



## Waldnaturschutz in Brandenburg

# Die Erhaltung der genetischen Vielfalt unserer Gehölzarten

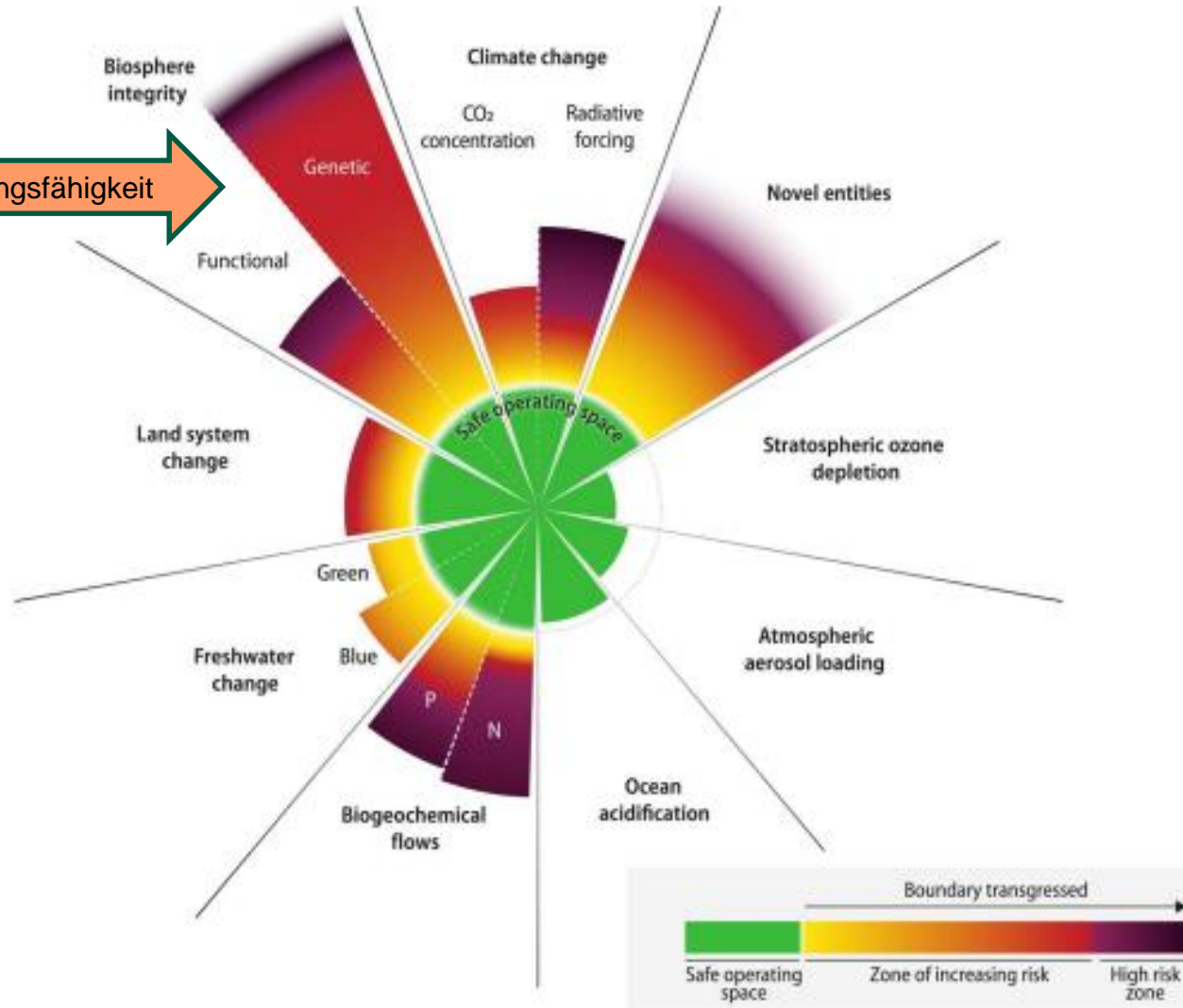
## – Stand, Grenzen und Perspektiven

Ralf Kätzel und Frank Becker



# Überschrittene Belastungsgrenzen der Erde

Sci. Adv. 9 (2023)



SCIENCE ADVANCES | RESEARCH ARTICLE

ENVIRONMENTAL STUDIES

## Earth beyond six of nine planetary boundaries

Katherine Richardson<sup>1\*</sup>, Will Steffen<sup>2†</sup>, Wolfgang Lucht<sup>3,4</sup>, Jørgen Bendtsen<sup>1</sup>, Sarah E. Cornell<sup>5</sup>, Jonathan F. Donges<sup>3,5</sup>, Markus Drüke<sup>3</sup>, Ingo Fetzer<sup>5,6</sup>, Govindasamy Bala<sup>7</sup>, Werner von Bloh<sup>3</sup>, Georg Feulner<sup>3</sup>, Stephanie Fiedler<sup>8</sup>, Dieter Gerten<sup>3,4</sup>, Tom Gleeson<sup>9,10</sup>, Matthias Hofmann<sup>3</sup>, Willem Huiskamp<sup>3</sup>, Matti Kummu<sup>11</sup>, Chinchu Mohan<sup>8,12,13</sup>, David Nogués-Bravo<sup>1</sup>, Stefan Petri<sup>3</sup>, Miina Porkka<sup>11</sup>, Stefan Rahmstorf<sup>3,14</sup>, Sibyll Schaphoff<sup>3</sup>, Kirsten Thonicke<sup>3</sup>, Arne Tobian<sup>3,5</sup>, Vili Virkki<sup>11</sup>, Lan Wang-Erlandsson<sup>3,5,6</sup>, Lisa Weber<sup>8</sup>, Johan Rockström<sup>3,5,15</sup>

This planetary boundaries framework update finds that six of the nine boundaries are transgressed, suggesting that Earth is now well outside of the safe operating space for humanity. Ocean acidification is close to being breached, while aerosol loading regionally exceeds the boundary. Stratospheric ozone levels have slightly recovered. The transgression level has increased for all boundaries earlier identified as overstepped. As primary production drives Earth system biosphere functions, human appropriation of net primary production is proposed as a control variable for functional biosphere integrity. This boundary is also transgressed. Earth system modeling of different levels of the transgression of the climate and land system change boundaries illustrates that these anthropogenic impacts on Earth system must be considered in a systemic context.

# Genetische Vielfalt

## 1 entsteht durch:

- Mutationen
- Sexuelle Rekombination

## 2 wird verändert durch:

- Selektion
- Migration

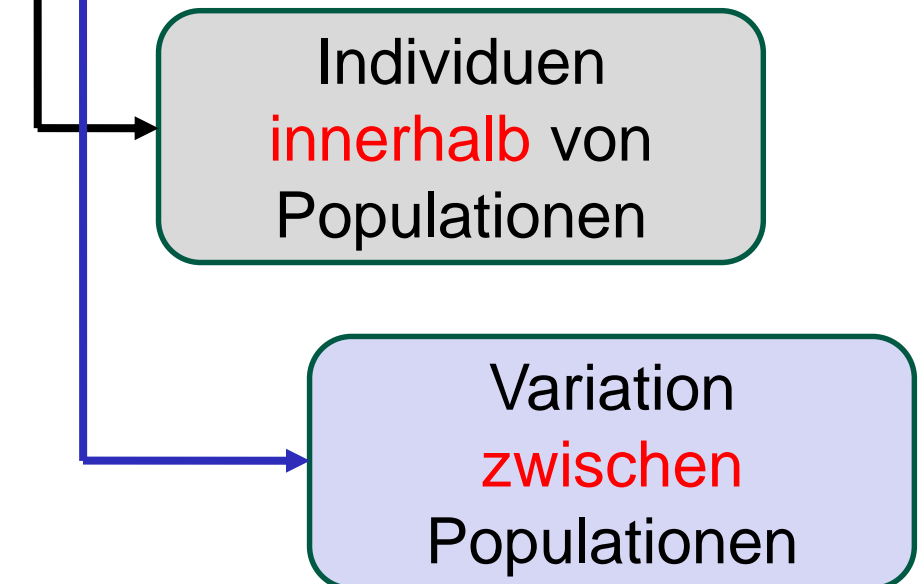
## 3 ist die Basis von:

