



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?

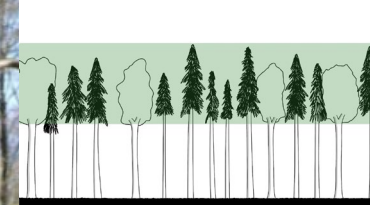
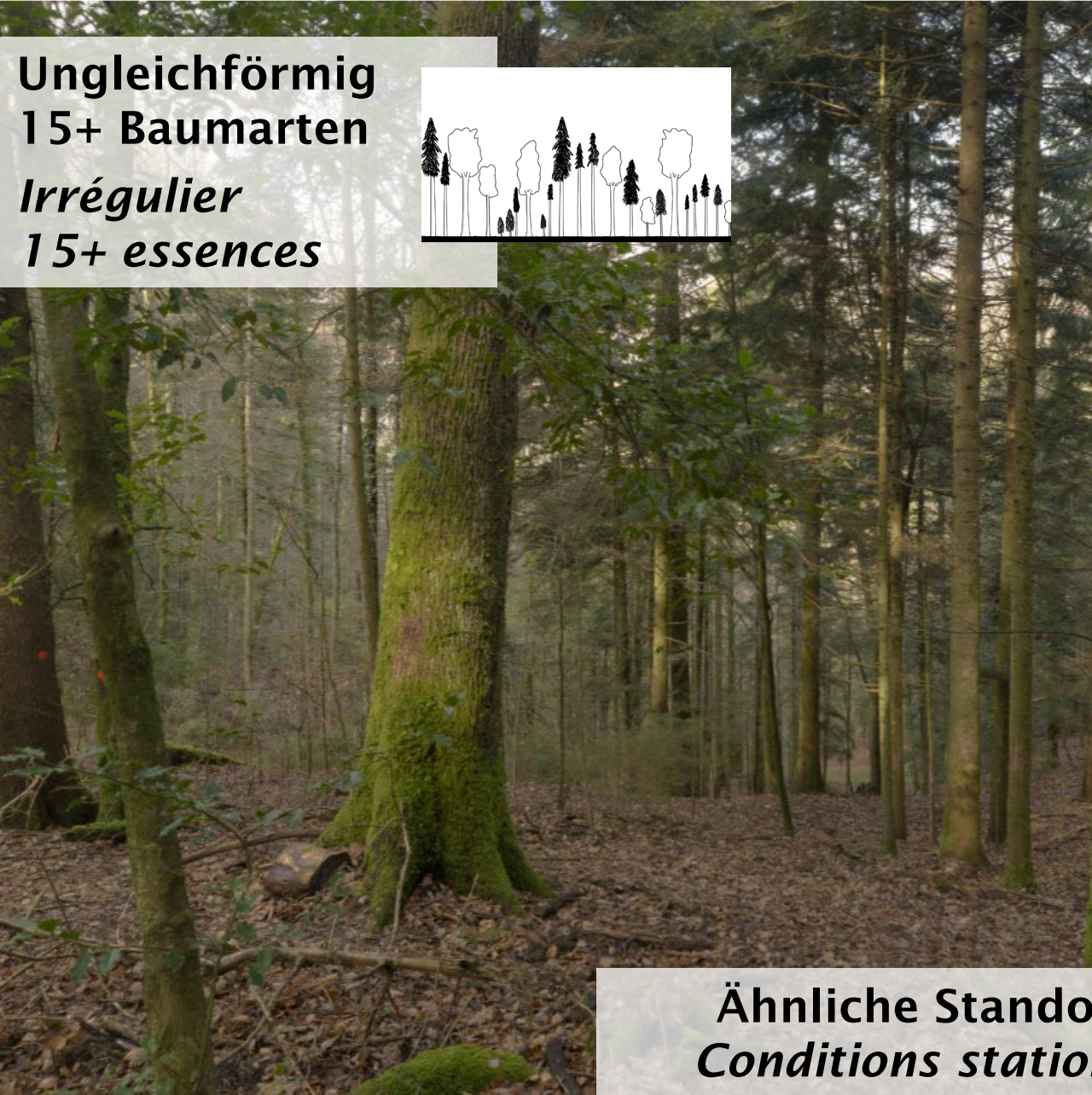
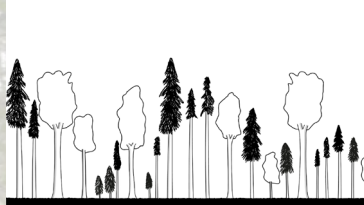
Événement professionnel : La foresterie de demain - adaptée au climat et conforme au marché ?

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



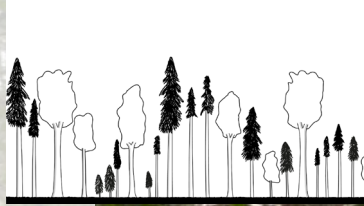
Gleichförmig
fast nur Buche
Régulier, presque
que du hêtre



Ähnliche Standortbedingungen
Conditions stationnelles similaires

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

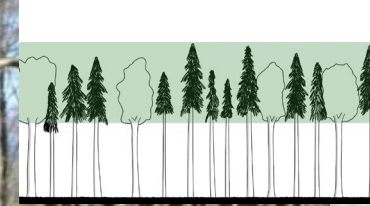
Ungleichförmig
15+ Baumarten
Irrégulier
15+ essences



... 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)

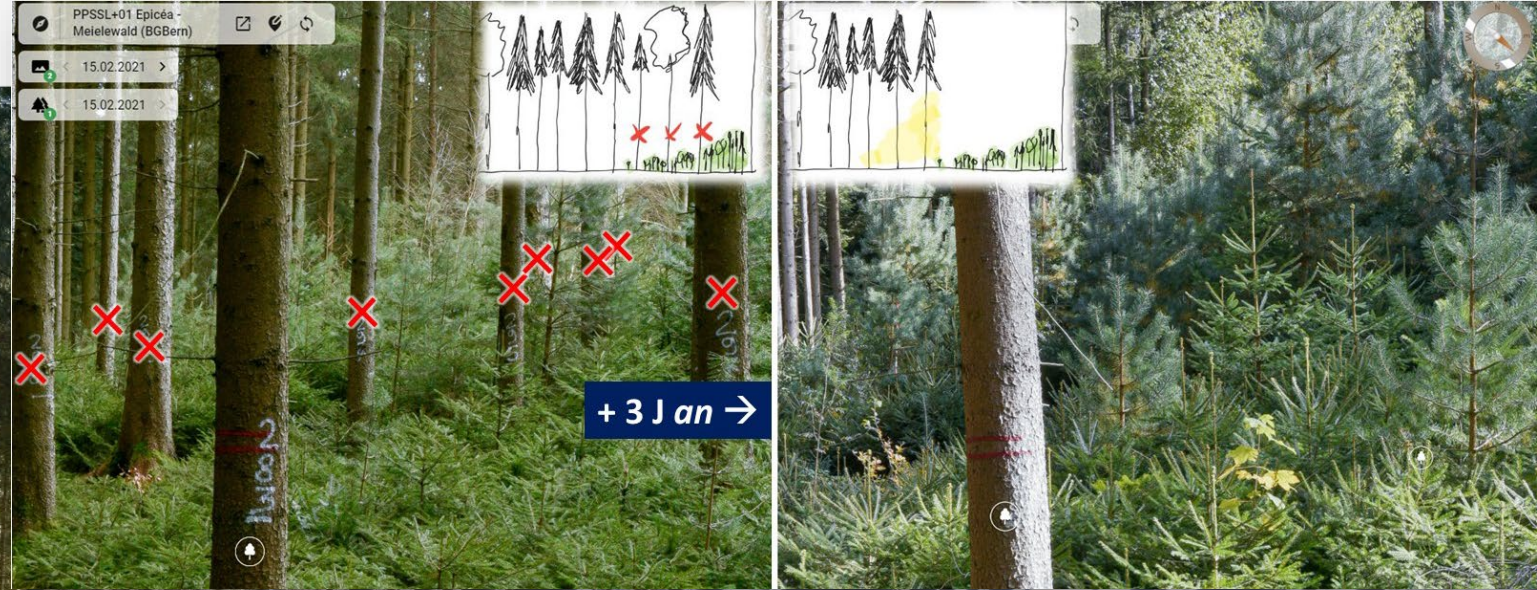
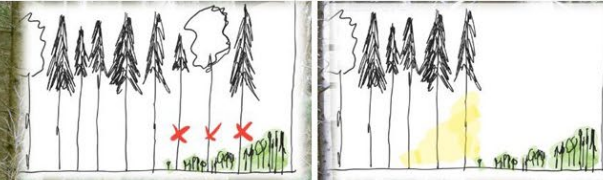
< 02.11.2022 >

< 10.12.2021 >



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





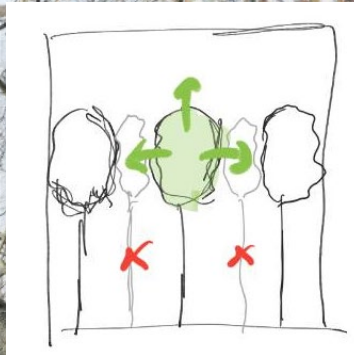
Fast nur Fichte ...
Quasi que des épicéas ...

