

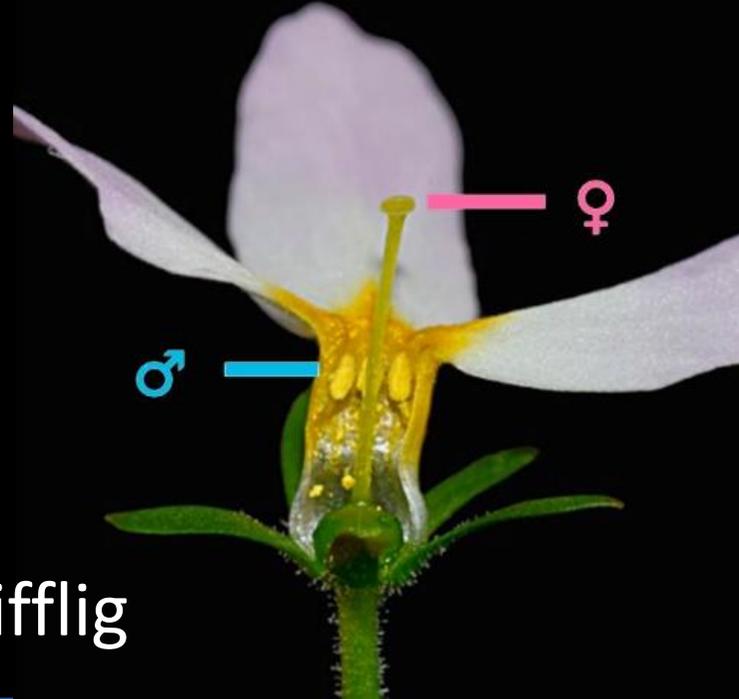


Genetik und Schutz der Wasserfeder (*Hottonia palustris*) - eine in der Schweiz sehr selten gewordene Art

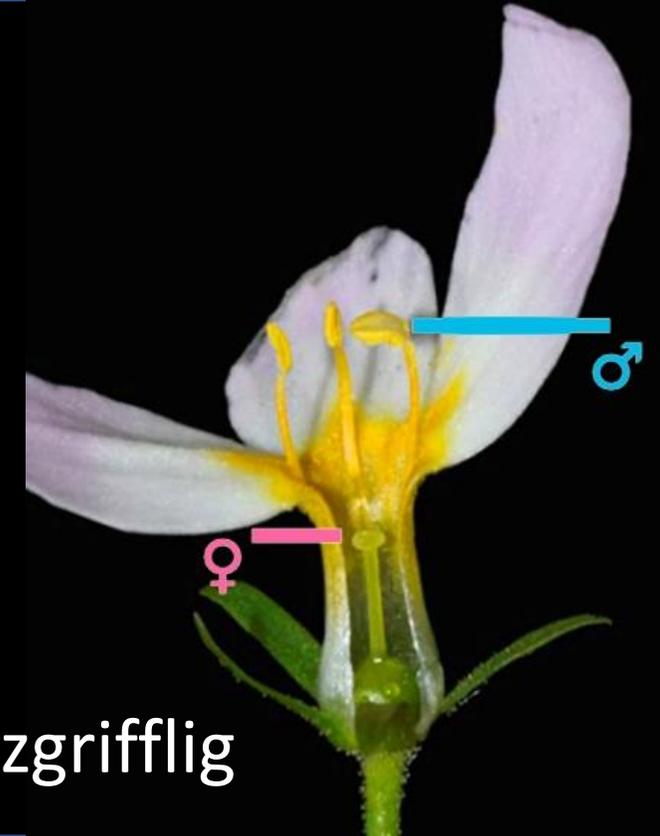
Barbara Keller, Institut für Systematische und Evolutionäre Botanik, Universität Zürich
(barbara.keller@systbot.uzh.ch)

Vermehrung

- Sexuell



Langgrifflig



Kurzgrifflig

Heterostylie: Vorkommen unterschiedlicher selbst-inkompatiblen Blütentypen zur Förderung der Förderung der Fremdbestäubung (Auskreuzung)

- **«gesunde» Populationen bestehen immer aus 50% lang- und 50% kurzgriffligen Pflanzen!**
- **Selbstinkompatibilität ist nicht immer strikt**, so dass durch Selbstung auch einige wenige Samen gebildet werden können.

Vermehrung

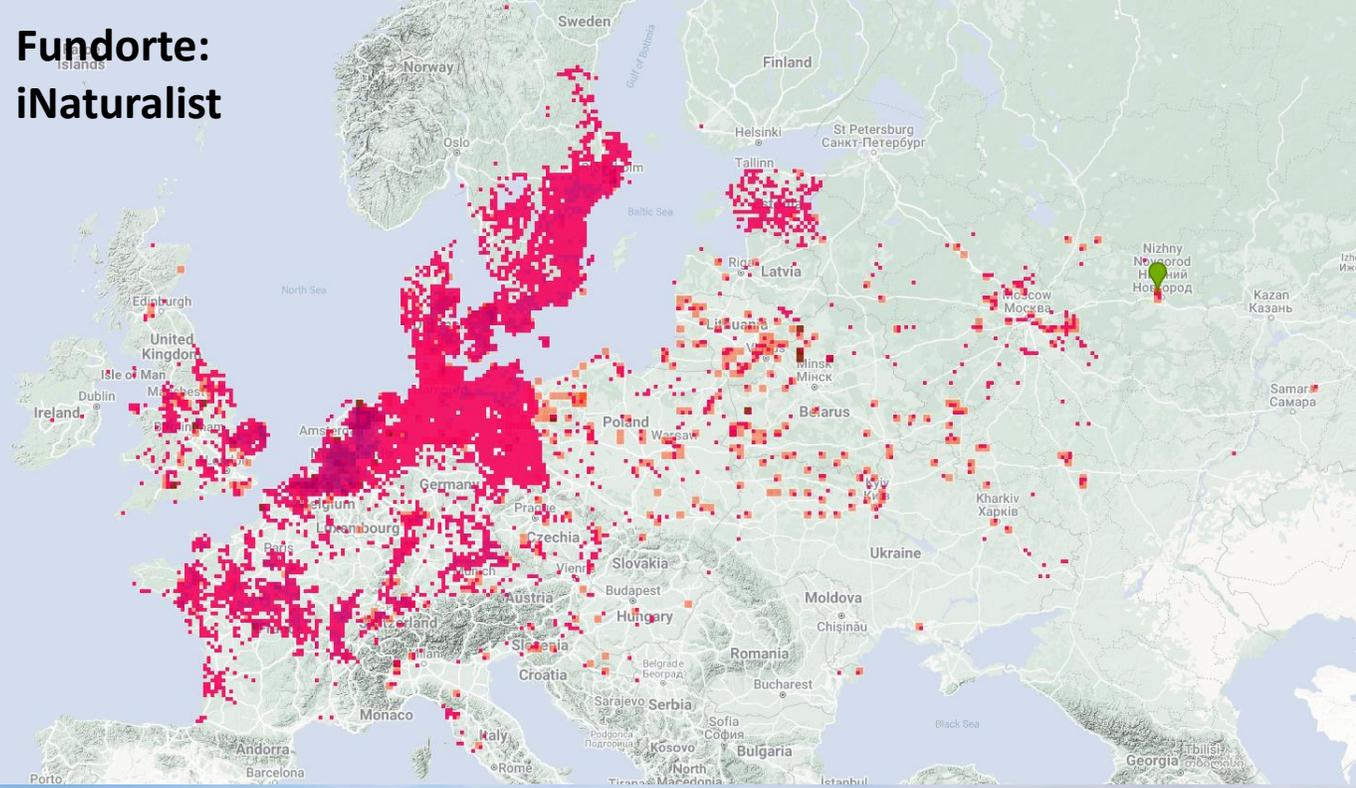
- Vegetativ



Verbreitungsgebiet

- Europa
- Westasien

Fundorte:
iNaturalist



©Tatyana Zarubo

Habitat

- flache stehende Gewässer
- Häufig halbschattig
- Mesotroph bis leicht eutroph (aber nicht verschmutzt)



