

## Seminar 2.4.6

### Douglasie -

### Neophyt oder Baum der Zukunft?

Trippstadt, 19. Mai 2011



## Fortbildungsprogramm 2011 – Seminar 2.4.6 - Vorträge

Zeit	Inhalte	Referenten
09:00 - 09:15 Uhr	Begrüßung	LFD Hans-Peter Ehrhart; FAWF
09:15- 9:50 Uhr	Richtige Herkunftswahl: Basis des waldbaulichen Erfolges	Dr. Werner Maurer; FAWF
09:50-10:25 Uhr	Douglasie: eine standortspfleghche Baumart?	Dr. Joachim Block; FAWF
10:25- 11:00 Uhr	Arten- und Strukturvielfalt in Douglasienwäldern	Dr. Patricia Balcar; FAWF
11:00- 11:30 Uhr	<i>Kaffeepause</i>	
11:30- 12:05 Uhr	Das Holz der Douglasie, vielseitig verwertbar	Dr. Hubert Fischer; FAWF
12:05 – 12:45 Uhr	Waldbau mit der Douglasie, Stand und Perspektiven	LFD Georg Wilhelm; ZdF
12:45 -13:45 Uhr	<i>Mittagessen</i>	
13:45- 16:00 Uhr	Exkursion	LFD Hans-Peter Ehrhart; FAWF
Hinweise	Wetterfeste Bekleidung für die Exkursion	



# Vortrag: Richtige Herkunftswahl: Basis des waldbaulichen Erfolges

## Gliederung

- **Die Douglasie in Nordamerika: Taxonomie, Verbreitung, Variabilität, Ökologie**
- Unterscheidung der Varietäten (Bezeichnung "Rasse" nur intern!):
  - > phänotypische Unterscheidungsansätze
  - > genetische Unterscheidungsansätze
- **Die Douglasie in Rheinland-Pfalz:**
- Genetische Untersuchungen zur Douglasie
- Herkunftsversuche in RP:
  - Kaiserslautern, Nastätten, Gerolstein
- Herkunftsversuche mit Herkünften aus RP
- **Eignung von Douglasienherkünften**
- **Schlussfolgerungen**

# Douglasienarten und -varietäten

In der Gattung Douglasien (*Pseudotsuga*) gibt es sieben Arten und einige Varietäten:

- **Chinesische Douglasie** (*Pseudotsuga sinensis* Dode). Es gibt zwei Varietäten:
  - *Pseudotsuga sinensis* Dode var. *sinensis* (Syn.: *P. gaussenii* Flous, *P. xichangensis* Kuan & Zhou, *P. shaanxiensis* Qu & Wang, *P. sinensis* var. *gaussenii* (Flous) Silba): [China](#).
  - *Pseudotsuga sinensis* var. *wilsoniana* (Hayata) Fu & Li (Syn.: *P. wilsoniana* Hayata, *P. salvadorii* Flous): [Taiwan](#).
- **Kurznadelige Douglasie** (*Pseudotsuga brevifolia* Cheng & Fu, Syn.: *P. sinensis* var. *brevifolia* (Cheng & Fu) Farjon & Silba): Sie ist beheimatet in den [chinesischen](#) Provinzen: [Guizhou](#) und südwestlichen [Guangxi](#), wächst typischerweise an Südhängen und Berggipfeln, auf kalkigen, steinigen Böden in Höhenlagen von etwa 1.300 Meter.
- **Yunnan-Douglasie** (*Pseudotsuga forrestii* Craib, Syn.: *P. sinensis* var. *forrestii* (Craib) Silba): Ist beheimatet in der chinesischen Provinz [Yunnan](#), im Gebirge in Höhenlagen zwischen 2.400 und 3.300 Meter.
- **Japanische Douglasie** (*Pseudotsuga japonica* (Shirasawa) Beissner, Syn.: *Tsuga japonica* Shirasawa): [Japan](#).
- **Mexikanische Douglasie** (*Pseudotsuga lindleyana* (Roehl) Carrière): [Mexiko](#)
- **Großzapfige Douglasie** (*Pseudotsuga macrocarpa* (Vasey) Mayr): südwestliches [Kalifornien](#)

**für uns von Bedeutung:**

- **Douglasie** (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco): westliches [Nordamerika](#). Es gibt **zwei Varietäten**:
  - **Küsten-Douglasie** (*Pseudotsuga menziesii* var. *viridis* (Mirb.) Franco oder auch **Grüne Douglasie** genannt)
  - **Inlands-Douglasie** (*Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* (Mayr) Franco, auch **Blaue Douglasie** oder Gebirgs-Douglasie genannt, syn.: *Pseudotsuga douglasii* var. *glauca* Mayr, *P. menziesii* subsp. *glaucescens*,
  - **Übergangsform Graue Douglasie** (*P. menziesii* var. *caesia* (Schwer.) Franco)  
– jedoch nur im deutschen Sprachbereich von Relevanz!!!!

# Douglasie: Taxonomie & natürliche Verbreitung

*pseudo-Tsuga*  
(Hemlocktanne als Namensgeber)

Familie: Kieferngewächse (Pinaceae)

Unterfamilie:  
Tannenähnliche (Abietoideae)

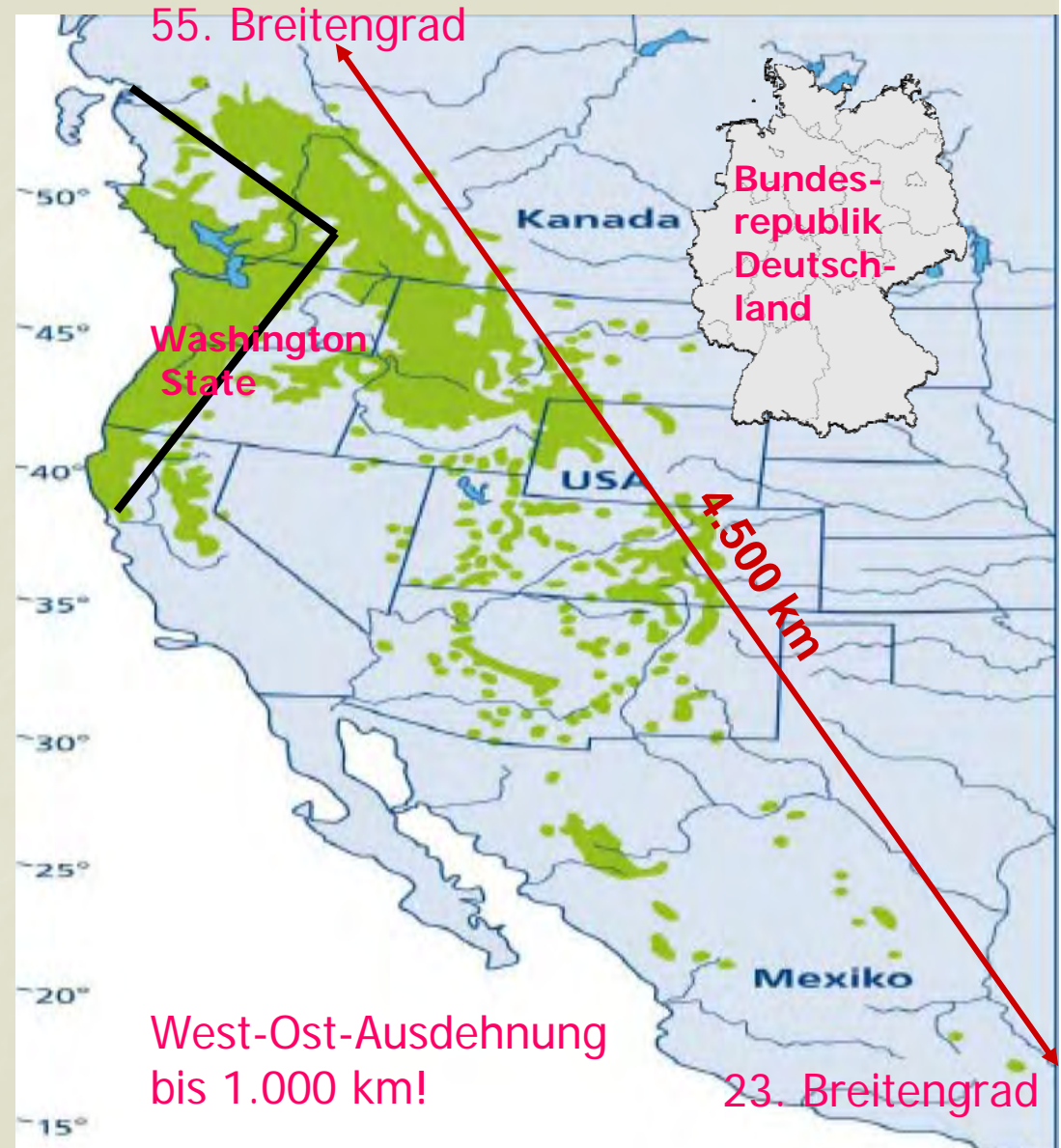
Gattung mit 7 Arten,  
3 in Nordamerika, 4 in Ostasien

1792 entdeckt,  
1827 nach Europa

Douglasie besitzt größtes Areal der  
Verbreitung bei Baumarten!

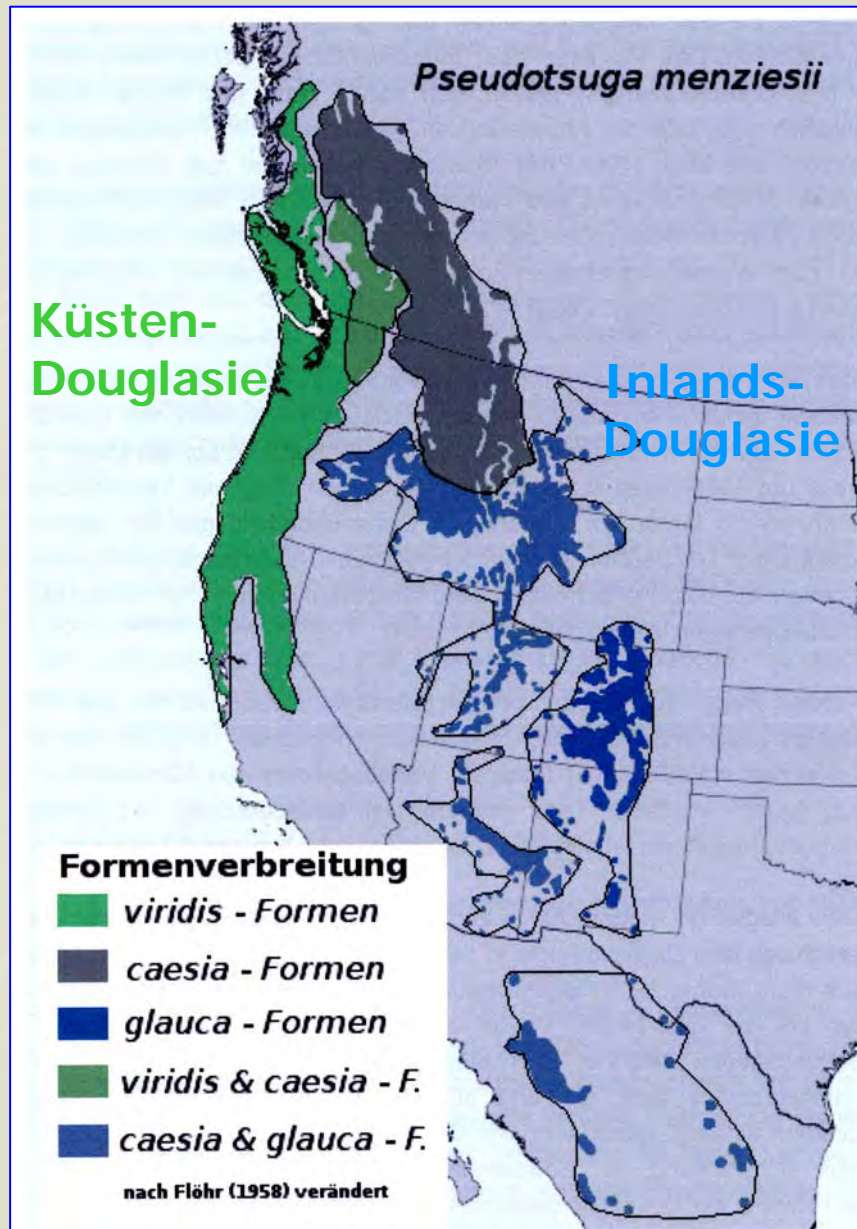
Vergleich mit Europa:  
Distanz Nordkap – Südspitze Sizilien:  
ca. 3.800 km

Washington State: rd. 185 Tsd. km<sup>2</sup>  
BR Deutschland: rd. 315.000 km<sup>2</sup>  
BRD 1,7mal größer als Washington State!



Grafik: C. Hopf, LWF

# Douglasie und ihre verschiedenen Varietäten



← Karte aus dem Sonderheft 344  
des Johann Heinrich von Thüne  
Instituts vTI-Institut, der  
ex-Bundesanstalt für Holz- &  
Forstwirtschaft (BFH)

**Douglasie ist  
also nicht gleich  
Douglasie!**

# Küstendouglasie vs. Inlandsdouglasie

- Küsten-Douglasie (var. *viridis*):
  - British Columbia: bis 760 m,
  - Washington/Oregon: bis 1.500 m,
  - Kalifornien: 600 – 1.800 m.
  - Höchste Vorkommen: 2.300 m (Sierra Nevada)

## höchster Baum im pazifischen Nordwesten Amerikas

Altbestand : Höhen von 70 – 80 m  
Brustdurchmesser (BHD) von 150 - 220 cm

Die höchste, je gemessene Douglasie:  
Höhe: 119,8 m  
BHD: 488 cm  
Inhalt: 249 m<sup>3</sup>.

## Inlands- Douglasie (var. *glauca*):

- nördliche Gebiete: 550 – 2.440 m,
- südliche Rocky Mts.: bis 2.900 m.

Höchste Vorkommen: 3.260 m (SO-Arizona).

Altbestand: selten Höhen von 40 m und einem BHD von 90 cm.



Fotos aus G: Aas: Die Douglasie in Nordamerika



# Extrem unterschiedliche Klimazonen im Verbreitungsgebiet der Douglasie

## Küstendouglasie

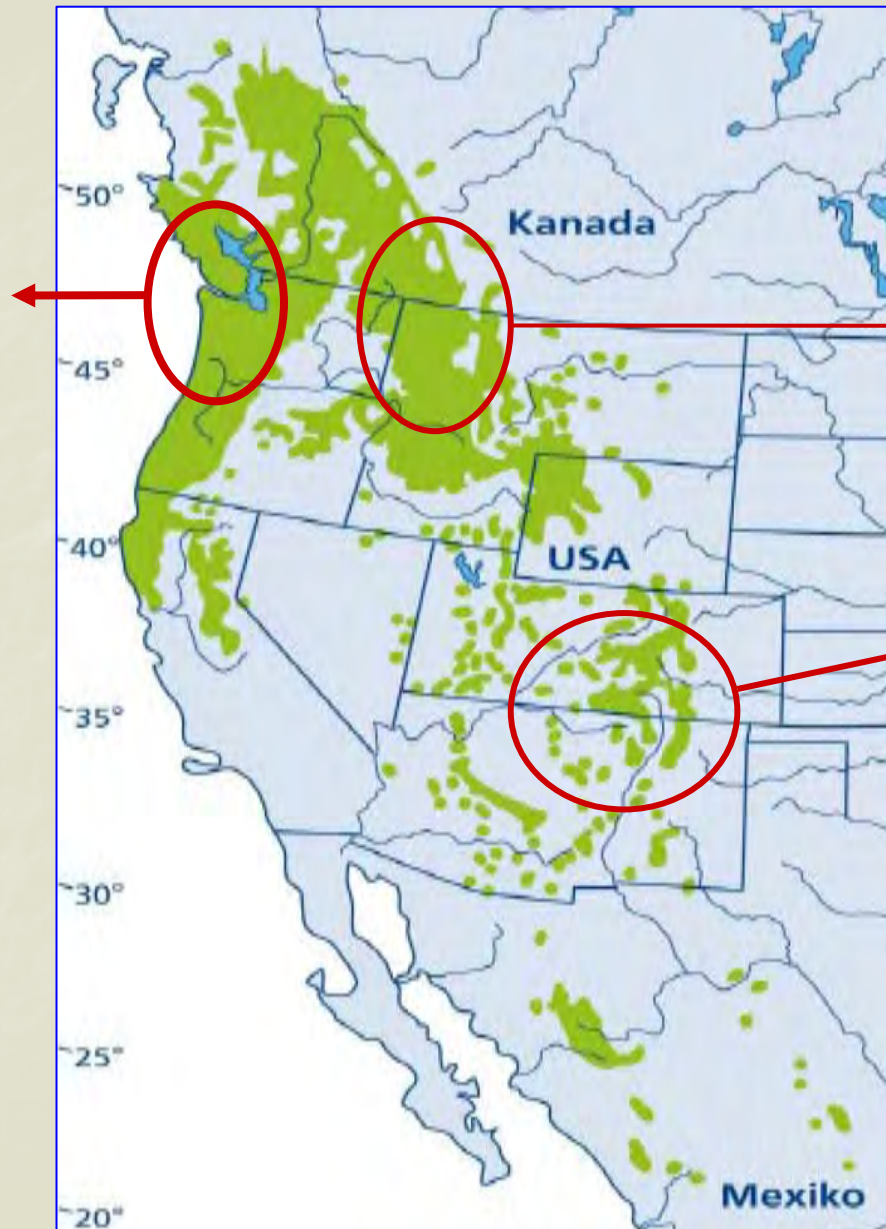
Pazifische Küste:  
Jahres-Niederschlag:  
760 – 3.400 mm  
TJan: - 2 bis 3 °C  
TJul: 20 bis 27 °C

## Maritimes Klima

Winter mild und  
feucht, hoher  
Nebeleintrag

Sommer kühl,  
humid

je nach Lage auch  
sehr trocken



## Inlandsdouglasie

### Nördl. Rocky Mountains:

Jahres-Niederschlag:  
560 – 1.000 mm  
TJan: -7 bis 3 °C  
TJul: 14 bis 20 °C

### Mittl. Rocky Mountains:

Jahres-Niederschlag:  
360 – 610 mm  
TJan: - 9 bis - 6 °C  
TJul: 14 bis 21 °C

Gemäßigt kontinental bis stark  
kontinentales Klima

lange, kalte, schneereiche Winter

heiße, z. T. sehr trockene  
Sommer

Niederschläge < 400 mm,  
größtenteils als Schnee

# Phänotypische Unterschiede der Varietäten



Fotos aus G. Aas: Die Douglasie in Nordamerika



Foto aus G. Aas: Die Douglasie in Nordamerika



**Bei allen Abbildungen immer**  
**links: Küsten-Douglasie**  
**rechts: Inland-Douglasie**

**aber:**

Nicht bekannt ist die Breite der Variation  
innerhalb der Varietäten!!!

# Phänotypische Unterscheidungsmerkmale

Gibt es weitere verwendbare **eindeutige** phänotypische /  
morphologische / oder auch phänologische Merkmale?

## Rindenstruktur



**Nein!!**



## Astformen



## Nadelverfärbungen

können nur, aber durchaus  
ein erstes Indiz sein

**wahrscheinlich Küsten-Douglasie**



**wahrscheinlich Inlands-Douglasie**

(obere Reihe) abstehende Deckschuppen, gefunden bei der Inlands-Douglasie



anliegende Deckschuppen, gefunden bei der Küsten-Douglasie (untere Reihe)

# Genetische Unterscheidungsmerkmale

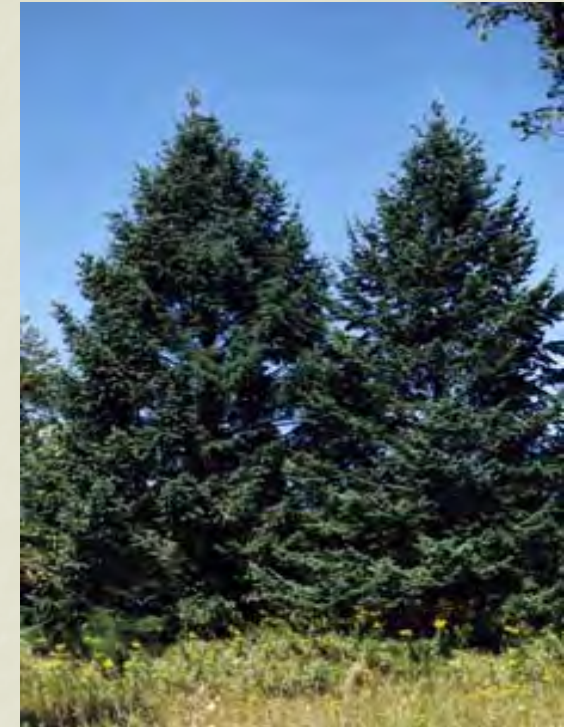
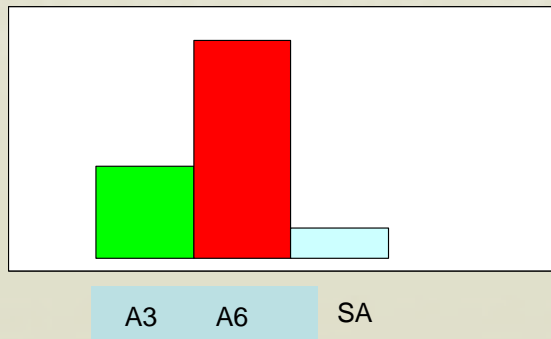
in Kollektiven, aber nicht bei Individuen:

Unterscheidbarkeit mittels Häufigkeitsverteilung der Allele A6 und A3 am Genort:

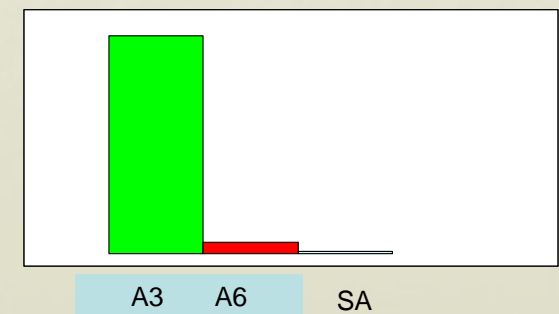
6-Phosphogluconat Dehydrogenase EC 1.1.1.44



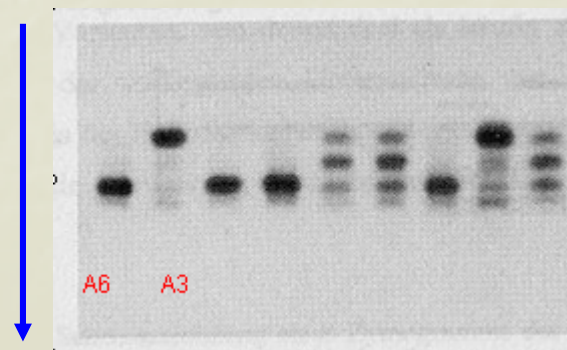
*var. glauca (Inland)*



*var. viridis (Küste)*



6-PGDH-A



# Douglasie in Rheinland-Pfalz

Erste erfolgreiche Versuchsanbauten in den preußischen Landesteilen um 1880 im FA Daun

FA Schweigen ( Pfalz ) 1880

Ältester Douglasien-Herkunftsversuch in RP im heutigen FA Kaiserslautern, angelegt im Jahr 1912

heute 46.000 ha Douglasie (rd. 9 % der Landes-Waldfläche)

ca. 321 zugelassene Satgut-Erntebestände ( 13% der zugelassenen Bestände in der BRD )

mit einer Fläche von 575 ha ( 22% der zugelassenen Fläche in der BRD )

RP hat Verantwortung für die Douglasie!

Doch was wissen wir über die Herkunft unserer Douglasienbestände?

die Douglasie - Baumart mit unbekanntem Migrationshintergrund – nicht nur in Rheinland-Pfalz!



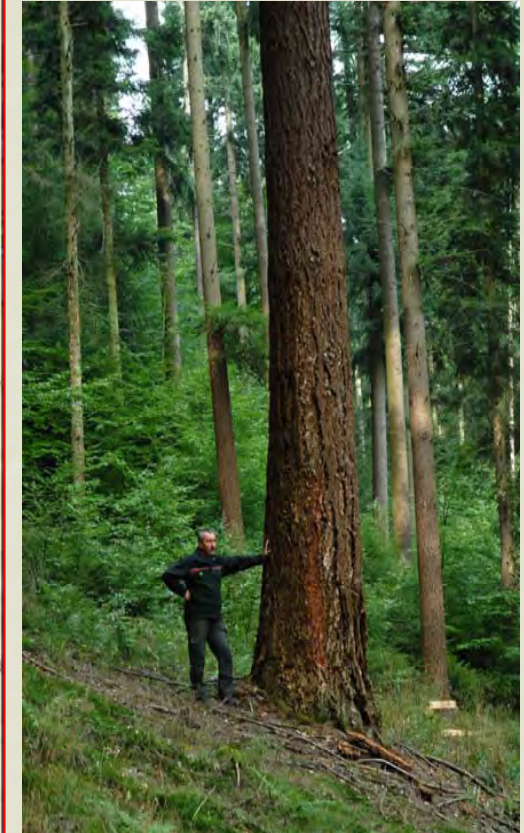
wenig bis nix!!

