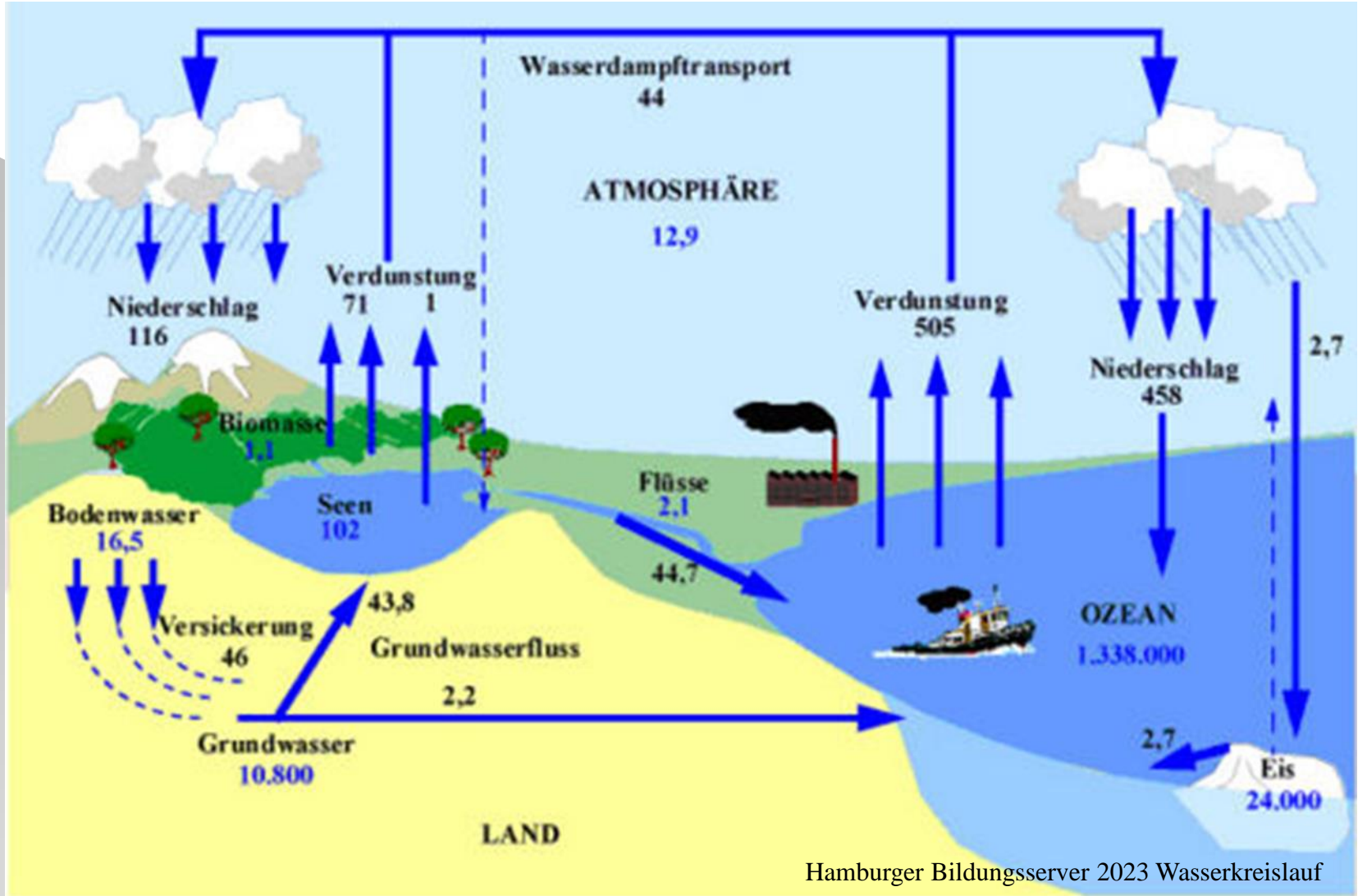


# Naturngemäße Bewirtschaftung des Privatwaldbetriebes Kalebsberg – gestern, heute und morgen und die Revitalisierung eines intakten Wasserkreislaufes im Wald

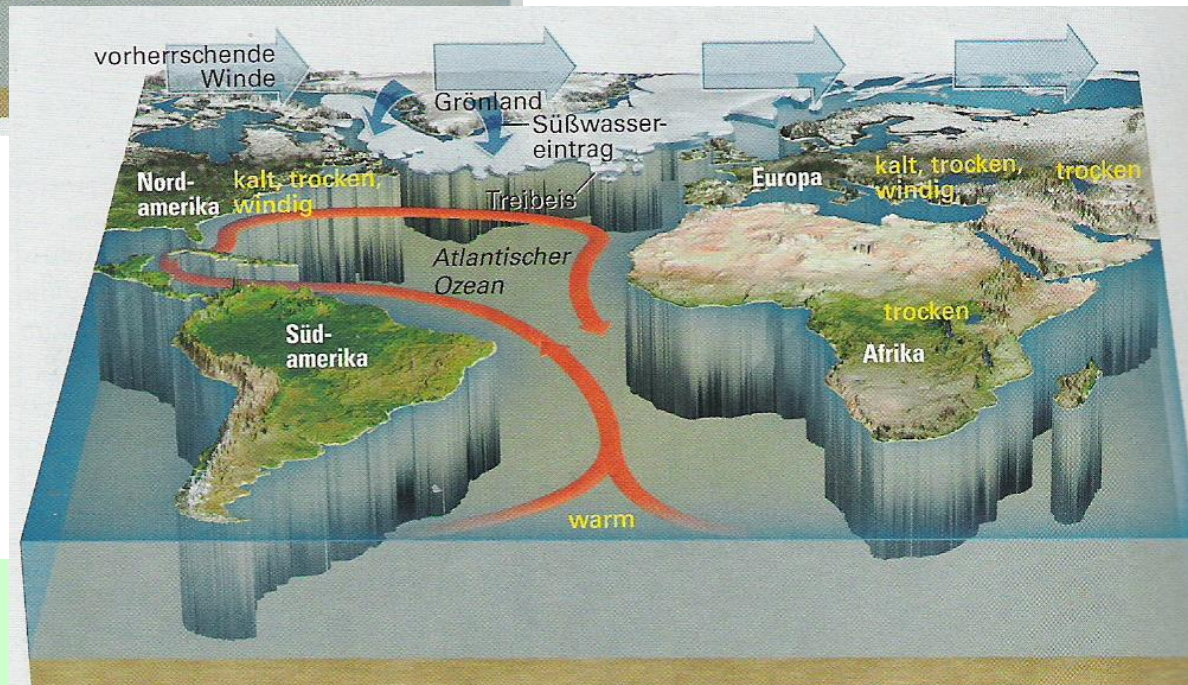
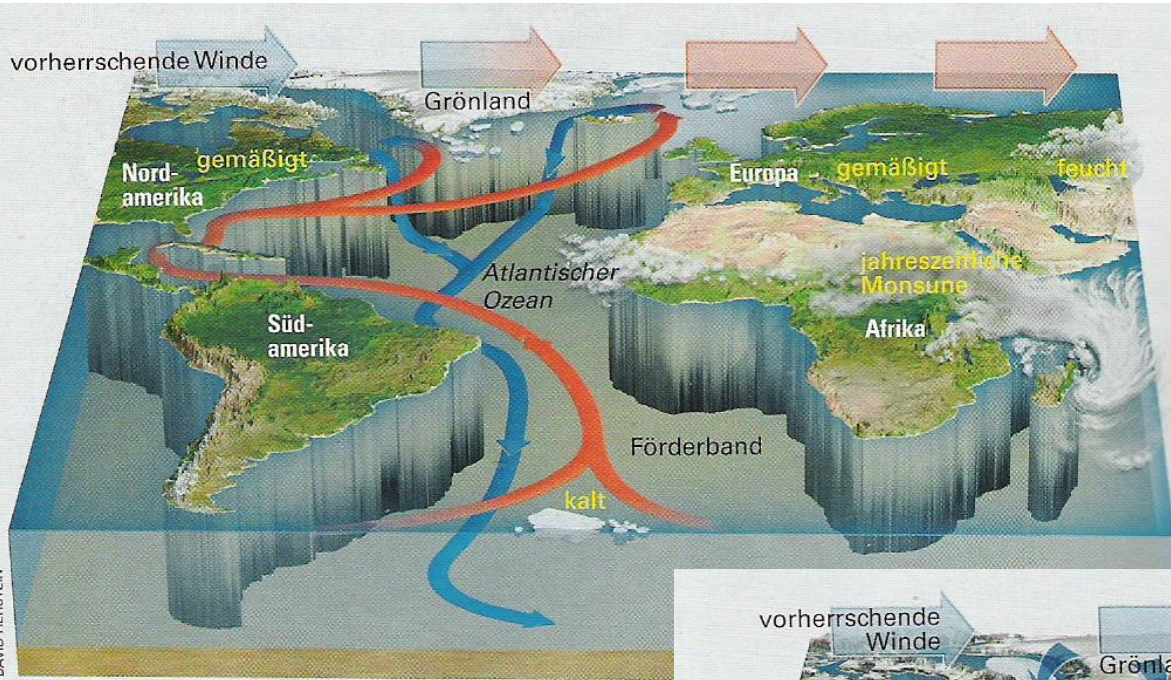
1. Wasserkreislauf und Klimawandel
2. Wald-Ökosystemfunktionen und die Dauerwaldidee
3. Entwicklung eines klimaplastischen Dauerwaldes
4. Geobotanische Überlegungen zur Risikostreuung



Hamburger Bildungsserver 2023 Wasserkreislauf

Der globale Wasserkreislauf: Reservoirs (blaue Ziffern) in 1.000 km<sup>3</sup>, Flüsse in 1.000 km<sup>3</sup>/Jahr (schwarze Ziffern)

# Veränderte Temperaturströmungen im Atlantischen Ozean und an der Erdoberfläche als Folge verstärkter Abschmelzprozesse



## Mögliche Klimaentwicklung für Mitteleuropa Prognose 2008

- mindestens 30 Tage weniger Frost je Jahr
- Anzahl der Hitzetage über 30°C ebenfalls mehr als 30 Tage je Jahr
- Anzahl der Tage mit Niederschlägen über 20 mm/Tag steigt deutlich
- Möglicherweise Verdoppelung der Tage mit Starkniederschlägen
- Zunahme extremer Hochwasserereignisse
- Zunahme länger anhaltender sommerlicher Trockenperioden

