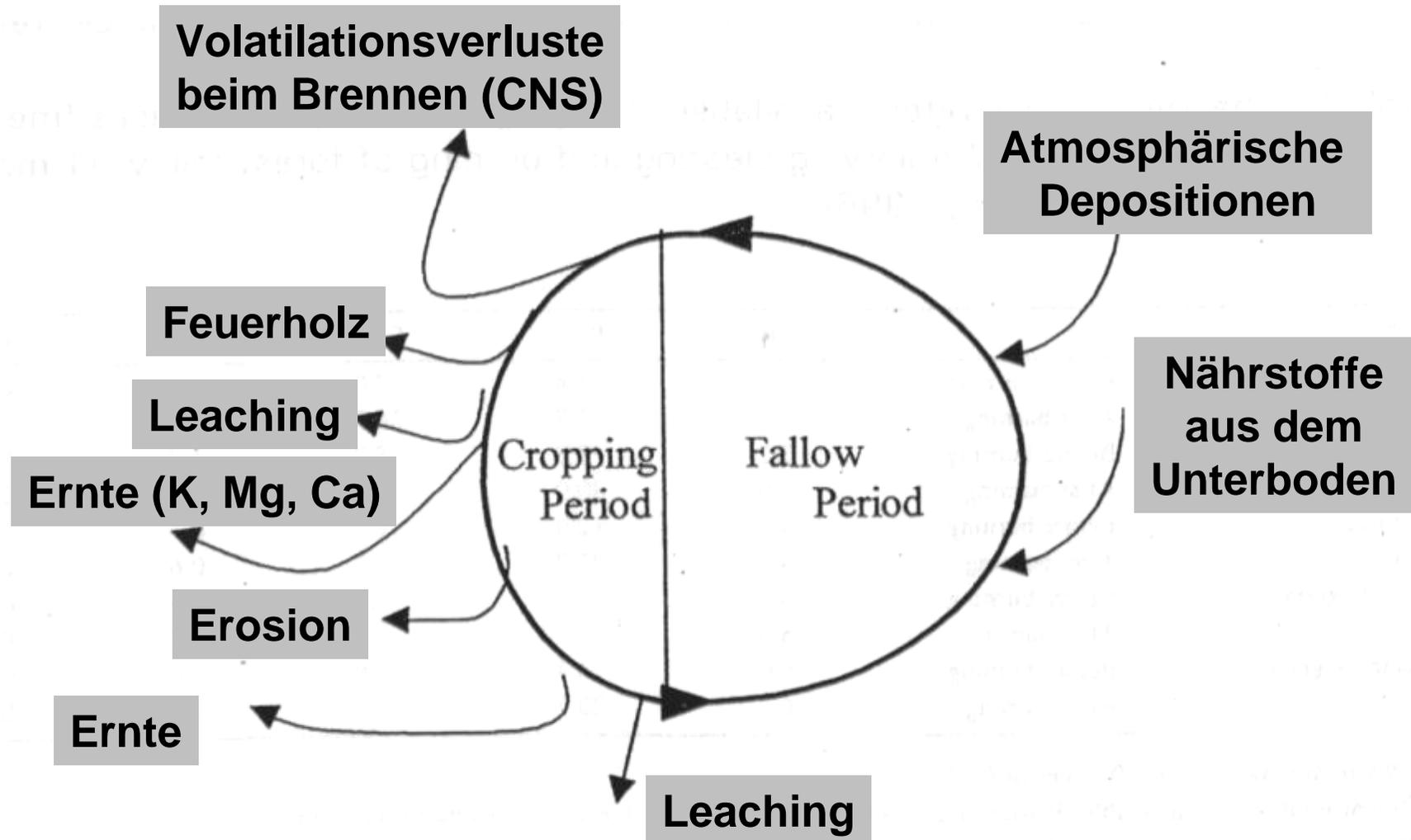


Shifting cultivation cycle



Fragen

- Was sind die wichtigsten Puffersysteme in Böden?
- Welche Hauptbestandteile enthält der saure Regen?
- Welche Vor- und Nachteile haben Ferralsols für die Landnutzung?
- Warum gehen die Erträge beim Wanderfeldbau so rasch zurück?

Agroforestry



Agroforestry

= land use system in which woody species are grown intentionally in combination with agricultural crops or cattle on the same land

- ★ **Sequentielle Systeme:**

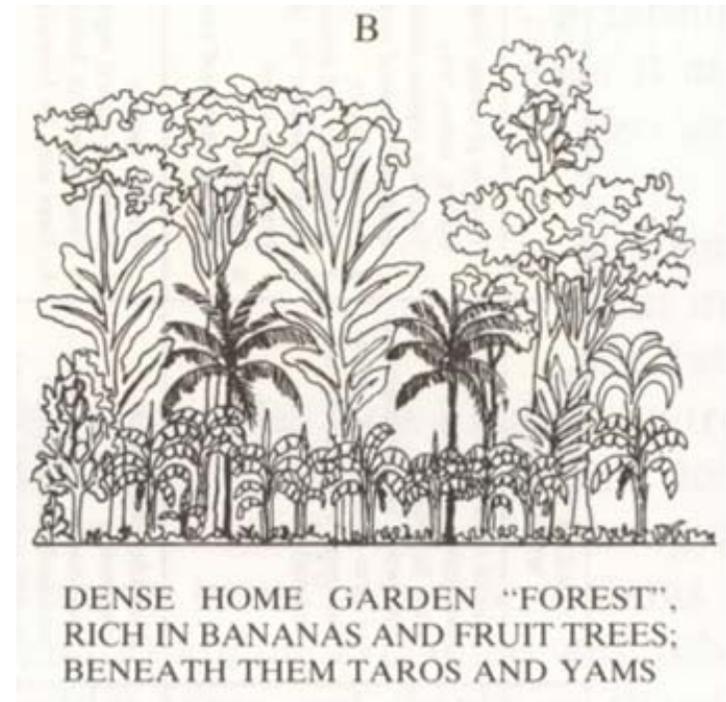
Bäume und Ackerfrüchte werden nacheinander angebaut (Shifting Cultivation)

- ★ **Simultane Systeme:**

Bäume und Ackerfrüchte werden gleichzeitig gepflanzt (Homegarden)

Home gardens

- Diverse Mischung von Bäumen, Getreide, Wurzelfrüchten und Medizinalpflanzen nebeneinander.
- Vielschichtiger Aufbau
- meist um das Wohnhaus herum arrangiert



Größe: oft < 1ha, v.a. Subsistenzwirtschaft, wenig Überschussproduktion.

Zusammenstellung der Pflanzen erfordert viel Wissen über deren ökologische Ansprüche und Konkurrenzverhalten

Shade tree based systems

- coffee
- cocoa



Purposes of agroforestry

- ◇ maintain or enhance the chemical, biological and physical soil properties
- ◇ reduce nutrient losses via leaching
- ◇ increase soil fertility via N -fixation
- ◇ form a closed nutrient cycle

Difficulty: competition for

- × light
- × water
- × nutrients (P, K)

Advantages of Agroforestry

- im hügeligen Gelände: Erosionskontrolle und Bodenverbesserung.
- in der Ebene: Schutz vor Winderosion durch Windbrechung
- auf nährstoffarmen Böden: Bäume zur Bodenverbesserung und zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit
- Allgemein: bessere Ausnutzung der Ressourcen
Nährstoffe, Wasser und Licht als in Monokulturen

Fragen

1. Was sind die wichtigsten Probleme der Landnutzung in den Tropen?
Wie kann die tropische Landnutzung nachhaltig werden?
2. Was sind die Vorteile von Agroforst gegenüber Shifting cultivation?

Landnutzung und Klimawandel



Contents

- Anpassungsstrategien von natürlichen Waldökosystemen an den Klimawandel
- Konsequenzen für Wirtschaftswälder
- Fallstudie Thüringen: Nutzungsszenarien – Optimierung von C-Vorräten
- Fallstudie: Fichten-Aufforstungen auf Grünland

Anpassung: Was vermag die Natur?

- Extremereignisse
- Trends
- Unbekanntes

Nationalpark Hohe Tatra
Fichten-Lärchenwald
Foto vom Mai 2006

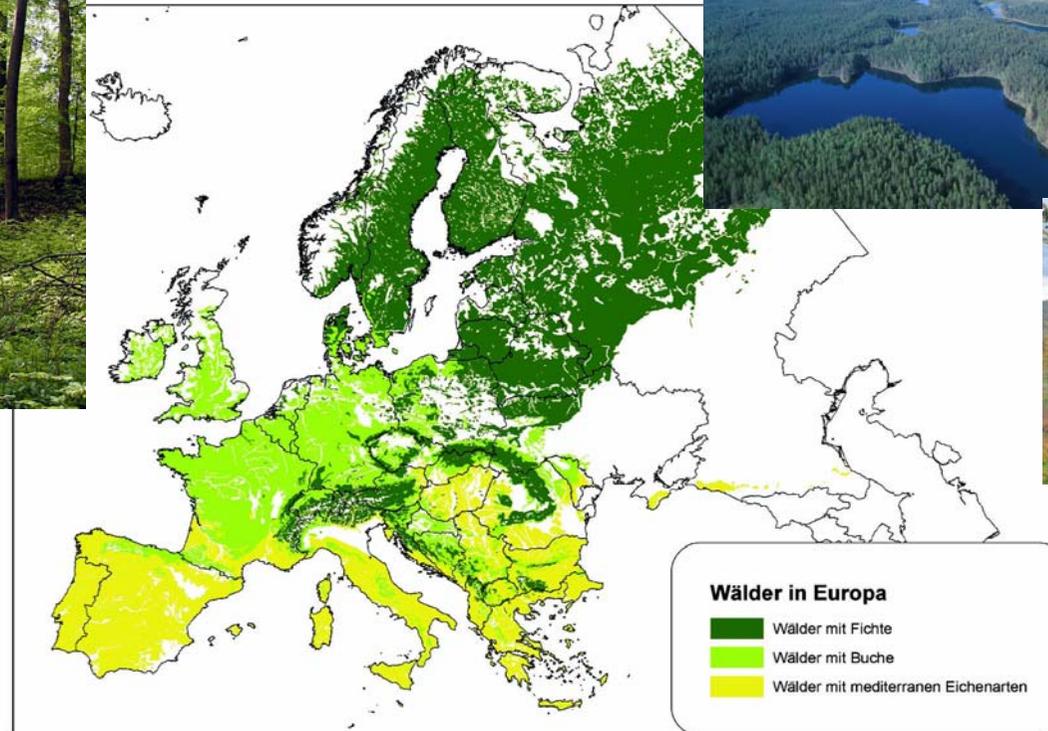
Eine Katastrophe? Kohlenstoffverluste?



