

GartenKlimA - Klimawandel im Freizeitgartenbau

Bewässerung



(1)

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



(2)



(5)



GartenKlima
Bewässerung

WASSERKNAPPHEIT



(3)



(4)

Gliederung

1. Wasser – Zahlen und Fakten
2. Wasserhaushalt
3. Abschätzung des Wasserbedarfs
4. Effizientes Gießen
5. Reduzierung des Wasserbedarfs
6. Bewässerungsverfahren
7. Möglichkeiten zur Automatisierung
8. Fazit



1. Wasser – Zahlen und Fakten

2. Wasserhaushalt
3. Abschätzung des Wasserbedarfs
4. Effizientes Gießen
5. Reduzierung des Wasserbedarfs
6. Bewässerungsverfahren
7. Möglichkeiten zur Automatisierung
8. Fazit

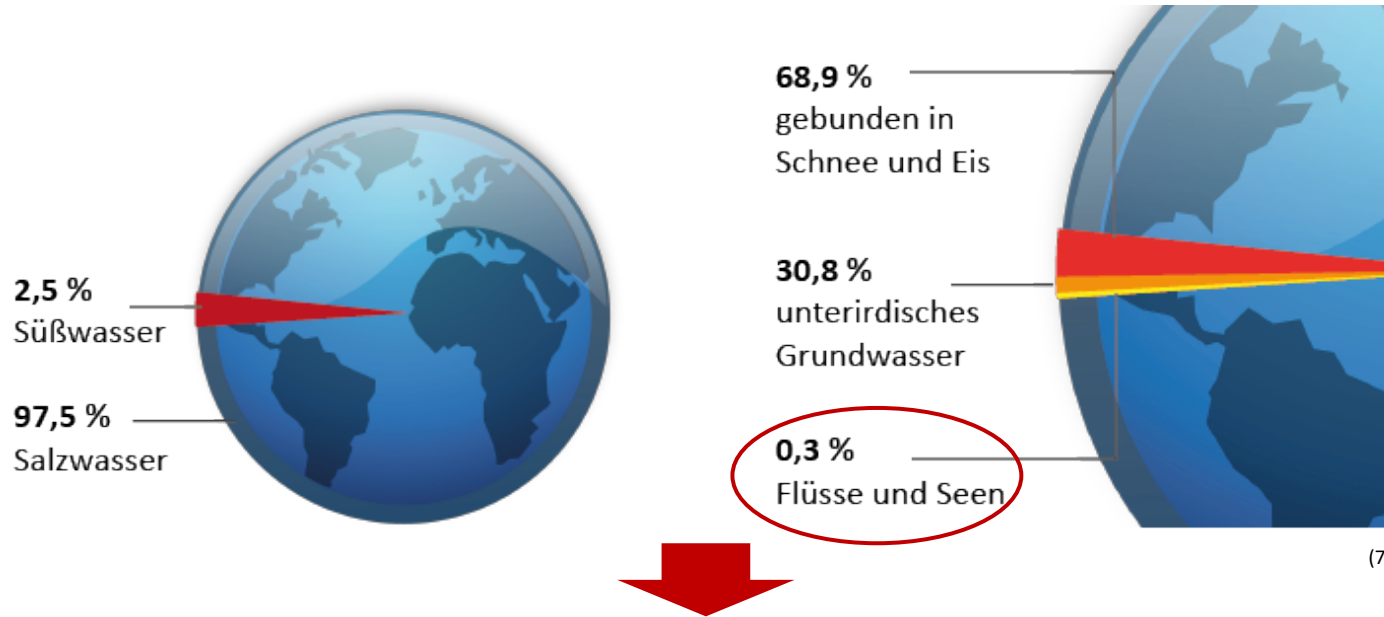


GartenKlimA
Bewässerung

Zahlen und Fakten

Wasser ist Leben.

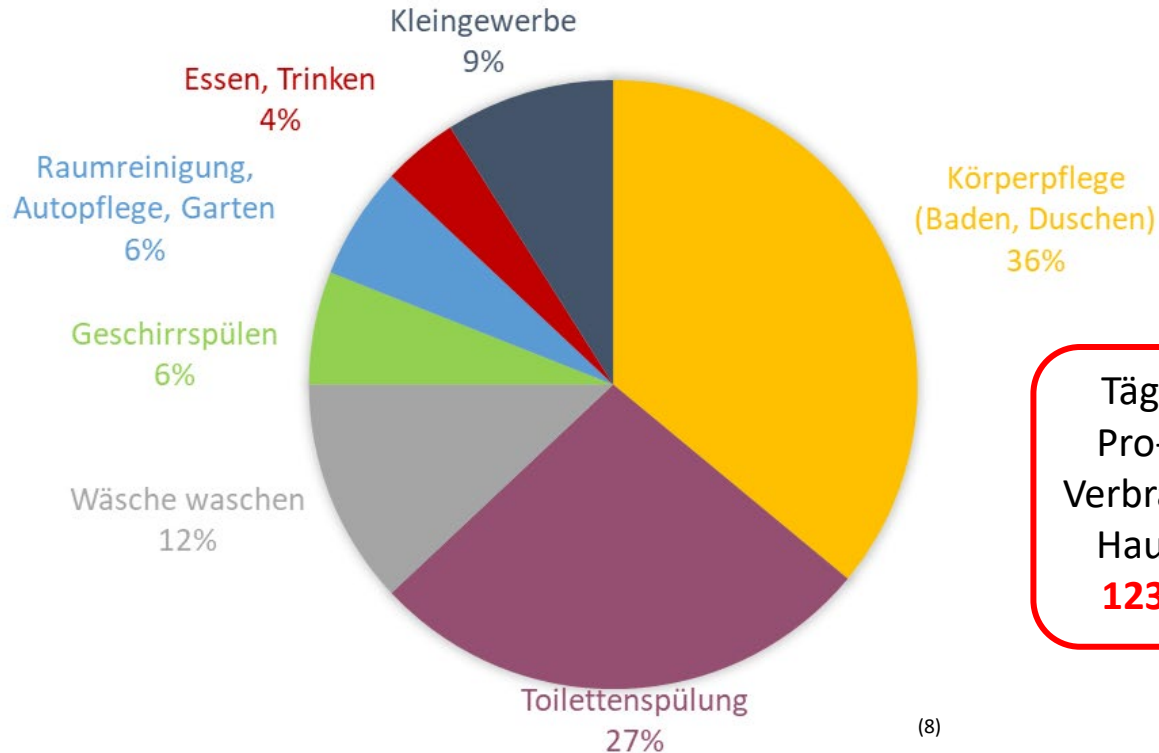
Wasservorräte der Erde



Nur 0,3 % des Süßwassers, bzw. 0,008 % des gesamten Wasservorrats der Erde sind für den Menschen gut zugänglich und nutzbar



Wasserverwendung in deutschen Haushalten



Täglicher
Pro-Kopf-
Verbrauch im
Haushalt:
123 Liter



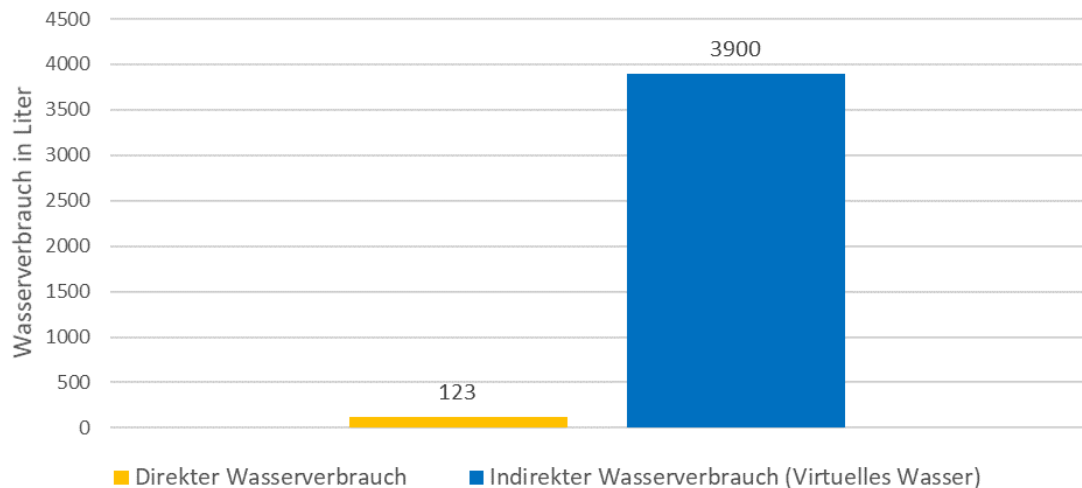
GartenKlimA
Bewässerung

Zahlen und Fakten

(8)



