



# Waldpflege als Antwort auf die Klimaveränderung

**Günter Rössler**

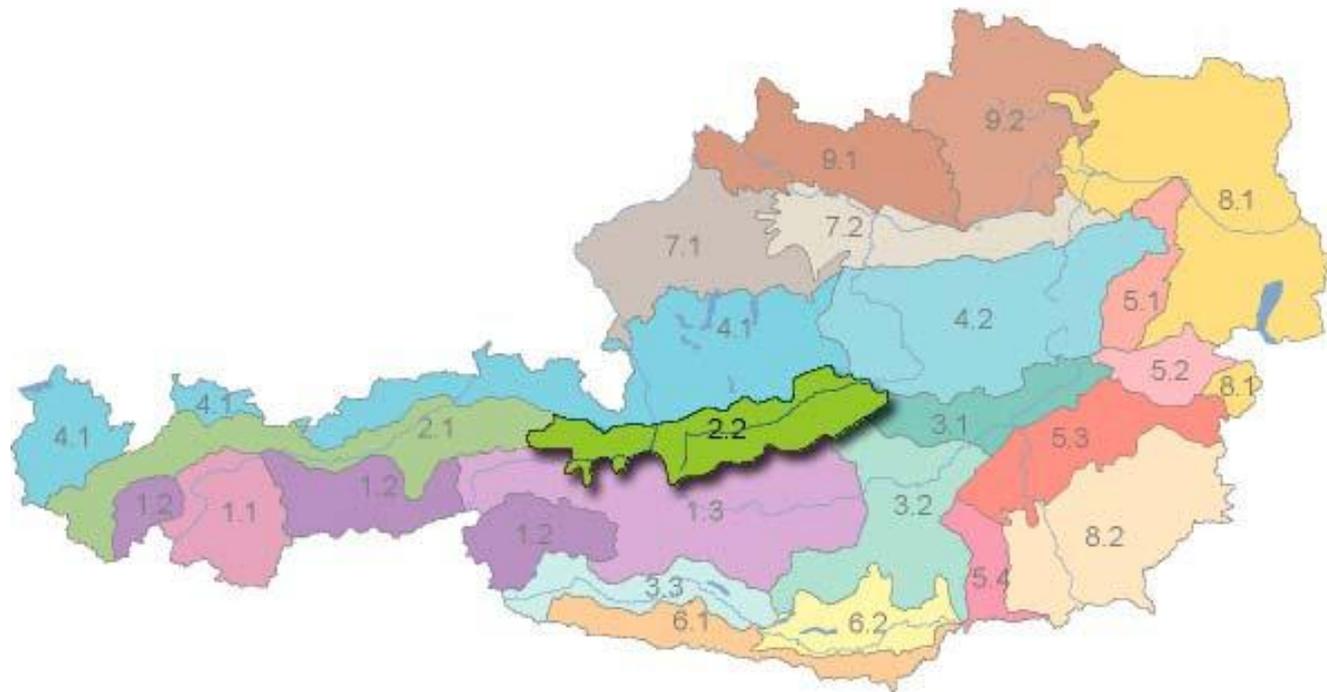
**Institut für Waldwachstum und Waldbau**

**KLAR! Zukunftsregion Ennstal**

**Pruggern/Stmk**

**12. April 2019**

# Wuchsgebiet (Kilian, Müller, Starlinger, 1994) Nördliche Zwischenalpen - Ostteil



# Wuchsgebiet Nördliche Zwischenalpen - Ostteil



# Die Fichte

- ... ist die mit Abstand häufigste Baumart in Österreich [58%]  
(auch noch sehr viele junge Bestände)
- ... ist die ökonomische Basis der heimischen Forstwirtschaft  
und der wesentliche Rohstoff für die Holzindustrie
- ... wächst häufig außerhalb ihres natürlichen Areal  
(und das sehr gut)
- ... *aber sie gilt unter den Vorzeichen des Klimawandels als  
besonders anfällige Baumart (Kölling et al., 2009)*

# Klimawandel – Gefährdungen der Fichte

- **Trockenstress**
- **Schädlinge (Borkenkäfer)**
- **Stürme (Gewitter, Hagel)**
- **Schnee- u. Eisbruch**
- **.... ?**



Ist die Fichte ein Problem?



**Nicht die „Fichte“ als solche  
verursacht Katastrophen**

**vielfach sind auch andere Faktoren wie  
*fehlende Bestandespflege***

**oder *Ignoranz des Standortes*  
ausschlaggebend**

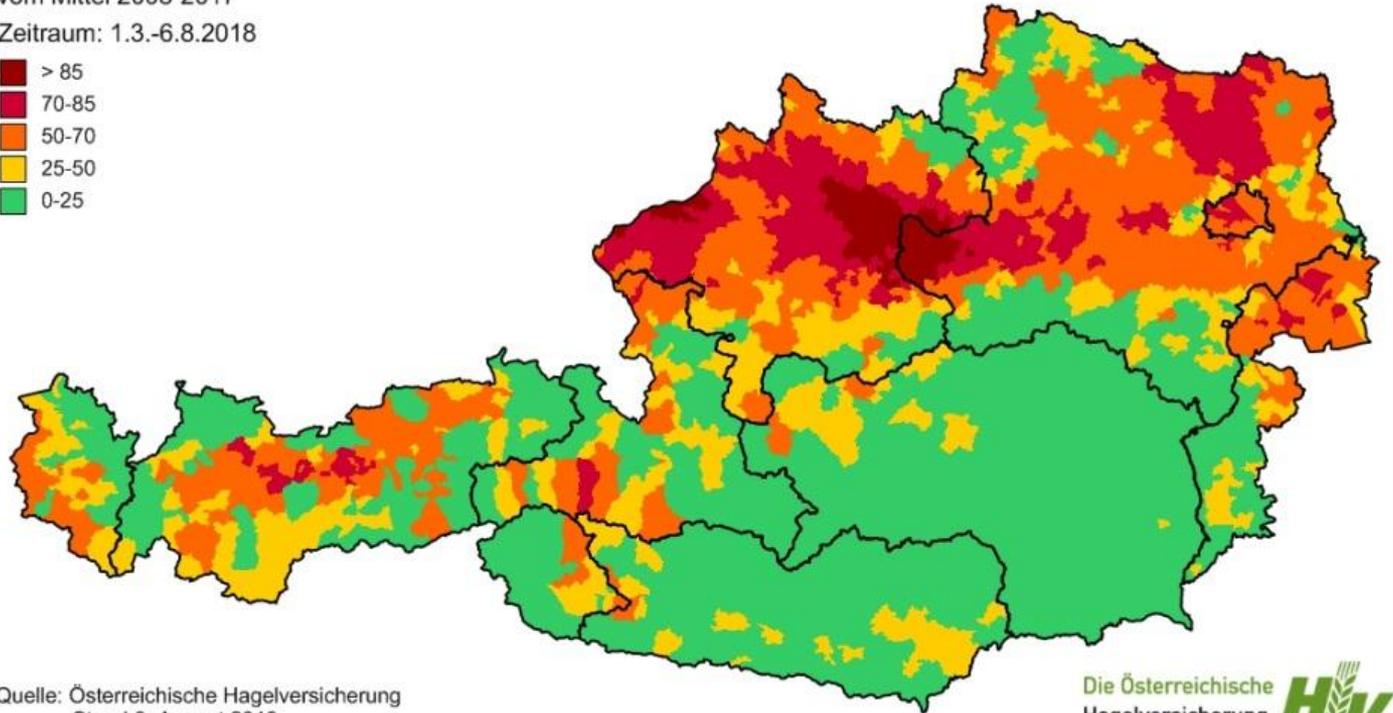
**..... aber die Fichte hat in vielen Gebieten  
ein grosses Problem**

# Klimaveränderung

## Niederschlagsdefizit 2018 in %

vom Mittel 2008-2017

Zeitraum: 1.3.-6.8.2018



Quelle: Österreichische Hagelversicherung  
Stand 6. August 2018

# Trockenstress

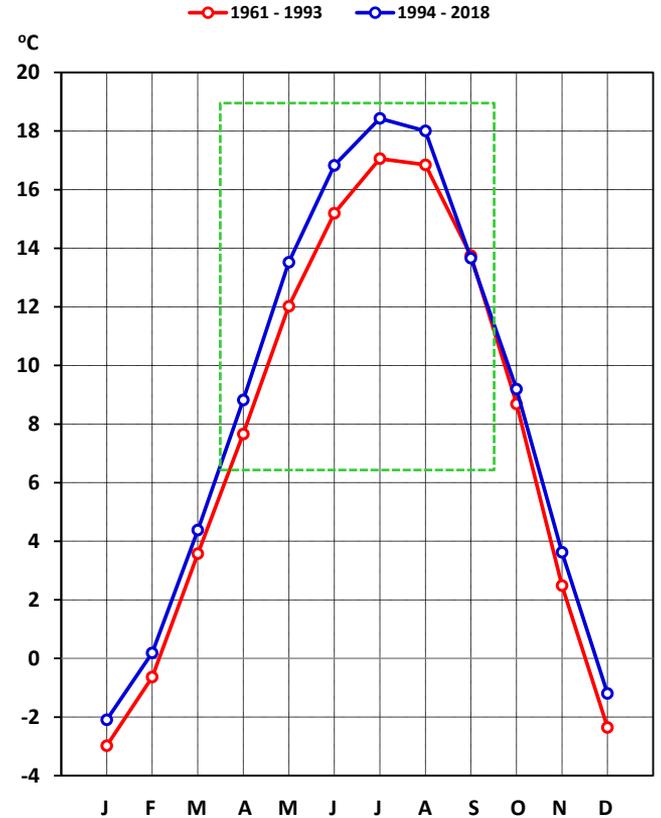
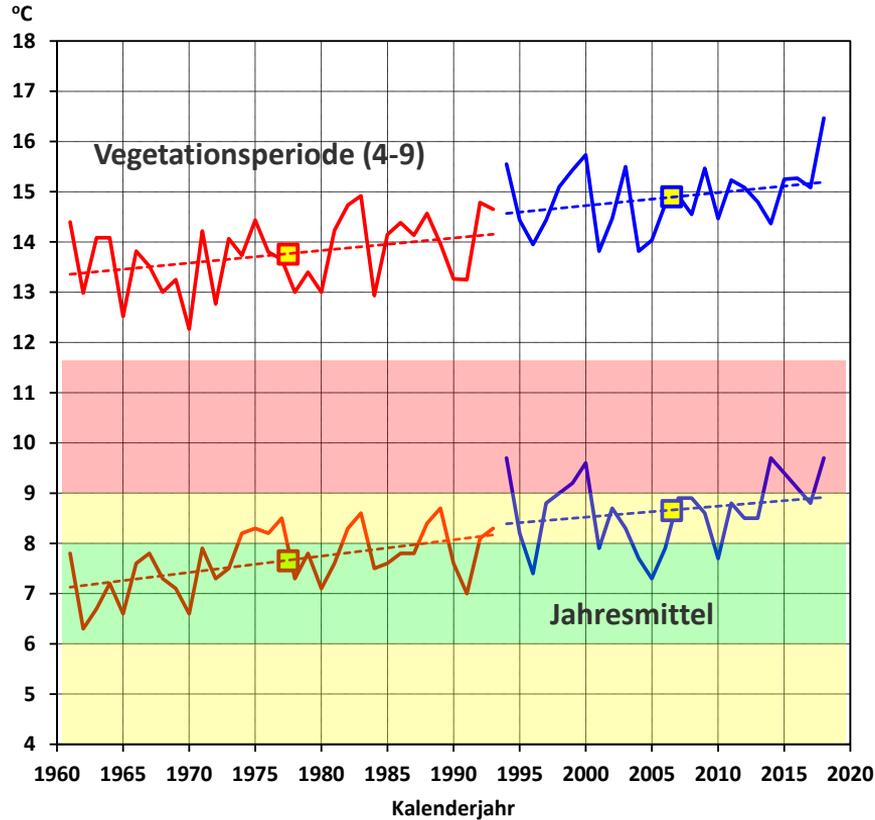
## Ökologie der Fichte

Klima	Jahresmitteltemperatur	Jahresniederschlag
Klimagrenzwerte	-3 bis 9° C	500 – 2000 mm
Wuchsoptimum	6 bis 8° C	800 – 1200 mm

Quelle: Mayer, 1984: „*Waldbau auf soziologisch-ökologischer Grundlage*“

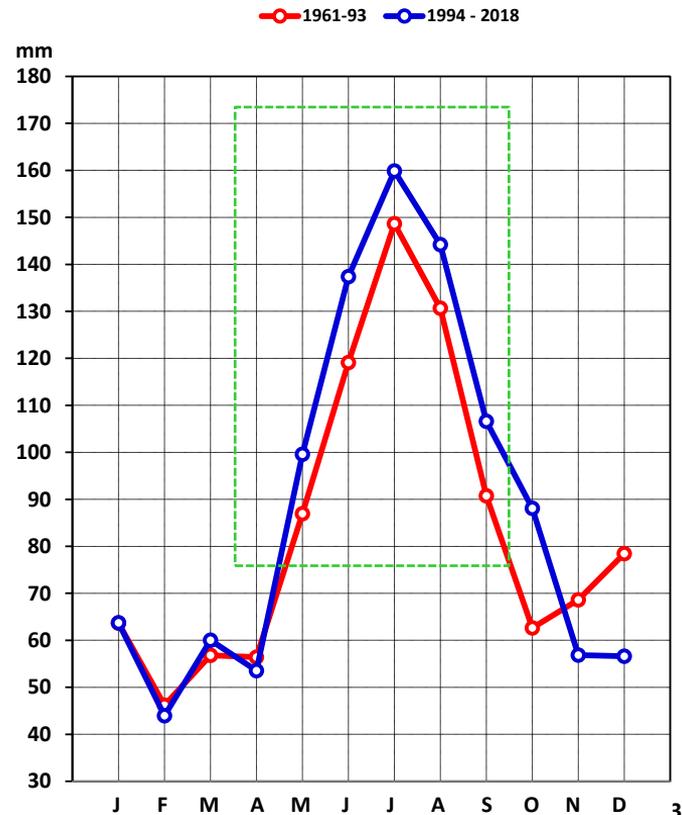
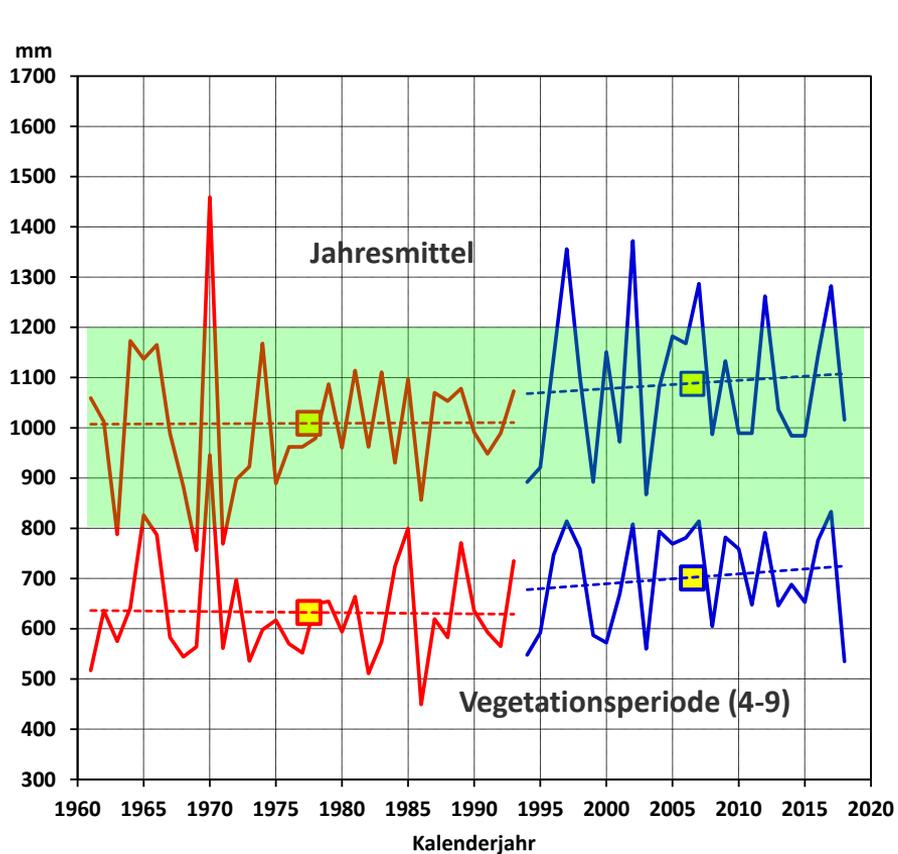
# Klimaveränderung