... 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

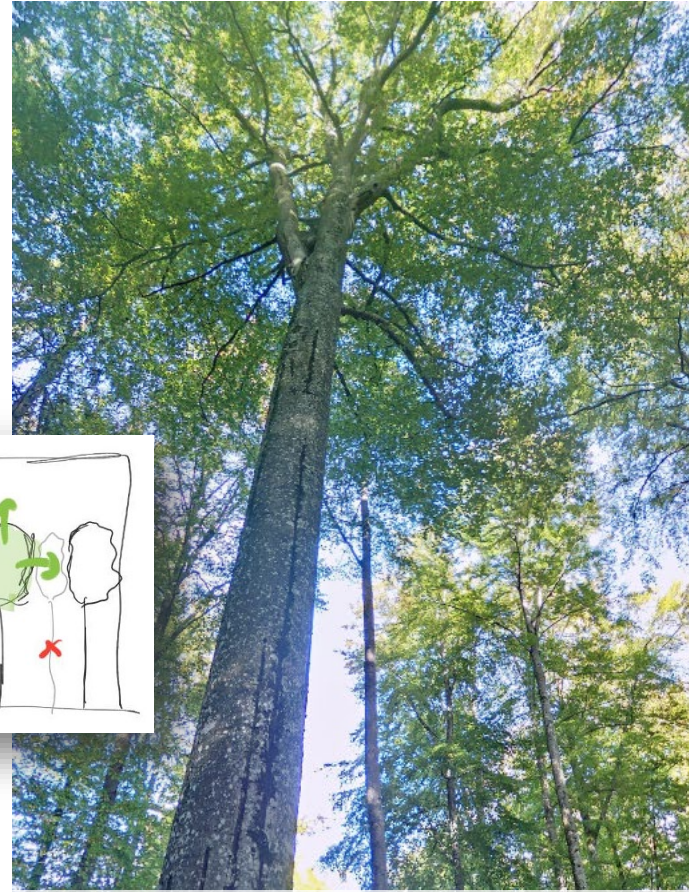
+/- gleiches Alter (ca. 20 J.) und gleiche Standortbedingungen
+/- même âge (env. 20 ans) et même conditions stationnelles



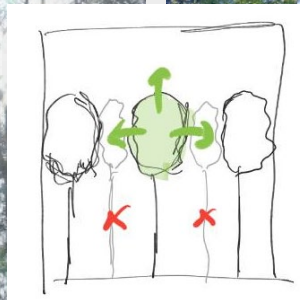
Erzielter Durchmesser der dominierenden Bäume je nachdem wie oft und wie stark eingegriffen worden ist
Diamètres atteints par les arbres dominants selon la fréquence et l'intensité des interventions



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



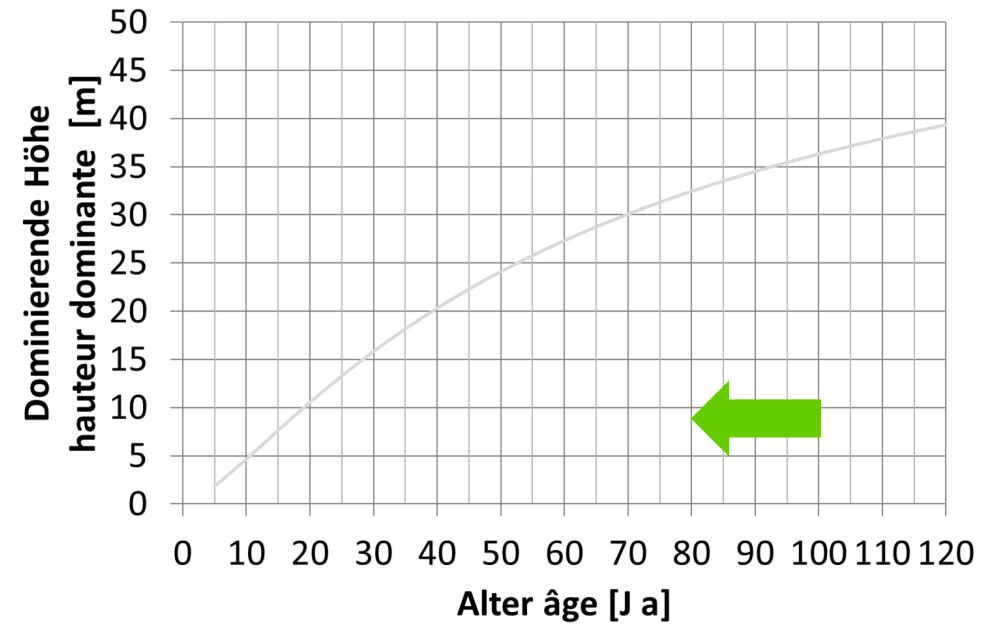
ca. 100 cm in 100+ Jahren
env. 100 cm en 100+ ans