- Merkmalsvielfalt
- > Anpassungsfähigkeit auf Populationsebene

## wird bewertet nach:

4

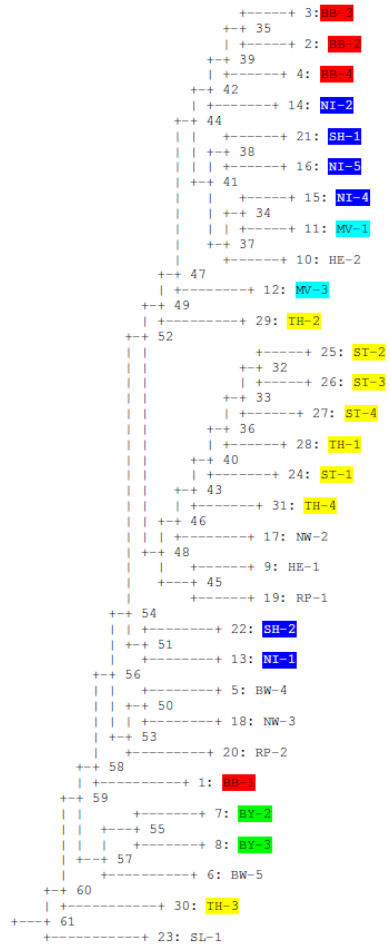
- Diversität
- Differenziertheit



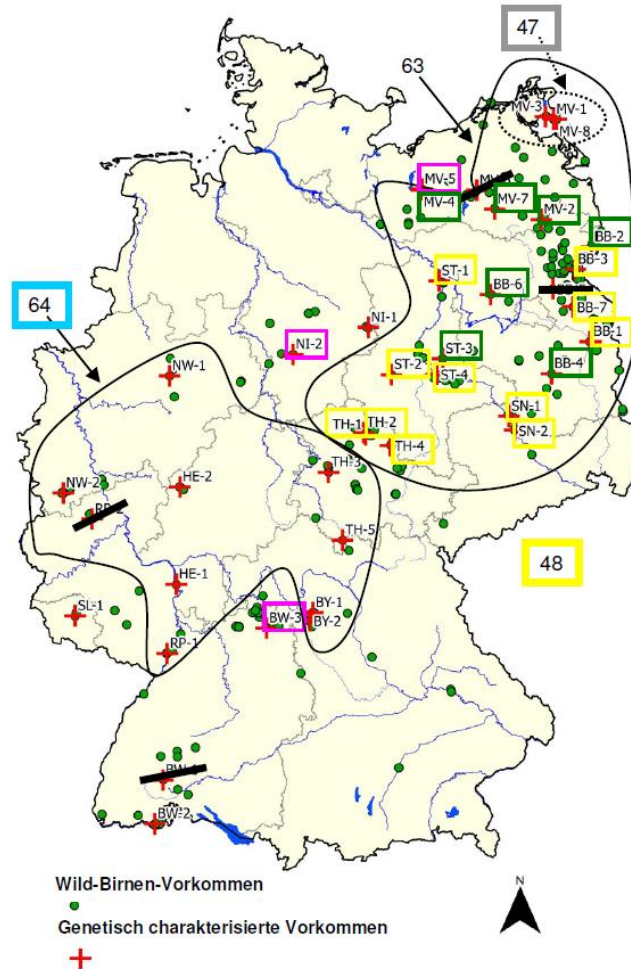
Das genetisch Besondere!

# Motivation: Brandenburg ist anders ...

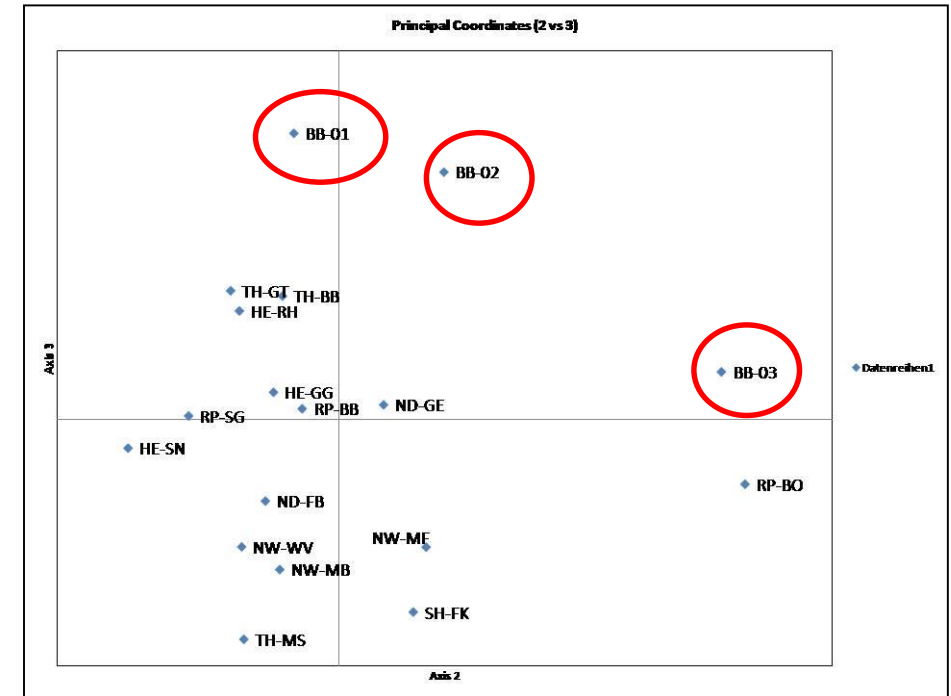
*Malus sylvatica*



*Pyrus pyraster*



*Coryllus avenella*



Leinemann et al., 2012, Plant Syst. Evol. 299: 369-378

# Konzept zur Erhaltung der genetischen Vielfalt (2014)

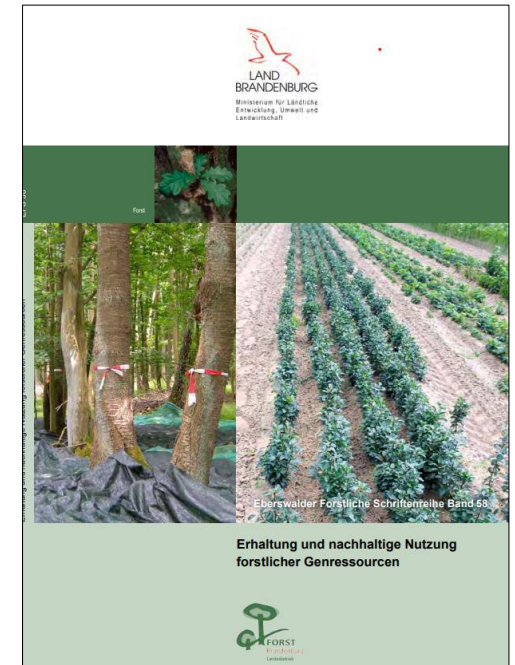
**LWaldG §4 (2)** .. Sicherung der Genressourcen als Teil der ordnungsgemäßen Forstwirtschaft...

-> **BA 44/2014**: Erfassung und Sicherung im Landeswald

Was soll **wie** erhalten werden ?