## Station Irdning (697 m Seehöhe) - Temperatur



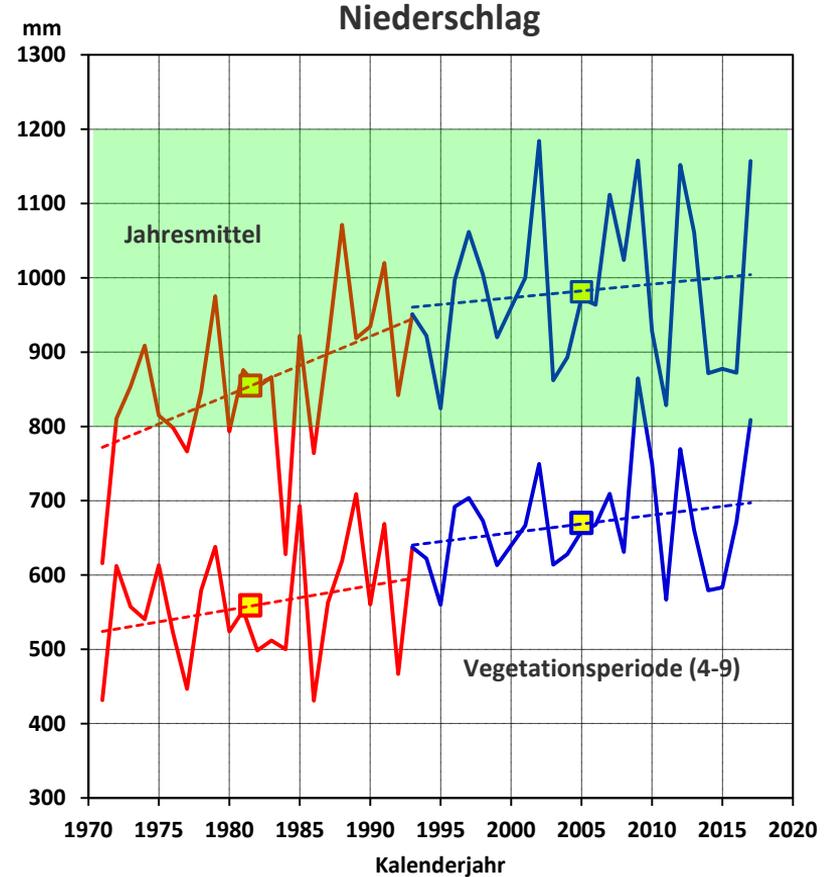
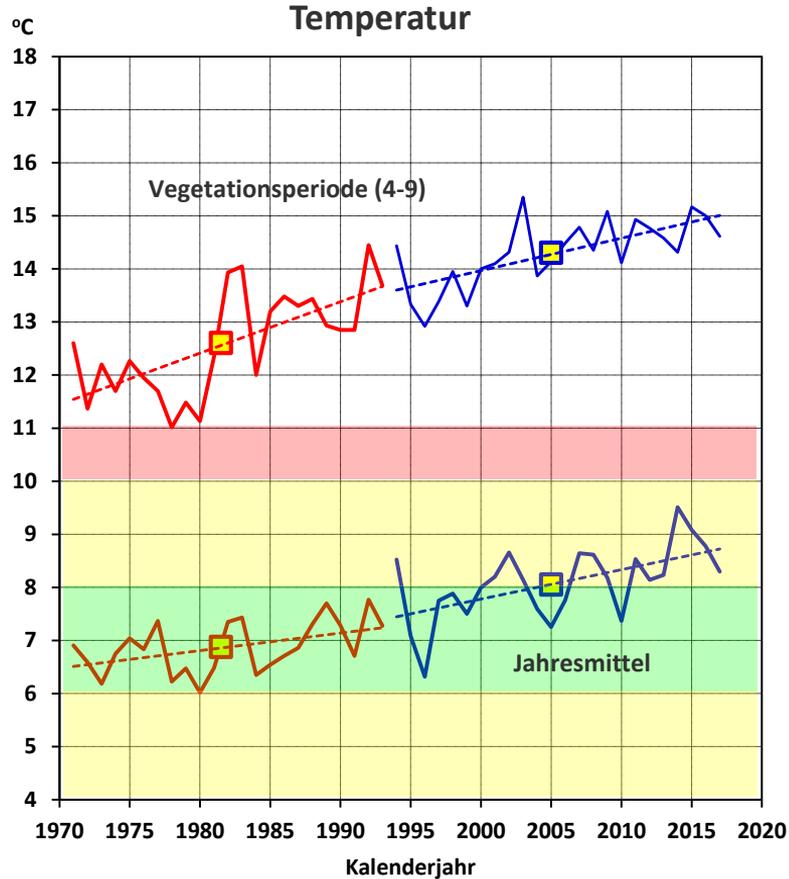
# Klimaveränderung

## Station Irdning (697 m Seehöhe) - Niederschlag



# Klimaveränderung

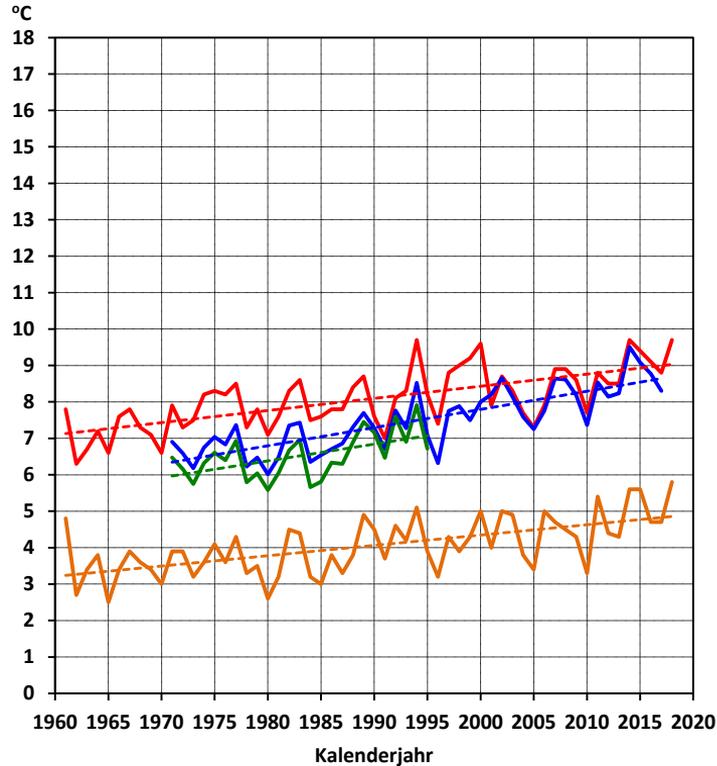
Station Gröbming (766 m Seehöhe)



# Klimaveränderung

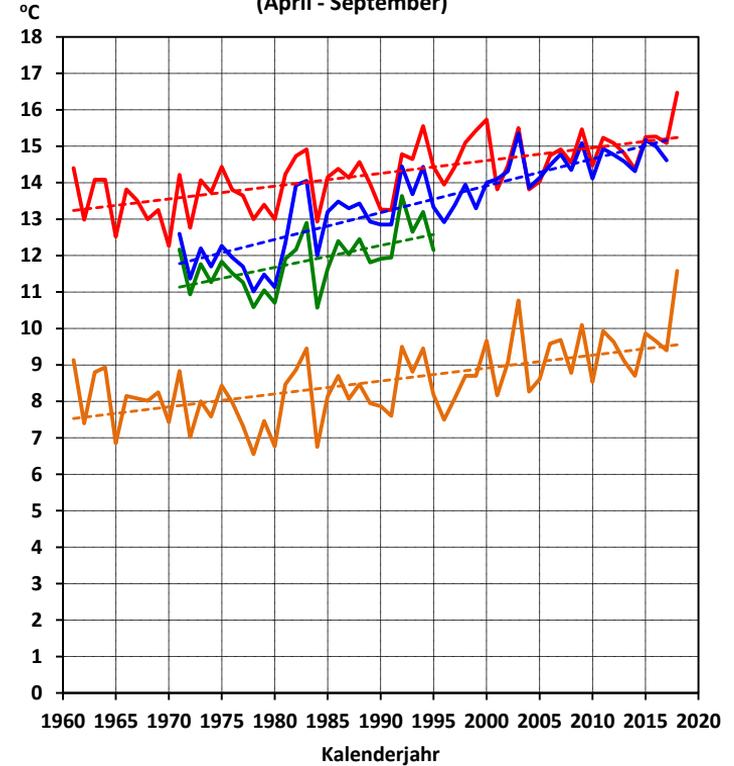
— K1St. Irdning (697 m) — K1St. Gröbming (766 m) — K1St. Kleinsölk (1005 m) — K1St. Feuerkogel (1618 m)

## Jahresmittel



## Vegetationsperiode

(April - September)



# Sturmschadenwahrscheinlichkeit (Schmidt, 2006)

## Sturm Lothar (1999) - Schwarzwald

Wahrscheinlichkeit

Sturmschaden

1,00

0,90

0,80

0,70

0,60

0,50

0,40

0,30

0,20

0,10

0,00

Fichte

Tanne/Douglasie

Weisskiefer

Laubholz gesamt

0

10

20

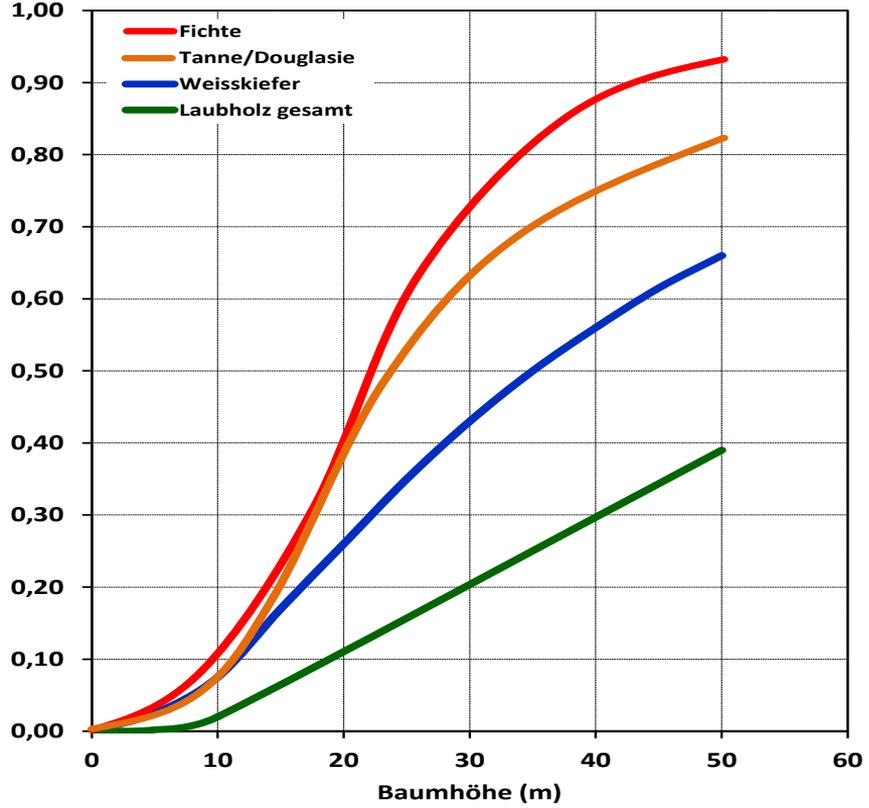
30

40

50

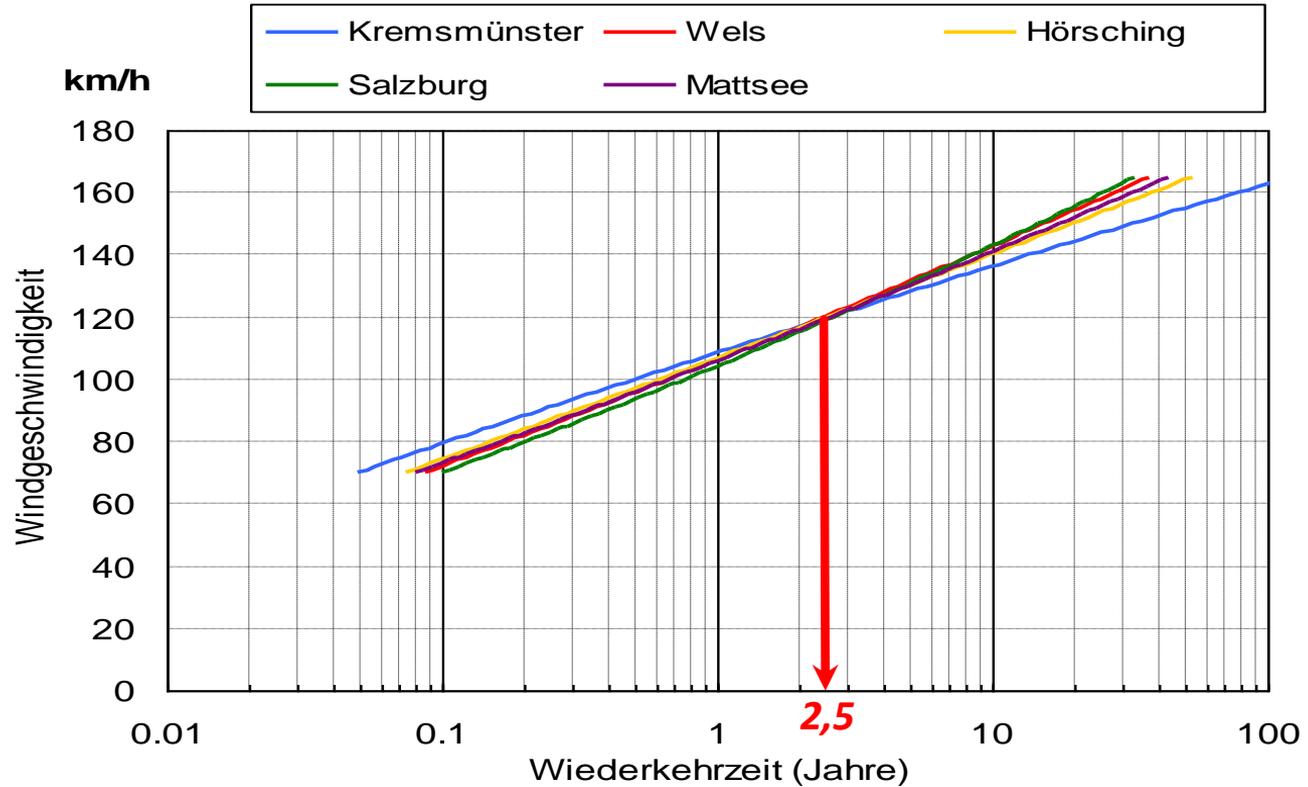
60

Baumhöhe (m)

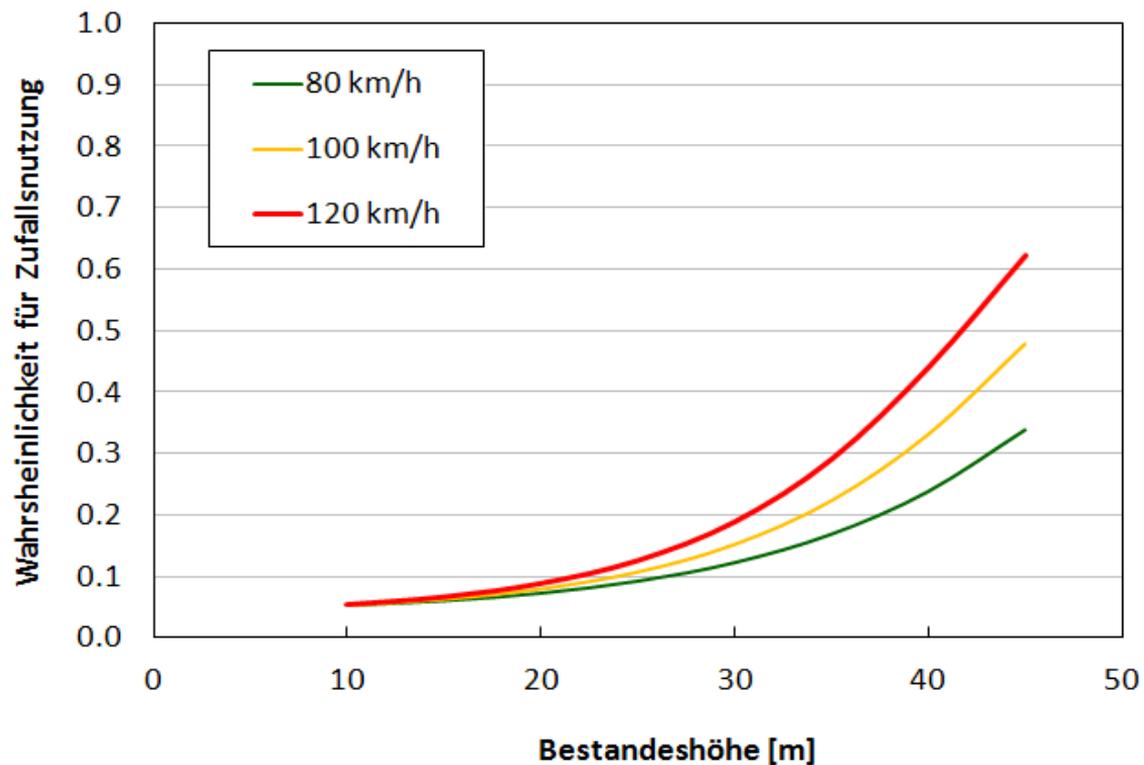


# Häufigkeit von Sturmereignissen

(Ledermann, 2010)

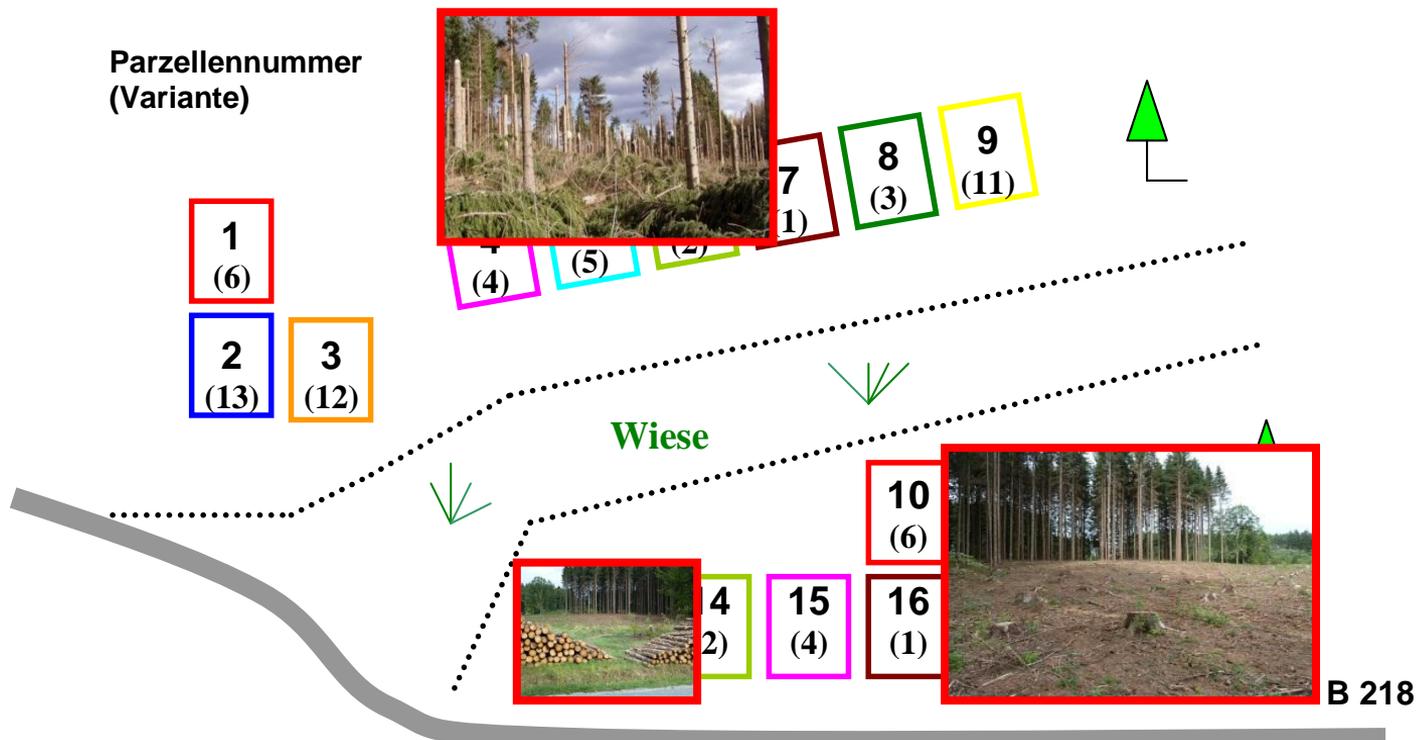


# Windwurfgefährdung



# Europäischer Stammzahlhaltungsversuch – Ottenstein

## Lage der Parzellen



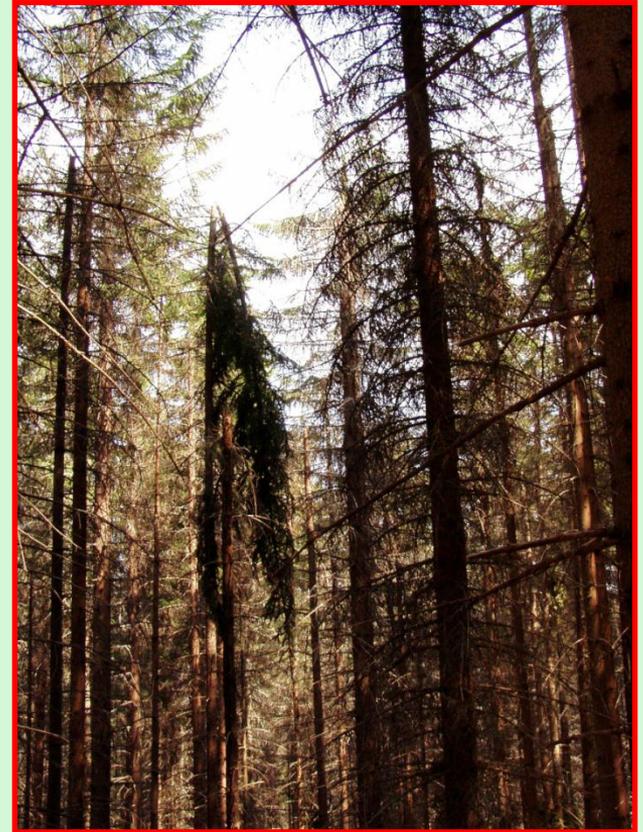
# Ottenstein – Nutzung wegen Borkenkäferbefall

