

Wälder der Zukunft - Auswirkungen des Klimawandels auf die Waldbewirtschaftung

Ernst Leitgeb
Institut für Waldökologie und Boden

Waldenquete

Graz
22. Mai 2025

Erwartete Klimaänderung, Waldstandorte in Österreich

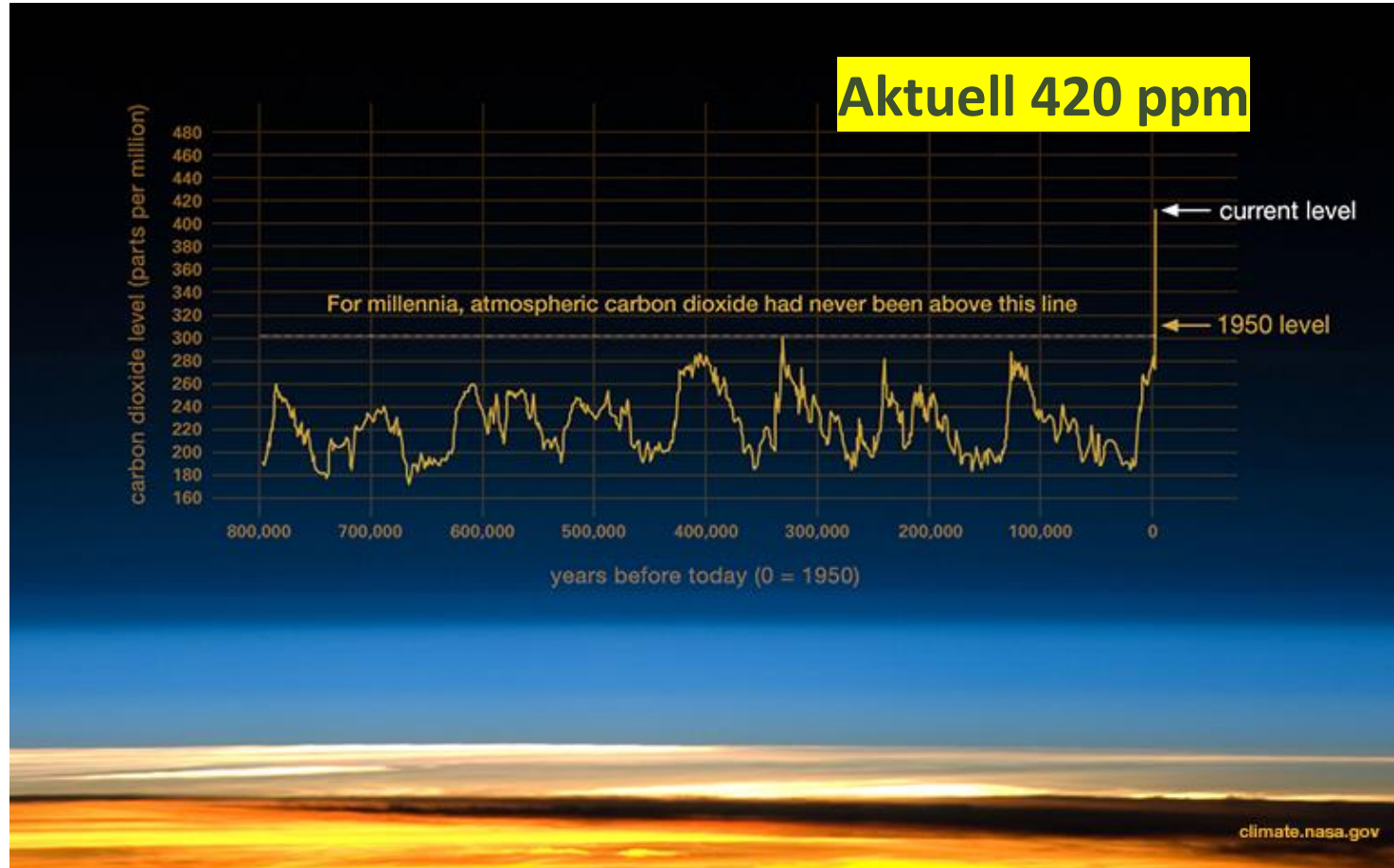
Veränderung der Waldstandorte im Klimawandel

Wasser-, Nährstoffhaushalt
organischer Kohlenstoff

Auswirkung auf die Waldbewirtschaftung

Planungstools und Herausforderungen im Klimawandel

Langfristige atmosphärische CO₂ Entwicklung



ÖKS15 – Klimaszenarien für die Steiermark

Mittlere Lufttemperatur:

