

# Entwicklung der Produktivität der Wälder und klimaangepasste Waldbauplanung

Ralf-Volker Nagel, Axel Noltensmeier

**Abt. Waldwachstum, Sachgebiet Ertragskunde**

axel.noltensmeier@nw-fva.de



**NW-FVA**

Nordwestdeutsche  
Forstliche Versuchsanstalt

Fortbildung der NW-FVA  
Wasser- und Kohlenstoffhaushalt von Wäldern im Klimawandel  
Quarnebeck, 22.06.2023

# Inhalte

---

- **Grundlagen und Begriffe**
- **Trends des Waldwachstums der jüngeren Vergangenheit**
- **Projektionen zur Produktivität der Baumarten im Klimawandel**
- **Zwischenfazit Produktivität**
- **Stand der klimaangepassten Baumartenwahl**
- **Überprüfung von Alternativbaumarten**
- **Ausblick**

# Grundlagen und Begriffe

---

**Nettoprimärproduktion:** Gesamtmenge organischen Materials, das von Organismen mittels Photosynthese produziert wird

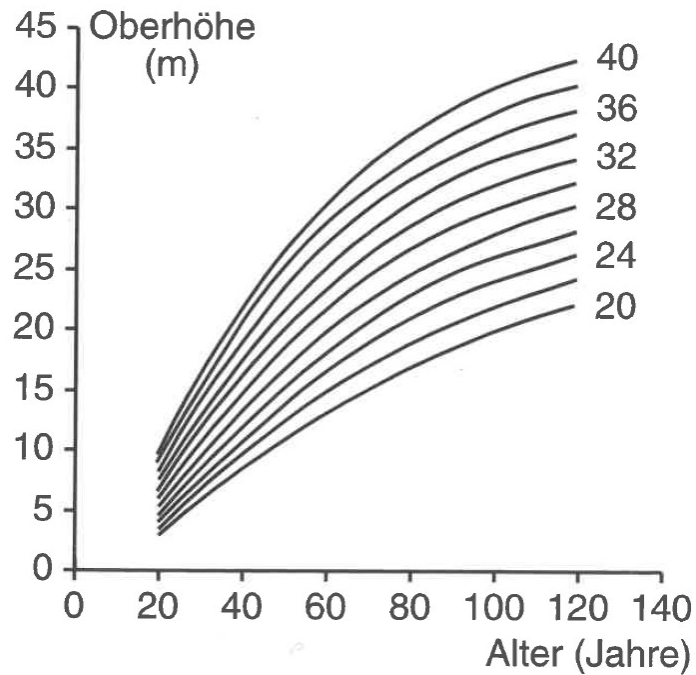
Ertragskunde misst i.d.R. **nur (Derb-)Holzvolumenproduktion** als begrenzten Ausschnitt

Klassische Ertragstafeln als immer noch gebräuchliche Bestandeswachstumsmodelle beruhen auf allometrischen Funktionen

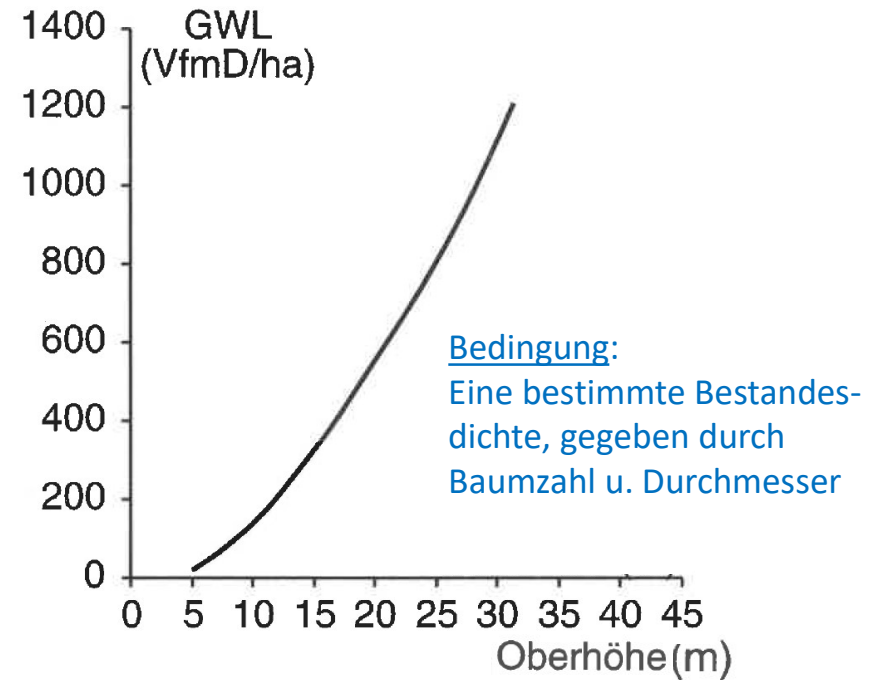
**Allometrie** (von gr.: „allos“ = alles und „metrie“ = messen): Wachstumsgrößen entwickeln sich in unterschiedlicher Geschwindigkeit, deren Relation aber durch mathematische Fkt. beschrieben werden kann; früher vorausgesetzt: Standortskonstanz

# Grundlagen und Begriffe

## I Einordnungsbeziehung



## II Grundbeziehung der Produktivität

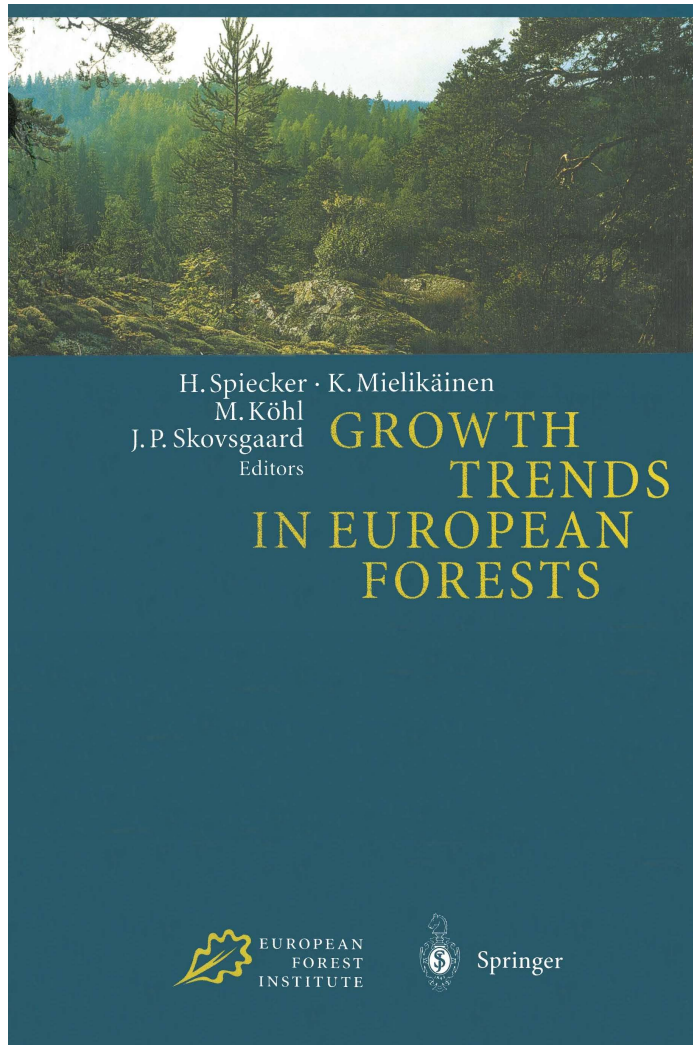


Höhe = f(Elemente des Standortes [Boden, Klima])

