

# Mögliche Nutzung von Ökosystemleistungen zur Anpassung des Weinbaus an den Klimawandel

Zusammengestellt von:

Dr. Barbara Köstner, Dr. Roland Achtziger, Dr. Elke Richert

DAS-Projekt BIODIVina

**Bildungsmodule zur Bedeutung der Biodiversität  
bei der Anpassung des Weinbaus an den Klimawandel  
(67DAS149B)**

Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)  
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen von  
Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel  
(Zuwendung aus dem EKF - Energie- und Klimafonds)

# Anpassungskapazität

Die **Vulnerabilität des Weinbaus in einer Region** gegenüber dem Klimawandel ist neben der Intensität von Klimaänderungen und Auswirkungen auf die Standorte (und möglichen Entwicklungen in anderen Regionen) auch abhängig von der **Anpassungskapazität** von Weinbau und Weinbaubetrieben.

Folgende Punkte sind für die Anpassungskapazität bedeutsam

- Risiken erkennen, Bereitschaft zum Lernen und Handeln
- Verfügbarkeit von Wissen, Praxiserfahrung, Erfahrung durch erlebte Wetterextreme
- Verfügbarkeit von Technologien, natürlichen und finanziellen Ressourcen
- Unterstützung durch institutionelle und rechtliche Rahmenbedingungen

Anpassung  
*ohne spezielle Mittel*



Anpassung  
*mit speziellen Mitteln*

Erhöhung der Robustheit,  
Stärkung der Intaktheit und  
Leistungskapazität des  
bestehenden Systems

„gute/optimierte Praxis“

Förderung von

Bodenfruchtbarkeit

Lebensgemeinschaft

Strukturvielfalt

ausgeglichenem Mikroklima

natürlichem Verdunstungsschutz

Nutzung spezieller Technologien  
und grundsätzlichere Änderung  
des Systems; meist mit  
Investitionen verbunden

