



Arbeitskreis Wildbiologie an der Justus-Liebig-Universität Gießen e. V.

Aktuelle Erkenntnisse zur Genetik des Rotwildes und die Notwendigkeit zum Erhalt wichtiger Wanderkorridore

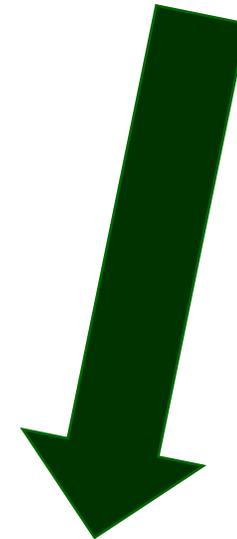
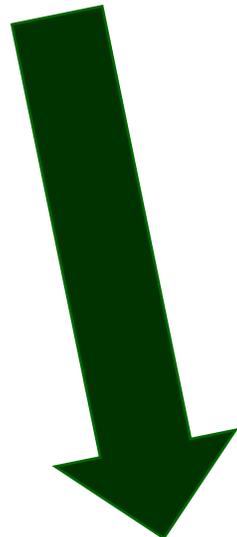
Gerald Reiner

Grundproblem

**Gebietsweise hohe
Populationsdichten
verhindern teilweise
die Umsetzung
zeitgemäßer
Waldbaukonzepte**



Rotwild (Rote Liste)
- Häufig (200.000)
- Weit verbreitet
- Lebensraum vorhanden
➔ ungefährdet



➔ Scharfe Restriktion und Reduktion gefordert

Sind unsere Rothirschpopulationen wirklich ungefährdet?

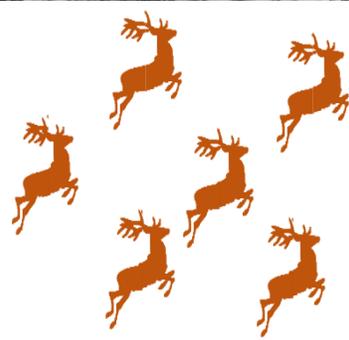
- **Neue Logik Rote Liste:** (Laikre et al., 2020, Garner et al., 2020, International Union for Conservation of Nature (IUCN) (Red List))
- Häufiges Vorkommen und Lebensräume allein reichen nicht zur Sicherung einer Art
- Nicht nur Quantität sondern v.a. **Qualität der Populationen** bestimmen deren Fortbestand
- **Es geht um:**
 - **Genetische Vielfalt in den Populationen**
 - **Genetischen Austausch zwischen den Populationen**

Rotwild häufig anzusprechen



= gesunde und stabile Populationen?

Äußeres Erscheinungsbild \neq genetische Vielfalt



Homozygotiegrad?



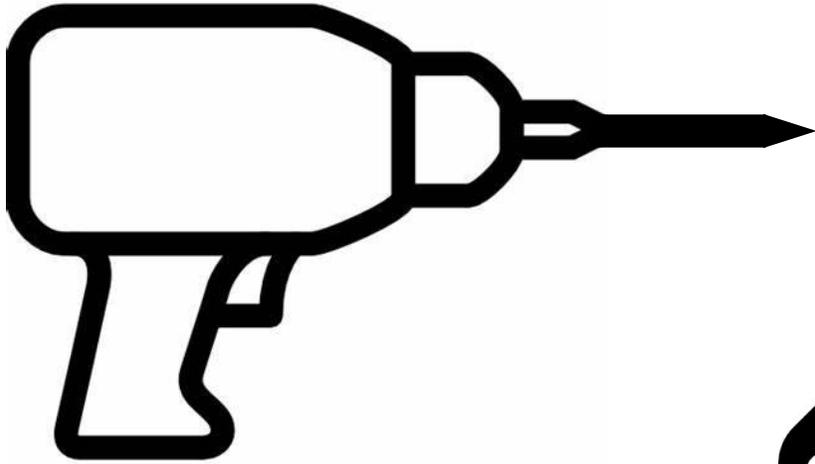
Äußeres Erscheinungsbild \neq genetische Vielfalt



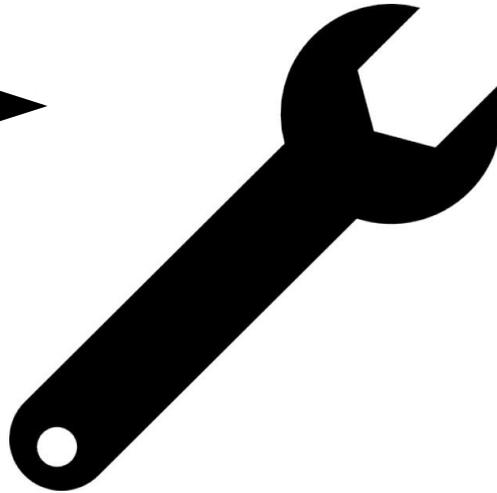
Homozygotiegrad?



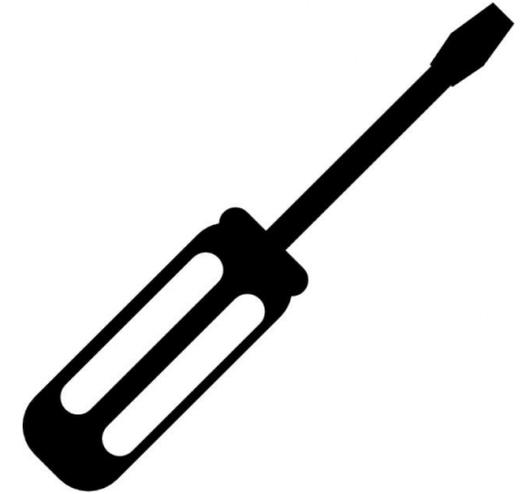
Was ist genetische Vielfalt?



Gen A



Gen B

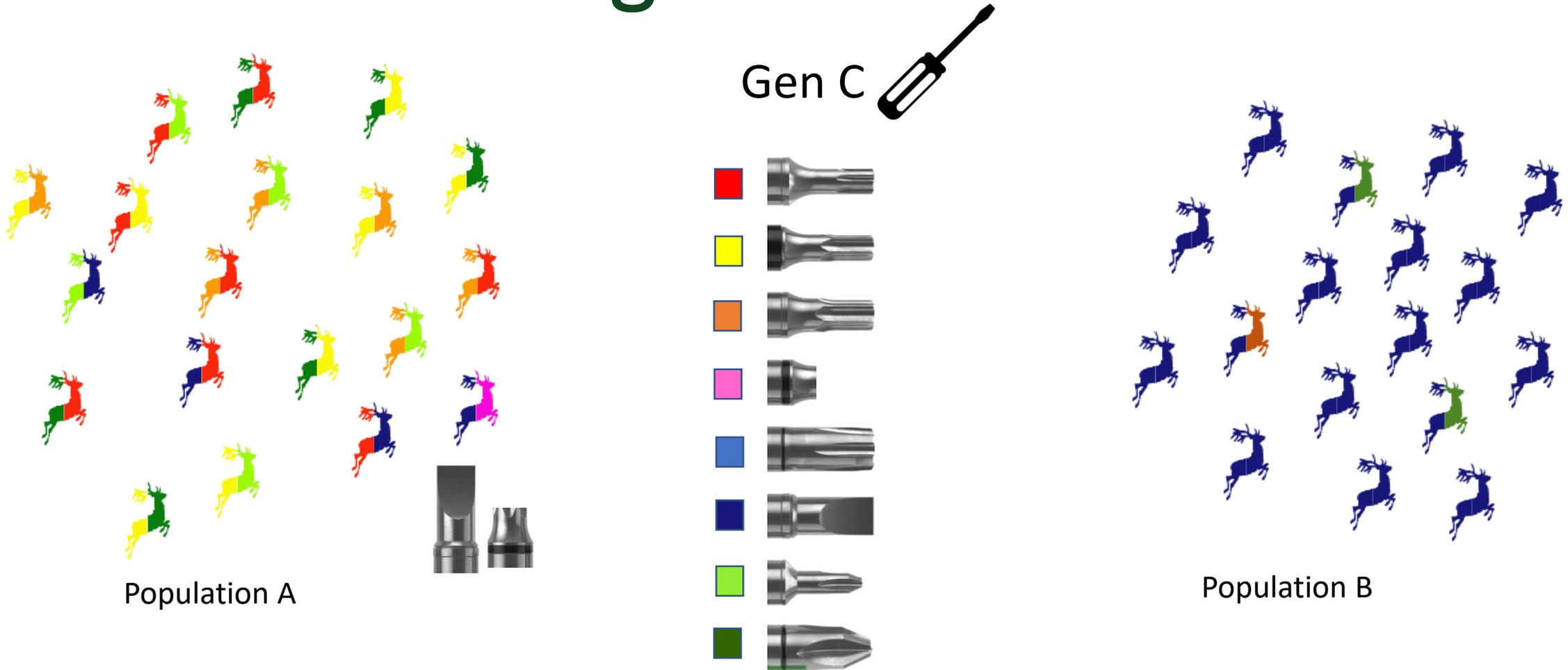


Gen C

...

Die Umsetzung des genetischen Bauplans braucht Werkzeuge (Gene)

Was ist genetische Vielfalt?



Aber noch wichtiger zur Umsetzung sind die jeweiligen Genvarianten

Kleine, isolierte Populationen

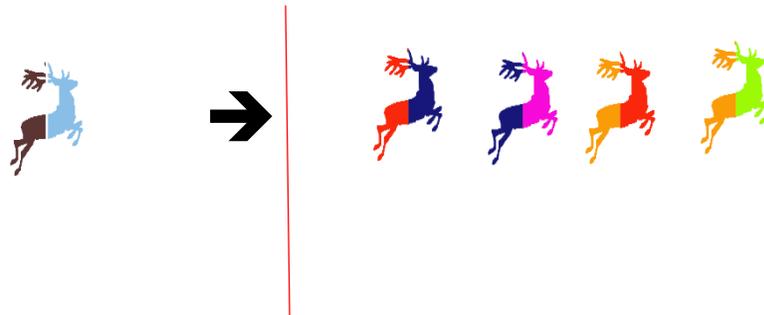
- Wenige Tiere = wenige Genvarianten



- Verlust EINES Tieres = Verlust wichtiger Genvariante(n)

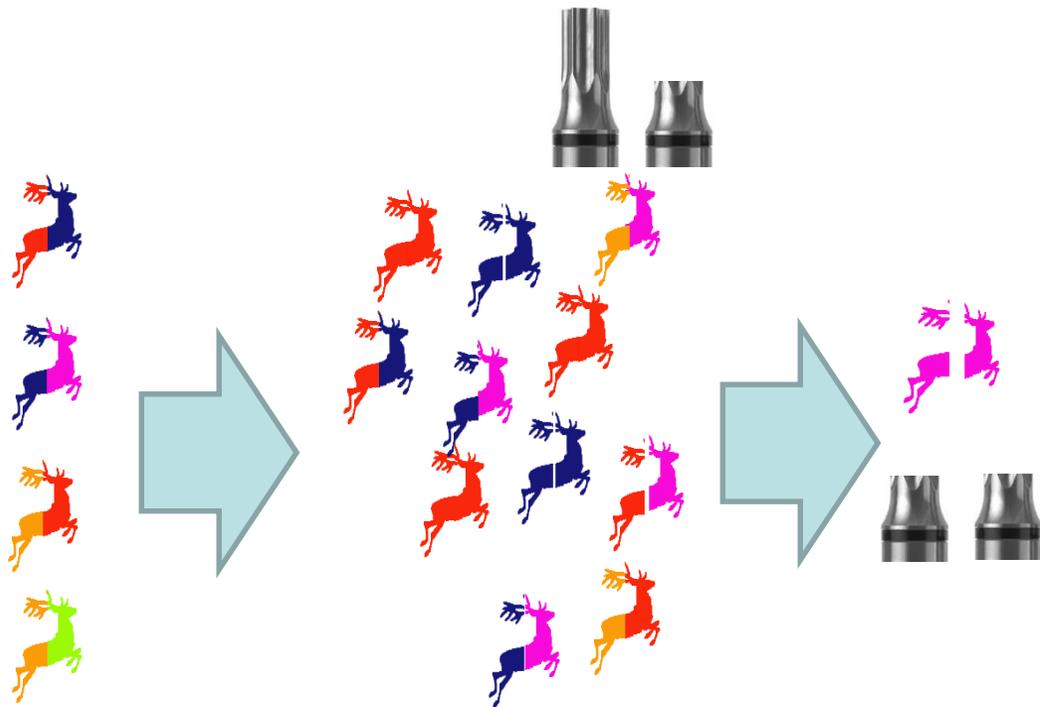


- Keine neuen Genvarianten von außen (Isolation)

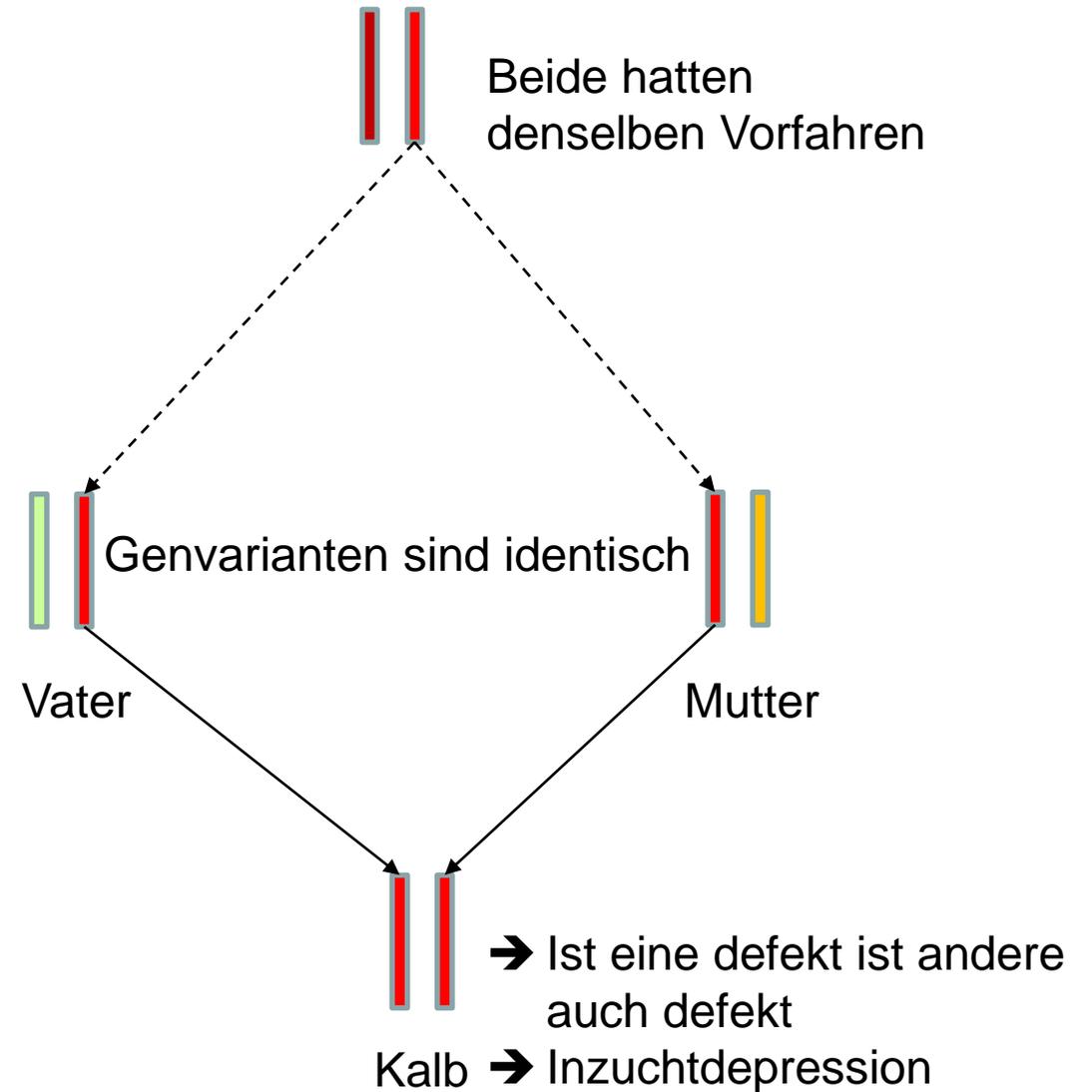


Kleine isolierte Populationen

Weniger Tiere → hohe Chance, dass ein Kalb von Vater und Mutter dieselbe Genvariante erbt = INZUCHT

