

Assisted migration als Anpassungsmaßnahme zur Erhaltung der Kohlenstoffsенке europäischer Wälder im Klimawandel

Silvio Schüler, Albert Ciceau, Debojyoti Chakraborty
Institut für Waldwachstum, Waldbau und Genetik

Kohlenstoffbindung in Waldökosystemen und Holzproduktion

Göttingen
14. März 2025



FW



Photo: Kirisits, BOKU



Photo: Schüler, BFW



Ein Vergleich mit der Vergangenheit

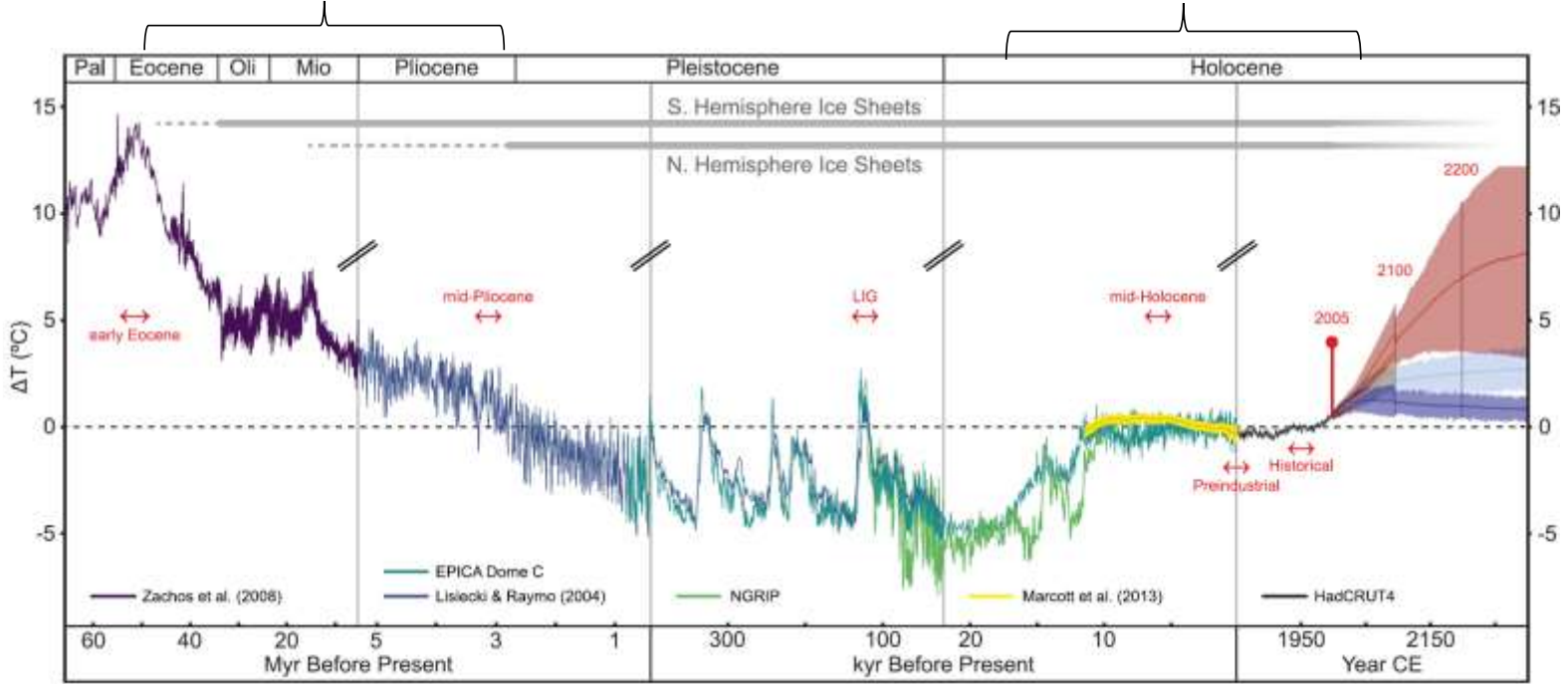
Fossil le Baumgattungen

60	Östliches Nordamerika
75	Westliches Nordamerika
122	Nord-/Ostasien
130	Europa

Davon haben überlebt

49 (82%)
35 (47%)
117 (96%)
38 (29%)

Latham &
Ricklefs
1993



Burke et al. 2018, PNAS. 115 (52) 13288-13293
<https://doi.org/10.1073/pnas.180960011>

Ein Vergleich mit der Vergangenheit

Fossil le Baumgattungen

60
75

Östliches Nordamerika
Westliches Nordamerika

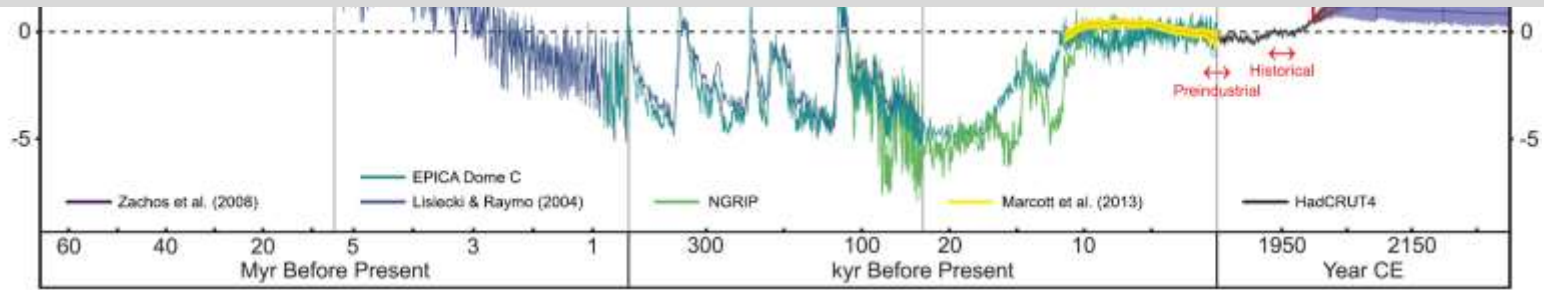
Davon haben überlebt

49 (82%)
35 (47%)