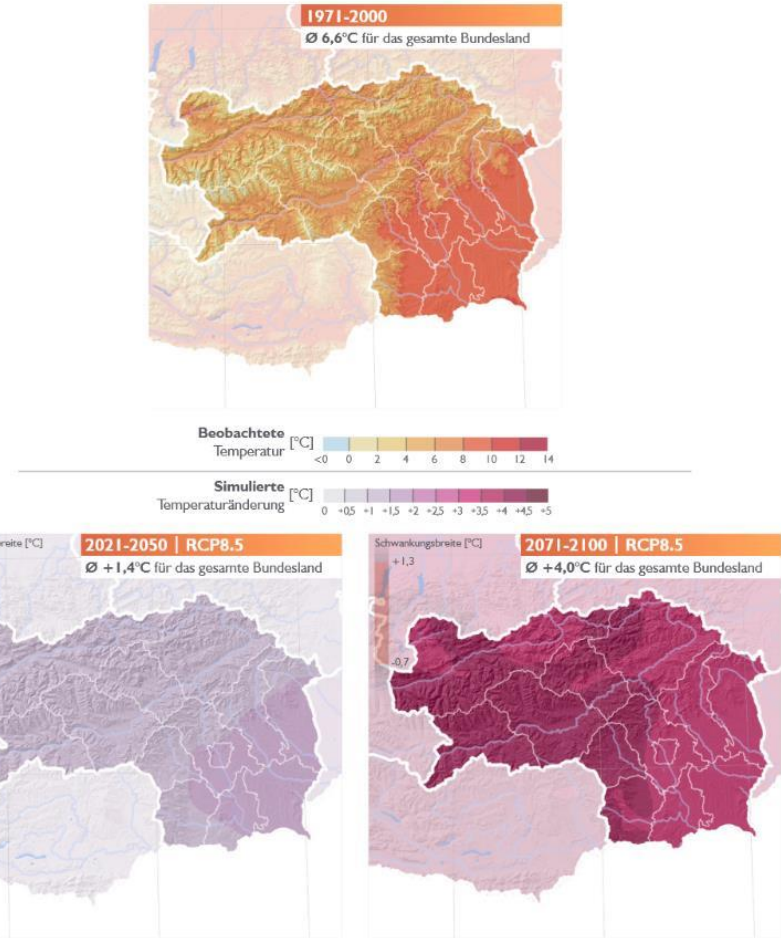
1990 – 2000: 6,6 °C +/- 0,2 °C

Erwartet Veränderung der Lufttemperatur (RCP 8.5)

Nahe Zukunft: +1,4 °C

Ferne Zukunft: +4,0 °C

Zunahme über gesamte Steiermark
annähernd gleich



ÖKS15 – Klimaszenarien

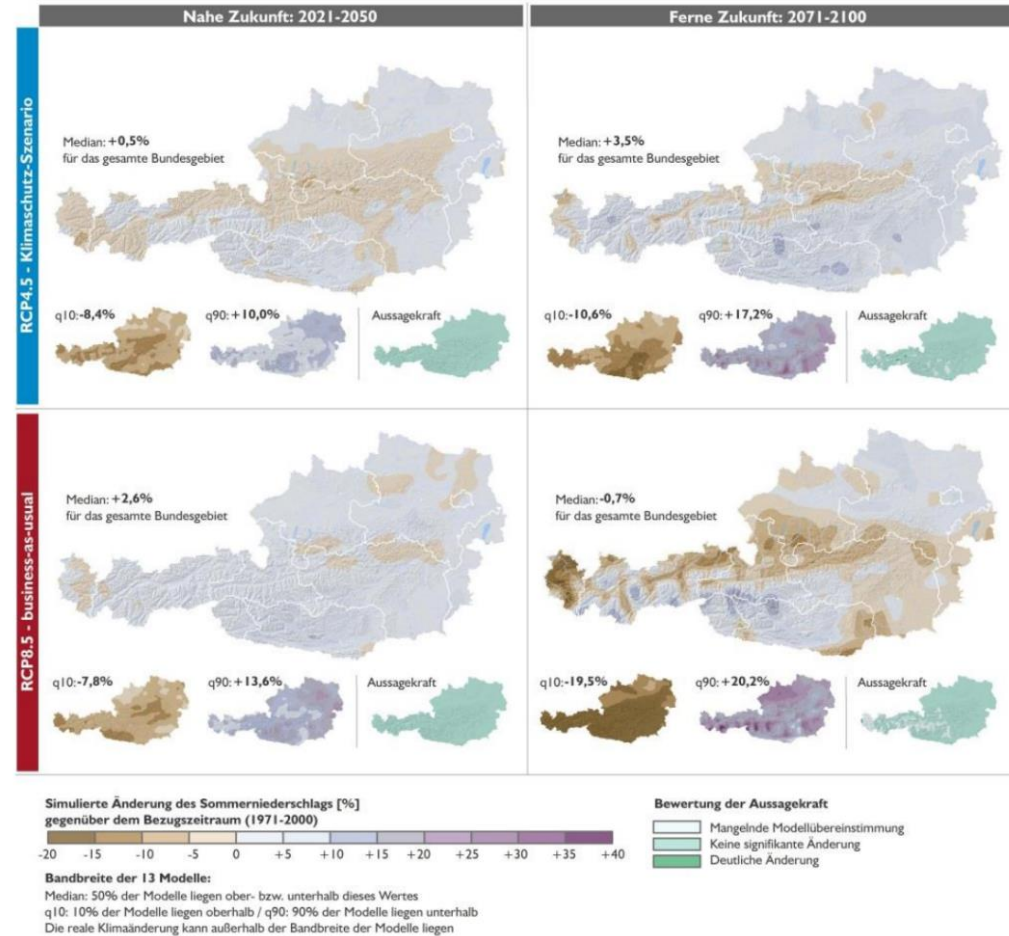
Veränderung des Sommer Niederschlags

RCP 4.5 (mit Klimaschutz)

RCP 8.5 (business as usual)