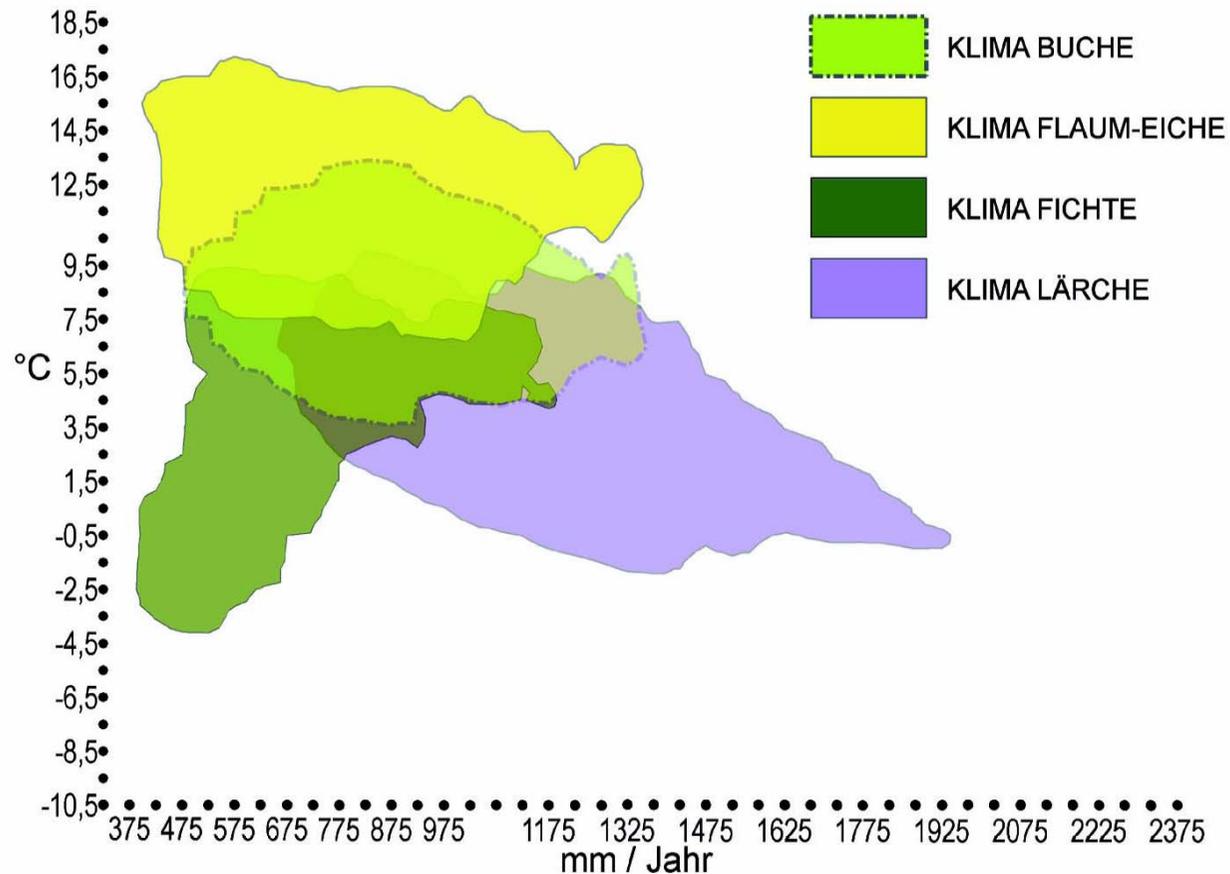
Nationalpark Hohe Tatra
Windwurf Nov. 2004
Foto vom Mai 2006

Anpassung: Was vermag die Natur?

- Wälder haben sich über Jahrtausende an Klima und Bodenbedingungen angepasst (Abfolge der Vegetationsgürtel)
- Etablierung eines Gleichgewichtszustands



Trends und Konsequenzen



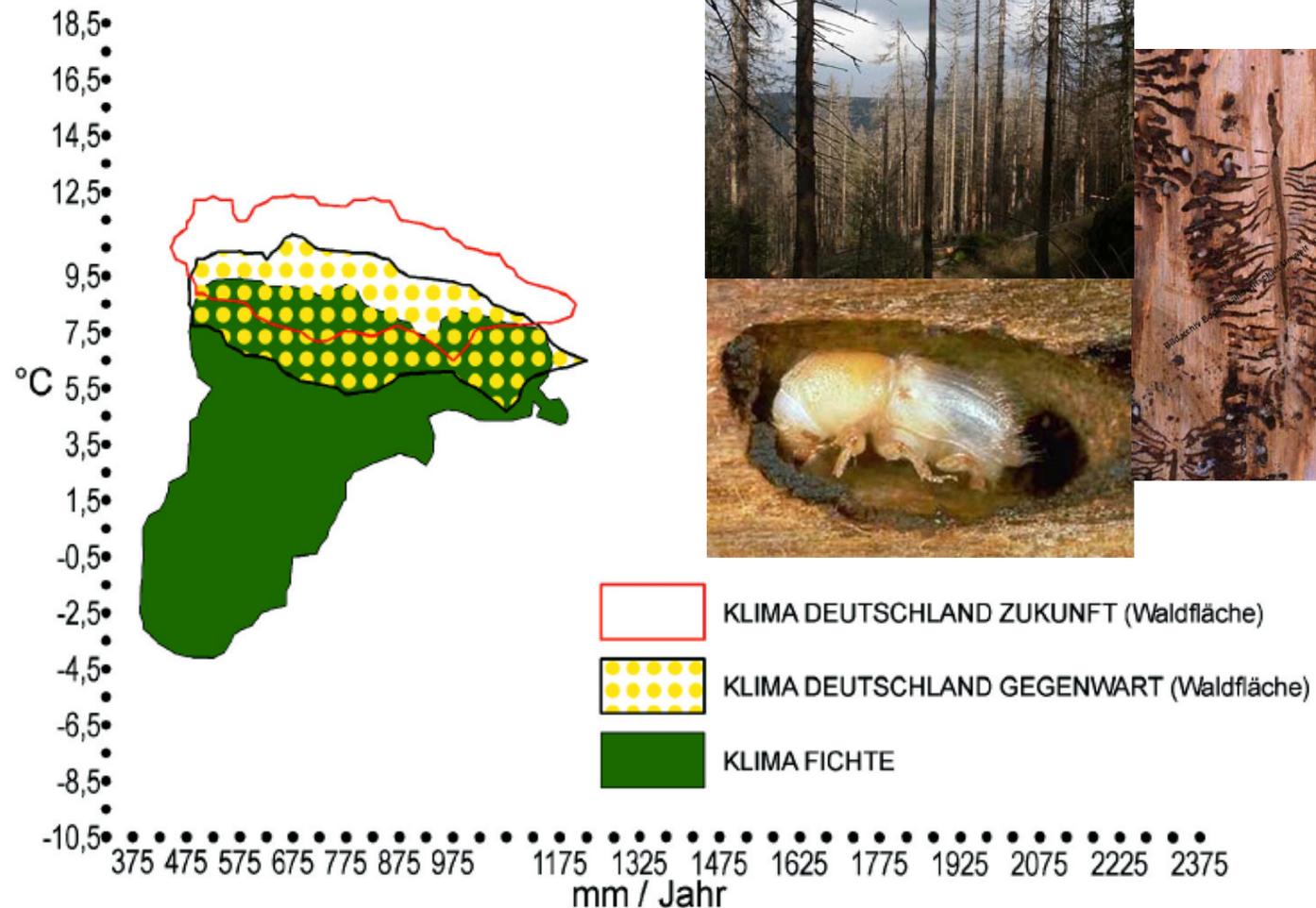
Klimahüllen einer boreal-alpischen Baumart (Fichte), einer alpischen Baumart (Lärche), einer submediterranen Baumart (Flaumeiche) und einer mitteleuropäischen Baumart (Rotbuche). Nach KÖLLING & ZIMMERMANN (2007).

Trends und Konsequenzen

- Zwischen- und nacheiszeitliche Vegetationsentwicklung:
 - Baumarten wandern bei Erwärmung polwärts und in den Bergen nach oben
- Heute:
 - Fragmentierte Landschaft
 - Veränderte Baumartenzusammensetzung
 - Hohes Tempo der Klimaänderung



Trends und Konsequenzen



95%-Klimahüllen der Fichte, des gegenwärtigen (HIJMANS et al. 2005) und eines zukünftigen Klimas (Szenario B1, regionales Klimamodell WETTREG, SPEKAT et al. 2007) in Deutschland. Nach Christian KÖLLING & ZIMMERMANN (2007).