## III Endbeziehung: Umrechnung in Gesamtwuchsleistung über Alter



# Trends des Waldwachstums der jüngeren Vergangenheit

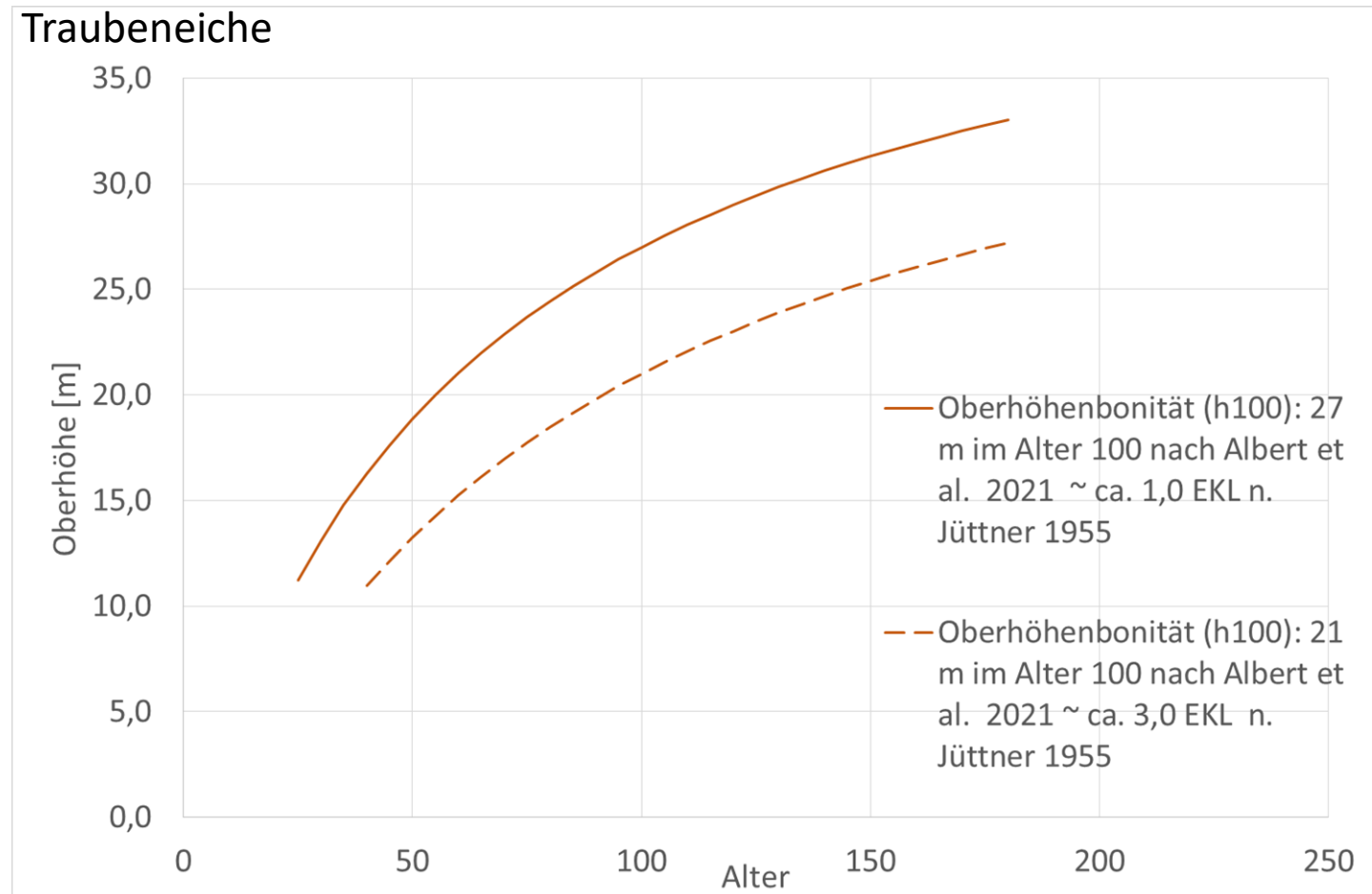


- Europaweite Studie in den 1990er Jahren
- retrospektive Veränderungen des Wachstums der Wälder
- räumlich differenzierte, häufiger noch positive Trends
- Ursache: tlw. Verbesserung standörtlicher Minimumfaktoren (Wärme, N-Einträge)