Tendenziell trockener

Aussagekraft geringer,
Niederschlagsprognosen mit
viel mehr Unsicherheit



Simulierte Änderung des Sommerniederschlags [%] gegenüber dem Bezugszeitraum (1971-2000)

ÖKS15 – Klimaszenarien

Veränderung des Winter Niederschlags

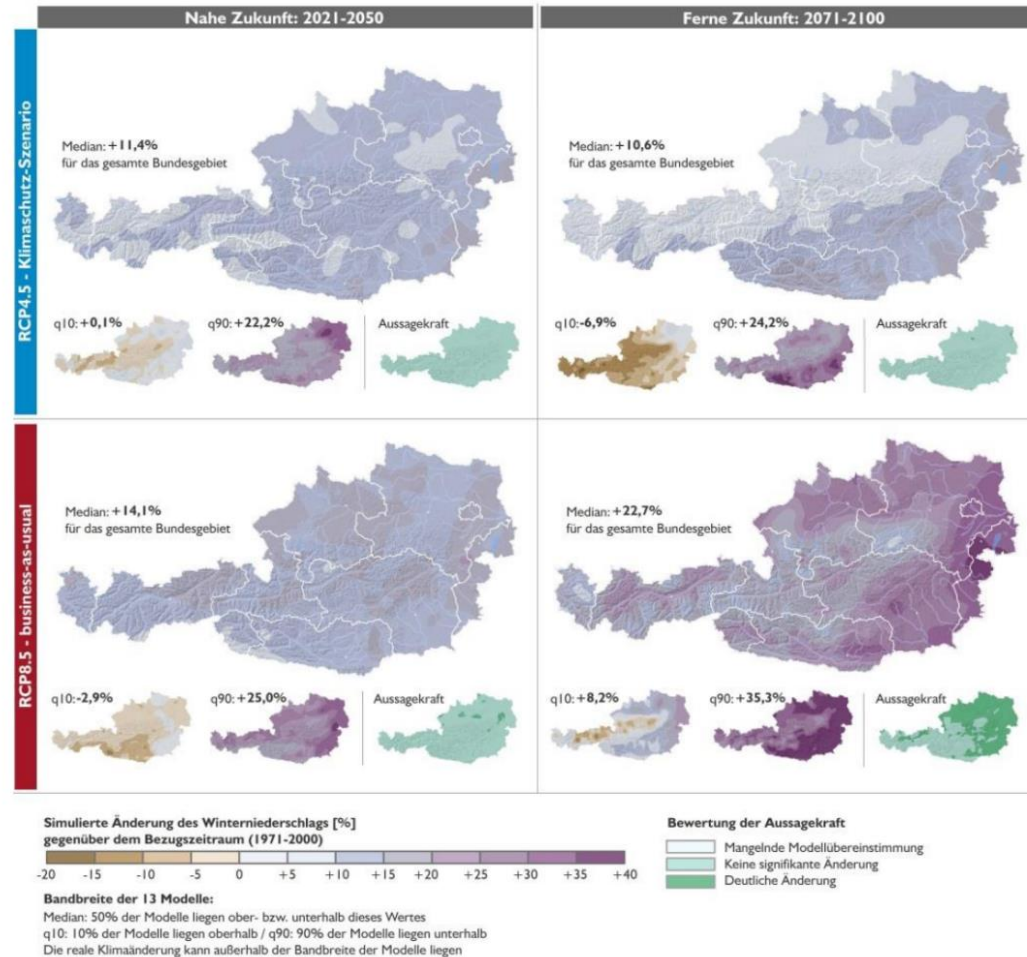
RCP 4.5 (mit Klimaschutz)

RCP 8.5 (business as usual)

Tendenziell feuchter

Aussagekraft geringer,
Niederschlagsprognosen mit
viel mehr Unsicherheit

Allgemein gilt:
**Extremereignisse
nehmen zu**



Simulierte Änderung des Winterniederschlags [%] gegenüber dem Bezugszeitraum (1971-2000)