Trends und Konsequenzen

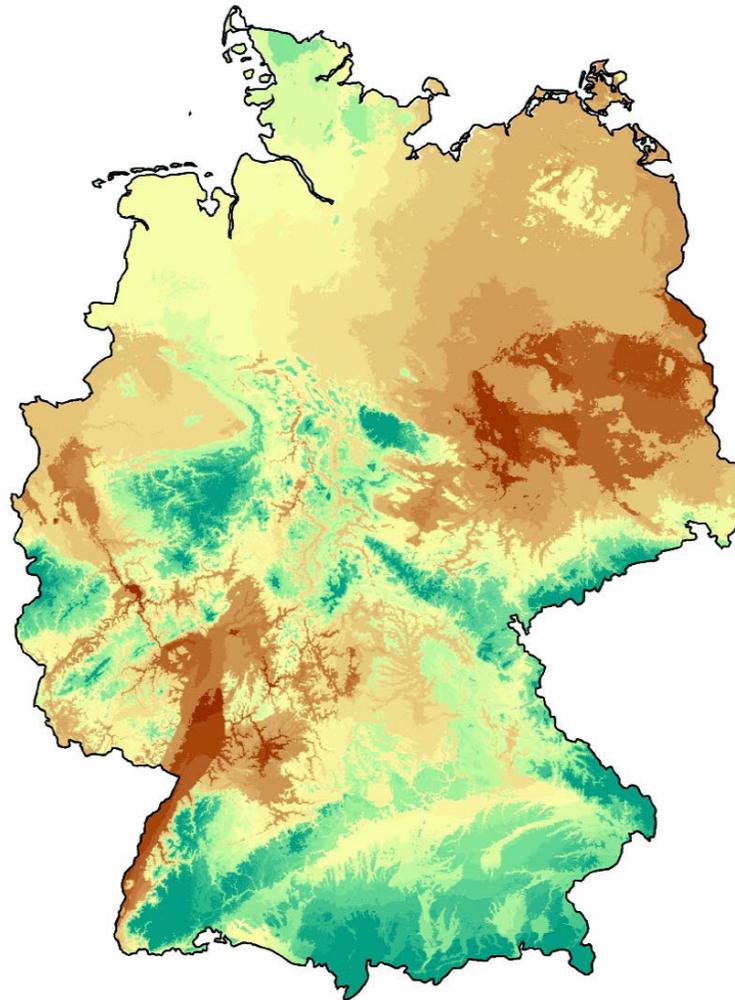
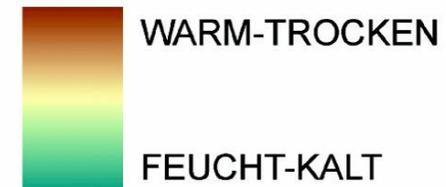


Abb. 5.10-4: Klimabereiche in Deutschland (1.Hauptkomponente der Verteilung von Jahresdurchschnittstemperatur und Jahresniederschlagssumme).

Klimabereiche



Trends und Konsequenzen

- Auf über 50% der Waldfläche heute Kiefer, Fichte und Lärche (anfällig, da an nördliches oder Gebirgsklima angepasst)
- einheimische Arten mit mittel-europäischem Klimatyp weniger anfällig
- Für Flaumeiche und Esskastanie Winterfröste derzeit noch problematisch



Trends und Konsequenzen

- Anpassung in Wirtschaftswäldern
 - Künstliche Verjüngung durch Saat und Pflanzung, um mit dem Tempo des Klimawandels Schritt zu halten
 - Förderung von Baumarten, die im gegenwärtigem Klima noch konkurrenz-schwach, im veränderten Klima aber besser angepasst sind
 - Problem: Langlebigkeit



Trends und Konsequenzen

- Natürliche Wälder würden sich spontan dem Klimawandel anpassen
- Der Mensch hat die natürliche Artenzusammensetzung und Struktur verändert
- Wirtschaftswälder können durch forstwirtschaftliche Maßnahmen an den Klimawandel angepasst werden
- Die Baumarten sind unterschiedlich anfällig gegenüber dem Klimawandel
- Klimagerechter Waldbau ist der Wechsel zu weniger anfälligen Baumarten

➤ **DAS DAUERT!**



Fazit: Anpassungsstrategien

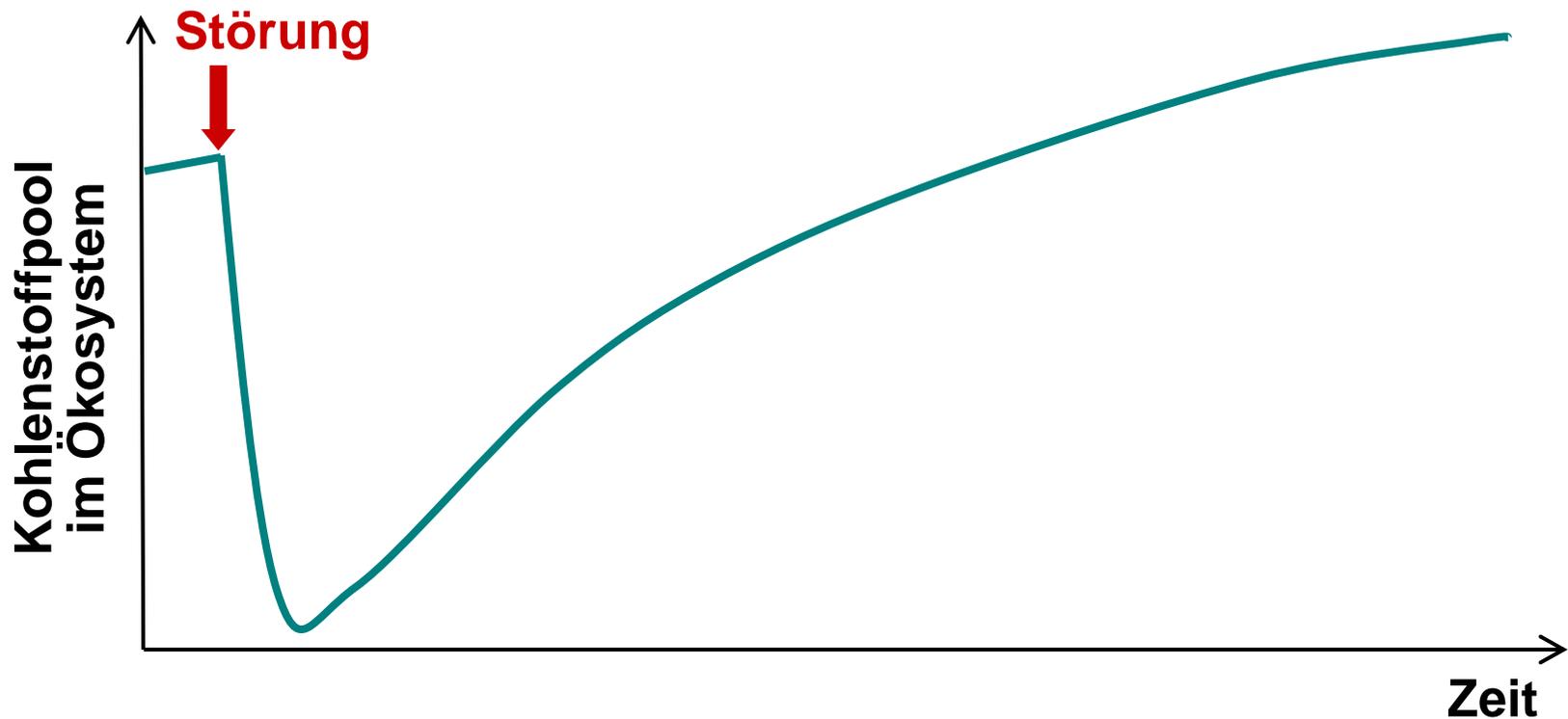
- **Störungen durch Extremereignisse**
 - Nicht jede (Zer)störung setzt Kohlenstoff frei = ist klimarelevant
 - Risiko für sekundäre Kohlenstoffverluste steigt
 - Größtes Risiko: menschliche Eingriffe
 - Die ökonomischen Schäden lokaler Extremereignisse sind viel größer als die ökologischen – vorausgesetzt, das Ökosystem hat genug Zeit zur Erholung
- **Trends**
 - Kritisch an Arealgrenzen
 - Stress steigert Anfälligkeit gegenüber Extremereignissen
 - Genotypische Diversität hilft
 - Herausforderung an Züchtung und vorausschauende Landnutzung!
- **Unbekanntes**
 - Neue Schädlinge: ein Problem?
 - Kombinationswirkung!





**Fallstudie Thüringen:
Nutzungsszenarien – Optimierung
von C-Vorräten**

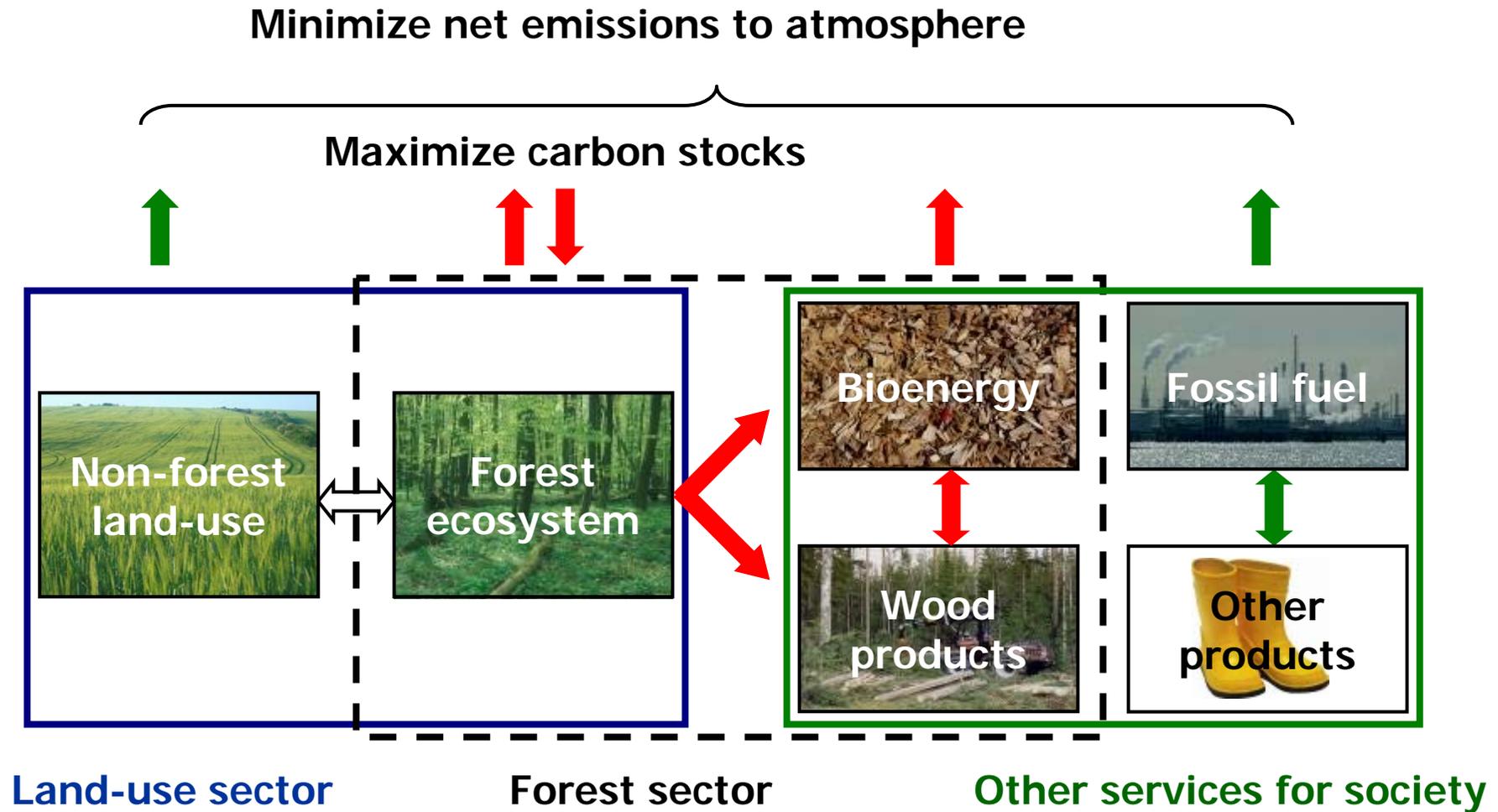
- Wälder sind wesentliche Komponente des globalen Kohlenstoffkreislaufs
- Großer C-Speicher in Vegetation und Boden
- Freisetzung durch Waldverluste