# Trends des Waldwachstums der jüngeren Vergangenheit

## Sachsen-Anhalt:

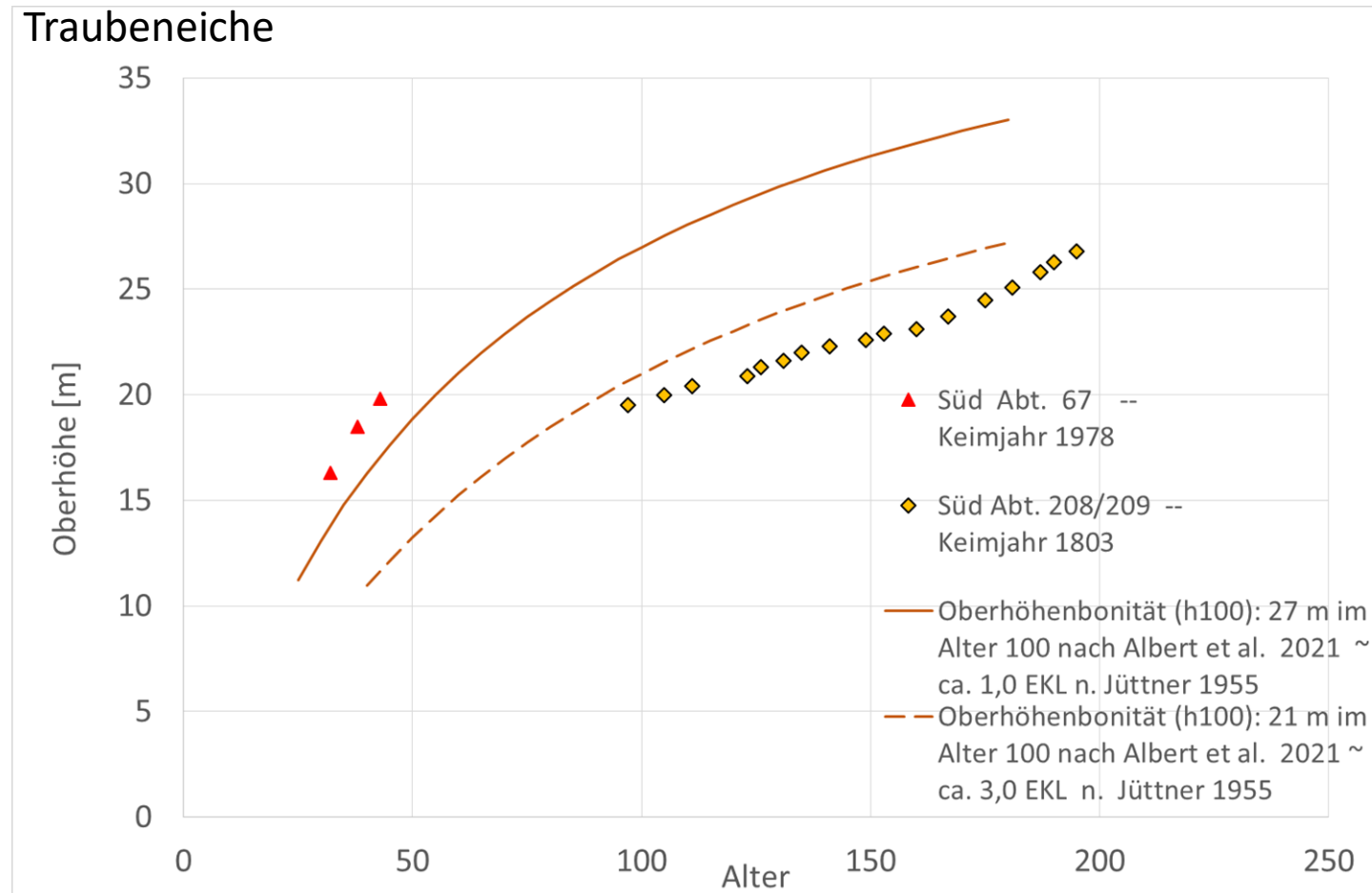
Beispiel: Traubeneiche



# Trends des Waldwachstums der jüngeren Vergangenheit

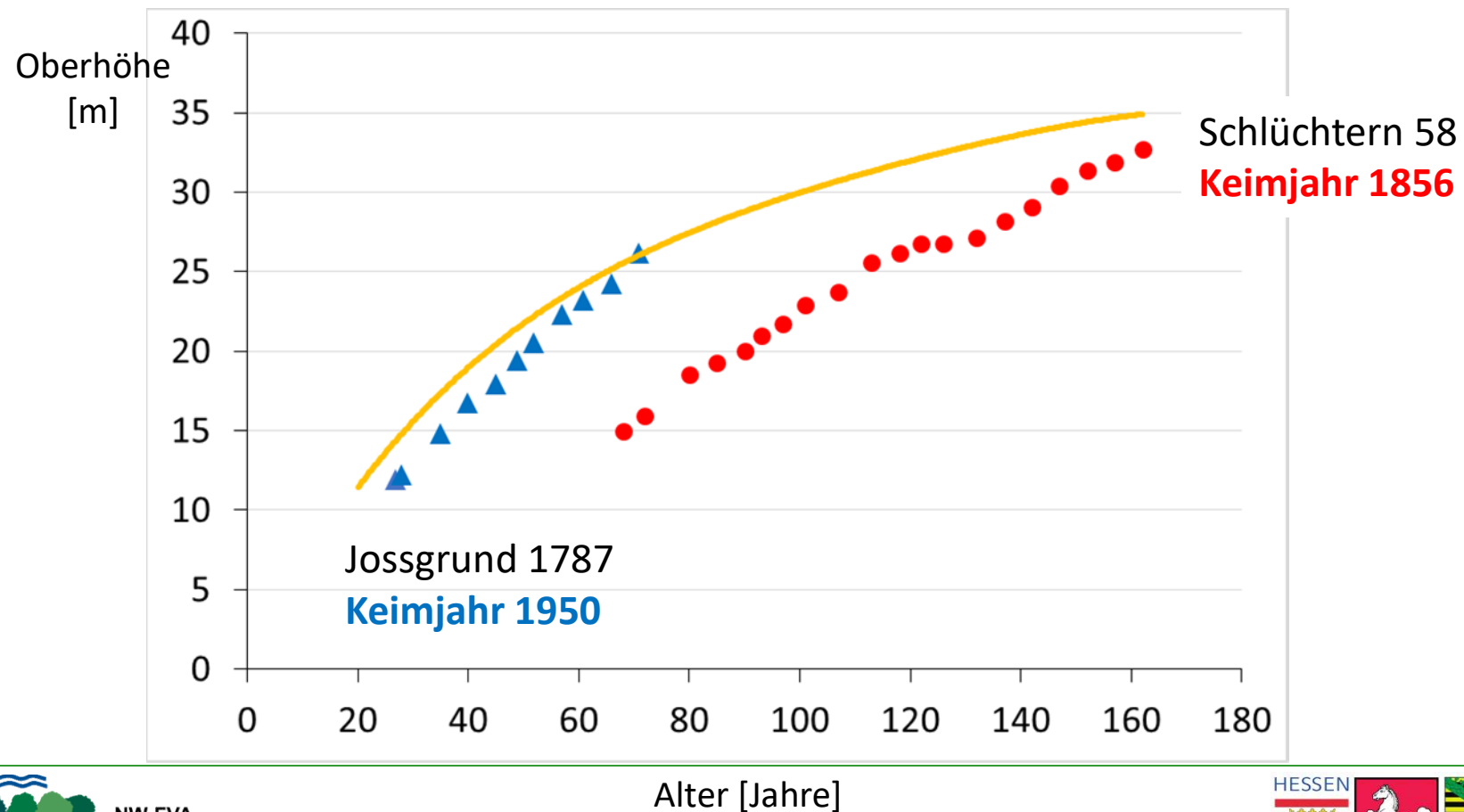
## Sachsen-Anhalt:

Beispiel: Traubeneiche



# Trends des Waldwachstums der jüngeren Vergangenheit

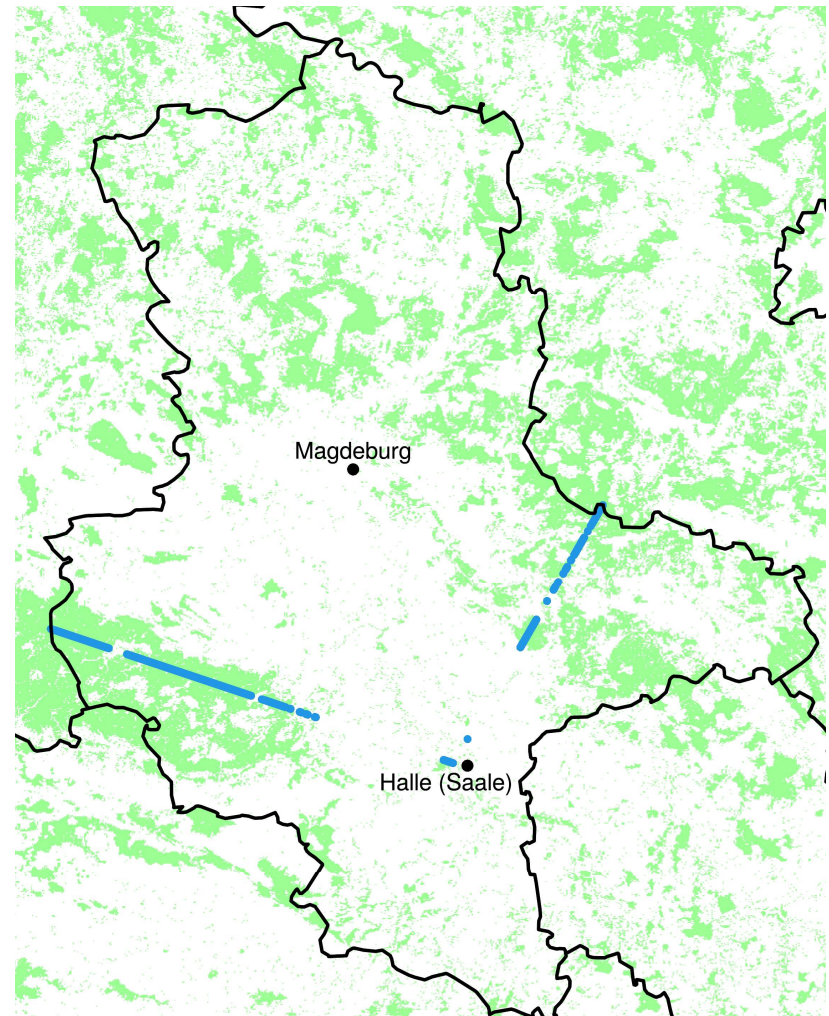
Beispiel Traubeneiche im Spessart



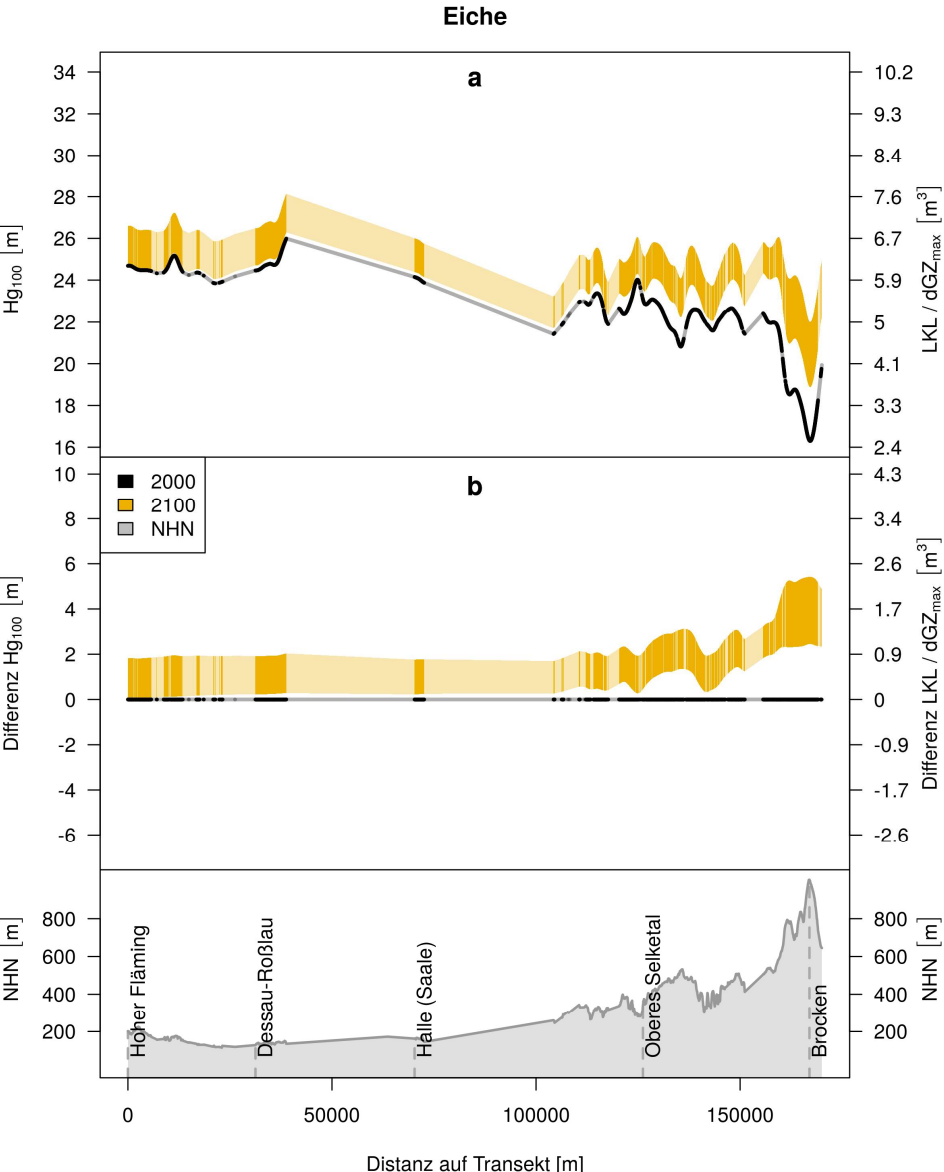
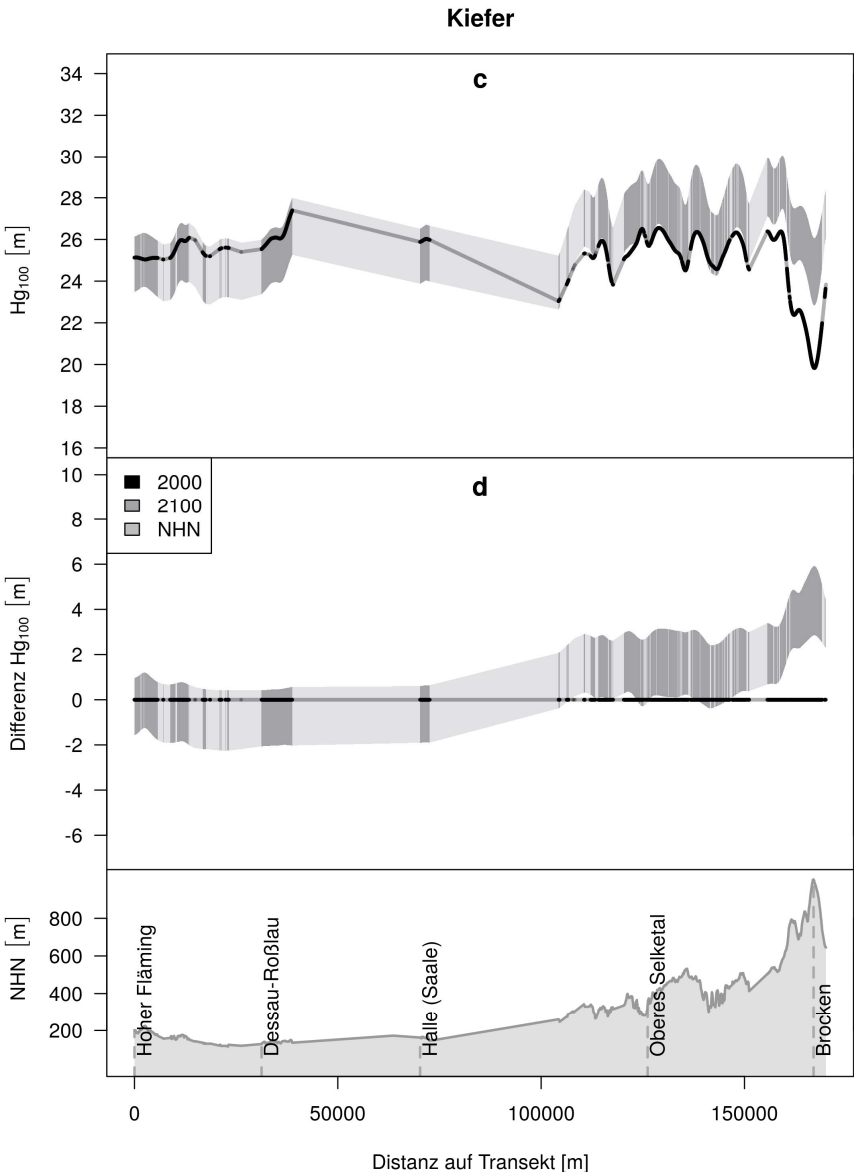
# Projektionen zur Produktivität der Baumarten im Klimawandel

