



Adaptationsprinzipien für klimafitte Wälder - und die Bedeutung und Rolle für Fichte und Tanne • *Principes d'adaptation pour des forêts résilientes au climat – importance et rôle de l'épicéa et du sapin*

Fachveranstaltung: Waldbewirtschaftung der Zukunft - Klimafit und marktgerecht?

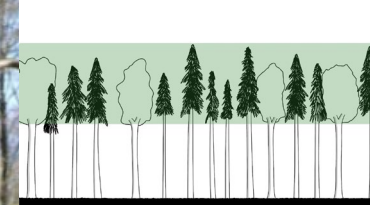
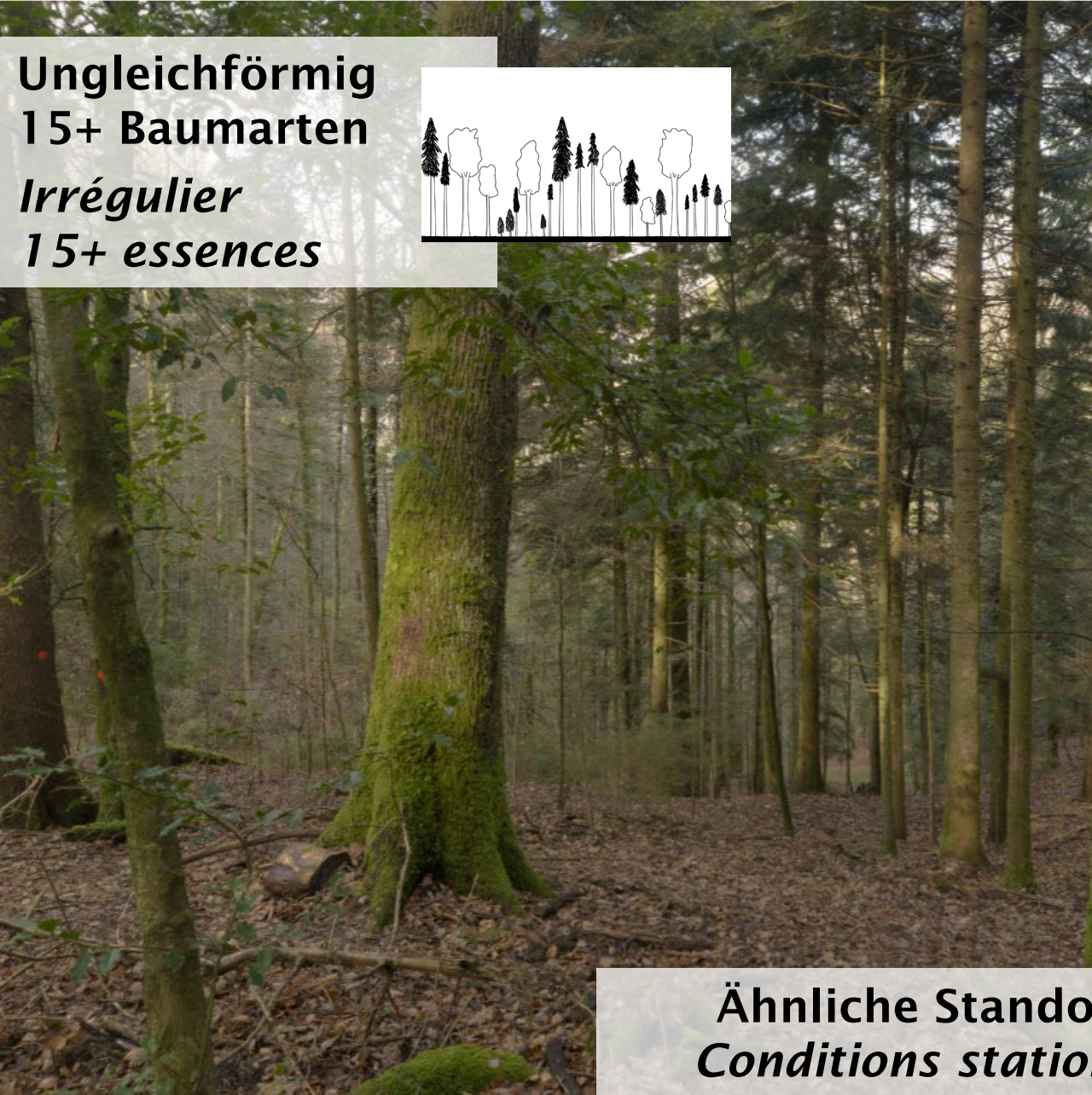
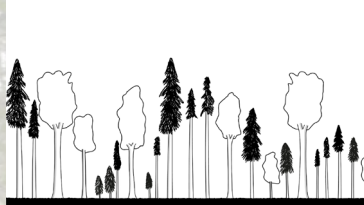
Événement professionnel : La foresterie de demain - adaptée au climat et conforme au marché ?

Zollikofen 28.04.2026 > christian.rosset@bfh.ch, bernhard.pauli@bfh.ch

► Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften BFH-HAFL

Lenkung der biologischen Produktion auf Bestandesebenen *Influencer la production biologique au niveau du peuplement*

Ungleichförmig
15+ Baumarten
Irrégulier
15+ essences



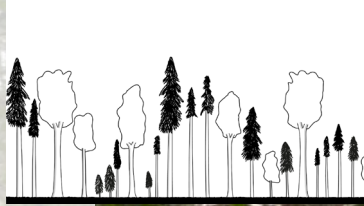
Gleichförmig
fast nur Buche
Régulier, presque
que du hêtre



Ähnliche Standortbedingungen
Conditions stationnelles similaires

Lenkung der biologischen Produktion auf Bestandesebenen *Influencer la production biologique au niveau du peuplement*

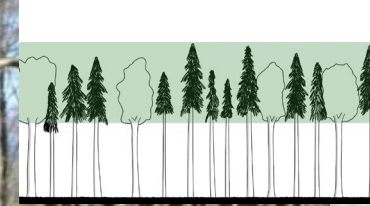
Ungleichförmig
15+ Baumarten
Irrégulier
15+ essences



... vieles mit dem Waldbau möglich,
allerdings mit der Dynamik des
Baumwachstums

... *beaucoup est possible avec la
sylviculture, cependant au rythme de
la croissance des arbres*

Ähnliche Standortbedingungen
Conditions stationnelles similaires



Gleichförmig
fast nur Buche
*Régulier, presque
que du hêtre*

... relativ einfach mit Schattenbaumarten
... *relativement simple avec des essences d'ombre*

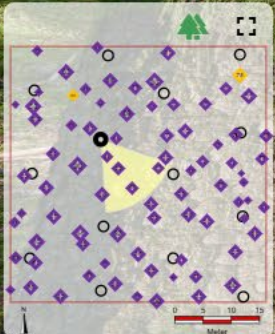
PPSS22 Fichte -
Allmitwald (BGBern)

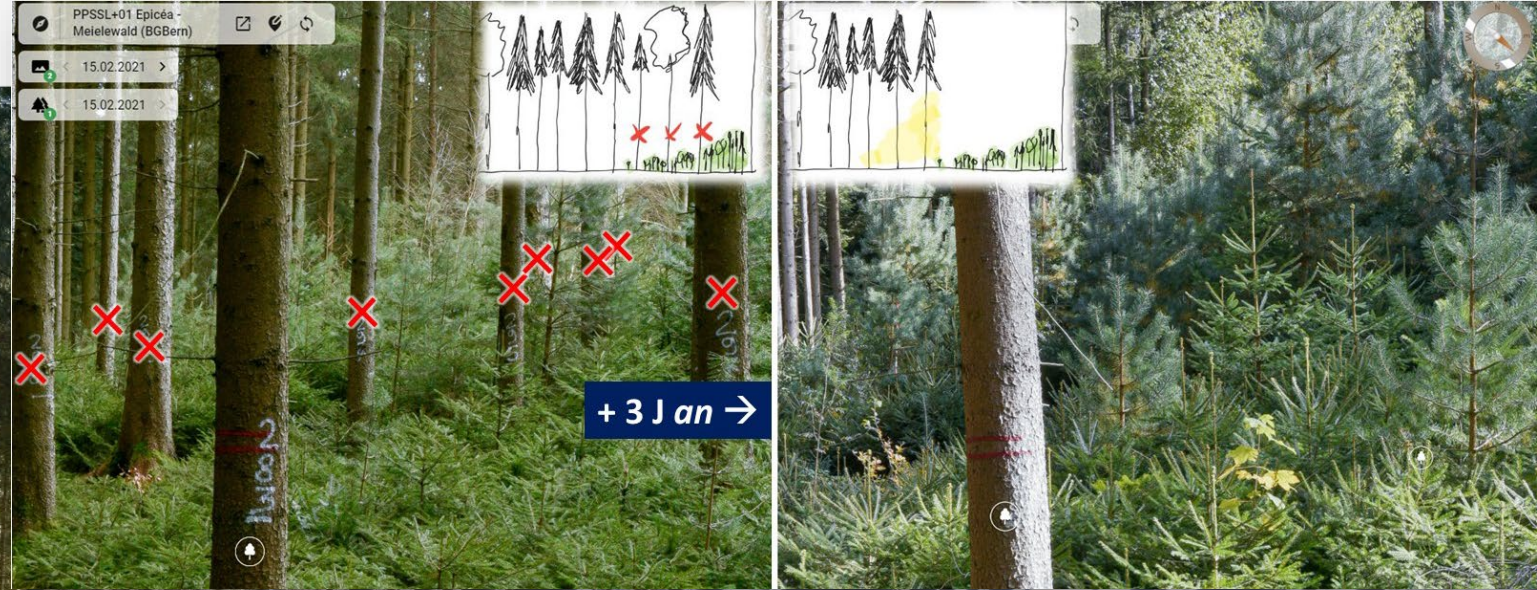
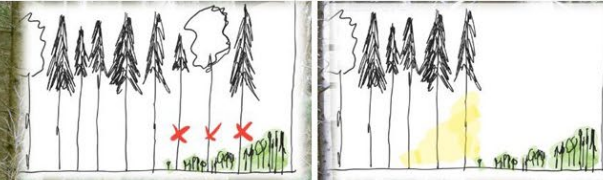
< 02.11.2022 >

< 10.12.2021 >



Fast nur Fichte ...
Quasi que des épicéas ...

