

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Phänologie europäischer Schmetterlinge auf subkontinentaler Ebene

Robert Birch, Lennart Nebel, Gregor Markl

Eberhard Karls Universität Tübingen

Lehrstuhl für Petrologie und Mineralische Rohstoffe

Phänologie

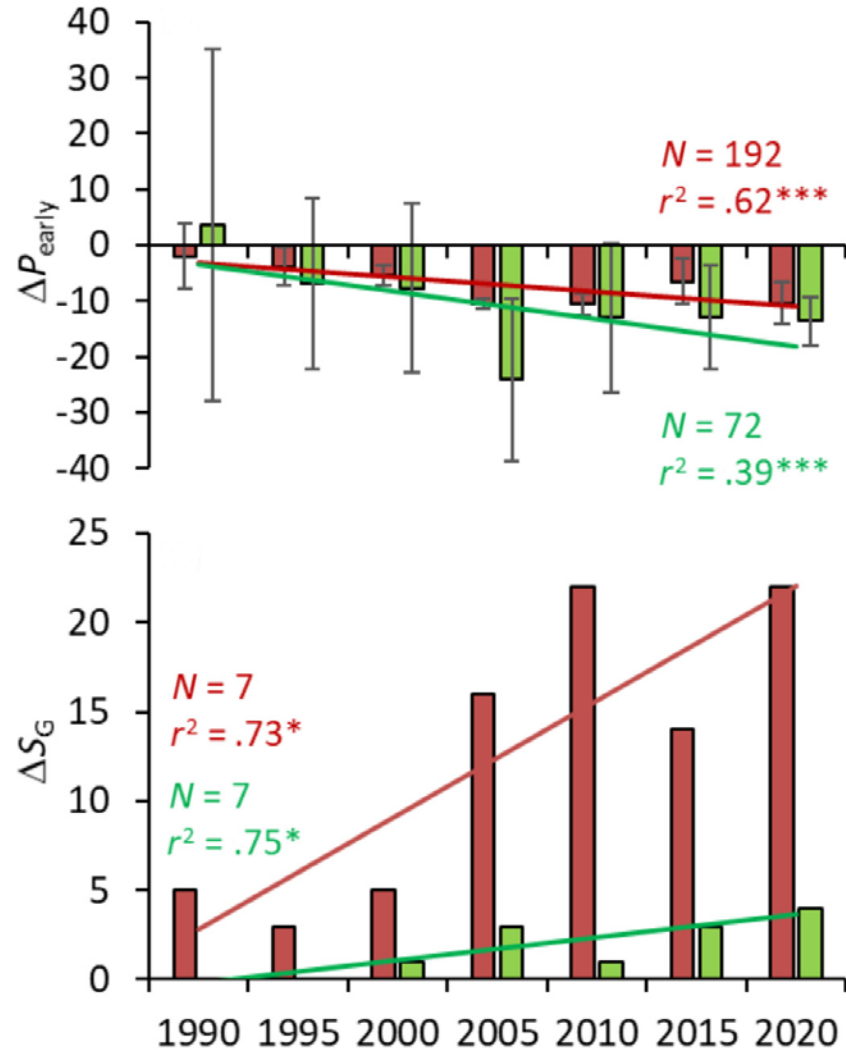
- Zeitlicher Ablauf von sich jährlich wiederholenden Ereignissen

- Schmetterlinge:

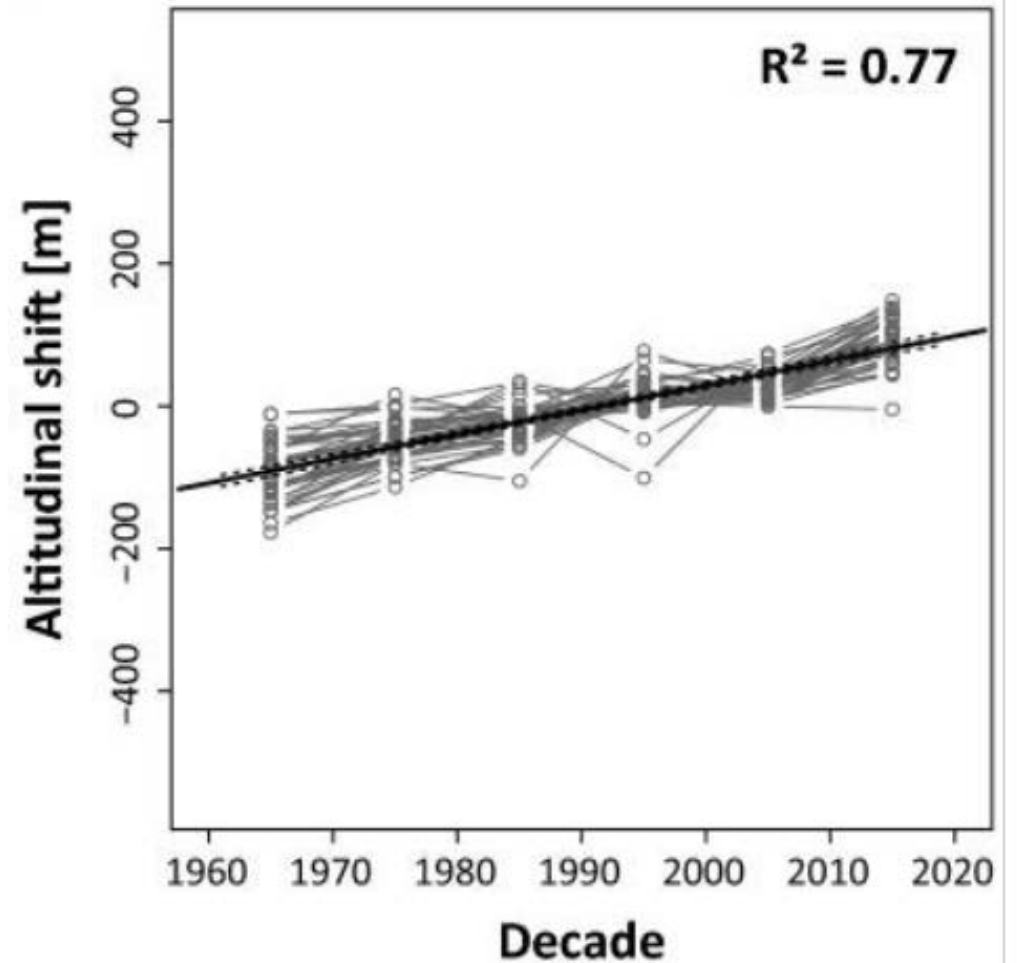
- Reagieren sensibel auf Wetter/Klima
- Sind mobil
- Entwickeln sich schnell

-> Ideale Klimawandelanzeiger

Vieles ist bereits bekannt



(Habel et al. 2024)



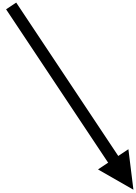
(Rödder et al. 2021)

Vieles ist bereits bekannt

- Bisherige Studien waren geographisch beschränkt
 - Einzelne Länder oder Regionen
- Verschiedene Voraussetzungen machen Vergleiche schwer
 - Unterschiedliche zeitliche Horizonte
 - Unterschiedliche statistische Methoden

→ Unsere Studie: Besonders großer Datensatz mit vielen Beobachtungen über einen großen Raum

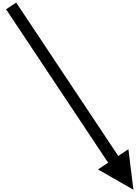
Daten



Sichtungen von adulten Tieren
aus Datenbanken

32 Arten

Daten

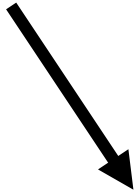


Sichtungen von adulten Tieren
aus Datenbanken

32 Arten

16 Flachlandarten

Daten



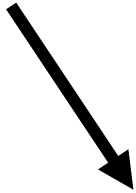
Sichtungen von adulten Tieren
aus Datenbanken

32 Arten

16 Flachlandarten

9 Mittelgebirgsarten

Daten



Sichtungen von adulten Tieren
aus Datenbanken

32 Arten

16 Flachlandarten

9 Mittelgebirgsarten

7 Hochgebirgsarten

Daten

Vier Regionen

1. Provence-Alpes-Côte d'Azur
2. Schweiz
3. Baden-Württemberg
4. Brandenburg

ca. 1.200 km

ca. 1.6 Millionen Beobachtungen
ca. 1900 – 2022, aber frühe Jahre
sehr sporadisch



Daten: Beispiel

Art	Jahr	Tag	Region	Höhe	x	y	MTB
jurtina	2017	165	F	877	289730.5	4860467	-
jurtina	2010	147	BW	-	-	-	8312

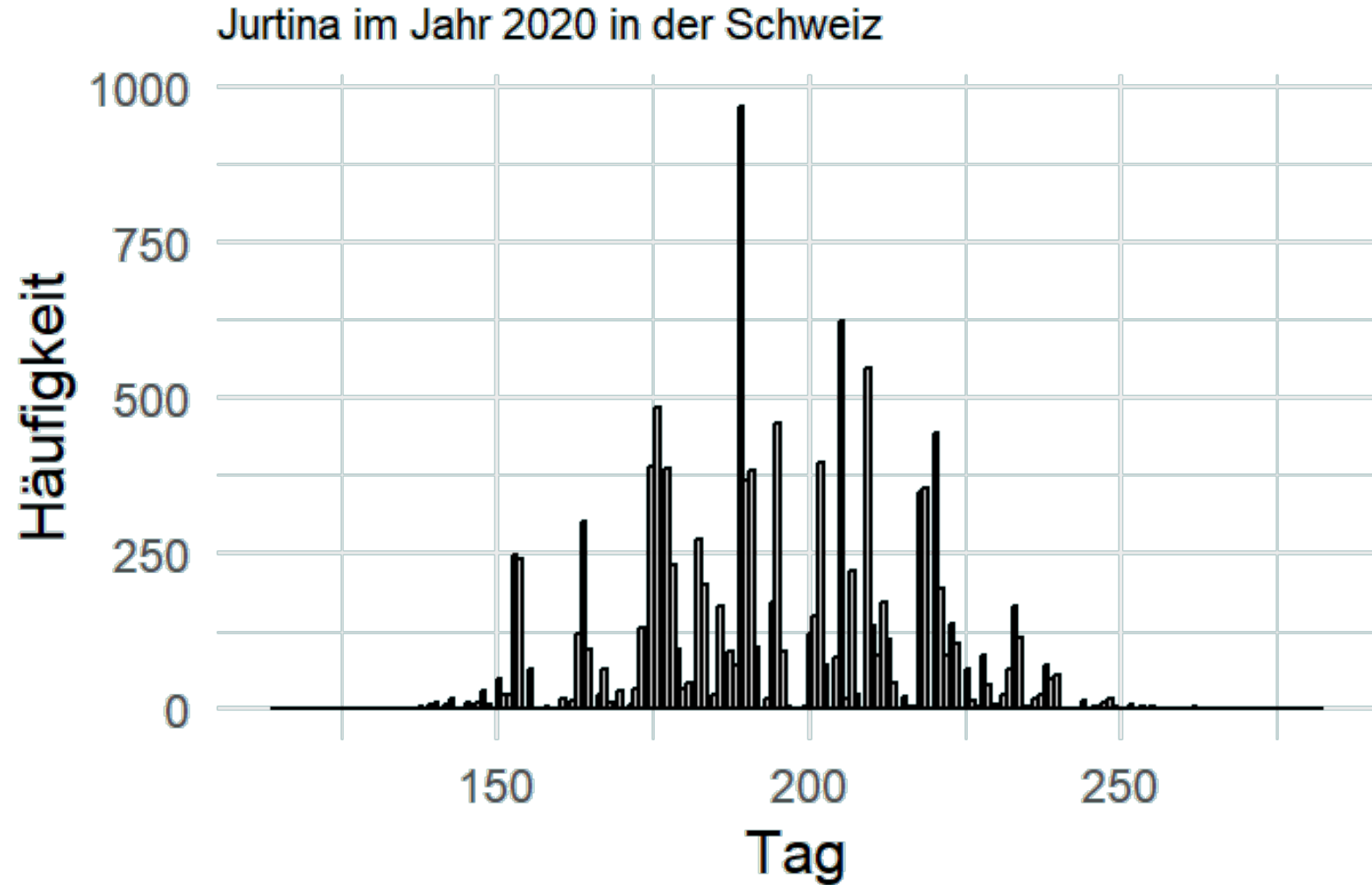
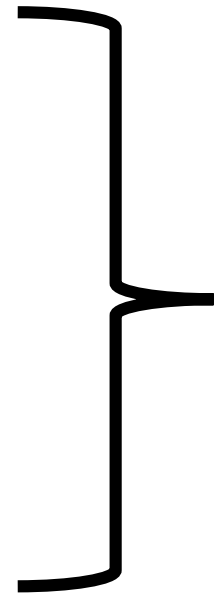
?