Photosynthese
Photosynthèse



Dickenwachstum
Croissance en diamètre

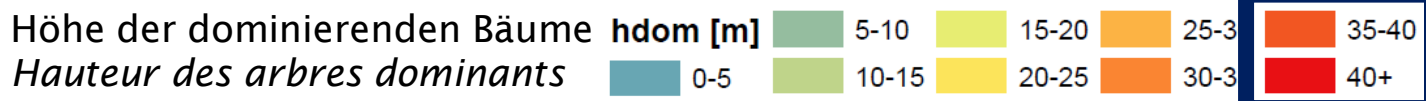
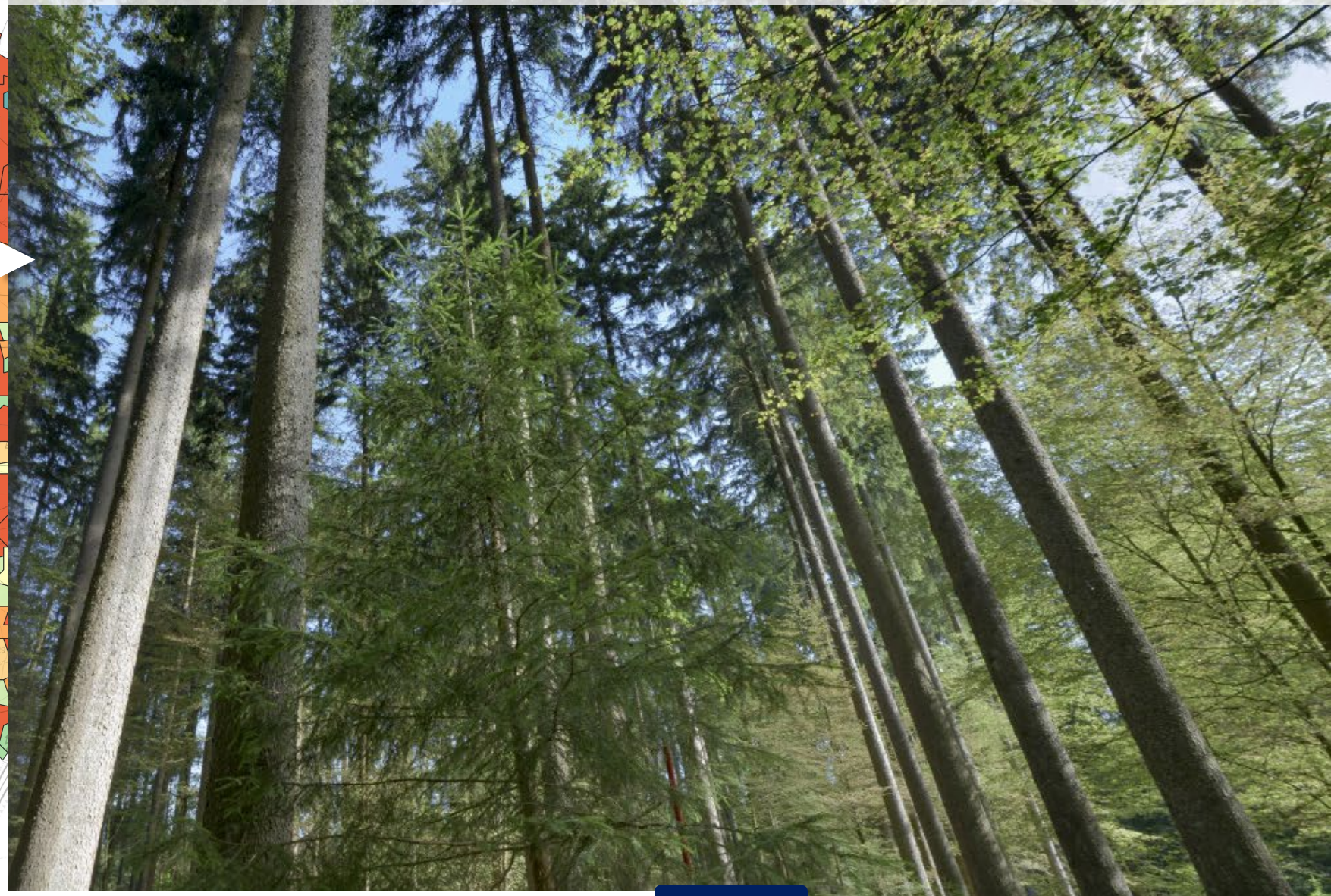
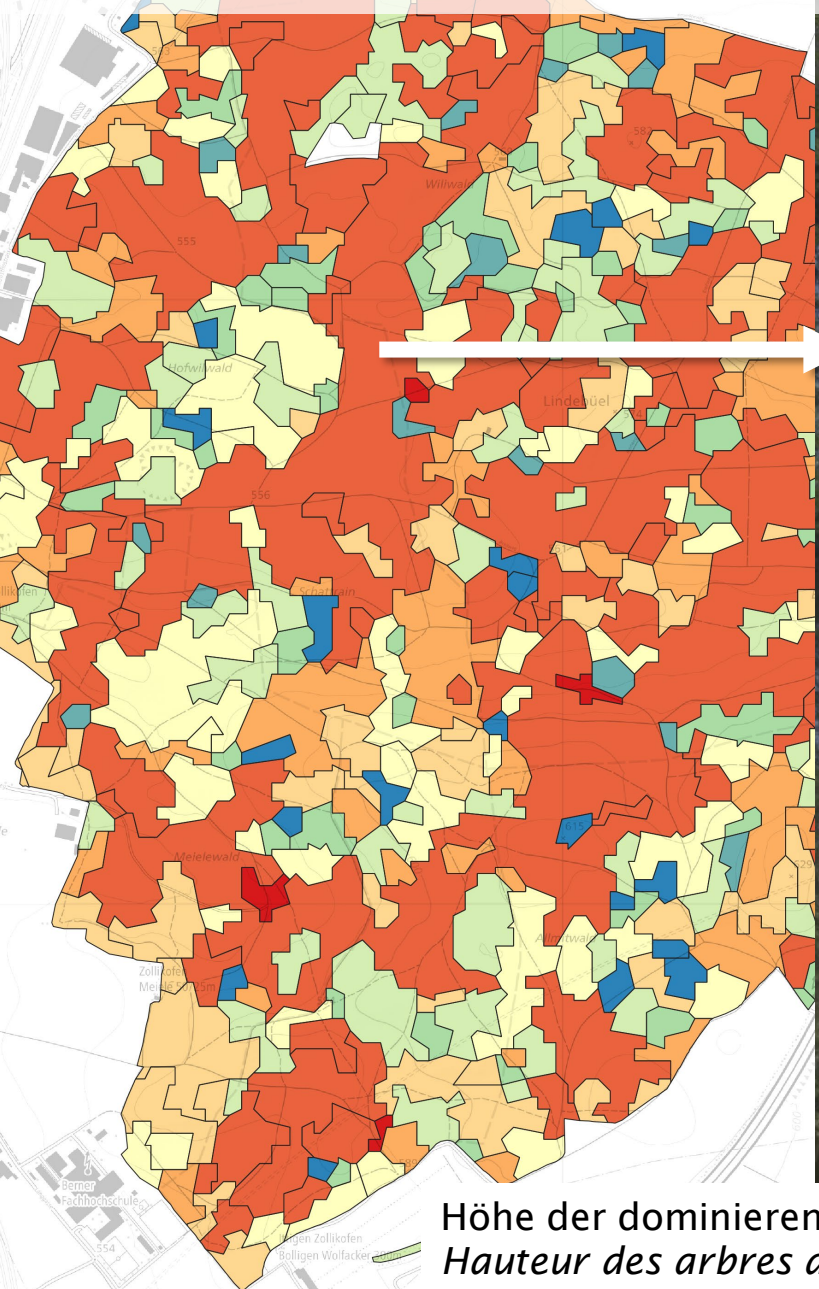


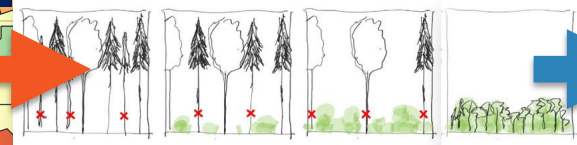
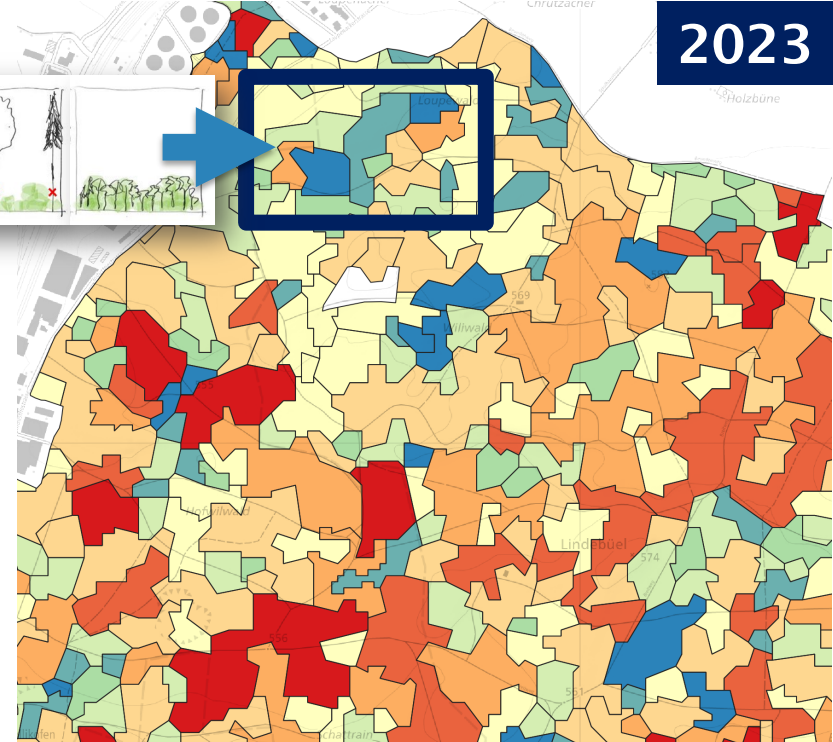
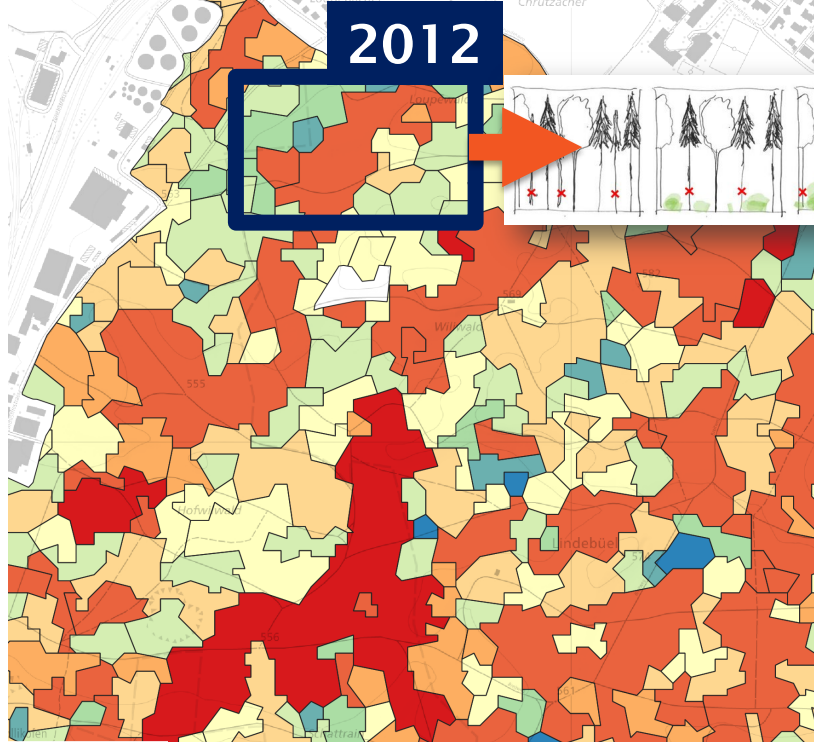
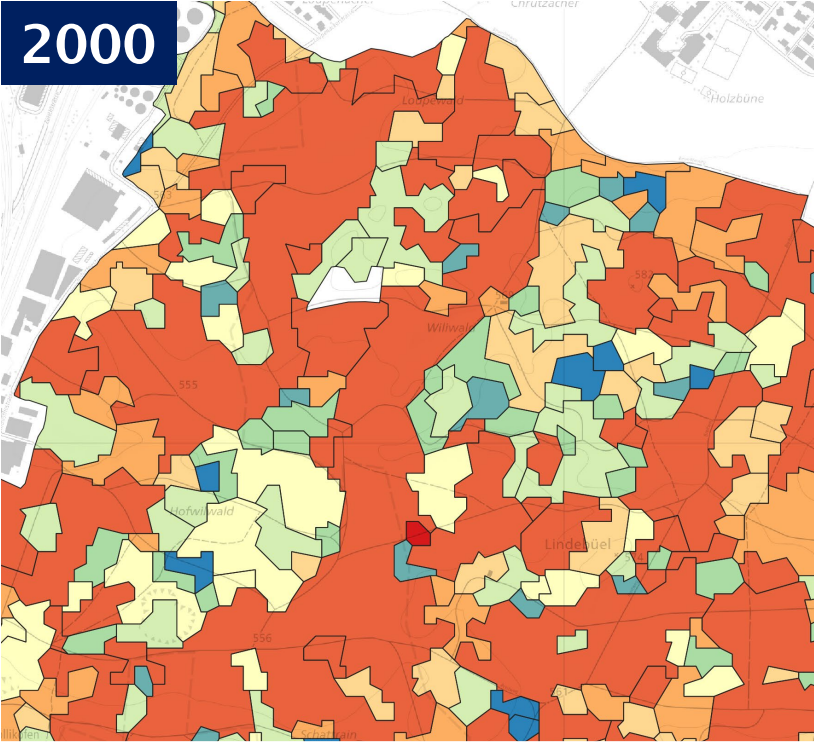
Reduktion der Umtriebszeit bei gleichbleibenden Zieldurchmesser dank intensiveren Waldbaus
Réduction des périodes de production pour un même diamètre cible grâce à une sylviculture plus dynamique



