

Ökosystemleistungen der Biodiversität für die Verbesserung der Wirtschaftsleistung im Steillagenweinbau nutzen und stärken

Workshopreihe Wissenstransfer 2023/2024



Themen-Workshop 2

Wasserhaushalt Ökosystemleistung Wasserregulation

Dr. Barbara Köstner

Professur für Meteorologie, Technische Universität Dresden

LandCare gGmbH, Dresden

Regionaler Klimawandel & Wirkungen auf den Wasserhaushalt

Klimawandel

Klimaänderungen

Temperatur

- ↗ **mittlere Temp.**
- ↗ Verdunstung
- ↗ Dürre/Trockenheit
- ↔ Jahresverlauf
- ↔ Anbauzonen
- ↗ **Temp.extreme**
- ↗ Heiße Tage
- ↗ Tropennächte
- ↘ Ventilation/Abkühlg.

Auswirkungen

- ↗ Sonnenbrand
- ↗ Hitzestress
- ↗ Verfrühung phänologischer Phasen
- ↗ Spätfrostgefahr
- ↗ neue Krankheiten
- ↗ neue Schädlinge

Wasser

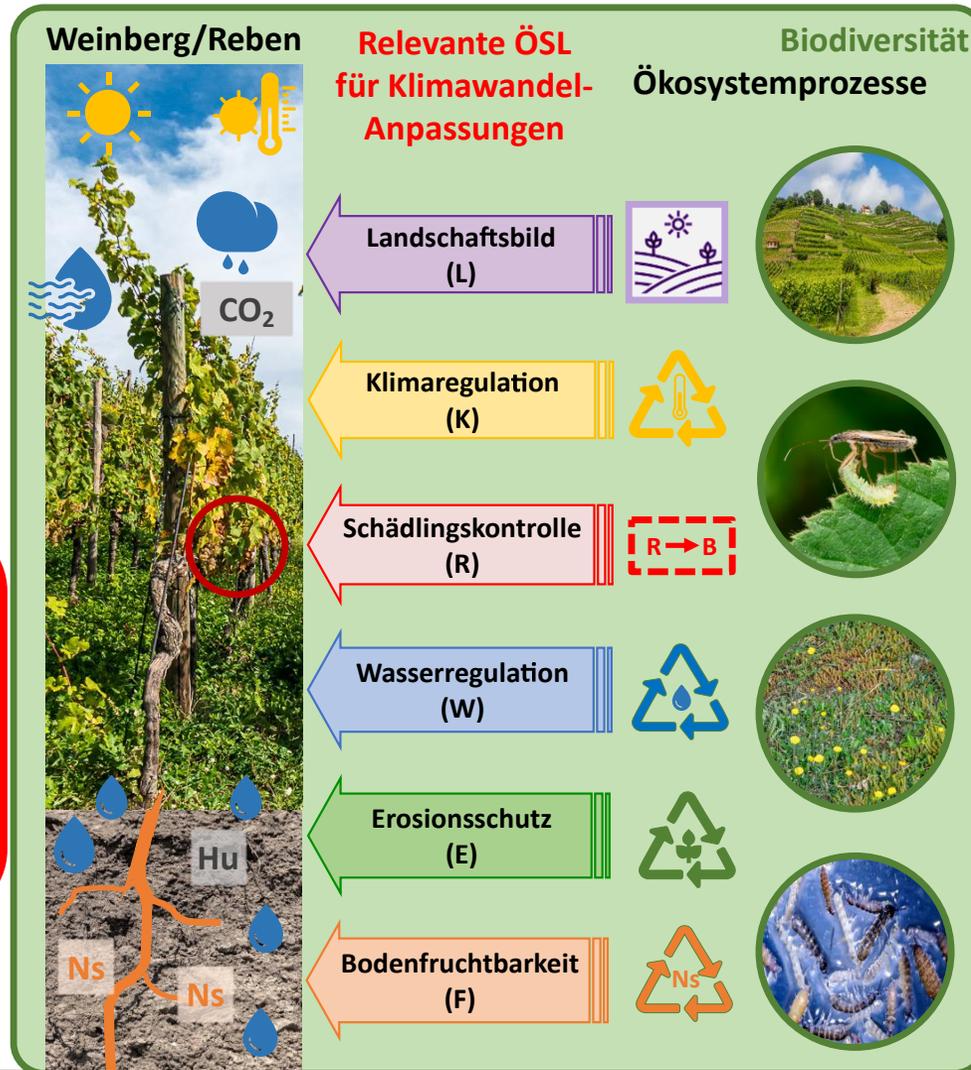
- ✗ **N.schlagsverteilung**
- ↗ Frühlings-/Sommer-trockenheit
- ↗ **Wetterextreme / Starkniederschläge**
- ↗ Intensität Stürme
- ↗ Hagelereignisse
- ↗ feuchtes Mikroklima

- ↗ Bodentrockenheit
- ↗ Wasserkonkurrenz
- ↗ Trockenstress
- ↗ Oberflächenabfluss
- ↗ Erosionsgefahr
- ↘ Bodenaktivität
- ↘ Nährstoffverfügk.