„erweiterte/neue Praxis“

Zum Beispiel

Einsatz von Bewässerung

Wetterschutz

Sortenänderung

Standortwechsel

Neue Einkommensquellen



# Übersicht: Klimawandel-relevante regulatorischen Ökosystemleistungen

## Art der Leistungen

### Klimaregulation

### Kohlenstofffixierung

### Wasserregulation

### Erosionsschutz

### Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit

### Schädlings- und Krankheitsregulation

### Bestäubung und Ausbreitung

### Erhaltung der biologischen Vielfalt (Biodiversität)

ÖSD Gruppe	Definition/Beschreibung (nach G & B 2012)	ÖSD und -funktionen/-prozesse in Weinbergsökosystemen/-landschaften (von RA, ER) Wbg. = Weinberg	Weinreben	Pflanzen	Tiere	Mikroorg./Pilze	Rebfläche	Mauern	Böschungen/Säume	Gehölze	Landschaft
II Hydrologische Dienstleistungen	<b>R.2 Klimaregulation</b> Einflüsse auf die Erhaltung natürlicher klimatischer Abläufe und auf die Verminderung von Witterungsextremen	Abkühlung über Evapotranspiration der Vegetation	X	X			X	X	X	X	
		Befeuchtung durch Evapotranspiration der Vegetation	X	X			X	X	X	X	
		Wärmeabstrahlung durch Reflexion der Vegetation (helle Oberfläche)		X			X	X			
		Mikroklimaregulation durch Trockenmauern (Speicherung und Abstrahlung)						X			
		Abschwächung von Stürmen/Hagel/Kaltluftströme durch Gehölze		X						X	
	<b>R.3 Kohlenstofffixierung</b> Entfernung von CO2 aus der Atmosphäre und Verlagerung in Senken	Abschwächung von Extremtemperaturen (u. a. Fröste) durch Vegetation	X	X			X	X	X	X	
		Photosynthese und CO2-Assimilation durch Reben und Vegetation	X	X			X	X	X	X	
		C-Fixierung in Trauben/Wein	X								
		C-Fixierung in Pflanzendecke	X	X			X	X	X	X	
		C-Fixierung im Boden (Wurzeln, Humus, Tierkadaver etc.)		X	X	X	X	X	X	X	
<b>R.5 Wasserregulation</b> Ausgleichende Einflüsse auf den Wasserstand von Flüssen und Seen sowie Höhe, Dauer, Verzögerung bzw. Vermeidung von Hochwasser, Dürren und (Wald-)Bränden, Schutz vor Sturmfluten etc.	Erhöhung der Infiltration durch die Vegetation (Wurzeln)	X	X			X	X	X	X		
	Erhöhung der Infiltration durch vertikal grabende Bodentiere (insbes. Regenwürmer)			X		X	X	X	X		
	Verminderung des raschen Oberflächenabflusses durch Vegetationsdecke		X			X	X	X	X		
	Wasserrückhalt/-speicherung im Weinberg durch die Wasseraufnahme der Vegetation	X	X			X	X	X	X		
	Wasserentzug durch Evapotranspiration der Reben und der Vegetation	X	X			X	X	X	X		
III Pedologische Dienstleistungen	<b>R.7 Erosionsschutz</b> Vermeidungswirkung der Vegetation auf Bodenabtrag, Wind- und Wassererosion, Sedimentation, Verschlammung	Schutz vor Bodenabtrag durch Wind durch (geschlossene) Vegetationsdecke	X	X			X	X	X		
		Schutz vor Bodenabtrag durch Wasser durch (geschlossene) Vegetationsdecke	X	X			X	X	X		
		Schutz vor Verschlammung/Planschwirkung der Regentropfen durch Vegetationsdecke	X	X			X				
		Bodenstabilisierung durch Pflanzen, Bodentiere/-organismen	X	X			X	X	X		
		Schutz vor großflächiger Sedimentation durch Vegetationsdeckung und Querstrukturen	X	X			X	X	X	X	
	<b>R.8 Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit</b> Regeneration der Bodenqualität durch Bodenleben, Bodenbildung und Nährstoffkreislauf	Verkürzung/Lenkung der Fließstrecken des Oberflächenwassers durch Querstrukturen	X	X			X	X	X	X	
		Verminderung der Windgeschwindigkeit durch Bäume/Gehölze/Hecken/Reben	X	X					X	X	X
		Verminderung des Erdrutschrisikos durch Reben und Vegetation/Querstrukturen	X	X			X	X	X	X	
		N-Fixierung durch Leguminosen (Fabaceae)		X			X				
		Nährstofferschließung durch Wurzelexsudate der Pflanzenwurzeln		X			X				
IV Biologische Dienstleistungen (Habitatfunktionen)	<b>R.9 Schädlings- und Krankheitsregulation</b> Mildende Einflüsse auf die Wirksamkeit von Schadorganismen sowie die Ausbreitung von Epidemien	Aufrechterhaltung der Nährstoffkreisläufe durch Pflanzen, Tiere, Mikroben, Pilze	X	X	X	X					
		Streubau/Dekomposition durch Destruenten (Bodentiere, Mikroorganismen, Pilze)	X	X	X	X					
		Mineralisation und Nährstofferschließung durch Bodenorganismen, Mikroben und Pilze	X	X	X	X					
		Bodenbelüftung und -lockerung durch Bodentiere/-organismen		X	X	X					
		Humusbildung/-akkumulation durch Vegetation und Bodenorganismen	X	X	X	X	X	X	X		
	<b>R.10 Bestäubung/Ausbreitung</b> Verbreitung von Pollen und Samen von Wild- und Kulturpflanzen	Bodenbildung durch Bodenmakrofauna und Pflanzen	X	X	X	X	X	X	X		
		Schadstoffabbau/Phytoremediation durch Pflanzen	X			X					
		Fraßkontrolle durch Pflanzeninhaltsstoffe und -strukturen (Haare, feste Gewebe etc.)	X	X			X	X	X	X	
		Biologische Schädlingsbekämpfung durch räuberische Arten und Parasitoide		X			X	X	X	X	
		Natürliche Gegenspieler von Vektoren von Pflanzenkrankheiten		X			X	X	X	X	
<b>R.11 Erhaltung der biologischen Vielfalt (Biodiversität)</b> Erhaltung wild lebender Arten, Nutzpflanzen- und Zuchtterrassen	Erhöhung der Resistenz gegen die Einwanderung gebietsfremder Arten durch Vegetation	X	X			X	X	X	X		
	Nektar-/Blütenpflanzen als Nahrungsquelle für Bestäuberorganismen (insbes. Insekten)	X				X	X	X	X		
	Bestäubung von Pflanzen im Weinberg durch blütenbesuchende Insekten		X			X	X	X	X		
	Bestäubung von Pflanzen in benachbarten Biotopen durch blütenbesuchende Insekten		X			X					
	Samenverbreitung durch Tiere wie Ameisen, Kleinsäuger, Vögel		X			X	X	X	X		
	Habitat-/Strukturen im Weinberg als Lebensraum wildlebender Pflanzen- und Tierarten					X	X	X	X		
	Habitat-/Strukturen im Weinberg als Lebensraum xerothermer Pflanzen- und Tierarten					X	X				
	Mauern als Sekundärbiotope für Fels(spalten)besiedler (Pflanzen, Tiere)					X					
	Pflanzenarten im Weinberg als Nährpflanzen für pflanzenfressende Tiere (u. a. Insekten)	X				X	X	X	X		
	(ehern.) Weinberge als Bereiche mit alten, autochthonen Sorten/Reben	X					X				
Weinberge als Elemente des Biotopverbunds (meist benachbart zu Streuobst, Wald etc.)					X	X	X	X			