Maniola jurtina
Großes Ochsenauge
Ca. 140.000 Punkte

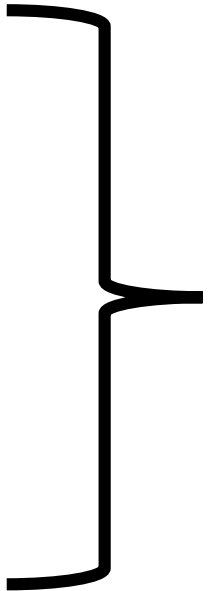
Daten

Art	Jahr	Tag	Region
jurtina	2020	165	ch
jurtina	2020	163	ch
jurtina	2020	137	ch
jurtina	2020	182	ch
jurtina	2020	141	ch

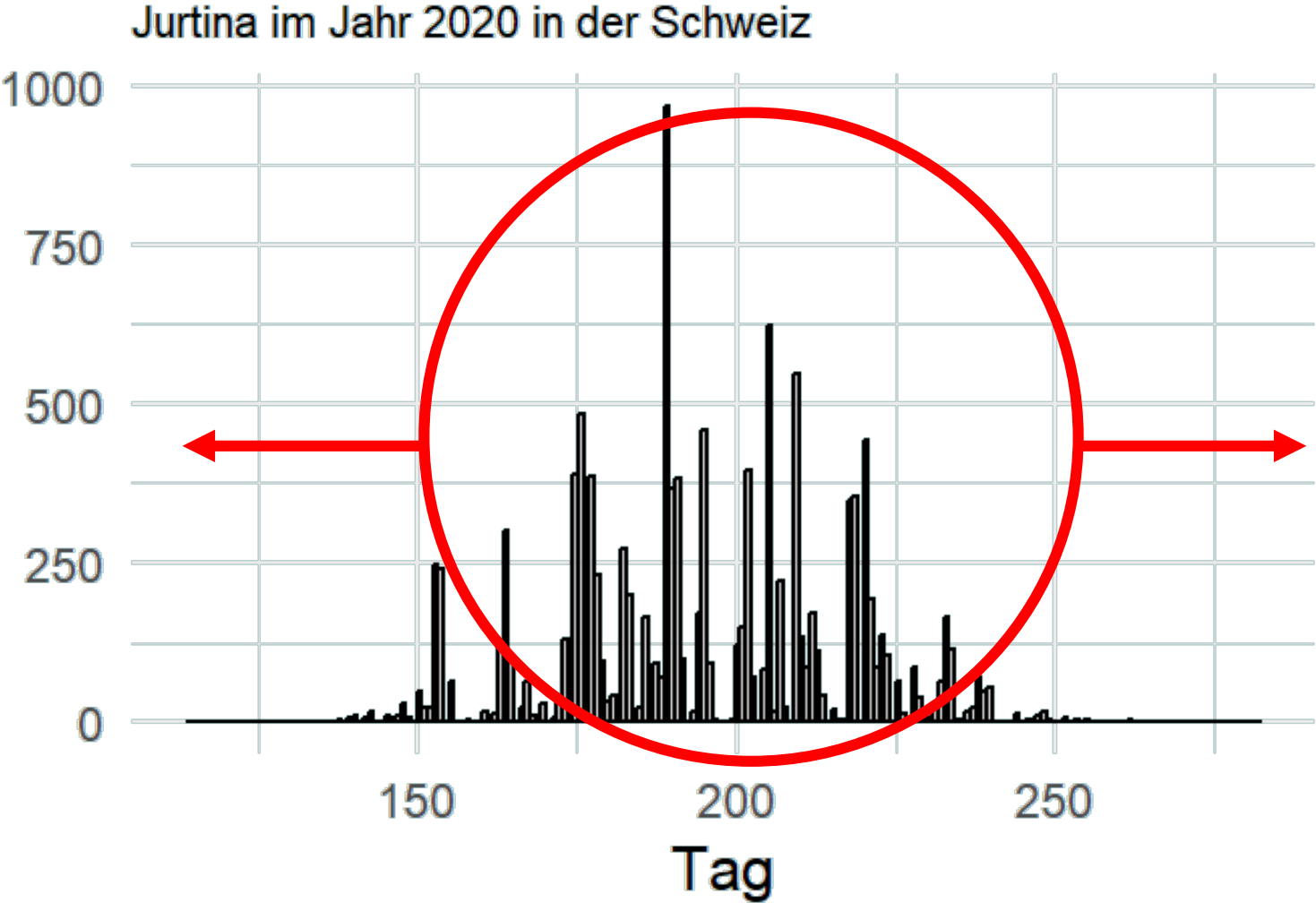


Daten

Art	Jahr	Tag	Region
jurtina	2020	165	ch
jurtina	2020	163	ch
jurtina	2020	137	ch
jurtina	2020	182	ch
jurtina	2020	141	ch

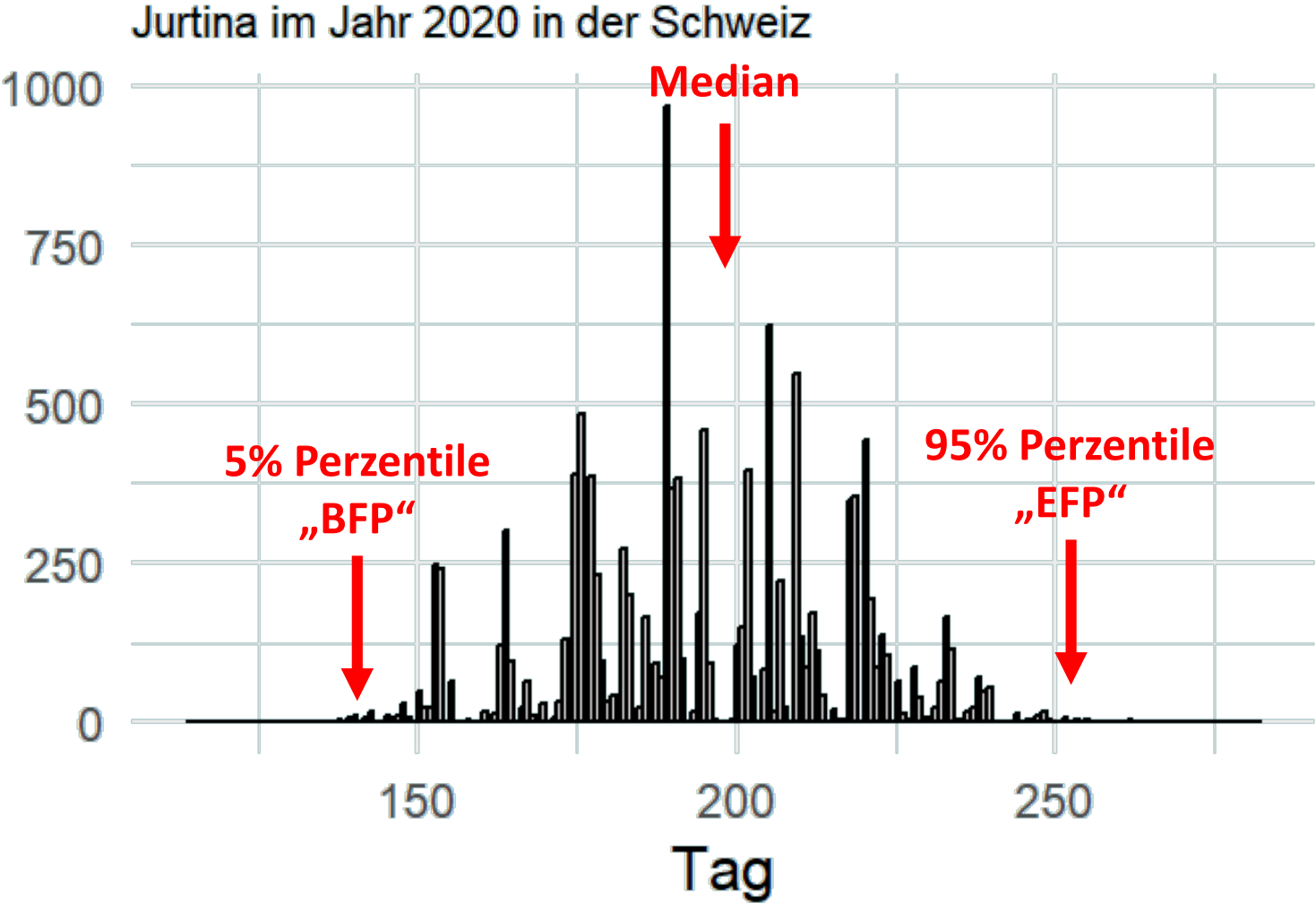
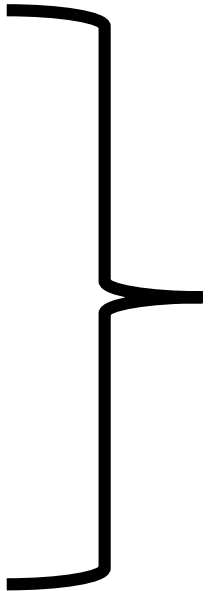


Häufigkeit



Daten

Art	Jahr	Tag	Region
jurtina	2020	165	ch
jurtina	2020	163	ch
jurtina	2020	137	ch
jurtina	2020	182	ch
jurtina	2020	141	ch



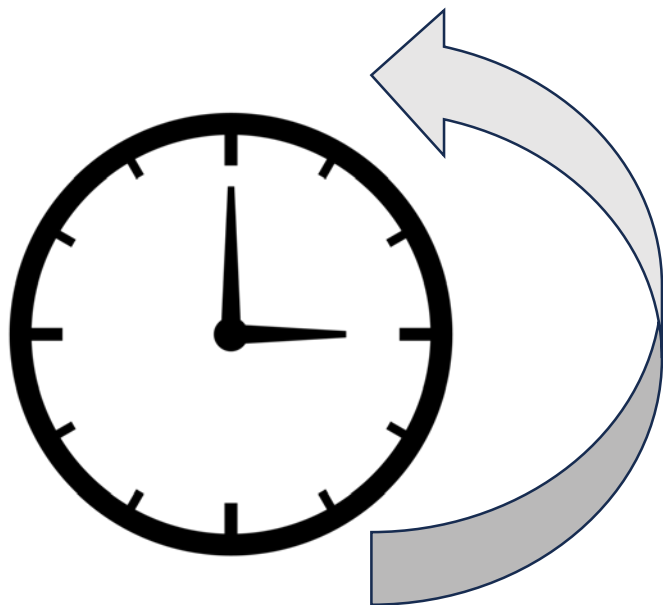
Methodik

Jahr	Region	5% Perzentil	Median	95% Perzentil	n
1980	ch	120	164	200	40
2000	ch	115	165	205	100
2020	ch	110	163	210	500

