



Kurs Waldpädagogik

Dynamische Umweltwirkungen: Der Standort im Ökosystem Wald



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Heidelberger_Sachsenspiegel_26v_-_Dorfgruendung.jpg

Themen

- ☛ das Ökosystem Wald
- ☛ der Standort: Summe der unbelebten Einflussfaktoren
- ☛ Standortfaktoren Strahlung, Wasser, Boden



Foto links: J. Gauer
www.thuenen.de/de/wo/arbeitsbereiche/waldmonitoring/bodenzustandserhebung

Literatur

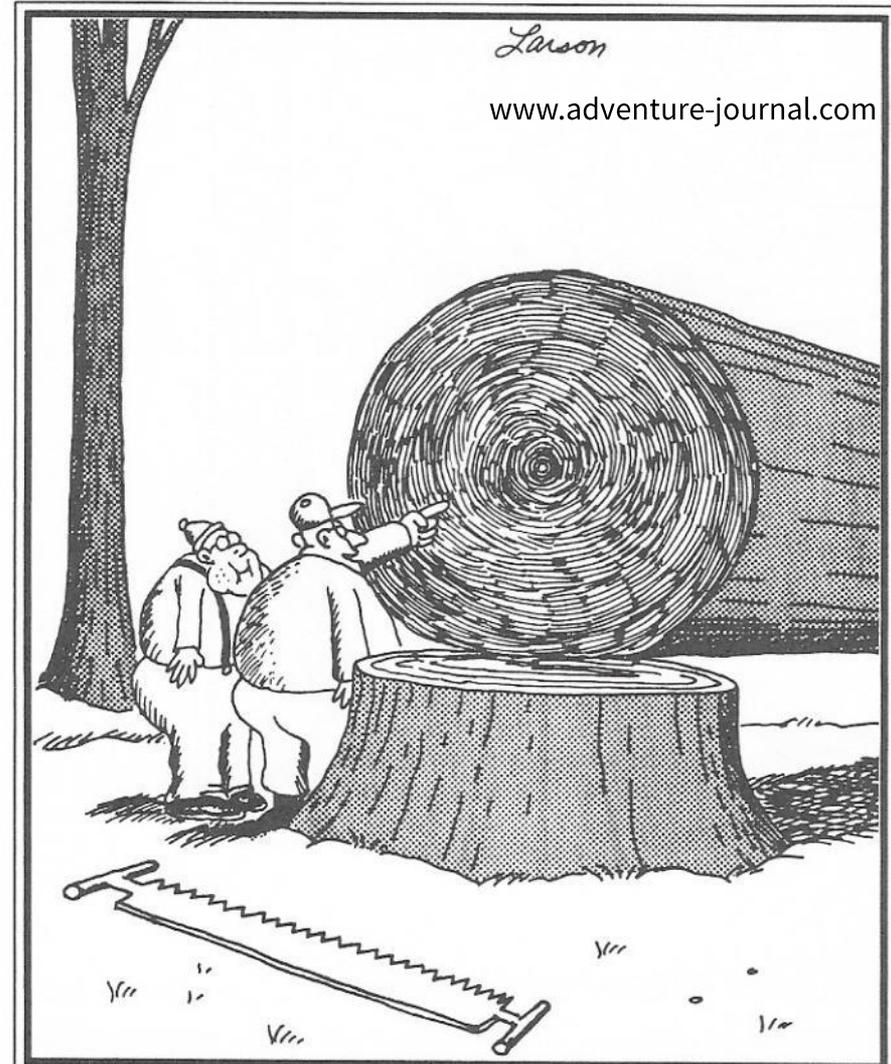
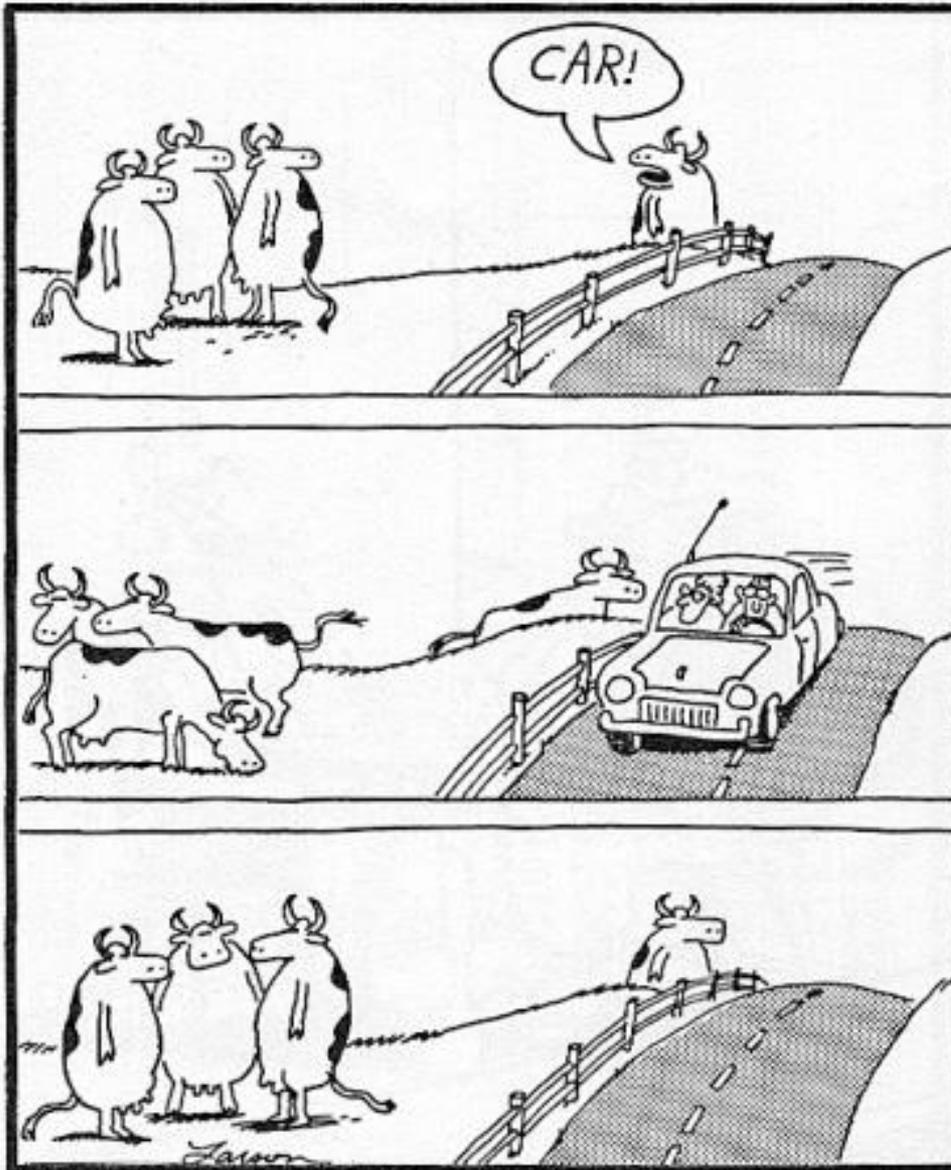
- Amelung, W.; Scheffer, F.; Blume, H.-P.; Schachtschnabel, P. et al. (Hrsg.) 2018: Scheffer/Schachtschnabel Lehrbuch der Bodenkunde, 17. Aufl. Spektrum akademischer Verlag, Heidelberg u. Berlin
- Baker, F. S. 1950: Principles of Silviculture. McGraw-Hill
- Bartsch, N.; Röhrig, E. 2016: Waldökologie. Einführung für Mitteleuropa. Springer Spektrum
- Fischer, A. 2003: Forstliche Vegetationskunde. 3. Aufl.; Stuttgart: Ulmer (UTB für Wissenschaft)
- Ellenberg, H.; Leuschner, C. 2010: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht, 6. Aufl., Ulmer, Stuttgart
- Gemballa, R.; Schlutow, A. 2007: Überarbeitung der Forstlichen Klimagliederung Sachsens. AFZ – Der Wald 62 (15): 822-826
- Kimmins, J. P. 2004: Forest Ecology. Third ed.; Benjamin Cummins
- Körner, C. 2002: Ökologie. In: Sitte, P.; Weiler, E. W.; Kadereit, J. W.; Bresinsky, A.; Körner, C. (Hrsg.): Strasburger Lehrbuch der Botanik, 35. Aufl.: 886-1043. Spektrum akad. Verlag, Heidelberg u. Berlin
- Otto, H.-J. 1994: Waldökologie. Stuttgart: Ulmer (UTB für Wissenschaft)
- Thieme, F. 2004: Zertifizierung oder was? LWF aktuell 47: 16.