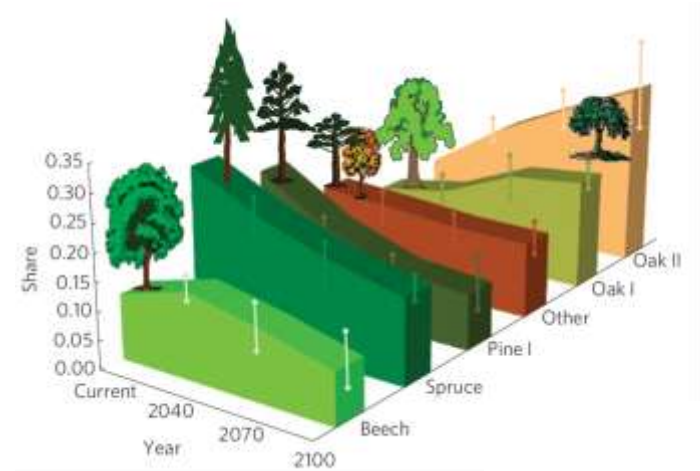
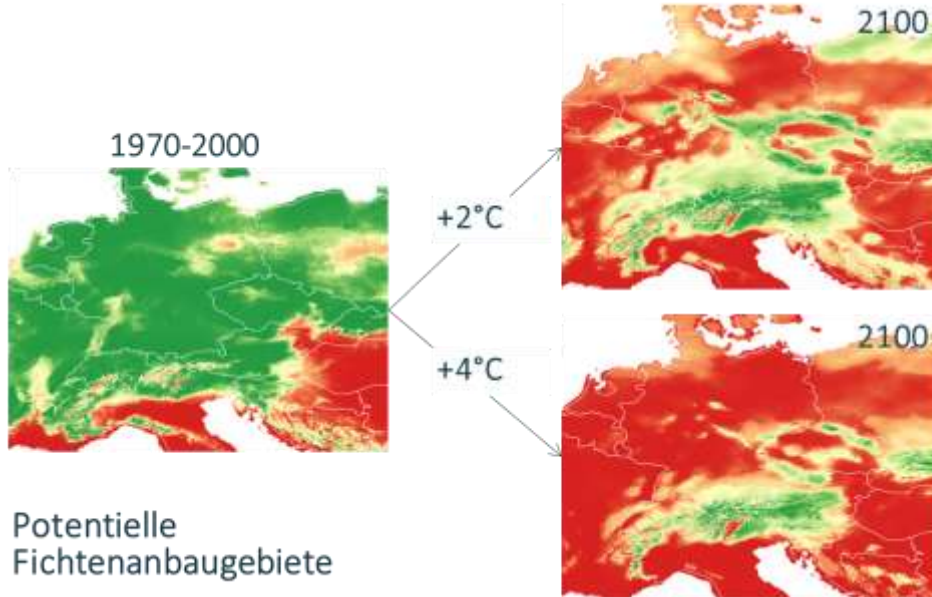
Latham &
Ricklefs
1993

Ein dramatischer Rückgang der Baumartenvielfalt vor der Ankunft des Menschen aufgrund

- ➔ Diskrepanz zwischen den klimatischen Nischen der Baumarten und den sich ändernden Umwelten
- ➔ Verzögerungen bei der Anpassung und Migration



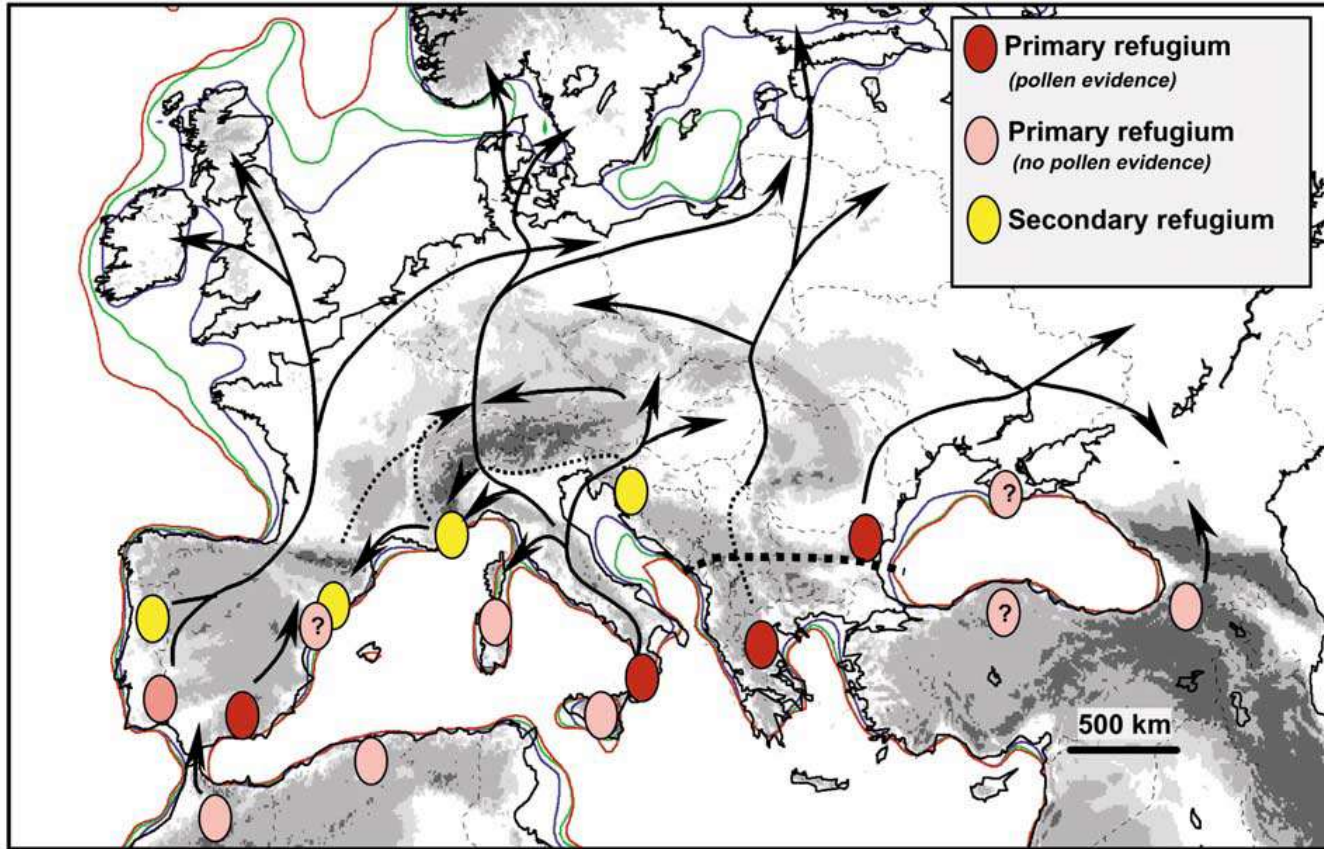
Veränderung Baumarteneignung



Hanewinkel et al. Nature Climate Change 3, 203–207 (2013), <https://doi.org/10.1038/nclimate1687>