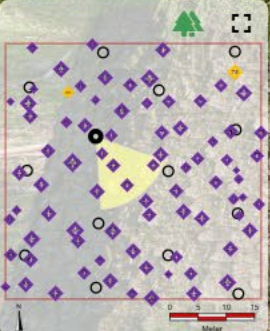




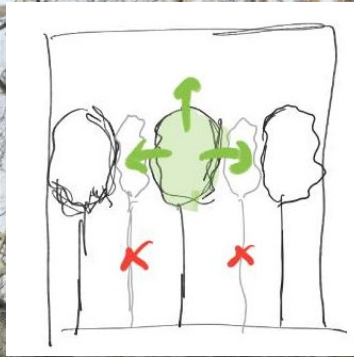
Fast nur Fichte ...
Quasi que des épicéas ...

... weitere Baumarten dank gezielter,
geschickter und rechtzeitiger
Lichtdosierung; Voraussetzung:
Samenbäume, Konkurrenzvegetation,
Wilddruck, Klima

*... autres essences grâce à un dosage de
lumière ciblé, habile et à temps;
Conditions: Semencier, végétation au
sol, gibier, climat*



Eiche in Feinmischung mit Buche
Chêne en mélange fin avec du hêtre



Eiche in Grobmischung
Chêne en mélange ...



Baumartendiversität
... umso **aufwendiger** auf die Dauer je **feingemischter** und je unterschiedlicher die **Konkurrenzverhältnisse** und die **Wuchsdynamik** zwischen Baumarten sind
... **Optimieren** statt maximieren, z.B. Fokus auf 2-4 Zielhauptbaumarten pro Bestand

Diversité des essences
... d'autant plus **exigeante** à long terme que le mélange est **fin** et que les rapports de **concurrence** et la **dynamique de croissance** entre les essences sont différents
... **Optimiser** au lieu de maximiser, p.ex. focalisation sur 2 à 4 essences principales cibles par peuplement

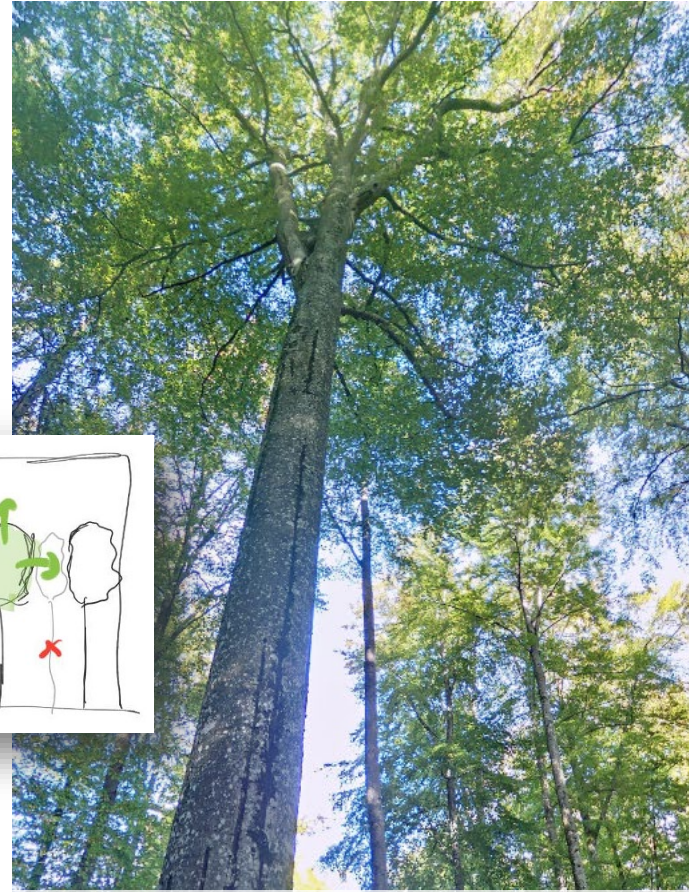
+/- gleiches Alter (ca. 20 J.) und gleiche Standortbedingungen
+/- même âge (env. 20 ans) et même conditions stationnelles



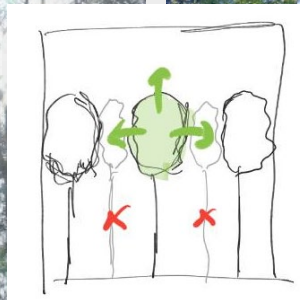
Erzielter Durchmesser der dominierenden Bäume je nachdem wie oft und wie stark eingegriffen worden ist
Diamètres atteints par les arbres dominants selon la fréquence et l'intensité des interventions



ca. 60 cm in 100+ Jahren
env. 60 cm en 100+ ans



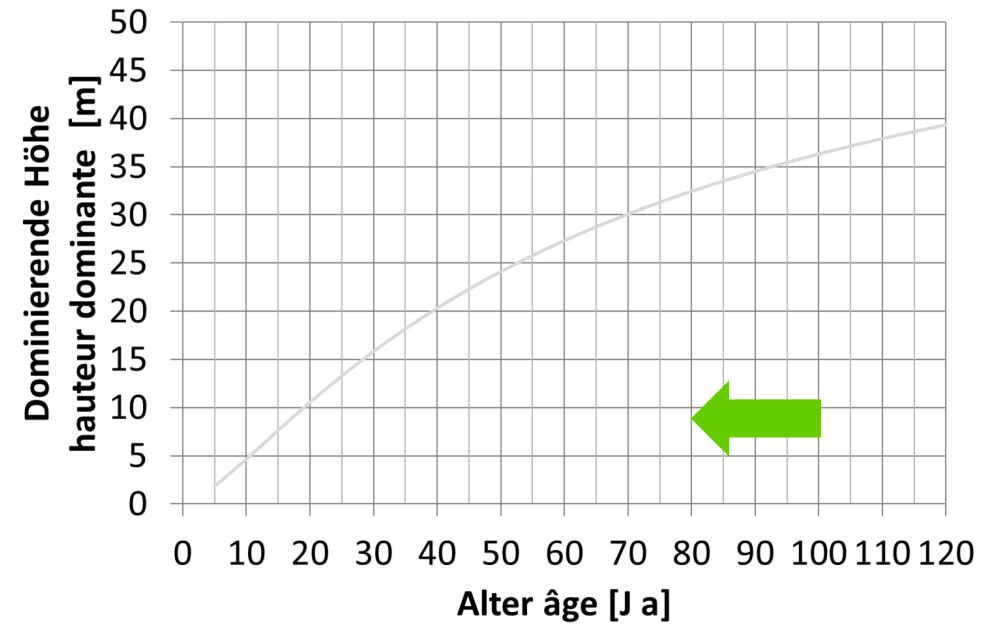
ca. 100 cm in 100+ Jahren
env. 100 cm en 100+ ans