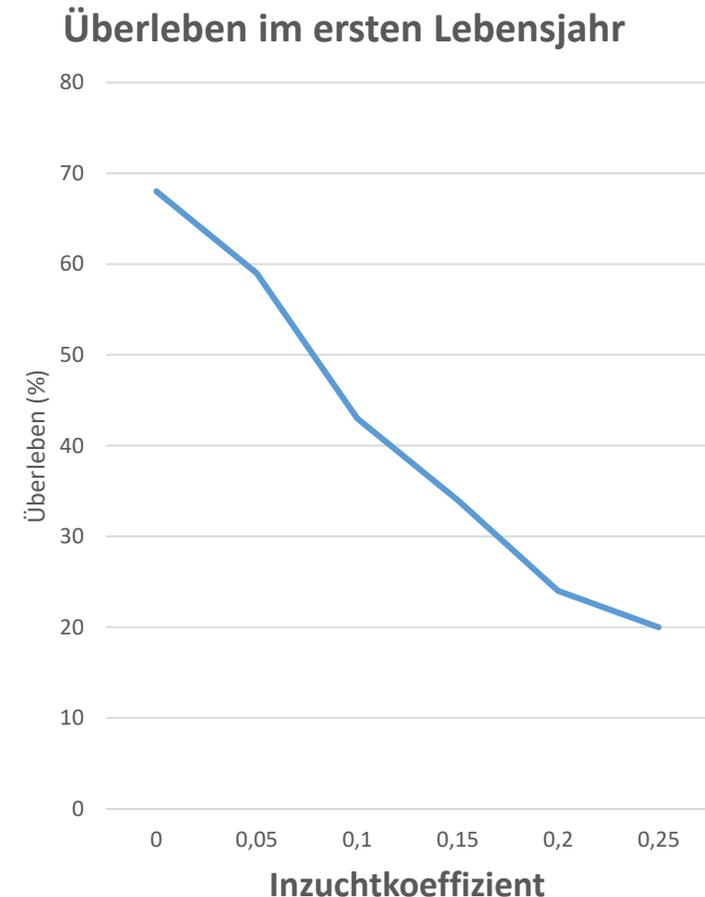


- Der Homozygotiegrad steigt an
- Genetische Vielfalt geht verloren
- Defektgene reichern sich an
- Homozygote Träger → Entwicklungsabbruch



Je mehr Gene an einem Merkmal beteiligt, desto höher die Chance auf Defekt

- Polygene Merkmale!
 - Embryonaltod, Spermaqualität
→ Schlechte Fruchtbarkeit
 - Schlechtes Anpassungsvermögen, reduzierte Vitalität, Krankheitsanfälligkeit (z.B. MHC)
→ **Aber: Symptome bleiben in der Natur verborgen**



Je mehr Gene an einem Merkmal beteiligt, desto höher die Chance auf Defekt

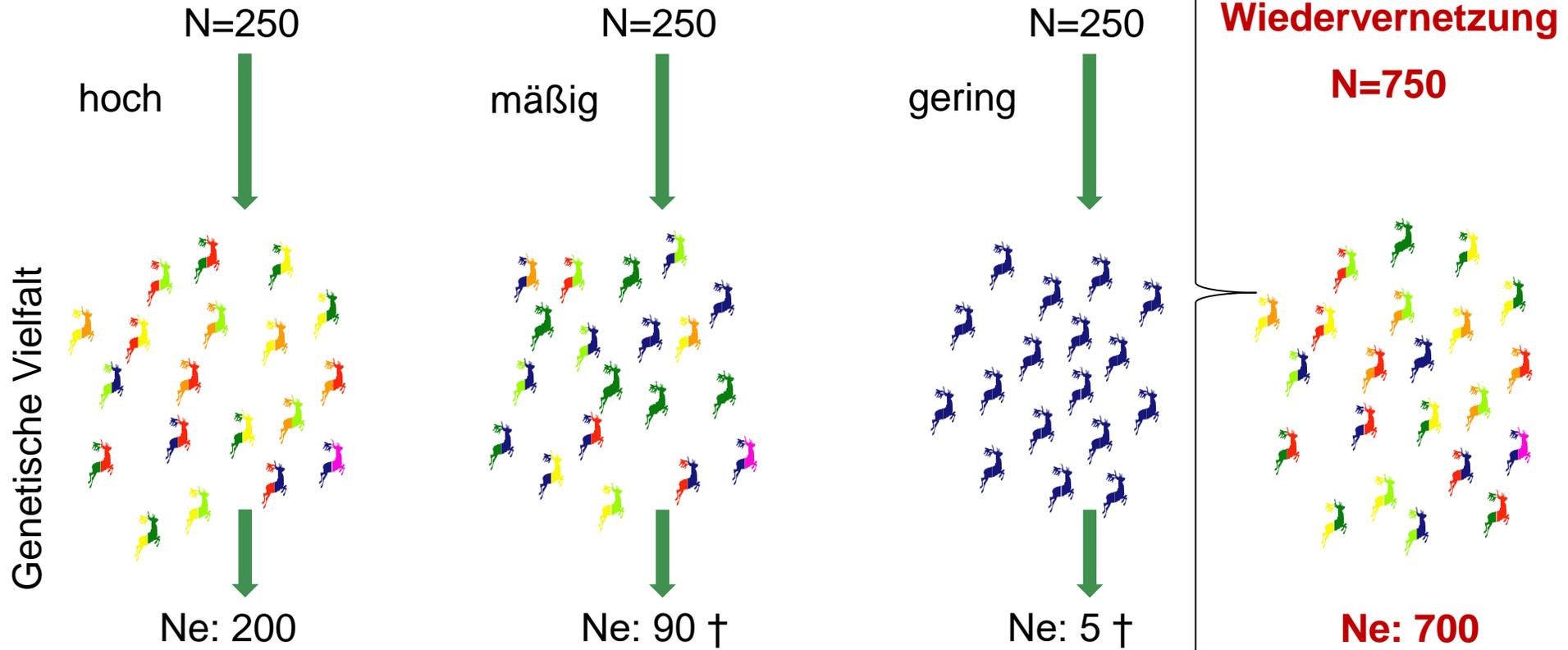
- **Anzeiger:** Missbildungen
- Schließlich: Bedrohung/Auslöschung der Population
- Beispiel: Hasselbusch, Schleswig-Holstein

(Zachos et al., 2007)



Ne < 500-1000
Nach internationalem wissenschaftlichem Standard:
Ohne Korrektur
keine Chance auf langfristige evolutive Anpassung

Ne < 100
Nach internationalem wissenschaftlichem Standard:
Ohne Korrektur
keine Chance kurzfristige Inzuchtdepressionen aufzufangen



A close-up photograph of a deer's face, looking directly at the camera. The deer has large, dark eyes and prominent ears. The background is a soft, out-of-focus green. Overlaid on the image is text in a light green color.

Es kommt nicht auf die bloße
Existenz von Populationen einer
Art an - sondern auf deren
genetische Vielfalt

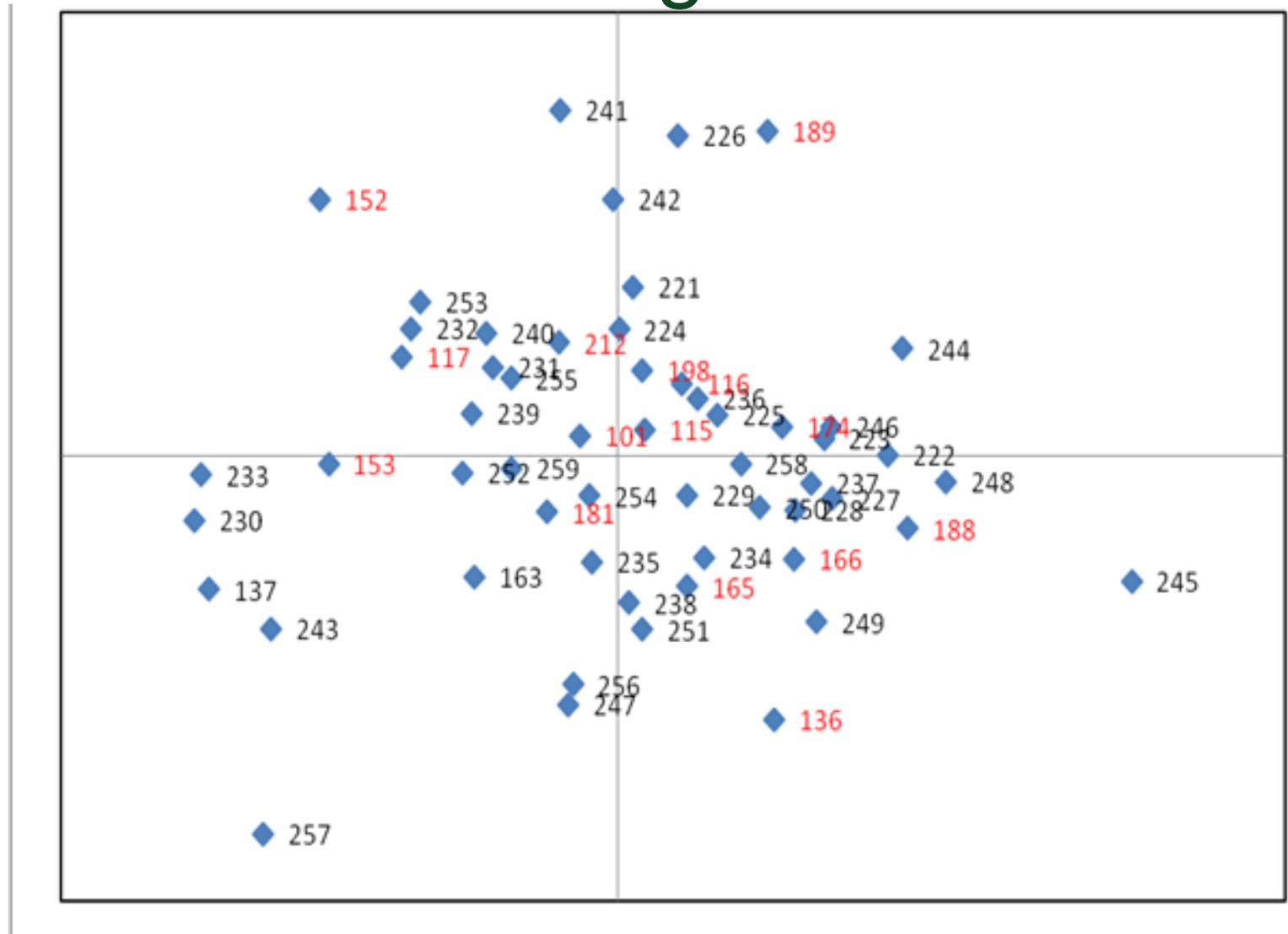
→ Nicht auf die absolute
sondern auf die effektive
Populationsgröße

Wie steht's ums Rotwild?

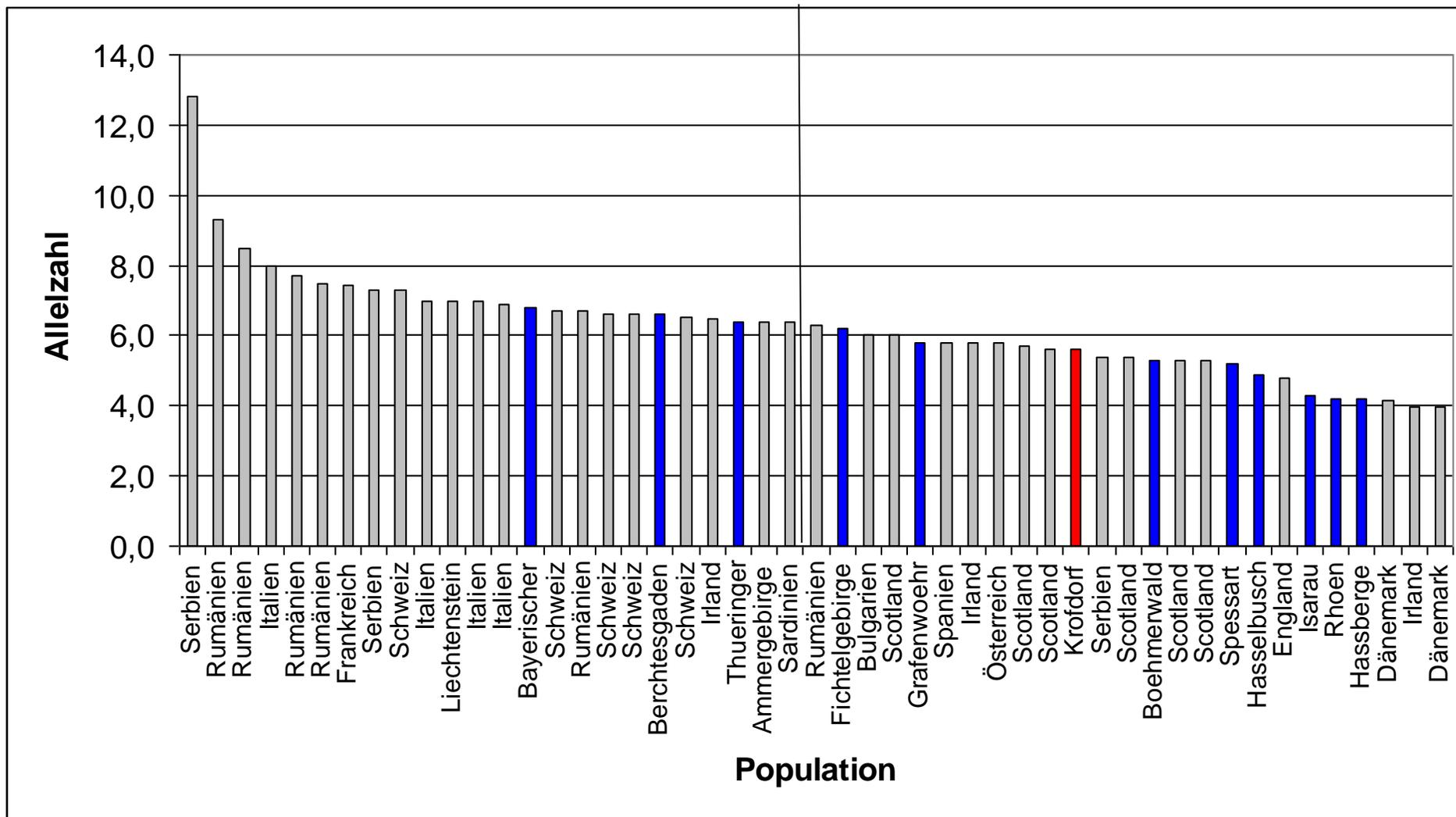
1. Erkenntnisse aus dem Krofdorfer Forst