- Standort-Leistungs-Modelle (SLM)<sup>1</sup> für wichtige Baumarten
- Statistische Modelle
- Breite Inventurdatengrundlage
- Analogieschluss auf künftige Produktivität von heute wärmsten, trockensten StaO ausgehend
- Zielgröße:  
Hg im Alter 100 abhängig von Trophie, GWH, TSum, NSum, NDep)
- Bilanzgrößen für Keimjahr
- Verwendung der 7 ReKliEs-Szenarien (Band möglicher Leistungsbereiche)

## Transekt durch Sachsen-Anhalt

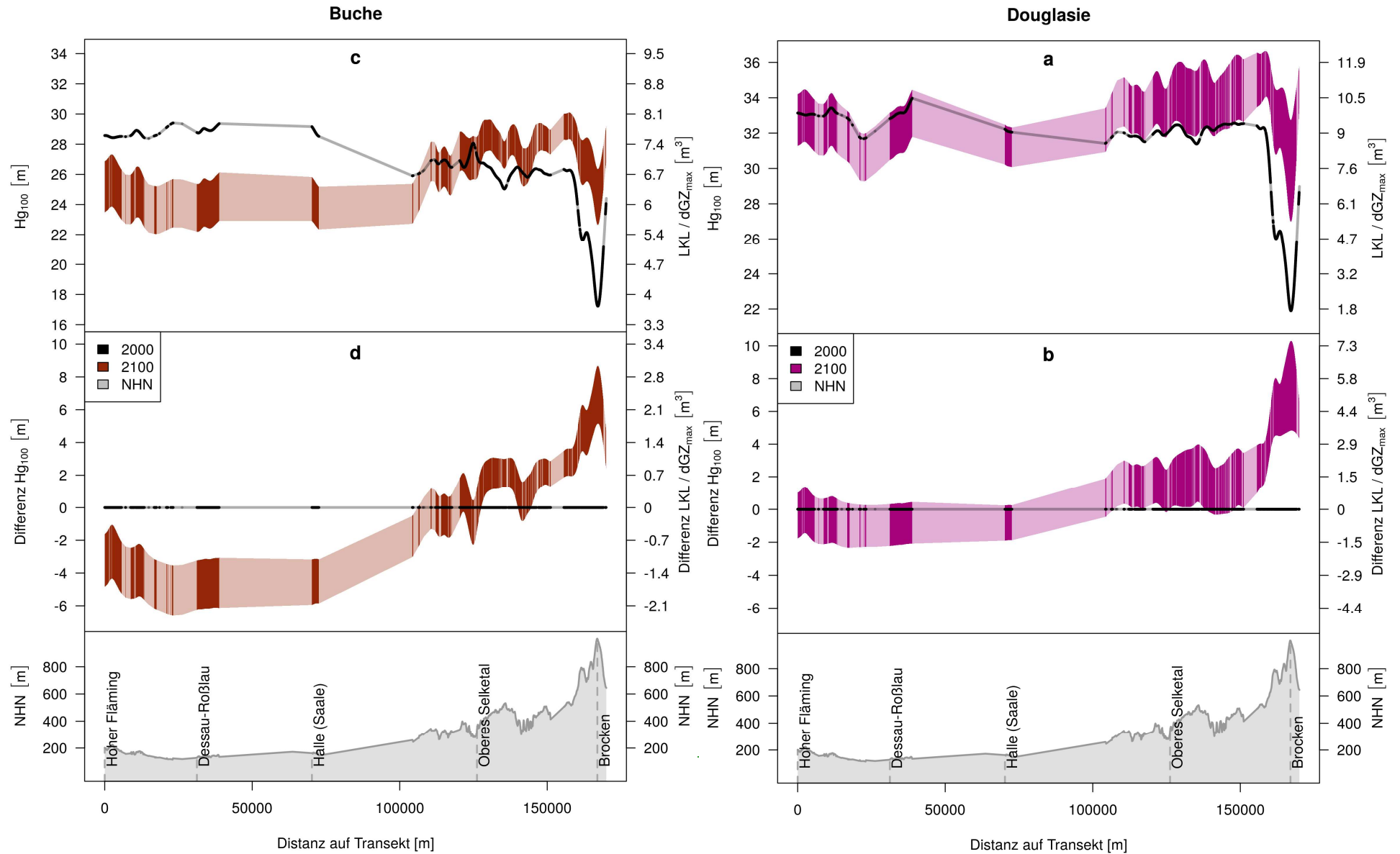


# Projektionen zur Produktivität der Baumarten im Klimawandel





# Projektionen zur Produktivität der Baumarten im Klimawandel



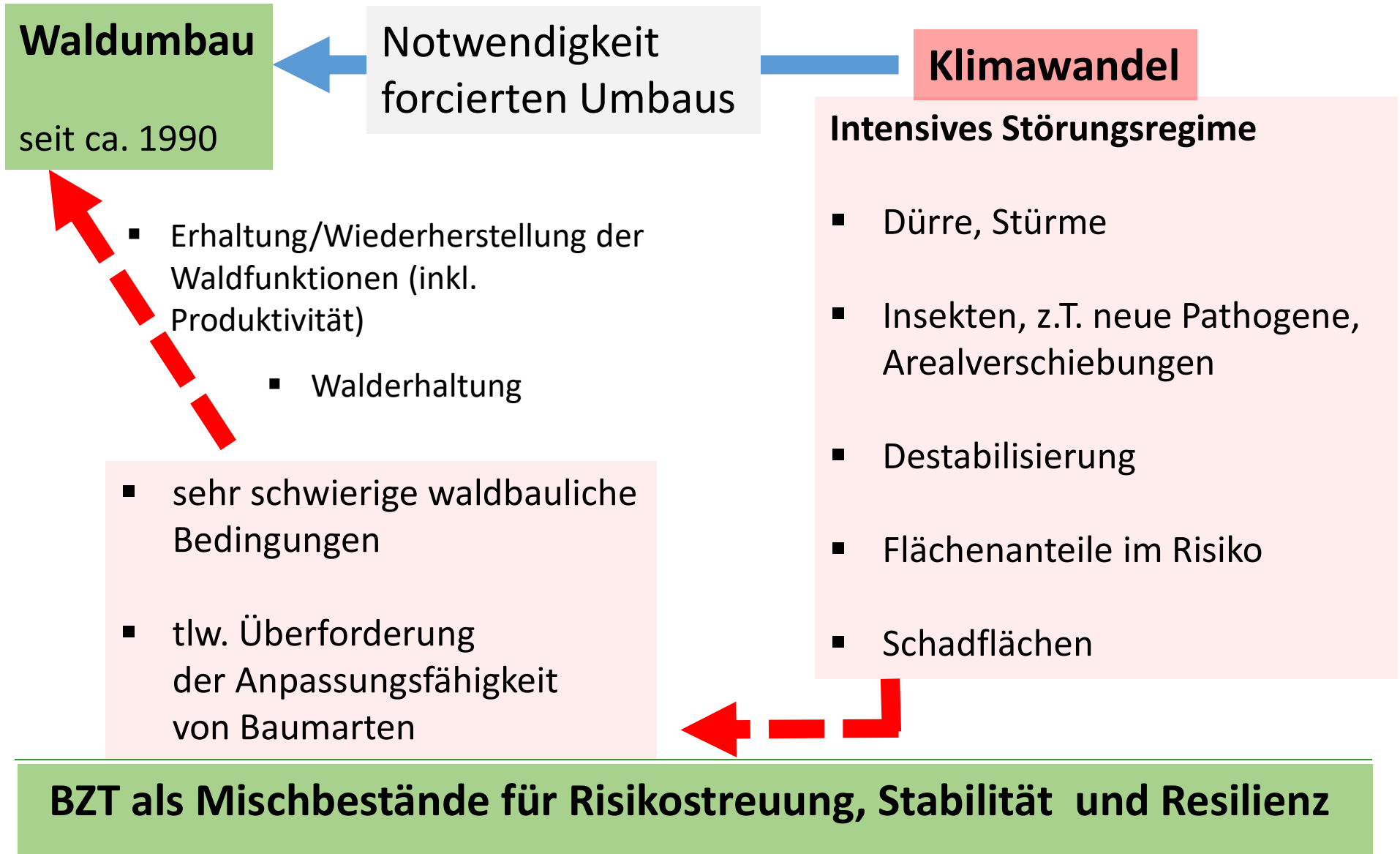
# Zwischenfazit zur Produktivität der Wälder

---

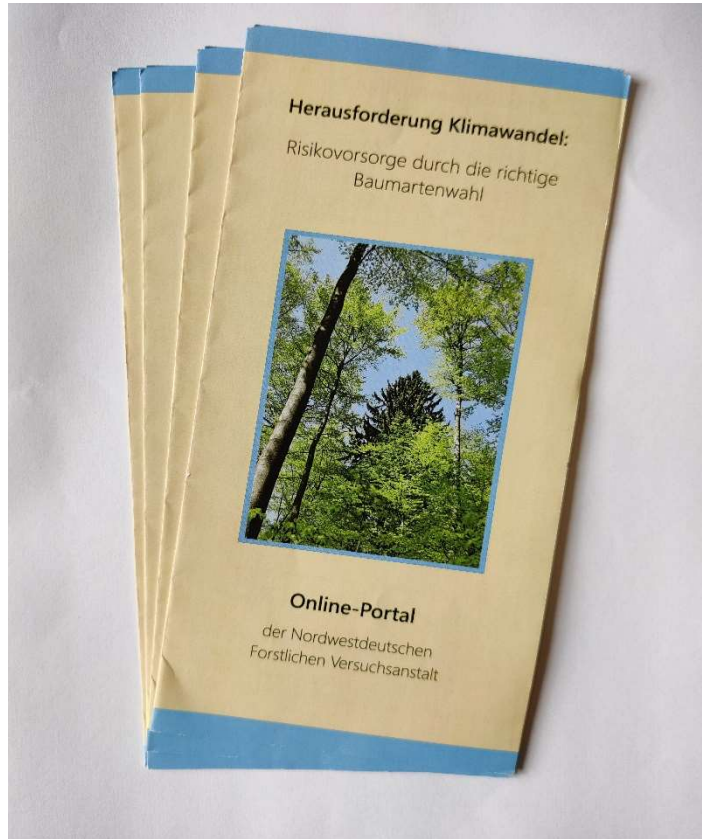
- Annahme von Standortskonstanz auch bisher nicht zutreffend
- Standortveränderungen der jüngeren Vergangenheit (leichte Temperaturerhöhung, Regeneration übernutzter Standorte, N-Einträge, Rückgang Schwefeldeposition, Kompensationskalkung) mit überwiegend positiver Wirkung auf die Produktivität der Wälder
- Anhalten dieses Trends ist mit dem Klimawandel auf vielen Standorten nicht mehr unbedingt gegeben, v. a. pflanzenverfügbares Wasser in der Vegetationsperiode als limitierend erwartet
