

A photograph of a forest floor covered in vibrant green moss. In the background, several thin tree trunks stand vertically, slightly out of focus. The lighting is soft, creating a serene and natural atmosphere.

BFW BUNDES
FORSCHUNGS
ZENTRUM
FÜR WALD

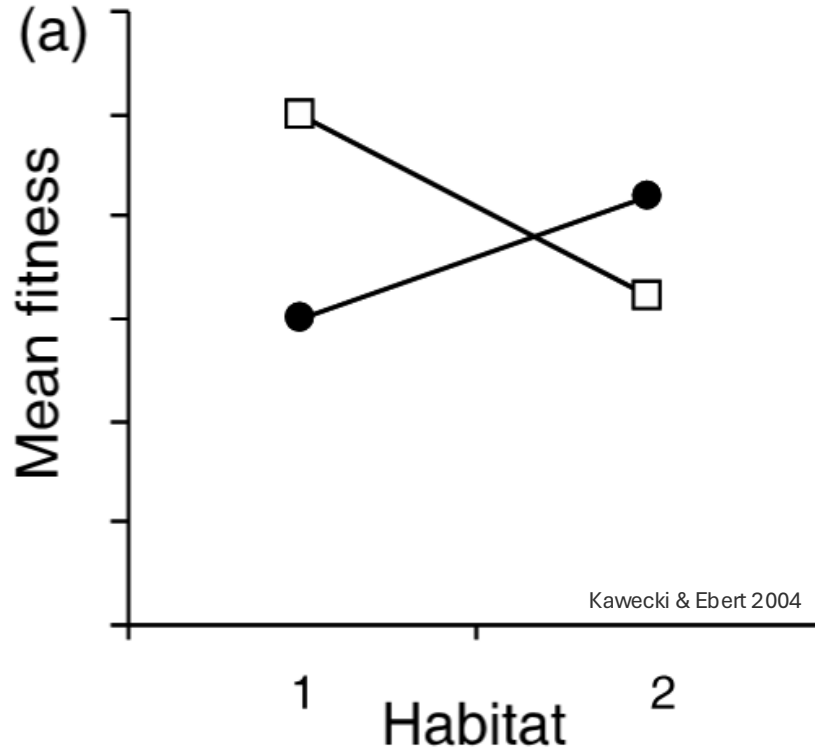
Genetische Untersuchung der Trockentoleranz von Tannen-Saatgutbeständen in Tirol

Jonathan Feichter & Berthold Heinze
Genomforschung

Tannensymposium Landeck

02. Oktober 2025

Lokale Anpassung



Lokale Genotypen haben höhere Fitness als fremde, weil sie besser an die lokalen Bedingungen angepasst sind.

Ausgangslage

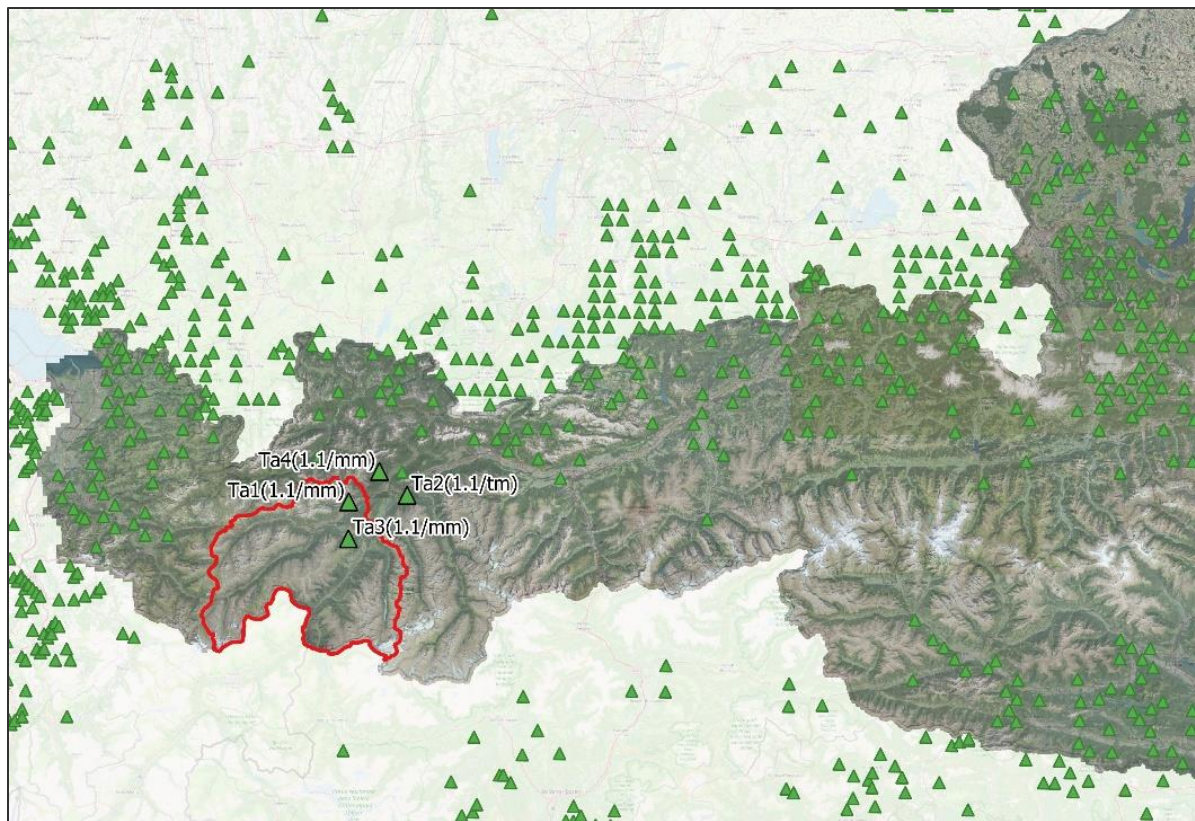


**Bezirk Landeck
(Tirol)**

Wuchsgebiet 1.1 (1.2)