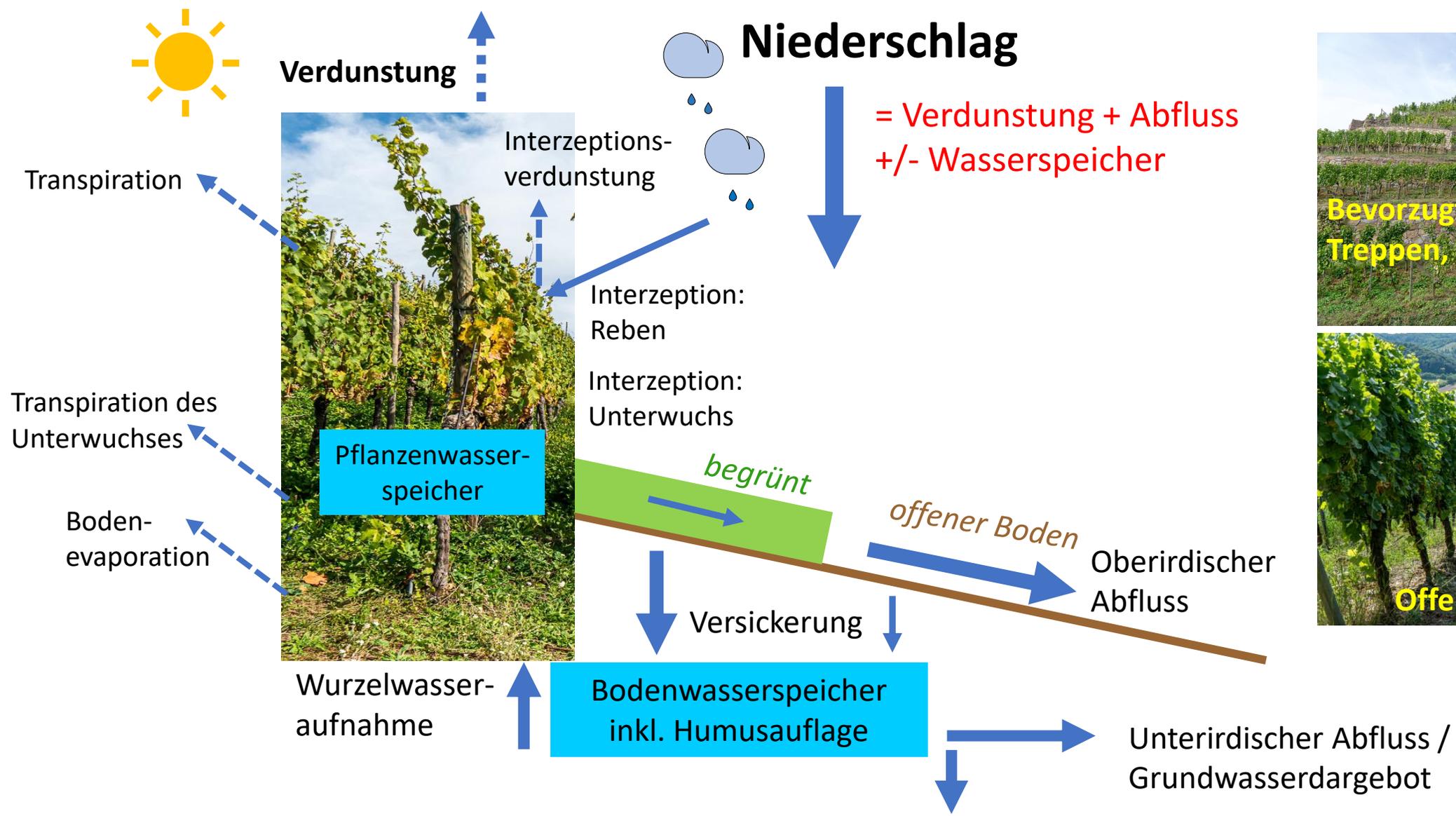
Kohlenstoff / CO₂

- ↗ CO₂-Konzentration

- ↗ C/N-Verhältnis
- ↗? Schädlinge



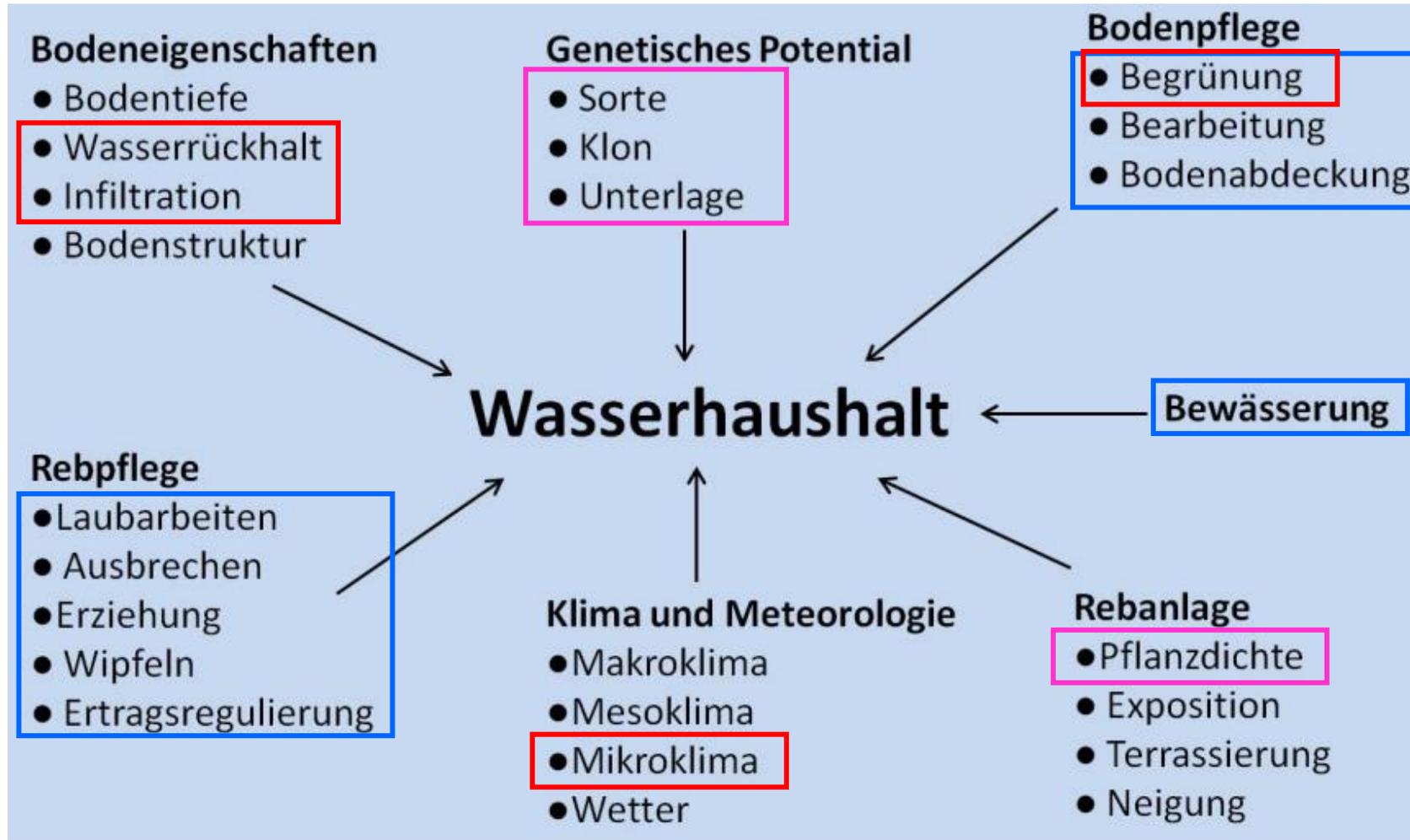
Wasserhaushalt Weinberg



Komponenten des Wasserhaushalts

Niederschlag:	Ausgangsgröße der Wasserbilanz (mit Messgeräten schwer exakt zu quantifizieren)
Verdunstung/Evaporation:	Verdampfung von flüssigem Wasser; allgemeiner Begriff für alle Wasserdampf Flüsse in die Atmosphäre
Interzeption:	Anteil des Niederschlags, der auf Oberflächen auftrifft.
Interzeptionsverdunstung:	Wasser, das von benetzten Oberflächen wieder verdunstet („Interzeptionsverlust“)
Traufe:	Flüssiges Wasser, das von benetzten Oberflächen Richtung Boden abtropft.
Transpiration:	Wasser, das aus pflanzlichem Gewebe heraus verdunstet. Hauptanteil: Stomatäre Transpiration (aus Blattoberflächen = Stomata); kleinere Anteile: Cuticuläre Transpiration aus der mit einer Wachsschicht (Cuticula) bedeckten Blattoberfläche; peridermale Transpiration aus dem Rindengewebe von Stamm, Ästen und Zweigen
Bodenevaporation:	Wasser, das aus dem Boden verdunstet
Evapotranspiration:	Gesamte Verdunstung durch Transpiration und Bodenevaporation
Versickerung:	Wasser, das in den Humus- bzw. Bodenwasserspeicher aufgenommen wird (Infiltration)