- Welche Arten/Populationen?
- Welche Regionen, Biotope?
- Wie viele Individuen, Populationen?

- Welche Maßnahmen?
- Welche Verantwortlichkeiten?



# Inhalt und Grundsätze des Konzeptes

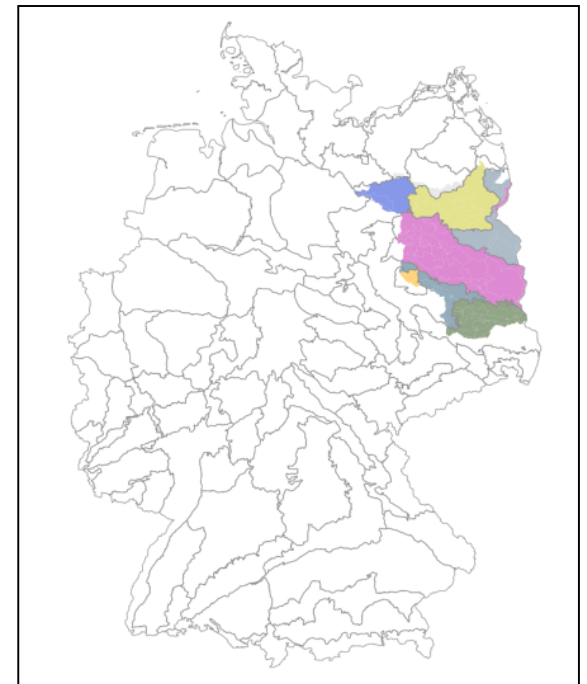
## Grundsätze:

1. (fast) alle vorkommenden Baumarten vertreten
2. Einbeziehung aller Eigentumsformen
3. so wenig wie möglich
4. so repräsentativ wie möglich
5. so genetisch wertvoll wie möglich
6. Synergien zu anderen Waldfunktionen nutzen
7. so langfristig wie möglich sichern/erhalten
8. so langfristig wie möglich unter Beobachtung
9. das gesamte Verbreitungsgebiet nutzen
10. wenig Belastungen für den Eigentümer, wenn möglich im Landeswald

- Regionalisierung in Generhaltungszonen (11 Wuchsgebiete/ oder HKG)
- 1-3 GCU je Erhaltungszone



max. ca. 1.000  
GCU  
für 1,1 Mio. ha  
Wald in  
Brandenburg



Waldfunktion: 79.00

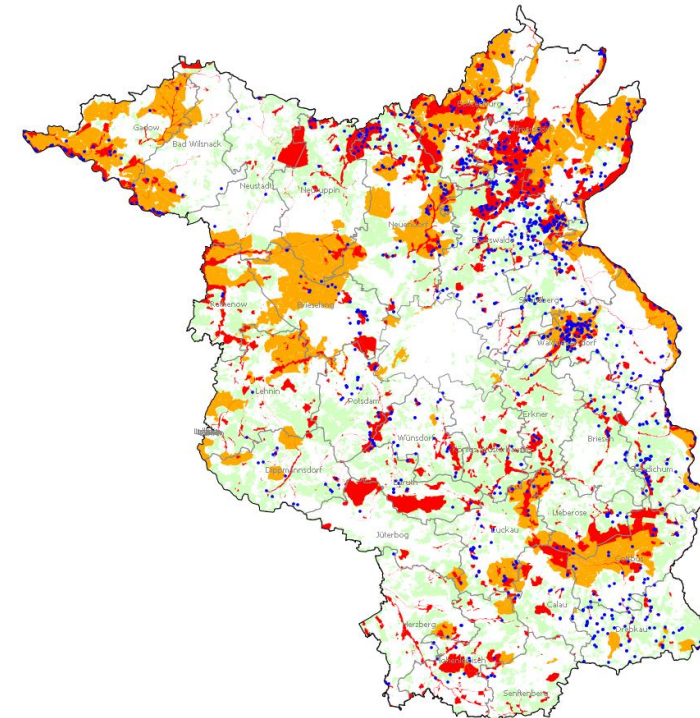
# Hot-spots der Generhaltung

- Saatgutbestände (1.445)
- Naturwälder (26+1)
- Forstliche Versuchs- und Monitoringflächen (2.636)
- Natura 2000 – Gebiete (12 Lebensraumtypen, 3.000 ha)

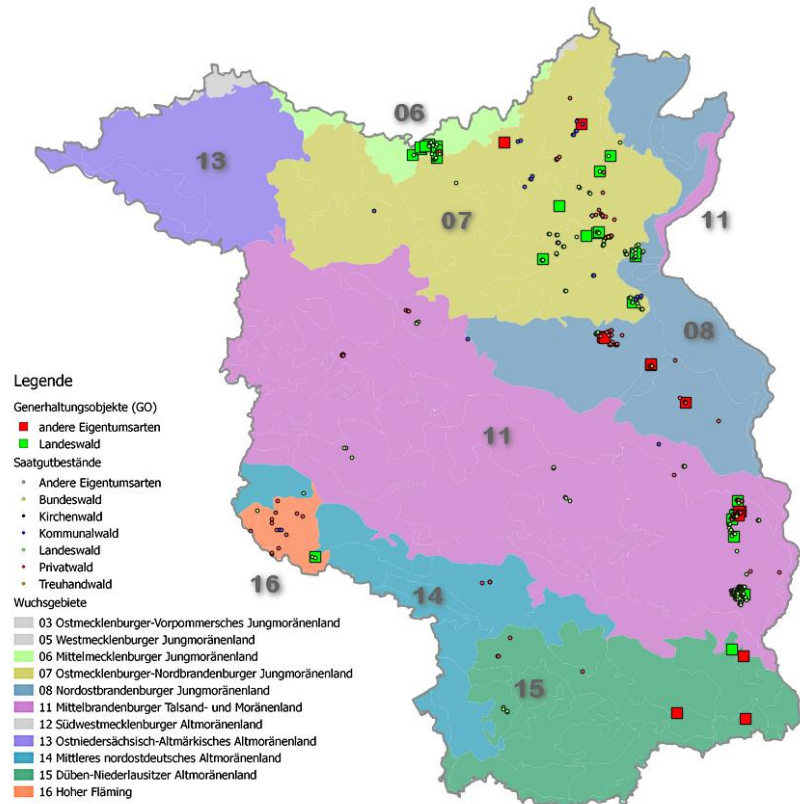
**Spezifisch für 33 Baumarten**

## Legende

- Generhaltungsobjekte (GO)
- Grenzen der Hoheits-Oberförstereien
- Flora-Fauna-Habitat-Gebiete (FFH)
- Vogelschutzgebiete (SPA)
- Waldbedeckung