2000

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





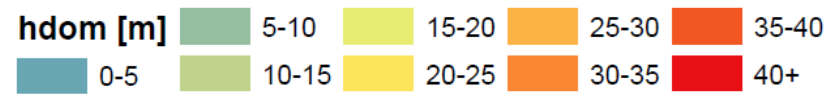
**Weniger Bestände mit Oberhöhen > 35m
→ Reduktion der effektiven Umtriebszeit**

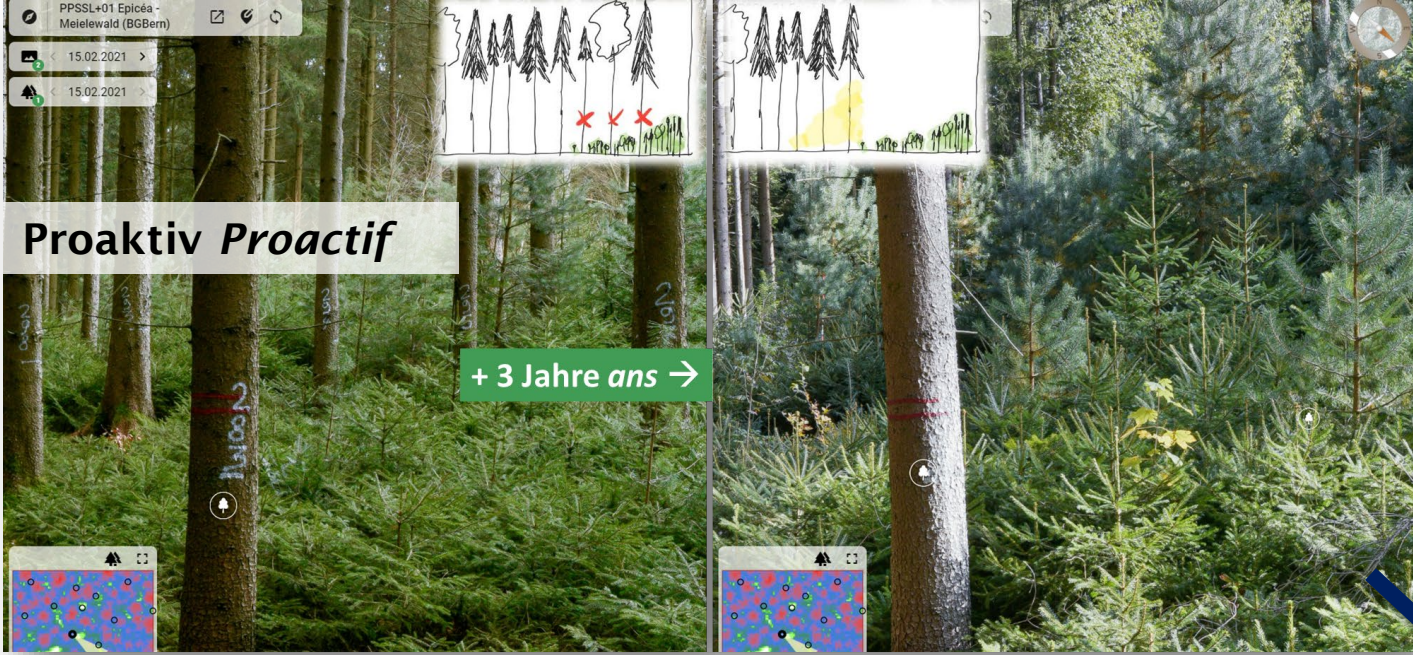
**Vermehrte Verjüngungsflächen → Anpassung
der Baumartenzusammensetzung bzw.
Reduktion des Fichtenanteils zugunsten
anderen Baumarten**