Oberflächenabfluss:	Wasser, das aus dem betrachteten System oberflächlich herausfließt (z.B. Richtung Gewässer)
Grundwasserdargebot:	Wasser, das unterhalb der Pflanzenwurzeln versickert und dem Grundwasser zufließen kann
Unterirdischer Abfluss:	Unterirdischer Abfluss aus dem betrachteten System (→ Gewässer, Grundwasserleiter)

Einflussfaktoren des Wasserhaushalts



Niggli, C., Ithaka Journal 1/2012

Allgemein

- Geländeexposition: Westlich ausgerichtete Hänge erhalten oft mehr Niederschlag
- Geländeneigung: Je steiler, desto stärker der Oberflächenabfluss
- Ausgangsgestein: Härte, Porösität, Klüftigkeit, Schichtung, etc.

Reduktion des Abflusses

- Oberflächenbeschaffenheit: Je glatter, desto schneller der Abfluss (zweidimensionale Oberfläche)
Je rauher, desto langsamer der Abfluss (größere, dreidimensionale Oberfläche)
- Unbelebte Strukturen: Querriegel, Mulden, Gräben, Trockenmauern, organische Auflagen, Bodenhilfsstoffe
- Belebte Strukturen: Spontane Unterwuchsvegetation, gesäte Begrünung
- Bodenspeicher: Volumen, Quellungsfähigkeit, Durchlässigkeit, Porenvolumen, Makroporen (Kanäle von Pflanzenwurzeln und Bodentieren)
- Pflanzenspeicher: Verfügbares Speichervolumen von Pflanzengewebe
- Wurzelwasseraufnahme: Durchwurzelungsgrad, Wurzeltiefe (Wurzeloberfläche oder Wurzellängen pro Bodenvolumen)