Waldstandorte im Klimawandel - Grundlagen

Vielfalt an Bodentypen, unterschiedlichste Bodeneigenschaften

flach – tiefgründig

geringe – hohe Wasserspeicherung

nährstoffarm – nährstoffreich

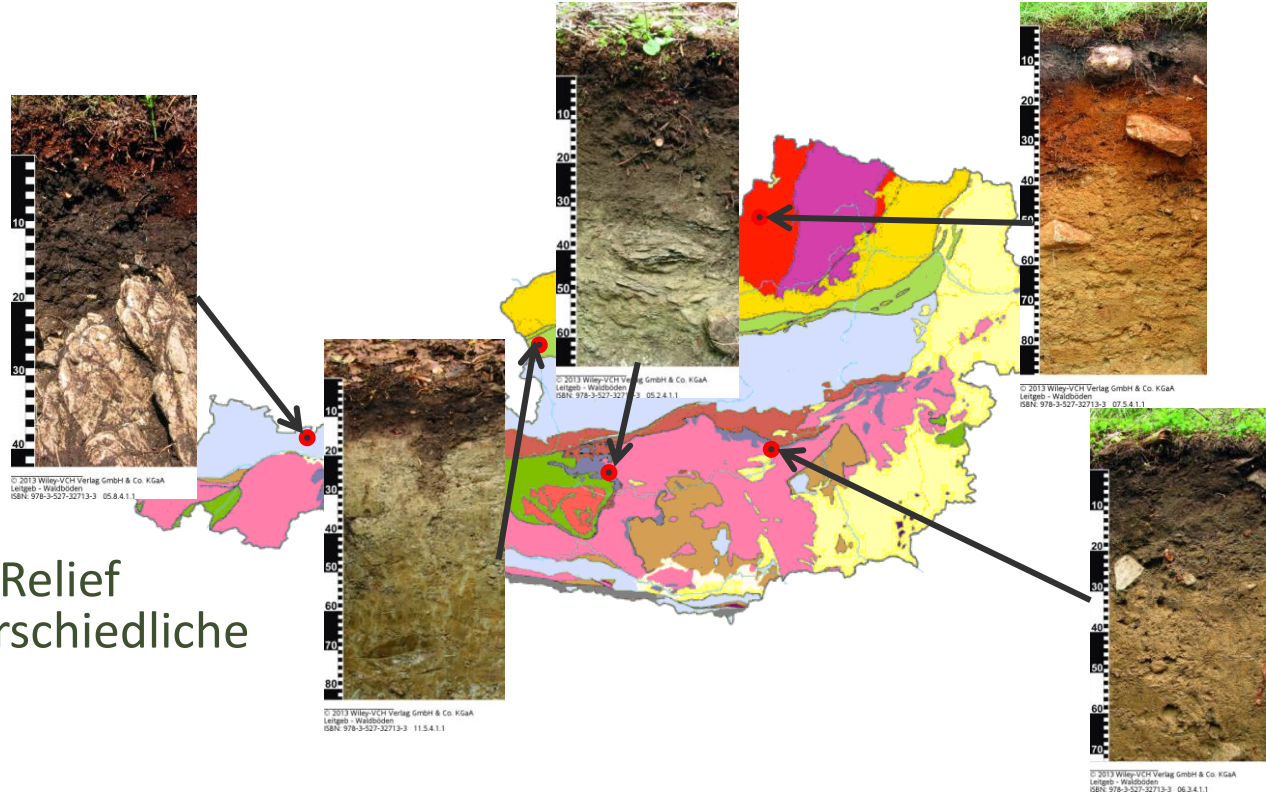
sehr stark sauer – schwach sauer/neutrale Bodenreaktion

historische Waldnutzung, regional

unterschiedliche Vorräte an organischem Kohlenstoff (ca. 50 bis > 200 t/ha)

**Bodentypen mit unterschiedlichen Klimaparametern, Lage
⇒ Sehr viele unterschiedliche Waldstandorte**

Waldstandorte im Klimawandel - Grundlagen



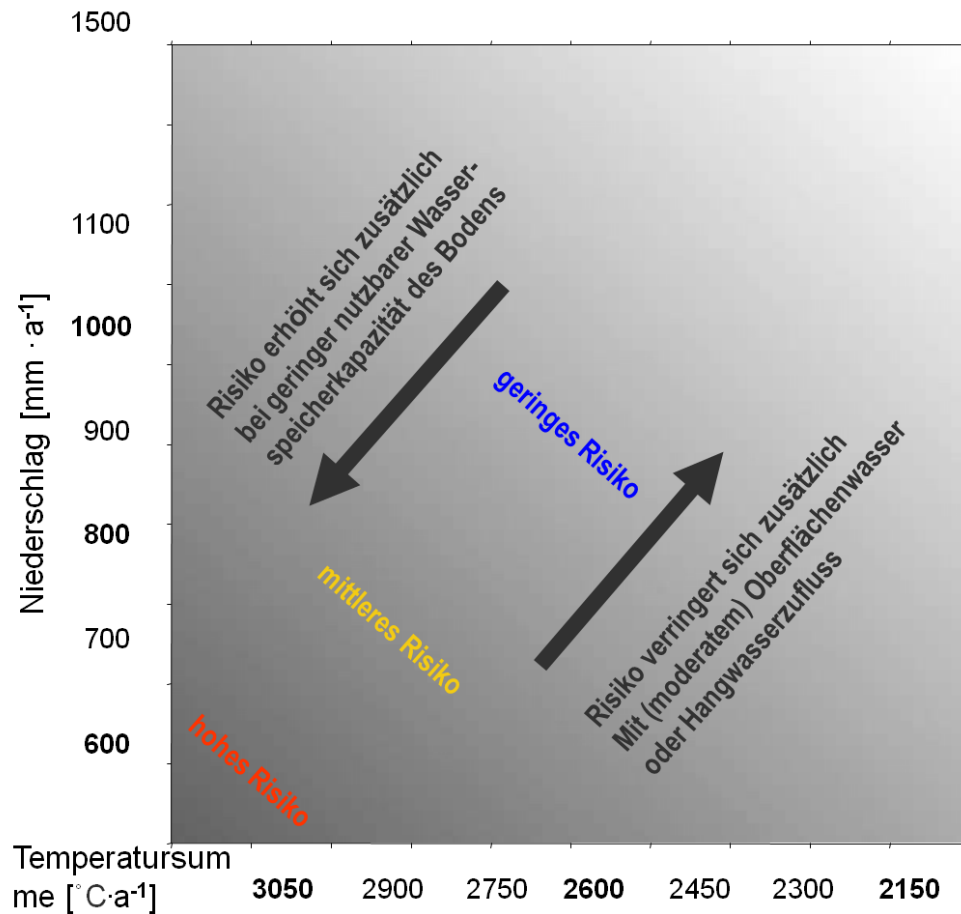
Geologie und Relief
schaffen unterschiedliche
Böden !