Täglicher Pro-Kopf-Wasserverbrauch in Deutschland



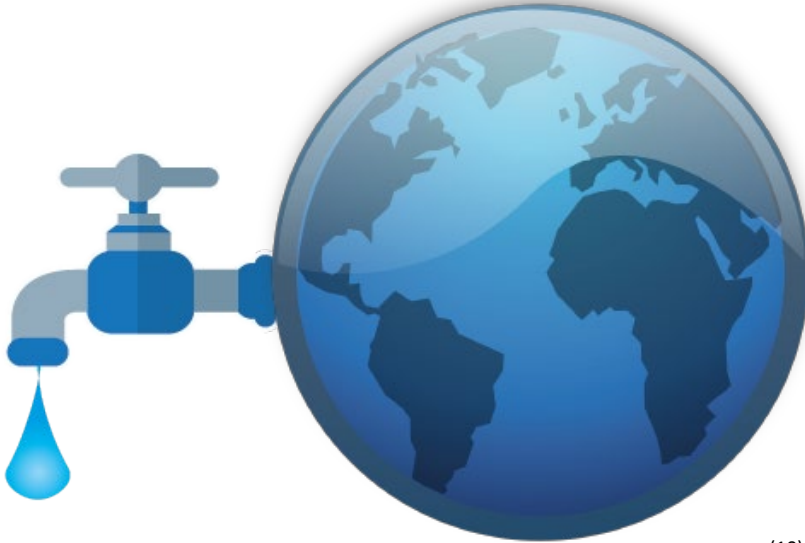
(9)

Pro Tag
verbraucht
jede Person
insgesamt über
4000 Liter
Wasser

Virtuelles Wasser

= Wasser, das für die Herstellung von Produkten und Gütern verwendet wird

Wasser ist kostbar



(10)

Wasser ist unsere
wertvollste Ressource
– dementsprechend
sparsam sollte es
genutzt werden!



GartenKlimA
Bewässerung

Zahlen und Fakten

1. Wasser – Zahlen und Fakten

2. Wasserhaushalt

3. Abschätzung des Wasserbedarfs

4. Effizientes Gießen

5. Reduzierung des Wasserbedarfs

6. Bewässerungsverfahren

7. Möglichkeiten zur Automatisierung

8. Fazit

Bedeutung von Wasser für die Pflanze

Bau – und
Inhaltsstoff

Kühlung bei
Verdunstung

Bestandteil von
Stoffwechsel-
prozessen



Nährstoff-
aufnahme und
-transport



GartenKlimA
Bewässerung

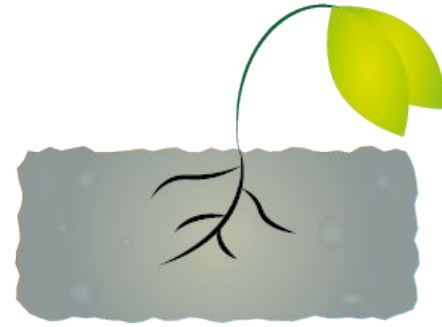
Wasserhaushalt

Zu viel des Guten

Folgen eines Überangebots an Wasser:

- **Wasserverschwendung**
- Förderung von pilzlichen und bakteriellen **Krankheitserregern**
- **Nährstoffauswaschung**
- **Wurzelschäden** durch Vernässung und Sauerstoffmangel

Pflanzen sind häufig
trockenheitsresistenter als gedacht



(12)



Staunässe im Rasen

(13)



GartenKlima
Bewässerung

Wasserhaushalt

Wasserhaushalt des Bodens

- Bodenart
- Porenverhältnis
- Humusgehalt
- Tiefgründigkeit
- Verdichtungsgrad

... entscheiden wesentlich darüber, wie viel Wasser der Boden aufnehmen und speichern kann.



Humoser Gartenboden (14)



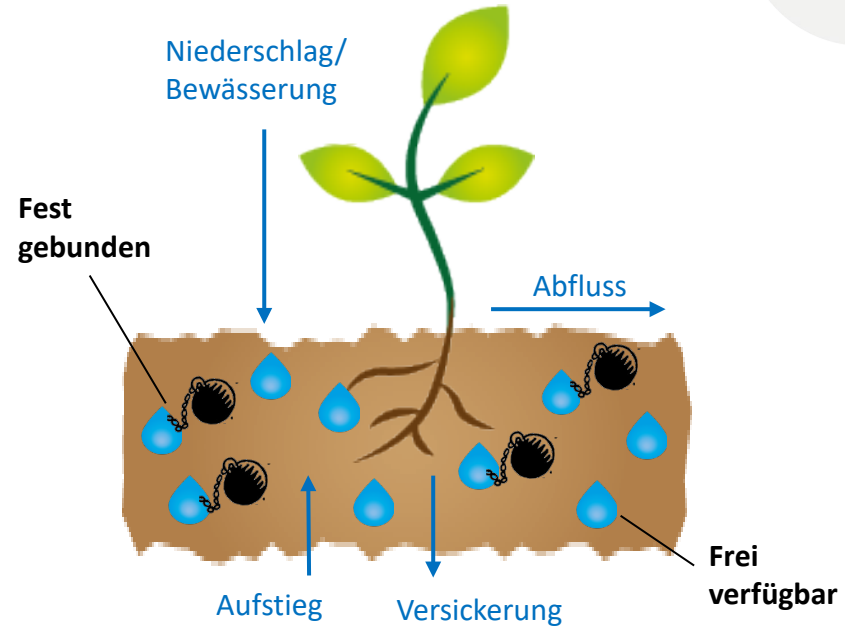
Einfluss der Korngrößen

	Sand- boden	Schluff- boden	Ton- boden
Porenweite	grob	mittel	fein
Wasser- führung			
Wasser- speicherung			
Pflanzen- verfügbares Wasser	7 %	30 %	25 %

(15)



Böden mit **mittlerer Körnung** sind für die Versorgung der Pflanzen am günstigsten



(16)



GartenKlima
Bewässerung

Wasserhaushalt

Einfluss des Klimawandels

- Auswirkungen auf die Umwelt:
 - Erhöhte Durchschnittstemperaturen
 - Zunahme von Extremwetterereignissen (Dürren, Überschwemmungen, Stürme)
 - Schmelzen von Gletschern und Eiskappen
 - Anstieg des Meeresspiegels
 - Versauerung der Ozeane
 - Verlust von Biodiversität
- Auswirkungen auf die Gesellschaft:
 - Gesundheitliche Risiken (Hitzewellen, Ausbreitung von Krankheiten)
 - Wirtschaftliche Schäden (Landwirtschaft, Tourismus, Infrastruktur)
 - Migration und Vertreibung (Klimaflüchtlinge)
 - Soziale Ungleichheiten (Betroffene sind oft vulnerable Gruppen)
- Auswirkungen auf die Ökonomie:
 - Erhöhte Kosten für Klimaausgleichsmaßnahmen
 - Schäden an Infrastruktur und Immobilien
 - Beeinträchtigung der landwirtschaftlichen Produktion
 - Auswirkungen auf den Tourismus

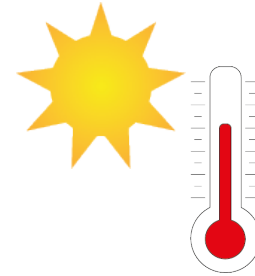
Herausforderung Klimawandel



Häufigere und
intensivere
Trockenperioden



Mehr
Starkregen-
ereignisse



Steigende
Temperaturen
und Hitzewellen

(17)