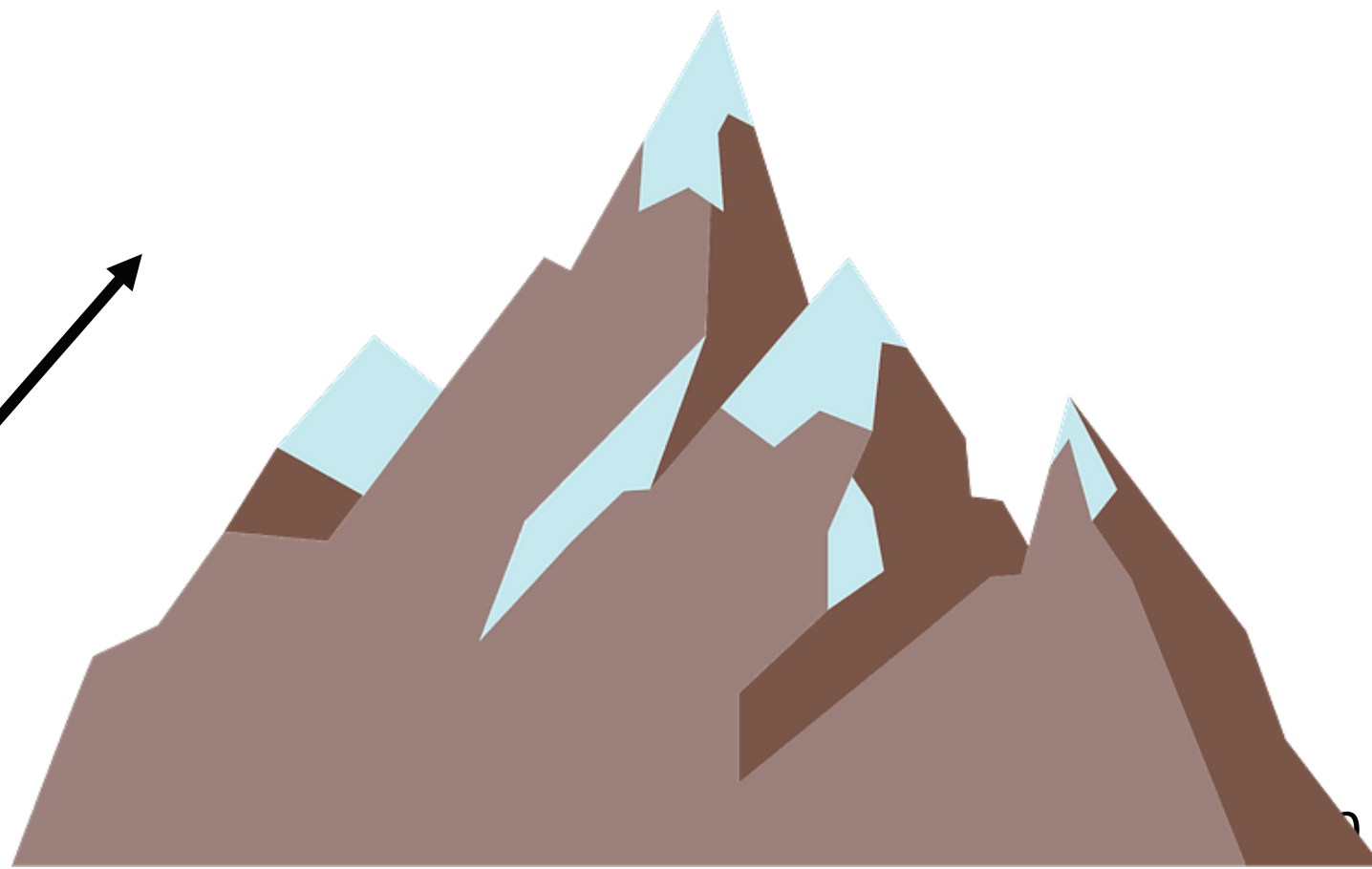
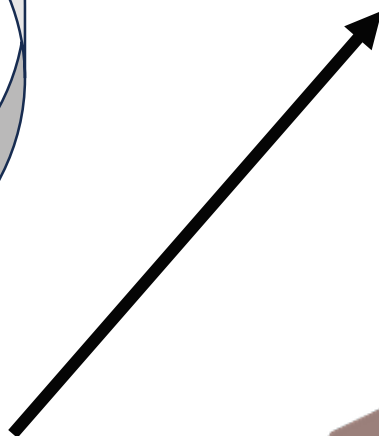
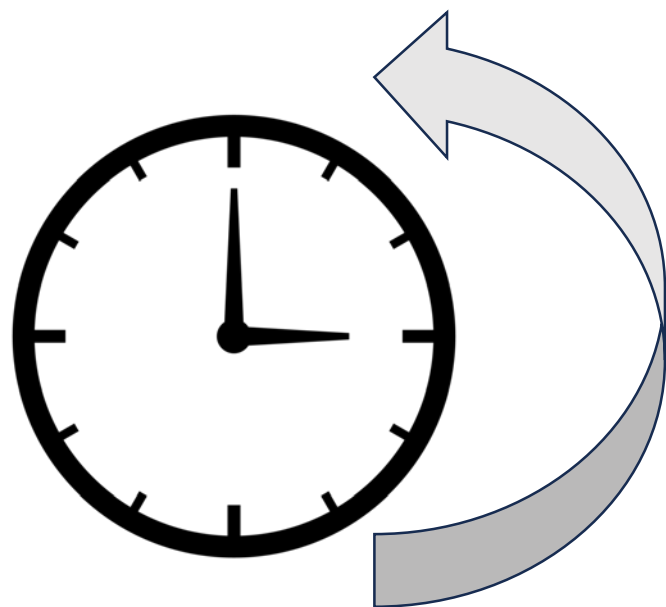