Reduktion der Verdunstung

- Bodenevaporation: keinen/wenig offenen Boden; **Bedeckung mit unbelebtem Material** (Stroh, Mulch);
bei offenem Boden: Unterbrechung des kapillaren Aufstieg von Bodenwasser (Hacken?)
- Transpiration der Bodenvegetation: Bodendeckung mit **an Trockenheit angepasster Vegetation**, die selbst pro Blattfläche wenig Wasser verbraucht; niederwüchsige Vegetation mit geringer Blattfläche pro Pflanze und Hauptwurzelmasse in den oberen Bodenschichten
- Transpiration der Reben: Rebsorten, -unterlagen mit geringerem **Wasseranspruch** (wenn möglich); geringere **Bestockung**; Reduktion der **Blattfläche**, der Traubendichte, der **Stickstoffversorgung** (soweit möglich); mit hohen **Photosyntheseraten** (hohe Stickstoffversorgung) geht ein hoher Wasserbedarf einher; Sonnenblätter enthalten mehr Stickstoff und haben eine höhere Masse pro Fläche
- Interzeptionsverdunstung Reben: Reduktion der Blattfläche, besonders im oberen Bereich, so dass mehr Niederschlag nach unten fällt bzw. abgeleitet wird; **Laubwandstruktur**;
- Bodenvegetation: Pflanzenarten mit wenig Blattfläche, **kleinen Blättern**, weniger Benetzungskapazität
- Maß für Interzeption: Gesamte oberirdische Oberfläche von Pflanzen
Blattflächenindex (Summe der Blattfläche pro Bodenfläche, m^2/m^2),
Stammflächenindex (Summe der Stamm- und Sproßoberflächen pro Bodenfläche, m^2/m^2),

Anpassung der Begleitvegetation



Pilosella officinarum – Kleines Mausohrhabichtskraut

Biologie/Ökologie: kann über Ausläufer dichte Bestände bilden deren Blätter dem Boden dicht aufliegen;
rollt bei Trockenheit die Blätter ein, sodass die helle, Licht reflektierende Unterseite nach oben weist

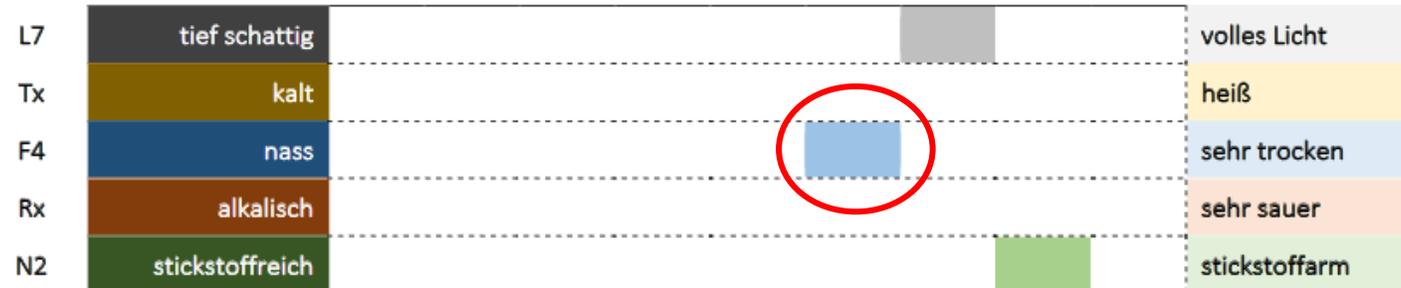
Vorkommen/Habitat: allg.: Magerrasen, Heiden, Wege, Weiden
im Weinberg: auf sehr mageren, humusarmen Standorten, auf denen höherwüchsige Arten aufgrund fehlender Nährstoffe nicht vorkommen

Boden: gerne sandig-grusige, rohe Lehm Böden oder bindige Sandböden

Zeigereigenschaften: Magerkeitszeiger

Wurzeltiefe: 50 cm

Wurzelsystem: breit
kegelstumpfförmig, zahlreiche verzweigte Sproßwurzeln;
Durchwurzelung dicht bis mitteldicht



Bedeutung für Biodiversität:

⊕ sehr hoch > Hautflügler: Wildbienen (6 Arten, u.a. *Andrena fulvago* – Pippau-Sandbiene, *Panurgus calcaratus* – Kleine Zottelbiene), Schmetterlinge, Zweiflügler
▲ hoch > Schmetterlinge (p: *Lemonia dumi* - Habichtskrautspinner), Zikaden (m: *Eupteryx notata*), Wanzen (m: *Galeatus maculatus*, o: *Hoplomachus thunbergii*)



Bedeutung bzgl. KW-Anpassung:

hoch, förderlich für Wasserinfiltration und -speicherung, Reflektion und ganzjährigen Erosionsschutz;
Bodenfestiger;
Etablierung nur auf Böden mit geringer Nährstoffverfügbarkeit möglich
➤ Erhalt und Förderung von Magerstandorten; Aushagerung geeigneter Standorte
➤ empfindlich gegenüber Nährstoffeinträgen, Bodenbearbeitung, Beschattung



Anpassungen von Pflanzen an warme und trockene Bedingungen:

- der heißen/trockenen Zeit ausweichen
- Reduktion der Oberfläche, wenige und kleine Blätter
- Blätter ausrichten
- Rollblätter
- Behaarung
- tiefreichendes Wurzelsystem
- Wasserspeicherung
- physiologische Anpassungen (CAM, C4)
- eingesenkte Stomata (Spaltöffnungen)
- doppeltes Palisadengewebe, dicke Kutikula

Themen-Workshop 1
(Elke Richert)

Anpassung der Begleitvegetation an Trockenheit



1) Typische Weinbergpflanzen haben morphologische und anatomische Anpassungen an trockene und warme Bedingungen entwickelt. Wie gut kennen Sie die Weinbergvegetation? Welche Anpassungen weisen die unten angeführten Pflanzenarten auf? Verbinden Sie mit einer Linie die Pflanzenarten mit den Merkmalen. Manche Pflanzen weisen auch mehrere Anpassungen auf.

2) Weinbergpflanzen besitzen teilweise außergewöhnliche Wurzelsysteme. Zu welcher Art gehört wohl welches Wurzelsystem? Auch hier können Sie wieder Linien ziehen.