➡ **Erhebliche Auswirkungen auf den Wasserhaushalt!**

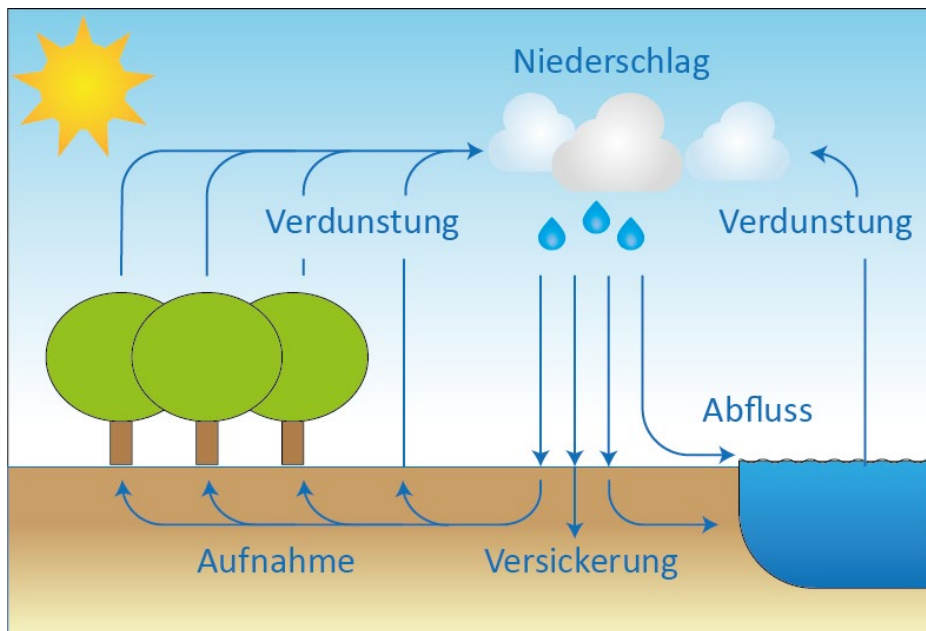


GartenKlima
Bewässerung

Wasserhaushalt

Wasserbilanz

Wasserbilanz = Niederschlag – Abfluss – Aufnahme – Verdunstung



(18)



GartenKlima
Bewässerung

Wasserhaushalt



Veränderung des Niederschlagsregimes

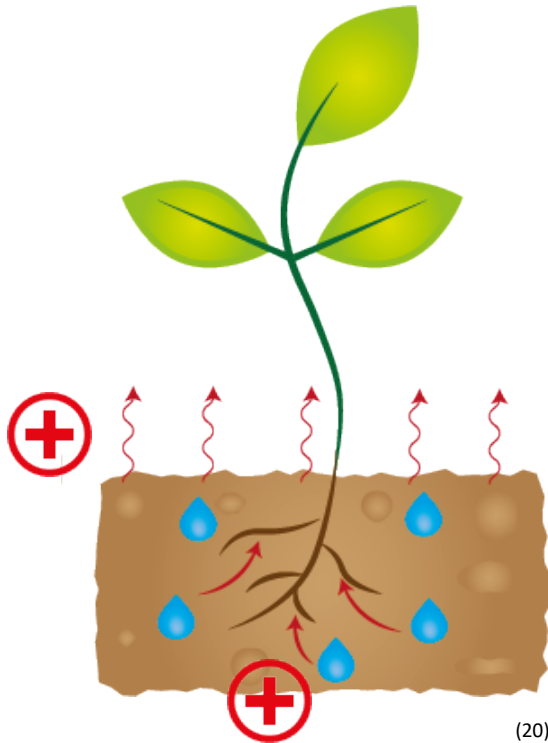
- Zunehmende **Frühjahrs- und Sommertrockenheit**
- **Niederschläge** fallen immer **seltener**, dafür **intensiver**
 - Für den Boden schlecht aufnehmbar
- **Oberflächlicher Abfluss** von gesättigten Böden im Winter



Verschlämmter Boden (19)

Die jährliche Gesamtniederschlagsmenge verändert sich kaum, doch die **Niederschlagsverteilung wird ungünstiger**

Wasserverluste



- Höhere Wasserverluste durch **Verdunstung** bei höheren Temperaturen
- **Höhere Entzüge durch Pflanzen** bei ausgedehnter Vegetationsperiode

➡ Die **Wasserversorgung** könnte künftig zum **begrenzenden Faktor** der **Pflanzenentwicklung** werden!



1. Wasser – Zahlen und Fakten

2. Wasserhaushalt

3. Abschätzung des Wasserbedarfs

4. Effizientes Gießen

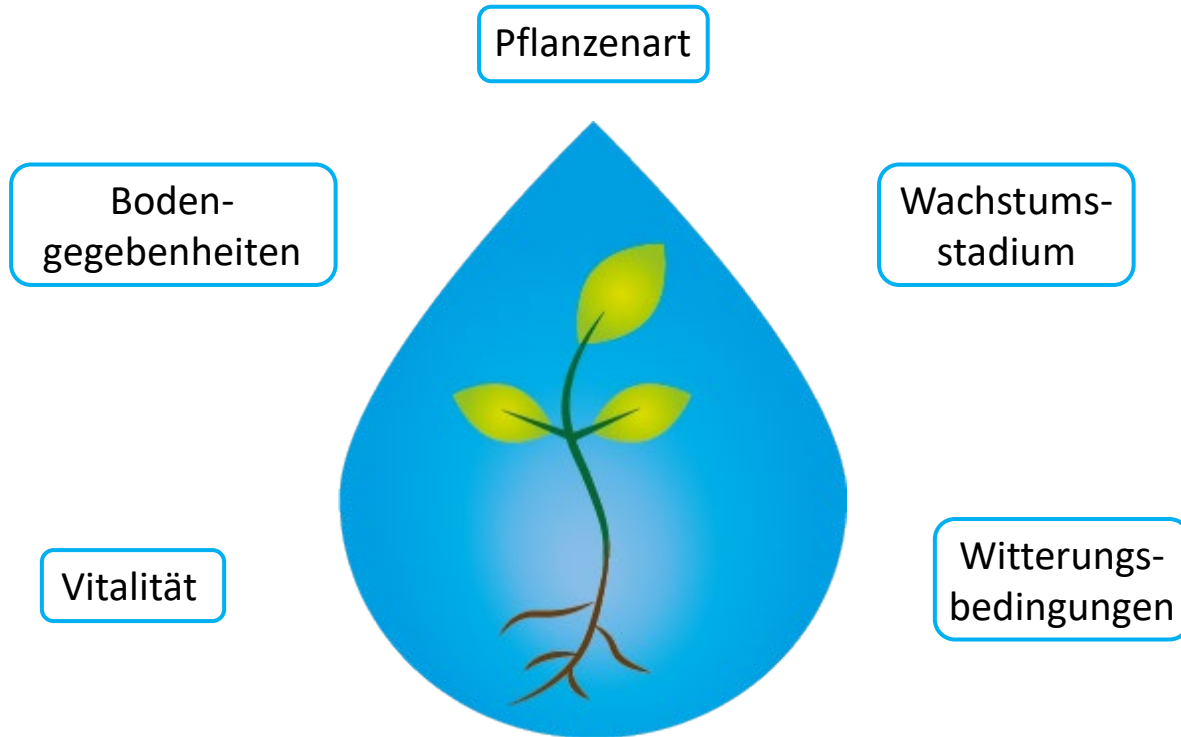
5. Reduzierung des Wasserbedarfs

6. Bewässerungsverfahren

7. Möglichkeiten zur Automatisierung

8. Fazit

Einflussfaktoren auf den Wasserbedarf



(21)



GartenKlimA
Bewässerung

Abschätzung des
Wasserbedarfs



Finger- und Spatenprobe

Fingerprobe

- Bodenfeuchte wird subjektiv mit dem Finger festgestellt



(22)

Spatenprobe

- Wie stark und wie tief der Boden durchfeuchtet ist, wird visuell durch Einstich mit dem Spaten geprüft



(23)

Messung der Bodenfeuchte



GartenKlimA
Bewässerung

Abschätzung des
Wasserbedarfs

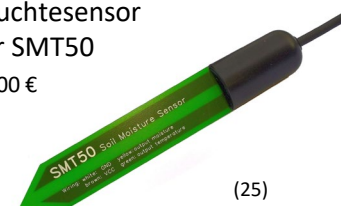
Messgröße	Wasserspannung	Wassergehalt
Interpretation	<ul style="list-style-type: none"> Kraft, mit der die Pflanze saugen muss, um das im Boden gebundene Wasser aufnehmen zu können 	<ul style="list-style-type: none"> Zu einem bestimmten Zeitpunkt vorhandene Wassermenge im Boden
Messgerät	<ul style="list-style-type: none"> Tensiometer 	<ul style="list-style-type: none"> Bodenfeuchtesensor

Tensiometer
MMM T2
• Ca. 55,69 €



(24)

