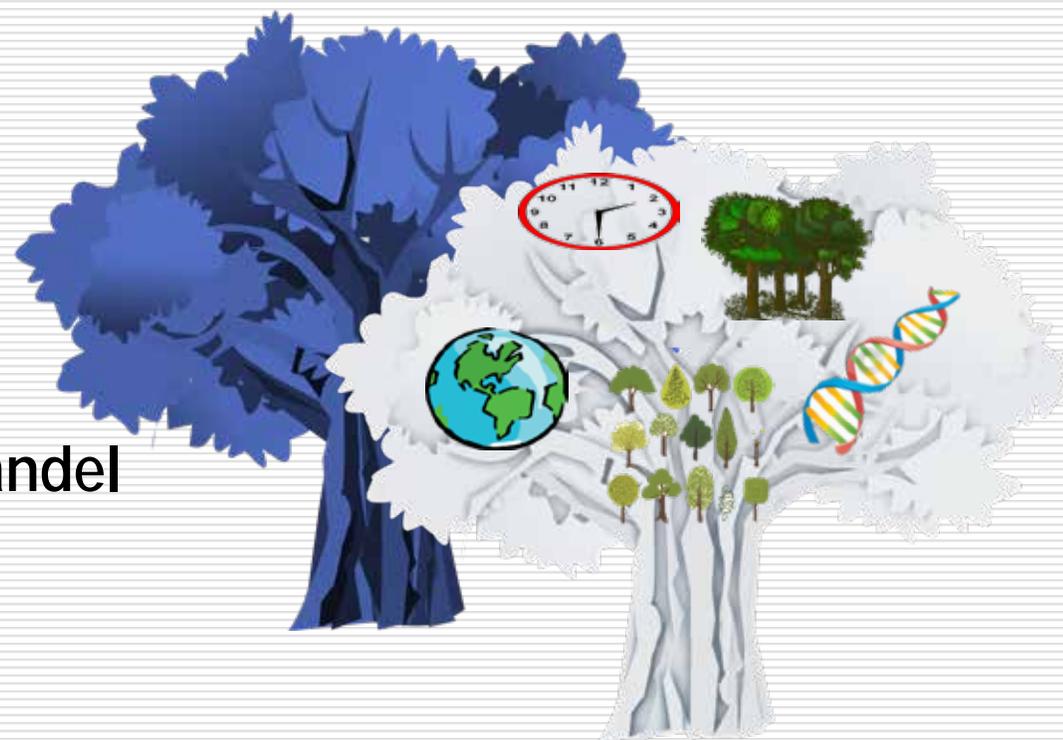


# Potential unserer Baumarten – Was wir über Anpassung wissen und was nicht

---

Schweizerischer Forstverein  
Arbeitsgruppe Waldbiodiversität  
Fachtagung 28.05.2024  
Wald im Wandel – Biodiversität im Wandel

Andreas Rudow  
Waldökologie, ETH Zürich



# Inputreferat

---

- Ziele
  - n Übersicht über Wissensstand zu «Anpassung»
  - n Ganzheitliche systemische Betrachtung
  - n Fokus auf wesentliche Prinzipien der «Anpassung»
- Inhalt
  1. Anpassung – Generelle Reaktionsmöglichkeiten von Arten
  2. Angepasstheit – Konkrete physiologische Potentiale von Arten
  3. Fazit – Folgerungen für den Umgang mit Wald und Biodiversität im Wandel



