



2021

AUFFORSTUNG IST KLIMASCHUTZ
FORSCHUNG FÜR DIE PRAXIS
TAGUNGSBAND





Inhaltsverzeichnis

1. „Die Rolle des Waldes im Klimawandel“ **Prof. Dipl.-Ing. Dr. DDr. h.c. Hubert Hasenauer**, BOKU Wien S. 8
2. „Assisted Migration von Waldbäumen als Beitrag zur Erhaltung der Produktivität und Kohlenstoffsenke europäischer Wälder“ **Dr. Silvio Schüler**, Bundesforschungszentrum für Wald S. 36
3. „Zum Potential von nadelholzreichen Mischbeständen im Klimawandel“
Prof. Dr. Thomas Knoke, TU München S. 45
4. „Breeding in climate change and input for afforestation and tree species selection using the example of Sweden“ **Dr. Bo Karlsson**, ehem. Skogforsk S. 60



Die Zukunft des Waldes gemeinsam gestalten - Schulterchluss im und gegen den Klimawandel

Zusammenfassung LIECO Forum 2021

Mit rund 170 Teilnehmenden und unter strengen Covid-19-Schutzmaßnahmen fand am 11. November 2021 im Wiener Gartenpalais Liechtenstein das zweite LIECO Forum statt. Hochkarätige Vorträge mit aktuellen Forschungsergebnissen und angeregte, teilweise auch kontroverse Diskussionen sorgten für eine positive Aufbruchstimmung. Am Ende des Tages war man sich einig: Die Lage ist ernst, dem Wald wird als einem Problemlöser des Klimawandels viel abverlangt, daher muss die Zukunft gemeinsam mutig gestaltet werden. Eine aktive Waldwirtschaft und eine enge und konstruktive Zusammenarbeit zwischen Politik, Forschung, Holzverarbeitender Industrie und forstlicher Praxis sind essenziell für das Überleben der gesamten Wertschöpfungskette Holz und Forst und zur Gestaltung stabiler und vitaler Wälder der Zukunft.

In seiner Eröffnungsrede wies **Constantin Liechtenstein, CEO der Liechtenstein Gruppe** auf die prekäre Lage der Waldbesitzer und der Forstwirtschaft hin: Hohe Temperaturen, geringer Niederschlag sowie eine Explosion des Borkenkäfers haben in vielen Regionen zu enormen Schäden geführt. Hinzu käme ein zunehmender Druck der Öffentlichkeit: die kontroverse und teils emotionale Debatte über die Außernutzungsstellung von Waldgebieten versus einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung. Für Constantin Liechtenstein ist die standortangepasste Aufforstung die wesentliche Basis der zukünftigen, nachhaltigen Forstwirtschaft.



„Als langjährige Waldbesitzer beschäftigt uns die Frage der klimafitten Wälder schon seit vielen Jahren und über unser Unternehmen LIECO versuchen wir einen Beitrag zu leisten. Daher investieren wir in Forschung und Entwicklung, und zwar in die Züchtung von hochwertigen und widerstandsfähigen Bäumen. Wir sind überzeugt, dass hier Aufholbedarf besteht und die Forschung und Entwicklung in diesem Bereich in den nächsten Jahren vorangetrieben werden muss“, betonte Constantin Liechtenstein.

Die **Bundesministerin für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus Elisabeth Köstinger** hob in ihren Grußworten ebenfalls die Bedeutung der Zusammenarbeit mit Forschung & Wissenschaft hervor. Es sei wichtig, die unterschiedlichen Interessensgruppen zusammenzubringen um neben wissenschaftlichen Erkenntnissen auch von den Erfahrungen der Praxis zu profitieren und die Weichen für den Wald der Zukunft zu stellen. Denn der Wald spiele nicht nur als großer CO₂-Speicher eine Rolle, sondern sei auch ein wichtiger Wirtschaftsfaktor: „Die nachhaltige Nutzung des nachwachsenden Rohstoffs Holz trägt zum Klimaschutz bei, stärkt gleichzeitig den Wirtschaftsstandort und schafft Arbeitsplätze in den Regionen.“

In seiner Keynote-Speech „Building A Global Restoration Movement from Local Action“ stellte **Prof. Dr. Tom Crowther** von **Crowtherlab ETH Zürich** die digitale Plattform „Restor“ vor, deren Anwendung am Nachmittag von **Restor-CEO Clara Rowe** noch einmal demonstriert wurde. Die interdisziplinäre Forschungsarbeit von Crowtherlab lieferte wichtige Erkenntnisse dazu, wie die globale Wiederherstellung von Ökosystemen dem Klimawandel entgegenwirken kann. Die Aufforstung von Wäldern hätte einen wesentlich größeren Einfluss auf die Bekämpfung des Klimawandels als ursprünglich gedacht. Ökologische Kartierungsinstrumente und Plattformen wie Restor könnten die globalen Aufforstungsbemühungen bündeln und verstärken. Der Schlüssel zu erfolgreicher Wiederherstellung von Ökosystemen sei, die Innovationen zu finden, die den Schutz der Biodiversität zu einer ökonomisch umsetzbaren Option für lokale Communities machen.



Prof.Dipl.-Ing.Dr.DDr.h.c. Hubert Hasenauer, Rektor der Universität für Bodenkultur Wien sprach über die Rolle des Waldes im Klimawandel. Der Wald wäre einerseits Gestalter als Binder von CO₂, andererseits Betroffener durch die veränderten Wachstumsbedingungen. Die Waldwirtschaft stünde vor den Optionen Adaption (Baumartenwahl) und Mitigation (Aufforstungsprogramme, aber auch Kohlenstofffixierung z.B. auch durch Verwendung von Holz als Werkstoff). Wichtig sei zu betonen, dass Holz fossile Brenn- und Werkstoffe ersetze und somit eine nachhaltige Waldbewirtschaftung das Klima schütze. Zusätzlich sprach er sich für eine CO₂-neutrale Kreislaufwirtschaft aus.

Dipl. Bio. Dr. Silvio Schüler vom Bundesforschungszentrum für Wald wies in seinem Vortrag darauf hin, dass „der Transfer von Saat- und Pflanzgut heimischer Waldbäume eine bisher kaum genutzte Möglichkeit sei, zukünftige Wälder an den Klimawandel anzupassen und deren Rolle als Kohlenstoffspeicher und Rohstofflieferant nachhaltig zu stärken“. Die Natur kann mit der Geschwindigkeit der Klimaveränderung nicht mithalten. Bestände bzw. Herkünfte die wir heute bei uns vorfinden, sind für Naturverjüngung nur teilweise geeignet. Die aktuellen Herkunftsempfehlungen gehören überdacht. Durch aktive Einbringung von Saatgut, Pflanzen aus südlicheren, trockeneren Regionen kann man den Wald an den Klimawandel viel schneller anpassen.

Prof. Dr. Thomas Knoke, TU München (Professur für Waldinventur und nachhaltige Nutzung) führte aus, dass sich nach seinen Berechnungen und Simulationen struktur- bzw. artenreichere Wälder nach Störungen/Schadereignissen schneller erholen können (Resilienz). Mischbestände mit einem hohen Anteil an Douglasie (70-75%) Fichte (10-15%) und Buche würden wirtschaftlich auf den geeigneten Standorten das Optimum darstellen. Auch Varianten mit Weißtanne können in Zukunft sehr vorteilhaft sein. Bei den Berechnungen wurde hochwertiges, zertifiziertes Pflanzmaterial mit einer Ausgangsstückzahl von 1.100 Stück/ha zugrunde gelegt.



Im Rahmen einer abschließenden Podiumsdiskussion zum Thema „Wald der Zukunft – verwalten, erhalten oder gestalten?“ diskutieren unter der Moderation von **Prof. Dr. Ute Seeling, Direktorin der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften an der Berner Fachhochschule**, Vertreter der Forstwirtschaft, Politik und Holzindustrie:

DI Maria Patek vom Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus drückte ihre Sorge darüber aus, dass dem Wald als CO₂-Speicher zu viel abverlangt würde. Der Wald könne nicht alle Emissionen kompensieren. Der Klimawandel schreite auch zu schnell voran, als dass man den Wald sich selbst überlassen könne. Daher stünde auch das Ministerium hinter einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung und investiere in Forschung und Entwicklung um Waldeigentümer zu unterstützen. Sie sehe auch einen großen Bedarf an Beratung und Kommunikation vor Ort.

DI Christian Skilich, Lenzing AG, verwies auf das große Dilemma auf der Seite der Holzabnehmer: gerade die Zellstoffindustrie müsse heute wissen, mit welchen Baumarten in 30 Jahren zu rechnen sei und diese Daten stünden noch nicht zur Gänze zur Verfügung. Dennoch stünde die Holzindustrie hinter der lokalen Forstwirtschaft: Holzimporte wurden hintenangestellt und stattdessen so viel heimisches Schadholz verarbeitet, wie möglich, um die heimischen Forstbetriebe zu unterstützen.

Dr. Erich Wiesner, WIEHAG Gruppe, zeigte wiederum auf, wie wichtig die Nutzung des Holzes als Baustoff und langfristiger CO₂-Speicher sei. Der Klimawandel befeure die Holzindustrie sogar, denn viele Investoren kämen durch Auflagen in Zugzwang: eine spürbar höhere Nachfrage nach Holz als Baustoff wäre das Resultat. Nach jahrelangem „Kampf“ gegen andere Baumaterialien sei der Holzbau nun endlich auf Augenhöhe mit Zement und Stahl angekommen. Für die Zukunft zeigte er sich optimistisch, denn die Wissenschaft würde bereits viele Perspektiven aufzeigen und die gemeinsamen Bestrebungen würden mit Sicherheit Früchte tragen und eine Materialverfügbarkeit sicherstellen.



Markus Graf von Hoyos, Guts- und Forstverwaltung Horn als ein von Kalamitäten besonders stark betroffener Waldbesitzer, plädierte für eine Bepreisung der CO₂-Speicherungsfähigkeit der Wälder, denn bisher sei die Wertschöpfung hauptsächlich bei der Industrie geblieben. Viele Waldbewirtschafter seien in der Situation, dass die nächsten ein bis zwei Generationen von den zusammengebrochenen Wäldern kein Einkommen mehr hätten. Man müsse nach alternativen Einkommensquellen wie erneuerbarer Energie oder Agroforestry suchen, bis das Holz wieder etwas einbrächte. Die Politik müsse die Forstwirtschaft bei der Findung von Lösungen unterstützen.

Auch **Josef Liegl, Forstwirtschaftliche Vereinigung Oberpfalz**, führte aus, dass Waldbesitzer Einnahmen bräuchten, welche die Zeit von der Pflanzung bis zur Holzernte abdecken. Die Waldbewirtschafter und die Industrie hätten letztendlich die gleichen Ziele. Es sei eine gemeinsame Aufgabe, dafür zu kämpfen, dass eine Bewirtschaftung von Wäldern erlaubt bleibe. Was die Baumarten für den Holzbau der Zukunft betreffe, wies er wie viele seiner Vorredner darauf hin, dass die Douglasie eine realistische Alternative für die bedrohte Fichte sei. Auch für Laubholz gebe es Bestrebungen, dieses stärker in den Holzbau einzubringen, dennoch würde auch in Zukunft sägefähiges Nadelholz und speziell die Fichte aufgrund ihrer Eigenschaften wesentlich bleiben.



„DIE ROLLE DES WALDES IM KLIMAWANDEL“

PROF. DR. HUBERT HASENAUER, BOKU WIEN





Die Rolle des Waldes im Klimawandel

Hubert Hasenauer

Universität für Bodenkultur

[e-mail: hubert.hasenauer@boku.ac.at](mailto:hubert.hasenauer@boku.ac.at)

A wide-angle photograph of a mountain valley. In the background, several jagged mountain peaks are covered in snow under a clear blue sky. The middle ground shows steep, green slopes with patches of snow and a winding road that curves through the valley. The foreground is a rocky, grassy slope. The text is overlaid in the lower half of the image.

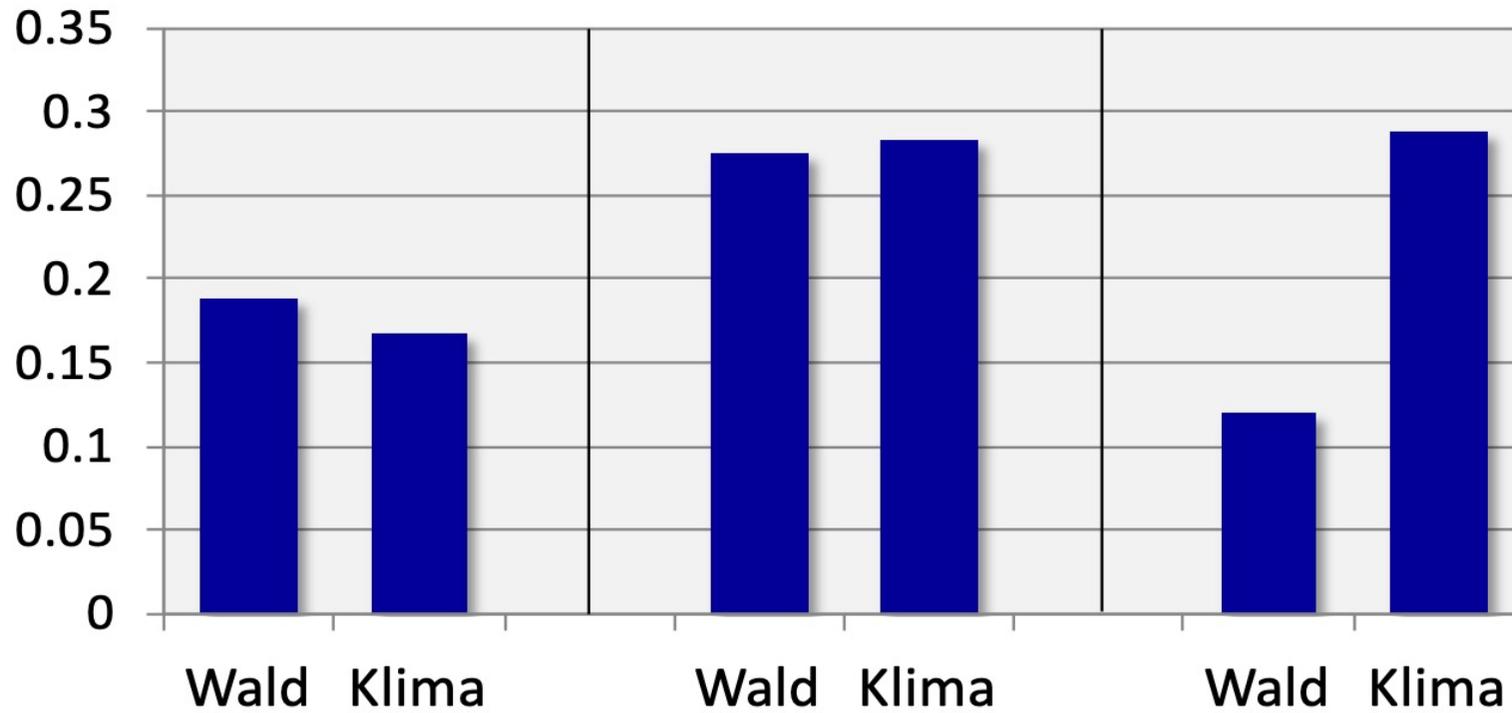
**CO₂ Anstieg in der Atmosphäre
Zunahme der Temperatur verlängert die
Wachstumsperiode und verändert die Hydrologie**

Mehr Extremereignisse und damit Kohlenstofffreisetzung

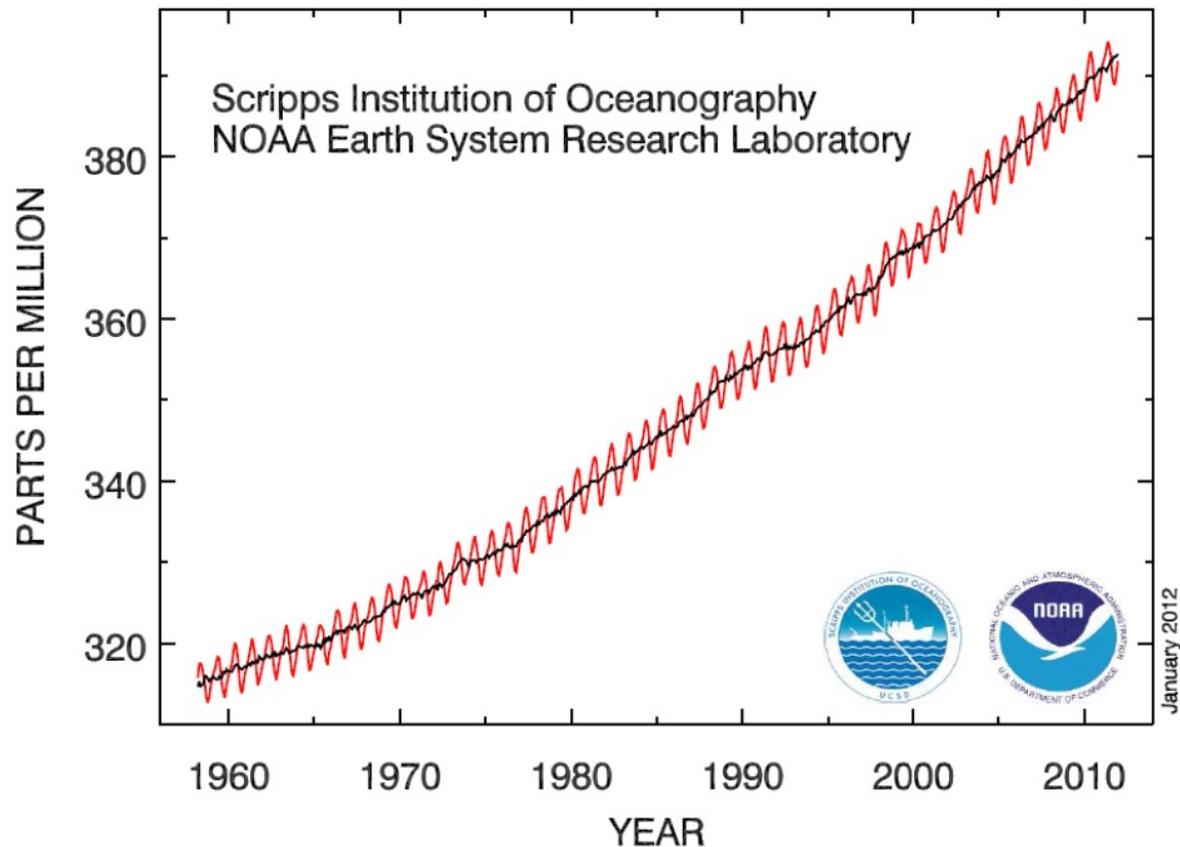




Einfluss auf die Zunahme der Störung



Zunahme der CO₂ Konzentration am Mauna Loa “Dave Keeling” Kurve

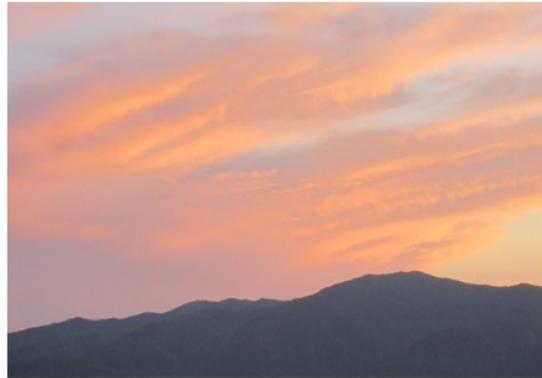


**Ohne natürliche Treibhausgase:
Mittlere Temperatur: -18°C statt ca. + 15°C**

Verteilung des anthropogenen Kohlenstoff

Canadell et al. 2007, PNAS

45 % des CO₂ Emission bleibt in der Atmosphäre



55 % des CO₂ werden gespeichert

Weltmeere (ca. 25 %)



Vegetation (ca. 30 %)



Rolle des Waldes im Klimawandel?

1. Gestalter

- Wald bindet große Mengen an Kohlenstoff
- Ohne Wald: CO₂ Belastung um 30 % höher

2. Betroffener

- Änderungen der Wachstumsbedingungen
- Änderung Stressprofis bzw. des Risikos für die Baumarten

Welche Optionen hat die Waldwirtschaft?