# Die ersten Douglasien-Anbauten auf dem Gebiet des heutigen Rheinland-Pfalz

FA Daun



FA Annweiler



# Genetische Untersuchungen zur Douglasie in Rheinland-Pfalz

Welcher Varietät lassen sich unsere zugelassenen Erntebestände zuordnen?

Anfangs 54 Erntebestände (Altbestände im Staatswald) sowie die benachbarten Douglasien-Bestände und die Plantage Bremerhof isoenzymatisch untersucht :

52 Bestände und die Plantage Bremerhof lassen den Rückschluss auf Küstenherkunftsverwandtschaft zu.

2 Bestände weichen von der für Küstenherkünfte typischen Häufigkeitsverteilung der Allele 6-PGDH-A6 und –A3 ab und wurden aus dem Erntezulassungsregister gestrichen.

seither weitere genetische Bestandes-Identifizierungsmaßnahmen – siehe Poster nächste Folie!

Vorkriegsbegründung

Register Nr.	lfd. Nr.	Forstamt	Waldort	Fläche
85304	119	ad Bergzabern	VI1a2	1,35
85304	26	ad Sobernheim	301a	2,70
85304	14	Cochem	3a	8,60
85304	15	Johanniskreuz	XXIX2a2	2,20
85304	15	Johanniskreuz	XXIX3c1	2,50
85304	15	Johanniskreuz	XXIX3b1	1,10
85304	60	Quint	158 b 2	0,70
85305	7	Gerolstein	54 a	0,80
85305	7	Gerolstein	55 a	0,40
85305	16	Osburg	120 a	5,00
85305	19	Schneifel	229 a	0,30

Nachkriegsbegründung

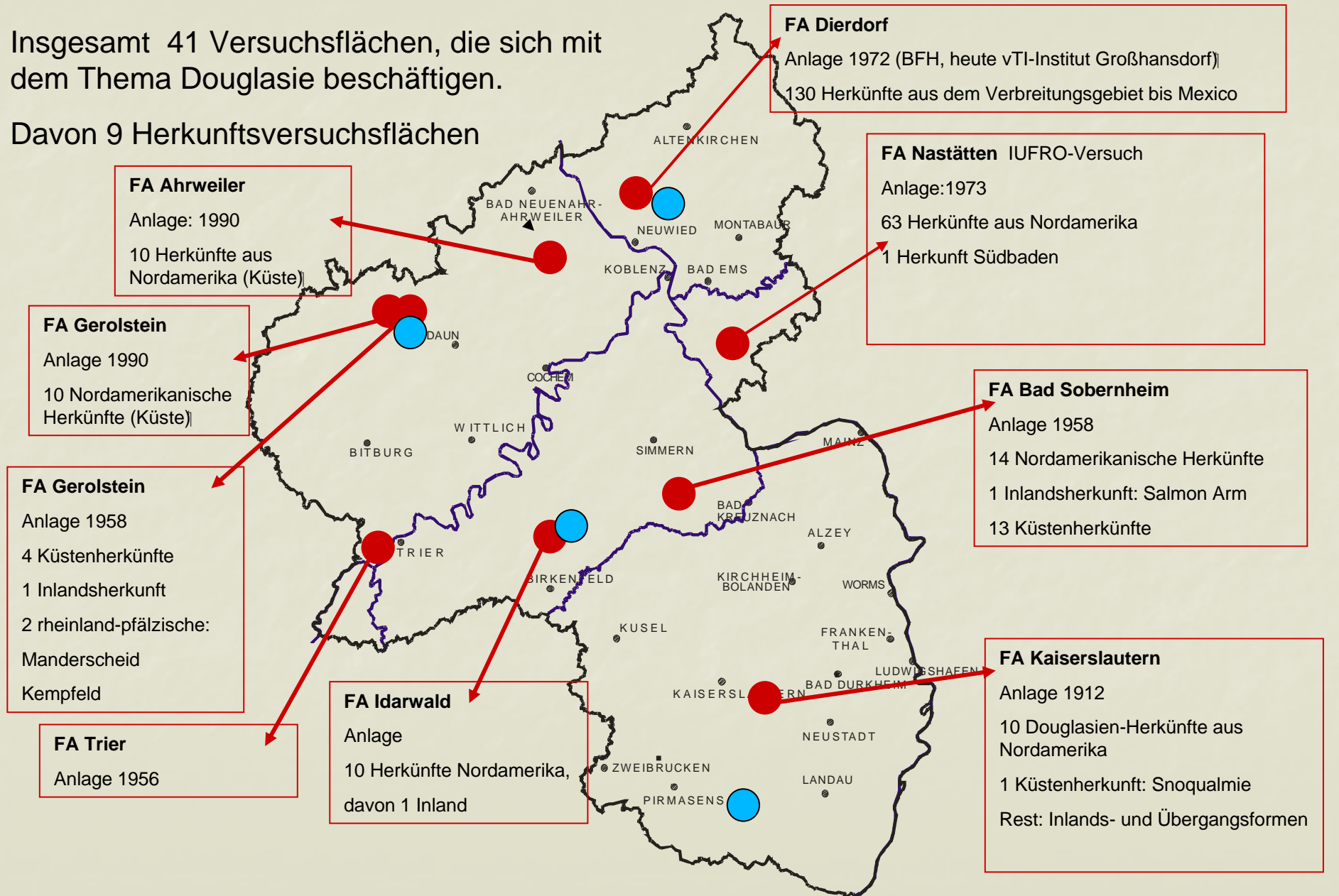
Register Nr.	lfd. Nr.	Forstamt	Waldort	Höhe		Begründung		Zulassungs-jahr	Fläche
				von	bis	von	bis		
85304	38	Cochem	2b	180	260	0	1954	1997	0,70
85304	4	Daun	9 c		440	1957	0	1985	1,40
85304	99	Daun	11 b	340	380	1955	0	1999	5,10
85304	100	Daun	14 b 1		420	1955	0	1999	2,40
85304	96	Daun	18 b	440	490	1950	0	1999	7,60
85304	97	Daun	36 a 2	440	490	1936	1949	1999	1,80
85304	47	Diez	62b3	300	335	0	1951	1998	0,80
85304	17	Idar-Oberstein	60b2	500	500	1951	1958	1974	3,50
85304	7	Koblenz	62a1	100	210	0	1945	1964	0,50
85304	139	Manderscheid	8 c 1		400	1960	0	2000	0,80
85304	140	Manderscheid	126 a 1		330	1959	0	2000	1,60
85304	96	Manderscheid	1 g 3		430	1951	0	1999	2,50
85304	97	Manderscheid	2 b 2		370	1955	0	1999	0,90
85304	100	Manderscheid	131 a		340	1954	0	1999	3,10
85304	101	Manderscheid	132 b		320	1958	0	1999	1,60
85304	99	Manderscheid	122 c	320	335	1948	0	1999	2,80
85304	99	Manderscheid	122 c	320	335	1948	0	1999	3,10
85304	141	Manderscheid	133 b 1		320	1933	1956	2000	0,00
85304	43	Mayen	105a1	410	500	0	1953	1997	3,40
85304	93	Wittlich	16 b 1	326	383	1950	0	1996	1,00
85305	24	Daun	13 c	590	640	1951	0	1999	3,70
85305	23	Daun	152 a	560	620	1949	0	1998	3,30
85305	5	Dhronecken	39 b 2	565	610	1952	0	1991	0,80
85305	6	Dhronecken	117 b	520	560	1954	0	1985	0,70
85305	10	Gerolstein	55 b 1	520	550	0	1950	1994	2,90
85305	21	Prüm	103 b	540	570	1951	0	1985	0,60



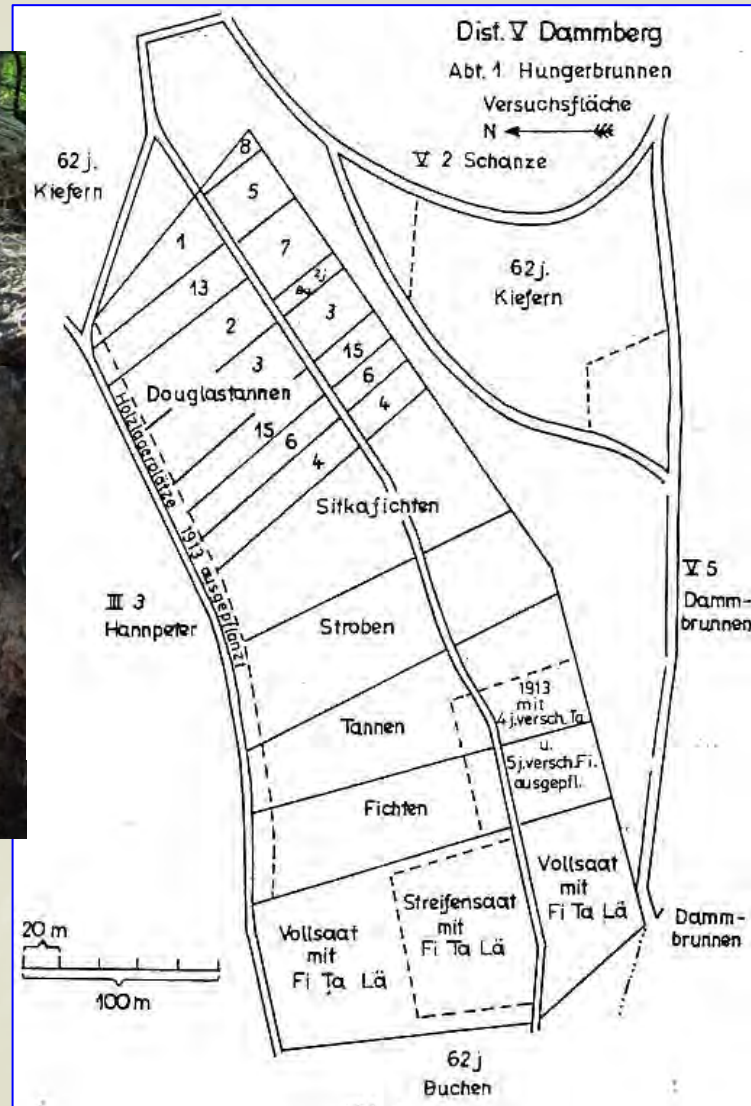
# Douglasien-Herkunftsversuche in Rheinland-Pfalz

Insgesamt 41 Versuchsflächen, die sich mit dem Thema Douglasie beschäftigen.

Davon 9 Herkunftversuchsflächen



# Der Douglasien-Herkunftsversuch von 1912 im FA Kaiserslautern



**Verband:**

**Douglasie (2/0): 1,5m x 1,5m**

**Ta, Fi, SFi, Wki (2/1): 1,5mx 0,7m**

**Standort:**

NW-Hang

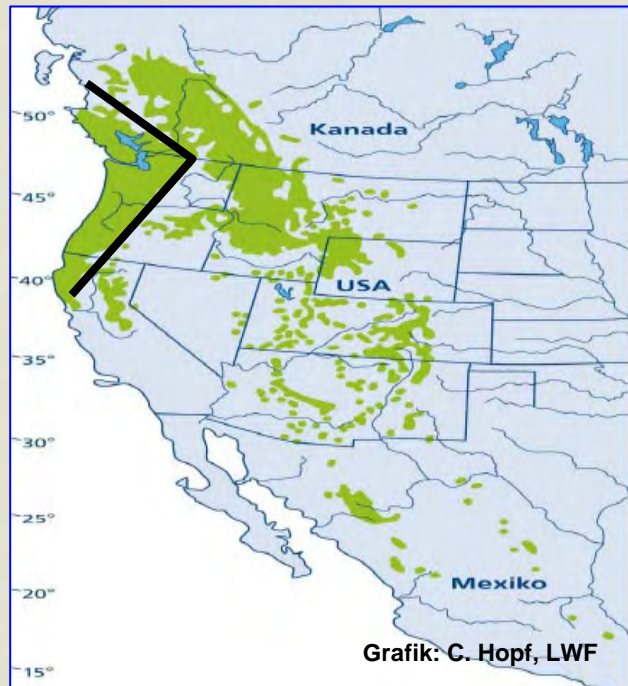
350-400 m ü.N.N

schwach lehmiger Sand

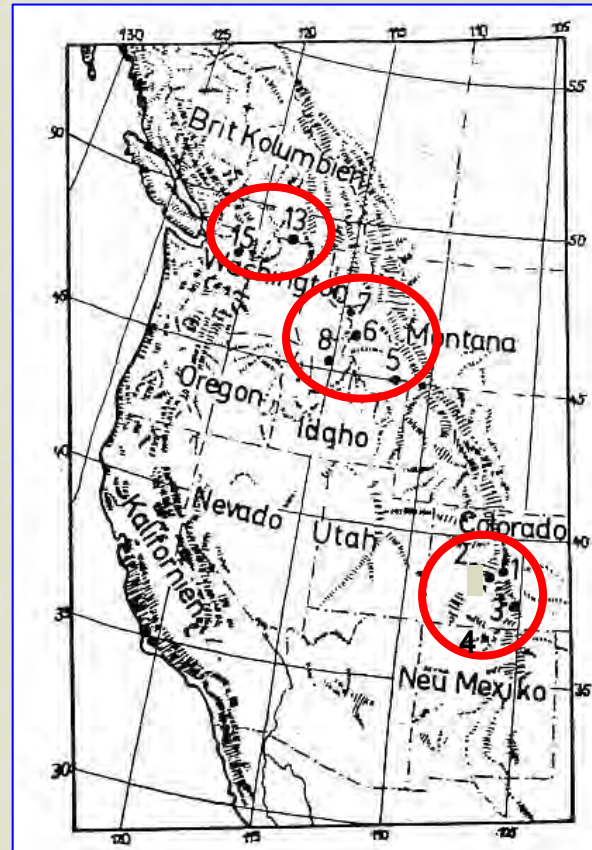
**Rohmeder 1956**

# Douglasien-Herkünfte im HKV Kaiserslautern 1

Verbreitungsgebiet der Douglasie



Herkünfte im HKV Kaiserslautern

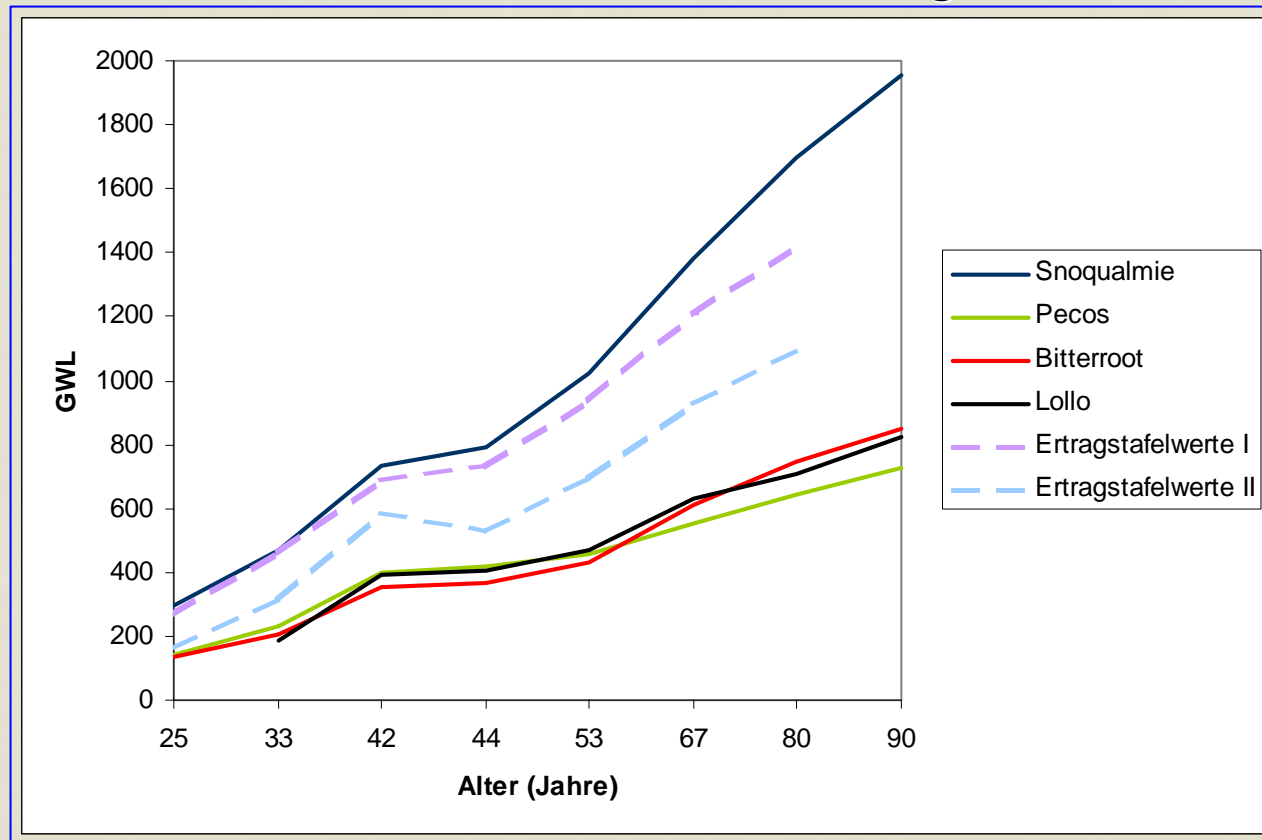


- 1 Colorado Centr. Pike
- 2 Colorado Centr. Sopris
- 3 Colorado S. San Isabel
- 4 New Mexico N .Pecos
- 5 Montana SW. Madison
- 6 Montana W. Bitterroot
- 7 Montana W. Lolo
- 8 Idaho O. Salmon
- 13 Washing. NO. Colville
- 15 Washing. NW.  
Snoqualmie

Rohmeder 1956

# Douglasien-Herkünfte im HKV Kaiserslautern 2

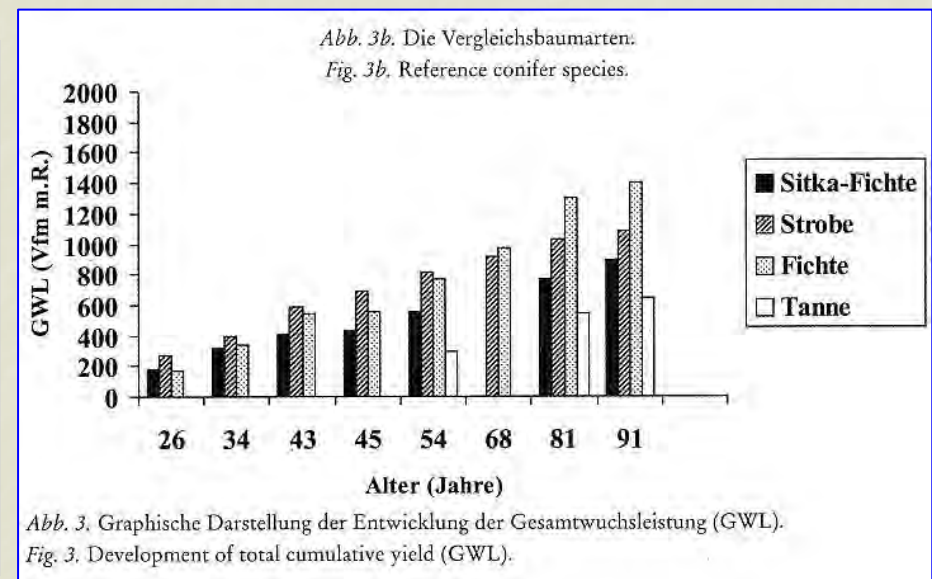
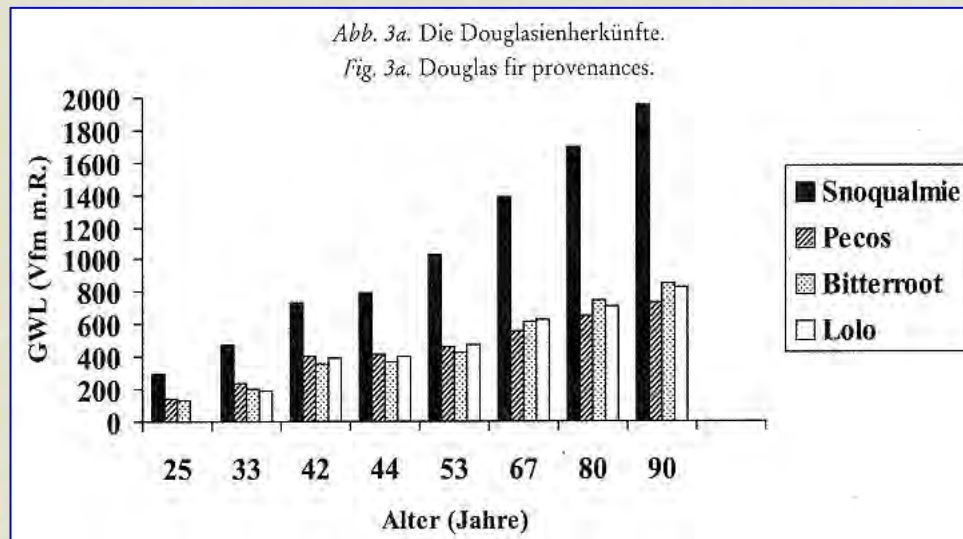
## Gesamtwuchsleistung



Bergel 1969,  
mäßige DF

# Douglasien-Herkünfte im HKV Kaiserslautern 3

## Vergleich der GWL aller in dem Herkunftsversuch angebauten Nadelhölzer



B. Stimm & P. H: Dong, 2001

Snoqualmie, Washington State  
Pecos, New Mexico  
Bitterroot, Montana  
Lolo, Montana

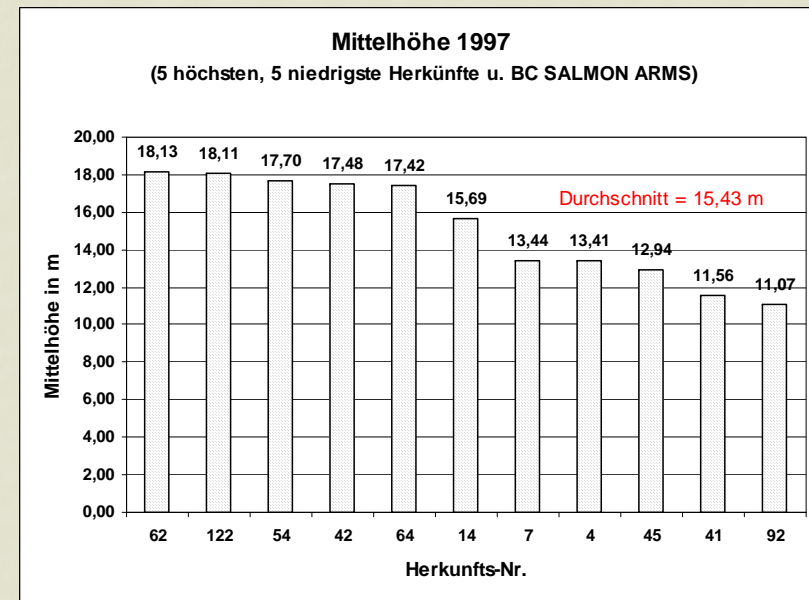
# II. IUFRO Douglasien-Herkunftsversuch Nastätten