*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

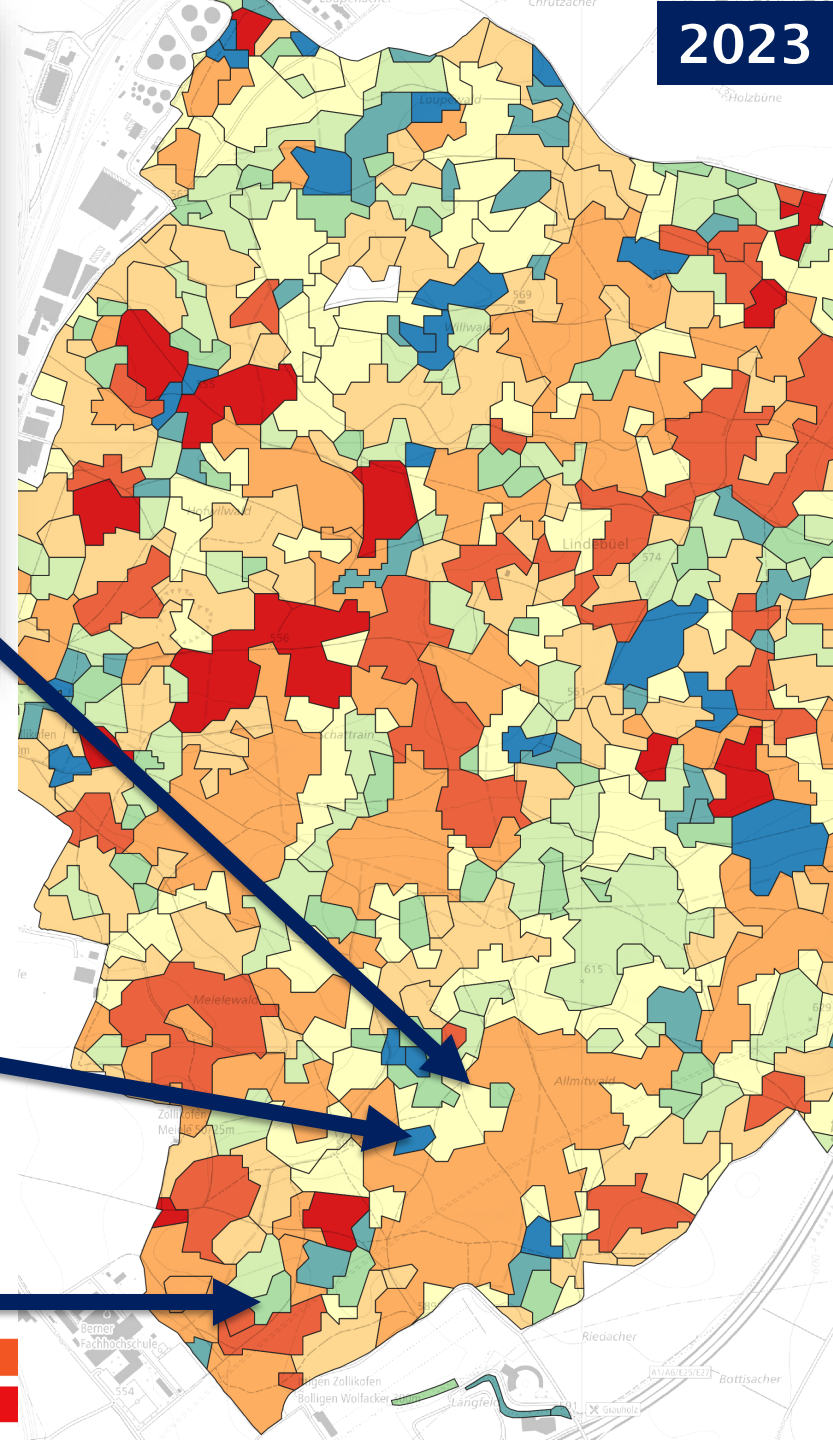




Proaktiv Proactif

+ 3 Jahre ans →

2023

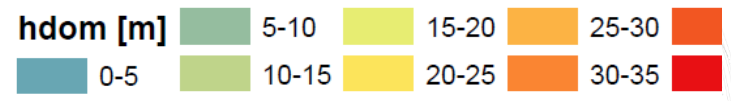


Reaktiv Réactif

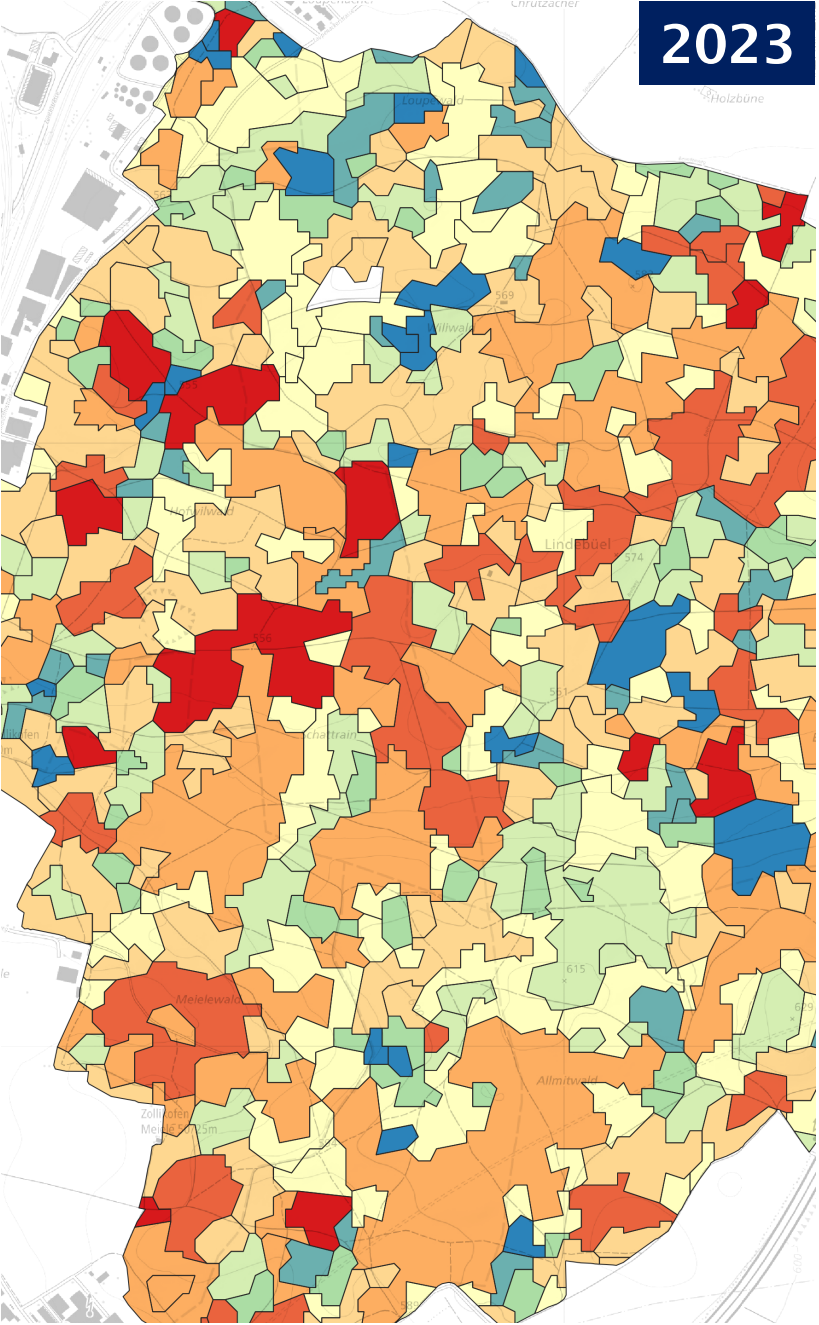
Bedeutung der Störungen auf die Baumartenzusammensetzung
Importance des perturbations sur la composition en essences



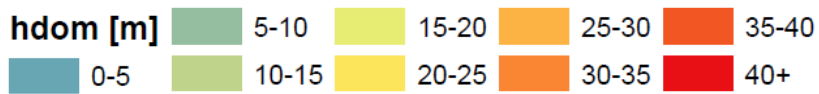
Reaktiv Réactif



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

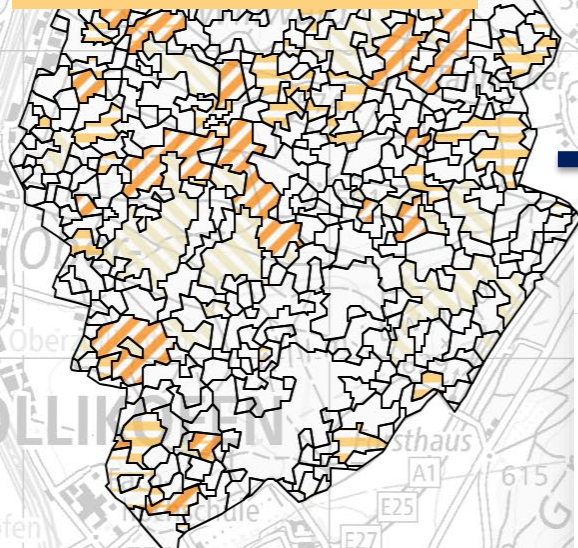
- None
- Main tree type
- hdom
- age
- ddom
- Division
- Thinning
- Regeneration
- Regeneration priorities
- Conversion phase
- Conversion age range
- Non direct conversion

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

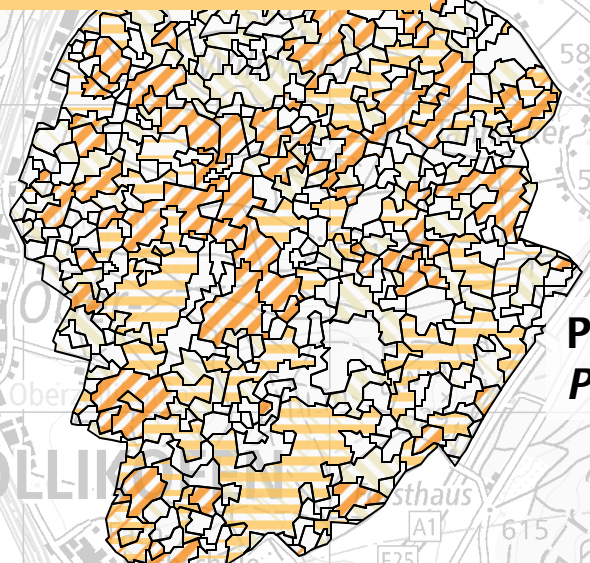
2033-2042: 27 ha



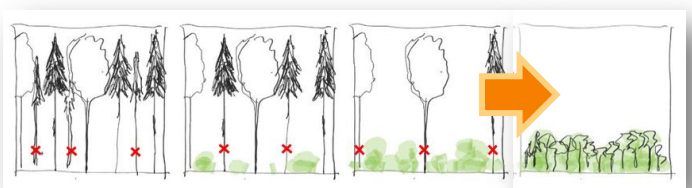
Reaktiv *Réactive*

2023-2032: 55 ha (20%) → 33'000 m³

2033-2042: 50 ha

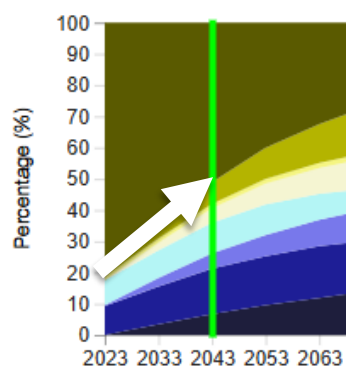
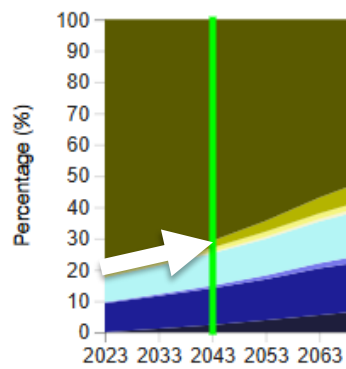