- Auswirkungen der Standortveränderungen wirken nicht bei allen Baumarten gleich
- Statistische Modelle zur Abschätzung der Folgen für die Produktivität der Wälder sind ein Entwicklungsstand, aber komplexere Einordnung notwendig:  
Stichworte: Berücksichtigung künftiger Wirkung von Pathogenen und Gradationen von Schadinsekten, erhöhte Mortalität, Wirkung von Extremjahren – Kronenzustand, BHD-Zuwachs-Reaktionen aus Jahrringanalysen



# Klimaangepasster Waldbau



# Stand der klimaangepassten Baumartenwahl



[www.nw-fva.de/BaEm](http://www.nw-fva.de/BaEm)



# Entscheidungsunterstützung - Klimaangepasste Baumartenempfehlungen

Zum Webportal mit nur 3 Klicks: [www.NW-FVA.de](http://www.NW-FVA.de)



Klimaangepasste Baumartenwahl (BaEm)

Der Klimawandel stellt für die Forstwirtschaft eine besondere Herausforderung dar, denn es wird erwartet, dass die Anpassungsfähigkeit unserer Baumarten vielerorts überschritten wird. Eine waldbauliche Handlungsoption zur Risikoversorge ist die Wahl standortgerechter Baumarten, die insbesondere für die Wiederbewaldung von Schädflächen von tragender Bedeutung ist.