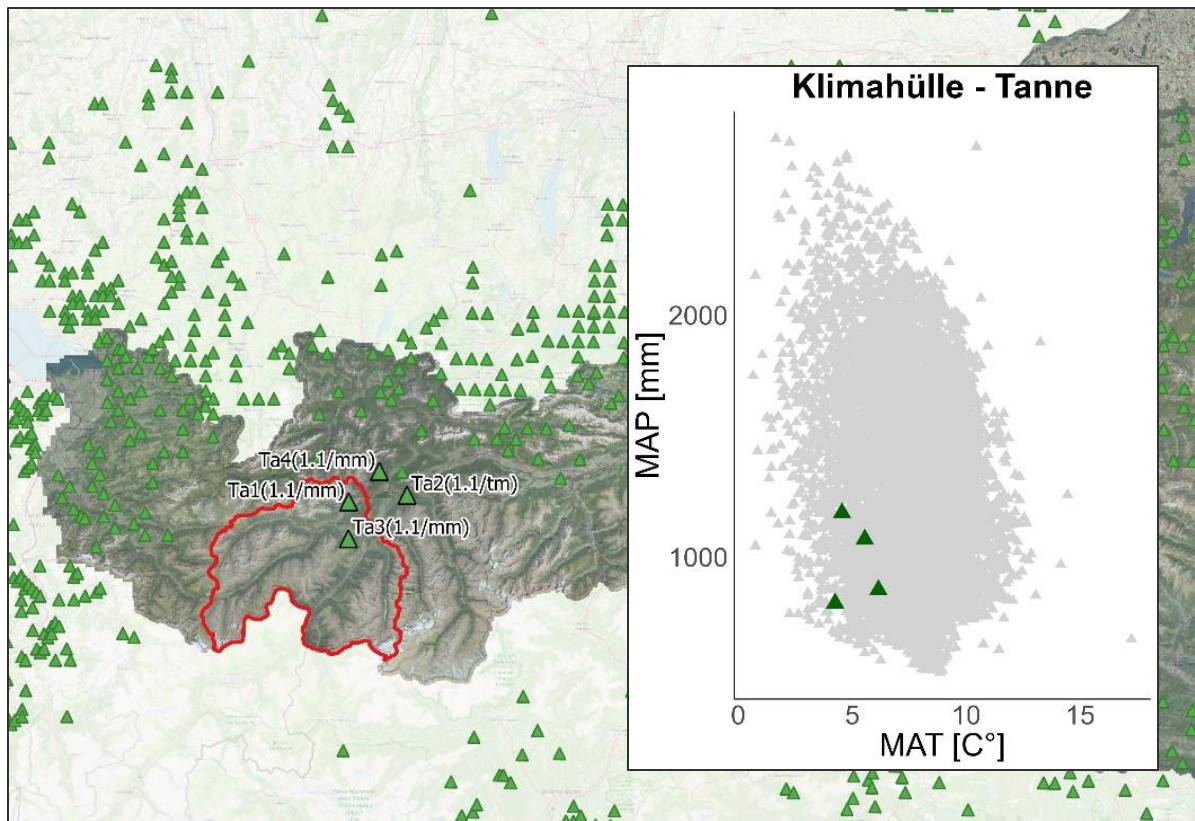
- Kontinentales Gebirgsinnenklima
- Trockenster Bereich des österreichischen Alpenraums
- Starke Temperaturschwankungen
- Allseitige Abschirmung durch gestaffelte Gebirgskämme

Saatguterntebestände Tanne in WG 1.1



Stichprobenpunkte der
Waldinventur mit Tanne

Saatguterntebestände Tanne in WG 1.1



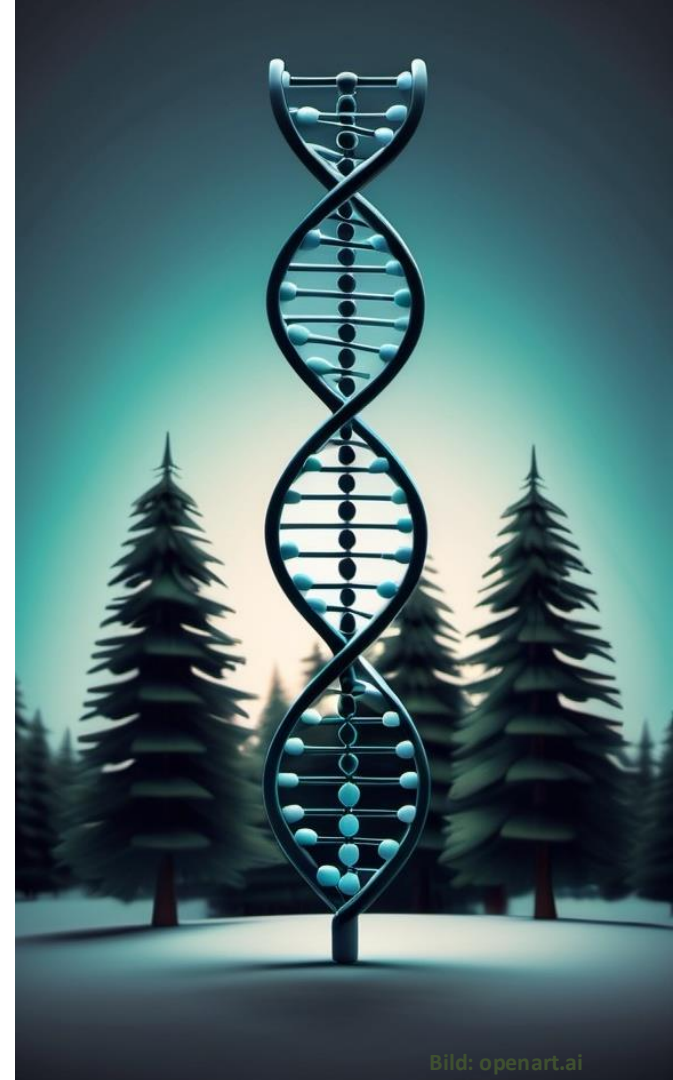
Stichprobenpunkte der
Waldinventur mit Tanne

Ausgangslage

- Randbereich klimatischer/geografischer Verbreitung
- Räumliche Isolation
- Fragmentierung

Fragestellungen:

- Lokale Anpassung?
- Genetische Diversität?
- Eignung als Saatgutquelle aus genetischer Sicht?



Hinweise aus der Literatur

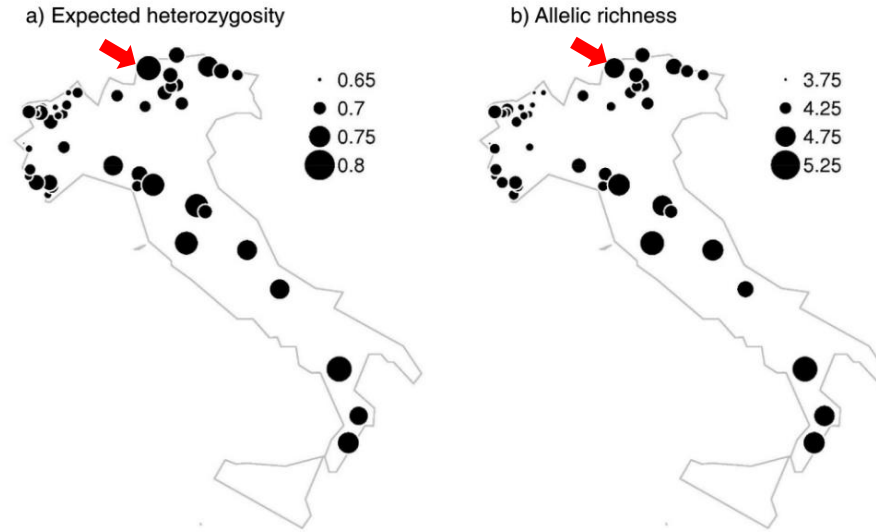
Untersuchungen über die genetische Variation der Weisstanne
(*Abies alba* Mill.) unter dem Aspekt der *in situ* Erhaltung
genetischer Ressourcen in der Schweiz

Abhandlung
zur Erlangung des Titels
Doktor der Naturwissenschaften
der
Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich
vorgelegt von
Erwin Hussendörfer
Diplom-Forstwirt