Langenthal, Aspiseeli (BE)



©Tatyana Zarubo

Habitat

- flache stehende Gewässer
- Häufig halbschattig
- Mesotroph bis leicht eutroph (aber nicht verschmutzt)



Weiningen, Langenmoos (ZH)

©Tatyana Zarubo

Gefährdung

1. Habitatsverlust

- Eutrophierung, Wasserverschmutzung, Algenbildung
- Ausbleibende Neubildung von Altwässern, natürliche Sukzession
- Zerstörung des Lebensraums (Entwässerung, Trockenlegung oder Stauung)
- Konkurrenz (Zuwachsen der Standorte mit Schilf und Grosseggen)
- Freizeitaktivitäten (Boots-, Badebetrieb, Angeln)
- Veränderung hin zu hoher Fließgeschwindigkeit

2. Vermischung mit Pflanzen unbekannter Herkunft

- Ansiedlung gebietsfremder Pflanzen

3. Verminderung Fortpflanzungserfolg

- Wenige, isolierte Vorkommen
- Verlust einer Blütenmorphie pro Standort



Genetik und Schutz der Wasserfeder (*Hottonia palustris*) - eine in der Schweiz sehr selten gewordene Art

- Universität Zürich: **Barbara Keller**, Narjes Yousefi, Irina Gavrilina, Elena Conti
- Kanton Zürich: Agnes Schärer, Charlotte Salzmann
- Kanton Bern: Wolfgang Bischoff
- Kanton Aargau: Anine Jamin, Lisa Spühler
- Kanton Thurgau: Rolf Niederer



Genetik und Schutz der Wasserfeder (*Hottonia palustris*) - eine in der Schweiz sehr selten gewordene Art

- Wurden Populationen mit gebietsfremden Pflanzen aus Gärtnereien angesiedelt? Wenn ja welche?
- Was ist die genetische Struktur der «natürlichen» Populationen in der Schweiz?
 - Populationen die (mit grosser Wahrscheinlichkeit) nicht angesiedelt wurden
 - Populationen die höchstwahrscheinlich angesiedelt wurden
- Was ist der Zustand der bestehenden schweizerischen Populationen?

Probenahme Design

1. Schweiz

- Kanton Zürich: 11 Populationen
- Kanton Aargau: 6 Populationen
- Kanton Bern: 7 Populationen
- Kanton Thurgau: 1 Population
- Kanton Waadt: 1 Population

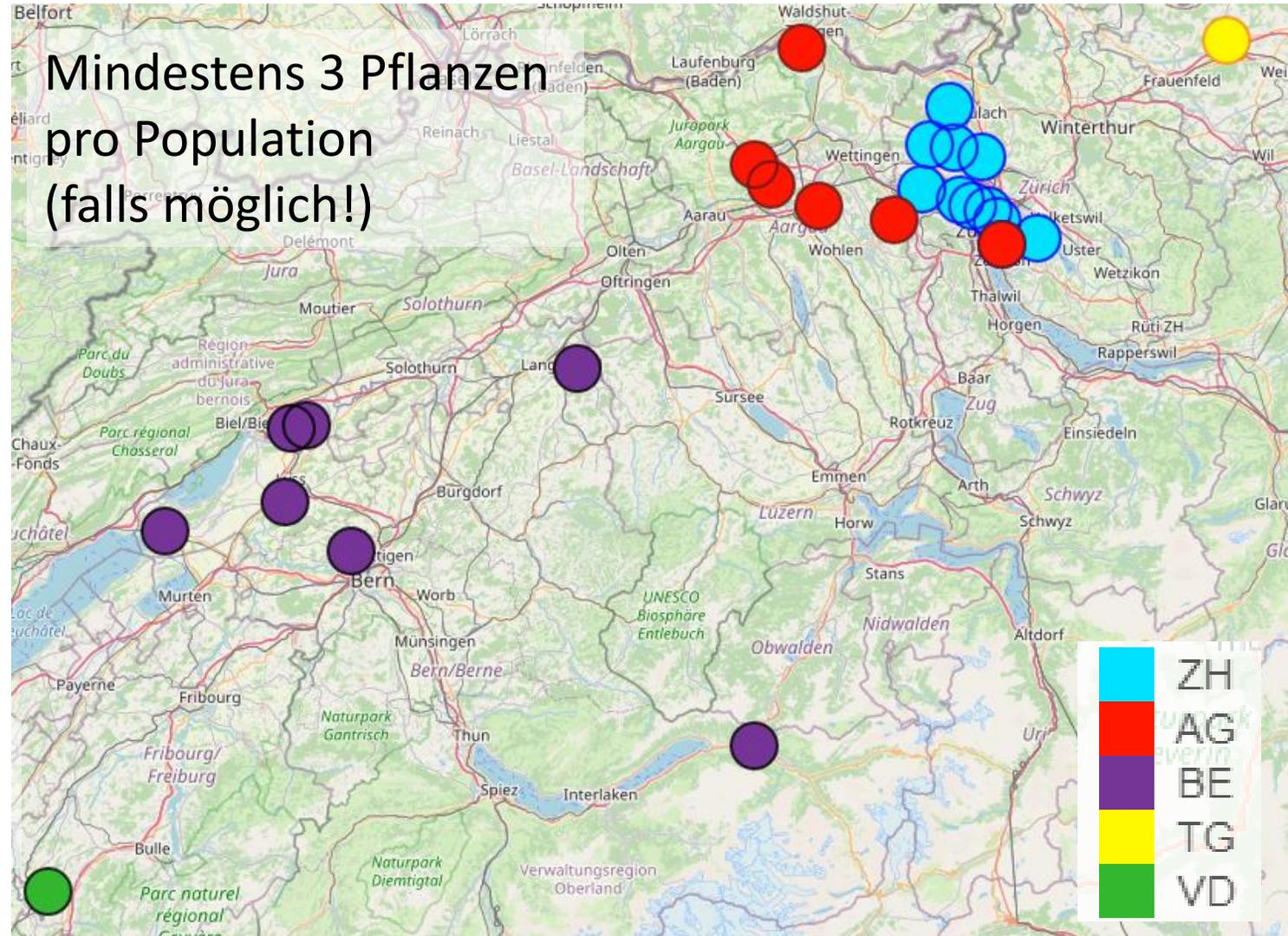
2. Outgroups

- Frankreich: Loire-Atlantique
- Deutschland: Sachsen-Anhalt

3. Gartenzenter

- Oberrieden
- Schinznach
- Spreitenbach
- Untersiggental

1 Pflanze pro Shop





Datenerhebung

- DNA-isolation von 96 Individuen
- SNP-Genotypisierung (Single-nucleotide polymorphism)
 - ddRAD Methode – 96 Individuen, 27'322 Loci
 - Re-sequenzierung des gesamten Genoms - 28 Individuen, 974'146 Loci
 - Korrektur aller generierten DNA-Sequenzen (zB. Kontaminationen durch Biofilm) mit Hilfe eines hochwertigen Genoms (Telomer zu Telomer Qualität)



H. palustris, diploid, genome size 820Mb, n=10

ddRAD (double digest restriction-site associated DNA)