Alles vor 1978
zusammengefasst

Methodik

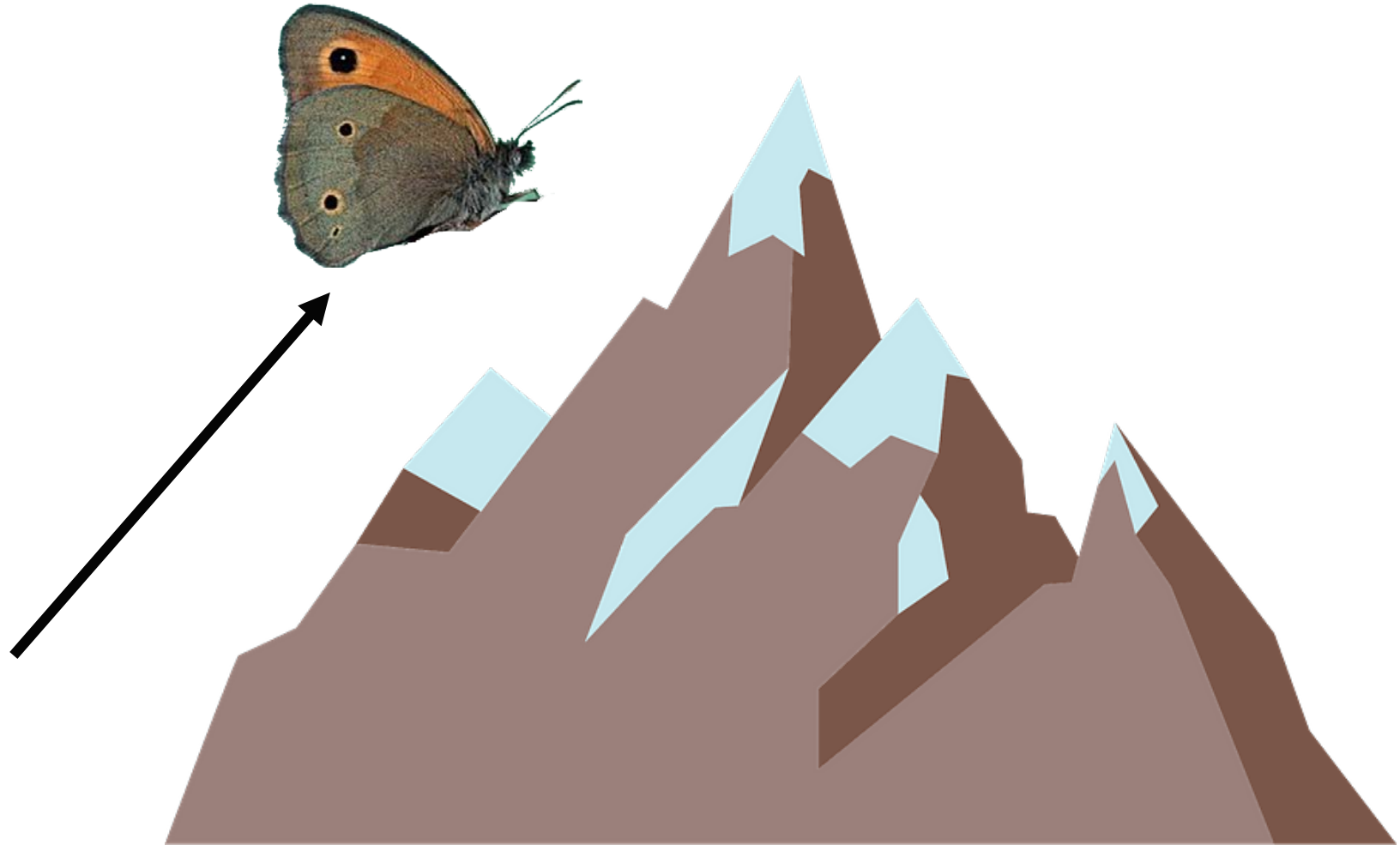


Methodik

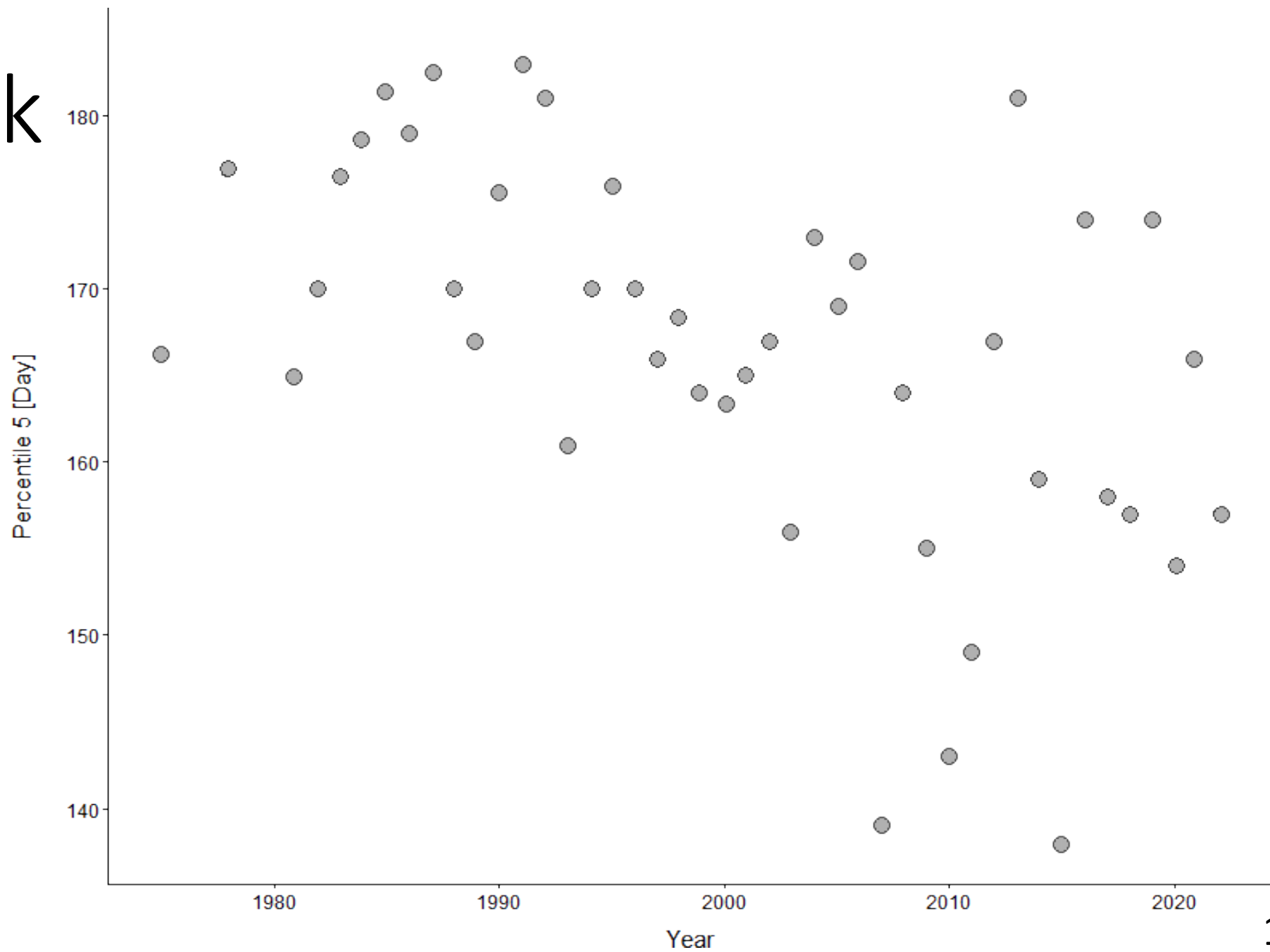


Methodik

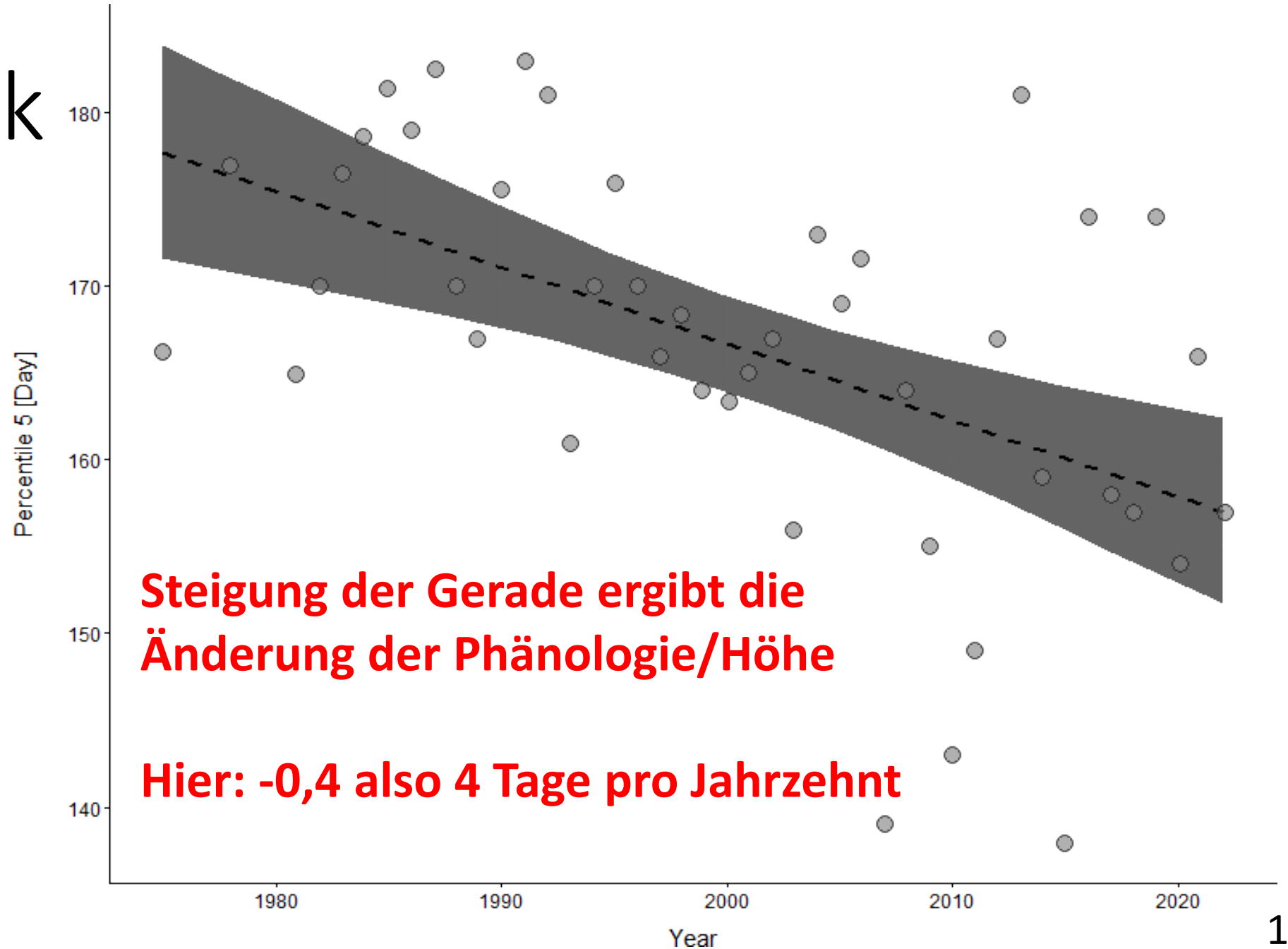
Höhenuntersuchung:
Nur in F und CH!