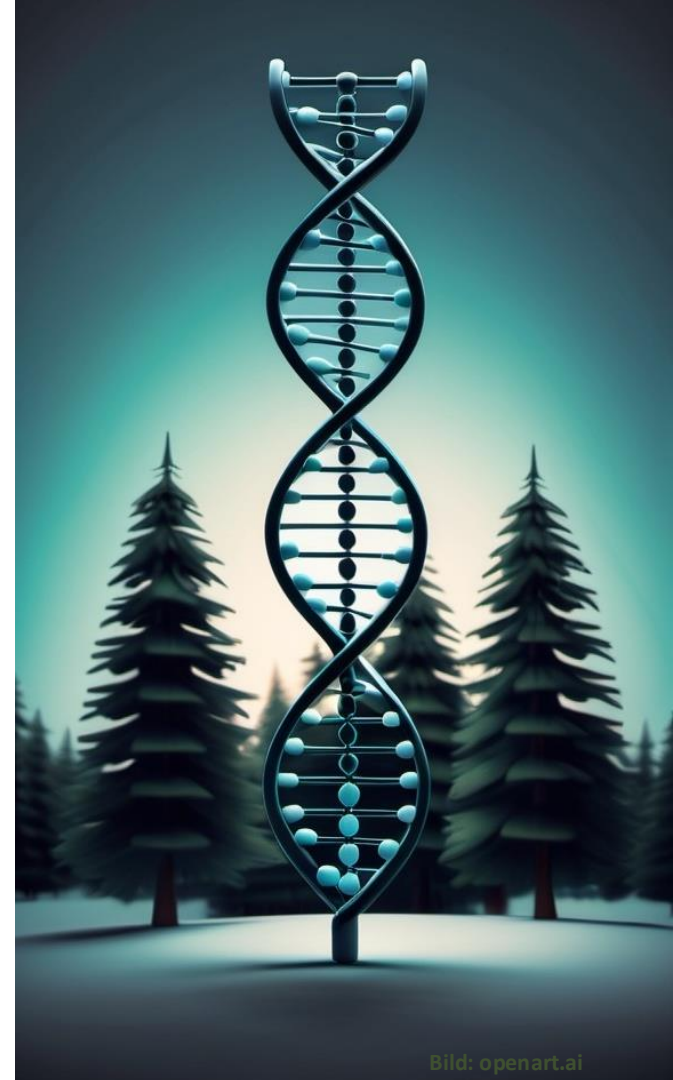
Hussendörfer (1997) – findet Tendenz zu höherer genetischer Diversität im Alpenraum im Vergleich zum Flachland. Voraussetzung für das Überleben in komplexer/heterogener Umwelt?



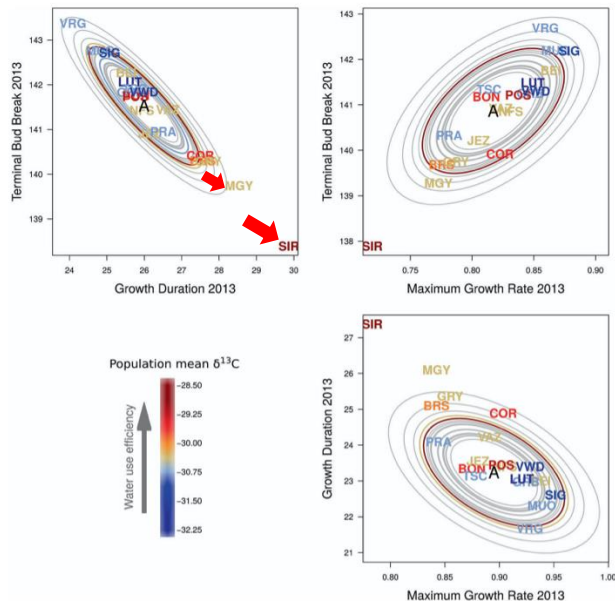
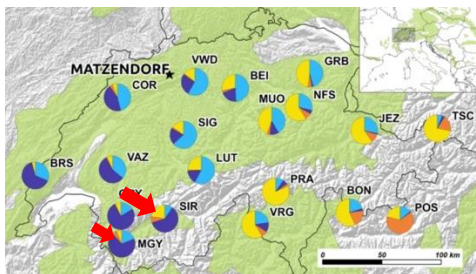
Hinweise aus der Literatur



Belletti (2017) – Inneralpine
Population im Vinschgau hoch divers,
entgegen des geographischen Trends

