

Klimawandel und Großkalamitäten

—

Gebirgs-Waldwirtschaft in herausfordernden Zeiten

A. Göttlein

Fachgebiet Waldernährung und Wasserhaushalt
TU München, Freising-Weihenstephan



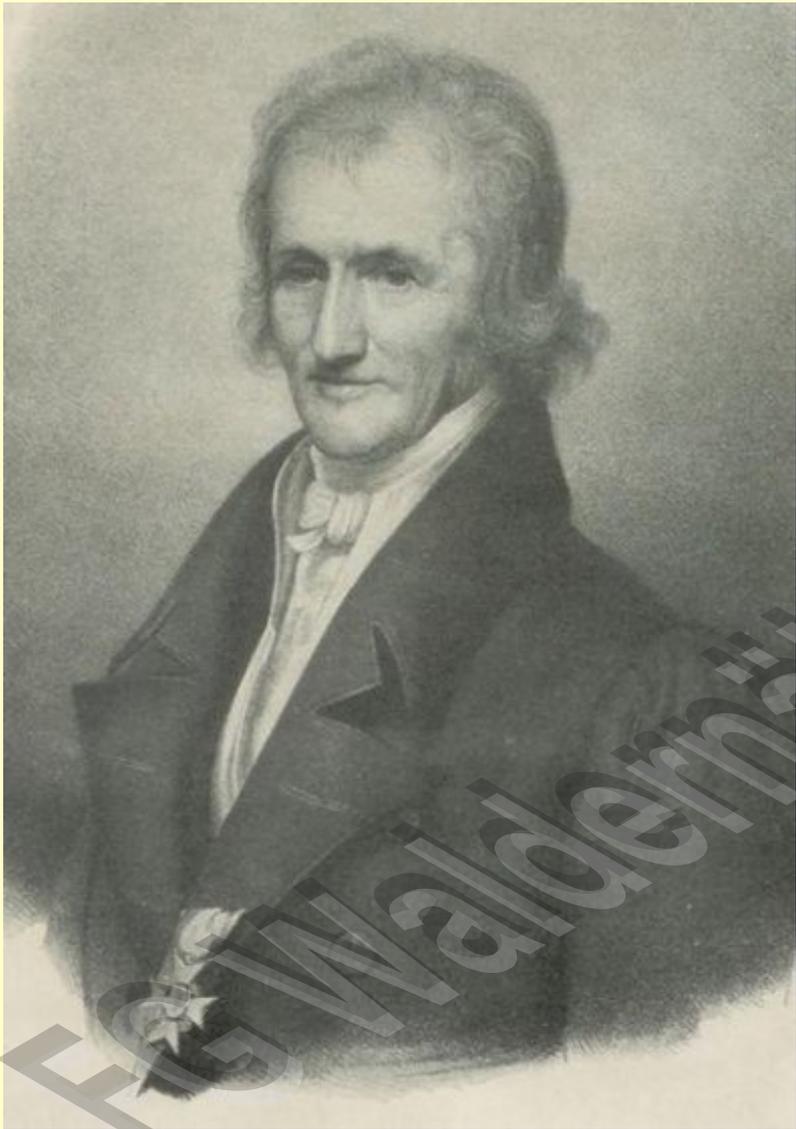
Fachgebiet
Waldernährung u.
Wasserhaushalt



Technische Universität München



ZENTRUM WALD FORST HOLZ
WEIHENSTEPHAN



„... Wie nämlich der gute Arzt nicht verhindern kann, daß Menschen sterben, weil dies der Lauf der Natur ist, so kann auch der beste Forstwirt nicht verhindern, daß die noch aus der Vorzeit abstammenden Wälder jetzt, wo man sie benutzt geringer werden als sonst, wo man sie nicht benutzte....“

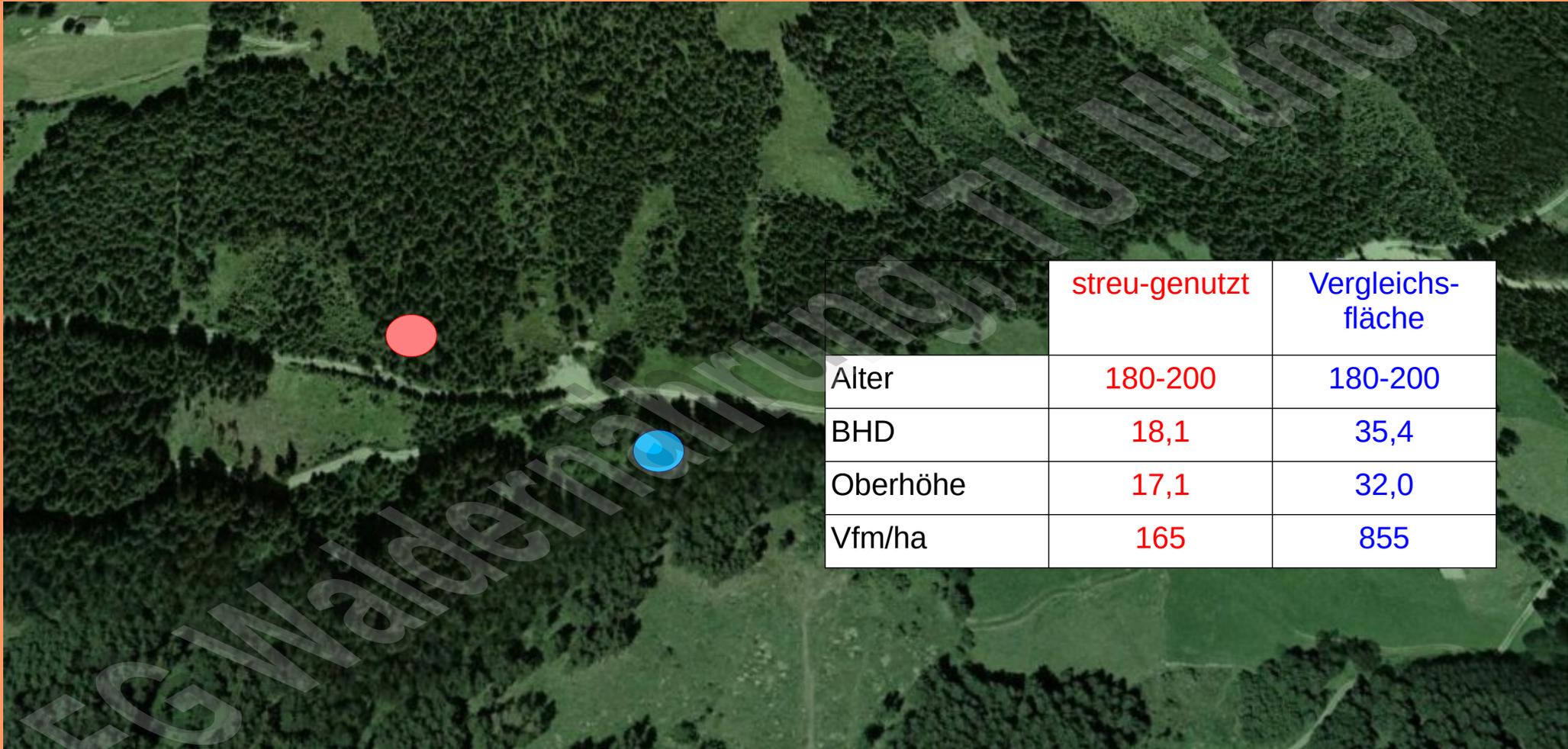
Johann Heinrich Cotta, 1816

Vorwort zu seinem Buch „Anweisung zum Waldbau“

Einfluß intensiver Nutzung im Zentralalpin

Luftbild aus GoogleEarth (Geoimage Austria 2014)

W. Bitterlich 1991: Der Einfluß historischer Landnutzung auf einen Gebirgswald in Finkenberg im Zillertal. Diplomarbeit, Uni Boku Wien



	streu-genutzt	Vergleichsfläche
Alter	180-200	180-200
BHD	18,1	35,4
Oberhöhe	17,1	32,0
Vfm/ha	165	855

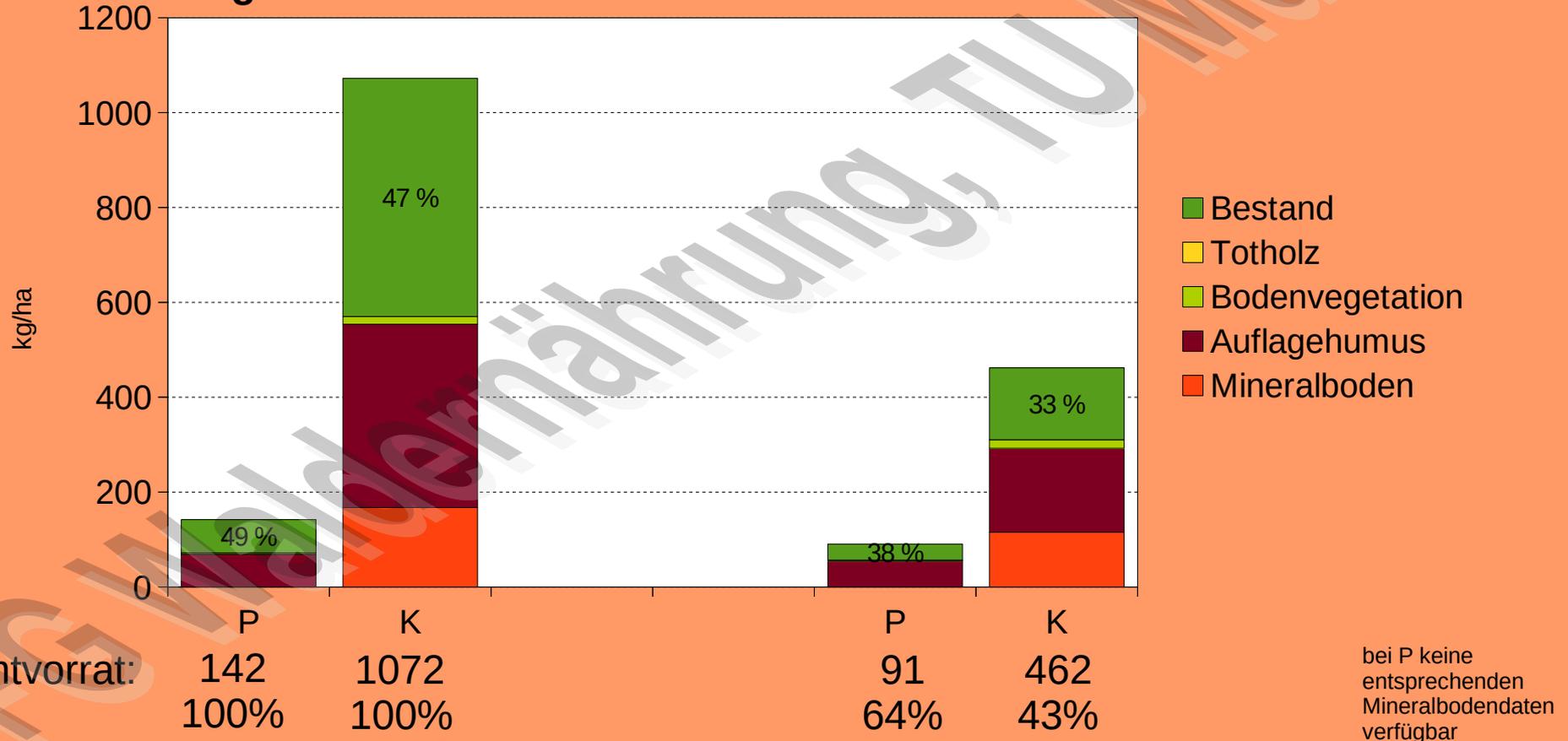
Einfluß intensiver Nutzung im Zentralalpin

W. Bitterlich 1991: Der Einfluß historischer Landnutzung auf einen Gebirgswald in Finkenberg im Zillertal. Diplomarbeit, Uni Boku Wien

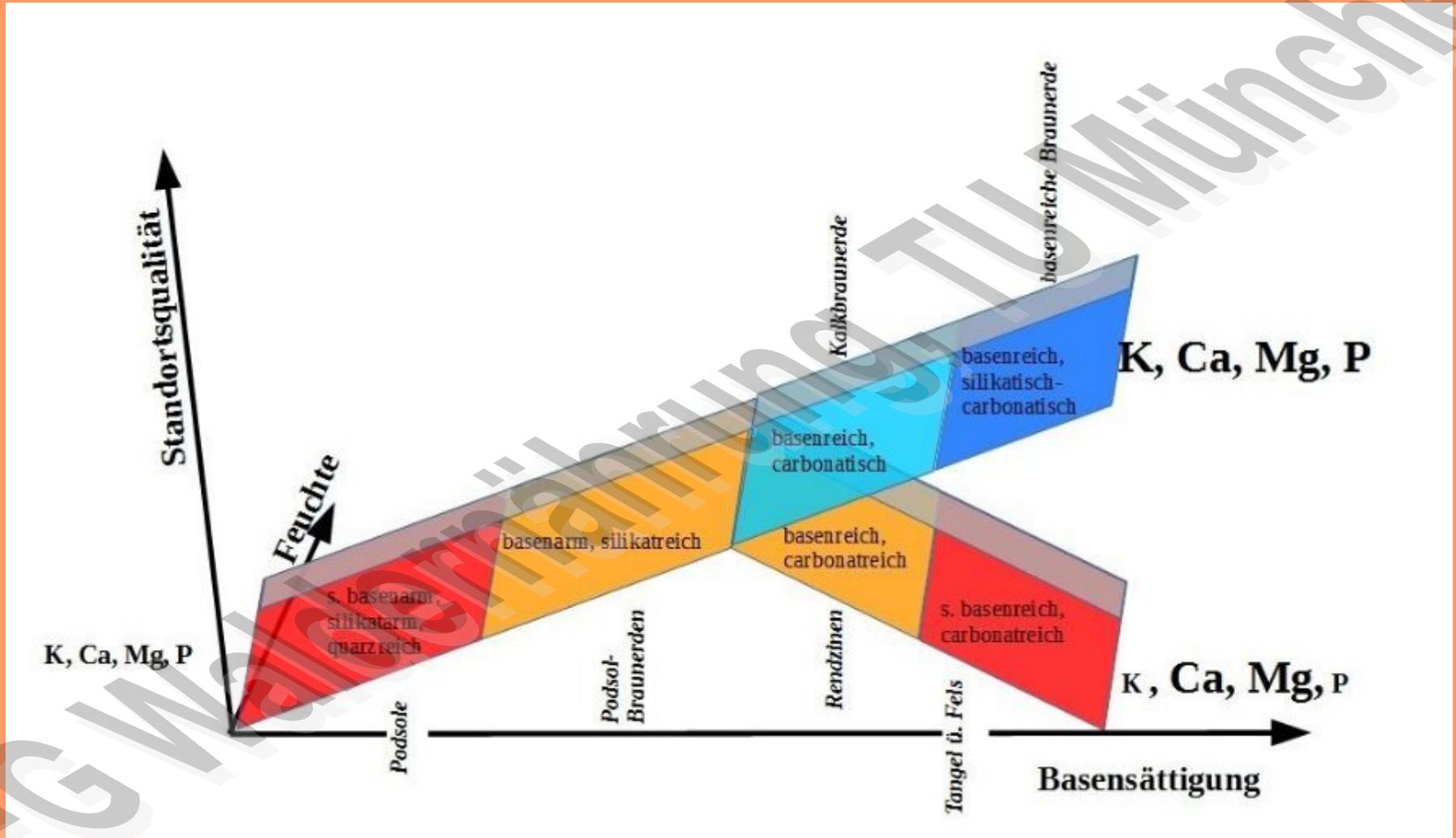
ökosystemar verfügbare Nährelementvorräte