FA: Nastätten  
FR: Bärbach  
Abt.: 59

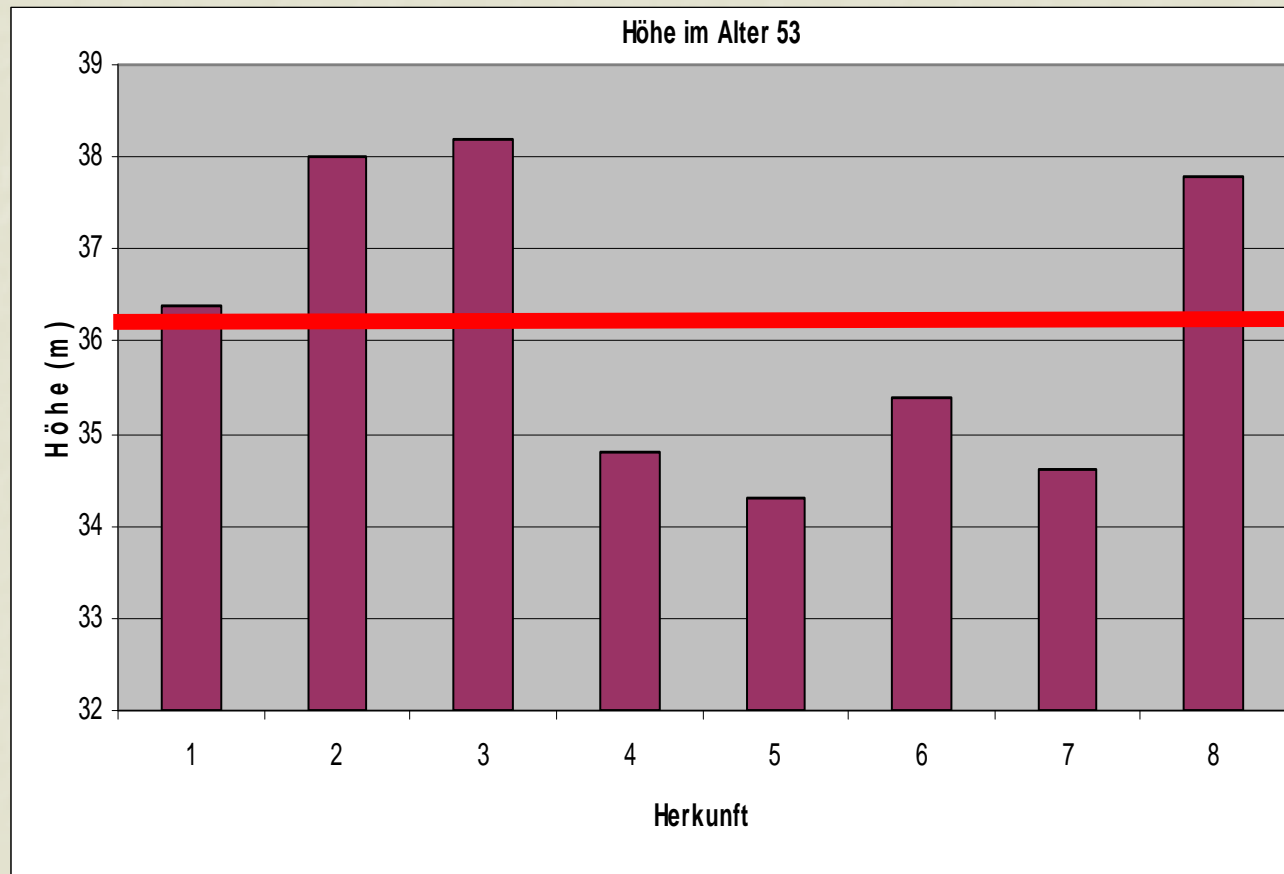
Aussaat 1970  
Anlage : Frühjahr 1973

Hier: 5 Besten, BC-SALMON ARMS, 5 Schlechtesten

Herkunft		IUFRO-Nr.	Anzahl Pflanzen	Mittelhöhe 1997	
Bezeichnung	Nr.			in m	% zum Gesamt-Mittelwert
W-GRAYS HARBOR HUMPTULIP	62	1073	19	18,13	117,45
BRD-STANDARD SÜDBADEN	122		19	18,11	117,32
W-JEFFERSON HOH RIVER	54	1064	21	17,70	114,72
W-SKAGIT BACON POINT	42	1049	21	17,48	113,24
W-KING ENUMCLAW	64	1075	18	17,42	112,89
BC-SALMON ARM	14	1018	20	15,69	101,63
BC-GOLDEN	7	1008	17	13,44	87,10
BC-WILLIAMS LAKE	4	1005	20	13,41	86,93
W-OKANOGAN TWISP	45	1052	20	12,94	83,88
W-FERRY REPUBLIC	41	1048	19	11,56	74,89
BC-FORT ST. JAMES	92	1106	20	11,07	71,73
<b>Durchschnitt Gesamt:</b>				<b>15,43</b>	



# Douglasien-Herkunftsversuch FA Gerolstein Abt. 80b



- 1 Darrington, Wash
- 2 Pe Ell, Wash
- 3 Ashford, Wash.
- 4 Cacadia, Oreg.
- 5 Salmon Arm, BC
- 6 Victoria, BC
- 7 Kempfeld, RP
- 8 Manderscheid, RP

## Erkenntnisse aus den Herkunftsversuchen für Rheinland-Pfalz:

- Überlegenheit (Wuchsleistung und Gesundheit) der **Küstenherkünfte** gegenüber den Inlandsherkünften bei den jetzigen Klimabedingungen
- Bei den Küstenherkünften gibt es **große Unterschiede** zwischen den Herkünften.
- Waldbaurichtlinien von 1998 empfehlen die **Verwendung von bewährten heimischen Herkünften**. Sofern diese nicht verfügbar sind, sollen als **Ersatz Herkünfte aus den Saatgutzone des Westabhanges der Kaskaden < 600m ü. N.N. (Washington)** verwendet werden

# Eignung von Douglasien-Herkünften

var. *viridis*



Anbaurisiken

var. *glauca*



Früh- & Spätfröste

Pilzerkrankungen

Rußige Douglasienschütte

(*Phaeocryptopus gäumanni*)

Rostige Douglasienschütte

(*Rhabdocline pseudotsugae* SYD.)

überlegen

Wuchsleistungen

gering

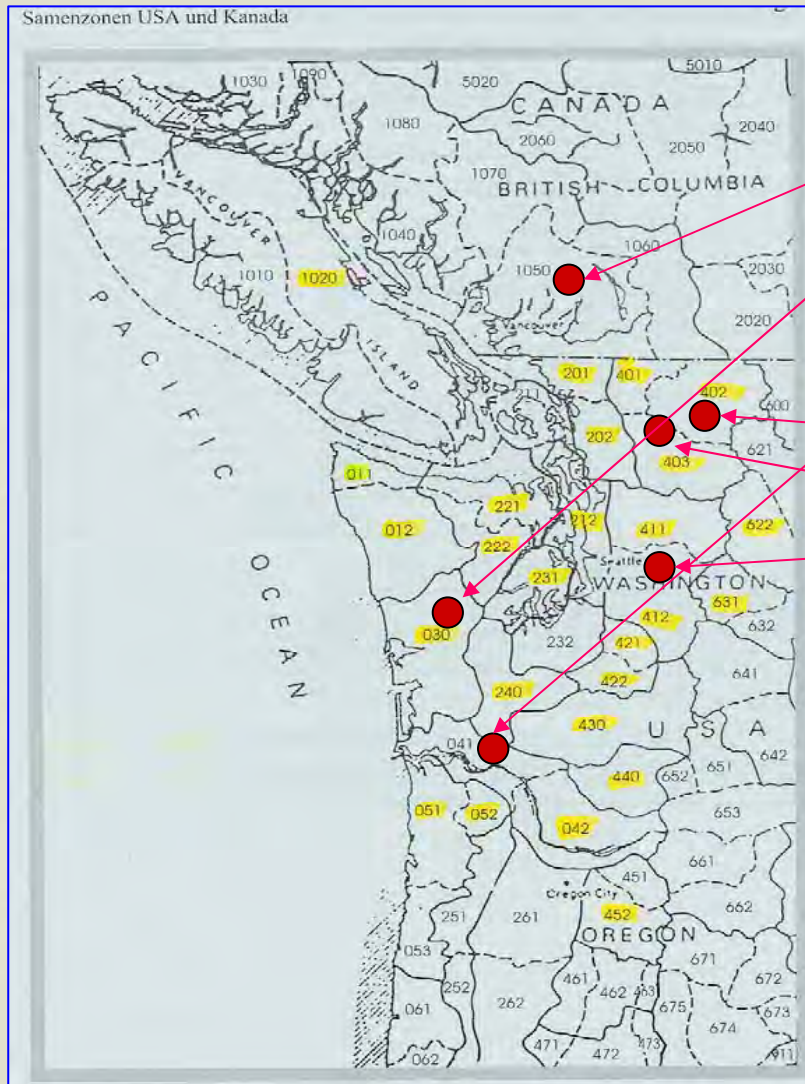
Unterschiede in den Herkünften

besonders geeignet:

Snoqualmie, Darrington, Humptulips

Einfuhrerlass 1998 BMELV: Festlegung von Seedzones, aus denen Saatgut als „mit herabgesetzten Anforderungen“ (m.h. A.) eingeführt werden dürfen: s. nächste Folie

# Seedzones USA, Kanada (Basis der Beerntung von Saatgut)



Bezeichnung der Seedzones:

1050 Chilliwack

030 Hoquiam

*Humptulips*

*Matlock*

041 Naselle

402 Concrete

403 Darrington

412 Snoqualmie Falls

Geeignete Auswahl aufgrund der IUFRO- Douglasien-Herkunftsversuche

sowie

zweier Bereisungen vor Ort von einer EU-Kommission

# Douglasien-Importe aus Drittländern

Einfuhrregelung: FSaatG § 17: "Quellengesichertes VG (source identified)

Einfuhr als m.h. A erlaubt



FoVG von 2003 § 13: "Quellengesichertes VG" nicht für forstl. Zwecke

Bedarf an Douglasien-Saatgut steigt!

Kleng Elmstein:

- 2003: 11 kg
- 2007: 200 kg

Zukünftig:

OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development)

OECD-Schema ist unterzeichnet:

Einfuhr von Saatgut der Kategorie „Ausgewählt“ und "Quellengesichert" wird erlaubt.

- **Problem: Herkunftssicherheit!**

Douglasieneinfuhren aus den USA  
in kg Saatgut

	in kg Saatgut	Ernte BRD
1983/84	2094	
1984/85	2130	10
1985/86	3017	25
1986/87	1509	89
1987/88	661	1519
1988/89	847	24
1989/90	104	144
1990/91	373	417
1991/92	731	56
1992/93	25	244
1993/94	372	64
1994/95	312	552
1995/96	514	329
1996/97	272	19
1997/98	106	282
1998/99	336	875
1999/2000	451	130
2000/2001	266	648
2001/2002	169	1072
2002/2003	33	387
2003/2004	16	165
2004/2005	0	2244
2005/2006	37	
2006/2007	150	1319
?	14525	10614

Quelle: BLE 2008

Saatgutbedarf ca. 600 kg/a in der BRD

Quelle: BLE 2008

# Douglasien-Herkunftsversuche mit Herkünften aus RP

**Hessen:** (Anlage 1992)

8 Versuchsflächen mit rheinland-pfälzischen Herkünften:

Daun 39 A  
Standard

Hochwald 120 a

Westrich XI 5 A 3

**Nur positive Ergebnisse:**

Überlegenheit im  
Höhenwachstum: 2 Flächen

Überlegenheit  
Volumenleistung: 1 Fläche

Überlegenheit im  
Höhenwachstum: 2 Flächen

Überlegenheit  
Volumenleistung: 1 Fläche

ohne jegliche Auffälligkeiten



**als geprüftes Vermehrungsgut zugelassen!**

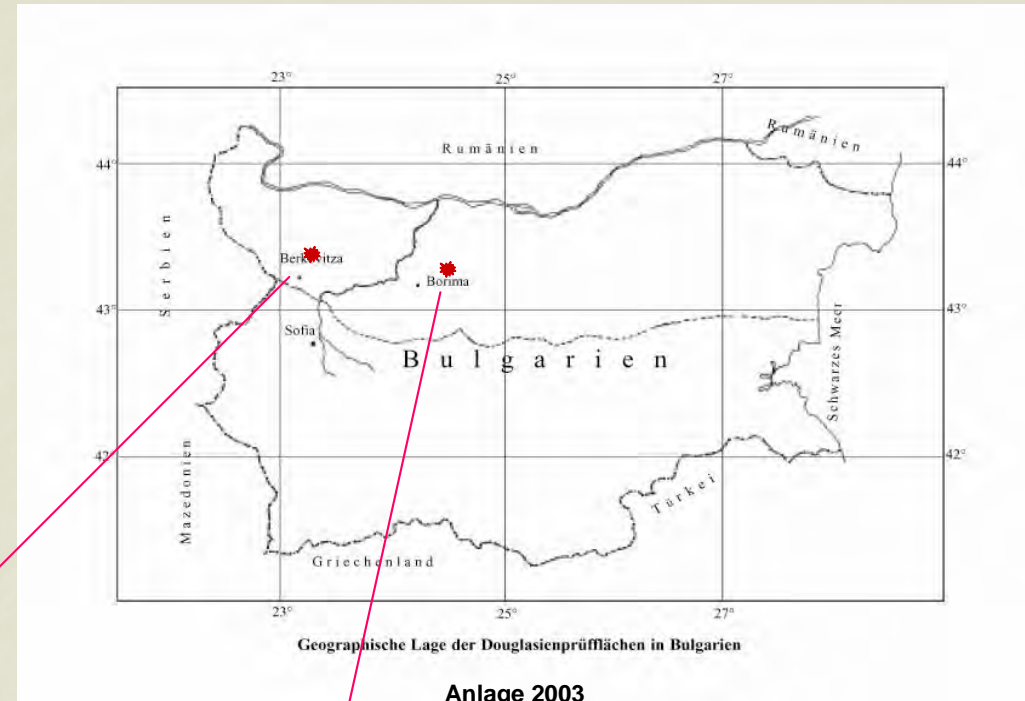
# Bulgarien: 2 Herkunftsversuchsflächen mit Herkünften aus USA (6), Bulgarien (3) und Deutschland (20):

5 Niedersachsen  
8 aus Bayern  
7 aus Rheinland-Pfalz

Rheinland-pfälzische Herkünfte:

Gerolstein	55b1
Daun	152a
Osburg	120a
Schneifel	148a
Mayen	105a
Kaiserslautern	

Samenplantage  
( 2 Erntejahre )



## **Klima Berkovitzha:**

gemäßigt kontinental  
mittlere Jahrestemperatur 10,4 °C  
absolute maximale Temperatur 40,6 °C  
absolute minimale Temperatur – 23,2 °C  
durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge 825 mm

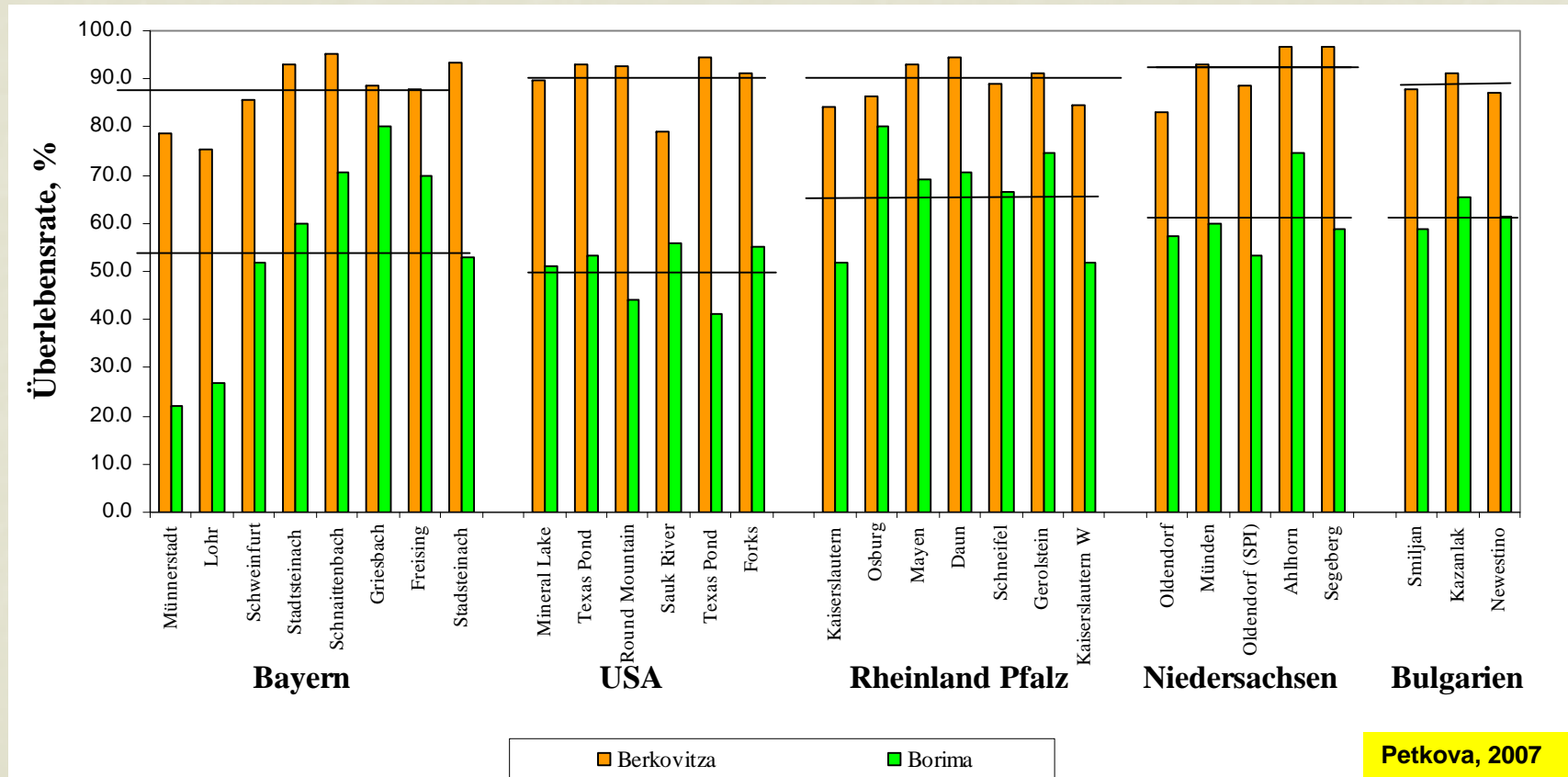
## **Klima Borima**

gemäßigt kontinental  
mittlere Jahrestemperatur 9,8 °C  
absolute maximale Temperatur 39,8 °C  
absolute minimale Temperatur – 28,4 °C  
durchschnittliche jährliche Niederschlagsmenge 767 mm

**Petkova 2007**

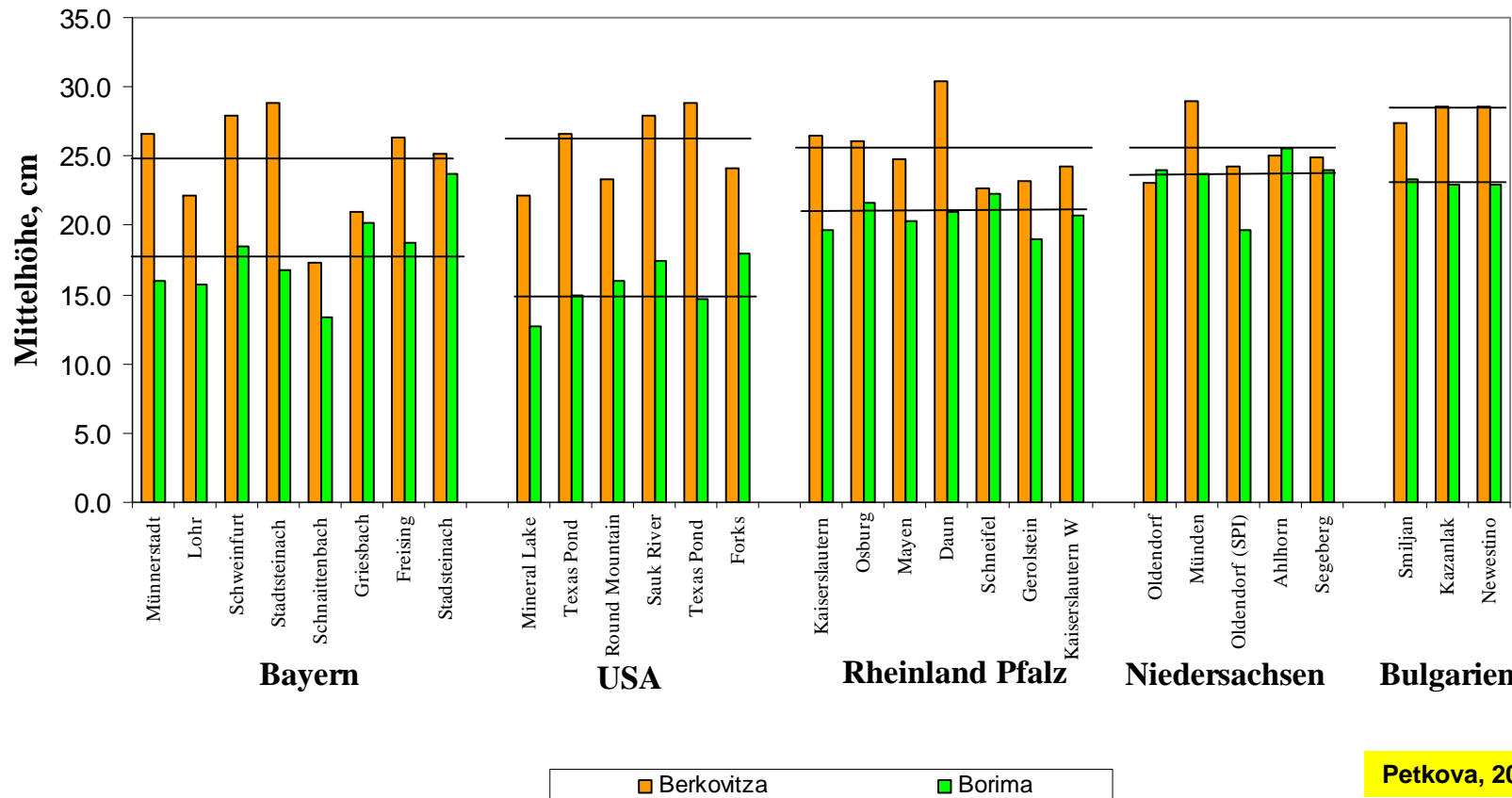
# Untersuchungen auf den beiden bulgarischen Prüfflächen 1

## Überlebensrate



# Untersuchungen auf den beiden bulgarischen Prüfflächen 2

## Mittelhöhe



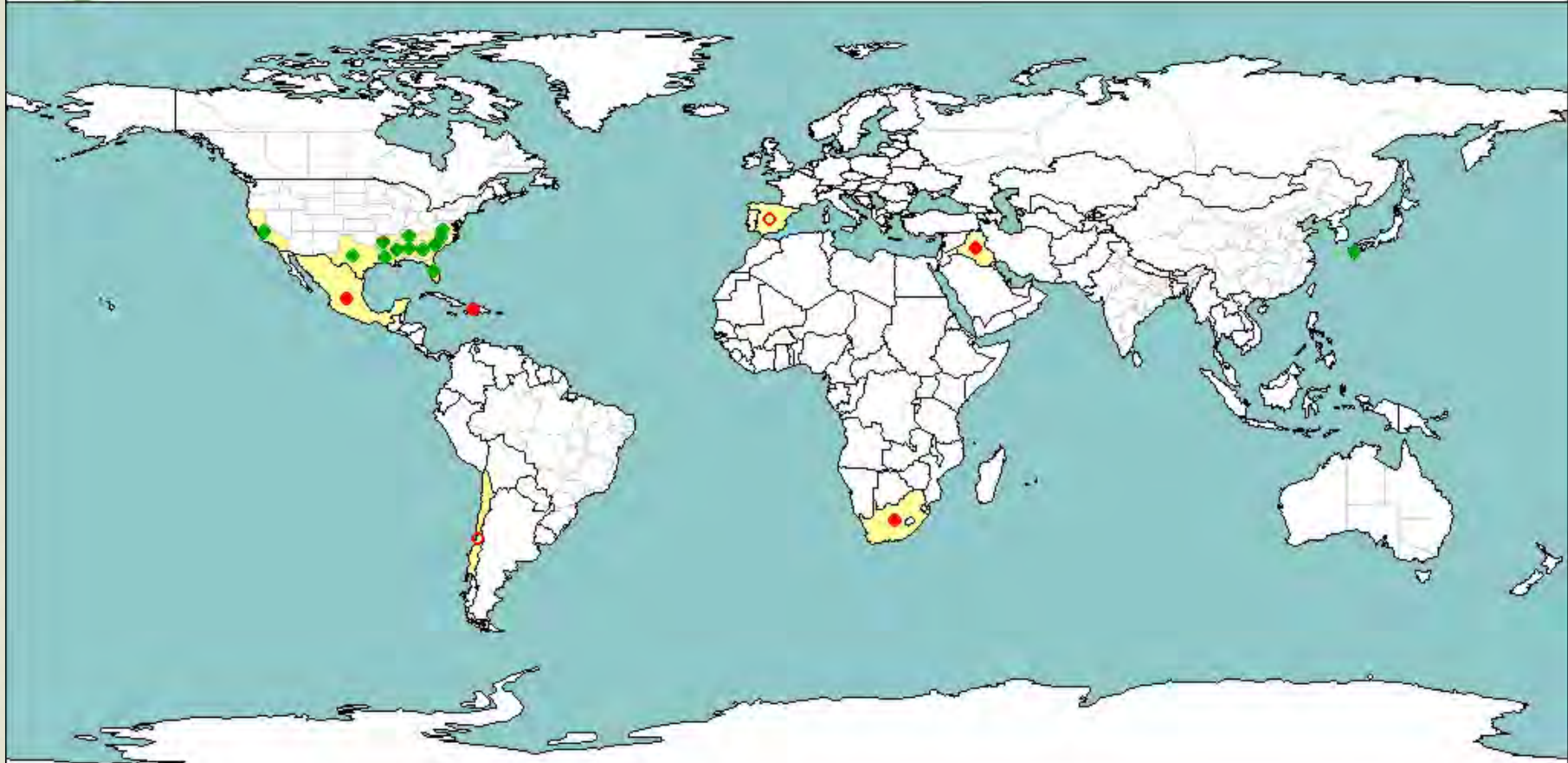
# Schlussfolgerungen

- Bedarf an Douglasien-Saatgut wird weiter zunehmen! **Klimawandel !**
- Douglasien-Herkünfte au RP scheinen anpassungsfähig zu sein!
- Bei Naturverjüngungen Augenmerk auf den Altbestand! **> nicht um jeden Preis NV !**
- **Bei Pflanzungen Pflanzgut verwenden, dass aus überprüften Beständen kommt !!**
- Rangfolge:
  - Geprüftes Vermehrungsgut
  - Qualifiziertes VG
  - Sonderherkünfte
  - Ausgewähltes VG (selected)
- **Herkünfte aus Nordamerika vermeiden! Gefahr der Einschleppung von Giberella**
- **Ausweichherkünfte aus der EU:**
  - Frankreich, Plantage „La Luzette“ 350 Klone Küstenherkunft
  - Belgien, verschiedene Plantagen Küstenherkunft