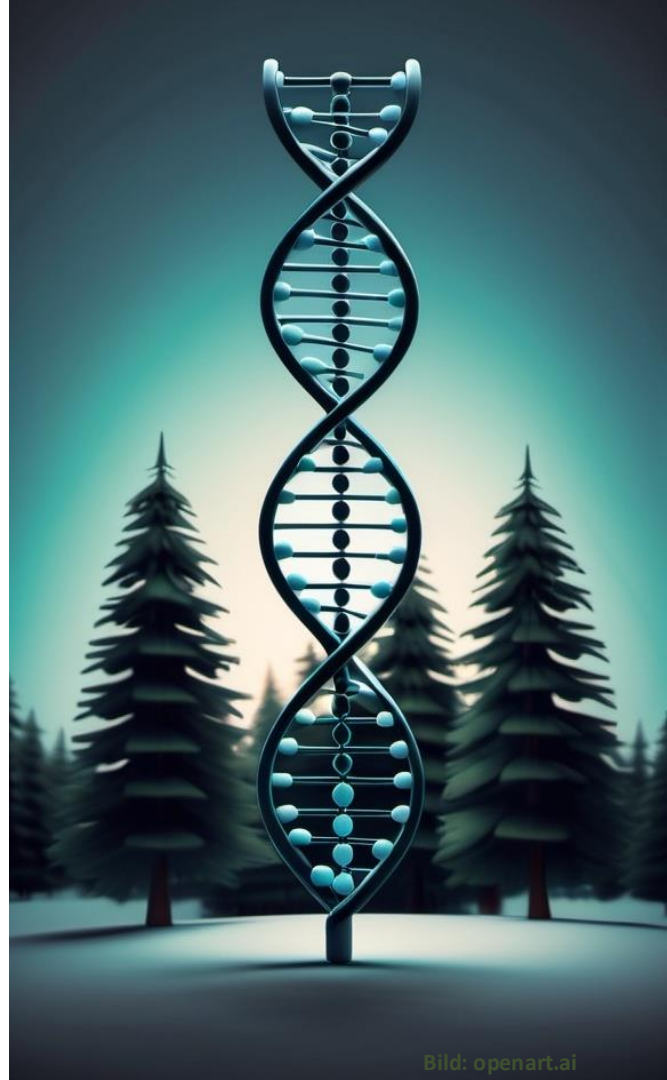


Hinweise aus der Literatur

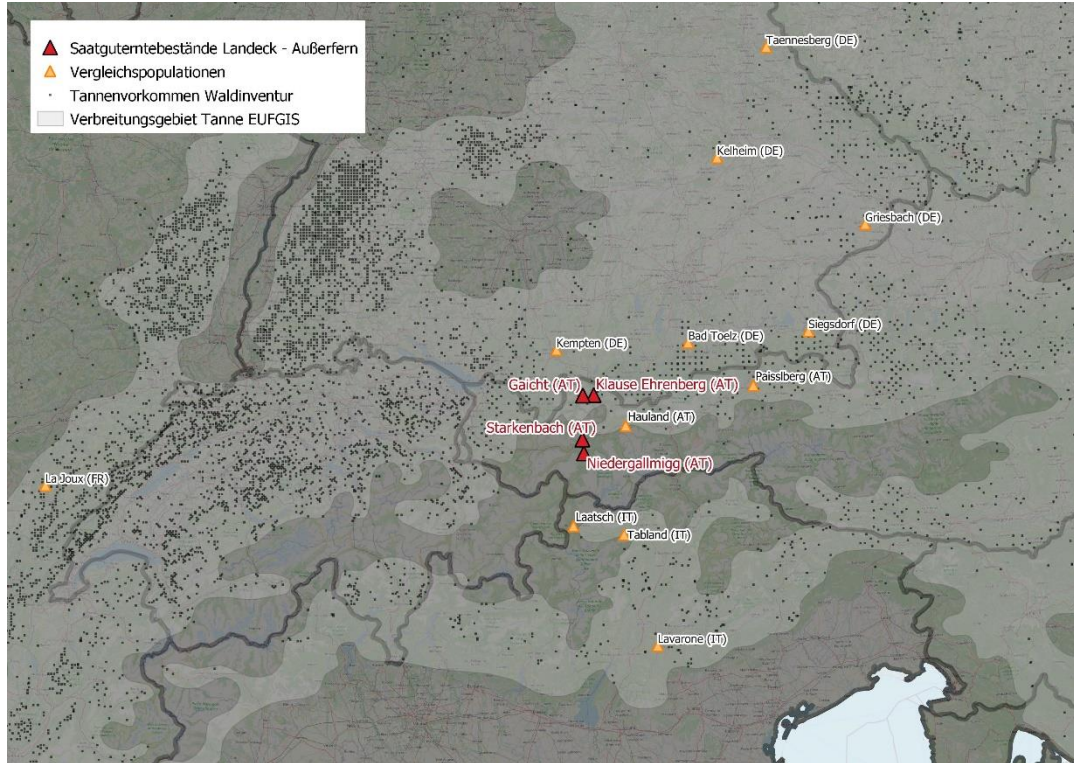


Csilléry (2020) – Walliser Tannen treiben früh und wachsen langsam im Herkunftstversuch. Mutterbäume haben erhöhte Wassernutzungs-Effizienz.

→ Lokale Anpassung



Versuchsdesign: Analyse von Kandidatengenen



Genotyp-Phänotyp Assoziation

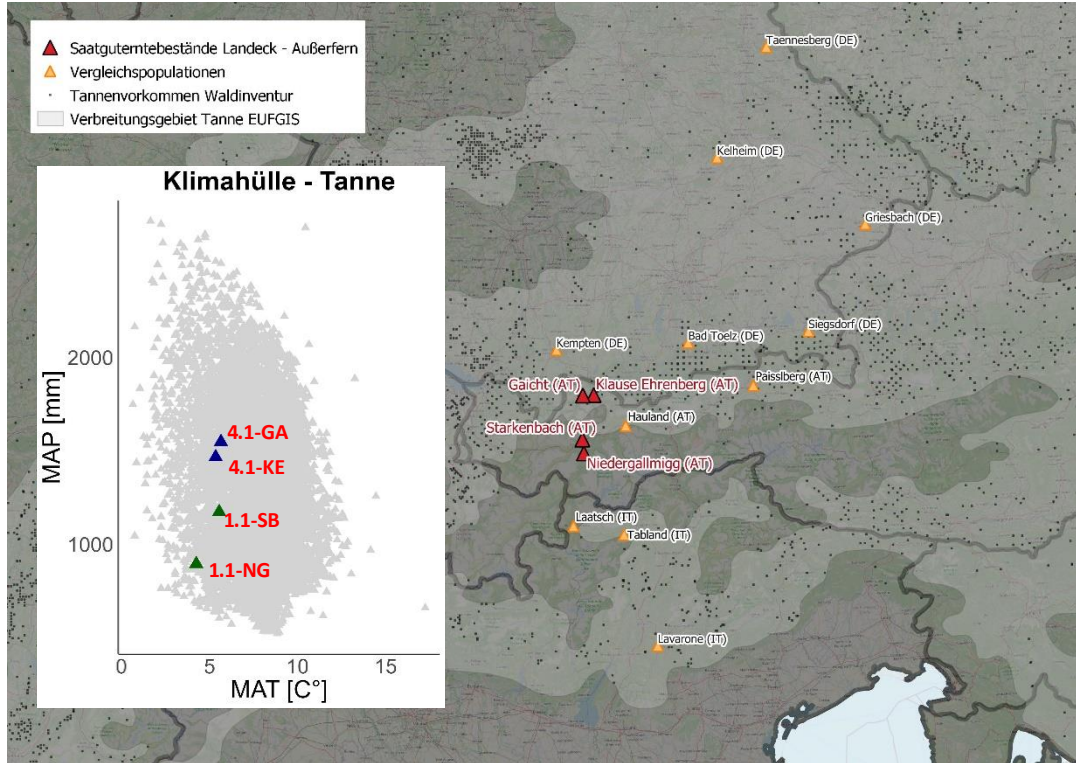
- 4 Saatguterntebestände
- 2 trocken (1.1.) / 2 feucht (4.1)
- 200 Individuen
- 159 SNP-Marker in Kandidatengenen

Genotyp-Umwelt Assoziation

- Zusätzlich 8 Vergleichsherkünfte
- 384 Individuen

Diversität mit „neutralen“ Genen

Versuchsdesign: Analyse von Kandidatengenen



Genotyp-Phänotyp Assoziation

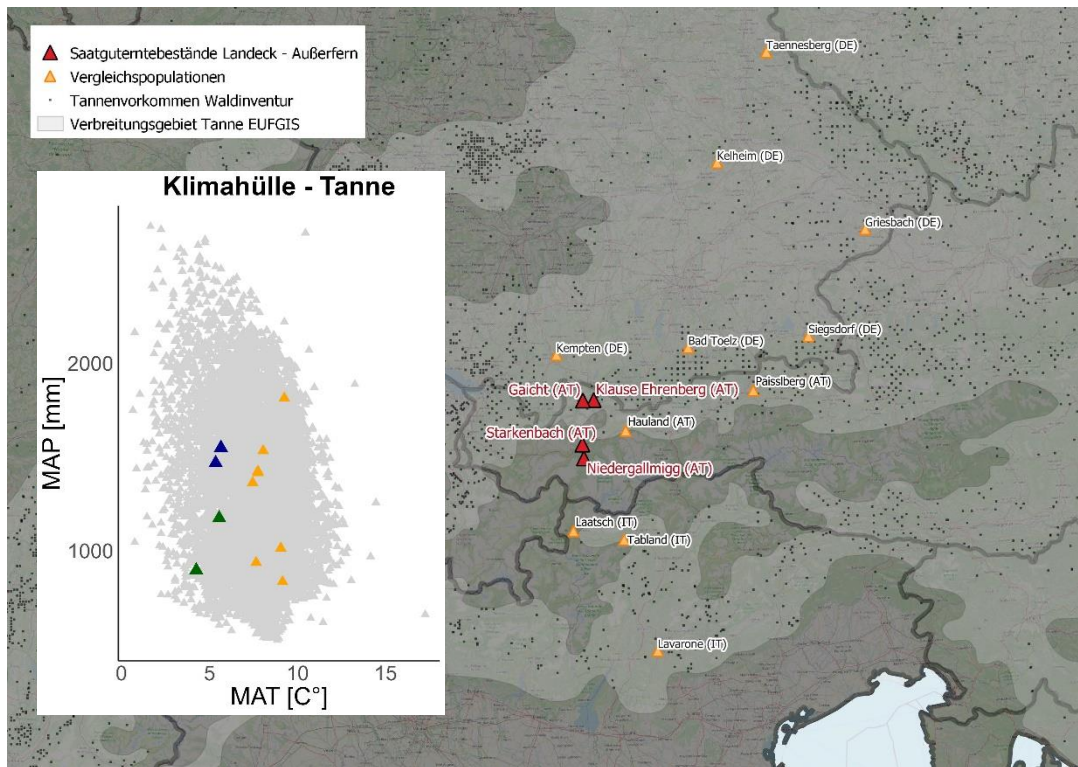
- 4 Saatgutentbestände
- 2 trocken (1.1.) / 2 feucht (4.1)
- 200 Individuen
- 159 SNP-Marker in Kandidatengenen