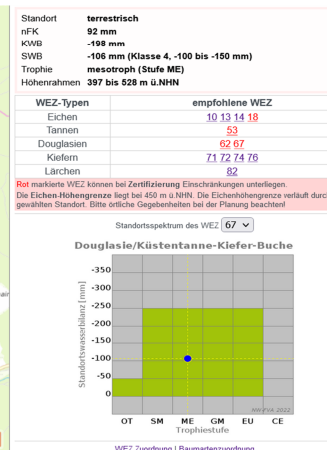
Der Forschungsansatz der NW-FVA basiert auf dem Wasserhaushalt der Standorte. Geschätzt wird das Trockenrisiko für grund- und stauwasserfreie Standorte über Schwellenwerte der Standortwasserbilanz. Diese verrechnet den Mittelwert der klimatischen Wasserbilanz in der Vegetationsperiode für eine 30jährige Klimaperiode mit der nutzbaren Feldkapazität des Bodens. So wird ermittelt, wieviel Wasser den Bäumen bei



Entscheidungshilfen zur Klima Sachse

Der hier vorgestellte Web-Service unterliegt einer fortwährenden Weiterentwicklung. Auf Neuerungen seit dem letzten Besuch bitten wir daher zu achten. Wir sind an den Erfahrungen der Nutzerinnen und Nutzer mit dem Web-Service sehr interessiert und nehmen Rückmeldung in Form von Kritik, Fragen und Anregungen gern entgegen. Es besteht die Möglichkeit der Nutzung eines REST-Service. Die URL zur Einbindung des Dienstes in das eigene GIS können Nutzerinnen und Nutzer auf Anfrage gern erhalten.

Zugang zum Webportal **3**



← Informationen zum Standort

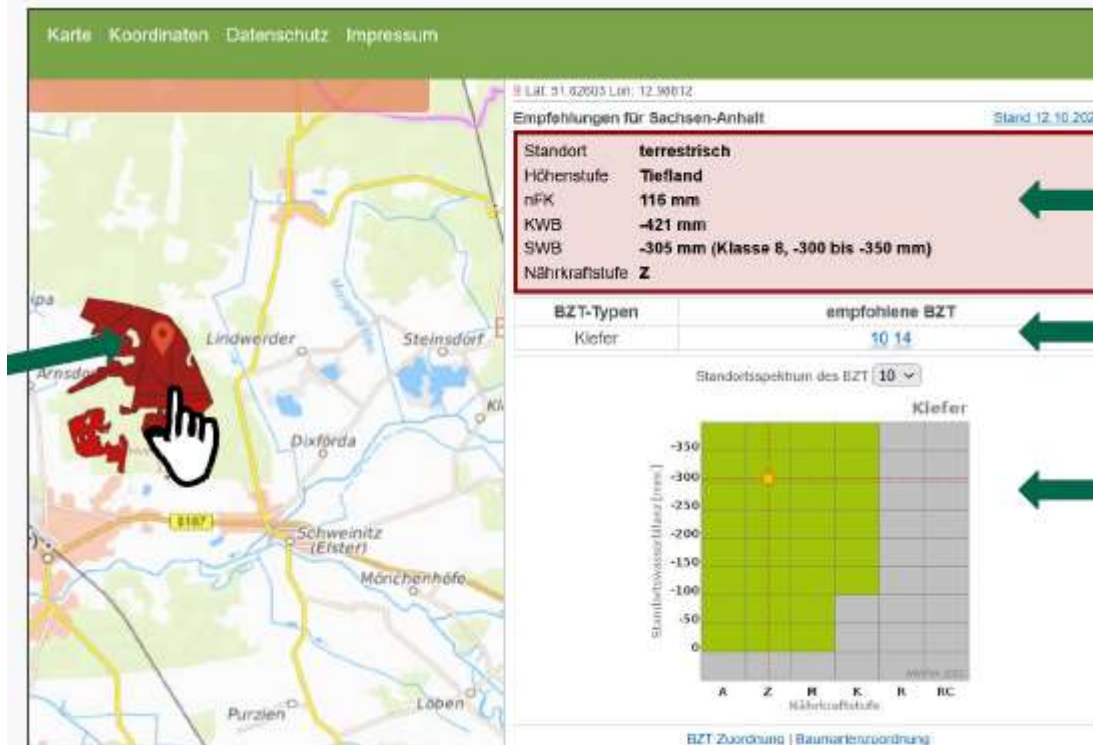
← Baumartenempfehlungen

← Standortsspektrum des WEZ

Mit Klick in die Karte zum Standort

# Klimaangepasste Baumartenwahl

~ das Informationsportal für Waldbesitzende ~



Informationen zum Standort

Baumartenempfehlungen

Standortsspektrum des BZT



[www.NW-FVA.de](http://www.NW-FVA.de)

Handy-App zum WEB



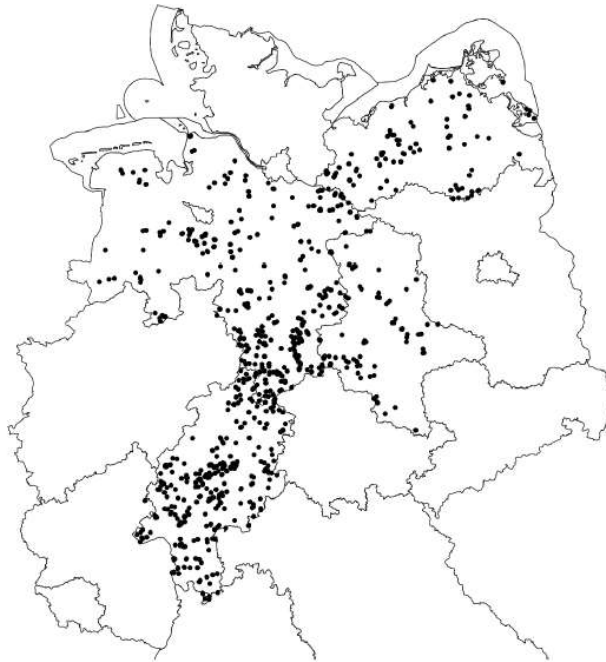
NW-FVA  
Nordwestdeutsche  
Forstliche Versuchsanstalt





# Überprüfung von Alternativbaumarten

## besichtigte Praxisanbauten



	Flächen		Größe			Alter		
	N	min	mittel	max	min	mittel	max	
Elsbeere	156	0,0	0,9	11,9	3	36	176	
Schwarzkiefer	148	0,0	13,2	22,3	0	80	176	
Riesenlebensbaum	144	0,0	0,5	4,0	25	63	139	
Spitzahorn	131	0,0	0,9	9,7	0	44	189	
Winterlinde	129	0,0	1,0	7,6	2	56	211	
Esskastanie	127	0,0	0,5	2,7	2	52	192	
Hainbuche	126	0,0	1,7	18,0	2	80	197	
Westliche Hemlocktanne	112	0,0	0,6	7,7	8	55	145	
Feldahorn	98	0,0	0,6	5,8	10	62	181	
Walnuss	86	0,0	0,5	5,4	0	27	109	
Flatterulme	83	0,1	1,9	9,0	4	60	189	
Schwarznuss	71	0,0	0,6	2,1	2	44	144	
Nordmannstanne	70	0,0	1,0	8,0	7	39	129	
Weißtanne	66	0,0	0,5	2,2	6	83	209	
Eibe	63	0,0	1,0	17,6	9	35	215	
Linde	54	0,3	1,8	21,0	12	73	219	
Sommerlinde	50	0,1	0,4	2,2	10	78	179	
Baumhasel	44	0,0	0,2	1,0	0	9	25	
Robinie	37	0,1	0,6	2,5	9	58	117	
Speierling	37	0,0	0,2	0,5	3	27	47	
Tulpenbaum	26	0,0	0,2	1,0	3	58	149	
Hickory	25	0,1	0,3	1,2	40	118	139	
Küstentanne	13	0,0	0,8	3,0	12	37	59	
Eberesche	11	0,5	1,1	1,9	16	29	70	
Zerreiche	10	0,3	0,9	1,6	79	123	175	
Edeltanne	7	0,1	1,2	3,3	23	43	58	
Kanadische Hemlocktanne	7	0,1	0,5	1,1	21	48	120	
Nikkotanne	3	0,1	0,6	1,2	25	30	32	
Türkische Tanne	3	0,0	0,1	0,2	32	34	35	
Atlaszeder	2	0,3	0,3	0,3	4	4	4	
Orientbuche	2	0,0	0,1	0,2	41	78	114	
Abendländischer Lebensbaum	2	0,1	0,3	0,4	31	31	31	
Hybridnuss	1	0,4	0,4	0,4	10	10	10	