Grundlagen: das Ökosystem Wald, ein dynamisches und offenes System

- 🌿 Waldökologie schafft das Wissen um die Natur der Wälder und Waldbäume, wie sie wachsen, sich verjüngen und auf Änderungen in ihrer Umwelt reagieren. (Baker 1950)
- 🌿 "... Beziehungen der Organismen zueinander und ihrer Vergesellschaftungen zu ihrer Umwelt" (Bartsch und Röhrig 2016)



Was sehen wir? Was verstehen wir?



"And see this ring right here, Jimmy? ... That's another time when the old fellow miraculously survived some big forest fire."

Grundlagen

Was ist Wald? → **rechtlich**

Wald: Jede mit Forstpflanzen bestockte Grundfläche, [...] kahlgeschlagene oder verlichtete Grundflächen, Waldwege, Waldeinteilungs- und Sicherungstreifen, Waldblößen und Lichtungen, Waldwiesen, Wildäsungsplätze, Holzlagerplätze sowie weitere mit dem Wald verbundene und ihm dienende Flächen. (Bundeswaldgesetz, §2)

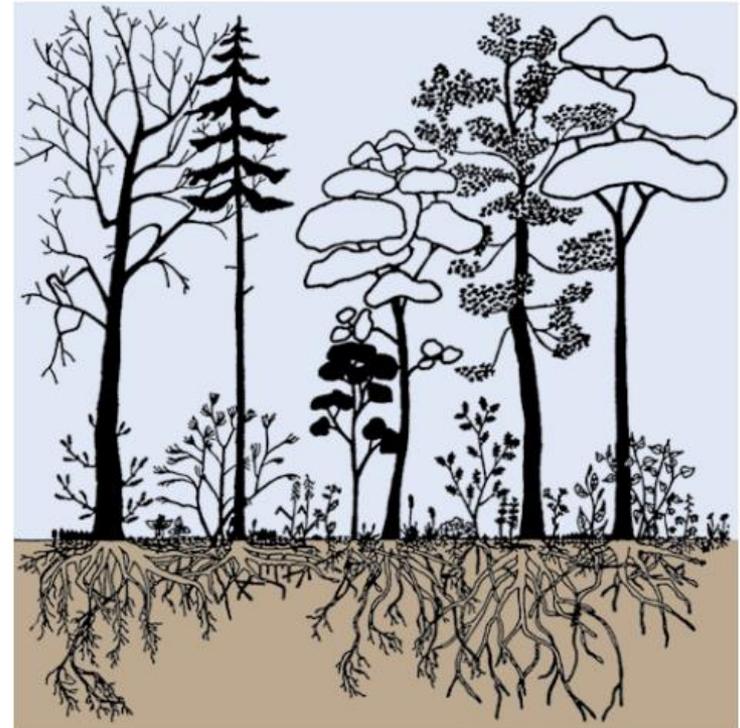
kein Wald: Kurzumtriebsplantagen (bis 20 Jahre), [...] kleinere Flächen, die mit einzelnen Baumgruppen, Baumreihen oder mit Hecken bestockt sind oder als Baumschulen verwendet werden. (BWaldG §2).

Grundlagen

Was ist Wald? → **ökologisch**

Wald ist baumdominierte Vegetation

- 🍃 i. d. R. Kronenkontakt der Bäume
- 🍃 spezifische Zusammensetzung von Arten, Beziehungen, Strukturen
- 🍃 groß genug für das besondere "Waldinnenklima"
- 🍃 oberirdische Gliederung in Baum-, Strauch-, Kraut- und Moosschicht



Grundlagen - Definitionen

Waldökologie:

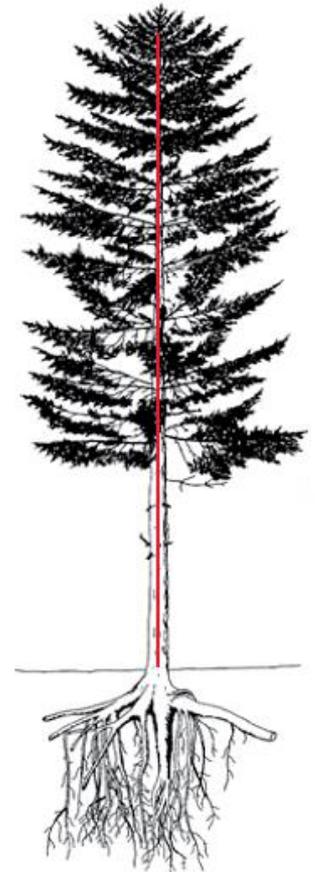
systemorientierte Gesamtschau auf Elemente und Funktionsweisen mit Außen- und Innenbeziehungen

Bäume:

dauerhafte Holzgewächse mit sekundärem Dickenwachstum und Aufteilung in Wurzel, Stamm und Krone

Wald:

Bäume und vergesellschaftete Organismen in vertikaler und horizontaler Strukturierung, Großflächigkeit, Waldinnenklima; als Waldökosystem incl. der **unbelebten Komponenten / "Standort"**

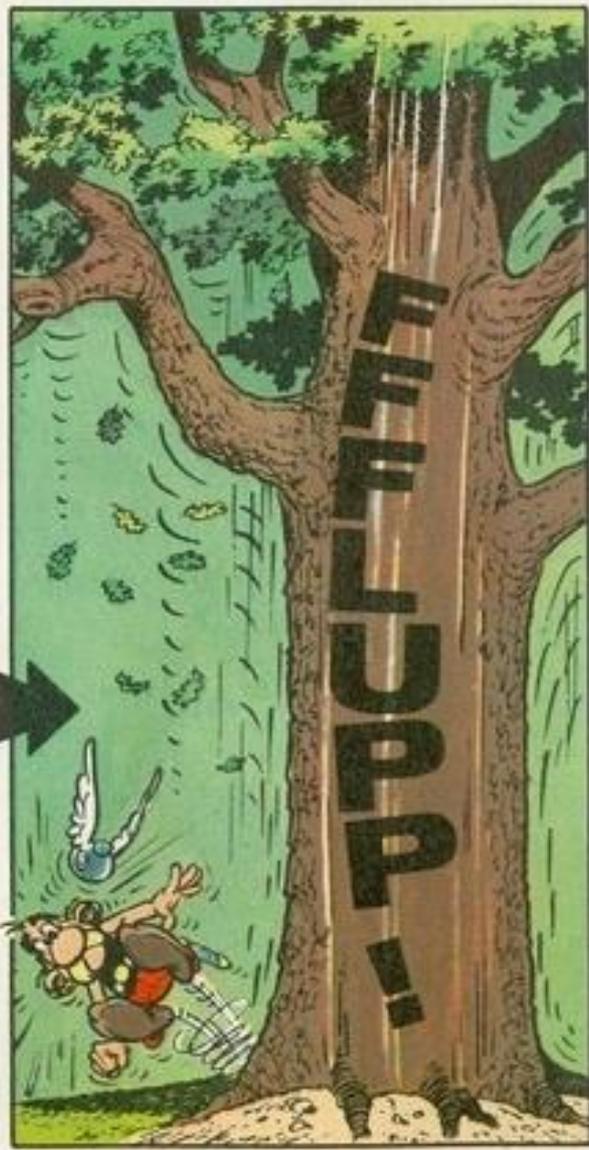


Warum der Fokus auf den Standort?