Vergleichsfläche

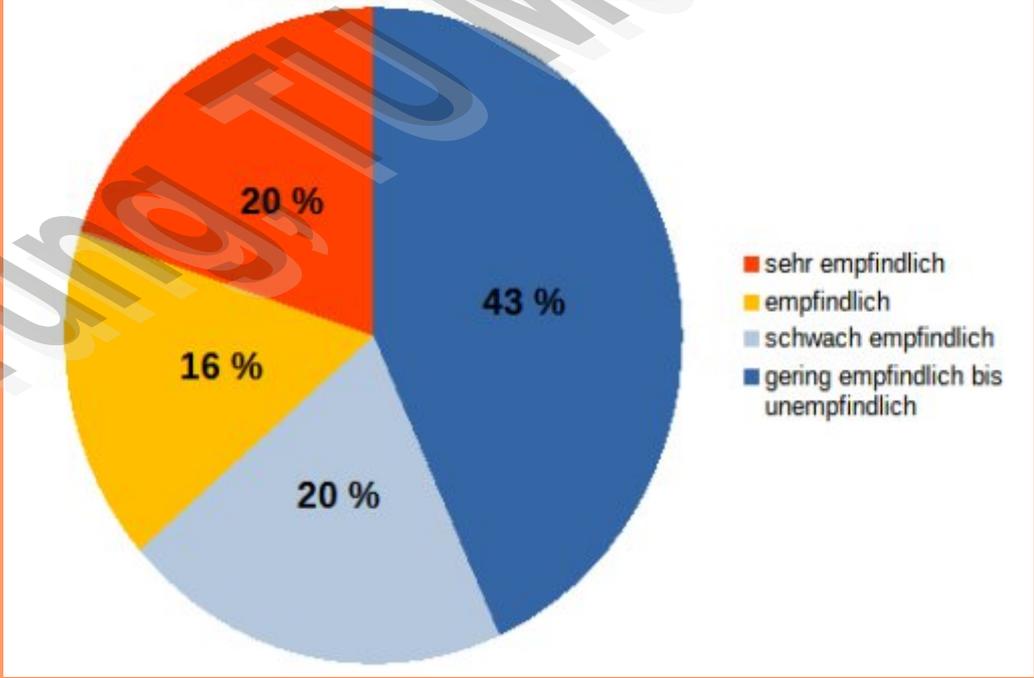
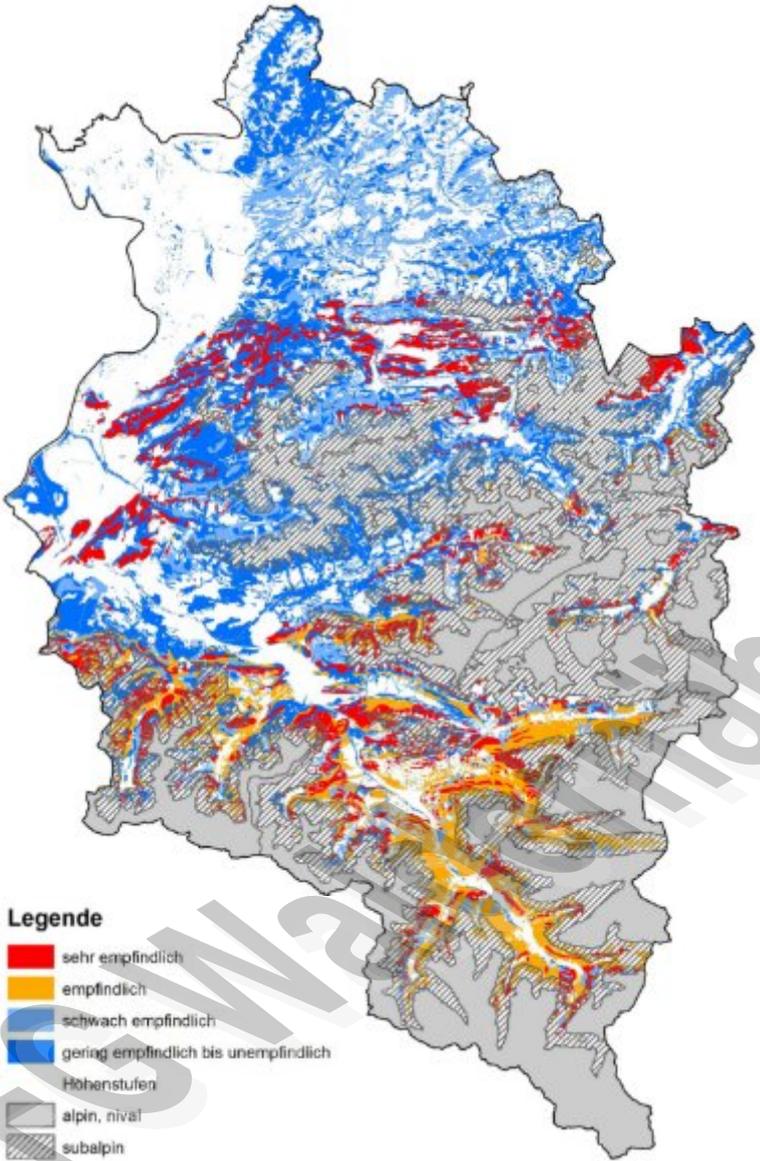
übernutzter Bestand



Einteilung von Böden nach ihrer Nährstoffausstattung



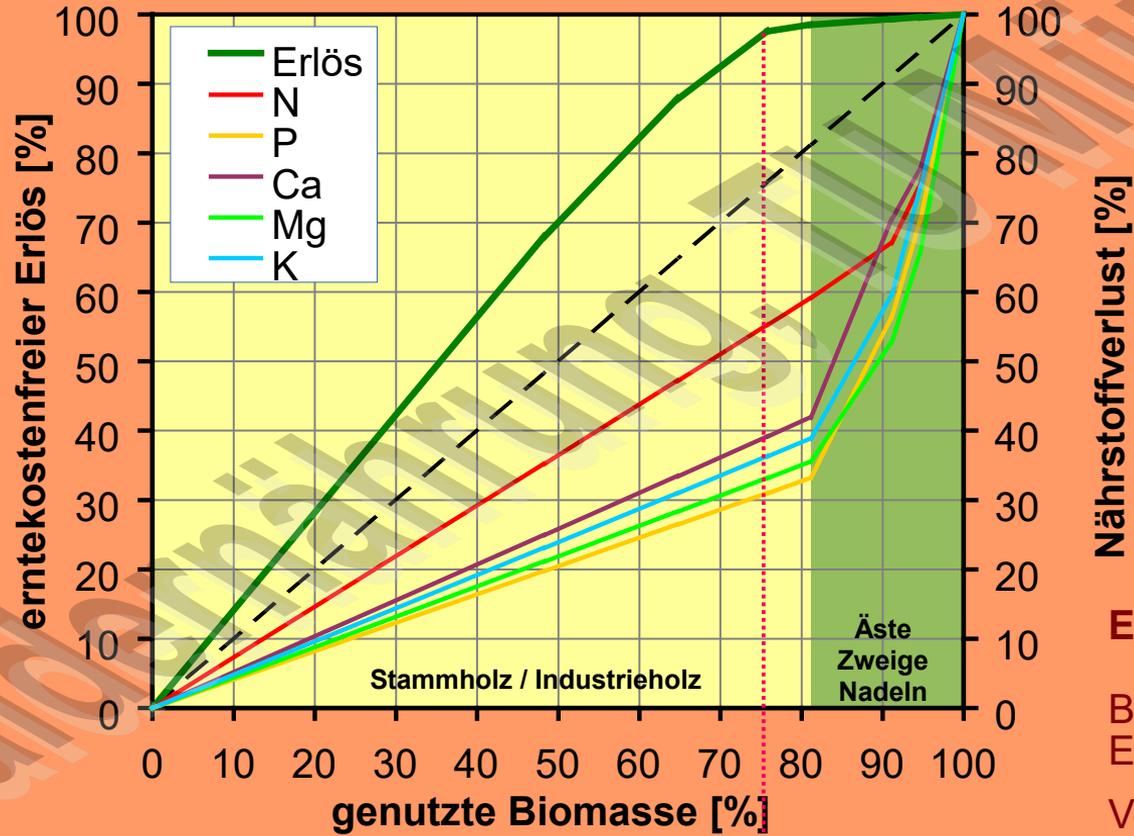
Nährstoffausstattung der Waldböden in Vorarlberg



Entwicklung von Erlös und Nährstoffentzug in Abhängigkeit von der Ernteintensität

Fichtenaltbestand
auf Hauptdolomit

1100 m NN
180 Jahre
Endnutzung



Ernte Kronenmaterial

Biomasse	+19 %
Erlös	+ 1 %
Verluste P & K	+64 %

Optimalwert

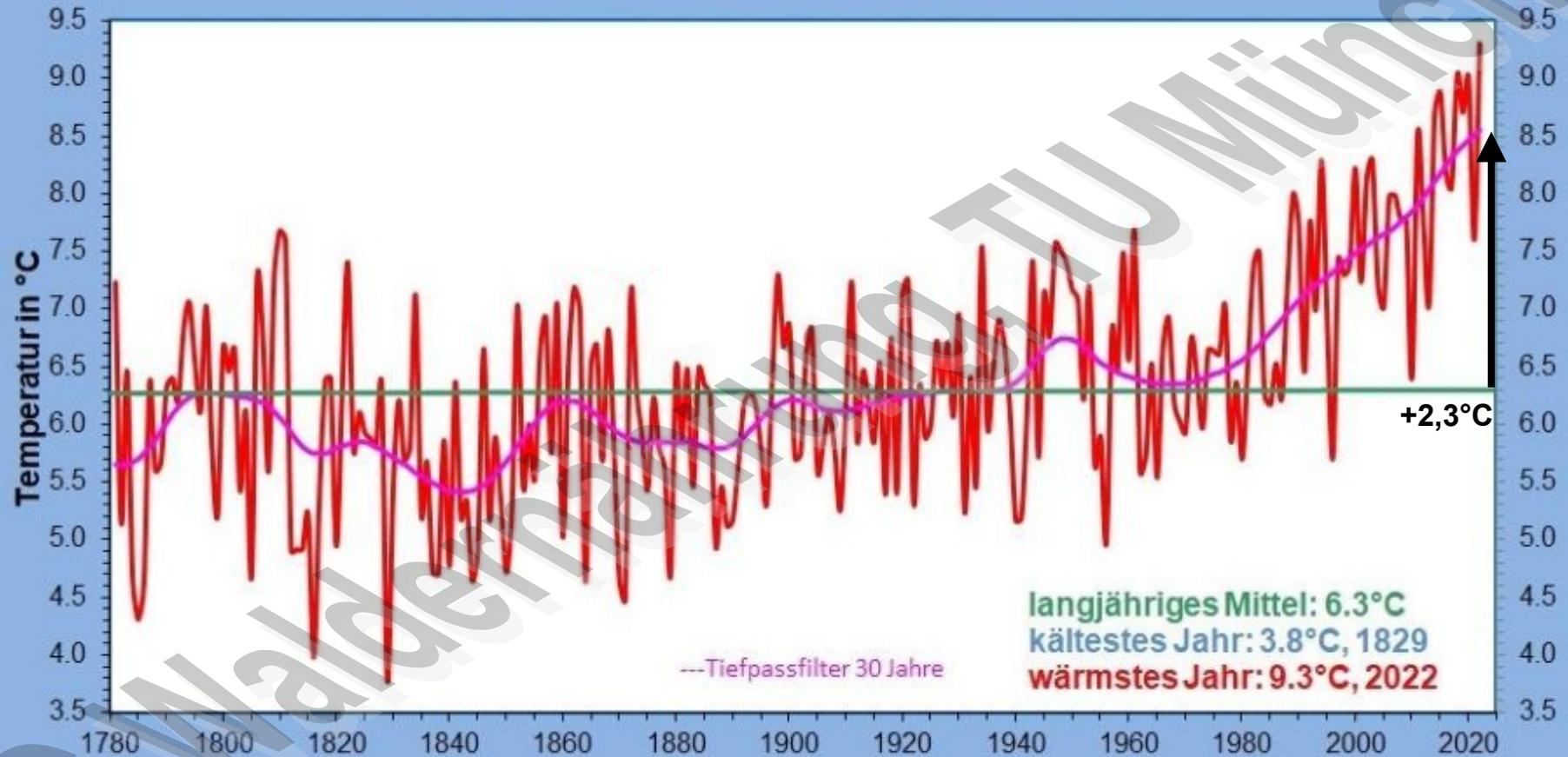
Zwischenfazit 1

- durch Biomasseexport greift die Forstwirtschaft in den Nährstoffhaushalt ein, je ärmer der Standort und je intensiver die Nutzung desto gravierender sind die negativen Auswirkungen
- viele Standorte im Alpenraum sind durch historische Übernutzung bereits degradiert
- der Auflagehumus (Tangel) ist von herausragender Bedeutung für den Nährstoff- und Wasserhaushalt alpiner Waldstandorte

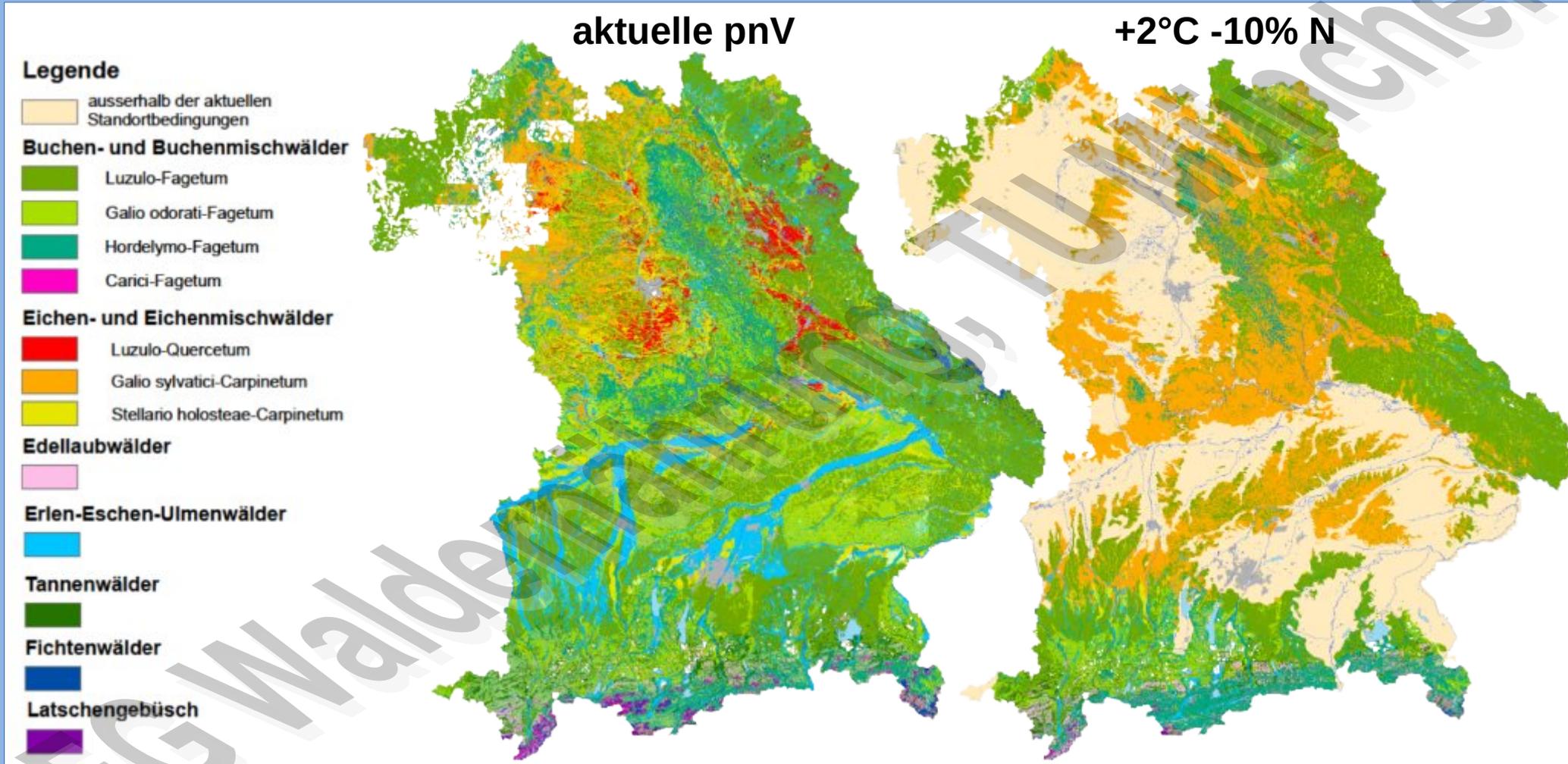
aus purem Eigennutz, auch aus Sicht unserer Enkel, sollten Nährstoffentzüge so gering wie möglich gehalten werden