# Beispiel: Trauben-Eiche

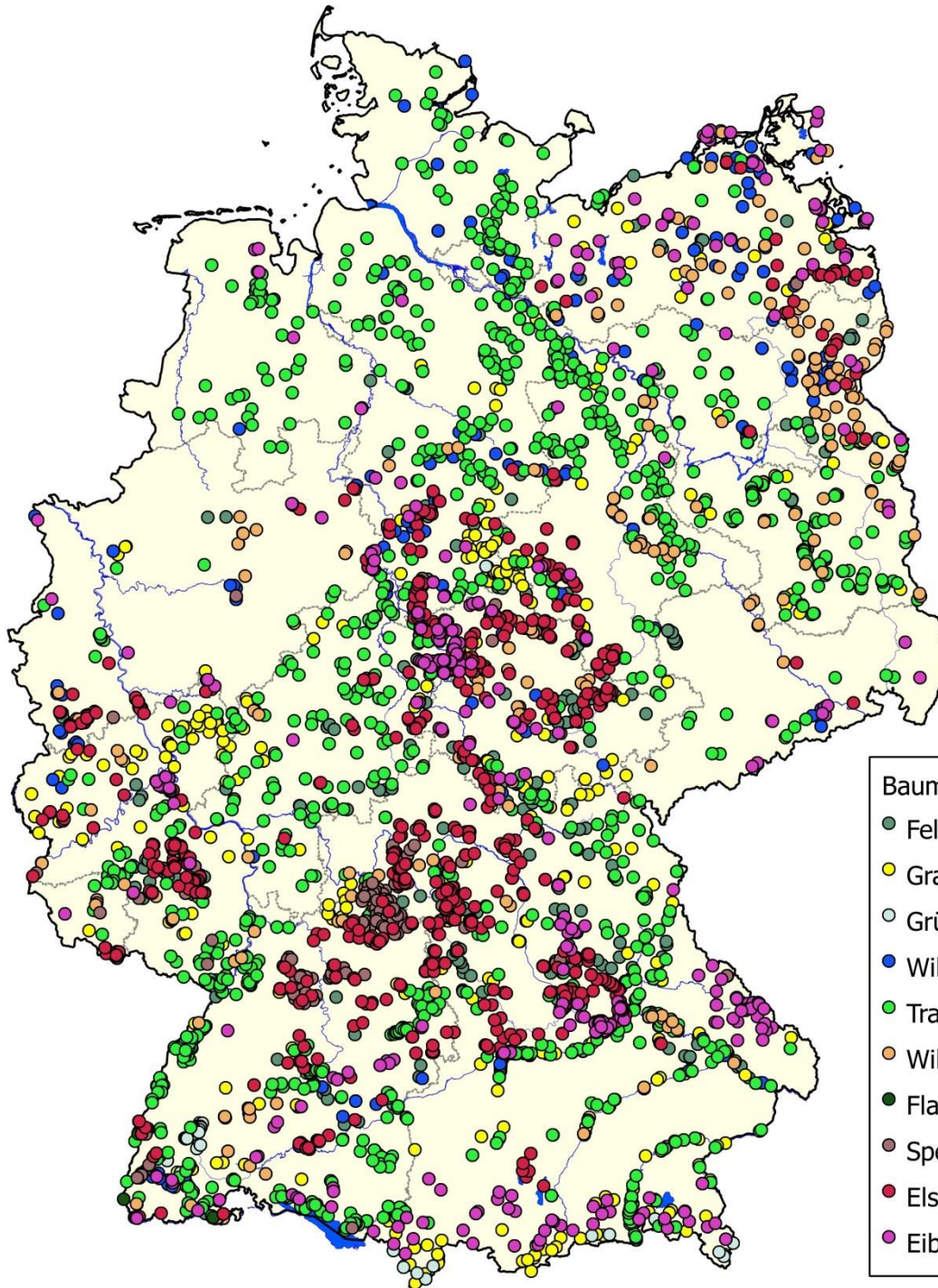


Baumart: <sup>α</sup>	Trauben-Eiche ( <i>Quercus petraea</i> (MAT.) <sup>α</sup> LIEBL.) <sup>α</sup>
Anzahl der Generhaltungszone(n) (max. 8) <sup>α</sup>	7 <sup>α</sup>
Ausgewiesene Generhaltungsobjekte, davon im Landeswald-[LW]-(Stand 2013) <sup>α</sup>	43 [28], Kartierung abgeschlossen. Genetische Analysen weitgehend abgeschlossen. Sonderfall: „Alteichen der Schorfheide“. <sup>α</sup>
Zielgröße von GO je GEZ [IST] <sup>α</sup>	GEZ-06: → 1-[7] <sup>¶</sup> GEZ-07: → 2-[13] <sup>¶</sup> GEZ-08: → 2-[7] <sup>¶</sup> GEZ-11: → 3-[11] <sup>¶</sup> GEZ-14: → 1-[ ] <sup>¶</sup> GEZ-15: → 2-[4] <sup>¶</sup> GEZ-16: → 1-[1] <sup>α</sup>
Ökologischer Generhaltungsindex (I <sub>GEZ</sub> ) <sup>α</sup>	0,86 <sup>α</sup>
Herkunftsgebiete in Brandenburg und zugelassene Saatgutbestände (Anzahl/Fläche) <sup>α</sup>	818-02-Ostsee-Küstenraum-5-St. (52,30-ha) <sup>¶</sup> 818-03-Heide und Altmark: - <sup>¶</sup> 818-04-Ostdeutsches Tiefland-138-St. (1.621,28-ha) <sup>¶</sup> Ges. 1.673,58-ha <sup>α</sup>
Kategorien des Vermehrungsgutes: <sup>¶</sup>	Saatgutbestände (Fläche in ha) <sup>¶</sup>
Kat. „ausgewählt“ <sup>¶</sup>	1.673,58-ha <sup>¶</sup>
Kat. „qualifiziert“ <sup>¶</sup>	- <sup>¶</sup>
Kat. „geprüft“ <sup>α</sup>	- <sup>α</sup>
Versuchsflächen (Anzahl) <sup>α</sup>	502 <sup>α</sup>
Schutzstatus (z.B. FFH) <sup>α</sup>	Natürliche Trauben-Eichenwälder unterliegen dem gesetzlichen Biotopschutz (§32-BbgNatSchG) und sind selten. In Vergesellschaftung mit anderen Baumarten (Rot-Buche, Hainbuche, Winter-Linde) in 7 Lebensraumtypen nach FFH-Richtlinie geschützt. <sup>α</sup>
Angaben zur Gefährdung <sup>α</sup>	nicht gefährdet <sup>α</sup>
Besonderheiten der Baumart in Brandenburg <sup>α</sup>	Bedeutende nationale und internationale Vorkommen in Brandenburg. <sup>α</sup>
Generhaltungsziele <sup>α</sup>	(1) Erhaltung und Vermehrung natürlicher Vorkommen in situ <sup>¶</sup> (2) ex-situ-Erhaltung bei Alteichen <sup>α</sup>
Schwerpunkt-Maßnahmen: in situ <sup>α</sup>	Wiederholungsaufnahmen spätestens nach 10 Jahren <sup>α</sup>
Schwerpunkt-Maßnahmen: ex situ <sup>α</sup>	Generhaltung der Alteichen, v. a. in der Schorfheide <sup>α</sup>



# Aktueller Stand der Erhaltung

# Kartierung seltener Baumarten



## Erfassung 2010-2013:

- 7.611.993 Bäume
- 4.026 Vorkommen (n>5 Bäume)
- 184.524 ha Gesamtfläche

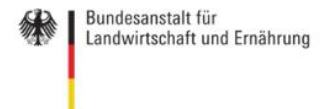
### Baumart

- Feldahorn
- Grau-Erle
- Grün-Erle
- Wild-Apfel
- Traubenkirsche
- Wild-Birne
- Flaumeiche
- Speierling
- Elsbeere
- Eibe

Gefördert durch:



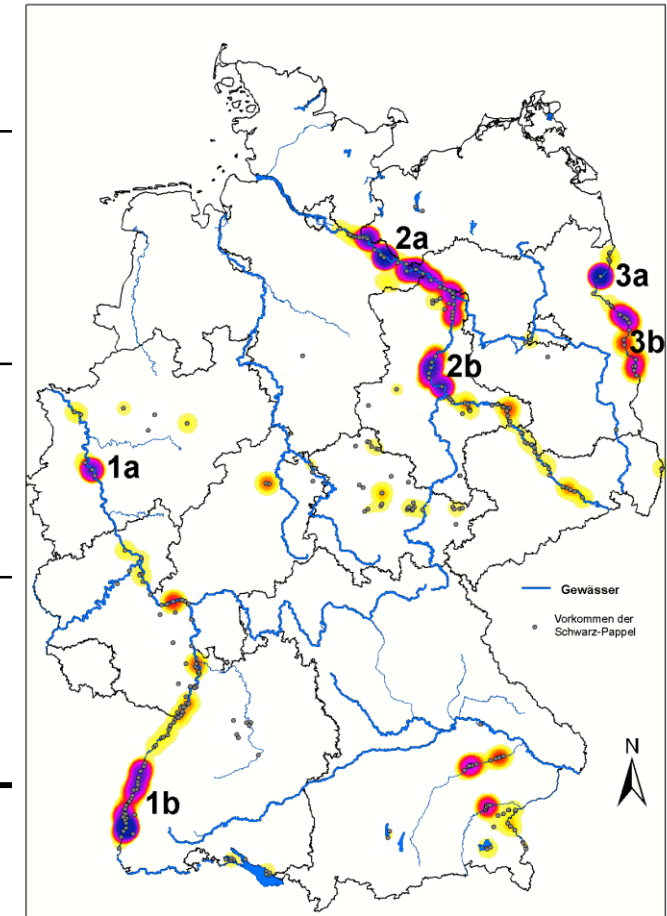
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



# Beispiel: **Genzentren Schwarz-Pappel**

## 44.463 Schwarz-Pappeln in 283 Vorkommen

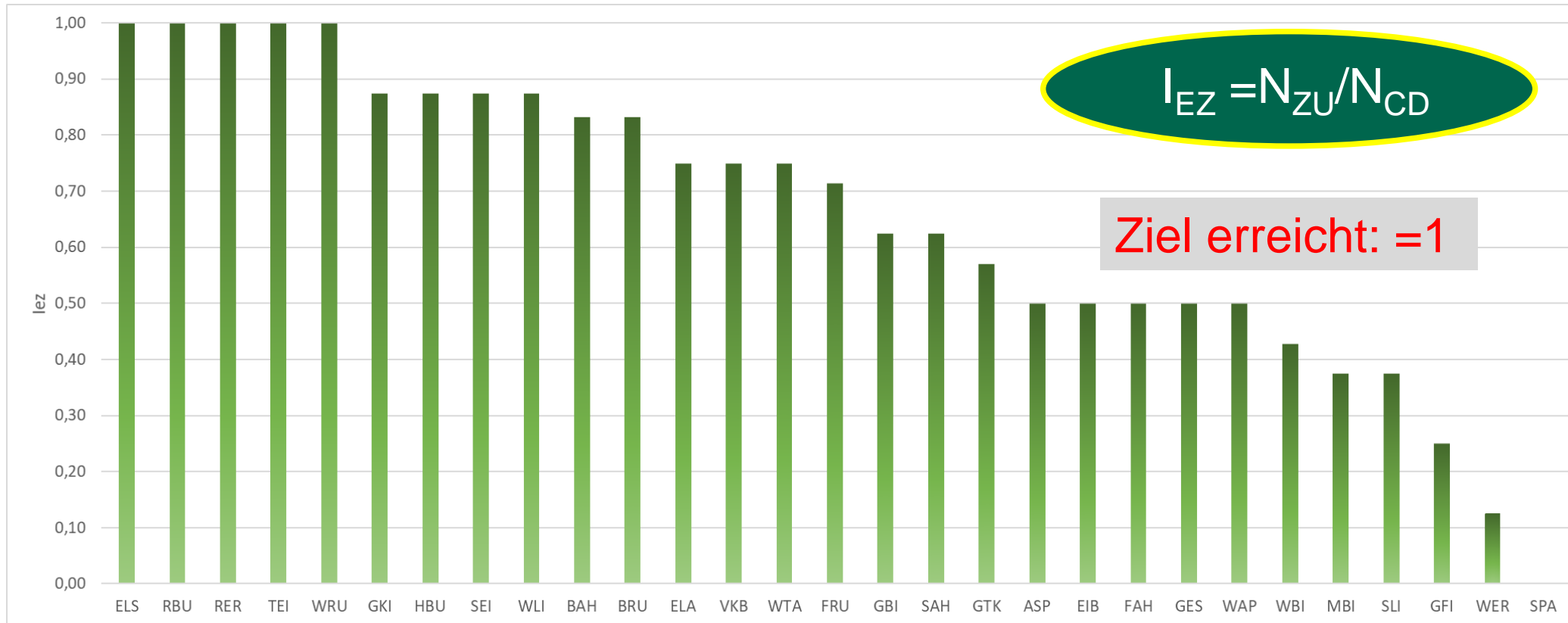
Gen- zentrum	Fluss		Teilbereiche
1	Rhein	1a 1b	Niederrhein Oberrheinisches Tiefland
2	Elbe	2a 2b	Untere Elbe Obere Elbe
3	Oder	3a 3b	Untere Oder Obere Oder



## Erhaltungsmaßnahmen: *In-situ* vs. *Ex-situ*

Kriterien	<i>In-situ</i>	<i>Ex-situ</i>
Aufwand Anlage	gering	hoch
Aufwand Kontrolle	hoch	gering
Erhaltungssicherheit	801 LW: 528 NLW: 273	17
Genetische Vielfalt		
Baumarten	Hauptbaumarten	seltene Arten, besondere Klone

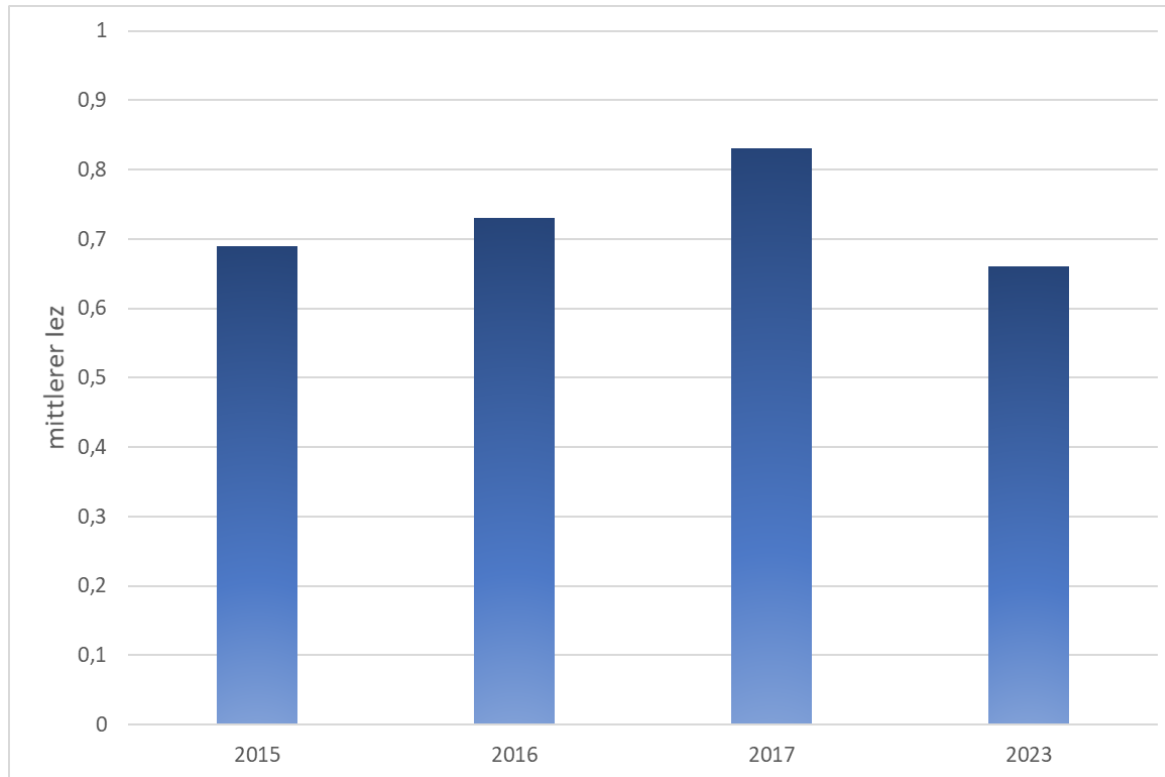
## Zielgröße: Generhaltungsindex (*in situ*)