Genotyp-Umwelt Assoziation

- Zusätzlich 8 Vergleichsherkünfte
- 384 Individuen

Diversität mit „neutralen“ Genen

Versuchsdesign: Analyse von Kandidatengenen



Genotyp-Phänotyp Assoziation

- 4 Saatguterntebestände
- 2 trocken (1.1.) / 2 feucht (4.1)
- 200 Individuen
- 159 SNP-Marker in Kandidatengenen

Genotyp-Umwelt Assoziation

- Zusätzlich 8 Vergleichsherkünfte
- 384 Individuen

Diversität mit „neutralen“ Genen

Probenahme



Klima-Wachstums-Beziehungen

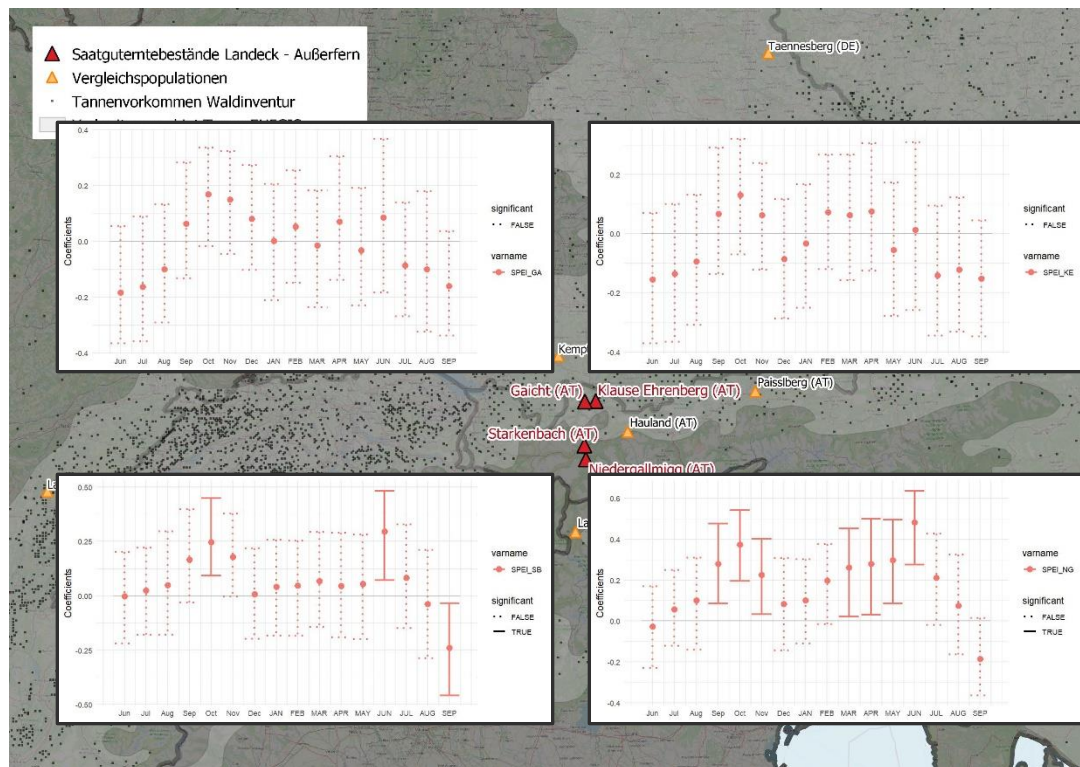
Korrelation des jährlichen Zuwachses mit Standardisierten Niederschlagsevapotranspirationsindex (SPEI)

Außerfern:

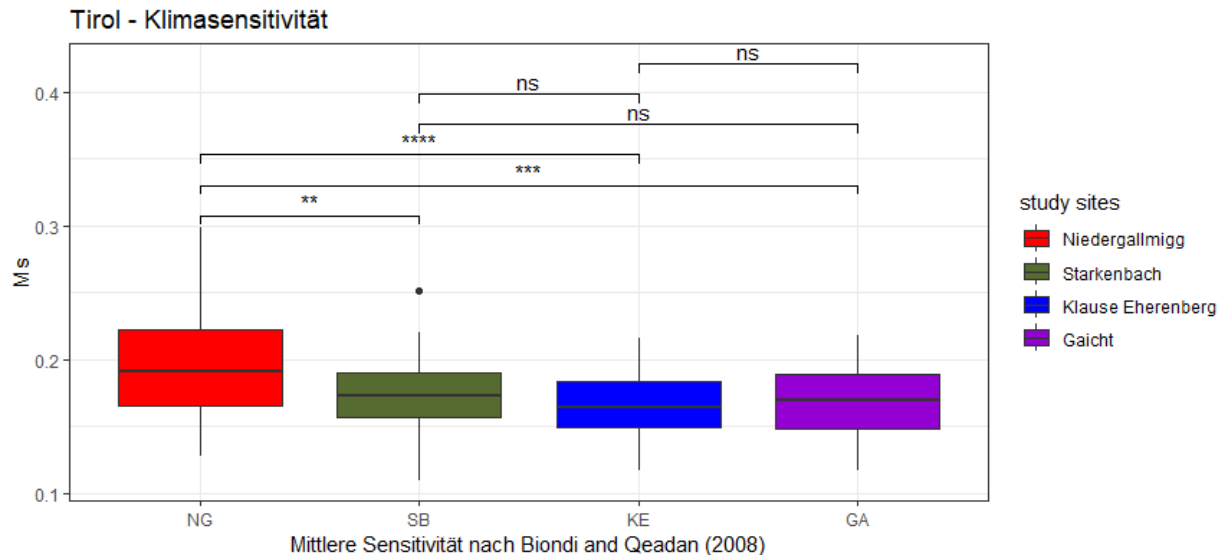
Keine signifikante Korrelation

Landeck:

Signifikante Korrelation mit SPEI des Frühjahres und Herbst des Vorjahres



Klimasensitivität

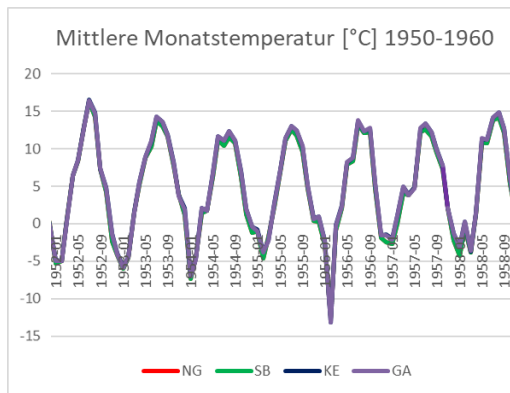
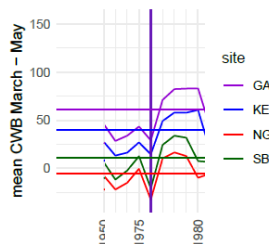
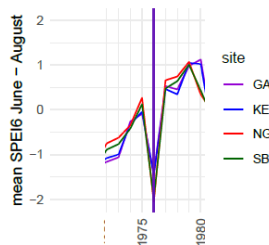


Varianz der Jahrringserien als Maß der klimatischen Sensitivität

Der inneralpine Bestand Niedergallmigg weist signifikant höhere Sensitivität auf!

