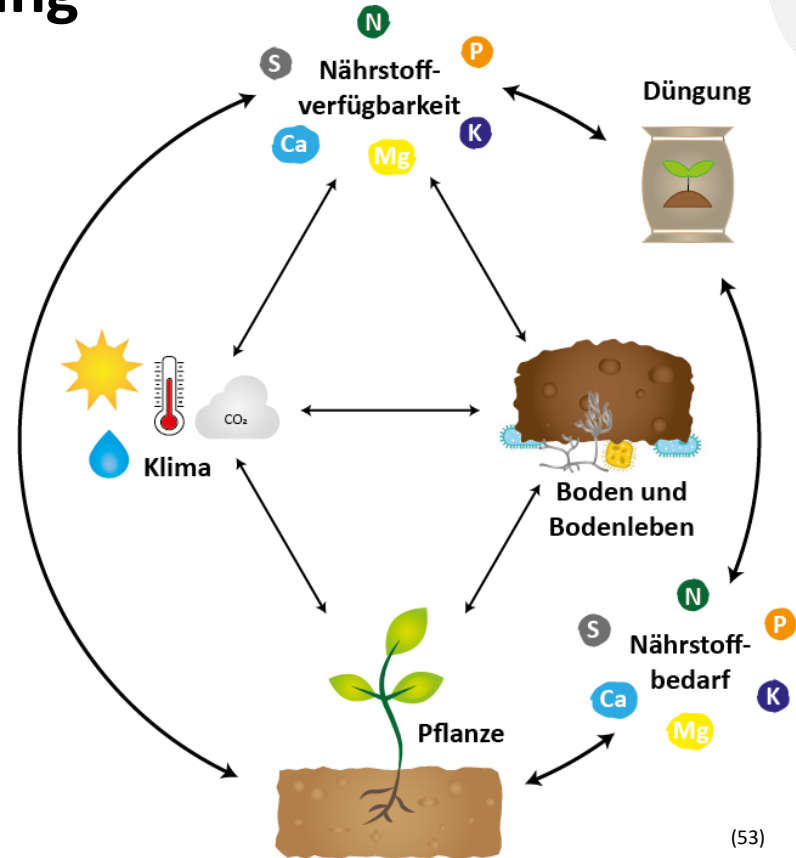
Zu hohe Düngergaben vermeiden!

- Beeinträchtigung des Pflanzenwachstums
- Einseitige Nährstoffanreicherung
- Nährstoffauswaschung
- Ressourcenverschwendung

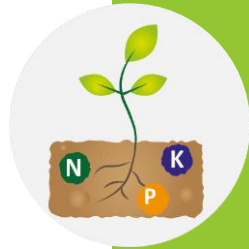


Klimawandel und Düngung

- Pauschale Aussagen zum künftigen Nährstoffbedarf sind nicht möglich
- Ausschlaggebend sind **die lokalen Wachstumsbedingungen**, d. h. die vorliegenden Klima- und Bodenverhältnisse
- Erhebliche Schwankungen möglich



(53)



GartenKlimaA
Boden und
Düngung

Anpassungsmaßnahmen

Klimawandel und Düngung

So gelingt die Düngung auch in Zeiten des Klimawandels:



Düngung am
Nährstoffbedarf der
Kultur ausrichten



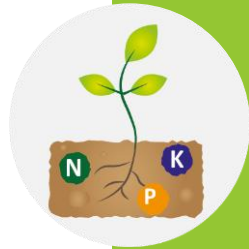
Nährstoffvorrat
durch Bodenanalyse
ermitteln