1944

# Überprüfung von Alternativbaumarten

Bisherige ertragskundliche Datenbasis:

	Versuchs-	Aufnahmen	Größe			Alter			Dg			h100			Vorrat		
	flächen		min	mittel	max	min	mittel	max	min	mittel	max	min	mittel	max	min	mittel	max
	<i>N</i>	<i>N</i>		<i>ha</i>			<i>Jahre</i>		<i>cm</i>		<i>m</i>		<i>m³/ha</i>				
Schwarzkiefer	69	171	0,01	0,22	0,08	11	162	42	6	52,4	19,5	4,7	30,2	15,1	9	1160	261
Riesenlebensbaum	56	192	0,05	0,25	0,19	21	140	73	12,5	85,8	37,8	11,1	45,2	28,1	112	2266	758
Westliche Hemlocktanne	34	95	0,04	0,68	0,22	17	127	49	8,1	67,5	29,5	6,1	44,7	25,4	3	1527	531
Winterlinde	25	25	0,05	0,26	0,09	21	210	61	10,9	65	20,7	13,1	33,9	21,9	95	782	330
Esskastanie	24	24	0,04	0,16	0,09	10	192	80	9,3	63,2	37,3	11,4	33,3	25,3	77	1038	562
Schwarznuss	23	46	0,03	0,50	0,26	13	127	58	9,9	59,3	33,3	15,3	38,5	28,5	4	963	380
Hainbuche	16	16	0,04	0,64	0,12	19	136	84	9,2	37,7	21,6	12,8	30,7	24,6	24	607	314
Spitzahorn	16	16	0,03	0,40	0,08	10	122	36	8,7	48,4	18,3	8,6	34,3	15,9	3	708	174
Hickory	14	131	0,07	0,62	0,17	22	137	97	8,4	40	24,3	7,4	35,3	28,2	2	972	303
Nordmannstanne	14	28	0,02	0,10	0,08	23	107	39	10,5	46,6	20,4	10,3	35,1	19,8	56	692	328
Elsbeere	11	11	0,01	0,10	0,06	15	156	60	8,3	31,4	17,1	6,1	25,8	13,9	2	389	125
Türkische Tanne	10	10	0,02	0,02	0,02	32	32	32	15,9	20,4	18,4	14,3	18,3	16,2	182	389	286
Feldahorn	5	5	0,03	0,10	0,07	30	98	51	11,4	29	20,2	13,9	24	20,3	130	601	355
Walnuss	5	5	0,03	0,10	0,06	16	95	45	9,3	41,8	21,9	7,7	31,7	17,6	14	584	217
Eibe	4	4	0,02	0,05	0,04	16	37	26	8,3	19	11,2	5,5	13,2	8,2	6	157	57
Zerreiche	4	4	0,10	0,16	0,12	94	128	111	40,5	55,7	49,1	29,9	38,2	35,4	490	828	696
Flatterulme	3	3	0,07	0,08	0,07	62	184	129	23,2	90,7	56,8	24,8	32,6	28,7	517	1119	884
Orientbuche	2	11	0,02	0,32	0,25	41	111	82	11,9	36,9	25,6	19,6	32,8	28,1	328	540	440
Tulpenbaum	2	23	0,05	0,20	0,11	29	127	76	18,1	74,6	47,1	19	41,2	32,8	189	1292	781
Baumhasel	1	1	0,07	0,07	0,07	17	17	17	8,7	8,7	8,7	8	8	8	4	4	4
Sommerlinde	1	1	0,16	0,16	0,16	42	42	42	13,8	13,8	13,8	21,3	21,3	21,3	304	304	304
Speierling	1	1	0,10	0,10	0,10	34	34	34	16,8	16,8	16,8	15,9	15,9	15,9	171	171	171
	340	823															

# Überprüfung von Alternativbaumarten

---

Ergänzung durch neue Anbauversuche:



## Baumartenspektrum:

- Atlaszeder
- Libanonzeder
- Baumhasel
- Elsbeere
- Tulpenbaum
- Esskastanie
- Orientbuche
- Hybridnuss
- Schwarznuss
- Flatterulme
- Türkische Tanne
- Nordmannstanne
- Walnuss
- Winterlinde

# Überprüfung von Alternativbaumarten

## Zusammenfassende Bewertung

nach Otto (1993) und Vor et al. (2015)

	Merkmal	Bewertung
Ökologische Zuträglichkeit (OTTO 1993)	Standortanpassung	+
	Bodenpfleglichkeit	++
	Keine Krankheitsverbreitung	?
	Keine Anfälligkeit	+
	Mischbarkeit	++
	Naturverjüngung	+++
	Waldstrukturen	+++

+++ äußerst positiv    ++ sehr positiv    + positiv    ---äußerst negativ    -- sehr negativ    - negativ    ? unklar

	Merkmal	Bewertung
Invasivität (VOR et al. 2015)	Negative Standortbeeinflussung	○
	Hohes Reproduktionspotenzial	●
	Hohes Ausbreitungspotenzial	◐
	Fähigkeit zur Artverdrängung	○
	Begrenzte Steuerungsmöglichkeiten	○

○ trifft nicht zu    ◐ trifft bedingt zu    ● trifft zu



# Ausblick

---

- Laufende Weiterentwicklung der klimaangepassten Baumartenwahl
- Überprüfung und Anpassung der SWB als Ausdruck des pflanzenverfügbaren Wassers (Auffüllung zu Vegetationszeitbeginn!)
- Überprüfung / Ergänzung der bisherigen der Trockenstressklassifizierung der Baumarten (Kiefer!)
- Perspektivisch Berücksichtigung der 7 Klimaszenarien des ReKliES-De-Ensembles bei der BZT-Auswahl:  
Klassifizierung der BZT in „sehr klimarobust“, „klimarobust“ und „bedingt klimarobust“
- Aufbereitung und Einbeziehung weiterer Trockenstressindizes in die Baumartenentscheidung (diverse laufende Projekte)
- Berücksichtigung baumarten- und standortsspezifischer Mortalitätsrisiken
- Einbeziehung erster Alternativbaumarten mit positiven Eigenschaften und geringen Risiken und Nebenwirkungen als Mischungsanteile in bestimmten BZT