1. Adaptation

- Baumartenwahl bzw. Bewirtschaftung
- Nicht heimische Baumarten (COST - NNEXT)

2. Mitigation

- Aufforstungsprogramme
- Kohlenstofffixierung (Wachstum, stockender Vorrat, Verwendung von Holz als Werkstoff)

Beispiel: Anbau von Douglasie in Europa



Natürliches Verbreitungsgebiet der Douglasie

1. N-S-Ausdehnung: 19°-55° N
2. Höhenlagen vom Meeresspiegel bis über 3200 m
3. Große Genetische Variation

→ Unterschiedliche morphologische Merkmale / Wuchseigenschaften

→ Übergangsformen in der Natur

Douglasie hält lange Trockenperioden aus

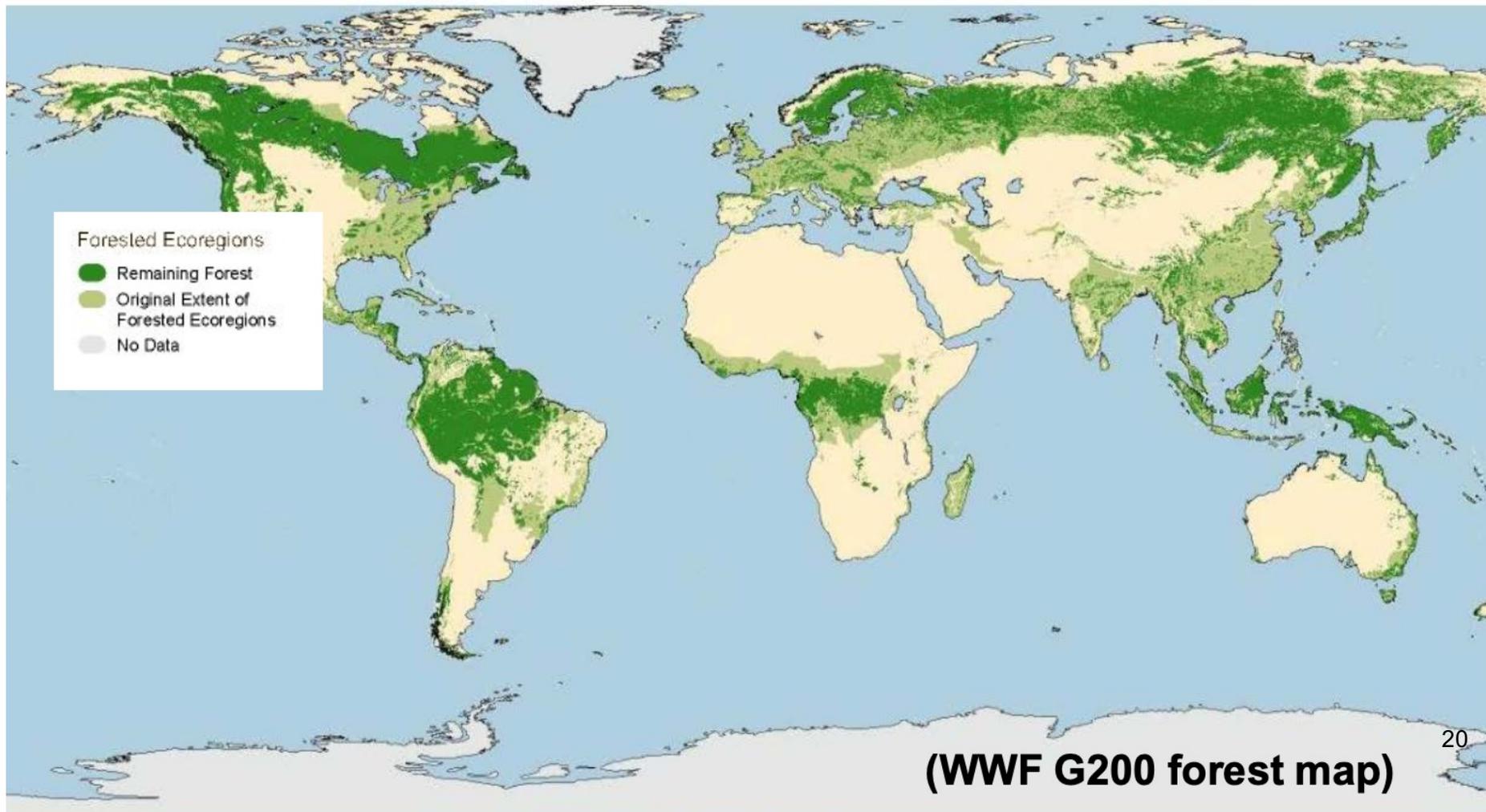
Beispiel: Leitfähigkeit der Spaltöffnung

Mitigation: Kohlenstoffbindung

- Wald bindet große Mengen Kohlenstoff
- Ausnahmen sind Störungen (Windwurf, etc.)
- Großes „Energiefeld“
- „Kaskadische“ Nutzung von Holz
- Ersatz fossiler Energie und Werkstoffe
- „Holznutzung“ - CO₂ neutral

Bedarf an Holz steigt

Veränderung der Waldfläche: Aktuell vs. Potentieller Fläche



Kohlenstoffspeicher Wald

Weltweit lagern (Pan et al. 2011)

861 PgC (Billionen t Kohlenstoff)

- 44 % im Boden
- 42 % in der Biomasse
- 8% Totholz
- 5 % Streu

Österreichs Wald: 800 Mio. t Kohlenstoff

Die Rolle des Waldes im Klimawandel

Allgemeine Überlegungen zum CO₂ Kreislauf

- Warum ist ein Urwald CO₂ neutral ?
- Was bewirkt Waldwirtschaft ?
- Woher kommen Biomassedaten ?

Einige Begriffe

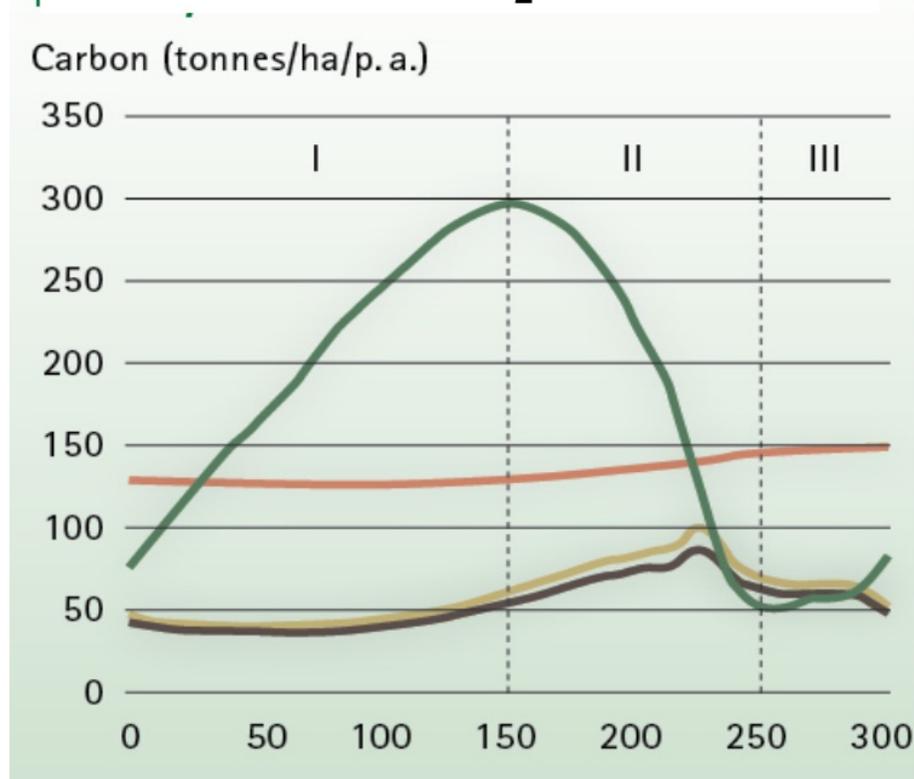
- Volume – V (fm)
- Biomasse (t): Kohlenstoff plus die anderen Elemente ca. Volumen /2
- Kohlenstoff – C (t) ca. die Hälfte der Biomasse
- Kohlendioxid – CO_2 (t) 3,67 fache von C (12:44)
- Stammbiomasse ca. 20 bis 30% der gesamten Biomasse (Stamm, Ast, Blatt und Wurzelmasse)

Vergleich Urwaldzyklus (300 Jahre) mit Umtriebszeit im Wirtschaftswald (2 mal 150 Jahre)

Pietsch & Hasenauer 2009

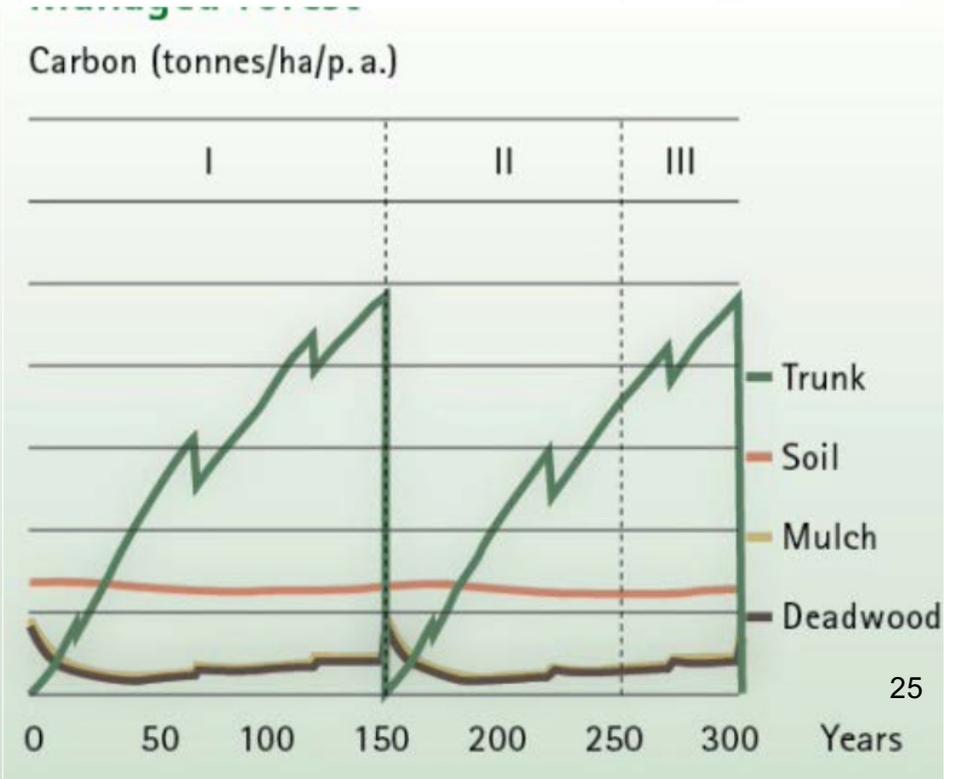
Urwald

Holz verrottet im Wald und setzt damit CO₂ frei



Wirtschaftswald

Holz wird geerntet, CO₂ entsteht am Ende der Wertschöpfung

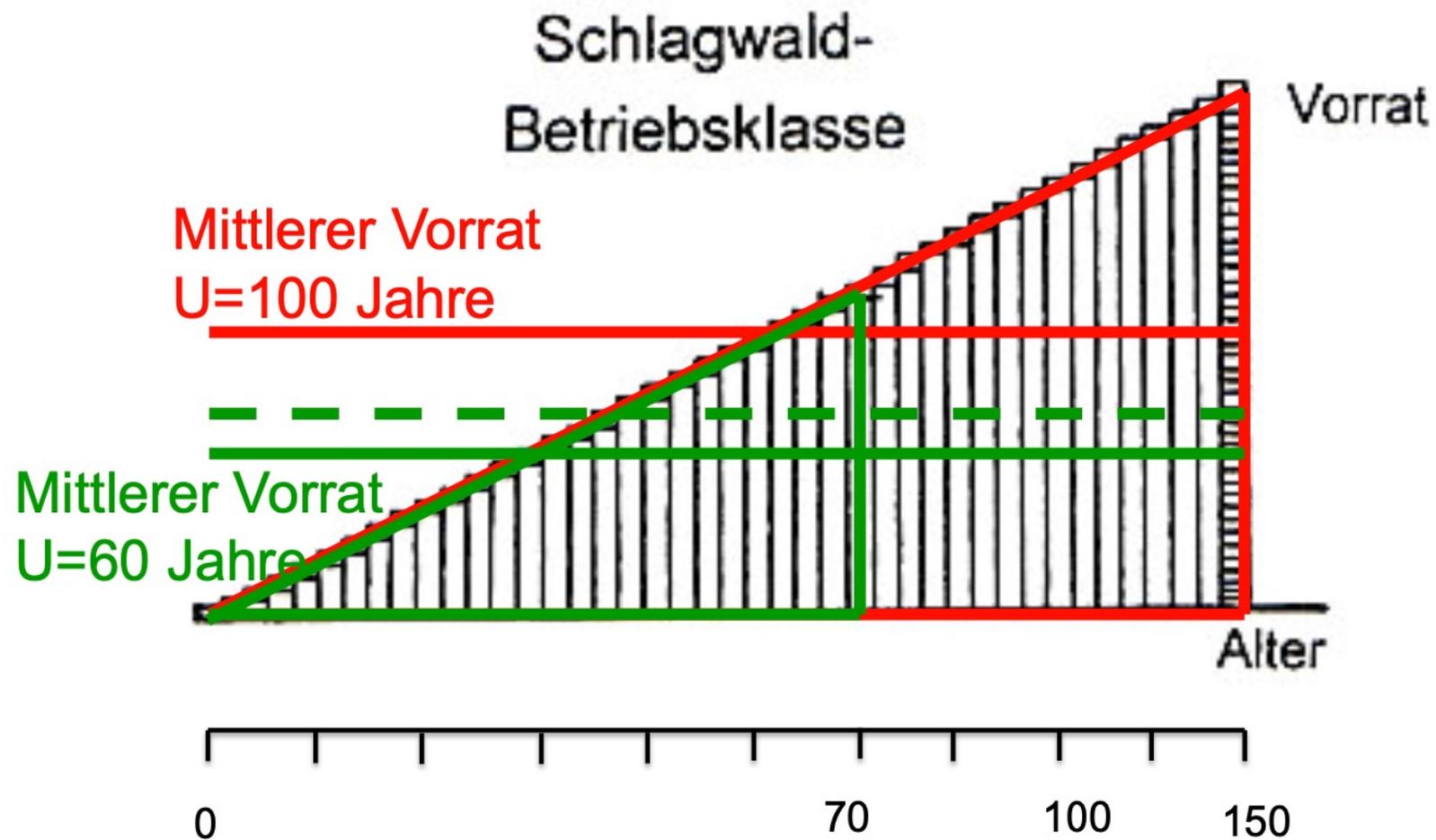


Die Rolle des Waldes im Klimawandel „Folgen“ der Waldwirtschaft

- **Intensivierung der Waldwirtschaft bewirkt:**
 - Verringerung des stockenden Holzvorrates
 - Erhöhung des laufenden Zuwachses
- **Mehr im Wald gebundenes C geht in die Atmosphäre – das sogenannte “carbon dept”**
- **Führt zur Diskussion – ist Biomasse CO₂ neutral ?**
 - Studie Joanneum Research (Zanchi et al. 2010)
 - Studie Joint Research Centre (Agostini et al. 2013)

Normalwald: Gleichmäßige Verteilung der Altersklassen

Effekte einer Reduzierung der Umtriebszeit?



Wirkung intensivierter Waldwirtschaft

- Gleichgewicht (mittlerer Vorrat) verändert sich
- Führt kurzfristig zu einer zusätzlichen Kohlenstofffreisetzung
- Neues Gleichgewicht stellt sich ein

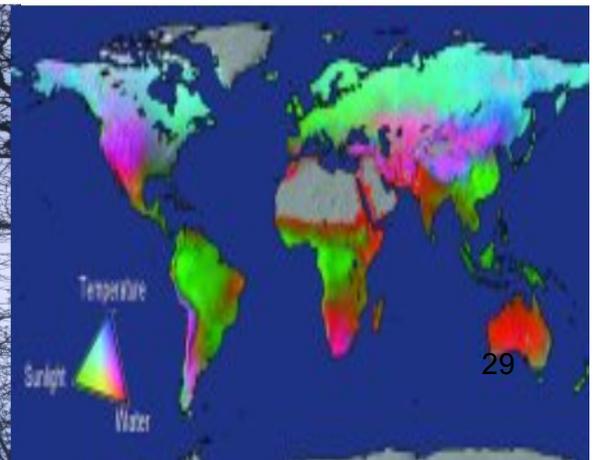
Wichtig zu betonen ist:

- Holz substituiert fossile Brenn- und Werkstoffe
- Zeithorizont für die Bindung von CO₂ aus Biomasse vs. CO₂ aus fossilen Brennstoffen?

Klimakrise: Die Rolle der Waldwirtschaft

Woher kommen Biomassedaten ?

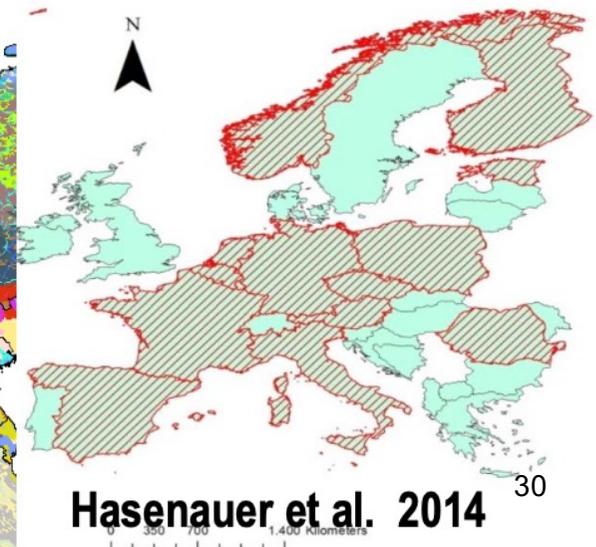
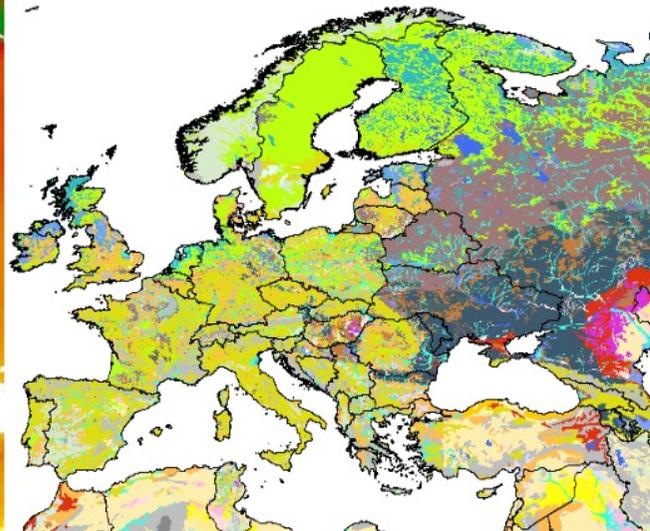
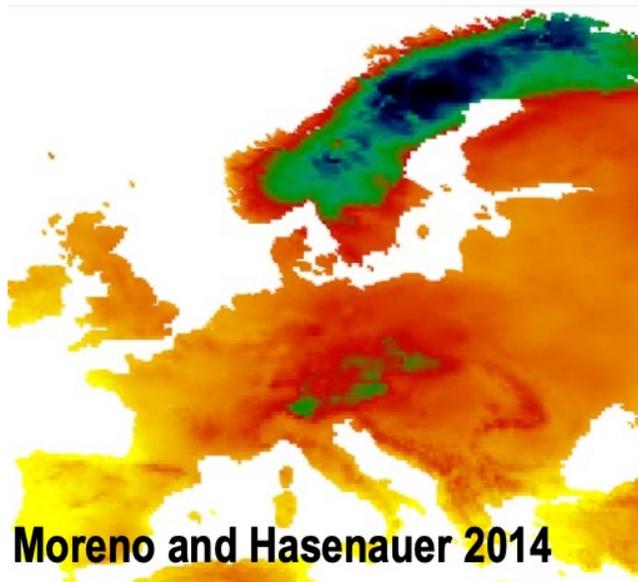
- Waldinventuren – berechnen Baumvolumina ($V \text{ m}^3/\text{ha}$)
- Flux tower – messen Stoffflüsse
- MODIS Satellitendaten – schätzen NPP ($\text{C t}/\text{ha}$)