Truppenübungs-  
platz  
Allentsteig



# Durchforstungsversuch Nr. 303 (St. Oswald/Stmk)

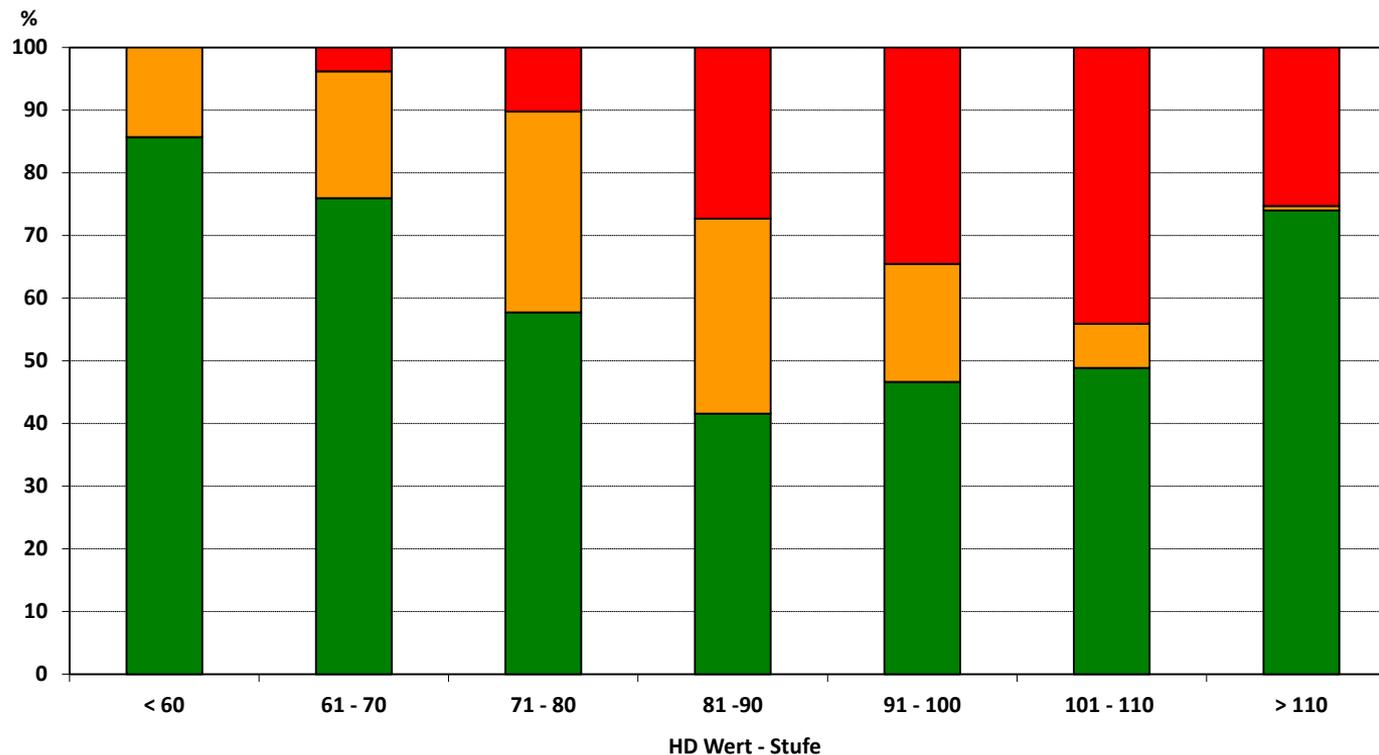
## Schneebruch im Dezember 2002



# Durchforstungsversuch Nr. 303 (St. Oswald/Stmk)

## Schneebruch 2002 – Verteilung nach H/D-Verhältnis

■ Schneebruch-Baum nicht lebensfähig    
 ■ Schneebruch-Baum lebensfähig    
 ■ kein Schneebruch



# Was wollen wir?

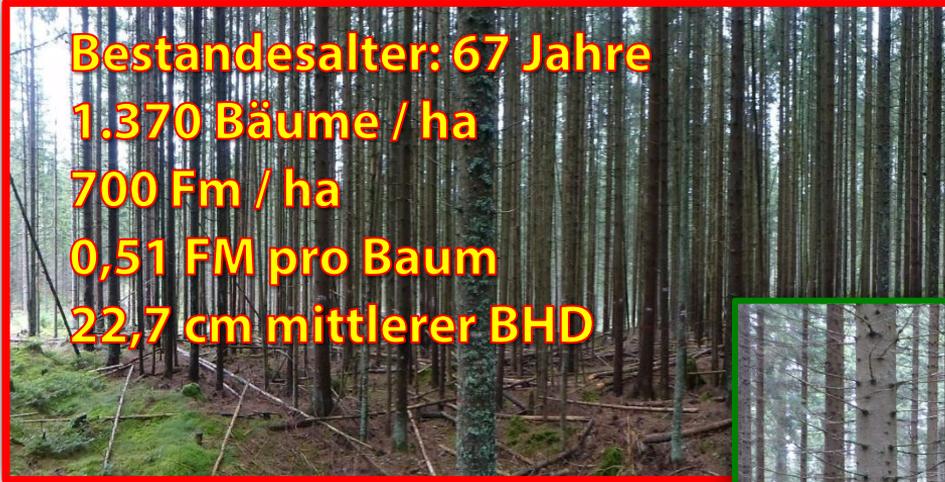
**DAS**



**oder DAS**



# Viele Bäume – viel Holzmasse ??



# Standort und Standraum

## Volumen

+ 0,758 m<sup>3</sup>

+ 0,285 m<sup>3</sup>

+ 0,065 m<sup>3</sup>

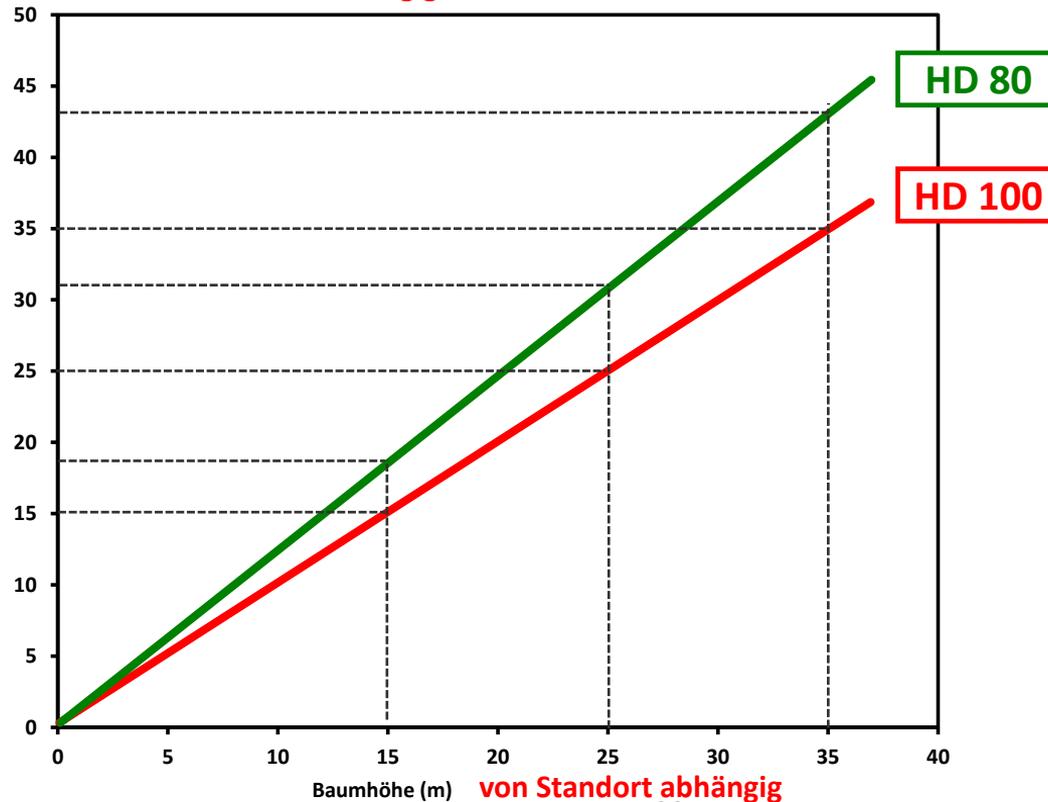
## BHD

+ 8,8 cm

+ 6,3 cm

+ 3,8 cm

BHD (cm) **von Standraum abhängig**



# Neuer Durchforstungsversuch Ottenstein

2010 - Überführung der 2007 eingerichteten Flächen für die praktische Auszeigeübung bei Durchforstungsseminaren in einen langfristigen Durchforstungsversuch

Versuchsdesign: 6 Parzellen zu je 1.066 m<sup>2</sup> mit 3 Behandlungsvarianten

## Variante A [Parzelle 1]

Nullvariante ohne Behandlung (nur Rückegassenaushieb),  
keine Förderung der 208 Vergleichsbäume/ha (= Vergleich für Z-Bäume)

## Variante B [Parzellen 3, 5, 6]

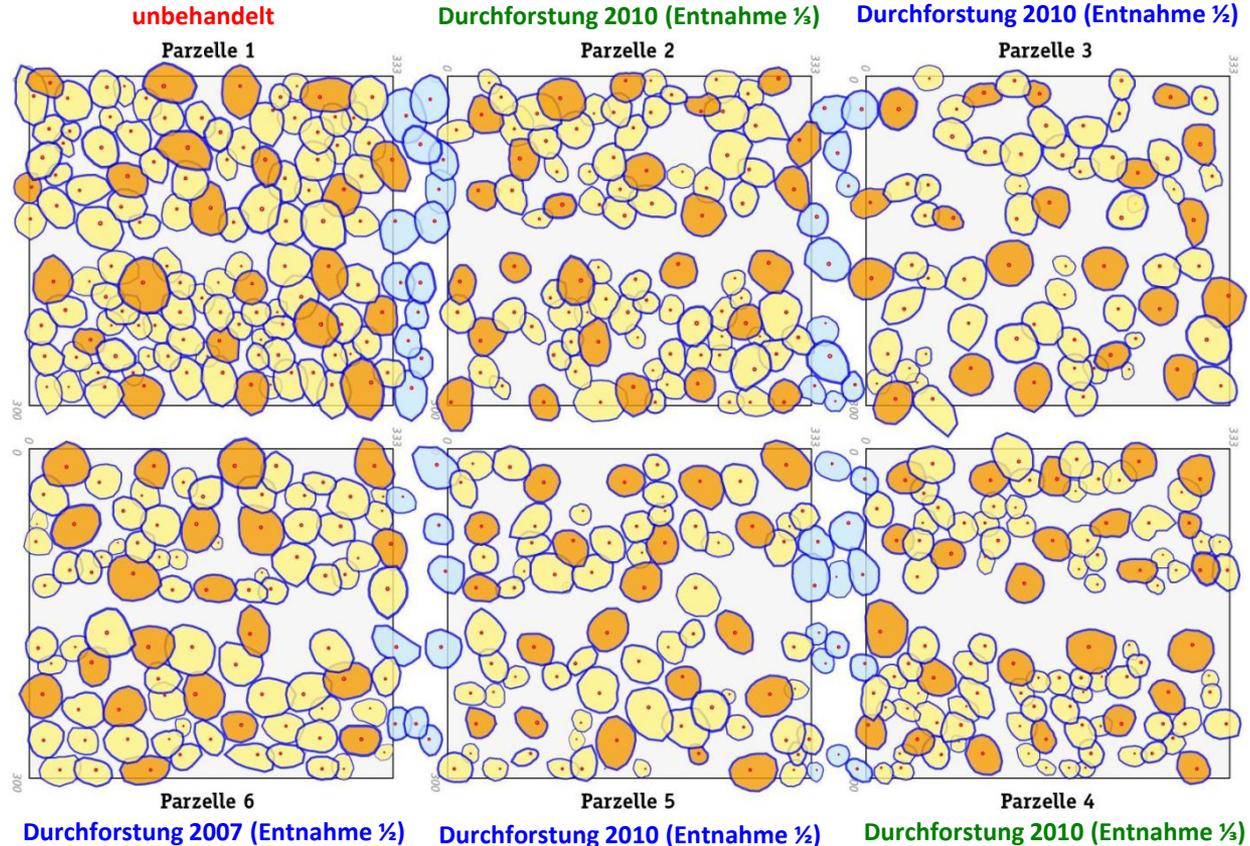
Aushieb bei 1. Durchforstung von ca. 1/2 der Bestandesgrundfläche,  
Förderung von 188 Z-Bäumen/ha

## Variante C [Parzellen 2, 4]

Aushieb bei 1. Durchforstung von ca. 1/3 der Bestandesgrundfläche,  
Förderung von 235 Z-Bäumen/ha

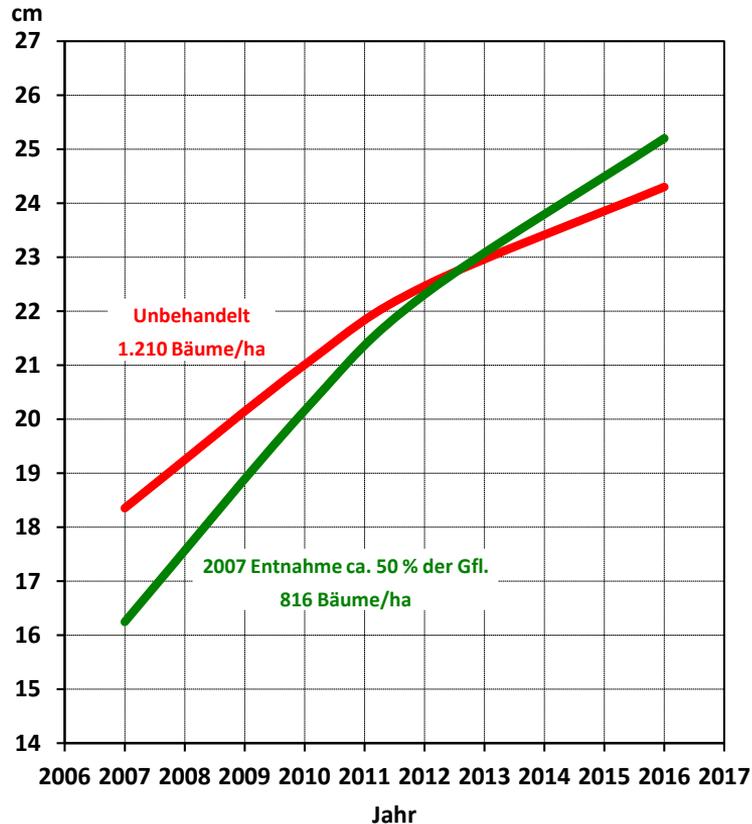
# Neuer Durchforstungsversuch Ottenstein

## Kronenkartierung (Stand 2012)

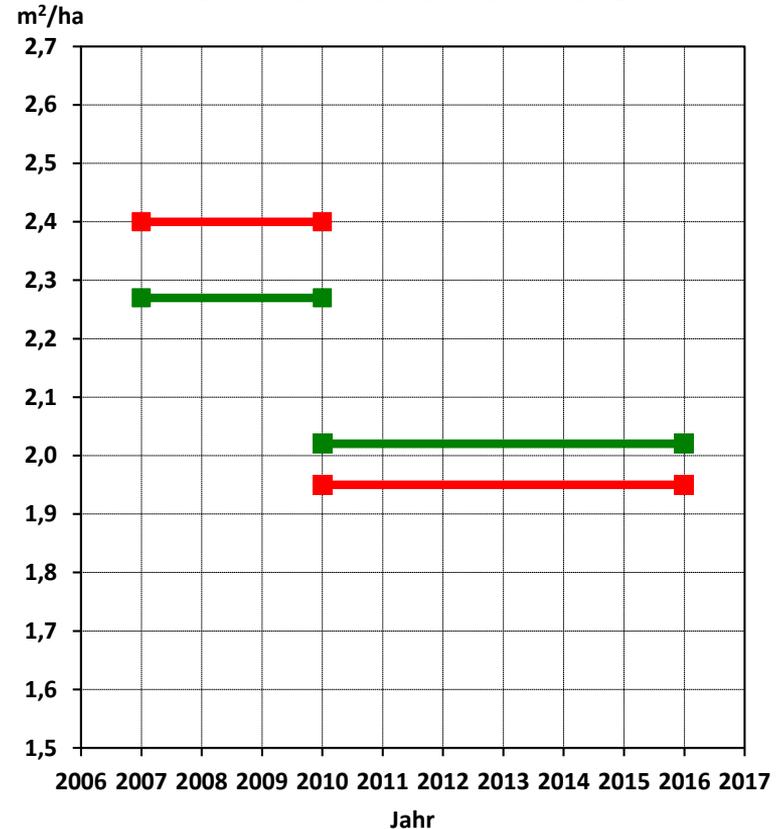


# Neuer Durchforstungsversuch Ottenstein

## BHD Grundflächenmittelstamm



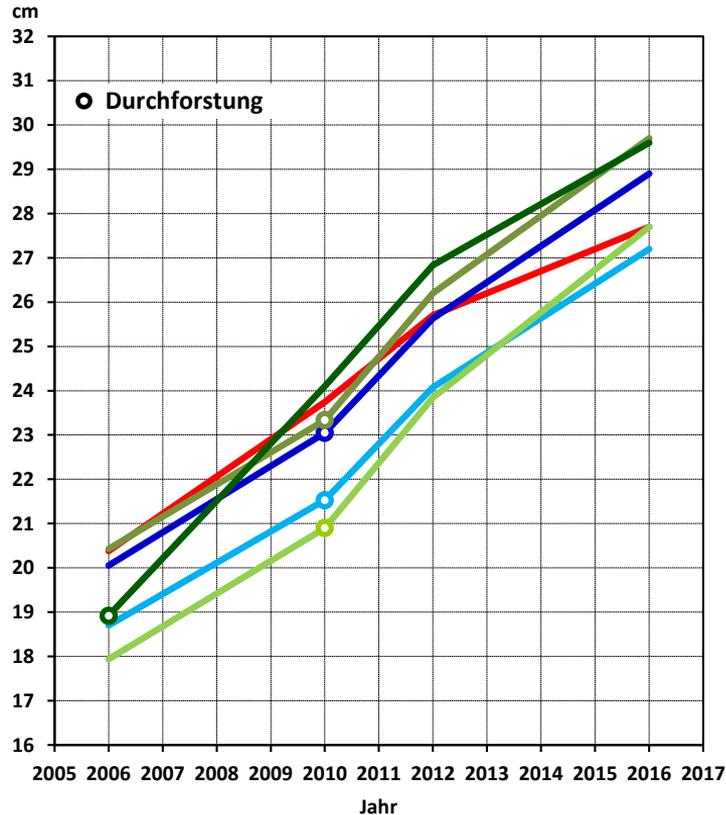
## Laufender jährlicher Grundflächenzuwachs