Genmuster zeigen den Verwandtschaftsgrad der Hirsche



Genetische Vielfalt im nationalen und internationalen Vergleich

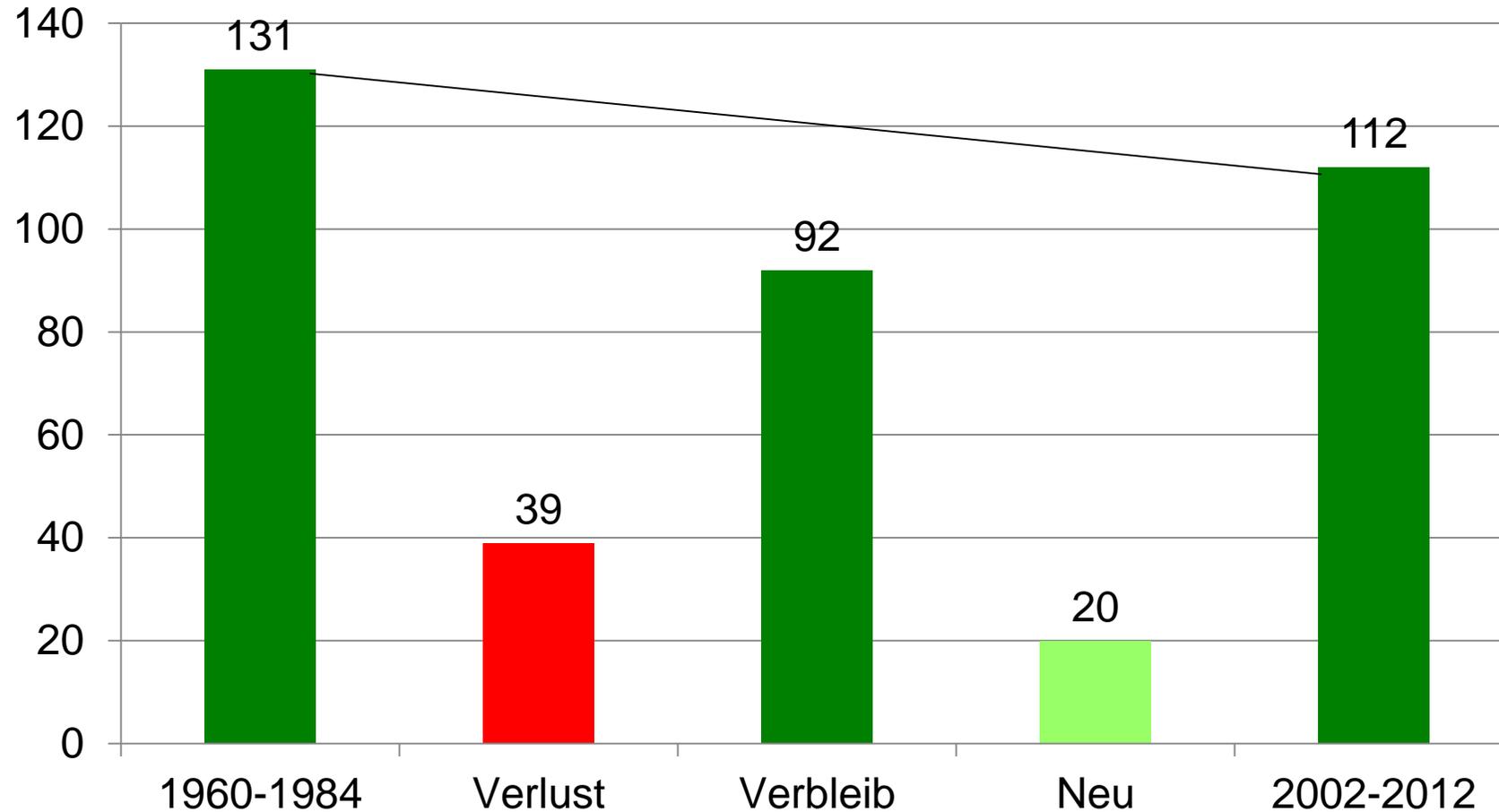


Zeitliche Entwicklung der Genvarianten

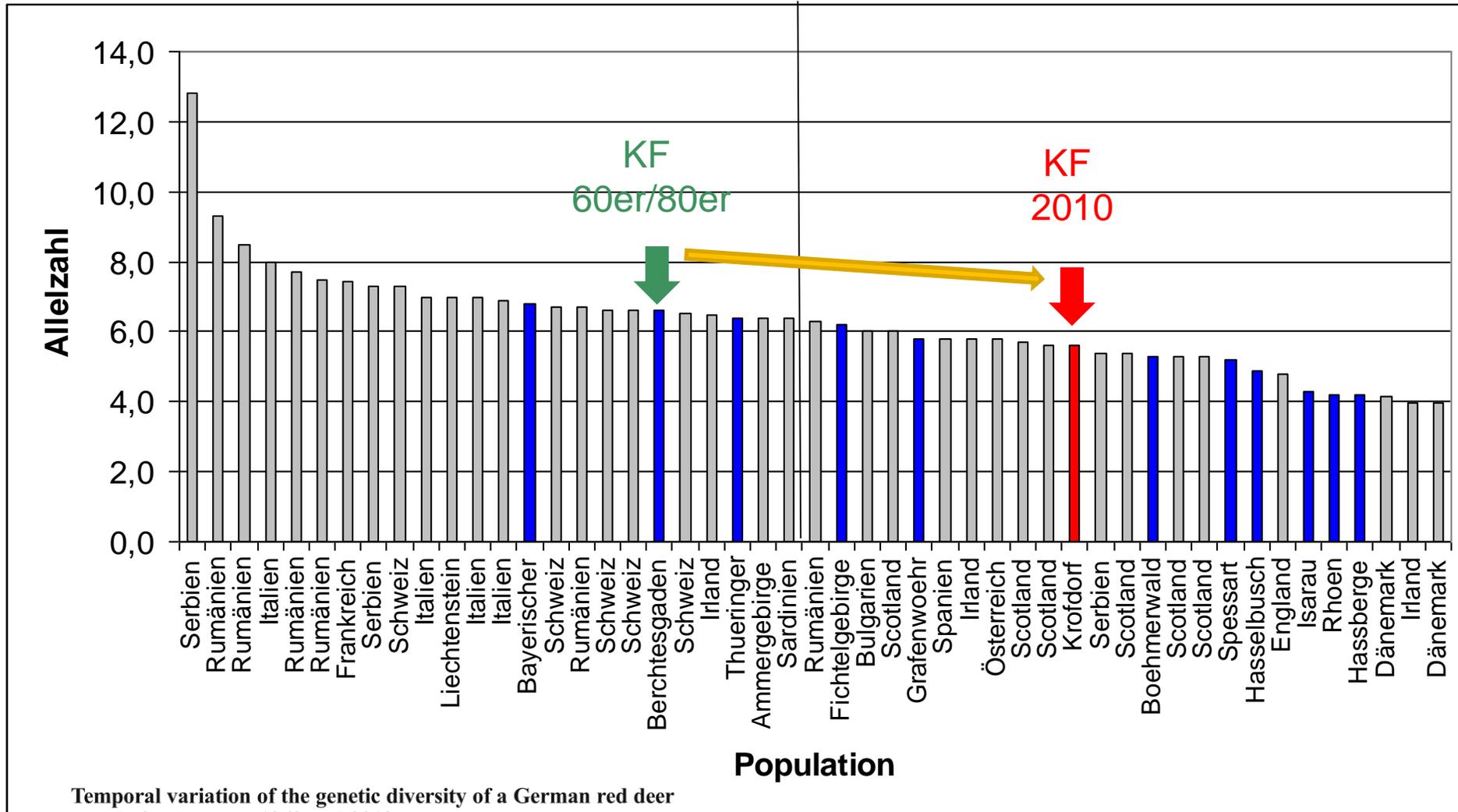
Marker 8	1960	1970	1980	2010
Varianten 200	11,1%	9,1%	11,5%	†
203				* 3,8%
208			3,8%	†
209		4,5%	11,5%	†
210			7,7%	†
211	55,6%	45,5%	34,6%	†
212			3,8%	†
213	5,6%	4,5%	7,7%	11,5%
214			3,8%	†
215	11,1%	13,6%	7,7%	61,5%
217		4,5%	3,8%	†
219				* 11,5%
221		4,5%		3,8%
223	5,6%			†
224			3,8%	†
225	11,1%	13,6%		†
227				* 7,7%

Genetische Vielfalt

1960er/80er vs. 2010: minus 15 %

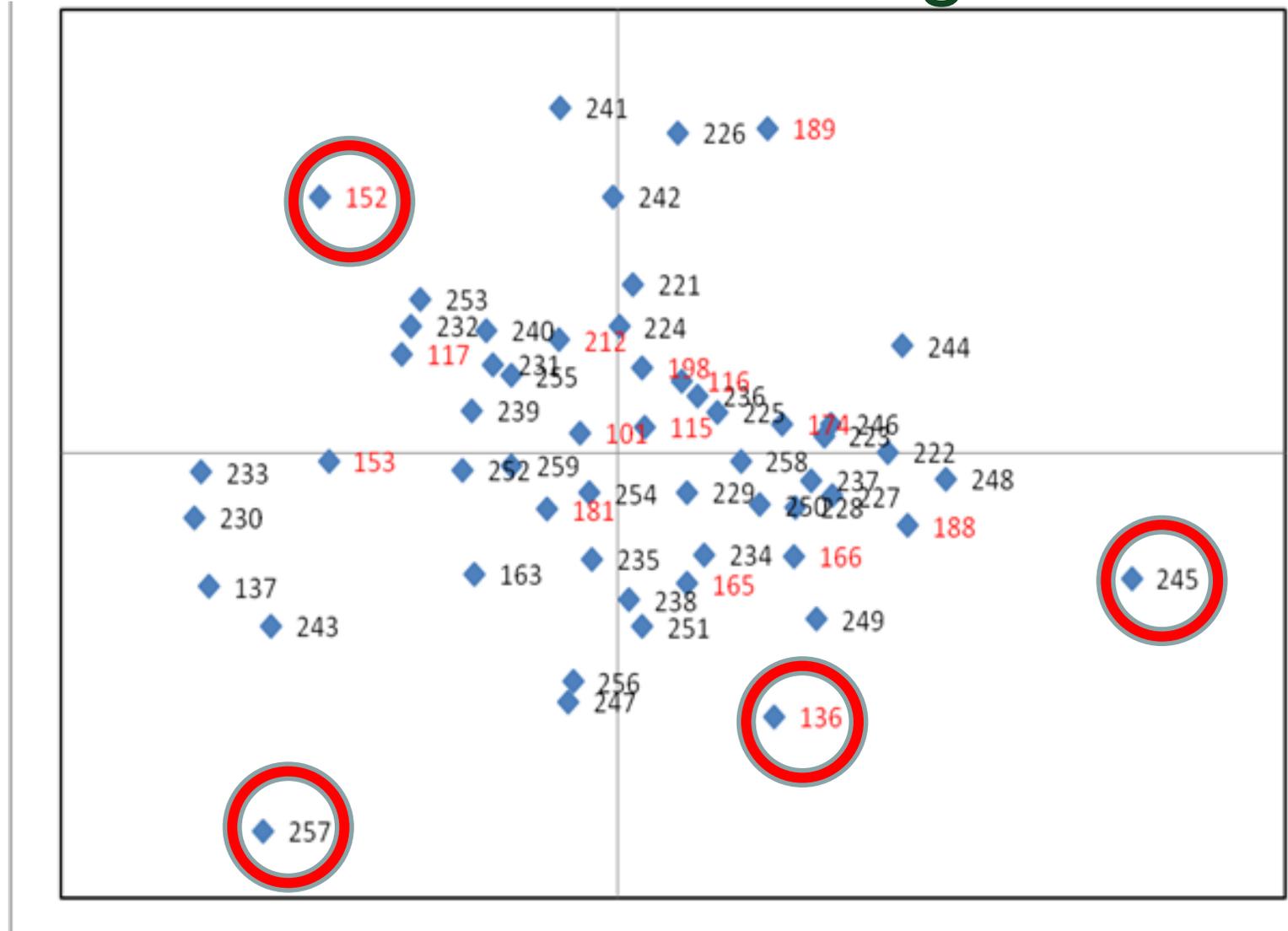


Genetische Vielfalt: Reduktion um 15 %



Temporal variation of the genetic diversity of a German red deer population between 1960 and 2012

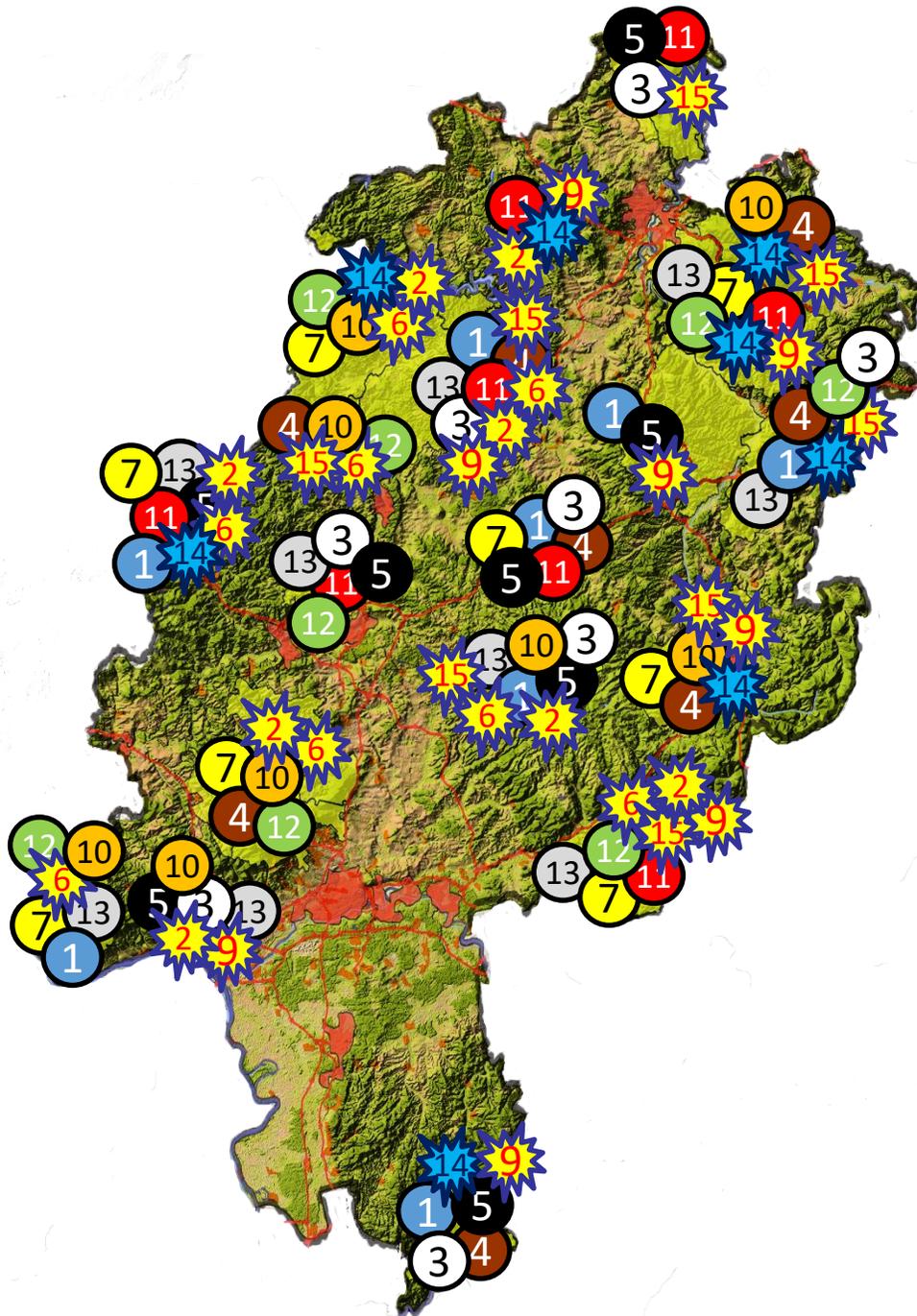
Verdacht auf Zutreter aus benachbarten Rotwildgebieten



Wie steht's ums Rotwild?