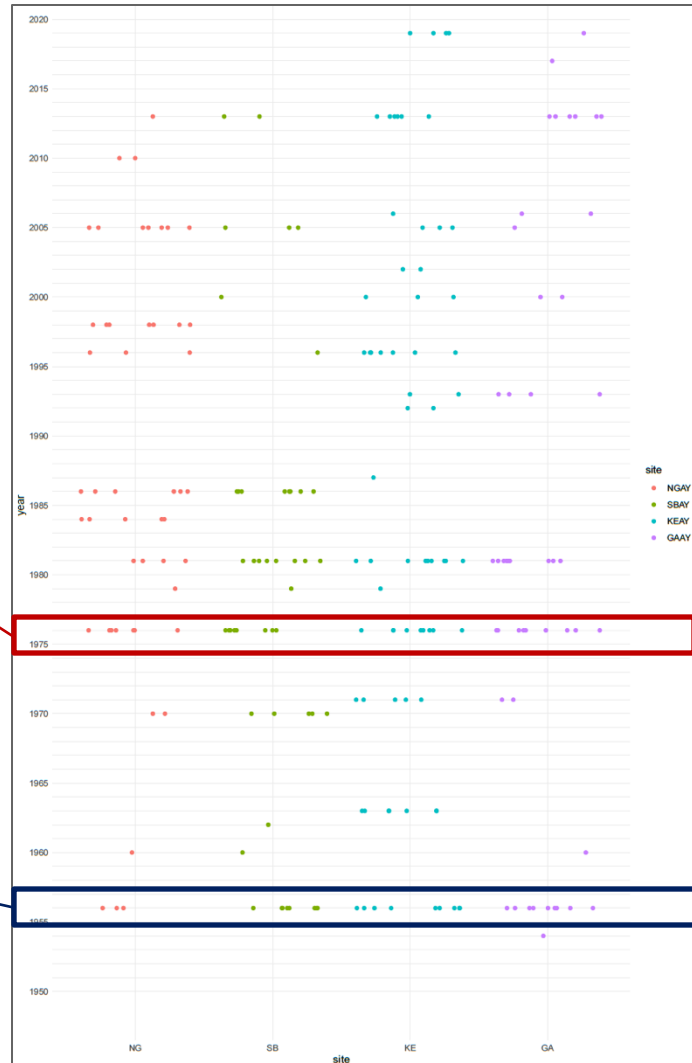
Identifikation von Zeigerjahren

Rückgang des
Zuwachses auf
Bestandesebene
infolge von
klimatischen
Extremjahren



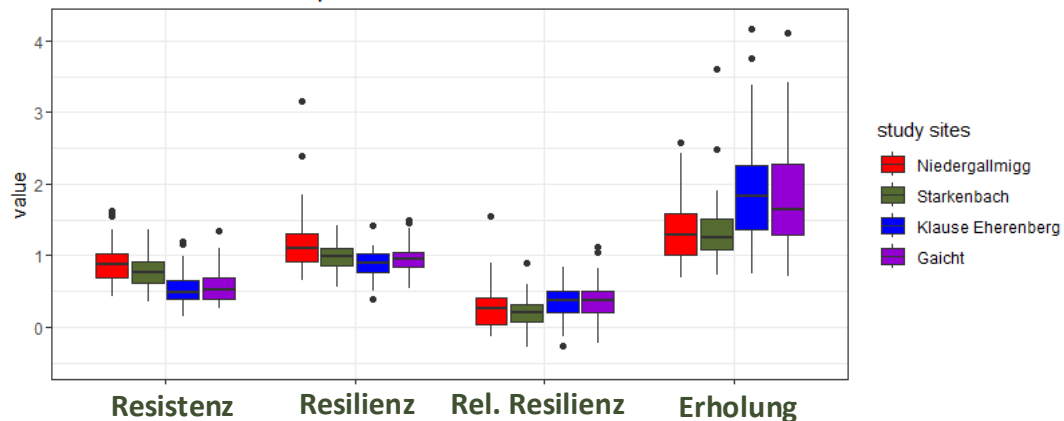
Trockenjahr 1976

Extremfrost 1956

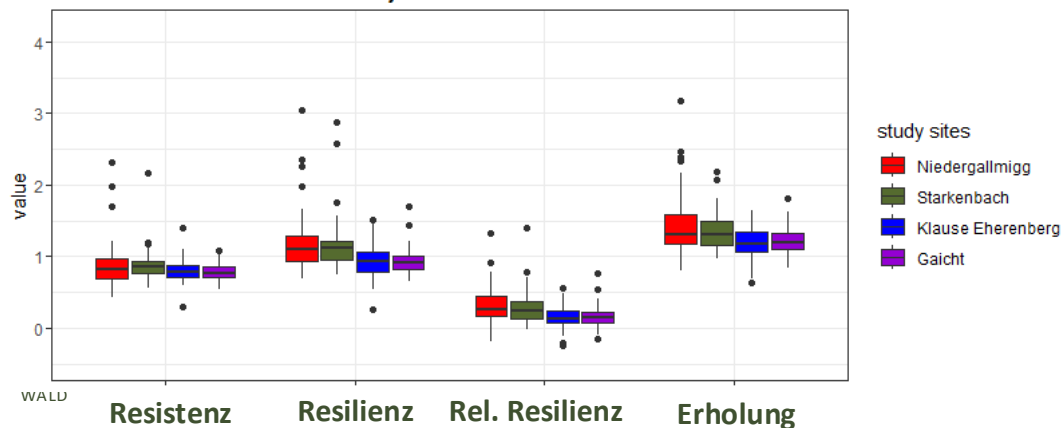


Wuchsreaktion in Extremjahren

Tirol - Wuchsreaktion - Spätfrost 1956



Tirol - Wuchsreaktion - Trockenjahr 1976



Vergleich des Zuwachses im Extremjahr mit 4-jähriger Referenzperiode vor und nach dem Ereignis

→ Im Durchschnitt höhere Dürre- und Spätfrost-resistenz auf den inneralpinen Standorten

Genetische Grundlage für Dürre- und Frostreaktion?

Suche nach Zusammenhängen von
Genvarianten und Wuchsreaktion

→ SNP -> Punktmutation

Ind1: ...GCA^ACGTTAGA...

Ind2: ...GCA^GCGTTAGA...

Ind3: ...GCA^ACGTTAGA...