- Reben
- Pflanzen allg.
- Tiere
- Mikroben/Pilze
- Rebfläche
- Mauern
- Böschung/Saum
- Gehölze
- Landschaft

# Übersicht: Nutzung von Ökosystemleistungen zur Klimaanpassung

## Ökosystemleistung

## Funktionen und Prozesse

## Kriterien

### Klimaregulation

Abkühlung über Evapotranspiration der Vegetation
Befeuchtung durch Evapotranspiration der Vegetation
Wärmeabstrahlung durch Reflexion der Vegetation (helle Oberfläche)
Temperaturregulation durch Trockenmauern (Speicherung und Abstrahlung)
Abschwächung von Stürmen/Hagel/Kaltluftströme durch Gehölze
Abschwächung von Extremtemperaturen (u. a. Fröste) durch Vegetation

### Vegetation:

Farbe  
Rauhigkeit  
Höhe  
Dichte, Oberfläche  
Angepasstheit

### Wasserregulation

Erhöhung der Interzeption (Blattfläche) und Infiltration (Wurzeln)
Erhöhung der Infiltration durch vertikal grabende Bodentiere (insbes. Regenwürmer)
Verminderung des raschen Oberflächenabflusses durch Vegetationsdecke
Wasserrückhalt/-speicherung im Weinberg durch die Wasseraufnahme der Vegetation
Wasserentzug durch Transpiration der Reben und der Vegetation

Dichte, Oberfläche  
Wurzeldichte/-tiefe  
Bodenorganismen  
Humus  
Angepasstheit