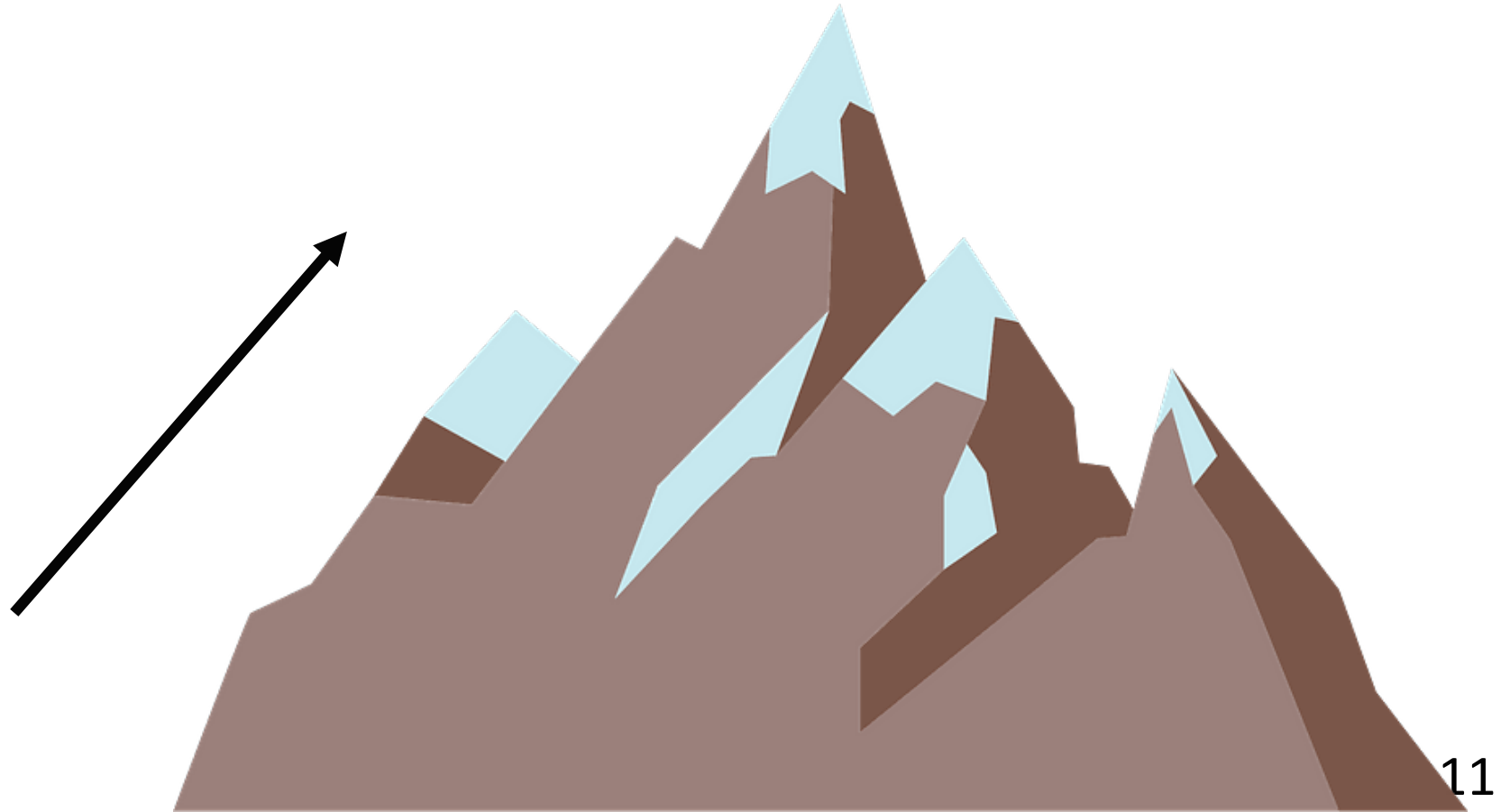
Methodik



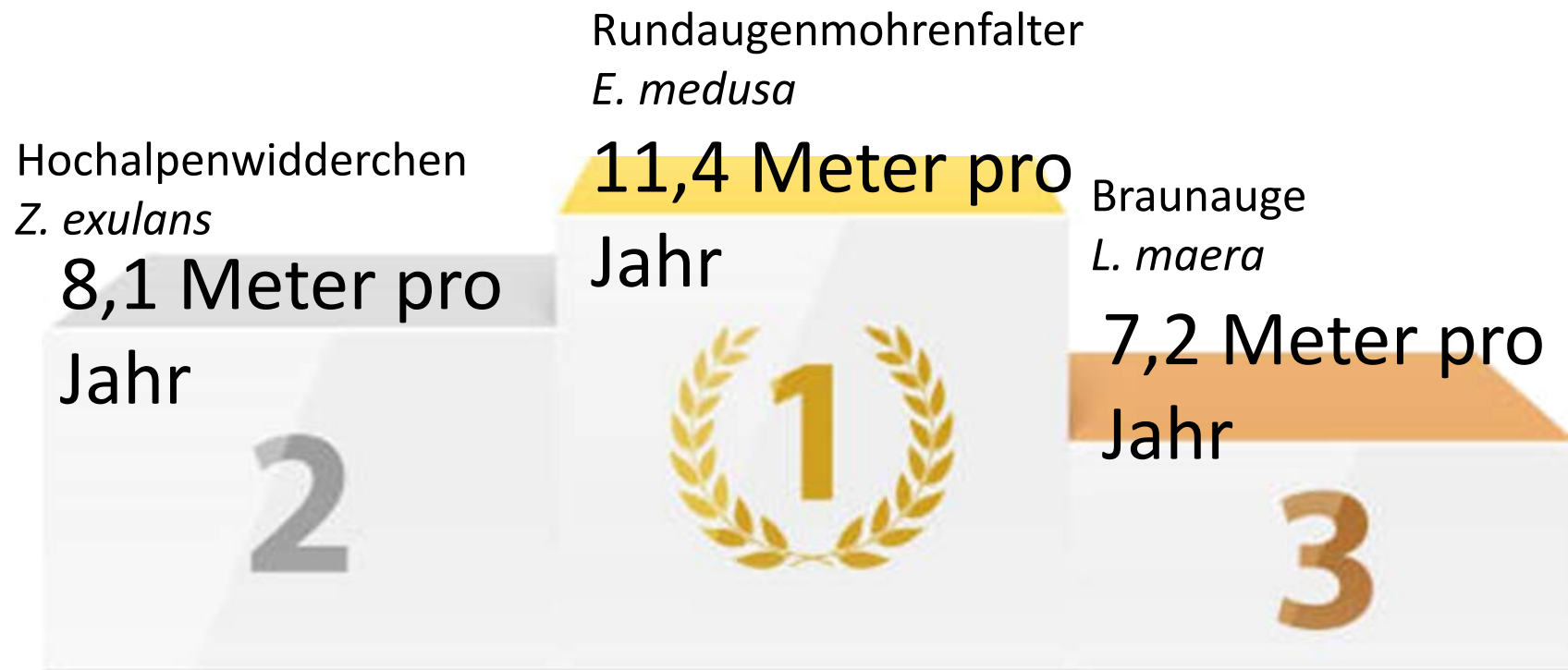
Methodik



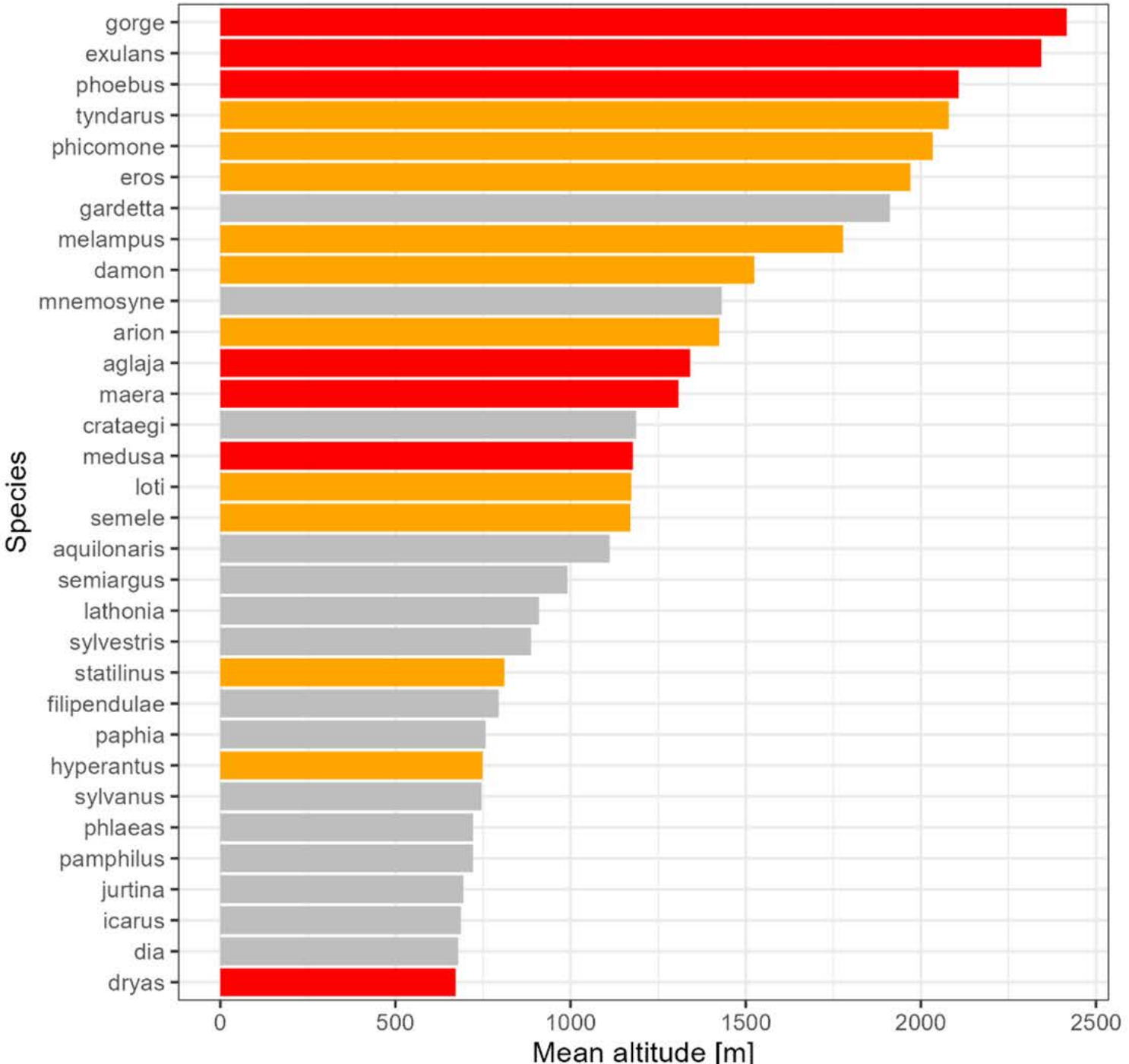
Ergebnisse: Höhenanpassung



Ergebnisse: Top 3 Höhenflieger

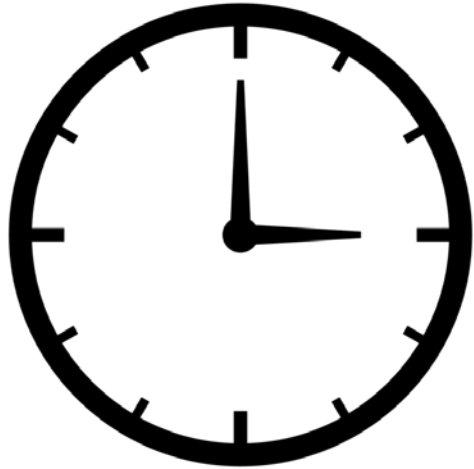


Nur F und CH!