2. Hessen, Isolation und genetische Verarmung





Verinselung/ Isolation Gesamthessen

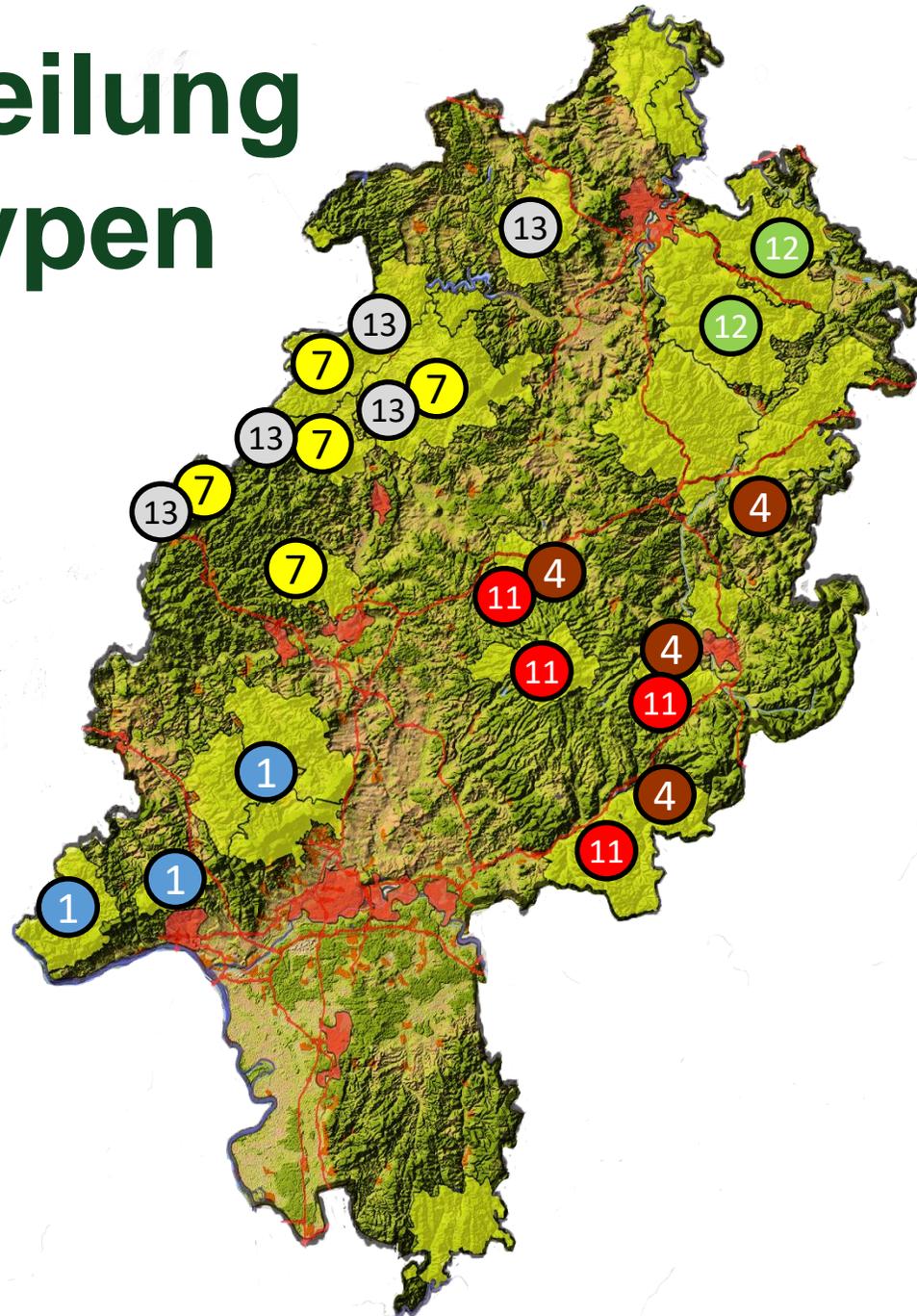
15 Genotypen

Hypothese

- freie Verteilung
ohne Barrieren
und Isolation

Tatsächliche Verteilung der Hauptgenotypen

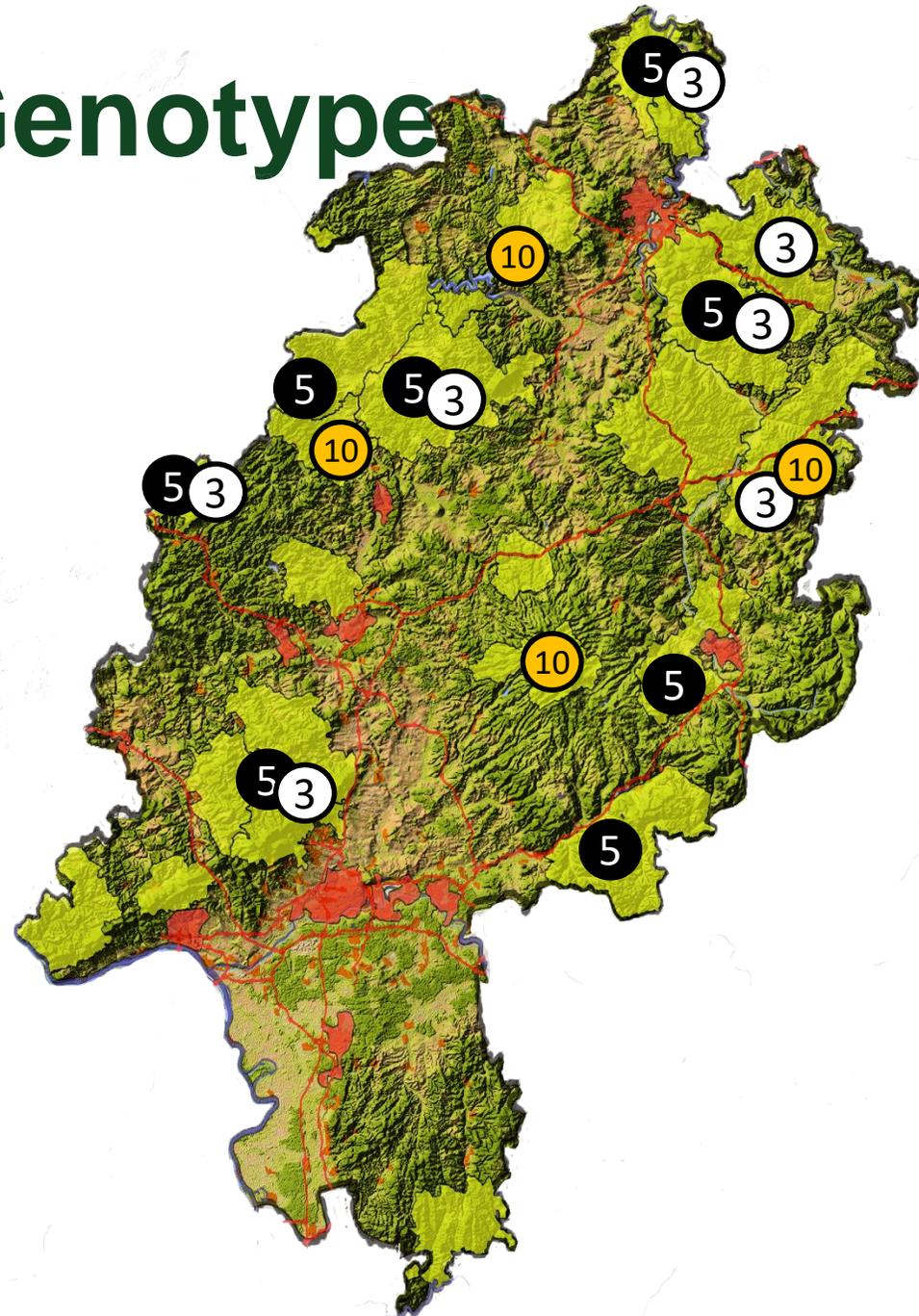
- Zahlreiche Träger
dennoch starke regionale Bindung
→ **hochgradige Isolation**
durch massive Barrieren



Seltene Genotype

- Weite Verbreitung
trotz geringen Umfangs
(nur Einzeltiere)

→ Hinweis auf historischen
Austausch über alle
Regionen hinweg



Gesamtergebnis für Hessen: Hochgradige Isolation durch massive Barrieren

European Journal of Wildlife Research (2021) 67:29
<https://doi.org/10.1007/s10344-021-01472-8>

ORIGINAL ARTICLE

Human-driven genetic differentiation in a managed red deer population

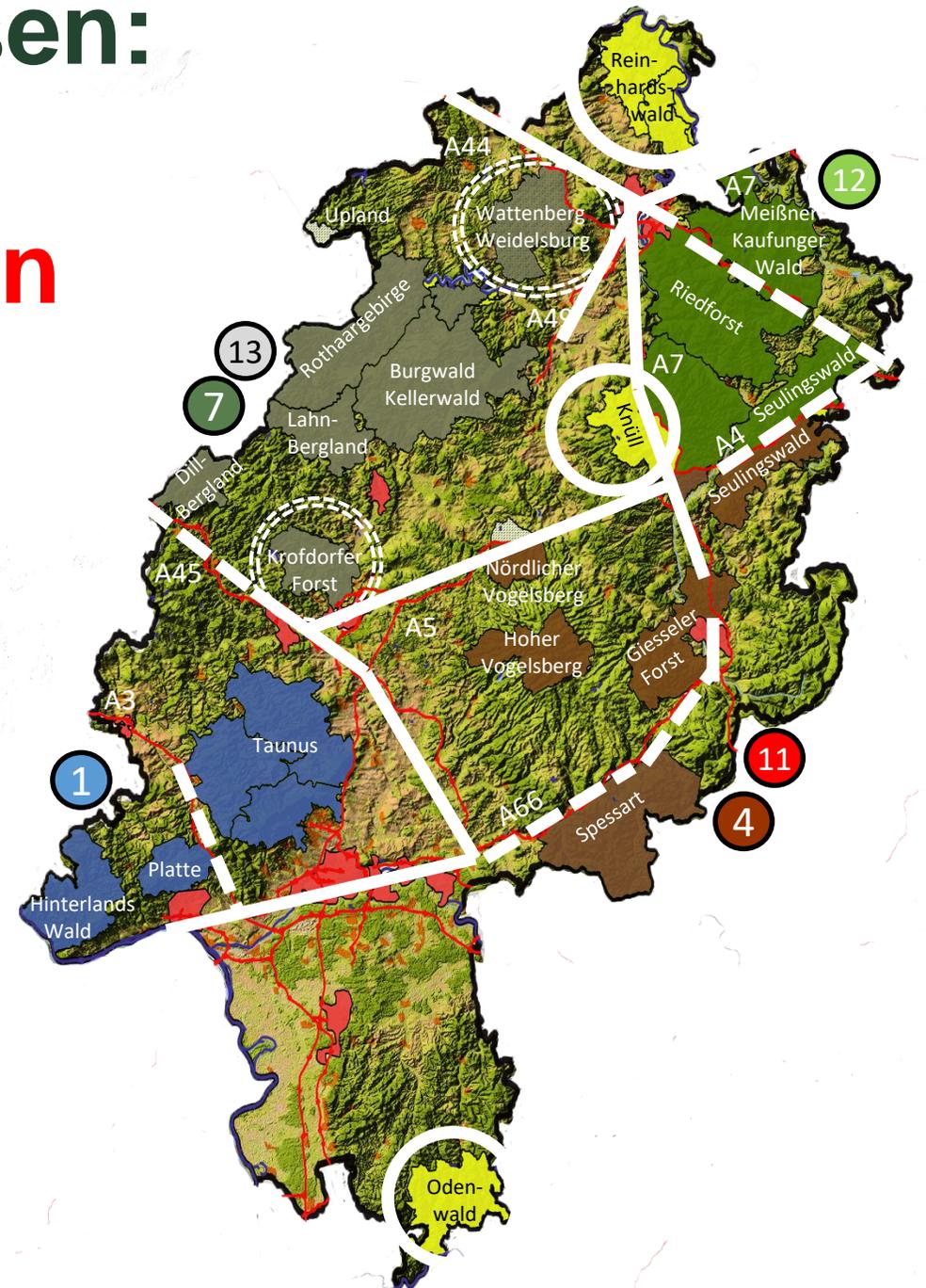
Gerald Reiner¹ · C. Klein¹ · M. Lang¹ · H. Willems¹

Beiträge zur Jagd- und Wildforschung, Bd. 46 (2021) 161–184

GERALD REINER und HERMANN WILLEMS, Gießen

Genetische Isolation, Inzuchtgrade und Inzuchtdepressionen
in den hessischen Rotwildgebieten

Beiträge zur
**JAGD
& WILD**
forschung · 46

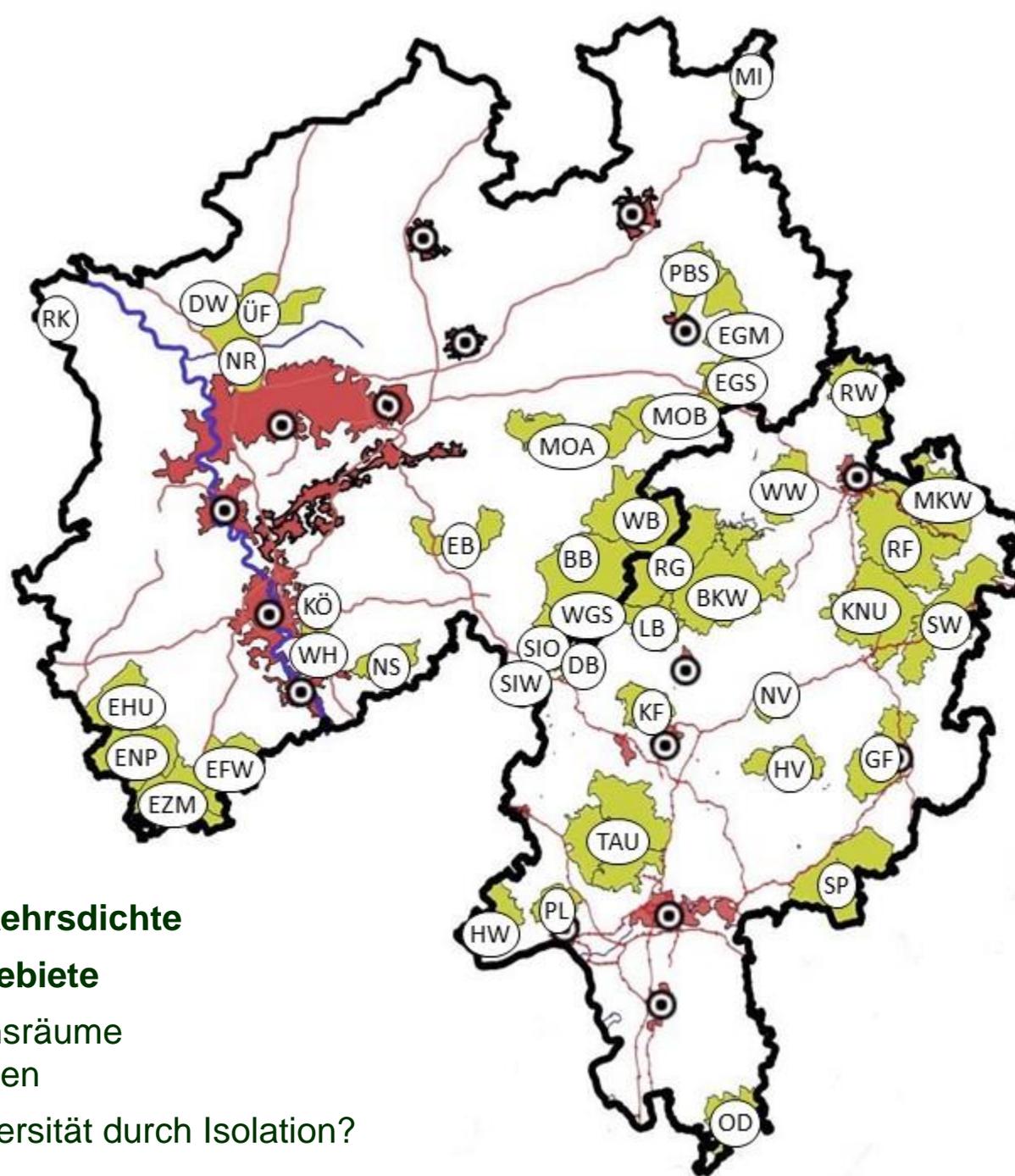


Wie steht's ums Rotwild?

3. Überregional: Hessen + NRW



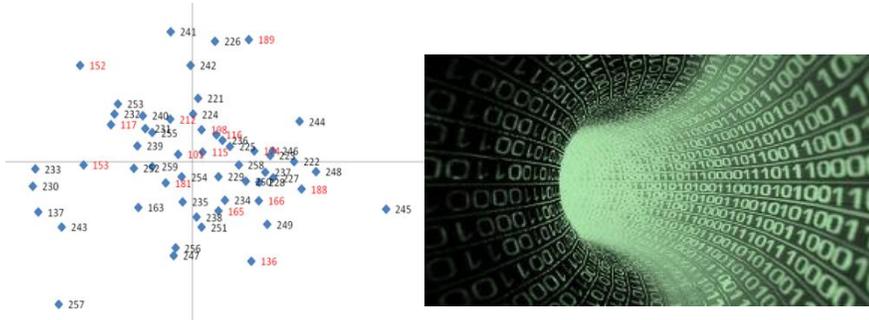
Das Untersuchungsgebiet



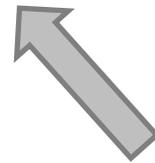
BKW	Burgwald-Kellerwald
DB	Dill-Bergland
DW	Dämmerwald
EB	Ebbegebirge/Lüdenscheid
EGM	Eggegebirge Mitte
EGS	Eggegebirge Süd
EFW	Eifel/Flamersheimer Wald
EHU	Eifel/Hürtgenwald
ENP	Eifel/Nationalpark
EZM	Eifel/Zitterwald/Mühen
GF	Gieseler Forst
HV	Hoher Vogelsberg
HW	Hinterlandswald
KF	Krofdorfer Forst
KN	Knüll
KÖ	Königsforst
LB	Lahn-Bergland
MI	Minden
MKW	Meißner-Kaufunger Wald
MOA	Möhne/Arnsberger Wald
MOB	Möhne/Brilon/Büren
NR	Nordwest Ruhrgebiet
NS	Nutscheid
NV	Nördlicher Vogelsberg
OD	Odenwald
PBS	Paderborn Senne
PL	Platte
RF	Riedforst
RG	Rothaargebirge
RK	Reichswald Kleve
RW	Reinhardswald
SI	Siegerland
SP	Spessart
SW	Seulingswald
TA	Taunus
ÜF	Nordwest Ruhrgebiet-Üfter Mark
WB	Winterberg
WGS	Wittgenstein
WH	Wahner Heide
WW	Wattenberg-Weidelsburg

- **Extreme Siedlungs-/Verkehrsdichte**
- **Unterteilung in Rotwildgebiete**
- ➔ Fragmentierung der Lebensräume
- ➔ Kleine, isolierte Populationen
- ➔ Verlust an genetischer Diversität durch Isolation?