Bodenfeuchtesensor
Truebner SMT50
• Ca. 69,00 €



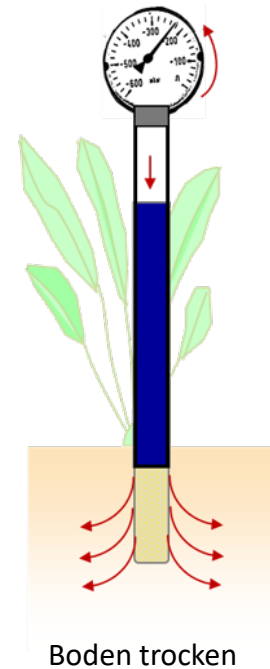
(25)

Messung der Wasserspannung (Tensiometer)

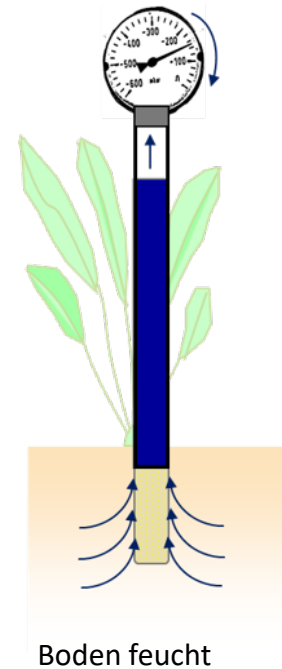


GartenKlima
Bewässerung

- Messergebnis gibt an, mit welcher Kraft die Pflanze saugen muss, um das im Boden gebundene Wasser aufnehmen zu können
 - Pflanze muss bei **Trockenheit** umso **stärker saugen**, um dem Boden das Wasser zu entziehen



Boden trocken



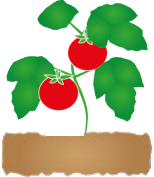



Boden feucht

Abschätzung des
Wasserbedarfs

(26)

Optimaler Bewässerungszeitpunkt

Kulturgruppe		Wasserspannung [hpa]
Gemüse		-80 bis -200
Hecken, Sträucher		-300 bis -600
Tomaten		-90 (Gewächshaus) bis -300 (Freiland)
Kübelpflanzen		-150 bis -300



GartenKlima
Bewässerung

Abschätzung des
Wasserbedarfs



Messung des Wassergehalts

- Gibt Auskunft über die im Boden vorhandene **Wassermenge**
- Messergebnis wird stark von den vorliegenden **Bodenverhältnissen** beeinflusst
- Lässt **keinen Rückschluss** darauf zu, wie viel des vorhandenen Wassers **pflanzenverfügbar** ist



Bodenfeuchtesensor (28)

Platzierung des Messfühlers

- ☒ Repräsentativer Standort
- ☒ Etwa in Wurzeltiefe
- ☒ Guter Kontakt zum Boden



(29)



GartenKlima
Bewässerung

Abschätzung des
Wasserbedarfs

1. Wasser – Zahlen und Fakten
2. Wasserhaushalt
3. Abschätzung des Wasserbedarfs

4. Effizientes Gießen

5. Reduzierung des Wasserbedarfs
6. Bewässerungsverfahren
7. Möglichkeiten zur Automatisierung
8. Fazit

Zeitpunkt



In den frühen Morgenstunden

- **Geringere Verluste durch Verdunstung** aufgrund kühlerer Temperaturen



GartenKlimA

Bewässerung

Effizientes Gießen

(30)

Vorgehen



Die Bewässerung erfolgt am besten bodennah (31)



Bodennah gießen

- Geringere Verdunstungsverluste
- Geringeres Risiko für Pilzerkrankungen

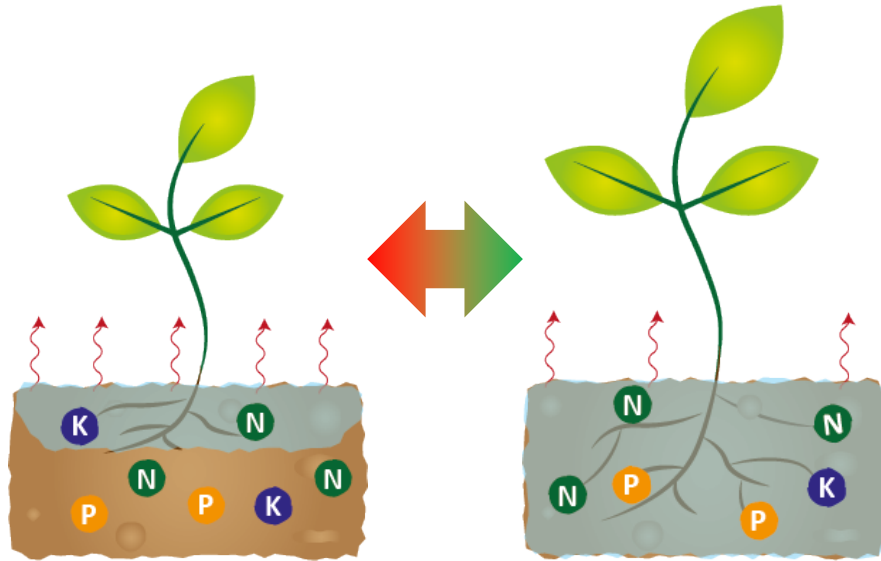


Wasser mit geringem Druck ausbringen

- Vermeidung von Verschlämmung und oberflächlichem Abfluss



Menge



Eingeschränktes
Wurzelwachstum und
erhöhte Verdunstung
bei zu geringen
Einzelgaben

Optimale Wasser- und
Nährstoffversorgung
durch durchdringendes
Gießen

Lieber seltener und dafür
durchdringend gießen!

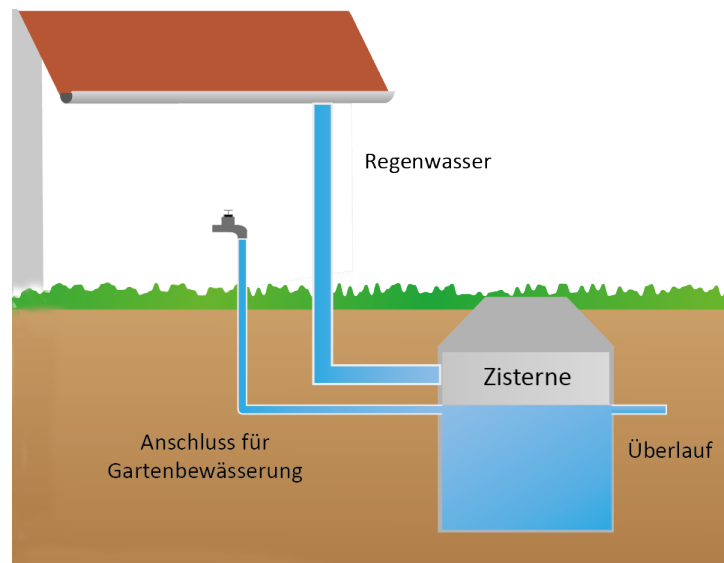
- 1 l Wasser pro m² dringt etwa **1 cm** tief ein
- Pro Gießvorgang **10-20 l/m²**
- Gesamtmenge evtl. auf **2-3 Gaben** aufteilen
- Die verabreichte Menge stellt die Wasserversorgung für **2-4 Tage** sicher





Regenwassernutzung

- Regenwasser ist für Pflanzen am **bekömmlichsten**
- In Zeiten zunehmender **Wasserknappheit** ist es unsere Pflicht, das **natürlicherweise vorhandene Wasserangebot zu nutzen**
 - Niederschlag in ausreichend groß dimensionierten **Zisternen** auffangen und speichern
- Einige Bewässerungssysteme erfordern allerdings einen Anschluss ans Leitungswasser



1. Wasser – Zahlen und Fakten
2. Wasserhaushalt
3. Abschätzung des Wasserbedarfs
4. Effizientes Gießen

5. Reduzierung des Wasserbedarfs

6. Bewässerungsverfahren
7. Möglichkeiten zur Automatisierung
8. Fazit

**Aufnahme- und Speicherkapazität
des Bodens erhöhen**

Bodenverbesserung



Leichter Sandboden

- gute Wasserführung
- schlechte Wasserspeicherung



Schwerer Lehm Boden

- schlechte Wasserführung
- gute Wasserspeicherung



Mittelschwerer Boden

- gute Wasserführung
- gute Wasserspeicherung



GartenKlimA

Bewässerung

Reduzierung des
Wasserbedarfs

Humusaufbau



(35)

Wie baue ich Humus auf?