### **Fazit:**

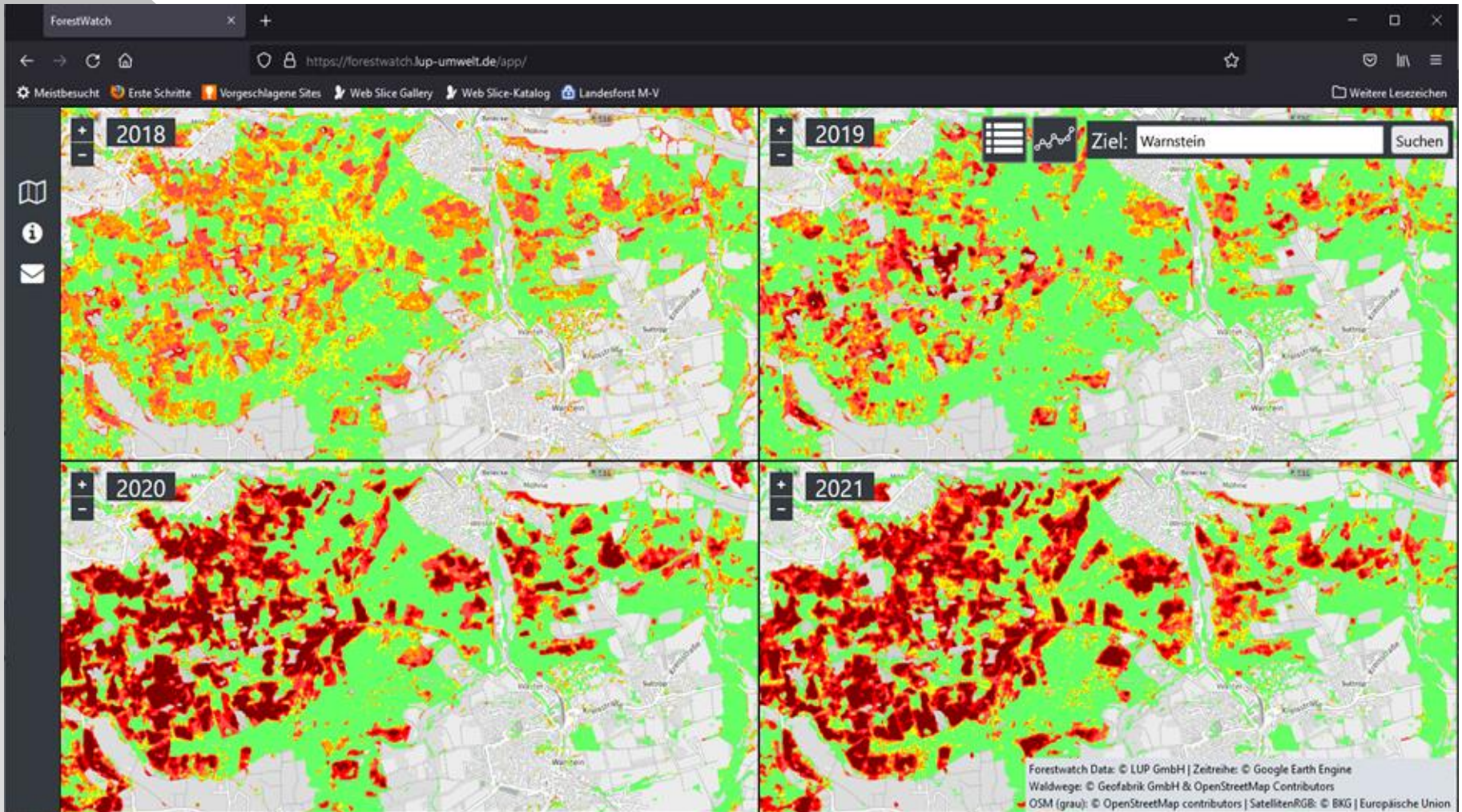
weniger Frost

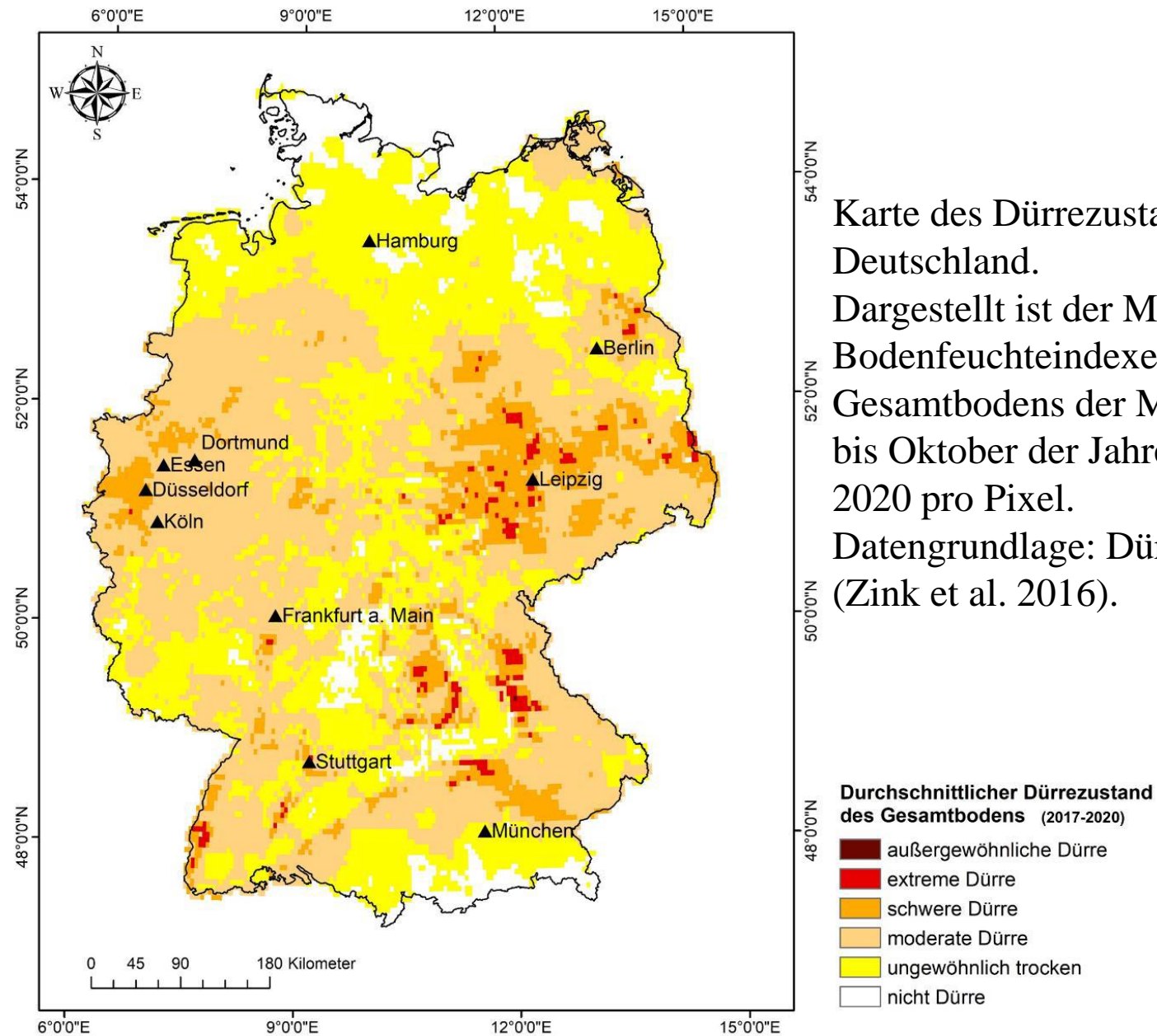
längere Trockenperioden

extremere Niederschläge

Zunahme von Stürmen und eventuell auch von Tornados

# Vitalitätsentwicklung bei konventioneller Forstwirtschaft in der Umgebung von Warstein

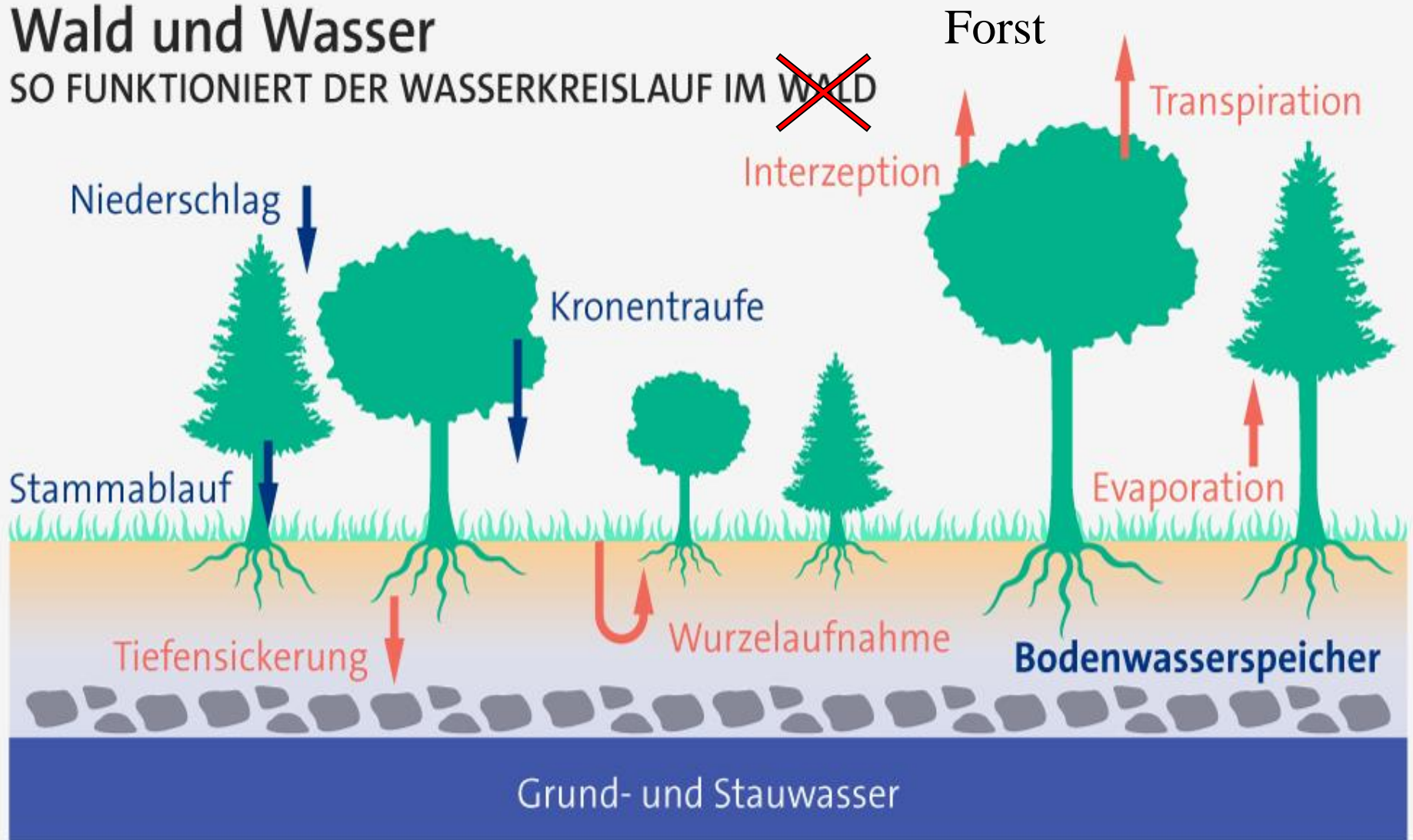




Karte des Dürrezustandes in Deutschland. Dargestellt ist der Mittelwert des Bodenfeuchteindex des Gesamtbodens der Monate April bis Oktober der Jahre 2017 bis 2020 pro Pixel. Datengrundlage: Dürremonitor (Zink et al. 2016).


# Wald und Wasser

SO FUNKTIONIERT DER WASSERKREISLAUF IM WALD



Quelle: Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft | Grafik: BR

Wie funktioniert das Waldökosystem?



Wie funktioniert das  
Waldökosystem und  
wie funktioniert ein  
intakter  
Wasserkreislauf im  
Wald?





**Funktionale Landschaftsanalyse im Albert  
Rothschild Wildnisgebiet Rothwald**

Endbericht - Jänner 2004



Was funktioniert im Rothwald anders?



Rothwald 2023

Thema 2: Wald-Ökosystemfunktionen und die Dauerwaldidee



Rothwald 2023

Thema 2: Wald-Ökosystemfunktionen und die Dauerwaldidee



Rothwald 2023

Thema 2: Wald-Ökosystemfunktionen und die Dauerwaldidee



Rothwald 2023

**Thema 2: Wald-Ökosystemfunktionen und die Dauerwaldidee**



Rothwald 2023

Thema 2: Wald-Ökosystemfunktionen und die Dauerwaldidee



Rothwald 2023

Thema 2: Wald-Ökosystemfunktionen und die Dauerwaldidee





Rothwald 2023

Der Kernbereich des „Wildnisgebiets Albert Rothschild“, nämlich der Kleine und der Große Urwald, stellen einzigartige Standorte dar. Sie bilden für die Forschung, aber auch für eine zukünftige nachhaltige Land- und Forstwirtschaft, durch ihren kurzgeschlossenen Wasserhaushalt und die minimierten Stoffflüsse unverzichtbare Referenzgebiete. Der **kurzgeschlossene Wasserkreislauf, bei gleichzeitig ortskonservativen Stoffkreisläufen**, konnte durch die Messungen bestätigt werden. Durch die erhebliche Evapotranspiration des Naturwaldes wird **Wasser dauernd gereinigt und das lokale Klima maßgeblich bestimmt**. Stoffliche Emissionen durch überhitzte Landschaften kommen hier nicht vor. Die hohe **Verdunstungsfähigkeit des Urwalds beträgt etwa das 5-8 fache (!) des sonst üblichen Wasserdampfumsatzes** in der Atmosphäre. Bei einem wassergekühlten Boden und vorhandenem bodennahen Wasserdampf wird der **Transport der Treibhausgase in die Troposphäre gemindert**. Damit stellt der Urwald ein letztes, weitgehend stoffgeschlossenes System mit geringen Alterungseigenschaften dar, das **über die Prozesse des Wasser- bzw. des Stoffhaushalts Vorbildfunktion für die intelligentere Bewirtschaftung von Nutzflächen** aufweist. Die Priorität von Temperatúrausgleich und Kühlung durch die Evapotranspiration eines lokalen Wasserkreislaufs **sollte in den Planungen von Land-, Forst- und Siedlungswasserwirtschaft raschest umgesetzt werden**.

Auszüge aus Endbericht Landschaftsanalyse Rothwald 2004 Prof. Dr. W. Ripl et.al.

Wildnisgebiet Rothwald

Legende



Was funktioniert im Rothwald anders?

Google Earth

Image © 2023 CNES / Airbus



100 m

**Die Identifizierung und Erfassung der systemischen Funktionalität basiert auf dem wissenschaftlichen Konzept der „funktionalen Landschaftsanalyse“,** (Prof.Dr.W.Ripl et al., 2004; Funktionale Landschaftsanalyse im Wildnisgebiet Rothwald – Endbericht).

Anhand dieser Analyse zeigt sich, dass die systemische Funktionalität der Wald- und /oder Forstökosysteme auf den existenziell wichtigsten Ökosystemfunktionen des Waldes fußt.

Unverzichtbar für die Funktionalität der Wald- und Forstökosysteme sind die Waldökosystemfunktionen:

**optimale Kühlung,**  
**vitale Photosynthese,**  
**hohe Biodiversität**  
**stetige Stoffspeicherung**

**Die Funktionsfähigkeiten dieser unverzichtbaren Waldökosystemfunktionen werden von der Art und Weise der Waldbehandlung wesentlich beeinflusst.**

Der direkte Zusammenhang zwischen der Art und Weise der Waldbehandlung und der Funktionalität des Waldökosystems, spiegelt sich in einer unterschiedlichen **Resistenz** und **Resilienz** der jeweiligen Wald- und Forstflächen wider.

# Optimale Kühlung

durch struktur- und totholzreiche, vertikal und horizontal geschichtete Wälder auf intakten Waldböden mit kurz geschlossenen Stoff- und Wasserkreisläufen



# Vitale Photosynthese

durch intensive Blattschichtung im gesamten Lichtraum in Wäldern mit gemischten Stockwerksaufbau und Nachwuchsdynamik



# Hohe Biodiversität

durch eine mannigfaltige Struktur- und Artenvielfalt aufgrund der Komplexität von aktuell möglichen dauerhaften Wald-Gesellschaften



Forstbetrieb Kalebsberg, Foto Thomas Grundner 2021

# Stetige Stoffspeicherung

durch gemischte, strukturreiche und dauerhafte Wälder mit hohen Anteilen der Reife,- Alterungs- und Zerfallsphase aller Baumarten auf intakten Waldböden





# Die naturgemäße Dauerwaldbewirtschaftung der ANW garantiert die **überlebensnotwendigen Wald-Ökosystemfunktionen**

## **Optimale Kühlung**

- struktur- und totholzreiche, vertikal und horizontal geschichtete naturgemäße Dauerwälder auf intakten Waldböden

## **Vitale Photosynthese**

- intensiv gemischter Stockwerksaufbau;
- intensive Blatt- und Chlorophyllschichtung im gesamten Lichtraum;
- permanente, intakte und gemischte Naturverjüngungsdynamik;
- dauerhafte Struktur und Mischung

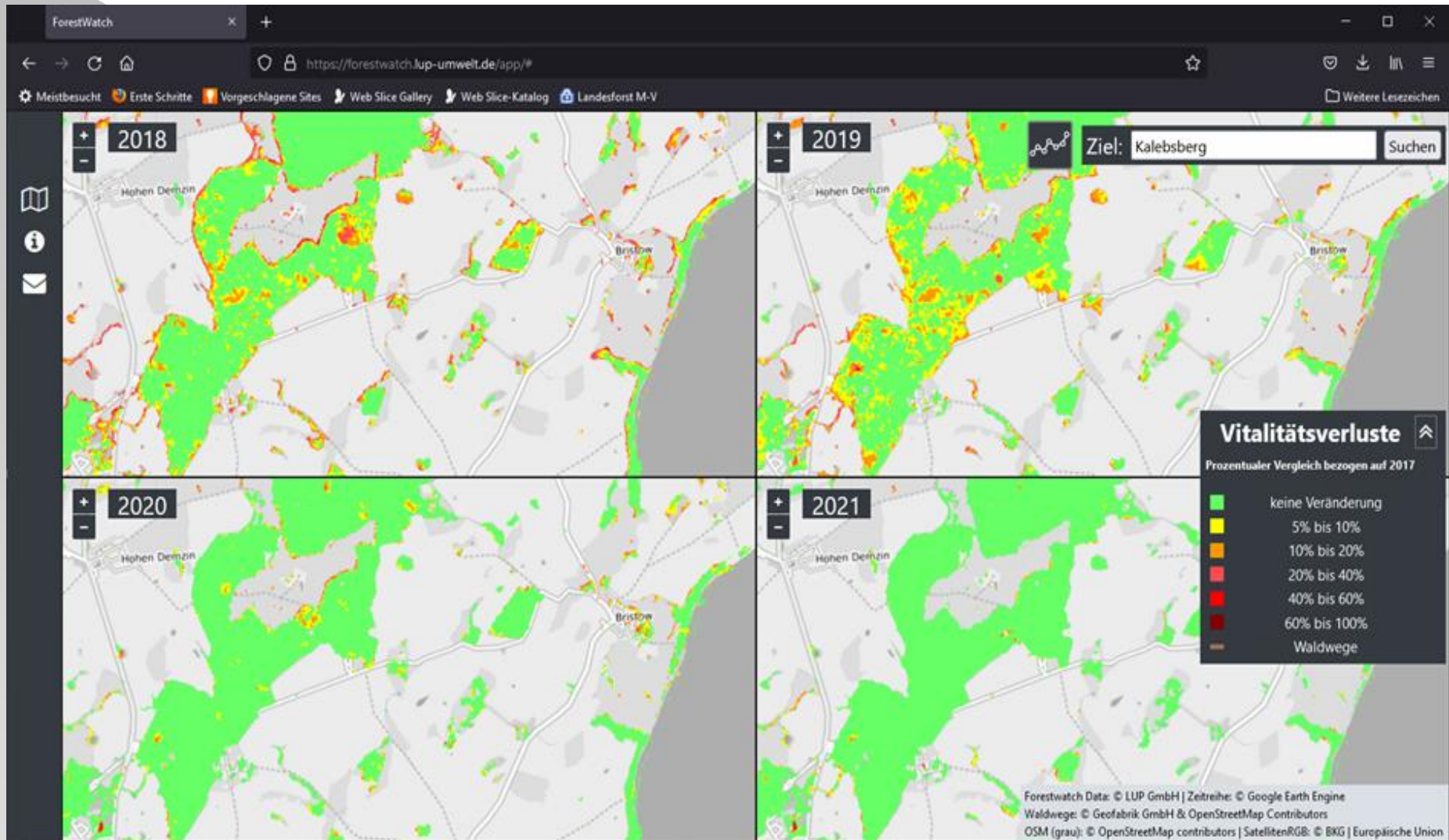
## **Hohe Biodiversität**

- hohe Gesamtdiversität mit mannigfaltiger Struktur- und Artenvielfalt;
- strukturelle Komplexität;
- standörtlich und klimatisch aktuell mögliche natürliche Dauerwald-Gesellschaften