Kleines Mausohrhabichtskraut
(*Pilosella officinarum*)

Felsen-Fetthenne
(*Sedum telephium*)

Rispen-Flockenblume
(*Centaurea stoebe*)

Hasen-Klee
(*Trifolium arvense*)

Weinbergs-Träubel
(*Muscari neglectum*)

Reduktion der Oberfläche,
kleine / wenige Blätter

Behaarung

Wasserspeicherung

frühe Blüte und
Samenbildung



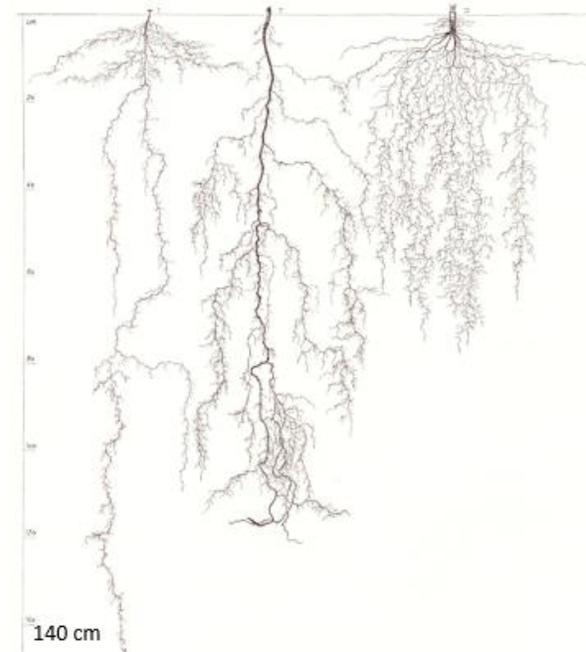
Wilde Möhre
(*Daucus carota*)



Gewöhnliche Ochsenzunge
(*Anchusa officinalis*)



Gewöhnlicher Reiherschnabel
(*Erodium cicutarium*)



Übungsaufgaben vom
Themen-Workshop 1
(Elke Richert)

Bewertung der Begleitvegetation



		VEGETATIONSTYPEN										
		BS Blütenreicher Saum	MR Magerrasen	DB Dickblattgewächse	SF Steingrass	RF Ruderalflur	GL Grünland	DS Dominanz <i>Urtica</i>	DS Dominanz <i>Solidago</i>	DG Dominanz <i>C. epigejos</i>	AU Ackerunkraut	HZ Herbizid
ÖKOSYSTEMLEISTUNG	Klimaregulation	++	++	+	+	++	+	+	n.b.	n.b.	+/-	n.b.
	Wasserhaushalt	+	++	++	+	+	+	+/-	-	-	+/-	-
	Erosionsschutz	++	++	+	+	+	++	+	+	+	-	-
	Bodenfruchtbarkeit	++	++	+	+	+	+	+/-	-	-	-	-
	Schädlingsregulation	++	++	+	+	++	+	-	n.b.	+/-	+/-	+/-
	Bedeutung für die Anpassung KW	++	++	+	+	++	++	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
	Bedeutung für Biodiversität	++	++	++	++	++	++	+	+/-	+/-	+/-	+/-

Begrünung ist nicht gleich Begrünung!

Spontane Be-/Ergrünung

durch an den Standort angepasste Arten

Einfluss der Bewirtschaftung auf den Standort → Veränderung des natürlichen Standortes

Ansaaten

Autochthones Saatgut

Nicht-autochthones Saatgut

Artenmischungen

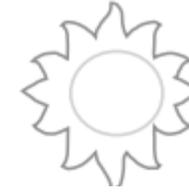
...

Unter dem **Standort einer Pflanze** versteht man die **Summe aller Faktoren**, die auf die Pflanze einwirken:

- Meteorologische Faktoren
- Bodeneigenschaften
- Chemische, mechanische Faktoren
- Ko-existenz/Konkurrenz mit Pflanzen der gleichen Art, anderer Arten
- Interaktionen/Symbiosen mit Tieren und Mikroorganismen
- Beweidung (Wildtiere, Nutztiere)
- Bewirtschaftung (Bodenbearbeitung, Düngung, PSM, Bewässerung, ...)
- ...



Ökosystemleistung Wasserregulation



Kopplung von Wärmehaushalt mit Wasserhaushalt über die Verdunstung

Wasserqualität

Biogeochemische Effekte

Wasserreinigung durch Transport in Boden, Aquifer und Gewässern (→ Quell-/Trinkwasser)