Molekular- und populationsgenetische Untersuchungen



Populationsgenetische
Analysen

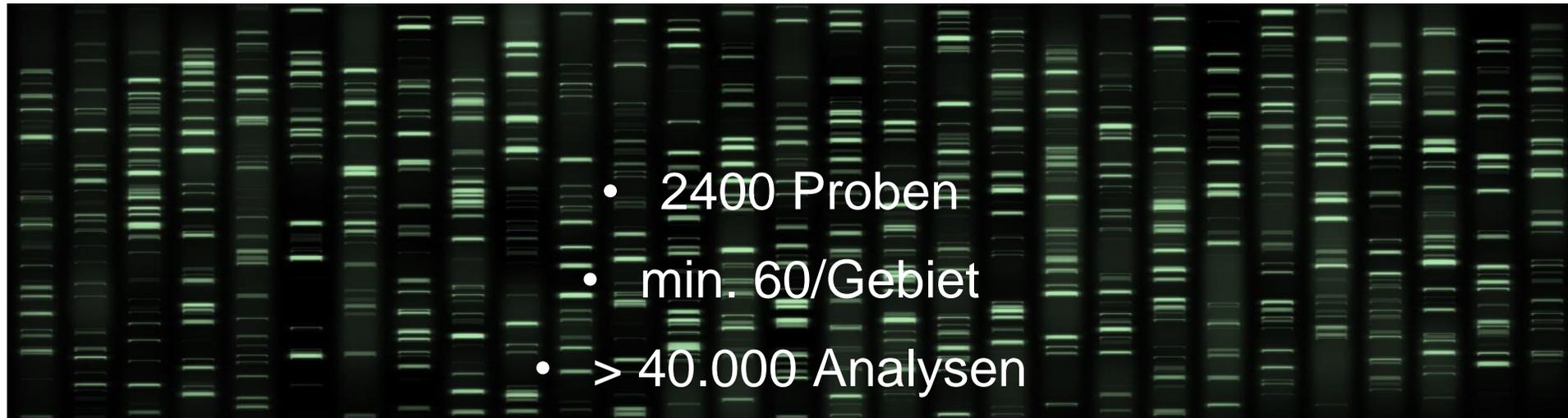


DNA

Proben
2400 Tiere

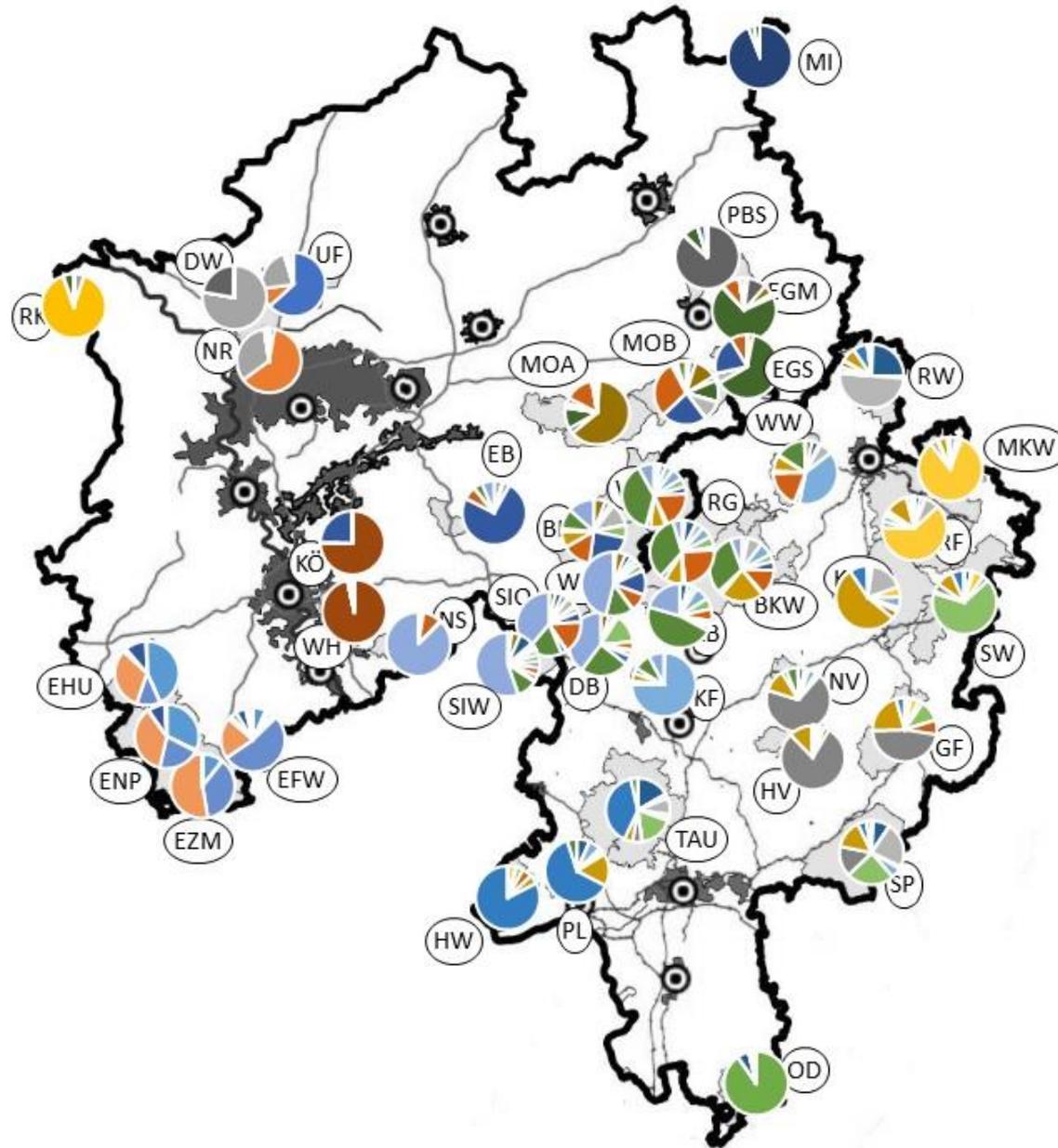


DNA-fingerprint



- 2400 Proben
- min. 60/Gebiet
- > 40.000 Analysen

Genetische Vielfalt + Isolation auf einen Blick

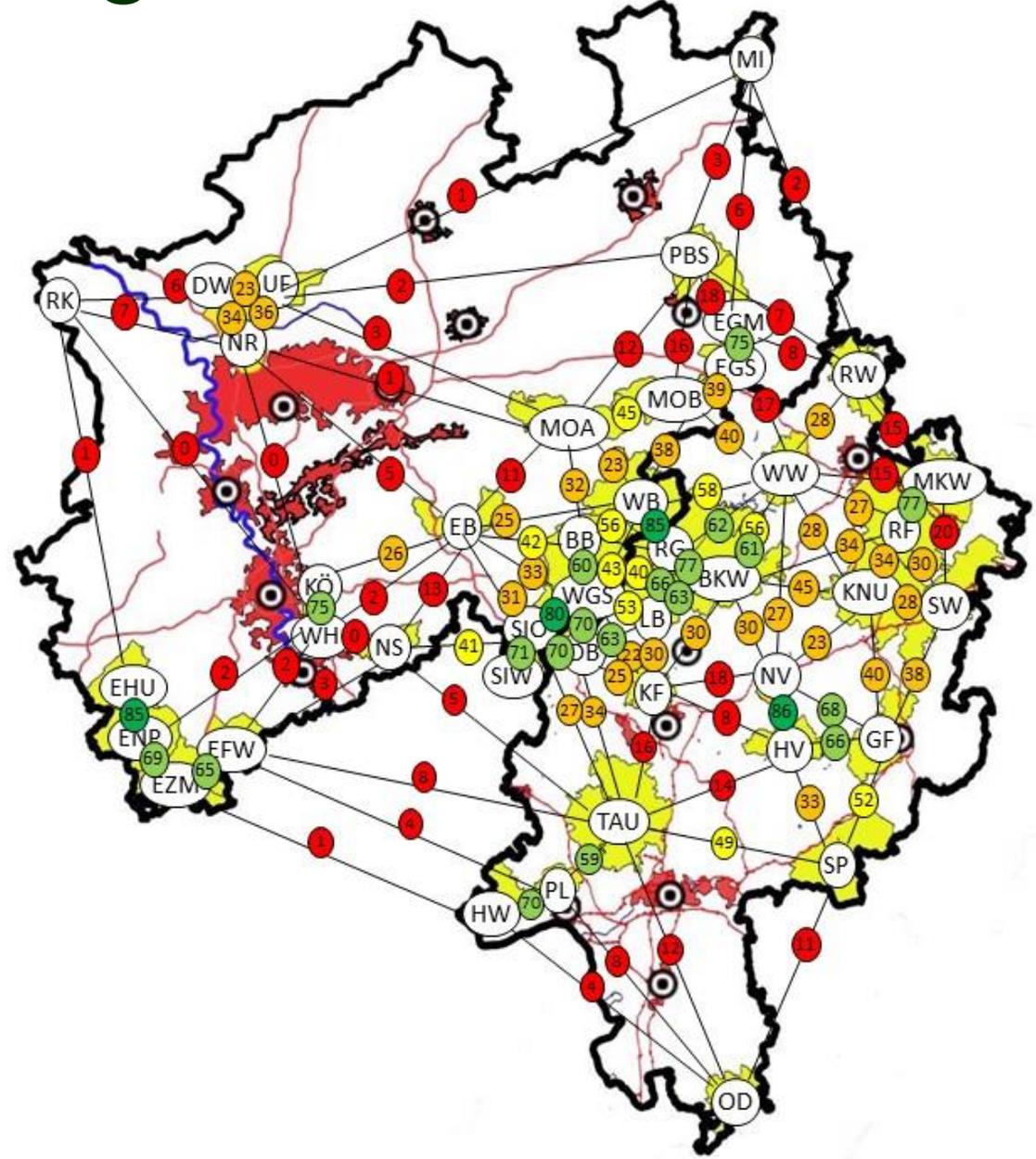


BKW	Burgwald-Kellerwald
DB	Dill-Bergland
DW	Dämmerwald
EB	Ebbegebirge/Lüdenscheid
EGM	Eggegebirge Mitte
EGS	Eggegebirge Süd
EFW	Eifel/Flamersheimer Wald
EHU	Eifel/Hürtgenwald
ENP	Eifel/Nationalpark
EZM	Eifel/Zitterwald/Mühen
GF	Gieseler Forst
HV	Hoher Vogelsberg
HW	Hinterlandswald
KF	Krofdorfer Forst
KN	Knüll
KÖ	Königsforst
LB	Lahn-Bergland
MI	Minden
MKW	Meißner-Kaufunger Wald
MOA	Möhne/Arnsberger Wald
MOB	Möhne/Brilon/Büren
NR	Nordwest Ruhrgebiet
NS	Nutscheid
NV	Nördlicher Vogelsberg
OD	Odenwald
PBS	Paderborn Senne
PL	Platte
RF	Riedforst
RG	Rothaargebirge
RK	Reichswald Kleve
RW	Reinhardswald
SI	Siegerland
SP	Spessart
SW	Seulingswald
TA	Taunus
UF	Nordwest Ruhrgebiet/Üfter Mark
WB	Winterberg
WGS	Wittgenstein
WH	Wahner Heide
WW	Wattenberg-Weidelsburg

Quantifizierung der Isolation

Aktuell bestehender natürlicher Austausch:

- 20: absolut ausgeschlossen
- 40: extrem unwahrscheinlich
- 60: selten
- 80: regelmäßig
- 100: starker Austausch