# 1 Anpassung Generelle Reaktionsmöglichkeiten von Arten

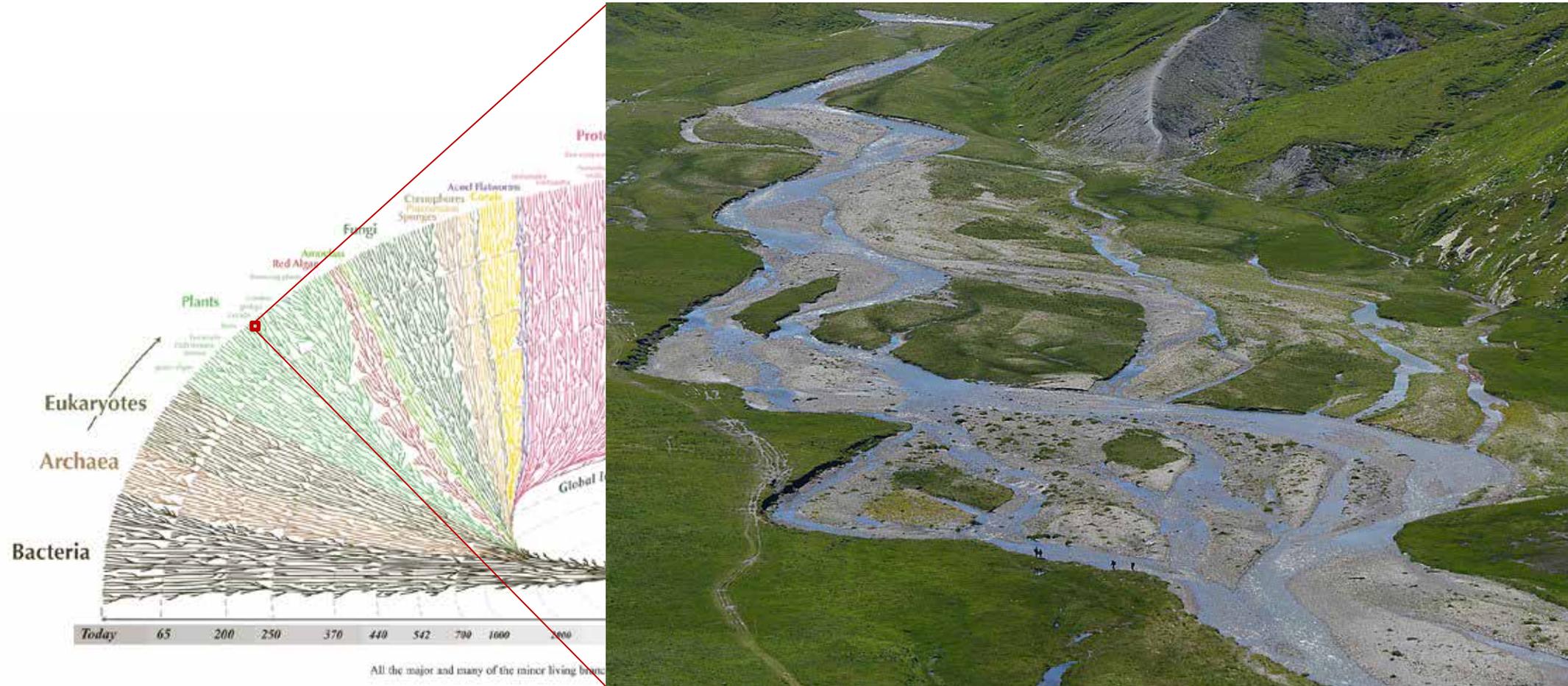
*Trockenstress bei Buche, Esche, Traubeneiche und Hybrid-Flaumeiche, Twann BE am 30.07.2015*