Proaktiv *Proactive*



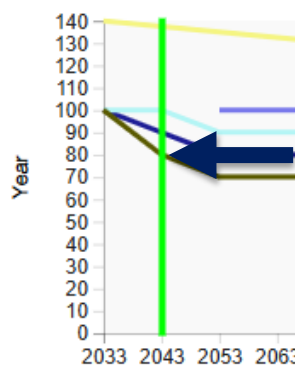
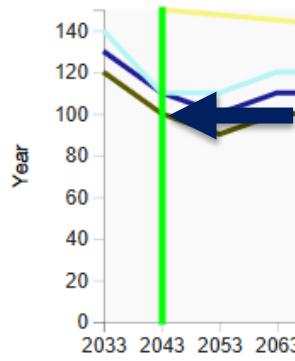
Entwicklung der Baumartenzusammensetzung

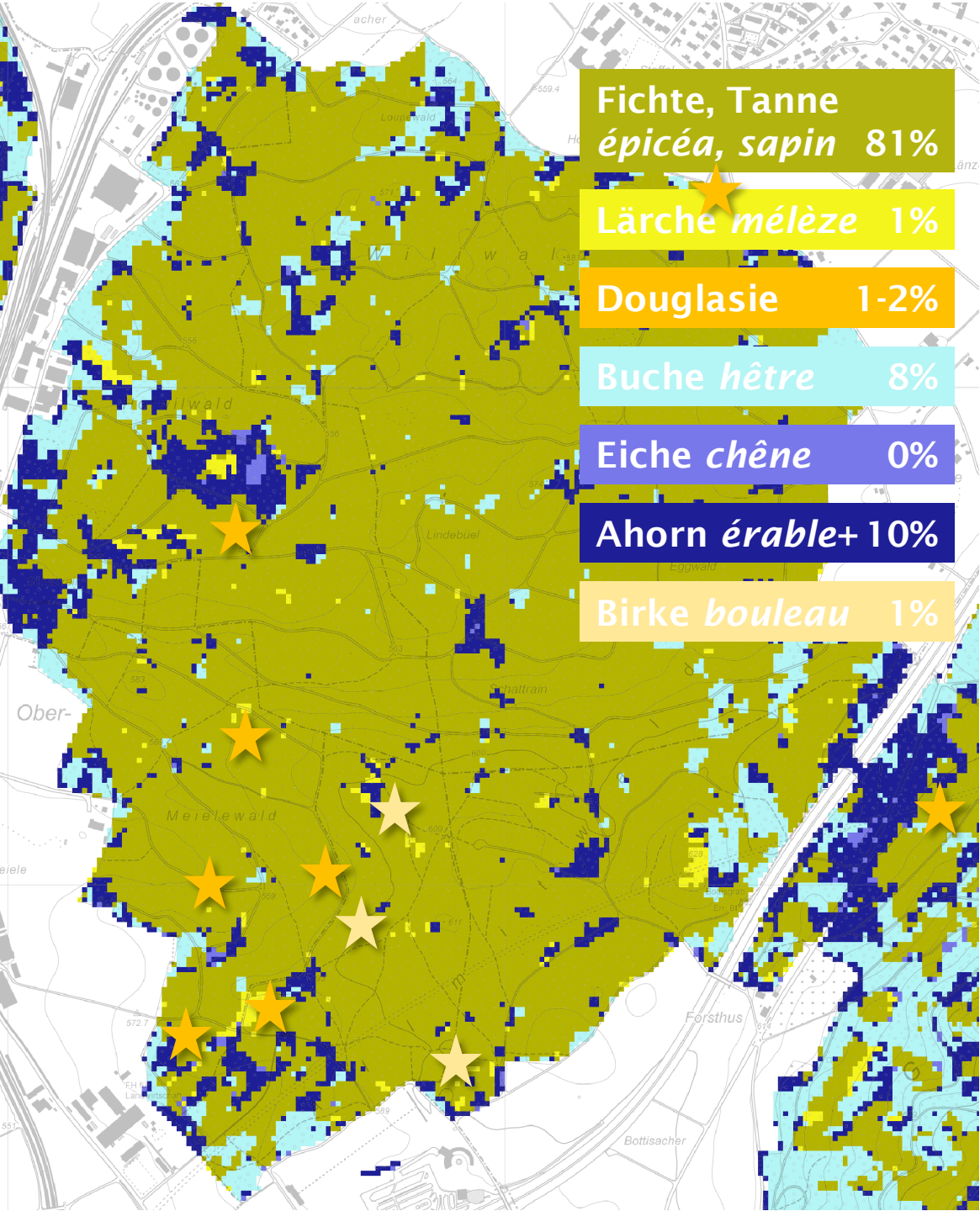
Evolution de la composition en essences



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>



Observatoire de la forêt

> garder une vue d'ensemble dynamique

Gestion forestière

> contrôle et pilotage flexible



Biodiversité
Services écosystémiques

20-100+ ans

Développement
sur le long
terme



5-20 ans

Coordination des
interventions



Récolte
0 an

Martelage
1-5 ans

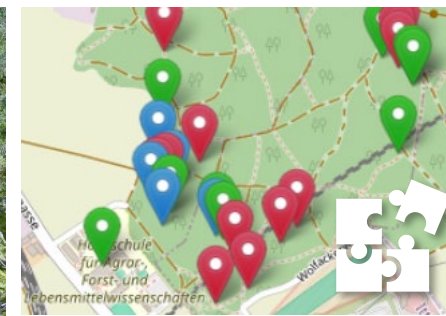
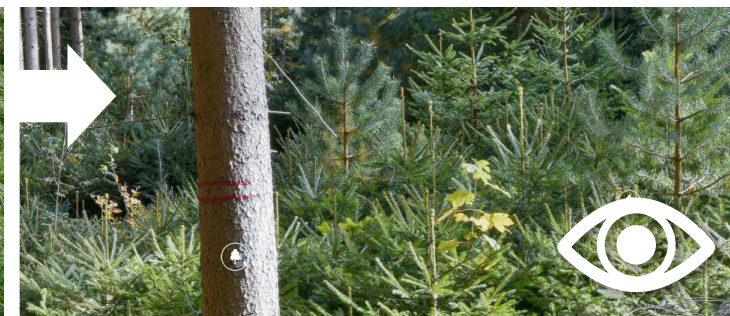
Offre de bois

> map.admin.ch

Savoir-faire sylvicole et gestion de ce savoir en réseau

> Exercice, suivi des interventions, développement et optimisation des concepts sylvicoles

**Concepts
sylvicoles**



Sylvotheque

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 ?

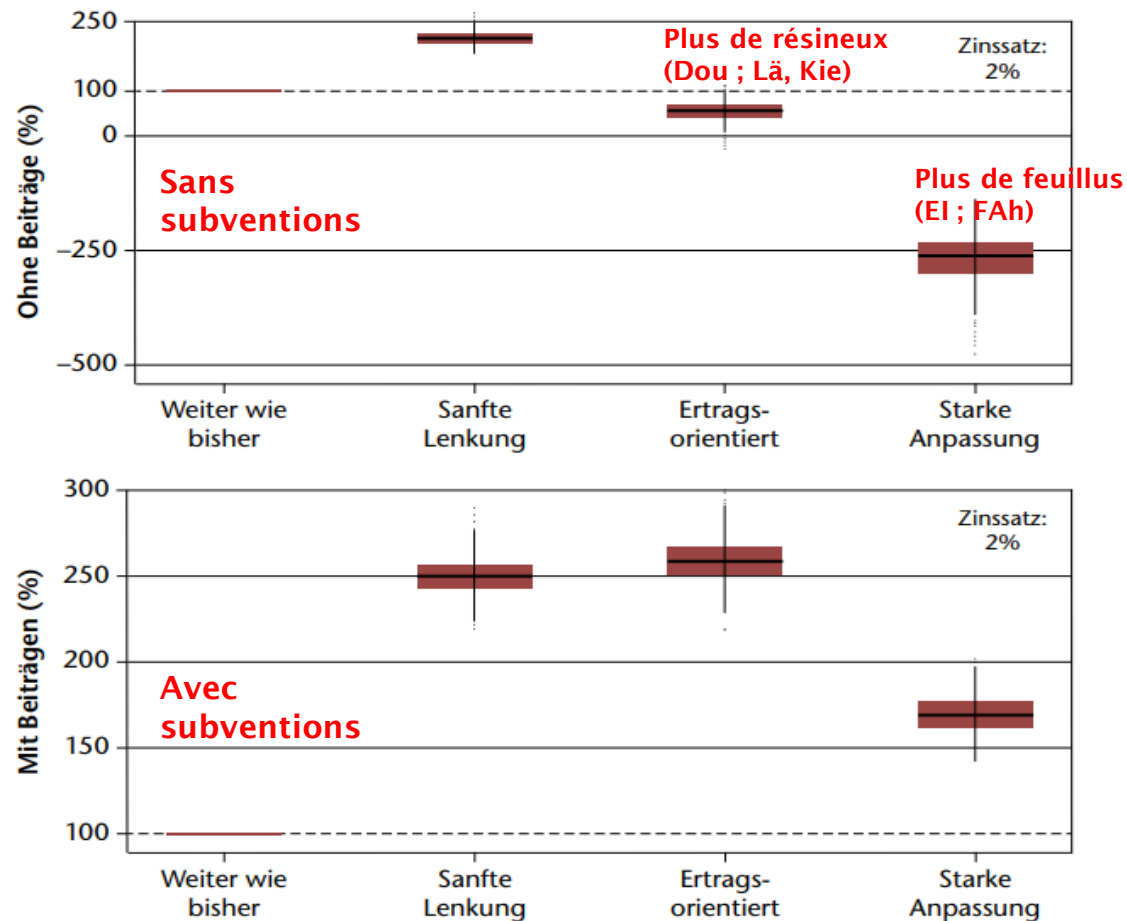
- ▶ *Essences, périodes de production/dimensions cibles, concepts sylvicoles*

Quelles en sont les conséquences économiques ?