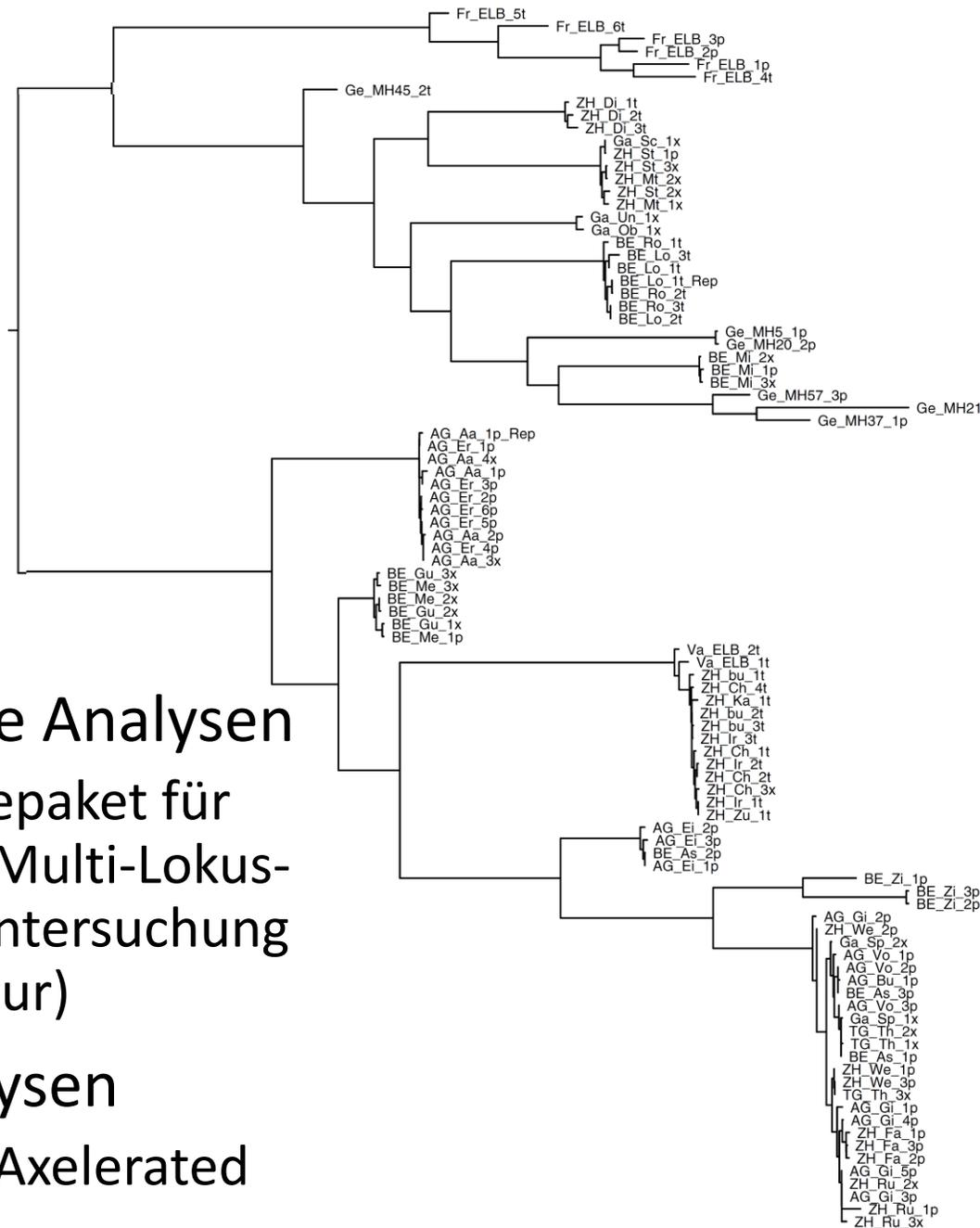
- **Subsampling des Genoms** (reduzierte Repräsentation)
Es werden nur Fragmente sequenziert die durch Restriktionsenzyme herausgeschnitten wurden und eine spezifische Länge aufweisen.
- Gewinnung einer grossen Anzahl von genetischen Polymorphismus Tag-Sequenzen, die die gesamte Genominformation eines Individuums repräsentieren.

Re-sequenzierung des gesamten Genoms

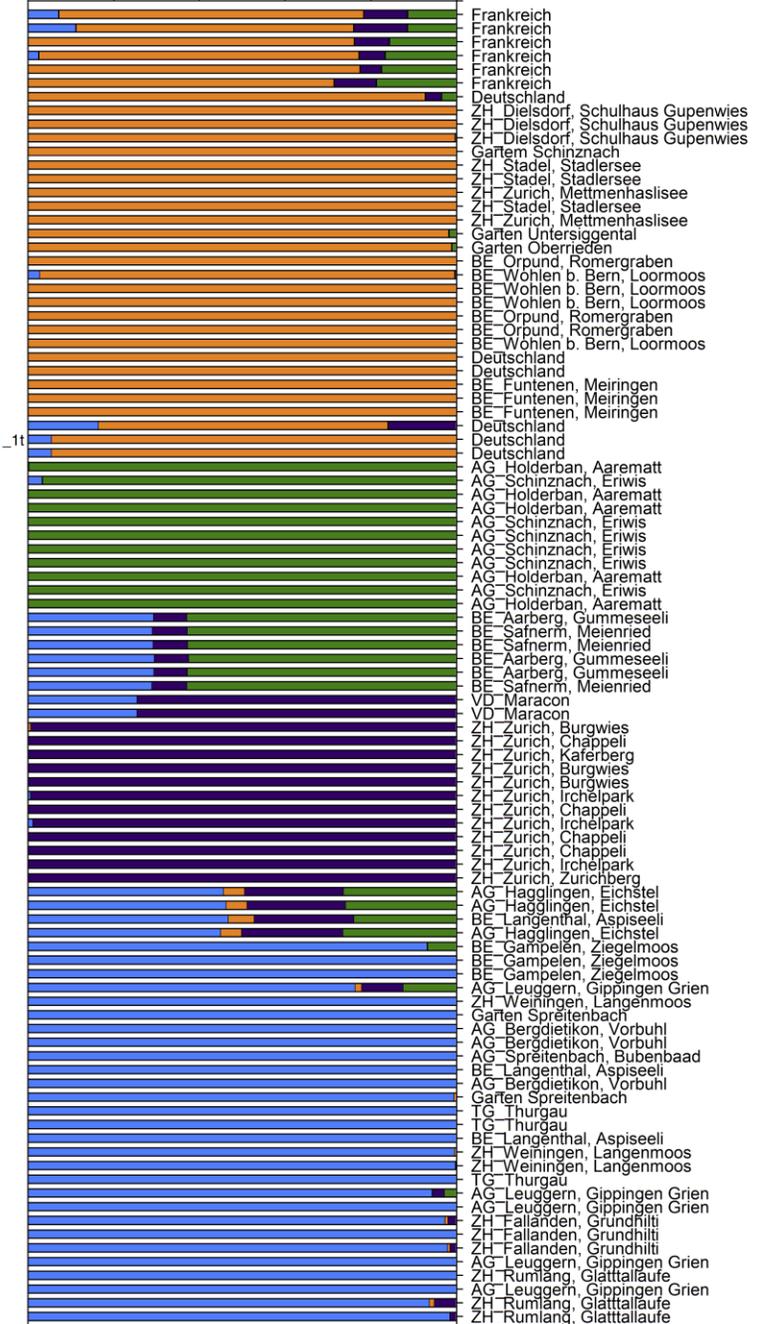
- **Umfassende** Methode zur Analyse des **gesamten Genoms**
- Ermittlung der Unterschiede zwischen dem Genom bestimmter Individuen und dem eines so genannten Referenzgenoms