Photosynthese
Photosynthèse



Dickenwachstum
Croissance en diamètre

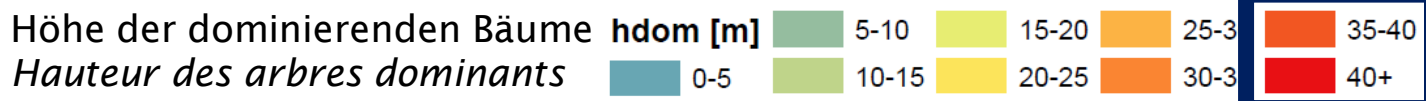
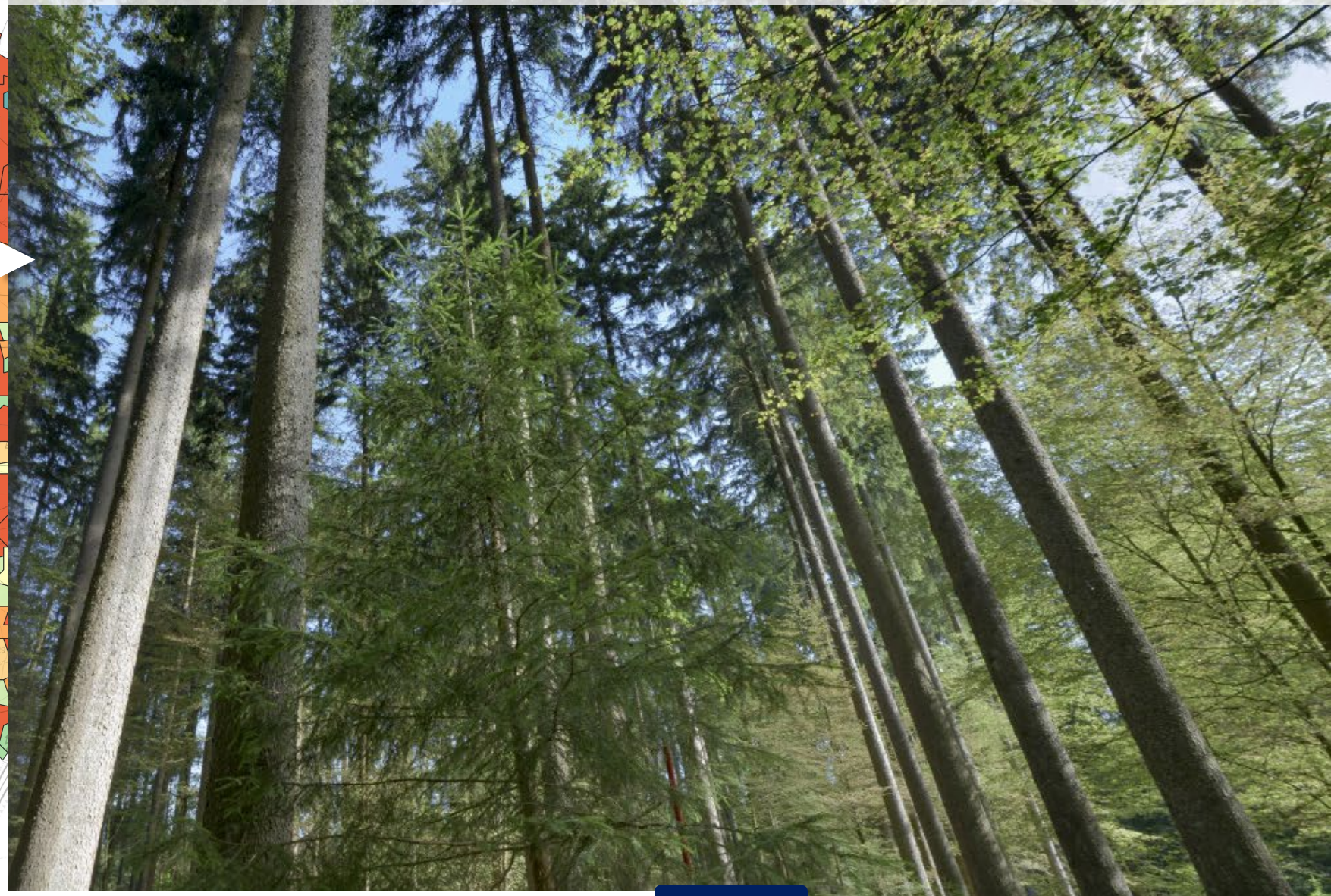
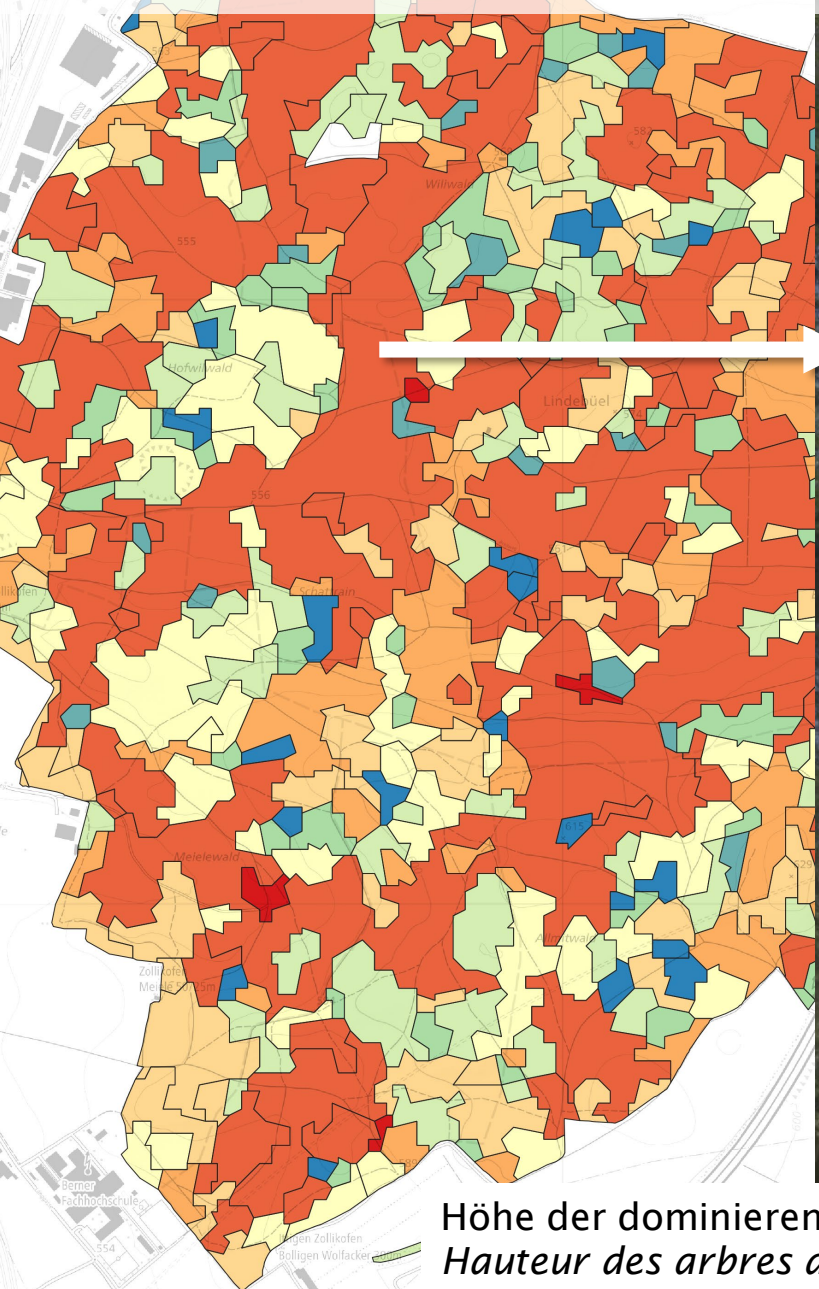


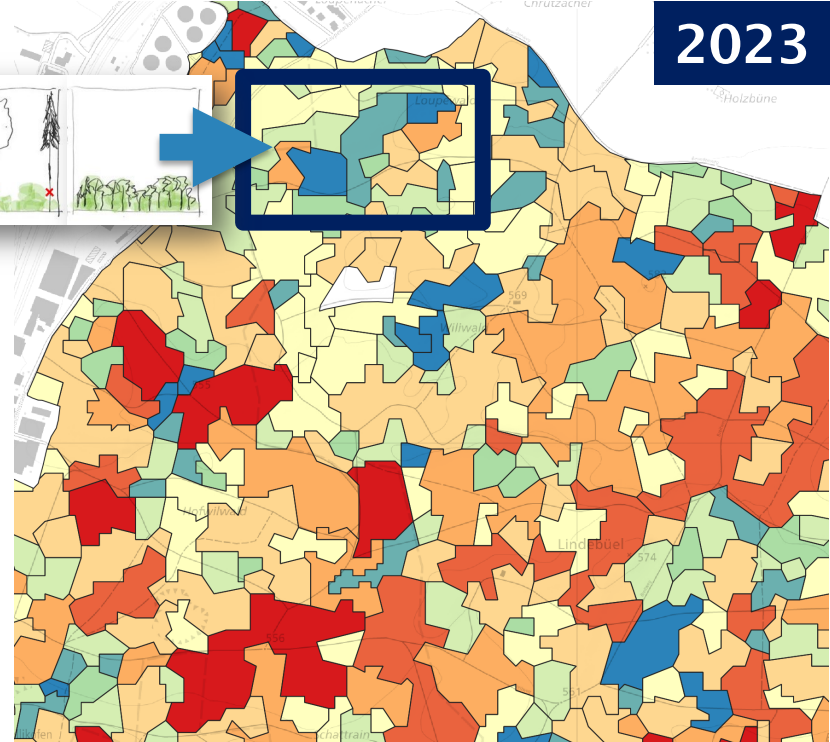
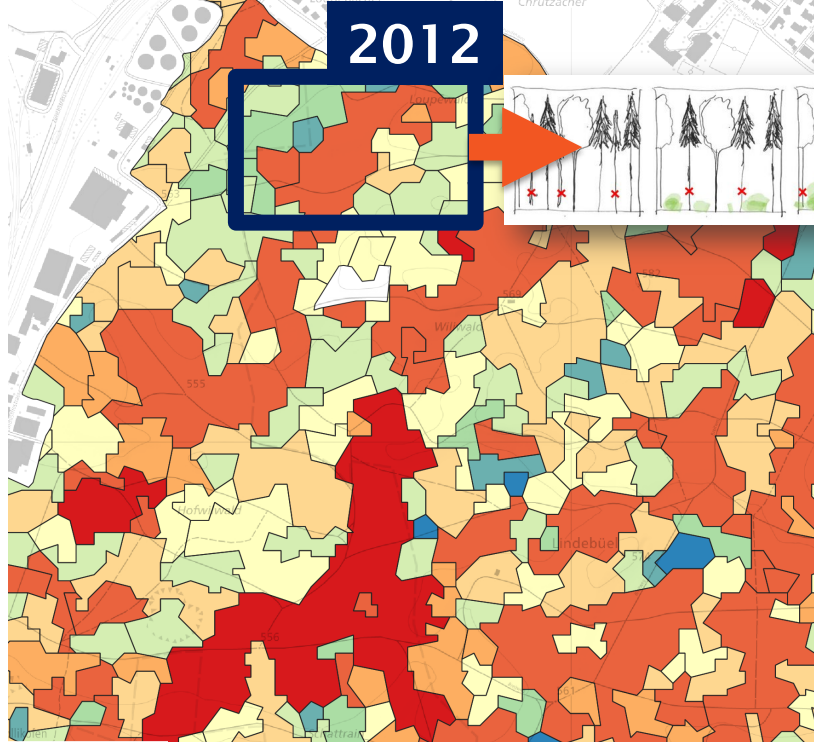
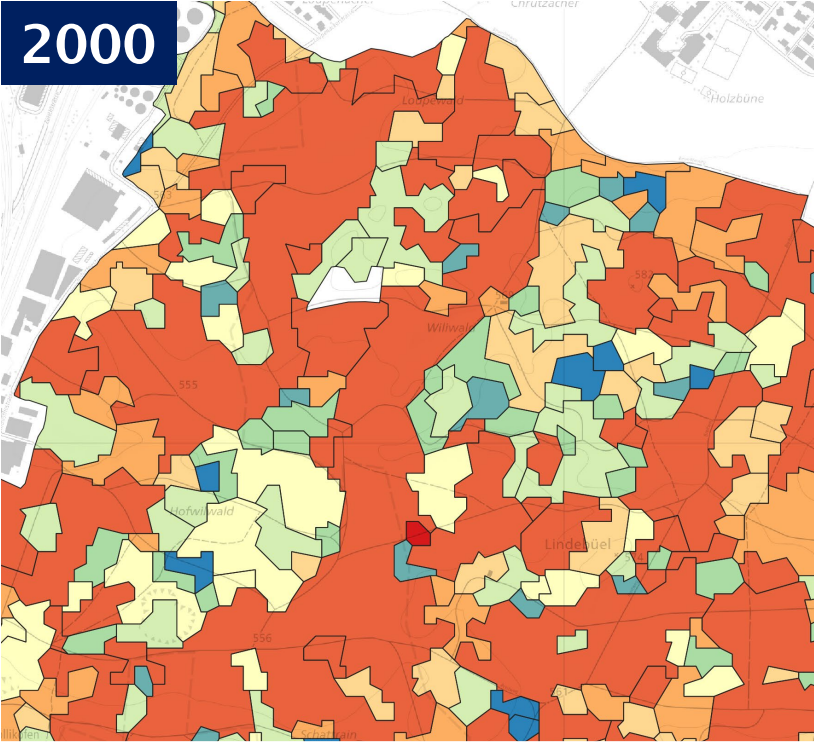
Reduktion der Umtriebszeit bei gleichbleibenden Zieldurchmesser dank intensiveren Waldbaus
Réduction des périodes de production pour un même diamètre cible grâce à une sylviculture plus dynamique