Innerartliche genetische Variation

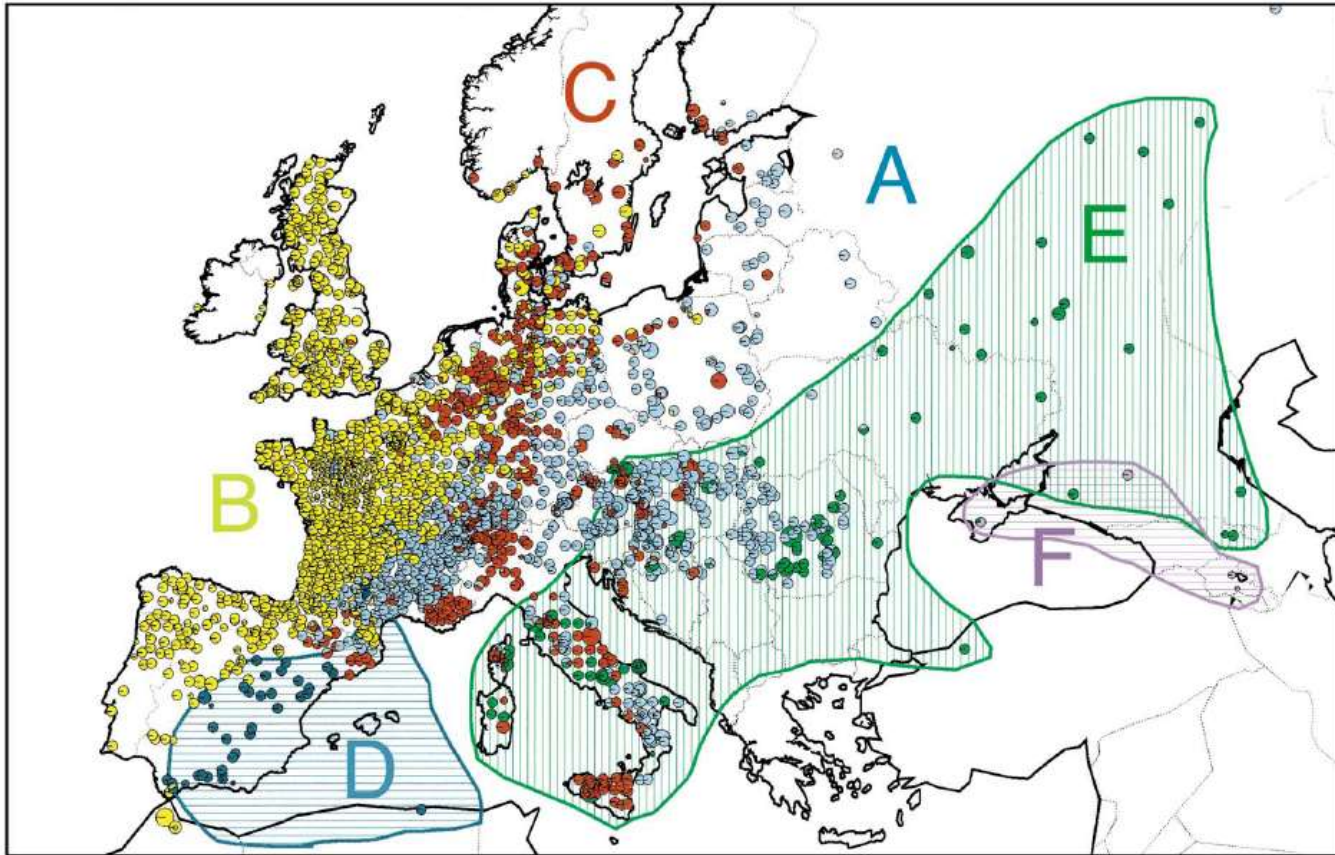
Genetische Struktur von 12214 Eichen aus 2613 Wäldern