Waldböden und Baumartenwahl

Risikobewertung Fichte:

„Grobe Rahmen“: Klima
(Niederschlag, Temperatur)

„Feinjustierung“: Standort



Waldstandorte – Veränderungen – Was bleibt konstant, was nicht?

Konstant bleibt:

Relief und Geologie

Bodentypen, Bodenbildungsprozesse

Bodenarten (Korngrößenspektrum)

Veränderungen möglich bei:

Bodenkohlenstoff, Humus

Wasserhaushalt:

Böden reagieren bezüglich ihres Wasserhaushaltes im

Klimawandel unterschiedlich: Je nach Lage und Standort ⇒ „Gewinner“

und „Verlierer“ ⇒ **Mehrheit der Standorte** ⇒ „**Verlierer**“ (Trockenstress)

(Nährstoffhaushalt): Nachlieferung

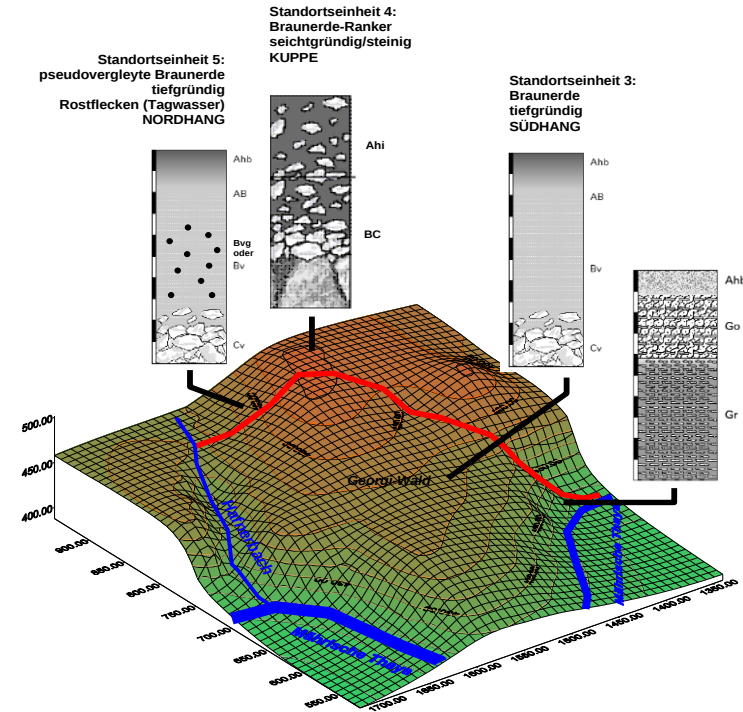
Waldstandorte – Veränderungen: Wasserhaushalt

Bodenwasserhaushalt bei Temperaturzunahme:

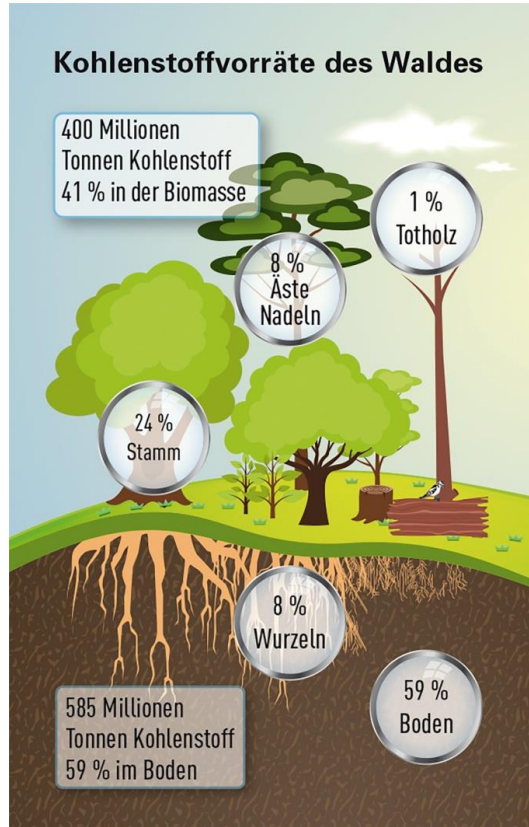
Niederschlag bleibt gleich $\Rightarrow$ Verschlechterung durch erhöhte Verdunstung (kann durch Standort/Boden u.U. ausgeglichen werden)

Niederschlag nimmt ab $\Rightarrow$ gravierende Verschlechterung (kann durch Standort/Boden kaum mehr ausgeglichen werden)

Niederschlag nimmt zu $\Rightarrow$ kaum Effekt ? (aber Saisonalität, Zunahme im Einklang mit Temperaturerhöhung)



Waldstandorte im Klimawandel – organ. Kohlenstoff



Wälder sind die größten C-Speicher in der österreichischen Landschaft (bis jetzt)!