## Langfristperspektive (Makroevolution)

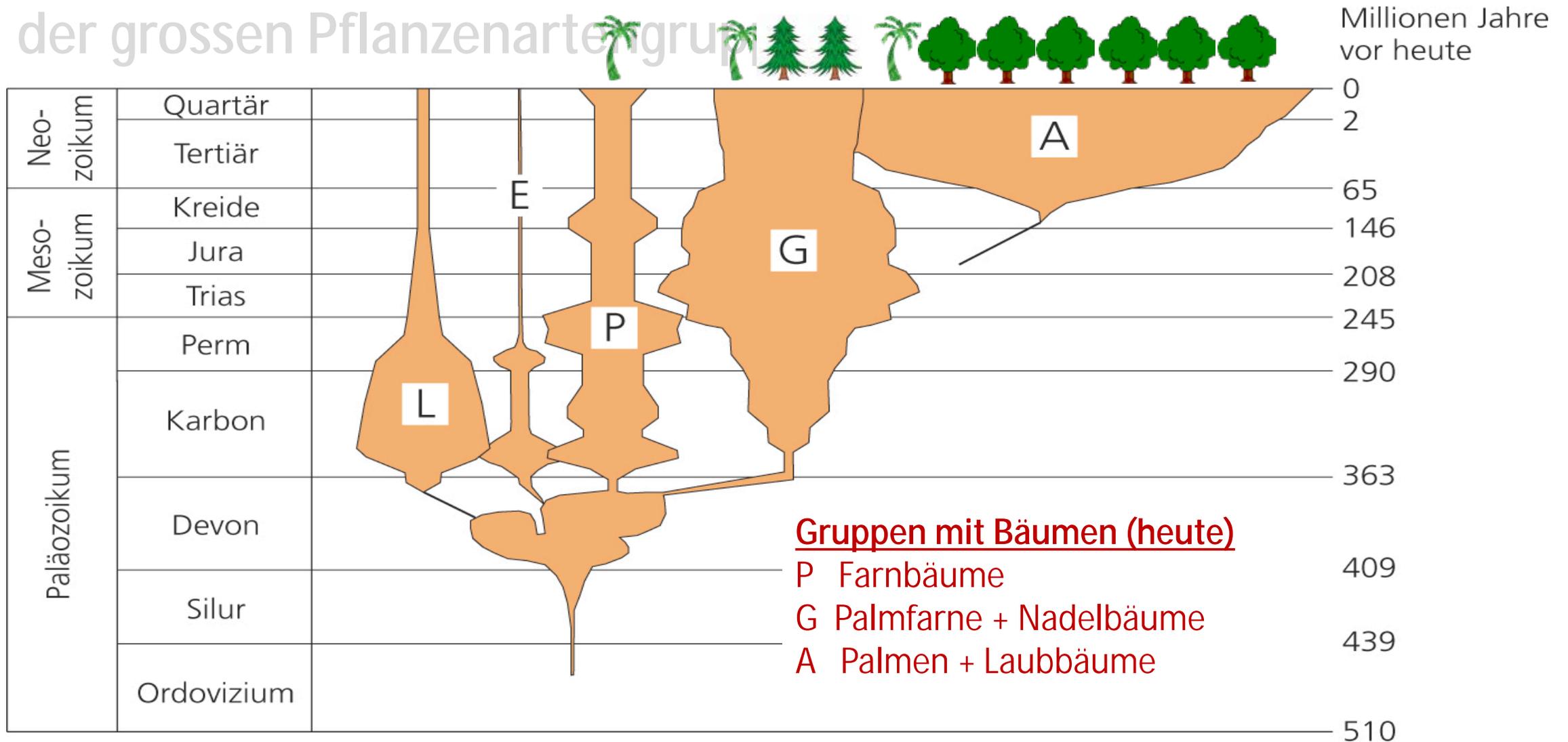
- Arten sind Populationen sich kreuzender/verwandter Individuen
  - >> Fortpflanzungsgemeinschaften
- Arten können mit Umweltveränderungen (z.B. Eiszeiten) umgehen
  - >> effektive Selbsterhaltungsmechanismen
  - >> Selbsterhaltung durch Gleichgewicht von genetischer Differenzierung und genetischer Vermischung (Metapopulationen in Raum und Zeit)
- Arten entstehen, entwickeln sich stetig weiter und sterben wieder aus
  - >> Artenvielfalt ist die Summe der aktuellen selbsterhaltenen Entwicklungslinien