Hohenpeißenberg

Jahresmittel der Temperatur 1781 - 2022



Bayern im Klimawandel



300-Meter-Höhenlinien bei Tschagguns

Temperaturgradient
ca. $0,6^{\circ}\text{C}$ pro
100 Höhenmeter

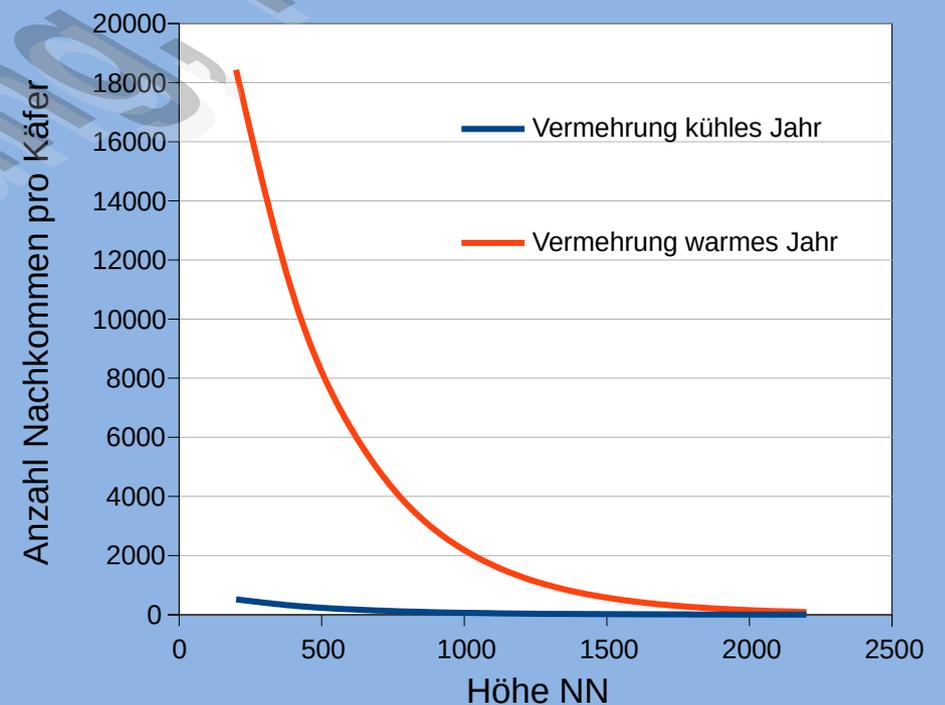
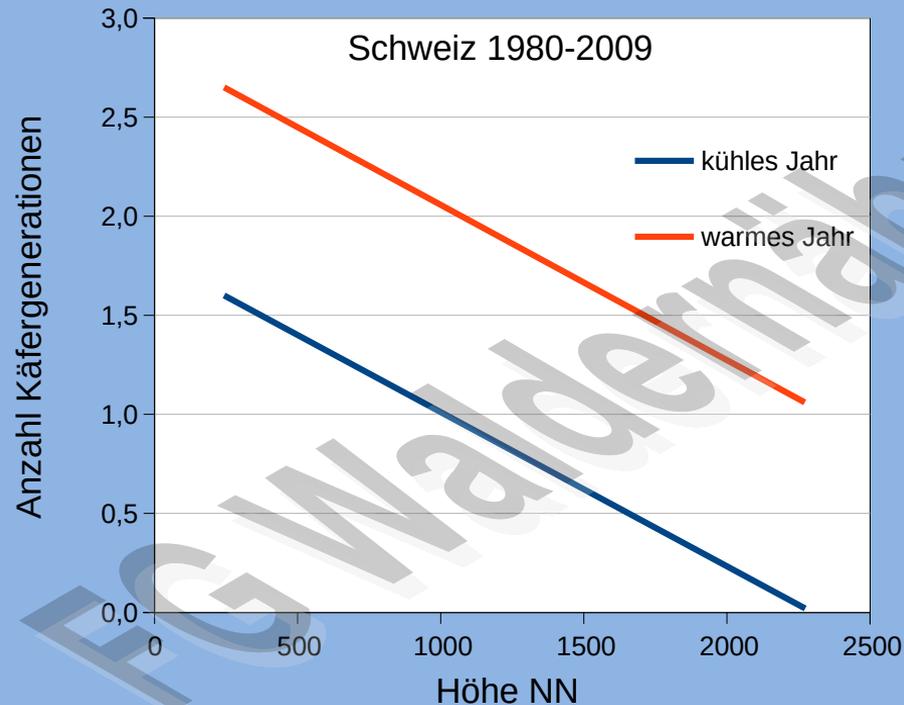


Temperaturerhöhung zündet den Borkenkäfer-Turbo

www.lwf.bayern.de/waldschutz/monitoring/065609/index.php

Jakoby O., Wermelinger B., Stadelmann G., Lischke H., 2015: Borkenkäfer im Klimawandel – Modellierung des künftigen Befallsrisikos durch den Buchdrucker (*Ips typographus*). Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf.

Vermehrungspotenzial Borkenkäfer

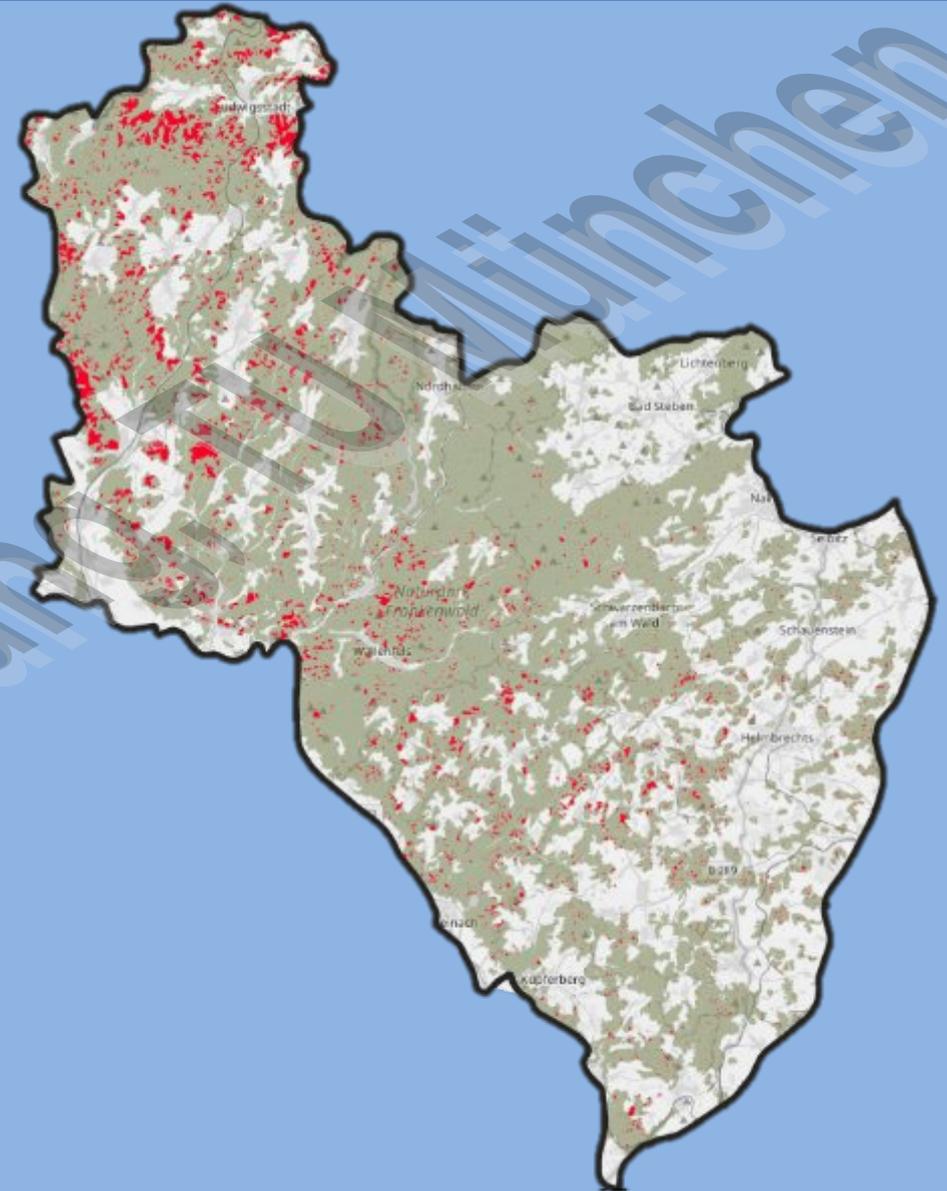
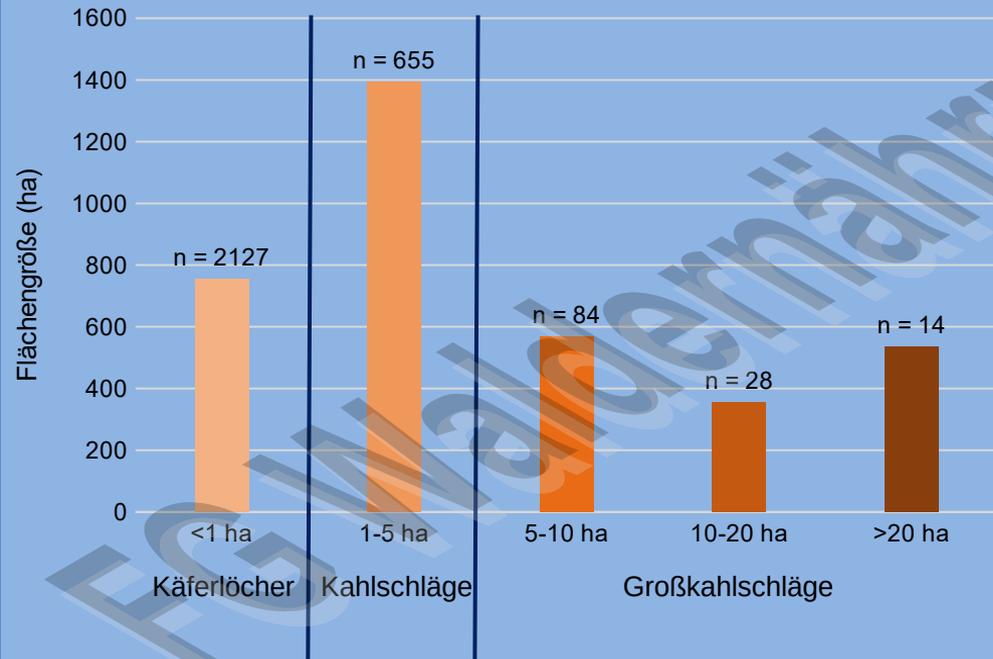