Kohlenstoffdaten für Europa

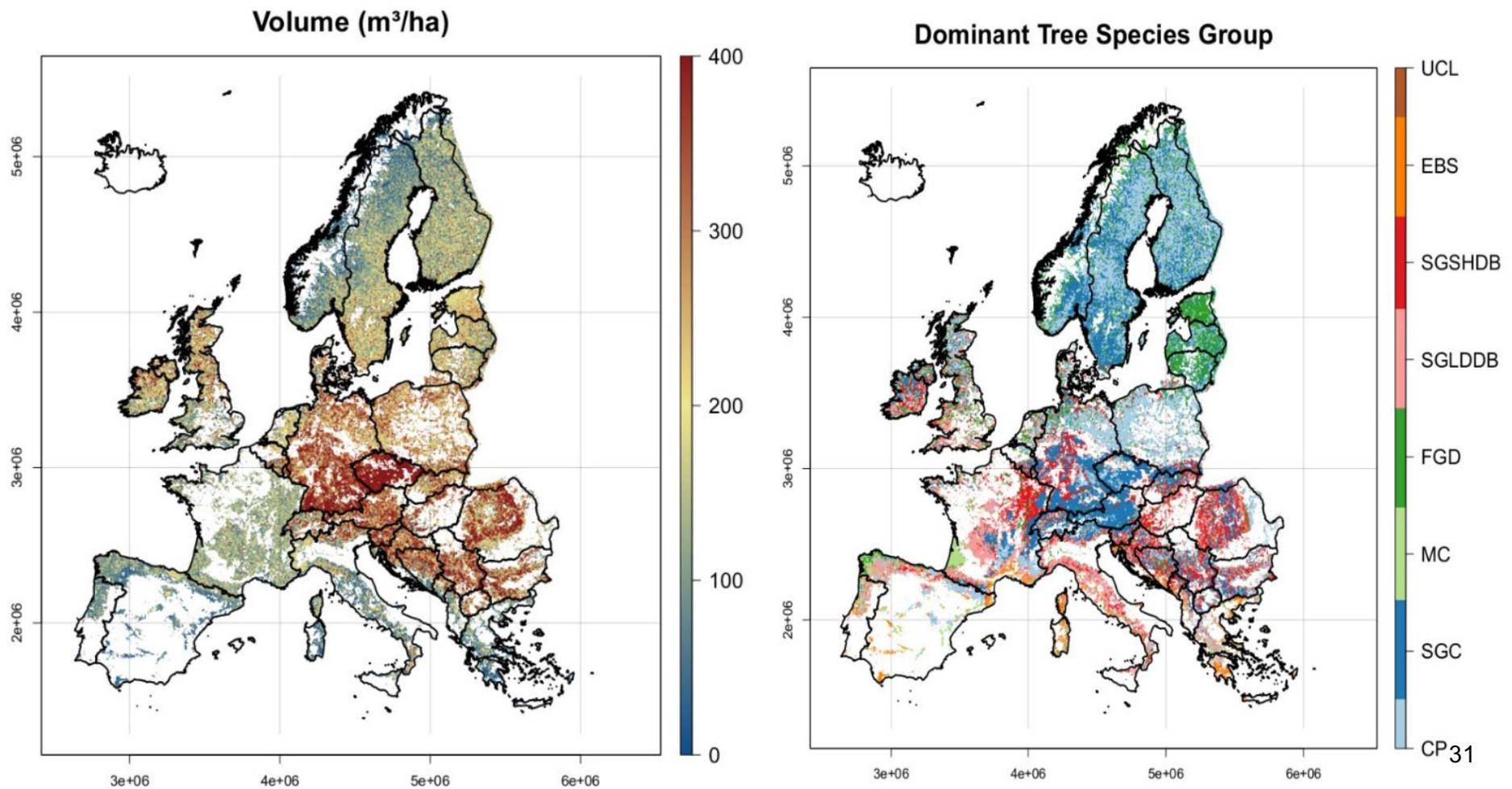
Daten und Methoden

- 1 x 1 km Tageswetterdaten
- 1 x 1 km Bodendaten
- Waldinventurdaten von 16 Europäischen Ländern
> 350.000 Inventurpunkte



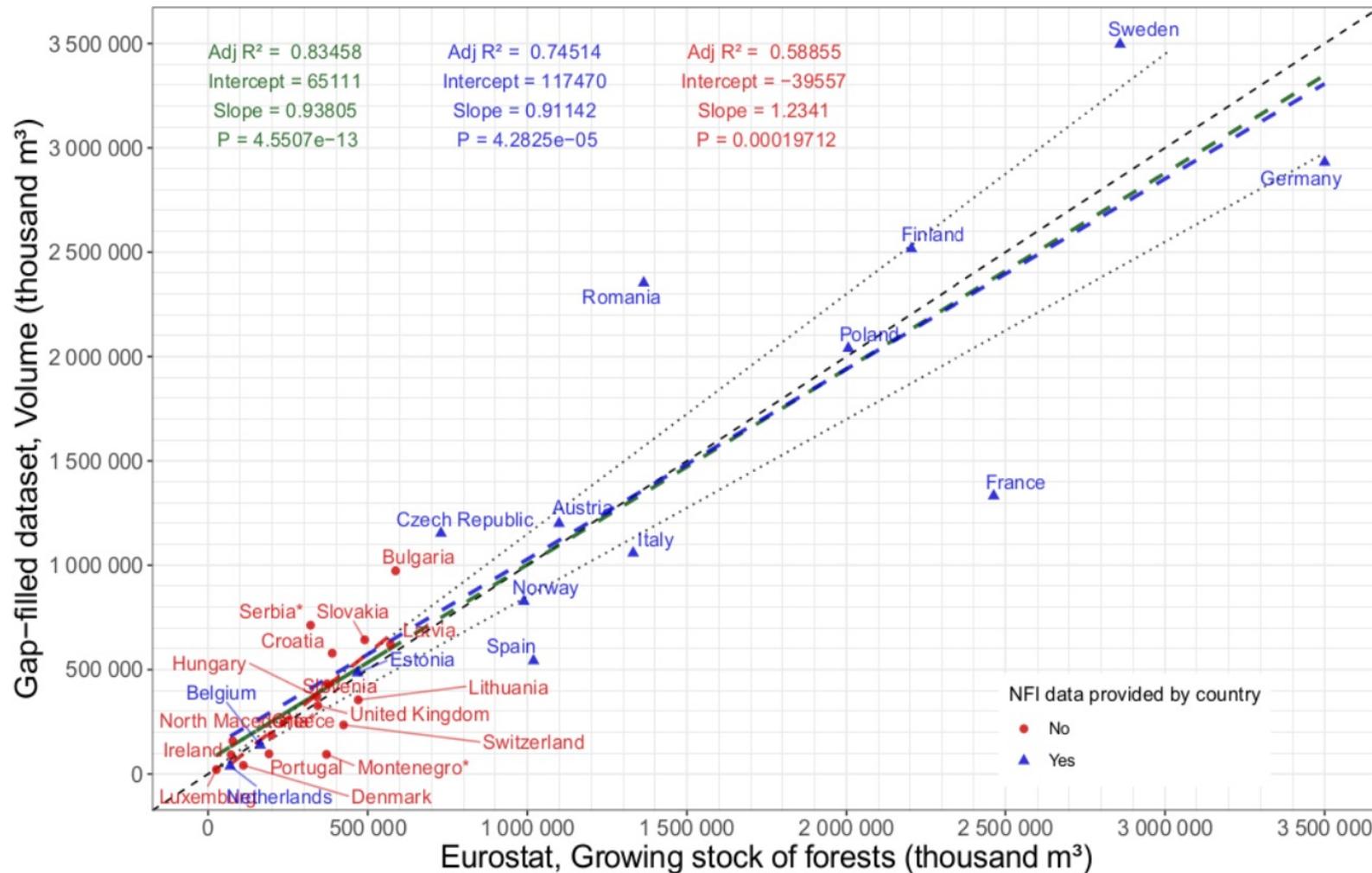
Pixel Daten (500 x 500 m) des europäischen Waldes

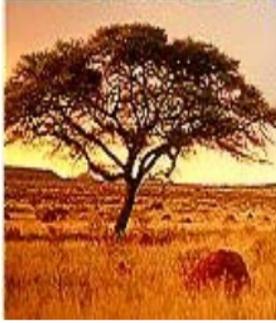
(Pucher und Hasenauer 2021)



Vergleich mit den EUROSTAT Daten

(Pucher und Hasenauer 2021)





Klimakrise: Die Rolle der Waldwirtschaft

Zusammenfassung



- Photosynthese fixiert atmosphärischen Kohlenstoff
- Wälder speichern große Mengen an Kohlenstoff
- Holz ist ein erneuerbarer Energie und Werkstoff
- Waldfläche nimmt weltweit ab – was tun?
- Nachhaltige Waldwirtschaft schützt das Klima
- Wir brauchen eine CO₂ neutrale Kreislaufwirtschaft





„ASSISTED MIGRATION VON WALDBÄUMEN ALS BEITRAG
ZUR ERHALTUNG DER PRODUKTIVITÄT UND
KOHLENSTOFFSENKE EUROPÄISCHER WÄLDER“

DR. SILVIO SCHÜLER,
BUNDESFORSCHUNGSZENTRUM FÜR WALD





Assisted Migration as contribution to sustain forest productivity and the carbon sink of European Forests

Silvio Schueler, Debojyoti Chakraborty, SUSTREE-Partners
Department of Forest Growth, Silviculture and Genetics



Climate Smart Forestry - Klimafitter Wald

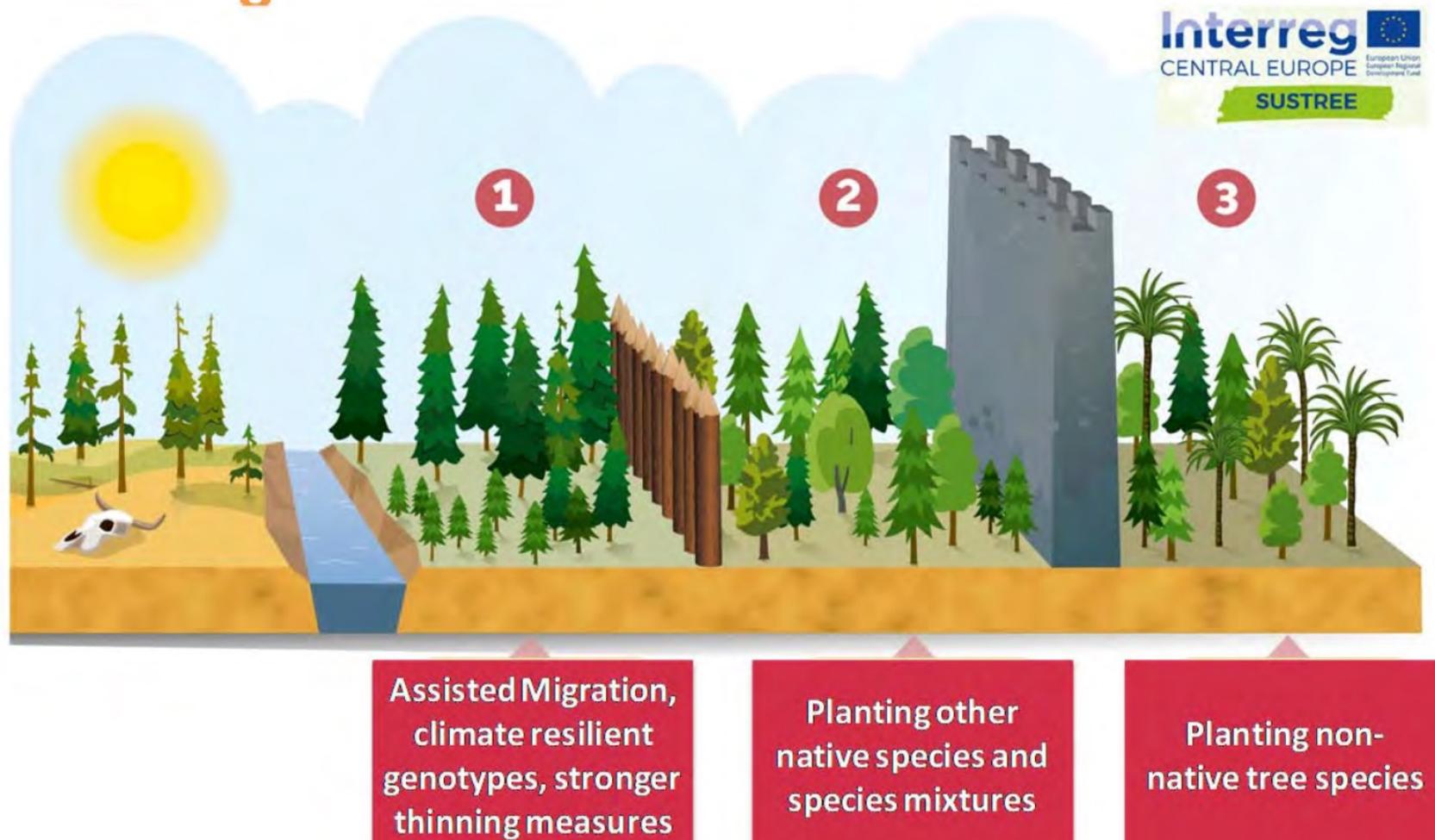
Considered as integrative solutions for the complete forest-wood-value chain.

Based on three principles:

1. Forests contribute to the reduction/removal of green house gases from the atmosphere
2. Forests require to be adapted to climate change in particular for higher resilience to disturbances
3. Forest productivity and timber production should be increased sustainably together with the related incomes.

Nabuurs et al. 2017, 2018; doi:10.3390/f8120484; <https://doi.org/10.36333/fs06>

Three lines to defend forest ecosystem services in climate change

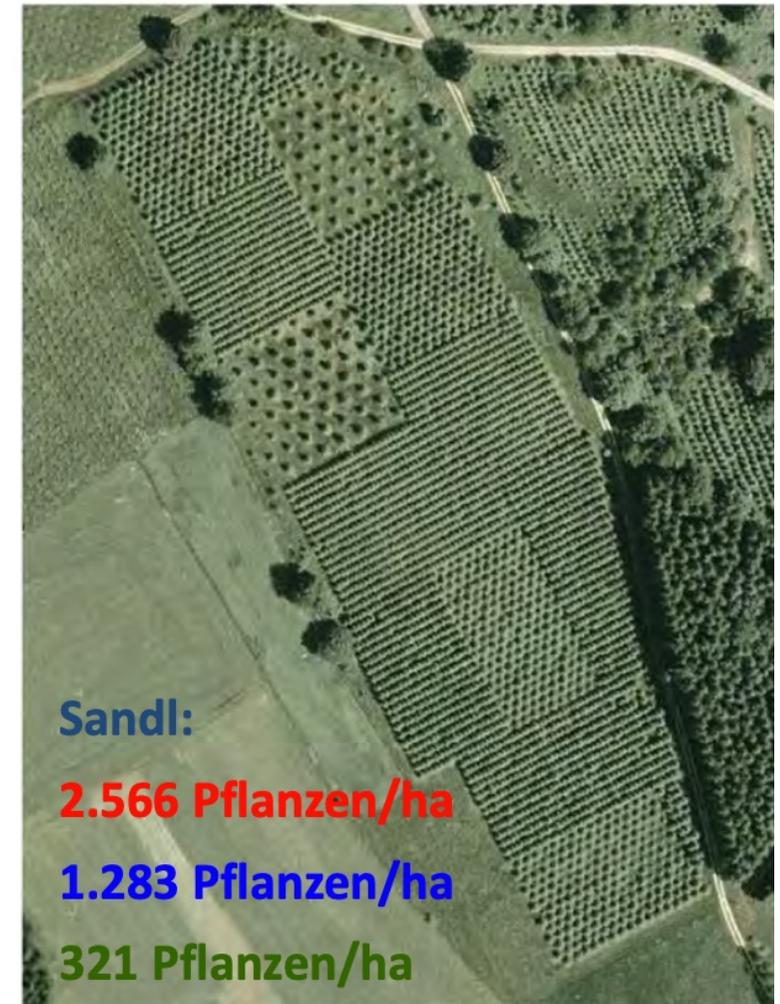


New silvicultural treatments „Trees need space“

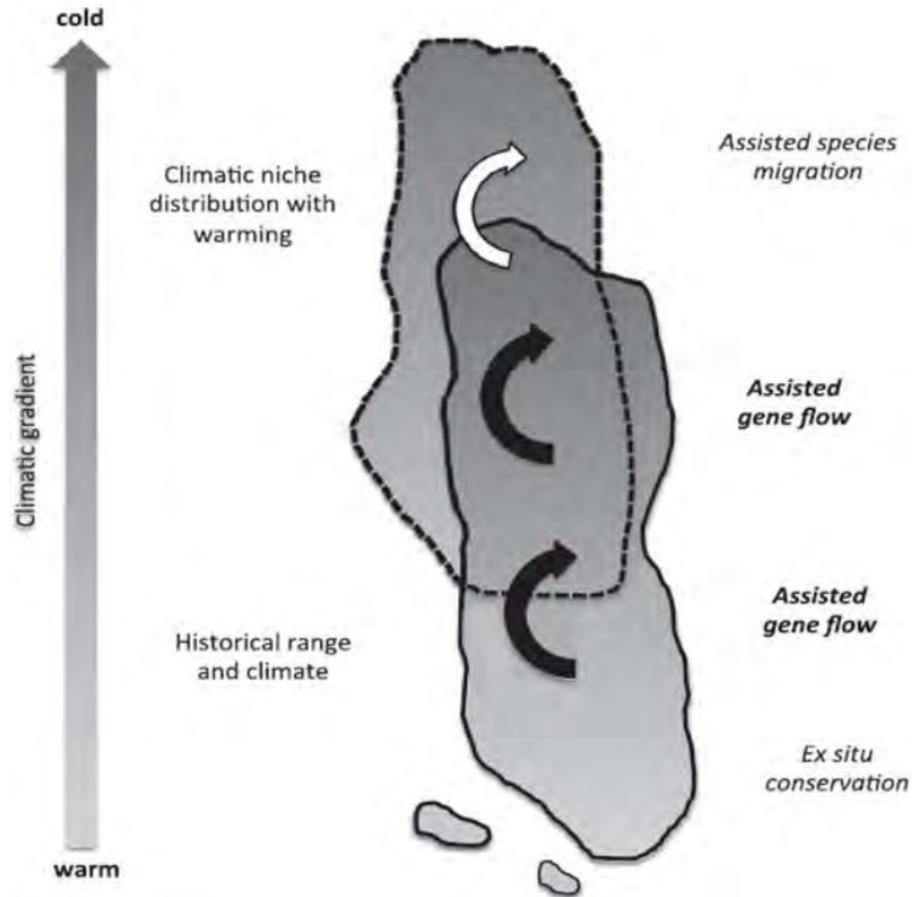
Instead of „Early-moderat-frequent“
Today „Early- strong- rarely“

Advantages:

- Increases single tree stability
- Improves water availability for each tree
- Helps to decrease rotation time
- Reduces Risk



Assisted migration and gene flow



Aitken & Bemmels (2016)



Assisted migration and gene flow

Ready for Implementation in Europe?

- Which tree species harbor adaptive variation related to climate conditions?
- How to identify valuable populations for seed transfer ... i.e. how to match them with future habitats?
- What are the climatic limits for seed transfer?
- Are there legal constraints in seed transfer?
- What is the potential of silvicultural measure to increase genetic potential of tree populations?

Assisted migration and gene flow

SUSTREE achievement:

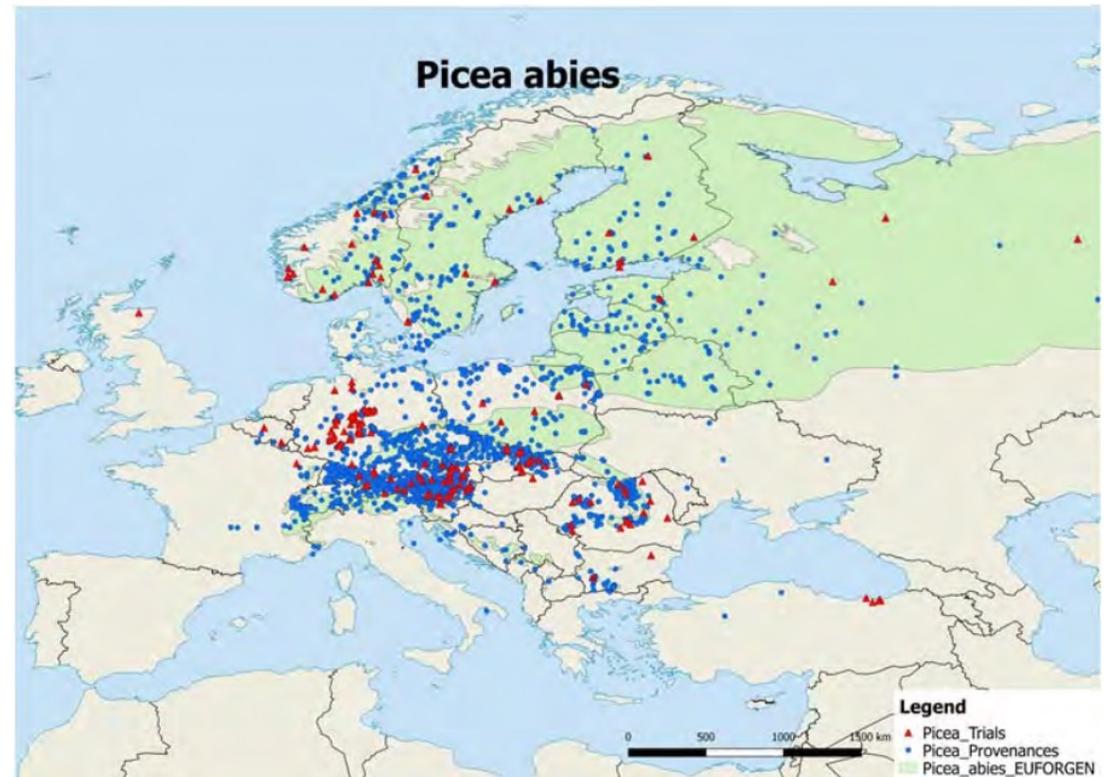
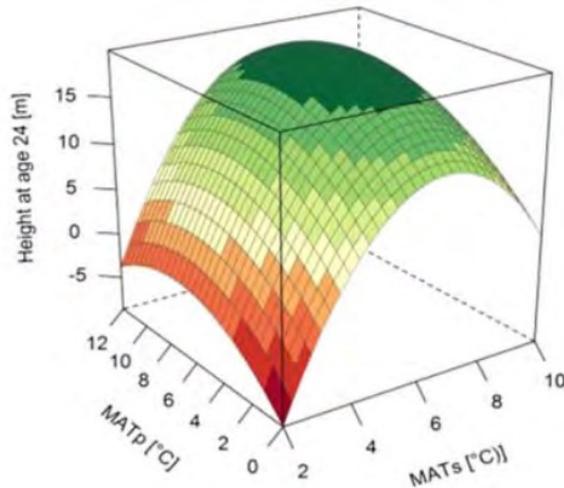
- harmonized database of provenance trials across Europe