# 1 Anpassung Arten/Metapopulationen als Grundeinheit der Evolution



Graphik: Eisenberg 2008, Darwin 1859, Whigler 2019

# Entwicklung der relativen Artenvielfalt der grossen Pflanzenartengruppen

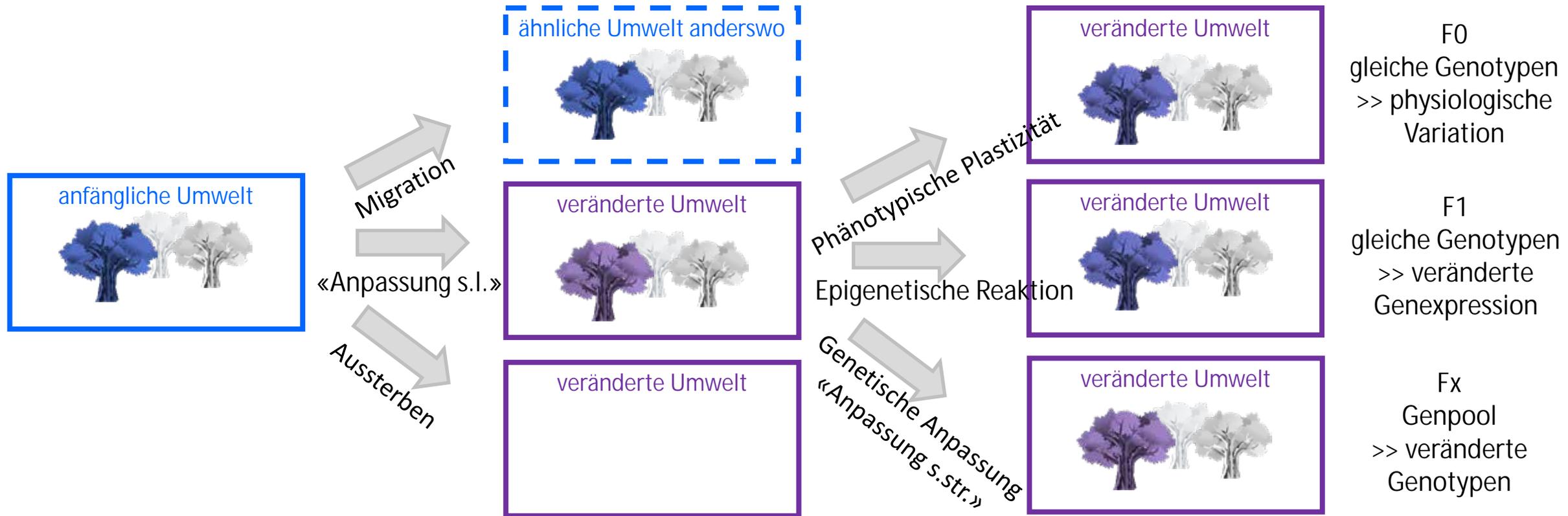


L Bärlappe, E Schachtelhalme, P Farne,  
G Nacktsamer, A Bedecktsamer

Aus: Strasburger, *Lehrbuch der Botanik*, 36. Aufl.  
© Spektrum Akademischer Verlag GmbH 2008