$N_{ZU}$ : Generhaltungszonen mit GO

$N_{CD}$ : Gesamtzahl der Generhaltungszonen einer Art (in BB)

## Zielgröße: Generhaltungsindex (*in situ*)



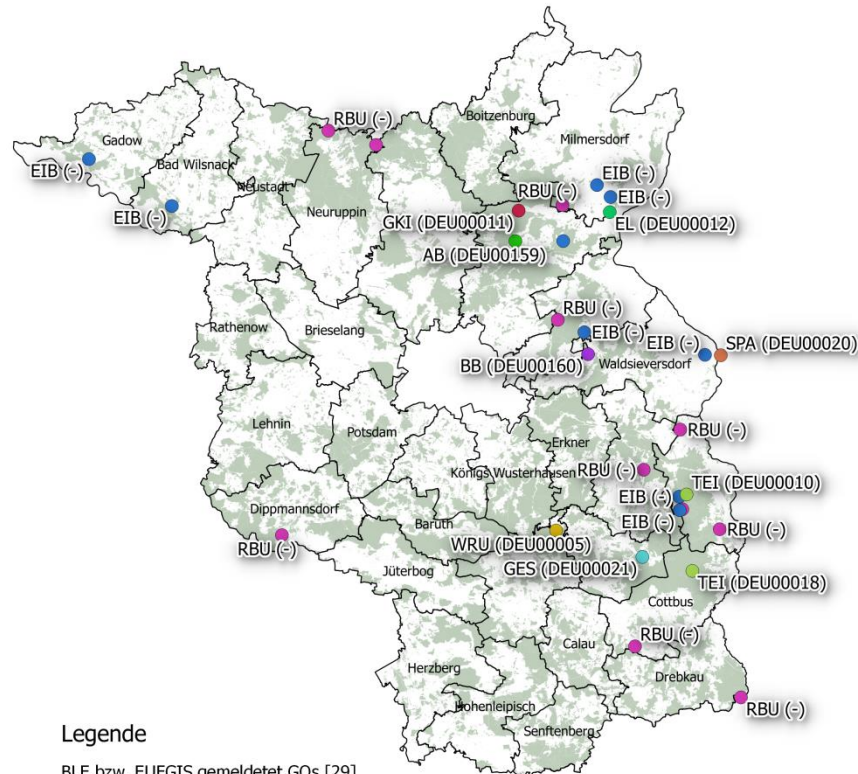
$$I_{EZ} = N_{ZU} / N_{CD}$$

Ziel erreicht: =1

$N_{ZU}$ : Generhaltungszonen mit GO

$N_{CD}$ : Gesamtzahl der Generhaltungszonen einer Art (in BB)

# Generhaltungsbestände mit Bedeutung für Europa



## Legende

BLE bzw. EUFGIS gemeldet GOs [29]

- Eibe [9]
- Elsbeere [1]
- Esche [1]
- Flatter-Ulme [1]
- Kiefer [1]
- Rotbuche [11]
- Schwarz-Pappel [1]
- Trauben-Eiche [2]
- Wild-Apfel [1]
- Wild-Birne [1]
- Grenzen der Hoheitsoberförstereien
- Wald

Anz.	Baumart
9	Eibe
1	Elsbeere
1	Esche
1	Flatter-Ulme
1	Kiefer
2	Rot-Buche
1	Schwarz-Pappel
2	Trauben-Eiche
1	Wildapfel
1	Wildbirne
<b>20</b>	<b>gesamt</b>

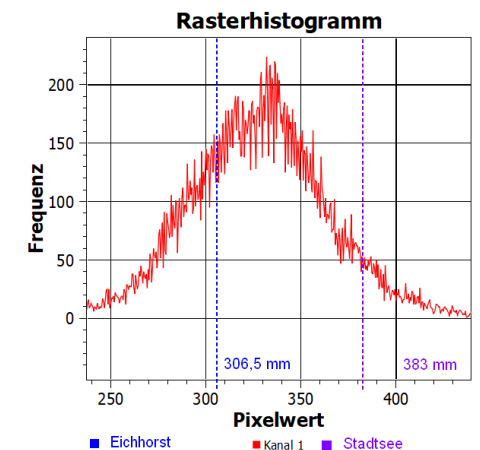
-> EUFGIS-Datenbank: [www.eufgis.org](http://www.eufgis.org)

# Ex-situ Erhaltung

## FBS Eichhorst



Fruchtansatz der Elsbeere (8/23)