Kohlenstoff im Boden vgl. zu Biomasse

Wald: 59 %

Ackerboden: 10 %

Grünland: 22 %

Waldstandorte im Klimawandel – organ. Kohlenstoff

Kohlenstoffverluste durch den Klimawandel:

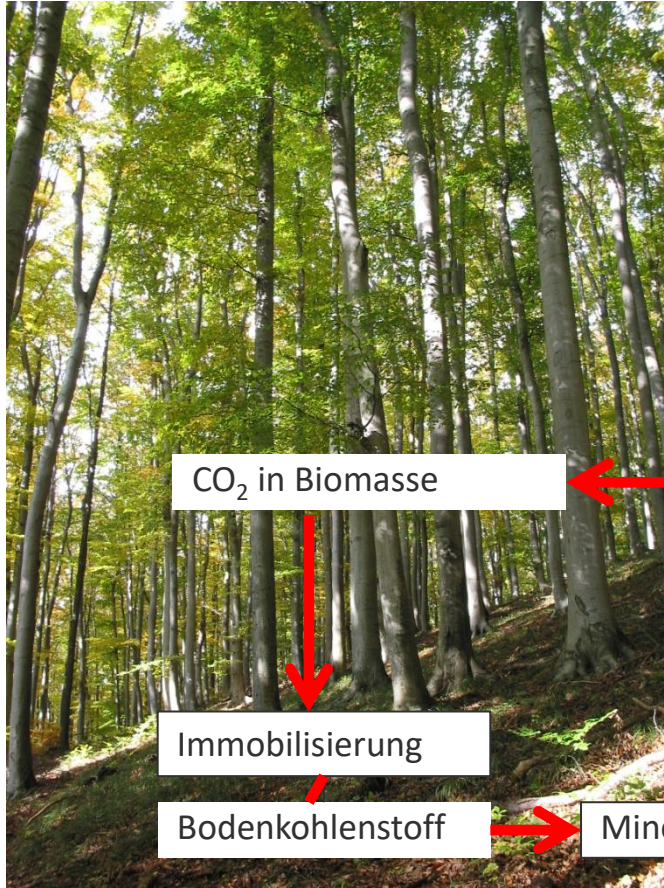
Im Waldboden zwei entgegengesetzte Prozesse im C-Haushalt, stehen im Gleichgewicht:

Humifizierung: Aufbau von Humus (Huminstoffe), unterschiedliche C-Pools (langfristig, kurzfristig)

Mineralisierung: Abbau organischer Substanz in anorganische Form => CO₂ entsteht.
Verantwortlich dafür: das Bodenleben, wird v.a. durch Feuchtigkeit und Temperatur bestimmt

Deutlichsten Klimaeffekte auf Bodenleben und Humushaushalt, Temperaturerhöhung verstärkt Mineralisierung und führt zu Humusabbau

Waldstandorte im Klimawandel – organ. Kohlenstoff



Temperaturerhöhung verstärkt Mineralisierung und führt zu Humusabbau !!! - *bei gleichbleibender Feuchtigkeit*

CO₂ in Biomasse

CO₂ Atmosphäre

Immobilisierung

Bodenkohlenstoff

Mineralisierung durch Bodenleben (Temperatur, Feuchtigkeit)

Waldstandorte im Klimawandel – organ. Kohlenstoff (C_{org})

Einfluss der Waldbewirtschaftung:

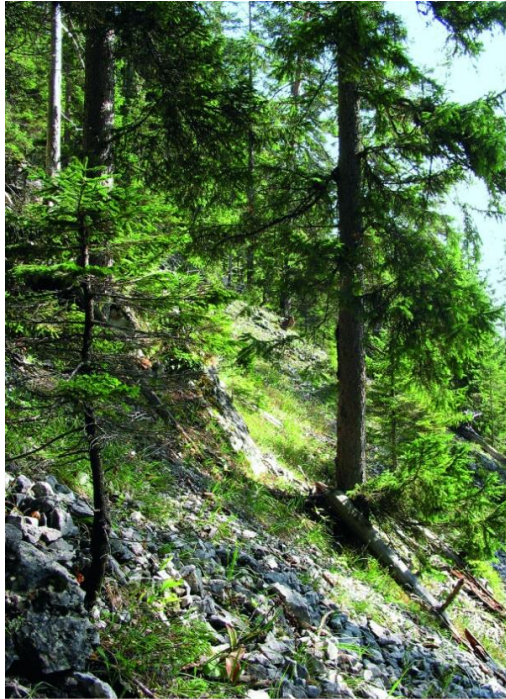
- C_{org} - Aufbau durch Waldwirtschaft und ist nur beschränkt möglich (z.B. tiefere Erschließung des Bodens durch Laubbaumarten).
- Priorität hat die Vermeidung von C_{org} - Verlusten auf großen Kalamitätsflächen durch stabile, klimafitte Bestände, besonders auf sensiblen Standorten und Böden (z.B. Kalkalpin). Anfällig: Böden mit mächtiger Auflage, alte Bestände.

=> Der **Aufbau** des C_{org} im Boden dauert lange (Jahrzehnte, Jahrhunderte), der **Abbau/Verlust** kann dagegen sehr rasch erfolgen (großflächige Störungen).