Auswertung

RAXML (maximum likelihood tree mid-rooted)



STRUCTURE (4 Gruppen)



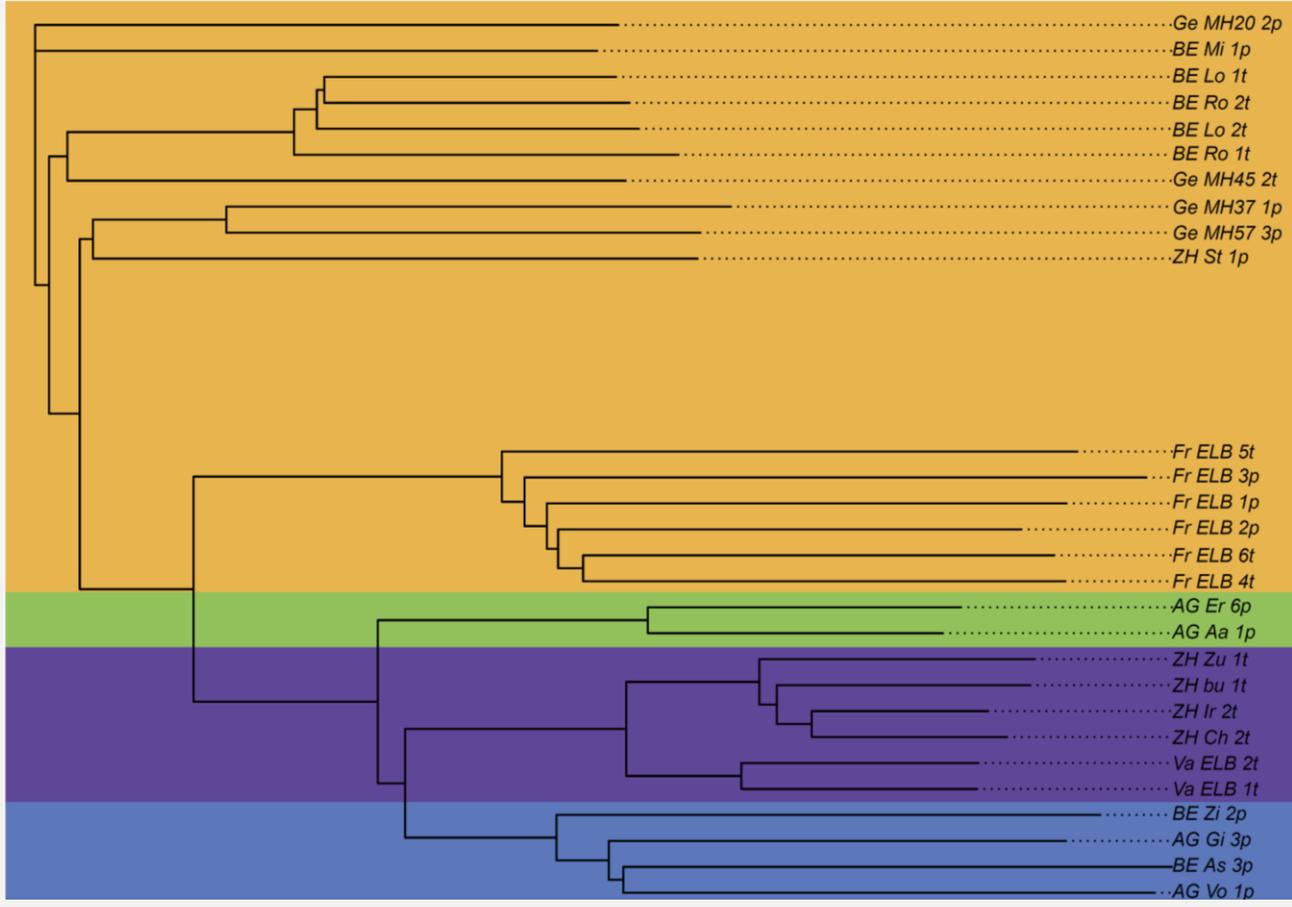
- Populationsgenetische Analysen
 - STRUCTURE (Softwarepaket für die Verwendung von Multi-Lokus-Genotyp-Daten zur Untersuchung der Populationsstruktur)
- Phylogenetische Analysen
 - RAXML (Randomized Axelerated Maximum Likelihood)

ddRAD Resultate

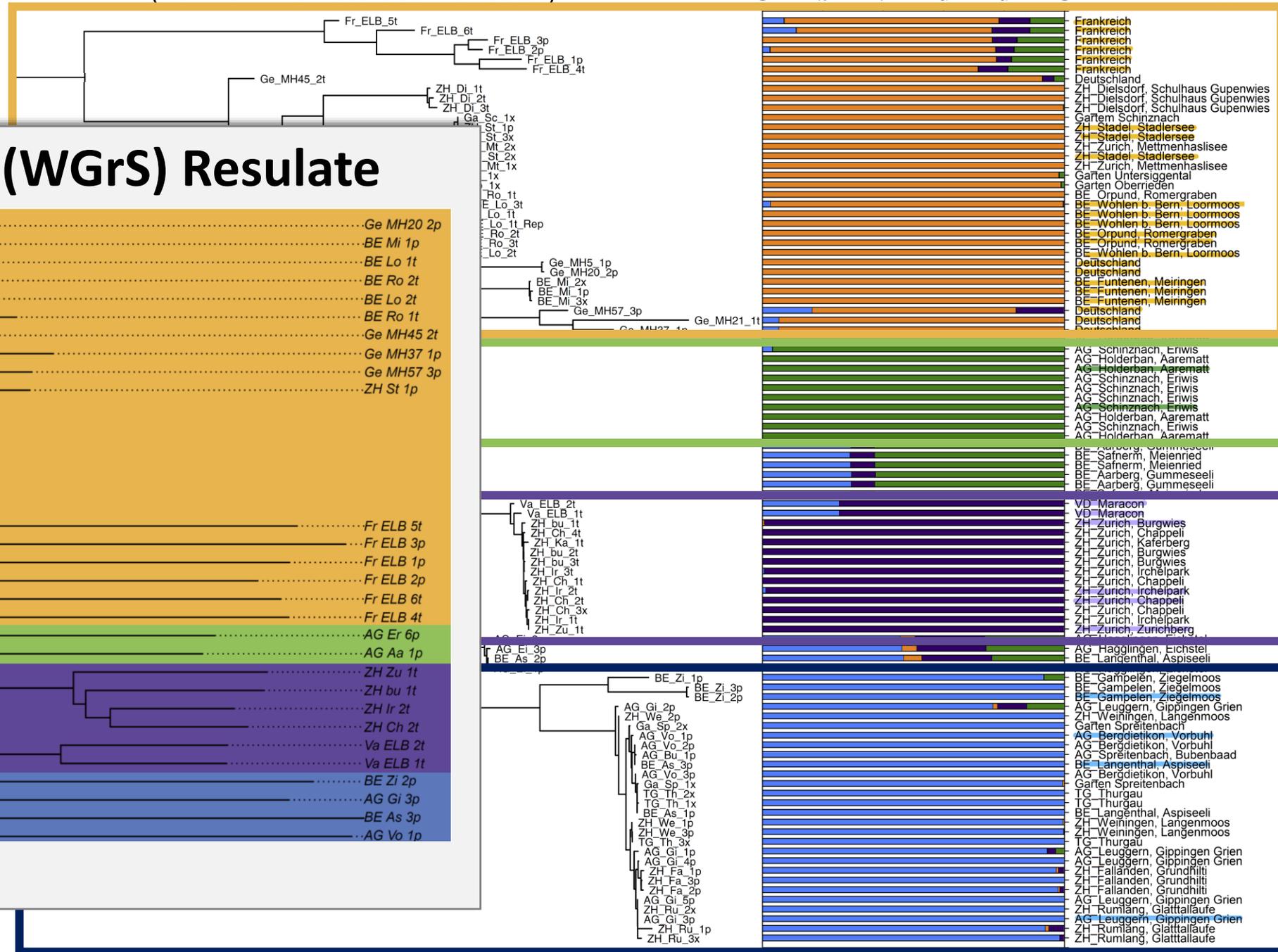
RAXML (maximum likelihood tree mid-rooted)