## **Stetige Stoffspeicherung**

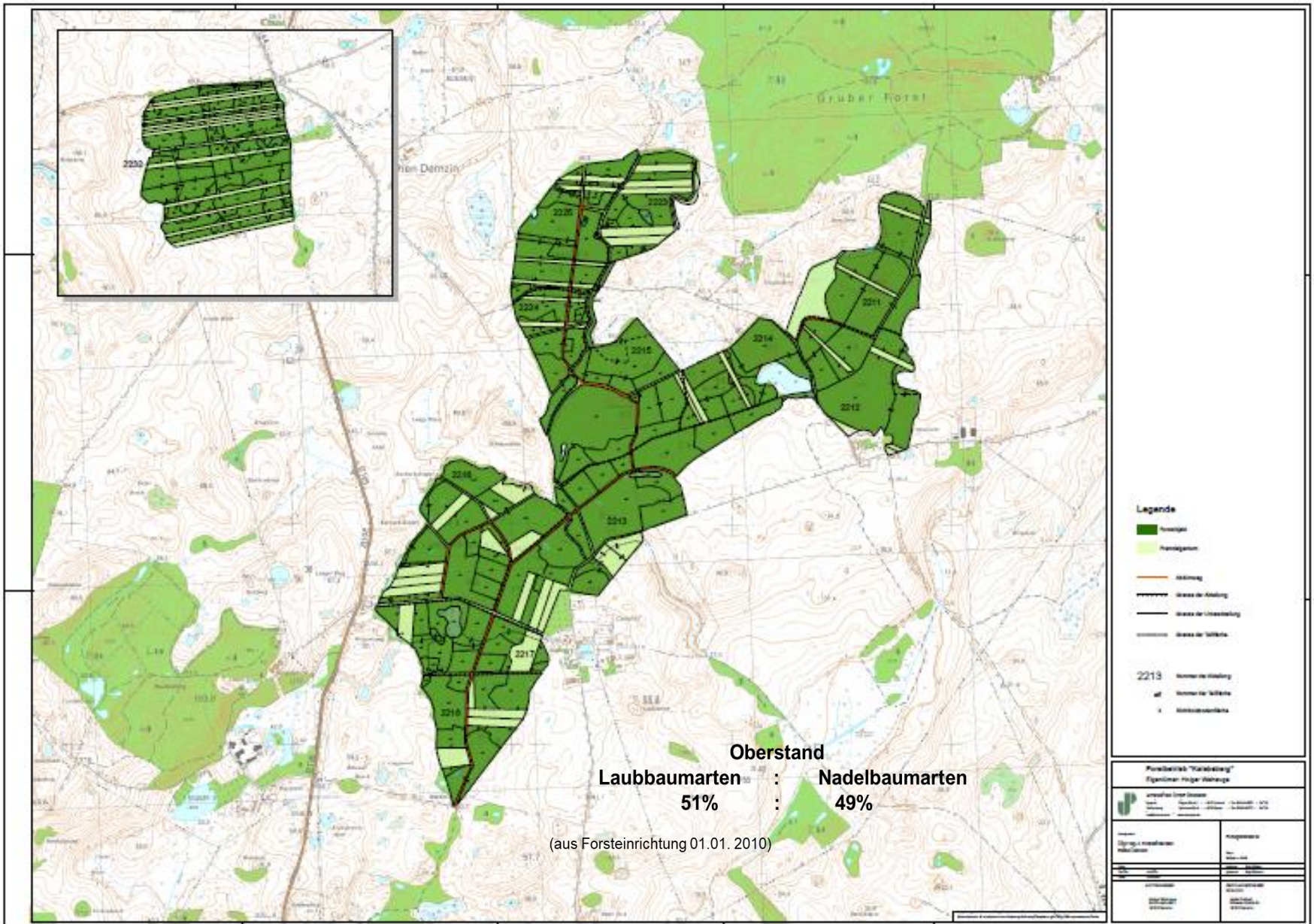
- vielschichtige naturgemäße Dauerwälder mit allen Waldentwicklungsphasen auf intakten Waldböden;
- relativ hohe Anteile der Reife,- Alterungs- und Zerfallsphase aller Baumarten;
- ständige Bodenbedeckung;
- optimale Baumartenmischung

# Vitalitätsentwicklung bei klimaplastischer naturgemäßer Dauerwaldbewirtschaftung südlich von Teterow





Thema 3: Entwicklung eines klimaplastischen Dauerwaldes

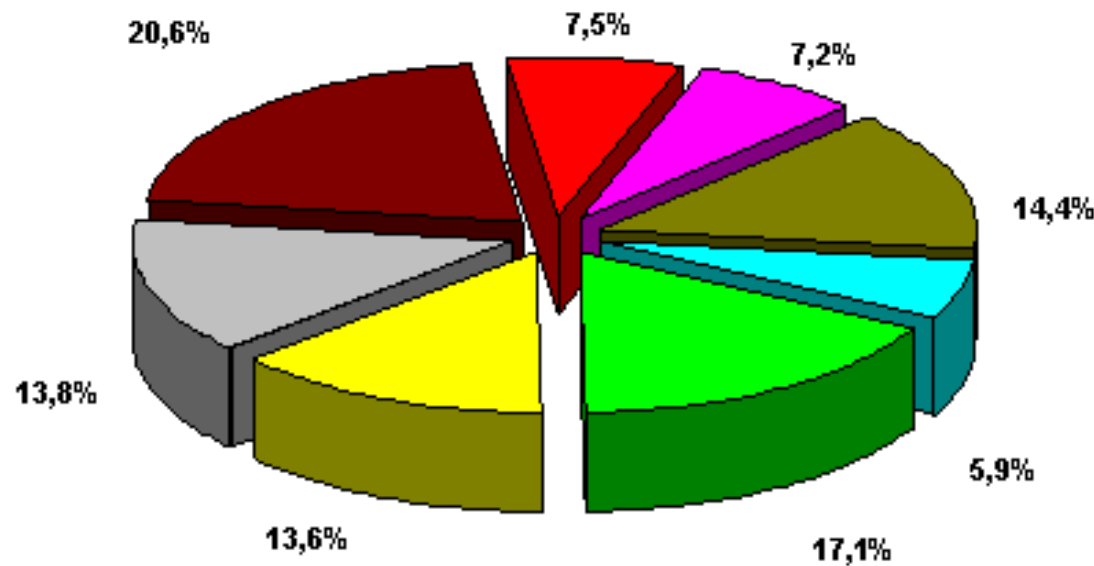


### Thema 3: Entwicklung eines klimaplastischen Dauerwaldes

## Oberstand

**Laubbaumarten : Nadelbaumarten**  
**51% : 49%**

(aus Forsteinrichtung 01.01. 2010)

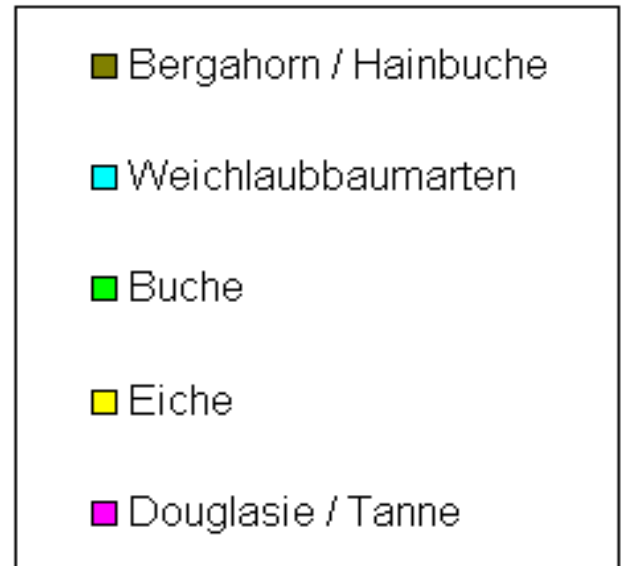
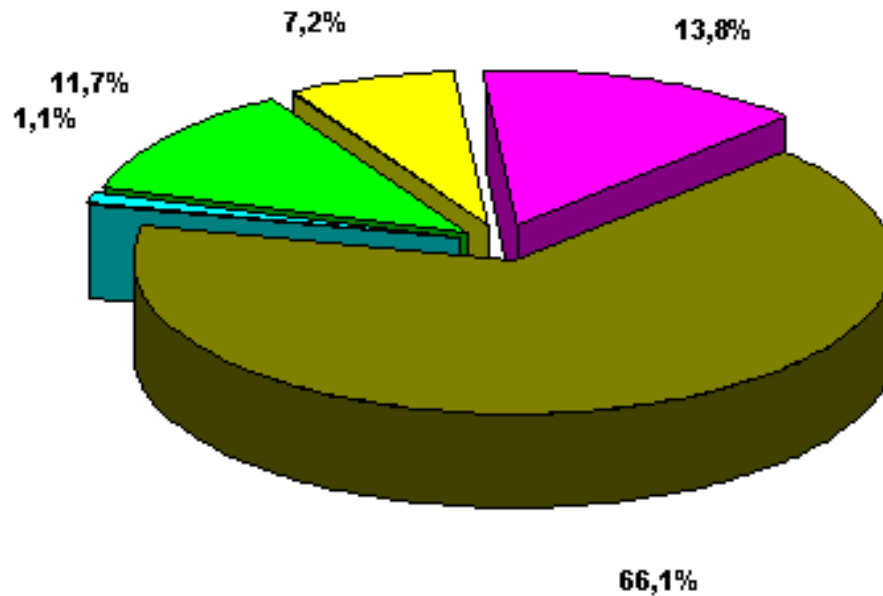


- Hartlaubbaumarten
- Weichlaubbaumarten
- Buche
- Eiche
- Fichte
- Kiefer
- Lärche
- Douglasie / Weißtanne

## Unterstand

(zwei- und mehrschichtig auf über 80% der Gesamtfläche)

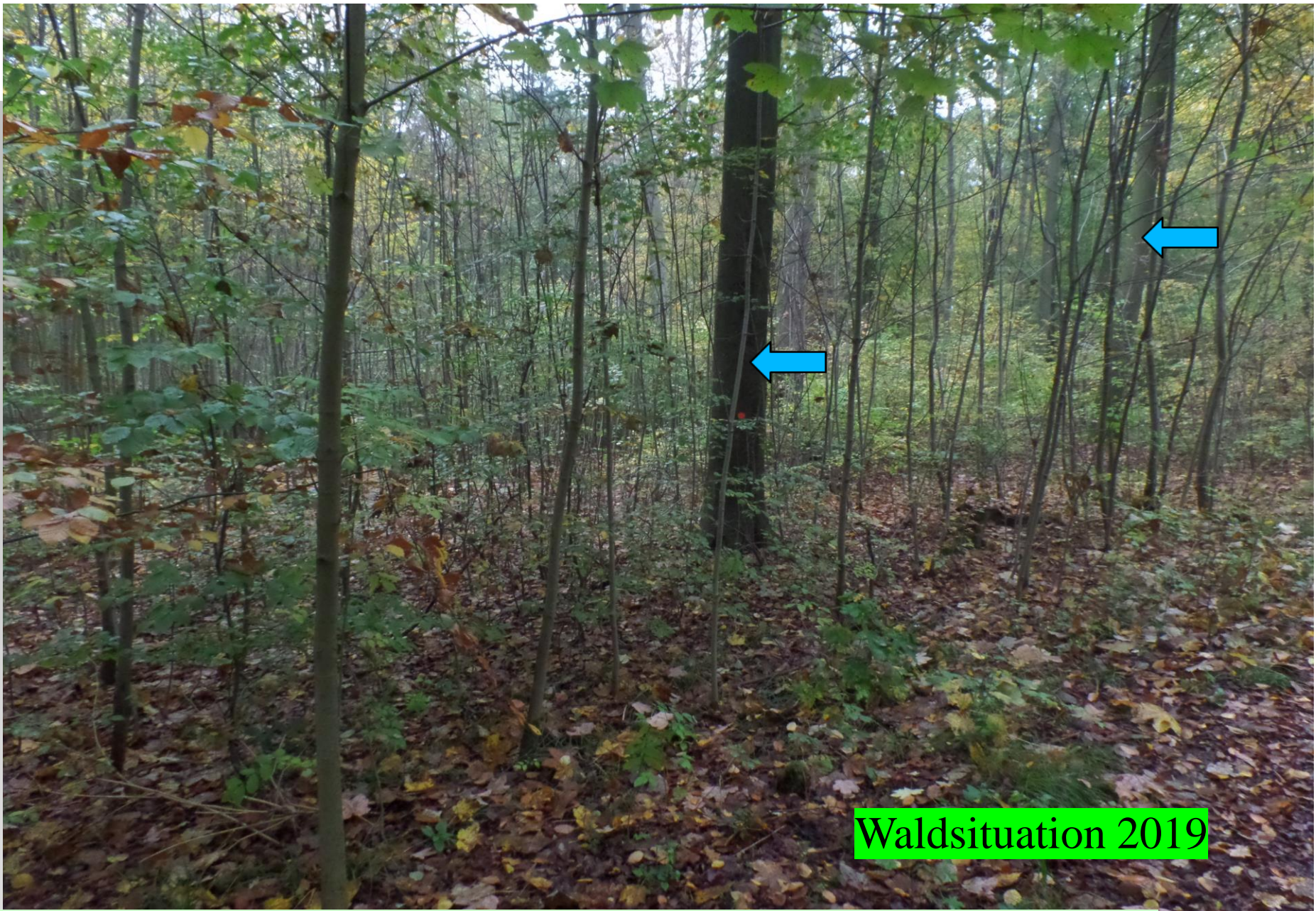
(aktueller Zustand 2022)





Waldsituation 2008

Thema 3: Entwicklung eines klimaplastischen Dauerwaldes



Thema 3: Entwicklung eines klimaplastischen Dauerwaldes





**Thema 3: Entwicklung eines klimaplastischen Dauerwaldes**



Waldsituation 2008

**Thema 3: Entwicklung eines klimaplastischen Dauerwaldes**



Waldsituation 2019

**Thema 3: Entwicklung eines klimaplastischen Dauerwaldes**



Thema 3: Entwicklung eines klimaplastischen Dauerwaldes



Waldsituation 2019

**Thema 3: Entwicklung eines klimaplastischen Dauerwaldes**



Waldsituation 2019

Thema 3: Entwicklung eines klimaplastischen Dauerwaldes

1. **Jagdliches Management** - kurzfristige Herstellung ökologisch verträglicher Schalenwildbestände, **Intervalljagd und „Duftreusenkonzept“**
2. **Dauerwaldaufbau** - **"Struktur vor Hieb"**, Strukturdurchforstung, Höhen- und Durchmesserstreuung, Minoritätenschutz, stetige Dauerwaldbedeckung, arten- und strukturreiche Mischbestände, **"harmonisches Spiel von Licht und Schatten"**, Entnahmelücken < 0,3 ha und max. eine Baumlänge des Oberstandes, Beachtung der Wirkungsweisen von **Komplementarität und Fazilitation**
3. **Bodenschutzkonzept** - **Wiederherstellung und Schutz der ungestörten Bodenlebewelt** (Edaphon) durch Befahrungsm minimierung, bodenschonende Befahrungslinien mit einem 80 -120 m Gassenabstand, Ziel: ca. 1 ha unbefahrene Kreisfläche, Bodendruck durch Befahrung max. 0,4 -0,5 kg/cm<sup>2</sup>
4. **Urwaldmechanismen** – **„Giganten- und Starktotholzkonzept“**, permanent eine 10 bis 30% ige **Reife,- Alterungs- und Zerfallsphase vorhalten**, Etablierung aller Waldentwicklungsphasen, es entstehen damit ein Biodiversitätsschub und zahlreiche positive Rückkoppel effekte auf die Artenvielfalt und Resilienz,

# 1. Jagdliches Management mittels "Duftreusenkonzept"

A photograph of a forest with a green tarp used as a hunting blind. The forest has many trees with green and yellowing leaves, suggesting autumn. The tarp is hung between two trees, and a person is visible inside it. The text "Jagdstrategie" is overlaid on the image in a green box.