# 1 Anpassung

## Reaktionen von Arten/Populationen auf Umweltveränderungen

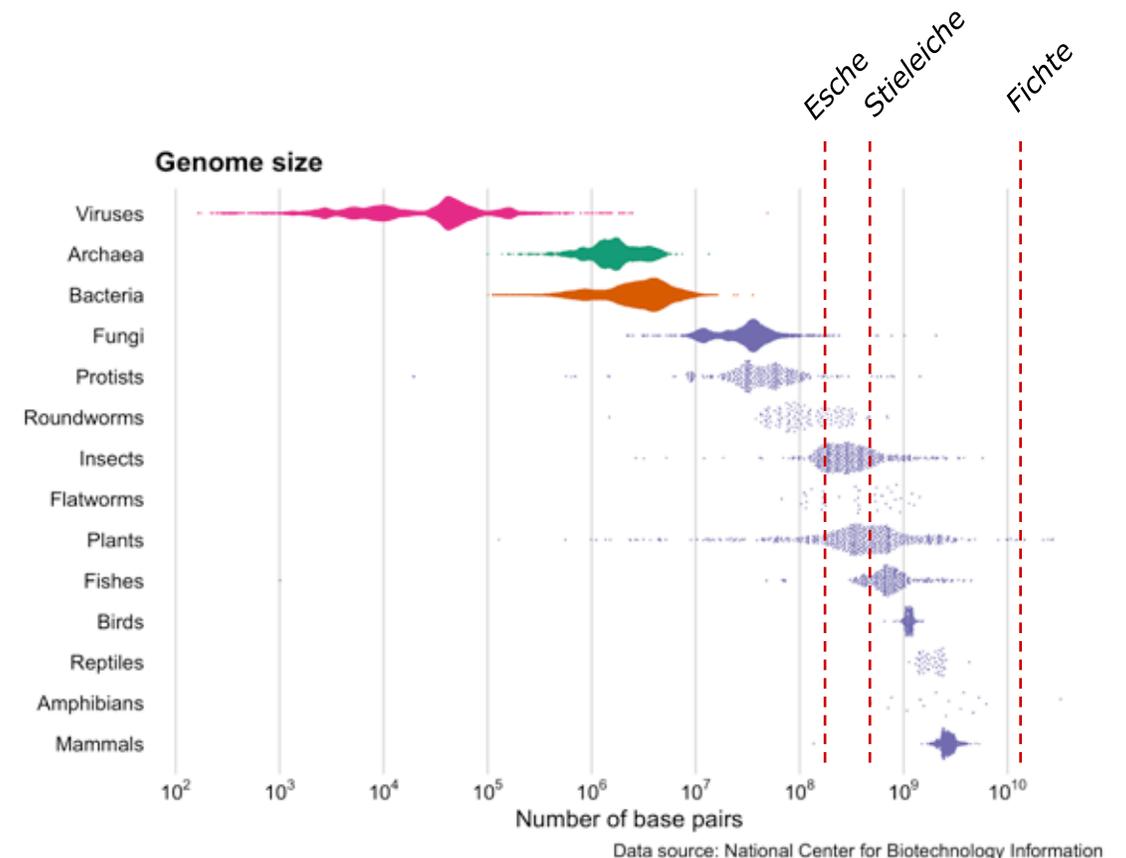


# 1 Anpassung

## Besonderheit zur genetischen Konstitution bei Bäumen

- Stationäres Leben und hohe Langlebigkeit erfordern

- n grosse Populationen und spezielle Fortpflanzungssysteme (Genfluss, Persistenz etc.)
- n hohe genetische Diversität
- n grosses physiologisches Potential
- n grosse phänotypische Plastizität



# 1 Anpassung

## Probleme mit der Interpretation phänotypischer Plastizität

- Bäume sind Spezialisten für sekundäres Dickenwachstum
  - n sukzessive Stabilisierung der Sprossachse und Aufbau eines modularen Sprosssystems (bis  $>10^5$  Sprosse)
  - >> Aufbau grosser langlebiger Körper
- Phänotypische Plastizität im Lebensverlauf
  - n Sukzessive Reduktion des Reaktionsvermögens aufgrund immer anspruchsvollerer Versorgung (z.B. Wasser)
  - >> Umweltstress betrifft primär alte, bzw. grosse Bäume
  - >> Altersschwäche überlagert Angepasstheit!