Waldstandorte im Klimawandel – organ. Kohlenstoff (C_{org})

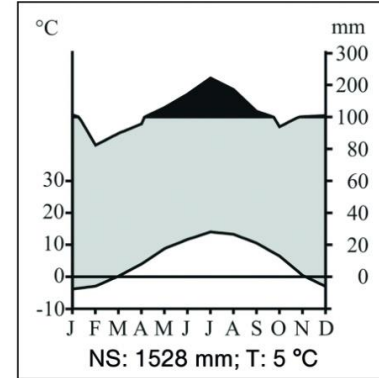


© 2013 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA
Leitgeb - Waldböden
ISBN: 978-3-527-32713-3 04.3.1.1.4



Fichten-Bestand mit Kiefer

© 2013 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA
Leitgeb - Waldböden
ISBN: 9783527327133 Kap. 04



N 47,525 / E 11,818

Wälder der Zukunft – Planungsgrundlagen

Veränderung von Standortsfaktoren im Klimawandel

Großraumklima ist **keine** unveränderliche Größe mehr!

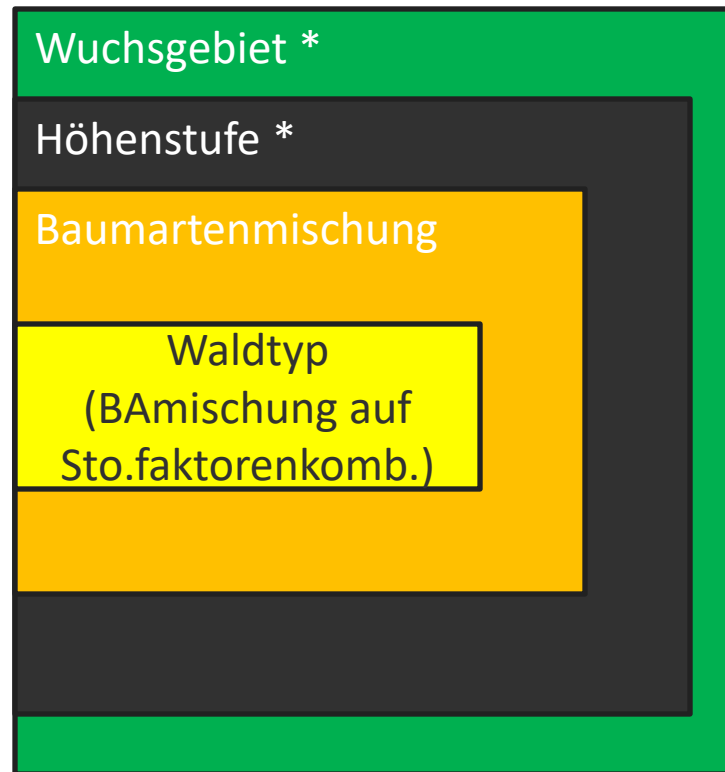
- Standorte können sich im Laufe der Zeit verschieben
- Möglichkeit neuartiger Standorte
- „Standortstaugliche Baumarten“ => „klimafitte Baumarten“
- Konzept der (pot.) natürlichen Waldgesellschaft an Klimaänderung anpassen

Wälder der Zukunft – Planungsgrundlagen

heute



zukünftig



Wälder der Zukunft – Planungsgrundlagen

Grundelemente:

- Terrestrische Erhebungen zu Boden und Vegetation
- Regionalisierung Klimadaten
- Regionalisierung Standortdaten, Wasser-, Nährstoff- Wärmehaushalt
- Standortklassifizierung
- Baumarteneignung

Neue dynamische Walddtypisierung („FORSITE“)

- Auswahl von Klimaszenarien (RCP 4.5, RCP 8.5)
- Unterscheidung nahe Zukunft (2050), ferne Zukunft (2100)
- Planungsgrundlagen auf betrieblicher Ebene