Jagdstrategie





# Jagdablauf



Jagd Januar 2016

Thema 3: Entwicklung eines klimaplastischen Dauerwaldes



Thema 3: Entwicklung eines klimaplastischen Dauerwaldes



Thema 3: Entwicklung eines klimaplastischen Dauerwaldes



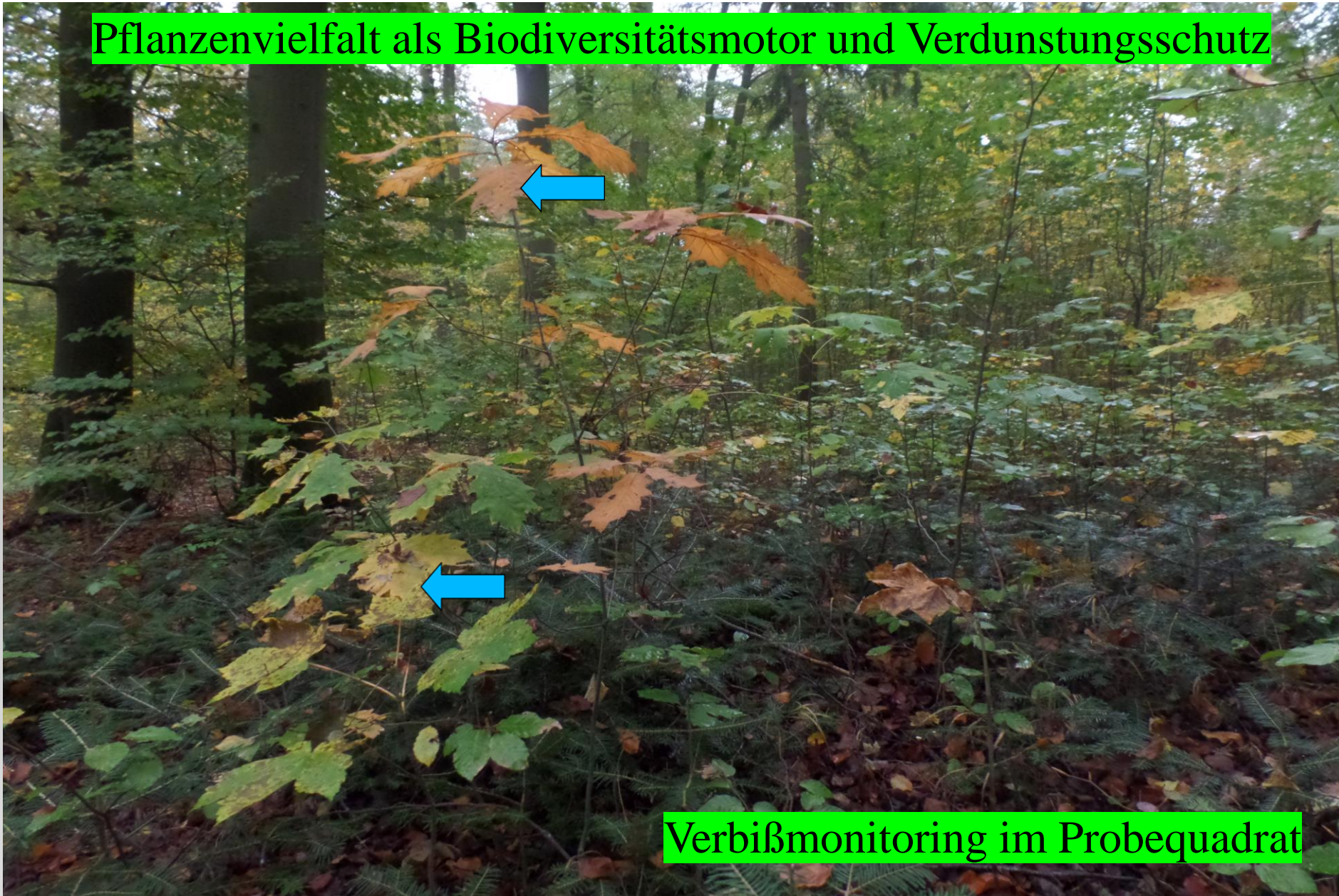
Jagd Januar 2021

**Etablierung einer permanenten jährlichen Verjüngung  
von über 100.000 Pflanzen/ha**



**Weißtannen-Verjüngung ohne Zaun als Verbißindikator**

# Pflanzenvielfalt als Biodiversitätsmotor und Verdunstungsschutz



Verbißmonitoring im Probequadrat

# Pflanzenvielfalt als Biodiversitätsmotor und Verdunstungsschutz



Verbißmonitoring im Probequadrat



# Auswirkungen – der Wald verjüngt sich permanent

Auszählung 16 m <sup>2</sup>	Mai 2010	August 2012	April 2018	Mai 2020
<b>Weißtanne</b>	201	502	185	208
<b>Rotbuche</b>	40	197	60	98
<b>Bergahorn</b>	32	40	34	37
<b>Roteiche</b>	5	5	3	4
<b>Gemeine Esche</b>	1	8	0	0
<b>Spitzahorn</b>	2	3	2	5
<b>Vogelkirsche</b>	3	5	4	4
<b>Tannen/ha</b>	125625	313750	115625	130000
<b>Pflanzen gesamt/ha</b>	<b>177500</b>	<b>475000</b>	<b>178750</b>	<b>222500</b>
<b>Summe</b>	284	760	286	356

## 2. Dauerwaldprinzipien konsequent anwenden

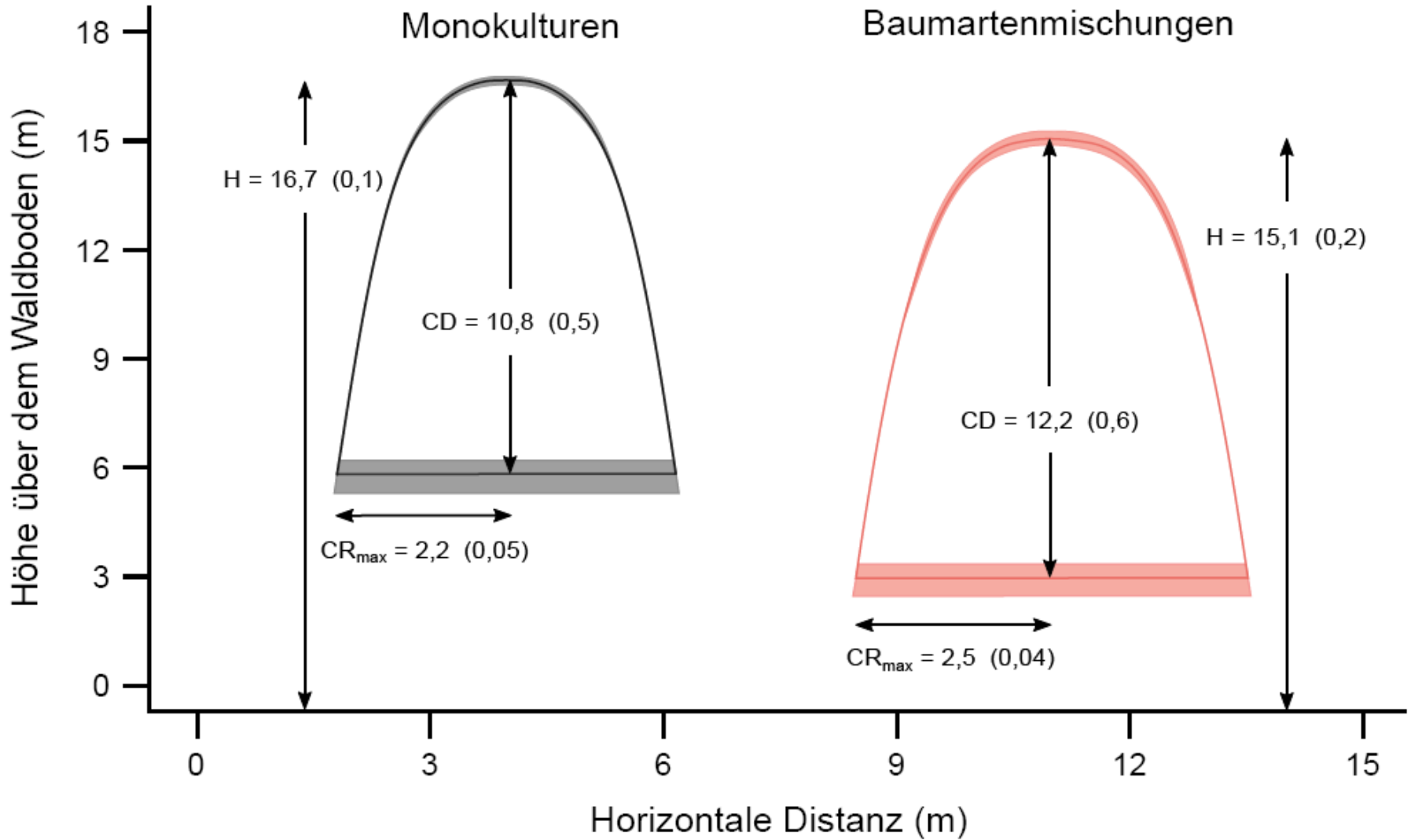
Fazilitation

Komplementarität

„Harmonisches Spiel von Licht und Schatten“

„Struktur vor Hieb“

# Komplementaritätseffekte durch Baumartenmischungen



Nach W. Härtle 2023 aus:

Jucker et al. (2015) FunDivEurope Projekt

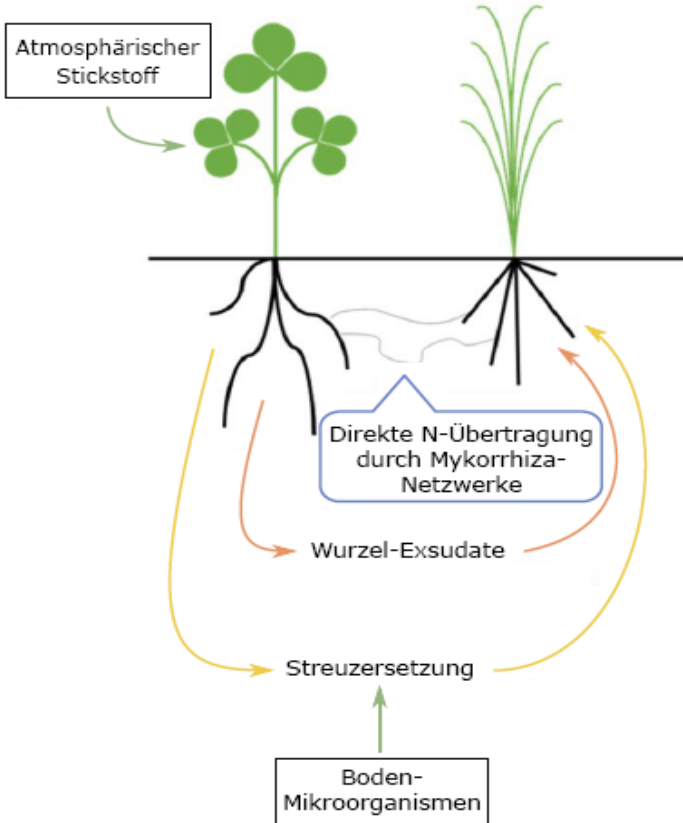
# Fazilitationseffekte durch Mykorrhiza Netzwerke

## A) Stickstoff-Fazilitation

(keine zeitliche oder räumliche Nähe erforderlich)

Leguminose  
(N<sub>2</sub>-Fixierer)

Nicht-Leguminose

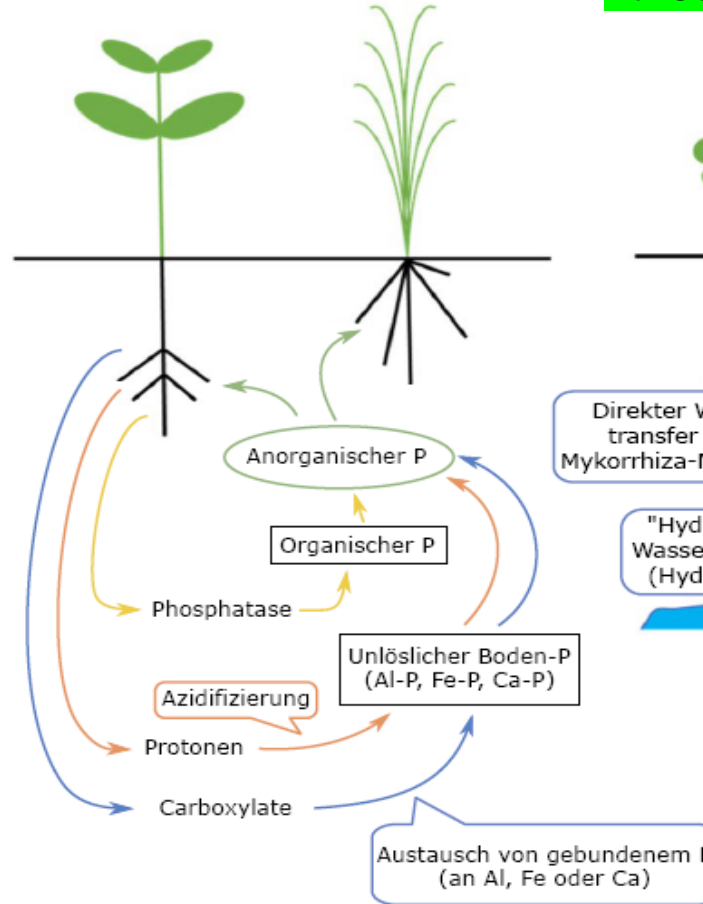


## B) Phosphor-Fazilitation

(zeitliche und räumliche Nähe erforderlich)