2 Anpassung  
Konkrete physiologische Potentiale von Arten

*Orientbuche, Goderzipass (Kleiner Kaukasus) Georgien*

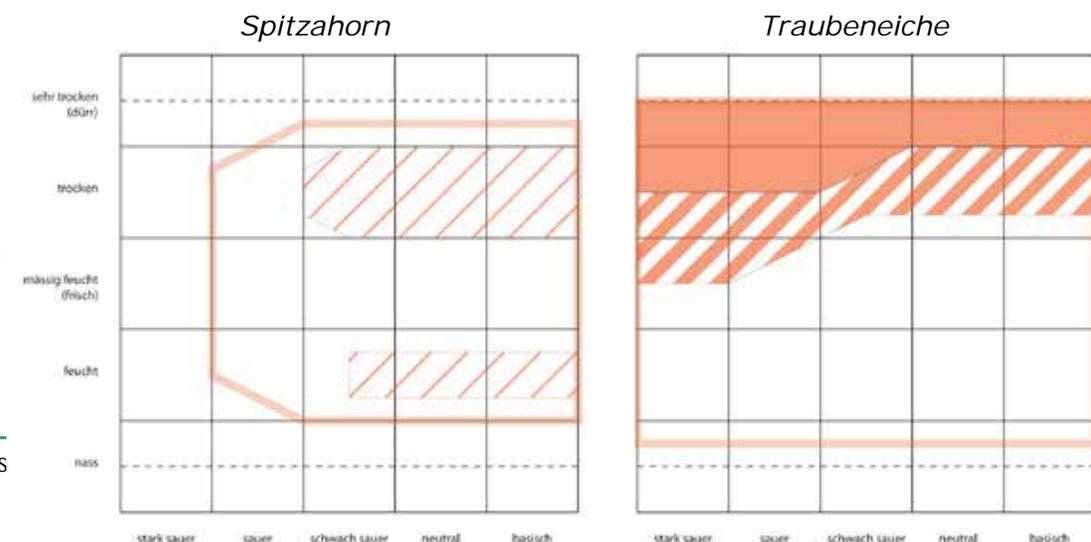
# 2 Angepasstheit

## Grosse Komplexität

- Grosse systemische Komplexität (Anzahl Elemente) und gleichzeitig Abhängigkeiten und Überlagerungen der Ebenen der Anpassung
- Genetische Analyse der Angepasstheit (molekulare Genetik)
  - n Bisheriger Fokus auf neutraler Diversität (Verwandtschaft, allelische Vielfalt)
  - n Methodik zur Analyse konkreter adaptiver Diversität (codierende Gene) ist heute erst in den Anfängen
- Empirische Studien zur Angepasstheit (quantitative Genetik)
  - n Provenienzversuche, Testpflanzungen
  - n Pflanzung ex situ unter Konkurrenzausschluss (z.B. botanische Gärten)

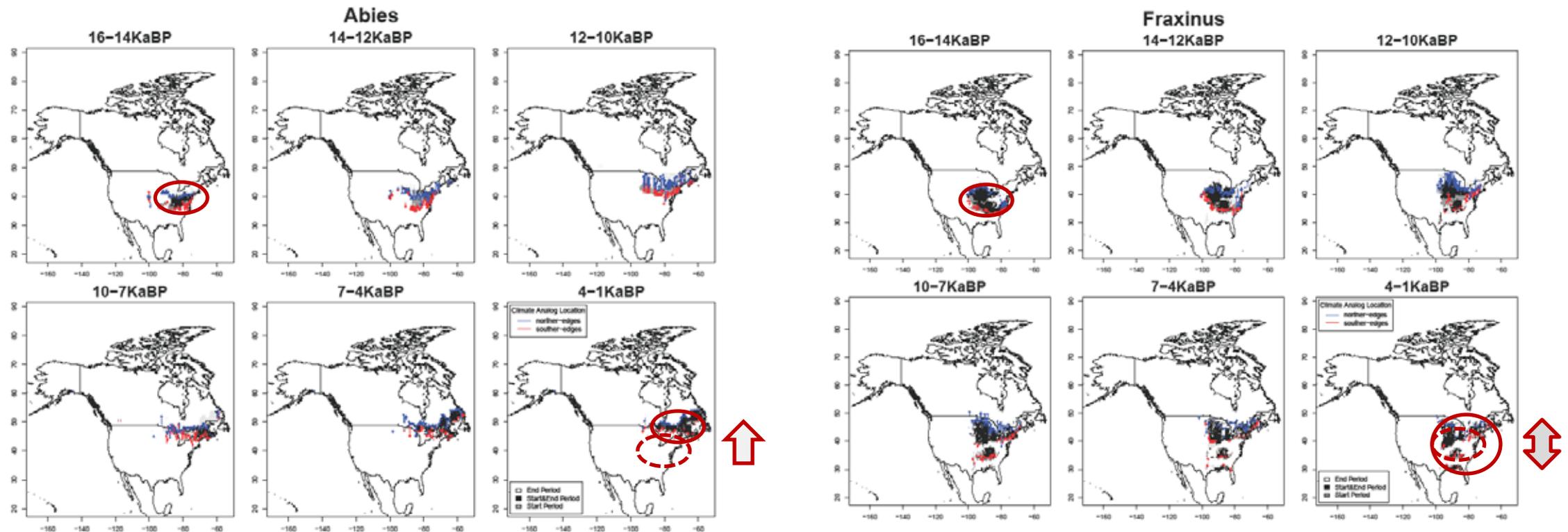
# 2 Anpassbarkeit Potential

- Potential = Toleranz gegenüber Umweltextremen (Periodizität!)
  - n Wärmehaushalt: Kältetoleranz, Hitzetoleranz
  - n Wasserhaushalt: Trockenheitstoleranz, Nässetoleranz, Überflutungstoleranz
  - n Nährstoffhaushalt: Nährstoffarmutstoleranz, Basentoleranz etc.
- Potential = physiologische Fähigkeiten (fundamentale Nische)  
Potential ≠ Realisation (ökologische Nische)
- Realisation =  
Potential x Synökologie x Artgeschichte  
(vgl. unrealisierte Potentiale im Ökogramm)