STRUCTURE (4 Gruppen)

Re-Sequenzierungs (WGrS) Resultate



Neighbor-joining tree (unrooted)



ddRAD Resultate

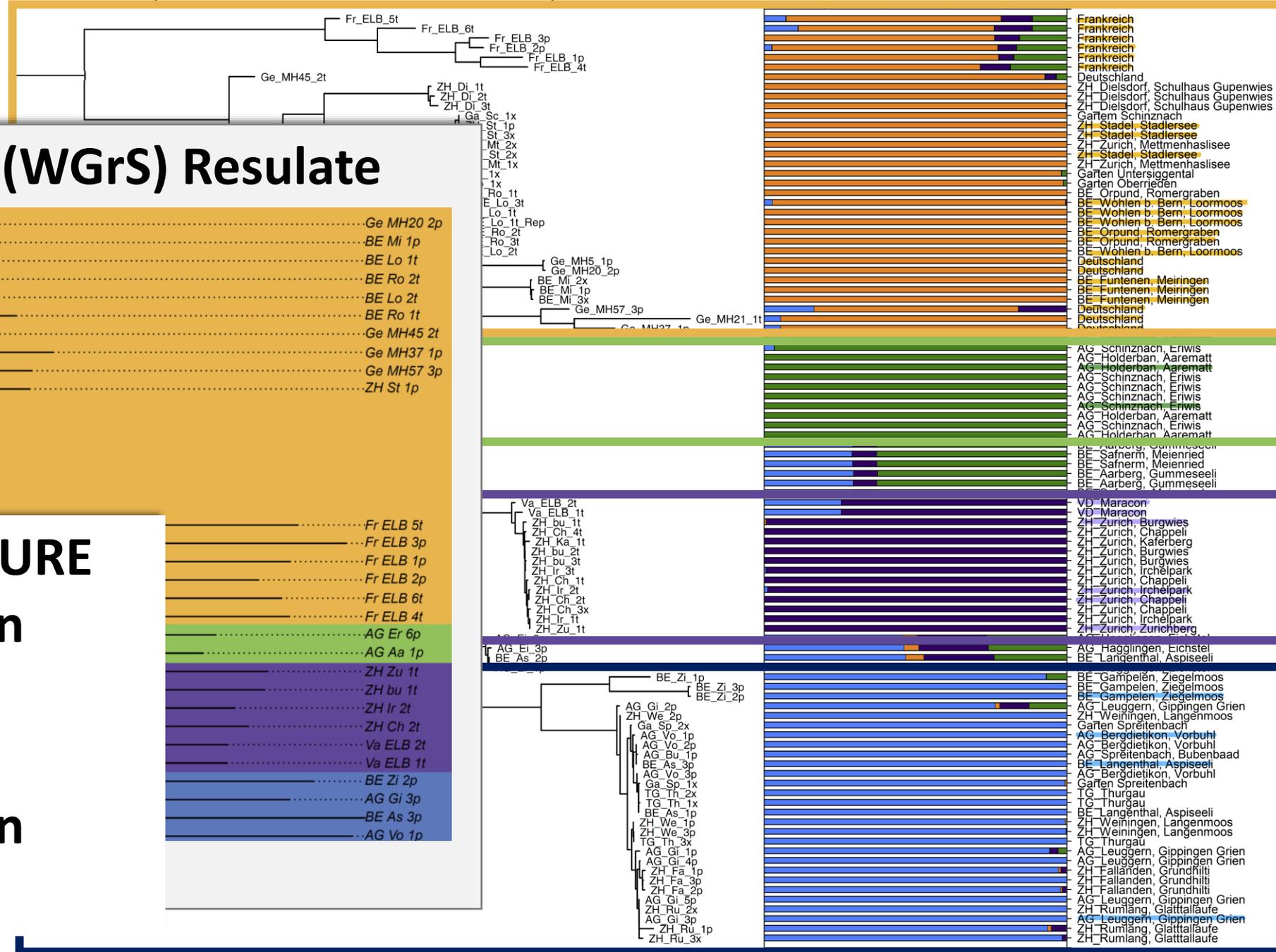
RAXML (maximum likelihood tree mid-rooted)

STRUCTURE (4 Gruppen)

Re-Sequenzierungs (WGrS) Resultate



- RAXML & STRUCTURE Resultate stimmen überein
- ddRAD & WGrS Resultate stimmen überein



Genetik und Schutz der Wasserfeder (*Hottonia palustris*) - eine in der Schweiz sehr selten gewordene Art

- Wurden Populationen mit gebietsfremden Pflanzen aus Gärtnereien angesiedelt? Wenn ja welche?
- Was ist die genetische Struktur der «natürlichen» Populationen in der Schweiz?
 - Populationen die (mit grosser Wahrscheinlichkeit) nicht angesiedelt wurden
 - Populationen die höchstwahrscheinlich angesiedelt wurden
- Was ist der Zustand der bestehenden schweizerischen Populationen?

Gefährdung

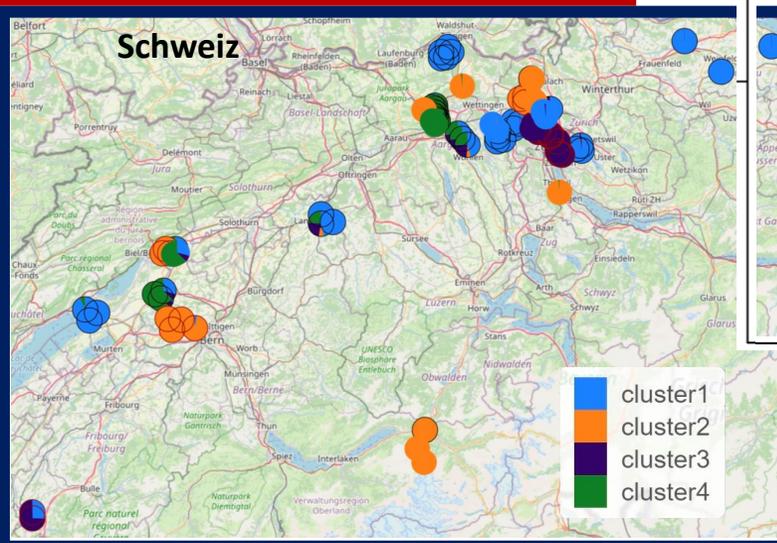
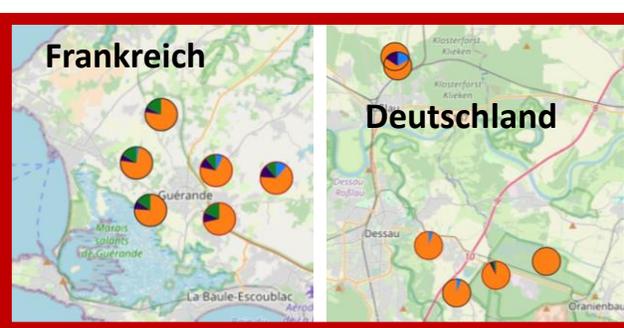
Vermischung mit Pflanzen unbekannter Herkunft

- Ansiedlung gebietsfremder Pflanzen

→ Wurden Populationen mit gebietsfremden Pflanzen aus Gärtnereien angesiedelt?