P-mobilisierende  
Art

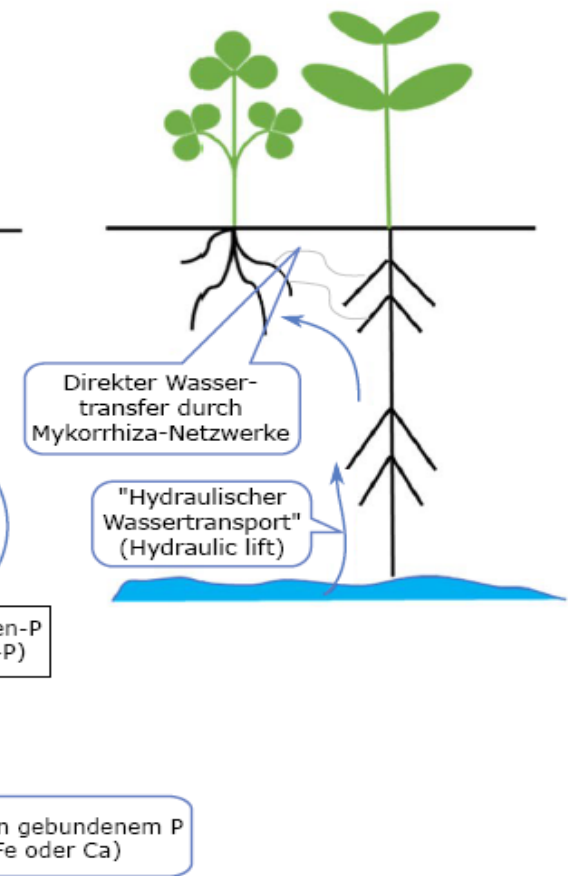
Nicht-P-mobilisierende  
Art



## C) Wasser-Fazilitation

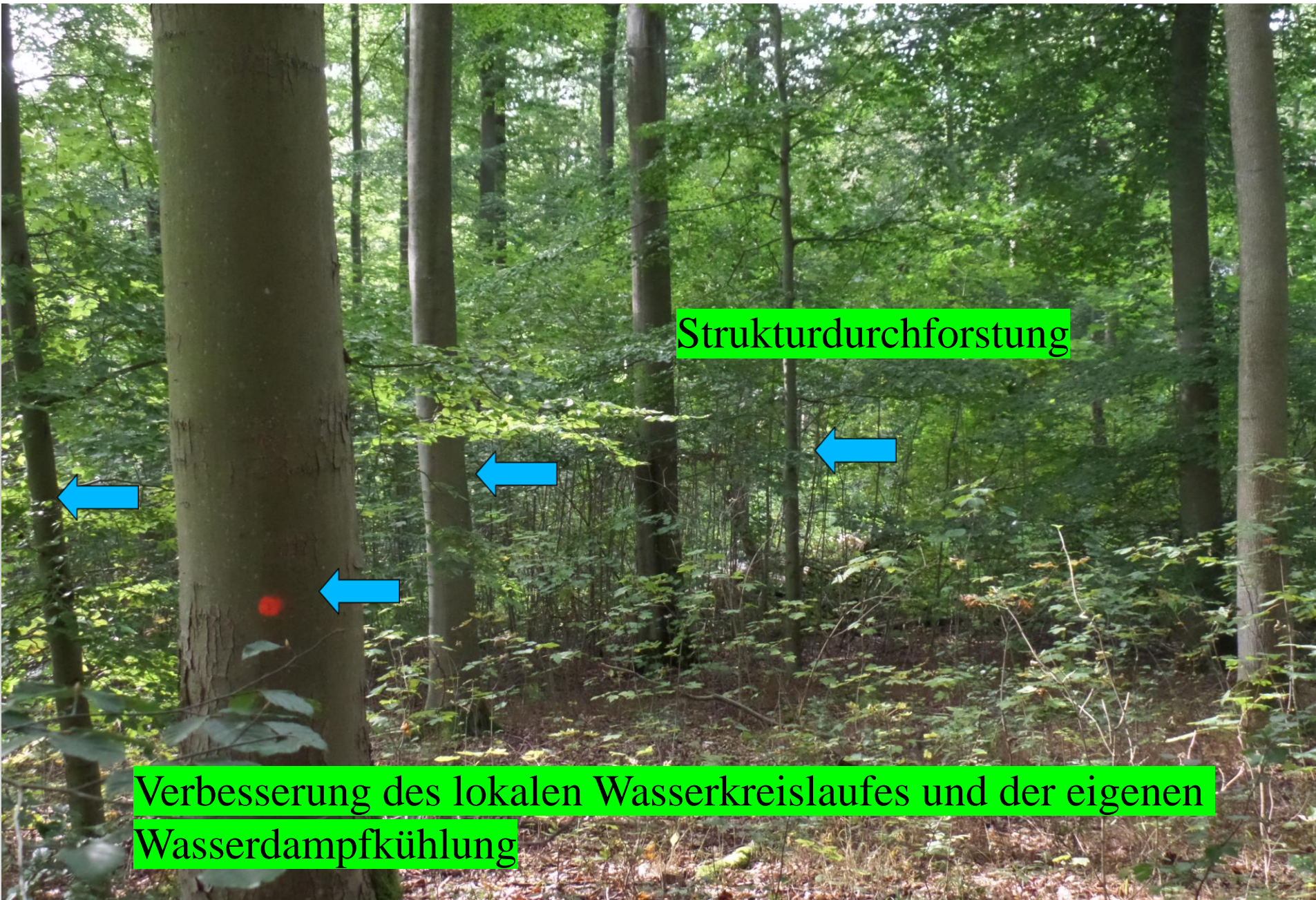
(keine räumliche, aber zeitliche Nähe erforderlich)

17-88% des tägl. Bedarfs

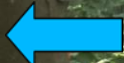
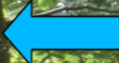


Nach W. Härtle 2023 aus:

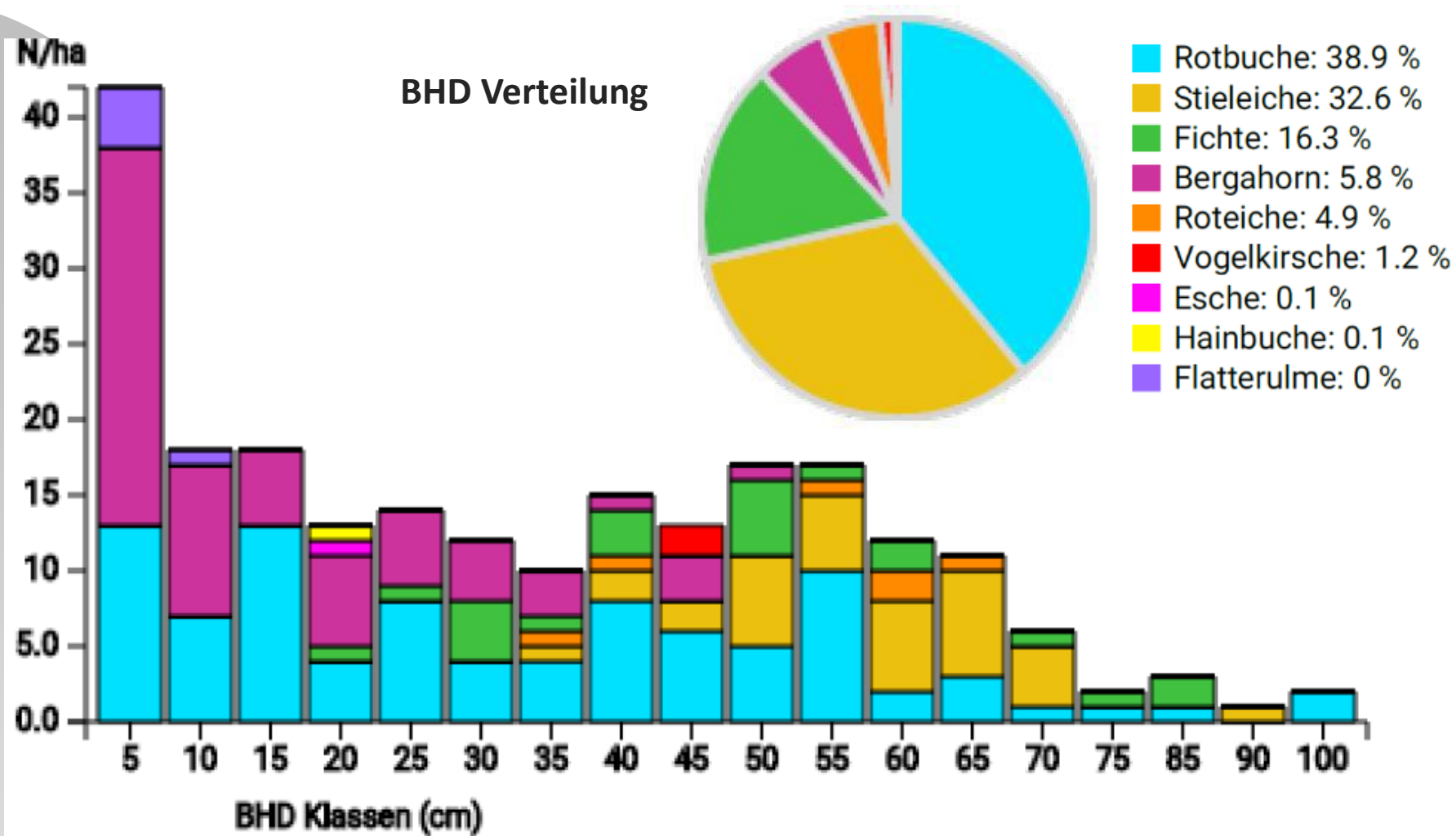
Homulle et al. Plant and Soil 2022

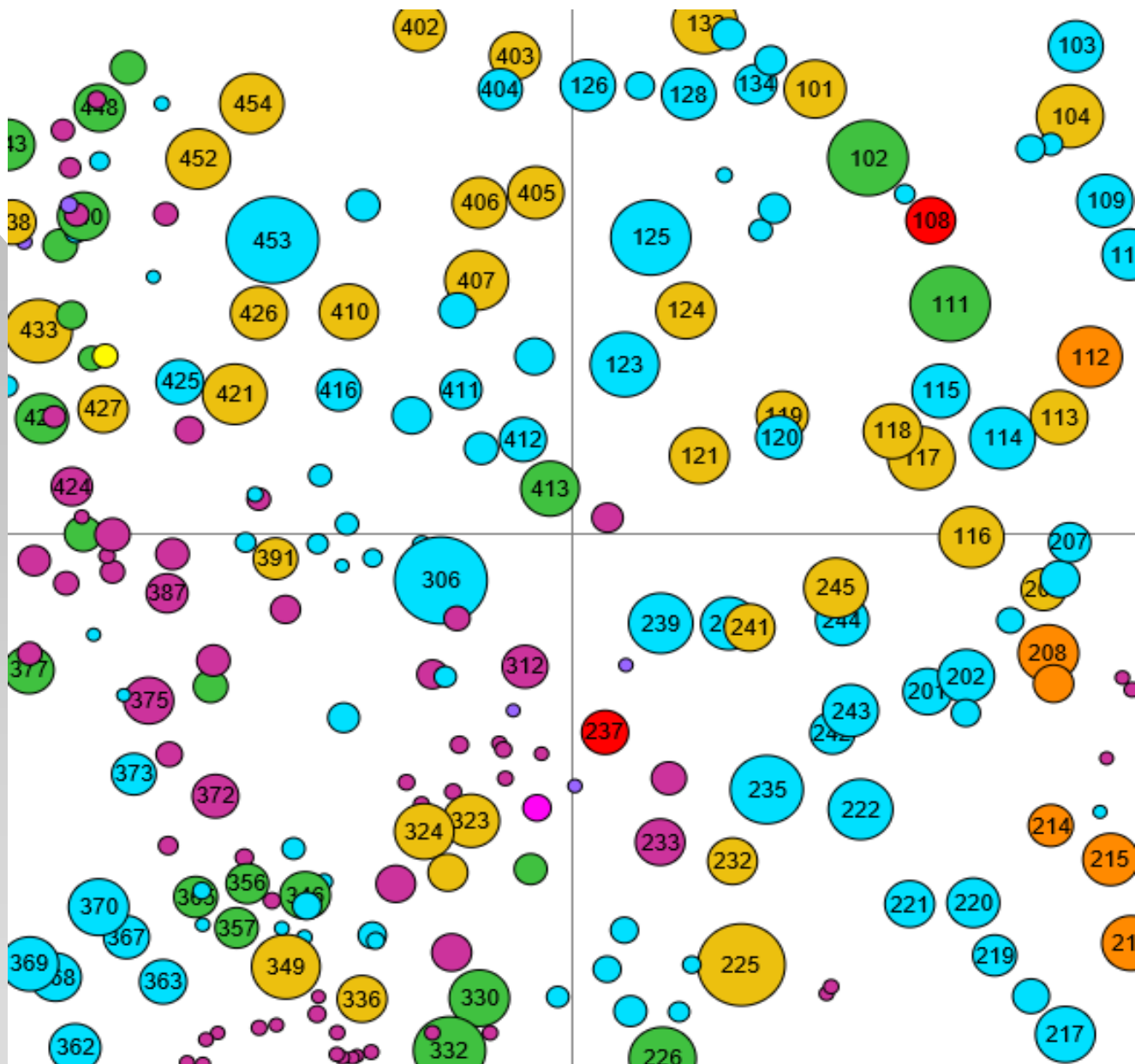


Strukturdurchforstung



Verbesserung des lokalen Wasserkreislaufes und der eigenen Wasserdampfkühlung





### 3. Umfassendes Bodenschutzkonzept

Bodenschonende Holzbringung und weite Gassenabstände






**Bodenschonende Holzbringung und weite Gassenabstände**

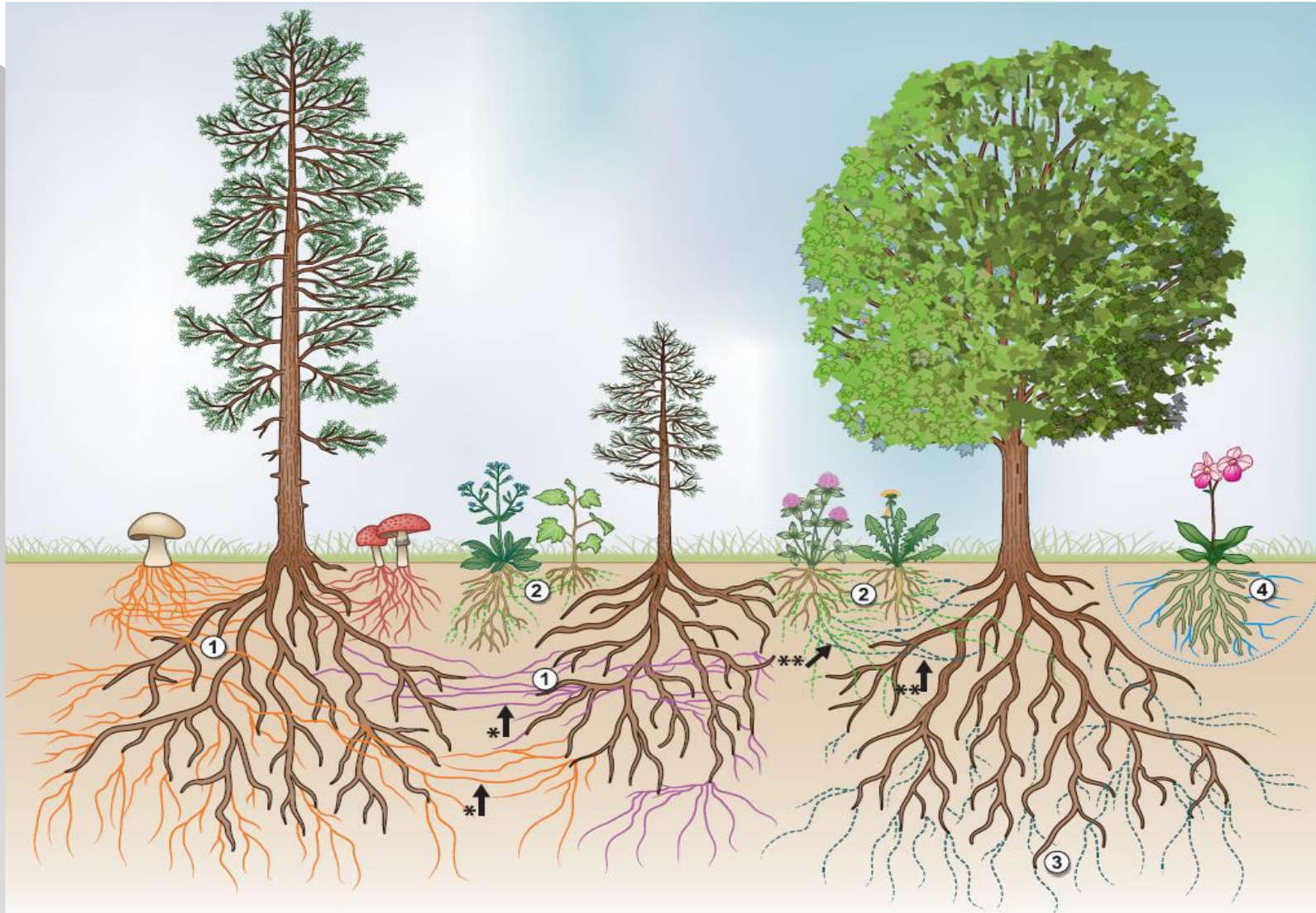


## Gassenaufgabe und revitalisierende Wirkung der Pferderückung nach 3 Jahren

A photograph of a forest with a path, showing the results of a horseback riding exercise after 5 years. The path is a narrow, light-colored strip of ground, possibly a horseback riding track, that has been cleared of dense vegetation. The surrounding forest is lush with green trees and undergrowth. Sunlight filters through the canopy, creating dappled light on the forest floor. The path appears to be a natural clearing or a track that has been maintained over time.