### 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

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

# Einflüsse auf Gelände- und Mikroklima

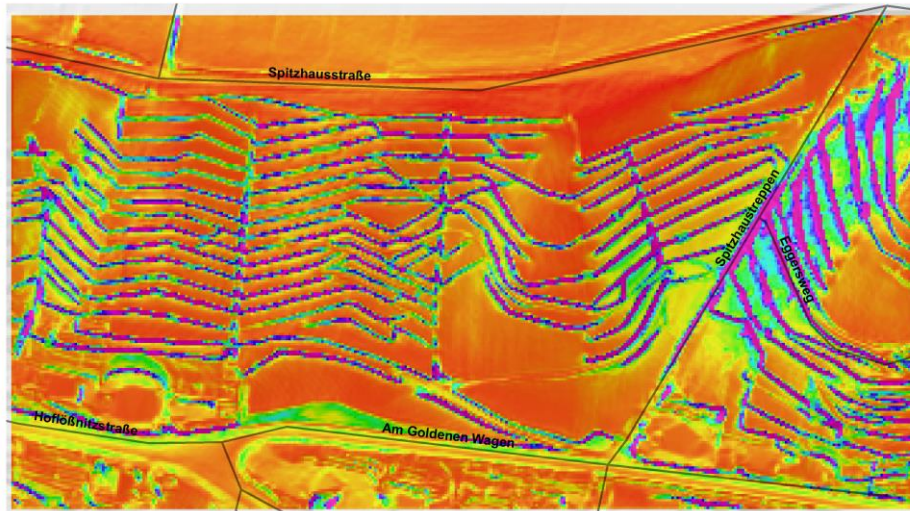
**Nicht beeinflussbar:** Lage, Hangneigung und Exposition

**Beeinflussbar:**

- Reflektivität (Albedo): Helle Farben des Untergrundes > hohe Reflexion, dunkle Farben > niedrigere Reflexion, stärkere Erwärmung des Untergrundes;
- Rauigkeit, Gehölze im Gelände > stärkere atmosphärische Durchmischung, Turbulenz, Luftmassenaustausch
- Effekte der Umgebung: Waldgebiete wirken im Sommer kühlend > Strahlungsabsorption und Verdunstungskühlung > Konvektion > Wind

Auch für die  
**Bodenvegetation** gilt:  
**Heterogenität** des  
Geländes beachten –  
keine pauschalen  
Lösungen

Sonneneinstrahlung (direkt + diffus) [kWh/m<sup>2</sup>]  
für die Lage Goldener Wagen am 21.06. für einen klaren Tag



# Beispiele für Einflüsse der Vegetation auf das Mikroklima im Weinberg

## Steuerung von Energie- und Wasserhaushalt allgemein

- **Reflexion von Oberflächen**  
abhängig von Farbe, Behaarung, Deckungsgrad, Höhe von Begleitpflanzen
- **Verdunstungskühlung**  
Transpiration der Pflanzen > abhängig von Blattfläche, Durchwurzelungsgrad, Wurzeltiefe, Bodenwasserverfügbarkeit, artspezifische Blattphysiologie  
Bodenverdunstung > abhängig von Bodentemperatur, Bodenwasserverfügbarkeit, Bodenbedeckung

## Synergien von Weinreben und Bodenvegetation

- **Weinreben: Verdunstungskühlung durch Transpiration**
- **Bodenvegetation:**  
Reduzierte Transpiration von an Trockenheit angepassten Arten  
Beitrag zur Regulation des Strahlungs- und Energiehaushaltes  
Beitrag zur Reduktion der Erosion, Verbesserung der Wasserinfiltration



# Beispiele für gut angepasste Bodenvegetation in Steillagen



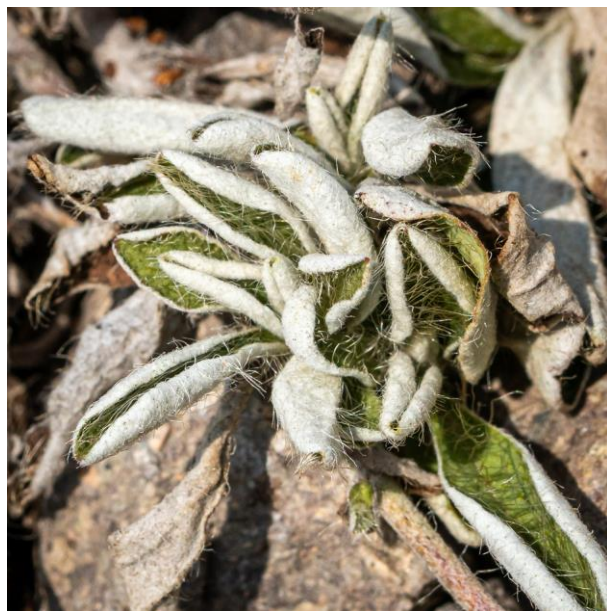
Möglichst hohe Bodendeckung, Cluster, Ausläufer niedriger Wuchs, an Trockenheit angepasste Arten