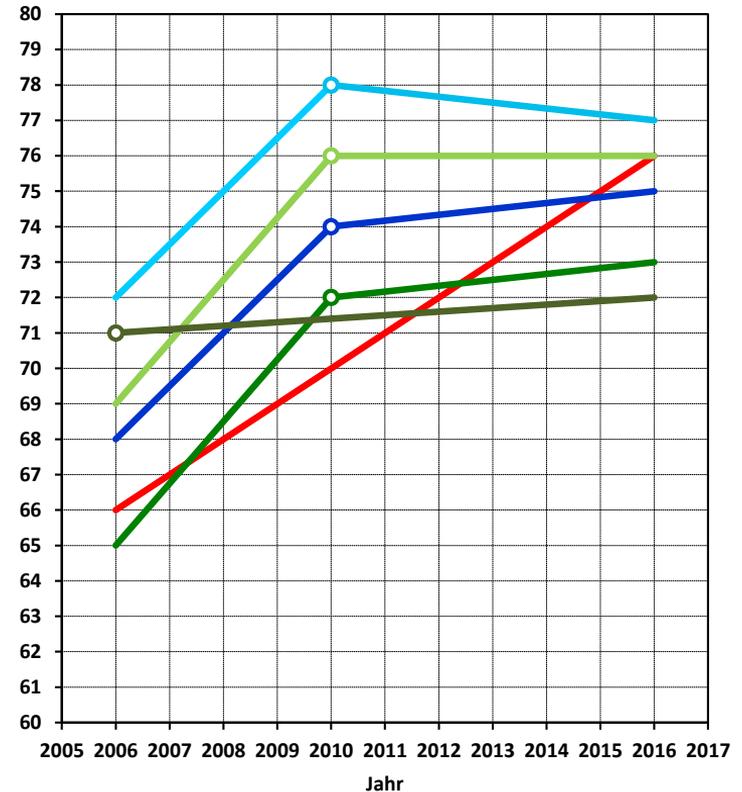
# Neuer Durchforstungsversuch Ottenstein

— Parzelle 1 — Parzelle 2 — Parzelle 3 — Parzelle 4 — Parzelle 5 — Parzelle 6

## BHD der Z-Bäume



## HD-Wert der Z-Bäume

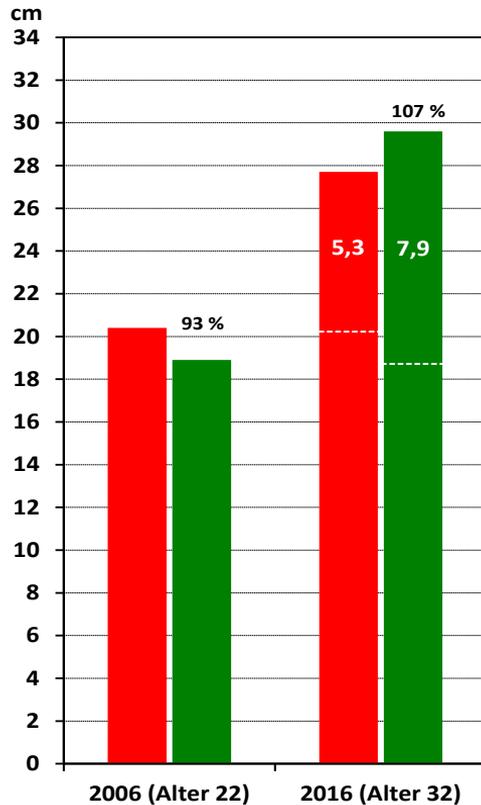


# Neuer Durchforstungsversuch Ottenstein

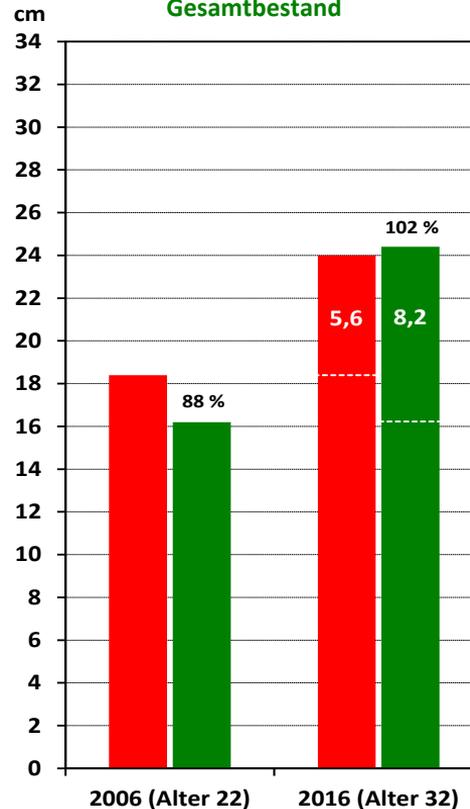
## Zuwachs 2007 bis 2016

■ unbehandelt    ■ durchforstet (Entnahme 50%)

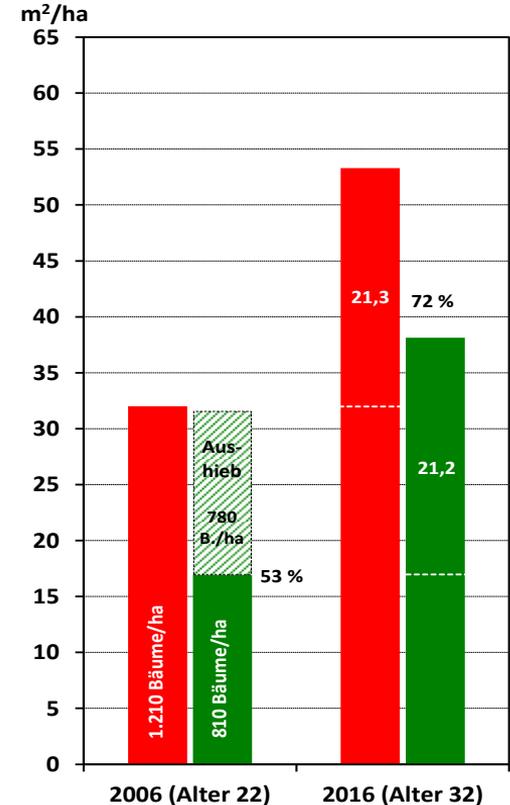
### BHD der Z-Bäume



### Mittlerer BHD Gesamtbestand



### Bestandesgrundfläche

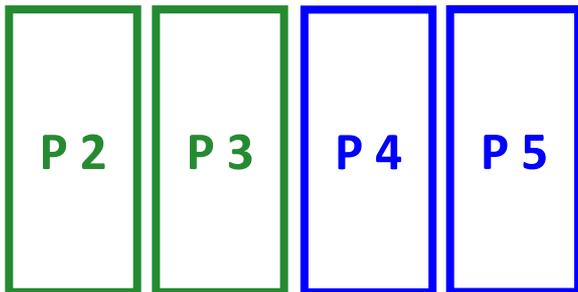


# Durchforstungsversuche St. Florian/OÖ

## Einrichtung 2010



# Durchforstungsversuch St. Florian/OÖ



## Anlage 2010

Fichte (1991 gesetzt – 2.500 Bäume/ha)

Bestandesalter: 23 Jahre

Oberhöhe: 13,8 m

Stammzahl: 1880 Bäume/ha

Vorrat: 209 Vfm/ha

## Versuchsplan

**Variante 1: Keine aktiven Eingriffe**

**Variante 2: Bei Erstdurchforstung Entnahme  
von ca. ½ der Grundfläche**

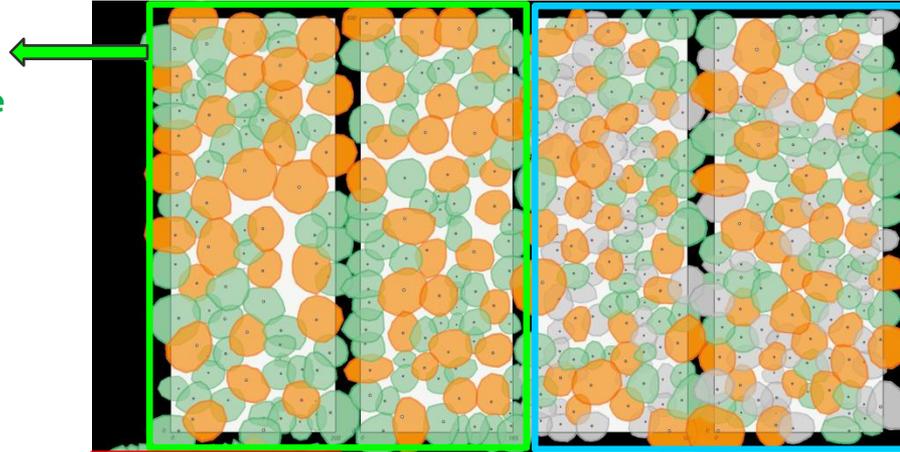
**Variante 3: Bei Erstdurchforstung Entnahme  
von ca. ⅓ der Grundfläche**

# Durchforstungsversuch Niederneukirchen/OÖ

## Standraum und Krone

Stand 2015 (Alter 28) - Erstdurchforstung 2010 (Alter 23) – Oberhöhe 14 m

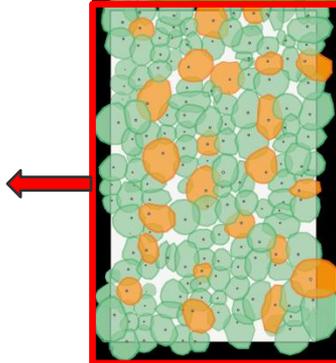
bei  
Erstdurchforstung  
Entnahme von ca.  
50% der Grundfläche



bei  
Erstdurchforstung  
Entnahme von ca.  
33% der Grundfläche

2. Durchforstung 2015  
Entnahme ca. 30%  
der Grundfläche

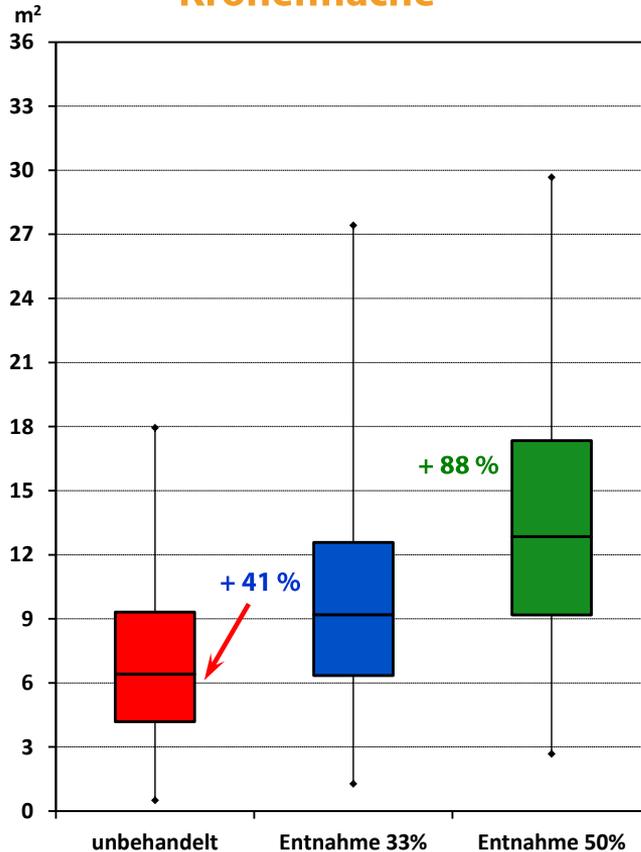
keine Behandlung  
(Nullfläche)



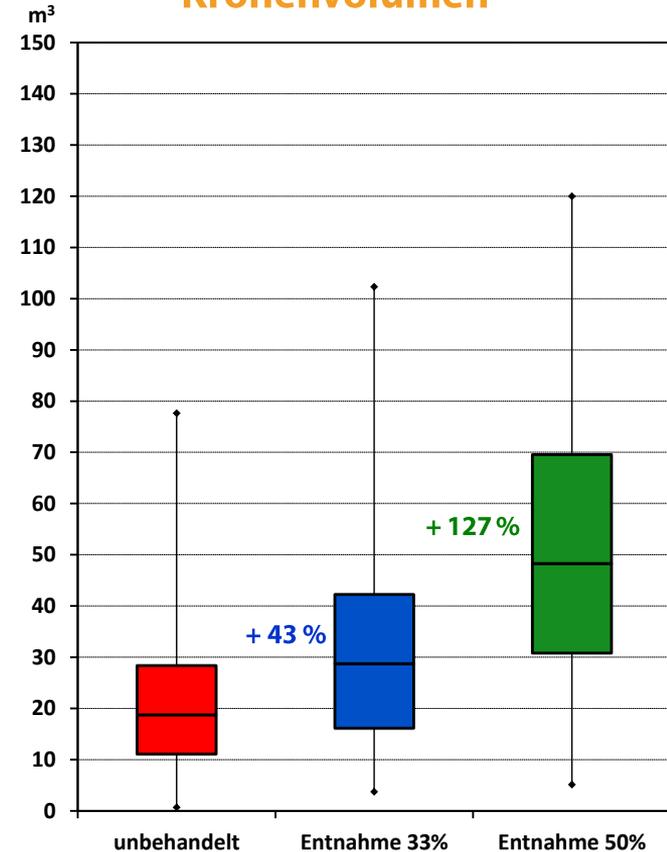
# Standraum und Krone

Beispiel Fichten-Durchforstungsversuch Niederneukirchen/OÖ (5 Jahre nach DF)

## Kronenfläche



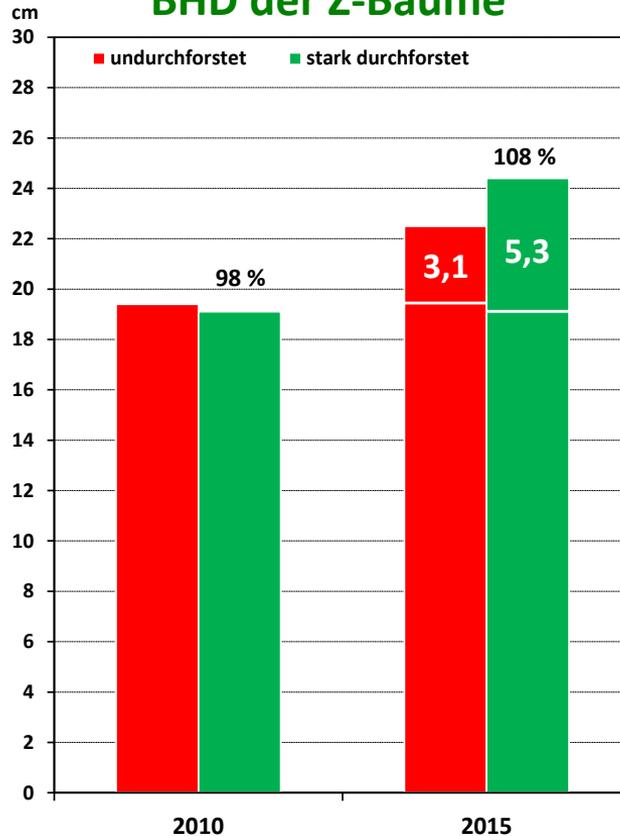
## Kronenvolumen



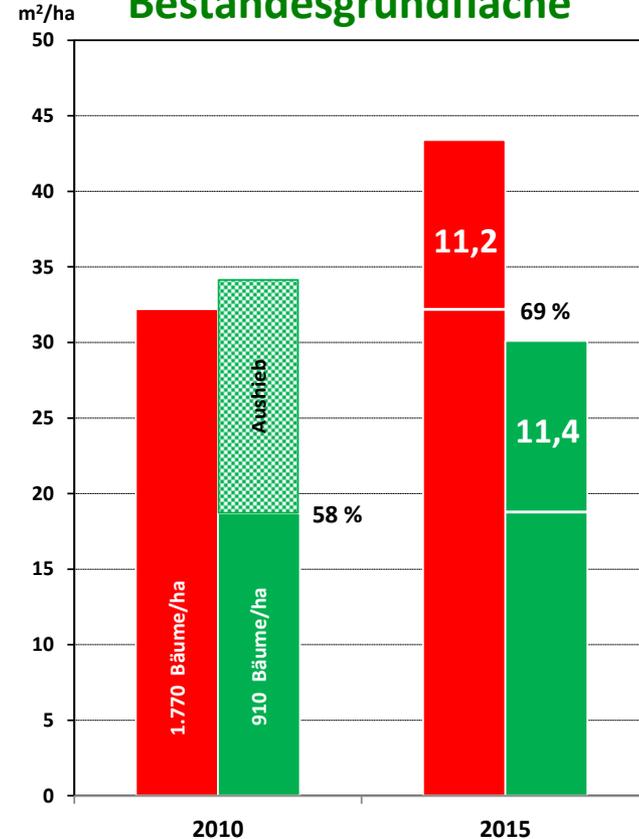
# Durchforstungsversuch St. Florian/OÖ

## Zuwachs 2011 bis 2015

### BHD der Z-Bäume



### Bestandesgrundfläche



# Durchforstungsversuch Niederneukirchen/OÖ

## 1. Durchforstung 2010 (23 Jahre, Oberhöhe 13,8 m)

Entnahme von  $\frac{1}{3}$  der Grundfläche



Entnahme von  $\frac{1}{2}$  der Grundfläche



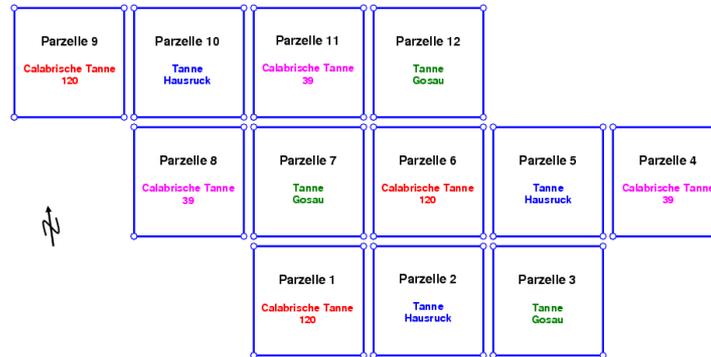
# Versuch mit heimischer und Kalabrischer Tanne