eine Großschadfläche im Frankenwald



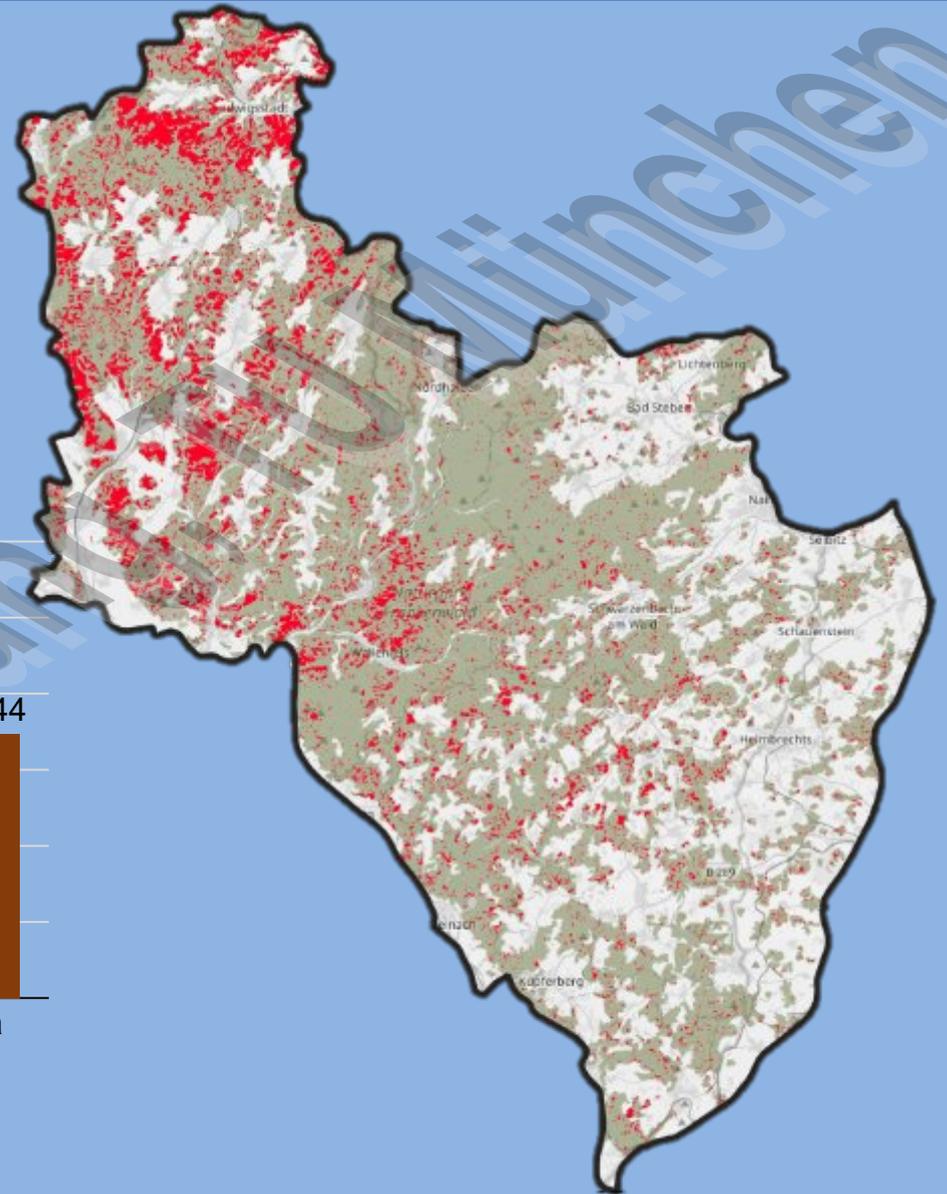
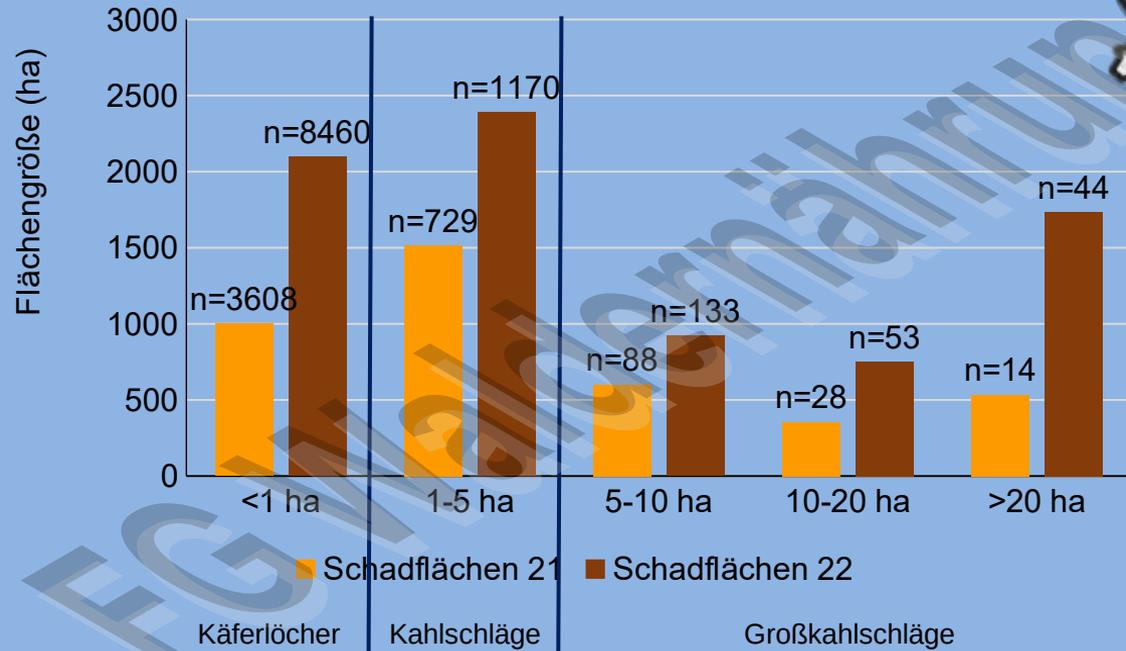
Borkenkäferflächen 2021 im Frankenwald

Gesamtfläche: 4005 ha (7% der Waldfläche)

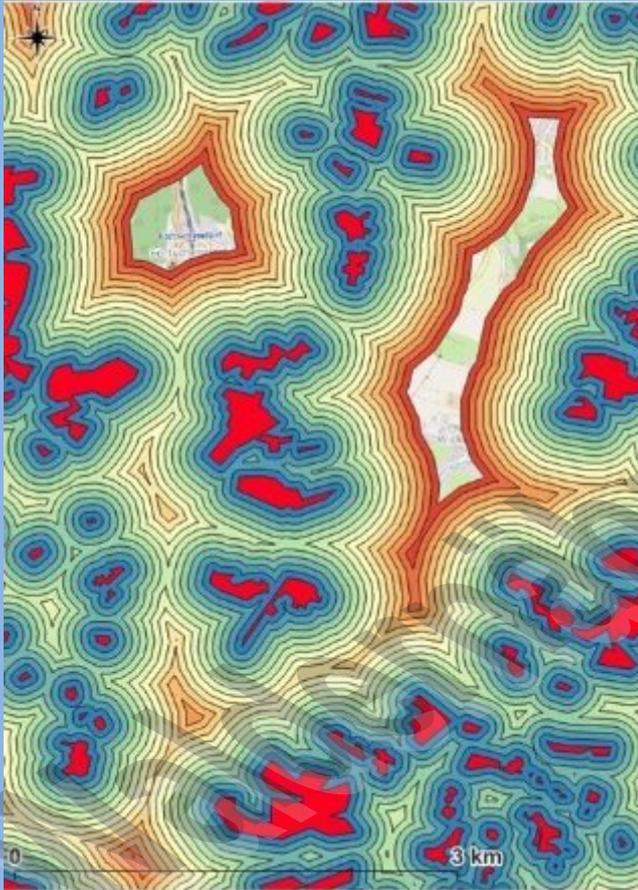


Borkenkäferflächen 2022 im Frankenwald

Gesamtfläche: 7898 ha (14% der Waldfläche)



Bewertung der Borkenkäferausbreitung, pufferbasierter Ansatz



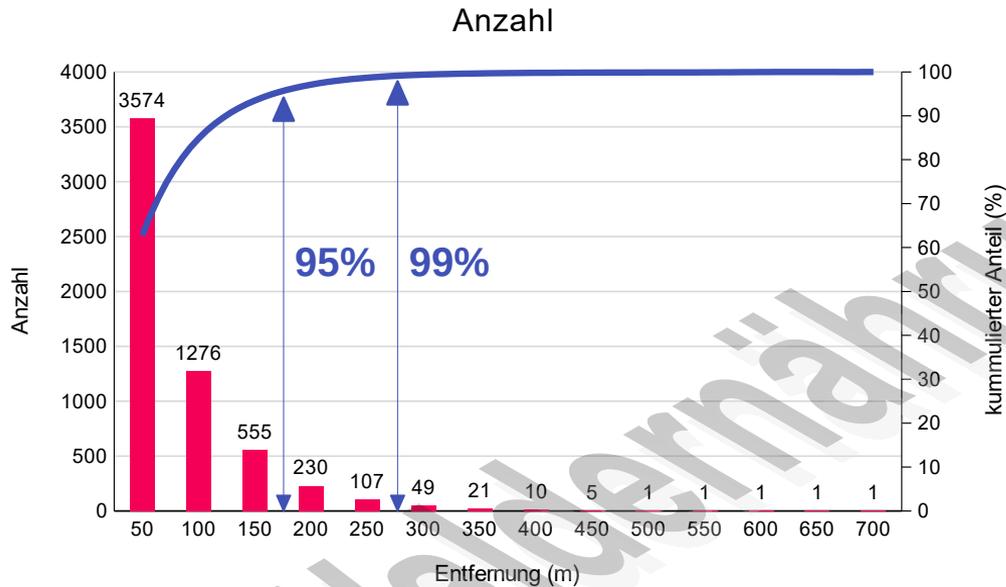
Schadflächen 2021 mit
Pufferzonen in 50 m Schritten



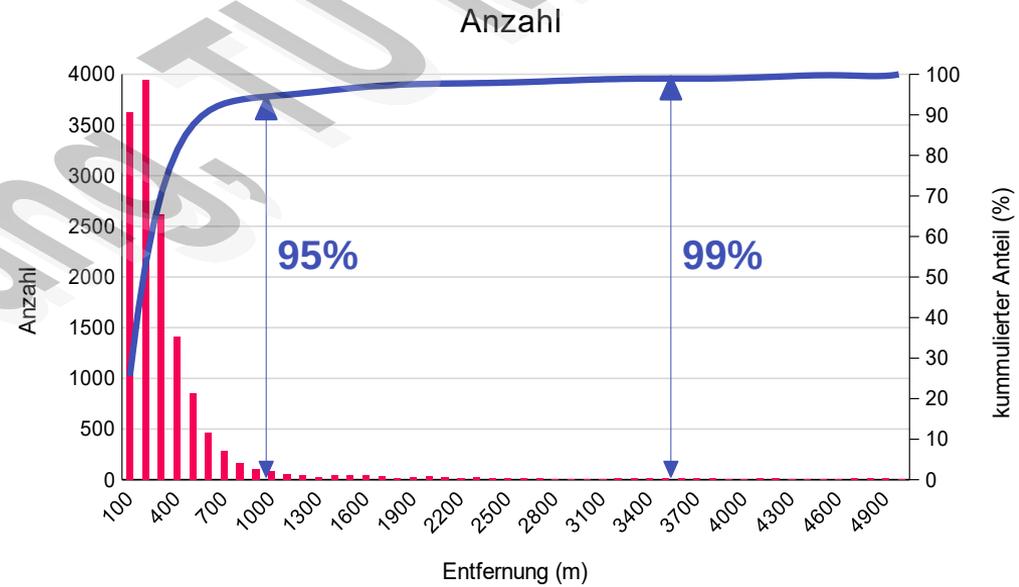
Einteilung der Schadflächen
2022 in die Pufferzonen

Bewertung der Borkenkäferausbreitung

Flächen mit Anschluß an bisherigen Befall



neue Befallsflächen



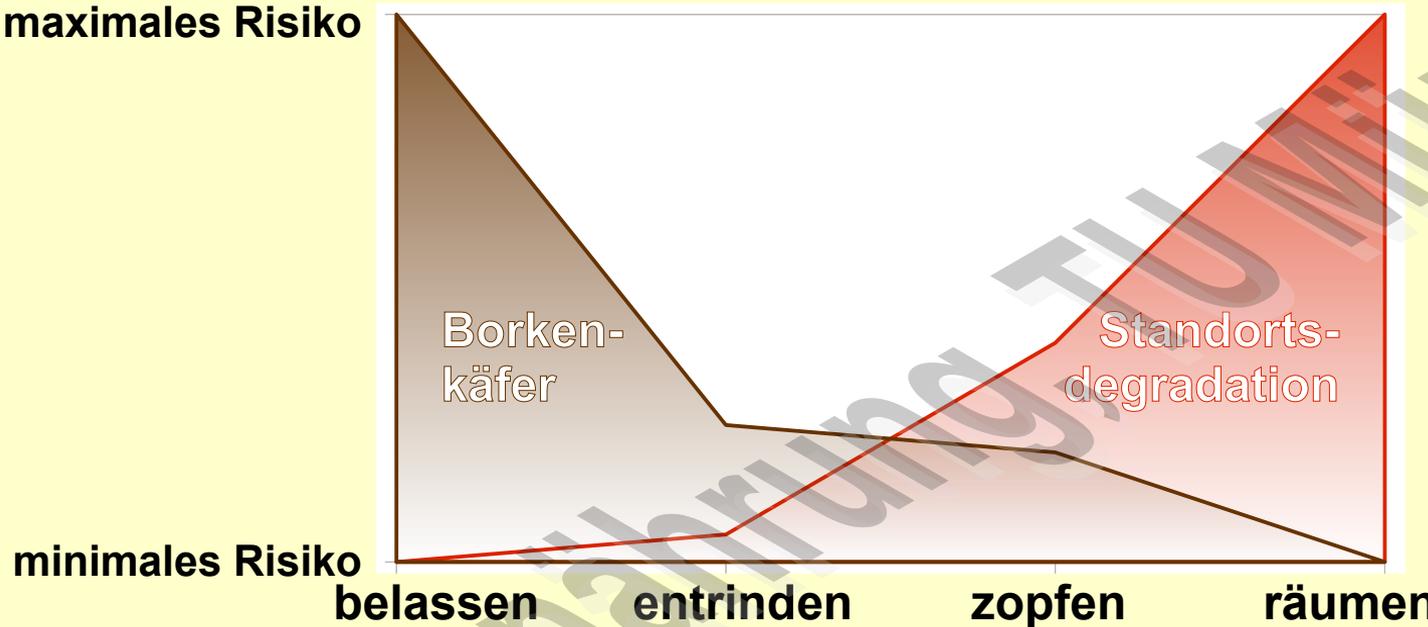
Zwischenfazit 2

- im Verhältnis zur Lebensspanne eines Baumes ist der menschengemachte Klimawandel eine rasante Angelegenheit
- sollte die Temperaturerhöhung dauerhaft die 2°C-Marke überschreiten, müssen wir uns von der gewohnten Waldlandschaft endgültig verabschieden
- durch den Klimawandel ist vor allem in Gebirgslandschaften mit stark steigendem Borkenkäfer-Druck zu rechnen
- es macht durchaus Sinn abseits von Befallsherden jedem Käferbaum „nachzurrennen“

Waldumbau und Baumartendiversifizierung ist das Gebot der Stunde

Was tun im Katastrophenfall?