# *Gibberella circinata*



National record



Present



Present only in some areas

Subnational record



Present



Present only in some areas

# Fazit aus forstgenetischer Sicht:



**Seminar 2. 4. 6**

**Douglasie -**

**willkommener**

**Neophyt als Baum der Zukunft!**

**Trippstadt, 19. Mai 2011**

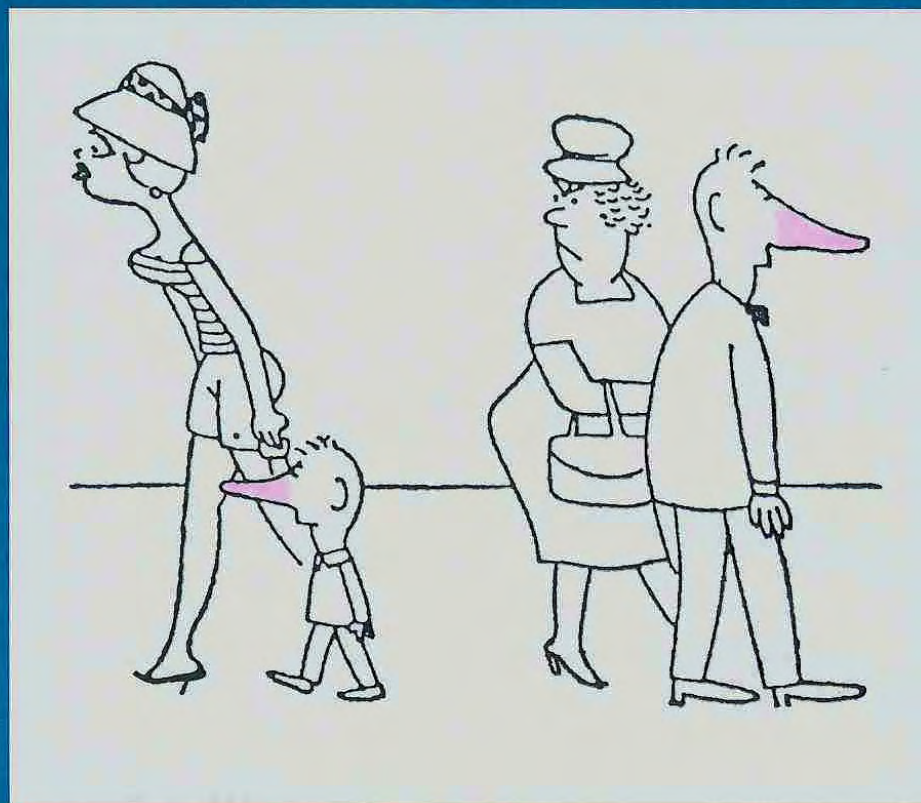


**Wir danken für Ihre Aufmerksamkeit!**

...und bitte nie vergessen:

Alles ist Genetik !

---





# Douglasie, eine standortspfleghche Baumart?

Dr. Joachim Block und Julius Schuck, FAWF

**Seminar 2.4.6:  
Douglasie – Neophyt oder Baum der Zukunft?  
19.05.2011 in Trippstadt**

## **Standortspfleglichkeit**

auch langfristig keine negativen Standortveränderungen

- Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit (Standortspotential)
  - chemische Bodeneigenschaften (Nährstoffvorräte, Nährstoffumsatz, Versauerung, Stickstoffsättigung)
  - physikalische Bodeneigenschaften (Porenvolumen, Verdichtung, Durchwurzelbarkeit)
  
- Erhaltung der Lebensraumeigenschaften
  - Biodiversität
  - Invasivität

## „standortsgerechte Baumart“

- konkurrenzkräftig
- **standortspfleghch**
- betriebsicher
- ertragreich

Bewertung anhand ökologischer und ökonomischer Kriterien

Nährstoffnachhaltigkeit

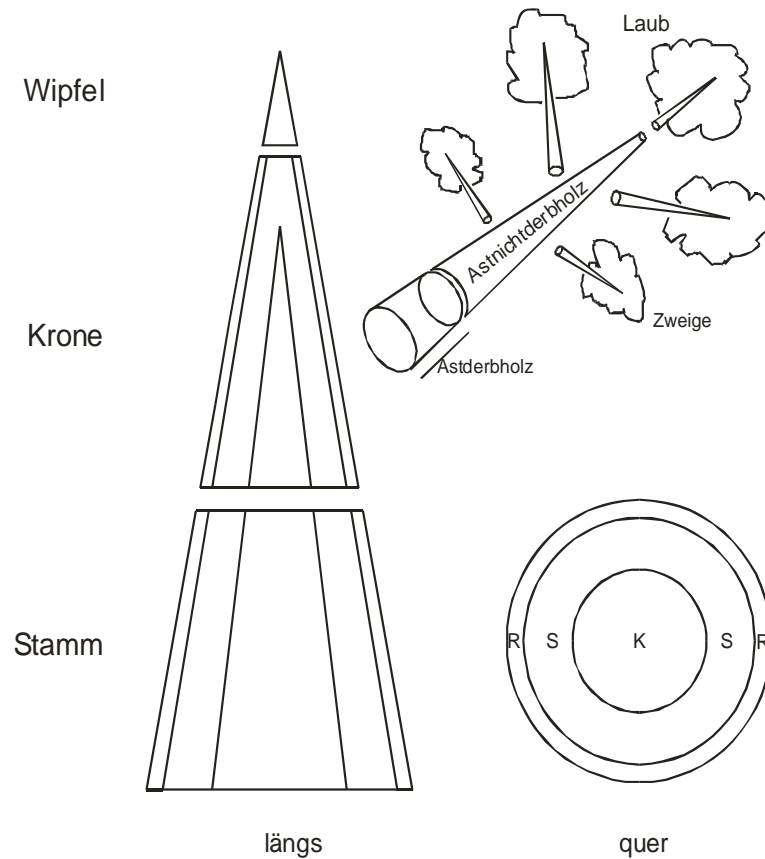
Betriebsicherheit (Waldschutzprobleme)

## **Nährstoffnachhaltigkeit**

- Wie hoch ist der Nährstoffentzug durch die Holzernte bei unterschiedlicher waldbaulicher Behandlung und unterschiedlicher Nutzungsintensität?
- Sind die Nährstoffbilanzen ausgeglichen und ist somit die Nährstoffnachhaltigkeit gewährleistet?

# Methoden Projekt „Nährstoffentzug durch die Holzernte“

- Grundlagendaten über Aufnahmen, Beprobungen und Analysen (Nährelemente, Raumdichte) in unterschiedlich alten, gebietscharakteristischen Beständen (Douglasie: 4 Bestände mit insges. 20 Probebäumen)
- Szenariosimulationen mit SILVA
  - Anpassung der Wachstumsfunktionen an standortstypisches Wachstum bei unterschiedlichen waldbaulichen Behandlungsvarianten (NDF; HDF; Z-Baumorientierte Auslese-DF)
  - Einbindung von Biomassefunktionen zur Schätzung der Biomasse- und Nährstoffvorräte nach Baumkompartimenten
- Aufbau einer Datenbank mit einzelbaumbezogener Biomasse- und Nährstoffverteilung der verbleibenden und ausscheidenden Bestandeglieder in 5-jahres Schritten über gesamte Umtriebszeit
- Kalkulation der Biomasse- und Nährstoffentzüge bei variierenden Nutzungsoptionen über Abfragen aus der Datenbank
- (Einbindung der Nährstoffentzüge in Input-/Outputbilanzen von Dauerbeobachtungsflächen)



$$\text{BM} = \underbrace{S_{\text{St}} + K_{\text{St}} + R_{\text{St}}}_{\text{Stamm}} + \underbrace{S_{\text{Kr}} + K_{\text{Kr}} + R_{\text{Kr}}}_{\text{Krone}} + \underbrace{S_{\text{A}} + K_{\text{A}} + R_{\text{A}}}_{\text{Astderholz}} + \text{ANDH} + \text{Z} + \text{Laub}$$

## **Beprobungsbestände Douglasie**

### **Buntsandstein im Pfälzerwald**

- **32-, 71- und 92- jährige Bestände im FA Kaiserslautern**

### **Decklehm auf Tonschiefer/Grauwacke in der Osteifel**

- **55-jähriger Bestand im FA Adenau**

**Probebäume: BHD 22 bis 74 cm; Baumhöhe: 18 bis 45 m**

**Geplant: weitere Douglasienstandorte in DBU-Projekt  
„Nährstoffentzug“**

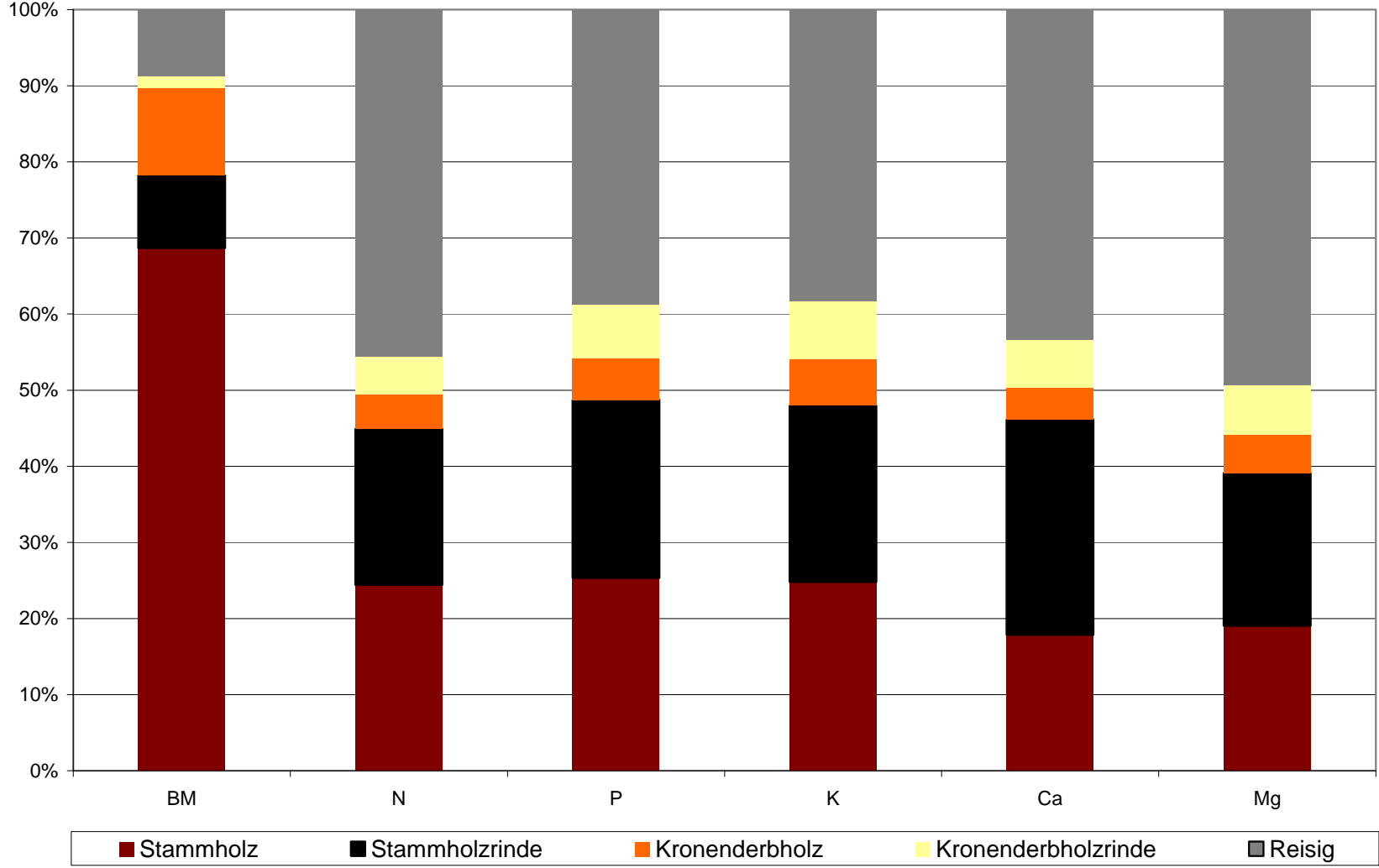
## Ausgangsbestand

Alter: 17 Jahre      Bonität: 0.7 Bergel

**Sim.-Zeit 20 Perioden (117 Jahre)**

	<b>NDF</b>	<b>HDF</b>	<b>Z100</b>
DF-Phase 1	NDF nach Grundflächenleitkurve SILVA-Standard  bis Oberhöhe 48 m	HDF nach Grundflächenleitkurve SILVA-Standard	Z-Baum-DF Alter 17-27 (Oberhöhe ca. 17 m)  4 Bedränger je Eingriff, max. 80 fm
DF-Phase 2	Ziel-BHD-Ernte  Zieldurchmesser: 65 cm	Ziel-BHD-Ernte  Zieldurchmesser: 75 cm	Z-Baum-DF  Alter 27-32 (Oberhöhe ca. 23 m)  2 Bedränger je Eingriff (max. 65 fm)
DF-Phase 3	-	-	Ziel-BHD-Ernte Alter 32-77 (Oberhöhe ca. 43 m) 0,6 Bedränger je Eingriff (max. 65 fm) Ab Alter 82 (Oberhöhe ca. 45 m: Zielstärkennutzung BHD 80 cm

# Verteilung der Biomasse und der Nährstoffvorräte in der oberirdischen Biomasse eines 92 - jährigen Douglasienbestandes



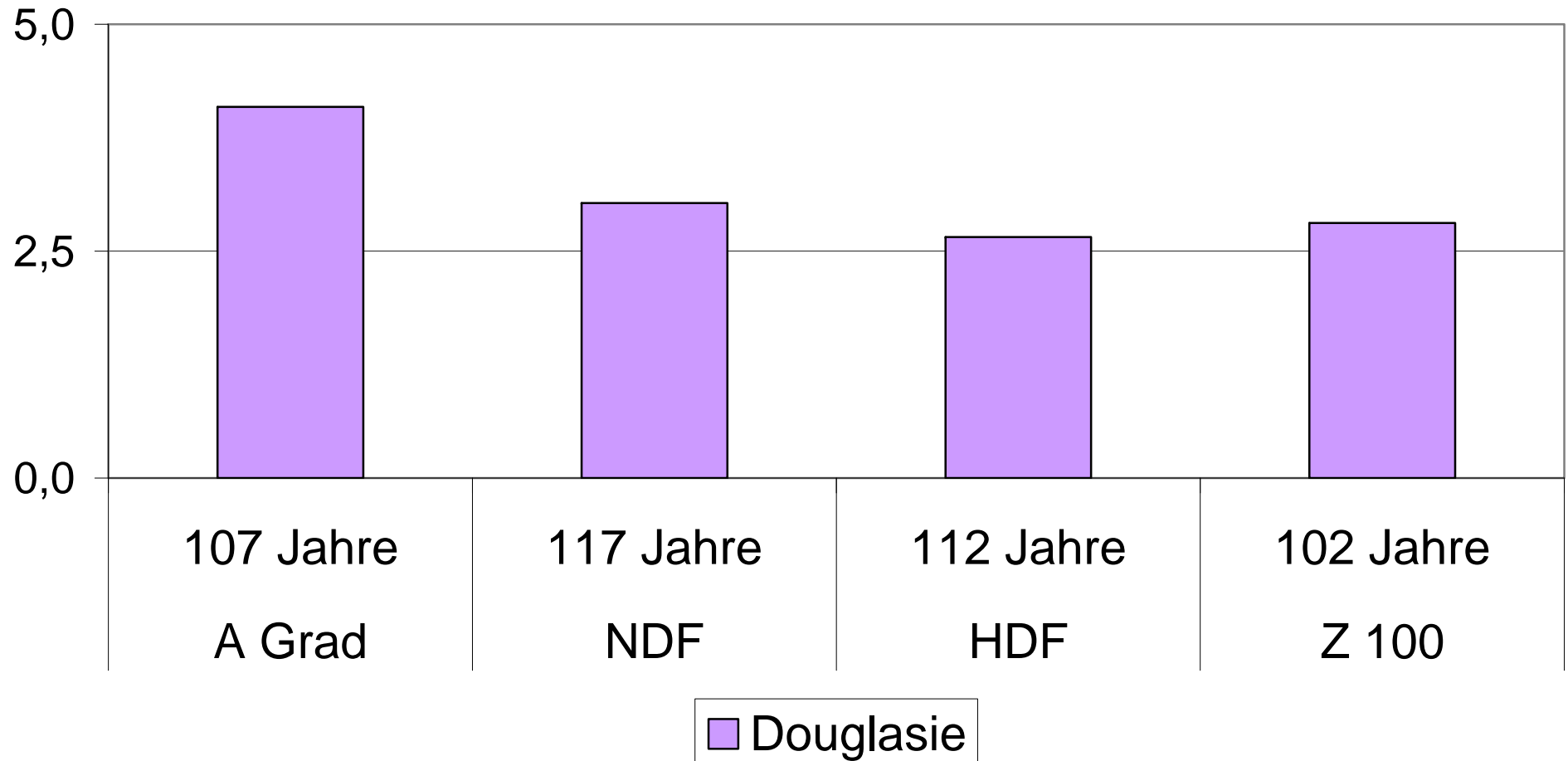
**Nährstoffverteilung im Douglasienökosystem (92-jährig) auf  
Podsol-Braunerde aus Buntsandstein  
(Derbholzvolumen: 1450 Vfm/ha)**

Kompartiment	N	P	K	Ca	Mg
	[kg/ha]				
oberirdische Biomasse (oBM)	712,1	45,8	256,0	572,4	47,3
Stock- und Wurzeln	(225,5)	(19,6)	(110,5)	(354,2)	(22,9)
Humusaufgabe und Mineralboden bis 150 cm Tiefe	2694	1984	224	378	45
oBM in % von oBM + Boden	21%	2%	53%	60%	51%

**Biomasse- und Nährstoffentzug (Douglasie) bei unterschiedlicher waldbaulicher Behandlung**  
**(Biomasse: t/ (ha • Jahr); Nährstoffe: kg / (ha • Jahr)**  
**Nutzungsintensität „hoch“**

<b>Waldbauliche Behandlung</b>		<b>Biomasse</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
A-Grad	107 J.	10	7,53	0,64	4,04	4,96	0,61
Niederdurchforstung	117 J.	8,15	5,84	0,48	3,03	3,85	0,46
Hochdurchforstung	112 J.	6,72	4,96	0,43	2,65	3,24	0,39
„Z 100“	102 J.	6,55	4,87	0,45	2,81	3,17	0,41

DF-Vergleich  
Kaliumentzug  
[kg/(ha·Jahr)]



# Biomasse- und Nährstoffentzug bei unterschiedlicher Nutzungsintensität

## Douglasie

### Nutzungsvarianten:

**„Vollbaum“**: gesamte oberirdische Biomasse des ausscheidenden Bestandes

**„sehr hoch“**: ab Alter 22 bis 52 Vollbaumnutzung von Bäumen ab BHD 10 cm, dann wie Nutzungsvariante „konventionell“

**„konventionell“**: ab Alter 27 Nutzung des Schaftderbholzes (m.R.); nur Bäume ab BHD 17 cm; zur Berücksichtigung von X- Holz und stärkeren Zopfdurchmessern pauschal um 10% reduziert

**„gering“**: ab Alter 32 Nutzung des Schaftderbholzes (m.R.); nur Bäume ab BHD 30 cm

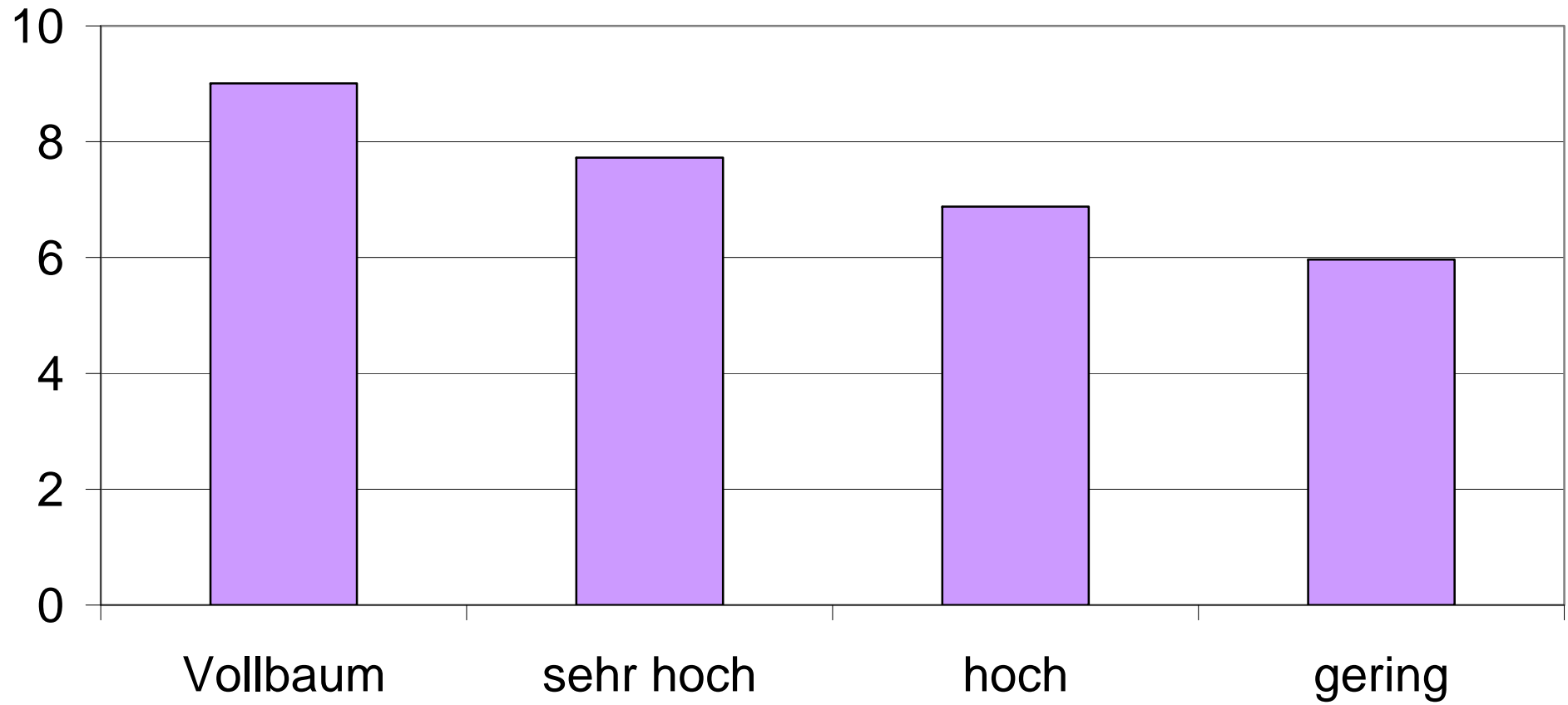
**Biomasse- und Nährstoffentzug (Douglasie) bei unterschiedlicher Nutzungsintensität**