- 🌿 "**Standortgerechte**, naturnahe und produktive Wälder werden erhalten, entwickelt und ... bewirtschaftet." (Waldbaurichtlinie des Landes Brandenburg, Oberziel)
- 🌿 Die **Standortverhältnisse** werden direkt und indirekt, kurz- und langfristig vom **Klimawandel** beeinflusst → zunehmende Dynamik

Zertifizierung:

- 🌿 **FSC**: langfristige Orientierung der Forstwirtschaft hin zu einer **standortheimischen** Bestockung
- 🌿 **PEFC**: strebt Mischbestände mit **standortgerechten** Baumarten angepasster Herkünfte an

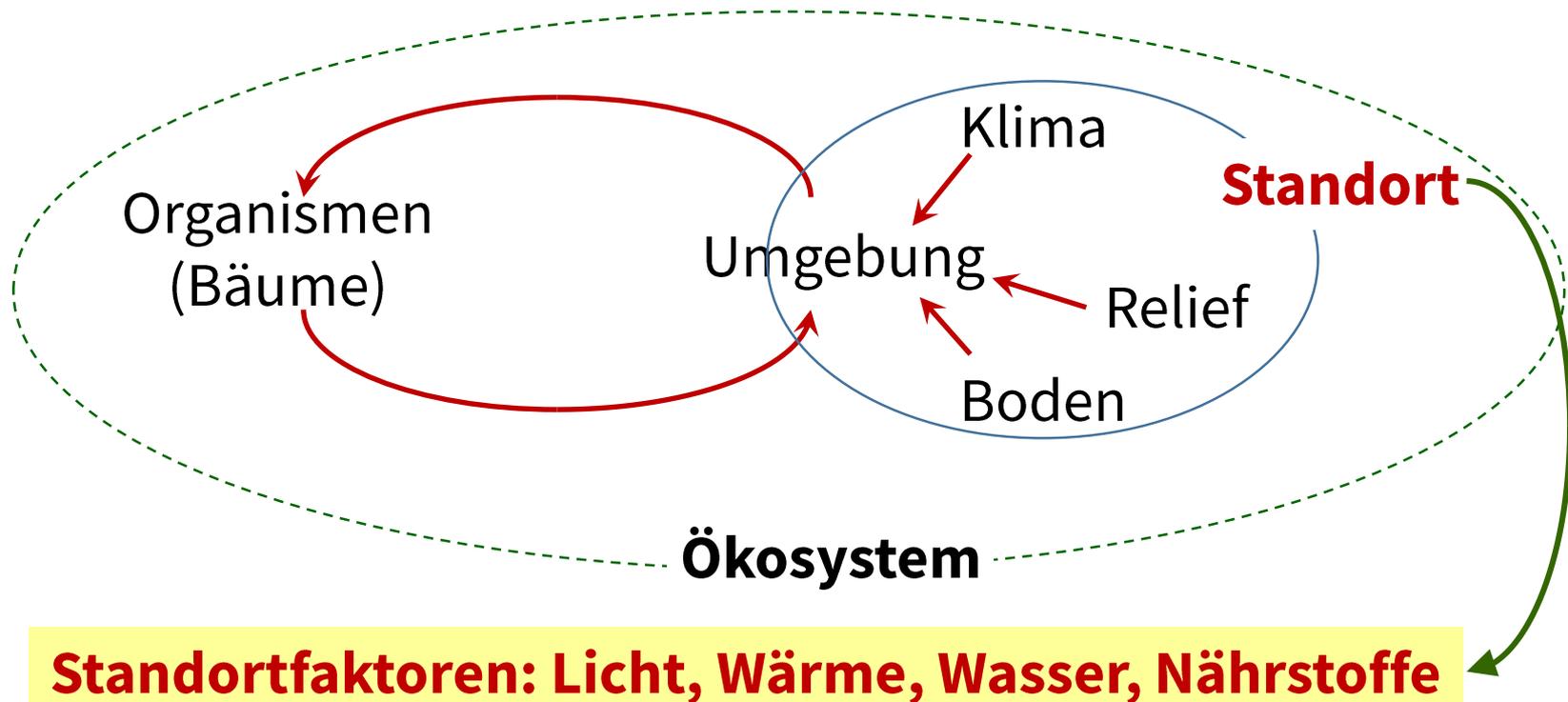


Die Standortfrage – elegant gelöst

© Ehapo-Verlag

Pflanzen und Umwelt

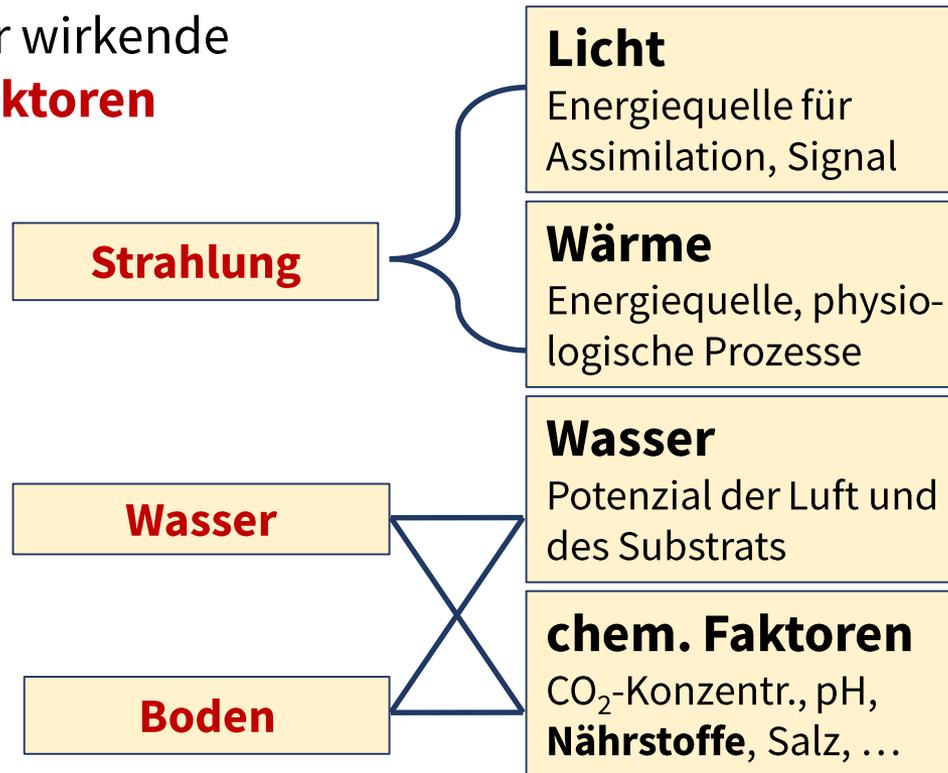
Wald = Ökosystem mit vielfachen Wechselbeziehungen zwischen den Organismen und deren anorganischer Umgebung



Pflanzen und Umwelt

Umwelt:

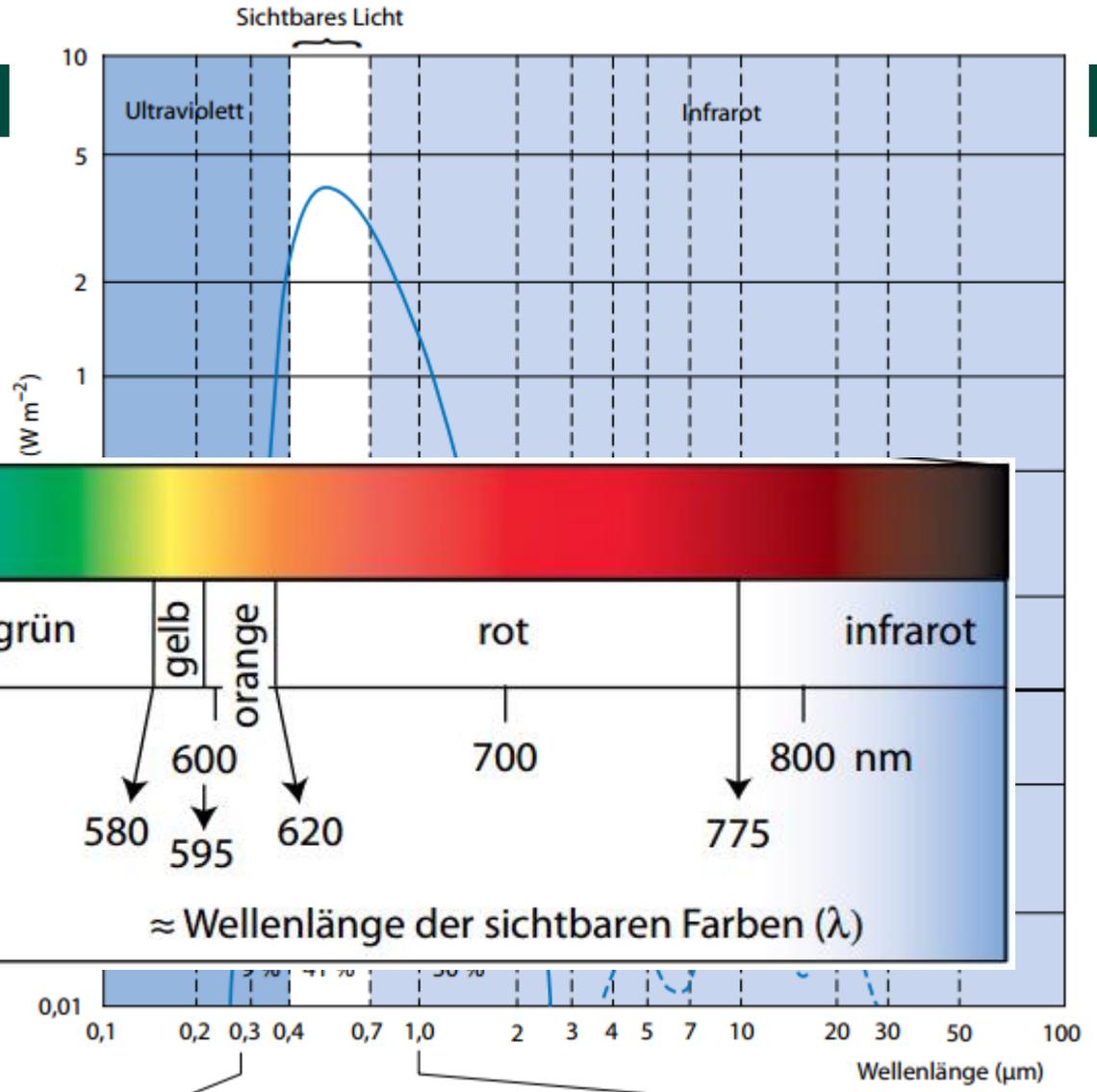
unmittelbar wirkende
Standortfaktoren





1. Strahlung

Sonnenenergie =
Grundlage allen Lebens
auf der Erde



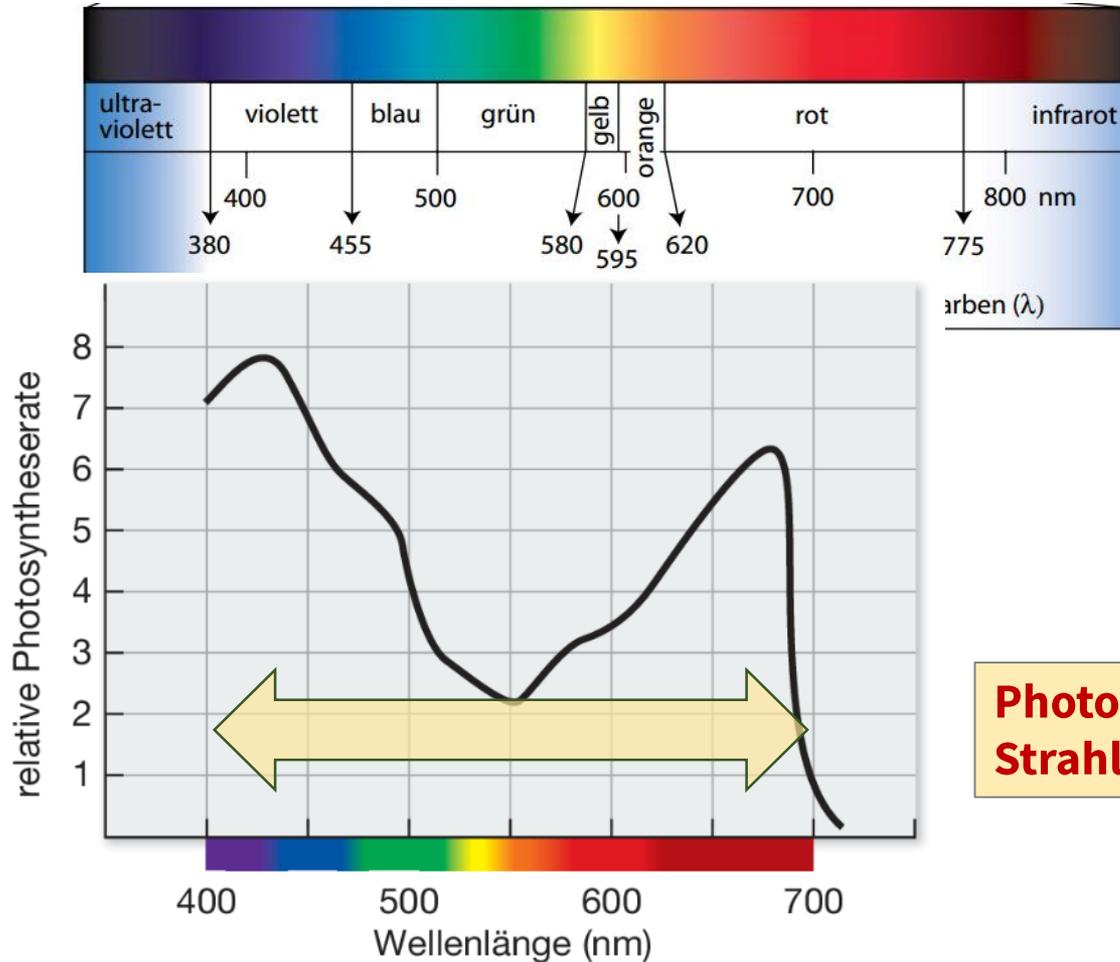
Bartsch & Röhrig (2016)

1. Strahlung als Energiequelle der Photosynthese

Photosyntheserate bei unterschiedlichen Wellenlängen (Farben)

Markl et al. (2019)

<https://images.app.goo.gl/VGVMPz6wVT18mCQB7>



Photosynthetisch aktive Strahlung (PAR)