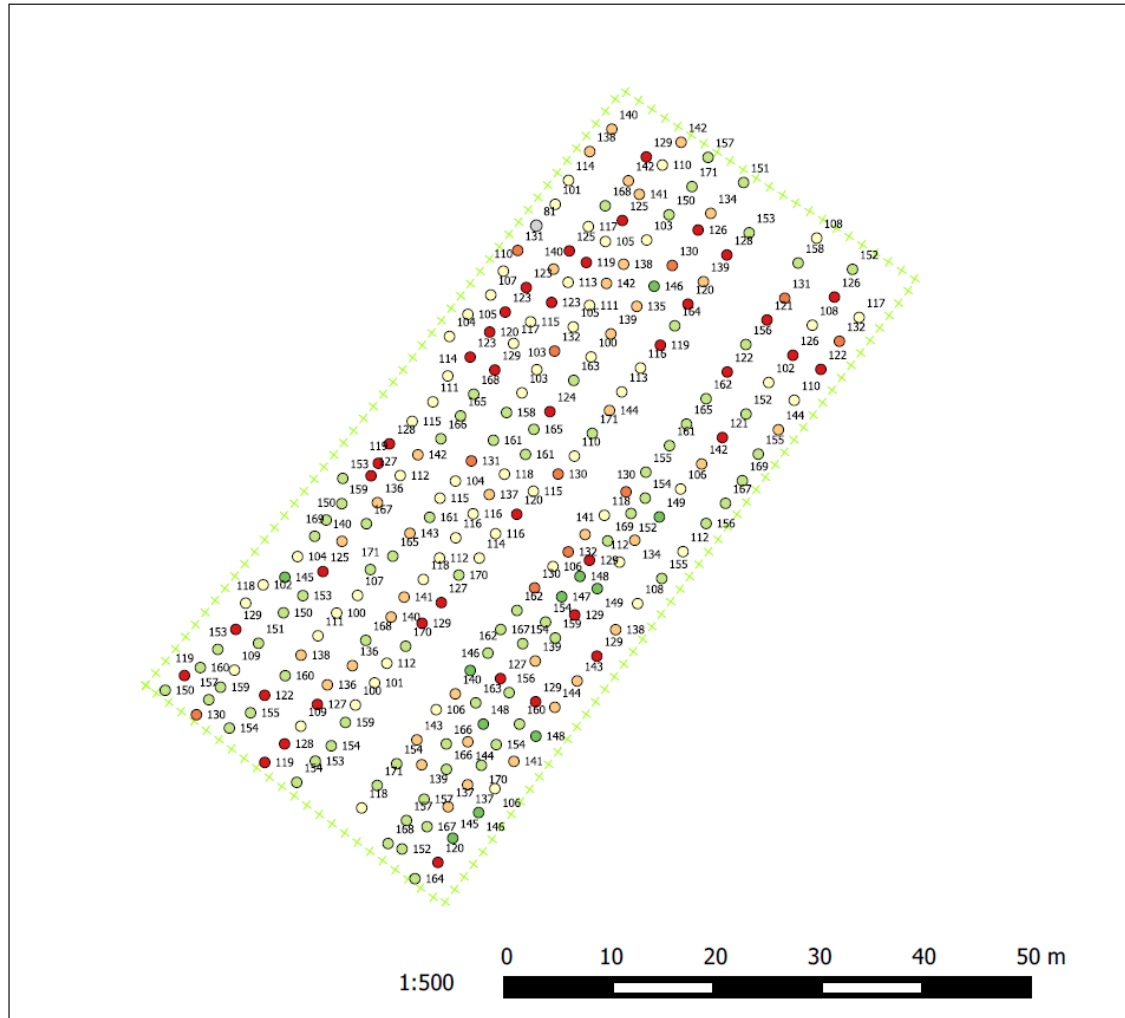


## Ex-situ Erhaltung

### FBS Eichhorst

Baumart	Baumart wissenschaftlich	Begründung	Vermehrungstyp	Stückzahl	Fläche [ha]	Zweck
Spitz-Ahorn	Acer platanoides (L.)	2019	Propfreiser	120	0,54	Forstliche Generhaltung
Baumhasel	Corylus colurna (L.)	2021	Einzelbaumweise Absaat	300	1,30	Prüfung alternativer Baumarten
Gem. Esche	Fraxinus excelsior (L.)	2019	Propfreiser	122	0,33	Resistenzforschung Eschentriebsterben
Hybridnuss	Juglans nigra x ...	2021	Propfreiser	56	0,34	Prüfung alternativer Baumarten
Wild-Apfel	Malus sylvestris (Mill.)	2021	Propfreiser	138	0,24	Samenplantage Gebietsheimische Gehölze
Douglasie	Pseudotsuga menziesii (Franco)	2020	Propfreiser	111	0,45	Forstliche Generhaltung
Wildbirne	Pyrus pyraeaster (L.)	2021	Propfreiser	134	0,25	Samenplantage Gebietsheimische Gehölze
Flaumeichen-Hybriden	Quercus petraea x pubescens	2021	Einzelbaumweise Absaat	100	0,25	Prüfung alternativer Baumarten
Elsbeere	Sorbus torminalis (Crantz)	2022	Propfreiser	136	0,24	Samenplantage Gebietsheimische Gehölze
Riesen-Lebensbaum	Thuja plicata (L.)	2019	Bestandes-Absaat	121	0,33	Forstliche Generhaltung
Sommer-Linde	Tilia platyphyllos (Scop.)	2019	Propfreiser	268	1,20	Forstliche Generhaltung
			Summen:	<b>1606</b>	<b>5,47</b>	

## Beispiel: Wild-Birne



### Wildbirnen - Klonarchiv Stadtbruch

Stadtwald Eberswalde  
Abt. 455 NHB 1  
GPS: N 52.86573 E 13.782392

Größe: 0,25 ha  
Herkünfte: 6  
Stückzahl: 240  
Klone: 72

#### Legende

##### Herkunft

- Danewitz
- Gemarkung Mlode (Calau)
- Grunow-Dannendorf
- Paulinenaue
- Rassmannsdorfer Werder
- Sauen
- Brandenburg



## 2 Grenzen der Erhaltung

1. **Selektionsfaktoren** („Arbeiten gegen die Natur“; Grenzen der Anpassungsfähigkeit)
2. **Zielkonflikte** mit anderen Naturschutz-/Bewirtschaftungszielen
3. **Eigentümergeviertel**, Informationsflüsse
4. **Abstimmung** mit anderen Ressorts und Bundesländern
5. **Ressourcen** (Personal, Kosten)
6. **Grenzen des Wissens**

...

## Verluste durch natürliche Schadfaktoren



Trockenheit im Sommer-  
Lindenquartier (Juli 2019)



Eschen-  
Triebsterben  
(Oktober 2023)



Mäuseschäden an Esche  
(Oktober 2023)



abgestorbener Baumhasel  
(Mai 2023)



Windwurf FBS Eichhorst, Wildapfel Quartier  
(März 2022)

## Verluste durch Zielkonflikte: Beispiel Schwarz-Pappel



2005



2007



2012



2013

Beisp. Schwarz-Pappel (NP UT, Küstrin)

3.676 St. (2006) ... 475 St. (2013) ~ 13%

# Generhaltung im „Nicht-Landeswald“ 273 GCU

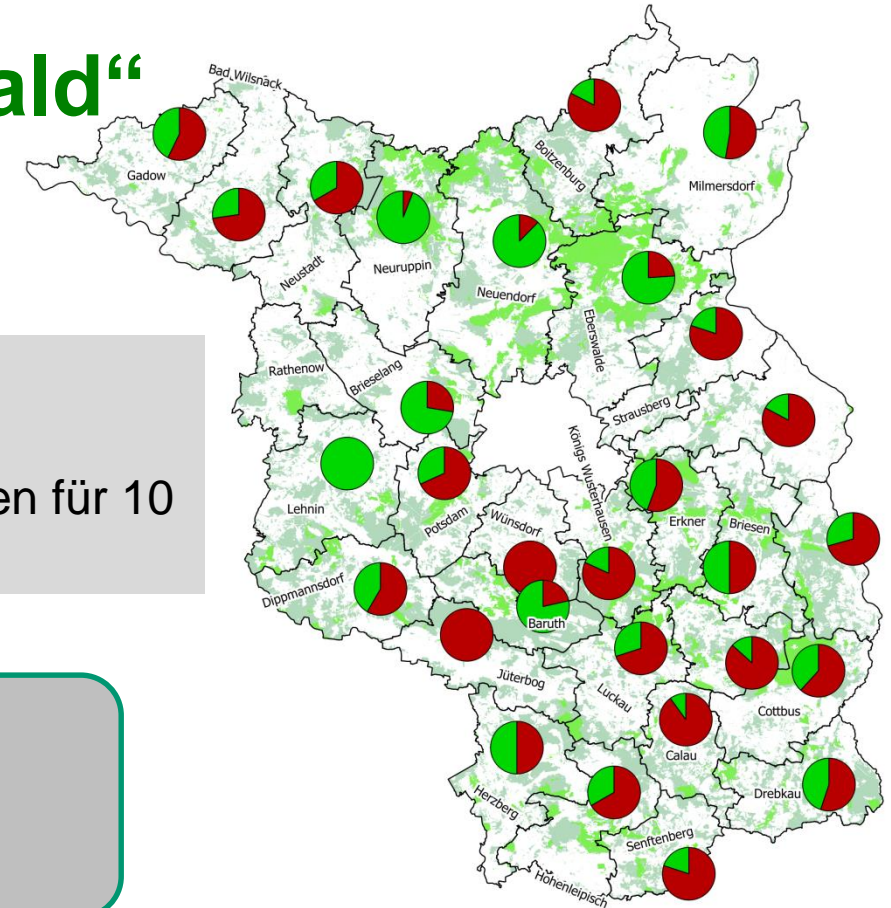
## Beratung und Förderung

IV.2.12: Erhalt von Generhaltungsobjekten: Erhalt von max. 40 Bäumen für 10 Jahre einmal je Generhaltungsobjekt 500,00 €

Förderung über Walderhaltungsabgabe

Fördermittelausgabe: 52 Bescheide (93 GCU)

42.750,00 €



### Legende

- Hoheitsoberförstereien und Waldfunktion 7900
- Landeswald
- Nicht-Landeswald
- Landeswald
- Nicht-Landeswald

# Grenzen des Wissens

- Aussagekraft von Indikatoren/Markern zur Überlebensfähigkeit von Individuen/Populationen
- Genotypisierung vrs. Phänotypisierung
- polygenetische Anpassungsreaktionen
- geringe Diversität von Stressgenen
- Witterungsextreme als „harte“ Selektionsfaktoren
- .....