**(Biomasse: t/ (ha • Jahr); Nährstoffe: kg / (ha • Jahr)**

**Waldbauliche Behandlung: „Hochdurchforstung“**

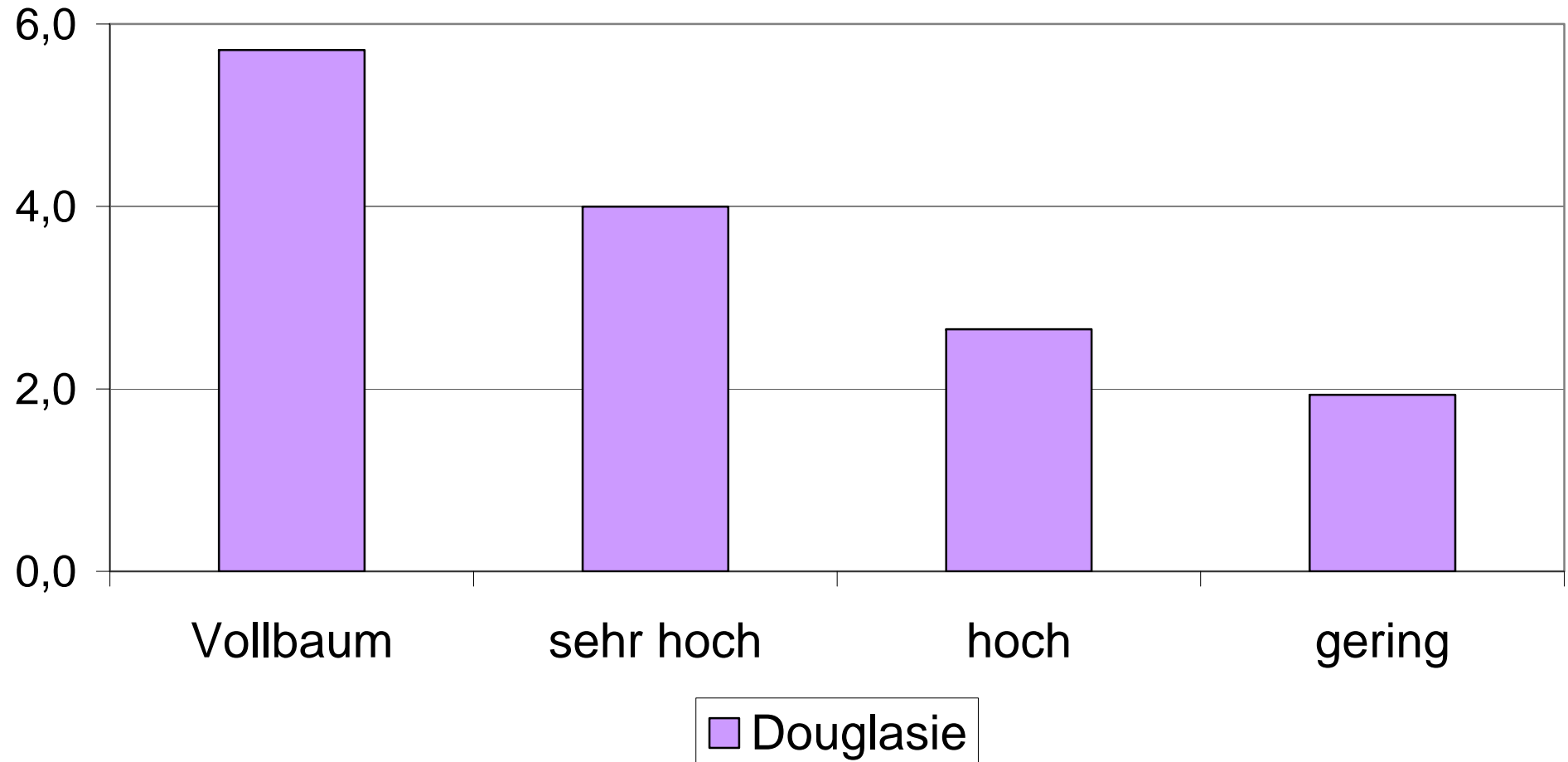
<b>Nutzungsvariante</b>	<b>Biomasse</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
„Vollbaum“	8,81	12,15	0,93	5,72	7,50	0,96
„sehr hoch“	7,53	9,66	0,66	4,00	3,66	0,57
„hoch“	6,72	4,96	0,43	2,65	3,24	0,39
„gering“	5,83	4,15	0,31	1,94	2,76	0,30

HDF  
Biomasseentzug  
[t/(ha·Jahr)]



■ Douglasie

HDF  
Kaliumentzug  
[kg/(ha·Jahr)]



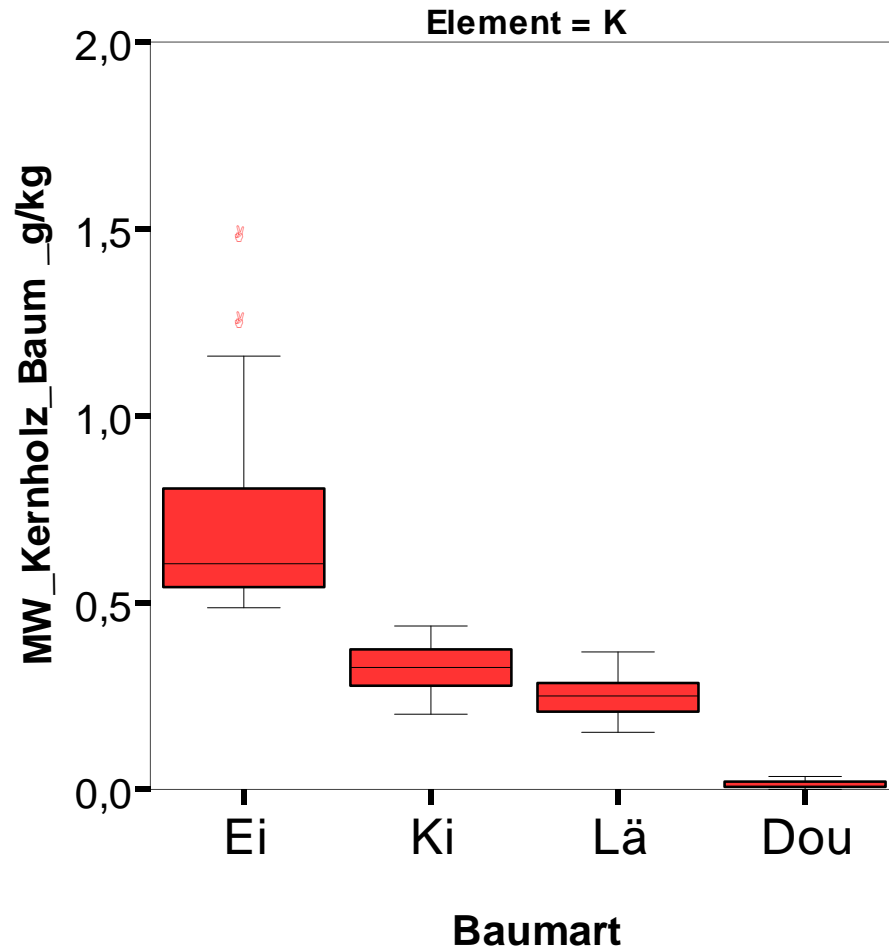
## Biomasse- und Nährstoffentzüge bei verschiedenen Bestandestypen

Hochdurchforstung; Nutzungsintensität „hoch“

Bestandestyp	BM	Ca	K	Mg	N	P
	t/ha•Jahr	kg/ha •Jahr				
Douglasie rein	<b>6,9</b>	<b>3,3</b>	2,8	<b>0,4</b>	5,1	<b>0,5</b>
Kiefer mit Buche	<b>3,5</b>	3,7	<b>2,0</b>	0,7	<b>2,5</b>	<b>0,2</b>
Buche rein	4,2	4,1	3,8	<b>1,1</b>	4,6	0,3
Traubeneiche mit Buche	4,6	<b>8,0</b>	<b>4,5</b>	0,8	<b>7,7</b>	0,4

## Baumartenvergleich Kernholz

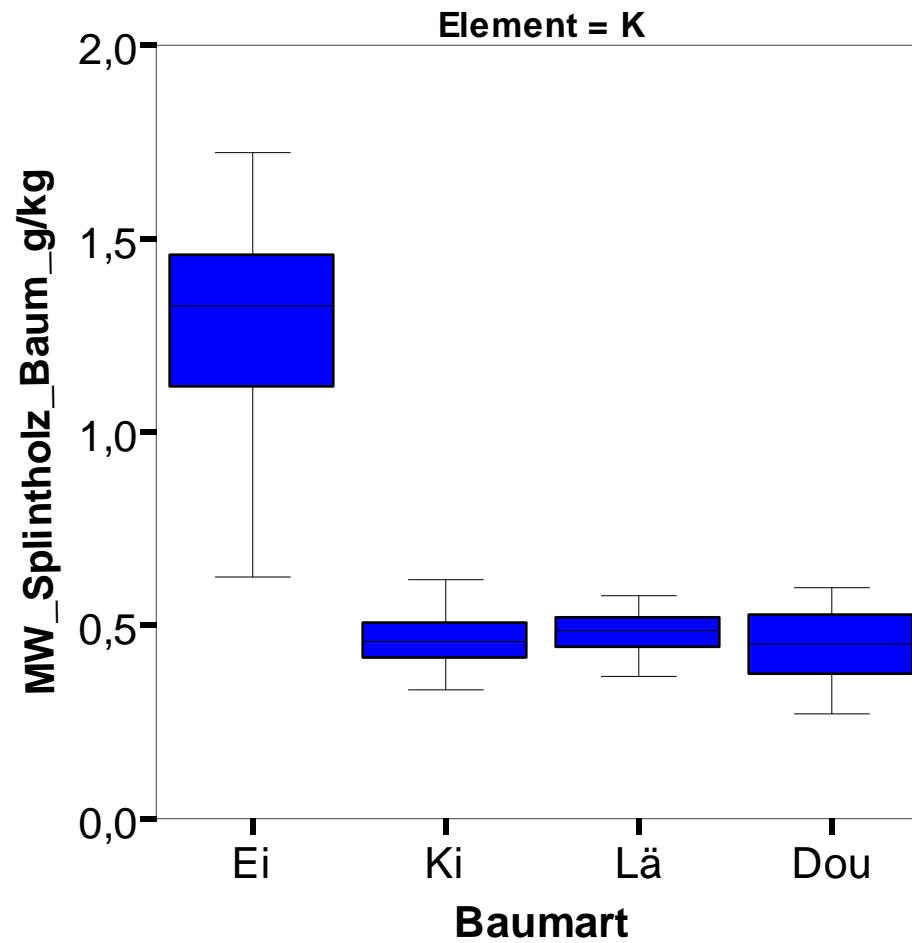
Eiche Bestand 1 u.3 / Kiefer Bestand 2 u. 4 / Lärche Bestand 5 Douglasie Bestand 7. 8. 9. u.16



Kalium im Kernholz

## Baumartenvergleich Splintholz

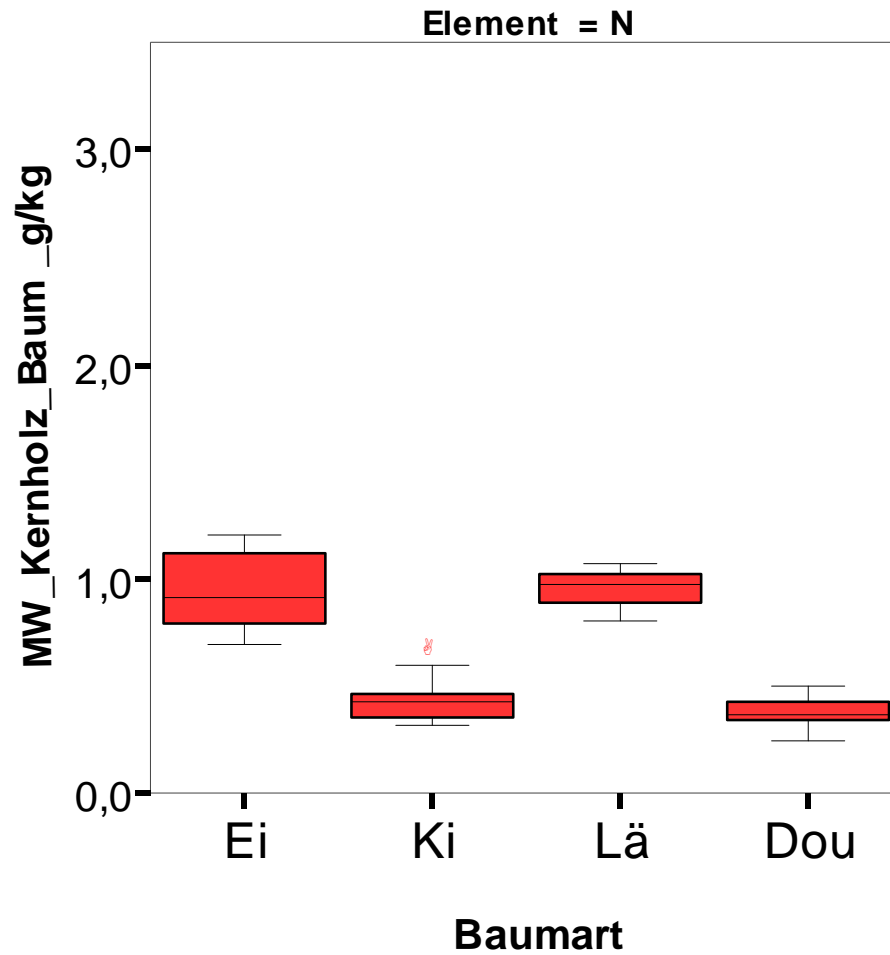
Eiche Bestand 1 u.3 / Kiefer Bestand 2 u. 4 / Lärche Bestand 5  
Douglasie Bestand 7. 8. 9. u.16



Kalium im  
Splintholz

## Baumartenvergleich Kernholz

Eiche Bestand 1 u.3 / Kiefer Bestand 2 u. 4 / Lärche Bestand 5 Douglasie Bestand 7. 8. 9. u.16



Stickstoff im  
Kernholz

## Eintrags-/Austragsbilanzen für Kiefer mit Buche auf Buntsandstein

	Ca	Mg	K	N	P
	[kg/ha·Jahr]				
<b>„Einträge“</b>					
<b>Deposition</b>	<b>8,0</b>	<b>2,0</b>	<b>3,5</b>	<b>27,6</b>	<b>0,20</b>
<b>Silikatverwitterung</b>	<b>0,2</b>	<b>0,8</b>	<b>3,1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>„Austräge“</b>					
<b>Sickerwasseraustrag</b>	<b>2,7</b>	<b>1,8</b>	<b>2,5</b>	<b>1,7</b>	<b>0,03</b>
<b>Ernteentzug (HDF U105)</b>					
<b>Nutzungsintensität (NI)</b>					
-- gering	<b>2,9</b>	<b>0,5</b>	<b>1,3</b>	<b>1,7</b>	<b>0,11</b>
-- hoch	<b>3,6</b>	<b>0,7</b>	<b>2,0</b>	<b>2,5</b>	<b>0,15</b>
-- sehr hoch	<b>4,5</b>	<b>0,9</b>	<b>2,5</b>	<b>3,7</b>	<b>0,23</b>
-- Vollbaum	<b>6,8</b>	<b>1,3</b>	<b>4,2</b>	<b>7,0</b>	<b>0,46</b>
<b>Bilanz</b>					
<b>ohne Holzernte</b>	<b>+5,5</b>	<b>+1,0</b>	<b>+4,1</b>	<b>+25,9</b>	<b>+0,2</b>
<b>geringe NI</b>	<b>+2,6</b>	<b>+0,5</b>	<b>+2,8</b>	<b>+24,2</b>	<b>+0,06</b>
<b>hohe NI</b>	<b>+1,9</b>	<b>+0,3</b>	<b>+2,1</b>	<b>+23,4</b>	<b>+0,02</b>
<b>sehr hohe NI</b>	<b>+1,0</b>	<b>+0,1</b>	<b>+1,6</b>	<b>+22,2</b>	<b>-0,06</b>
<b>Vollbaum</b>	<b>-1,3</b>	<b>-0,3</b>	<b>-0,1</b>	<b>+18,4</b>	<b>-0,29</b>

- Bei Kiefer mit Buche auf Buntsandstein weitgehend positive Nährstoffbilanzen
- Bei Traubeneiche mit Buche auf Buntsandstein deutlich defizitäre Bilanzen
- Bei Douglasie ?????  
→ Projekt ForeStClim

**Erste Befunde: guter Humuszustand → teilweise überraschend hohe Nitratgehalte im Sickerwasser → hohe Austräge an Basekationen?**

## Betriebssicherheit

- **Sturmwurf:** auf gut durchwurzelbaren Standorten geringe, auf Staunässeböden hohe Gefährdung; auf skelettarmen Schluffböden Sturmwurf im Stangenholzalter
- **Schäl- und Rückeschäden:** geringer als Fichte; gesunde Überwallung; meist keine Fäulen
- **Wurzepilze:**
  - Hallimasch, Wurzelschwamm u. a.: bislang deutlich geringerer Befall als Fichte und Kiefer
  - Laminierte Wurzelfäule (*Phellinus weirii*) : pot. Gefahr bei Einschleppung

### **Nadelpilze:**

- Rostige Dgl. Schütte: Vermeidung der Varietät „glauca“
- Rußige Dgl. Schütte: Vermeidung von luftfeuchten Muldenlagen und Dichtstand
- **Schmetterlinge:**
  - Schwammspinner, Nonne: bislang keine gravierenden Schäden
  - *Choristoneura occidentalis*, *Orgyia pseudotsugala*: pot. Gefahr bei Einschleppung nach Europa
- **Douglasienwolllaus:** keine Gefährdung vitaler Bäume

- **Borkenkäfer:**
  - Buchdrucker, Kupferstecher, Gr. Lärchenborkenkäfer, Furchenflügler, Fichtenborkenkäfer u. a.: bislang kein Stehendbefall vitaler Bäume in größerer Zahl
  - Gestreifter Nutzholzborkenkäfer: nur Splintholz
  - *Dendroctonus pseudotsugae*: Schäden in Nordamerika
  - *Dendroctonus micans* (Riesenbastkäfer) ???
- **Mangantoxizität:** Standortsauswahl (Rotliegendes meiden); Herkunftswahl (schütteeempfindliche Inlandsherkünfte meiden); Kalkung

→ Douglasie ist bei Anbau nach der gegenwärtigen Waldschutzsituation eine vergleichsweise betriebssichere Baumart

**Aber:**

- Douglasie in Europa im Nach-Pleistozän nicht in Co-Evolution der Arten eingebunden
- Risiken durch „Nachführung“ von Schädlingen aus Nordamerika und Anpassung heimischer Arten an neuen Wirt
- Risiken bei Anbau auf ungeeigneten Standorten

# ForeStClim

## Teilprojekt „Merzalben“

- Wasser- und Stoffhaushalt Douglasie im Reinbestand und Douglasien-Buchen-Mischbestand aktuell / Klimaszenarien
- Wachstum u. Dendromasseproduktion / Nährstoffentzüge
- Wassernutzungseffizienz
- Wurzelwachstum u. Wurzelverteilung
- Natürliche Verjüngung
- Streuabbau
- Schadorganismen und abiotische Risikofaktoren
- Genetische Aspekte
- Ökonomische Aspekte

**Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**





---

# Arten- und Strukturvielfalt in Douglasienwäldern

Dr. U. Matthes, Dr. P. Balcar

- Welche Probleme/Vorurteile gibt es?
- Wie fügt sich die Douglasie in die Waldlandschaft ein?
- Welche Arten- und Strukturvielfalt ist an Douglasie zu beobachten?
- Welches Fazit kann aus wald(landschafts)ökologischer Sicht gezogen werden?



## Hintergrund – Problemstellung



Quelle: ProWald Mai 2009

### **Brotbaum oder Biopest?**

Douglasien im Freiburger Langzeittest





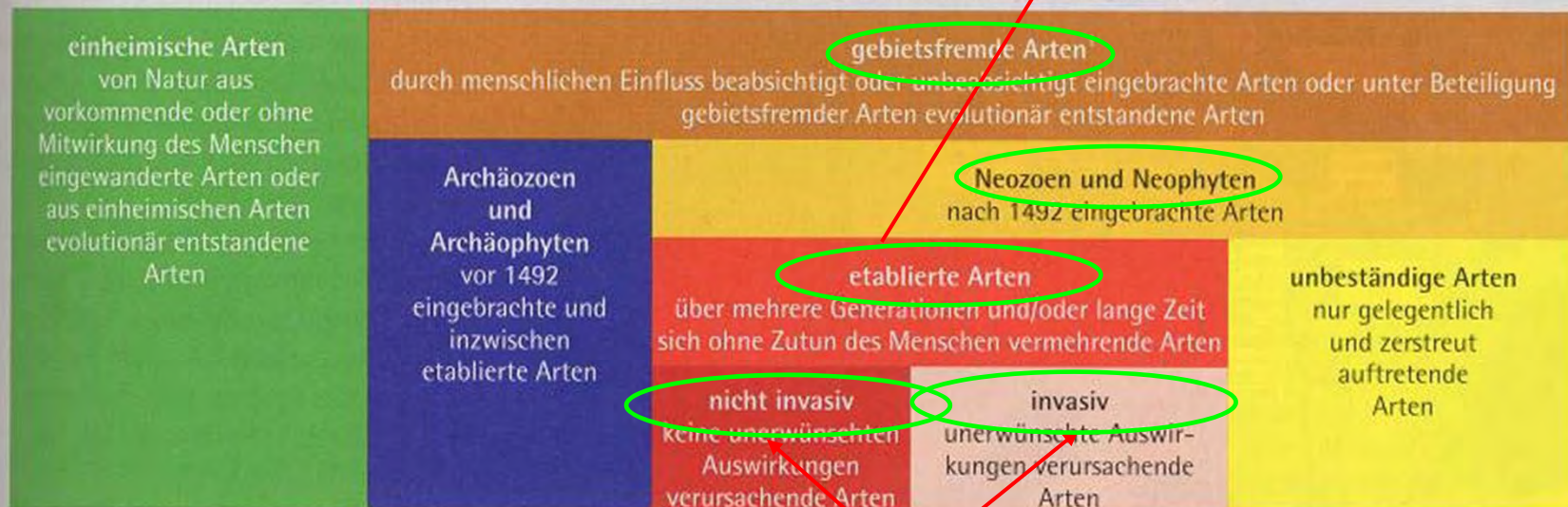
# Hintergrund – Problemstellung

Kasten 6

Begriffe zur Einteilung des Artenbestands eines Gebietes

**Douglasie: in Einbürgerung befindlicher Neophyt (FloraWeb)**

alle Tier- und Pflanzenarten, die in einem bestimmten Gebiet vorkommen



\*Für gebietsfremde Arten wurde auch der Begriff „Neobiota“ eingeführt, der aber im deutschen Sprachraum oftmals reduziert als Sammelbegriff für Neophyten und Neozoen benutzt und daher hier vermieden wird.

Quelle: Bundesamt für Naturschutz (BfN), 2008



## Hintergrund – Problemstellung

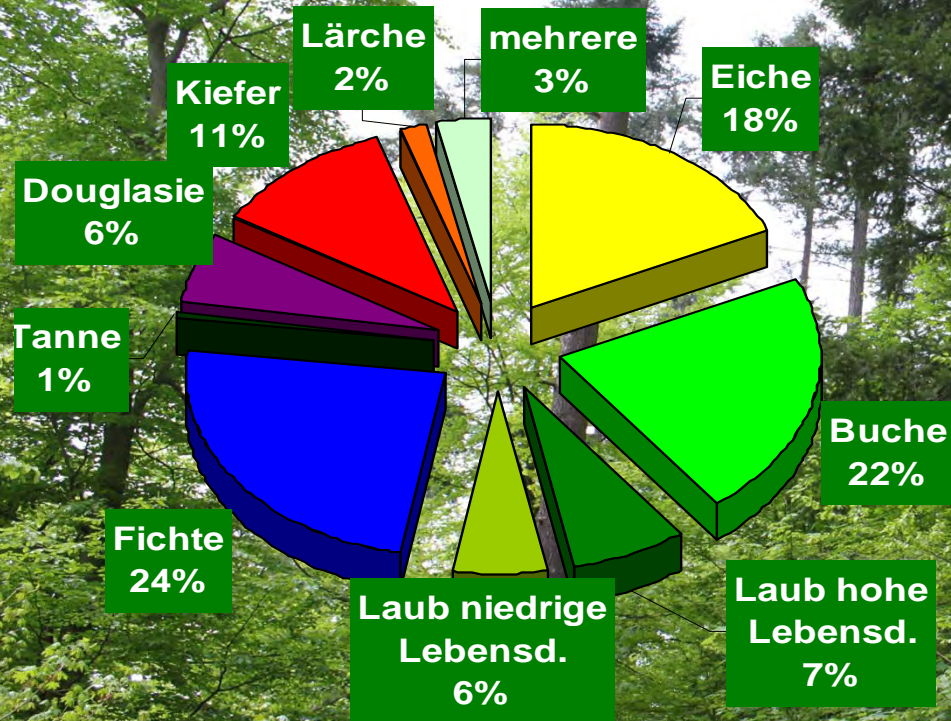
⇒ kaum eine Baumart steht so im Spannungsfeld zwischen Naturschutz und Forstwirtschaft wie die Douglasie.