Nachlieferung aus
organischer Substanz
berücksichtigen



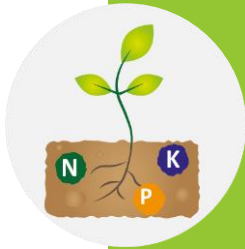
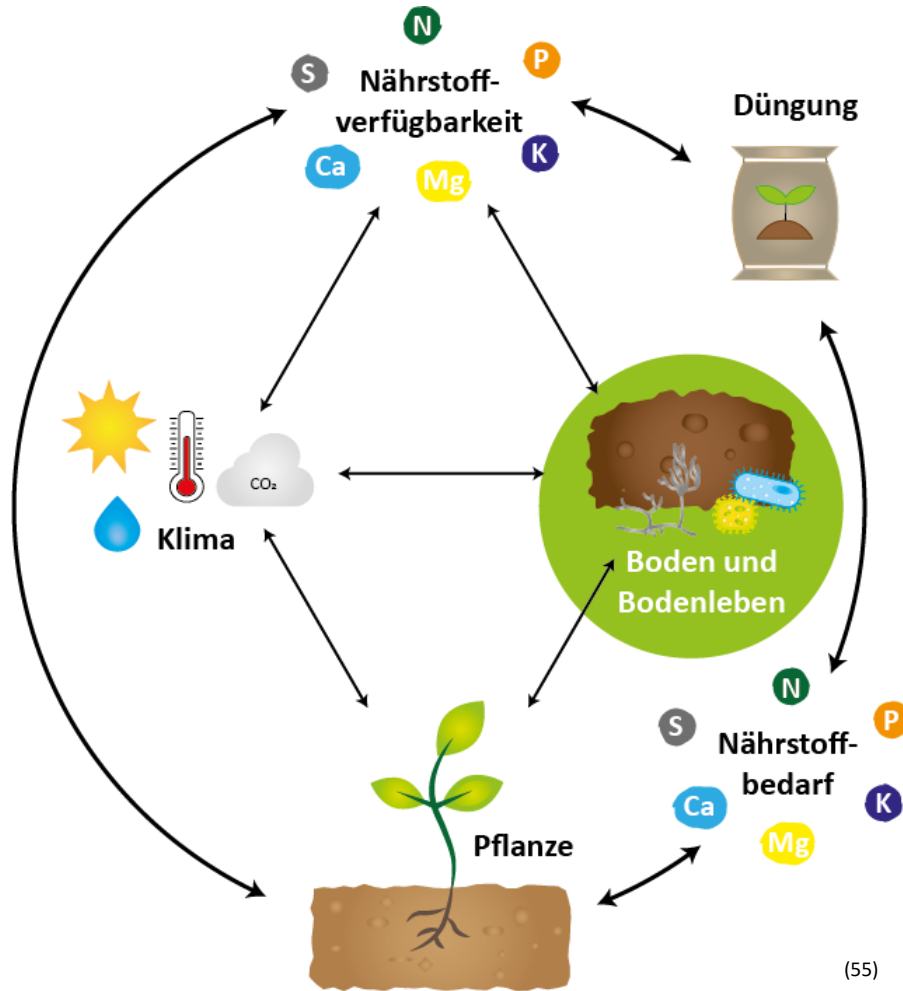
Größere Dünger-
mengen auf mehrere
Gaben aufteilen



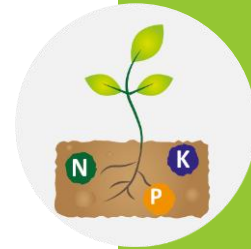
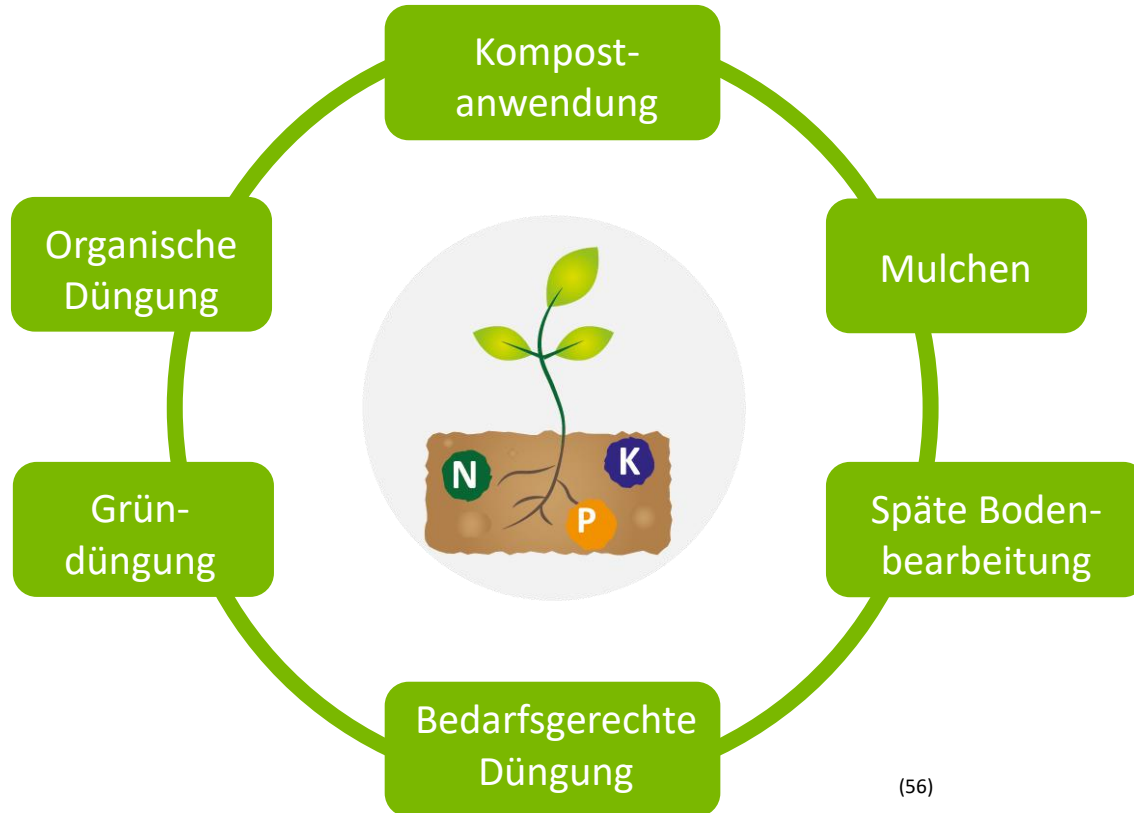
6. Fazit