Petit et al. 2002, Forest Ecology and Management 156 (2002) 49–74

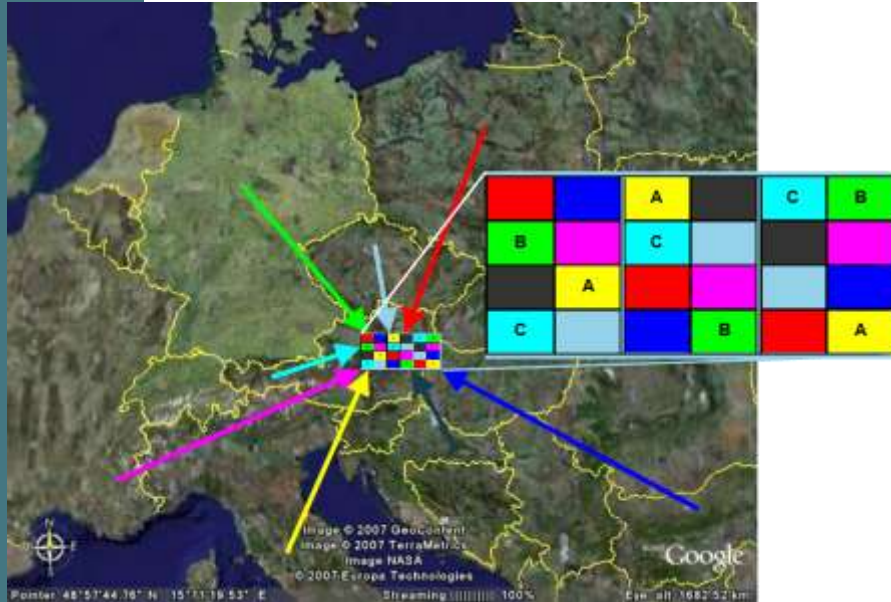
Innerartliche genetische Variation

Genetische Struktur von 12214 Eichen aus 2613 Wäldern



Petit et al. 2002, Forest
Ecology and Management
156 (2002) 5–26

Herkunftsversuche als Basis für Verständniss der genetischen Variation



Herkunftsversuche als Basis für Verständnis der genetischen Variation

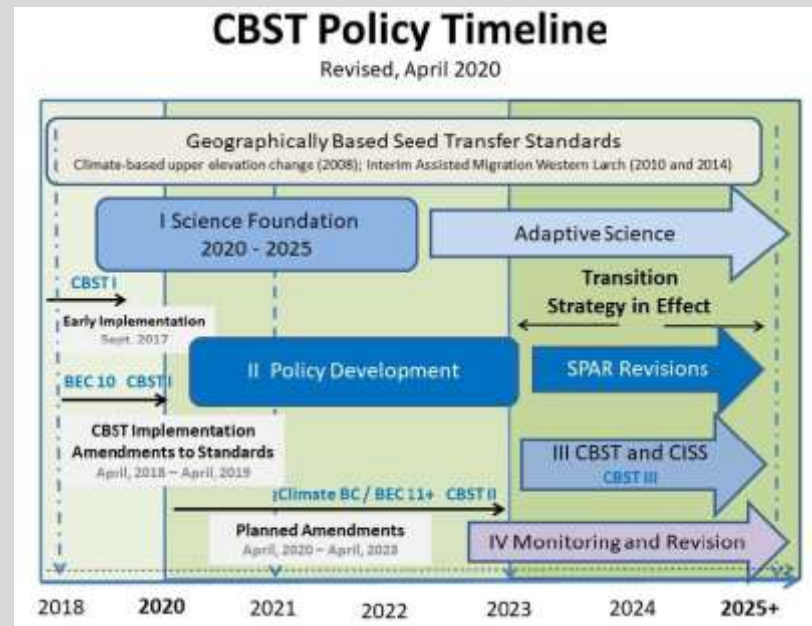
Welches Pflanzgut, welche
Herkünfte im Klimawandel??



Herkünfte für zukünftiges Klima – Assisted Migration

- Bereits in der Umsetzung: CA, US, SE...
- z.B. CA-BC System für klimabasierten Saatguttransfer CBST

→ Europa ?



Bedeutung von Assisted Migration

Projekt SUSTREE:

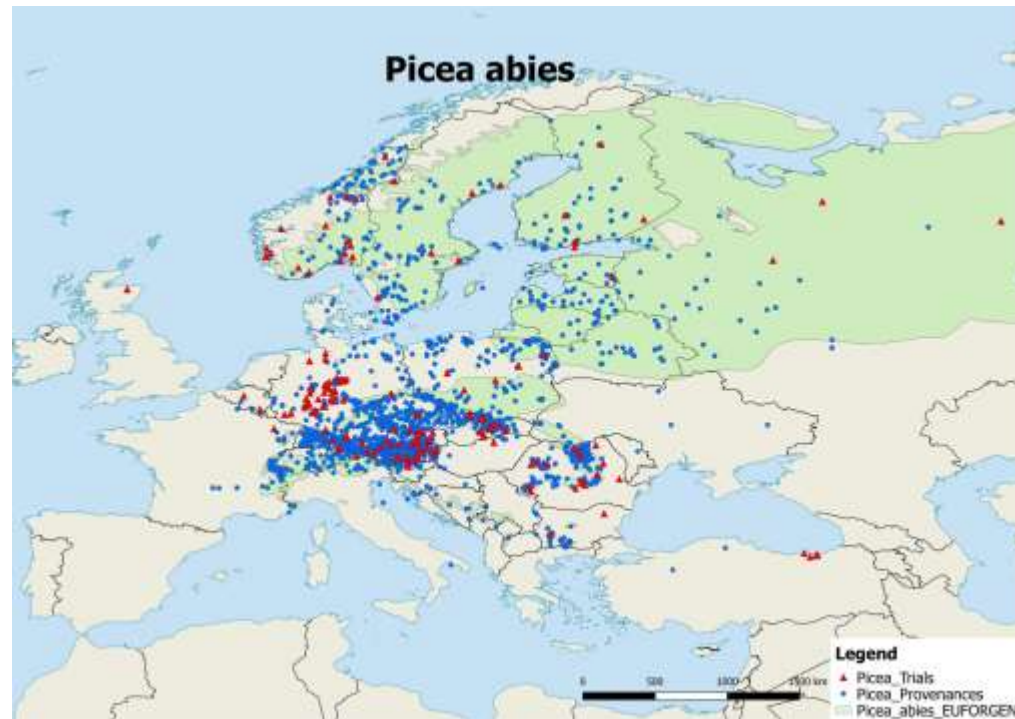
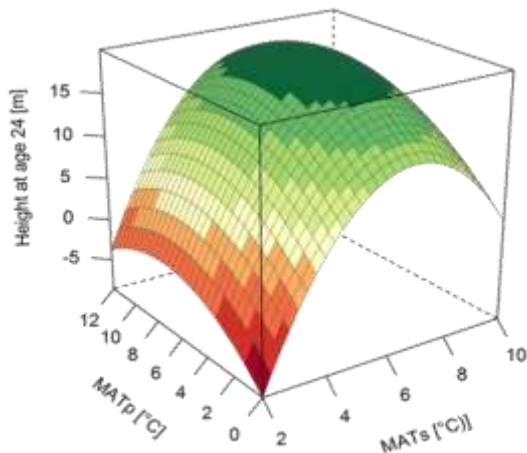
- Harmonisierte Datenbank für Herkunftsversuche aus ganz Europa



Species	Nr. of Trials
Abies alba	45
Fagus sylvatica	31
Larix decidua	52
Picea abies	247
Pinus sylvestris	136
Quercus petraea	31
Quercus robur	45
Sum	587

Bedeutung von Assisted Migration

- Harmonisierte Datenbank für Herkunftsversuche
- Universelle Klima-Response Modelle