1. Strahlung

Einstrahlung (Insolation) wird Schicht für Schicht reduziert durch

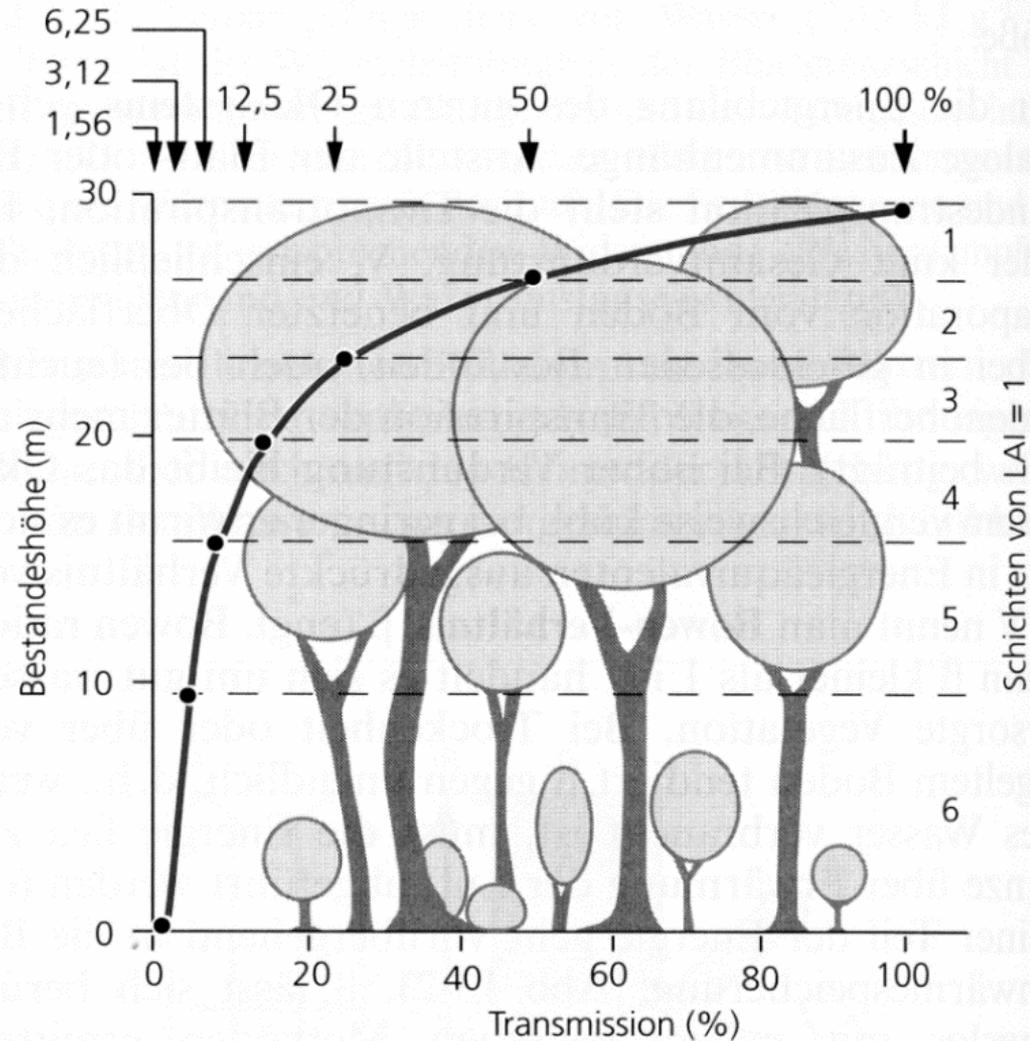
- ☘ Diffusion (Energiezerstreuung)
- ☘ Reflexion (Rückstrahlung)
- ☘ Absorption (Energieaufnahme)

vor Weitergabe (Transmission) in die nächstniedrigere Schicht



1. Strahlung

Einstrahlung (Insolation) wird Schicht für Schicht reduziert



LAI = Leaf Area Index; Blattflächenindex

Abb. nach Körner (2002)

1. Strahlung

Je nach Lichtbedarf v. a. im mittleren bis höheren Alter lassen sich die Baumarten klassifizieren (durchschnittlich, Varianz (Genetik!) möglich):

Lichtgenuss	Arten (Beispiele)
Schatten	Rot-Buche, Weiß-Tanne
Schatten-Halbschatten	Berg-Ahorn, Hainbuche, Eibe, Esche, Berg-Ulme
Halbschatten	Rot-Erle, Fichte, Feld-Ahorn, (Douglasie)
HS bis Halblicht	Trauben-Eiche, Eberesche, Aspe
Halblicht	Stiel-Eiche, Kiefer, Sand-Birke, Wild-Apfel
HL bis Volllicht	Europäische Lärche, Berg-Kiefer

Schatten: < 5 %, Halbschatten: > 10 %, HS-Halblicht: \geq 20 %, Halblicht: > 30 % der Freiland-Beleuchtungsstärke

1. Strahlung als Wärme

Photosynthese ist temperaturabhängig. Die **Optima** liegen bei:



15°C-25°C



10°C-25°C

Physiologische Obergrenzen der
Temperaturtoleranz:

- ab 30 °C Schließen der Stomata
- ab 35-40 °C Zerstörung der Enzyme (Eiweiße)

Anpassungsprozesse im Rahmen
der Evolution haben zu
regionalen Unterschieden geführt



"optimale" Temperaturen steigen
mit der Nähe zum Äquator

1. Strahlung als Signalgeber

steuert in Form der **Temperatur** (Summen, Mittelwerte, Maxima / Minima) viele physiologische Abläufe, die oft genetisch fixiert sind. Beispiele:

- 🍃 Phänologie (Austrieb, Verfärbung, Laubabwurf)
- 🍃 Blüte und Fruchtbildung
- 🍃 Verhältnis Primär-/Sekundärproduktion





1. Strahlung und Effekte auf das Waldwachstum



Foto: M. Guericke

1. Strahlung und Effekte auf das Waldwachstum

- ☛ Kampf um Licht → Realisierung des Höhenwachstumspotenzials
- ☛ Konkurrenzsteuerung zwischen Arten und Schichten (Verjüngung, Grasschicht, ...)
- ☛ Kronenentwicklung (Habitus), Astigkeit
- ☛ Bodenleben: Streuabbau erfolgt deutlich schneller bei Lichtzufuhr