„Köder“ welche bestimmte
Genabschnitte herausfischen

Entwicklung neuer Hyb-Seq „baits“ für die
Hochdurchsatzsequenzierung

BFW

BILDUNG
FORSCHUNG
WALD

MOLECULAR ECOLOGY

Original Article |  Full Access

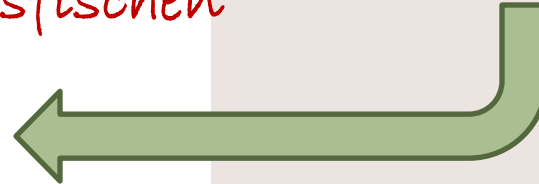
Evidence of divergent selection for drought and cold tolerance at landscape and local scales in *Abies alba* Mill. in the French Mediterranean Alps

Anna M. Roschanski, Katalin Csilléry, Sascha Liepelt , Sylvie Oddou-Muratorio, Birgit Ziegenhagen, Frédéric Huard, Kristian K. Ullrich, Dragos Postolache, Giovanni G. Vendramin, Bruno Fady

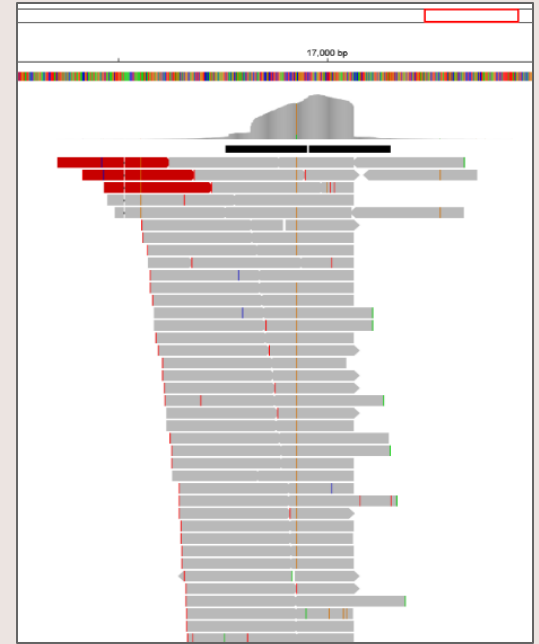
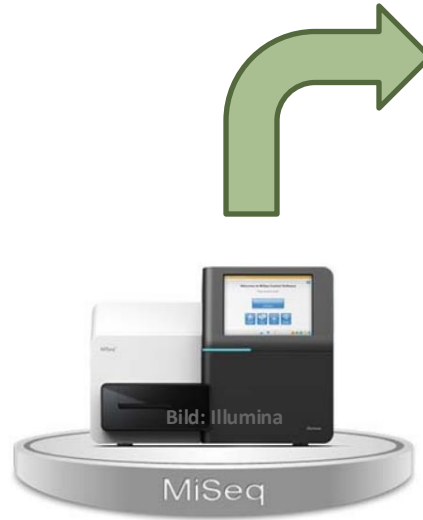
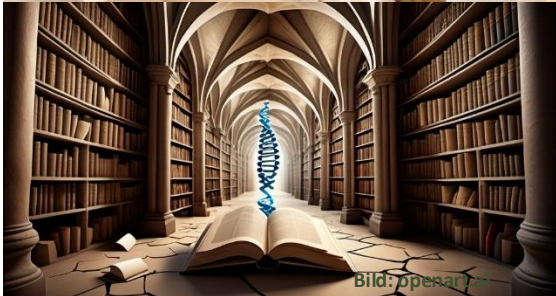
First published: 16 December 2015 | <https://doi.org/10.1111/mec.13516> | Citations: 54



**Auswahl von 175
Kandidatengenen für
Dürre- und Frosttoleranz**

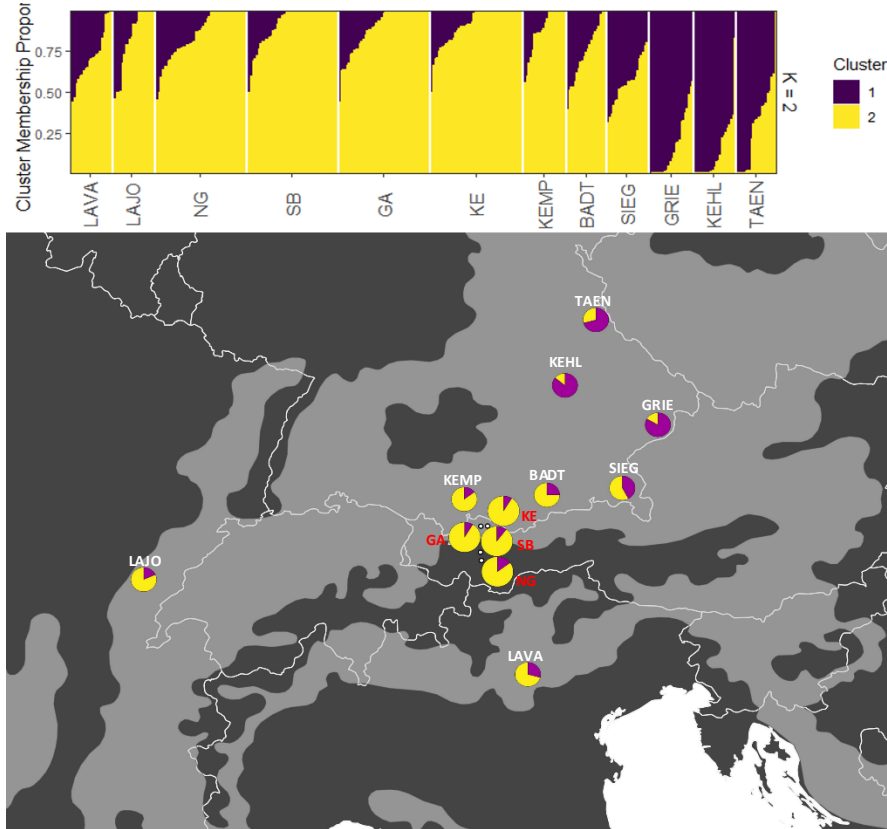


Library Prep und Sequenzierung



Anlagerung der Sequenzen an
das Referenzgenom

Assoziationsgenetik: Populationsstruktur muss berücksichtigt werden!



- Spiegelt Rückwanderungsgeschichte wider
- Keine ausgeprägte Struktur innerhalb der Saatgutbestände
- Deckt sich mit Mikrosatellitenuntersuchungen in der Region

Signaturen der Anpassung?