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

Assisted migration and gene flow

- Harmonized database of provenance trials
- Universal Climate-Response Models (Random Forest)

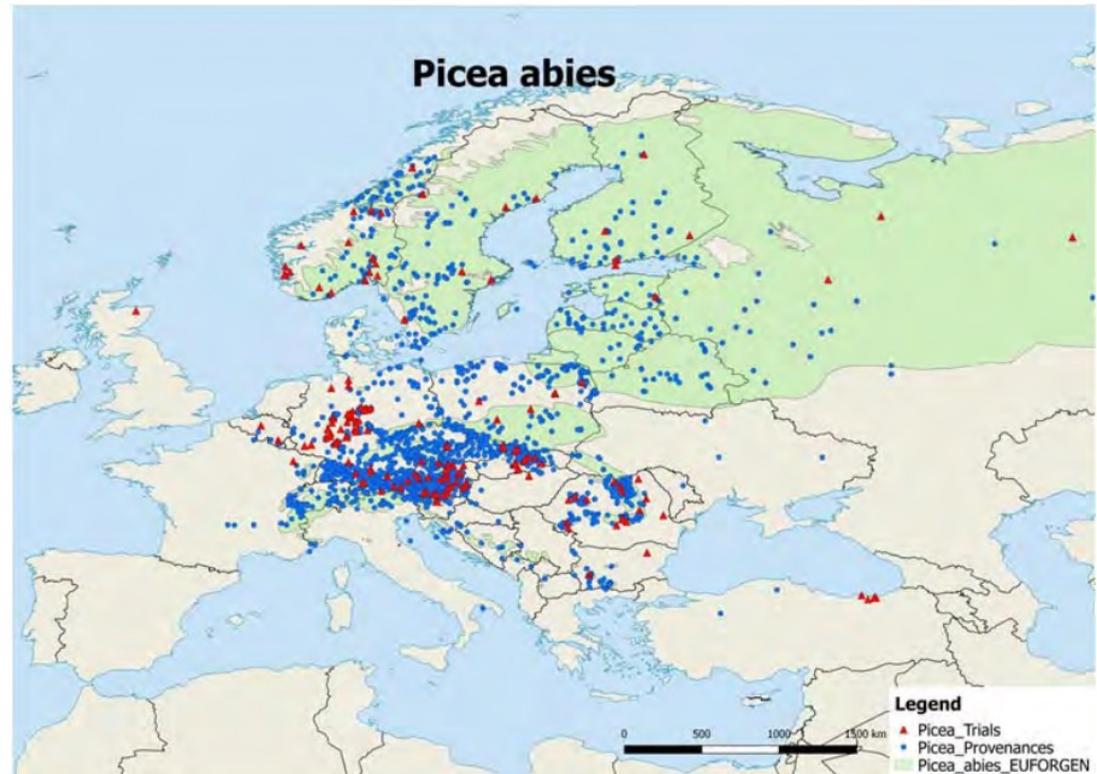


247 trials and more than 1000 tested seed sources

Assisted migration and gene flow

- Harmonized database of provenance trials
- Universal Climate-Response Models (Random Forest)

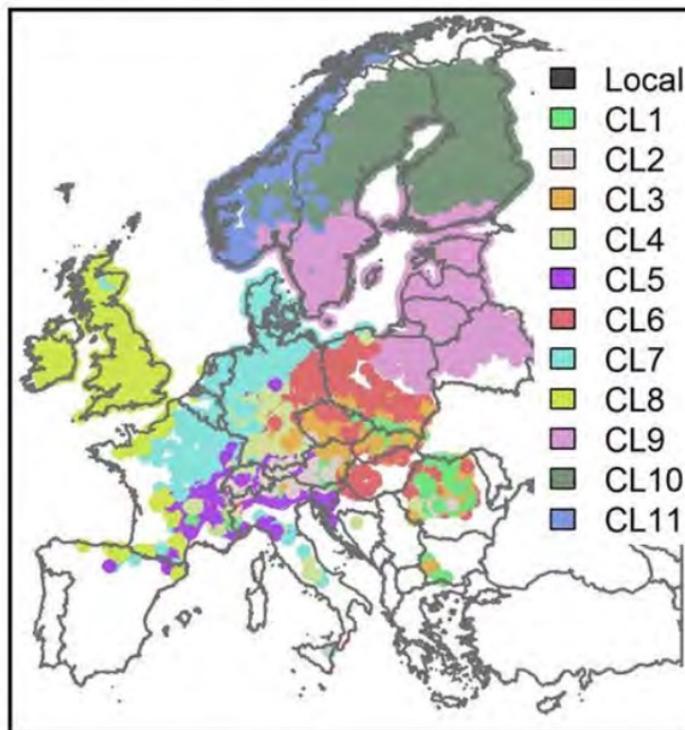
Site	
PPT_at	Mean autumn precipitation
MCMT	Mean coldest month temperature
FFP	Longest frost-free period
SHM	Summer heat:moisture index
TD	Continentality
Provenance location	
PPT_at	Mean autumn precipitation
PPT_sp	Mean spring precipitation
MCMT	Mean coldest month temperature
bFFP	Beginning of FFP
EMT	Extreme minimum Temperature
TD	Continentality



247 trials and more than 1000 tested seed sources

Step1: Dividing species distributions into clusters with similar climate

Climatic clusters



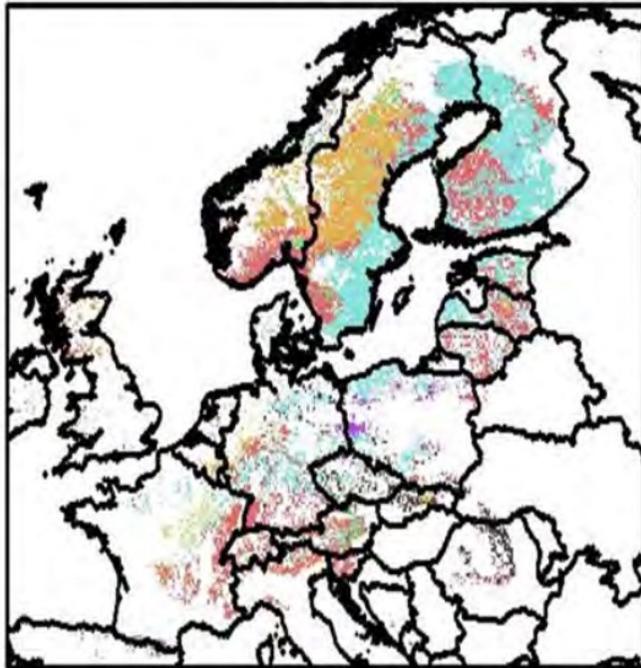
Cluster for
Picea abies

Mean climate of clusters

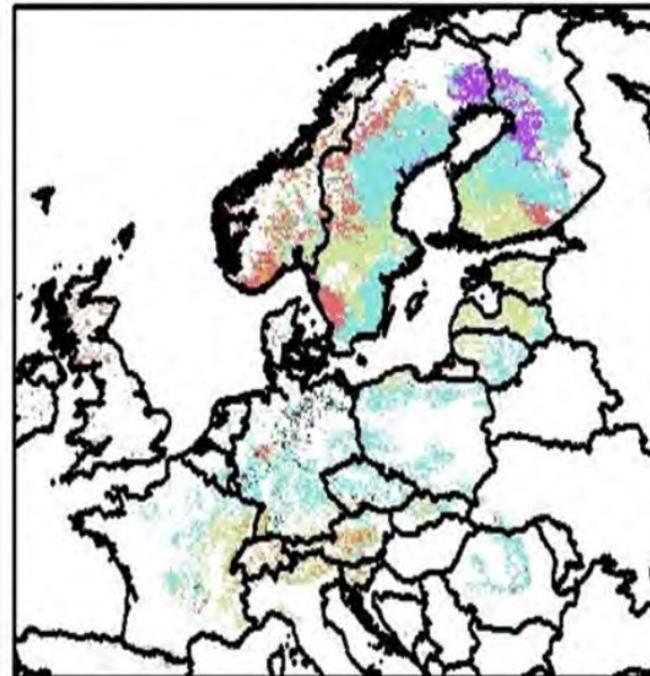
Cluster	MCMT	FFP	SHM	TD	PPT_sp	bFFP	EMT
1	-5.77	150.57	28.17	28.18	228.70	125.26	-31.87
2	-5.93	123.22	19.68	26.92	290.84	143.52	-33.66
3	-4.35	168.11	40.72	28.72	151.81	115.93	-28.67
4	-3.00	174.85	39.19	26.05	202.61	114.68	-26.09
5	-2.48	166.63	24.29	24.71	329.88	121.23	-27.15
6	-3.36	184.75	50.95	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

Step2: Identify the most productive cluster for each forest

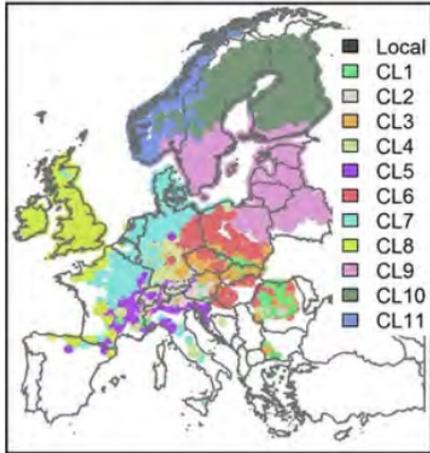
Current



2061-80 RCP 8.5



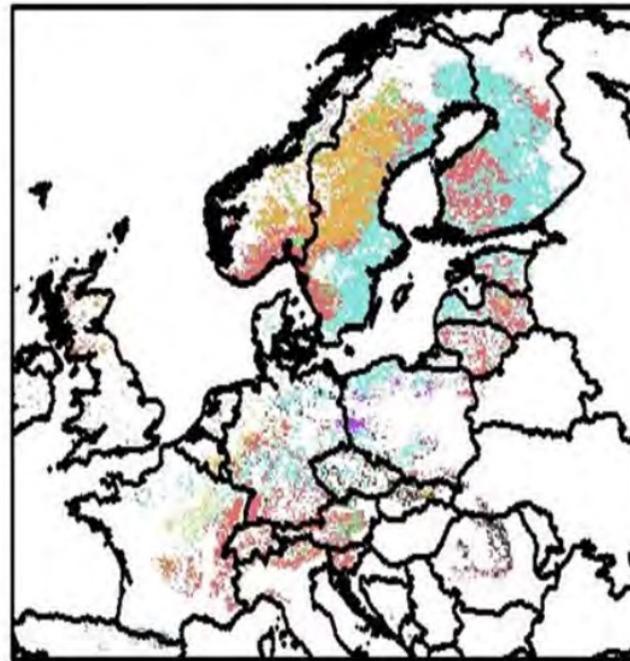
Climatic clusters



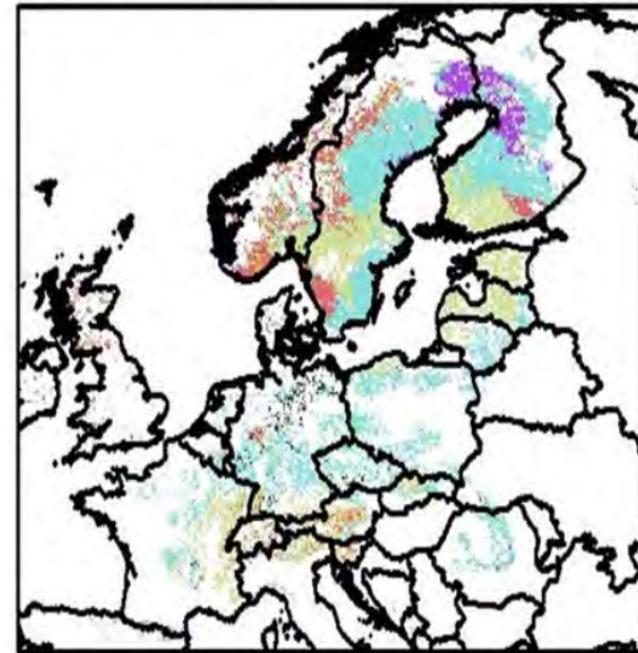
Assisted migration and gene flow for Norway spruce

Cluster 4, 5 and 7 are most productive at many regions

Current



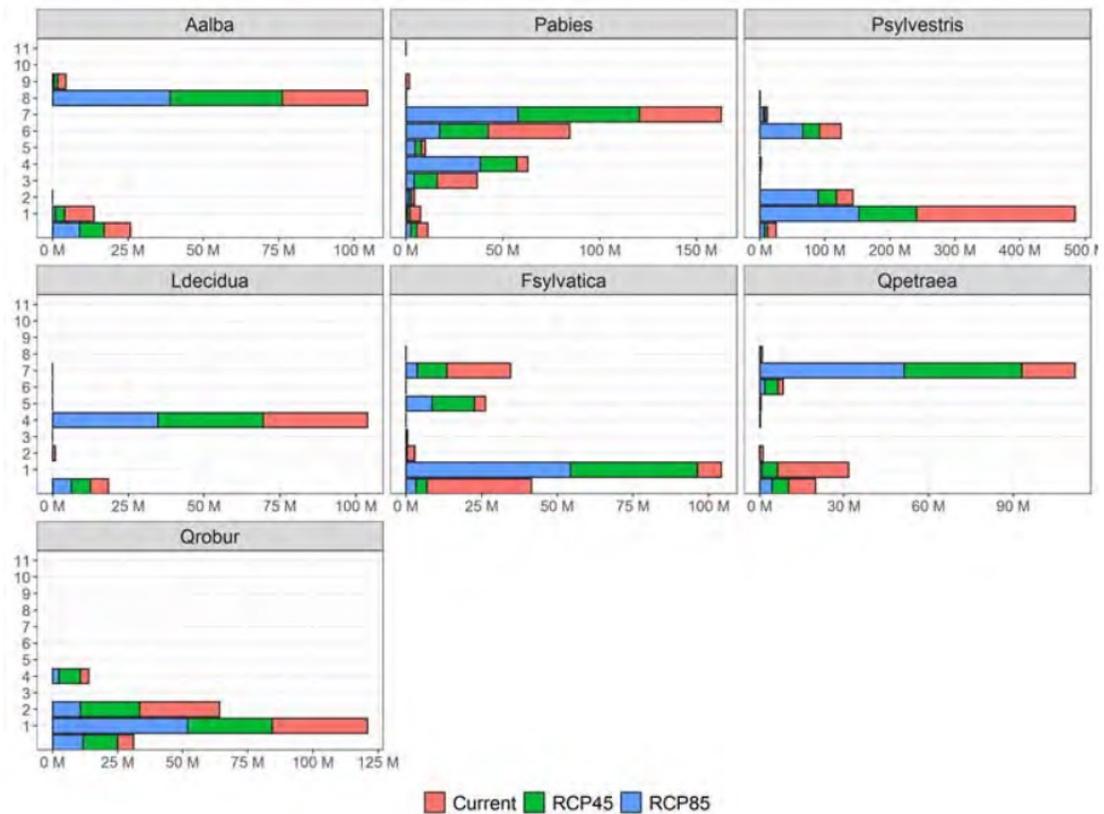
2061-80 RCP 8.5



Assisted migration and gene flow

Seed recommendation are now available for 7 species

- Silver fir
- Beech
- Larch
- Norway spruce
- Pedunculate oak
- Sessile oak
- Scots pine



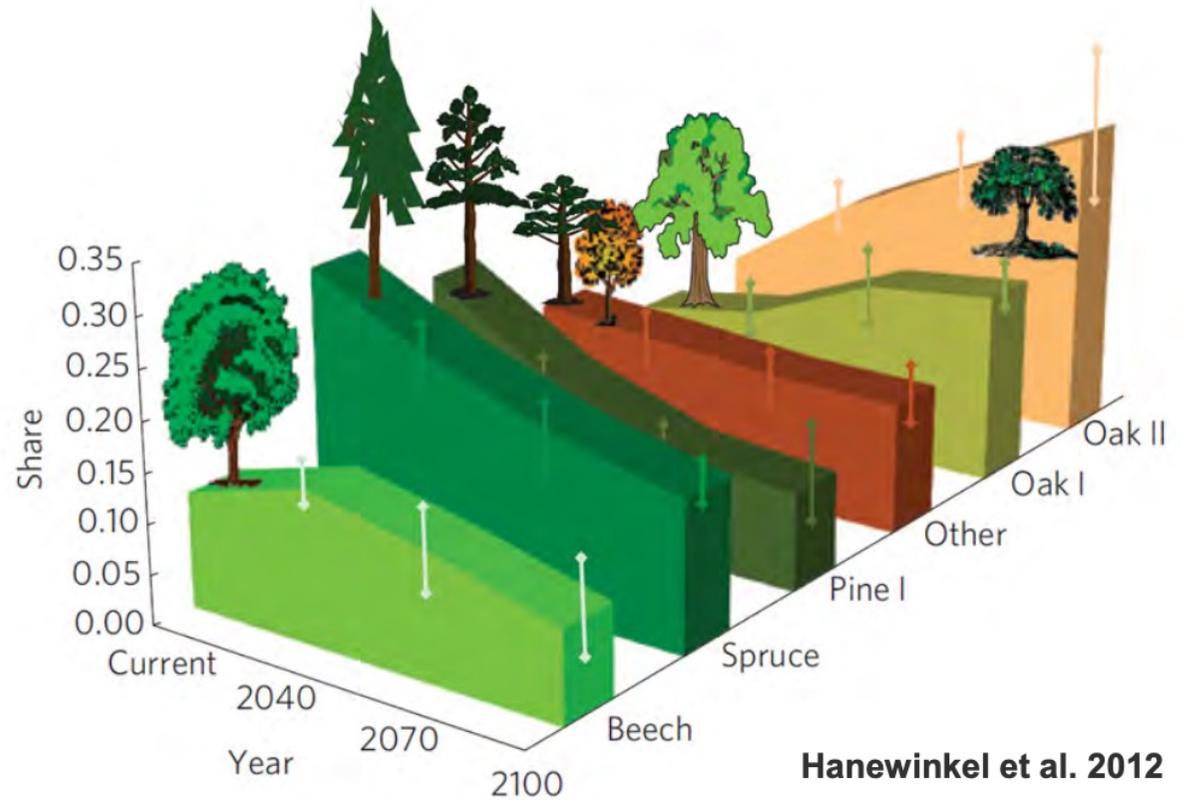
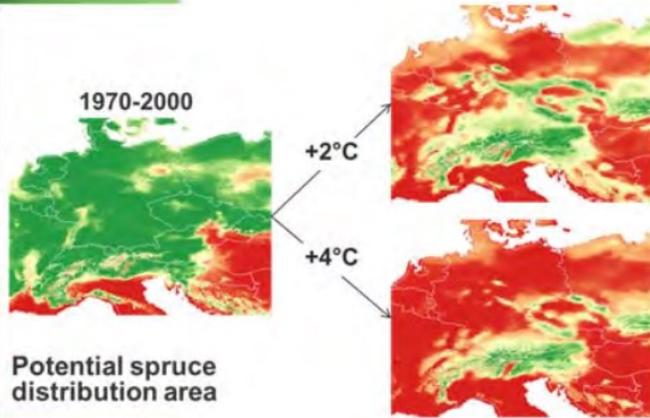
Impact of forest adaptation strategies on carbon sequestration

How much carbon could be added to European forest if proper seed provenances are being planted?