„Aktuell erhitzt die Diskussion um den Entwurf des Umweltgesetzbuches (UGB) die Gemüter der Forstwirte. Die hierin erfolgende **Neudefinition invasiver Pflanzen** bedeutet eine Bedrohung der Existenz der Douglasie in den deutschen Wäldern. Folglich ist nach dem Entwurf zu § 7 Abs. 2 Nr. 8 des UGB III **eine Art dann als invasiv zu bezeichnen, wenn deren Vorkommen außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiets für die dort natürlich vorkommenden Ökosysteme, Biotope oder Arten ein erhebliches Gefährdungspotenzial darstellt** (BMU 2008: 16).“

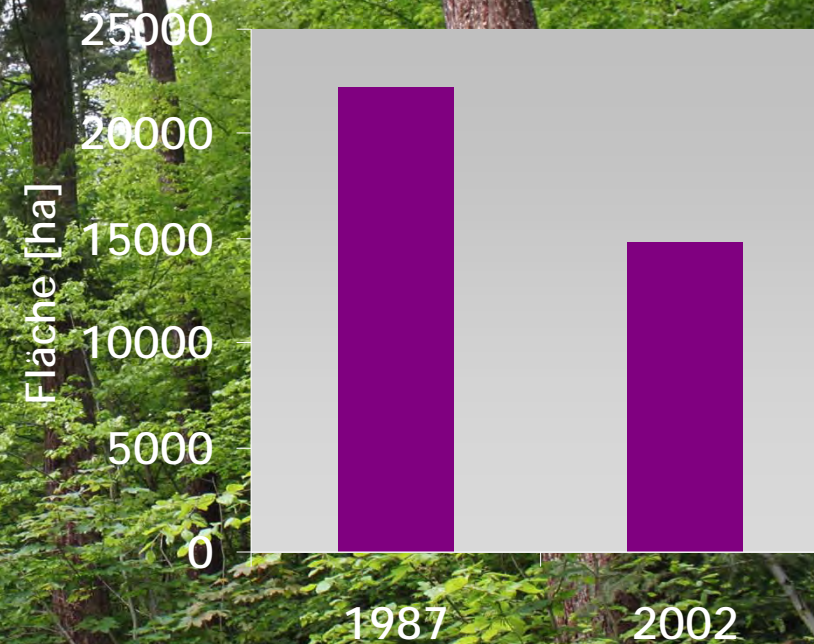
# Struktur der Douglasienwälder in Rheinland-Pfalz



Douglasie heute stärker gemischt als 1987

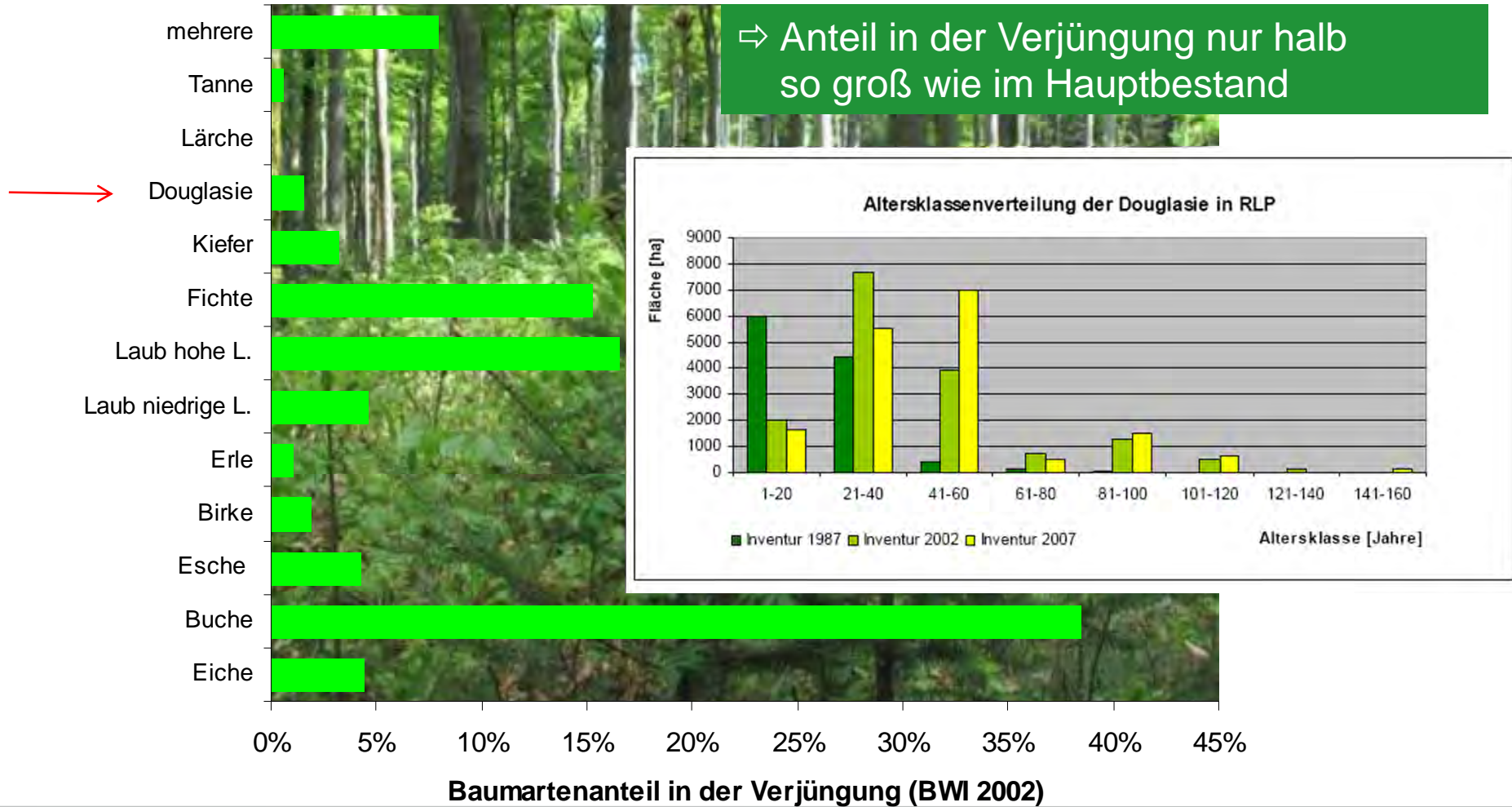


Douglasie ohne Beimischung

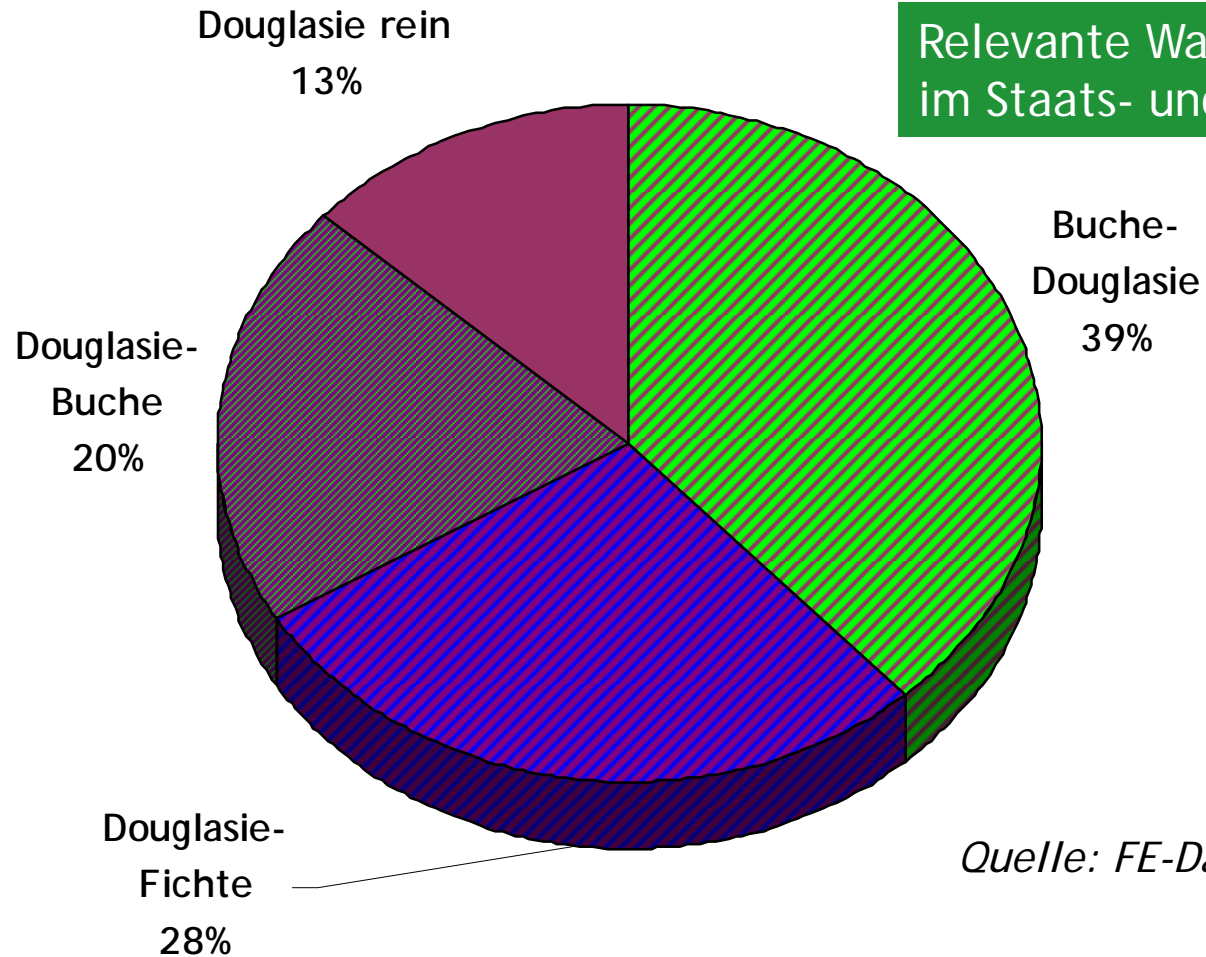


Quelle: Bundeswaldinventur II

# Struktur der Douglasienwälder in Rheinland-Pfalz



# Struktur der Douglasienwälder in Rheinland-Pfalz



Quelle: FE-Daten 2008

# Struktur der Douglasienwälder in Rheinland-Pfalz



Rheinland-Pfalz



Räumliche Verteilung/Mischungsform

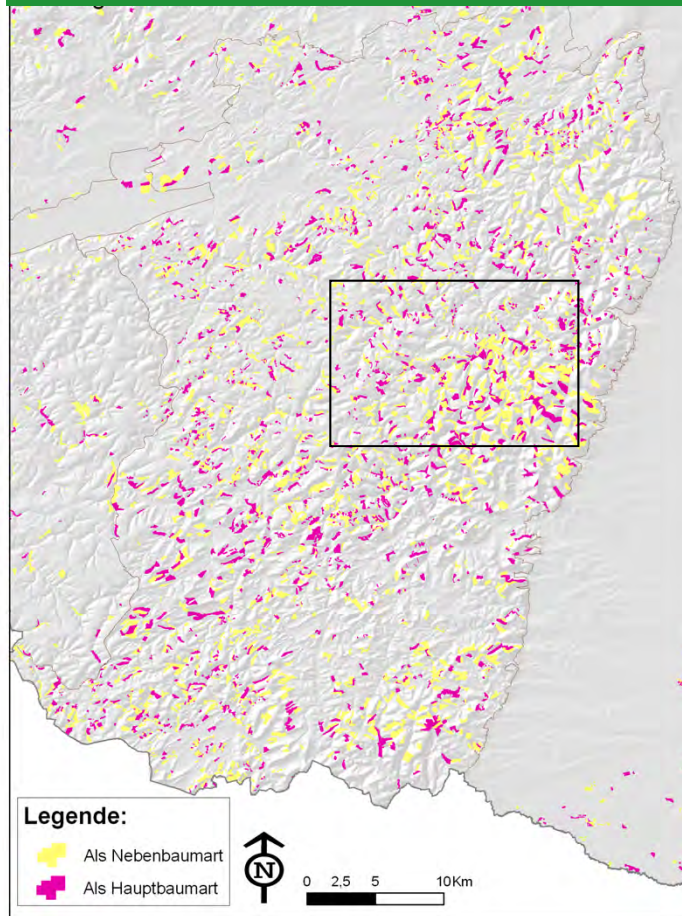


Landesforsten  
Rheinland-Pfalz

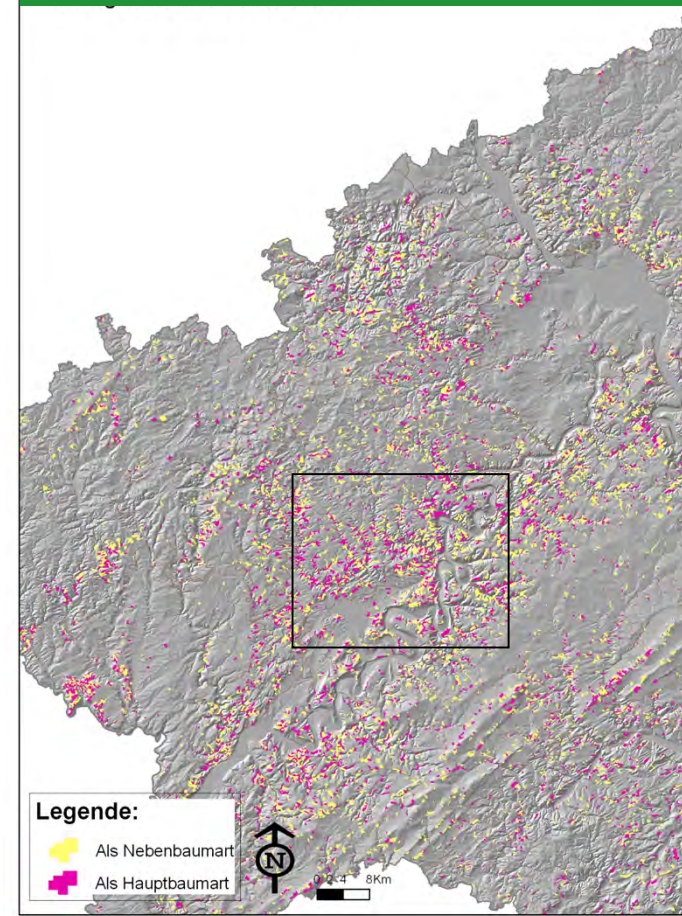
# Struktur der Douglasienwälder in Rheinland-Pfalz



## Douglasie im Pfälzerwald



## Douglasie an der Mosel



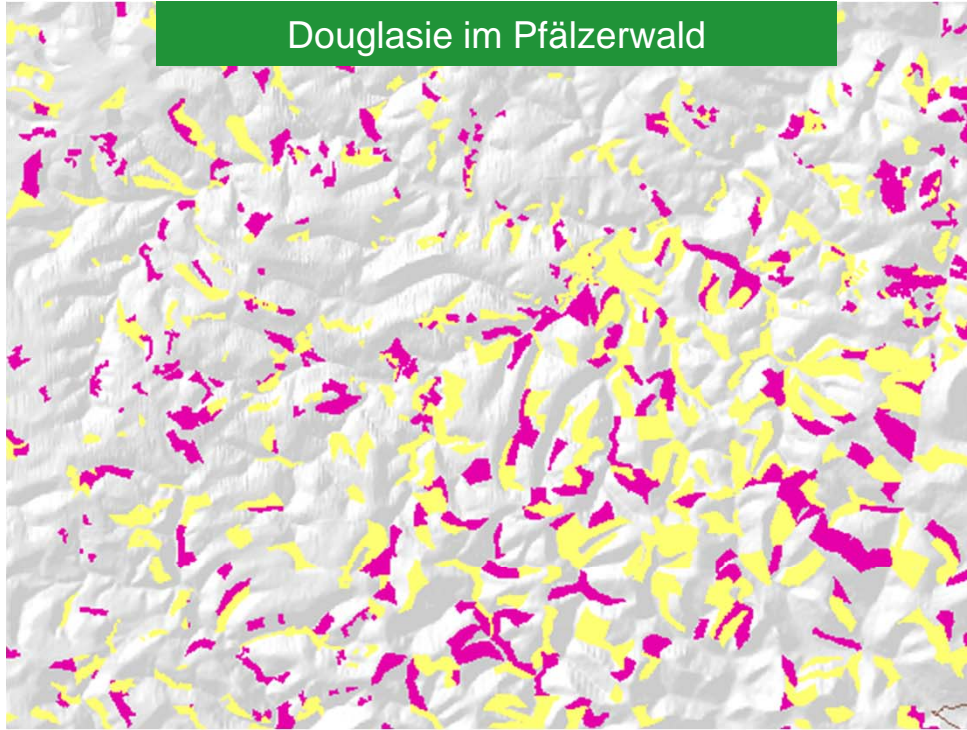
Quelle: FE-Daten Staats- und Kommunalwald

# Struktur der Douglasienwälder in Rheinland-Pfalz

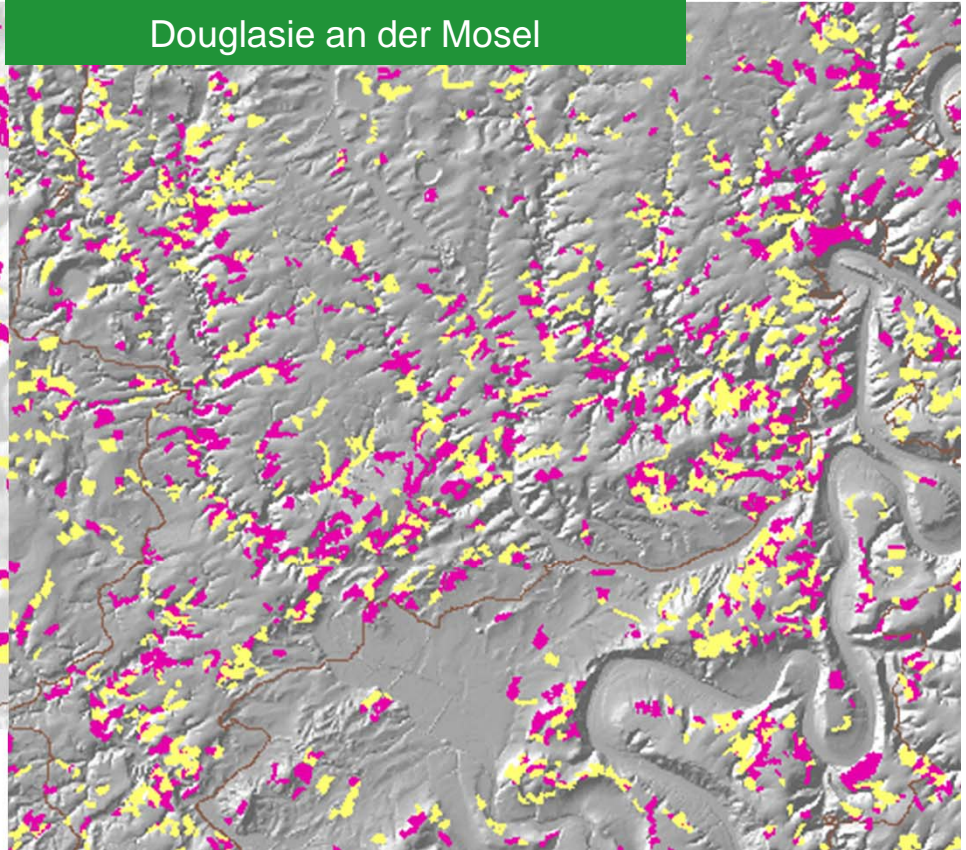


Rheinland-Pfalz

Douglasie im Pfälzerwald



Douglasie an der Mosel



Landesforsten  
Rheinland-Pfalz

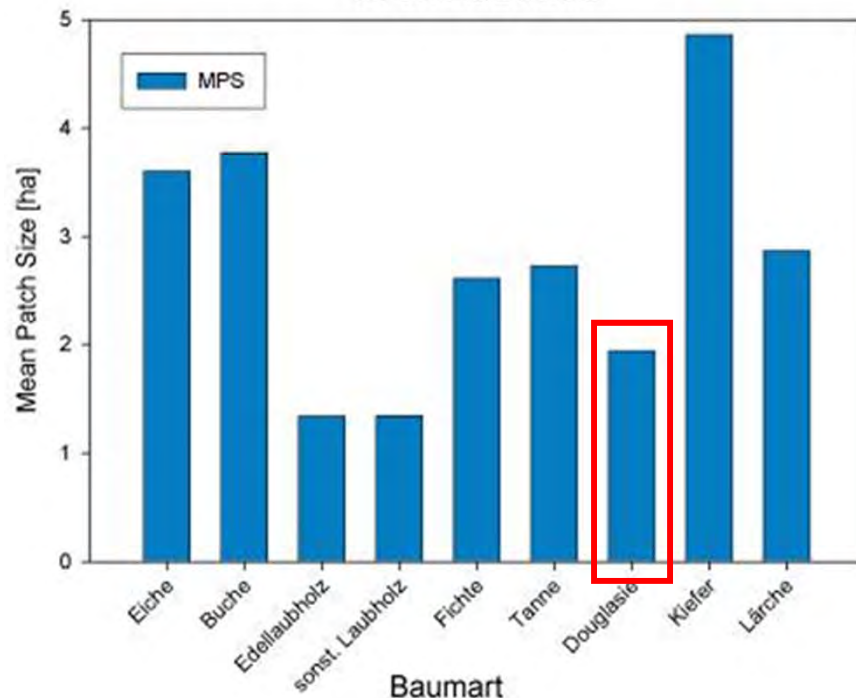
# Struktur der Douglasienwälder in Rheinland-Pfalz



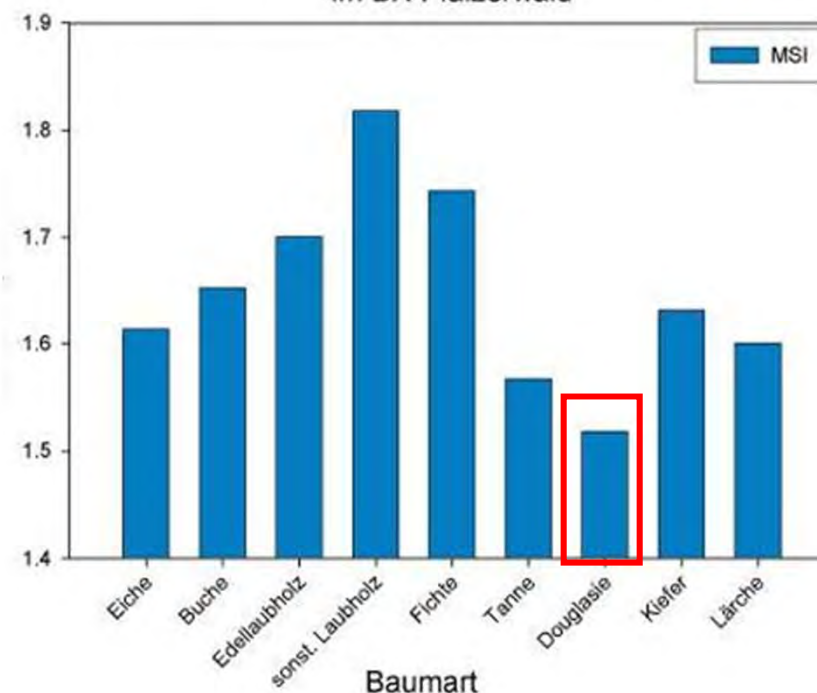
mittlere Waldortgröße Douglasie: <2 ha

Formindex ca. 1,5  $\Rightarrow$   
Länge zu Breite ähnlich

Mittlere Patchgröße der ökologischen Hauptbaumarten im BR Pfälzerwald



Mittlerer Shapeindex der ökologischen Hauptbaumarten im BR Pfälzerwald



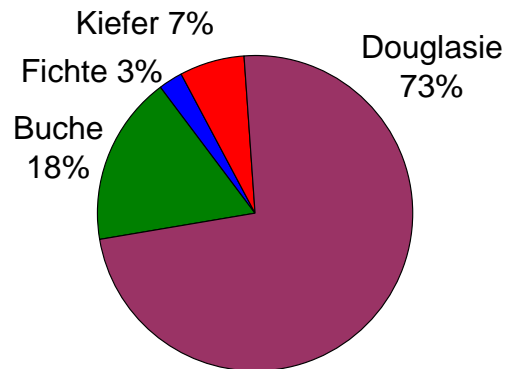
$\Rightarrow$  Artenvielfalt in/an Douglasie?