## St. Florian bei Linz (345 m)

Begründung: 1990 (Verband 2x2 m)

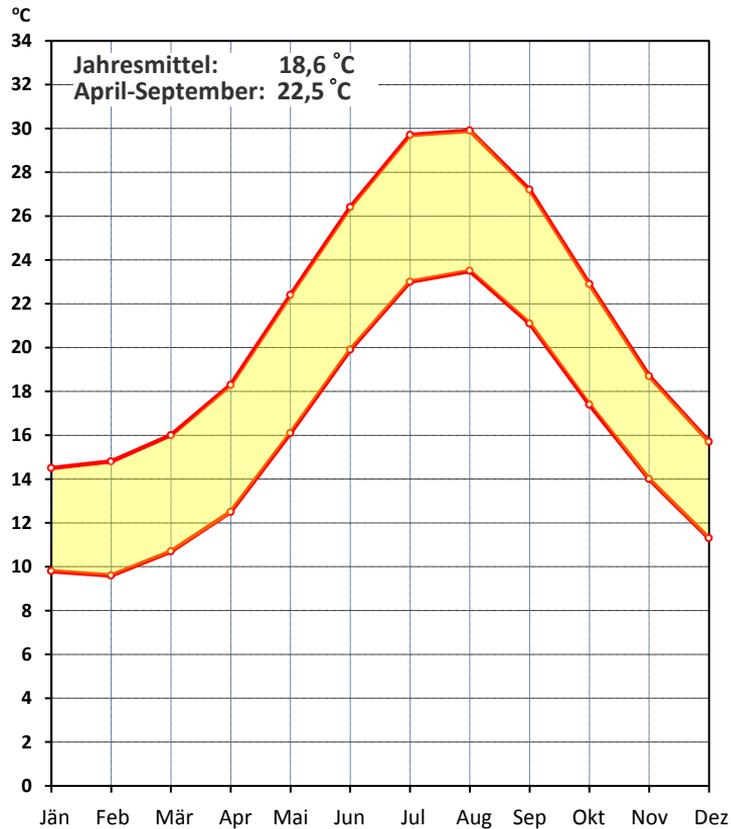
Boden: Pseudogley mit hochanstehendem Staukörper

- **Heimische Tanne Provenienz Hausruck**
- **Heimische Tanne Provenienz Gosau XII 2 A 4-9**
- **Kalabrische Tanne C 39 (Provenienz Serra San Bruno – Monte Pecaraio, 1.100 – 1.400 m SH)**
- **Kalabrische Tanne C 120 (Provenienz Monte Gariglione, 1.400 – 1.700 m SH)**

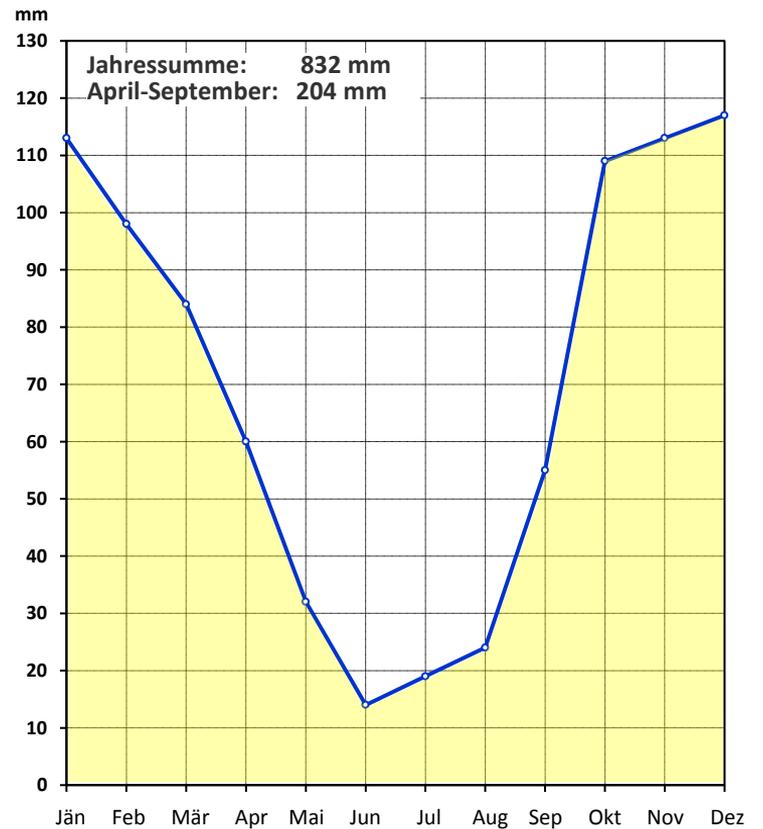


# Klima Kalabrien

## Temperatur

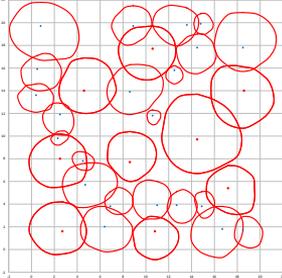


## Niederschlag

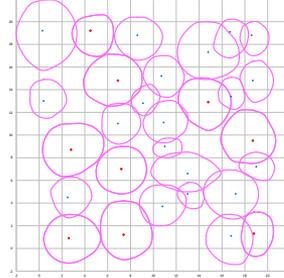


# Versuch St. Florian mit heimischer und kalabrischer Tanne

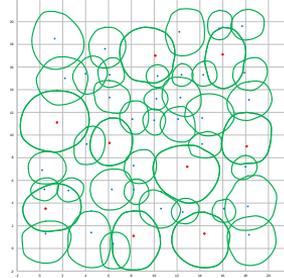
Kalabrische Tanne Hochlage



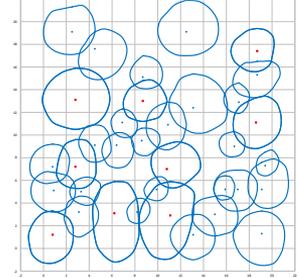
Kalabrische Tanne Mittellage



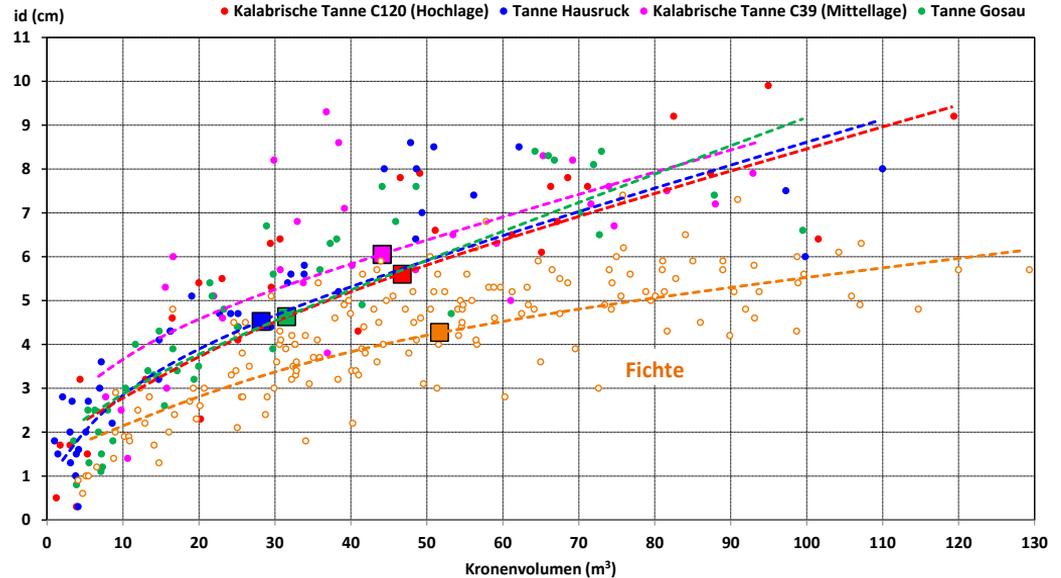
Tanne Gosau



Tanne Hausruck

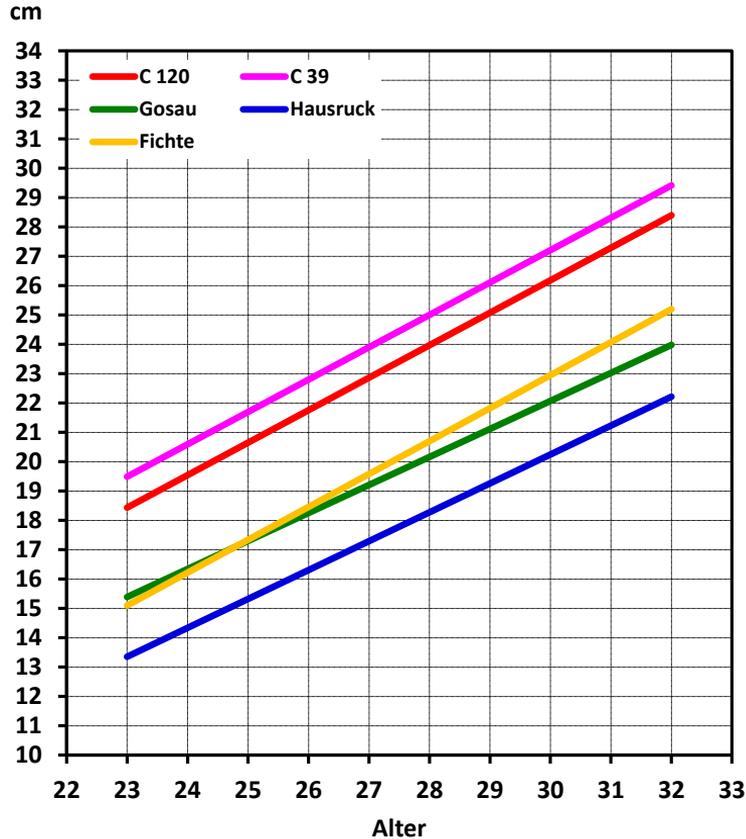


**BHD-Zuwachs 2011-15**  
in Abhängigkeit des  
Kronenvolumens

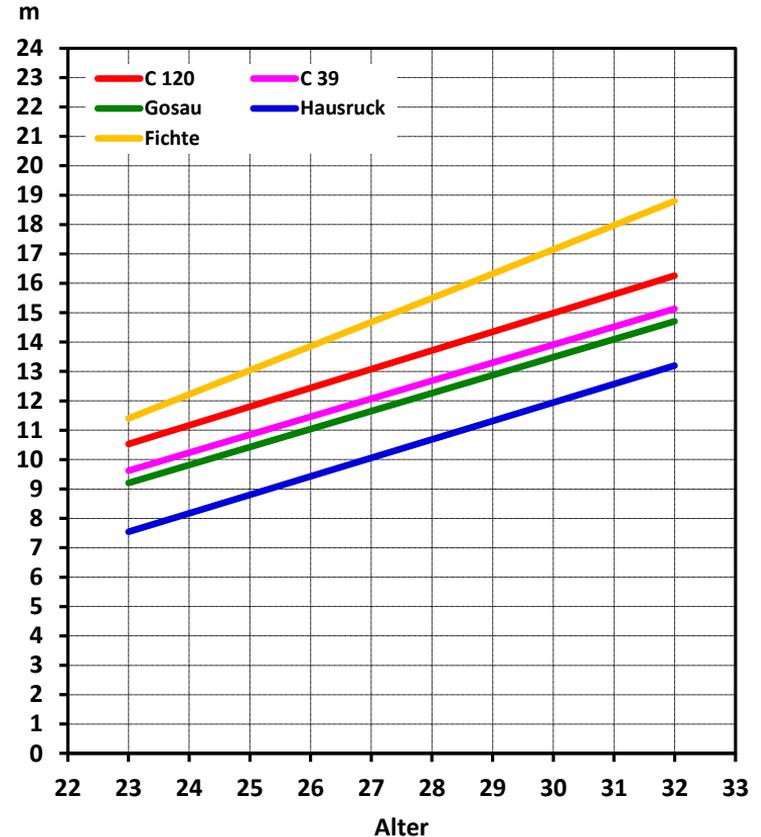


# Vergleich Tannen- und Fichtenversuch St. Florian/OÖ (2018 - Alter 32)

## Mittlerer BHD

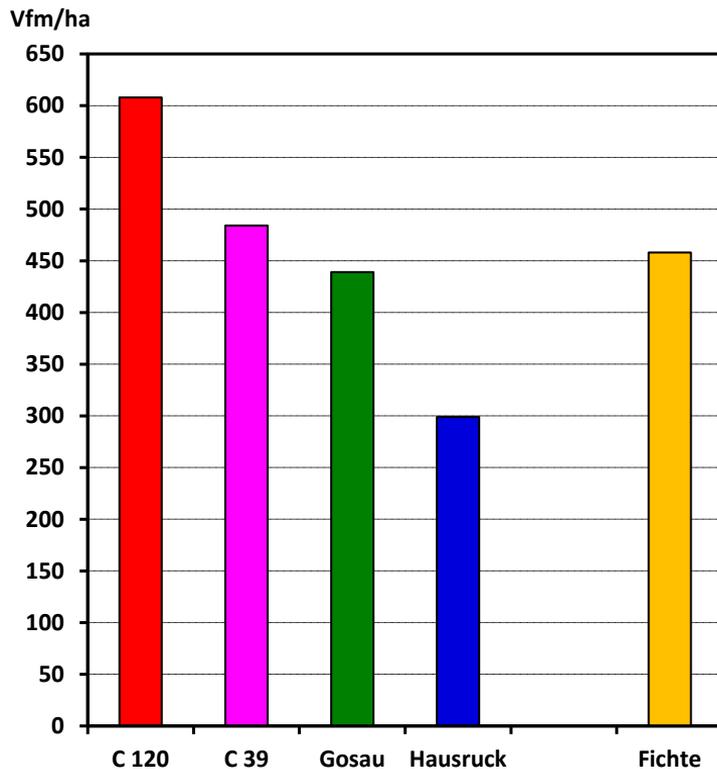


## Mittlere Höhe

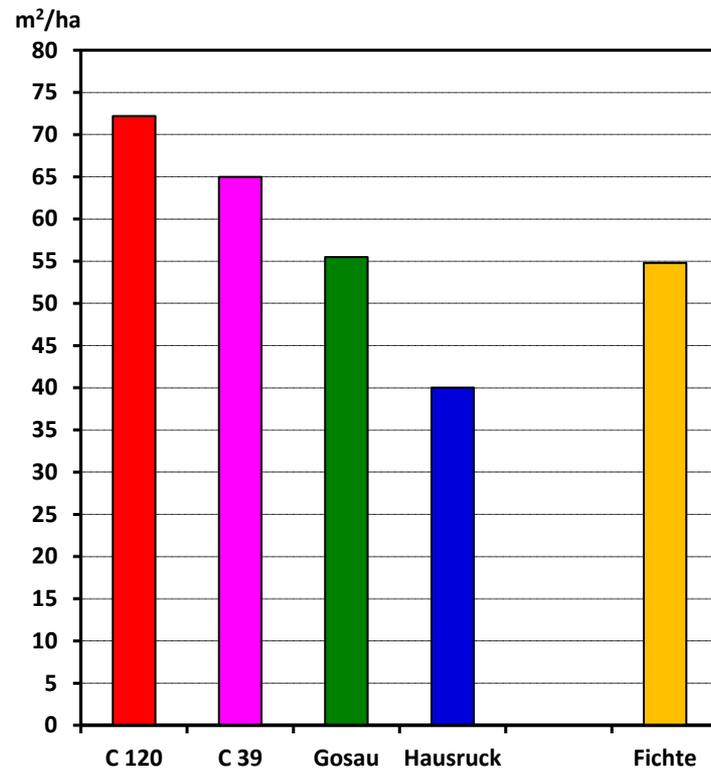


# Vergleich Tannen- und Fichtenversuch St. Florian/OÖ (2018 - Alter 32)

Gesamtwuchsleistung - Bestandesvolumen



Gesamtwuchsleistung - Bestandesgrundfläche



# Einklon-Versuche in Fichte

Überprüfung der Wuchsleistung, Qualität und Beastung bei unterschiedlichem Standraum

unter Ausschaltung der genetischen Variabilität

5 Versuche - Einrichtung 1992: Sandl/OÖ  
Königswiesen/OÖ  
Ottenstein/NÖ  
Weitra/NÖ  
Ottenschlag/NÖ

Pflanzung von einklonigen und forstamtsüblichen Pflanzen

3 verschiedene Ausgangspflanzverbände:

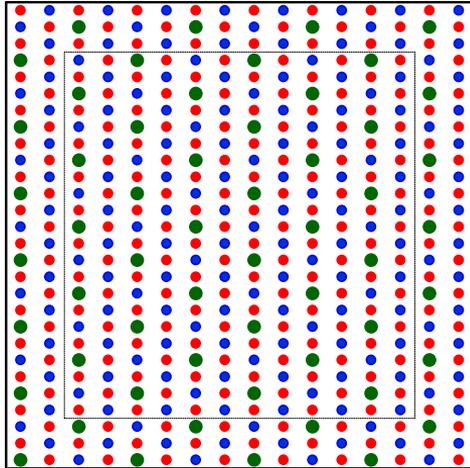
**2,60 m x 1,50 m (= 2566 Pflanzen/ha)**