Fazit

Die beste Möglichkeit, Pflanzen für die Herausforderungen des Klimawandels zu wappnen, ist sie auf einem **belebten, gut strukturierten und fruchtbaren Boden** wachsen zu lassen!



Fit für den Klimawandel

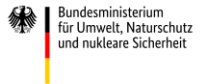


Herzlichen Dank
für die
Aufmerksamkeit!



(57)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Literatur

AHU AG & J. MATHEWS, 2011: Boden. Themenblatt: Anpassung an den Klimawandel. Hrsg.: Umweltbundesamt, Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung.

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT, 2019: Humus, 7. überarbeitete Auflage.

BAYERISCHER LANDESVERBAND FÜR GARTENBAU UND LANDESPFLEGE E. V., 2005: Bodengesundheit erhalten und fördern. Merkblatt: Die bayerischen Obst- und Gartenbauvereine informieren.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2020: Bodenarten.

https://www.lfu.bayern.de/boden/boeden_brauchen_wissenschaft/physik/bodenarten/index.htm. Zugriff am 03.09.2020.

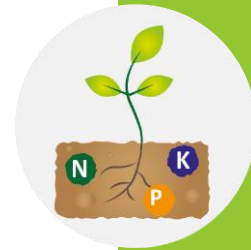
BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ, 2015: Klima-Report Bayern 2015. Klimawandel, Auswirkungen, Anpassungs- und Forschungsaktivitäten.

BOUSLAMA, S. & B. BIRLI, 2015: BodenReich. Lehrmaterialien für Jugendliche, 15 - 19 Jahre, 1. Aufl.

BRAMEIER, U., A. KREUS & N. V. D. RUHREN (Hrsg.), 2009: Fundamente - Geographie, Oberstufe. Klett, Stuttgart, Leipzig, 1. Aufl., [Nachdr.].

BUCHER, A., 2021: Düngung im Klimawandel. Mündliche Mitteilung, 14.01.2021.

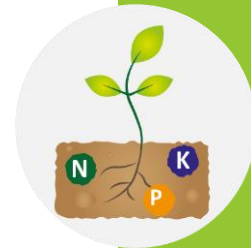
BUNDESINFORMATIONSZENTRUM LANDWIRTSCHAFT: Richtig düngen im Gemüsegarten. <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-erleben/garten-und-balkon/duengung-und-pflanzenschutz/richtig-duengen-im-gemuesegarten>. Zugriff am 04.09.2020.



GartenKlimaA

Boden und
Düngung

Literatur



BUNDESVERBAND BODEN E. V. (a): Boden und Klima. Mögliche Auswirkungen auf den Boden.
<https://www.bodenwelten.de/content/moegliche-auswirkungen-auf-den-boden>. Zugriff am 01.09.2020.

BUNDESVERBAND BODEN E. V. (b): Bodenfunktionen. Der ökologische Wert der Böden.
<https://www.bodenwelten.de/content/bodenfunktionen-der-oekologische-wert-der-boeden>. Zugriff am 01.09.2020.