PNAS 2021 Vol. 118 No. 10 e2015096118

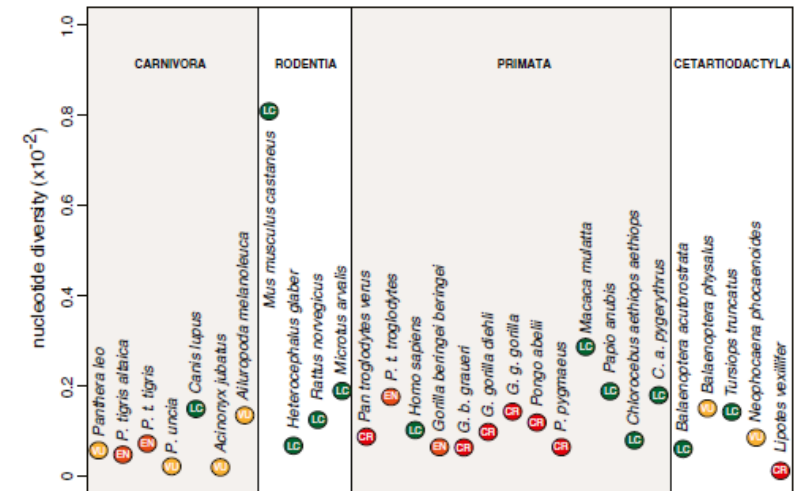
## The inflated significance of neutral genetic diversity in conservation genetics

João C. Teixeira<sup>a,b,1</sup> and Christian D. Huber<sup>a,1</sup>

Edited by Andrew G. Clark, Cornell University, Ithaca, NY, and approved December 30, 2020 (received for review July 22, 2020)

The current rate of species extinction is rapidly approaching unprecedented highs, and life on Earth presently faces a sixth mass extinction event driven by anthropogenic activity, climate change, and ecological collapse. The field of conservation genetics aims at preserving species by using their levels of genetic diversity, usually measured as neutral genome-wide diversity, as a barometer for evaluating population health and extinction risk. A fundamental assumption is that higher levels of genetic diversity lead to an increase in fitness and long-term survival of a species. Here, we argue against the perceived importance of neutral genetic diversity for the conservation of wild populations and species. We demonstrate that no simple general relationship exists between neutral genetic diversity and the risk of species extinction. Instead, a better understanding of the properties of functional genetic diversity, demographic history, and ecological relationships is necessary for developing and implementing effective conservation genetic strategies.

conservation genetics | adaptive potential | inbreeding depression | genetic load | species extinction



# Überraschende Ergebnisse

Science 377 (2022): 1431-1435

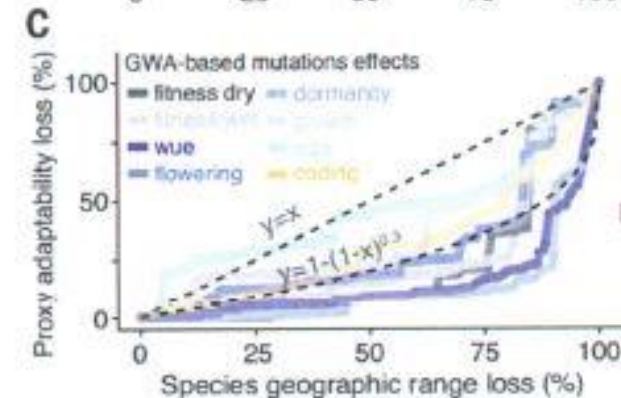
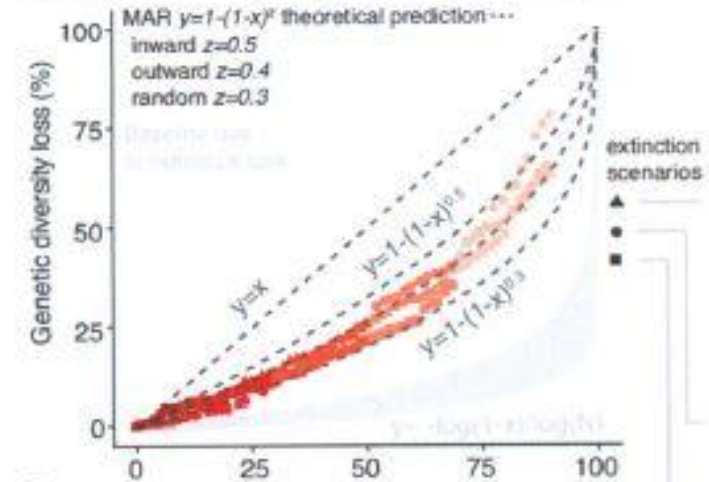
## BIODIVERSITY

### Genetic diversity loss in the Anthropocene

Moises Exposito-Alonso<sup>1,2,3\*</sup>, Tom R. Booker<sup>4,5</sup>, Lucas Czech<sup>1</sup>, Lauren Gillespie<sup>1,6</sup>, Shannon Hateley<sup>1</sup>, Christopher C. Kyriazis<sup>7</sup>, Patricia L. M. Lang<sup>2</sup>, Laura Leventhal<sup>1,2</sup>, David Nogues-Bravo<sup>8</sup>, Veronica Pagowski<sup>2</sup>, Megan Ruffley<sup>1</sup>, Jeffrey P. Spence<sup>9</sup>, Sebastian E. Toro Arana<sup>1,2</sup>, Clemens L. Weiß<sup>9</sup>, Erin Zess<sup>1</sup>

- 20 Tier- und Pflanzenarten in EU/USA
- Mutations-Area-Relationship (MAR)
- Rückgang der Allelhäufigkeit korreliert nicht linear mit dem Habitatverlust
- Verlust der Anpassungsfähigkeit bleibt auch bei größerem Habitatverlust erhalten und steigt bei 80% sprunghaft an
- Phenotyp ist noch „stabiler“ als Genotyp

**A** Genetic diversity loss per area predicted by MAR





# 3 Perspektiven

# Künftige Aufgaben

- Erweiterung der *ex situ* - Erhaltung
- Nachhaltige *in situ* - Erhaltung benötigt **Genetisches Monitoring**
- **Verbreitung** genetischer Informationen (Vermehrung, Verjüngung) absichern
- So wenig wie möglich, so viel wie nötig: **Diversität und Differenzierung**
- **Sicherheit erhöhen**: Genotypisierung mit Phänotypisierung verknüpfen (Epigenetik)
- NLW-Eigentümer haben viele GO -> **Förderung aufrechterhalten**
- **Kommunikation** mit allen Akteuren pflegen
- Personelle Ressourcen in Brandenburg erhöhen
- **Kooperationen suchen**: z.B. bundesweit einheitliche **Kartierungsprogramme**
- **Zentrale Datenbanken** als Grundlage für Nutzung FGR

## Fazit

- Genetische Vielfalt macht der Evolution ein **Angebot** (erhöht die Chancen, Zeitgewinn)
- Genetische Strukturen von Gehölzpopulationen in BB **unterscheiden sich vom Rest D**
- **Ausweisung von GCU** entspricht einem zufriedenstellendem  $I_{EZ}$
- zahlreiche kleine Populationen div. Baumarten mit hoher Vielfalt, die **auf Verbreitung** warten
- **Ex situ-Maßnahmen** gewinnen zunehmend an Bedeutung
- zahlreiche begrenzende Faktoren
- **statische** Erhaltung trifft auf **dynamische** Veränderungen der Rahmenbedingungen:
  - > **Monitoring** um Risiken zu erkennen und handeln zu können

**Wert genetischer Informationen ist noch nicht verbreitet bei den Akteuren angekommen!**



**Dank**

**Genetische Nachhaltigkeit:  
Das Erbe annehmen, mehren und  
weitergeben !**