Réflexions économiques sur l'adaptation

Stratégies de base pour l'adaptation des forêts au changement climatique

Annuités des stratégies d'adaptation sylvicoles (Exemple : Plateau suisse)



Résultats de l'évaluation économique pour les différents scénarios sans subventions publiques (en haut) et avec subventions publiques (en bas).

► Il existe **différentes options d'adaptation** ayant des répercussions économiques variées

► Les entreprises sont confrontées à un **choix fondamental** :

- Interventions minimales / réactives
→ coûts d'investissement minimaux.
- Adaptation active / proactive
→ coûts d'investissement élevés.

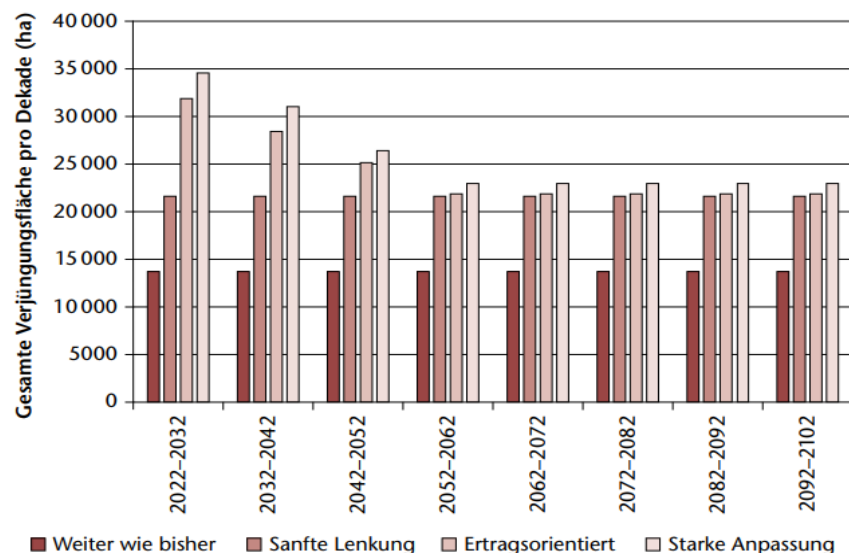
► Réduction des **périodes de production/dimensions cibles** et **choix des essences** comme leviers les plus importants.

► **Les stratégies d'adaptation plus ambitieuses** ne sont économiquement viables qu'avec des subventions publiques.

Considérations économiques relatives à l'adaptation

Stratégies de base pour l'adaptation des forêts au changement climatique

Surfaces totales de rajeunissement selon les scénarios d'adaptation

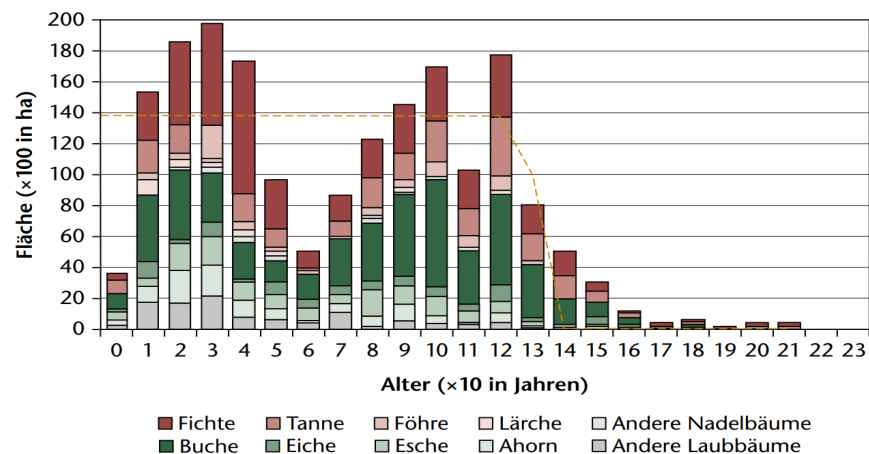


Source : Gaspard et al. 2023

Volumes exploités :

- ▶ Les stratégies d'adaptation entraînent **une augmentation significative des volumes de bois brut exploités** (de 40 % pour une adaptation modérée à 150 % pour une adaptation forte).
- ▶ Pour le Plateau, cela représenterait entre **3,5 millions et 6,25 millions de m³ par an**.

Structure démographique par essence du Plateau



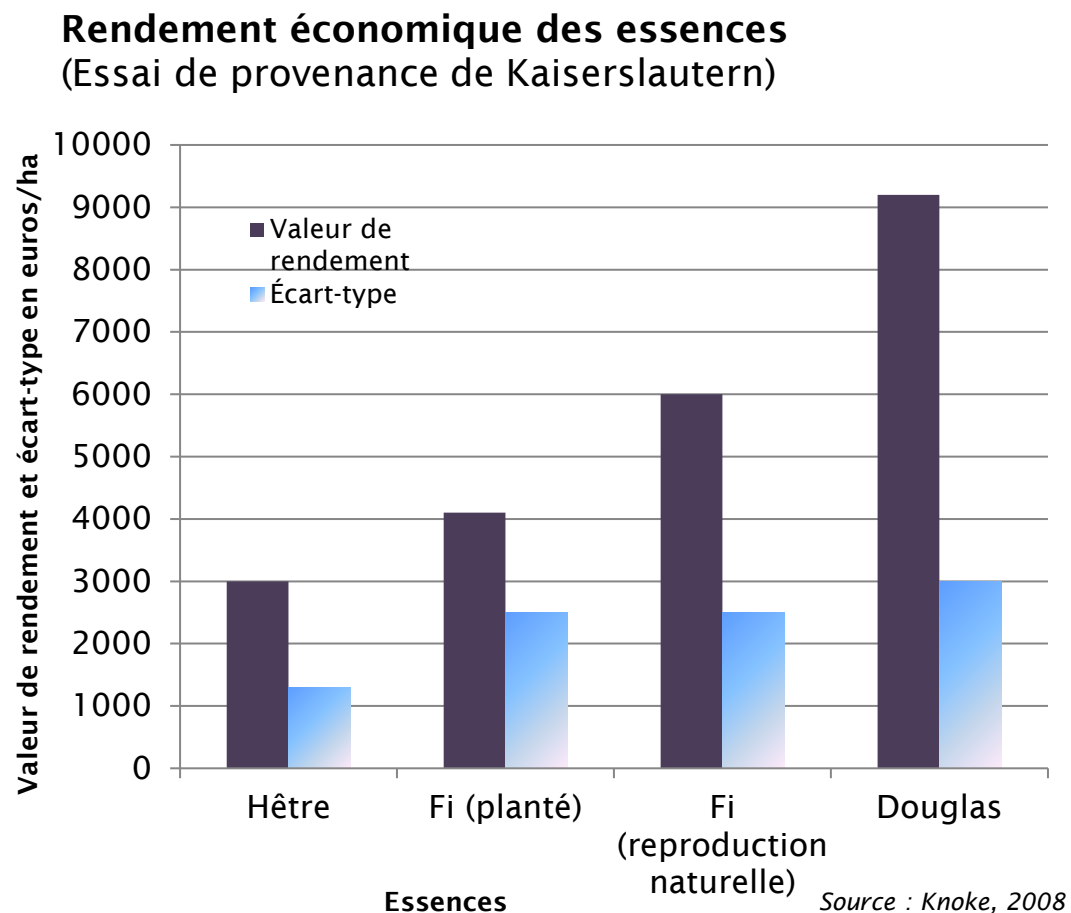
Sources : WSL 2022, Rosset 2005, Rosset et al. 2014

Conséquences :