2000

Lenkung der biologischen Produktion auf Waldgebietesebene *Influencer la production biologique au niveau d'un massif forestier*





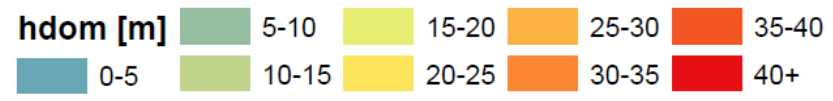
**Weniger Bestände mit Oberhöhen > 35m
→ Reduktion der effektiven Umtriebszeit**

**Vermehrte Verjüngungsflächen → Anpassung
der Baumartenzusammensetzung bzw.
Reduktion des Fichtenanteils zugunsten
anderen Baumarten**

*Moins de peuplements avec des hauteurs
dominantes > 35 m → réduction des périodes de
production effectives*

*Davantage de surfaces de rajeunissement
→ adaptation de la composition en essences,
réduction de la part d'épicéa au profit d'autres
essences*

Hauteur des arbres dominants



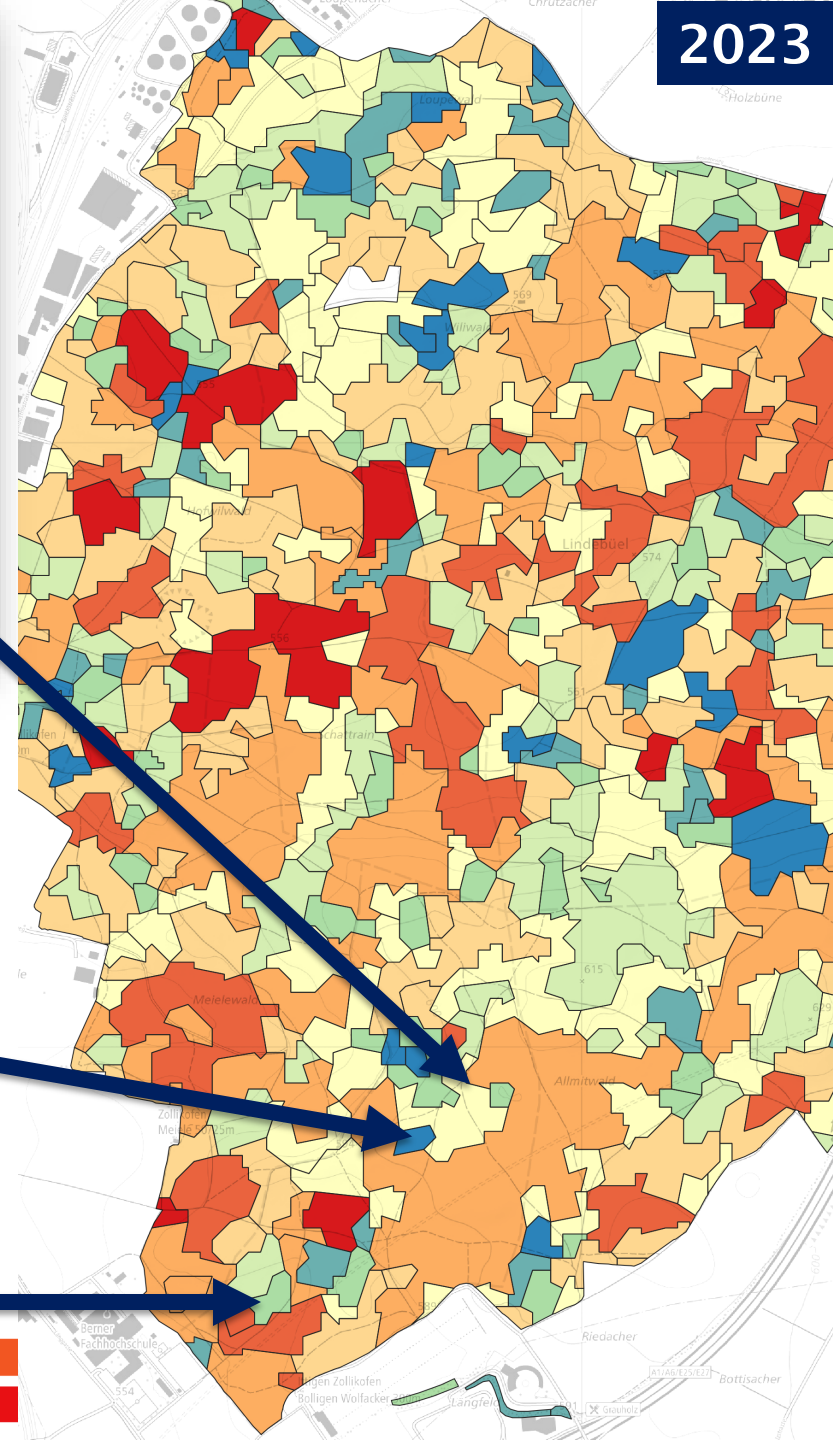
PPSSL+01 Epicéa - Meielewald (BGBern)
15.02.2021
15.02.2021

Proaktiv *Proactif*



+ 3 Jahre ans ->

2023
Holzbüchse

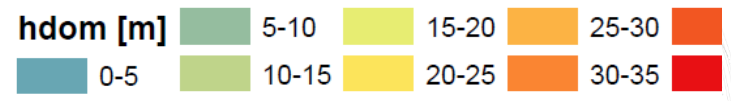


Bedeutung der Störungen auf die Baumartenzusammensetzung
Importance des perturbations sur la composition en essences

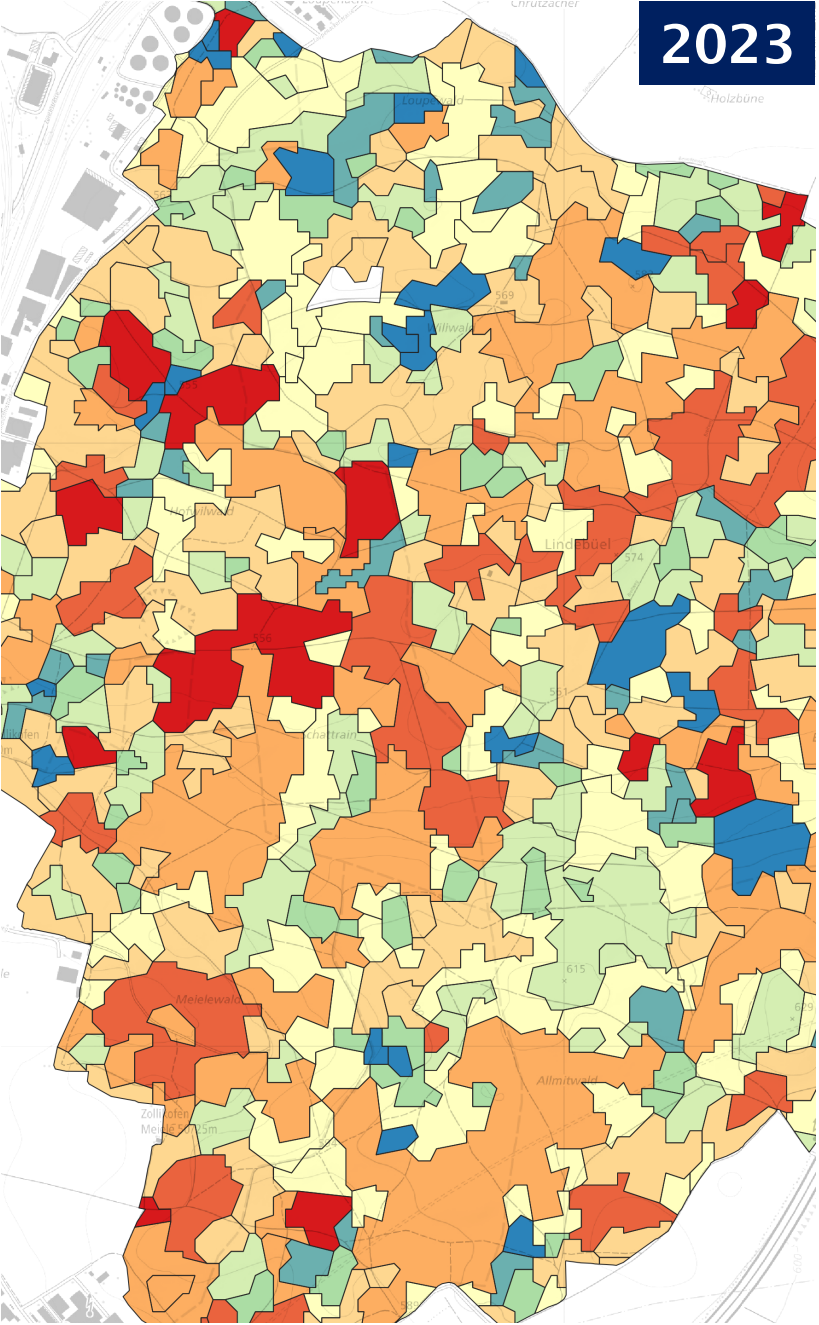
Reaktiv *Réactif*



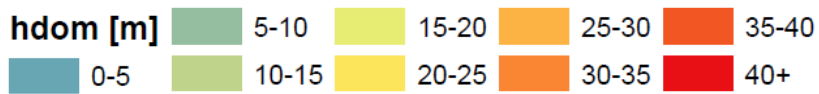
Reaktiv *Réactif*



2023



Wie weiter?
Suite ?