Wälder der Zukunft – Herausforderungen

Waldbehandlung auf sensiblen Standorten

Zunehmenden Kalamitäten erschweren langfristige Planung

Aktuelle Bestockung => Überführung in klimafitte Wälder

Klima heute vs. Klima in naher und ferner Zukunft wichtig für
Baumartenwahl

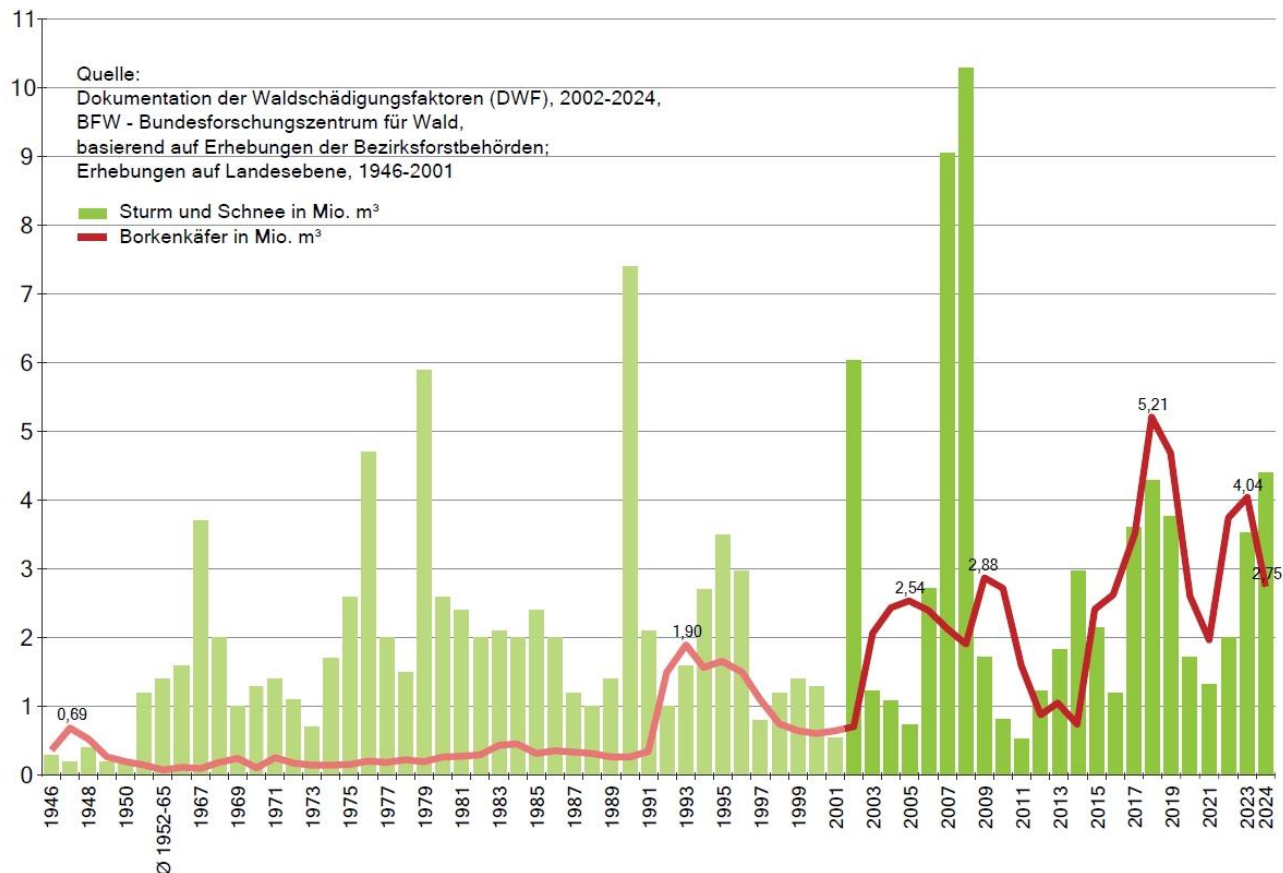
Baumarteneignung

Baumartenmischung

Waldbauliche Behandlung nicht heimischer Baumarten

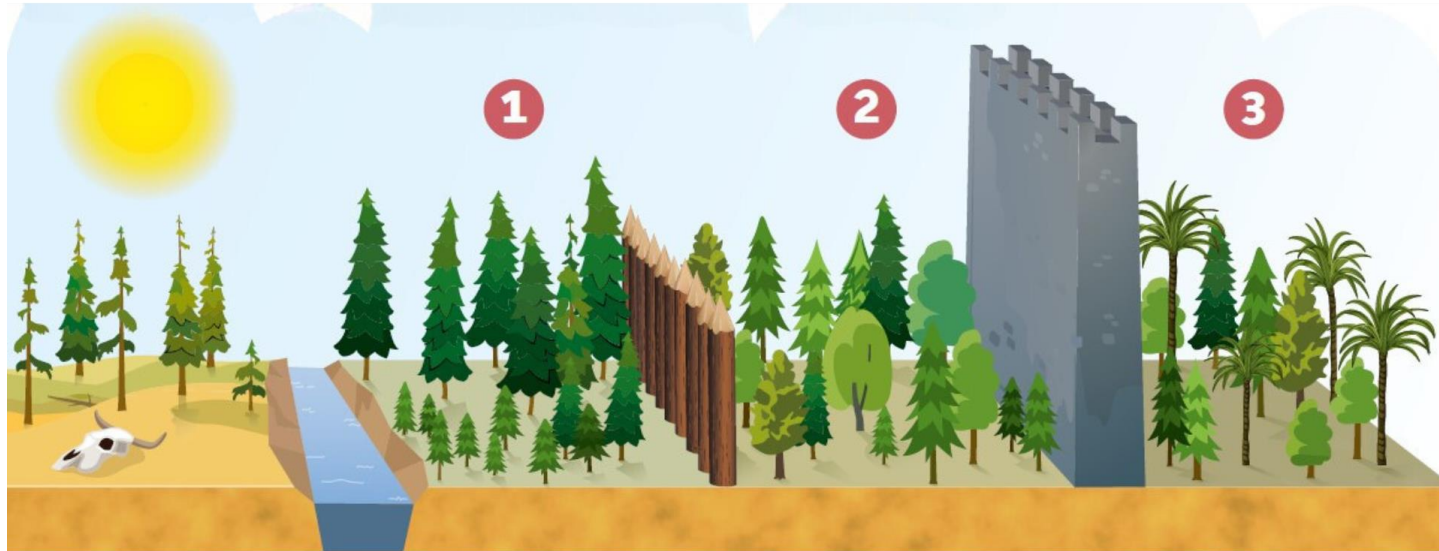
Schadholzstatistik

Schadholzanfall durch Sturm, Schnee und Borkenkäfer



Wälder der Zukunft – Herausforderungen

- 1) Unterstützte Wanderung von neuen Herkünften und Genotypen heimischer Baumarten (Assisted Migration)
- 2) Andere heimische **standortstaugliche** Baumarten, in Mischung pflanzen
- 3) Nichtheimische Baumarten verwenden => wo der Standort keine Alternativen mehr zulässt



Vielen Dank für Ihr Interesse !