Assumptions:

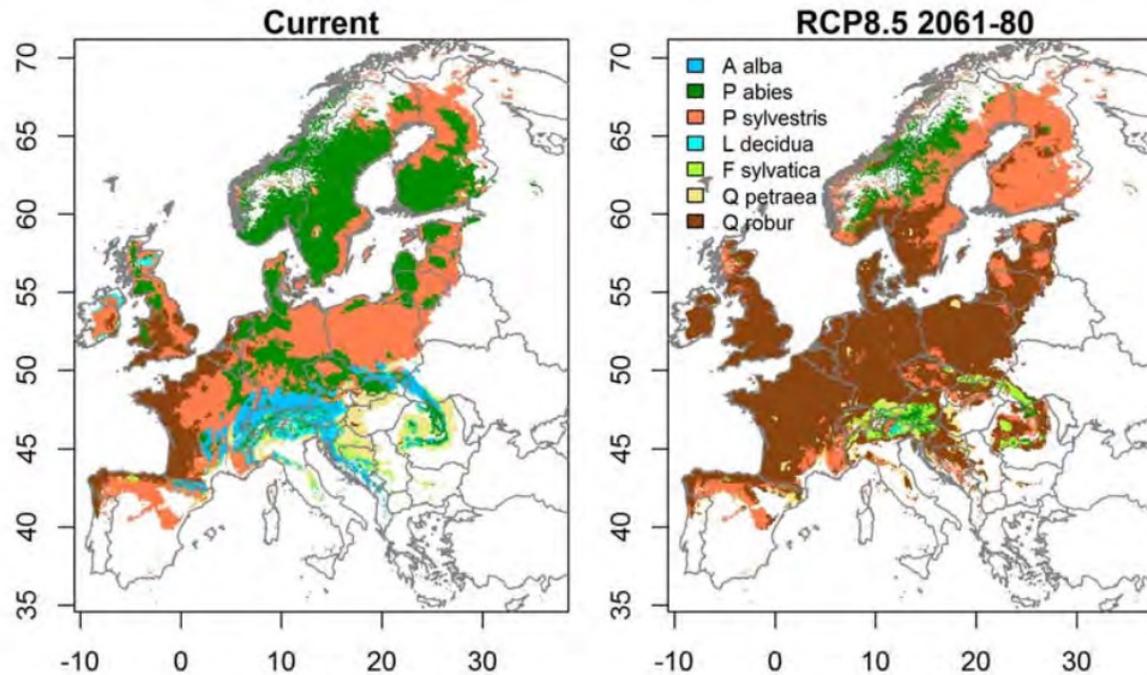
- We aim at resilient forests and plant tree species which show high suitability in future climate
- We quantify only the effect of new reforestation until the age of 40 (next 30 decide on the fate of our climate!!)
- We consider only actual forest area

Tree species selection



Tree species change of major European trees

Impact of forest adaptation strategies on carbon sequestration

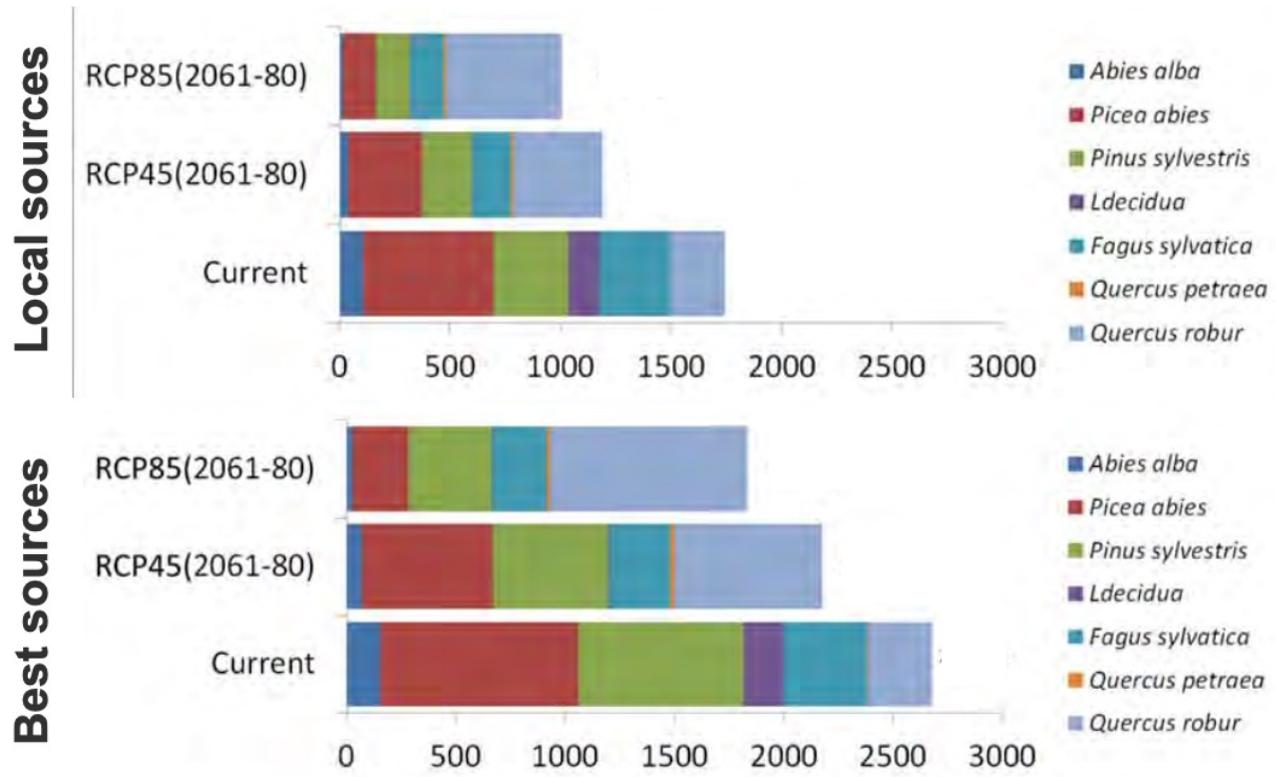


Tree species change according to models developed in Chakraborty et al. 2021

Impact of forest adaptation strategies on carbon sequestration

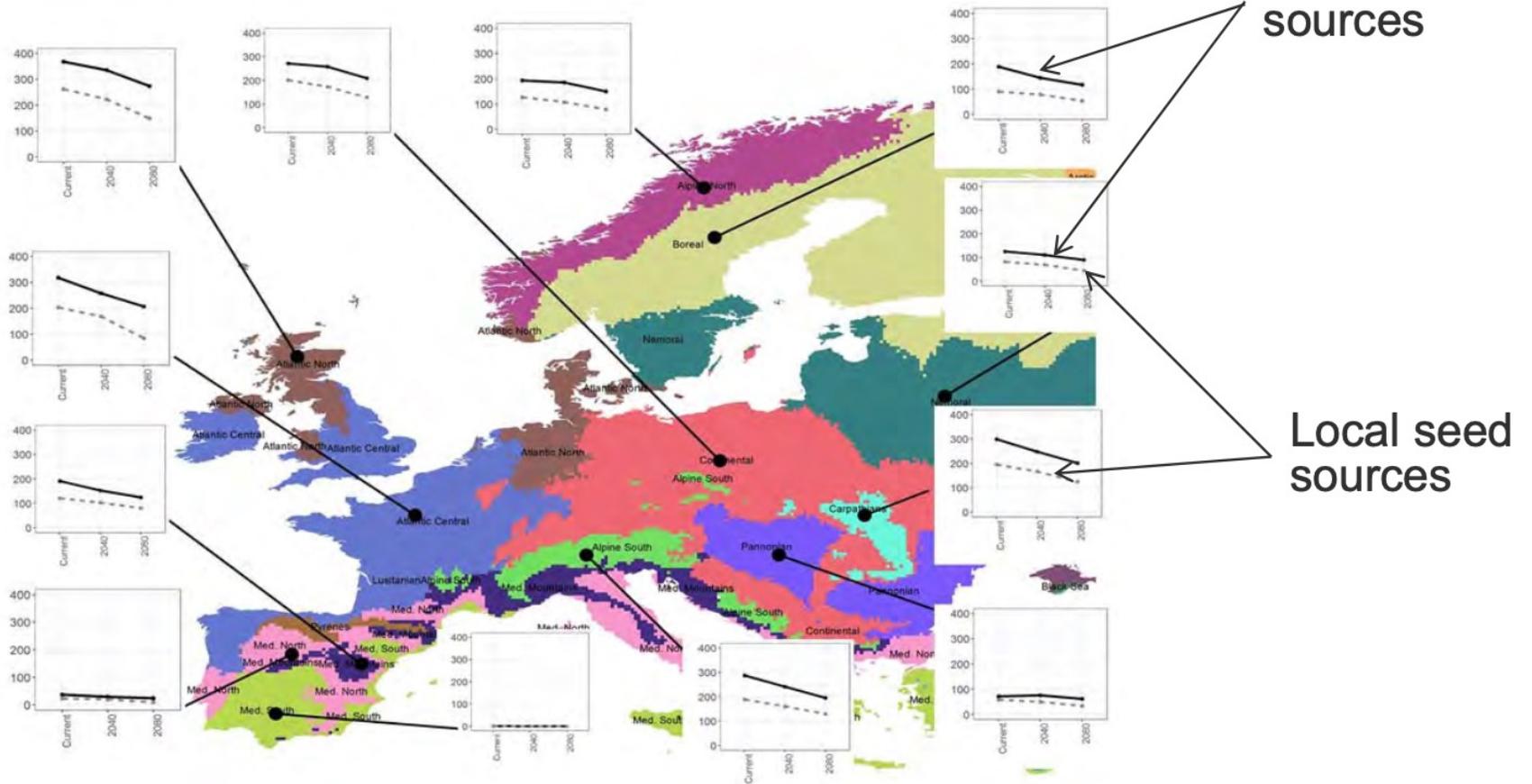
Comparing:
 Local seed sources

Assisted Migration



Carbon Sequestration in Million Tonnes or Terragram in above ground living biomass

Impact of forest adaptation strategies on carbon sequestration



Conclusions

- Provenance data reveal local adaptation at European scales as basis for assisted migration
- For each species 2-3 provenances cluster will be best suited for reforestation in large parts of Europe
 - Cluster as basis for breeding and conservation measures!
- Assisted migration is able to sequester 80% more carbon even under strong warming (RCP8.5) and by considering resilient species selection.

How to get there?

SpruceSEA – Spruce Somatic Embryogenesis Application Austria

Beschleunigung von Züchtungsaktivitäten der FICHTE und
Überführung erster Ergebnisse in die Forstpraxis durch
Bereitstellung ausgewählter Genotypen als SE-vermehrte Forst-
Containerpflanzen

SweTree Technologies AB

P.O Box 4095

SE-904 03 Umeå

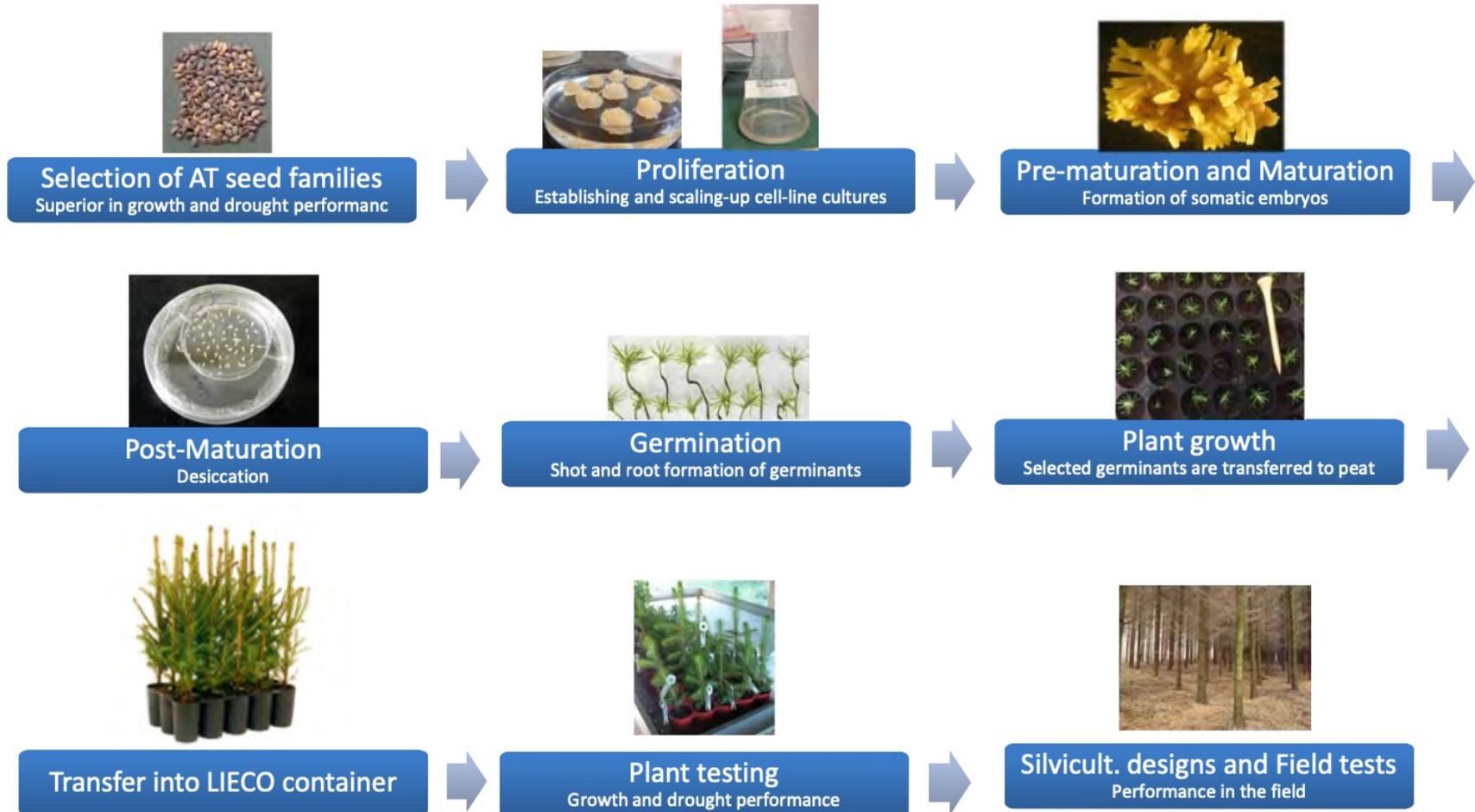
Sweden

Tel +46-(0)90-695 8900

info@swetree.com



SpruceSEA

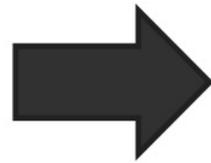


How to get there?

Waldfond-Projekt WaldFIT

2 Workpackages dedicated to new provenance tests

- Fichte-FIT
- Ahorn-FIT



Harvesting seed form East-Southeastern Europoe and test them at large scale

 **Waldfonds
Republik Österreich**
Eine Initiative des Bundesministeriums für
Landwirtschaft, Regionen und Tourismus

FHP 
FORST HOLZ PAPIER



www.seed4forest.org





Start | Location | Species | Seeds

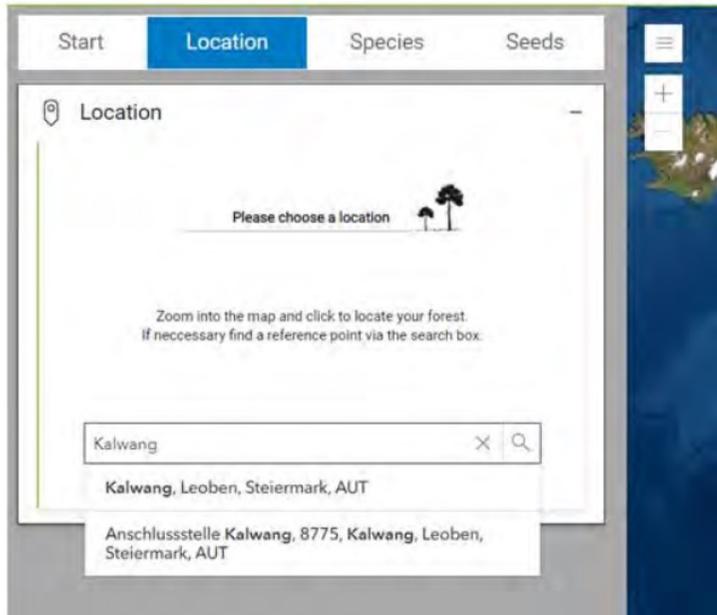
Information

Seed4Forest is a mapping application which shows the vulnerability of European tree species in future climate and recommends optimum seed sources for reforestation and afforestation.

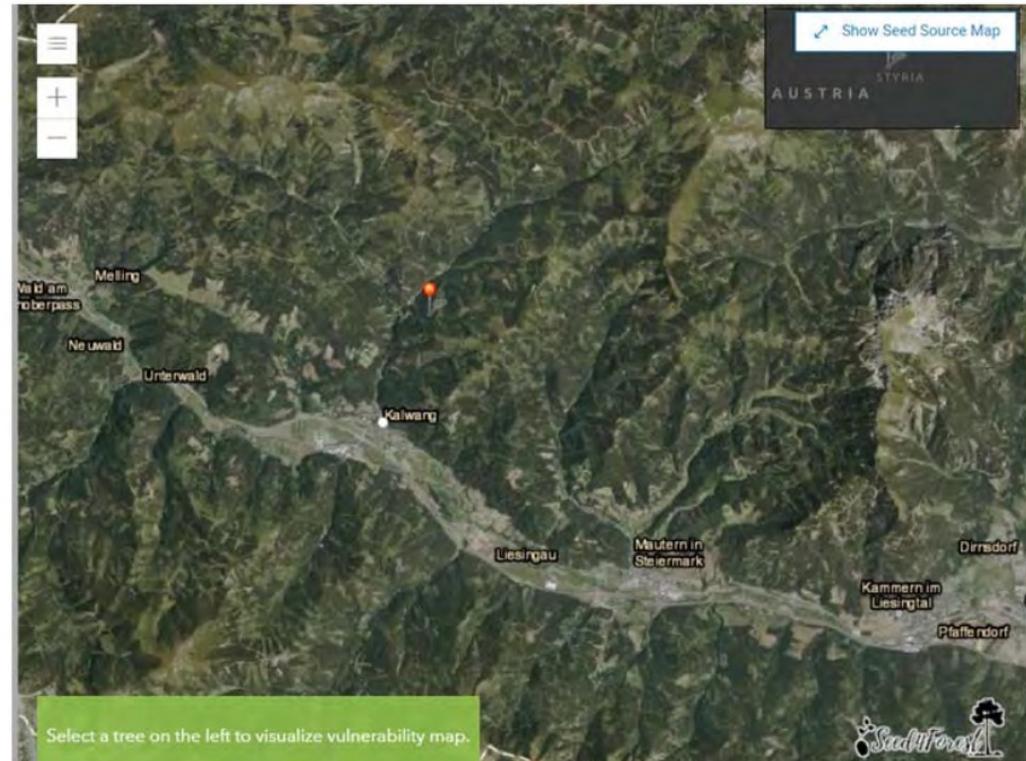
The inputs for the application are maps of species vulnerability (species distribution models) and intraspecific universal response models based on range-wide provenance trial data.

Start ▶

Zoom further into the map and click to select your forest.



1. Search for Region



2. Select Forest Site

→ Tree species suitability for 13 tree species

7 species



6 species



Select a tree species based on its suitability for a climate change scenario of interest.

Tree Species	Climate Change Scenario	
	RCP 4.5	RCP 8.5
Abies alba	800	600
Fagus sylvatica	800	900
Larix decidua	800	600
Picea abies	1000	700
Pinus sylvestris	800	700
Quercus petraea	200	500
Quercus robur	600	1000
Alnus glutinosa	1000	1000
Fraxinus angustifolia	400	700
Fraxinus excelsior	1000	1000
Populus nigra	600	700
Ulmus laevis	300	0
Ulmus minor	700	800

remove current vulnerability layer from map get seed list

3. Select tree species and climate change scenario

➔ Map of suitability for the selected species

Seed4Forest
FOREST VULNERABILITY AND
SEED THROUGH TOOL

Seed selection tool | How to | Project Info | Links & Downloads

Select a tree species based on its suitability for a climate change scenario of interest.

Tree Species	Climate Change Scenario	
	RCP 4.5	RCP 8.5
Abies alba	800	600
Fagus sylvatica	800	900
Larix decidua	800	600
Picea abies	1000	700
Pinus sylvestris	800	700
Quercus petraea	200	500
Quercus robur	600	1000
Alnus glutinosa	1000	1000
Fraxinus angustifolia	400	700
Fraxinus excelsior	1000	1000
Populus nigra	600	700
Ulmus laevis	300	0
Ulmus minor	700	800

remove current vulnerability layer from map get seed list

Click [get seed list](#) to see suitable seed stands.

4. Get list of recommended seed stands

➔ Liste of best seed sources - also as download

Suitable seed stand types 

Find and download a list of the most appropriate seed sources ranked by distance from your forests.

To see the distribution of the relevant seed source cluster enlarge the map in the top-right corner.

Fagus sylvatica
Scenario: RCP 4.5

[Download List](#)

ID	National Register Info	Seed Cluster	Distance in km	Altitude
14744	R.Bu 2(8.2/sm)	2	85.2	350
14686	R.Bu 2(9.1/sm)	2	88.1	400
18589	R.Bu 2(9.1/sm)	2	88.1	400
15053	CZ-2-2A-BK-00176-14-6-C-G046-1	2	98.7	300
15109	CZ-2-2A-BK-00177-14-6-C-G046-1	2	98.7	300
15110	CZ-2-2A-BK-00171-14-6-C-G046-1	2	98.7	300
15111	CZ-2-2A-BK-00166-14-6-C-G046-1	2	98.7	300
15567	CZ-2-2A-BK-00181-14-6-C-G046-1	2	98.7	300
15577	CZ-2-2A-BK-00167-14-6-C-G046-1	2	98.7	300
15620	CZ-2-2A-BK-00180-14-6-C-G046-1	2	98.7	300
15830	CZ-2-2A-BK-00182-14-6-C-G046-1	2	98.7	300
15831	CZ-2-2A-BK-00178-14-6-C-G046-1	2	98.7	300
15832	CZ-2-2A-BK-00174-14-6-C-G046-1	2	98.7	300
15833	CZ-2-2A-BK-00165-14-6-C-G046-1	2	98.7	300
15834	CZ-2-2A-BK-00162-14-6-C-G046-1	2	98.7	300
15857	CZ-2-2B-BK-00002-14-6-C-G046-1	2	98.7	300
18748	CZ-2-2A-BK-00167-14-6-C-G046-1	2	98.7	300
18752	CZ-2-2A-BK-00169-14-6-C-G046-1	2	98.7	300
18767	CZ-2-2A-BK-00170-14-6-C-G046-1	2	98.7	300
18961	CZ-2-2A-BK-00178-14-6-C-G046-1	2	98.7	300



➔ Overview about seed stand clusters across Europe

Seed4Forest.org: Target groups

For now:

- Nurseries
- Seed traders
- Large forest companies (strategic planning)
- Stakeholder and policy makers
- NOT end user or small forest owner (seed sources will likely not be available now)

Future:

- + End users



Picture | Filmstyle from „See Aural Woods“ (Luma.Launisch & Takamovsky)

Thanks for the invitation and your attention!