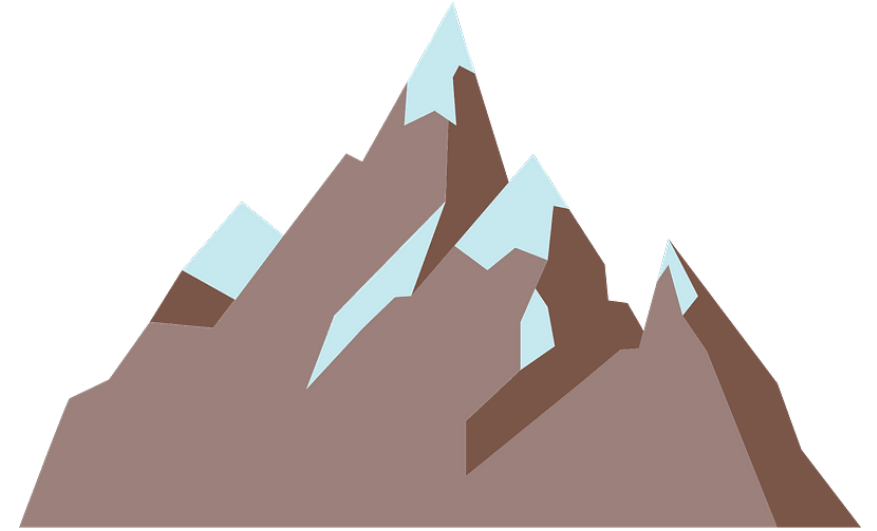


Je höher der Lebensraum der Art, desto eher wandert die Art noch höher

Ergebnisse

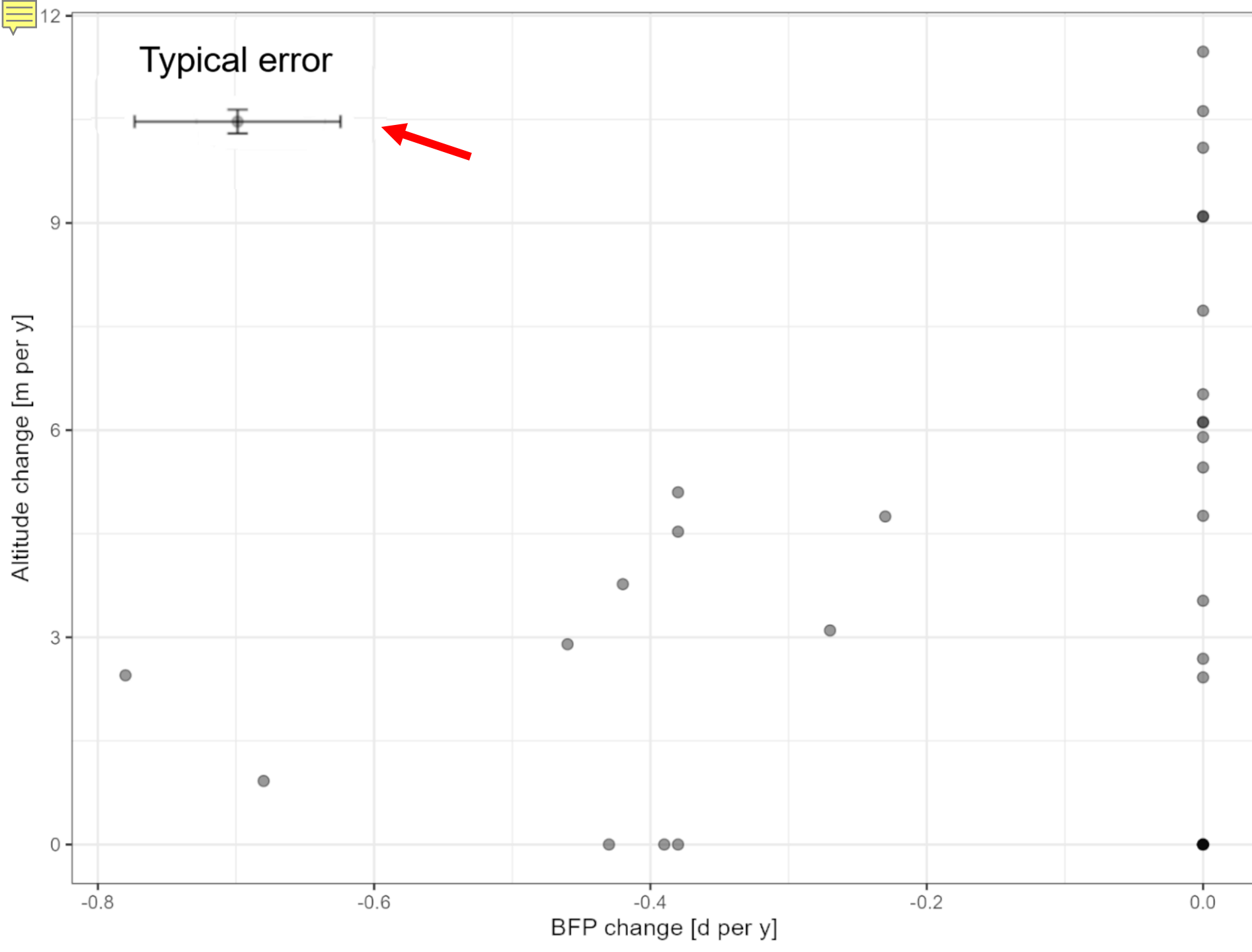


Überwiegend Arten, die
in niedrigeren Gebieten
vorkommen

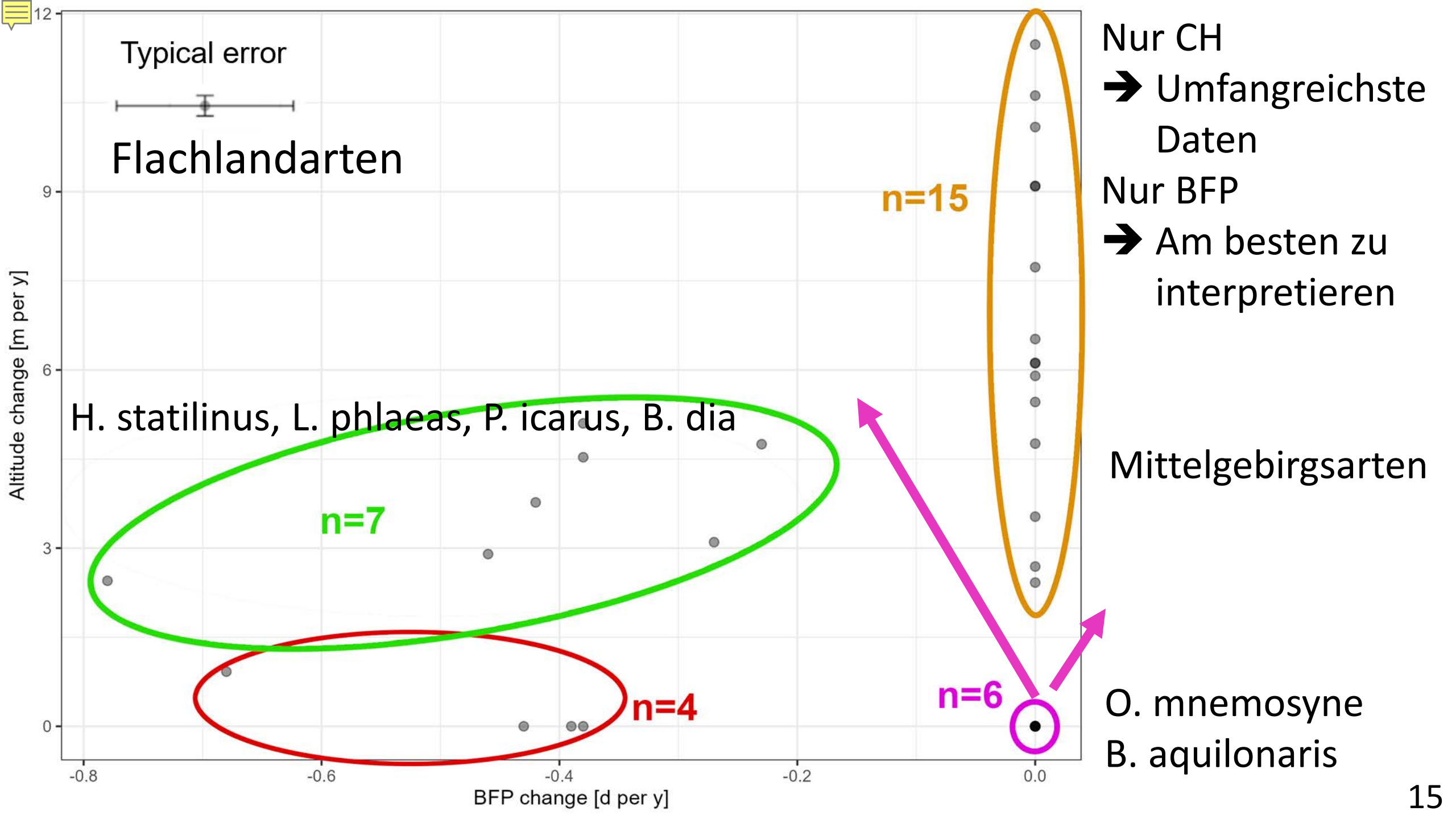


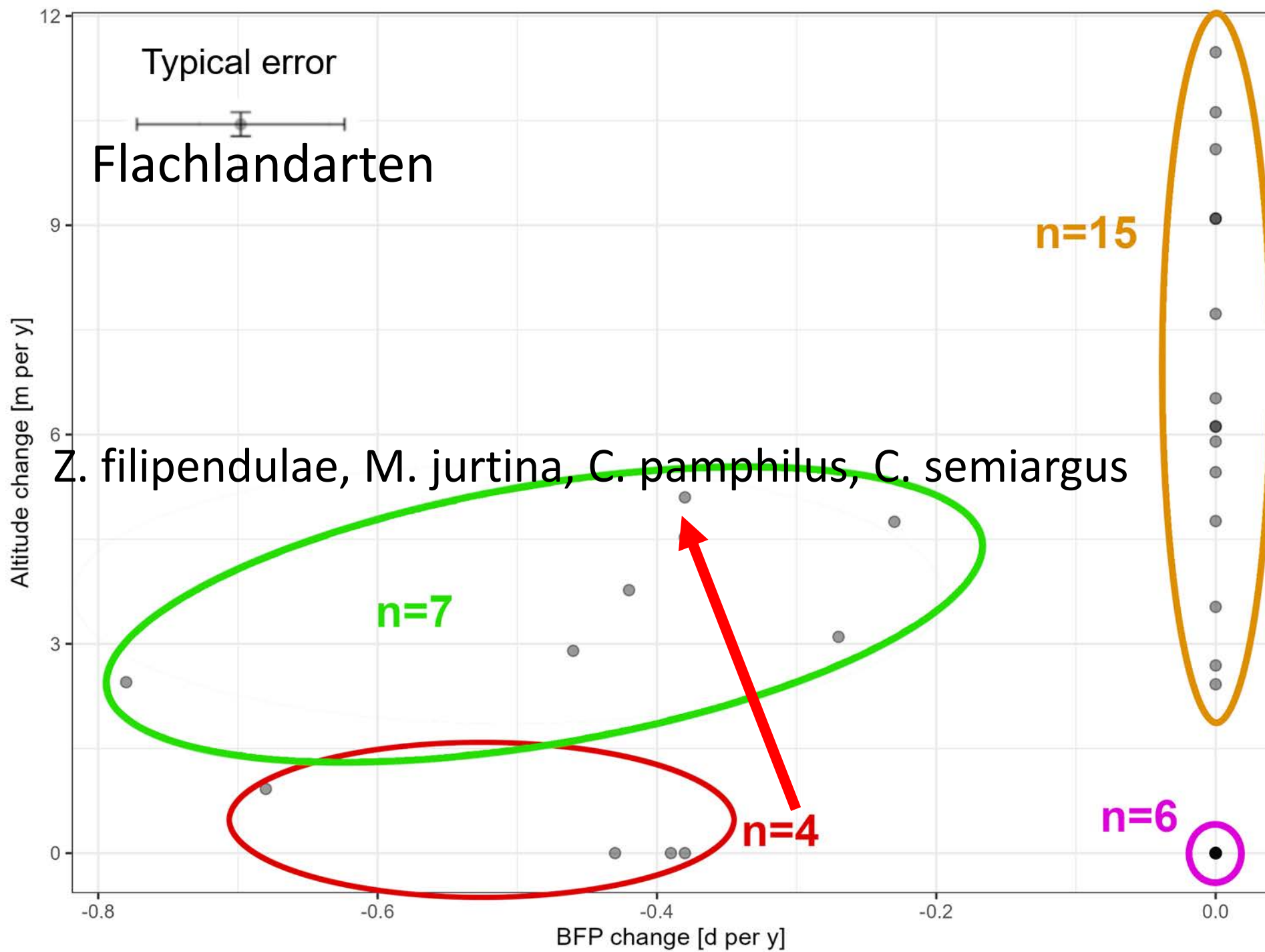
Überwiegend Arten, die
in hohen Gebieten
vorkommen

Wie lassen sich die Anpassungen genau gruppieren?

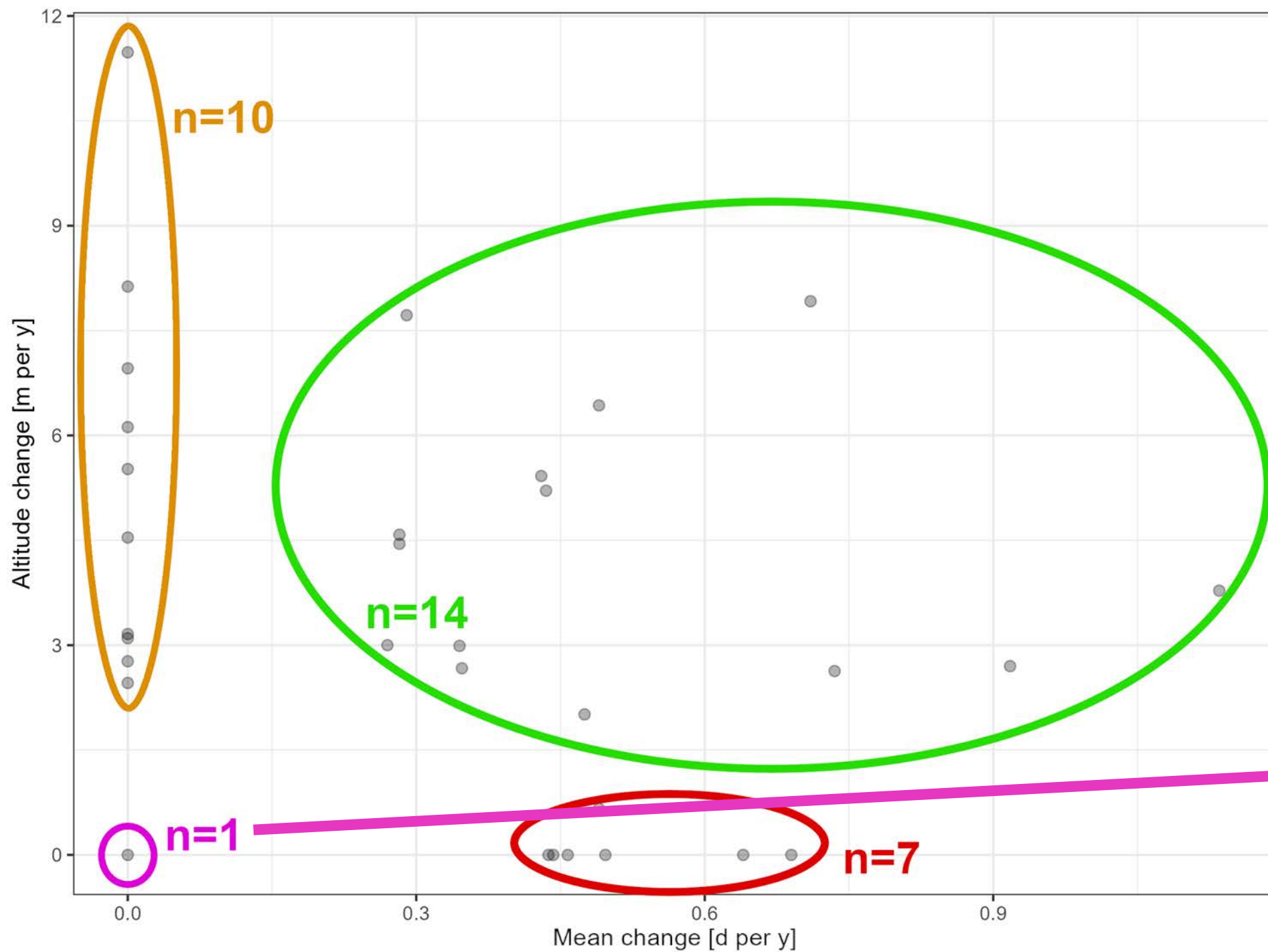


Nur CH
➔ Umfangreichste Daten
Nur BFP
➔ Am besten zu interpretieren



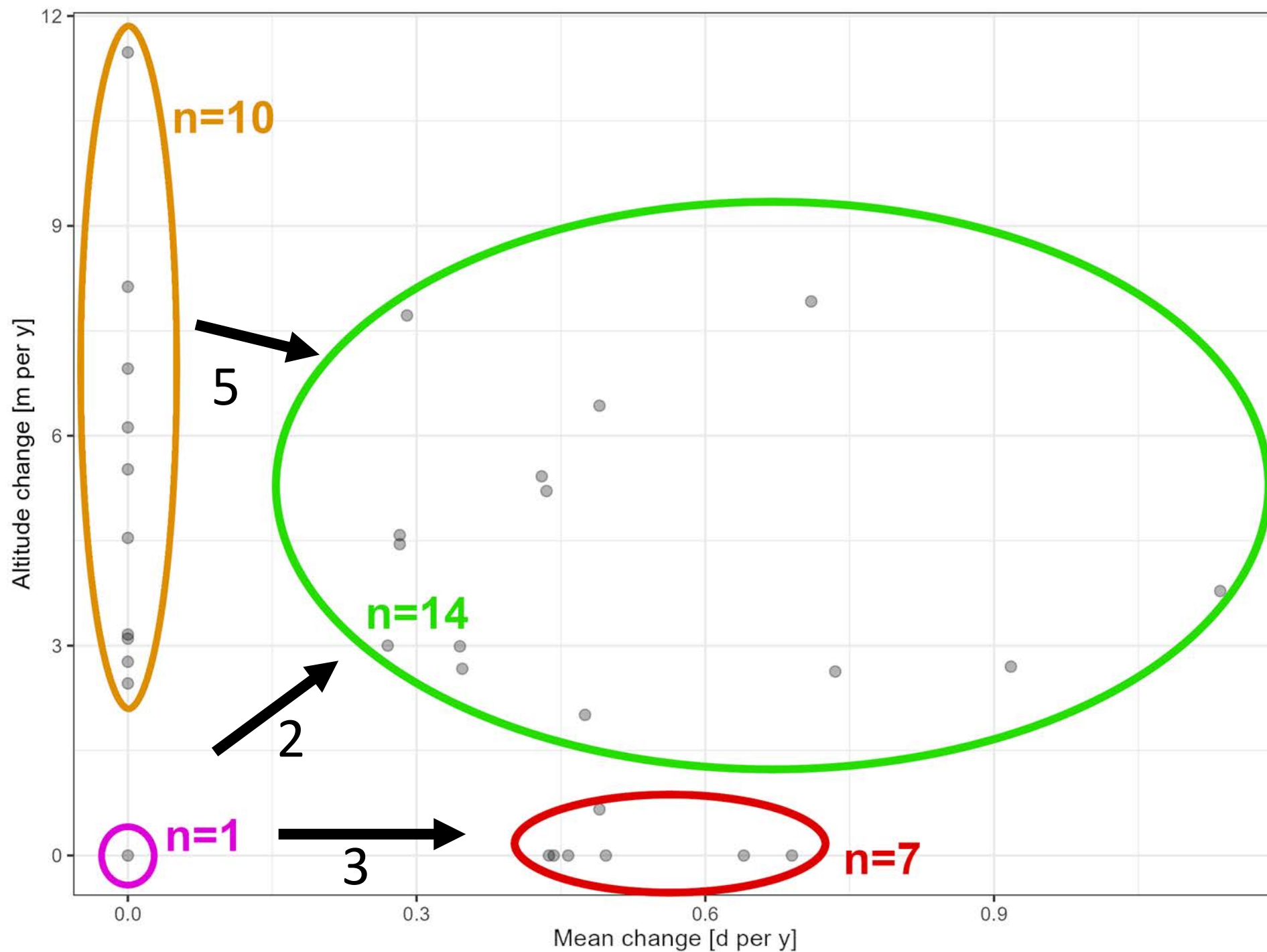


- Nur CH
- ➔ Umfangreichste Daten
- Nur BFP
- ➔ Am besten zu interpretieren



Alle Variablen
(BFP, Median und
EFP) in CH und F!