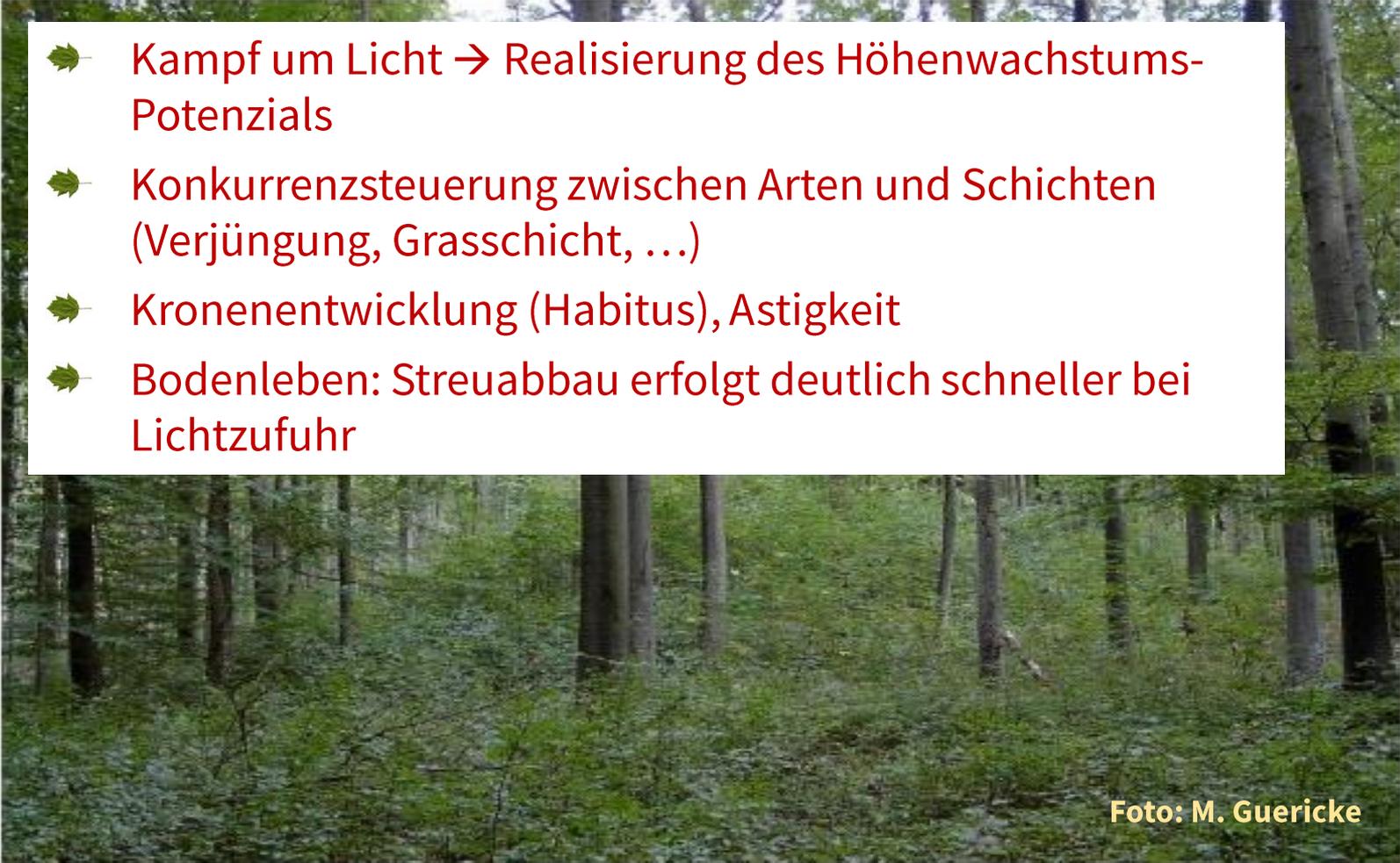
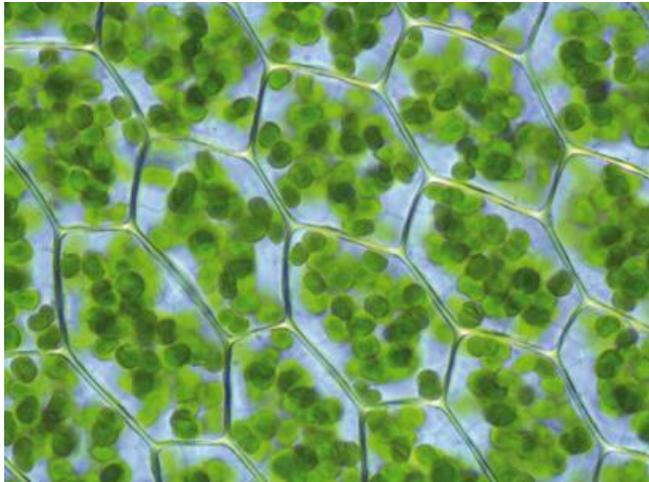


Foto: M. Guericke

2. Standortfaktor Wasser

notwendige Voraussetzung allen Lebens auf der Erde

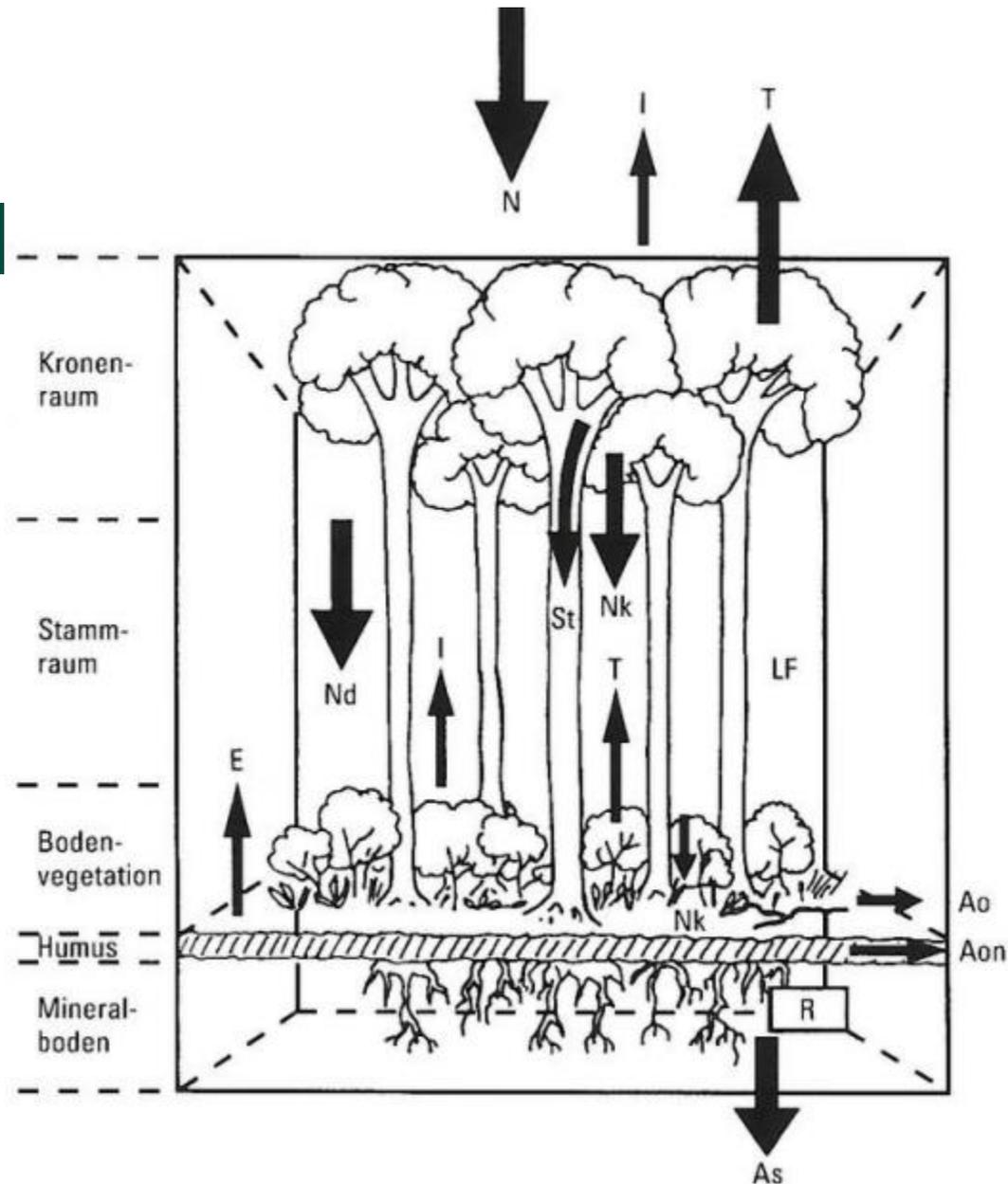
- ✦ Transport, grundlegende chemische Prozesse
- ✦ Zellinnendruck, Festigkeit & Aufbau der Pflanzen
- ✦ Meteorologie, Bodenphysik, Verwitterung



2. Standortfaktor Wasser

Wasserhaushalts- Einflussgrößen im Wald

- N = Niederschlag
- I = Interzeption
- T = Transpiration
- Nd = durchfallender Niederschlag
- Nk = Kronentrauf-Niederschlag
- St = Stammablauf
- LF = Luftfeuchte
- E = Evaporation
- Ao = Oberflächenabfluss
- Aon = oberflächennaher Abfluss
- R = Vorratsänderung im Boden
- As = Sickerabfluss



Otto (1994)