Federal Research and Training Centre for
Forests, Natural Hazards and Landscape

Austria, 1131 Wien
Seckendorff-Gudent-Weg 8
Tel.: +43 1 878 38-0
direktion@bfw.gv.at
<http://www.bfw.ac.at>



<https://www.facebook.com/BundesforschungszentrumWald>



<https://twitter.com/bfwald>



<https://www.youtube.com/user/Waldforschung>



„ZUM POTENTIAL VON NADELHOLZREICHEN
MISCHBESTÄNDEN IM KLIMAWANDEL“

PROF. DR. THOMAS KNOKE,
TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

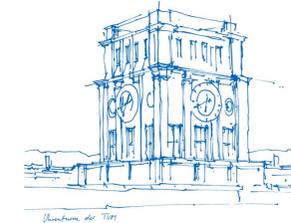


Zum Potential von nadelholzreichen Mischbeständen im Klimawandel



Thomas Knoke, Professur für Waldinventur und nachhaltige Nutzung

Forstwirtschaft (in Deutschland) nach Dürre und Borkenkäfer: Schadenssumme insgesamt 12,7 Mrd. Euro



Abschätzung der ökonomischen Schäden der Extremwetterereignisse der Jahre 2018 bis 2020 in der Forstwirtschaft

Von Bernhard Möhring¹, Andreas Bitter², Gerrit Bub³, Matthias Dieter⁴, Markus Dög⁵, Marc Hanewinkel⁶, Nicolaus Graf von Hatzfeldt⁷, Jürgen Köhler⁸, Godehard Ontrup⁹, Richard Rosenberger¹⁰, Björn Seintsch¹¹ und Franz Thoma¹²

Die durch die Extremwetterereignisse 2018 bis 2020 verursachten Schäden in der Forstwirtschaft belaufen sich auf mehr als 12,7 Mrd. Euro – dies entspricht dem Zehnfachen des jährlichen Nettogewinns des gesamten Wirtschaftsbereichs Forstwirtschaft in Deutschland. Die durch Bund und Länder im Rahmen verschiedener Soforthilfeprogramme zur Verfügung gestellten Mittel decken lediglich einen Bruchteil (etwa 10 bis 15 %) dieser sehr vorsichtig bewerteten Schäden ab. Die hier ermittelten Schäden, die lediglich die Rohholzproduktion betreffen und keine anderen Ökosystemdienstleistungen betreffen, treffen die Forstbetriebe in Deutschland in ihrer Substanz und werden die Forstwirtschaft in Deutschland auf Jahrzehnte beeinträchtigen.

Die Waldschäden durch Extremwetterereignisse in den Jahren 2018 bis 2020 haben die deutsche Forstwirtschaft mit einem Schadenaufkommen von 176,8 Mio. € und einer wieder zu bewaldenden Schadfläche von 284.500 ha vor außergewöhnliche wirtschaftliche Herausforderungen gestellt. Vom Ausschuss für Betriebswirtschaft des Deutschen Forstwirtschaftsrates wurde daher die „Ar-

tung der Veränderungen des Holzratsvermögens nicht möglich ist. Mithin gibt bspw. auch das Testbetriebsnetz Forst (TBN-Forst¹³) des BMEL, welches auf Ergebnissen der Finanzbuchhaltung fußt, nur unzureichend Auskunft über die ökonomische Betroffenheit der Forstbetriebe in Deutschland durch die aktuellen Kalamitäten. Denn es sind insbesondere Schäden an den Waldbeständen und damit am Waldbestands-



Wirtschaftliche Schäden in bisher nicht gekannter Höhe

- Deutschland: 13 Milliarden Euro allein aufgrund von Extremwetterereignissen 2018-2019
- 177 Millionen Kubikmeter Schadholz
- Schadfläche von 284 500 Hektar (Deutscher Forstwirtschaftsrat)
- Simulierte zukünftige Schäden in Fichtenbeständen
~10.000 Euro pro Hektar bzw. ~150 Euro pro Hektar pro Jahr (Knoke et al. 2021)
- Hohe Wildbestände verschärfen das Problem; Kosten bis zu 100 Euro pro Jahr pro Hektar (Knoke et al. 2019)

Deutscher Forstwirtschaftsrat: Schäden in der Forstwirtschaft durch Extremwetterereignisse der Jahre 2018-2020 – eine ökonomische Zwischenbilanz;

https://www.dfwr.de/images/Downloads/Kurzfassung_Studie_final.pdf

Knoke et al. (2021) Economic losses from natural disturbances in Norway spruce forests – A quantification using Monte-Carlo simulations. *Ecological Economics* 185: 107046.

Knoke et al. (2019) Einfluss überhöhter Wildbestände auf das Waldvermögen. *AFZ-Der Wald*: 26-30.

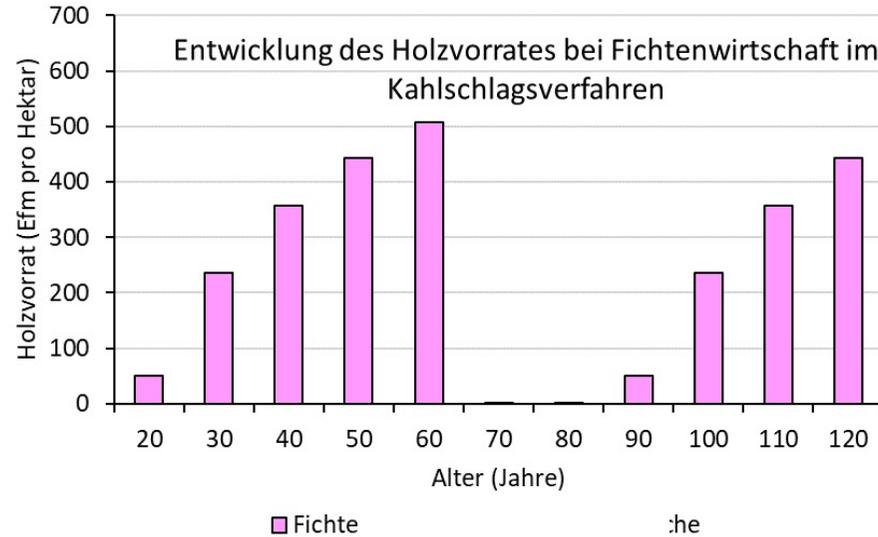
Fragestellungen



- (I) Welche Baumartenmischungen bieten sich an, um Risiken abzufuffern?
- (II) Welche Rolle k6nnte die Douglasie spielen?
- (III) Wie unterscheiden sich bestimmte Waldbauverfahren hinsichtlich der 6konomischen Resilienz? – ein erster Bewertungsversuch

Fotos: Foto-Archiv TUM Professur f6ur Waldinventur und nachhaltige Nutzung

Thema Baumartenmischungen:
Referenzbewirtschaftung 100% Fichte, U=70 Jahre

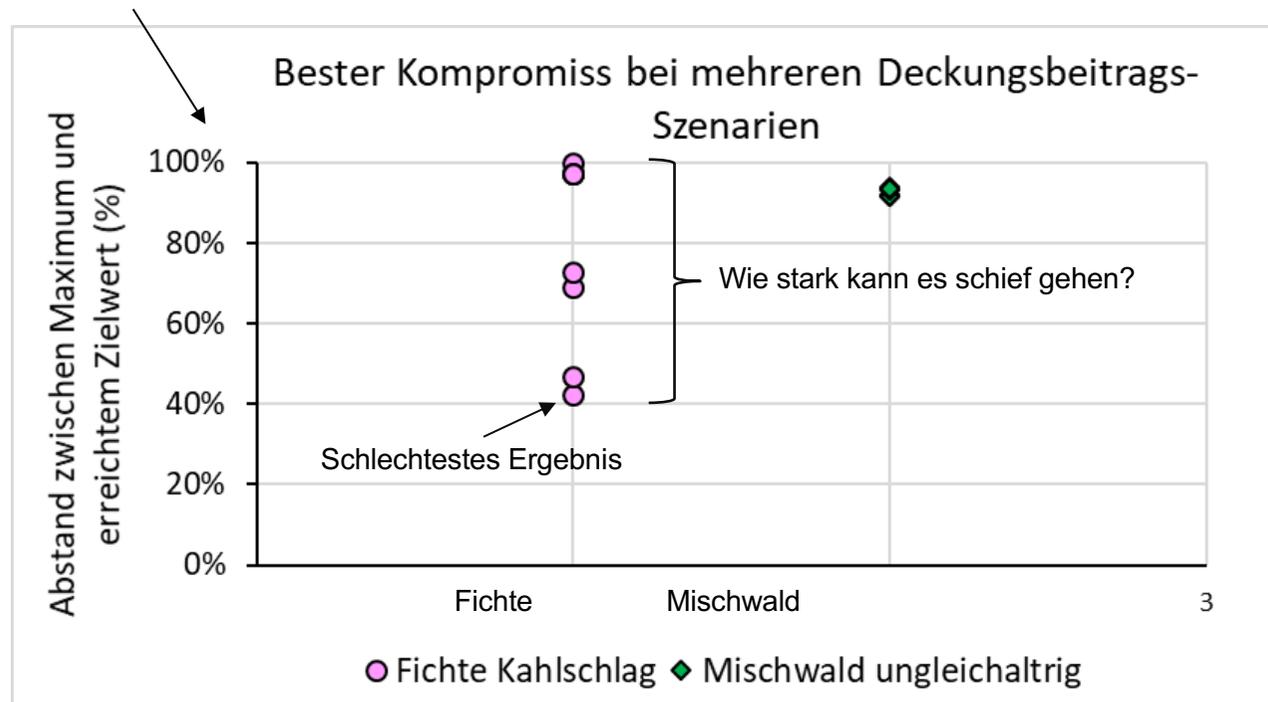


Kennwert	Ergebnis
Bodenertragswert	9.435 € pro Hektar
Äquivalente Jahresrente	141 € pro Hektar pro Jahr
Shannons Diversität der Altersstufen und Baumarten	0
Summe der Deckungsbeiträge über 120 Jahre	17.870 € pro Hektar
Durchschnittliche Kohlenstoffspeicherung	48 Tonnen pro Hektar
Differenz erwartete optimistische minus pessimistische Zielerreichung	58%

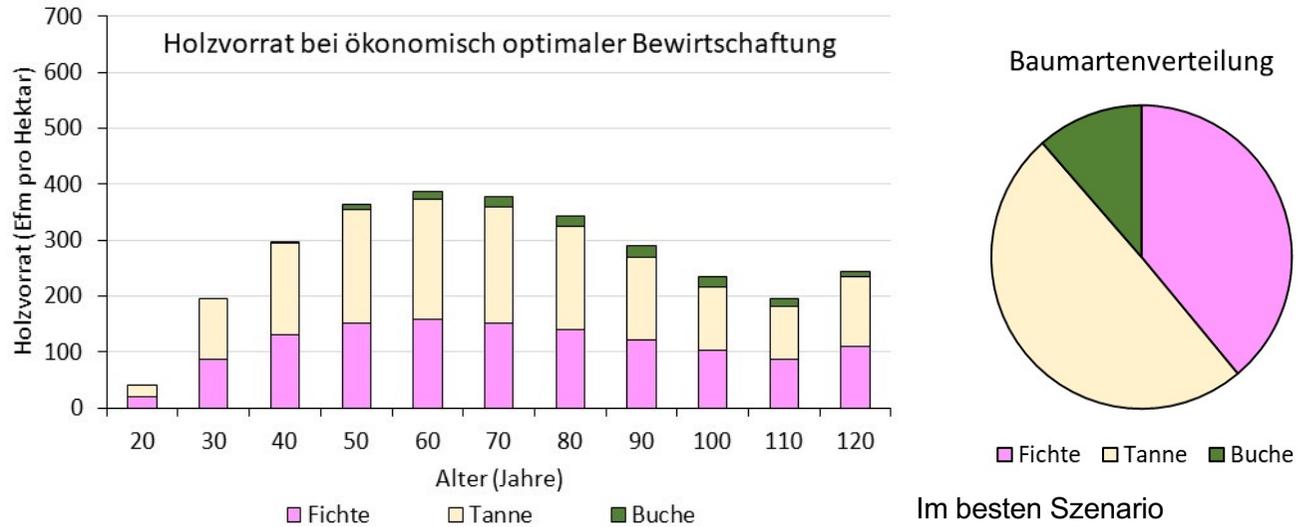
Neuer Modellansatz:

Optimaler Kompromiss bei verschiedenen möglichen Deckungsbeiträgen
-> Wahl von Baumartenanteilen und Holzeinschlägen, um Ausmaß schlechter Ergebnisse zu minimieren

Alle Szenarien sind zwischen Null und 100% normiert



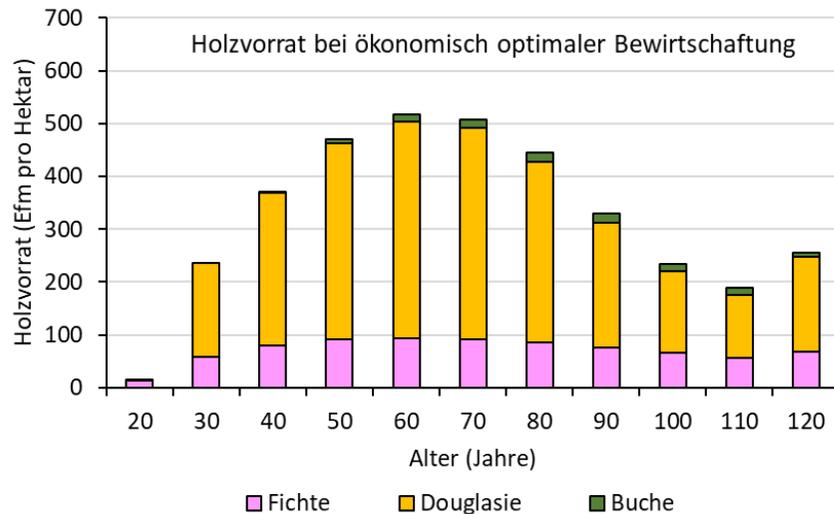
Bei Berücksichtigung von verschiedenen Szenarien für Deckungsbeiträge (Unsicherheit): Beginn der Verjüngung im Alter 40



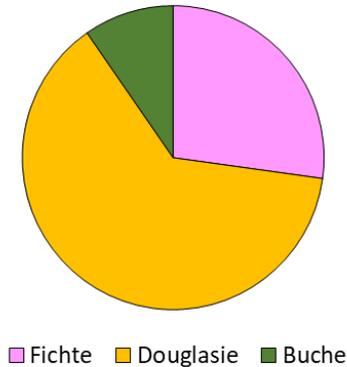
Kennwert	Ergebnis
Bodenertragswert	8.562 € pro Hektar (- 9%)
Äquivalente Jahresrente	128 € pro Hektar pro Jahr
Shannons Diversität der Altersstufen und Baumarten	3,21 (+)
Summe der Deckungsbeiträge über 120 Jahre	24.070 € pro Hektar (+ 26%)
Durchschnittliche Kohlenstoffspeicherung	76 Tonnen pro Hektar (+ 37%)
Differenz erwartete optimistische minus pessimistische Zielerreichung	9% (+)

Knoke et al. (2020): How considering multiple criteria, uncertainty scenarios and biological interactions may influence the optimal silvicultural strategy for a mixed forest. Forest Policy and Economics 118:102239.

Bei Berücksichtigung von Douglasie (Kulturkosten 4000 € pro Hektar)

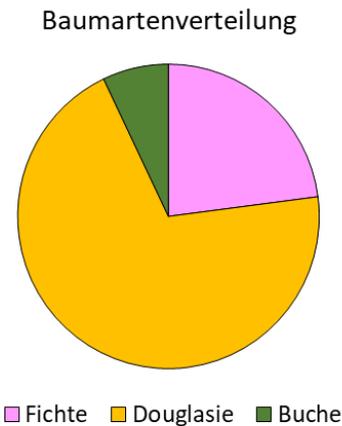
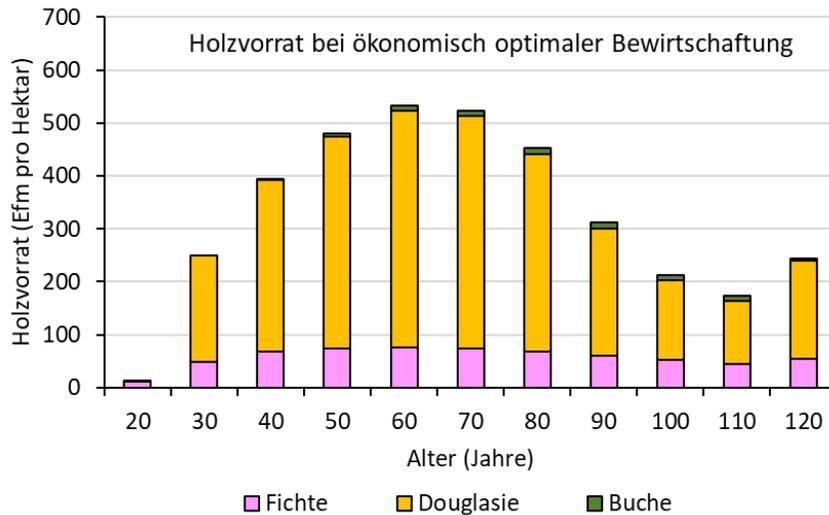


Baumartenverteilung



Kennwert	Ergebnis
Bodenertragswert	10.092 € pro Hektar (+ 7%)
Äquivalente Jahresrente	151 € pro Hektar pro Jahr
Shannons Diversität der Altersstufen und Baumarten	3,04 (+)
Summe der Deckungsbeiträge über 120 Jahre	31.441 € pro Hektar (+ 76%)
Durchschnittliche Kohlenstoffspeicherung	94 Tonnen pro Hektar (+ 96%)
Differenz erwartete optimistische minus pessimistische Zielerreichung	8% (+)

Zertifiziertes Pflanzmaterial, 1100 Pflanzen pro Hektar, Kulturkosten 2700 € pro Hektar



Kennwert	Ergebnisveränderung
Bodenertragswert	+1.156
Äquivalente Jahresrente	+18 € pro Hektar pro Jahr
Shannons Diversität der Altersstufen und Baumarten	-0,15
Summe der Deckungsbeiträge über 120 Jahre	+1.551 € pro Hektar
Durchschnittliche Kohlenstoffspeicherung	+2 Tonnen pro Hektar
Differenz erwartete optimistische minus pessimistische Zielerreichung	-2 Prozentpunkte

Ökonomische Resilienz: Wie schnell können sich Waldbestände nach starken Störungen wieder erholen?