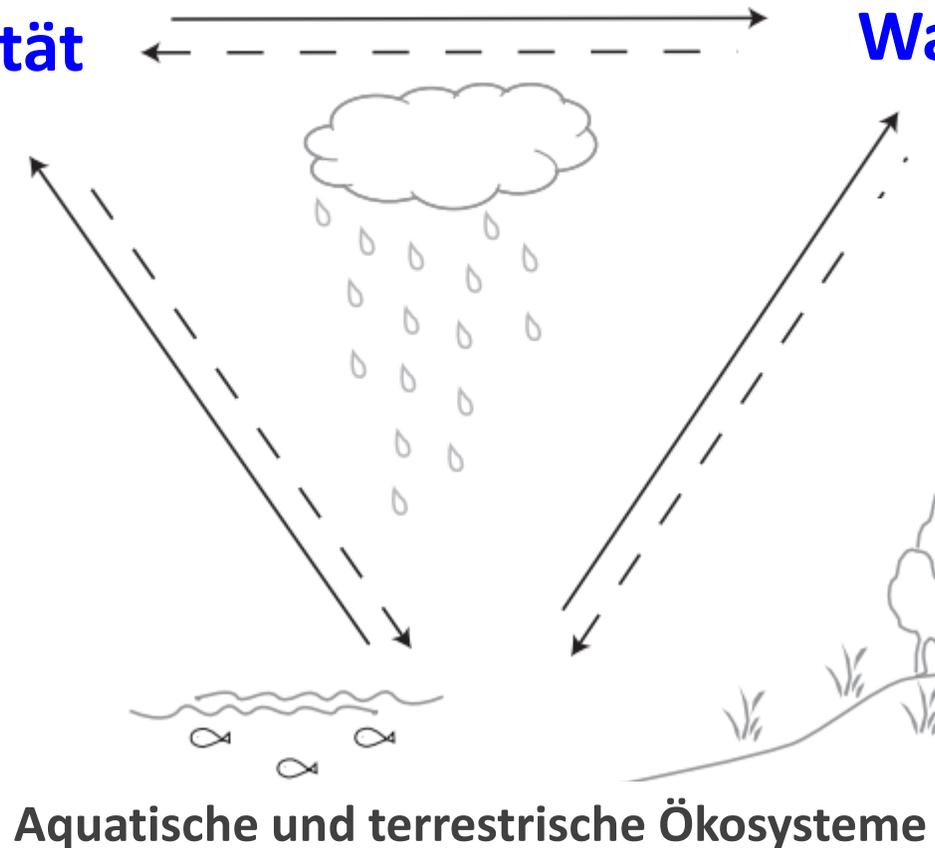
- Filterung (Humus, Boden)
- Ablagerung
- Aufnahme durch Organismen im Boden und in Gewässern
- Aufnahme/Verdunstung durch Pflanzen

Wassermenge

Biophysikalische Effekte

Steuerung der Verhältnisse von Komponenten der Wasserbilanz durch Ökosysteme

- Verdunstung (solarer Antrieb): Evaporation, Transpiration
- Kondensation (Wolken)
- Niederschlag
- ober-/unterirdischer Abfluss
- Zwischenspeicherung
- Grundwasserdargebot



(Millenium Ecosystem Assessment 2005)

Wasserregulation

Ökosystemleistung

Klimaregulation

Abkühlung über Evapotranspiration der Vegetation
Befeuchtung durch Evapotranspiration der Vegetation
Strahlungsreflexion der Vegetation (helle Oberflächen)
Wärmespeicherung und Wärmeabstrahlung (Boden, Vegetation, Trockenmauern)
Abschwächung von Stürmen/Hagel/Kaltluftströme durch Gehölze
Abschwächung von Extremtemperaturen (u. a. Fröste) durch Vegetation

Wasserregulation

Interzeption von Niederschlag an Blatt- und Stammflächen von Reben und Begleitvegetation
Erhöhung der Infiltration durch vertikal grabende Bodentiere (insbes. Regenwürmer) und Wurzelkanäle von Pflanzen
Verminderung des raschen Oberflächenabflusses durch die Vegetationsdecke
Wasserrückhalt/-speicherung im Weinberg durch die Wasseraufnahme der Vegetation
Wasserentzug durch Transpiration der Reben und der Vegetation
Aufnahme und Abbau von Pflanzenschutzmitteln durch Bodenorganismen

Erosionsschutz

Schutz vor Bodenabtrag durch Wind durch (geschlossene) Vegetationsdecke
Schutz vor Bodenabtrag durch Wasser durch (geschlossene) Vegetationsdecke
Schutz vor Verschlammung/Planschwirkung der Regentropfen durch Vegetationsdecke
Bodenstabilisierung durch Pflanzen, Bodentiere/-organismen
Schutz vor großflächiger Sedimentation durch Vegetationsdeckung und Querstrukturen
Verkürzung/Lenkung der Fließstrecken des Oberflächenwassers durch Querstrukturen
Verminderung der Windgeschwindigkeit durch Bäume/Gehölze/Hecken/Reben
Verminderung des Erdrutschrisikos durch Reben und Vegetation/Querstrukturen

Kriterien

Vegetation:

Farbe
Rauhigkeit
Höhe
Dichte, Oberfläche
Angepasstheit

Dichte, Oberfläche
Wurzeldichte/-tiefe
Bodenorganismen
Humus
Angepasstheit

Deckungsgrad
Dichte, Fläche
Wurzeldichte/-tiefe
Cluster, Ausläufer
Querstrukturen am Hang



Ökosystemleistung

Wasserregulation

Funktionen und Prozesse

Interzeption von Niederschlag an Blatt- und Stammflächen von Reben und Begleitvegetation
Erhöhung der Infiltration durch vertikal grabende Bodentiere (insbes. Regenwürmer) und Wurzelkanäle von Pflanzen
Verminderung des raschen Oberflächenabflusses durch die Vegetationsdecke
Wasserrückhalt/-speicherung durch die Wasseraufnahme von Vegetation und Boden
Wasserentzug durch Transpiration der Reben und der Vegetation
Aufnahme und Abbau von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln durch Rhizosphäre und Bodenorganismen

Kriterien

Vegetation:

Pflanzendichte
Blattfläche
Wurzeldichte/-
tiefe
Angepasstheit

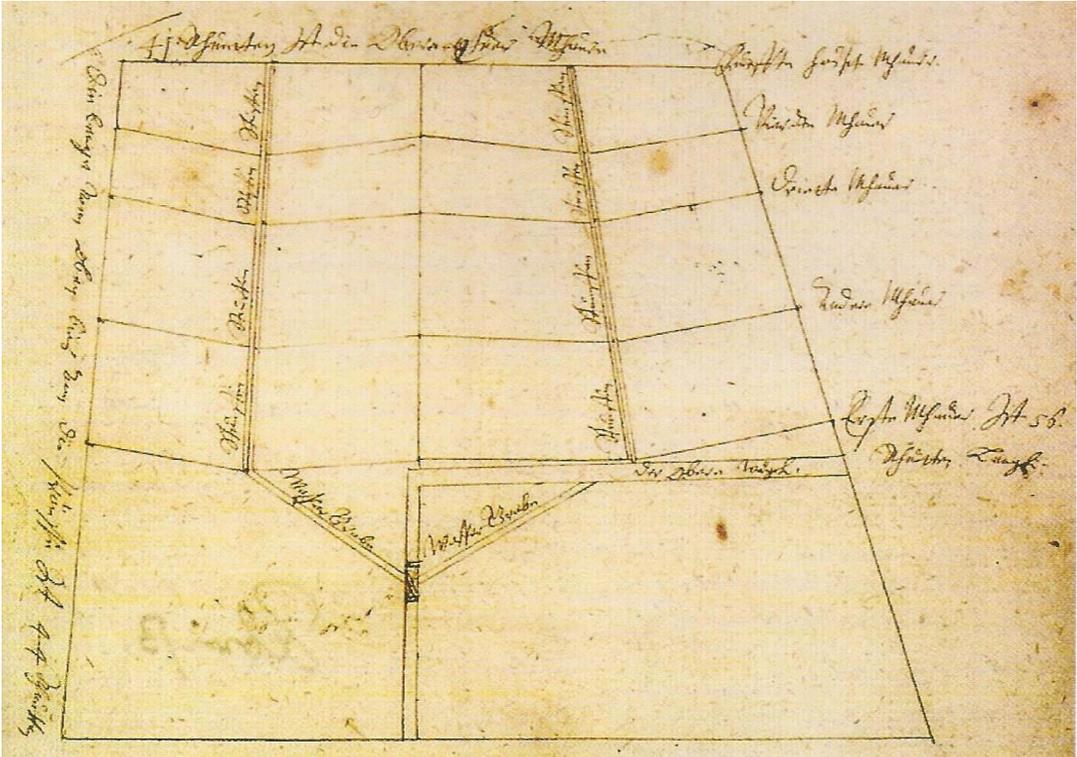
Boden:

Bodenart
Humusaufgabe
Wasserspeicher-
kapazität
Bodentiere
Bodenmikro-
organismen

Historische Wasserregulation



© R. Achtziger



Plan zur Anlage der Weinbergsterrassen in der Hoflößnitz mit Entwässerungssystem, erstellt um 1617 (in Huth 2005, Quelle: Sächsisches Staatsarchiv)

Konold & Petit 2013

© W. Konold

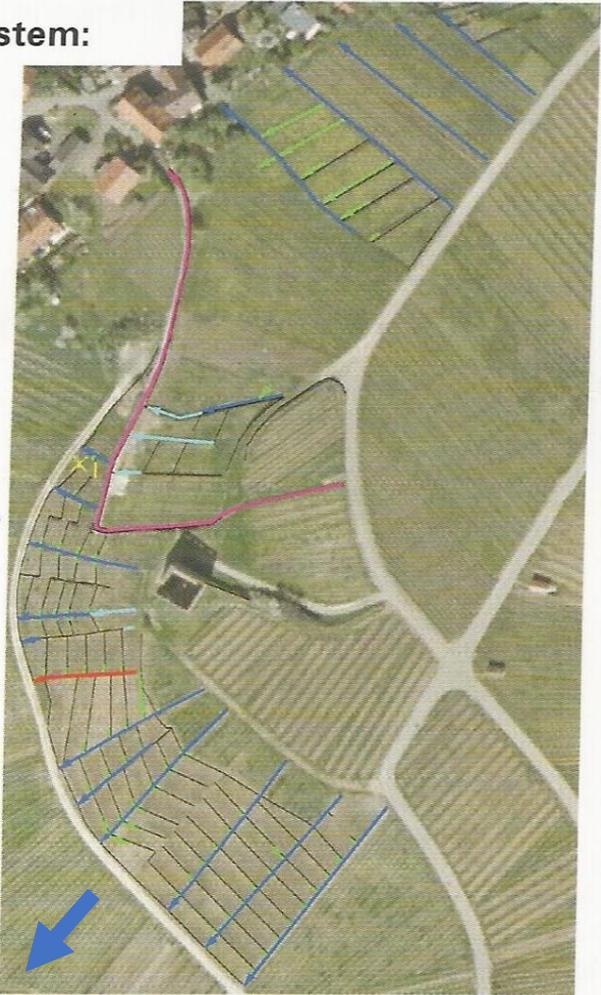
Historische Wasserregulation



Entwässerungssystem: Kernen–Stetten

Legende

- Mauer
- Wasserfall
- Wassertreppe
- Wasserrinne
- Wasserschussrinne
- Fussweg mit WABF**
- Zerstörte Struktur