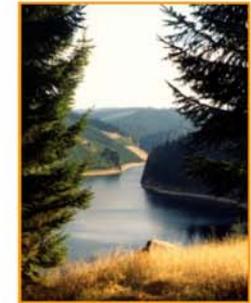


Bedeutung von Walderhalt, Waldvermehrung und nachhaltiger Waldnutzung für Klimaschutz!

Fallbeispiel Thüringen

Beiträge der Forstwirtschaft zum Klimaschutz





➔ Welchen Beitrag können Wald und Waldbewirtschaftung inklusive Holznutzung in Thüringen innerhalb eines gegebenen Zeitraums für den Klimaschutz leisten?

➔ Welche Nutzungsoption – unter Beachtung der gegenwärtigen Rahmenbedingungen – kann den Beitrag des Sektors Wald & Holz für den Klimaschutz innerhalb des gegebenen Zeithorizonts optimieren?



Potential für den Klimaschutz aus Wald & Holz bis 2042

Welche Nutzungsoption kann den Beitrag von Wald & Holz für den Klimaschutz optimieren?

im **Wald** gebundener Kohlenstoff

+ im **Holzproduktpool** gebundener Kohlenstoff

+ sich aus der Holzverwendung ergebendes Substitutionspotential (**Materialsubstitution**) in Kohlenstoff

+ sich aus der energetischen Verwendung ergebendes Substitutionspotential (**Energiesubstitution**) am Ende des Produktlebens in Kohlenstoff

= „Klimaschutzeffekt“



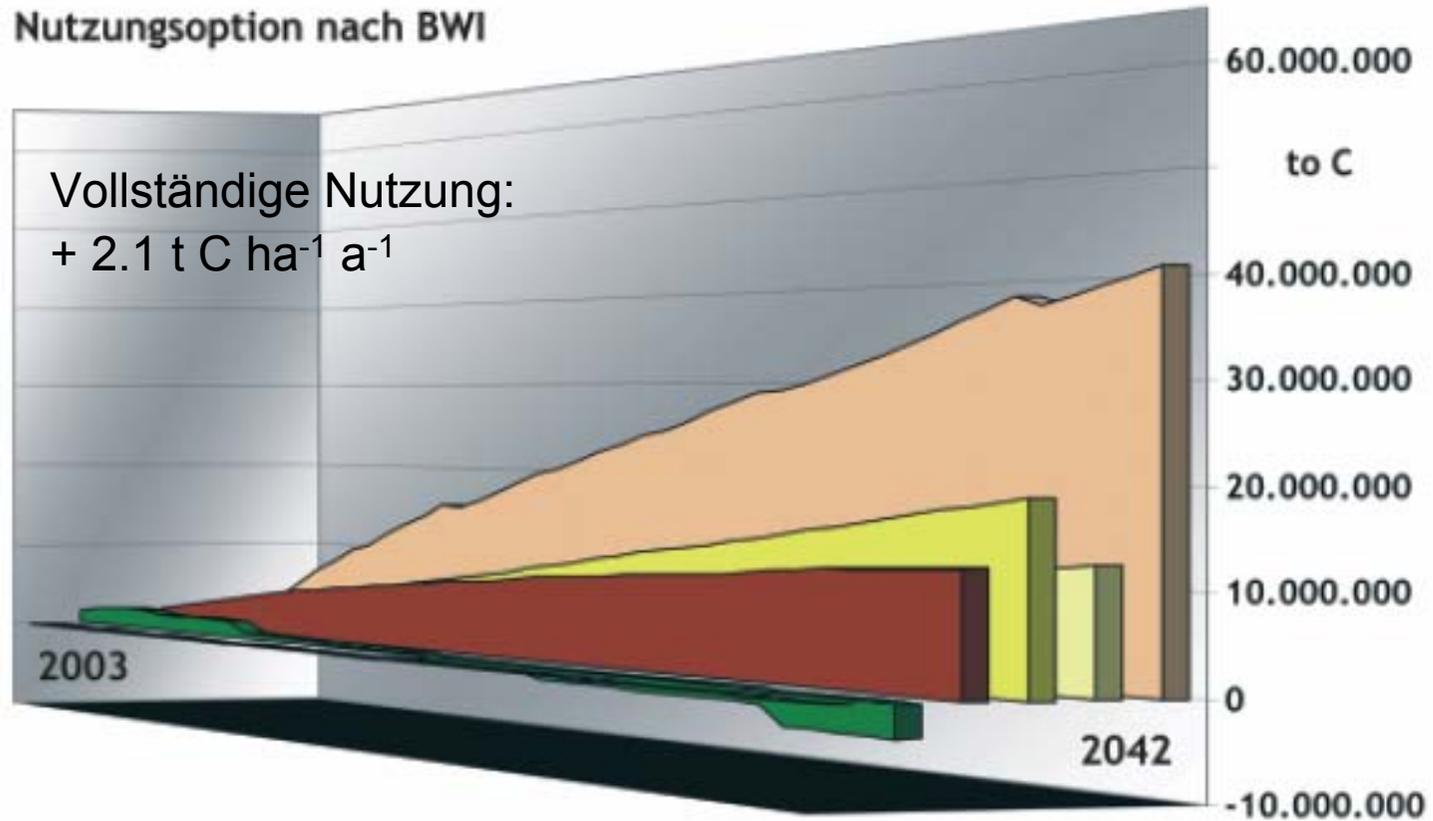
Nutzungsoptionen

- Nutzungsansatz nach **BWI/WEHAM**: vollständige Umsetzung der Nutzungspotentiale entsprechend der WEHAM-Prognose
- Nutzungsoption „**realistische Nutzung**“: Reduzierung der Nutzungsmengen in Anlehnung an die aktuelle Holzmobilisierung (z.B. reduzierte Nutzungsmengen im Privatwald)
- Nutzungsoption „**Produktspeicher**“: vollständige Realisierung der WEHAM-Potentiale bei schrittweise Erhöhung der Verwendung für langlebige Produkte
- Nutzungsoption „**100% Energie**“: vollständige Realisierung der WEHAM-Potentiale und ausschließliche Nutzung des Holzes zur Energiegewinnung
- Nutzungsoption „**Nullnutzung**“: vollständiger Nutzungsverzicht



Waldnutzungsszenarien für Thüringen 2003-2042

Nutzungsoption nach BWI

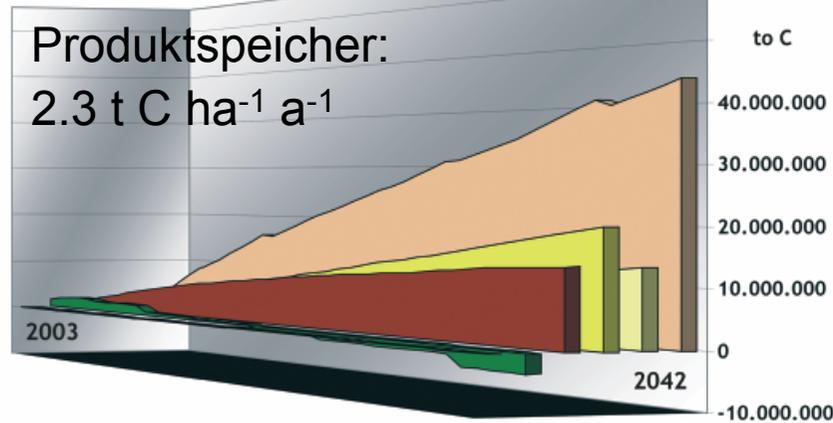


Gesamteffekt
Energiesubstitution
Produktsubstitution
C in Produkten
C im Wald

Vollständige Ernte in
nachhaltiger
Forstwirtschaft

Waldnutzungsszenarien für Thüringen 2003-2042

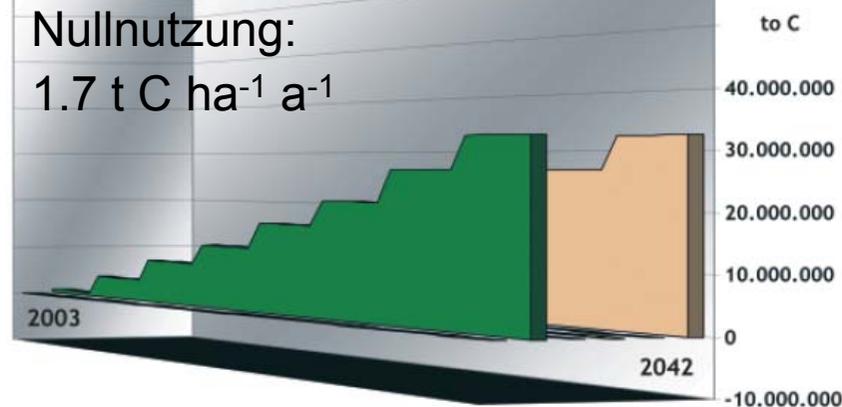
Nutzungsoption "Produktspeicher"