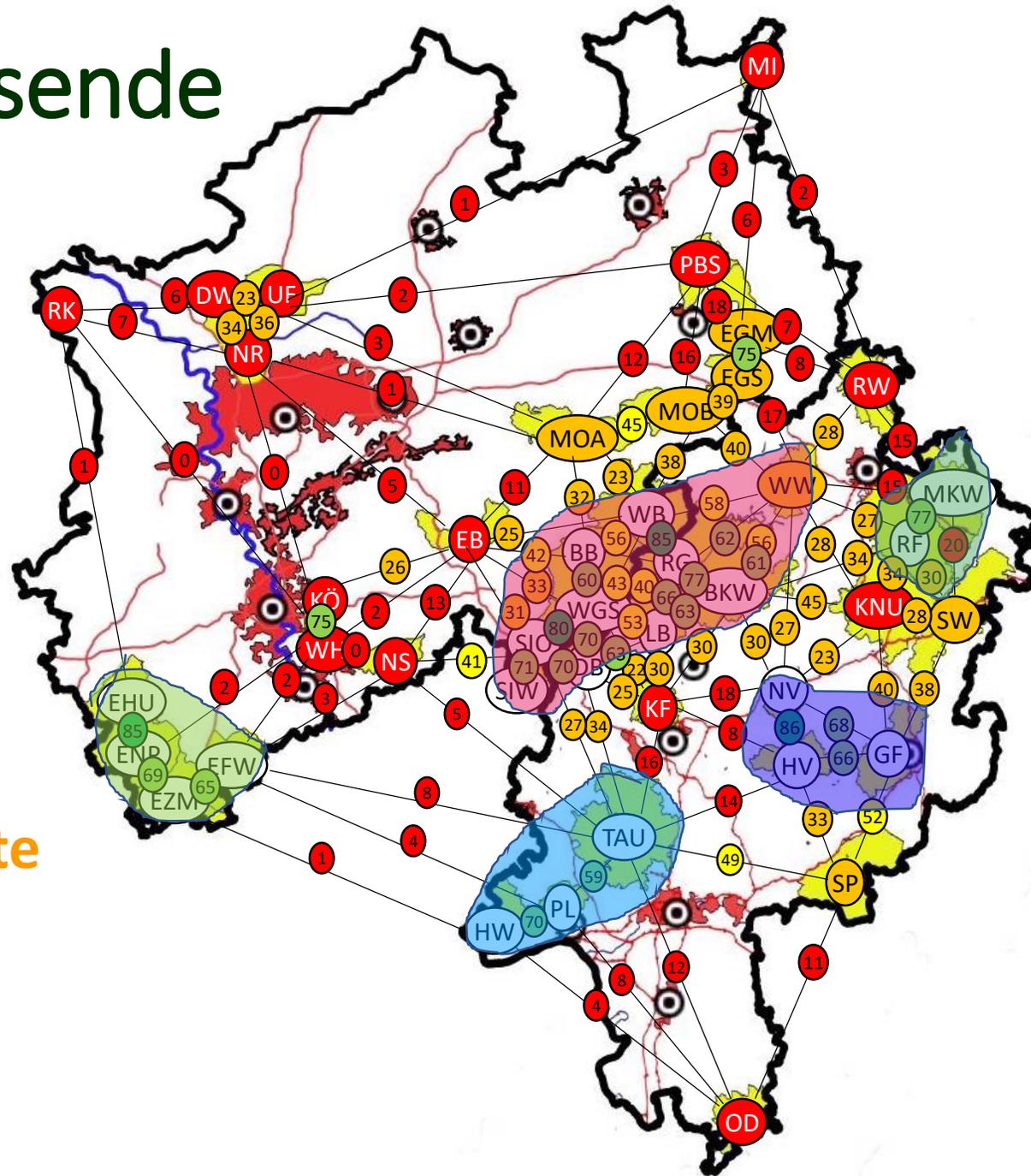


Zusammenfassende Betrachtung

5 Rotwildregionen mit Austausch

7 abgegrenzte Gebiete

14 stark isolierte Rotwildgebiete

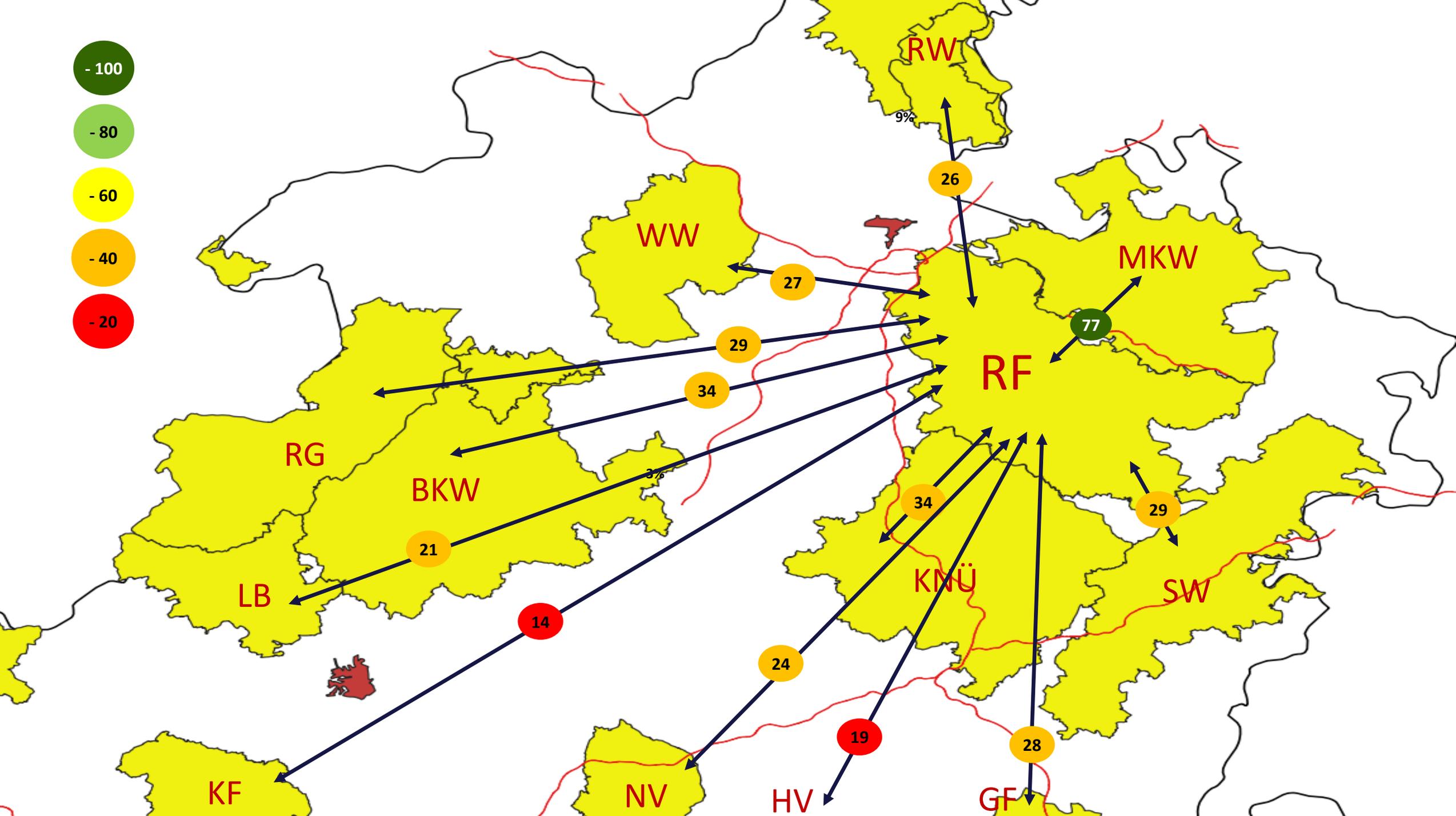


- BKW Burgwald-Kellerwald
- DB Dill-Bergland
- DW Dämmerwald
- EB Ebbegebirge/Lüdenscheid
- EGM Eggegebirge Mitte
- EGS Eggegebirge Süd
- EFW Eifel/Flamersheimer Wald
- EHU Eifel/Hürtgenwald
- ENP Eifel/Nationalpark
- EZM Eifel/Zitterwald/Mühren
- GF Gieseler Forst
- HV Hoher Vogelsberg
- HW Hinterlandswald
- KF Krofdorfer Forst
- KN Knüll
- KÖ Königsforst
- LB Lahn-Bergland
- MI Minden
- MKW Meißner-Kaufunger Wald
- MOA Möhne/Arnsberger Wald
- MOB Möhne/Brilon/Büren
- NR Nordwest Ruhrgebiet
- NS Nutscheid
- NV Nördlicher Vogelsberg
- OD Odenwald
- PBS Paderborn Senne
- PL Platte
- RF Riedforst
- RG Rothaargebirge
- RK Reichswald Kleve
- RW Reinhardswald
- SI Siegerland
- SP Spessart
- SW Seulingswald
- TA Taunus
- UF Nordwest Ruhrgebiet/Üfter Mark
- WB Winterberg
- WGS Wittgenstein
- WH Wahner Heide
- WW Wattenberg-Weidelsburg

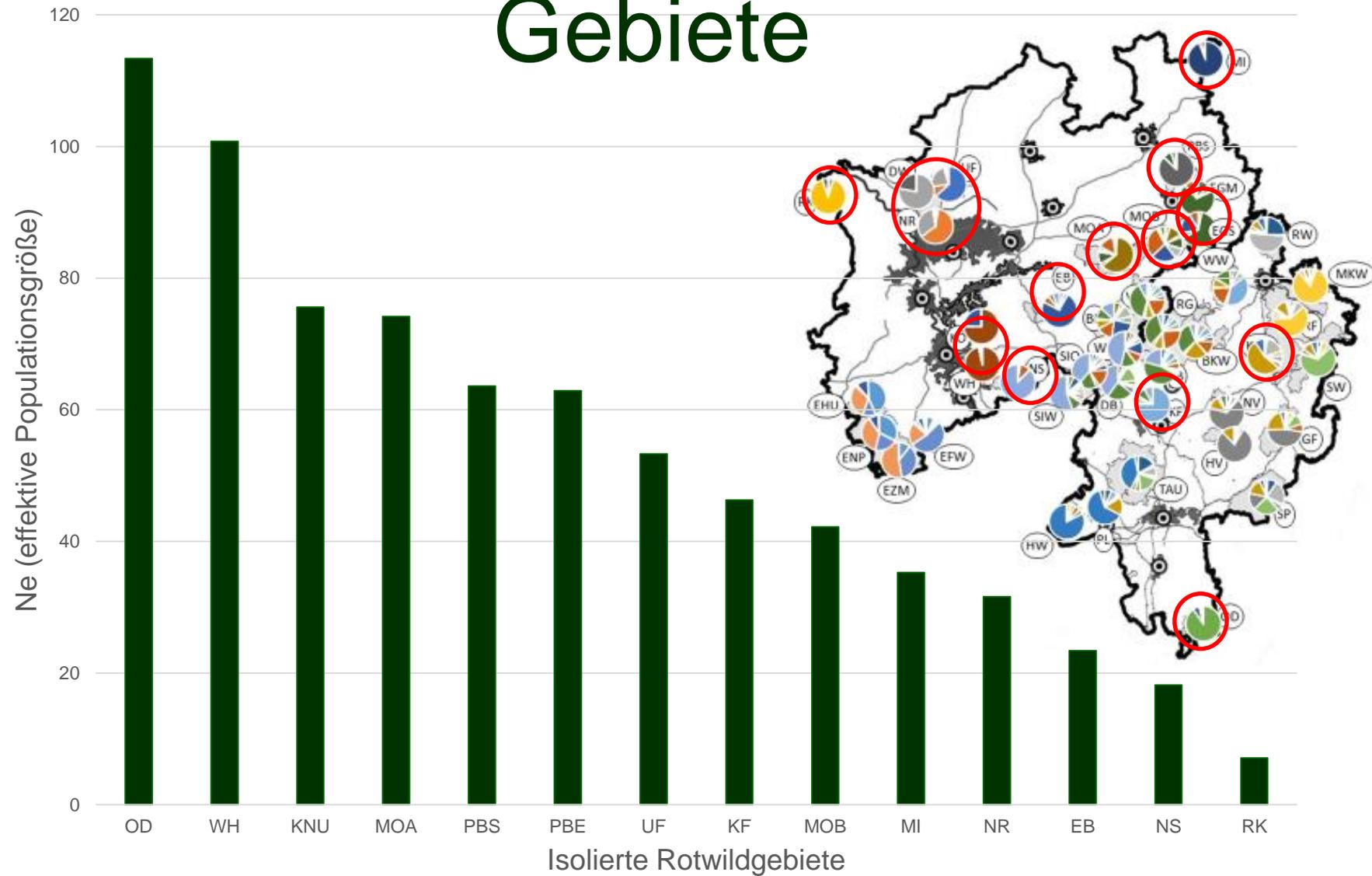
Wie steht's ums Rotwild?

4. Riedforst





Effektive Populationsgrößen isolierter Gebiete



Effektive Populationsgröße

RWG	N	Ne	Ne/N (%)	Nf	Nm	F
Wattenberg-Weidelsburg	70	31	44.9	38	10	1.60
Platte	400	39	9.8	179	11	1.30
Hoher Vogelsberg	450	39	8.8	200	11	1.25
Nördlicher Vogelsberg	200	41	20.4	95	12	1.20
Krofdorfer Forst	200	46	23.2	100	14	1.10
Gieseler Forst	800	55	6.8	300	15	0.90
Knüll	1700	72	4.2	650	19	0.70
Hinterlandswald	2300	74	3.2	825	20	0.65
Lahn-Bergland	450	93	20.7	227	28	0.55
Dill-Bergland	800	102	12.8	350	31	0.45
Rothaargebirge	1280	106	8.3	550	30	0.45
Odenwald	2100	116	5.5	788	34	0.45
Riedforst	2100	118	5.6	850	34	0.45
Burgwald-Kellerwald	850	174	20.5	240	70	0.30
Seulingswald	1500	178	11.9	480	55	0.30
Meißner-Kaufunger-Wald	1200	196	16.3	450	66	0.30
Taunus	2200	202	9.2	825	66	0.25
Reinhardswald	1280	204	15.9	480	58	0.25
Spessart	2400	361	15.0	900	165	0.15

Vorhandene genetische Vielfalt nur weitergegeben von Tieren die sich an Fortpflanzung beteiligen

KF: nur 14% der Hirsche = 14% ihrer Genvarianten

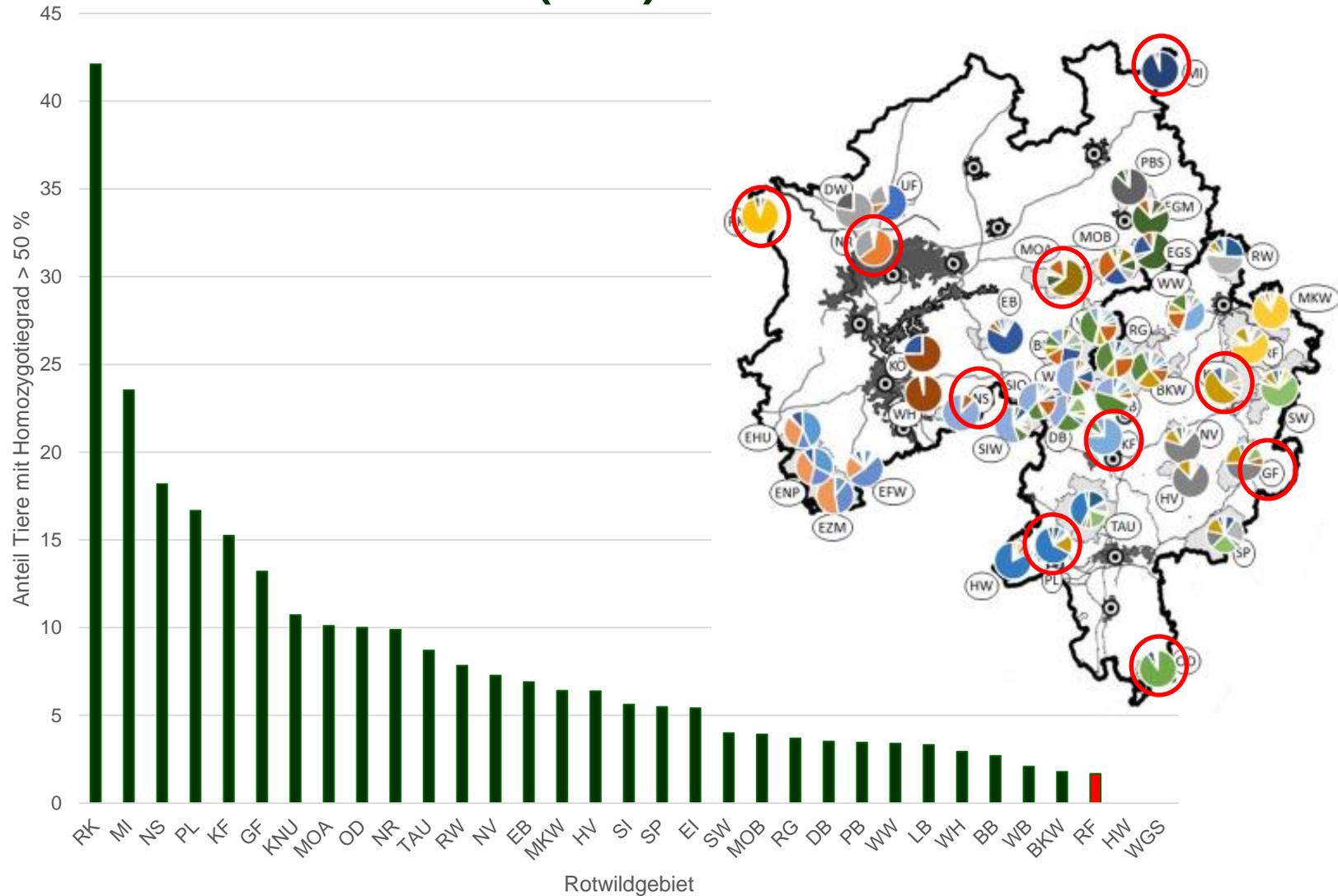
→ Effektive Populationsgröße **Ne**

Ne > 100: Minimum zum kurzfristigen Erhalt der Fitness / Vermeidung von Inzuchtdepression

Ne > 1000: Minimum zum langfristigen Erhalt der evolutionären Anpassungsfähigkeit

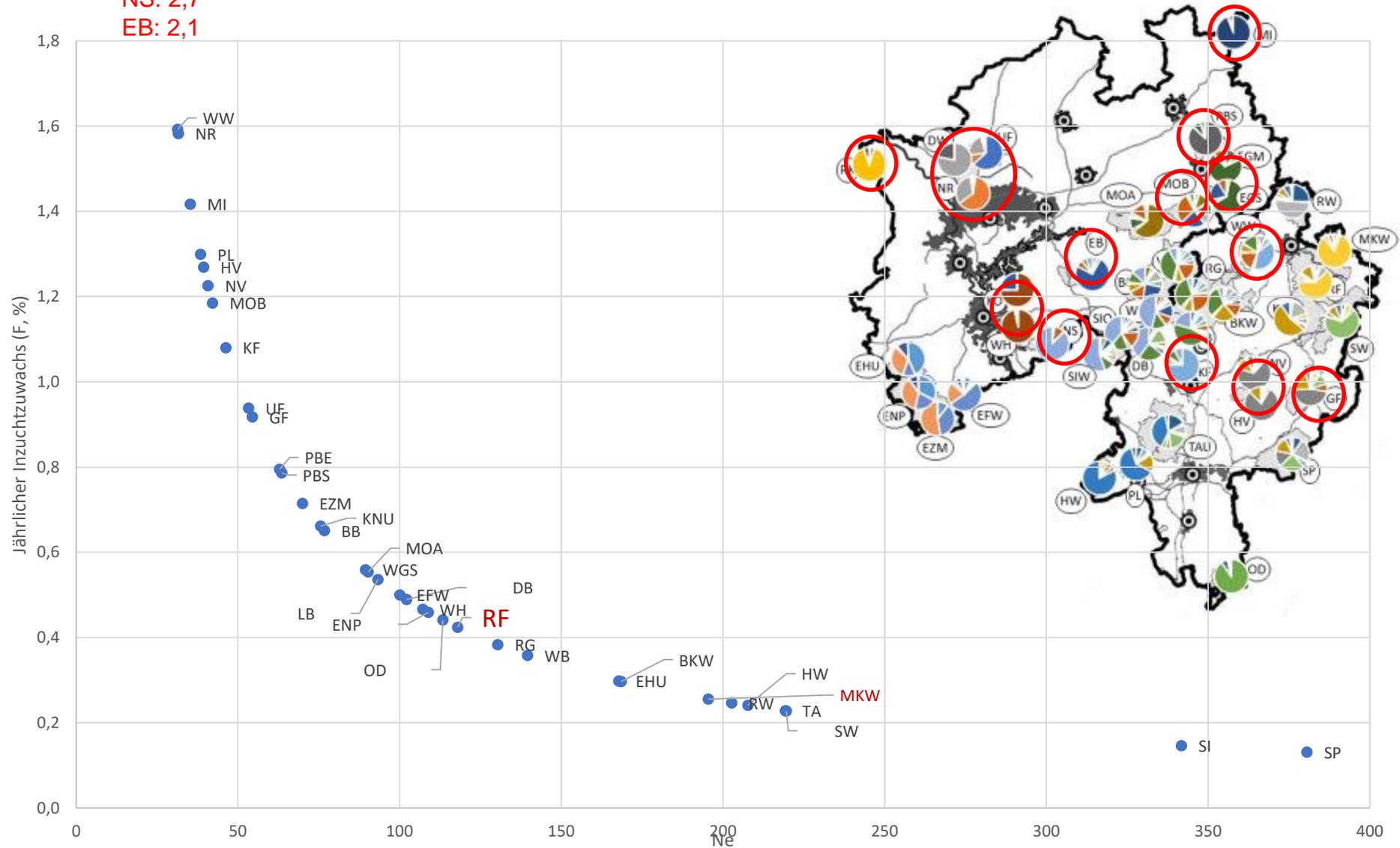
z.B. Frankham et al., 2014

Anteil Tiere mit extremen Inzuchtgraden (%)



Jährlicher Inzuchtzuwachs (%)