## Beispiel für eine angepasste Art: Kleines Habichtskraut (*Pilosella officinarum*)



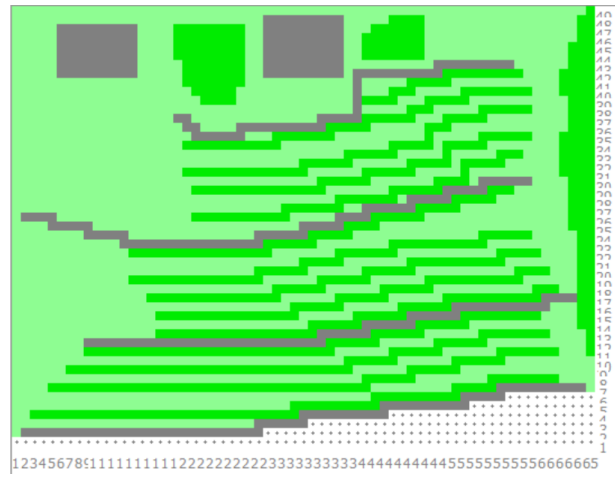
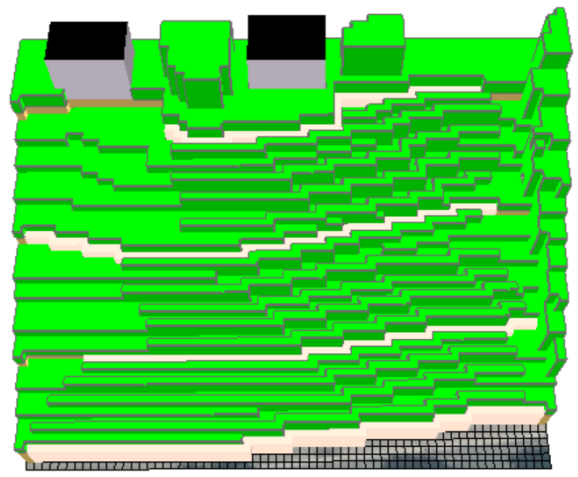
Reduktion von Einstrahlung, Erwärmung und Verdunstung bei Trockenheit:  
Behaarte Blätter  
Blätter unten weißfilzig,  
niedriger Wuchs,  
Rosettenpflanze,  
kein Tiefwurzler (!)



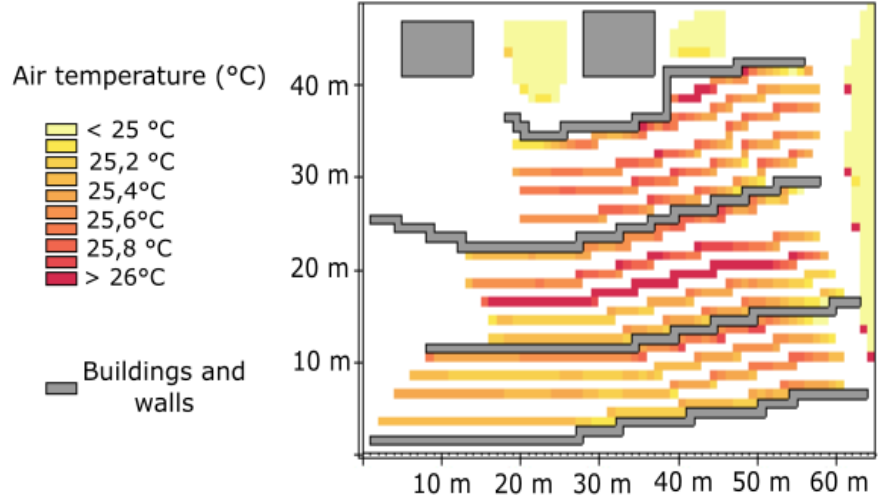
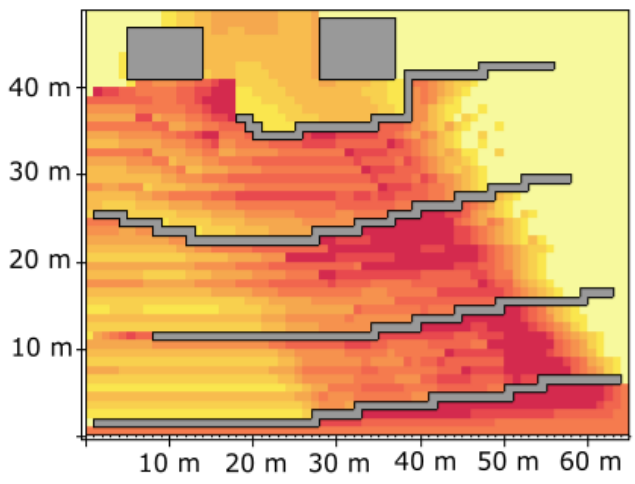
Höhere Wasserinfiltration,  
Reduktion des Oberflächenabflusses  
Erosionsschutz,  
Bodenverbesserung