BUNDESVERBAND BODEN E. V. (c): Rolle der Böden im Klimawandel. <https://www.bodenwelten.de/content/rolle-der-boeden-im-klimawandel>. Zugriff am 01.09.2020.

DEGEN, M. & K. SCHRADER, 2002: Grundwissen für Gärtner. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

DEUTSCHE PRESSEAGENTUR (dpa), 2020: Warmer Frühling verschärft Klimawandel-Effekt. Weser Kurier, 10.06.2020.

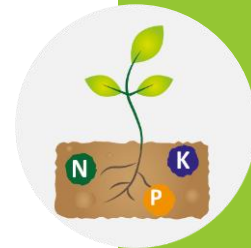
DEUTSCHER WETTERDIENST, 2020: Sonnenscheindauer. Jährliches Gebietsmittel in Bayern im Zeitraum 1951-2019.
<https://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html>. Zugriff am 02.09.2020.

DIE UMWELTBERATUNG, 2011: Klimaschutz durch nachhaltige Gartenprodukte. Nachhaltigkeit, die sich rechnet.
<https://www.umweltberatung.at/download/?id=klimaschutz-gartenprodukte-2029-umweltberatung.pdf>. Zugriff am 04.09.2020.

DIE UMWELTBERATUNG, 2020: Schonende Bodenbearbeitung. <https://www.umweltberatung.at/schonende-bodenbearbeitung>. Zugriff am 04.09.2020.

EUROPÄISCHE UMWELTAGENTUR, 2015: Boden und Klimawandel. In: Signale - Leben mit dem Klimawandel.
<https://www.eea.europa.eu/de/signale/signale-2015/artikel/boden-und-klimawandel>. Zugriff am 04.09.2020.

FELBERMEIR, T., 2011: Auswirkungen der Klimaänderung auf Naturalerträge. In: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.): Klimaänderung in Bayern. Antworten des Pflanzenbaus, 7-16.



FISCHER, P. & M. JAUCH, 1999: Leitfaden zur Kompostierung im Garten. Hrsg.: Hochschule Weihenstephan-Triesdorf.

HELLBERG-RODE, G., 2002-2004: Bodenart, in: Projekt Hypersoil der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

HÖLZER, A., 2017: Gärten für die Zukunft. Wie können wir handeln? Hrsg.: Deutsche Umwelthilfe e. V., Hannover.

HUMBERG GMBH: Wurzelwachstum. <https://humberg-baumschutz.de/wurzelwachstum-319>. Zugriff am 02.09.2020.

INDUSTRIEVERBAND AGRAR E. V., 2014: Kalium reguliert Wasserhaushalt. <https://www.iva.de/iva-magazin/umwelt-verbraucher/kalium-reguliert-wasserhaushalt>. Zugriff am 04.09.2020.

JOHANN HEINRICH VON THÜNEN-INSTITUT: Humus für Bodenfruchtbarkeit und Klimaschutz. Unter Mitarbeit von Jacobs, A., Institut für Agrarklimaschutz. <https://www.thuenen.de/de/thema/boden/humus-fuer-bodenfruchtbarkeit-und-klimaschutz/>. Zugriff am 01.09.2020.

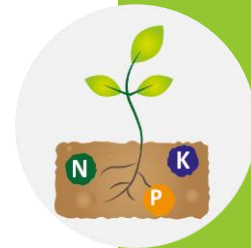
KASANG, D., 2017: Boden im Klimasystem. Wiki Klimawandel. http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Boden_im_Klimasystem. Zugriff am 01.09.2020.

KLEMISCH, M., 2017: Mach Dich locker, Boden! Der Gartenboden bei Wetterextremen. Vortrag am Fachzentrum Analytik der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau am 12.07.2017.

KRUSCHE, S., 2018: Emergenz - Definition und Erläuterungen. Mündliche Mitteilung.

LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NORDRHEIN-WESTFALEN: Welche Gründüngung eignet sich für den Gemüsegarten? <https://www.landwirtschaftskammer.de/verbraucher/garten/gartentipp028.htm>. Zugriff am 04.09.2020.

MEINKEN, E., 2017: Bodenkunde. Mündliche Mitteilung.



MEINKEN, E. & A. BUCHER, 2011: Leitfaden zur Düngung im Garten. In fünf Schritten zur erfolgreichen Düngung. Berichte der Bayerischen Gartenakademie 2. Hrsg.: Bayerische Gartenakademie an der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Staatliche Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan (FGW).

MINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ, UMWELT, LANDWIRTSCHAFT, NATUR- UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN, 2011: Klimawandel und Boden. Auswirkungen der globalen Erwärmung auf den Boden als Pflanzenstandort, 2. Auflage.

MUSTROPH, A.: Toleranz gegenüber Staunässe und Überflutung bei Raps. Vortrag im Rahmen des Projektverbundes Strategien zur Anpassung von Kulturpflanzen an den Klimawandel an der Universität Bayreuth.

NEUMEIER, D., 2020: Bodenbearbeitung. Mündliche Mitteilung.

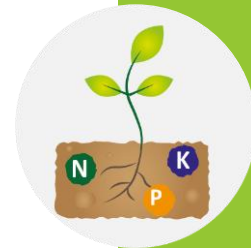
NIEMEYER-LÜLLWITZ, A.: Gesundheitskur für den Boden: Gründüngung. Naturgarten praktisch 1.06. Hrsg.: Natur- und Umweltschutz-Akademie des Landes Nordrhein-Westfalen, Landesverband Westfalen und Lippe der Kleingärtner e. V.; Landesverband Rheinland der Gartenfreunde e. V.

NITSCH, A., 2020: Praxishandbuch Kartoffelbau. Erling Verlag GmbH & Co. KG, [Clenze], 3. Auflage.

ÖSTERREICHISCHE AGENTUR FÜR GESUNDHEIT UND ERNÄHRUNGSSICHERHEIT GMBH, 2019: Mineralische und organische Düngemittel. <https://www.ages.at/themen/landwirtschaft/duengemittel/mineralische-und-organische-duengemittel/>. Zugriff am 04.09.2020.

PFLANZENFORSCHUNG.DE: Photosynthese. <https://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/lexikon-a-z/photosynthese-285>. Zugriff am 02.09.2020.

POLAK, P., G. GUNDAKER, C. WUNDRAK, J. HAMBRUSCH, A. STEINERT, P. SANTNER, F. KISS, G. DIETRICH & J. BROCKS, 2014: Boden. Grundlage gesunden Pflanzenwachstums. Natur im Garten. Hrsg.: Land Niederösterreich, Abteilung Umwelt- und Energiewirtschaft.



SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT, 2009: Klimawandel und Landwirtschaft. Strategien zur Anpassung der sächsischen Landwirtschaft an den Klimawandel.

SCHALLER, M., C. BEIERKUHNLEIN, S. RAJMIS, T. SCHMIDT, H. NITSCH, M. LIESS, M. KATTWINKEL & J. SETTELE, 2012: Auswirkungen auf landwirtschaftlich genutzte Lebensräume. In: MOSBRUGGER, V., G. BRASSEUR, M. SCHALLER & B. STRIBRNY (Hrsg.): Klimawandel und Biodiversität. Folgen für Deutschland, 222-259. WBG, Darmstadt.

SCHALLER, M., H.-J. WEIGEL & S. SCHRADER (Hrsg.), 2007: Analyse des Sachstands zu Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die deutsche Landwirtschaft und Maßnahmen zur Anpassung. Bundesforschungsanst. für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig.

SCHEMBECKER, F.-K.: Der Boden im Klimawandel. Vortrag aus der Reihe Urbane Klima-Gärten: Bildungsinitiative der Modellregion Berlin an der Humboldt-Universität zu Berlin.

SCHEU-HELGERT, M., 2020: Mulchen - aber richtig! Merkblatt: Die bayerischen Obst- und Gartenbauvereine informieren. Hrsg.: Bayerischer Landesverband für Gartenbau und Landespflege e. V., München.

V. SENGBUSCH, P., 1996-2004: Wachstum und Differenzierung, in: Botanik online. <http://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online/d28/28c.htm>. Zugriff am 04.09.2020.

STAHR, A.: Wasserspeichervermögen. Hrsg.: Ahabc.de. Das Magazin für Boden und Garten. <http://www.ahabc.de/bodeneigenschaften/wasserspeichervermoegen/>. Zugriff am 03.09.2020.

UMWELTBUNDESAMT, 2020: Nähr- und Schadstoffe. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/grundwasser/nutzung-belastungen/naehr-schadstoffe>. Zugriff am 03.09.2020.

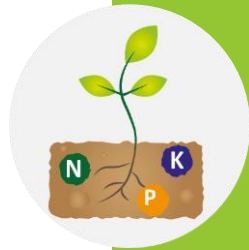
WEIGEL, H.-J., 2011: Klimawandel - Auswirkungen und Anpassungsmöglichkeiten. In: Neues aus dem Ökologischen Landbau 2011, 9-28.