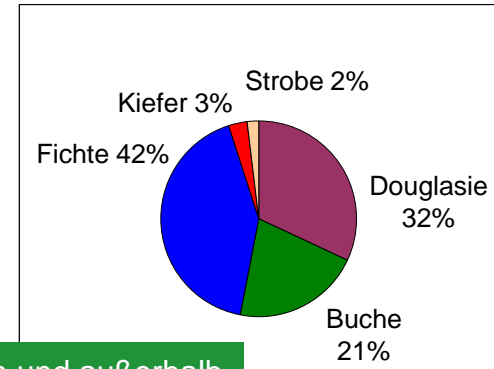
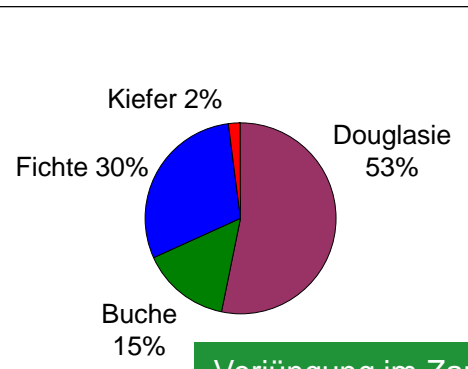


# Artenvielfalt - Verjüngung

Altbestand

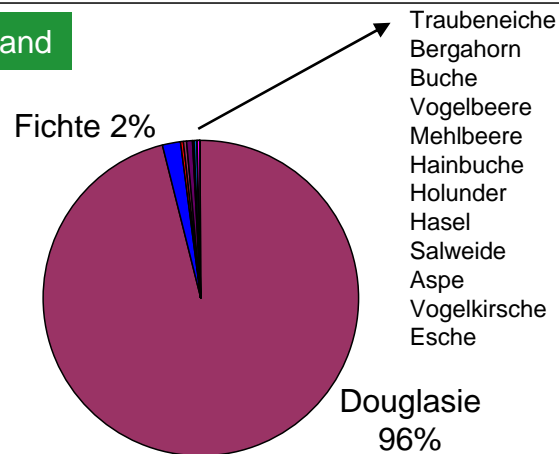


NWR Grünberg - Pfälzerwald



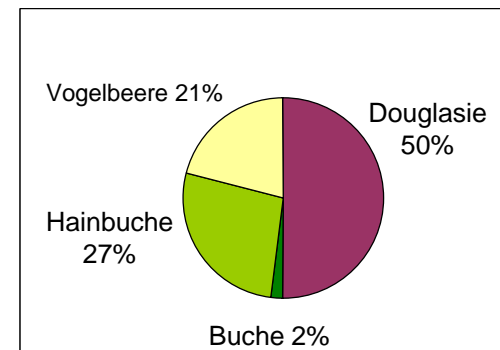
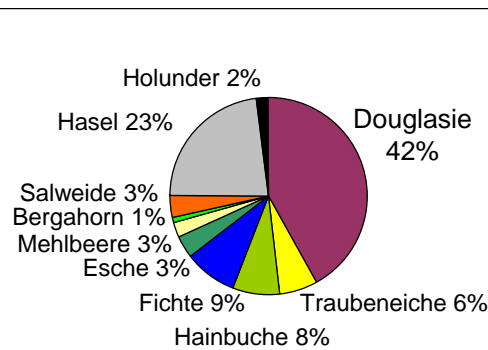
Verjüngung im Zaun und außerhalb

Altbestand



- Traubeneiche
- Bergahorn
- Buche
- Vogelbeere
- Mehlbeere
- Hainbuche
- Holunder
- Hasel
- Salweide
- Aspe
- Vogelkirsche
- Esche

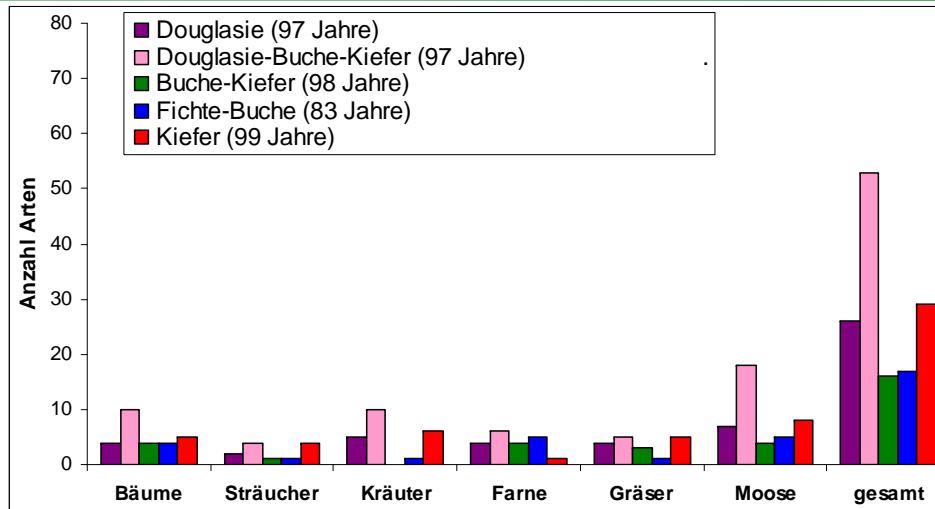
NWR Eselskopf - Nordeifel



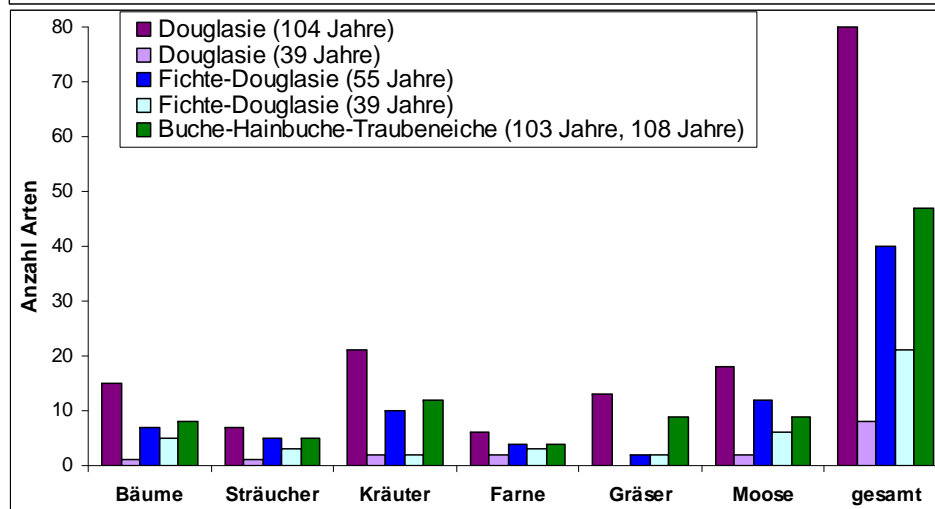
Verjüngung im Zaun und außerhalb



# Artenvielfalt - Vegetation



NWR Grünberg



NWR Eselskopf

Quelle: Vor, Schmidt 2006



# Artenvielfalt - Vegetation

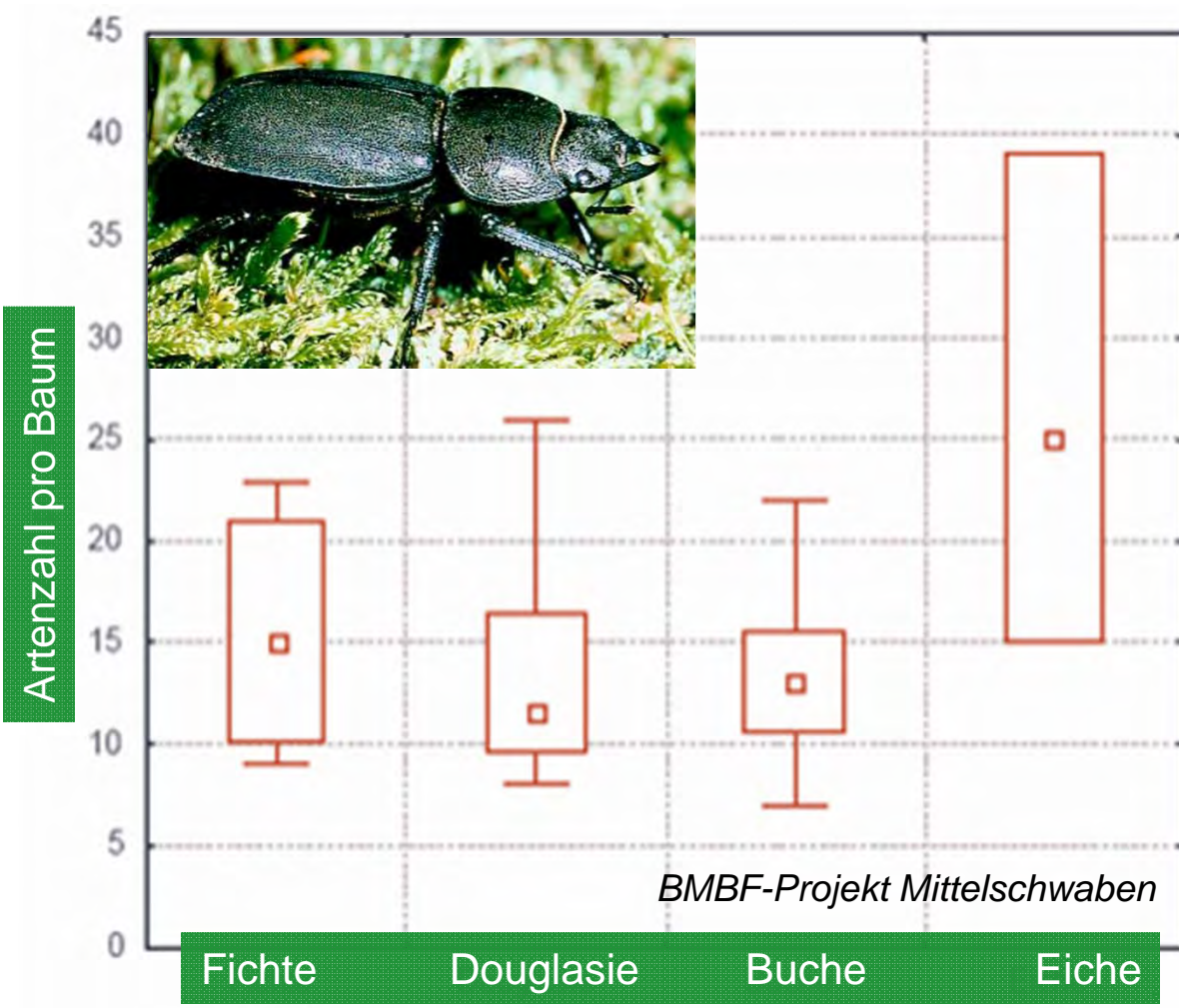
Prozentuale Ähnlichkeitskoeffizienten von Bodenvegetation  
in verschiedenen Bestandestypen

	Bu	Dgl-Bu	Dgl	Dgl-Fi	Ki
Dgl-Bu	67	-	-	-	-
Dgl	53	67	-	-	-
Dgl-Fi	51	62	81	-	-
Ki	42	53	62	62	-
Ki-Bu	61	57	43	40	38

Quelle: Budde  
(2006)

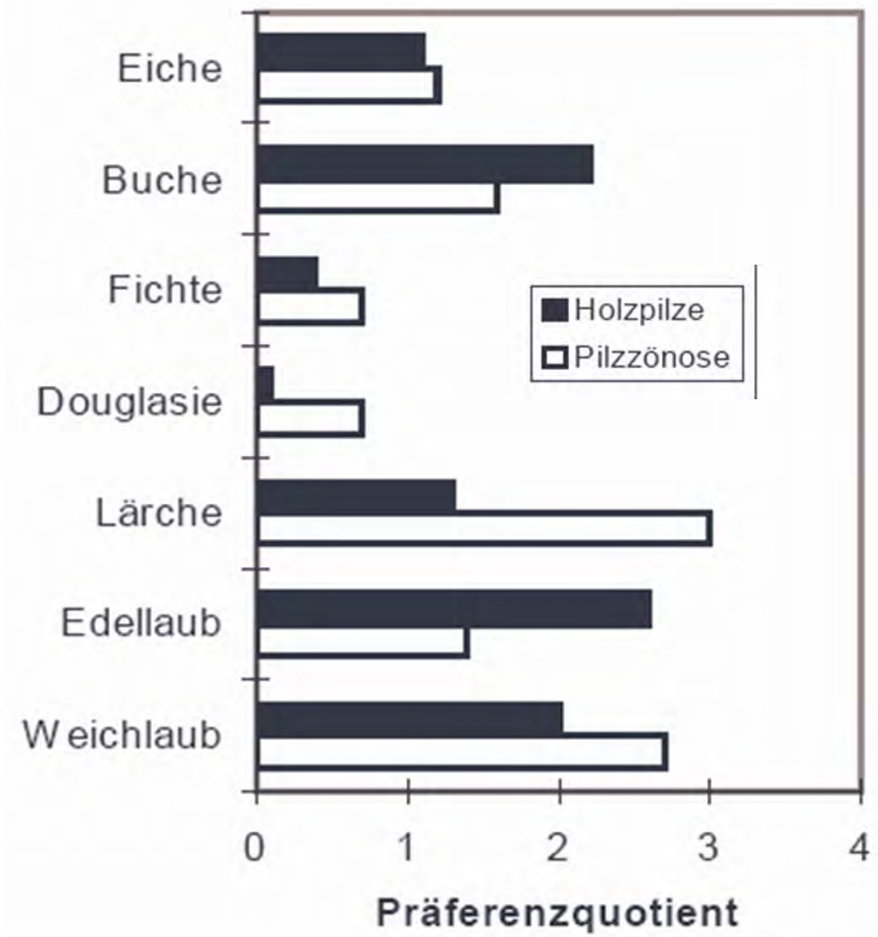


# Artenvielfalt - Käfer





# Artenvielfalt - Pilze



Quelle: BMBF-Projekt Mittelschwaben



# Artenvielfalt - Pilze



Kiefernbraunporling



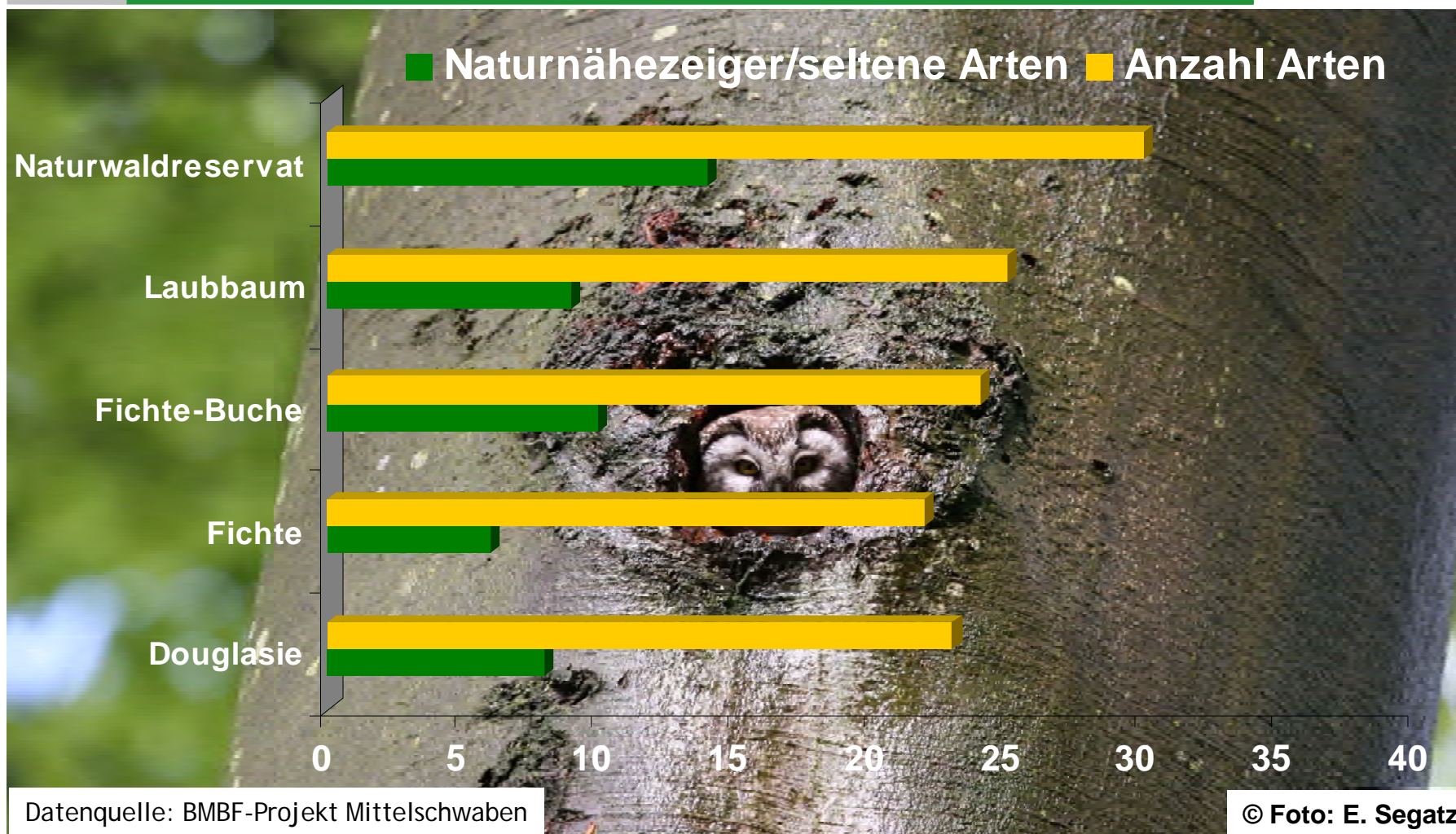
Krause Glucke



Wurzelfusionen bei Douglasien



# Artenvielfalt - Vögel

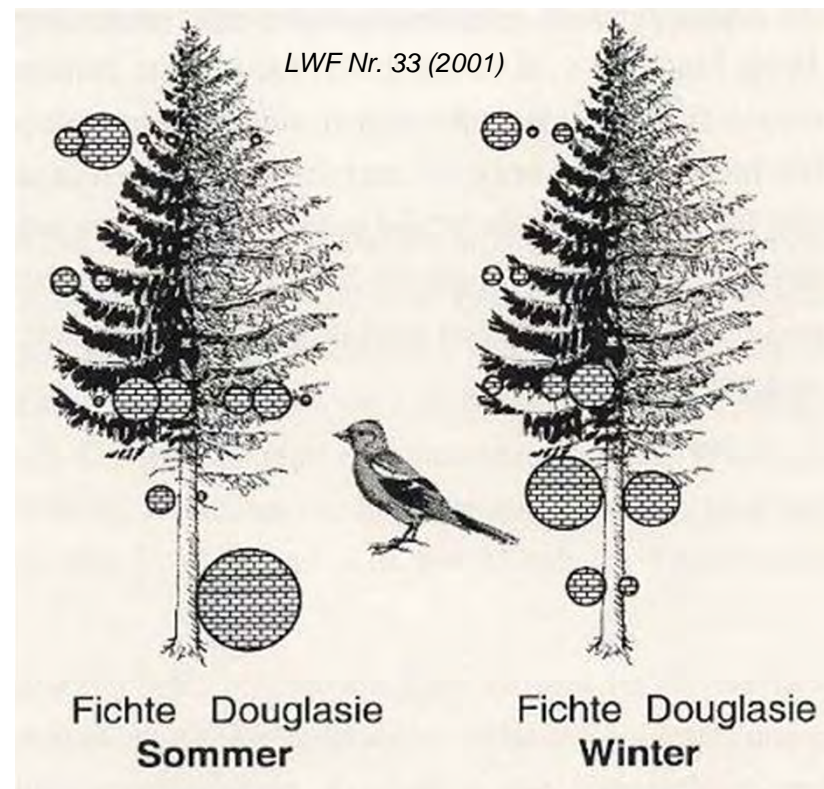




# Artenvielfalt - Vögel



Douglasie bietet überwinternden Vogelarten nur einen eingeschränkten Lebensraum





# Artenvielfalt - Zusammenfassung

Als eine neue Baumart hat Douglasie im Verlauf ihrer Einbürgerung Auswirkungen auf das Begleitartenspektrum und den Standort:



Douglasien(misch)bestände:

- sind durchaus strukturell divers und haben mischbaumartenreiche Verjüngung (heterogene Überschirmungsverhältnisse)
- besitzen mit Fichten- und Buchenwäldern vergleichbare artenreiche Bodenvegetation, Käfer- und Vogelfauna
- haben nur wenige Pilzarten und Spezialisten wie Totholzkäfer.
- Viele Artengruppen ähneln denen der Fichtenwälder.
- Kronen sind attraktiv für manche thermophile Arten.
- Douglasie begünstigt Farne.



# Artenvielfalt - Zusammenfassung

**Als eine neue Baumart hat Douglasie im Verlauf ihrer Einbürgerung Auswirkungen auf das Begleitartenspektrum und den Standort:**



Als relativ trockenresistente Art kann Douglasie auch Trockenlebensräume und Felsstandorte spontan besiedeln und dort heimische Arten verdrängen und/oder eine Umwandlung in buchenreiche Mischwälder behindern (Schwarzwald, Lüneburger Heide).

Als Neubürger verfügt sie über keine an sie angepasste Insektenfauna, Pilzzönosen sind artenarm.

Aber Rinden- und Holzbrüter nehmen zu.

# Fazit zur Diversität und Invasivität der Douglasie



Heterogene Überschirmungsverhältnisse fördern inhomogene, mischbaumartenreiche Douglasienverjüngung und vor allem erhöhte Arten- und Strukturdiversität.

Auf Standorten mit bodensauereren Buchenwäldern **kommt es nicht zu einer Verdrängung oder zum Verschwinden von Arten der natürlichen Vegetation**, sondern zu einer Erweiterung des Artenspektrums.

Douglasienverjüngung ist aber auf den **trockenen, sauren, basenarmen und hellen Standorten** sehr erfolgreich, die häufig naturschutzfachlich wertvoll sind (Knoerzer 1999).