Kompost-
zufuhr



Organische
Düngung



Grün-
düngung



Ernterückstände
einarbeiten

Effekte des Humusaufbaus

- Verbesserung der **Bodenstruktur**
→ Wasser kann **besser aufgenommen** werden
- Erhöhung des **Wasserspeichervermögens**



GartenKlimaA
Bewässerung

Reduzierung des
Wasserbedarfs

Bodenbearbeitung

Ein **lockerer** Boden kann
Wasser besser aufnehmen!



(36)



GartenKlimA

Bewässerung

Reduzierung des
Wasserbedarfs

Praxistipp

- **Geringe Niederschläge reichen** für die Wasserversorgung der Pflanzen **nicht aus**, sie befeuchten lediglich die Bodenoberfläche
- Dies verbessert aber die **Aufnahmefähigkeit** des Bodens
 - ➔ Direkt **weiter bewässern**, um die Speicher des Bodens wieder zu füllen
- Ein **Regenmesser** hilft, die Niederschlagsmenge zu beurteilen



(38)



GartenKlima
Bewässerung

Reduzierung des
Wasserbedarfs

Verdunstungsverluste verringern

Mulchen

Eine Mulchschicht ...

- Hemmt die Verdunstung von Wasser aus dem Boden
- Wirkt isolierend und mindert die Aufheizung des Bodens
- Erhält eine offenporige Bodenoberfläche und fördert das Eindringen von Wasser



Sellerie gemulcht mit Rasenschnitt (39)



Tomaten gemulcht mit Gartenfaser (40)



GartenKlimaA
Bewässerung

Reduzierung des
Wasserbedarfs

Hacken

Hacken ...

- Durchbricht das unterirdische Röhrensystem im Boden, das Wasser an die Oberfläche führt und reduziert dadurch die Verdunstung



Der Boden um die Salate wurde gehackt (41)

„Einmal Hacken
spart dreimal
Gießen!“



(42)



GartenKlima
Bewässerung

Reduzierung des
Wasserbedarfs

Zusatztipp: Pflanzenauswahl

- Das Sortiment bietet zahlreiche **trockenheitsverträgliche Arten und Sorten**, die kaum nach zusätzlicher Bewässerung verlangen



(43)



GartenKlima

Bewässerung

Reduzierung des
Wasserbedarfs

1. Wasser – Zahlen und Fakten
2. Wasserhaushalt
3. Abschätzung des Wasserbedarfs
4. Effizientes Gießen
5. Reduzierung des Wasserbedarfs

6. Bewässerungsverfahren

7. Möglichkeiten zur Automatisierung
8. Fazit

Bewässerung von Hand



- Individuelle und punktgenaue Bewässerung
- Geringe Anschaffungskosten
- Kein Installationsaufwand



- Zeitaufwand
- Längere Abwesenheit nur mit „Gießvertretung“ möglich



(44)



GartenKlimA

Bewässerung

Bewässerungsverfahren

Regnersysteme

- Besonders zur Bewässerung von **Rasenflächen** gut geeignet
- Für Gemüse-, Blumen- und Staudenbeete ungünstig
- Vergleichsweise **hoher Wasserverbrauch**



Schwenkregner (45)



Multistrahlgewässer (46)



Schwinghebelregner (47)



Sprühregner (48)



GartenKlimaA
Bewässerung

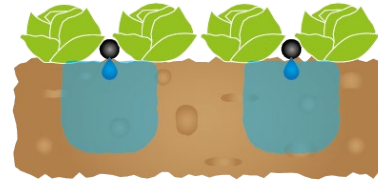
Bewässerungsverfahren

Tropfbewässerung

1. Tropfbewässerung

Tropfbewässerung

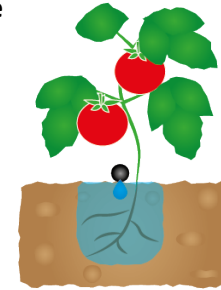
- Wasser wird **langsam und stetig** in **Tropfenform** abgegeben
 - Kaum Verluste durch oberflächlichen Abfluss
- Bewässerung erfolgt **bodennah**
 - Pflanzen werden nicht oberflächlich befeuchtet
 - Kaum Feuchtigkeitsverluste durch Verdunstung
- Sehr **sparsames** System für **verschiedenste Anwendungsbereiche**



(49)

Sägemüse und Pflanzgemüse

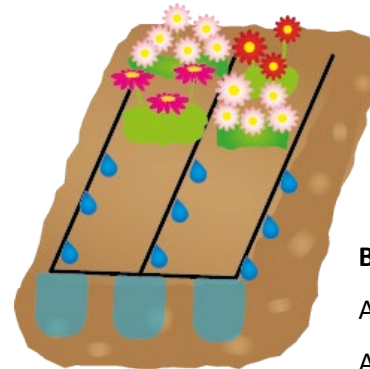
1 Tropfrohr mit Tropfabstand
30 cm zwischen 2 Reihen



(50)

Fruchtgemeüse

1-2 Tropfrohre mit 30 cm
Tropfabstand pro Reihe



(51)

Beete Rabatten

Abstand der Tropfrohre: 30-40 cm

Abstand Tropfstellen: 30 cm

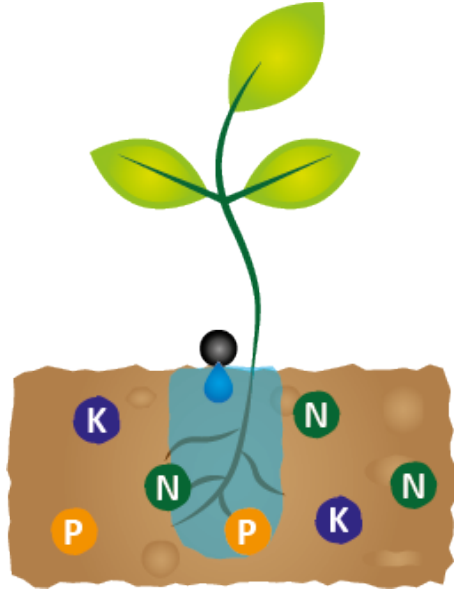
Ca. 8-11 Tropfstellen pro m²



GartenKlima
Bewässerung

Bewässerungsverfahren

Praxistipp



(52)

- Da bei der Tropfbewässerung ein vergleichsweise **geringes Bodenvolumen** befeuchtet wird, beschränkt sich auch die **Wurzelbildung** der Pflanzen auf diesen **kleineren Bereich**
- **Dünger** nicht flächig, sondern besser nur **in der Nähe der Tropfstellen** ausbringen



GartenKlima
Bewässerung

Bewässerungsverfahren

Mit Maß und Ziel

- Bei **zu langen Laufzeiten** droht Wasserverlust durch **Versickerung**
- Pro Gießvorgang sollte maximal **1 l**, besser **0,5 l** Wasser **pro Tropfstelle** ausgebracht werden
 - Bewässerungsdauer ist an den **Wasserdurchfluss** anzupassen
 - Abgegebene Wassermenge pro Tropfstelle lässt sich durch **Auslitern** ermitteln



(53)



GartenKlima
Bewässerung

Bewässerungsverfahren

Tropf-Blumat

Automatisierung ohne Strom und Computer

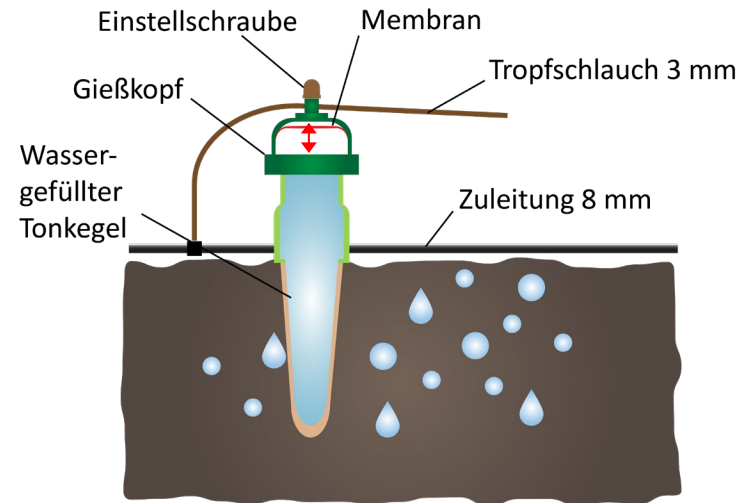
- Membran gibt den Wasserdurchgang frei, wenn der Boden austrocknet und verschließt ihn wieder, sobald der Boden die gewünschte Feuchte erreicht
- Jede Tropfstelle kann individuell eingestellt werden