# 2 Anpassbarkeit Komplexe Realisation nach Umweltveränderungen

- Postglaziale Migrationsbewegungen aufgrund von Pollendaten von 30 Gattungen in Nordamerika, 6 Zeitstände, Beispiel *Abies* und *Fraxinus* (Ordonnez et al 2013)



## 2 Angepasstheit

# Probleme bei der Antizipierung zukünftiger Realisation

- Natürliche Verschiebung von Arten/Provenienzen
  - n Trend zur natürlichen Verschiebung über Breitengrade/Höhenstufen
  - !!! aber Parallelverschiebung ganzer Pflanzengemeinschaften unwahrscheinlich
- Antizipierung = «assisted migration» von Arten/Provenienzen
  - n Evidenz für erhöhte Angepasstheit südlicher Provenienzen aus langjähriger Provenienzforschung in Nordamerika (oNeill et al 2008, Gray et al 2011)
  - !!! aber bei Antizipierung > 20 Jahre mutmasslicher Veränderung überwiegen negative Effekte (z.B. Kältetoleranz) >> «overanticipation» (oNeill/ClimTree 2013)
  - !!! bei künstlicher Verschiebung über grosse Distanzen (Kontinente) überwiegen mittelfristig grosse Probleme aufgrund der fehlenden Einnischung (Synökologie, Pathogene)



# 3 Fazit Folgerungen für den Umgang mit Wald und Biodiversität im Wandel

*Buche, Wolin (Ostsee) Polen*

# 3 Fazit

## Umgang mit Wald und Biodiversität im Wandel

- «gute Art, schlechte Art»/«gute Provenienz, schlechte Provenienz» greift zu kurz
  - >> Potentiale sind in der Regel sehr gross, d.h. grosse fundamentale Nischen
  - >> bei der Beurteilung von Absterbeereignissen das Alter der Individuen berücksichtigen
- Erhöhung der Optionen und Reduktion der Risiken
  - >> 49 einheimische Baumarten nicht vergessen! + etliche nahe Exoten (z.B. Zerreiche, Schwarzföhre)
  - >> Angebot Forstliches Vermehrungsgut aller Arten und Teilpopulationen
  - >> Stützpunktvorkommen begründen für Samenangebot in der Folgegeneration
  - >> Einstellen auf Reduktion der Umtriebszeit
- Systematisches Beobachten für mittel- bis längerfristigen Erkenntnisgewinn
  - >> Nationale/internationale Projekte wie Testpflanzungen und Genetisches Monitoring
  - >> Dokumentation aller Pflanzungen und Naturverjüngungen von Zielbaumarten (DokuTool u.a.)

# 3 Fazit

## Informationen der Gruppe Dendrologie + Vegetationskunde

- Montagskolloquien für die Praxis, Präsentationen online:  
zu Anpassung + Monitoring 16.01.2023, zur Baumartenwahl 08.01.2024  
>> [www.ites.ethz.ch/events/mokoll](http://www.ites.ethz.ch/events/mokoll)
- Dendrologie Grundlagen: neue Artenportraits, Ökogramme, Toleranzen, ...  
>> [www.dendro.ethz.ch](http://www.dendro.ethz.ch)
- Populationsbiologische/-genetische Grundlagen aus BAFU/ETHZ-Projekten  
>> [www.seba.ethz.ch](http://www.seba.ethz.ch) (Projekt Förderung seltener Baumarten)  
>> [www.genres.ethz.ch](http://www.genres.ethz.ch) (Projekt Generhaltungsgebiete Schweiz + NKG)
- MSc-Kurs Tree Genetics – concepts and applications (HS, 3 KP)  
>> [www.vvz.ethz.ch](http://www.vvz.ethz.ch) >> Herbstsemester, Tree Genetics, Rudow et al

A scenic view of a forested valley. In the foreground, a large, gnarled tree with a thick trunk and sparse foliage stands prominently. The background shows a lush green valley with rolling hills and distant mountains under a clear sky. The text is overlaid on the image in white, bold font.

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Potential unserer Baumarten –  
Was wir über Anpassung wissen und was nicht

*Trockenstandort mit Waldföhre, Traubeneiche, Mehlbeere und Buche, Oberbuchsitzen SO*