→ Wenn ja, welche Populationen?





Natürliche Populationen

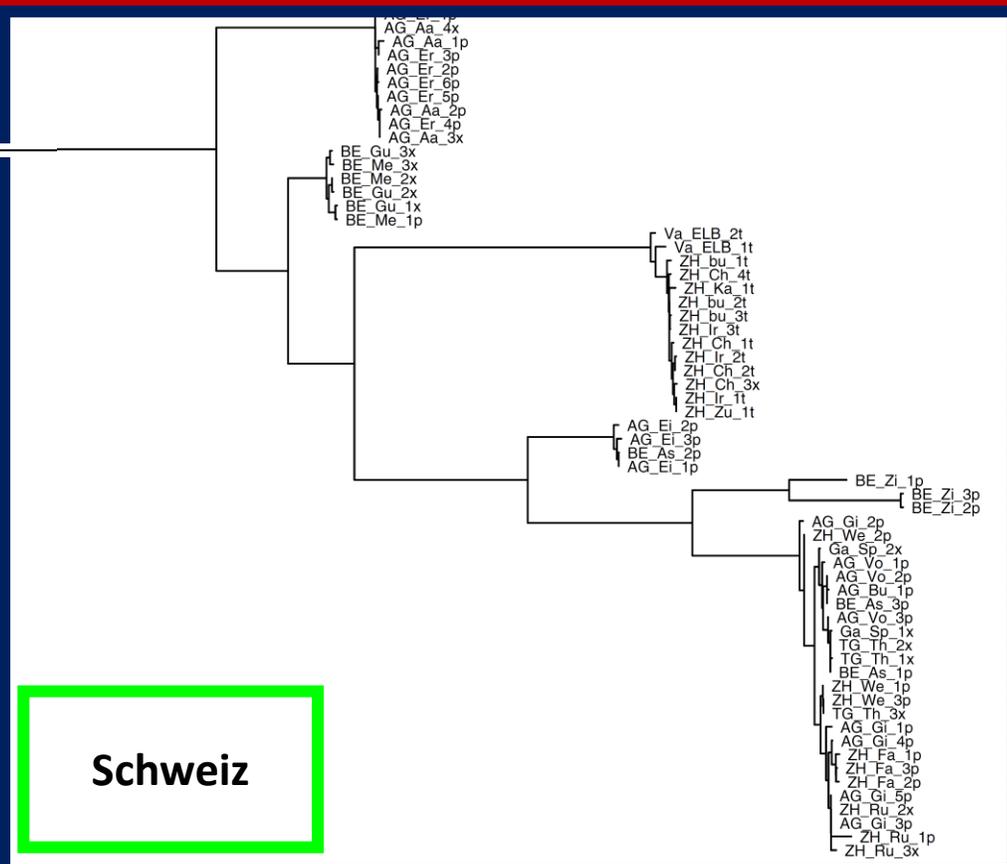
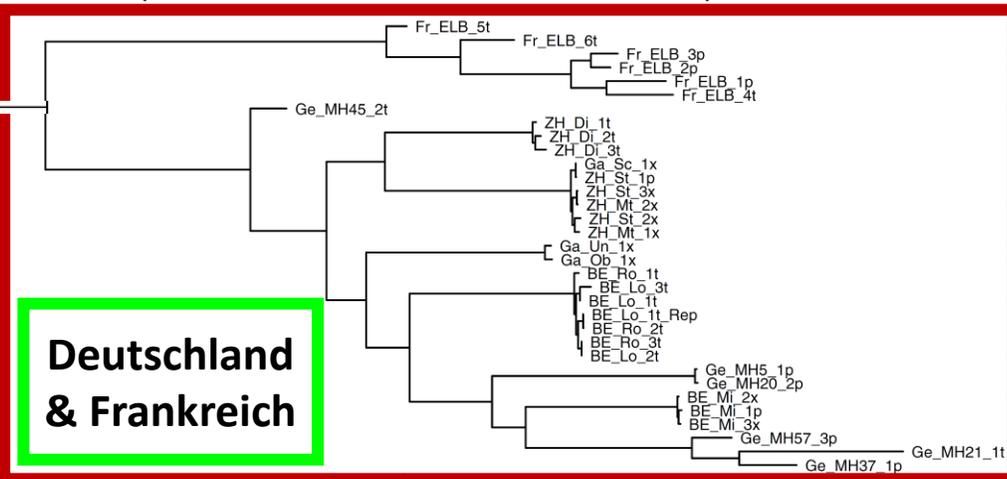
Frankreich - Loire-Atlantique, Gueranda