Wasserabgabe nur bei Bedarf



(54)



(55)



GartenKlimA
Bewässerung

Bewässerungsverfahren

1. Wasser – Zahlen und Fakten
2. Wasserhaushalt
3. Abschätzung des Wasserbedarfs
4. Effizientes Gießen
5. Reduzierung des Wasserbedarfs
6. Bewässerungsverfahren

7. Möglichkeiten zur Automatisierung

8. Fazit

Bewässerungsuhr

- Wasserhahn wird manuell aufgedreht
- Bewässerungsuhr stellt Wasserzufuhr nach Ablauf der eingestellten Zeit eigenständig ab



(56)

Gardena
Bewässerungsuhr
• ca. 30,99 €



(57)

Kärcher
Bewässerungsuhr
WT 2
• ca. 35,99 €



GartenKlimaA
Bewässerung

Automatisierung

Bewässerungscomputer mit Zeitstart

- Gewünschte Bewässerungszeiten und –dauer werden einprogrammiert und dann automatisch ausgeführt
- Witterung und Bodenfeuchte werden nicht beachtet
 - Integration von Regen- oder Bodenfeuchtesensoren sinnvoll



(58)

Kärcher WT 5

- ca. 59,99 €



(60)

Gardena Select

- Anschluss eines Bodenfeuchtesensors möglich
- ca. 59,99 €



(59)

Royal Gardineer BWC-200

- inklusive Regensensor
- ca. 43,69 €



GartenKlima
Bewässerung

Automatisierung

Bewässerungscomputer mit Bodenfeuchtesensoren

Kärcher
SensoTimer ST 6 eco!logic

- inklusive Bodenfeuchtesensor
- ca. 129,99 €



- Bewässerung wird bei Unterschreitung der gewünschten Bodenfeuchte automatisch ausgelöst



Gardena
MultiControl duo

- Anschluss eines Bodenfeuchtesensors möglich (ca. 49,99 €)
- Bewässerung von 2 separaten Gartenbereichen
- ca. 129,99 €



GartenKlima
Bewässerung

Automatisierung

Smarte Bewässerungssteuerung

- Immer mehr Hersteller bieten Bewässerungscomputer, die sich per WLAN und App über das Smart-Phone steuern und kontrollieren lassen



Royal Gardineer BWC-500

- Bewässerung von 2 separaten Gartenbereichen
- Inklusive Bodenfeuchtesensor
- ca. 137,55 €

(64)



Gardena smart Water Control Select

- inklusive Sensor für Bodenfeuchte, Temperatur und Helligkeit
- ca. 219,99 €

(63)



Rainbird ESP-TM 2

- Anschluss des separat erhältlichen LNK WiFi-Moduls (ca. 100,00 €) ermöglicht Steuerung per WLAN und App
- ca. 100 €

(65)



GartenKlima
Bewässerung

Automatisierung

Fazit: Automatisierung

- ⊕ Aufwand für tägliches Gießen entfällt
- ⊕ Insbesondere in Verbindung mit **Bodenfeuchtesensoren sparsame und bedarfsgerechte Wasserversorgung**
 - Aber: Dafür müssen die Einstellungen am Steuergerät bewusst sparsam vorgegeben werden!



(66)



GartenKlimaA
Bewässerung

Automatisierung



Wie viel Zuwachs ist gewünscht?

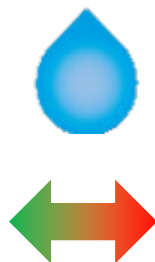
- Die Wasserversorgung ist wesentlich dafür verantwortlich, wie viel Zuwachs eine Pflanze macht

Gemüsegarten

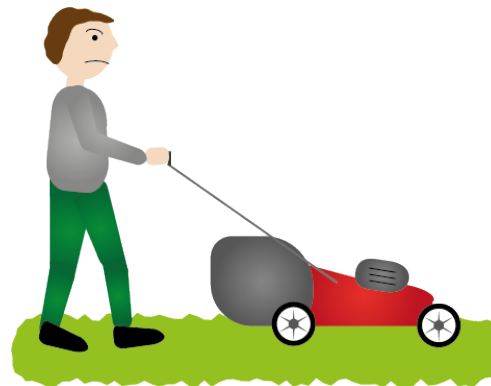


(67)

Reiche Ernte



Hecken, Sträucher, Rasen



(68)

Arbeitsaufwand

Fazit: Automatisierung

- ⊕ **Aufwand für tägliches Gießen entfällt**
- ⊕ Insbesondere in Verbindung mit **Bodenfeuchtesensoren sparsame und bedarfsgerechte Wasserversorgung**
 - ➔ Aber: Dafür müssen die Einstellungen am Steuergerät bewusst sparsam vorgegeben werden!
- ⊖ Vor allem in der Anfangszeit hoher **Kontroll- und Anpassungsaufwand** in Bezug auf die Schalt- und Laufzeiten



(66)



GartenKlima
Bewässerung

Automatisierung

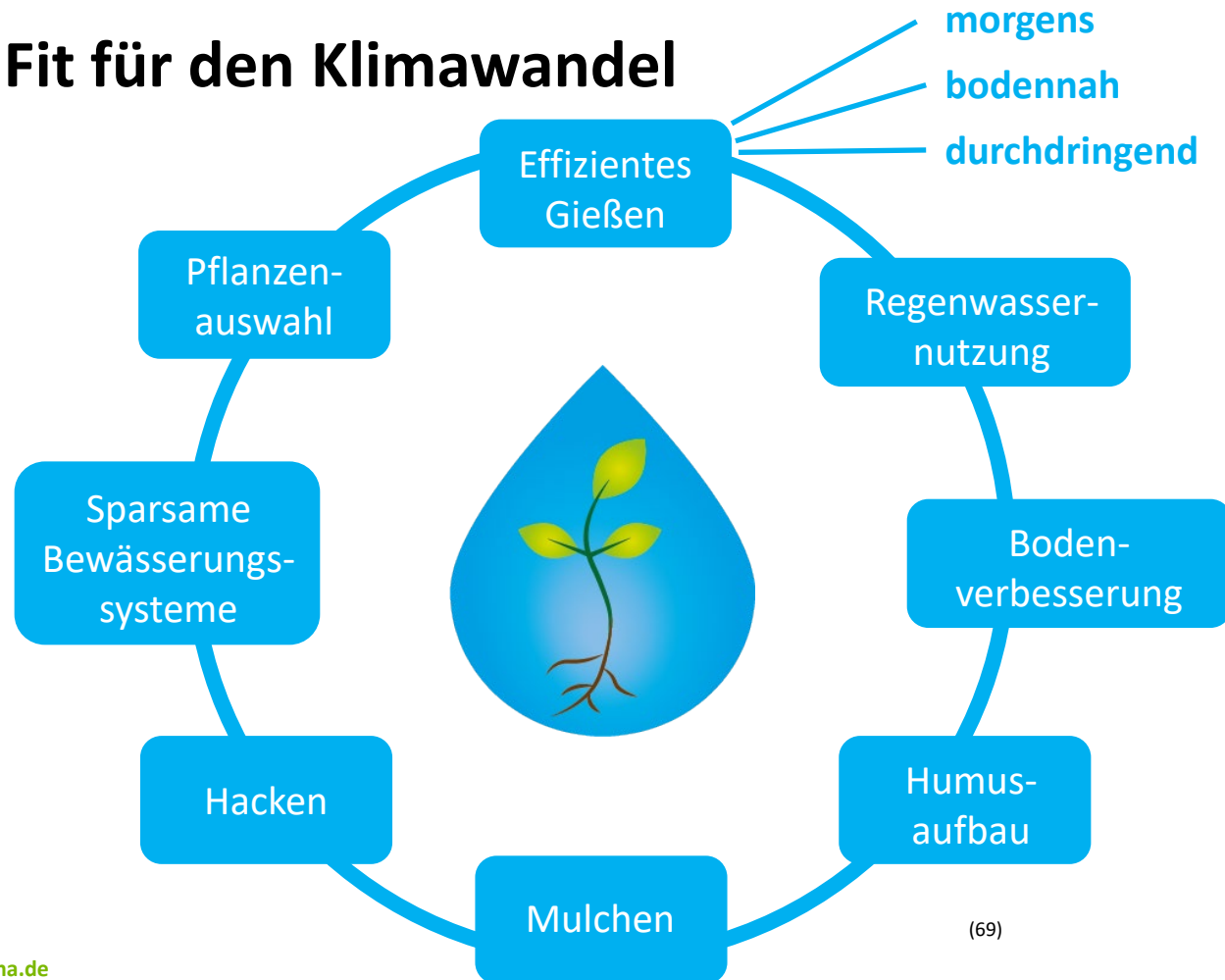
1. Wasser – Zahlen und Fakten
2. Wasserhaushalt
3. Abschätzung des Wasserbedarfs
4. Effizientes Gießen
5. Reduzierung des Wasserbedarfs
6. Bewässerungsverfahren
7. Möglichkeiten zur Automatisierung