Gassenaufgabe und revitalisierende Wirkung der  
Pferderückung nach 5 Jahren

# Fazilitation: Mykorrhiza Netzwerke



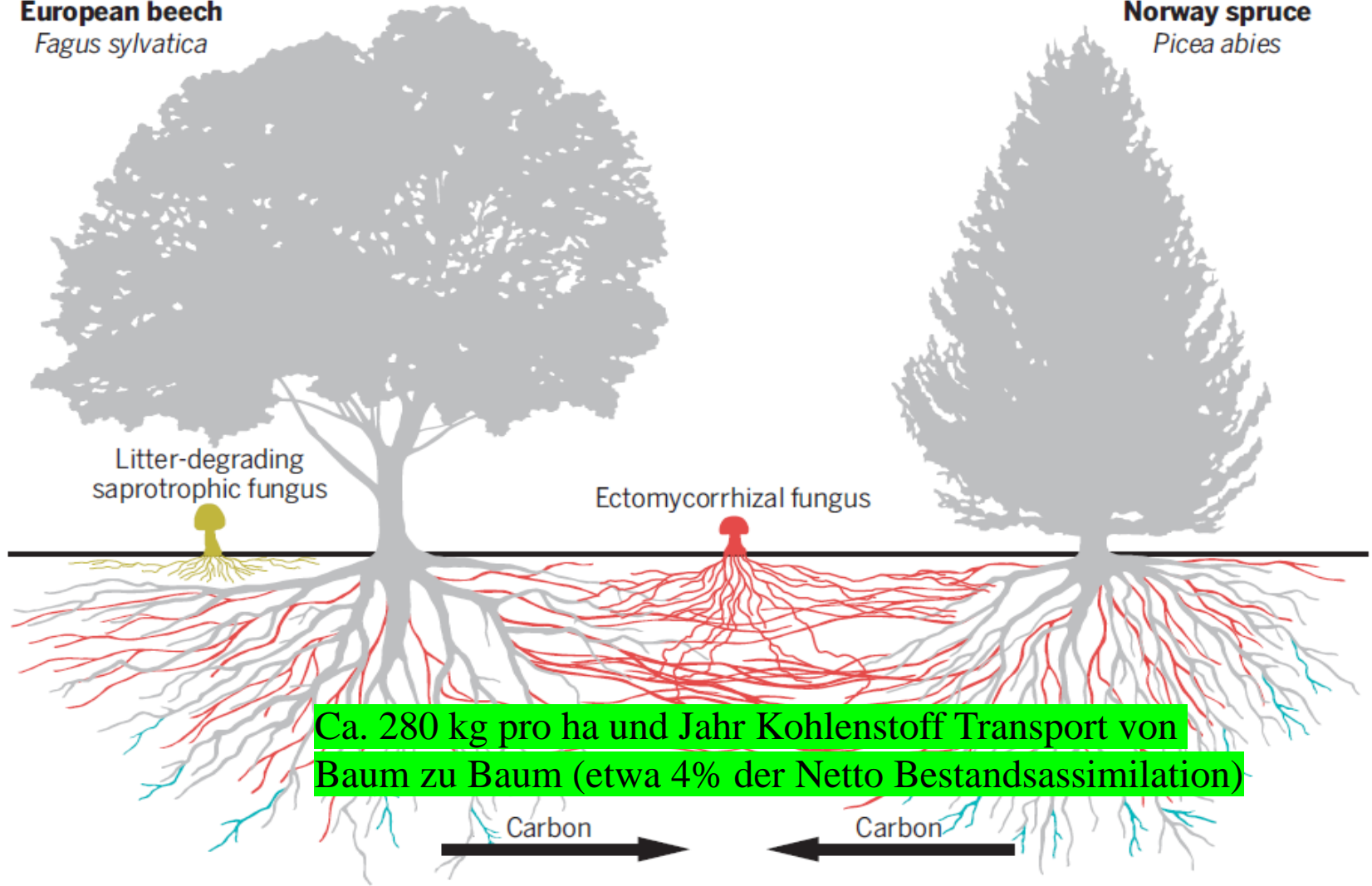
Nach W. Härtle 2023 aus:

van der Heijden et al. 2015

# Fazilitation: Mykorrhiza Netzwerke

European beech  
*Fagus sylvatica*

Norway spruce  
*Picea abies*



Ca. 280 kg pro ha und Jahr Kohlenstoff Transport von Baum zu Baum (etwa 4% der Netto Bestandsassimilation)

Nach W. Härtle 2023 aus:

Klein et al. 2016 van der Heijden 2016 Wipf et al. 2019



Bodenschonende Holzbringung

Wickiraupe

Thema 3: Entwicklung eines klimaplastischen Dauerwaldes

# Bodenschonende Holzbringung



Terri-Forwarderraupe

Bodenschonende Holzbringung



Suffel Smart-Skidder



## 4. Urwaldmechanismen und "Gigantenkonzept"

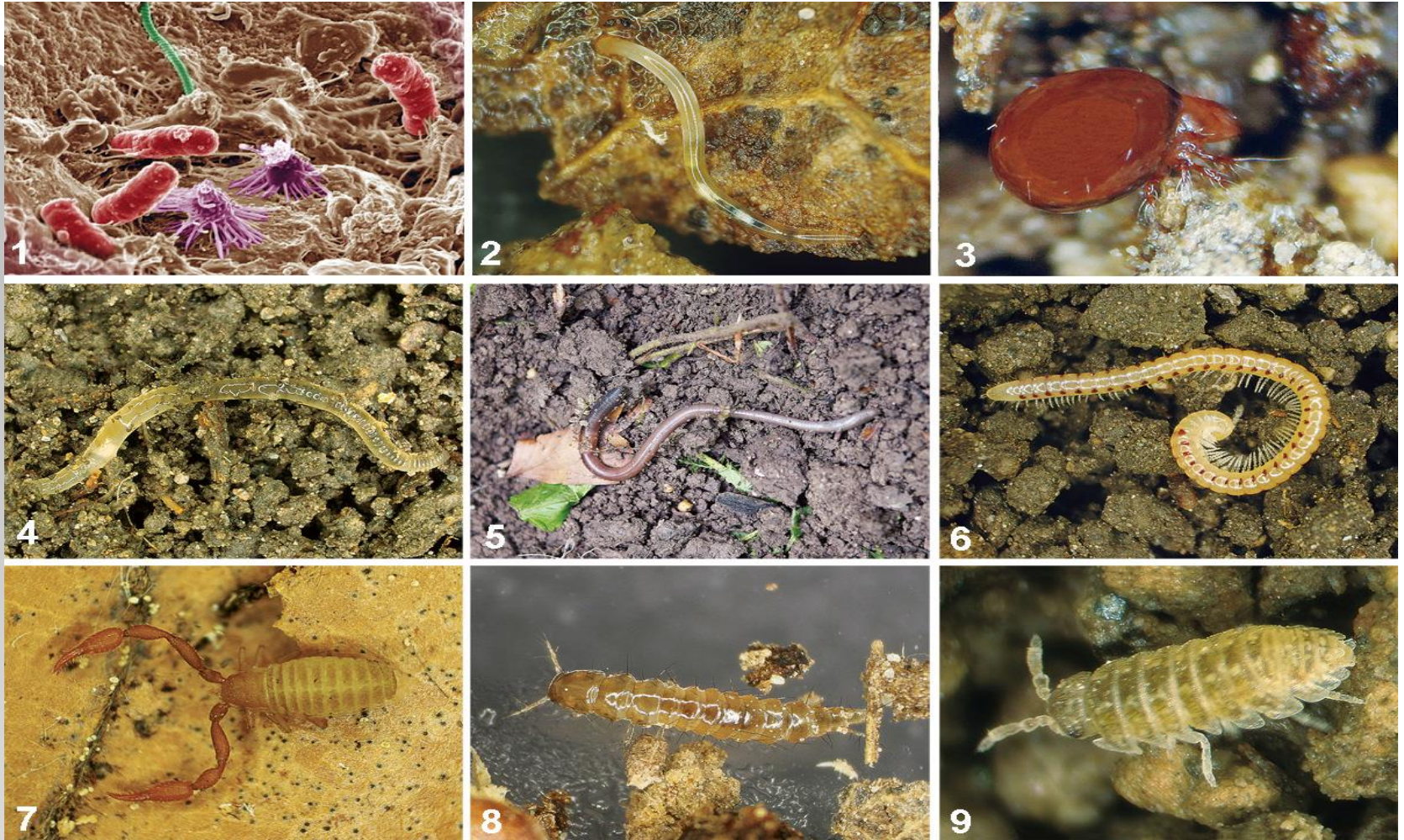


Totholz als Kältepumpe mit Verbesserung des lokalen Wasserkreislaufes und der eigenen Wasserdampfkühlung

# Urwaldmechanismen und "Gigantenkonzept"

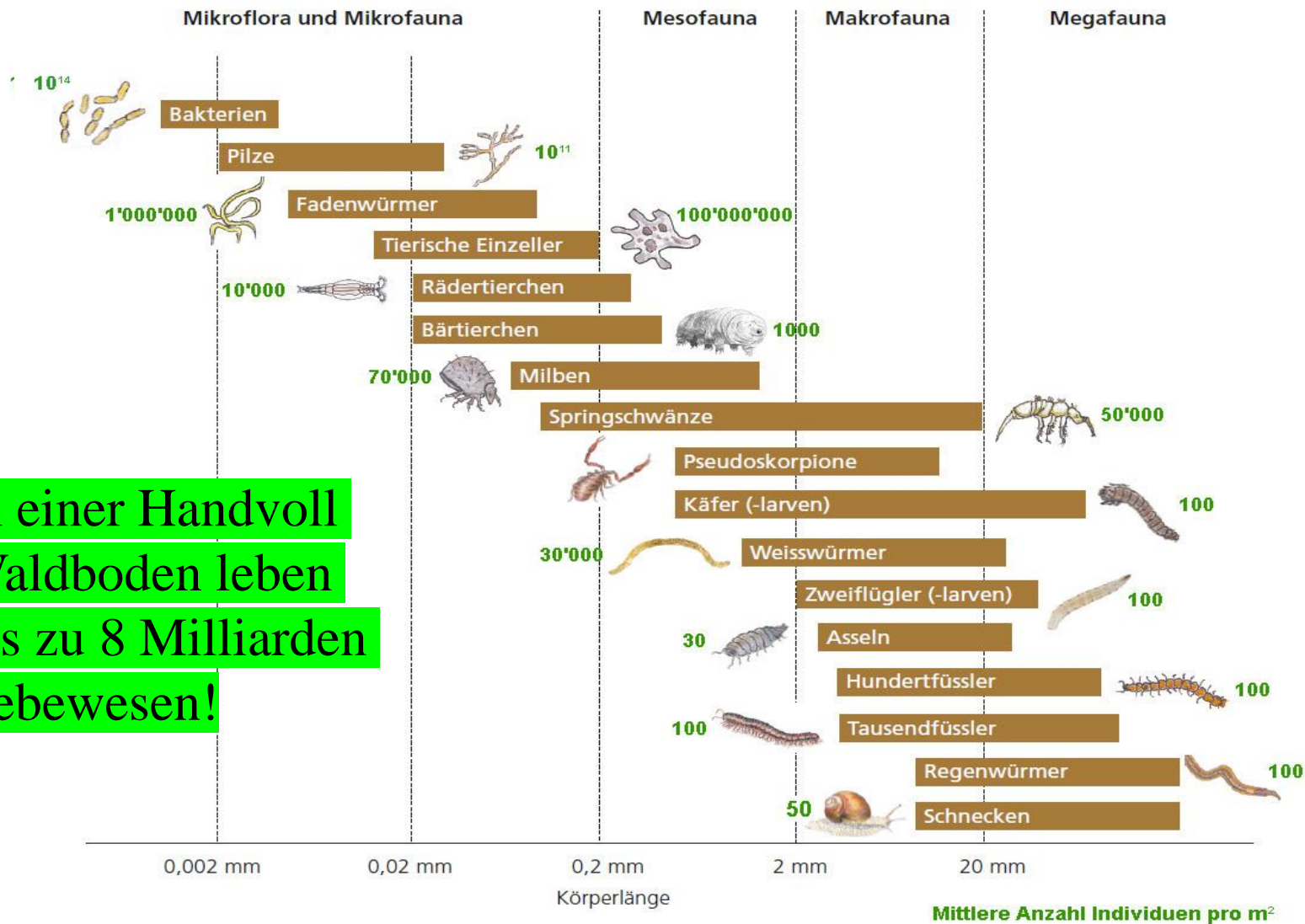
Totholz als Biodiversitätsmotor der Bodenlebewelt

# Die Bodenlebewelt



Fotografische Übersicht von wichtigen Bodenorganismen: 1) Bakterien, 2) Fadenwürmer, 3) Hornmilben, 4) Weisswürmer, 5) Regenwürmer, 6) Doppelfüsser, 7) Pseudoskorpione, 8) Insektenlarven, 9) Asseln. Fotos: Alice Dohnalkova/Pacific Northwest National Laboratory, Marco Walser und Doris Schneider Mathis, aus Waldwissen.net. (Beintastler, Doppelschwänze, Felsenspringer, Springschwänze, Fischen = Urinsekten)

# Die Bodenlebewelt



In einer Handvoll  
Waldboden leben  
bis zu 8 Milliarden  
Lebewesen!

Körperlängen der Bodenorganismen, respektive Durchmesser der Pilzfäden (nach Briones 2014) und mittlere Anzahl Individuen der wichtigsten Bodenorganismen in einem Quadratmeter Boden (nach Dunger 1983) aus Waldwissen.net

# Urwaldmechanismen und "Gigantenkonzept"

A photograph of a forest. In the foreground on the right, a large tree trunk is visible, covered in green moss. The background shows a dense forest of trees with green foliage.