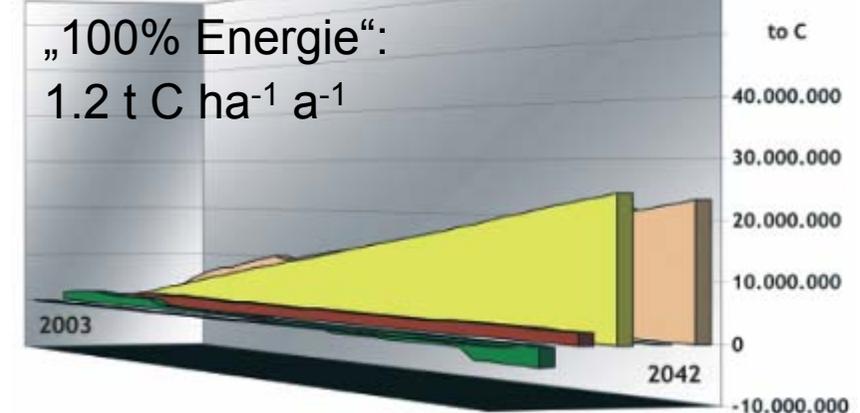
Nutzungsoption "Realistische Nutzung"



Nutzungsoption "Nullnutzung"



Nutzungsoption "100% Energie"



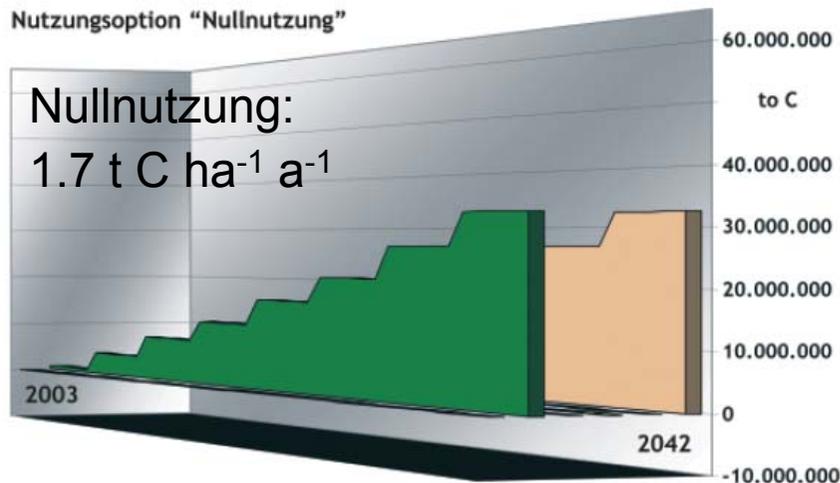
Bewertung der Nutzungsoptionen

Bewertungsgrundlagen:

- Volkswirtschaftliche Bedeutung der Forst- und Holzwirtschaft für Thüringen
- Sozio-ökonomische Bedeutung
- Aktuelle Wald- bzw. Bestandesverhältnisse
- Naturschutz, Landschaftspflege, Erholung, Tourismus
- Energiesicherheit, Unabhängigkeit der Energieversorgung



• Beispiel Nullnutzung



Hohe Holzvorräte

Viel Nadelholz mit deutlicher Abweichung von der natürlichen Vegetation

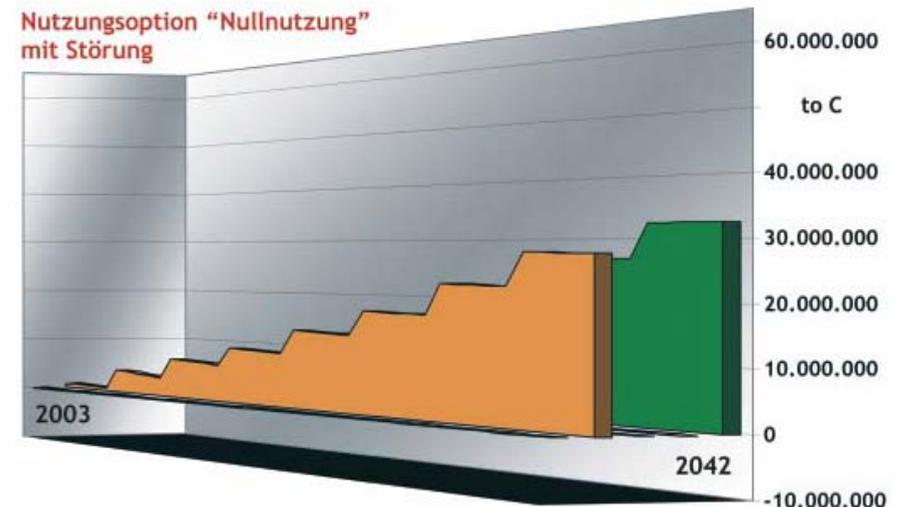


Vitalitäts- und Stabilitätsdefizite



Simulierte Störung in der Periode
2008-2012 mit erheblichem
Schadholzanfall bei Fichte

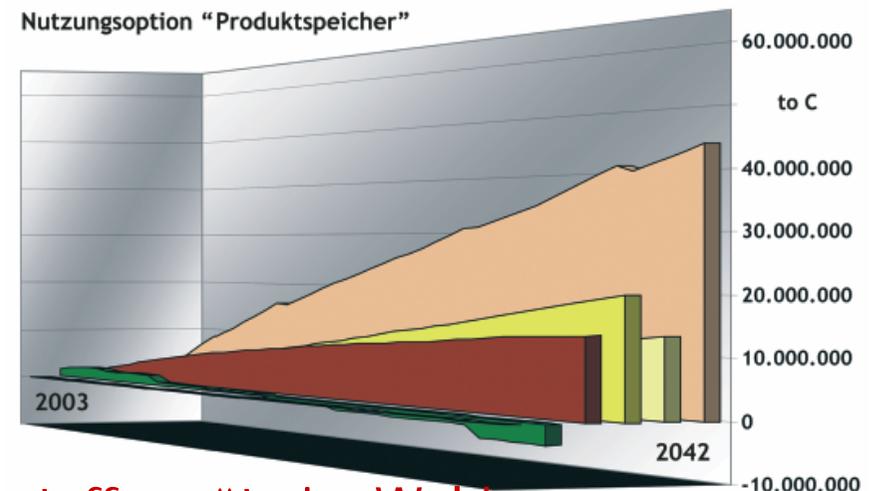
Reduzierung der positiven Effekte
Für das Klima bis 2042 im
Vergleich zur Nullnutzung ohne
Störung um 15%



- Beispiel „Produktspeicher“

Vorteile:

- Abbau hoher Holzvorräte (Bestandesstabilität und Vitalität, Minimierung von C-Verlusten)
- Sehr hohes Substitutionspotential und großer C-Speicher in Holzprodukten
- Wirtschaftliche und sozio-ökonomische Vorteile



Nachteile:

- Keine Vergrößerung der Kohlenstoffvorräte im Wald

Kompromiss zwischen Schutz der C-Vorräte im Wald und vorratsschonender Holzproduktion und -nutzung

Fazit: Vermeidungsstrategien Wald

- Eine verstärkte reine Energienutzung von Waldholz ist ineffektiv.
- Nichtnutzung STABILER Wälder ist Klimaschutz. Geeignet für alte Laub- und Mischwälder, deren Holz sowieso einen schlechten Marktwert hat.
- Eine nachhaltige Waldwirtschaft wie bisher ist klimafreundlich.
- Ein großes unausgeschöpftes Potenzial liegt in langen Produktnutzungskaskaden.