maximales Risiko



minimales Risiko

belassen

entrinden

zopfen

räumen



FGW

Auswirkungen des Föhnsturms Kyrill im Lattengebirge bei Berchtesgaden

2005

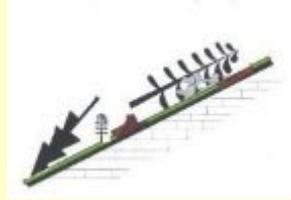


2009

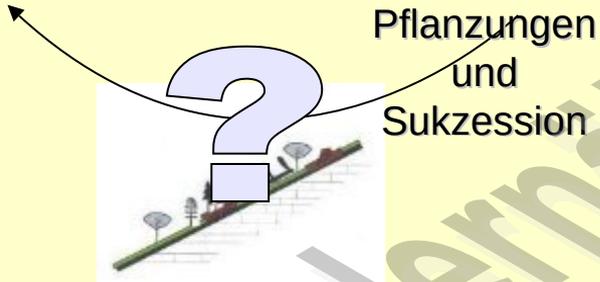


19. Januar 2007:
ca. 150 ha Sturmwurf

wichtige Fragestellungen im Katastrophenfall

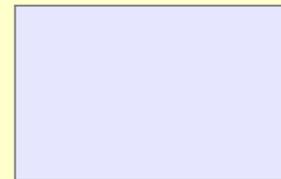


Altbestand $\xrightarrow{\text{Störung}}$ Katastrophenfläche

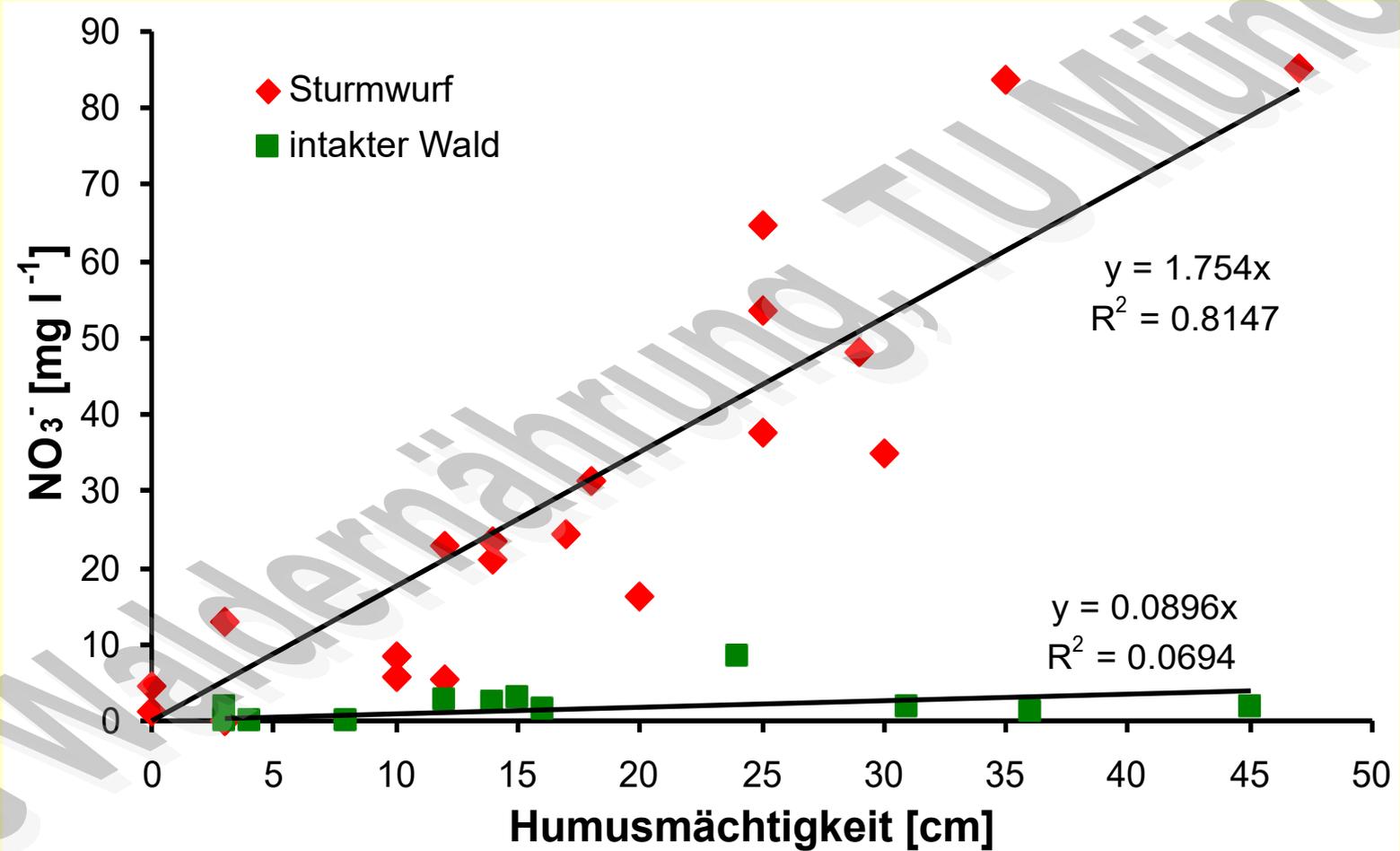


Gelingt der Erhalt der wichtigsten Ökosystemfunktionen (Nährstoffversorgung, Wasserspeicherkapazität) für die folgende Waldgeneration ?

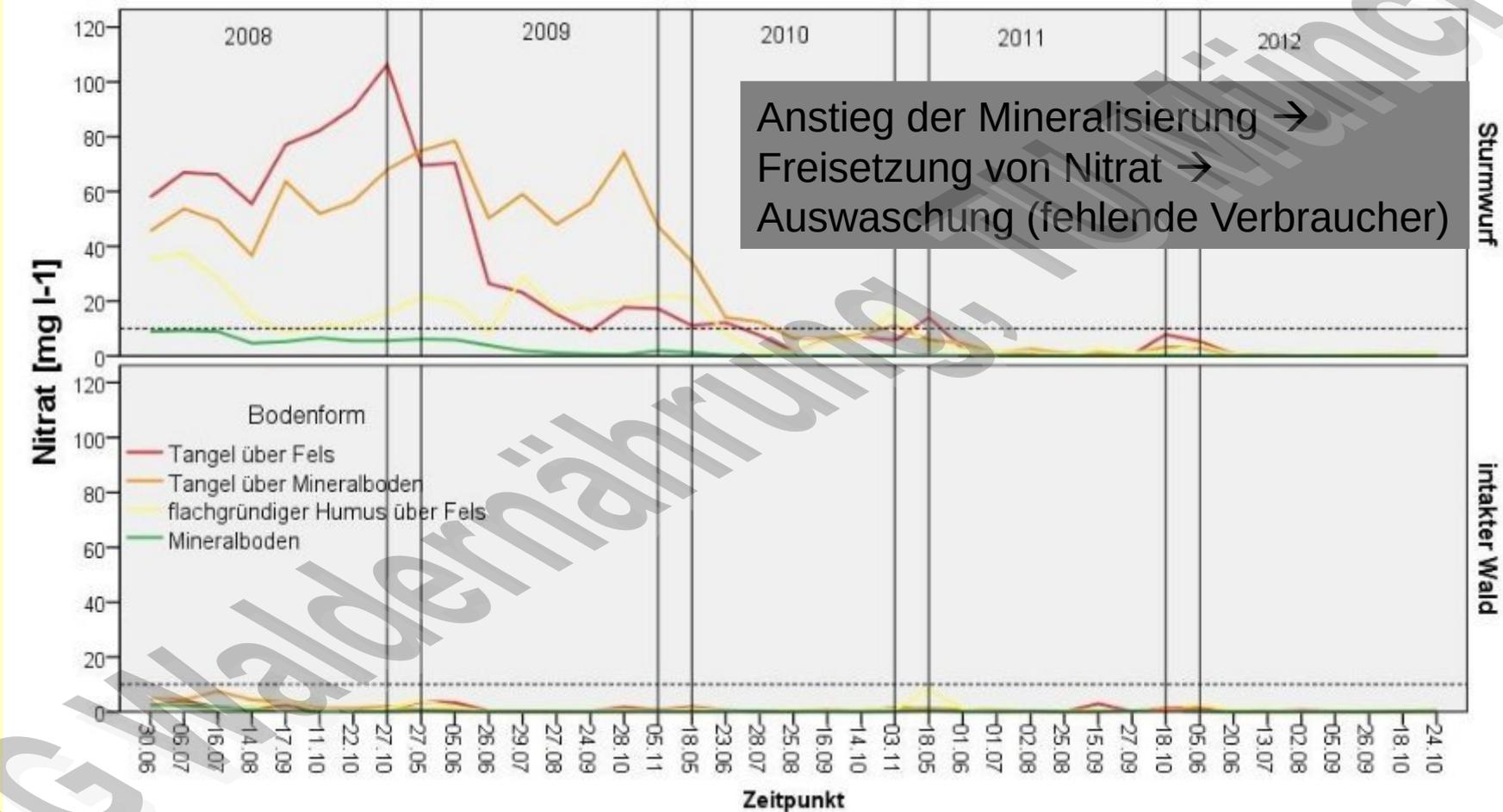
Welche Wiederbewaldungsstrategien erscheinen erfolgversprechend, auch vor dem Hintergrund des Klimawandels ?



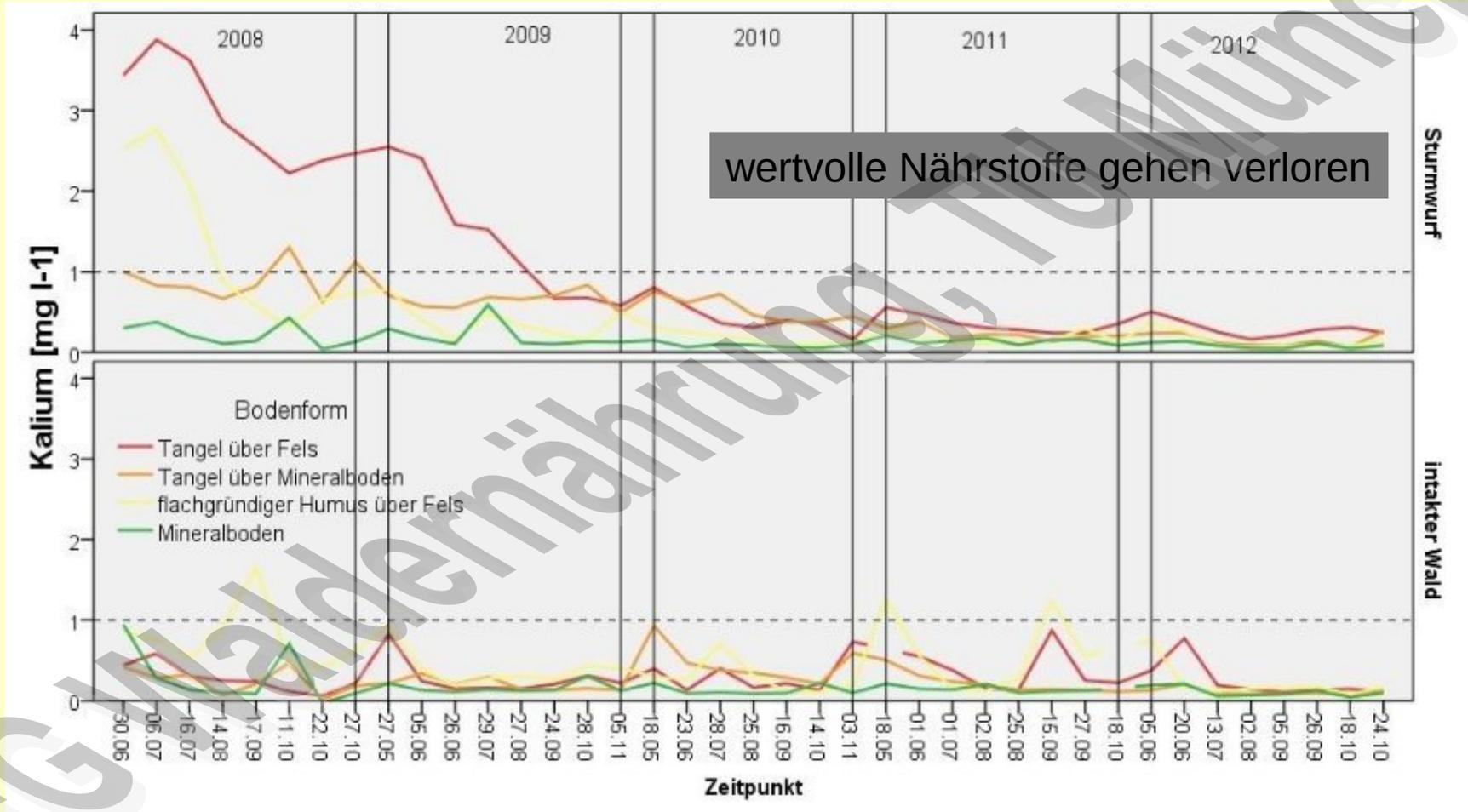
Nitrat im Sickerwasser im 2. Jahr nach dem Sturmwurf (Aug 2008)



Nitrat im Sickerwasser (Jahr 2 bis 6 nach Sturmwurf)



Kalium im Sickerwasser (Jahr 2 bis 6 nach Sturmwurf)



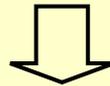
Untersuchungen im Lattengebirge (BY) und Höllengebirge (OÖ)

Katastrophen im Gebirgswald führen auf
flachgründigen Extremstandorten (Hartkalk,
Dolomit, Südexposition) zur schnellen
Standortsdegradierung

Nährstoffreicher Humus



Degradierter Humus

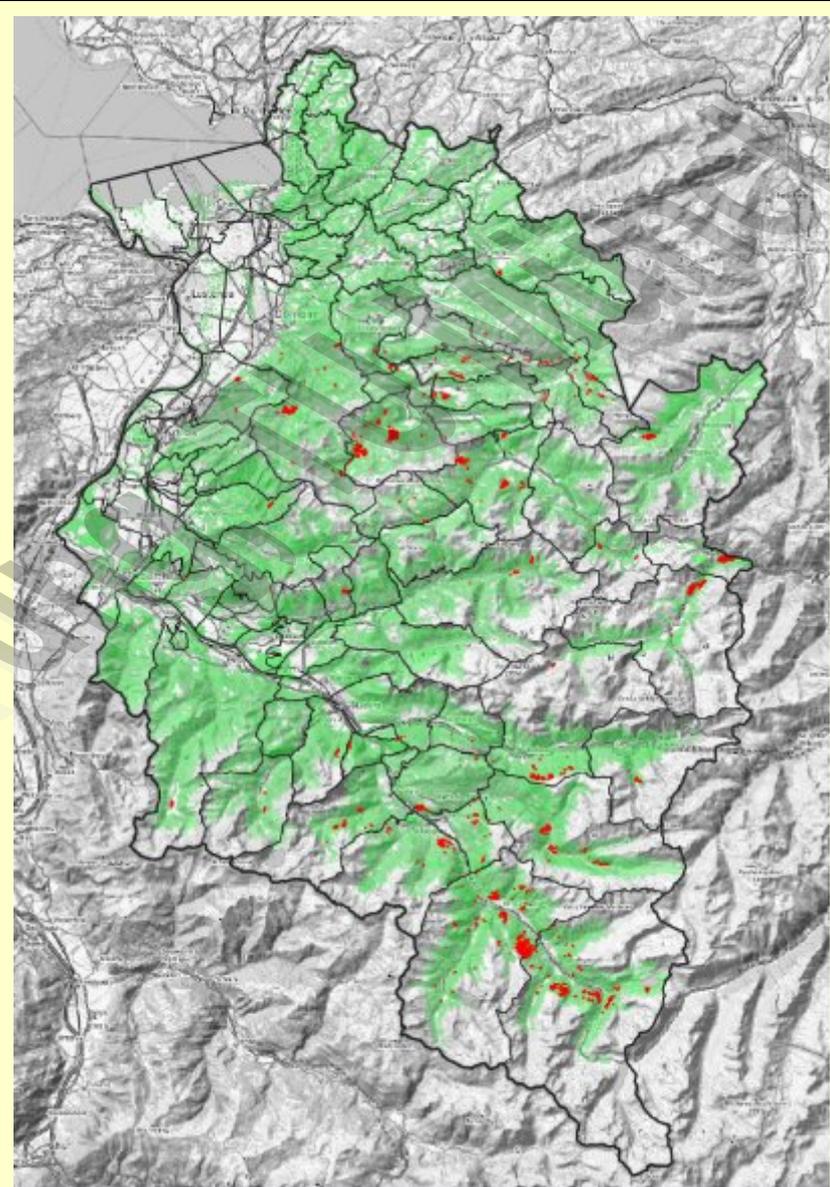


Blanker Fels



Vorkommen von Fels-Humus-Böden in Vorarlberg

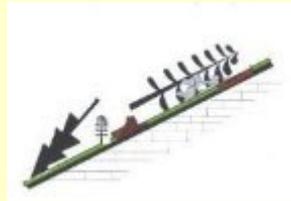
ca. 1 % der Gesamtwaldfläche



Antwort Frage 1



Störung



Altbestand → Katastrophenfläche



Pflanzungen
und
Sukzession

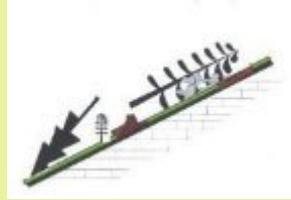
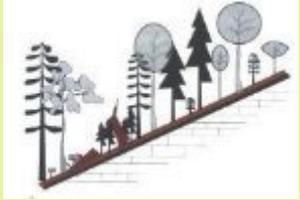


Gelingt der Erhalt der wichtigsten Ökosystemfunktionen (Nährstoffversorgung, Wasserspeicherkapazität) für die folgende Waldgeneration ?