## Urwaldgiganten und Epigenetik

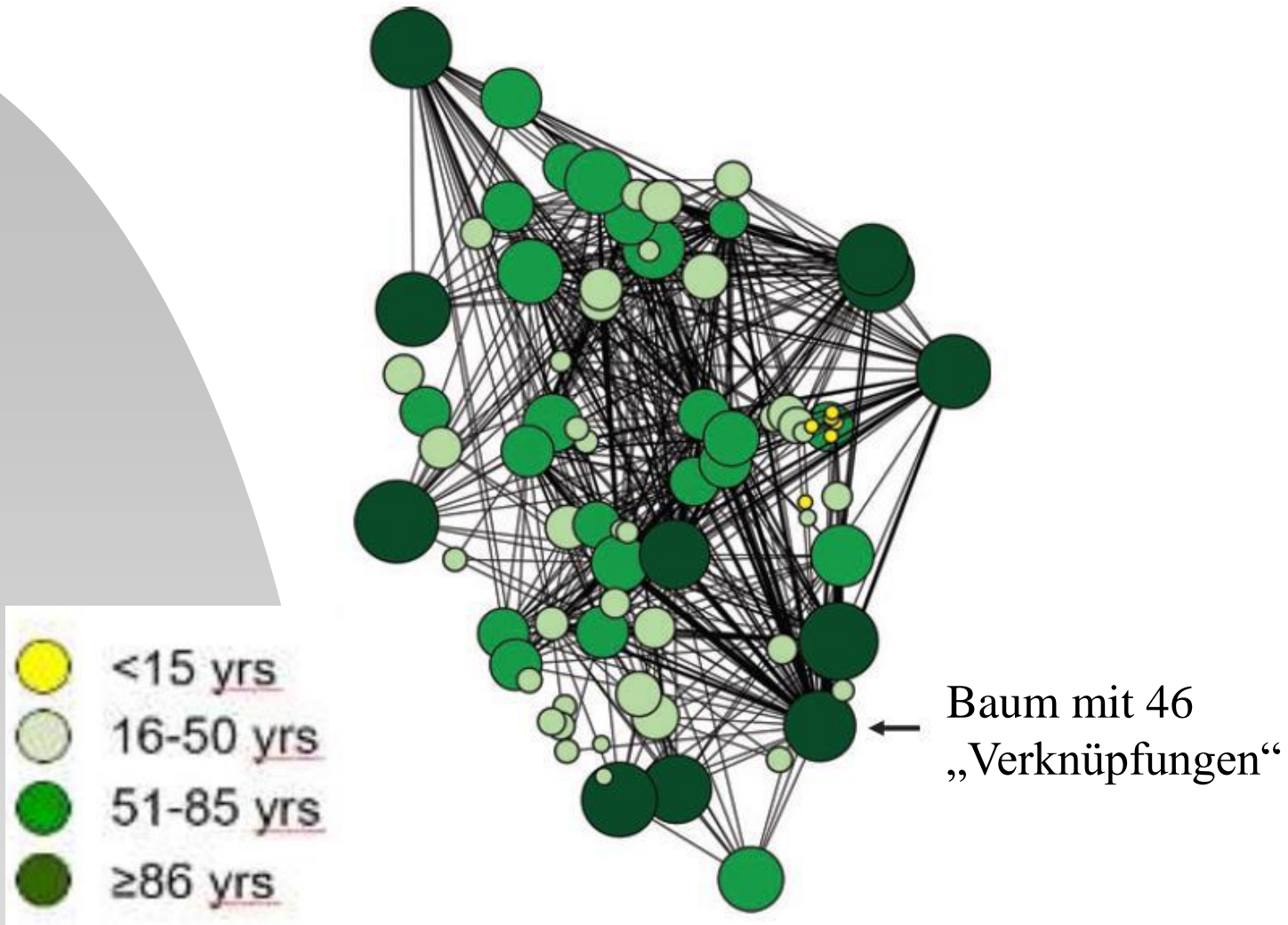
# Urwaldmechanismen und "Gigantenkonzept"



## Urwaldgiganten und Mykorrhizenvielfalt

Thema 3: Entwicklung eines klimaplastischen Dauerwaldes

# Mykorrhiza Netzwerk in einem Douglasienbestand in Kanada



Nach W. Härtle 2023 aus:

Beiler et al. 2010



Urwaldgiganten, Stockwerkshöhe, Waldästhetik, Biodiversität

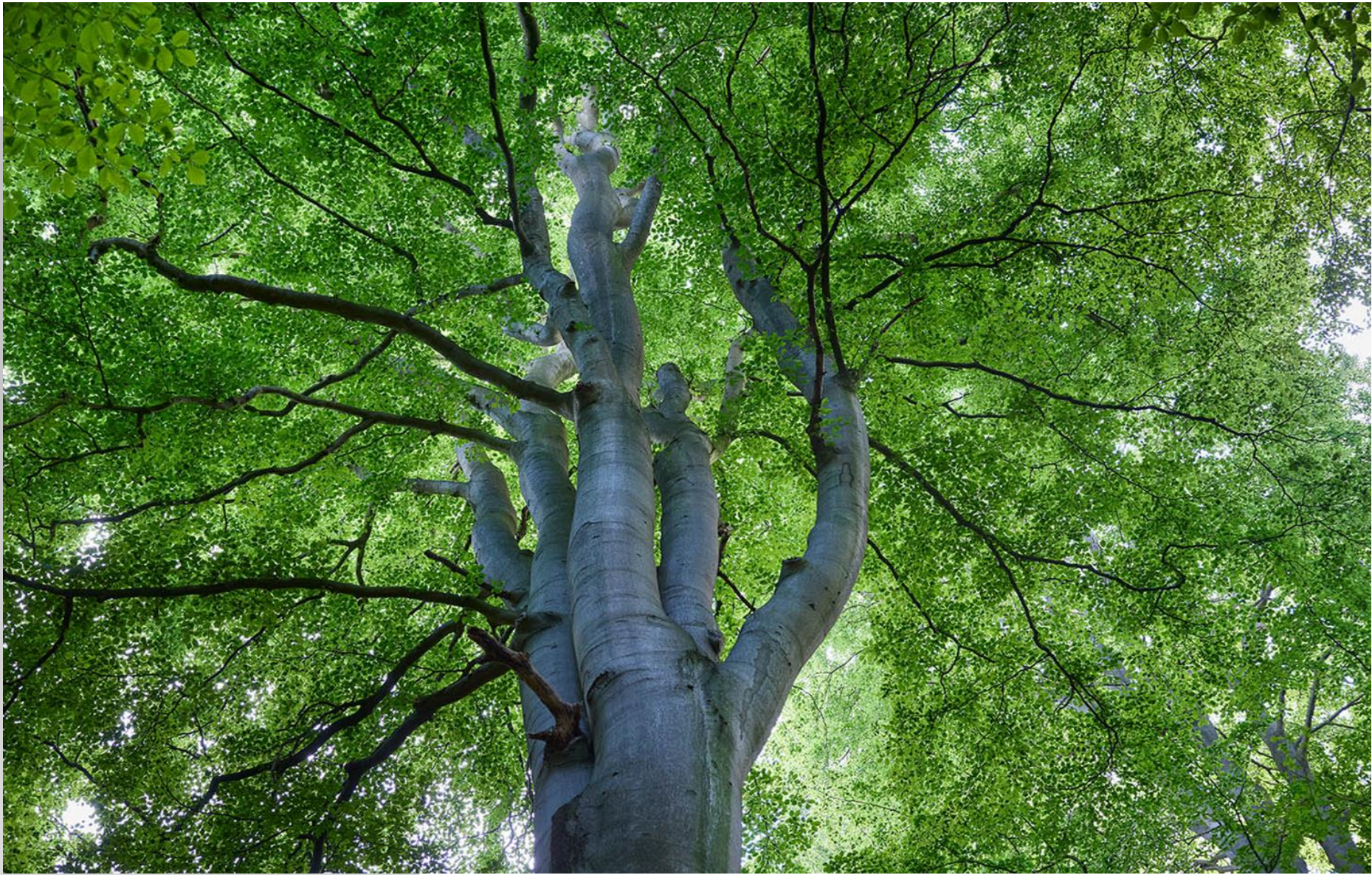


Die „**Dauerwaldidee**“ steht **seit 1920** (Prof. Möller) sinnbildlich für die ganzheitliche Betrachtung des Waldes als dauerhaftes, vielgestaltiges und dynamisches Ökosystem.

---

*Das ganzheitliche Konzept der naturgemäßen Waldwirtschaft in Form des Dauerwaldmodells ist:*

- **integrativ,**
- *fördert und nutzt natürliche Prozesse,*
- *erzeugt und erhält dauerhaft Strukturvielfalt,*
- *ermöglicht starkholzreiche, alte Wälder,*
- *beruht auf dem Prinzip der Naturverjüngung und Nachwuchssicherung,*
- *funktioniert nur bei tragbaren Wilddichten,*
- *strebt einen dauerhaft optimalen Zustand für den jeweiligen Standort an*
- *und entwickelt ertragreiche Mischwälder auf der Basis der natürlichen Waldgesellschaften*



220 jährige vitale Rotbuche mit über 50 Vfm im NSG Grube, Foto Thomas Grundner 2021

**Thema 3: Entwicklung eines klimaplastischen Dauerwaldes**



Nach Khosro Sagheb-Talebi, 2017

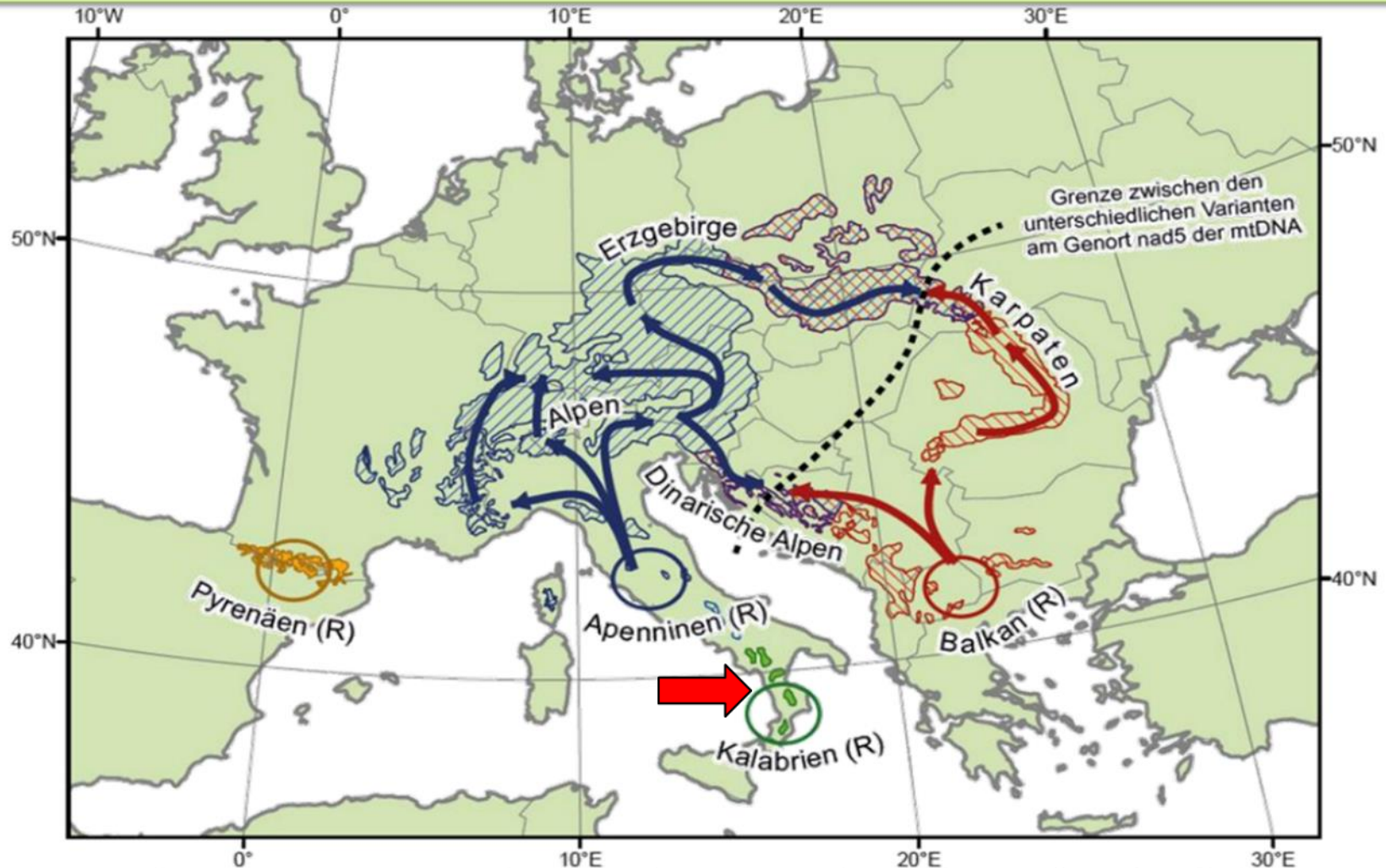
**Thema 4: Geobotanische Überlegungen zur Risikostreuung**

## Etablierung von "Rückkehrerarten"

Baumarten, welche Klimaveränderungen wahrscheinlich besser vertragen,  
z.B. heimische Baumarten mit einer weiten ökologischen Amplitude  
und nicht invasive verwandtschaftlich ähnliche Arten aus dem  
**kaspischen Florenraum**

Mitteuropäische Arten	Mittelmeer-, Kleinasien-, arktotertiäre Kaspische Arten	Nordamerikanische Arten	Asiatische Arten
Winterlinde	<b>Weißtanne (kalabrische Herkunft)</b>	<b>Lawson Scheinzypresse</b>	Urweltmammutbaum
Sommerlinde	Nordmannstanne	Riesenlebensbaum	Ginko
<b>Traubeneiche</b>	<b>Orientalische Buche</b>	Roteiche	<b>Korea Kiefer</b>
<b>Eibe</b>	<b>Bornmüllertanne</b>	<b>Schindelborkige Hickorynuss</b>	<b>Mandschurische Tanne</b>
Spitzahorn	<b>Troja-Tanne</b>	Felsengebirgstanne	<b>Mandschurische Nuss</b>
Bergahorn	<b>Kastanienblättrige Eiche</b>	<b>Tulpenbaum</b>	Lindenblättrige Birke
Vogelkirsche	Libanonzeder	<b>Schwarznuß</b>	
<b>Elsbeere</b>	<b>Baumhase</b>	Amerikanische Rotesche	
<b>Flatterulme</b>	Esskastanie	<b>Kalifornische Weihrauchzeder</b>	

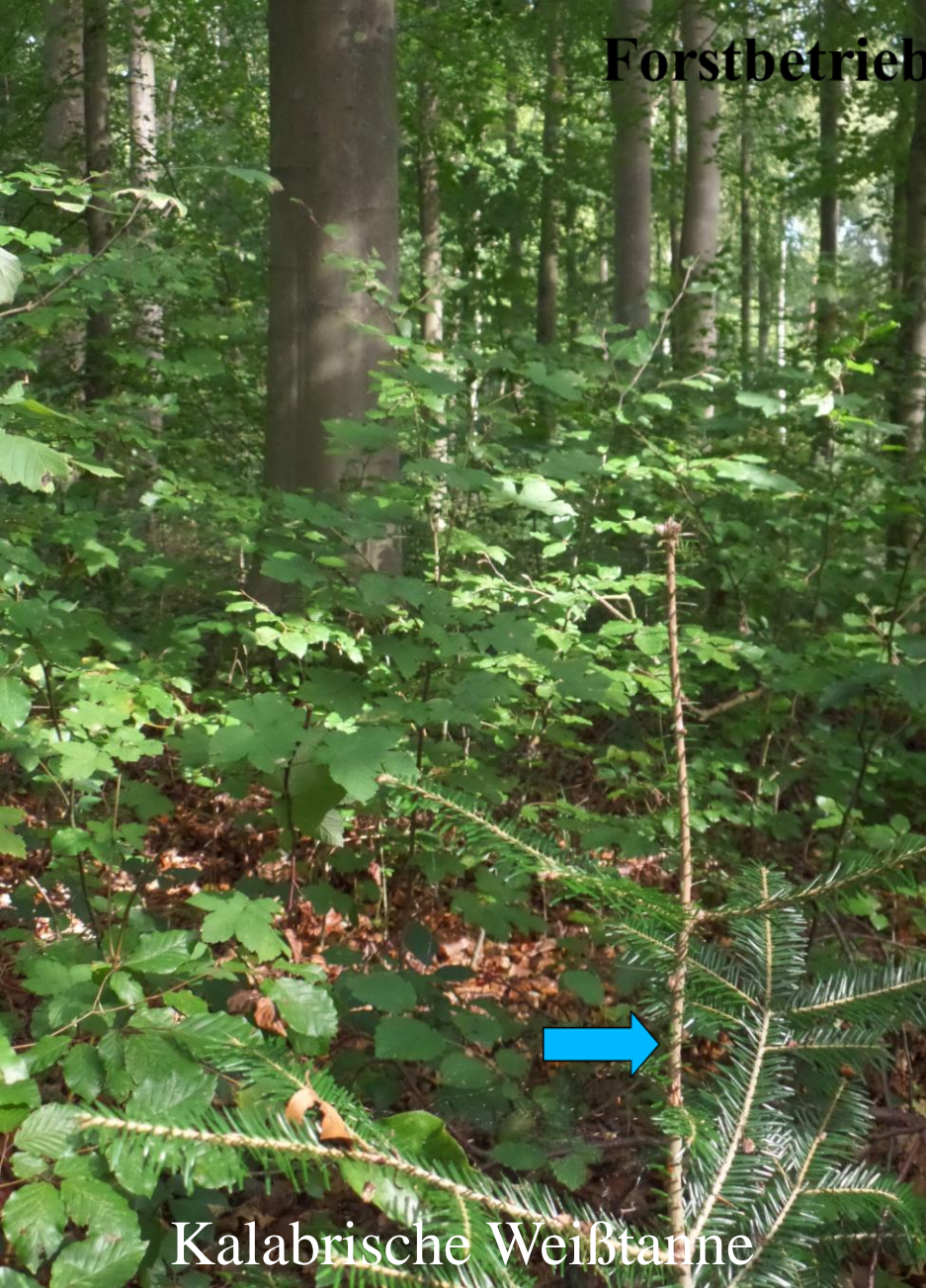
## Die genetische Variation der Weiß-Tanne in Europa basierend auf Genmarkern aus der Kern-DNA



phylogenetische Gruppen und Rückwanderungswege der Weiß-Tanne (R: Refugialgebiet)