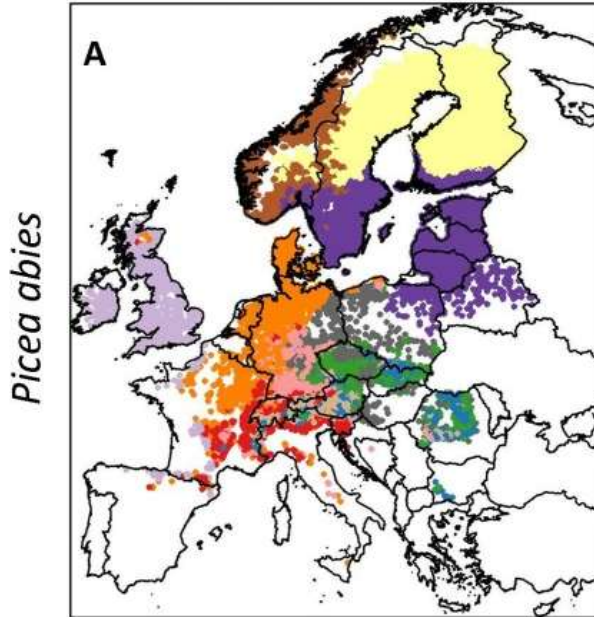


247 Versuche und mehr als 1000 getestete
Herkünfte

Bedeutung von Assisted Migration

Chakraborty et al. 2024 Nature Climate Change 14: 845-852.
<https://doi.org/10.1038/s41558-024-02080-5>

Seed provenance clusters



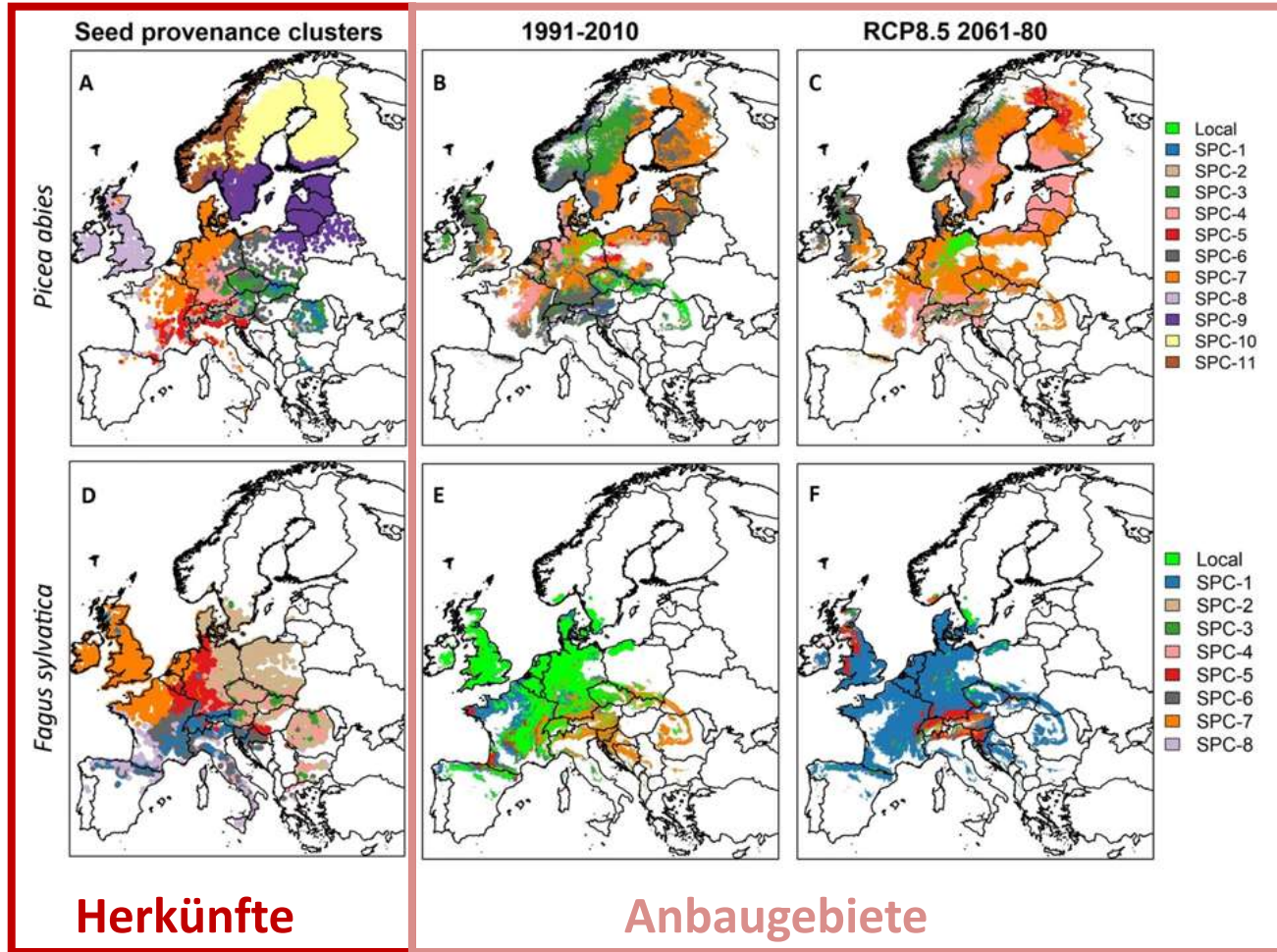
Samenherkunftsregionen für
Fichte

Mean climate of clusters

Cluster	MCMT	FFP	SHM	TD	PPT_sp	bFFP	EMT
1	-5.77	150.57	28.17	28.18	228.70	125.26	-31.87
2	-5.93	123.22	19.68	26.92	290.84	143.52	-33.66
3	-4.35	168.11	40.72	28.72	151.81	115.93	-28.67
4	-3.00	174.85	39.19	26.05	202.61	114.68	-26.09
5	-2.48	166.63	24.29	24.71	329.88	121.23	-27.15
6	-3.36	184.75	50.95	28.50	128.77	107.74	-26.75
7	-0.97	195.30	47.56	20.68	168.61	104.87	-22.58
8	2.24	204.16	42.89	7.08	215.60	100.41	-18.09
9	-6.17	161.23	51.42	26.59	120.87	118.68	-31.65
10	-11.56	112.16	49.23	31.19	108.16	146.13	-39.87
11	-7.43	125.99	30.75	20.88	195.09	139.55	-33.65