Deutschland - Sachsen-Anhalt, Dessau

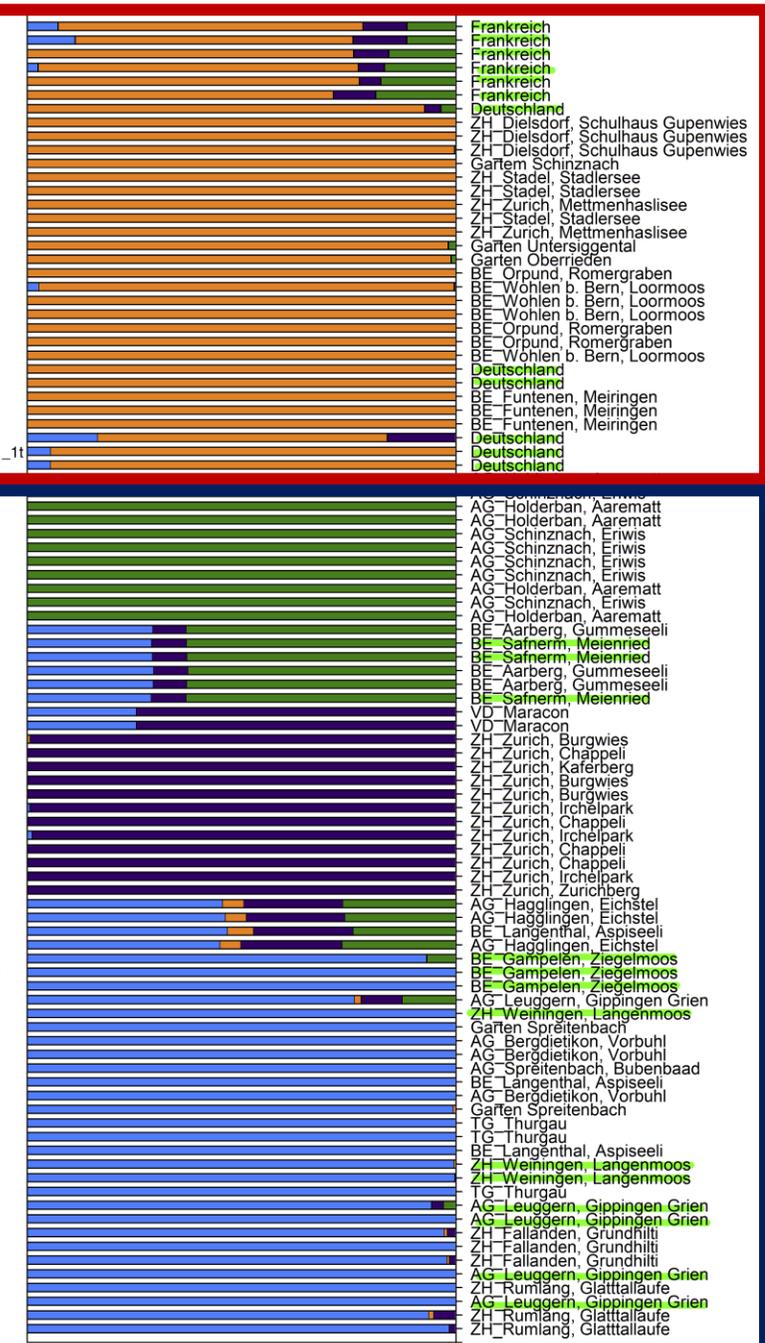
Schweiz

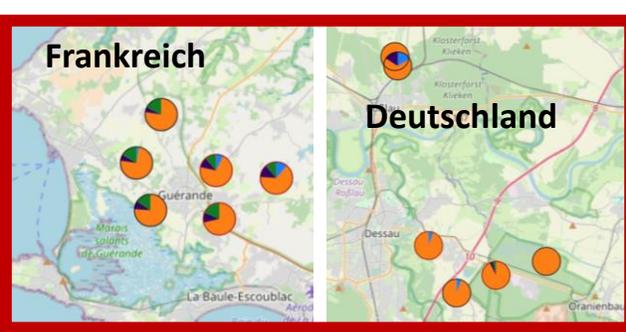
- AG_Leuggern_Gippingen Grien
- BE_Gampelen_Ziegelmoos (?)
- ZH>Weiningen_Langenmoos (?)

RAXML (maximum likelihood tree mid-rooted)

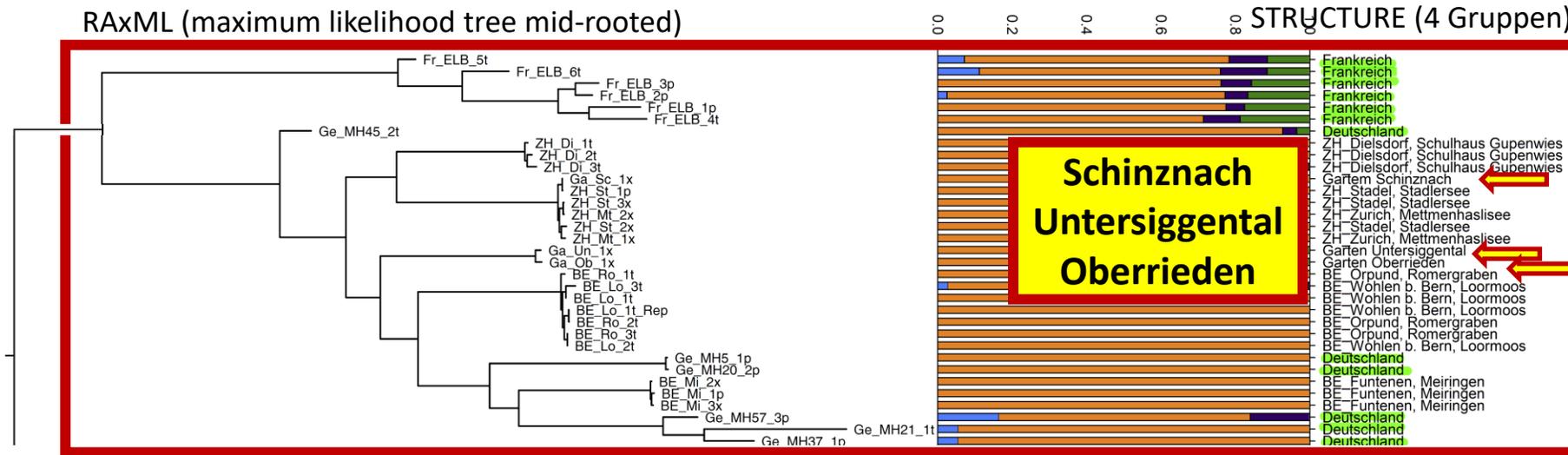


STRUCTURE (4 Gruppen)





RAxML (maximum likelihood tree mid-rooted)



Gefährdung

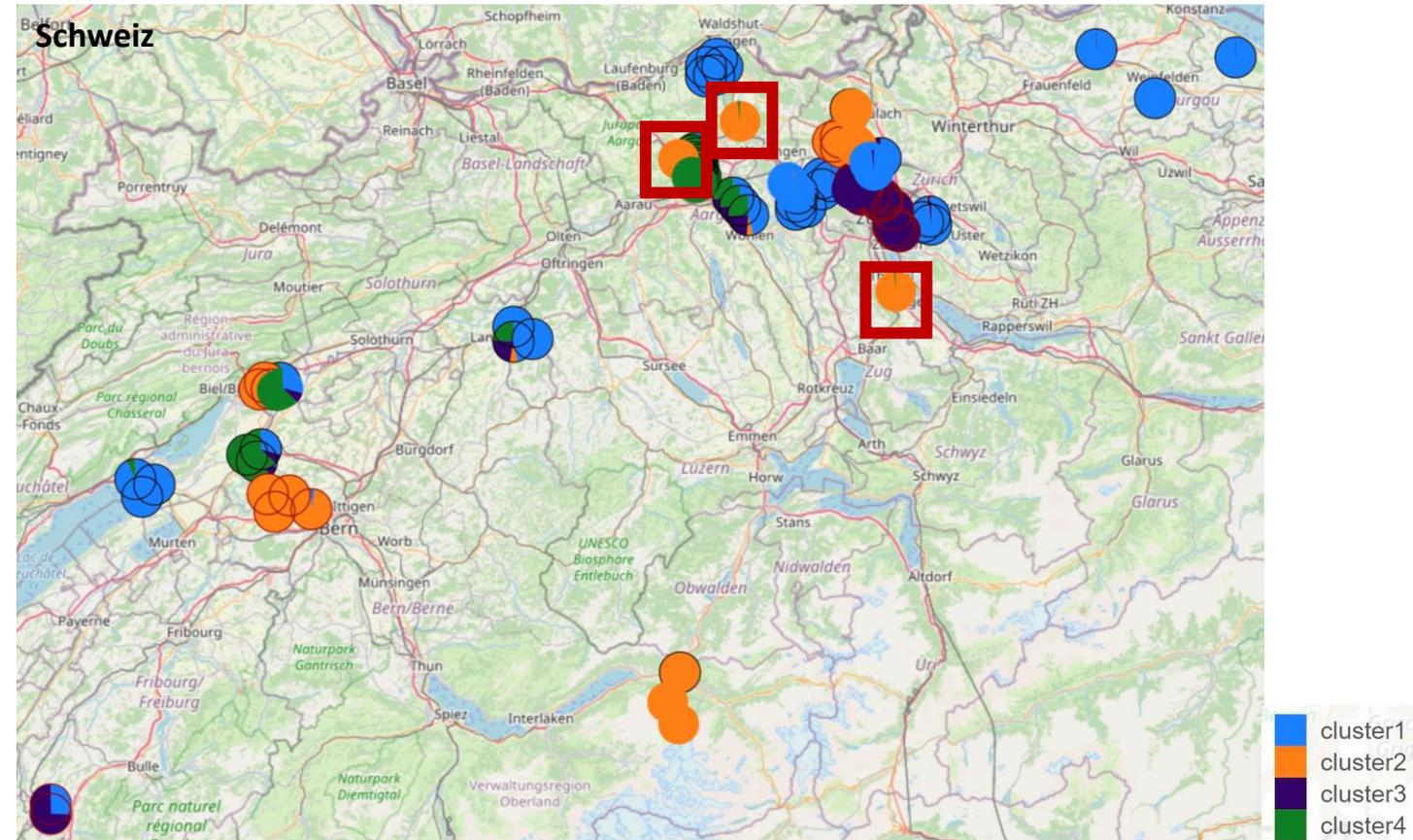
Vermischung mit Pflanzen unbekannter Herkunft