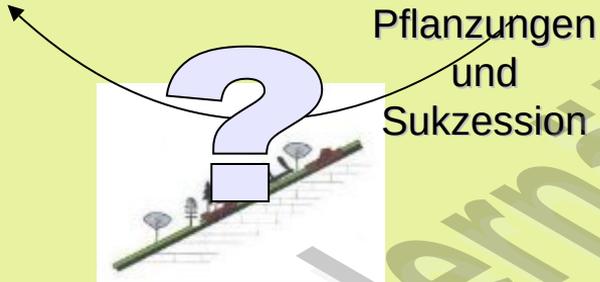
Je ungünstiger der Standort, desto geringer ist die Chance das Nährstoffkapital und die Wasserspeicherkapazität zu sichern

Auf Fels-Humus-Böden besteht die Gefahr des Verlusts der Waldfähigkeit und damit auch der Schutzfunktion

wichtige Fragestellungen im Katastrophenfall



Altbestand $\xrightarrow{\text{Störung}}$ Katastrophenfläche



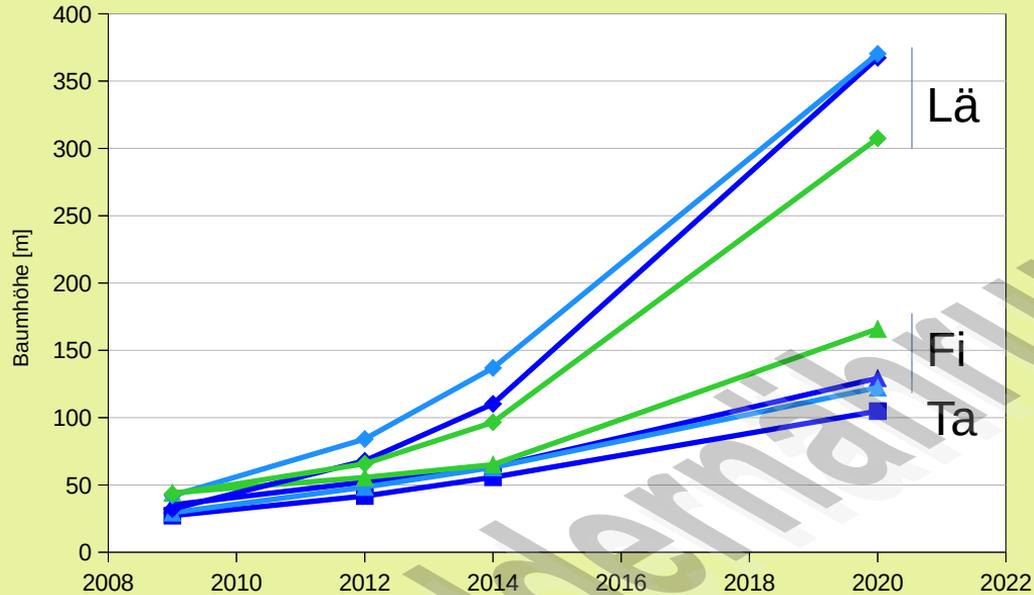
Pflanzungen
und
Sukzession

Gelingt der Erhalt der wichtigsten Ökosystemfunktionen (Nährstoffversorgung, Wasserspeicherkapazität) für die folgende Waldgeneration ?

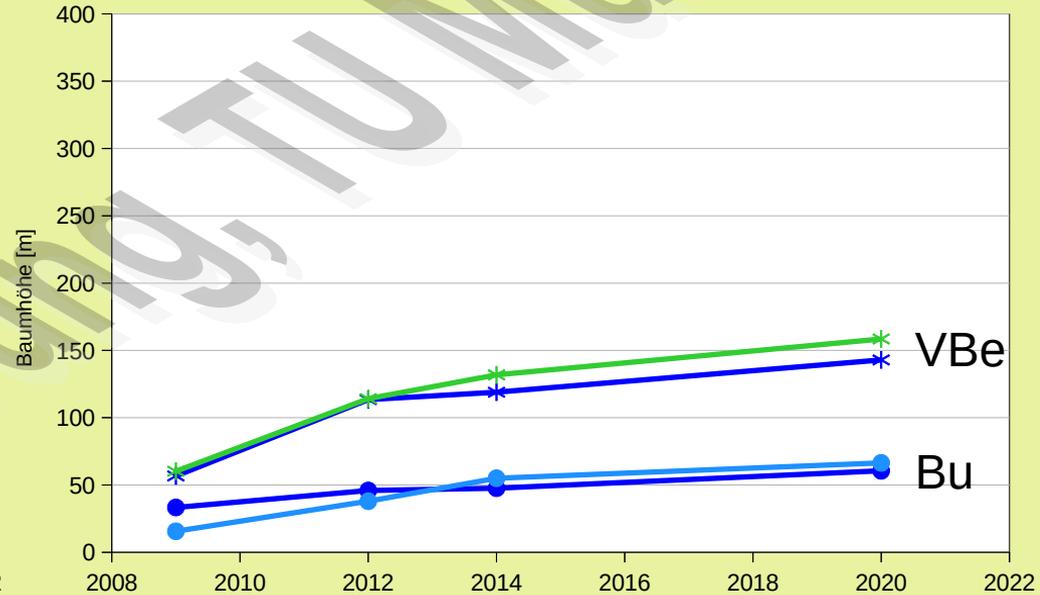
Welche Wiederbewaldungsstrategien erscheinen erfolgversprechend, auch vor dem Hintergrund des Klimawandels ?



Höhenentwicklung der Pflanzungen am Lattenberg



- ◆ Lärche wurzelnackt
- ▲ Fichte wurzelnackt
- Tanne Container Herbst
- ◆ Lärche Container Frühjahr
- ▲ Fichte Container Frühjahr
- ◆ Lärche Container Herbst
- ▲ Fichte Container Herbst



- ◆* Vogelbeere wurzelnackt
- Buche Container Frühjahr
- ◆* Vogelbeere Container Herbst
- Buche Container Herbst

Überlebensraten 2020 der Pflanzungen am Lattenberg

Nadelholz

	Pflanzjahr	überlebend
Fichte wurzelnackt	2008	71 %
Fichte Cont. Frühjahr	2008	79 %
Fichte Cont. Herbst	2008	94 %
Lärche wurzelnackt	2008	86 %
Lärche Cont. Frühjahr	2008	77 %
Lärchen Cont. Herbst	2008	78 %
Tanne Cont. Herbst	2008	91 %
Kiefer Cont. Herbst	2011	79 %
Schwarzkiefer Cont. Herbst	2011	61 %
Latsche Cont. Herbst	2011	88 %
Zirbe Cont. Herbst	2011	76 %

Laubholz

	Pflanzjahr	überlebend
Buche Cont. Frühjahr	2008	61 %
Buche Cont. Herbst	2008	80 %
Vogelbeere wurzelnackt	2008	78 %
Vogelbeere Cont. Herbst	2008	90 %
Bergahorn Cont. Herbst	2008	82 %
Mehlbeere Cont. Herbst	2008	86 %
Grünerle Cont. Herbst	2008	84 %
Weißerle Cont. Herbst	2008	28 %

Bewertung der Pflanzung

Vorteile

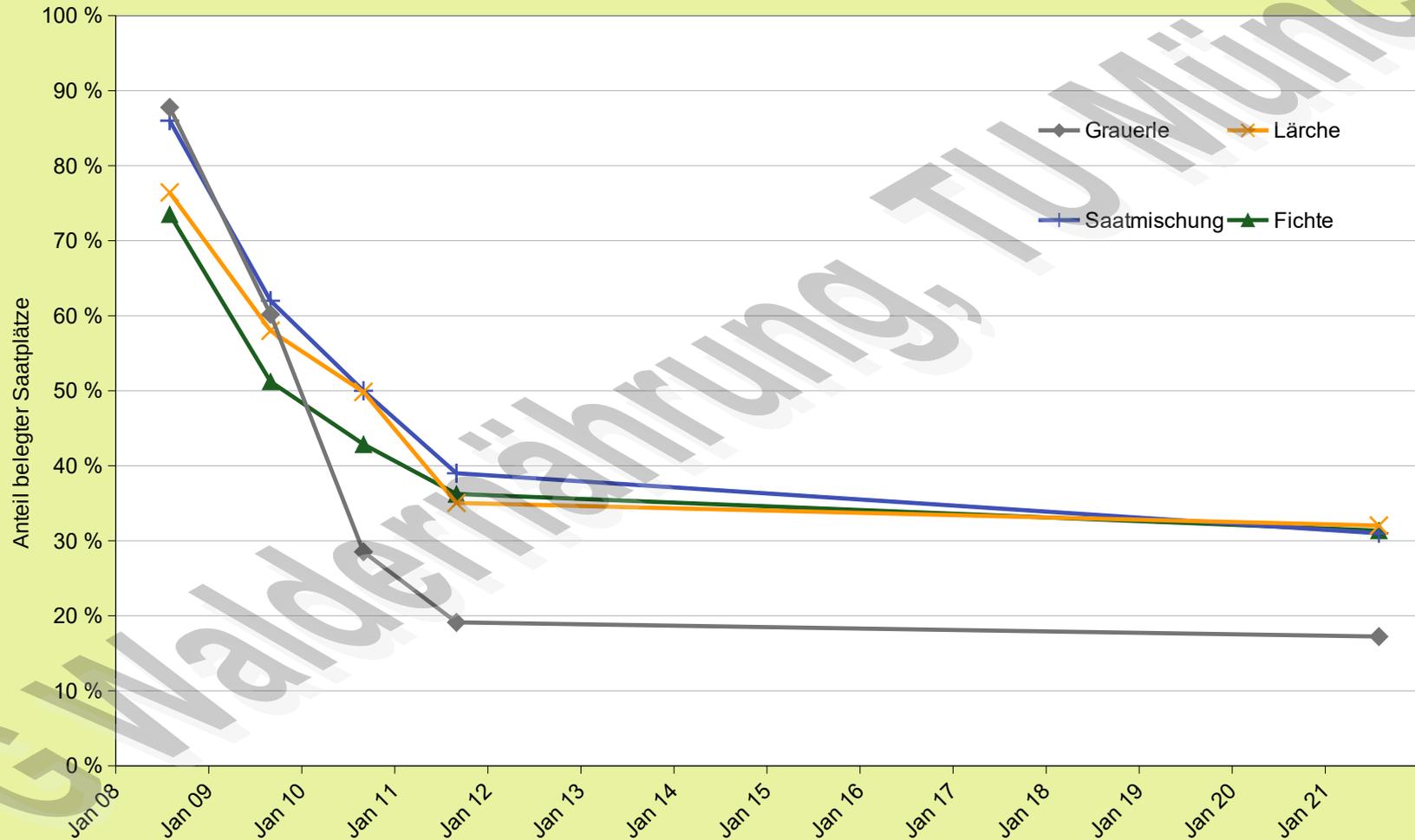
recht guter Anwuchserfolg (sofern nach der Pflanzung keine extreme Trockenheit)
gezielte Wahl günstiger Kleinstandorte möglich
Einbringung bisher nicht vorhandener Schlußwald-Baumarten möglich

Nachteile

hoher Arbeitsaufwand
passendes Pflanzgut meist nicht in ausreichender Menge verfügbar
Gefahr von Wurzeldeformationen bei unsachgemäßer Pflanzung

Entwicklung der Saatplatzbelegung am Lattenberg

Aussaat Frühjahr 2008; Kontrolle jeweils August/September



Einsatz einer Drohne zur Ausbringung von Pionierpflanzen (Berchtesgaden)



Pflanzenart

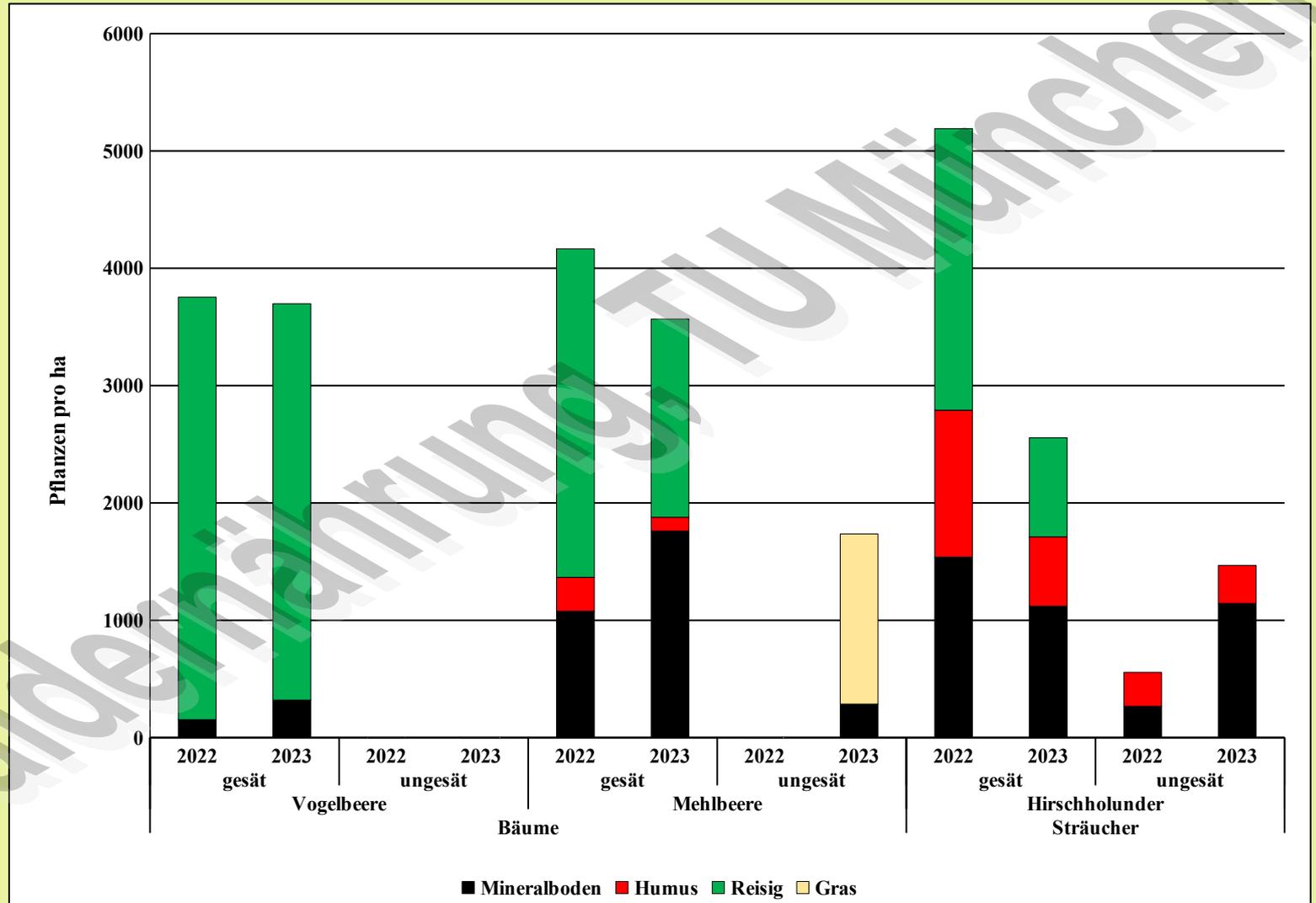
Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*)