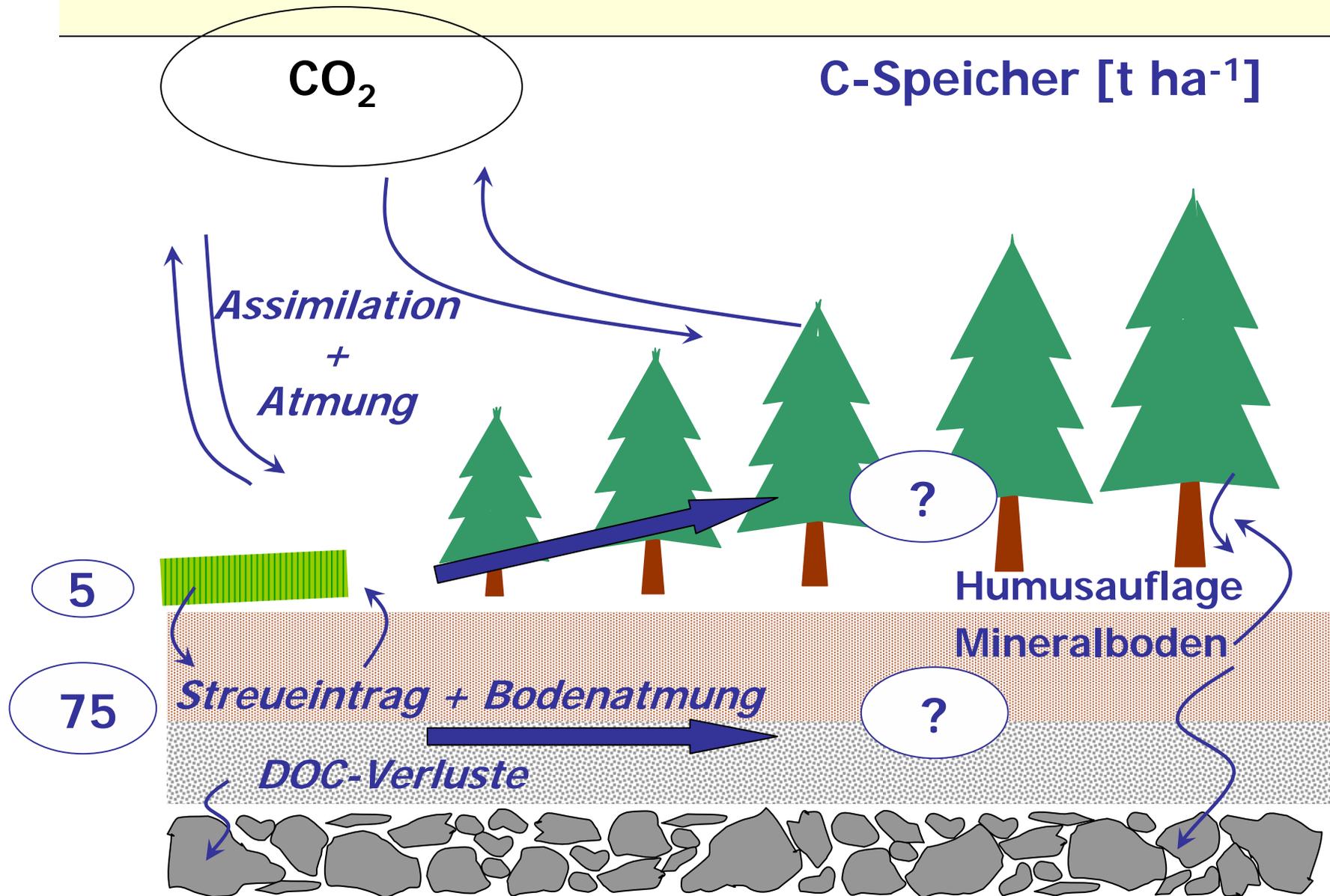
Frage

- Welche Nutzungsoption bietet das größte Potential für die Speicherung von Kohlenstoff durch Holz- und Forstwirtschaft? Warum?

C-Speicherung durch
Aufforstungen?



Aufforstungen: Kohlenstoffhaushalt



Aufforstungen: Was wurde untersucht?

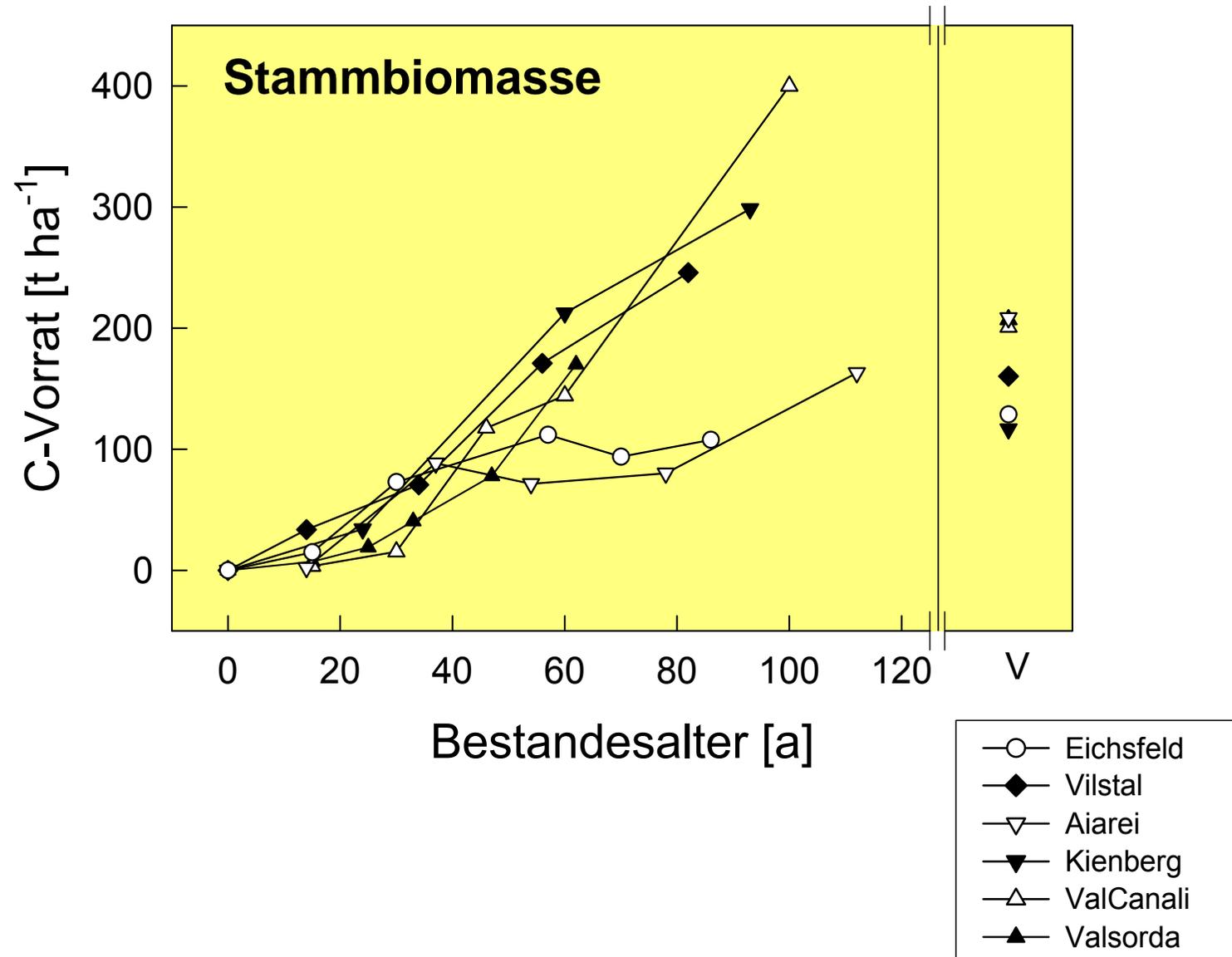
Pro Standort: 1 Wiese
3-5 Wälder auf ehemaligen Wiesen
1 Vergleichswald

Pro Bestand: C-Vorrat Stammbiomasse
C-Vorrat Humusaufgabe
C-Vorrat Mineralboden (20-50 cm)
chem./physik. Eigenschaften