Bedeutung von Assisted Migration

Chakraborty et al. 2024 Nature Climate Change 14: 845-852.
<https://doi.org/10.1038/s41558-024-02080-5>



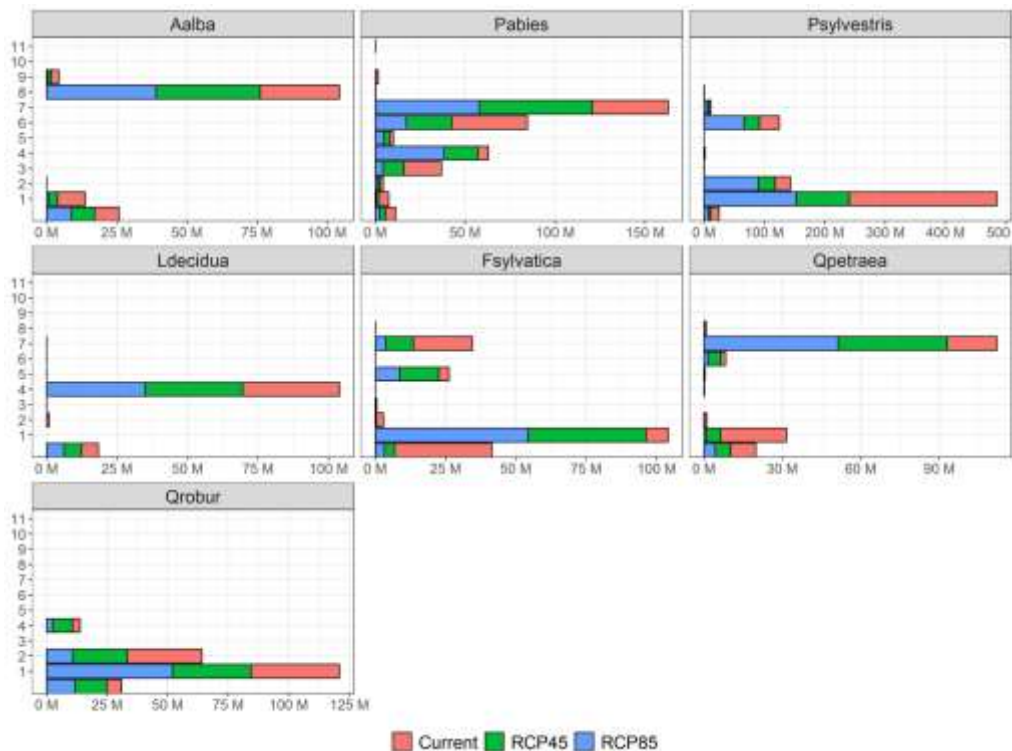
Herkünfte

Anbaubereiche

Bedeutung von Assisted Migration

Herkunftsempfehlungen verfügbar für 7 Baumarten

- Weißtanne
- Buche
- Lärche
- Fichte
- Stieleiche
- Traubeneiche
- Weißkiefer



Auswirkungen von Assisted Migration auf die Kohlenstoffaufnahme von Wäldern

Wie viel Kohlenstoff könnten europäische Wälder aufnehmen, wenn die richtigen Herkünfte gepflanzt werden?

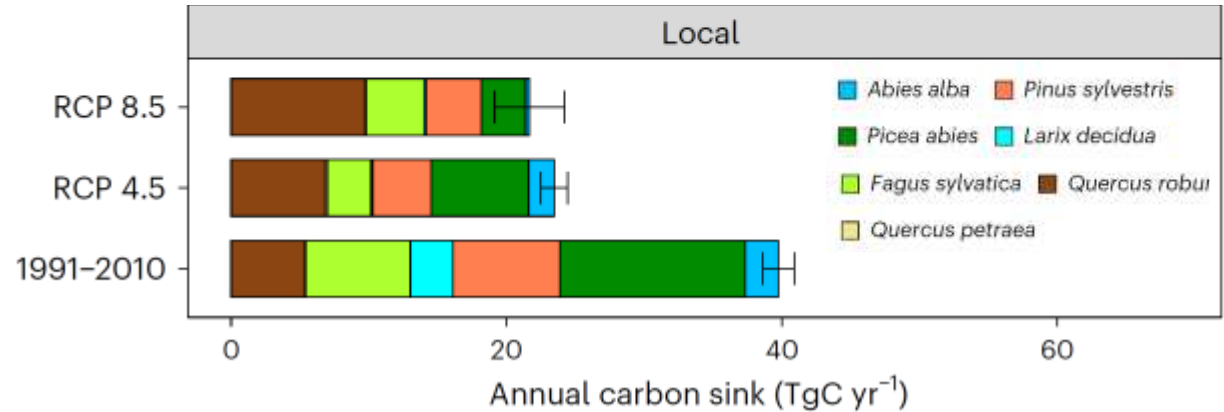
Annahmen:

- Klimafitte Wälder mit Baumarten, die für das künftige Klima geeignet sind
- Auswirkung von Neuaufforstung/Wiederbewaldung bis zum Alter von 40 Jahren
- Nur aktuelle Waldfläche, keine Neuaufforstung

Auswirkungen von Assisted Migration auf die Kohlenstoffaufnahme von Wäldern

Chakraborty et al. 2024 Nature Climate Change 14: 845-852.
<https://doi.org/10.1038/s41558-024-02080-5>

Lokale
Herkünfte



Annual Carbon Sequestration in Million Tonnes or Terragram in above ground living biomass of **Age Classes I+II (until 40 years)**