Regional

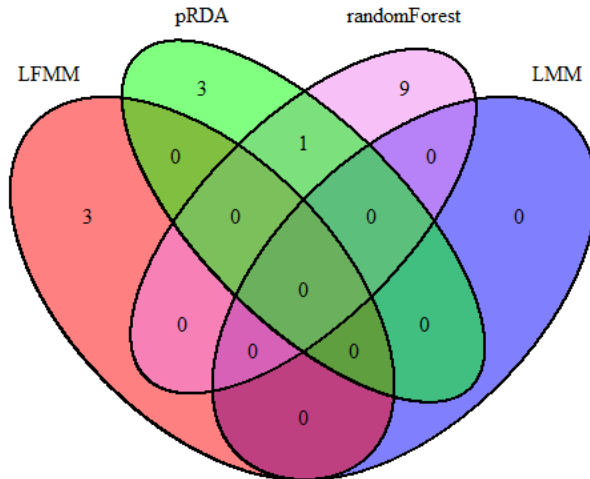
Genotyp-Umwelt-Assoziation:

6 SNPs mit Niederschlagsgradienten assoziiert

Lokal

Genotyp-Phänotyp-Assoziation:

9 SNPs mit Erholungsfähigkeit und relativer Resilienz von Extremfrost assoziiert



Anzahl signifikanter SNPs pro Methode

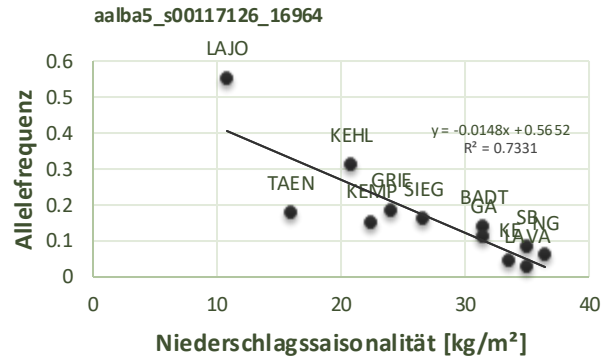
Multilocus-Ansätze identifizieren mehr SNPs: Lokale Anpassung geschieht durch die Interaktion vieler Gene

Trockenresistenz ist ein wesentlich komplexeres Merkmal als Frosthärte

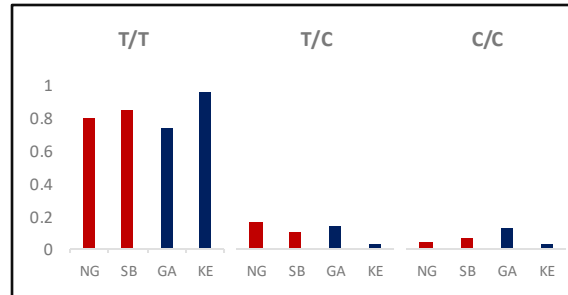
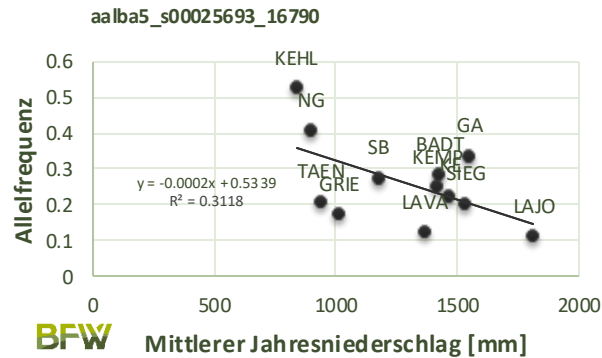
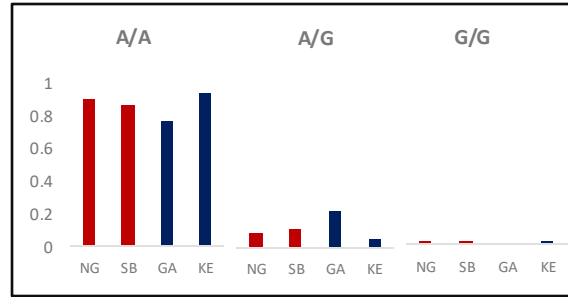
Wir benötigen deutlich mehr genetische Marker (SNPs) für die Erklärung phänotypischer Variation von komplexen Merkmalen!

→ TannenGen WF-Projekt

Lokale Anpassung?

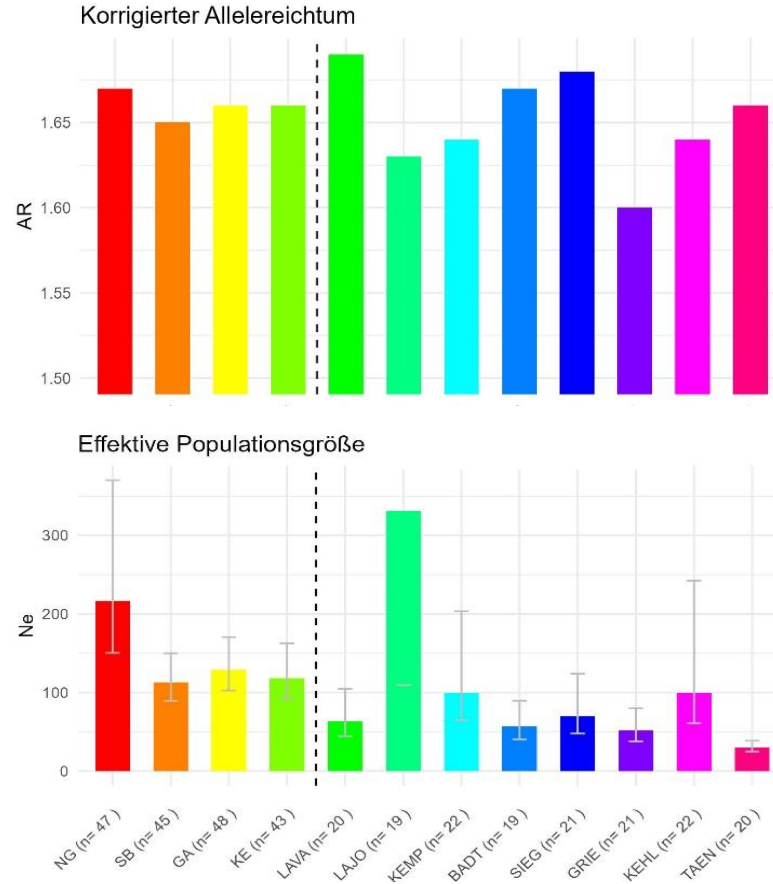


Genotypen Häufigkeit **Landeck** vs. **Außerfern**



- Nur subtile Unterschiede der Genotypen-Verteilung auf kontrastierenden Standorten
- Interaktion vieler Gene steuert lokale Anpassung
- Mehr Individuen und SNPs nötig für Nachweis

Genetische Diversität?



Keine Reduktion der genetischen Diversität in den Inneralpen zu beobachten

Erhöhte effektive Populationsgröße (N_e) in Niedergallmigg -> Anpassungsfähigkeit!

Eignung als Saatgutquelle - Zusammenfassung

- Keine Anzeichen für reduzierte Diversität in inneralpinen Tannenbeständen
- Niederschlagsmenge limitierender Faktor in NG & (SB) → Selektionsdruck
- In Kombination mit genügend stehender Diversität → Lokale Anpassung – Indizien sprechen dafür
- Bewirtschaftung: Sicherung großflächiger Verjüngung in NG für Erhalt der effektiven Populationsgröße → Anpassungsvermögen

Lokale Herkünfte aus niederschlagsarmen Wuchsgebieten stellen im Klimawandel eine Alternative zu weit südlich gelegenen Saatgutquellen dar.

Dank an das Projektteam und die Fördergeber

- Jonathan Feichter
- Johanna Reich
- Timm Horna
- Jonas Schweiger
- Erik Szamosvari
- Fatima Al-Awadi
- Berthold Heinze

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)

Wo Wissen auf Bäume trifft