außerdem: Streufall
Streuabbau (Litterbag-Methode)
Bodenfeuchte/Temperatur

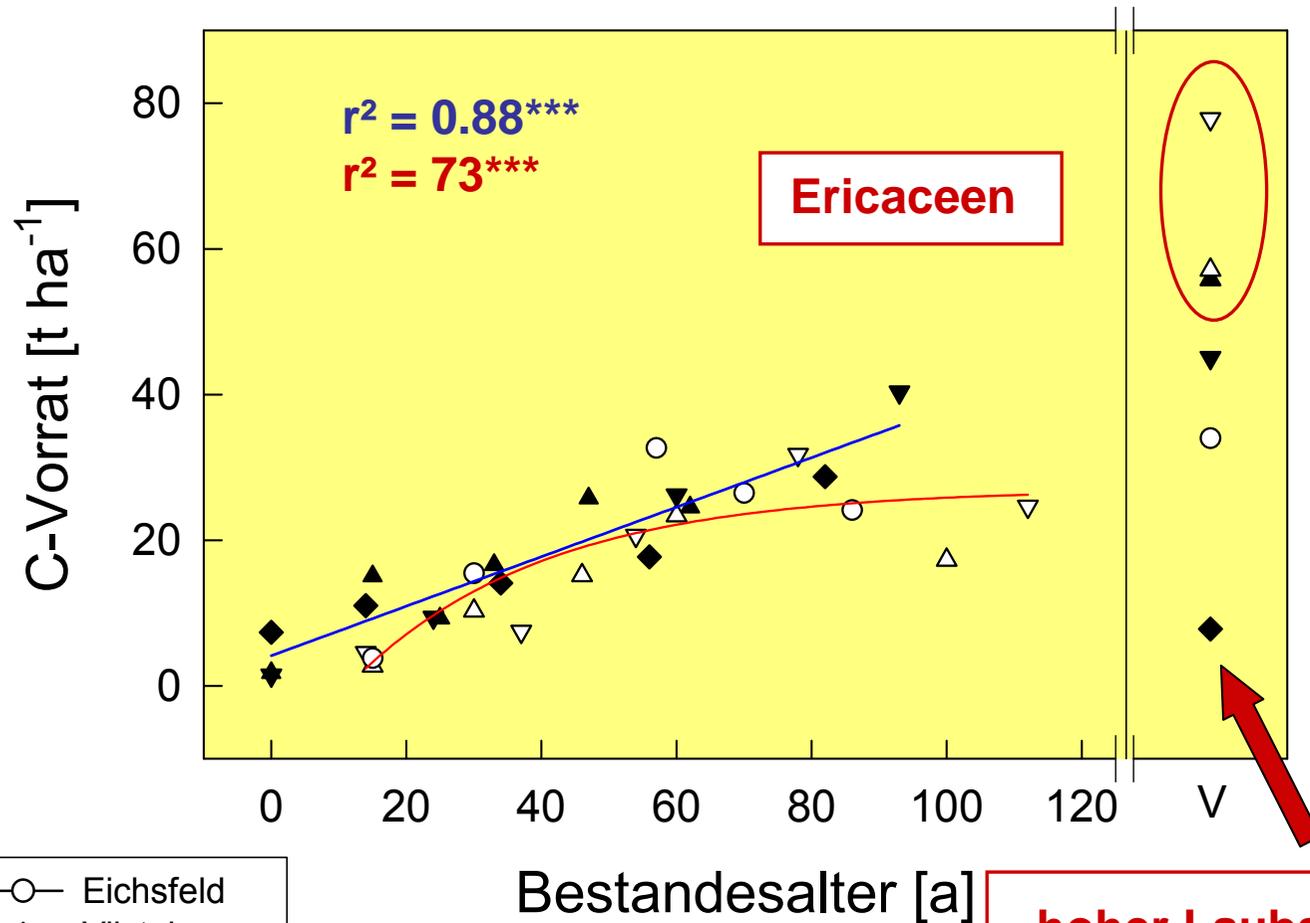


Aufforstungen: Stammbiomasse



Weiß:
Schwarz: Silikat

Aufforstungen: Humusaufgabe

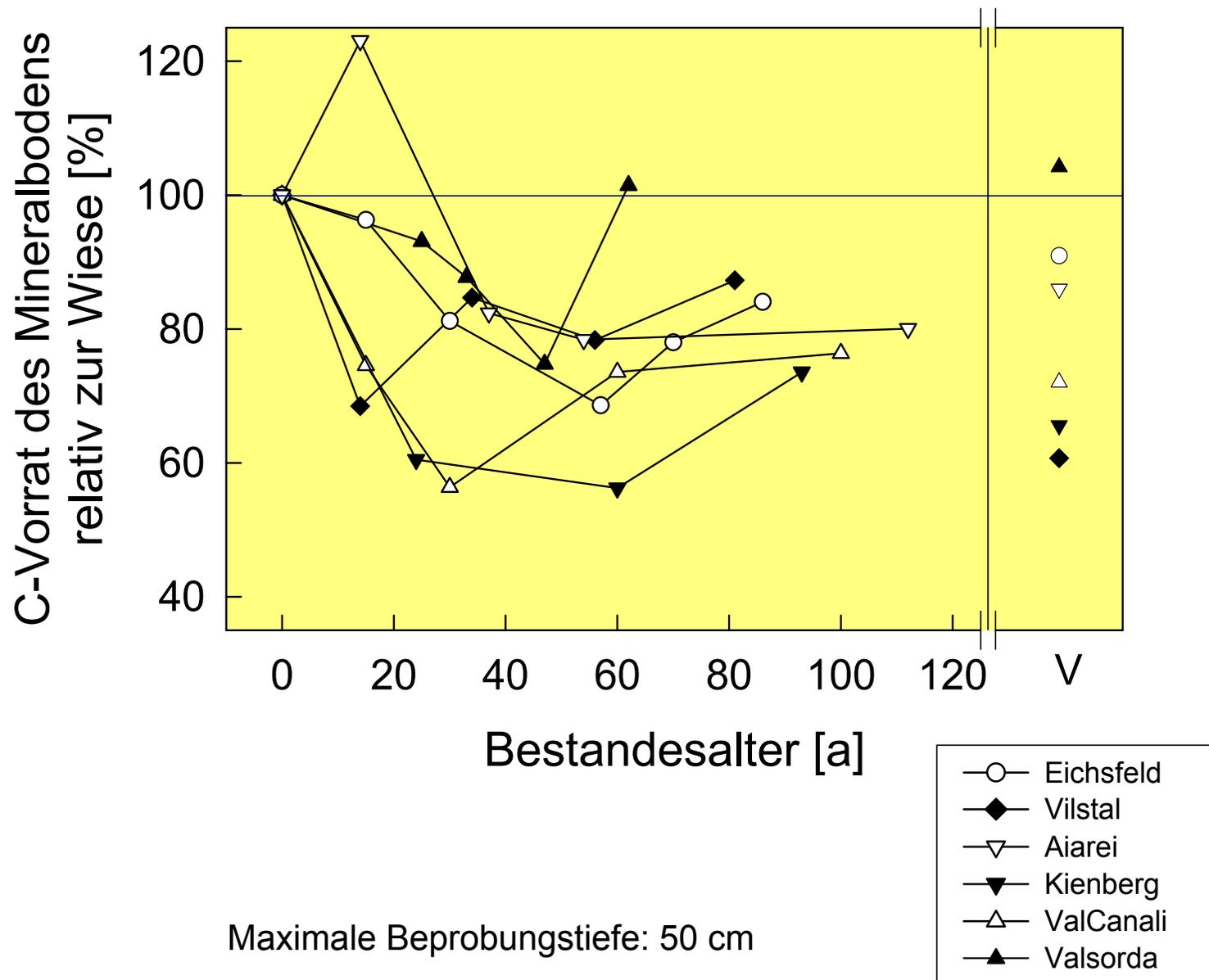


- Eichsfeld
- ◆ Vilstal
- ▽ Aiarei
- ▼ Kienberg
- △ ValCanali
- ▲ Valsorda

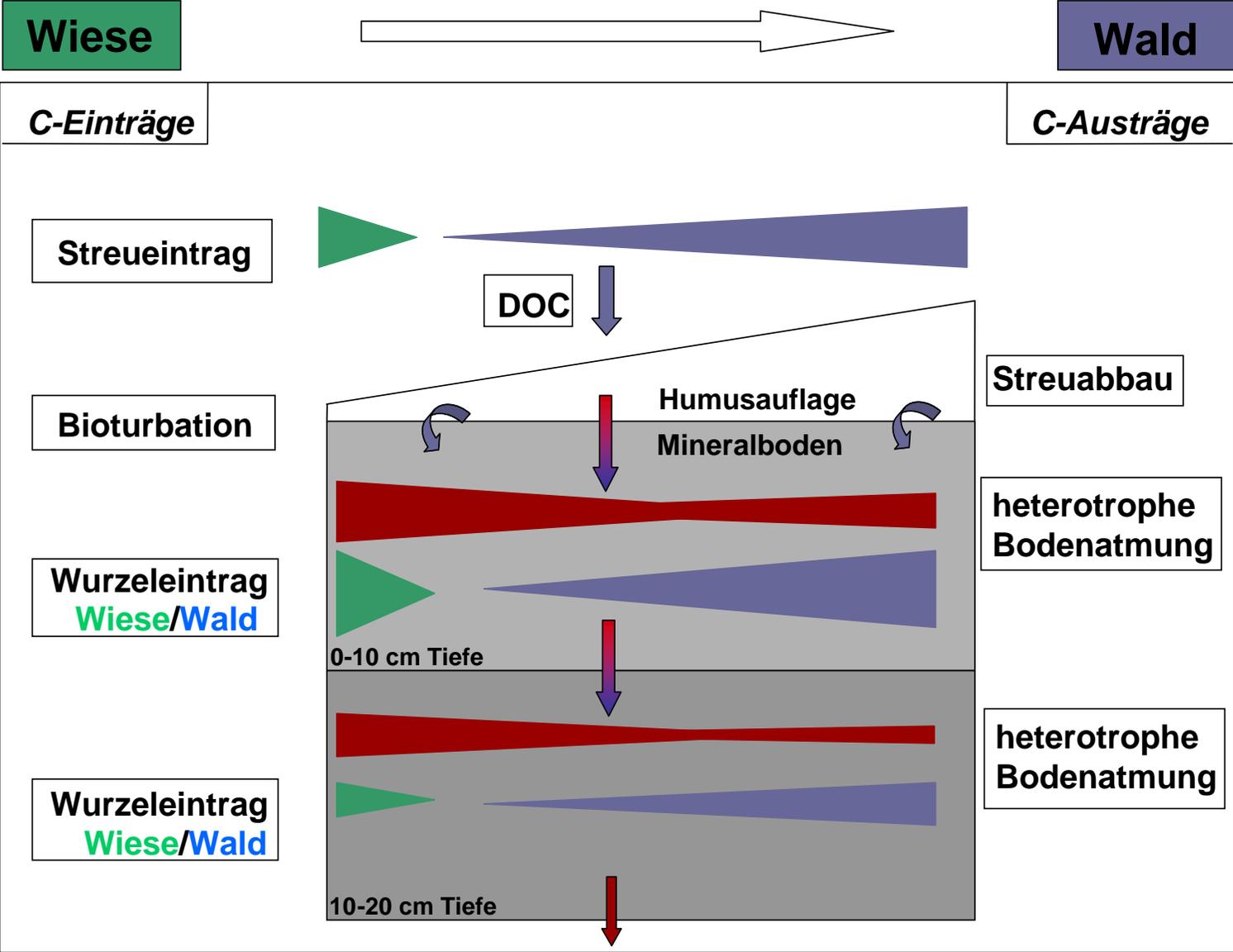
Bestandesalter [a]