WILLEMS, W., 2014: Steigende CO2-Werte senken Nährstoffgehalt. Welt.de, 08.05.2014.

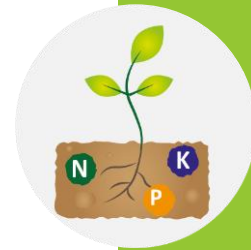
<https://www.welt.de/gesundheit/article127788445/Steigende-CO2-Werte-senken-Naehrstoffgehalt.html>. Zugriff am 23.10.2020.

Bildnachweis

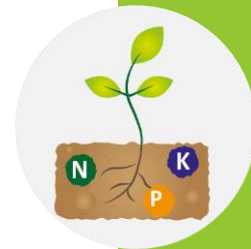
- (1) Stiele, V. & Fröhler, L., 2020, mit Elementen von Mayapujiati/Open-Clipart-Vectors/Riasan/Pixabay.com. Zugriff am 02.02.2021.
- (2) Fröhler, L., 2020
- (3) Fröhler, L., 2020
- (4) Fröhler, L., 2020
- (5) Fröhler, L., 2020, Datengrundlage: v. Sengbusch, P., 1996-2004: Wachstum und Differenzierung, in: Botanik online. <http://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online/d28/28c.htm>. Zugriff am 04.09.2020.
- (6) Scherer, Ch., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (7) Scherer, Ch., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (8) Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (9) Fröhler, L., 2021
- (10) Fröhler, L., 2020
- (11) Fröhler, L., 2020
- (12) Fröhler, L., 2020



- (13) Verändert nach DooFi/Wikimedia Commons
<https://de.wikipedia.org/wiki/Minimumgesetz#/media/Datei:Minimum-Tonne.svg>. Zugriff am 04.02.2021.
- (14) Fröhler, L., 2020
- (15) Colourbox.de
- (16) Jcomp/Freepik.com
https://de.freepik.com/fotos-kostenlos/boden-gruene-landwirtschaft-kleinen-hintergrund_1150269.htm#page=14&query=jcomp+boden&position=23. Zugriff am 04.02.2021.
- (17) Fröhler, L., 2020
- (18) Fröhler, L., 2020
- (19) Fröhler, L., 2020
- (20) Fröhler, L., 2020
- (21) Fröhler, L., 2020
- (22) Fröhler, L., 2020
- (23) Och, S., 2020
- (24) Och, S., 2020
- (25) Fröhler, L., 2021
- (26) Fröhler, L., 2021
- (27) Fröhler, L., 2021
- (28) Fröhler, L., 2021



- (29) Scherer, Ch., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (30) Och, S., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, 2020
- (31) Scherer, Ch., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (32) Fröhler, L., 2021
- (33) JamesDeMers/Pixabay.com
- (34) Fröhler, L., 2020
- (35) Monsterkoi/Pixabay.com
- (36) Fröhler, L., 2020
- (37) S-ms_1989/Pixabay.com
- (38) Gemüsebau Deyerling, 2020
- (39) Scheu-Helgert, M., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (40) Verändert nach Pikisuperstar/FreePik.com
https://de.freepik.com/vektoren-kostenlos/anordnung-von-elementen-fuer-die-landwirtschaft_5295210.htm#page=1&query=gartenarbeit%20pikisuperstar&position=21. Zugriff am 04.02.2021.
- (41) Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Institut für Gartenbau, Kleingarten
- (42) Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Institut für Gartenbau, Kleingarten



- (43) Fröhler, L., 2020
- (44) Stiele, V., 2021
- (45) Scheu-Helgert, M., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (46) Scheu-Helgert, M., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (47) Scherer, Ch., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (47) Fröhler, L., 2020
- (48) Fröhler, L., 2020
- (49) Fröhler, L., 2020
- (50) Fröhler, L., 2021
- (51) Fröhler, L., 2020
- (52) Fröhler, L., 2020
- (53) Fröhler, L., 2020
- (54) Fröhler, L., 2021
- (55) Fröhler, L., 2020
- (56) Fröhler, L., 2020
- (57) Stiele, V. & Fröhler, L., 2020, mit Elementen von Mayapujati/Open-Clipart-Vectors/Riasan/Pixabay.com. Zugriff am 02.02.2021.