**2,60 m x 3,00 m (= 1283 Pflanzen/ha)**

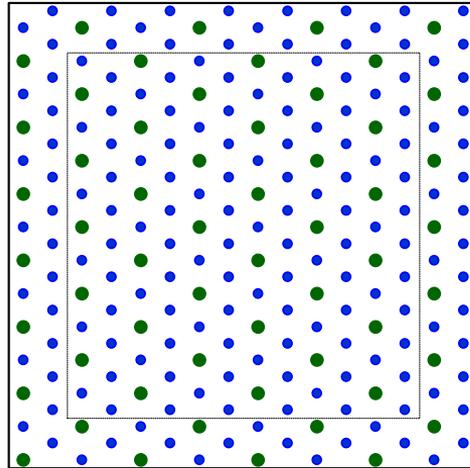
**5,20 m x 6,00 m (= 321 Pflanzen/ha)**

# Einklon-Versuche in Fichte

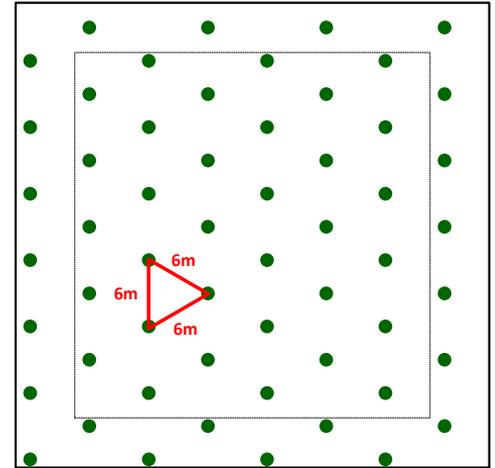
**Variante A**  
Verband 2,6 x 1,5 m  
= 2.566 Bäume/ha



**Variante B**  
Verband 2,6 x 3,0 m  
= 1.283 Bäume/ha



**Variante C**  
Verband 5,2 x 6,0 m  
= 321 Bäume/ha



bei 15 m Oberhöhe

bei 21 m Oberhöhe

# Einklon-Versuche in Fichte



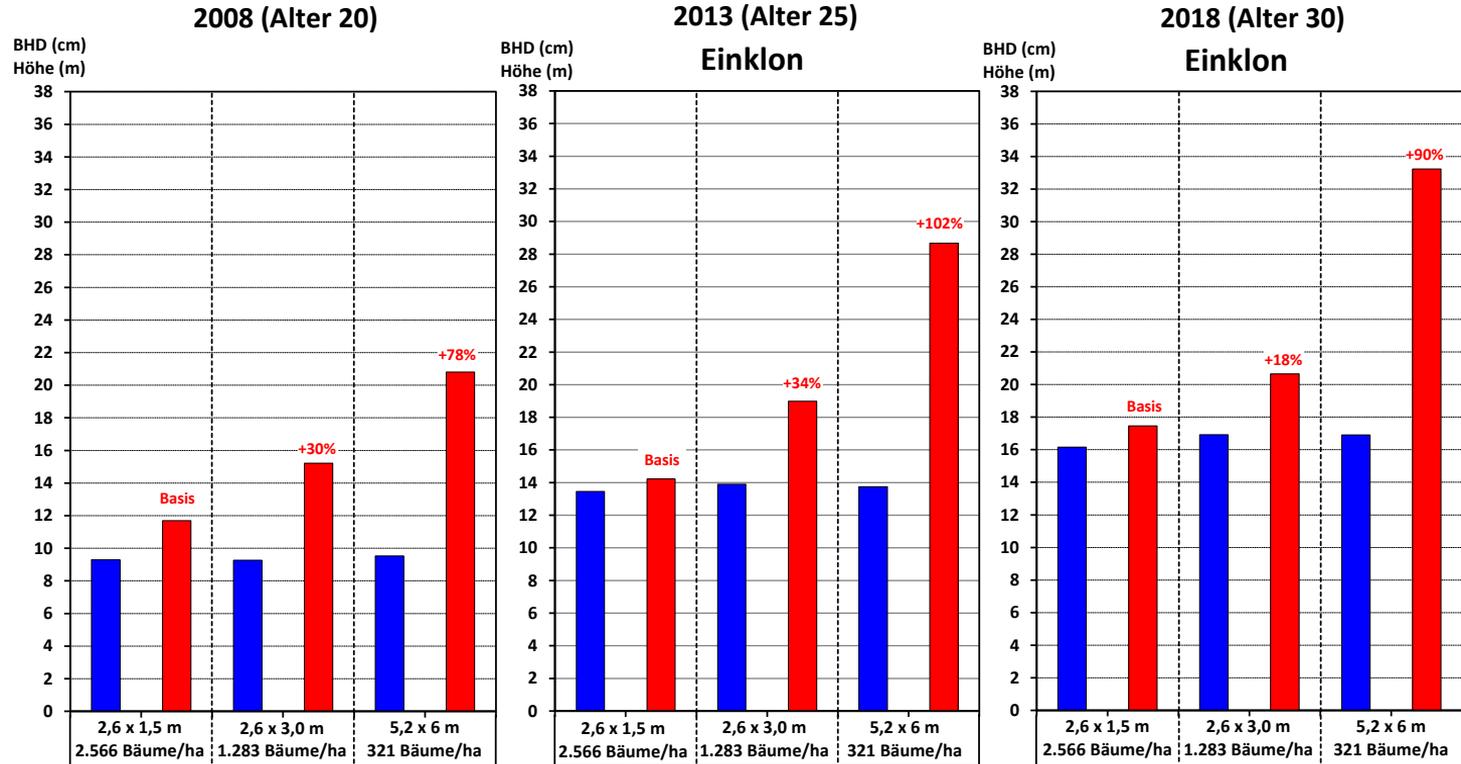
**Versuchsanlage  
in Sandl**

# Einklon-Versuche in Fichte

## Versuch Sandl

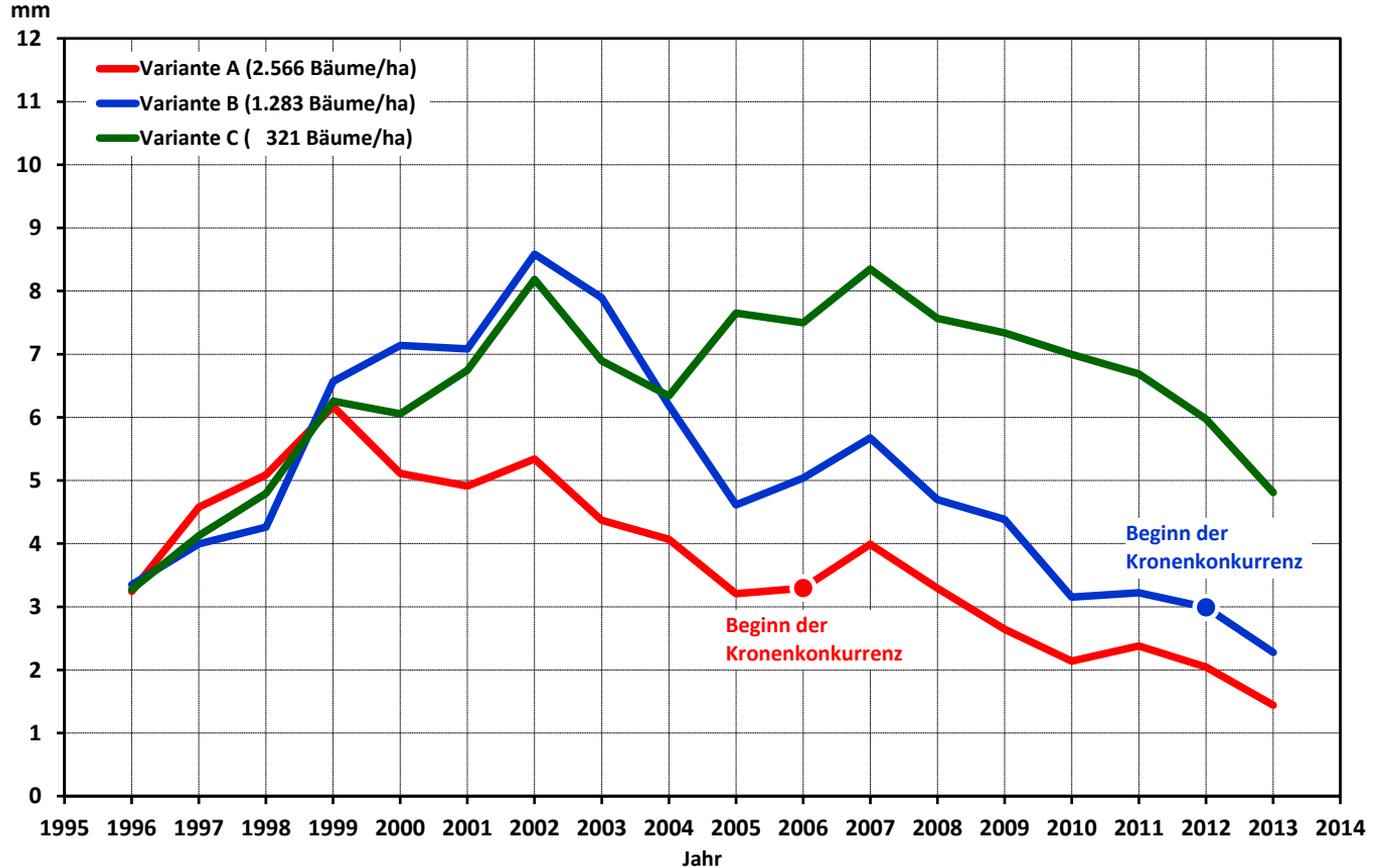
Höhe und BHD der einklonigen Pflanzen im Vergleich zu Variante A (2.566 Bäume/ha)

■ Baumhöhe     ■ Brusthöhendurchmesser (BHD)



# Einklon-Versuche in Fichte

## Versuch Sandl – Jahrringbreite (Bohrkernproben 2013)



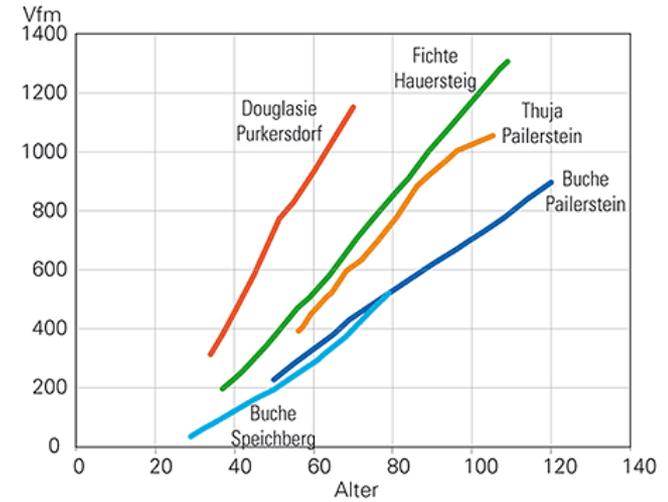
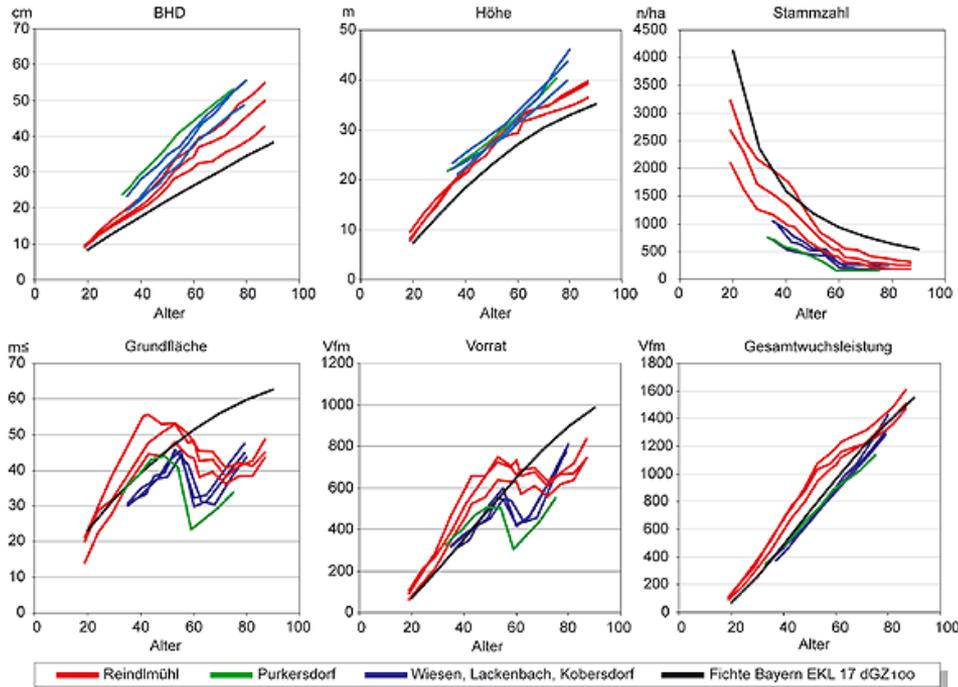
# Alternative Douglasie

(aus Pichler, 2017: *Meine Erfahrungen mit Douglasie*)

- **Herkunft ist entscheidend**
- **Höchstleistung auf tiefgründigen frischen Standorten aber auch auf schlechteren Böden ansprechendes Wachstum**
- ***wächst auf einem Standort die Rotbuche ist er auch für Douglasie geeignet***
- **Gutes Herzwurzelsystem (Sturmsicherheit)**
- **Kommt mit Trockenstress besser zurecht als Fichte**
- **Ausgangsbaumzahl ca. 1200 –max. 2500 Bäume/ha**
- **bei 12m Auswahl von 100 – 200 Z-Bäumen (Astung)**
- **Förderung etwa ab 16m Oberhöhe**
- **Zeitmischungen mit Fichte, Dauermischungen mit Buche, Ahorn und Tanne**
- **Mischung mit Lärche ungeeignet, verträgt keine Seitenbeschirmung und wird überwachsen**
- **Hiebsunreife bei 40 Jahren**

# Alternative Douglasie

(aus Kristöfel, 2003: *Über Anbauversuche mit fremdländischen Baumarten in Österreich*)



# Douglasienbestand Großreifling/Stmk



**Bestandesalter: 134 Jahre**

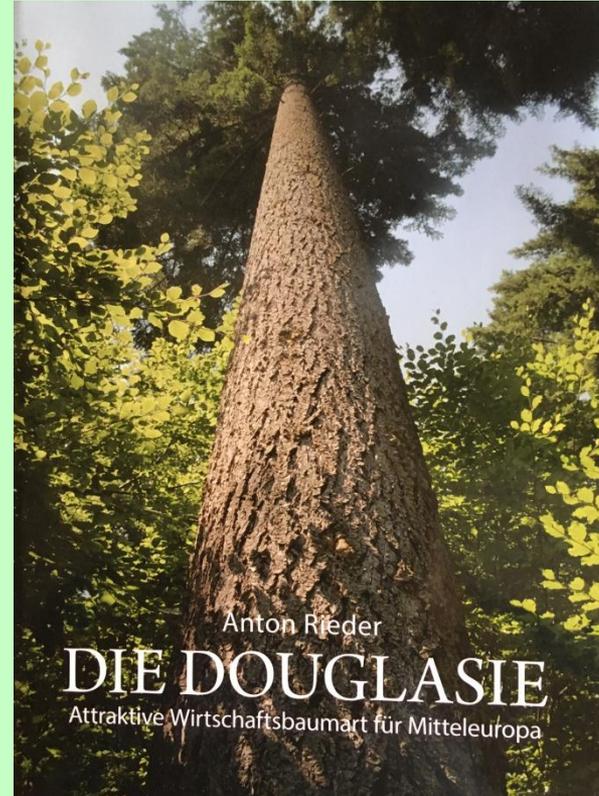
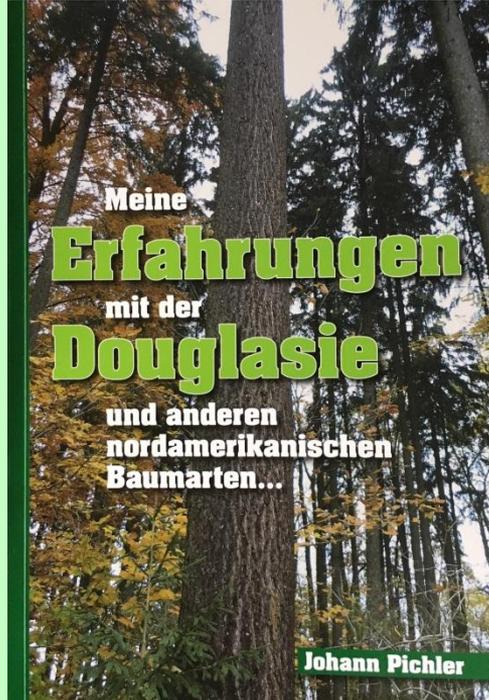
**Stammzahl: 287 Bäume/ha**

**Vorrat: 2.500 Vfm/ha**

**Grundfläche: 123 m<sup>2</sup>/ha**

**Höchster Baum: 63,4 m**

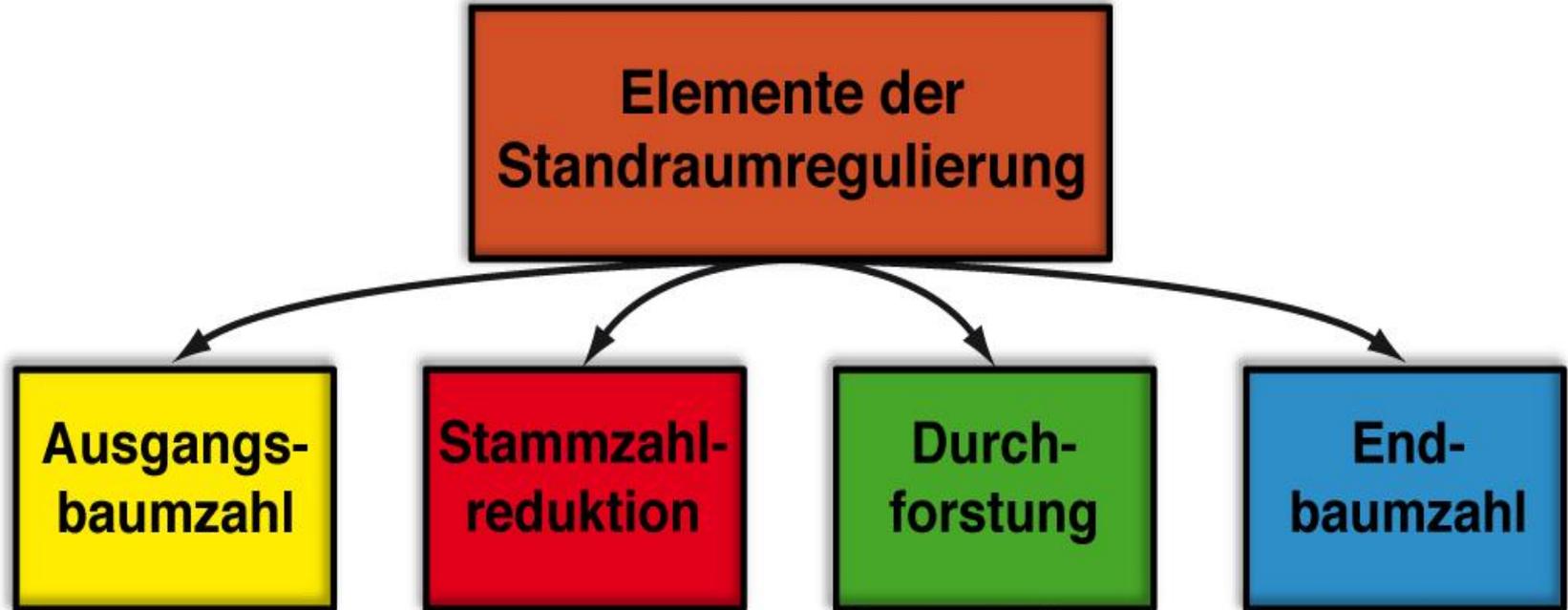
**Dickster Baum: 107 cm**



# Bäume brauchen Platz

- **Intensive, frühzeitige Standraumgestaltung bringt:**
  - Gute Kronenausbildung
  - beschleunigtes Durchmesserwachstum
  - dadurch niedrigere HD-Werte
  - und höhere Stabilität (gegen Schnee und Wind)
- **Ermöglicht eine Verkürzung der Umtriebszeit**
  - dadurch raschere Reaktionsmöglichkeit
  - Verringerung des Risikos
- **Verringert eventuell die Gesamtwuchsleistung**
  - das wird durch geringere Zufallsnutzung und höheren Wert aufgrund stärkerer Sortimente (höherer DB1) aufgewogen