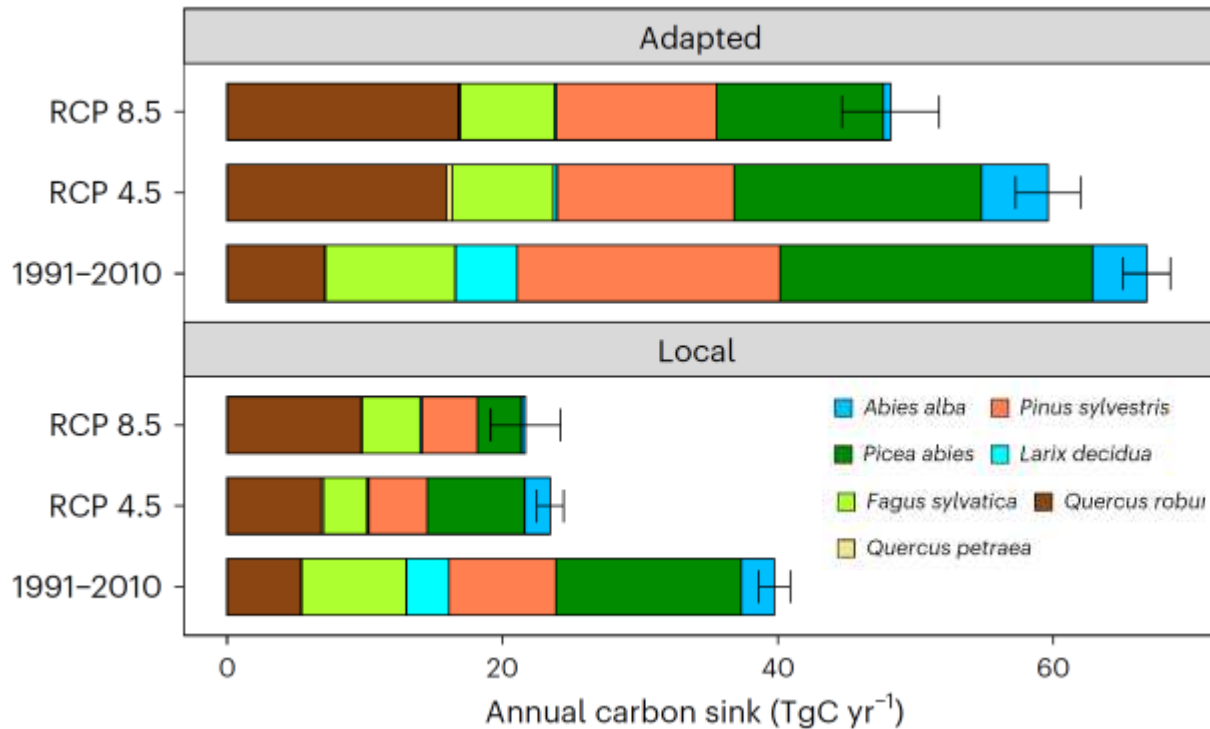
Auswirkungen von Assisted Migration auf die Kohlenstoffaufnahme von Wäldern

Chakraborty et al. 2024 Nature Climate Change 14: 845-852.
<https://doi.org/10.1038/s41558-024-02080-5>

Vergleich:

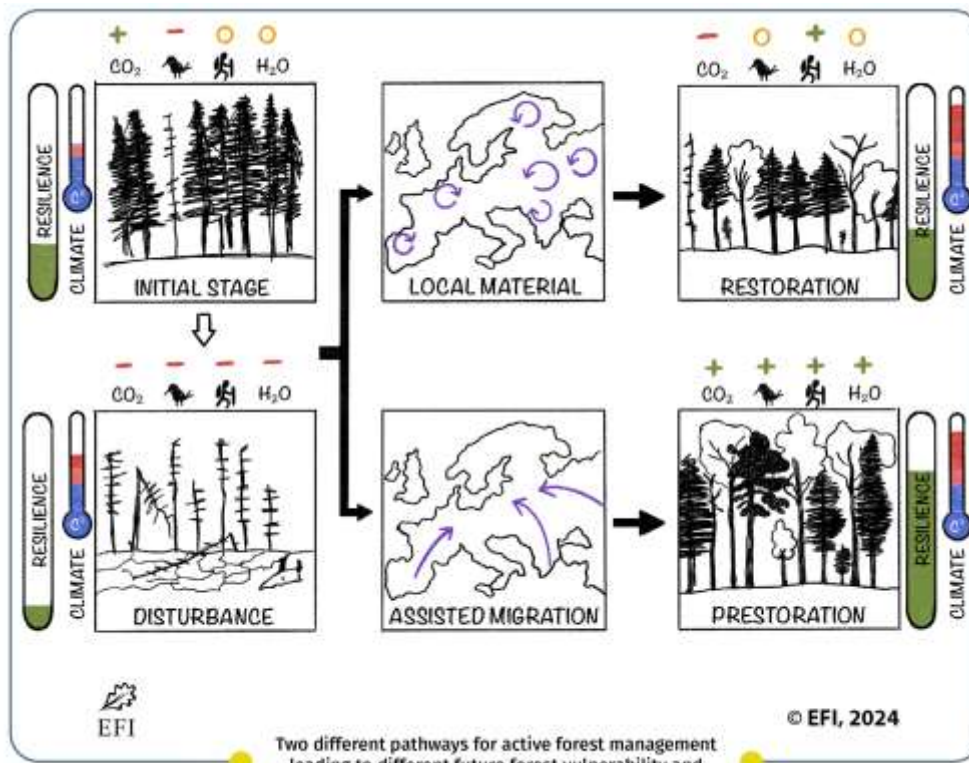
Assisted Migration

Lokale
Herkünfte



Annual Carbon Sequestration in Million Tonnes or Terragram in above ground living biomass of **Age Classes I+II (until 40 years)**

Bedeutung von Assisted Migration



Two different pathways for active forest management leading to different future forest vulnerability and ecosystem service provision

© EFI, 2024

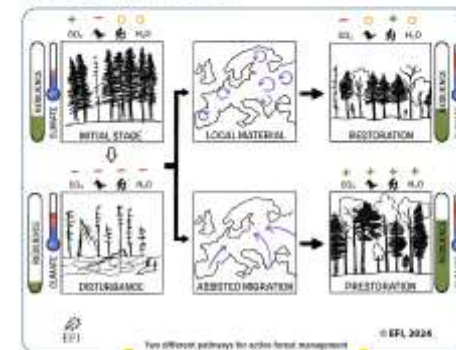
European Forest Institute - Policy Brief Series - No 11 - December 2024
EFI

How to strengthen the European forest carbon sink through restoration: integrating active restoration and adaptation

Climate change-induced stress and disturbances threaten Europe's forests' biodiversity and ecosystem services. Today, climate change is advancing much faster than tree species can adapt to new conditions or migrate to regions with a suitable climate, geographic barriers and land-use driven habitat fragmentation slow down natural dispersal and adaptation processes or make them ineffective, and thus further limit passive restoration opportunities with no or limited human intervention.