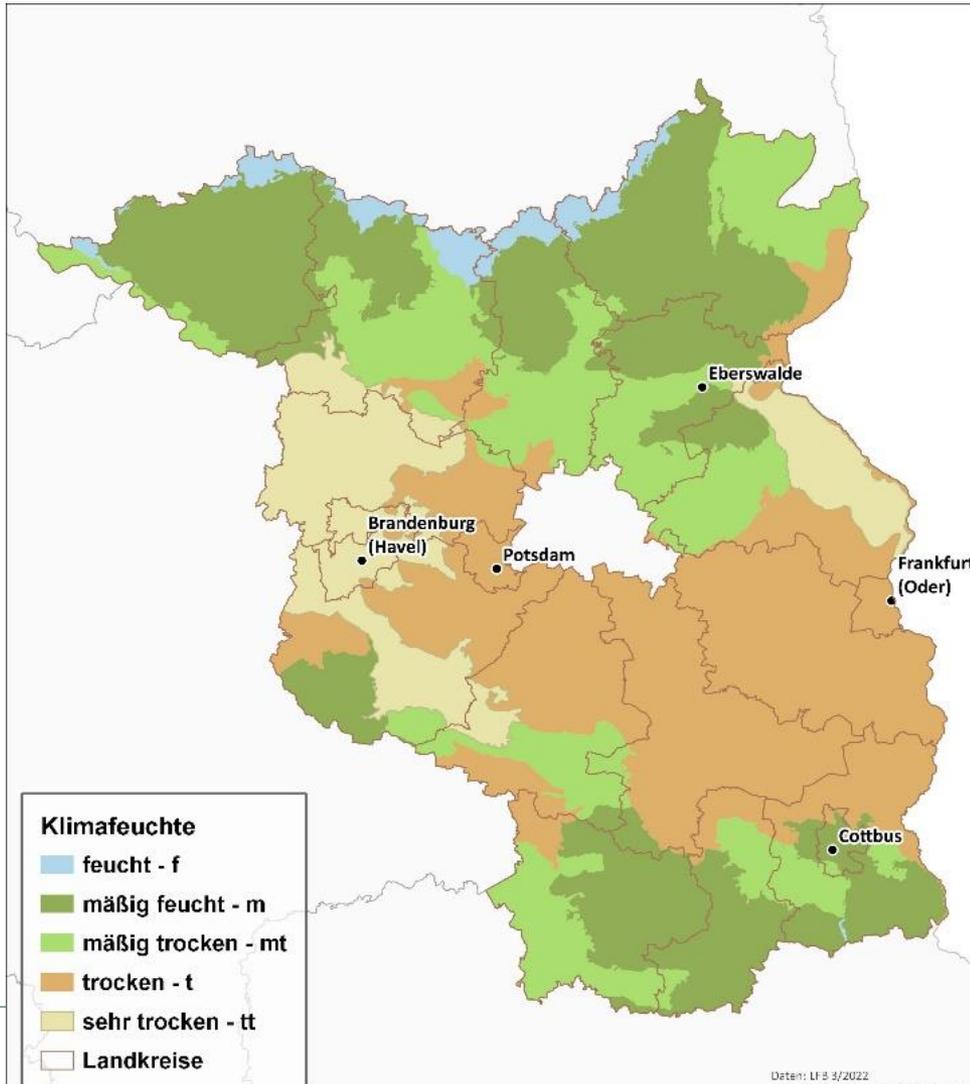
2. Standortfaktor Wasser

Wasserhaushalts-Einflussgrößen im Wald

Von ökologisch-forstlicher Bedeutung:

- 🌿 **Evapotranspiration** (Evaporation + Transpiration)
- 🌿 **klimatische Wasserbilanz** $k_{Wb} = \text{Niederschlag} - \text{Evapotranspiration}$
(auch über bestimmte Abschnitte gerechnet, z. B. Vegetationsperiode)
 - 🌿 "Klimahüllen"
 - 🌿 Trockengrenzen / physiologische Grenzen des Wachstums

2. Standortfaktor Wasser



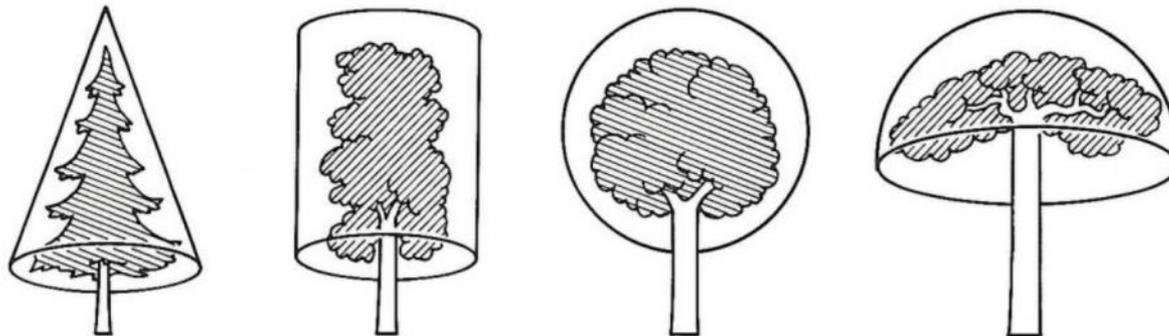
Von waldbaulicher Bedeutung:
kWb, z. B. für die langfristige
forstliche Planung

Klimastufengliederung für
Brandenburg seit 2022,
Basis:
Niederschlagsverteilung
und kWb

2. Standortfaktor Wasser

Entscheidend für die Nutzbarkeit durch die Pflanze:

- 🌿 Menge und zeitliche Verteilung
- 🌿 andere meteorologische Faktoren (Wind, Strahlung, ...)
- 🌿 Pflanzeigenschaften (Kronenform, laubabwerfend ja/nein, Rindenstruktur, Blattform, ...)
- 🌿 Bodenzustand einschließlich Humusschicht
- 🌿 Konkurrenz durch andere Individuen / Arten



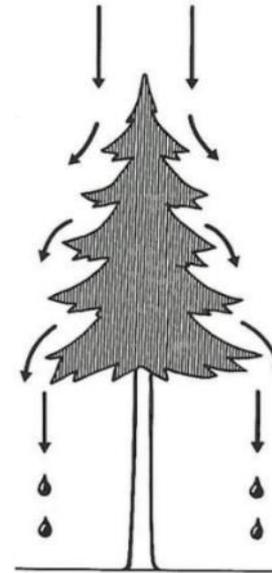
2. Standortfaktor Wasser

Wasserverfügbarkeit: Einfluss der Morphologie

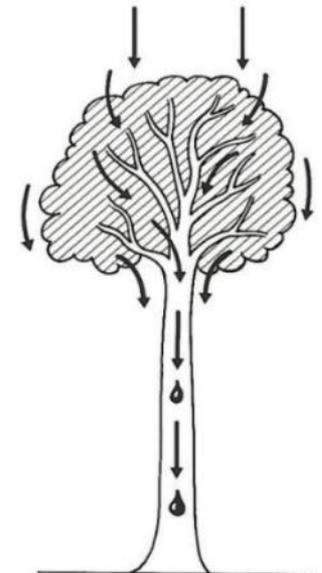


 Rinde von Stiel-Eiche (links)
und Rot-Buche

Schirmform
(z. B. Fichte)



Trichterform
(z. B. Rot-Buche)



www.commonswiki.org; www.baumportal.de; Otto (1994)

2. Standortfaktor Wasser

Wasserverfügbarkeit: Einfluss der Morphologie



Verluste durch **Interzeption**:

- 2-5 mm bleiben im Kronenraum
"hängen" und verdunsten wieder
- Eiche < Kiefer < Buche < Fichte < Weiß-Tanne
< Douglasie
- Verluste prozentual umso höher,
je geringer die Niederschlagsmenge

Messung des Stammabflusses auf der
Versuchsfläche Beerenbusch-Buche



2. Standortfaktor Wasser

Wasserverfügbarkeit: Einfluss der **"übrigen" Vegetation**



3. Standortfaktor Boden

Grundbegriffe:

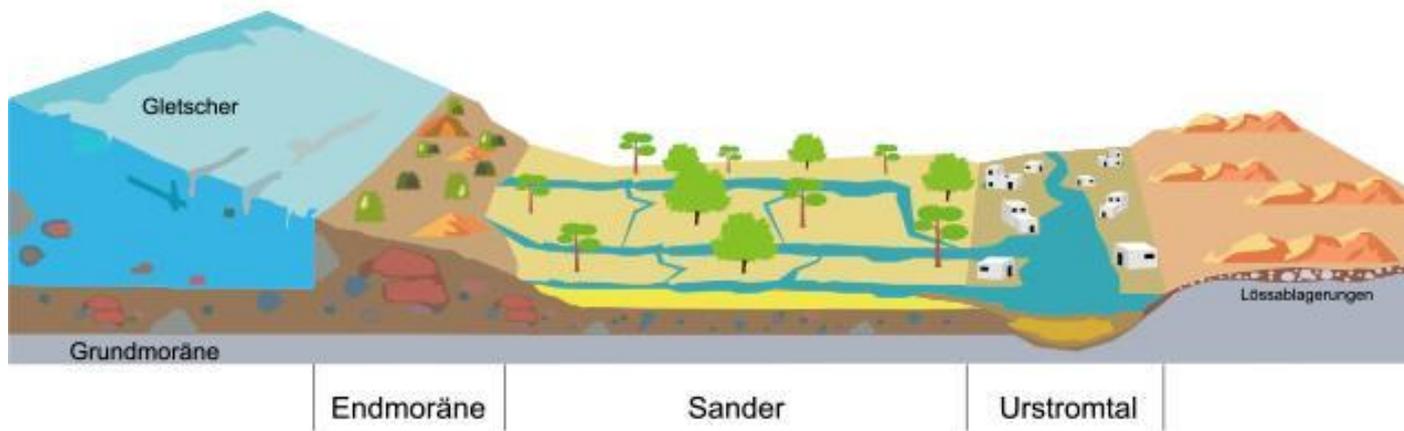
- 🌿 geologische Formation
- 🌿 Verwitterung, Bodenbildung, Nährstoffangebot
- 🌿 Höhenzonen, Geländegestalt, Exposition → Relief



3. Standortfaktor Boden

Geologische Formation:

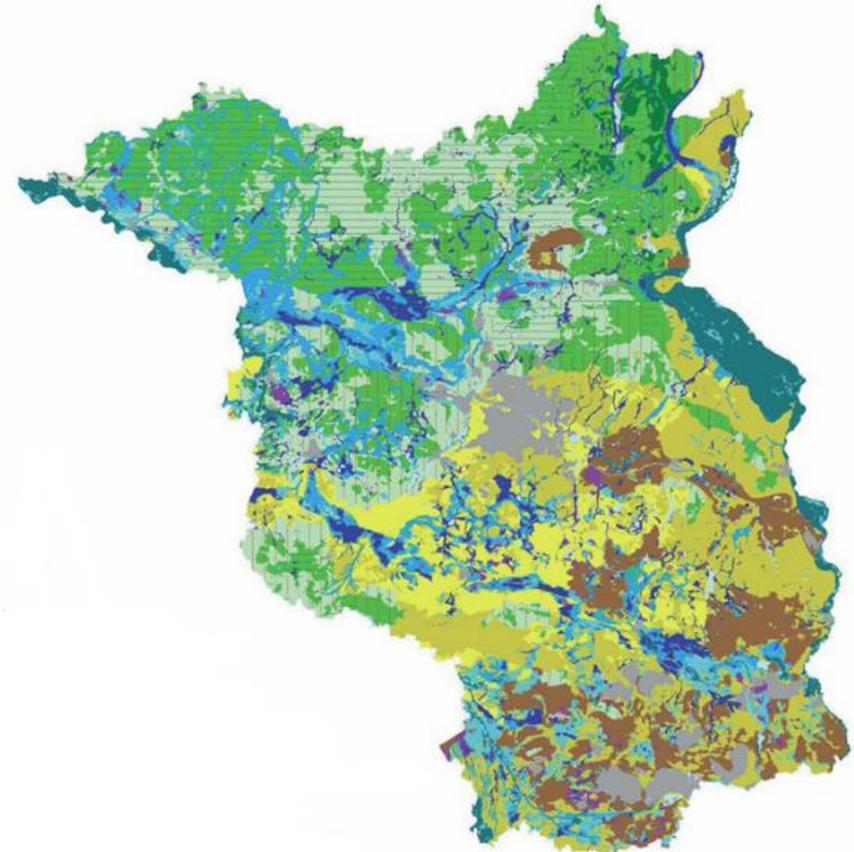
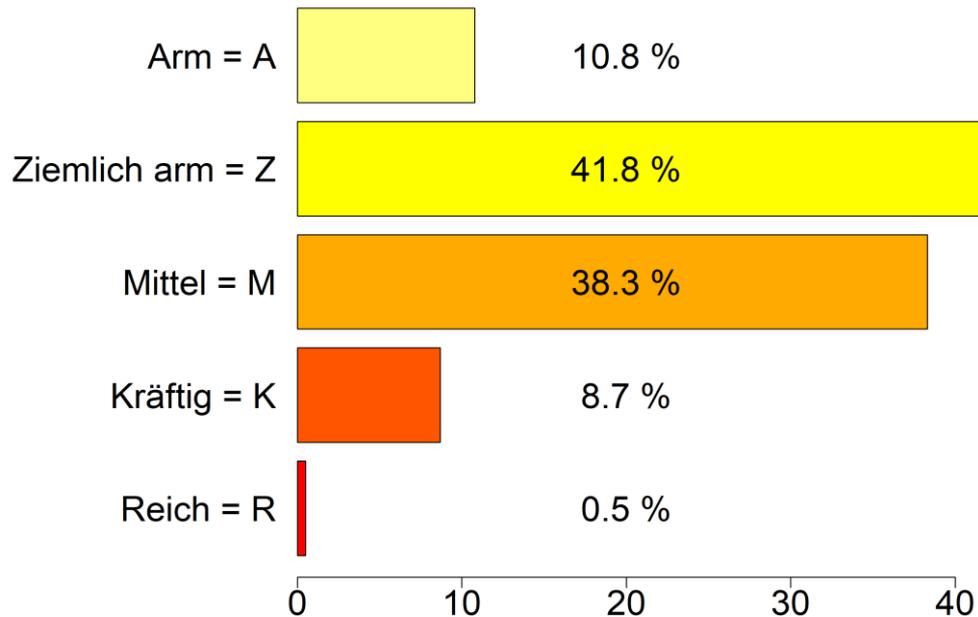
- 🌿 Grundgestein (Magmatite, Sedimentite, Metamorphite)
- 🌿 Lagerung, Schichtung
- 🌿 evtl. eiszeitliche Überprägung (z. B. in Brandenburg, im Alpenvorland)



http://www.klassewasser.de/content/language1/img_636/glaziale-serie.jpg

3. Standortfaktor Boden

Eiszeitliche Überprägung hat zu den besonderen Standortbedingungen in Brandenburg geführt → Anteile der Wald-Nährkraftstufen und pnV in BB:



3. Standortfaktor Boden

Verwitterung, Bodenbildung, Nährstoffangebot

- 🌿 "Boden" ist die Grenzzone zwischen unbelebtem Grundgestein und Biozönose = Durchdringung belebter und unbelebter Materie
- 🌿 Entspricht in etwa Humusschicht + Wurzelraum des Mineralbodens (bis in Tiefen von 2,5 bis 4 m)
- 🌿 Nährstoffnachlieferung durch Verwitterung und/oder abgestorbenes organisches Material (z. T. auch durch Einträge aus Landwirtschaft, Industrie, Verkehr)