RK: 7,0
NS: 2,7
EB: 2,1

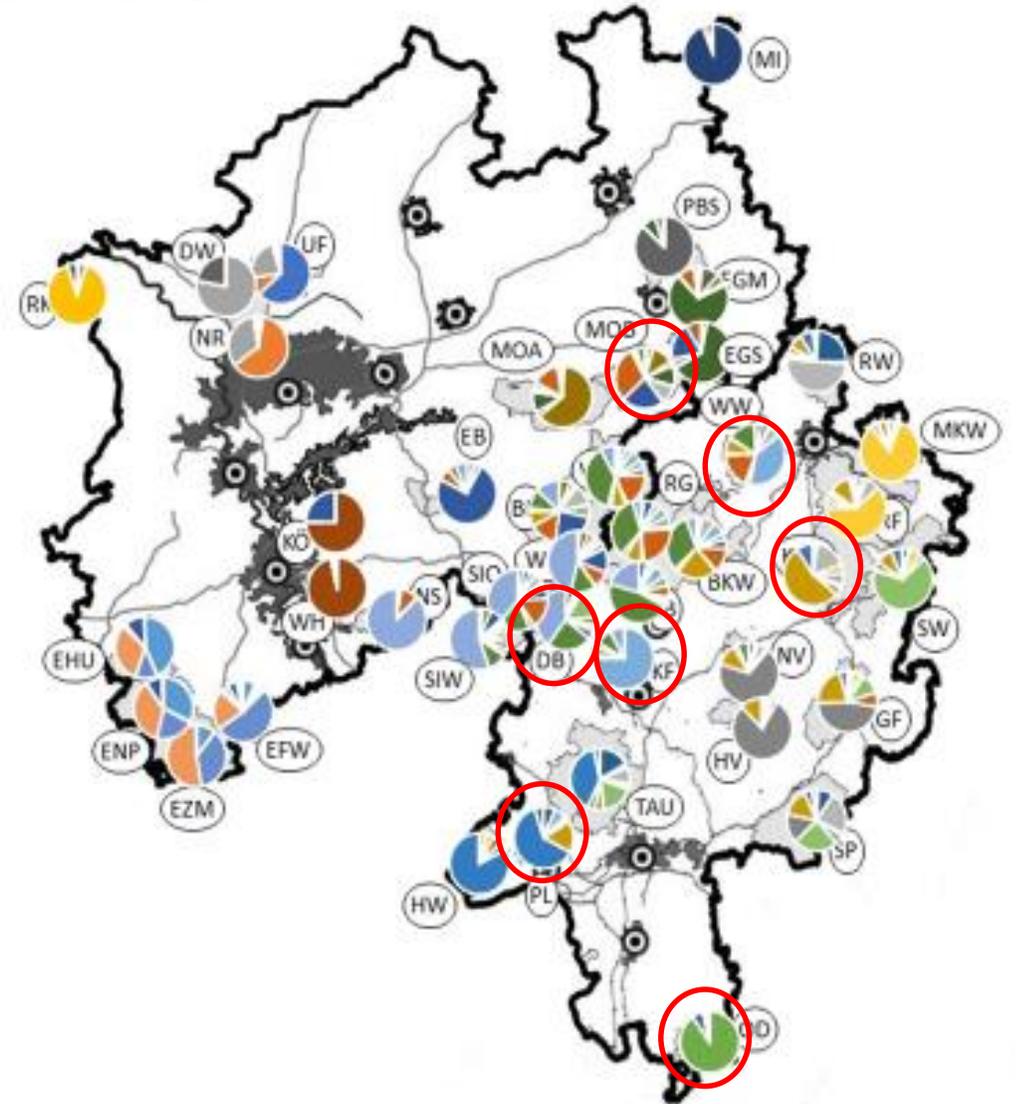


Inzuchtdepressionen: Theorie von Praxis eingeholt

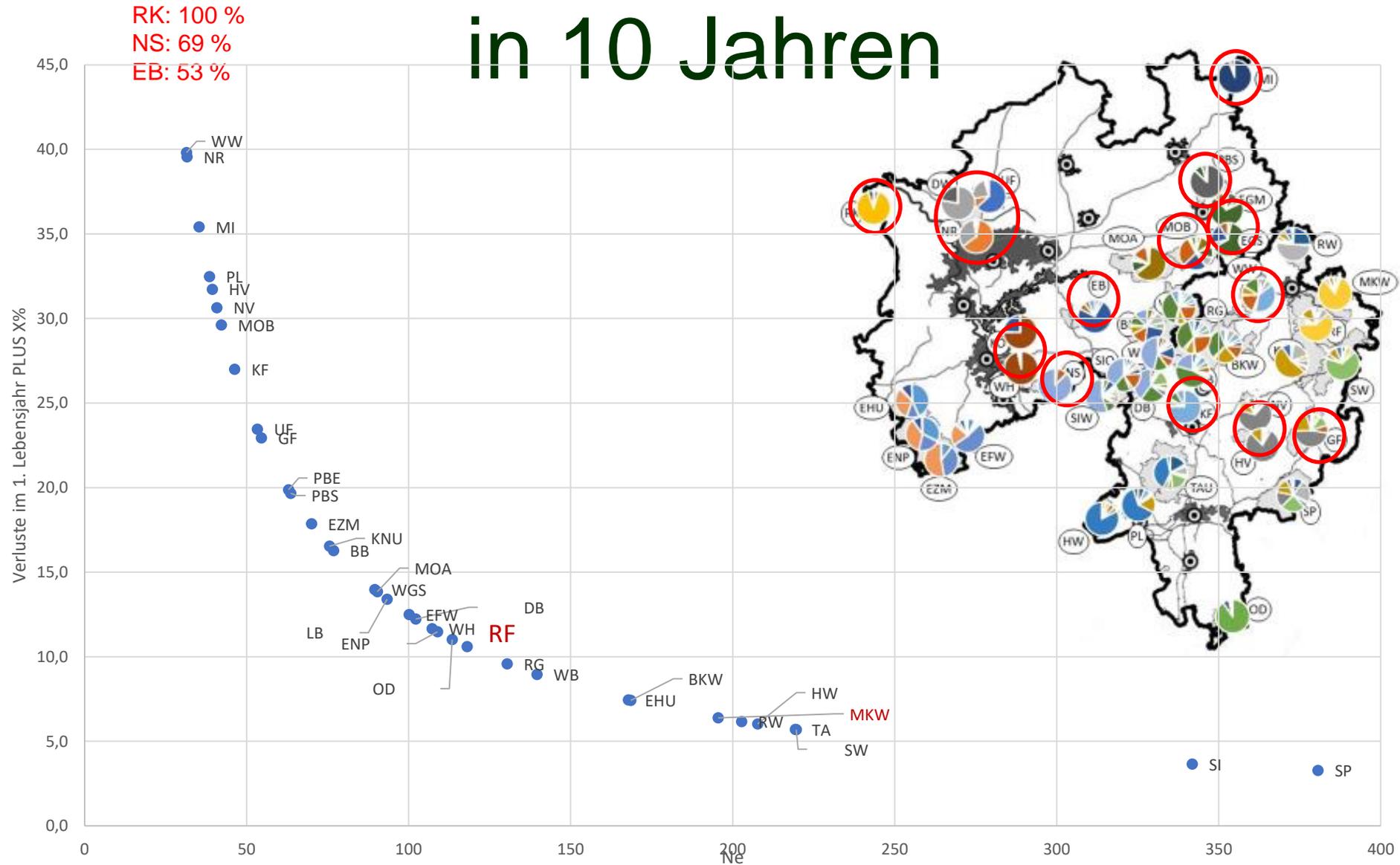
- Seit 2018: über 10 Tiere, 6 Gebiete
 - WW, KNU, OD, DB, PL, KF
 - MOB
- SH-Verhältnisse?



Foto: Arnold Weiß,
Wattenberg-Weidelsburg



Zusätzliche Verluste 1. Lebensjahr (%) in 10 Jahren



Aktuelle Missbildung im RF



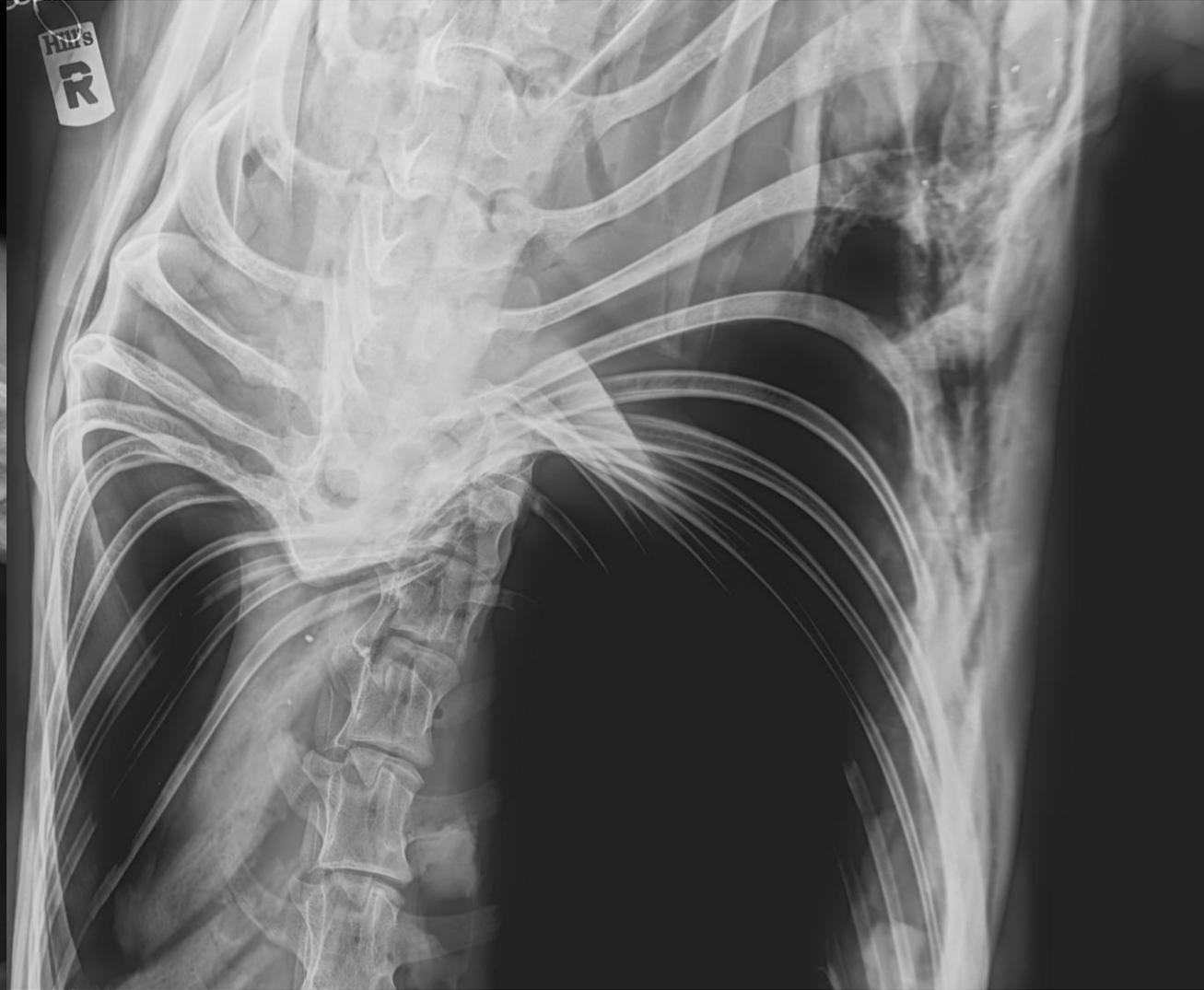
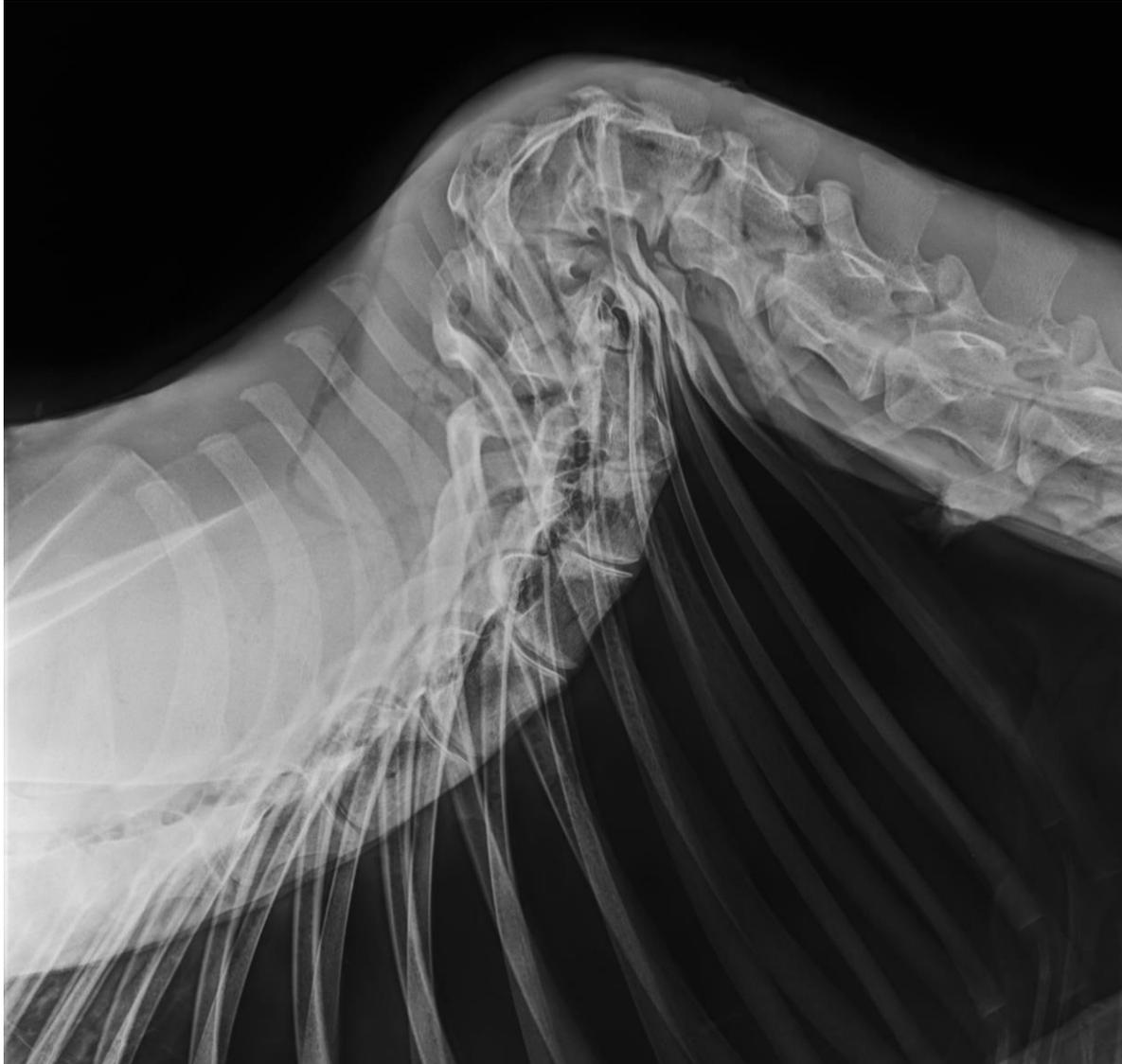
Fotos: Jürgen Goldmann