FVA FREIBURG - Charalambos Neophytou - basierend auf: KONNERT UND BERGMANN (1995); LIEPELT ET AL (2009)

# Forstbetrieb Kalebsberg

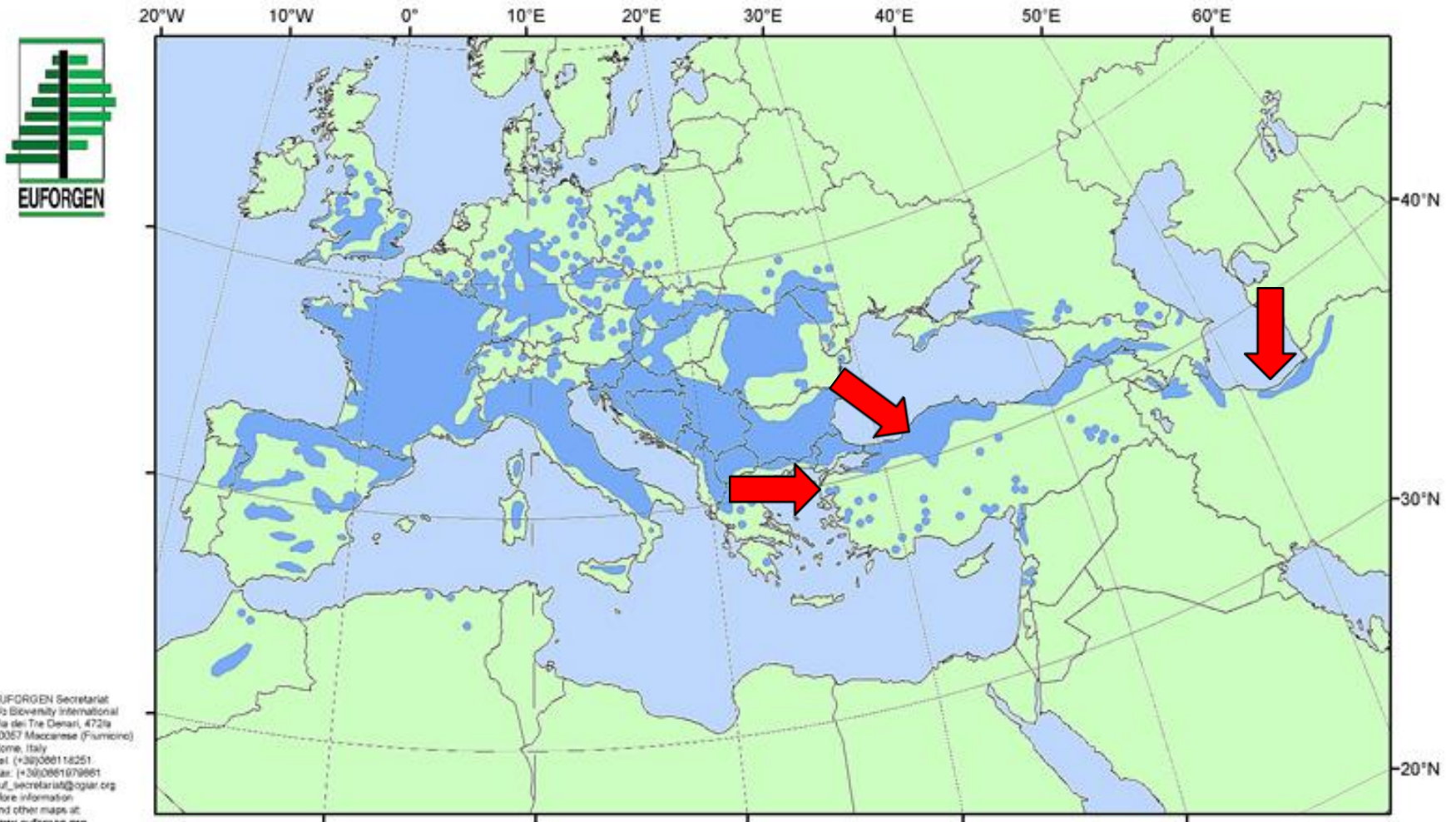


Kalabrische Weißtanne



Baumhasel und  
Kalabrische Weißtanne

## *Sorbus torminalis*



EUFORGEN Secretariat  
c/o Bioversity International  
Via dei TORNABUONI, 472/a  
00057 Maccarese (Fiumicino)  
Rome, Italy  
Tel: (+39)066116251  
Fax: (+39)0661079881  
euf\_secretariat@cgiar.org  
More information  
and other maps at:  
[www.euforgen.org](http://www.euforgen.org)

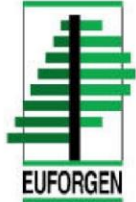
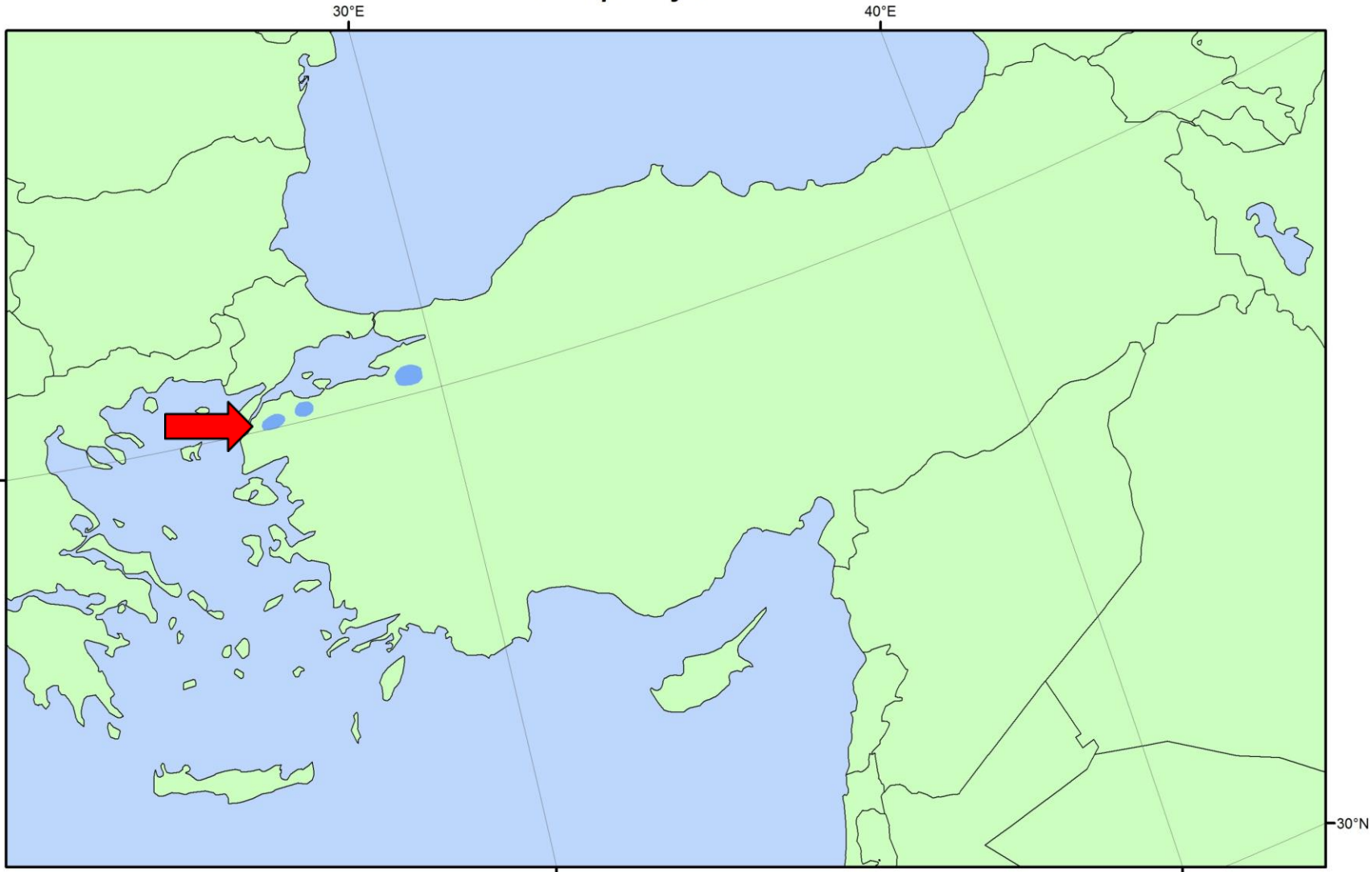
This distribution map, showing the natural distribution area of *Sorbus torminalis* was compiled by members of the EUFORGEN Networks based on an earlier map published by Kutzelnigg, H., 1995: *Sorbus torminalis*. In: Scholz, H. (Hrsg.), 1995: *Gustav Hegl, Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band IV, Teil 2B (2. Aufl.)*. Blackwell, Berlin: 343-349.

Citation: Distribution map of Wild service tree (*Sorbus torminalis*) EUFORGEN 2009, [www.euforgen.org](http://www.euforgen.org)

First published online on September 2004 - Updated on 24 July 2008

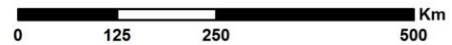
0 250 500 1,000 Km

# *Abies equi-trojani*



EUFORGEN Secretariat  
c/o Biodiversity International  
Via dei Tre Denari, 472/a  
00057 Maccarese (Fiumicino)  
Rome, Italy  
euforgen@ceias.org

This distribution map, showing the natural distribution area of *Abies equi-trojani* in Europe was compiled by members of the EUFORGEN Networks



## Thema 4: Geobotanische Überlegungen zur Risikostreuung

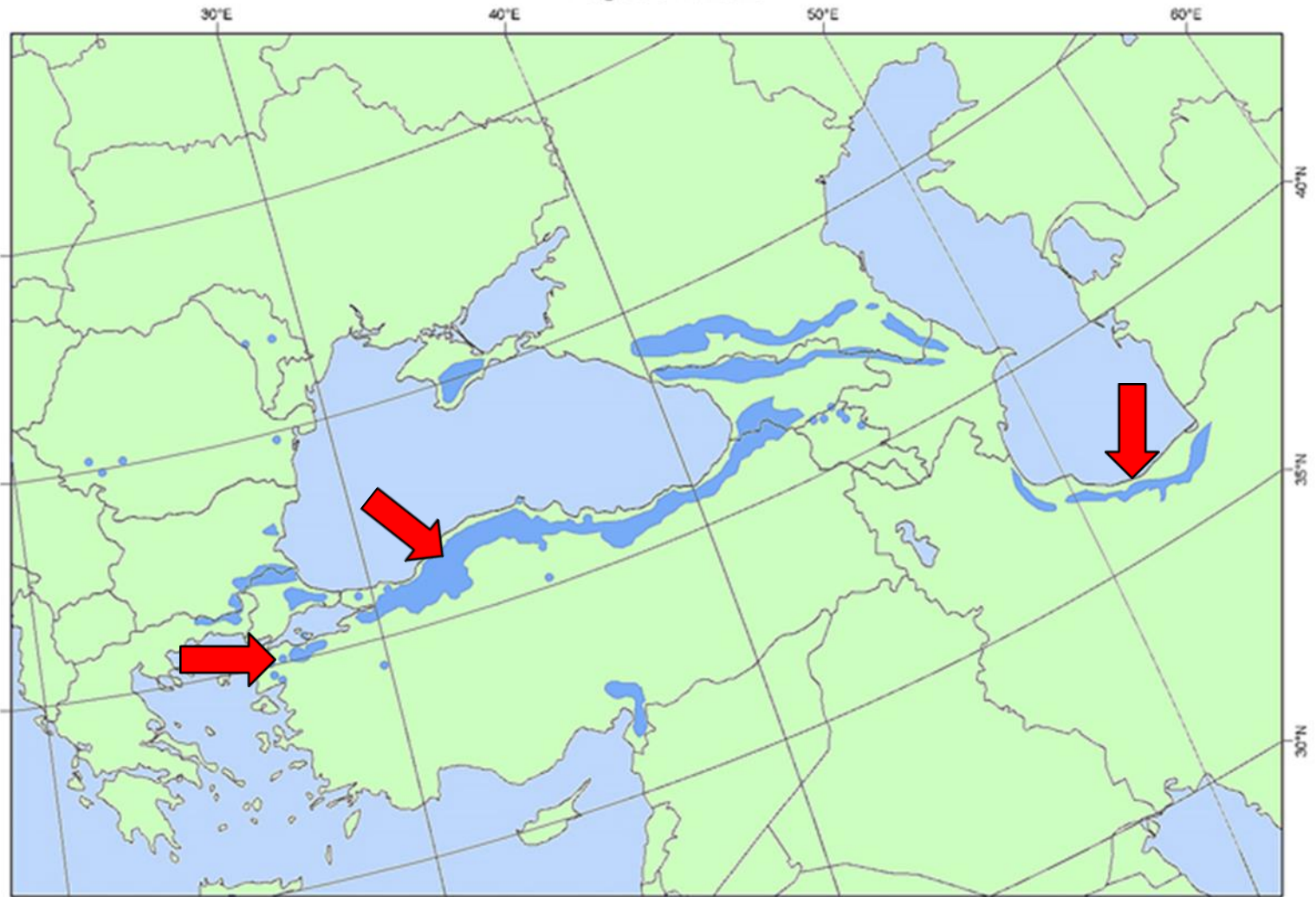




**Trojatanne und Elsbeere**



## *Fagus orientalis*



EUFORGEN Secretariat  
of Biodiversity International  
Via dei Tre Denari, 472/a  
00057 Maccarese (Fiumicino)  
Rome, Italy  
Tel: (+39)066118251  
Fax: (+39)0661979661  
euf\_secretariat@cgiar.org  
More information  
and other maps at  
[www.euforgen.org](http://www.euforgen.org)

This distribution map, showing the natural distribution area of *Fagus orientalis* was compiled by members of the EUFORGEN Networks

Citation: Distribution map of oriental beech (*Fagus orientalis*) EUFORGEN 2009, [www.euforgen.org](http://www.euforgen.org)

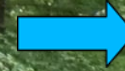
First published online on 10 December 2009



**Baden-Württemberg Nähe  
Karlsruhe September 2019**



Orientalische Buche



Rot-Buche (abgestorben)

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