# Schlussfolgerungen aus wald(landschafts)ökologischer Sicht



## Chancen nutzen und Risiken minimieren!

1. nur als **Mischbaumart** (Waldort und Landschaft)
2. **Mischungsform variabel**: einzeln oder trupp- bis gruppenweise in einen Laubbaumgrundbestand  $\Rightarrow$  senkt ökologisches und ökonomisches Risiko und bereichert Landschaftsbild
3. **Mindestanteile** natürlicher/standortheimischer Baumarten
4. **Maximalanteil** in FFH-Gebieten
5. keine Douglasie auf **ungeeigneten Standorten** sowie in **Trockenlebensräumen** (Pufferzonen!)
6. Zurückdrängung auf **Naturschutzvorrangflächen**





# Artenvielfalt – weitere Untersuchungen

Artengruppe	Parameter	Bezug	Vergleich	Differenz	Quelle
Gefäßpflanzen	Artenzahl	Dgl	Bu	+	
Gefäßpflanzen	Artenzahl	Dgl-Bu	Bu	~	Budde (2006)
Moose	Artenzahl	Dgl	Bu	+	
Moose	Artenzahl	Dgl-Bu	Bu	~	
Vögel	Individuen	Dgl	Fi	-	
Vögel	Artenzahl	Dgl	Fi	(-)	Müller et al. (1994)
Vögel	Individuen Winter Krone	Dgl	Fi	-	
Arthropoden	Individuen Winter Krone	Dgl	Fi	-	Goßner & Utschick (2001)
Arthropoden	Artendiversität Stammraum	Dgl	Fi	-	
Arthropoden	Artendiversität Kronenraum	Dgl	Fi	~	Goßner & Ammer (2006)
Epigäische Arthropoden	Individuendichte	Dgl	Fi	-	
Spinnen und Käfer	Artenzahl	Dgl	Fi	-	
Arthropoden Baumelektoren	Individuendichte	Dgl	Fi	-	Winter et al. (2001)
Arthropoden Baumelektoren	Individuendichte	Dgl	Bu	-	
Arthropoden Baumelektoren	Artenzahl	Dgl	Bu	~	
Asseln und Tausendfüßer	Individuendichte	Dgl	Ei	+	
Ameisen, Rüssel-, Laufkäfer	Individuendichte	Dgl	Ei	-	Finch & Szumelda (2007)
Ameisen und Laufkäfer	Artenzahl	Dgl	Ei	-	

# Artenvielfalt - Totholz



- an Fichte ca. 300 Arten Totholzkäfer
- an Douglasie nur wenige Generalisten





# Das Holz der Douglasie - vielseitig verwendbar

Fortbildung 2.4.6 – Douglasie – Neophyt oder Baum der Zukunft?  
am 19.05.2011

# Gliederung

- Allgemeines
- Holzanatomie
- Holzeigenschaften
- Holzverwendung
- Douglasien-Schnittholz-Projekt
- Holzverkaufsmengen/Erlöse
- Fazit

# Das Holz der Douglasie – vielseitig verwendbar

- Bot. Bezeichnung: Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco
- Handelsname: Oregon pine, Douglas fir

Bedeutendste Gastbaumart in Deutschland

Anteil Waldfläche in R-P: 6%  $\hat{=}$  46.000 ha

- 1827 Import aus Nordamerika nach Schottland durch David Douglas, wenige Jahre später Einfuhr aus Schottland durch die Hamburger Baumschule John Booth
- 1880 erster Anbau im Sachsenwald unter Förderung Bismarcks
- Pollenanalysen belegen das Vorkommen der Gattung in Europa vor den Eiszeiten



# Holzanatomie

- Kernholz obligatorisch
- gleichmäßiger Jahrringbau erstrebenswert
  - Nordamerikanischer „old growth“ 1-3 mm Jahrringbreite
  - Europäische Douglasie 5-10 mm Jahrringbreite
- kontrastreiches Früh-/Spätholz



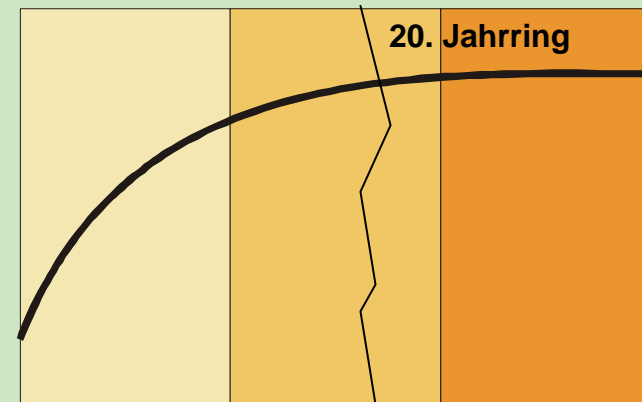
Das Holz der Douglasie –  
vielseitig verwendbar

Mai 2011

# Holzeigenschaften – Juveniles Holz

Veränderungen verschiedener Holzeigenschaften zwischen Mark und Kambium in Nadelbäumen

Cellulosegehalt  
Tracheiden-  
Zellwanddicke  
Tracheidenlänge  
Darrdichte  
Spätholzanteil  
Festigkeit  
Schwindung



Juveniles Holz Übergangszone Adultes Holz

Ligningehalt  
Hemicellulosegehalt  
Fibrillenwinkel  
Längsschwindung



Quelle: HAPLA 2000

Mark

Kambium

Das Holz der Douglasie –  
vielseitig verwendbar

Mai 2011

# Holzeigenschaften

Physikalische und mechanische Eigenschaften der wichtigsten Nadelholzarten im Vergleich (fehlerfreie Kleinproben)

	Kiefer	Lärche	<b>Douglasie</b>	Fichte
Mittlere Rohdichte bei u= 15% (g/cm <sup>3</sup> )	0,52	0,59	0,58	0,47
Elastizitätsmodul (N/mm <sup>2</sup> )	11.000	12.000	12.000	10.000
Druckfestigkeit (N/mm <sup>2</sup> )	45	48	50	40
Zugfestigkeit (N/mm <sup>2</sup> )	100	105	100	80
Biegefestigkeit (N/mm <sup>2</sup> )	80	93	80	68
Scherfestigkeit (N/mm <sup>2</sup> )	10	9	7	7,5
Längsschwindung (%)	0,4	0,3	0,3	0,3
Radialschwindung (%)	4,0	3,3	4,2	3,6
Tangentialschwindung (%)	7,7	7,8	7,4	7,8
Volumenschwindung (%)	12,4	11,6	11,9	12,0

Quelle: INFORMATIONSDIENST HOLZ

Das Holz der Douglasie –  
vielseitig verwendbar

Mai 2011

# Holzeigenschaften

## Natürliche Dauerhaftigkeit von Douglasien-Kernholz (DIN EN 350-2)

Holzart	natürliche Dauerhaftigkeit	Saugfähigkeit für Wasser	Dimensionsstabilität
<b>Nadelhölzer</b>			
Douglasie	3 bis 4	sehr gering	mittel
Fichte	4	gering	mittel
Lärche	3 bis 4	gering	mittel
Kiefer	3 bis 4	gering	mittel
Tanne	4	mittel bis groß	mittel
Redwood	2	mittel	groß
West. Red Cedar	2	gering bis mittel	groß
<b>Laubhölzer</b>			
Buche	5	sehr groß	gering
Edelkastanie	2	gering	mittel
Eiche	2	gering	mittel bis gering
Esche	5	groß	gering
Robinie	1 bis 2	sehr gering	mittel

Quelle: HAPLA 2000

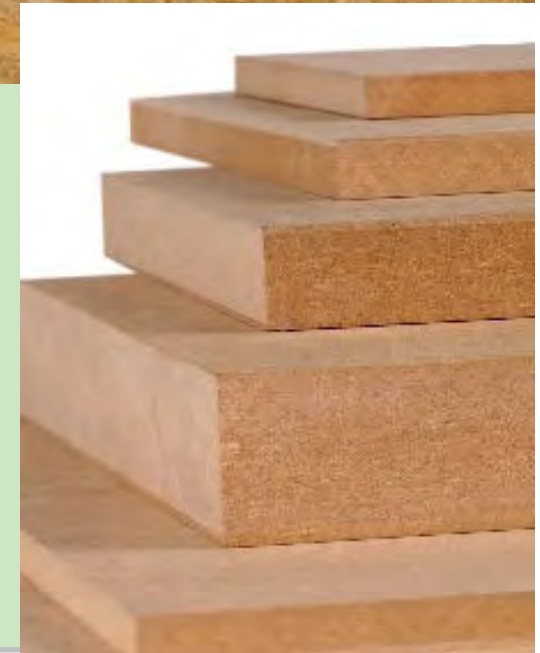
Das Holz der Douglasie –  
vielseitig verwendbar

Mai 2011



# Verwendung als Industrieholz

- Span- und Faserplatten
- Mitteldichte Faserplatte (MDF)
- OSB (oriented strand boards)
- Holzschliff für Kartonagen
- Thermo-Mechanischer-Holzstoff (TMP)
  - als Beimischung zu Fichtenschliff
  - Durchforstungshölzer mit geringem Kernanteil
- Zellstoff
  - nur im Sulfat-Verfahren (modifiziert)
    - Zellstoff Stendal
    - Papierfabrik Blankenstein



# Verwendung von sägefähigem Douglasienholz

- **Bau- und Konstruktionsholz**
  - wichtigster Markt für Nadelstammholz
  - Tragfähigkeit und Dimensionsstabilität maßgeblich
  - in Nordamerika Douglasie meist eingesetztes Konstruktionsholz
- **Hochwertiges Schneide- und Furnierholz (wertgeästet)**
  - gleichmäßige Jahrringstruktur und Fehlerfreiheit (Optik) wichtig
  - Furnier derzeit kaum von Bedeutung
- **Rundholz im Außenbereich**
  - Rammpfähle (DIN 4026)
  - Masten (DIN 48350)
  - GaLa-Hölzer (Zäune, Palisaden, Pergolen, Lärmschutzwände)

# Douglasien-Schnittholz-Projekt – ausgewählte Ergebnisse-

**Ziel:** Welche Qualitäts- und insbesondere Festigkeitseigenschaften weist das Schnittholz aus unserem derzeitigen Hauptsortiment – ungeästetes Stammholz aus Durchforstungen - in Abhängigkeit von Alter, Standort, Ausgangspflanzverband auf?

Mittelpunkt der Untersuchung war die zerstörende Prüfung von Kanthölzern in Gebrauchsabmessungen



Das Holz der Douglasie –  
vielseitig verwendbar

Mai 2011

# Douglasien-Schnittholz-Projekt

## Mögliche Varianten nach Einflussvariablen

Alter	Ausgangspflanzverband			
	eng (E)		weit (W)	
	Standort		Standort	
	gut (G)	schlecht (S)	gut (G)	schlecht (S)
60 (J)	<b>JEG</b>		<b>JWG</b>	
80 (A)	<b>AEG</b>	<b>AES</b>		<b>AWS</b>

5 Bestände à 18 Bäume:

90 Bäume à 3 Abschnitte:

**425 Kanthölzer 8x16 cm**

**90 Bäume**

**270 Abschnitte**

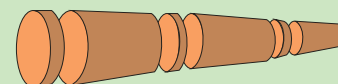
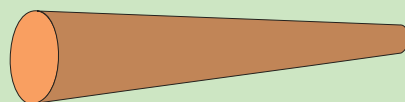


# Douglasien-Schnittholz-Projekt



## Schematische Darstellung der untersuchten Eigenschaften

### Rundholz



#### Baumparameter

Kraftklasse  
BHD  
Gesamtlänge  
Kronenansatz

#### Stammparameter

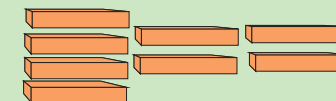
MDM o.R.  
Volumen  
Abholzigkeit

#### Blockparameter

Durchmesser  
Volumen  
Abholzigkeit  
Exzentrizität  
Ovalität  
Krümmung  
Astanzahl  
Astdurchmesser

Gütesortierung nach  
CEN und HKS

### Schnittholz



#### Kantholzparameter

Dimension  
Ästigkeit  
Astanzahl  
Astdurchmesser  
Jahrringbreite  
Faserverlauf  
Krümmung

Visuelle Sortierung  
DIN 4074/1

- Juveniles Holz
- Zerstörungsfreie Bestimmung des Dyn. E-Moduls
- zerstörende Biegespannungsprüfung (DIN 52186)

Das Holz der Douglasie –  
vielseitig verwendbar

Mai 2011

# Douglasien-Schnittholz-Projekt

## Sortierung nach der Tragfähigkeit DIN 4074/1



Rheinland-Pfalz

Sortiermerkmale	S 7	S 10	S 13
1. Baumkante	alle 4 Seiten müssen durchlaufend vom Schneidwerkzeug gestreift sein	bis 1/3, in jedem Querschnitt muss mind. 1/3 jeder Querschnittsseite von Baumkante frei sein	bis 1/6, in jedem Querschnitt muss mind. 2/3 jeder Querschnittsseite von Baumkante frei sein
<b>2. Äste (Einzelastquotient)</b>	<b>bis 3/5 (0,6)</b>	<b>bis 2/5 (0,4), nicht über 70 mm</b>	<b>bis 1/5 (0,2), nicht über 50 mm</b>
<b>3. Jahrringbreite</b>	<b>-</b>	<b>bis 8 mm</b>	<b>bis 6 mm</b>
4. Faserneigung	bis 200 mm/m	bis 120 mm/m	bis 70 mm/m
5. Risse Blitz-, Frostrisse Ringschäle	zulässig nicht zulässig nicht zulässig	zulässig nicht zulässig nicht zulässig	zulässig nicht zulässig nicht zulässig
6. Verfärbungen, Bläue Nagelfeste braune u. rote Streifen Rot-, Weißfäule	zulässig bis zu 60 % des $\emptyset$ nicht zulässig	zulässig bis zu 40 % des $\emptyset$ nicht zulässig	zulässig bis zu 20 % des $\emptyset$ nicht zulässig
7. Druckholz	bis zu 60% des Querschnitts oder der Oberfläche zulässig	bis zu 40% des Querschnitts oder der Oberfläche zulässig	bis zu 20 % des Querschnitts oder der Oberfläche zulässig
8. Insektenfraß	Fraßgänge bis 2 mm von Frischholzinsekten zulässig		
9. Mistelbefall	nicht zulässig		
10. Krümmung	bis 15 mm/2m	bis 8 mm/2m	bis 5 mm/2m

Das Holz der Douglasie –  
vielseitig verwendbar

Mai 2011



# Douglasien-Schnittholz-Projekt

## Sortierergebnis nach DIN 4074



Rheinland-Pfalz

Bestand	Sortierklassen				
	S 13	S 10	S 7	aussortiert	Summe
	%				
<b>Stammhöhe I (2 - 6 m)</b>					
AEG	3	97	-	-	100
AES	5	80	15	-	100
AWS	2	65	29	4	100
JEG	13	60	27	-	100
JWG	25	64	11	-	100
Summe	9	72	18	1	100
<b>Stammhöhe III (17 - 21 m)</b>					
AEG	-	42	53	5	100
AES	-	43	43	14	100
AWS	-	12	80	8	100
JEG	-	58	42	-	100
JWG	-	36	64	-	100
Summe	-	35	59	6	100

Das Holz der Douglasie –  
vielseitig verwendbar

Mai 2011

# Douglasien-Schnittholz-Projekt

## Sortierergebnis nach DIN 4074



Bestand	Sortierklassen				
	S 13	S 10	S 7	aussortiert	Summe
	%				
<b>Summe Stammhöhen</b>					
AEG	1	70	28	1	100
AES	2	65	31	2	100
<b>AWS</b>	<b>1</b>	<b>40</b>	<b>54</b>	5	100
JEG	6	63	29	2	100
JWG	11	53	36	-	100
<b>Summe</b>	<b>4</b>	<b>57</b>	<b>37</b>	<b>2</b>	<b>100</b>

# Douglasien-Schnittholz-Projekt

## Elastomechanische Eigenschaften der Kanthölzer



Rheinland-Pfalz

Bestand	Stammhöhe (m)	n	Biegefestigkeit				stat. Biege-E-Modul			
			Ø	s	min	max	Ø	s	min	max
AEG	2-6	31	45,8	10,6	26,1	67,6	11 395	1 567	7 401	15 301
	17 - 21	19	44,9	10,5	30	69,1	11 733	1 179	9 523	14 610
	Ø	77	46,1	11,6	23,5	69,1	11 615	1 539	7 401	15 910
AES	2-6	40	51,1	9,8	29,9	69,7	11 382	1 591	8 567	15 371
	17 - 21	14	46	7,7	36,2	65,6	10 470	1 083	8 498	12 052
	Ø	87	47,3	10,3	21,9	70,3	11 073	1 489	8 104	15 371
AWS	2-6	54	42,6	10,9	18,8	67,6	9 600	1 426	6 177	13 246
	17 - 21	25	35,6	7,8	24,4	54,2	9 082	1 046	7 358	11 444
	Ø	117	39,1	10,8	14,6	67,6	9 501	1 312	6 177	13 246
JEG	2-6	30	52,9	10,7	29,7	74,9	11 723	1 114	9 412	13 705
	17 - 21	12	41	7,4	31,3	55,3	10 728	919	9 178	11 788
	Ø	63	46,6	11,2	22,1	74,9	11 120	1 237	8 526	13 705
JWG	2-6	36	52,7	12,4	29,4	76	11 607	1 232	9 306	14 063
	17 - 21	14	36,2	10,6	21,8	49,9	9 539	1 271	7 046	11 804
	Ø	81	43,9	13,5	19,4	76	10 548	1 562	7 046	14 063
<b>Gesamtmittel</b>		<b>425</b>	<b>44,1</b>	<b>11,9</b>	<b>19,7</b>	<b>71</b>	<b>10 645</b>	<b>1 426</b>	<b>7 307</b>	<b>14 387</b>

Das Holz der Douglasie –  
vielseitig verwendbar

Mai 2011

# Douglasien-Schnittholz-Projekt

Vergleichende Darstellung der Biegefestigkeiten von Douglasien- und anderen Nadel Schnitthölzern nach DIN-Klassen in Gebrauchsabmessungen



Rheinland-Pfalz

Autor	Baumart	Alter (Jahre)	Querschnitt (mm)	Gkl. I / S13		Gkl. II / S10		Gkl. III / S7	
				n	Ø	n	Ø	n	Ø
GÖHRE 1958	Douglasie	-	120x140	-	68,3	-	57,3	-	41,9
MÖHLER/ BEYERS-DORFER 1987	Douglasie	-	120x140	10	75,6	29	53,2	10	40,9
SAUTER 1992	Douglasie	80 -106	60x120	48	72,8	81	44,2	63	33,8
			80x160	55	65	107	42,1	39	34
eigene Versuche 1994	Douglasie	58 -83	80x160	17	59	240	46,6	158	39,4
BARRETT/KEL- LOGG 1984	Douglasie (Oregon pine)	45	38x89	153	63,1	80	45,8	31	40,7
GLOS et al. 1986	Kiefer	-	60x140 bis 70x150	38	64,2	58	49,9	35	42,1
GRAF 1939	Fichte/ Tanne	-	50x50 bis 100x180	6	53	35	44	5	26,5
GLOS/SPENG- LER 1985	Fichte	80 -120	80x160	37	53,5	26	45,2	34	42,4
GRAMMEL et al.1986	Fichte	-	80x160	134	64,9	142	56,9	17	53

Das Holz der Douglasie –  
vielseitig verwendbar

Mai 2011

# Douglasien-Schnittholz-Projekt

Vergleich von Sortierqualität und Ausbeute bei gültiger und modifizierter Sortierung (lineare Erhöhung des EAQ um 0,1)



Rheinland-Pfalz

Sortierklasse	Anzahl Kanthölzer		fehlsortiert		visuell
	DIN (%)	DIN mod. (%)	DIN	DIN mod.	
S 13	4	22	-	2	
S 10	57	62	4	11	
S 7	37	16	1	1	
Aussortiert	2	-	10	2	
Σ	100	100	15 (4 %)	16 (4 %)	

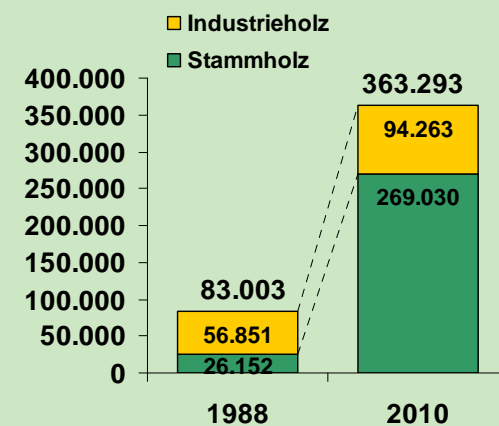
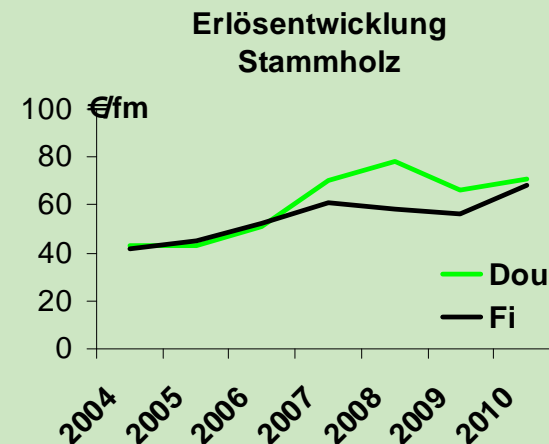
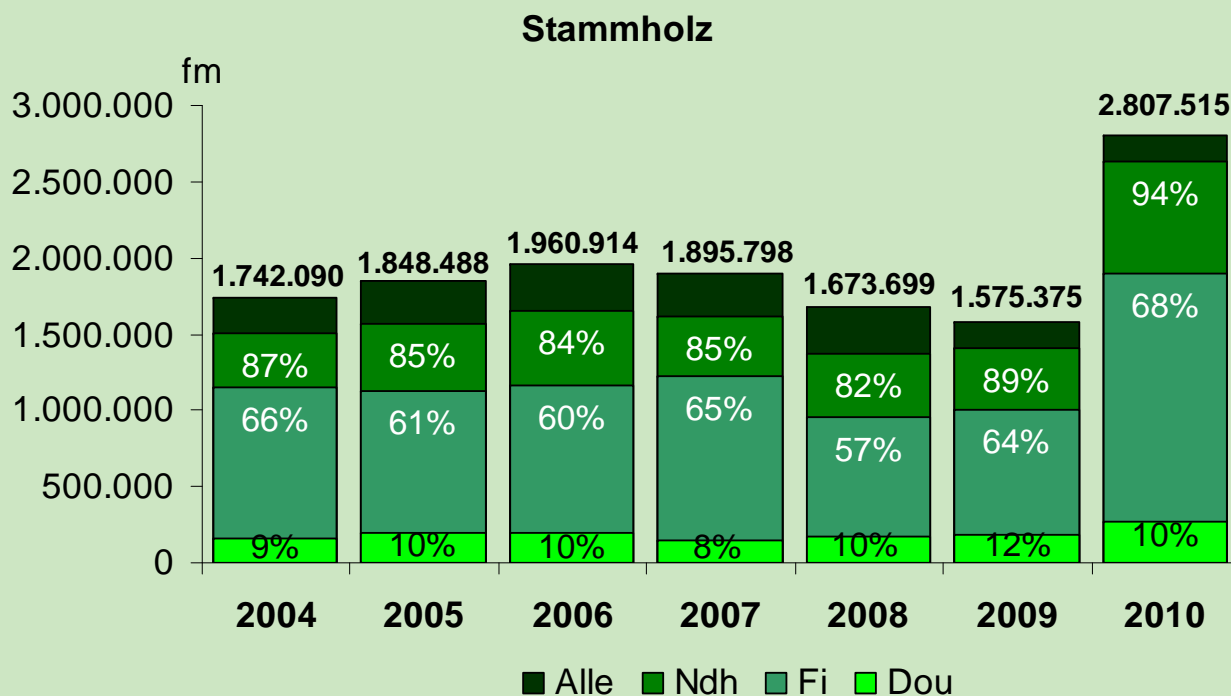
Sortierklasse	Anzahl Kanthölzer		fehlsortiert		maschinell
	stat. E-Modul (%)	dyn. E-Mod. (%)	stat. E-Mod. (%)	dyn. E-Mod. (%)	
MS 17	8	6	1	-	
MS 13	31	35	1	4	
MS 10	45	50	5	9	
MS 7	16	9	1	-	
Σ	100	100	8 (1,9)	13 (3,0)	

# Zusammenfassende Folgerungen aus dem Douglasien-Schnittholz-Projekt



- Douglasien-Schnittholz aus ungeästeten Durchforstungsstämmen ist grundsätzlich zur Bauholzerzeugung geeignet.
- Jahrringbreiten (i.D. 3-5,5 mm) und Astdurchmesser (max. 61 mm) in vorliegender Untersuchung sind eher durchschnittlich.
- Juvenilholzanteil aufgrund von Alter und Einschnittsmuster hoch (60 bis fast 100%).
- Festigkeitsreserven der Douglasie gegenüber Fi/Ta können durch Modifizierung der DIN 4074 bzw. maschinelle Sortierung nutzbar gemacht werden.
- Von **entscheidendem Einfluss** auf die Holzqualität (Festigkeit) ist die **standraumbedingte Ästigkeit**. **Alter und Standort** in untersuchter Bandbreite wirken sich **nicht wesentlich** aus.
- Extreme Weitverbände haben deutliche Qualitätseinbußen sowohl beim Rund- als auch beim Schnittholz zur Folge.
- „Solitäre“ Behandlungsprogramme lassen trotz Ästung hinsichtlich der Holzqualität (Jahrringbreite, Dichte, Faserverlauf) Fragen offen.

# Verkaufsmengen/Erlöse (Öffentlicher Wald Rheinland-Pfalz)



Das Holz der Douglasie –  
vielseitig verwendbar

Mai 2011



Das Holz der Douglasie –  
vielseitig verwendbar

Mai 2011



Das Holz der Douglasie –  
vielseitig verwendbar

Mai 2011

# Fazit

Aus Sicht der Holzverwendung ist die Holzart **Douglasie** eine Baumart der Zukunft, da:

- **vielseitig**
- **hohe Festigkeiten**
- **dauerhaft**
- **ästhetisch**



**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**