Current Forestry Reports (2020) 6:61–80
<https://doi.org/10.1007/s40725-020-00110-x>

Resilienz in aller Munde:

HOT TOPICS



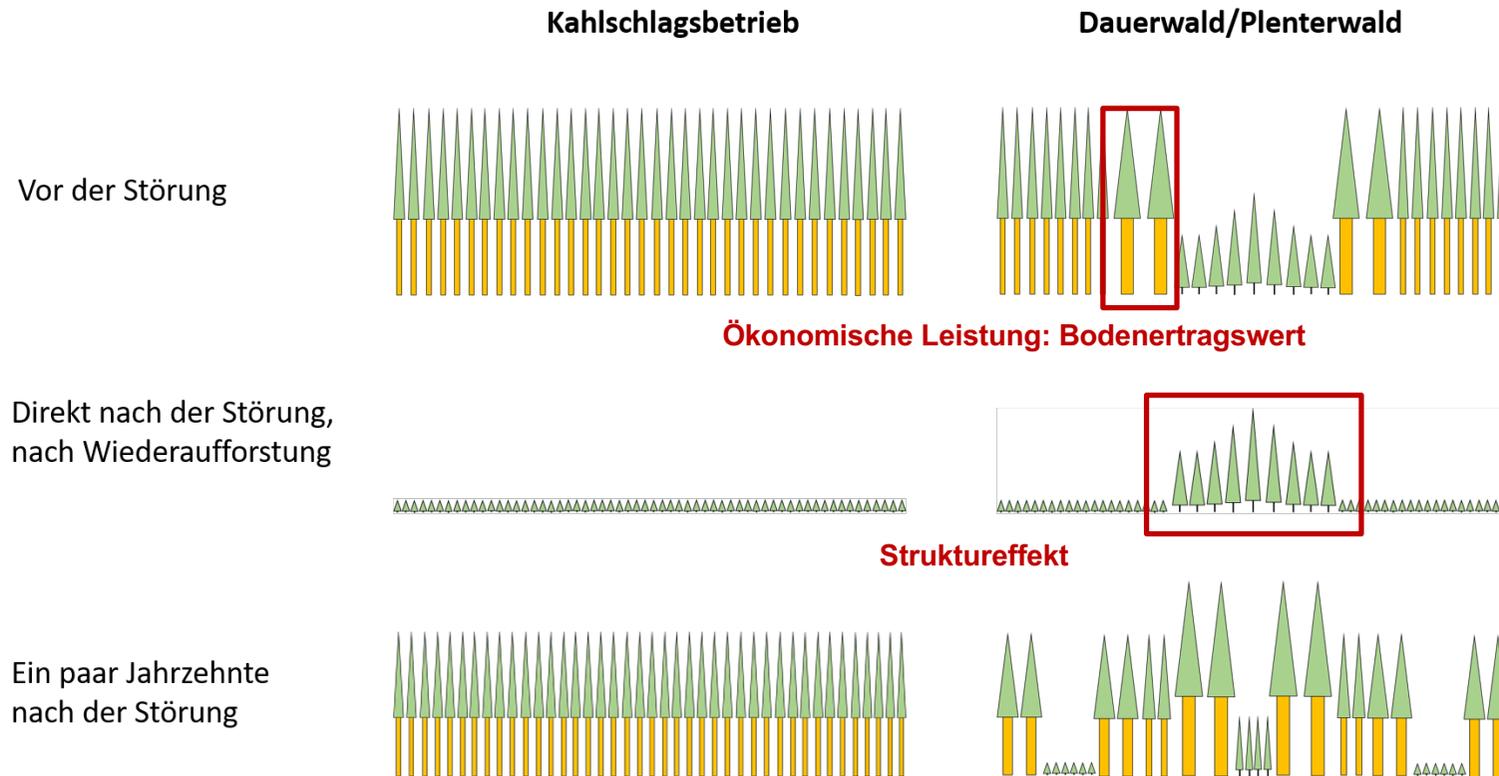
Reviewing the Use of Resilience Concepts in Forest Sciences

L. Nikinmaa^{1,2}  · M. Lindner¹ · E. Cantarello³ · A. S. Jump⁴ · R. Seidl^{5,6} · G. Winkel¹ · B. Muys²



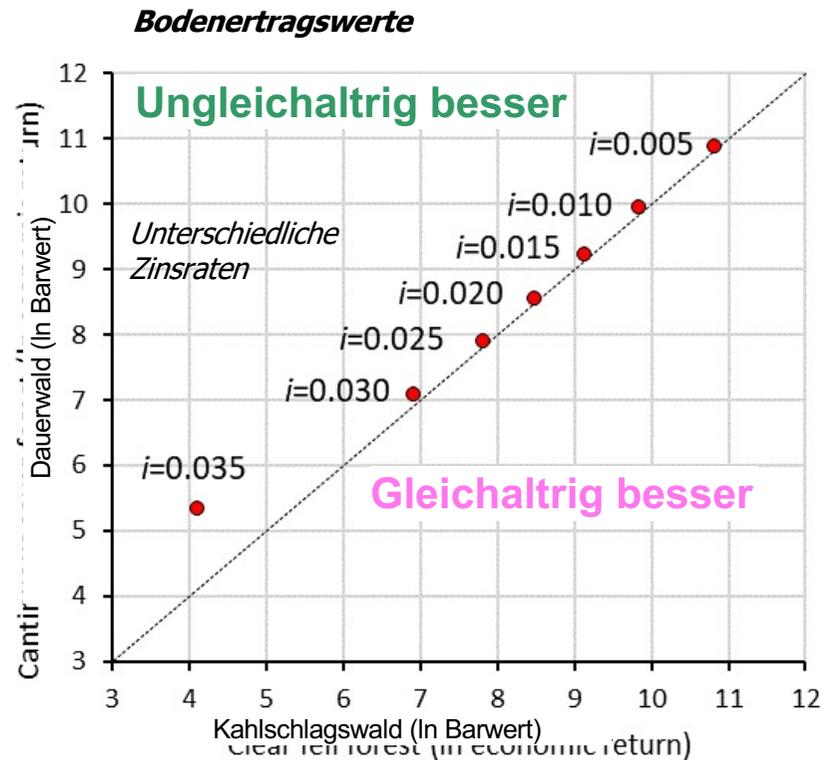
Was bringt schon vorhandene Vorausverjüngung nach dem vollständigen Verlust des Altholzes?

Bewertungskonzept



Die Studie ist unveröffentlicht, allerdings existiert ein „Preprint“ (Koautoren: Paul, Gosling, Jarisch, Mohr, Seidl); <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3844645>

Kahlschlagswald versus Dauerwald

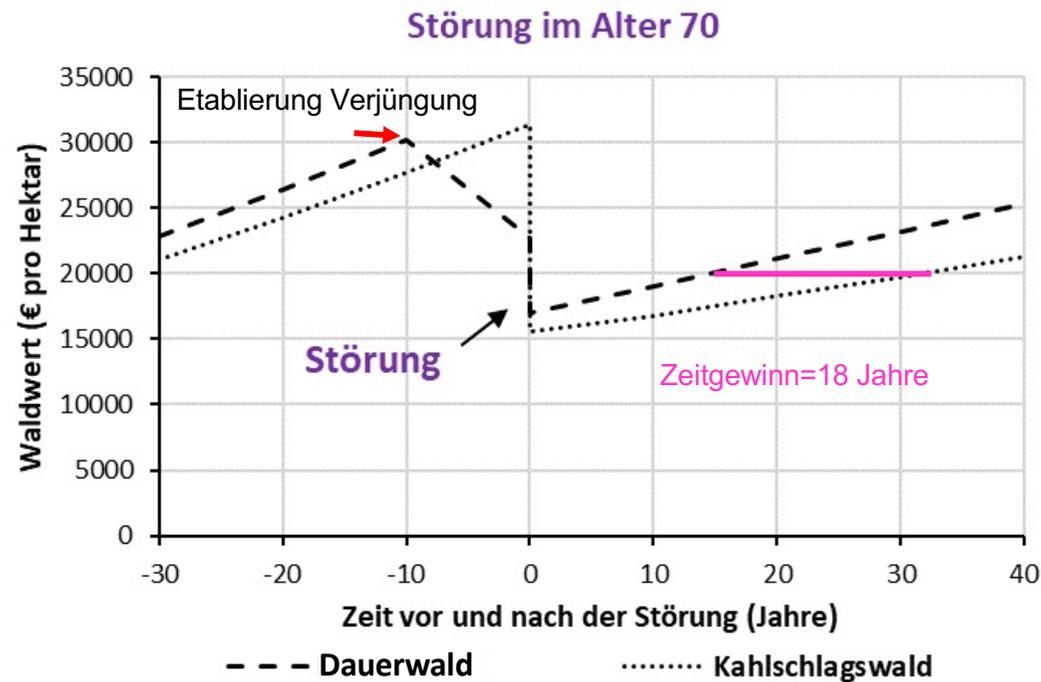


Das ungleichaltrige System zeigt unter fast allen Bedingungen einen höheren Bodenertragswert. Voraussetzung: Verbleibende Stämme reagieren positiv auf Reduktion der Bestandesdichte und Wachstum der Verjüngung unter Schirm wird nicht zu stark reduziert

Simulation eines Totalschadens der alten Bäume in einem 70-jährigen Bestand, während die Vorausverjüngung unbeschädigt bleibt

Ungleichaltriges System kann sich nach einer schwerwiegenden Störung schneller erholen

Das kann bis zu **25% höheren** Waldwert bedeuten

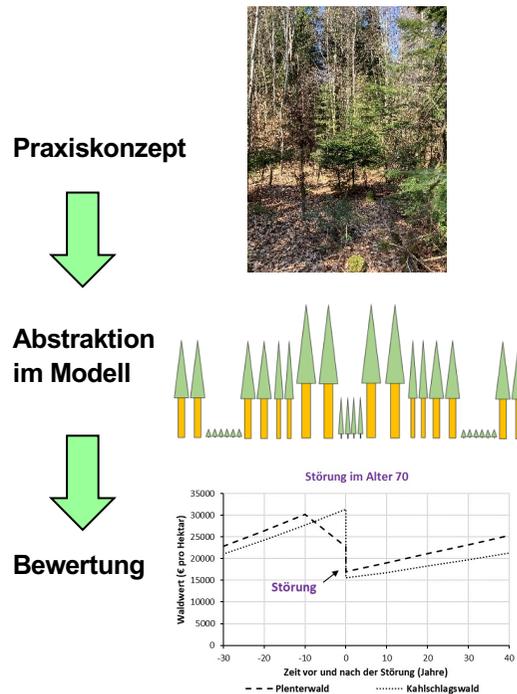


Strukturelle Vielfalt kann man schon in frühen Entwicklungsphasen fördern (Bilder aus dem Universitätswald bei Landshut)

Besonders geeignet für solche Waldstrukturen ist die Tanne



Schlussfolgerungen



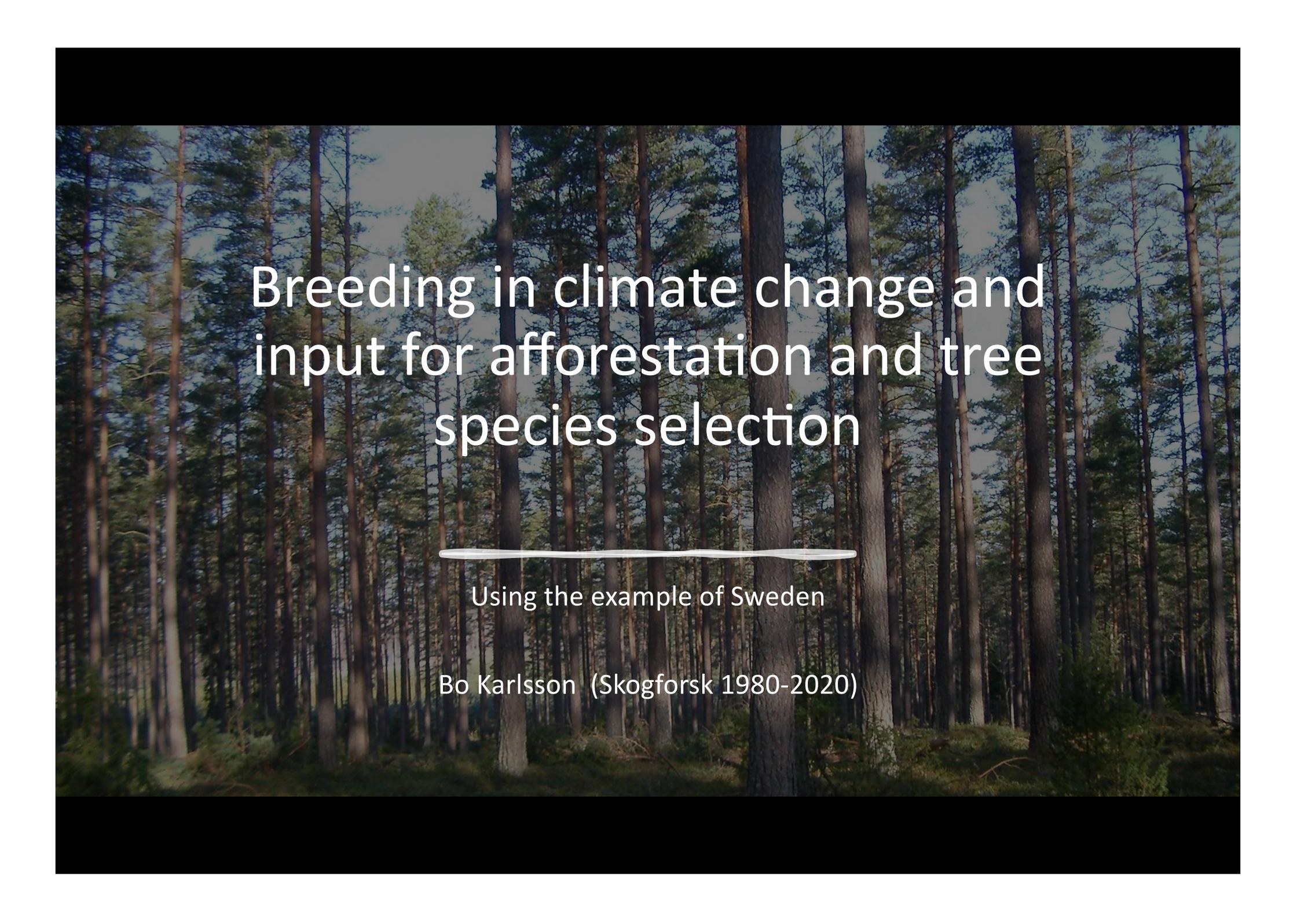
1. Wir müssen mit zunehmenden Störungen umgehen lernen.
2. Ungleichaltriger Mischwald ist das Ergebnis von Optimierungen, mit hoher Beteiligung von Douglasie.
3. Bisher aber nur Berücksichtigung milder Unsicherheiten (Betrachtung von Zufallsvariablen, keine echten Extreme).
4. Bei Extremereignissen sind dynamische Aspekte in der Zeit nach der Störung bedeutsam.
5. Hier können strukturelle Effekte wichtig für die Erholungsfähigkeit ökonomischer Waldwerte werden.
6. Solche strukturellen Effekte wurden bislang jedoch ökonomisch kaum erforscht.
7. Ihre Untersuchung gehört zu einer umfassenden Störungsökonomie, ein Forschungsfeld welches aus forstwissenschaftlicher Sicht noch weitgehend brach liegt.



„BREEDING IN CLIMATE CHANGE AND INPUT FOR
AFFORESTATION AND TREE SPECIES SELECTION USING THE
EXAMPLE OF SWEDEN“

DR. BO KARLSSON





Breeding in climate change and input for afforestation and tree species selection

Using the example of Sweden

Bo Karlsson (Skogforsk 1980-2020)



Take home messages

- Genetic improvement of forest trees:
 - Help adaptation to climate change
 - Increase production of industrial wood AND forest wood/carbon supply
 - Improve resistance to disease and insects
 - Maintain genetic diversity in forest trees



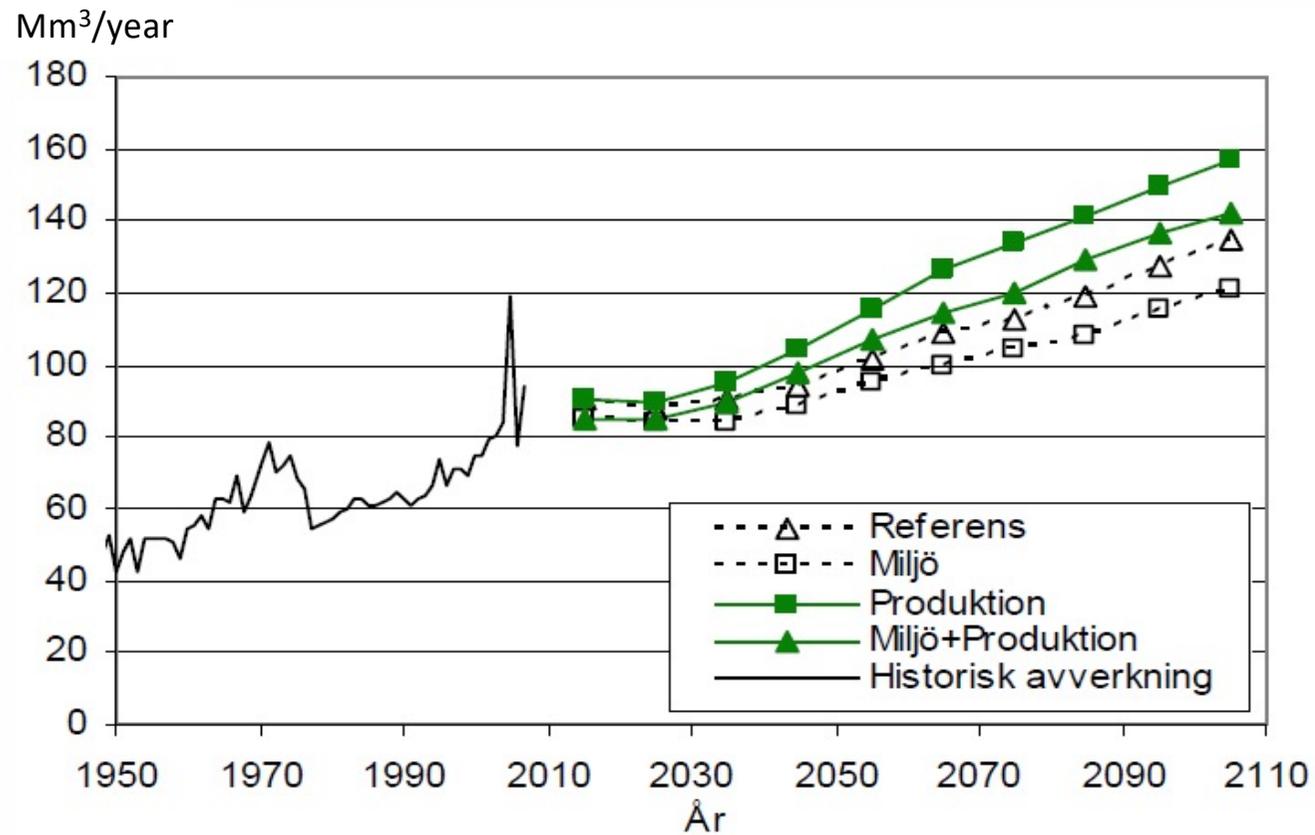


The Swedish Breeding program

- Focus on Norway spruce and Scots Pine
- More or less breeding activities for all domestic species
- Minor activities for introduced species
- Skogforsk manages the breeding program
- Companies and nurseries are responsible for mass production
- Financed by forest companies and state together



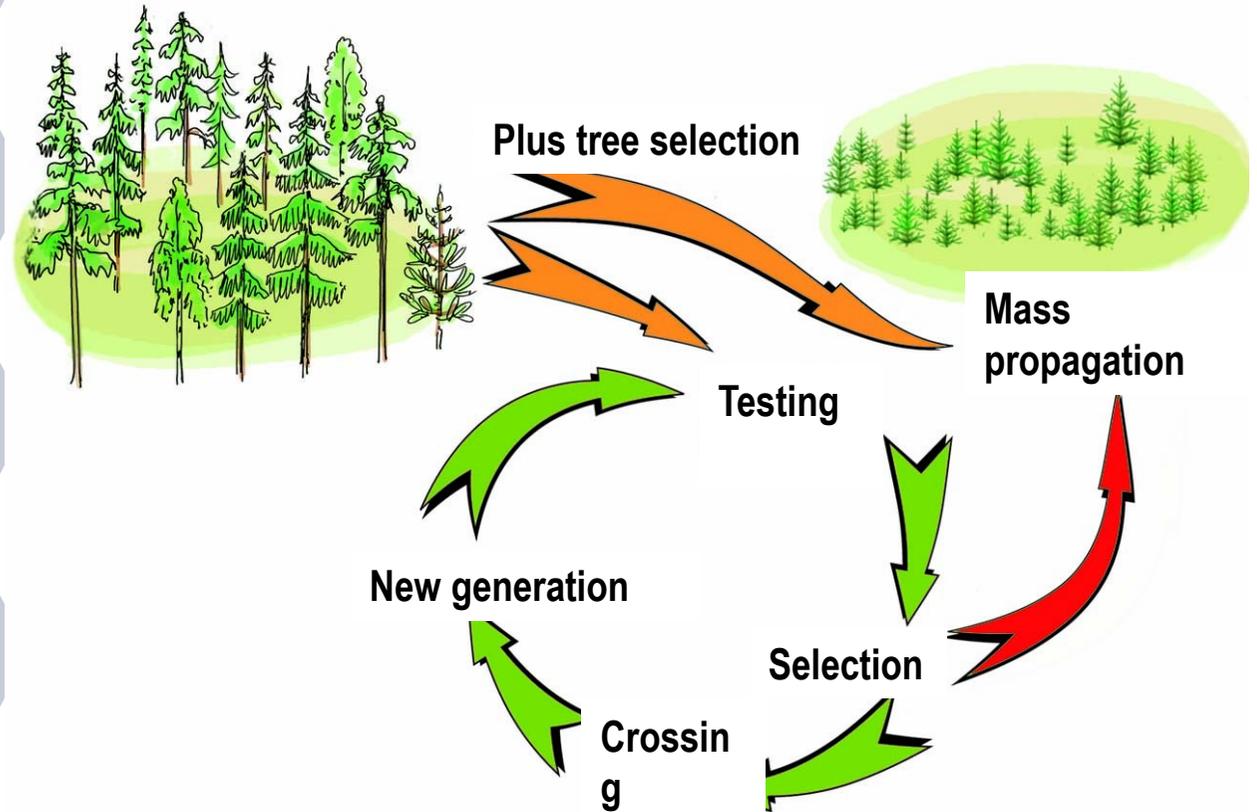
Increased harvest thanks to increased growth