Die Walderneuerung als Motor der Klimaanpassung *Le rajeunissement comme moteur de l'adaptation au changement climatique*

Demographic development

Player Overview

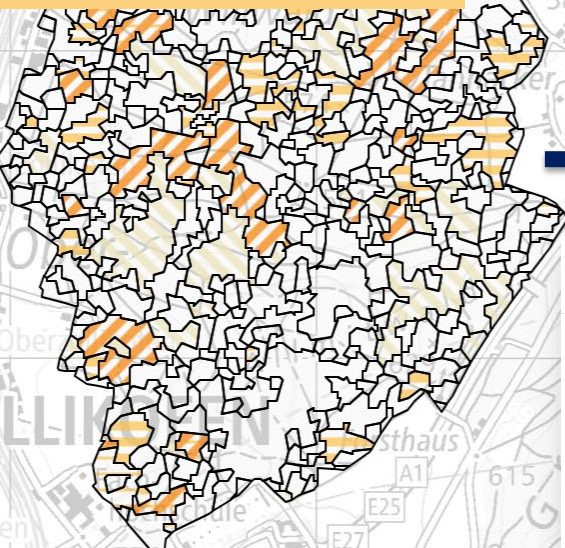
Search by stand ID

- None
- Main tree type
- hdom
- age
- ddom
- Division
- Thinning
- Regeneration
- Regeneration priorities
- Conversion phase
- Conversion age range
- Non direct conversion

- Regeneration priorities ###
- Priority 1 (22ha)
 - 0%-33%
 - 34%-66%
 - 67%-100%
 - Priority 2 (27ha)
 - 0%-33%
 - 34%-66%
 - 67%-100%
 - Priority 3 (32ha)
 - 0%-33%
 - 34%-66%
 - 67%-100%

2023-2032: 22 ha (8%) → 12'000 m³

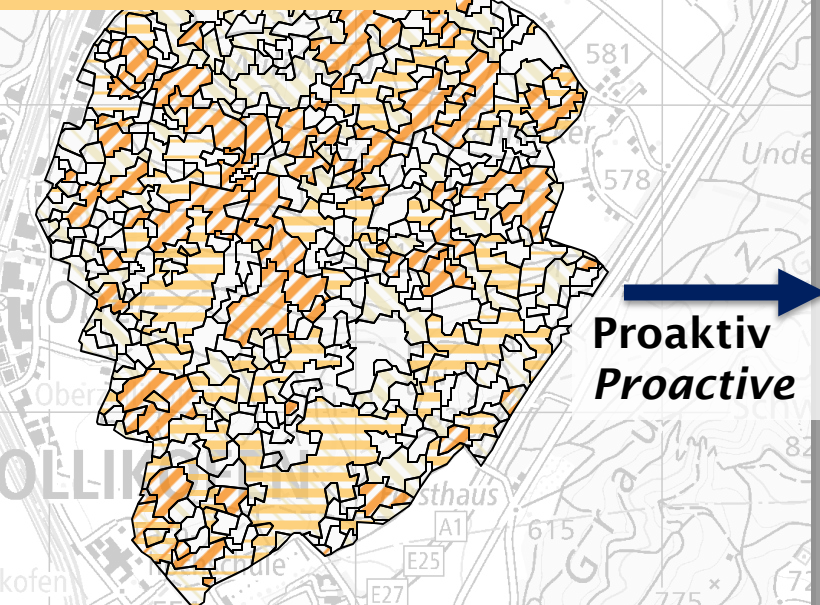
2033-2042: 27 ha



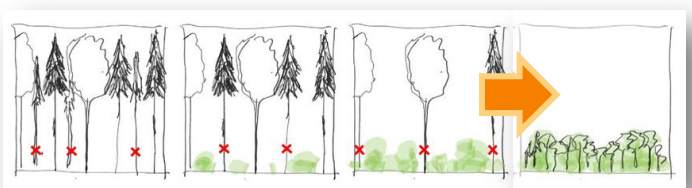
Reaktiv *Réactive*

2023-2032: 55 ha (20%) → 33'000 m³

2033-2042: 50 ha

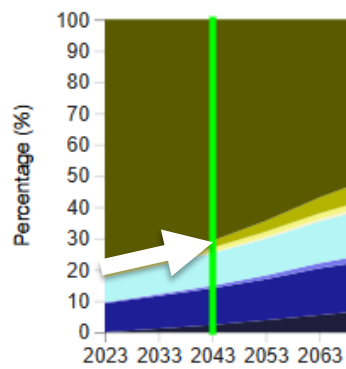


Proaktiv *Proactive*



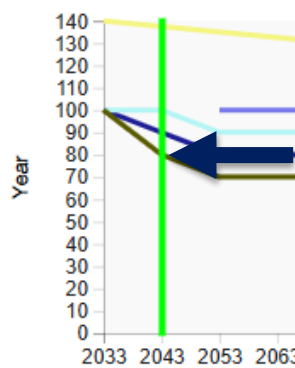
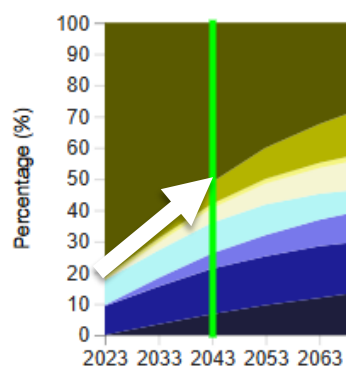
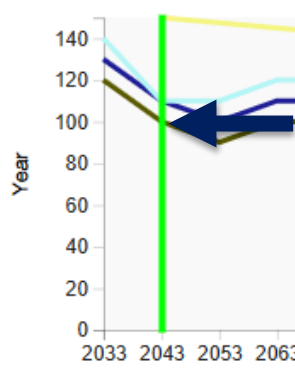
Entwicklung der Baumartenzusammensetzung