Aktuelle Missbildung im RF



Fotos: Jürgen Goldmann

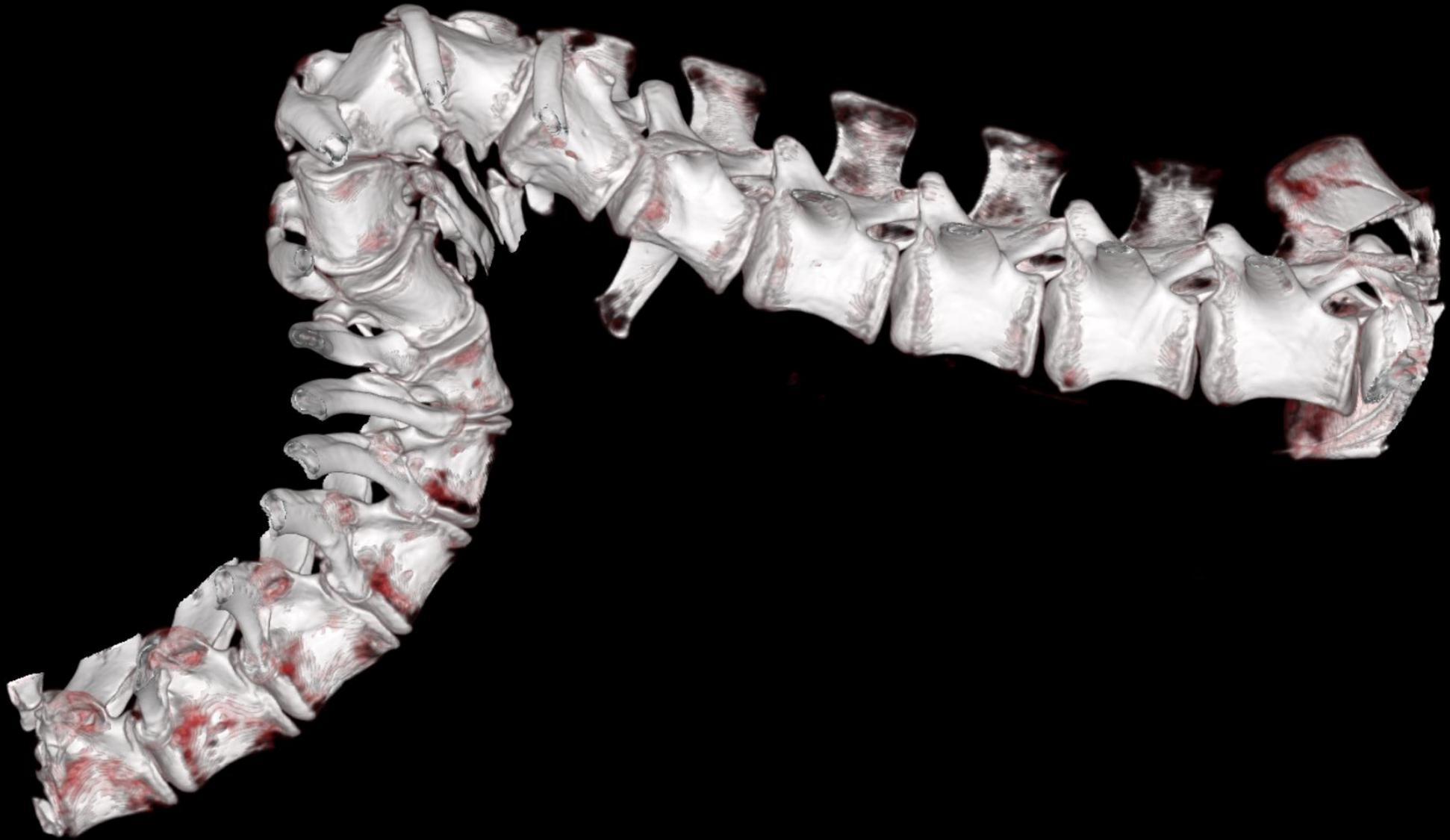
Aktuelle Missbildung im RF



Fotos: Jürgen Goldmann



CT; Fotos: Jürgen Goldmann



CT; Fotos: Jürgen Goldmann

Complex Vertebral Malformation (CVM) beim RIND

- Bei Holstein-Friesen weit verbreitet; rund 10% der Anpaarungen
- Gendefekt, rezessiv; heute Gentest
- Meist Resorption (Unfruchtbarkeit), selten: Kälber ausgetragen
- Beim Rotwild nichts bekannt
 - Alternativen:
 - Chromosomenanomalie (eher nicht genetisch)

Schlussfolgerungen

- Historisch gut vernetzte Populationen
 - **Heute: Rothaargebirge als Epizentrum der Rotwildgenetik**
 - **Selbst hier Barrieren erkennbar (Tourismus? Rotwildfreie Gebiete!)**
 - **50% der Gebiete: Genetische Vielfalt und genetischer Austausch stark ↓**
 - Überraschend niedrige effektive Populationsgrößen
 - **14 Gebiete: Inzuchtdepressionen nicht mehr kompensierbar**
 - **7 Gebiete: Langfristiges Anpassungsvermögen verloren**
 - Seit 2018: 8 Schwere Inzuchtdepressionen in 5 Gebieten
 - ➔ **Massive Auswirkungen auf Fruchtbarkeit und Vitalität zu erwarten**
- ➔ Bisheriges Management suboptimal
- Höchste Zeit zum Handeln**

Schlussfolgerungen RF

- Historisch gut vernetzte Population (RW, BKW, KNU, VB, SW)
- **Heute: Mit MKW stark vom Rest isoliert**
 - **Trotz rel. hoher Tierzahlen geringe Ne**
 - **Populationsqualität nicht optimal (Sozialstruktur? Altersstruktur? Vernetzung?)**
- **Schalenwildrichtlinie**
 - Grenzlose Abschussmöglichkeit für Schmalspießer
 - in letzten Jahren um 50% gesteigert
 - Verschiebung des Geschlechtsverhältnisses
 - Weniger Brunfhirsche → geringerer Genaustausch → Ne ↓
 - Weniger Wanderhirsche → geringerer Genaustausch
 - Mehr weibliche → stärkere Vermehrung → mehr Schälsschäden

Notwendige Maßnahmen

- „Intakte“ Populationen
 - Genfluss, genetische Vielfalt, Lebensraumqualität erhalten!
- „Zwischenpopulationen“
 - Neuralgische Punkte entschärfen
- Kleine isolierte Populationen
 - Wiedervernetzen

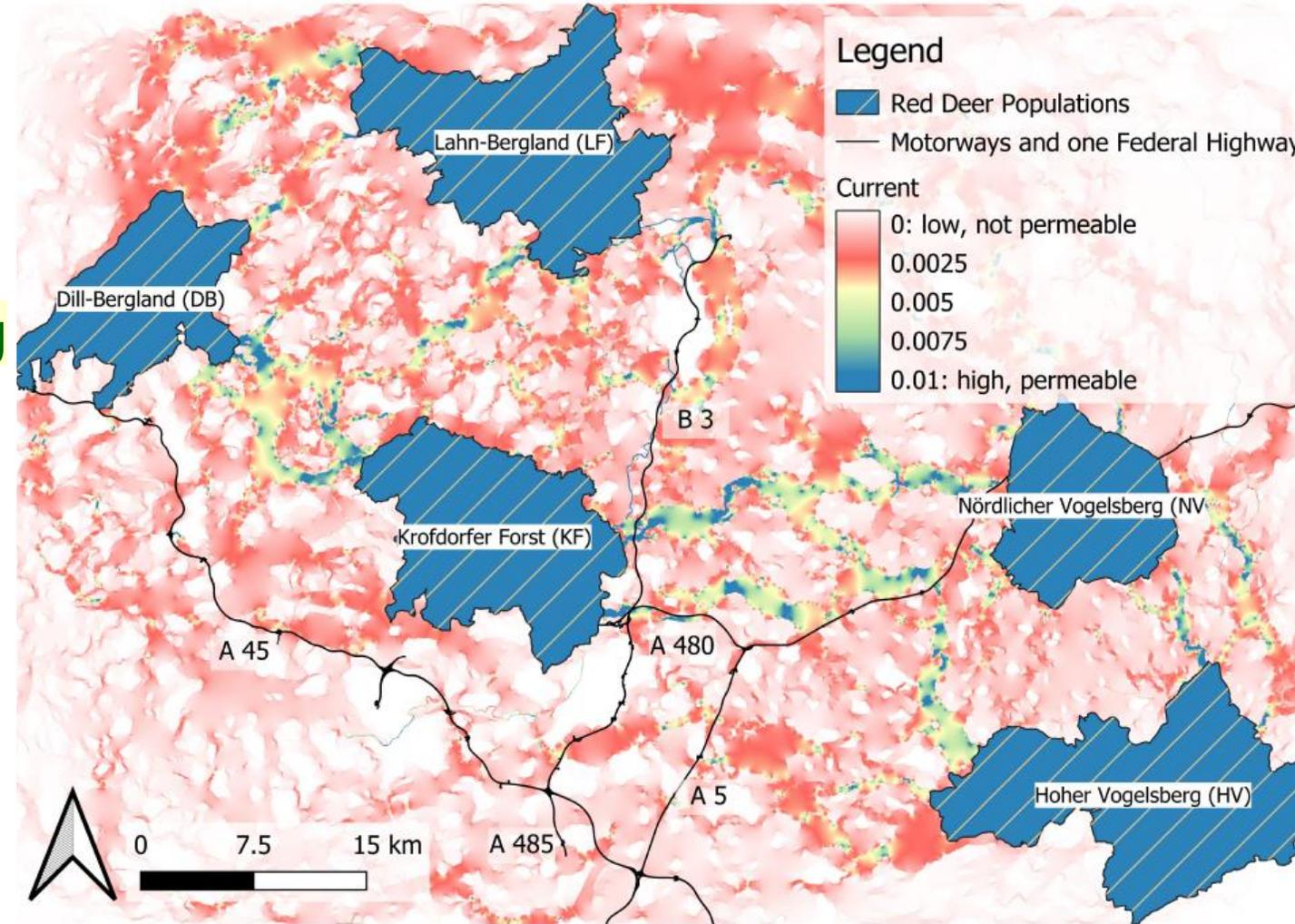


Konsequenzen fürs Management

A) Wiedervernetzung, **auch im Gebiet!**

Mindestens ...

- Schaffung von Wanderkorridoren
- Aufnahme in Raumordnungsplanung
 - Querungshilfen, Leitstrukturen, Biotopvernetzung
 - Rotwildfreie Gebiete:
 - Schonung wandernden männlichen Rotwildes 2 bis 5 Jahre
 - Träger des genetischen Austauschs
 - Verantwortungsvolles Jagen AUCH in den rotwildfreien Gebieten
 - Ausgleich für Pächter von Wanderkorridorrevieren

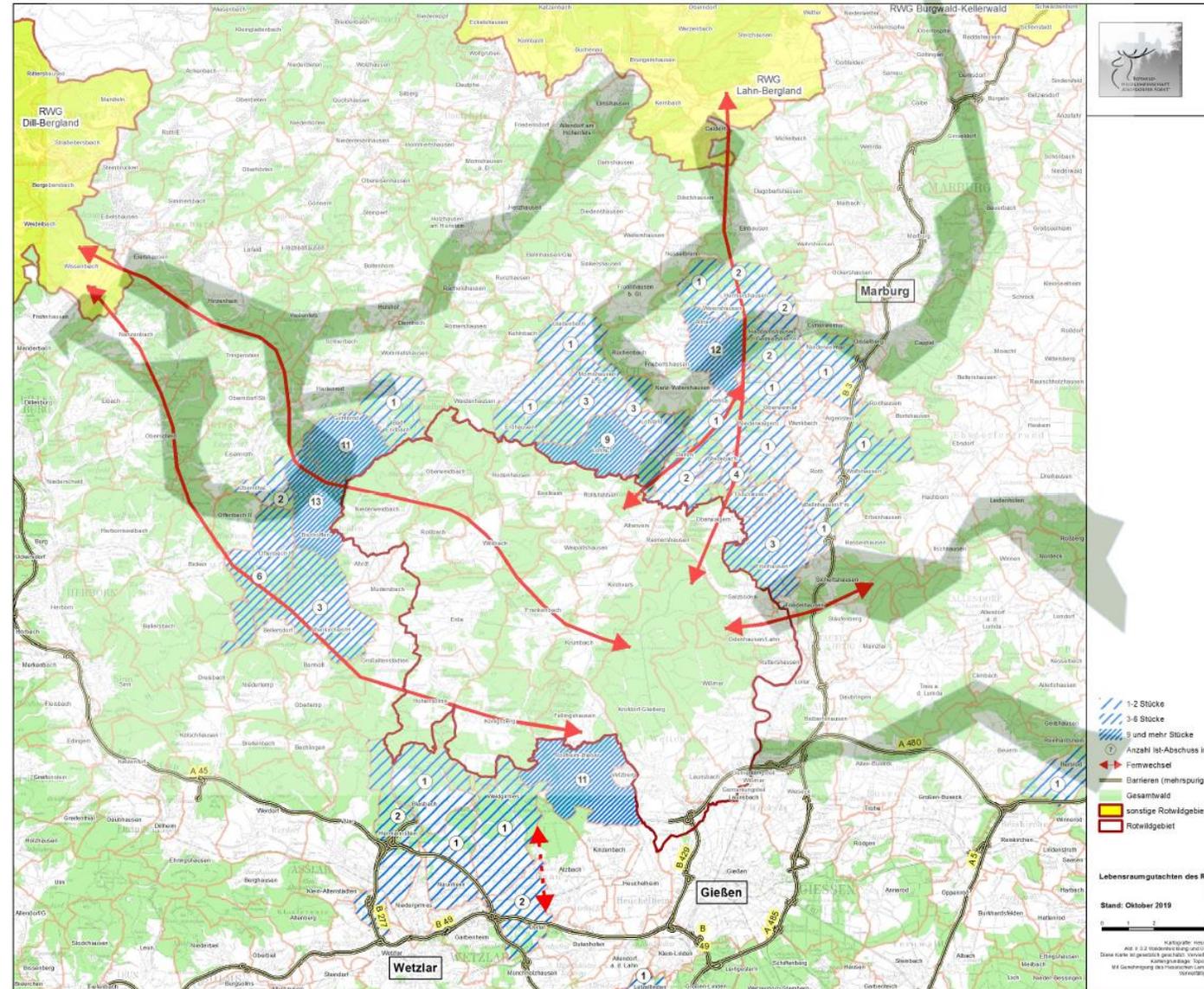


Konsequenzen fürs Management

A) Wiedervernetzung, **auch im Gebiet!**

Mindestens ...

- Schaffung von Wanderkorridoren
- Aufnahme in Raumordnungsplanung
 - Querungshilfen, Leitstrukturen, Biotopvernetzung
 - Rotwildfreie Gebiete:
 - **Schonung wandernden männlichen Rotwildes 2 bis 5 Jahre**
 - Träger des genetischen Austauschs
 - Verantwortungsvolles Jagen **AUCH** in den rotwildfreien Gebieten
 - Ausgleich für Pächter von Wanderkorridorrevieren



Konsequenzen fürs Management

B) Steigerung Anteil junger Hirsche

- **Jagdlenkung vom „einfachen“ Spießer zum reproduzierenden weiblichen Wild**
 - ➔ **effizientere Bestandsreduktion**
 - Mehr Hirsche der Klasse III
 - Besser: Sozialstruktur, Altersaufbau, Geschlechterverhältnis
 - Stressfreiere Brunft, mehr beteiligte Hirsche
 - ➔ **Steigerung der Populationsqualität (Ne)**
 - Mehr Wanderhirsche
 - ➔ **Überwinden der Isolation**



Konsequenzen fürs Management

C) Verbesserung der Lebensraumqualität ...

- ... reduziert Schälschäden
- ... steigert die effektive Populationsgröße (Populationsqualität; Austausch innerhalb der Gebiete)
 - ➔ Nicht das Rotwild unreflektiert abbauen, sondern die Stressoren, die zur Schale führen!
- Reduktion von Verbiss und Schale durch:
 - Schaffung von Ruhezeiten und Ruhezeiten
 - Abschuss bis Ende Dezember erfüllen, Jagdzeiten reduzieren
 - Keine Frühjahrs, Frühsommer und Januarjagd
 - Schwerpunktbejagung statt Gießkannenprinzip
 - Schutz von Kulturen und Anpflanzungen
 - Störungen, Stress und Jagddruck treiben Wild in den Wald



Konsequenzen fürs Management

D) Austausch von betäubtem Rotwild zwischen Gebieten

- Ultima ratio für aussterbende Arten (z.B. Wisent)
- Grundsätzlich keine Lösung fürs Rotwild, denn:
Noch ist genügend genetische Vielfalt vorhanden → Selbstheilung
- Betäubte Tiere verbringen:
 - Vorspiegelung einer vermeintlich intakten Natur, aber tatsächlich Zoo/Wildpark (s. Rebhuhn)
 - Wenige Tiere bringen keinerlei Verbesserung der Ne
 - Es braucht viele Tiere in nachhaltigem und kontinuierlichem Prozess
 - Erfahrung aus Vergangenheit: Hirsche kamen meist nicht zur Vermehrung
 - Es geht ums gesamte Ökosystem – also um tausende von Arten
- Rothirsch:
 - Einzigartige, unersetzbare und ökologisch angepasste Populationen müssen erhalten werden!
 - Wir kommen nicht umhin, die Ökosysteme zu schützen
 - **Wiedervernetzung ist alternativlos!**

Herzlichen Dank für die Zusammenarbeit

- Klinikum Veterinärmedizin/Arbeitskreis Wildbiologie
 - Julian Laumeier und Hermann Willems
 - Jürgen Welte, Michael Lang, Corinna Klein

Förderung und Unterstützung

- Landesjagdverband Nordrhein-Westfaler
 - Wildtier- und Biotopschutzstiftung NRW
- Forstgebiete und Hegeeinrichtungen NRWs
- Wild- und Forschungsstelle Bonn (Dr. Petrak)



Wildtier- und
Biotopschutz-Stiftung
NRW



- Hessisches Ministerium für Umwelt, Klima,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
- Rotwildhegegemeinschaften
- Landesjagdverband Hessen
- Deutsche Wildtier Stiftung





Herzlichen Dank für die Aufmerksamkeit