Active forest restoration combined with assisted migration (provenance), i.e. using already the climatically most suitable European tree species and populations, has the long-term potential to advance carbon sequestration significantly compared to restoration efforts without assisted migration.

According to latest scientific evidence, the annual forest carbon sink of Europe is projected to decline by about 35-40% by 2051-2060, depending on



Two different pathways for active forest management leading to different future forest vulnerability and ecosystem service provision

© EFI, 2024



www.seed4forest.org



Webseite wird erweitert,
Neu ab ca. Mai 2025



SUPERB
Upscaling Forest Restoration

BF

- Location
- Species
- Mixture
- Provenance
- Export

Update Frühjahr 2025!



Picea abies | rcp85 | 2095 | S [] Compare

300 km



weitert,
2025

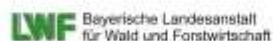
PERB
Forest Restoration





Evidenzbasierte Anbauempfehlungen im Klimawandel

Modellierung von Vorkommen, Wachstum, Herkünften und Plastizität



Wolfgang Falk, LWF



EVA

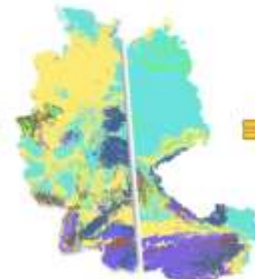
Karten für die Praxis – Baumarten Heute und Morgen

Modelle

Verbreitung

Wachstum

Herkünfte



Heute → Zukunft



Beratung

Anbauwürdigkeit



Heute → Zukunft



Ergebnisse: EVA-Plattform

EVA-Plattform

Testversion v11.2024

 Holzart auswählen
 Keine

 Kategorie auswählen
 Keine

Wählen Sie per Mausclick eine Region!

Bei Mehrfachauswahl: In die Karte zoomen und erneut auswählen.



Lantmar Geographics | Quelle: Thünen Institut | Powered by Esri

Oberpfälzer Becken- und Hügelland

Wuchsgelände: Oberpfälzer Becken- und Hügelland

Klimarisiko (Zukunft, Jahr 2100, +2.5 °C)

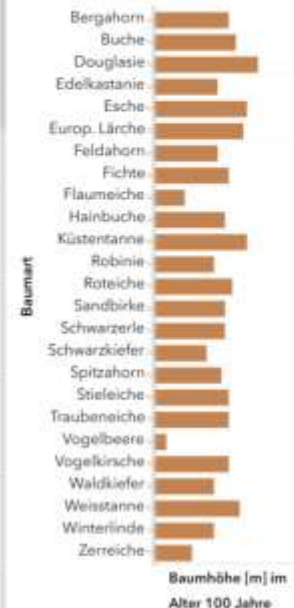
Grün = gering; Gelb = mittel; Rot = hoch

- Bergahorn**
 Klimarisiko: mittel
 Alternative Herkunftsregion: **Kein Modell**
 Beispielherkunft: Kein Modell
- Buche**
 Klimarisiko: gering
 Alternative Herkunftsregion: **Mediterranean South**
 Beispielherkunft: Mamertino
- Douglasie**
 Klimarisiko: mittel
 Alternative Herkunftsregion: **Washington Coast**
 Beispielherkunft: Conrad Creek D3
- Edelkastanie**
 Klimarisiko: mittel
 Alternative Herkunftsregion: **Kein Modell**
 Beispielherkunft: Kein Modell
- Elsbeere**
 Klimarisiko: gering
 Alternative Herkunftsregion: **Kein Modell**
 Beispielherkunft: Kein Modell
- Esche**
 Klimarisiko: gering
 Alternative Herkunftsregion: **Kein Modell**
 Beispielherkunft: Kein Modell
- Europ. Lärche**
 Klimarisiko: mittel

ICP-Szenario 4.5 (+2.5 °C)

ICP-Szenario 8.5 (+4.0 °C)

Wachstumspotenzial (Zukunft, Jahr 2100, +2.5 °C)


 Baumhöhe [m] im
 Alter 100 Jahre

Regionale Baumartenanteile

 Laubholz: | sonstige (+5%) | heimisch |
 alternativ
 Nadelholz: | sonstige (+5%) | heimisch |
 alternativ


(Daten nach BWI 2012)

Alternative Herkunftsregionen

Lokale Herkunft:
 Herkünfte des ausgewählten Forstlichen Wuchsgeländes bzw. Wuchszones

Alpine North
 Skandinavische Gebirge mit gleichen Umweltbedingungen wie die Alpen auf höherer geografischer Breite, aber mit Mittelgebirgshöhen

Boreale
 Skandinavisches Tiefland, vorrangig durch Nadelwälder gekennzeichnet

Nemorale
 Südlicher Teil Skandinaviens, baltische Staaten und Weißrussland; Mischung aus feuchten Nadelwäldern der Taiga und

Schlussfolgerungen

- Sehr hohe Evidenz aus jahrzehntealten Herkunftsversuchen
- Waldumbau mit ungeeigneten lokalen Herkünften ist nicht ausreichend und führt unmittelbar zu einer Reduktion der C-Senkenleistung
- Waldumbau + Assisted Migration können C-Senke erhalten (und ggf. erhöhen)
- Züchtung und sonst. genetische Verbesserung (CRISPR/Cas) noch nicht berücksichtigt und bietet weiteres Potential!
- Vollständige Umsetzung scheitert noch an fehlenden und nicht-harmonisierten Daten

Vielen Dank für Ihr Interesse!

Kontakt

Bundesforschungszentrum für Wald

Austria, 1131 Wien

Seckendorff-Gudent-Weg 8

Tel.: +43 1 878 38-0

direktion@bfw.gv.at

www.bfw.gv.at

Folgen Sie uns



www.facebook.com/BundesforschungszentrumWald



www.instagram.com/bundesforschungszentrum_wald



www.youtube.com/waldforschung



[www.linkedin.com/company/
bundesforschungszentrum-wald-bfw](https://www.linkedin.com/company/bundesforschungszentrum-wald-bfw)