From Report 25/2008, Skogsstyrelsen. SKA08

Breeding principles

- ~ 20 years per cycle
- ~ 10 - 15 % improvement per cycle



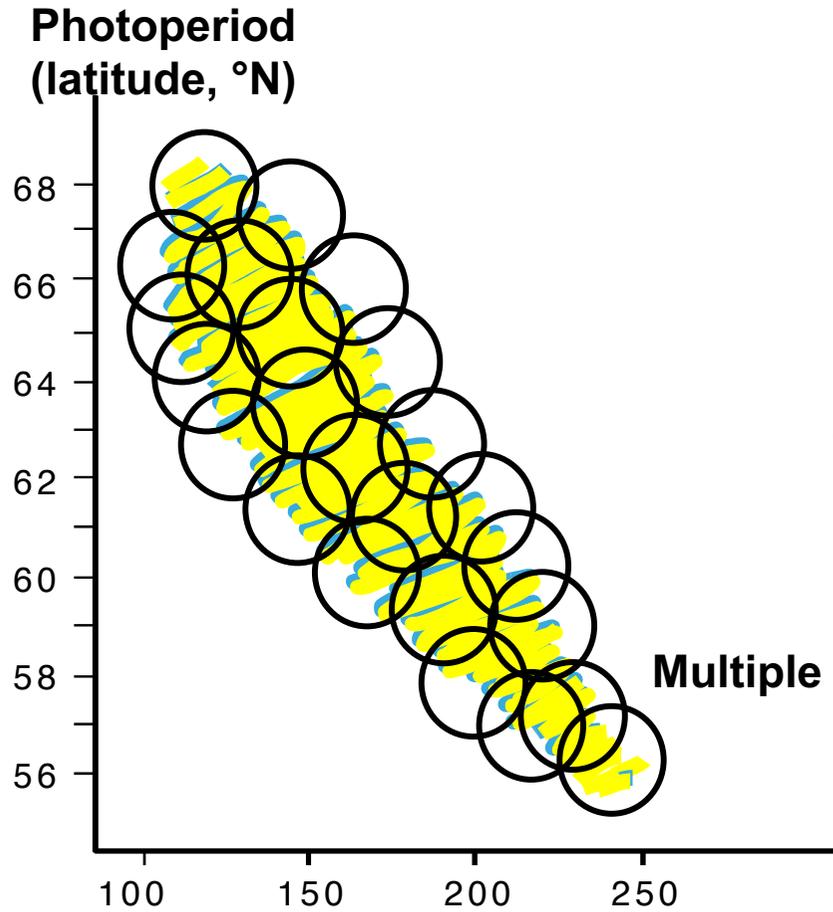
Forest tree breeding and climate adaptation

Breeding and testing today

Planting in forests 20 + years



Climatic adaptation in breeding

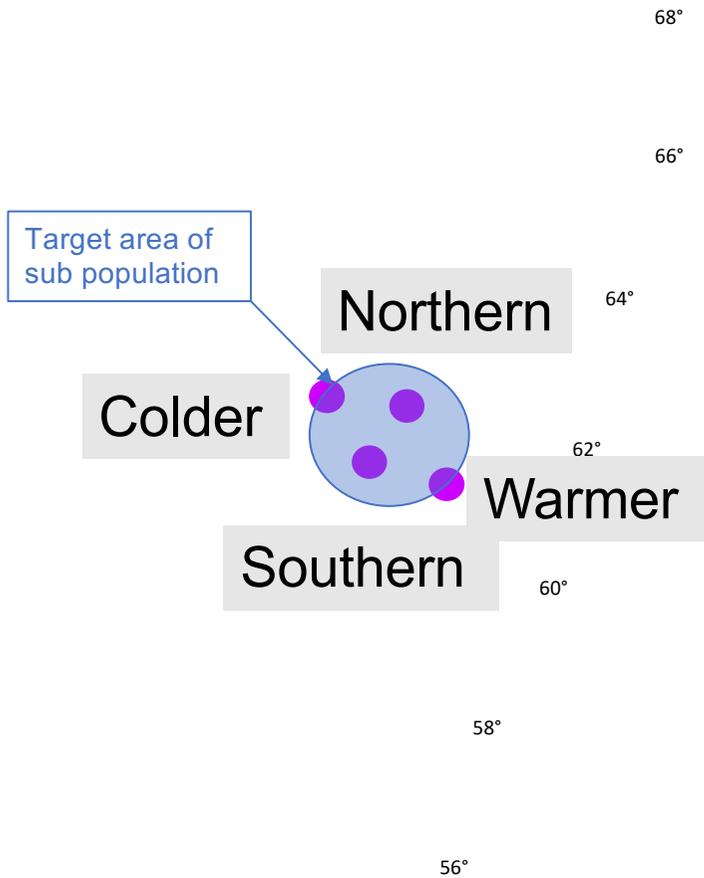


MPBS

-

Multiple population breeding system

**Growth time
(days)**



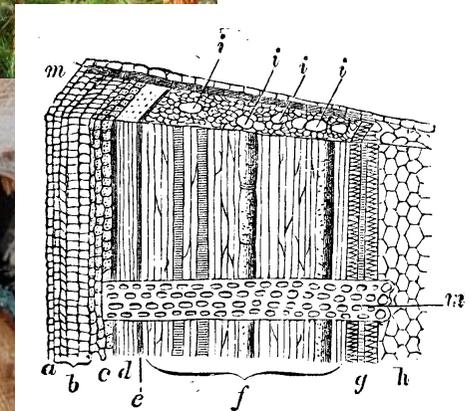
Field testing - evaluation

- 4 sites per pop
- 2 sites in target
- 2 sites towards boundaries

- Selection for over all performance
- Robustness
- Adaptation

Goal traits

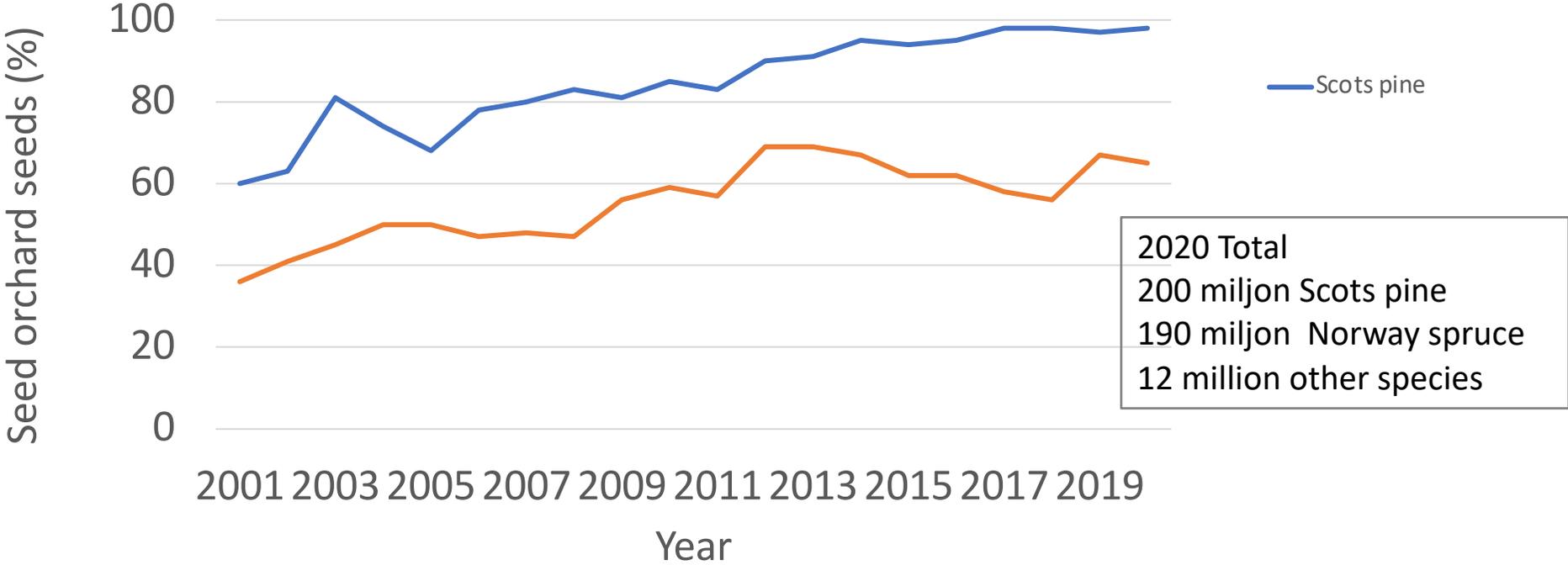
- Vitality/**Climatic adaptation**
- Productivity
- Stem quality (straightness/branching)
- **Resistance to disease**
- **Wood properties (mechanical/chemical)**



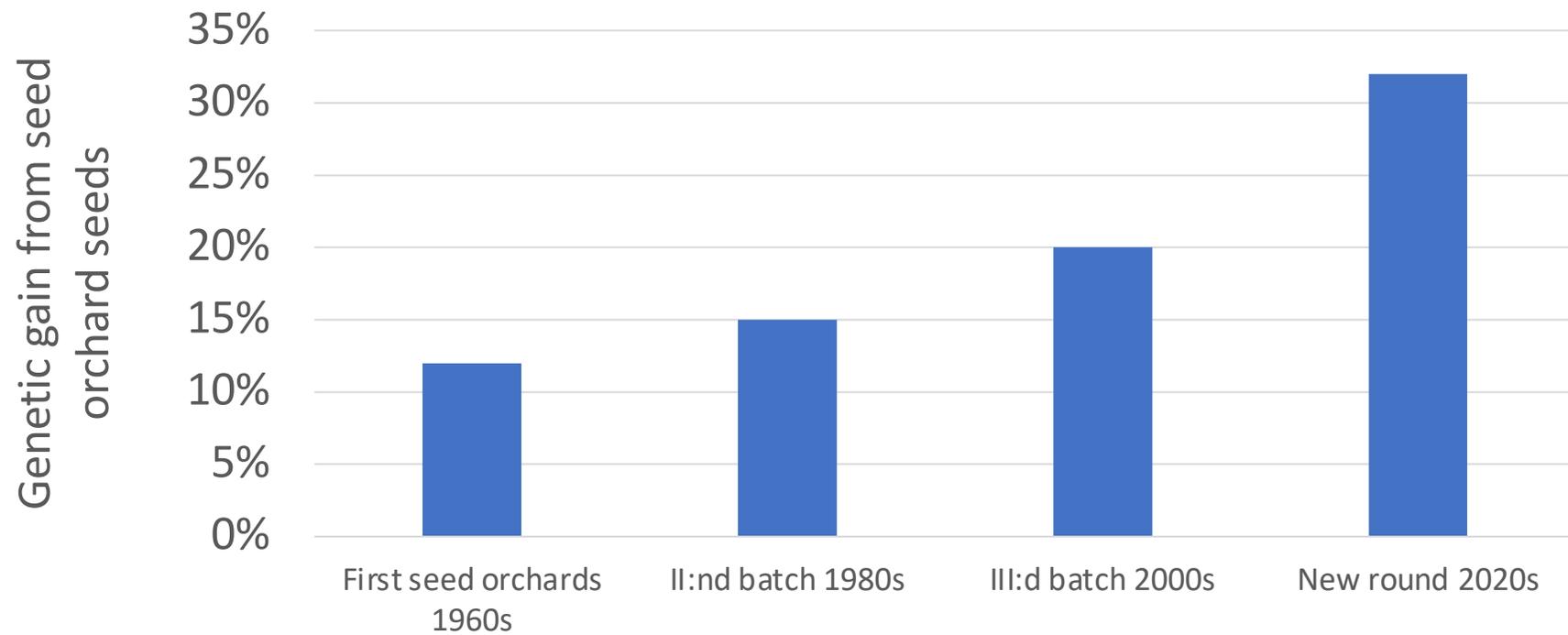


Improved seeds are produced in seed orchards.
More than 500 ha pine and around 500 ha Norway
spruce?

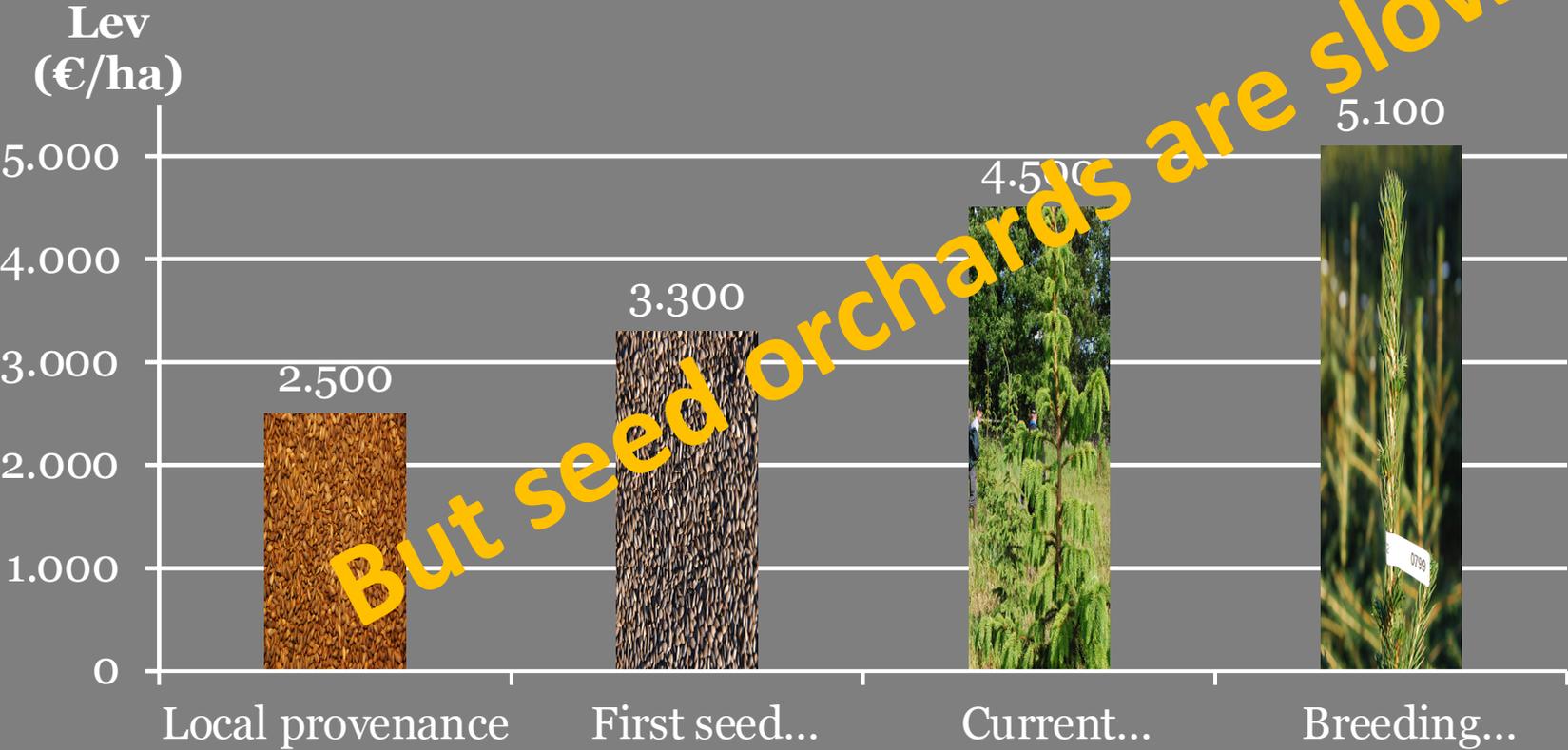
Improved seeds used in most afforestation



Fourth round of seed orchards just started



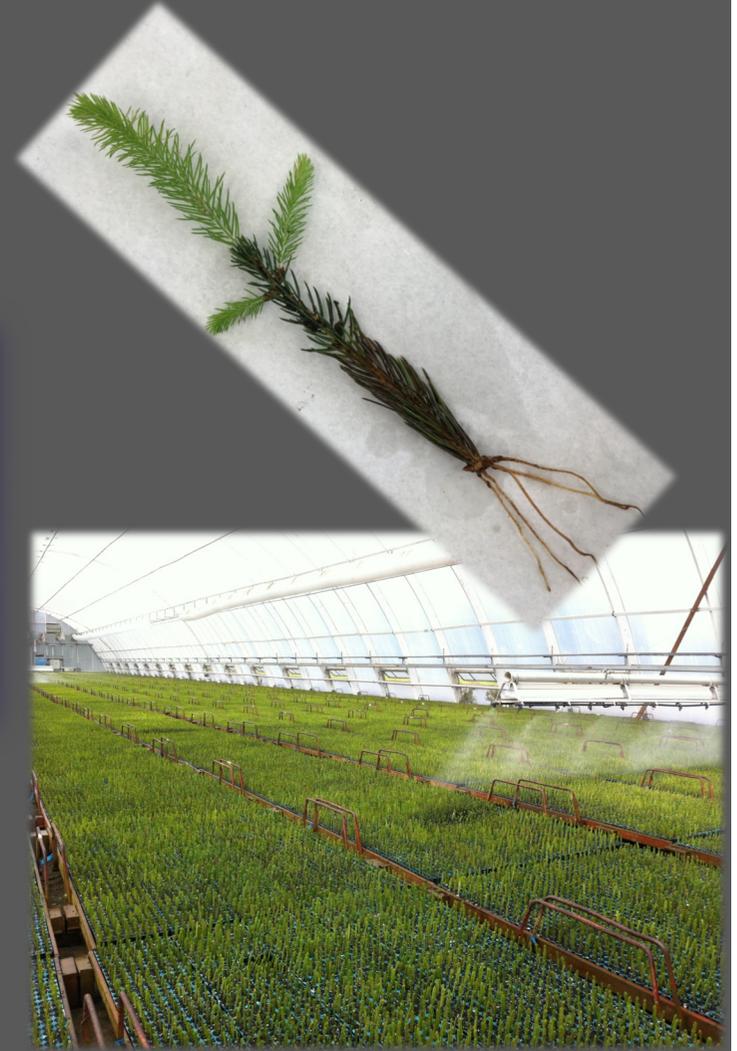
Breeding increases land expectation value (Lev)



But seed orchards are slow

Real interest rate=2,5 %

There is always a shortage of the best materials!



Planters guide – Plants for a new climate (pine)



Conditions for ranking

Altitude (m.a.s.l.) ⓘ	192 m
Temperature sum ⓘ	1375 degree days
Climate scenario ⓘ	+2.5°C (SRES-A1B)
Adjustment for local conditions ⓘ	Average
Seed orchard origin	Finland & Sweden

Seed orchards

No ⓘ	Name ⓘ	Country ⓘ	Ind ⓘ
	Local origin		100
FP-636	TreO T19-20 Albjershus	Sweden	119
FP-639	TreO T19-20 Bredinge	Sweden	119
FP-606A	Gotthardsberg T19:2	Sweden	114
FP-604A	Lilla Istad T19:1	Sweden	114
FP-606	Gotthardsberg T19:2	Sweden	111
FP-604	Lilla Istad T19:1	Sweden	111



www.skogforsk.se/plantersguide



Health - genetic improvement

- Stem cracks - Clone differences
- Drought resistance - GxE found
- Root and butt rot - Genetic markers found. Large new collaboration project is underway
- Pine weevil - genetic preferences shown
- Scots pine blister rust - Genetic thinning in seed orchards
- Ash dieback – Strong genetic impact

When genetics is not enough – introduced species

- Breeding programs for
 - Pinus contorta (north of Sweden)
 - Douglas fir
 - Sitka spruce
 - Larch
 - Poplars/hybrid aspen
- Do trees care about biological or political boundaries?

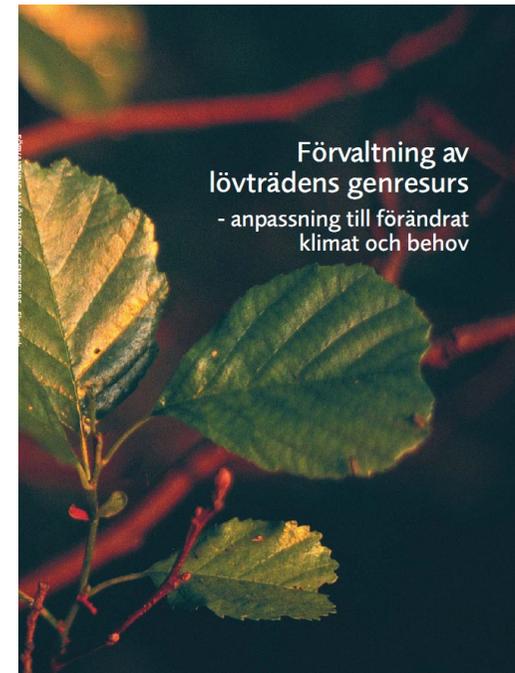


Can trees adapt naturally to a new climate?

- Trees move 100 meters in 60 years by spreading pollen and seeds.
- Climate change moves north up to 3 km/year* – that is 180 km in a tree's lifetime.

Wait and see, is not enough !
Breeding and or assisted migration is
necessary

*(Kosanic et al, 2019)



Forest management in a new climate

- Use well tested plan material
- Generalists before specialists
- Shorter rotation age will be better adapted
- Moose and deer populations in balance with food supply





Thank you



curly.birch@gmail.com
skogforsk@skogforsk.se

LIECO FORUM



VIDEOS DER BEITRÄGE, SOWIE EINE BILDERGALERIE FINDEN SIE AUF
WWW.LIECO.AT





Kontakt

LIECO GMBH & CO KG

FORSTGARTEN 1

A-8775 KALWANG

+43 (0) 3846/8693-0

FORUM@LIECO.AT