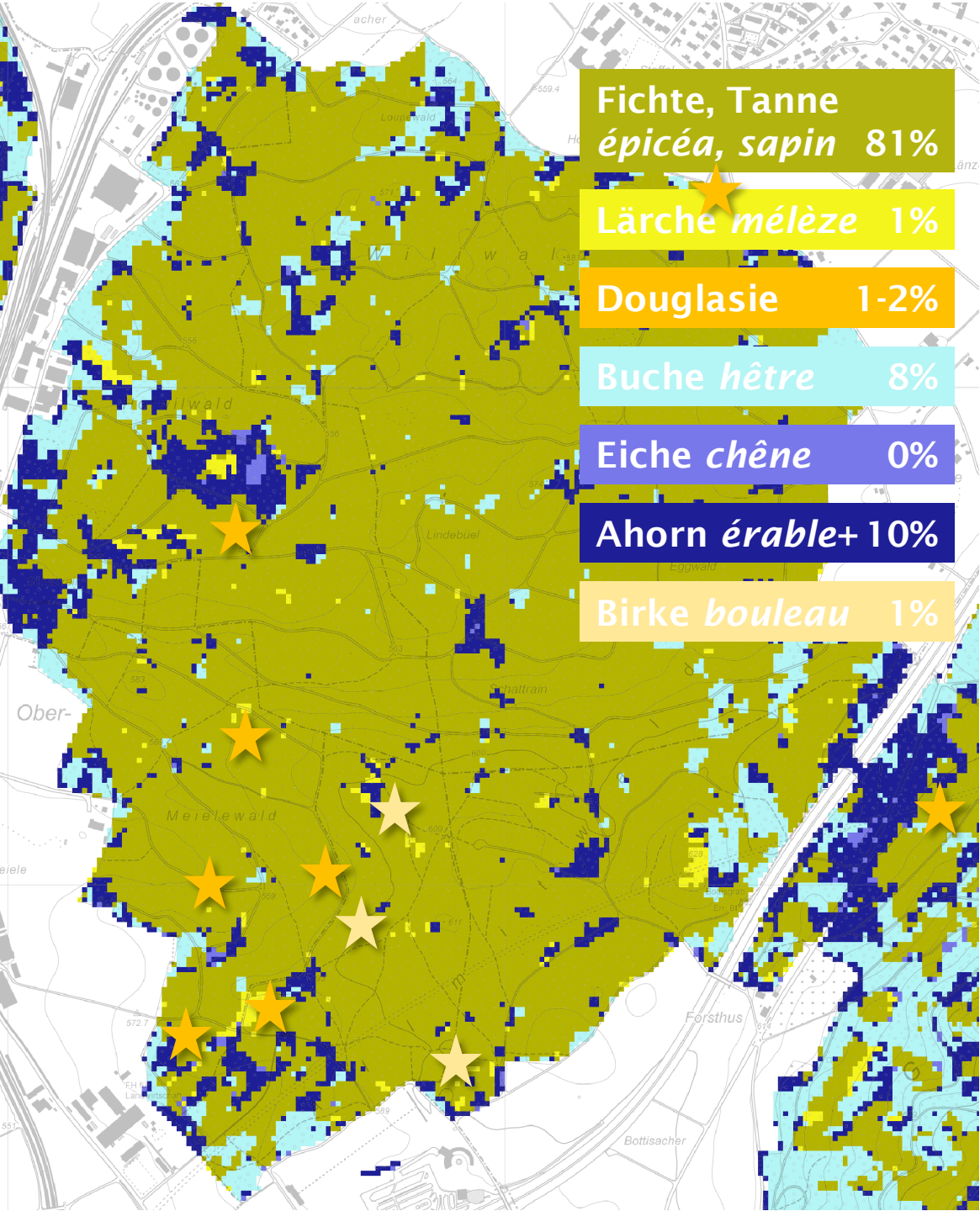
Evolution de la composition en essences



Entwicklung der effektiven Umtriebszeiten

Evolution des périodes de production

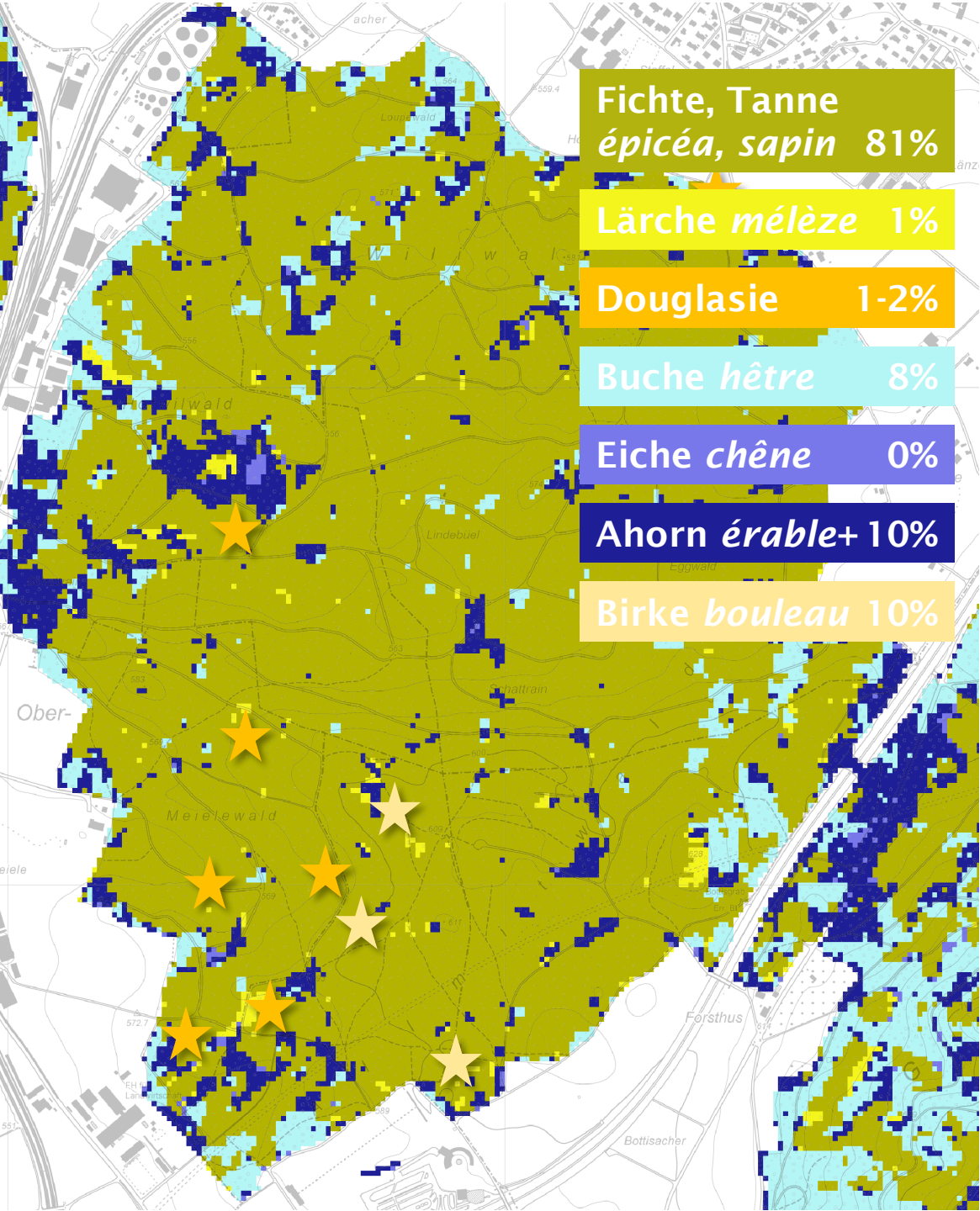




- Fichte, Tanne
épicéa, sapin 81%
- Lärche *mélèze* 1%
- Douglasie 1-2%
- Buche *hêtre* 8%
- Eiche *chêne* 0%
- Ahorn *érable*+ 10%
- Birke *bouleau* 1%

Aktuelle Baumartenzusammensetzung *Composition en essences actuelle*

31+%	Fi Ta <i>Ep Sa</i>						
16-30%							
6-15%				Bu <i>Hê</i>	Ah <i>Er</i>		
3-5%							
1-2%		La Foe <i>Mé Pi</i>	Dou <i>Dou</i>			Ei <i>Ch</i>	Bi ... <i>Bo</i>



Aktuelle und **anzustrebende** Baumartenzusammensetzung *Composition en essences actuelle et **cible***

31+%	Fi Ta Ep Sa									
16-30%	↓ ↓			↑		↑				
6-15%	↓ ↓			↑	Bu Hê		Ah Er			
3-5%	↓			↑					↑	
1-2%		La Foe Mé Pi		↑	Dou Dou				Ei Ch	Bi ... Bo

Mehr % ↑ Bedeutung ↑
Plus % ↑ Importance ↑

Weniger % ↓ Aufwand ↑ Risiken ↑
Moins % ↓ Efforts ↑ risques ↑

Klare Zielvorstellung auf Waldgebietsebene und klare Umsetzung auf Bestandesebene mit 2-4 Zielhauptbaumarten

Objectifs clairs définis à l'échelle du massif et mise en œuvre concrète à l'échelle du peuplement avec 2 à 4 essences principales cibles

Rolle Fichte und Tanne? *Rôle de l'épicéa et du sapin ?*



Smart Forest
Toolbox

Waldmonitoring

> immer besser im Bild



> map.admin.ch

Störungen

Waldmanagement

> flexible Steuerung und Kontrolle

20-100+ J

Langfristige
Entwicklung



5-20 J

Koordination der
Massnahmen



Biodiversität
Waldleistungen

Holzernte

0 J

Anzeichnung

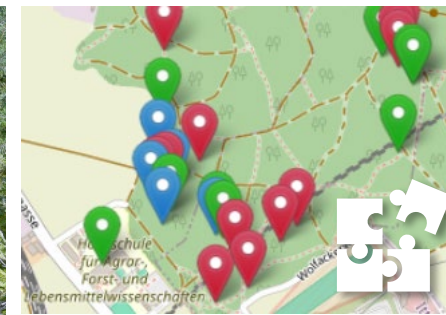
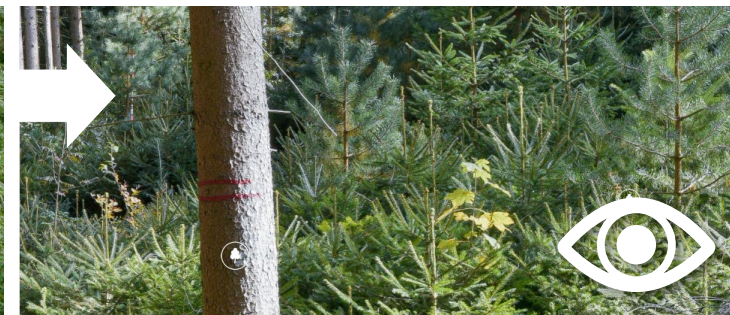
1-5 J

Holzangebot

Waldbauliches Knowhow und Wissensmanagement im Netzwerk

> Training, Wirkung nachverfolgen, Waldbaukonzepte optimieren und weiterentwickeln

Waldbau- Konzept



Zusammengefasst *En résumé*

- ▶ Waldbau und Planung:
 - ▶ Gezielte und effiziente Lenkung der Waldentwicklung → vieles ist möglich
 - ▶ Langfristige Zielsetzung zur Klimaanpassung und konkreter Beitrag in 10, 20 Jahren? ... proaktiv bzw. reaktiv?
- ▶ Rolle Fichte und Tanne:
 - ▶ Ist! + Zielanteil? + Geschwindigkeit der Anpassung? → Ausmass der Walderneuerung!
 - ▶ Reduktion der Risiken: Reduktion der Umtriebszeit und entsprechende Förderung der Kronenentwicklung, Mischung bzw. Rolle im Bestand, Struktur bzw. Dauerwald?, Biodiversität bzgl. Resilienz!
- ▶ Nutzen der Digitalisierung → Waldmonitoring, Waldbau, Waldplanung
- ▶ *Sylviculture et planification :*
 - ▶ *Influencer le développement forestier de façon ciblée et efficiente → beaucoup de possibilités*
 - ▶ *Objectifs à long terme pour l'adaptation au climat et contribution concrète dans 10, 20 ans ? ... de manière proactive ou réactive ?*
- ▶ *Rôle de l'épicéa et du sapin :*
 - ▶ *État actuel ! + proportion cible ? + vitesse d'adaptation ? → ampleur du renouvellement forestier !*
 - ▶ *Réduction des risques : réduction de la période de production et promotion du développement du houppier, mélange et rôle dans le peuplement, futaie irrégulière ?, biodiversité au service de la résilience !*
- ▶ *Valorisation de la numérisation → monitoring forestier, sylviculture, planification forestière*

Ökonomische Überlegungen zur Anpassung

Im Wald herrscht Handlungsbedarf.

- ▶ Besonders in den tieferen Lagen (Mittelland, Jura) geraten die traditionellen Hauptbaumarten Fichte und Buche) unter Druck.
- ▶ «Träge» Waldökosysteme müssen an die neuen, klimatischen Rahmenbedingungen angepasst werden, will man die Waldfunktionen auch in Zukunft aufrecht erhalten.

En forêt, il y a un besoin d'action.

- ▶ *C'est surtout dans les zones de basse altitude (Plateau, Jura) que les principales essences traditionnelles (épicéa et hêtre) sont menacées.*
- ▶ *Les écosystèmes forestiers « inertiels » doivent être adaptés aux nouvelles conditions climatiques si l'on veut préserver les fonctions forestières à l'avenir.*



Die Frage ist: Welche Strategie ist zielführend?

- ▶ *Baumarten, Umtriebszeiten/Zielstärken, Waldbauliche Konzepte*

Welche wirtschaftlichen Konsequenzen ergeben sich daraus

La question est : Quelle stratégie est la plus efficace ?