8. Fazit



- 💧 Wasser ist **kostbar**, der **sparsame** Umgang damit unverzichtbar
- 💧 Pflanzen nehmen Wasser fast ausschließlich über die **Wurzel** auf. Die **Bodenbeschaffenheit** ist ausschlaggebend für ihre Wasserversorgung
- 💧 In Zeiten des **Klimawandels** könnte das **Wasserangebot** zum **limitierenden** Faktor der Pflanzenentwicklung werden
- 💧 Eine **wassersparende Kulturführung** wird daher immer wichtiger

Fit für den Klimawandel



GartenKlima
Bewässerung

Fazit



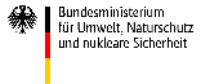
- Wasser ist **kostbar**, der **sparsame** Umgang damit unverzichtbar
- Pflanzen nehmen Wasser fast ausschließlich über die **Wurzel** auf. Die **Bodenbeschaffenheit** ist ausschlaggebend für ihre Wasserversorgung
- In Zeiten des **Klimawandels** könnte das **Wasserangebot** zum **limitierenden** Faktor der Pflanzenentwicklung werden
- Eine **wassersparende Kulturführung** wird daher immer wichtiger
- Unter den verschiedenen Bewässerungsverfahren ist die **Tropfbewässerung** besonders sparsam
- Die **Automatisierung** der Bewässerung ermöglicht vor allem in Verbindung mit **Bodenfeuchtesensoren** eine bequeme, bedarfsgerechte und effiziente Wasserversorgung

Herzlichen Dank
für die
Aufmerksamkeit!



(70)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Literatur



BAHRS TECHNIK, 2011: Blumat. Vollautomatisches System zur Pflanzenbewässerung. Hellmuth Bahrs GmbH & Co. KG, Brüggen-Bracht.

BAYERISCHE GARTENAKADEMIE AN DER BAYERISCHEN LANDESANSTALT FÜR WEINBAU UND GARTENBAU, 2017: Bewässerung im Haus- und Kleingarten. Berichte der Bayerischen Gartenakademie 4. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim.

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WEINBAU UND GARTENBAU, 2020: Nicht gießen in der Mittagshitze. Gemüseblog, 11.08.2020. <http://www.lwg.bayern.de/gartenakademie/gartendokumente/gemueseblog/252162/index.php>. Zugriff am 08.12.2020.

BAYERISCHER LANDESVERBAND FÜR GARTENBAU UND LANDESPFLEGE E. V., 2006: Richtiges Gießen im Garten. Merkblatt der Bayerischen Obst- und Gartenbauvereine.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT, GESUNDHEIT UND VERBRAUCHERSCHUTZ: Modul D: Die Rolle des Bodens im Wasserkreislauf. Handreichung "Lernort Boden", 201-216.

BECK, M.: Bewässerung von Tomaten. Vortragsunterlagen, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf.

BECK, M.: Bewässerungsmöglichkeiten für Balkon und Kübel. Möglichkeiten der Automatisierung mit Tropfbewässerung und Dochtsystem. Vortragsunterlagen, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf.

BECK, M.: Grundlagen zur Steuerung der Bewässerung. Klimatische Wasserbilanz und sensorgesteuerte Bewässerung. Forschungsanstalt für Gartenbau an der Fachhochschule Weihenstephan. Veröffentlicht von Ökoplant e. V.

<https://oekoplant-ev.de/images/stories/download/Veranstaltungsberichte/D%C3%BCngung%20und%20Bew%C3%A4sserung/Beitrag%20Dr.%20Michael%20Beck.pdf>. Zugriff am 08.01.2021.

BECK, M., 2014: Pflanzen sparsam und effektiv Bewässern. Der Fachberater (02/2014), 28-33.



BECK, M., 2020: Beitrag Fachberater. Der Fachberater. Unveröffentlichtes Manuskript.

BECK, M., 2021: Sparsame Bewässerung im Hausgarten. Email, 07.01.2021.

BEREGNUNGSPARADIES.DE, 2020: Steuergeräte für Bewässerungsanlagen.

<https://www.beregnungsparadies.de/Bewaesserungssteuerung/bewaesserungssteuerung.html>. Zugriff am 14.10.2020.

BODENBÜNDNIS OBERÖSTERREICH: Bodenschutz im Garten. Hrsg.: Klimabündnis Österreich, Wien.

https://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/publikationen/us_Bodenschutz_im_Hausgarten.pdf. Zugriff am 15.10.2020.

BÖTTCHER, F. & M. SCHMIDT, 2014: Die Wirkung einer Mulchbedeckung auf die Evaporation. Deutscher Wetterdienst, Abteilung für Agrarmeteorologie.

https://www.landwirtschaft.sachsen.de/download/Die_Wirkung_einer_Mulchbedeckung_auf_die_Evaporation.pdf. Zugriff am 14.10.2020.

BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG, 2018: Ein gutes Tröpfchen. Wasser in der Landwirtschaft. Bundesinformationszentrum Landwirtschaft, Bonn.

BUNDESINFORMATIONSZENTRUM LANDWIRTSCHAFT, 2020: Wie Trockenheit der Landwirtschaft schadet.

<https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-verstehen/wie-funktioniert-landwirtschaft-heute/wie-trockenheit-der-landwirtschaft-schadet>. Zugriff am 15.10.2020.

BUNDESZENTRALE FÜR POLITISCHE BILDUNG, 2017: Wasser. Zahlen und Fakten - Globalisierung.

<https://www.bpb.de/nachschlagen/zahlen-und-fakten/globalisierung/52730/wasserverbrauch>. Zugriff am 15.10.2020.



CASPER, V., 2020: Wasser sparen im Garten: Tipps von Regentonne bis Gartenwasserzähler. Redaktionsnetzwerk Deutschland, 17.08.2020.

DEGEN, M. & K. SCHRADER, 2014: Der Gärtner 1. Grundwissen für Gärtner. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 3. Aufl.

DVS BERECHNUNG GMBH: Mikrobewässerung. <https://dvs-berechnung.de/mikrobewaesserung>. Zugriff am 14.10.2020.

EINE WELT LADEN WEIßWASSER: Wasser. Rund um das kostbare Nass. Projektmaterialien für die Bildungsarbeit. <https://eineweltladen.info/service/downloads.html>. Zugriff am 15.10.2020.

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

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2013: Wasser Abzeichen der Vereinten Nationen. In: YUNGA Lern- und Aktionsreihe. Unter Mitarbeit von Sida, YUNGA, UN-Water, CBD, WAGGGS, WOSM.

FRÖHLER, L., 2020: Wasserbedarf unterschiedlicher Pflanzen. Mündliche Mitteilung, 20.10.2020.

GARTEN GNOM, 2009: 13 Tipps zum Wasser-Sparen im Garten. <https://www.gartengnom.net/tipps-wasser-sparen/>. Zugriff am 14.10.2020.

GÄRTNER PÖTSCHKE: Im Garten richtig gießen - So geht's. <https://www.poetschke.de/beratung/richtig-giessen-so-gehts/>. Zugriff am 14.10.2020.

HANIKA, J.-C., 2020: Klimaforschung: Warmer Frühling sorgt für Dürre im Sommer. Hrsg.: Bayerischer Rundfunk. <https://www.br.de/nachrichten/wissen/klimaforschung-warmer-fruehling-sorgt-fuer-duerre-im-sommer,S1Q4KfK>. Zugriff am 15.10.2020.



HAUSTEIN AG, 2020: Bewässern - aber richtig! https://www.haustein-rafz.ch/de/pflanzenwelt/pflege/pflanzen_im_garten/Bewaessern-aber-richtig.php. Zugriff am 14.10.2020.