B. aquilonaris



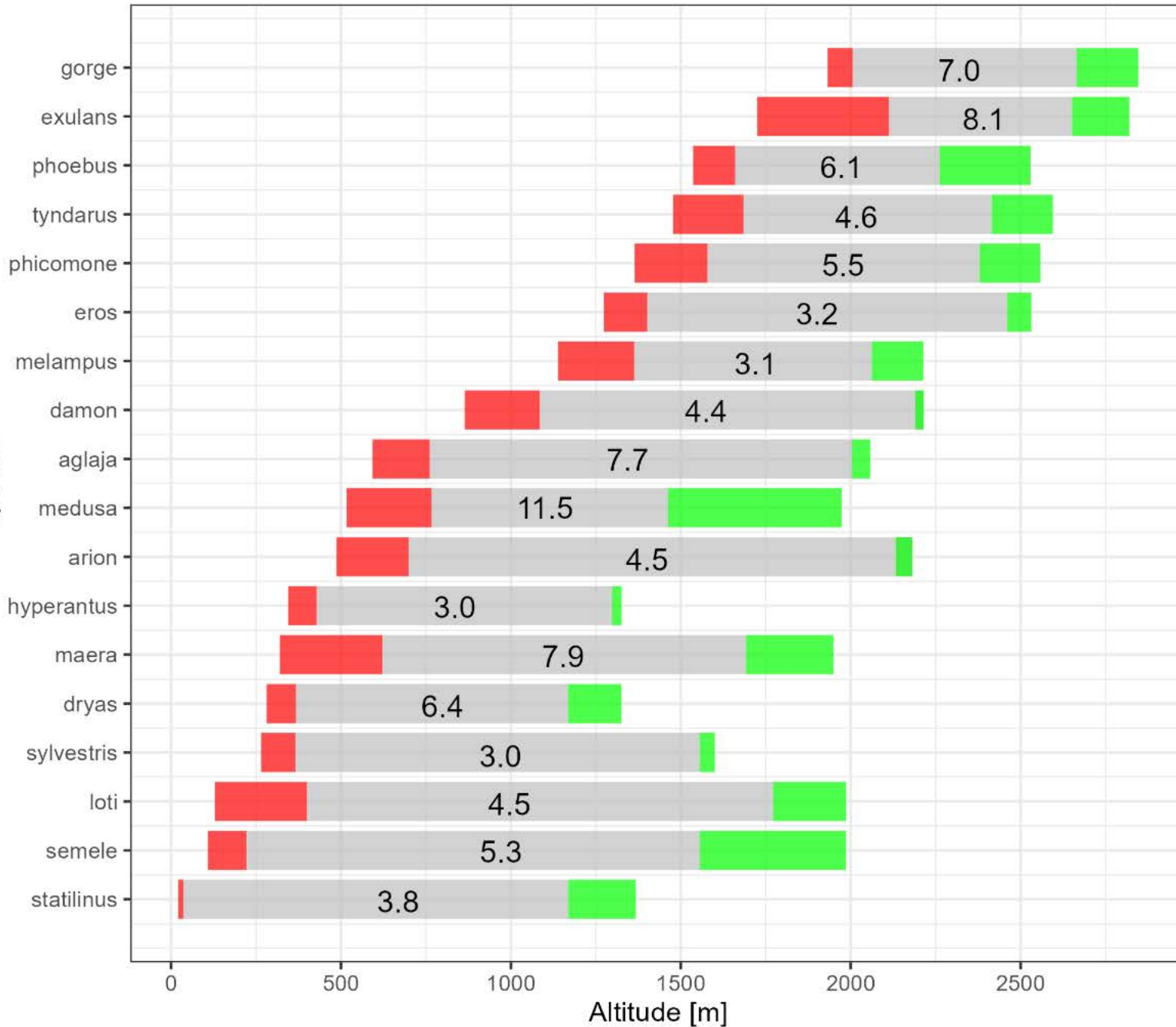
Alle Variablen
(BFP, Median und
EFP) in CH und F!

**Einbezug von
Median und EFP
führt dazu, dass
praktisch alle Arten
Änderungen zeigen**

Höhenanpassung im Detail

Nur Arten aus CH und F, die eine Höhenänderung von mehr als 3m/a zeigen

Species



Altitude Shift



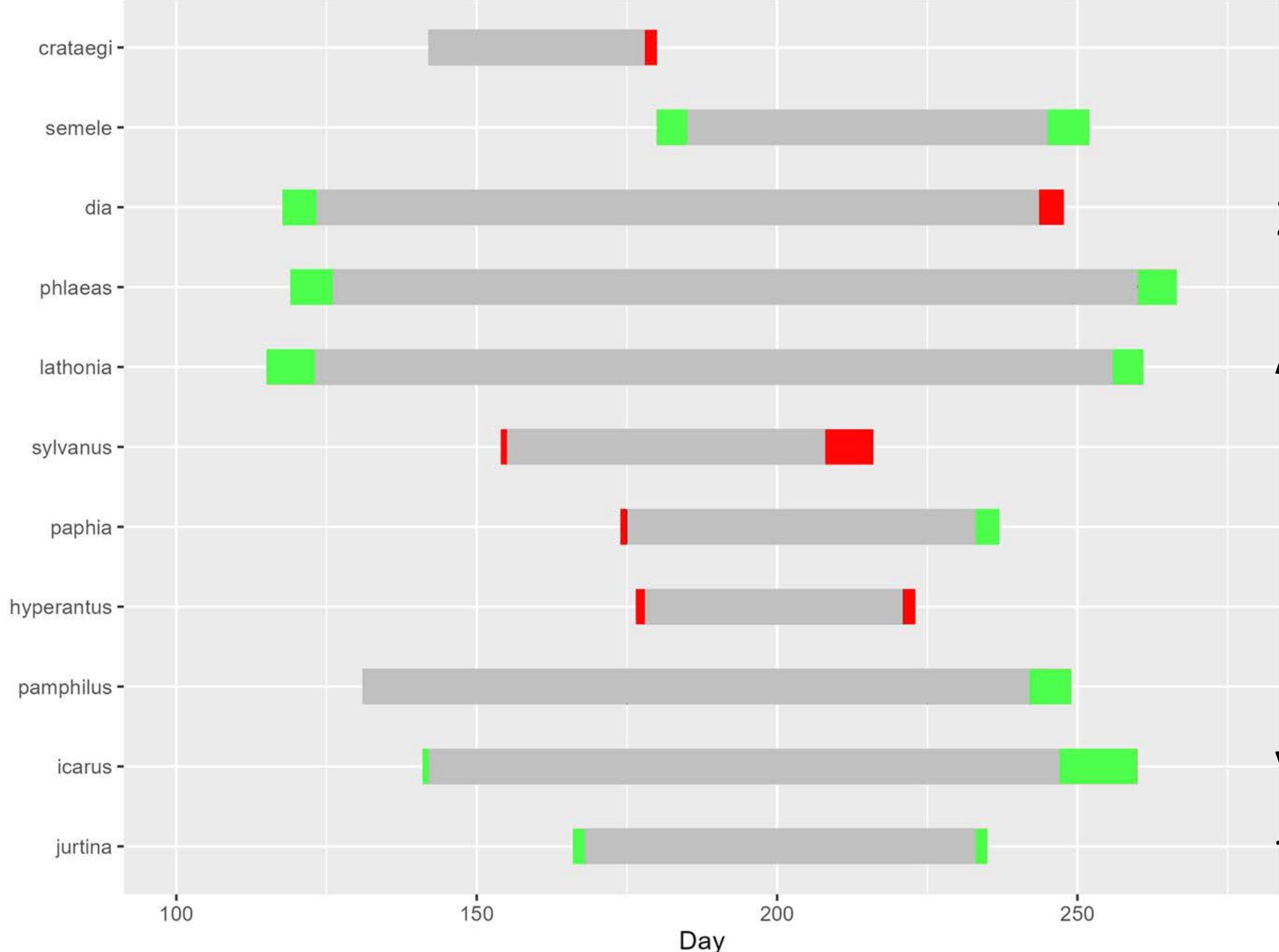
Vergleich von Regionen

- Laut Regression: Prozentualer Anteil signifikanter Änderungen

Variabel	FR	CH	D-BW	D-BB
BFP	40	35	31	0

→ Ändert sich BFP nicht in Brandenburg?

Species



Nur BB
1995 -2005
2012 – 2022

Achtung!
Datensatz aus
BB fängt erst
1995 an!

Keine
Vorklimawandel
- Daten!

Vergleich von Regionen

Am Beispiel von:

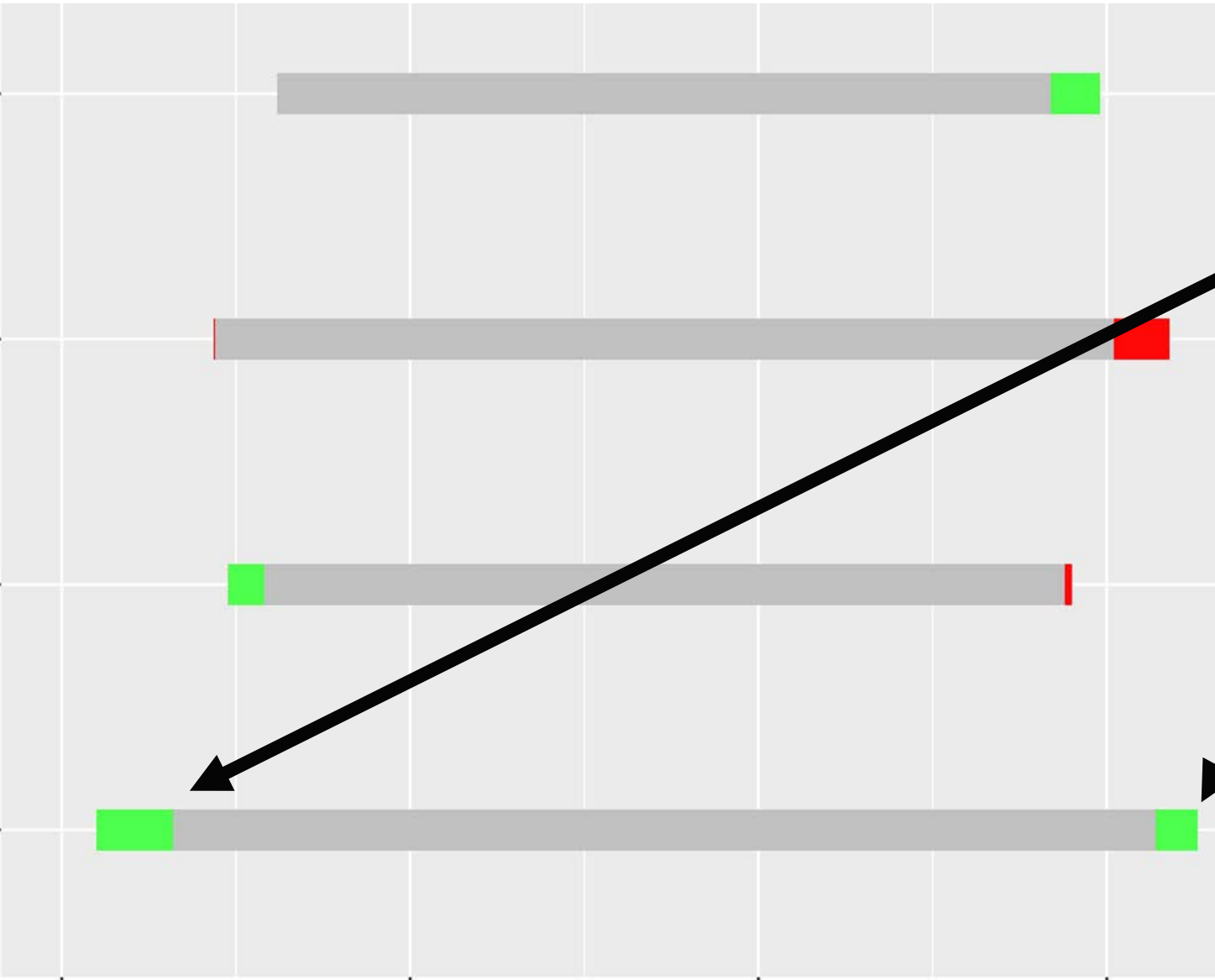
Coenonympha pamphilus

Kleines Wiesenvögelchen

Etwa 100.000 Beobachtungspunkte

Deutliches Verschieben
von BFP/EFP in F

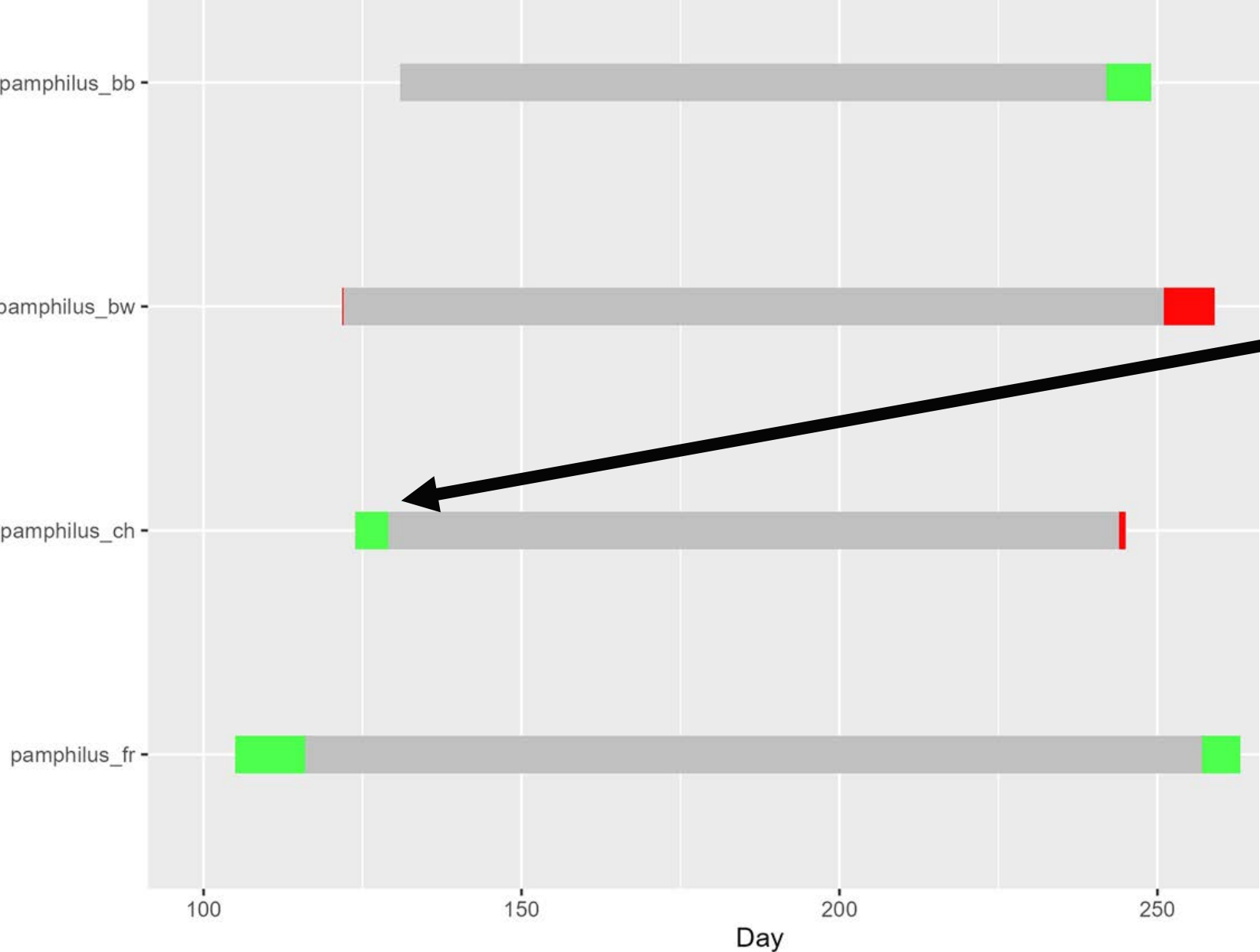
pamphilus_bb
pamphilus_bw
pamphilus_ch
pamphilus_fr



Day

Deutliches Verschieben
von BFP/EFP in F

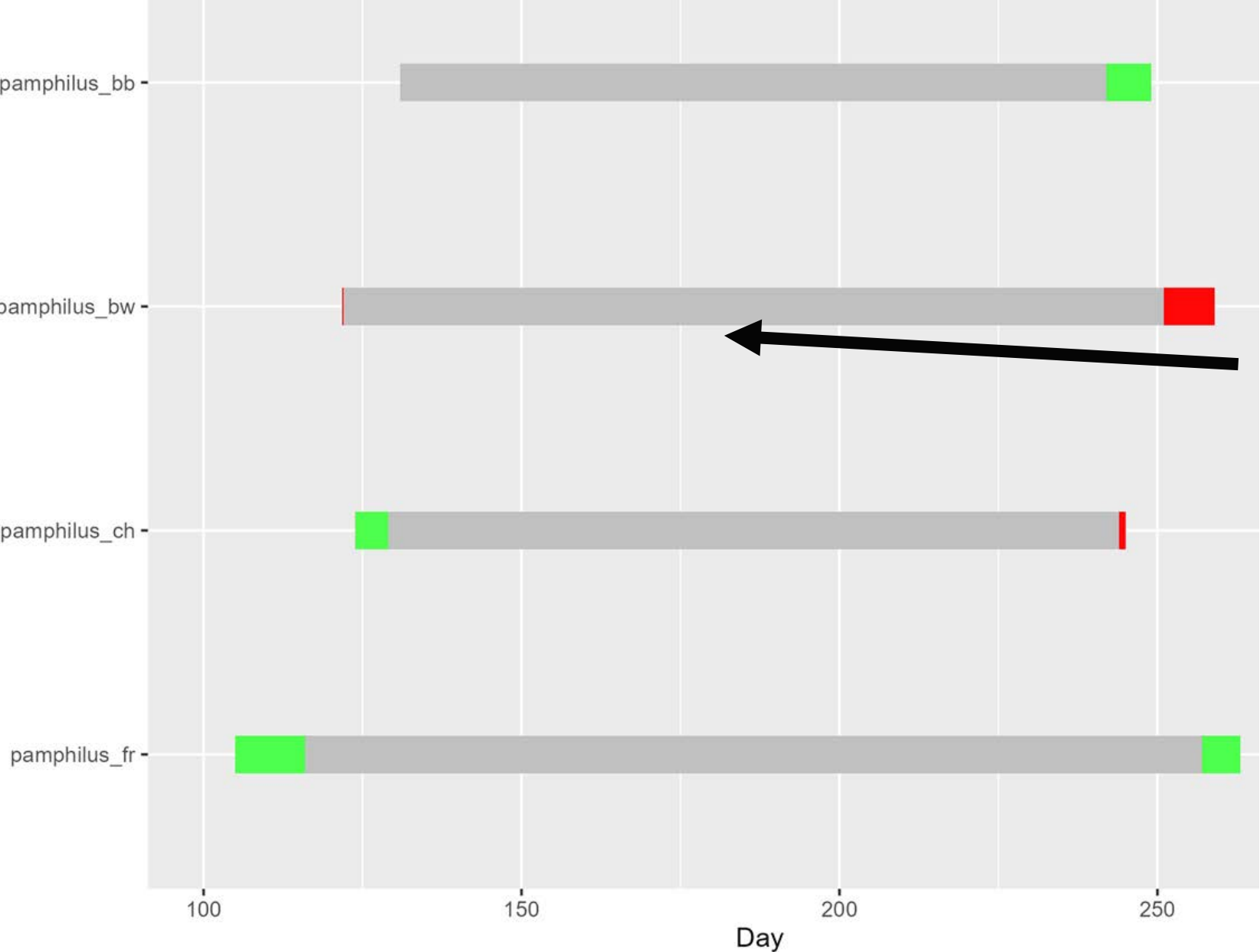
Deutliches Verschieben
von BFP in CH

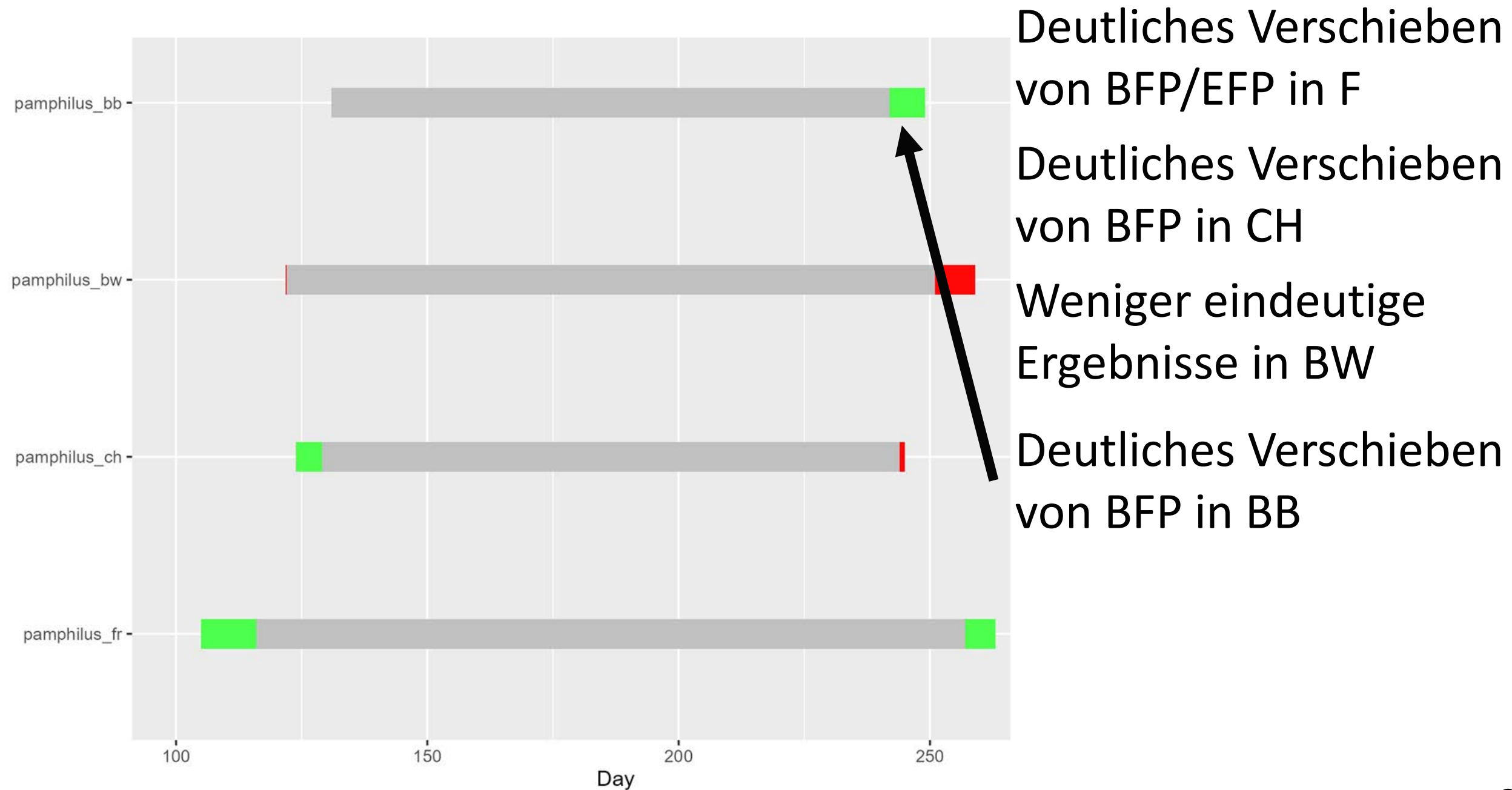


Deutliches Verschieben
von BFP/EFP in F

Deutliches Verschieben
von BFP in CH

Weniger eindeutige
Ergebnisse in BW





Diskussion: Literaturabgleich

Unsere Ergebnisse

0,3 bis 0,5 Tage pro Jahr

Andere Studien

0,37 Tage pro Jahr (Hällforst et al. 2020)

0,36 Tage pro Jahr (Karlsson 2014)

Je höher das Larvalhabitat,
desto weniger wird die
Phänologie angepasst

Hochgebirgsarten verändern Phänologie
nicht (Habel et al. 2024)

Durchschnitt der
Höhenänderung: 4,7 m pro
Jahr

Gebirgsfalter 300 m höher
gewandert (Rödder et al. 2021)

Diskussion: Probleme

- Zeitlich ungleich verteilt, wenig Punkte aus frühen Jahren
- Brandenburger Daten starten erst ab 1995
- Räumliche Verteilung sehr variabel

Zusammenfassung

- Anpassungsmuster lassen sich gut erkennen und gruppieren
- Ergebnisse stimmen mit Literatur überein
- Oft keine statistische Signifikanz in BW und besonders BB
- Dennoch lässt sich eine Veränderung an den Rohdaten erkennen
- Verschiedene Methoden ergänzen sich

Wir bedanken uns bei:

- Jörg Gelbrecht für das Bereitstellen der Daten aus Brandenburg
- Robert Trusch für die Daten aus Baden-Württemberg
- Yannick Chittaro für die Daten aus der Schweiz
- Datenbank SILENE für die Daten aus Frankreich
- Nils Anthes und Heiko Hinneberg für Hilfe bei der Methodik

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt

Robert Birch: robert.birch@student.uni-tuebingen.de

Gregor Markl: markl@uni-tuebingen.de

Quellen

- Habel, J. C., Schmitt, T., Gros, P., & Ulrich, W. (2024). Active around the year: Butterflies and moths adapt their life cycles to a warming world. *Global Change Biology*, 30(1), e17103. <https://doi.org/10.1111/gcb.17103>
- Hällfors, M. H., Pöyry, J., Heliölä, J., Kohonen, I., Kuussaari, M., Leinonen, R., Schmucki, R., Sihvonen, P., & Saastamoinen, M. (2021). Combining range and phenology shifts offers a winning strategy for boreal Lepidoptera. *Ecology Letters*, 24(8), 1619–1632. <https://doi.org/10.1111/ele.13774>
- Karlsson, B. (2014). Extended season for northern butterflies. *International Journal of Biometeorology*, 58(5), 691–701. <https://doi.org/10.1007/s00484-013-0649-8>
- Rödder, D., Schmitt, T., Gros, P., Ulrich, W., & Habel, J. C. (2021). Climate change drives mountain butterflies towards the summits. *Scientific Reports*, 11(1), 14382. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93826-0>