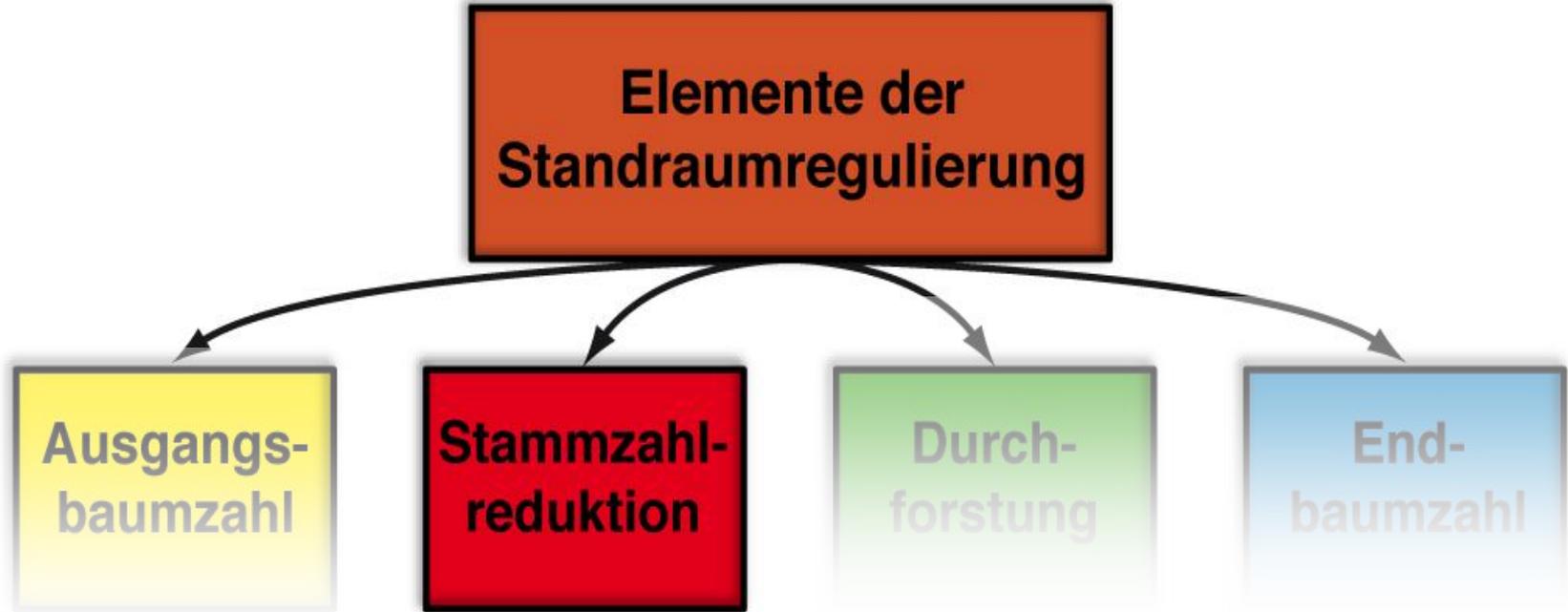
# Standraumgestaltung



# Zusammenfassung – Pflanzverband

- **Ausrichtung des Pflanzverbandes auf Endbestand**
- **Ausreichende Pflanzenzahlen zw. 1200 und 2500/ha**
- **Stammzahlreduktion verursacht nur Kosten**
- **Reihenverbände sind besser zu bewirtschaften**
- **Geringere Stammzahl bringt höhere Stabilität**
- **Größerer Standraum bringt stärkere Dimensionen**

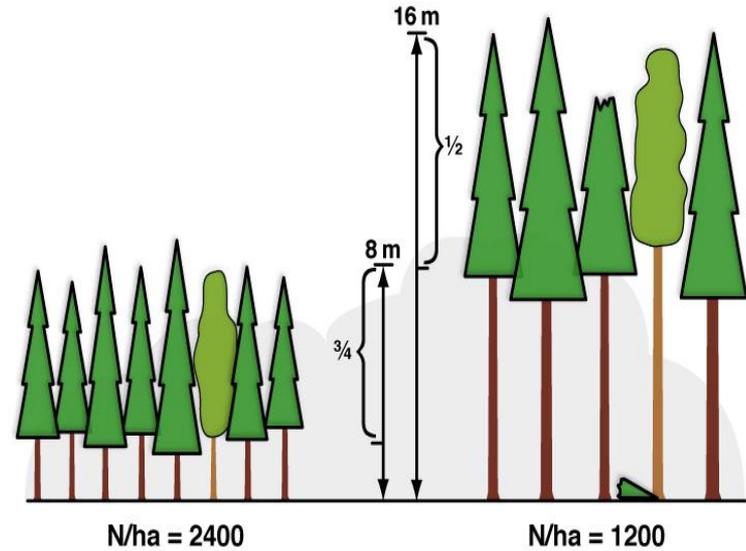
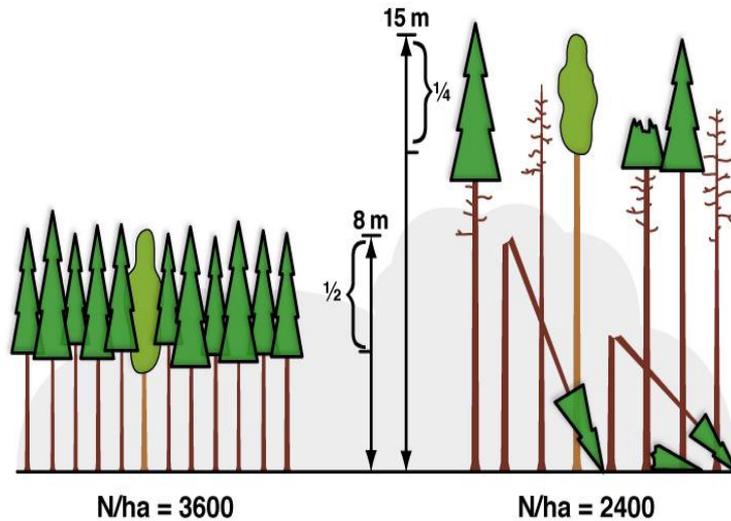
# Standraumgestaltung



# Standraum - Stabilität

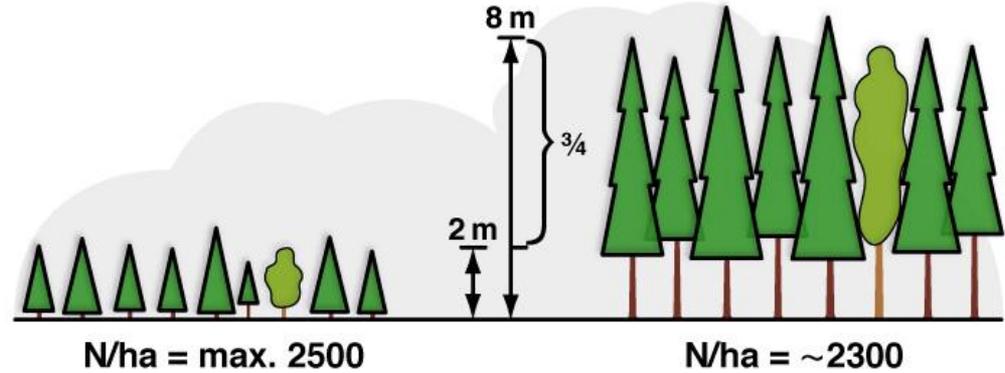
So .....

Oder so .....

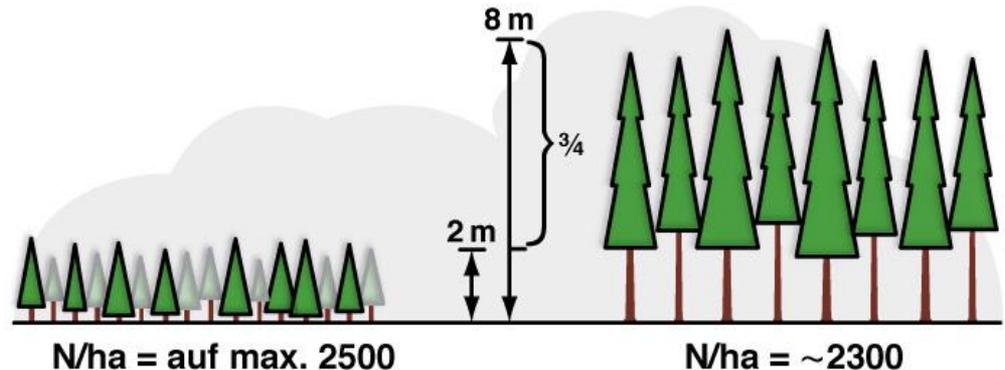


# Standraum - Stabilität

Entsprechende  
Aufforstung



Rechtzeitige  
Stammzahlreduktion



# Stammzahl - Stabilität

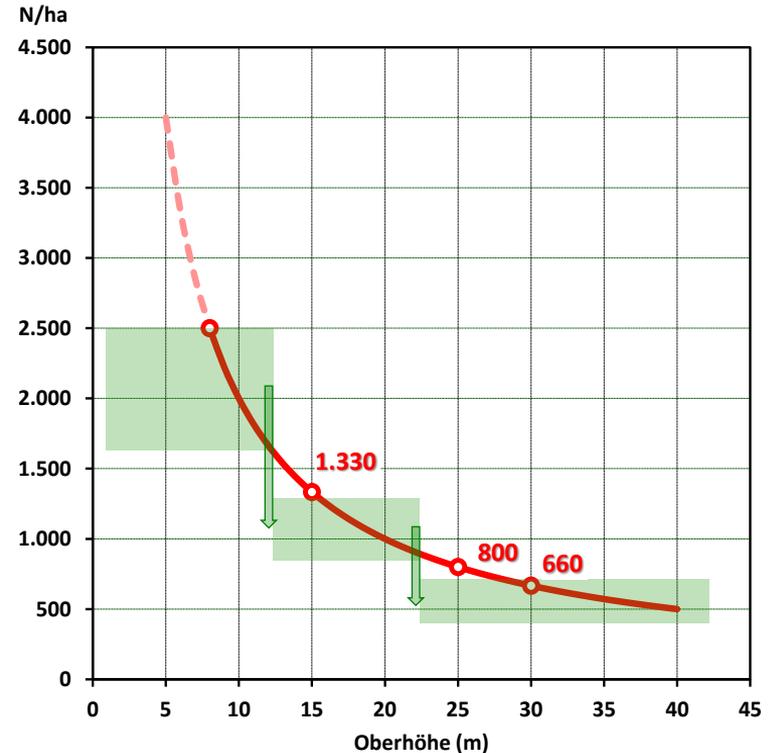
Soll der H/D - Wert der verbleibenden Bäume stets etwa um 80 betragen, dann muss die Standraumregulierung so gestaltet werden, daß die Zahl der verbleibenden Bäume  $N_{(\text{verbl.})}$  den Wert  $\frac{20.000}{HO}$  auch kurzfristig nicht überschreitet.

$$N_{(\text{verbl.})} \leq \frac{20.000}{HO}$$

wenn im Bestandesdurchschnitt

$H/D \leq 80$  sein soll

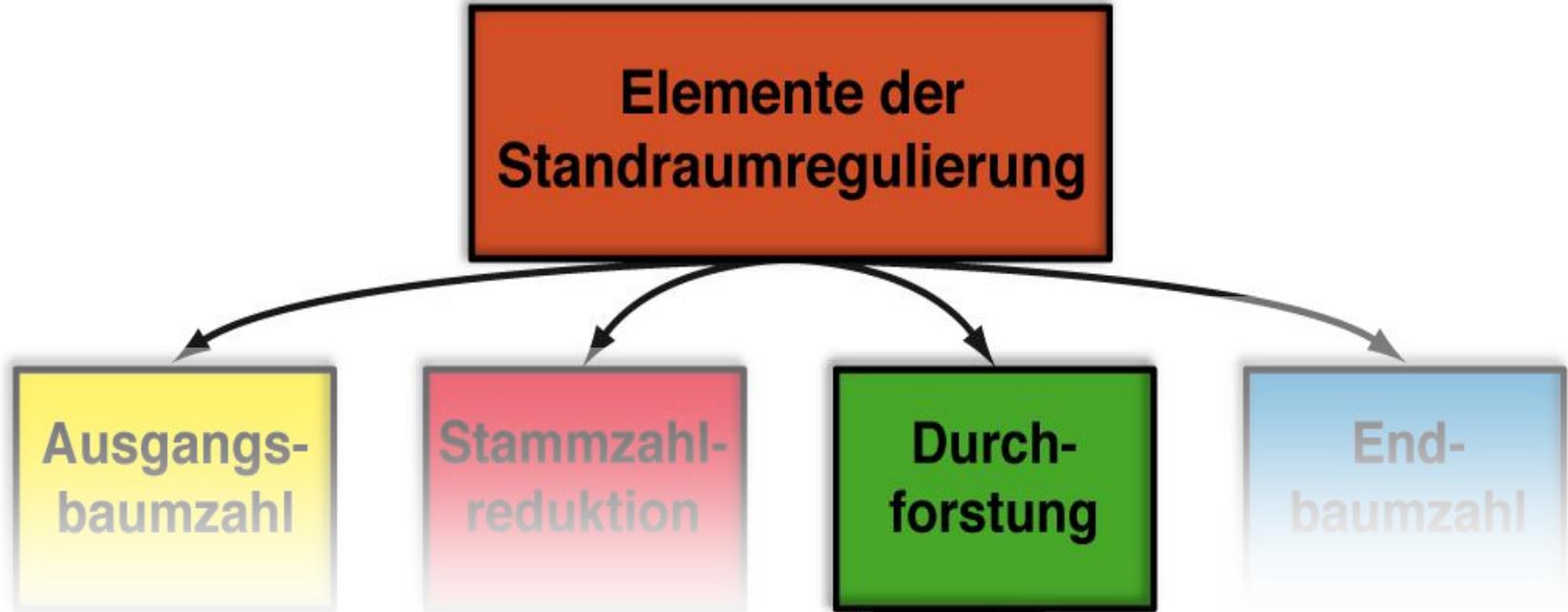
Pollanschütz, 1980



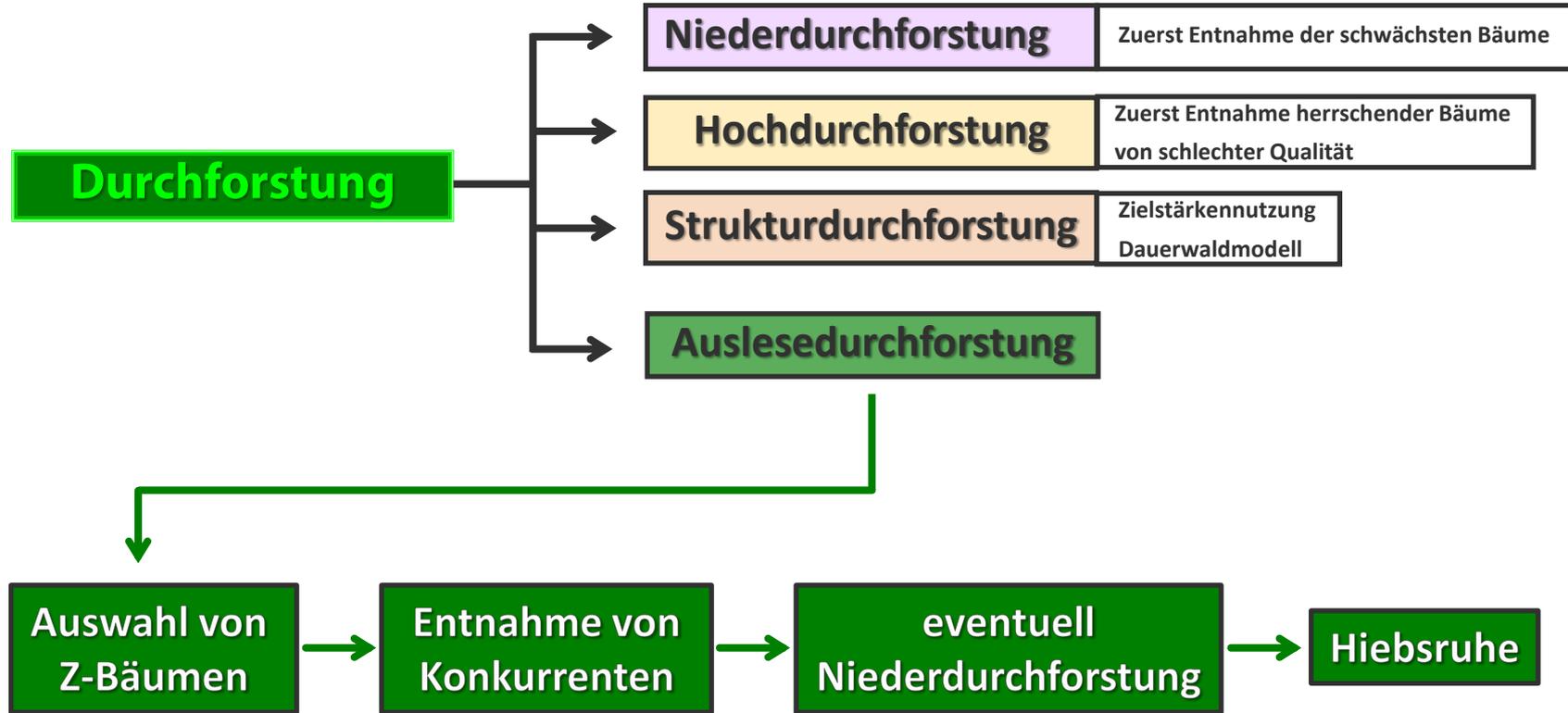
# Stammzahlreduktion - Zusammenfassung

- **Je nach Aufforstungsdichte notwendig - insbesondere bei Naturverjüngung**
- **Baumartenmischung falls gewünscht**
- **Entfernung der Protzen, Zwiesel, ...**
- **Rechtzeitig bei 2-3 m Oberhöhe (spätestens bei 5 m)**
- **Stammzahlreduktion verursacht Kosten**
- **eventuell Biomassennutzung möglich**