Entwässerungs-
richtung

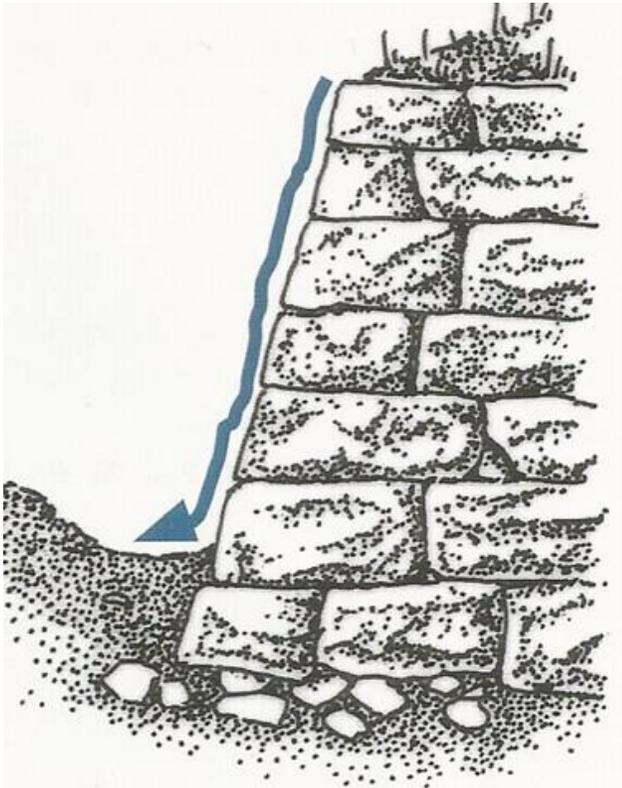
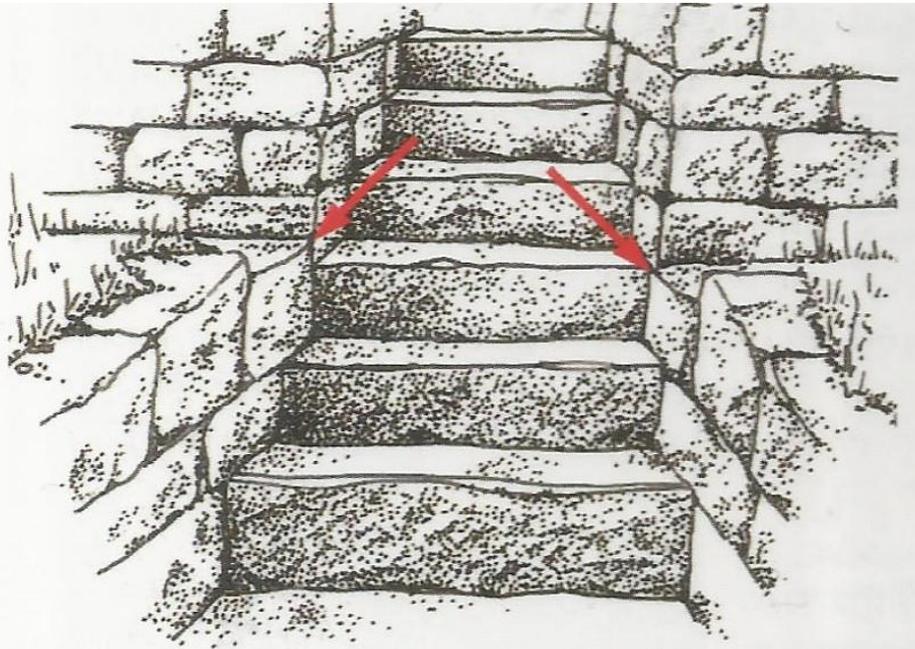
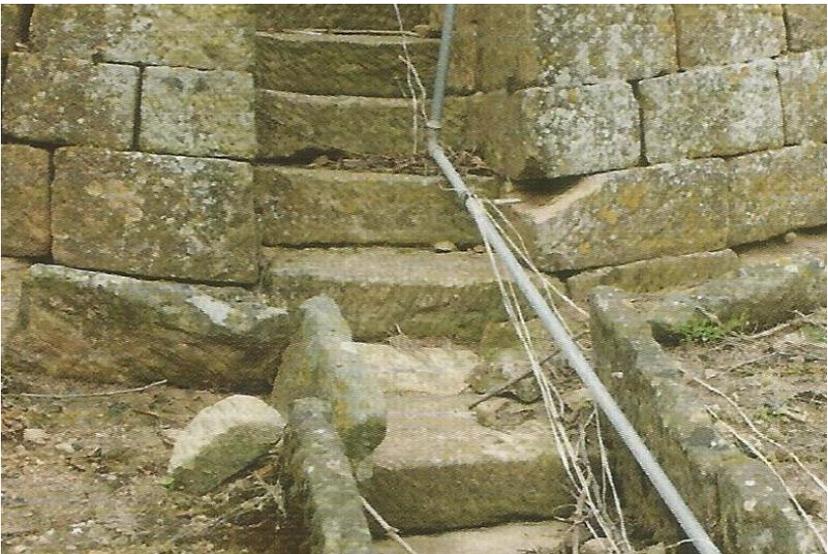
Konold & Petit 2013



Wiederhergestellte Mauern und Treppen
am Goldenen Wagen

© R. Achtziger

Historische Wasserregulation



Sammeln des Mauerabflusses, Zuleitung zu den Treppen

Quellfassung in Trockenmauer

Konold & Petit 2013

© C. Petit

Huth, M. (2005) 400 Jahre Terrassenweinbau im Elbtal. In: Stiftung Weingutmuseum Hoflößnitz (Hg.) Der Sonne am Nächsten. Terrassenweinbau im Elbtal, 9-17

Millenium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and human well-being. Synthesis. Island Press, Washington, DC [<https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>]

Niggli, C. (2012) Der Wasserhaushalt der Weinrebe. Ithaka Journal 1/2012, 71-74 [www.ithaka-journal.net]

Petit, C., Konold, W., Napp, H. (2013) Von Wasserstaffeln und Zwergfurchen – Zum Umgang mit Wasser in historischen Terrassenweinbergen. In: Konold, W., Petit, C. (Red.) Historische Terrassenweinberg. Baugeschichte. Wahrnehmung, Erhaltung. Haupt, Zürich, 119-156