Mehlbeere (*Sorbus aria*)

Hirschholunder (*Sambucus racemosa*)

Weidenröschen (*Epilobium angustifolium*)

Beispiel: Erfolg der Saat mit Drohne (Berchtesgaden)



Bewertung der Saat

Vorteile

bei Saat mit Drohne kein Begang der Fläche nötig

bei Saat mit Drohne hohe Flächenleistung

Saatgut von Pionierpflanzen kann relativ einfach gewonnen werden

natürliche Wurzelentwicklung, kein Pflanzschock

Nachteile

meist schlechter Keimerfolg

Einsatz auf bereits vergrasteten Flächen sinnlos

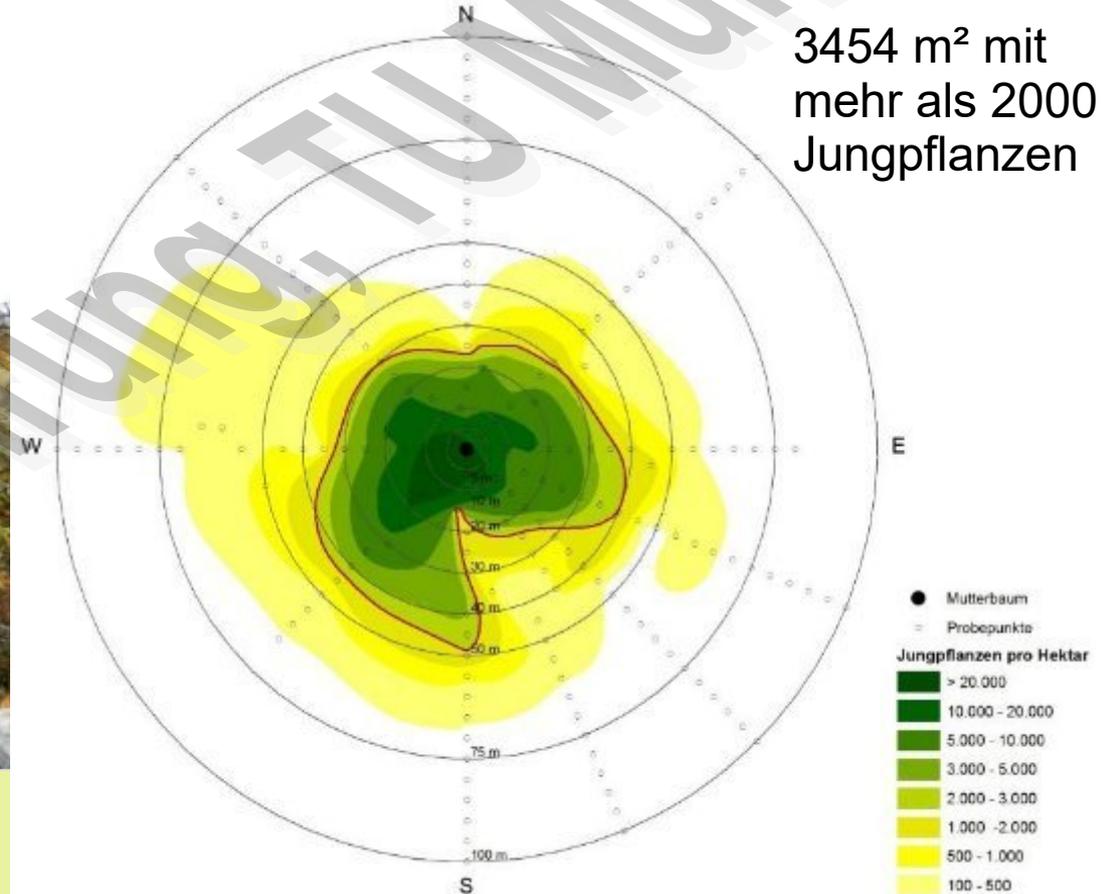
Saatgut muß für die Ausbringung aufbereitet (pelletiert) werden

Vorausverjüngung als „Versicherung“ für den Katastrophenfall



Fruktifizierende Altbäume als „Versicherung“ für den Katastrophenfall

Bergahorn auf Kyrill-
Sturmwurffläche



Vorteile von Pionierarten

fruktifizieren bereits in jungem Alter

fruktifizieren jährlich

fruktifizieren reichlich

durch Pioniere bekommt man relativ schnell ein
waldähnliches Bodenklima

im Schutz der Pioniere lassen sich
Schlußwaldbaumarten besser etablieren

Verjüngung ist nicht alles, aber wo sie fehlt ist alles nichts



Sanierungskosten 160000€ bis 500000€ pro ha

Jagdpacht im Gebirge: ca. 40€ pro ha und Jahr

>> man bräuchte mindestens 4000 Jahre Pachteinahmen um eine Sanierung zu finanzieren;
Naturverjüngung wäre gratis

Einfluß einer Zäunung auf Verjüngungsökologie und Bodenqualität im Bergwald

aus: J. Prietzel, Auswirkungen reduzierter Schalenwildbelastung auf wichtige ökologische Kenngrößen eines degradierten Bergmischwaldstandorts der Bayerischen Kalkalpen. AFSV Jahrestagung 2006



1955



2003

	Außenfläche	Innenfläche
Anzahl	13.455 ha ⁻¹	18.545 ha ⁻¹
davon höher als 50cm	3%	47%
Biomasse	48 kg ha ⁻¹	18.619 kg ha ⁻¹

	Außenfläche	Innenfläche
C-Vorrat Humus	4,5 ± 2,6 t/ha	16,5 ± 12,1 t/ha
C-Vorrat Mineralboden (bis 20 cm Tiefe)	55,7 ± 11,8 t/ha	66,5 ± 18,9 t/ha

Jahr der Zäunung: 1969; Jahr der Datenerhebung: 2004

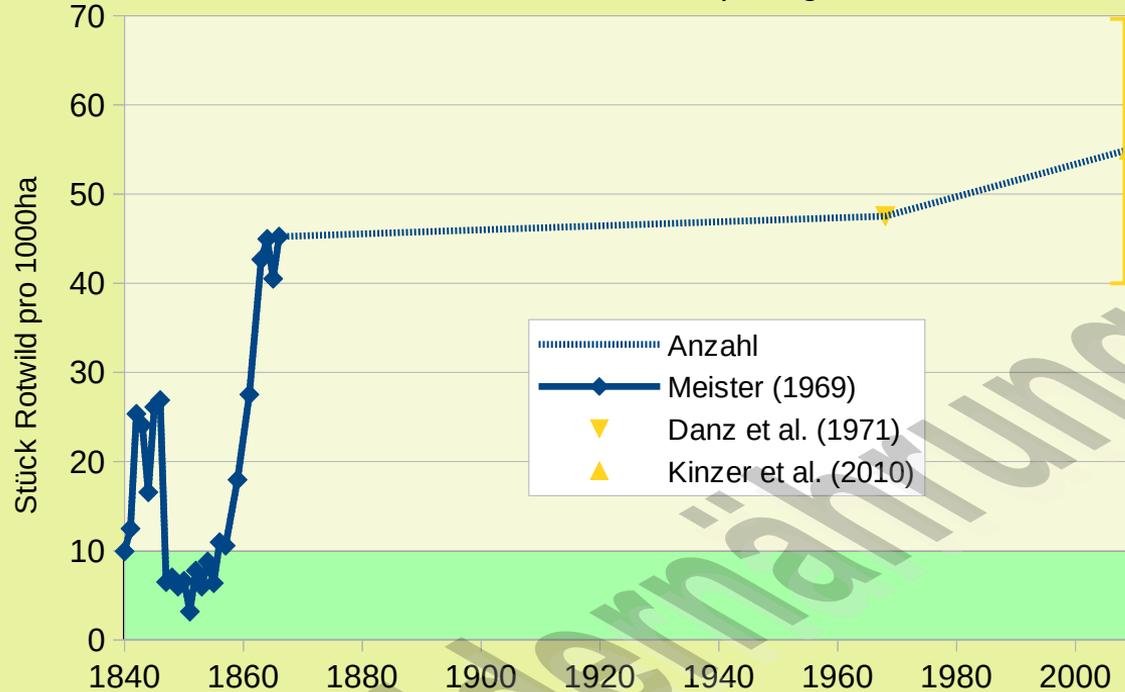
Einfluß einer Zäunung auf Verjüngungsökologie und Bodenqualität im Bergwald

aus: J. Prietzel, Auswirkungen reduzierter Schalenwildbelastung auf wichtige ökologische Kenngrößen eines degradierten Bergmischwaldstandorts der Bayerischen Kalkalpen. AFSV Jahrestagung 2006

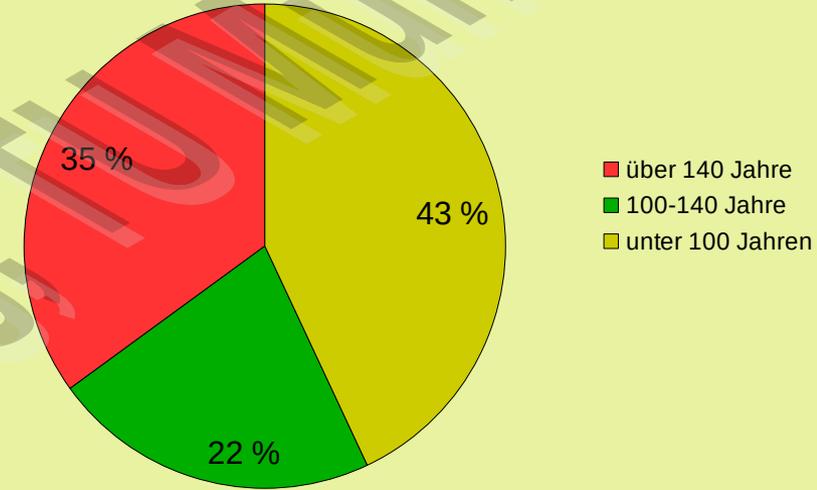


Wald und Wild, Wild und Wald

Rotwild-Dichte im Bereich Spitzingsee



Altersstruktur der Schutzwälder



aus: Der Schutzwald in den bayerischen Alpen. BayStMELF 2000

Quellen:

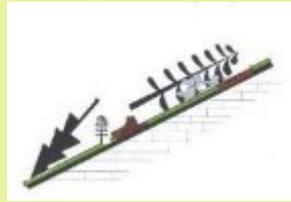
- Meister, G. (1969): Ziele und Ergebnisse forstlicher Planung im oberbayerischen Hochgebirge. Forstw. Cbl. 88, 97-130
Danz, W., Karl, J., Toldrian, H. (1971): Über den Waldzustand im oberbayerischen Hochgebirge. Forstw. Cbl. 90, 87-103.
Kinser, A., Koop, K., v. Münchhausen, H. (2010): Die Rotwildverbreitung in Deutschland. AFZ-DerWald 5/2010, 32-34.

Natürlicher Rotwildbestand nach Meister (1969) 5 bis 10 Stück pro 1000ha, jedoch mit winterlicher Wandermöglichkeit ins Voralpenland

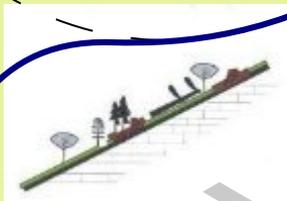
Antwort Frage 2



Störung



Altbestand → Katastrophenfläche



Pflanzungen,
Saat und
Sukzession



Welche Wiederbewaldungsstrategien erscheinen erfolgversprechend, auch vor dem Hintergrund des Klimawandels ?

Alle Maßnahmen zum Erhalt des Nährstoffkapitals und günstiger Kleinstandorte sind förderlich

Frühzeitige Beteiligung von Pionierbaumarten (VoBe, MeBe, Lä, Latsche (Ki), BAh) erhöht die Wiederbewaldungschancen

Beste Vorsorgestrategie: rechtzeitige Einleitung und Förderung der Vorausverjüngung

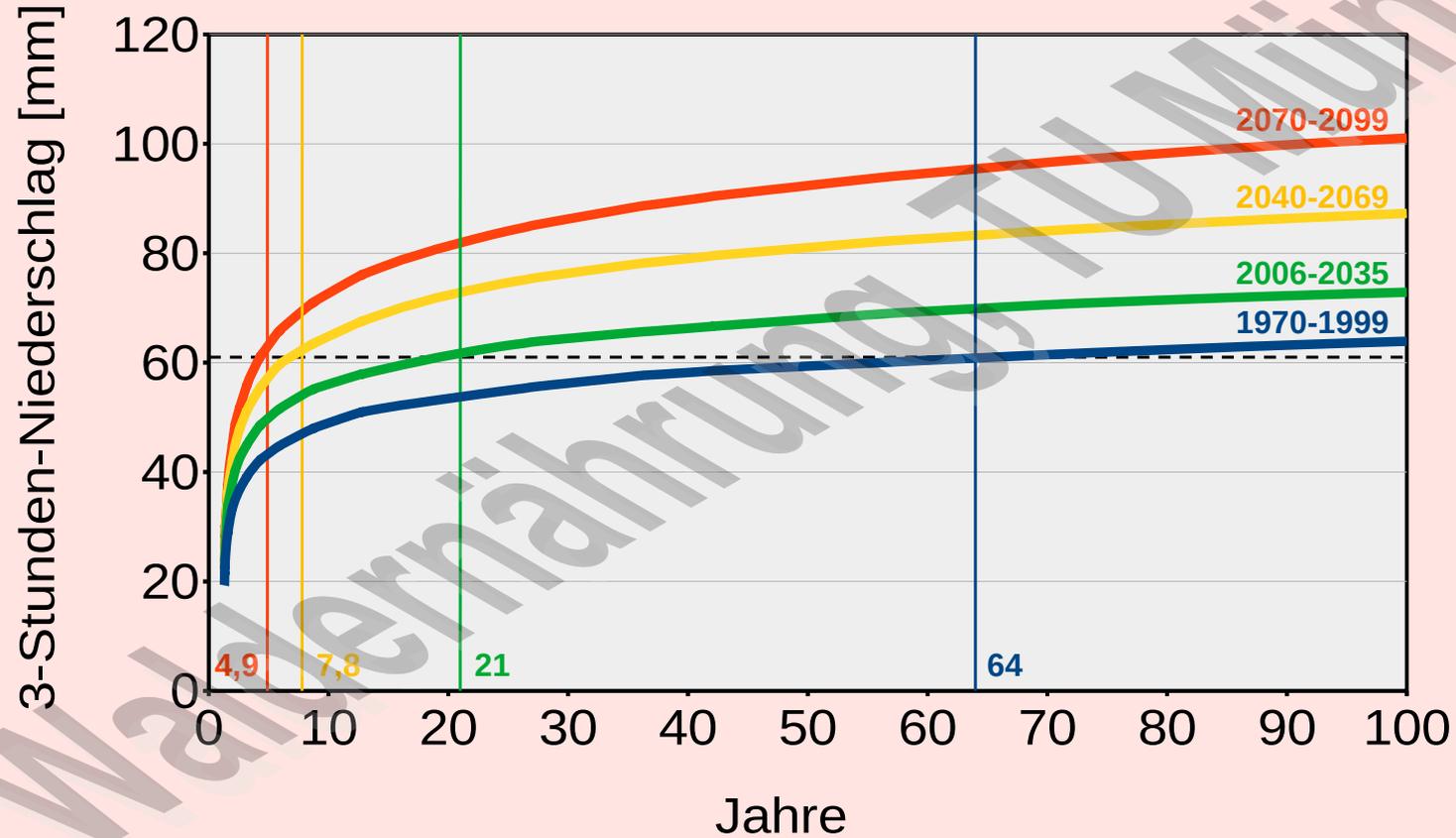
Beste Erfolgsstrategie: schnelles handeln und angepasste Wildbestände