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

HORTIPENDIUM, 2017: Tensiometer. <http://www.hortipendium.de/Tensiometer>. Zugriff am 15.10.2020.

KADEREIT, J. W., C. KÖRNER, B. KOST & U. SONNEWALD, 2014: Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg, 37. Auflage.

MDR, 2018: Gießen und Bewässern im Sommer: Wann, wie oft, wie viel? MDR Garten. <https://www.mdr.de/mdr-garten/pflegen/richtig-giessen-waessern-garten-trocken-100.html>. Zugriff am 13.10.2020.

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.

MONNING, E., 2020: So gießen Sie Ihre Pflanzen richtig. Mein schöner Garten. <https://www.mein-schoener-garten.de/gartenpraxis/pflanzen-richtig-giessen-die-wichtigsten-tipps-23266>. Zugriff am 13.10.2020.

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. & Brasseur, G., Schaller, M. & Strinbrny, B. (Hrsg.): Klimawandel und Biodiversität - Folgen für Deutschland. WBG, Darmstadt.

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



SCHEU-HELGERT, M., 2019: Der Gemüsegarten im Klimawandel. Gartenpraxis (09/2019), 26-29.

SCHNEIDER, M., 2018: Wasserhaltefähigkeit von Humus. Vortrag im Rahmen der Reterra Vertriebstreffen am 08.11.2018. Organisiert vom Verband der Humus- und Erdenwirtschaft e. V.
https://www.vhe.de/fileadmin/vhe/pdfs/Publikationen/Vortraege/2018/2018_11_08_Schneider_Wasserhaltefaehigkeit_Kaltenengers.pdf. Zugriff am 14.10.2020.

SCHOPFER, P. & A. BRENNICKE, 2010: Pflanzenphysiologie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 7. Auflage.

SPEKTRUM AKADEMISCHER VERLAG, 1999: Welkepunkt. Lexikon der Biologie.
<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/welkepunkt/70584>. Zugriff am 14.10.2020.

STAHR, A.: Wasserspeichervermögen. Ahabc.de - Das Magazin für Boden und Garten.
www.ahabc.de/bodeneigenschaften/wasserspeichervermoegen/. Zugriff am 08.01.2021.

TRUEBNER GMBH: Bedienungsanleitung Bodenfeuchtesensor SMT50.
http://www.truebner.de/sites/default/files/Anleitung_SMT50_V1.1.pdf. Zugriff am 08.01.2021.

UMWELTBUNDESAMT, 2020: Wassernutzung privater Haushalte. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/wassernutzung-privater-haushalte#direkte-und-indirekte-wassernutzung>. Zugriff am 15.10.2020.

UMWELT-GERÄTE-TECHNIK GMBH: Über Bodenfeuchtesensoren. <https://www.ugt-online.de/produkte/bodenkunde/bodenfeuchtetemperaturleitfaehigkeit/ueber-bodenfeuchtesensoren/>. Zugriff am 08.01.2021.



VEREINIGUNG DEUTSCHER GEWÄSSERSCHUTZ E. V.: Virtuelles Wasser. Versteckt im Einkaufskorb. http://vdg.durstige-gueter.de/virtuelles_wasser.html. Zugriff am 15.10.2020.

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

Bildnachweis

- (1) Stiele, V. & Fröhler, L., 2020, mit Elementen von Mayapujiati/Open-Clipart-Vectors/Riasan/Pixabay.com. Zugriff am 02.02.2021.
- (2) Myriams-Fotos/Pixabay.com
- (3) Hermann Kollinger/Pixabay.com
- (4) Manfred Richter/Pixabay.com
- (5) Marlon Ferrer/Pixabay.com
- (6) PublicDomainPictures/Pixabay.com
- (7) Fröhler, L., 2020, mit Elementen von OpenClipart-Vectors/Pixabay.com
Datengrundlage: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2013: Wasser Abzeichen der Vereinten Nationen. In: YUNGA Lern- und Aktionsreihe. Unter Mitarbeit von Sida, YUNGA, UN-Water, CBD, WAGGGS, WOSM.
- (8) Fröhler, L., 2020, Datengrundlage: Umweltbundesamt, 2020: Wassernutzung privater Haushalte.
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/wassernutzung-privater-haushalte#direkte-und-indirekte-wassernutzung>. Zugriff am 15.10.2020.
- (9) Fröhler, L., 2020, Datengrundlage: Umweltbundesamt, 2020: Wassernutzung privater Haushalte.
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/private-haushalte-konsum/wohnen/wassernutzung-privater-haushalte#direkte-und-indirekte-wassernutzung>. Zugriff am 15.10.2020.
- (10) Verändert nach OpenClipart-Vectors /Pixabay.com; Freepik.com
<https://de.freepik.com/search?author=23&authorSlug=freepik&dates=any&format=author&page=1&selection=1&sort=popular&type=vector>. Zugriff am 02.02.2021.





- (11) Fröhler, L., 2020
- (12) Fröhler, L., 2020
- (13) Scheu-Helgert, M., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (14) Scherer, Ch., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (15) Fröhler, L., 2020, Datengrundlage: Hellberg-Rode, Gesine, 2002-2004: Bodenart. Projekt Hypersoil, Uni Münster. <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/03/p/p06.htm>. Zugriff am 04.02.2021.
- (16) Fröhler, L., 2020, Datengrundlage: Beck, Michael: Bewässerungsmöglichkeiten für Balkon und Kübel. Möglichkeiten der Automatisierung mit Tropfbewässerung und Dochtsystemen. Vortragsunterlagen. Hochschule Weihenstephan-Triesdorf.
- (17) Fröhler, L., 2020
- (18) Fröhler, L., 2020
- (19) Scherer, Ch., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (20) Fröhler, L., 2020
- (21) Fröhler, L., 2020
- (22) Fröhler, L., 2021
- (23) Fröhler, L., 2021
- (24) MMM-Tech.de
- (25) Truebner.de



- (26) Verändert nach Beck, M., 2014: Pflanzen sparsam und effektiv Bewässern. Der Fachberater (02/2014), 28-33.
- (27) Fröhler, L., 2020, Datengrundlage: Beck, Michael: Bewässerungsmöglichkeiten für Balkon und Kübel. Möglichkeiten der Automatisierung mit Tropfbewässerung und Dochtsystemen. Vortragsunterlagen. Hochschule Weihenstephan-Triesdorf.
- (28) Fröhler, L. 2021
- (29) Kendzia, N., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (30) Stories/Freeplik.com
https://de.freepik.com/vektoren-kostenlos/gartenkonzeptillustration_7070390.htm#query=gartenarbeit&position=20.
Zugriff am 02.02.2021.
- (31) Scherer, Ch., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (32) Fröhler, L., 2020
- (33) Fröhler, L., 2021
- (34) Fröhler, L. 2020
- (35) Patricia Maine Degrave/Pixabay.com
- (36) Scheu-Helgert, M., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (37) Freepik.com
https://de.freepik.com/fotos-kostenlos/flach-verlegt-mit-rissen_4969584.htm#page=2&query=trocken+boden+freepik&position=26. Zugriff am 04.02.2021.
- (38) Fröhler, L., 2021
- (39) Och, S., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau



- (40) Och, S., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (41) Scheu-Helgert, M., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (42) Verändert nach Pikisuperstar/Freeplik.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.
- (43) Klinkan, H.
- (44) Kowalski, P./Pixabay.com
- (45) Kendzia, N., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (46) Kendzia, N., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (47) Kendzia, N., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (48) Kendzia, N., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (49) Fröhler, L., 2021
- (50) Fröhler, L., 2021
- (51) Fröhler, L., 2021
- (52) Fröhler, L., 2020
- (53) Kendzia, N., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (54) Beck, M.: Bewässerung von Tomaten. Vortragsunterlagen, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf.

- (55) Fröhler, L., 2021
- (56) Gardena.com
- (57) Kaercher.com
- (58) Kaercher.com
- (59) Pearl.de
- (60) Gardena.com
- (61) Kaercher.com
- (62) Gardena.com
- (63) Gardena.com
- (64) Pearl.de
- (65) Rainbird.de
- (66) Hanke, H., Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau
- (67) Fröhler, L., 2021
- (68) Fröhler, L., 2021
- (69) Fröhler, L., 2021
- (70) Stiele, V. & Fröhler, L., 2020, mit Elementen von Mayapujiati/Open-Clipart-Vectors/Riasan/Pixabay.com. Zugriff am 02.02.2021.