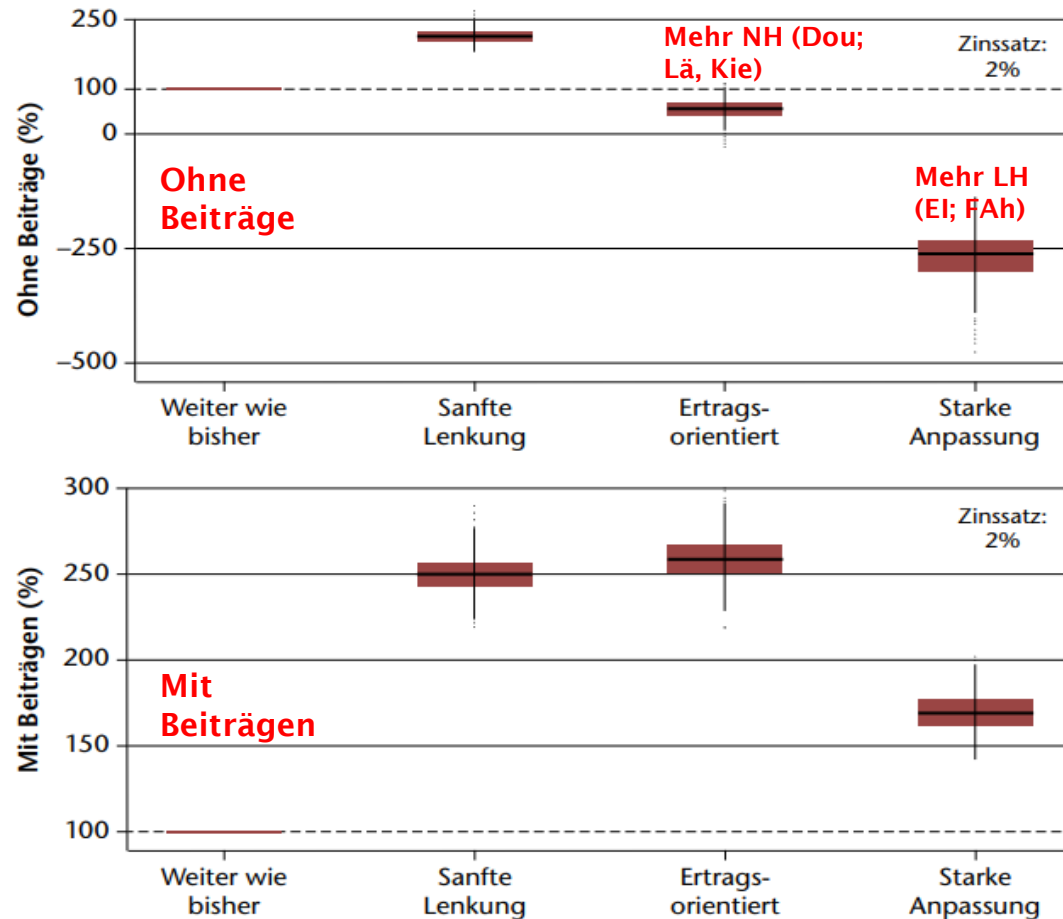
- ▶ *Essences, périodes de production/dimensions cibles, concepts sylvicoles*

Quelles en sont les conséquences économiques ?

Ökonomische Überlegungen zur Anpassung

Grundsätzliche Anpassungsstrategien der Wälder an den Klimawandel

Annuitäten waldbaulicher Anpassungsstrategien (Beispiel Mitelland)



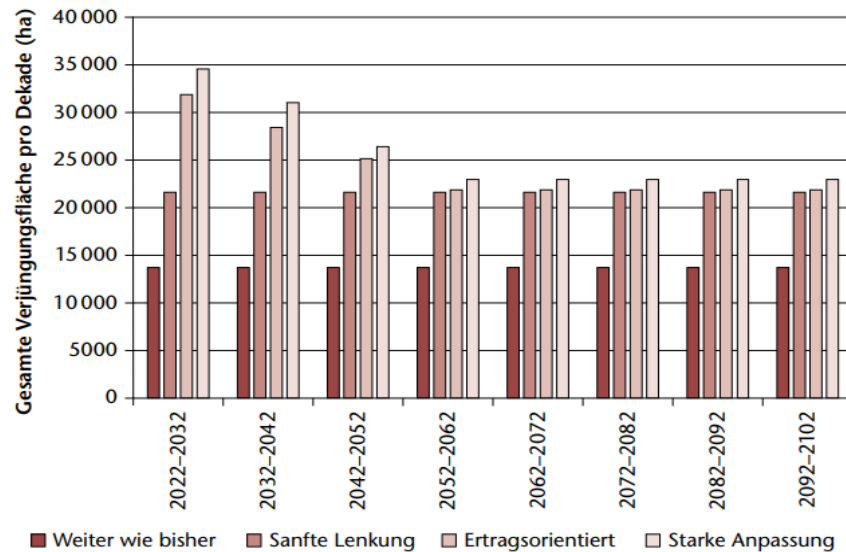
Ergebnisse der ökonomischen Bewertung für die verschiedenen Szenarien ohne öffentliche Beiträge (oben) und mit öffentlichen Beiträgen (unten).

- ▶ Es existieren **verschiedene Anpassungsmöglichkeiten** mit unterschiedlichen ökonomischen Auswirkungen
- ▶ Betriebe stehen vor der **grundsätzlichen Entscheidung**:
 - ▶ Minimale Eingriffe / reaktiv
→ minimale Investitionskosten.
 - ▶ Aktive Anpassung / proaktiv
→ Hohe Investitionskosten.
- ▶ Senkung der **Umtriebszeiten/Zielstärken** sowie **Baumartenwahl** als wichtigste Hebel.
- ▶ **Stärkere Anpassungsstrategien** sind wirtschaftlich nur mit öffentlichen Beiträgen möglich.

Ökonomische Überlegungen zur Anpassung

Grundsätzliche Anpassungsstrategien der Wälder an den Klimawandel

Gesamtverjüngungsflächen nach Anpassungsszenarien



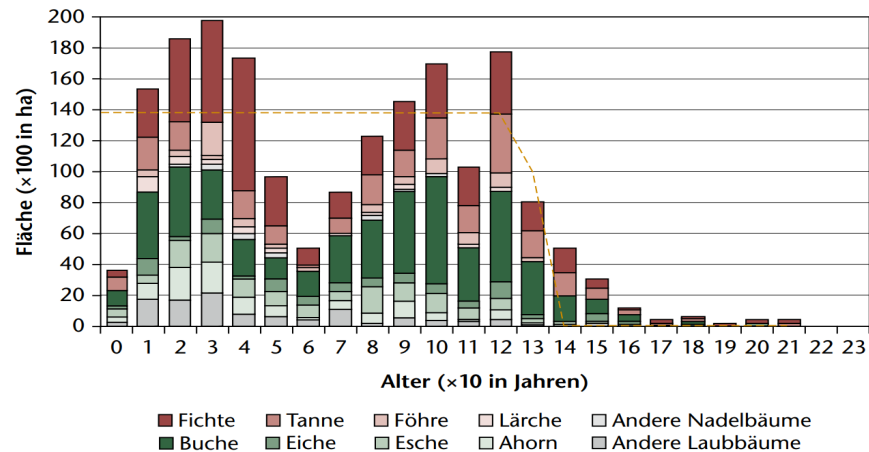
Quelle: Gaspard et al. 2023

Nutzungsmengen:

- ▶ Anpassungsstrategien führen zu **deutlichen Mehrmengen an Rohholz** (40% sanfte Anpassung bis 150% starke Anpassung).
- ▶ Für Das Mittelland würde dies zwischen **3.5 Mio. Fm und 6.25 Mio. Fm** jährlich bedeuten.



Demographische Struktur Baumarten Mittelland



Quellen: WSL 2022, Rosset 2005, Rosset et al. 2014

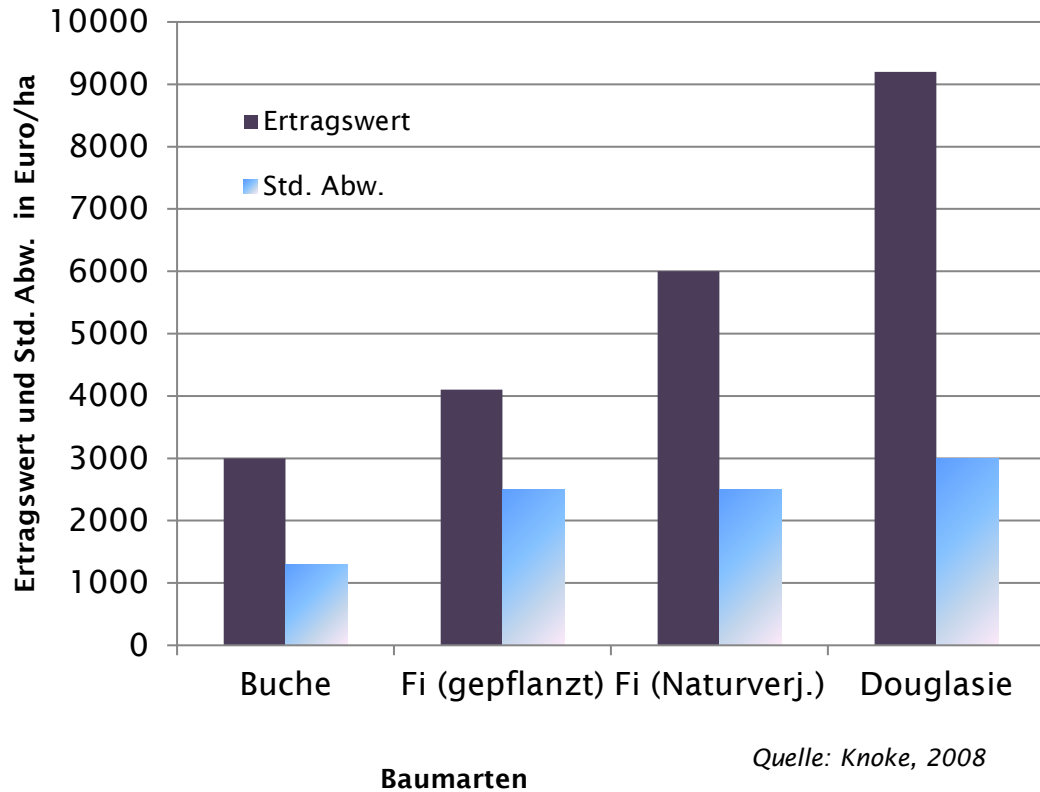
Konsequenzen:

- ▶ **Absatzmöglichkeiten** müssen vorhanden sein (Holzpreis).
 - ▶ Inländische Kapazitäten
 - ▶ Export
- ▶ **Aufarbeitungskapazitäten** fehlen.