# Quantifizierung von Vegetationseinflüssen im Weinberg

Untersuchung mit dem dreidimensionalen Stadtklimamodell EnviMet am Kleinen Friedstein.



Simulation der Lufttemperatur und Blattemperatur für 18.07.2019, 13:00



## Klimawandel

### Klimaänderungen

### Auswirkungen

#### Temperatur

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

- ↗ Sonnenbrand
- ↗ Hitzestress
- ↗ Verfrühung  
phänolog. Phasen
- ↗ Spätfrostgefahr
- ↗ neue Krankheiten
- ↗ neue Schädlinge

#### Wasser

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

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

#### Kohlenstoff / CO<sub>2</sub>

- ↘ CO<sub>2</sub>-Konzentration

- ↘ weiteres C/N-Verh.
- ↗? Schädlinge

## Weinberg/Reben













## Ökosystemleistungen

- ← Klimaregulation
- ← Schädlingskontrolle
- ← Wasserhaushalt
- ← Erosionsschutz
- ← Bodenfruchtbarkeit

## Biodiversität

### Ökosystemprozesse

-  
-  
-  
-  
-  

- Fortsetzung der Fertigstellung von Bildungsmodulen
- Vorbereitung einer eigenen Projekt-Webseite
- Fortsetzung und Erweiterung der Kontakte – Vorträge, Workshops, Ausstellung, ...
- **BIODIVina2 ?**
  - Die Bodenvegetation der eigenen Weinberge beurteilen können
  - Beschreibung und Bewertung einzelner Standorte

*Auf der Suche nach der angepassten Vegetation*  
Wir machen weiter



In Vorbereitung: [www.biodivina.de](http://www.biodivina.de)



Geoportal Sachsen (2016a): Downloadbereich DOP - sachsen.de.

Geoportal Sachsen (2016b): Downloadbereich DGM1—Sachsen.de

URL: <http://www.geodaten.sachsen.de/downloadbereich-dgm1-4166.html>.

Noirault, A., Achtziger, R., Richert, E., Goldberg, V. & Köstner, B. (2020): Modelling the microclimate of a Saxonian terraced vineyard with ENVI-met. *Freiberg Ecology online* 7: 21-41. (URL: [https://tu-freiberg.de/sites/default/files/media/institut-fuer-biowissenschaften-10447/ag\\_biologie/FECO/feco\\_7\\_pp21-41\\_noirault\\_et\\_al\\_envi-met\\_publ\\_2020-12-18.pdf](https://tu-freiberg.de/sites/default/files/media/institut-fuer-biowissenschaften-10447/ag_biologie/FECO/feco_7_pp21-41_noirault_et_al_envi-met_publ_2020-12-18.pdf))

Bildnachweise: © Roland Achtziger, Barbara Köstner