hoher Laubanteil
erhöhter pH
mehr Calcium

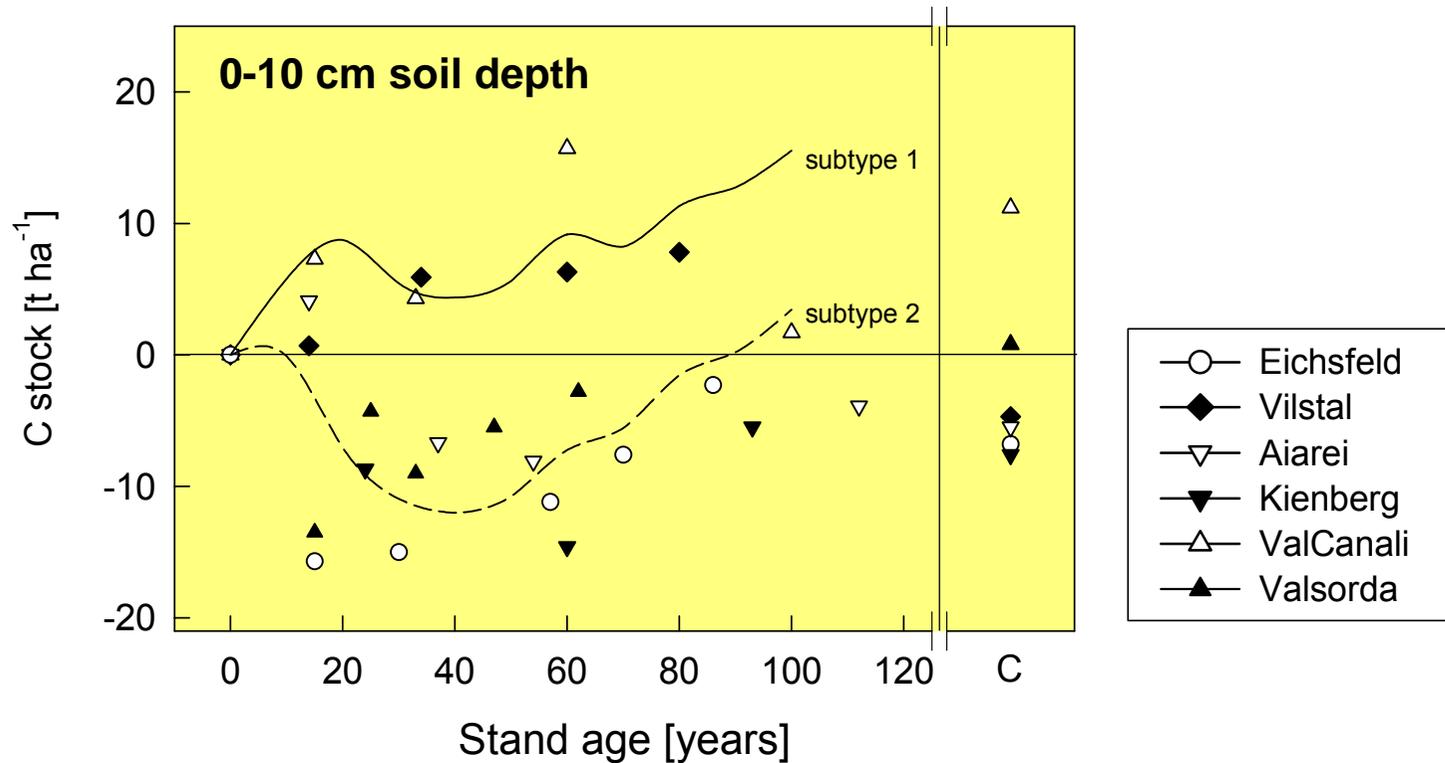
Aufforstungen: Mineralboden



Aufforstungen: Mineralboden



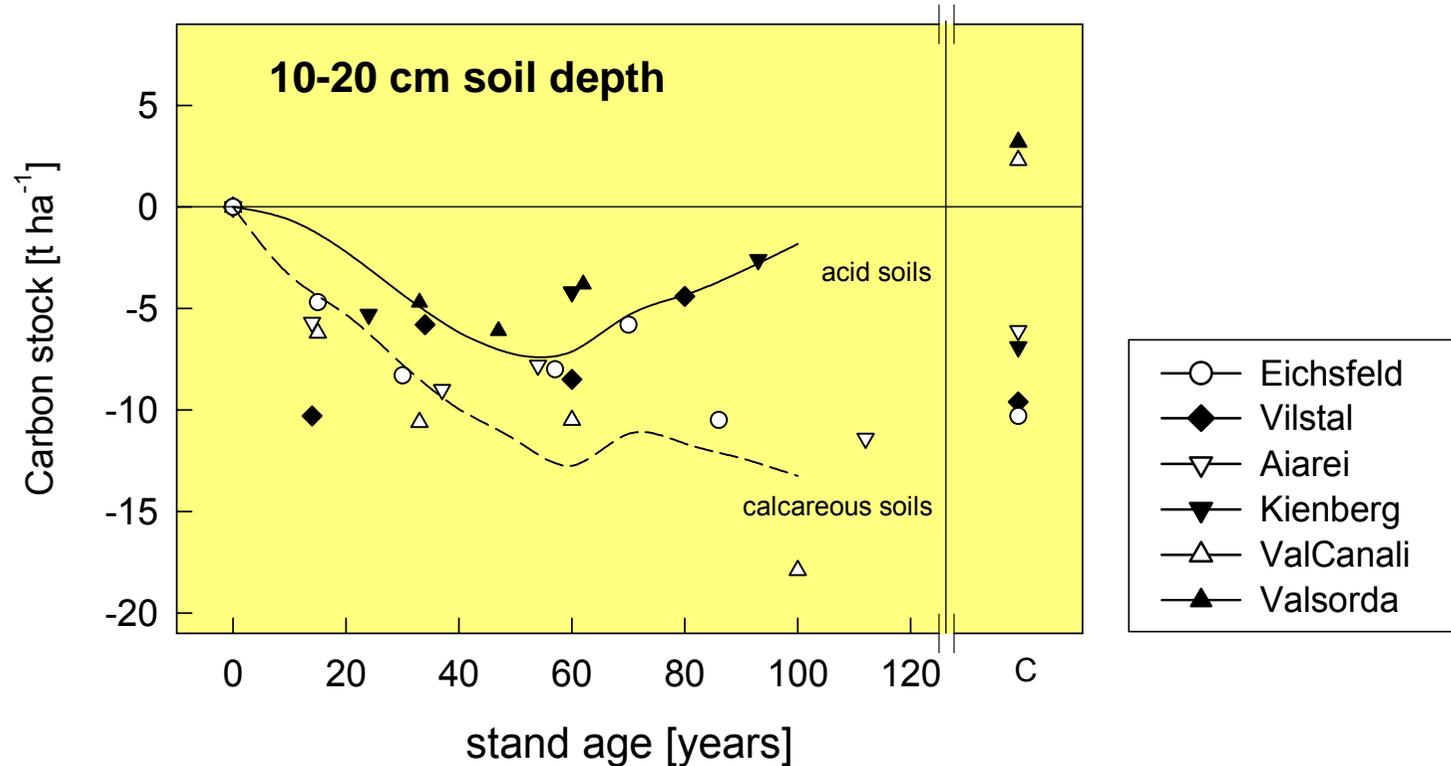
Aufforstungen: Mineralböden



Subtype 1: länger andauernder Eintrag von Feinwurzeln der Gräser
rasch abnehmende heterotrophe Bodenatmung

Subtype 2: rasch abnehmender Feinwurzeleintrag
hohe Bodenatmungsraten

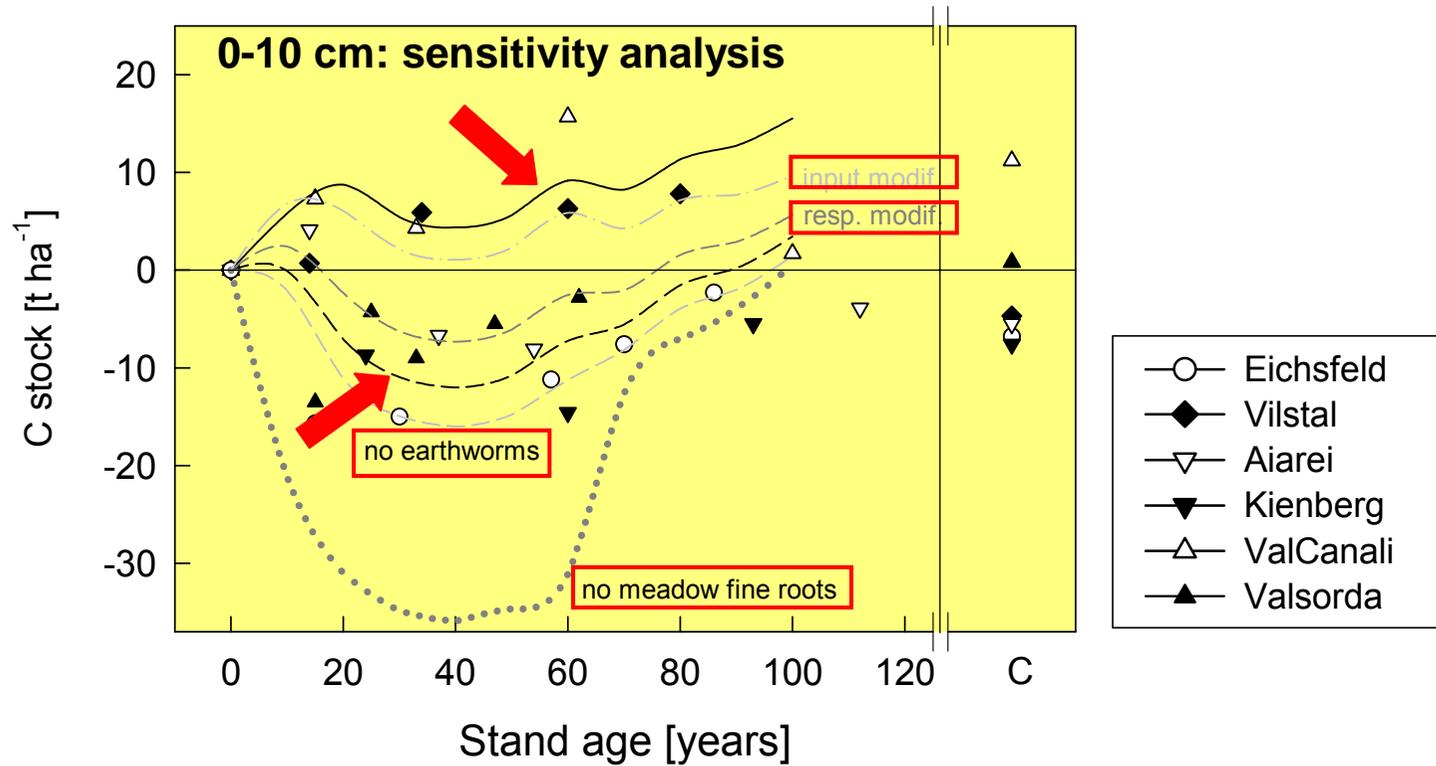
Aufforstungen: Mineralböden



Saure Böden: länger andauernder Eintrag von Feinwurzeln der Gräser
 rasch abnehmende heterotrophe Bodenatmung
 DOC Flüsse

Kalkböden: rasch abnehmender Feinwurzeleintrag
 höhere Bodenatmungswerte
 (höhere biologische Aktivität bei höherem pH-Wert) 44

Aufforstungen: Mineralboden



Aufforstungen: Fazit

- deutlicher Anstieg der oberirdischen **Biomasse** auf ca. 300 t C ha^{-1} ,
- linearer Anstieg der **Humusauflage** auf saurem Gestein mit ca. $0.34 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, Sättigung auf Kalk,
- Abnahme des C-Vorrats im **Mineralboden** um bis zu 40%.

Frage

- Was ist bei der Durchführung von Aufforstungen zum Zweck der Kohlenstoffspeicherung zu beachten?

Conclusion: GHG mitigation

- Produce sustainably and RE-USE effectively
 - Maintain C stocks: do not shorten forest rotations
 - Take soils into account
 - Sequester C in low-risk, low-productive forests
 - Produce biomass on productive lands
 - Priority of product use before energy use
 - Use product waste for energy
- **A land-only view on GHG mitigation is not effective. It also matters what we do with the harvested products.**