Ökonomische Überlegungen zur Anpassung

Baumarten: Ertragskraft und naturales Risiko

Wirtschaftliche Leistungsfähigkeit von Baumarten
(Provinienzversuch Kaiserslautern)



Anmerkung: Keine Angaben zur jeweiligen Wuchsklasse

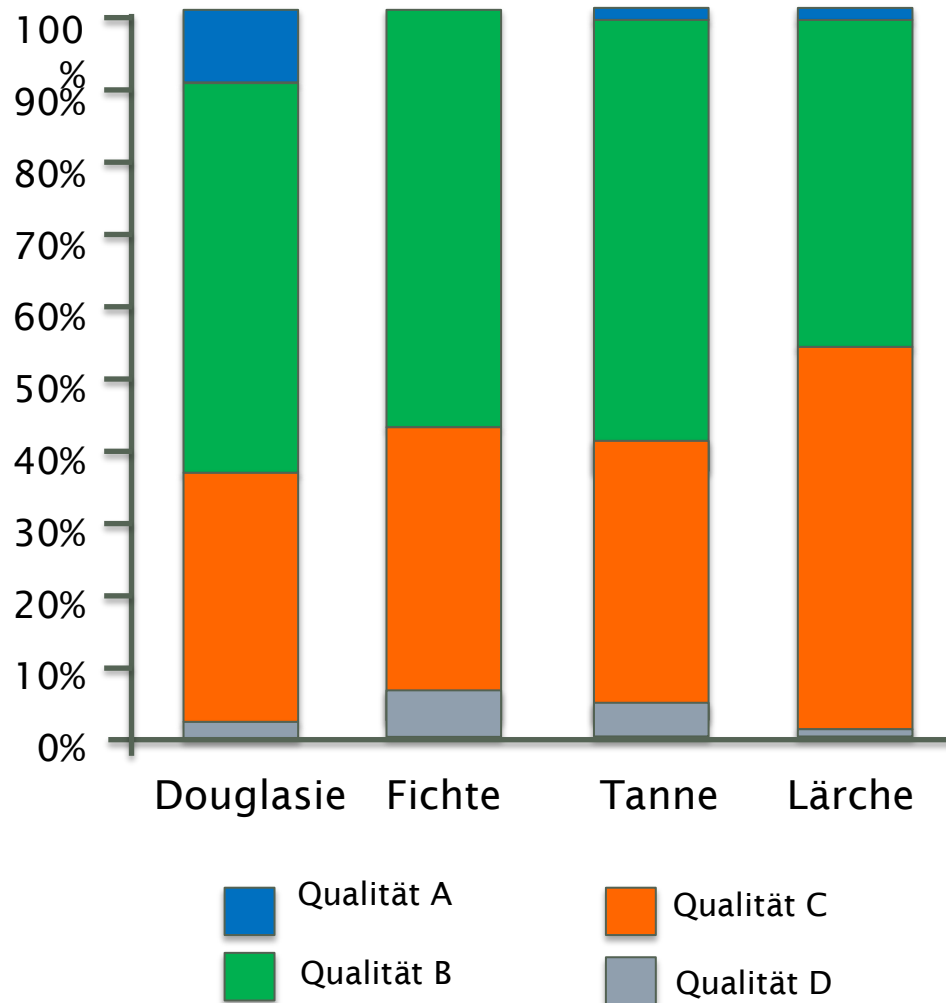
Ökonomische Beurteilung von Baumarten:

- ▶ Baumarten unterscheiden sich im Hinblick auf **Ertragswerte** sowie **Streuung der Erträge**.
- ▶ **Naturverjüngung** ist wirtschaftlich am attraktivsten (Problem: Sind Samenbäume vorhanden)
- ▶ **Mischung der Baumarten** ist zielführend:
 - ▶ Zur Risikostreuung bzw. -minimierung
 - ▶ Zur Verbesserung der Wohlfahrt (bestmögliche Waldleistungen)
 - ▶ Zur Ertragsverbesserung

Ökonomische Überlegungen zur Anpassung

Baumarten: Ertragskraft und naturales Risiko

Qualitätsverteilung bei den Baumarten Dou, Fi, Ta und Lä



Douglasie, Wunderbäume?

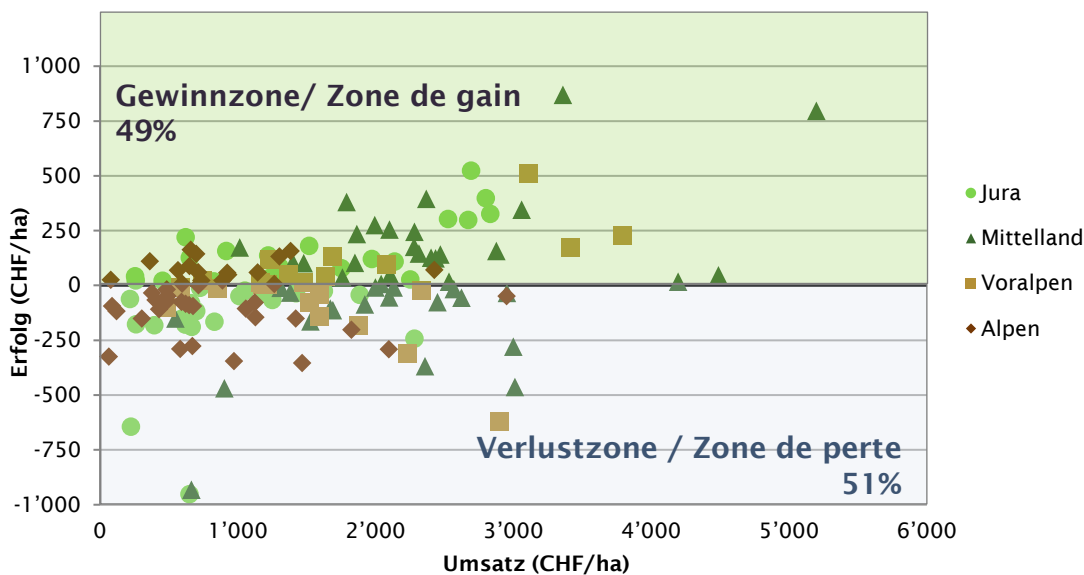
- ▶ **Douglasie** ist eine wirtschaftlich interessante Baumart
 - ▶ höheres Wachstumspotenzial und gute Wertleistung auf geeigneten Standorten
 - ▶ für die Industrie ein Möglicher «Ersatz» für die Fichte
- ABER**
 - ▶ Pflanzung beutet hohen Aufwand für Betriebe/Waldbesitzer (+ Wertastung)
 - ▶ Standortlich nicht immer geeignet
 - ▶ ökologischer Wert?
- ▶ Insgesamt wäre eine **Offenheit im Hinblick auf Optionen zielführend:**
 - ▶ Gastbaumarten
 - ▶ Provenienzen

Ökonomische Überlegungen zur Anpassung

Considérations économiques relatives à l'adaptation

Herausforderung auf betrieblicher Ebene
Challenges au niveau des entreprises

Betriebsergebnisse im TBN 2024
Résultats des entreprises selon TBN 2024



Finanziell:

- ▶ **Hohe Umbaukosten** bei ohnehin schwacher Ertragslage.
- ▶ **Lange Investitionshorizonte** (Gegenfinanzierung aktuell nur durch Holzverkauf oder Unterstützung öffentliche Hand möglich).
- ▶ **Kein stabiles Umfeld:** Weitere Klimaschäden führen zu ungeplanten Massnahmen und erzeugen Zusatzkosten.
- ▶ Absatz von **weniger gefragten Sortimenten** ggf. herausfordernd (Starkholz).

Sur la plan financier :

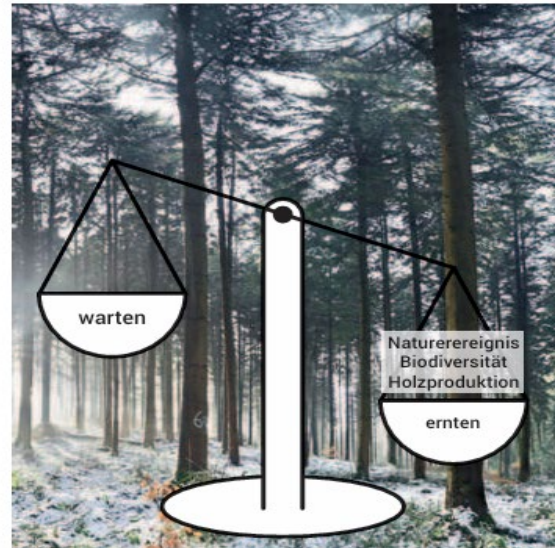
- ▶ **Coûts de reconversion élevés** alors que la rentabilité est déjà faible.
- ▶ **Horizons d'investissement longs** (financement actuellement possible uniquement par la vente de bois ou les subventions publiques).
- ▶ **Environnement instable :** de nouveaux dommages climatiques entraînent des mesures imprévues et génèrent des coûts supplémentaires.
- ▶ La commercialisation des **assortiments moins demandés** peut s'avérer difficile (bois de gros diamètre).

Ökonomische Überlegungen zur Anpassung

Considérations économiques relatives à l'adaptation

Herausforderung auf betrieblicher Ebene
Challenges au niveau des entreprises

Évaluation pour la hiérarchisation des mesures



Organisatorisch:

- ▶ **Betriebliche Ressourcen** eingeschränkt.
- ▶ Pro Betrieb/Bestand sind entsprechende **Umbaukonzepte notwendig (WIS 2)**.
- ▶ Massnahmen müssen in eine **Rangreihung** gebracht werden.
- ▶ Aktuell zeigt sich, dass stärkere Anpassungsstrategien zu **Widerständen in der Bevölkerung** führen.

Sur le plan organisationnel :

- ▶ *Ressources de l'entreprise limitées.*
- ▶ *Des concepts d'adaptation adéquats sont nécessaires pour chaque entreprise/peuplement (WIS 2).*
- ▶ *Les mesures doivent être classées par ordre de priorité.*
- ▶ *On constate actuellement que les stratégies d'adaptation plus fortes suscitent des résistances au sein de la population.*

Ökonomische Überlegungen zur Anpassung

Fazit und Ausblick

- ▶ Wälder müssen an den Klimawandel angepasst werden, will man die **Waldfunktionen** (auch die Holzproduktion) aufrecht erhalten.
- ▶ **Naturverjüngung** ist wirtschaftlich attraktiv (Rolle von Fi und Ta unterschätzen)
- ▶ Notwendige Massnahmen sind eine Herausforderung für die gesamte **Wertschöpfungskette** (Wald- UND Holzwirtschaft).
- ▶ Die **gesellschaftliche Wohlfahrt** sollte durch Anreizsysteme, wie öffentliche Beiträge zur Klimaanpassung der Wälder, optimiert werden.
- ▶ **Waldbesitzer/Forstbetriebe stemmen die Hauptlast** und sollten unterstützt werden (fachlich und finanziell).