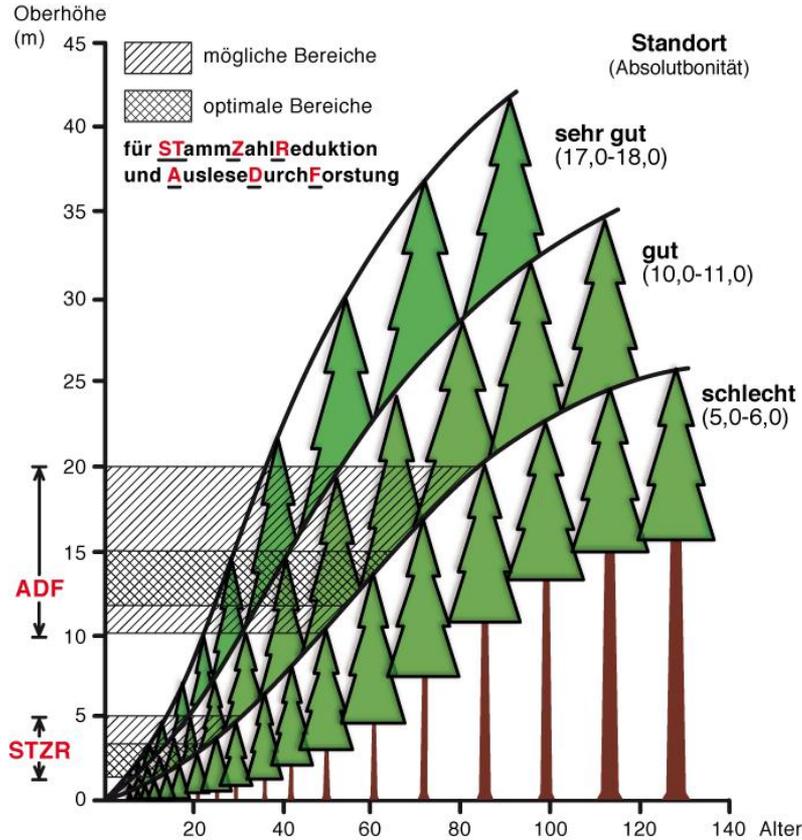
# Standraumgestaltung



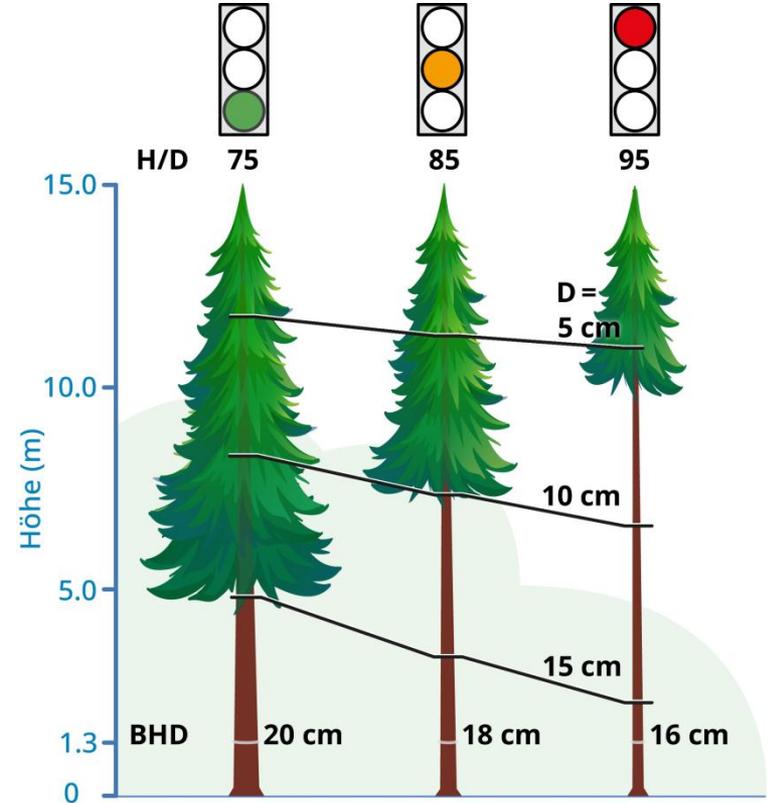
# Durchforstung



# Zeitraahmen - Bonität



# HD-Wert - Krone - Stabilität



# Ziele der Auslesedurchforstung

<b>Endbestand</b>	60 - 80 % der Gesamtwuchsleistung 80 - 95 % der Gesamtwertleistung
<b>Sicherheit</b>	Förderung stabiler und vitaler Bäume Verhinderung vermeidbarer Risiken
<b>Sparen</b>	Geringer Zeit- und Geldaufwand für Investitionen in die Bestandespflege
<b>Wirtschaften</b>	Erntekostenfreie Erträge auch aus Durchforstungen
<b>Eindeutigkeit</b>	Durch klare Regeln leicht zu lernen Einfache Reproduzierbarkeit und Delegierbarkeit

**Richtige Auslesedurchforstung – der Weg zum Erfolg**

# Regeln der Auslesedurchforstung

Geeignete Bestände	nur „vorbereitete“ Bestände sind geeignet (niedrige Pflanzzahl, Stammzahlreduktion)
Richtiger Zeitpunkt	Oberhöhe 12 - 15 m
Richtiger Z-Baum	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitalität (herrschend oder vorherrschend)</li> <li>• Kronenlänge <math>\frac{1}{2}</math> bis <math>\frac{2}{3}</math> der Baumhöhe</li> <li>• Stabilität (H/D bei oder unter 80)</li> <li>• Qualität (keine Schaftfehler, Zwiesel)</li> <li>• Verteilung (Mindestabstand von 6 m)</li> </ul> <p><i>im Zweifel Stabilität vor Qualität</i></p>

***Wo kein Z-Baum steht, kann keiner ausgewählt werden !***

# Regeln der Auslesedurchforstung

Markierung der Z-Bäume	<ul style="list-style-type: none"><li>• zur Orientierung bei der Auszeige</li><li>• zum Schutz vor Rückeschäden</li><li>• Eventuell Astung</li><li>• Einzelschälschutz</li></ul>
Freistellung	Entnahme der Kronenkonkurrenten

***Keine Ersatzbäume –  
diese sind die ärgsten Konkurrenten der Z-Bäume !***

Wiederkehr	richtet sich nach Durchforstungsstärke und Bestandessituation (2. ADF bei etwa 20 m OH)
Restbestand	eventuell Niederdurchforstung

# Regeln der Auslesedurchforstung

## Förderung des Z-Baumes

Entscheidungshilfe bei der Entnahme eines Konkurrenten mittels A-Wert

A-Wert nach JOHANN (1982)

$$A = \frac{H}{E} \times \frac{d}{D} \qquad GD = \frac{H}{A} \times \frac{d}{D}$$

**A-Wert = (Höhe<sub>(Z-Baum)</sub> / Entfernung) x (d<sub>(Konkurrent)</sub> / D<sub>(Z-Baum)</sub>)**

**Grenzdistanz = (Höhe<sub>(Z-Baum)</sub> / A-Wert) x (d<sub>(Konkurrent)</sub> / D<sub>(Z-Baum)</sub>)**

**A-Wert unter 4 = Starker Eingriff**

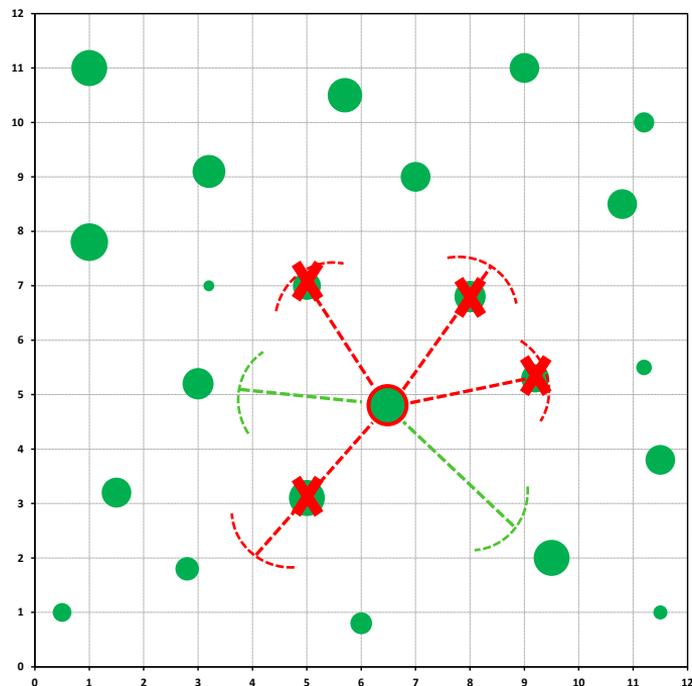
**A-Wert 4 – 6 = Mittlere Eingriffstärke**

**A-Wert ab 6 = Schwacher Eingriff**

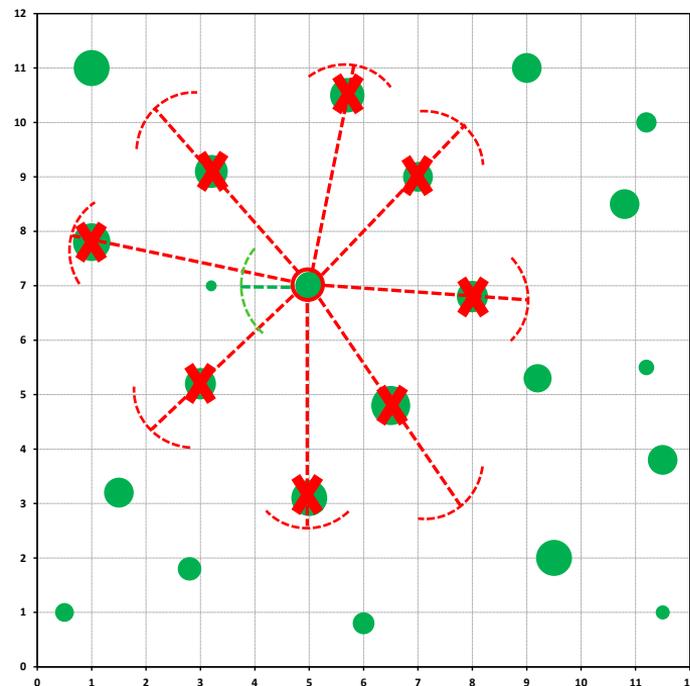
# Freistellung nach A-Wert $\geq 5$ (mittlere Durchforstungsstärke)

Bestandeskennzahl: 1.875 Bäume/ha - 48 m<sup>2</sup>/ha Grundfläche

**Z-Baum  
BHD 25 cm**



**Z-Baum  
BHD 18 cm**



# Voraussetzungen der Auslesedurchforstung

<b>Zielbaumzahl</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• im Bestand muss eine ausreichende Zahl von geeigneten Z-Bäumen vorhanden sein</li> <li>• Ableitung der Anzahl anzustrebenden Z-Bäume im Endbestand über deren Standraumanspruch (bei Fichte 200 – 300 Z-Bäume/ha)</li> </ul>
<b>Ausgangsbaumzahl</b>	<p>Es sollten ausreichend Z-Bäume vorhanden sein, wenn Dickungen (OH &lt; 5m) maximal 2.500 Bäume/ha aufweisen</p>
<b>Stammzahlreduktion</b>	<p>Notwendig, wenn bis OH 5 m Stammzahl über 2.500 Bäume/ha liegt je früher (bei 2 – 3 m) umso wirksamer umso billiger umso risikoloser</p>
<b>Gesundheit</b>	<p>Bei biotischen oder abiotischen Schäden können die Standardregeln der Auslesedurchforstung unter Umständen nicht eingehalten werden (Z-Baumanzahl, Auswahlkriterien, Schälung, Wipfelbrüche .....)</p>

## Pflegewirkung und Schneebruchgefährdung in zu dicht begründeten Beständen

Bestandesoberhöhe [m]

Endbaumzahl

35

30

25

20

15

12

Durchforstung

12

Stammzahlreduktion

5

3

Ausgangsbaumzahl

0

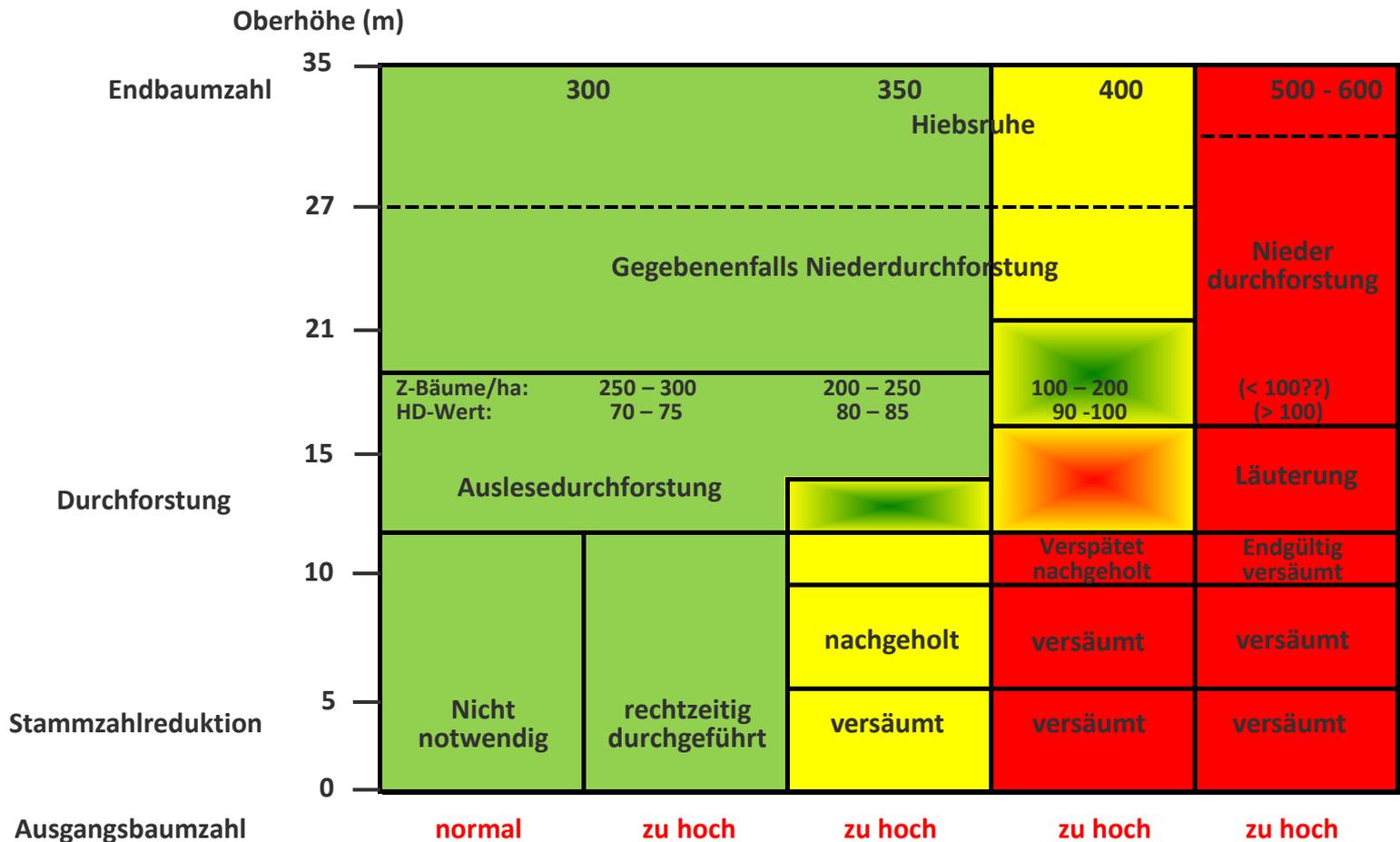
Pflegewirkung  
der Standraum-  
regulierung

Schneebruchgefahr  
bei versäumter  
Pflege

Maximum ← Minimum → Maximum



# Standraumregulierung



**Das Hinausschieben von  
Durchforstungen ist kein  
Pflegekonzep<sup>t</sup> zur Vermeidung von  
Schwachholz, sondern .....  
ein  
Schwachholzkonzep<sup>t</sup>  
wegen Pflegevermeidung**

**Zitat Prof. Josef Pollanschütz:**  
**„Wenn sie eine Durchforstung machen  
und danach in den Bestand schauen und  
sie erschrecken nicht,  
hat das Ganze wenig Sinn gehabt“**

# Einflüsse auf den Wald durch Klimaänderung

- ❖ Zunahme des Kohlendioxidgehalts
- ❖ Temperaturzunahme
- ❖ Verlängerung der Wachstumsperiode
- ❖ Änderung der Niederschlagsverteilung
- ❖ Vermehrte Starkregen?
- ❖ häufigere Naßschneeereignisse
- ❖ Verringerung der Schneedecken und -dauer
- ❖ Veränderung der Sturmhäufigkeit (? Gewitter)

# Auswirkungen auf den Wald durch Klimaänderung

- ❖ **Waldgrenzenveränderung**
- ❖ **Zuwachssteigerung (je nach Niederschlag)**
- ❖ **Vermehrter Trockenstress**
- ❖ **Erhöhtes Schneebruch- und Windwurfisiko**
- ❖ **Verstärkt biotische Schadeinflüsse (Insekten)**
- ❖ **Erhöhte Spätfrostgefährdung**
- ❖ **Veränderung der Konkurrenzverhältnisse**
- ❖ **Ausfall von Baumarten in Tieflagen**

# Auswirkungen auf das Holzaufkommen

- ❖ Rückgang des Nadelholzanfalles
- ❖ Vermehrter Laubholzanfall
- ❖ Unregelmäßigerer Holzanfall
- ❖ Weniger Industrieholzanfall
- ❖ Vermehrter Schadholzanfall
- ❖ Weniger Anfall an Hackgutsortimenten
- ❖ Eventuell Preissteigerung

## Was können wir tun ??

- ❖ „saubere“ Waldbewirtschaftung
- ❖ Intensivierte Standraumgestaltung
- ❖ Strengere Beachtung der Standorttauglichkeit
- ❖ Förderung der Naturverjüngung, wo sinnvoll
- ❖ Erhaltung/Erhöhung der Diversität
- ❖ Erweiterung des Baumartenspektrums
- ❖ Verkürzung der Umtriebszeit
- ❖ Vorratsreduktion (stärkere Verjüngungsdynamik, Risikominderung)



**Ich bedanke mich,  
dass Sie mir so lange  
zugehört haben**

**WALD NÜTZEN = KLIMA SCHÜTZEN**