Zwischenfazit 3

- **Vorausverjüngung unter Beteiligung von Pionierbaumarten ist eine wesentliche Vorsorgestrategie**
- **im Katastrophenfall durch schnelles handeln Nährstoffverluste minimieren und Vergrasung vermeiden**
- **ohne angepasste Wildbestände sind alle Bemühungen vergebens**

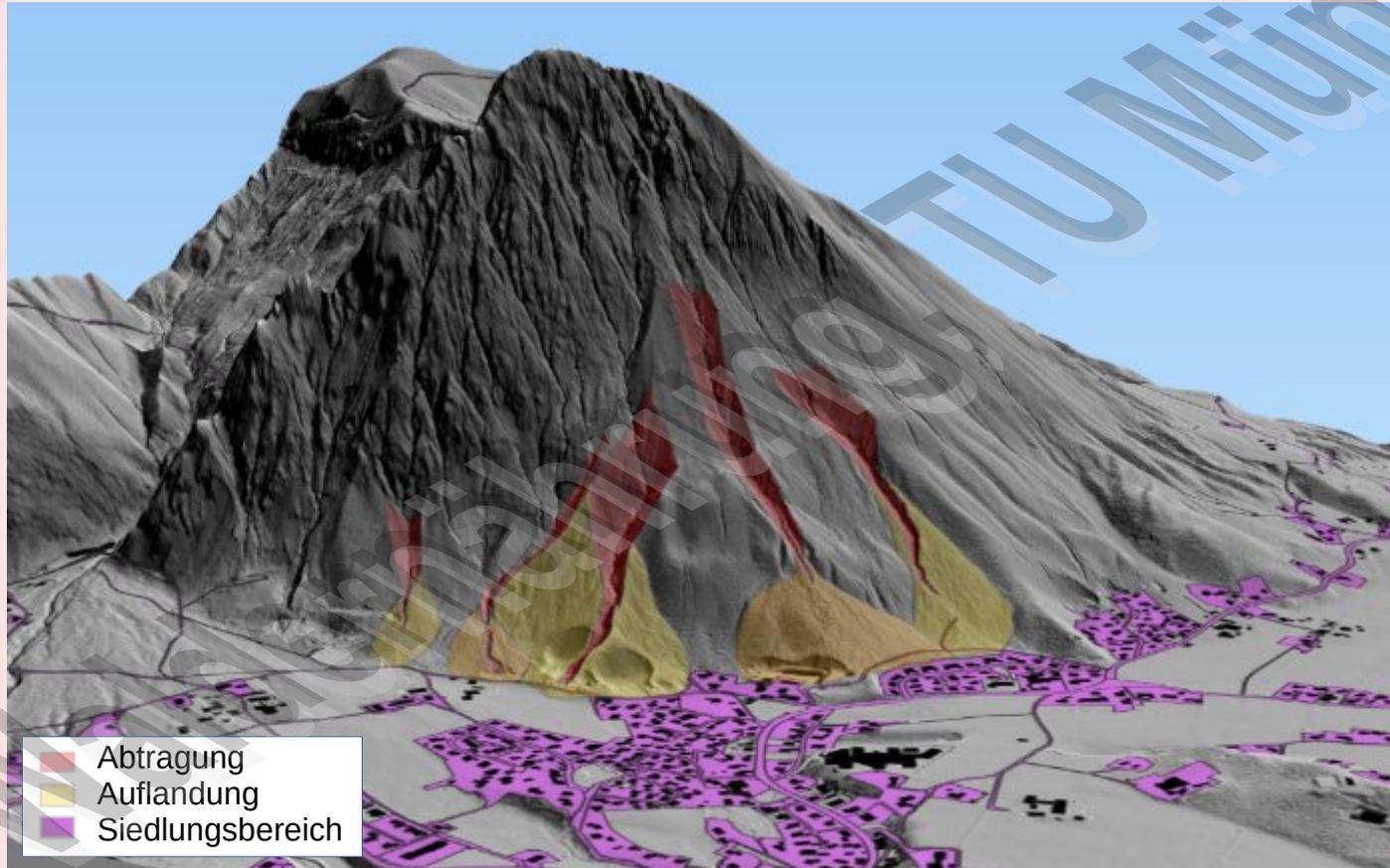
verjüngen, verjüngen, verjüngen

Wiederkehrperiode des 3-Stunden-Ereignisses vom 17.7.21 in Berchtesgaden bei verschiedenen Klimaszenarien

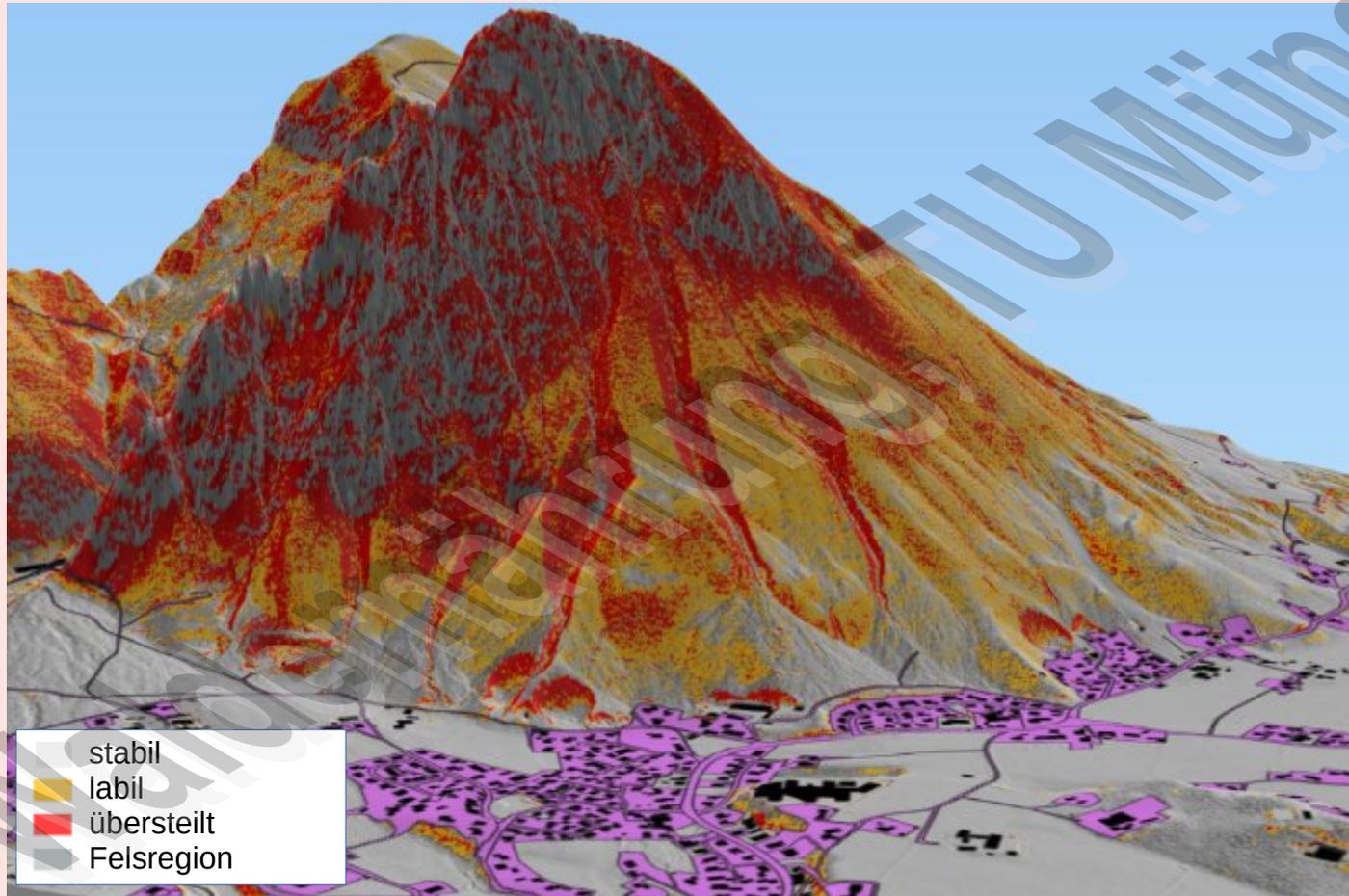


nach: Poschlod, P. 2022: Attributing heavy rainfall event in Berchtesgadener Land to recent climate change – Further rainfall intensification projected to the future. Weather and Climate Extremes 28, 100492

Abtragungs- und Auflandungsbereiche am Grünstein bei Berchtesgaden

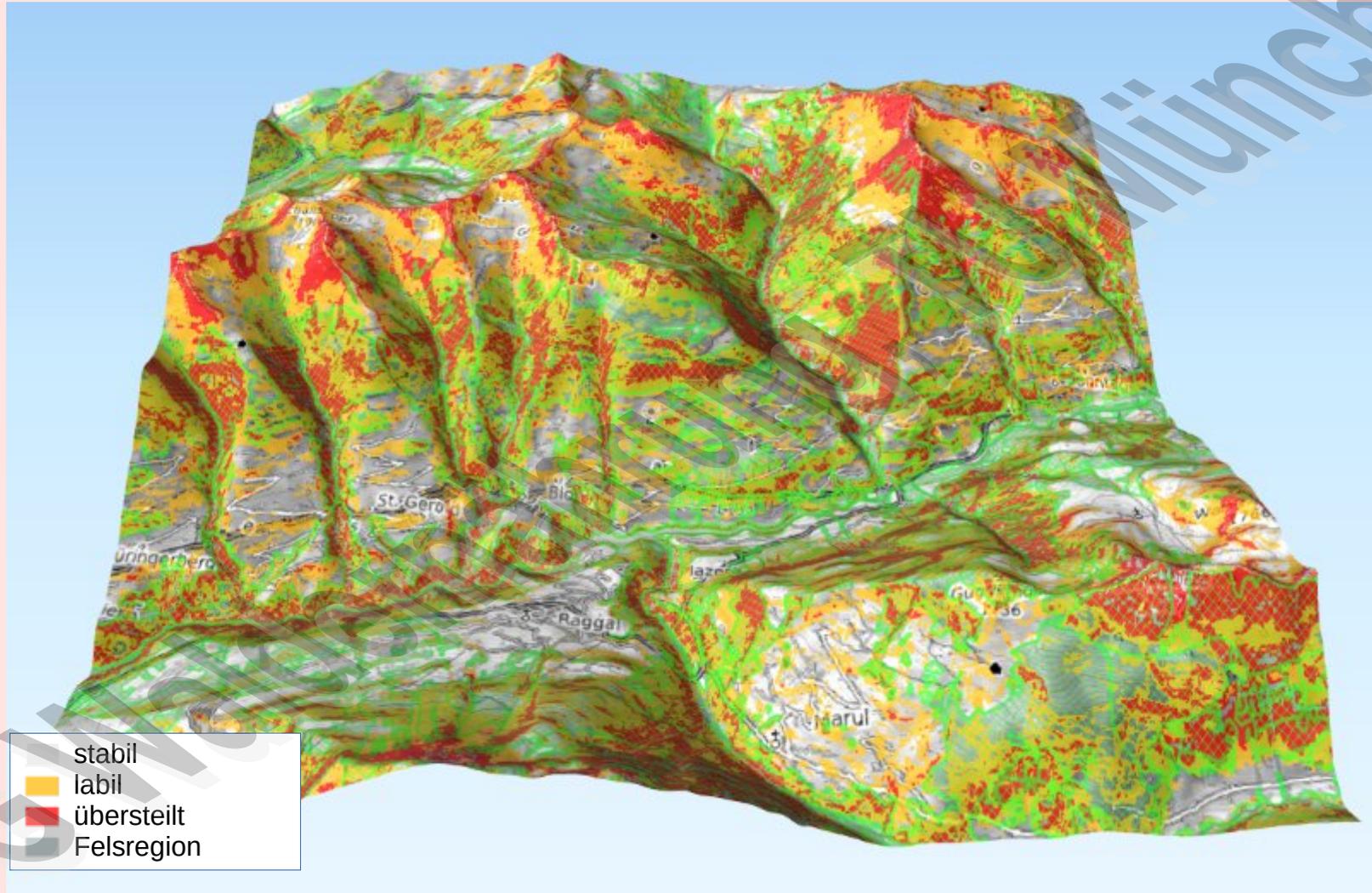


Klassifikation der Hangneigung am Grünstein



Klassifizierung der Hangneigung in Anlehnung an Louis (1948):
natürlicher Böschungswinkel lockerer Aufschüttungen 25°-35°, entspricht der Einwertung labil

Klassifikation der Hangneigung oberhalb von St. Gerold



Haltekapazität für pflanzenverfügbares Wasser (nFK) von Böden

Werte in mm pro Dezimeter Schichtdicke für mittlere Lagerungsdichte

aus: AK Standortkartierung 1996: Forstliche Standortaufnahme. IHW-Verlag, Eching
Ewald, J., Göttlein, A., Prietzel, J., Kohlpaintner, M., Reger, B., Olleck, M. 2020: Alpenhumus als klimasensitiver C-Speicher und entscheidender Standortfaktor im Bergwald. Forstliche Forschungsberichte München Band 220, Schriftenreihe des Zentrums Wald-Forst-Holz Weihenstephan

Bodenart	nFK in mm/dm
Reinsande	8-20
Tone	9-15
Lehme	11-16
Schluffe	21-26
stark humose Schichten	37
Tangelhumus	49-57

die Wasserhaltekapazität verringert sich um den Skelettgehalt (alles größer 2 mm)

Humusschwund im Bergwald reduziert Wasserrückhalt und gefährdet Waldfähigkeit



Zwischenfazit 4

- eine Zunahme extremer Niederschlagsereignisse ist sehr wahrscheinlich
- Waldschäden auf übersteilten Hängen sind eine Gefahr für die Unterlieger und die Vorfluter
- der Humus leistet einen wesentlichen Beitrag zum Wasserrückhalt

jegliche Beeinträchtigung der Waldfunktion führt zu einer Minderung der Schutzfunktion

d.h. forstliches Handeln, oder auch unterlassenes Handeln, im Gebirge hat stets auch enorme Auswirkungen über den Forstsektor hinaus

Gebirgs-Waldwirtschaft in schwierigen Zeiten

Eine verantwortungsvolle Forstwirtschaft muß:

- der Gesellschaft die Nutzungsgrenzen aufzeigen
- durch Vorausverjüngung und Sanierungsanstrengungen den Bergwald fit für die Zukunft machen
- im Katastrophenfall schnell und besonnen handeln
- vermitteln, daß Schutzwald keine Gratis-Veranstaltung ist
- den Grundsatz Wald vor Wild einfordern
(aus Eigennutz und aus gesellschaftlicher Verantwortung)

Liebe Waldbesitzer und Förster, seien Sie unbequem, das sind Sie dem Bergwald, der Gesellschaft und ihren Enkeln schuldig !!



BAYERISCHE
FORSTVERWALTUNG

Projekt klifW019; Anne Meinhold
Projekt B79; Roman Laniewski