- ▶ **Des débouchés commerciaux** doivent être disponibles (prix du bois).
 - ▶ Capacités nationales
 - ▶ Export
- ▶ **Manque de capacités de transformation.**

Considérations économiques relatives à l'adaptation

Essences forestières : rendement et risque naturel



Remarque : aucune indication sur la classe de croissance respective

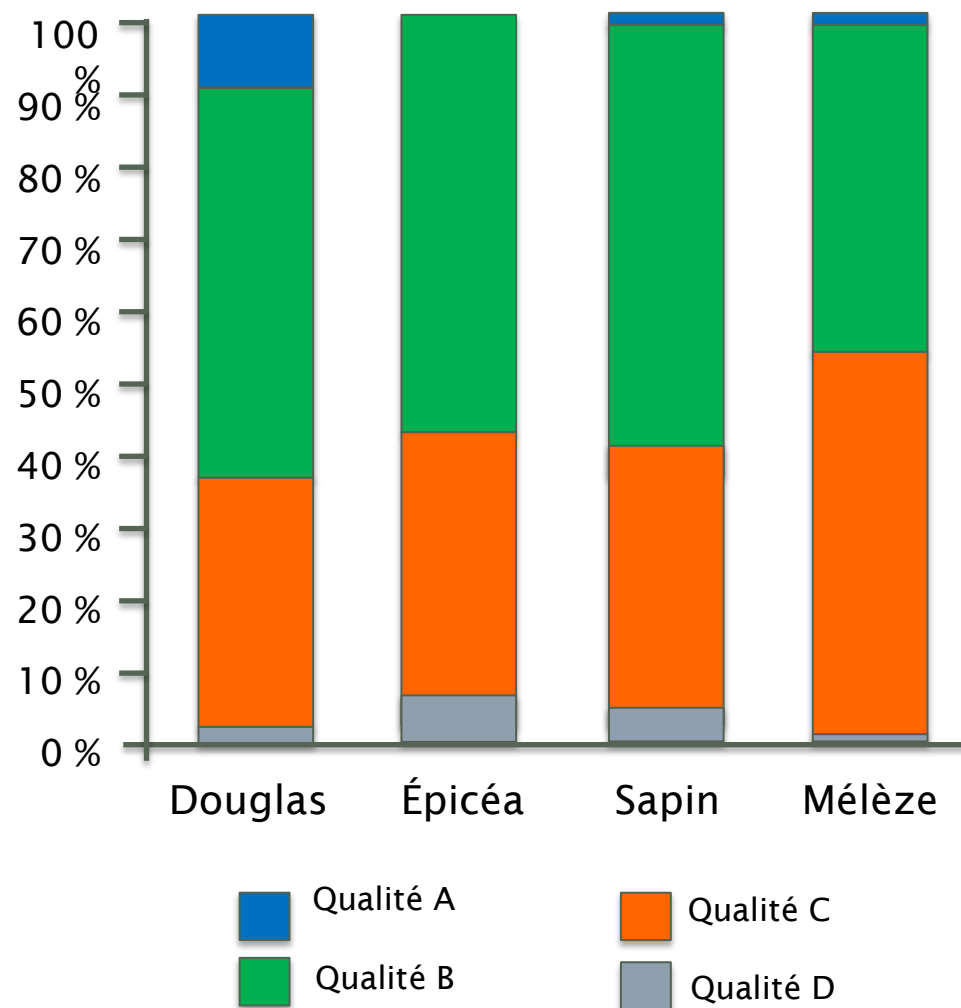
Évaluation économique des essences forestières :

- ▶ Les essences diffèrent en termes de **rendement** et de **dispersion des rendements**.
- ▶ **Le rajeunissement naturel** est le plus intéressant sur le plan économique (problème : y a-t-il des arbres semenciers ?)
- ▶ **Un mélange d'essences** est judicieux :
 - ▶ pour répartir ou minimiser les risques
 - ▶ Pour améliorer les aménités forestières (meilleures prestations forestières possibles)
 - ▶ Pour améliorer les rendements

Considérations économiques relatives à l'adaptation

Essences forestières : rendement et risque naturel

Répartition de la qualité pour les essences Dou, Fi, Ta et Lä



Le douglas, une essence miracle ?

▶ **Le douglas** est une essence économiquement intéressante

- ▶ potentiel de croissance élevé et bon rendement économique sur des sites adaptés
- ▶ pour l'industrie, un «substitut» potentiel à l'épicéa

MAIS

- ▶ sa plantation implique des coûts élevés pour les exploitants/propriétaires forestiers (+ élagage)
- ▶ pas toujours adapté aux conditions stationnelles
- ▶ Valeur écologique ?

▶ Dans l'ensemble, il serait **judicieux de rester ouvert aux différentes options :**

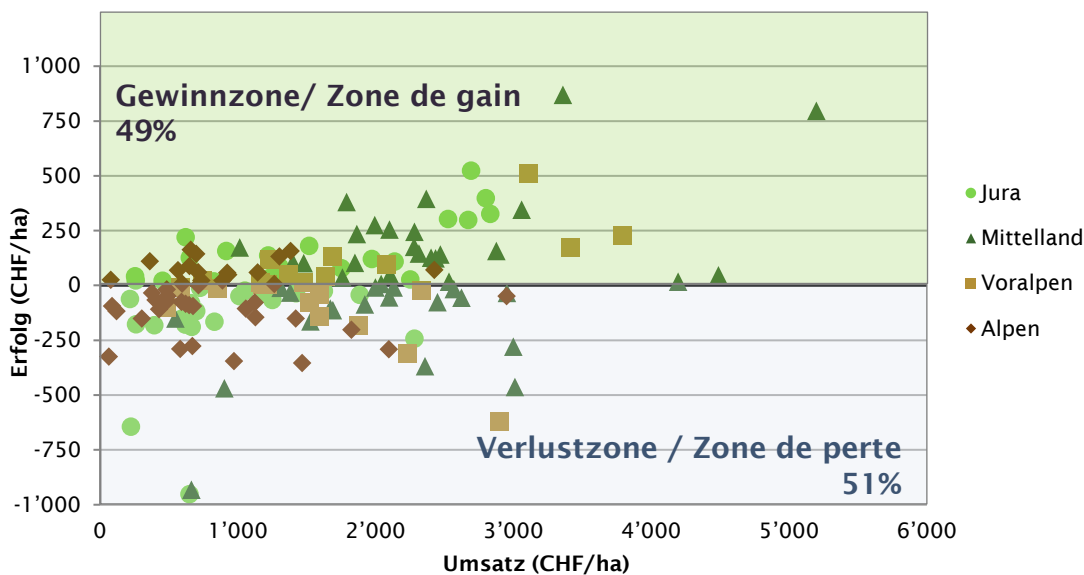
- ▶ Essences exotiques
- ▶ Provenances

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 :

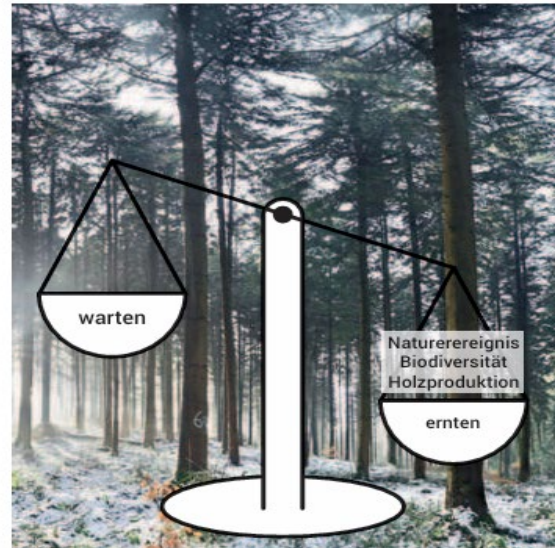
- ▶ **Coûts de reconversion élevés** alors que la rentabilité est déjà faible.
- ▶ **Horizons d'investissement longs** (financement actuellement possible uniquement par la vente de bois ou les subventions publiques).
- ▶ **Environnement instable :** de nouveaux dommages climatiques entraînent des mesures 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.*

Considérations économiques relatives à l'adaptation

Conclusion et perspectives

- ▶ Les forêts doivent s'adapter au changement climatique si l'on veut préserver leurs **fonctions** (y compris la production de bois).
- ▶ **Le rajeunissement naturel** est économiquement intéressant (Rôle de l'épicéa et du sapin sous-estimé)
- ▶ Les mesures nécessaires constituent un défi pour l'ensemble de **la chaîne de valeur** (sylviculture ET industrie du bois).
- ▶ **Le bien-être social** devrait être optimisé par des systèmes d'incitation, tels que des contributions publiques à l'adaptation des forêts au changement climatique.
- ▶ **Les propriétaires forestiers et les entreprises forestières supportent la charge principale** et devraient être soutenus (techniquement et financièrement).