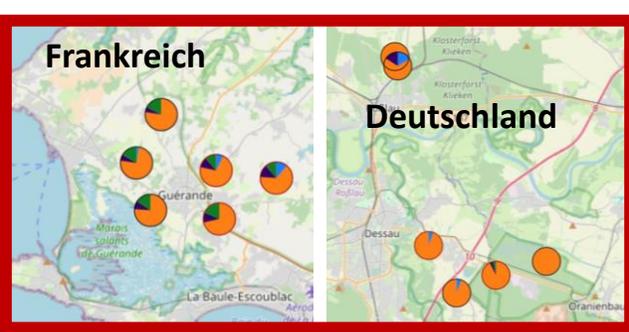
- Ansiedlung gebietsfremder Pflanzen

➔ Wurden Populationen mit gebietsfremden Pflanzen aus Gärtnereien angesiedelt? **JA!**

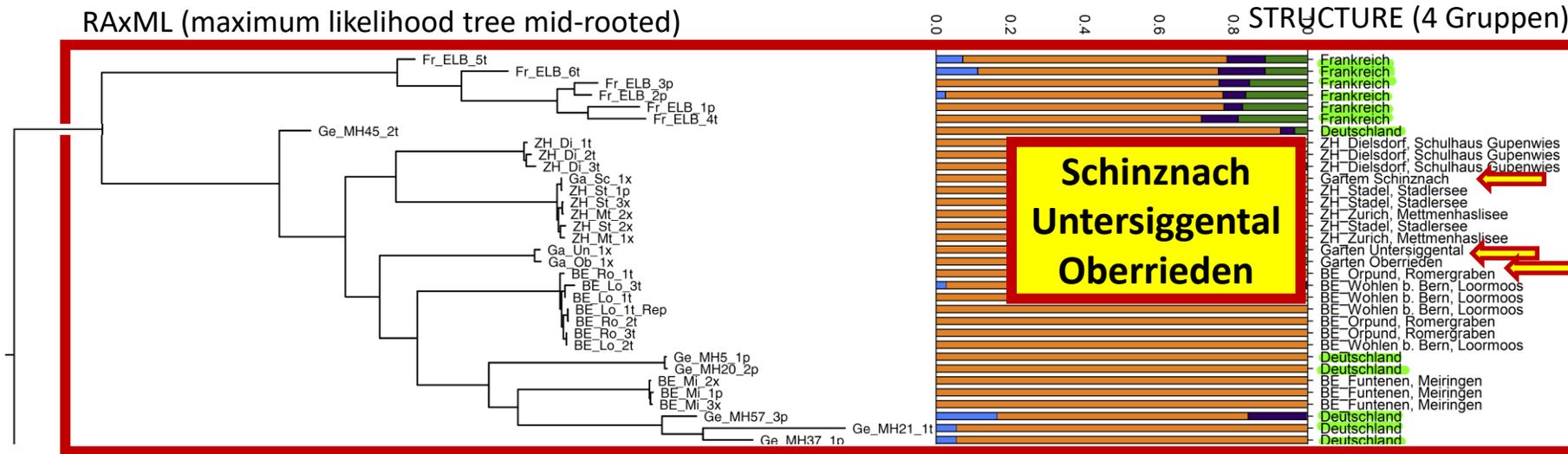
➔ Welche Populationen?

Pflanzen aus lokalen Gärtnereien





RAxML (maximum likelihood tree mid-rooted)



Gefährdung

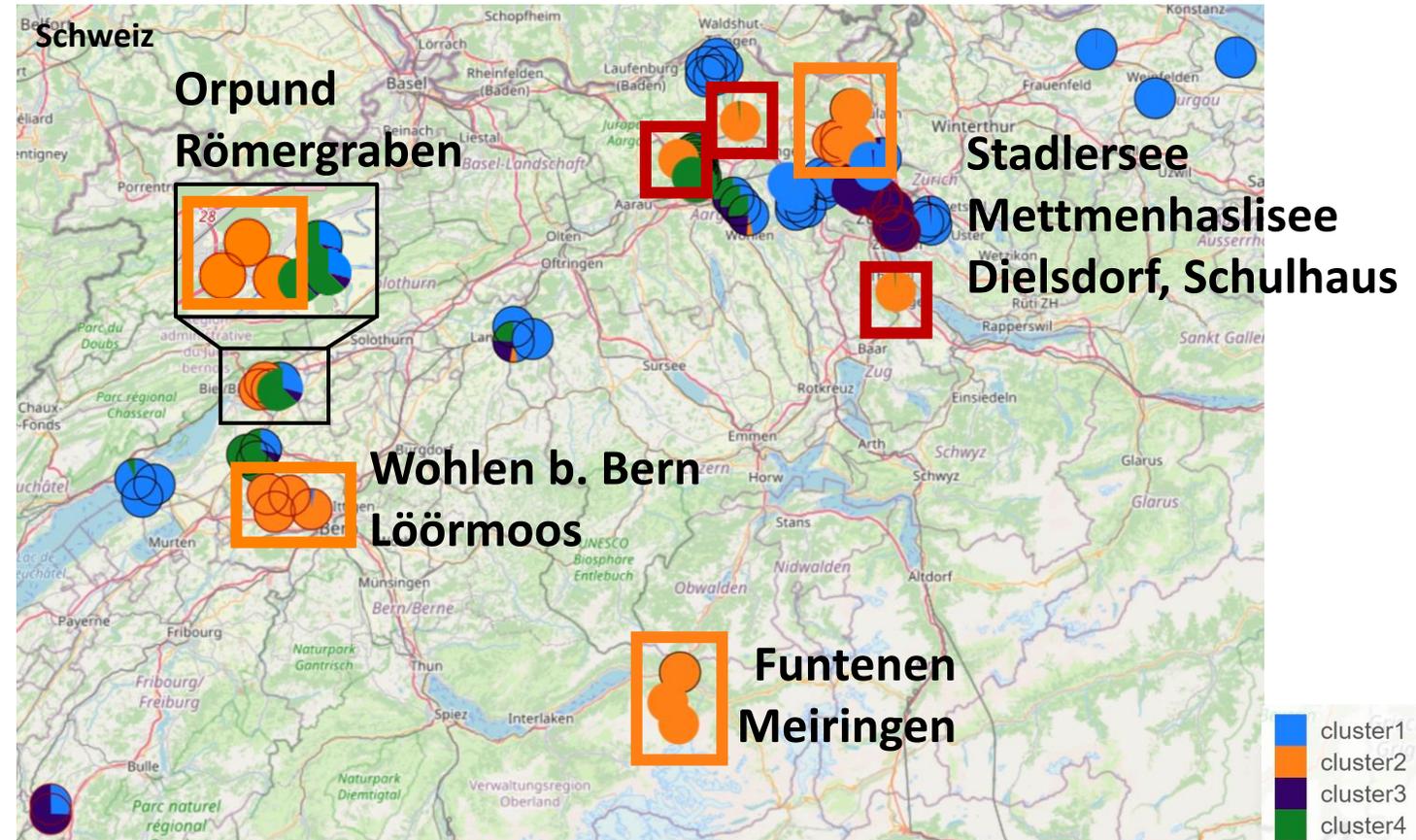
Vermischung mit Pflanzen unbekannter Herkunft

- Ansiedlung gebietsfremder Pflanzen

➔ Wurden Populationen mit gebietsfremden Pflanzen aus Gärtnereien angesiedelt? **JA!**

➔ Welche Populationen?

Pflanzen aus lokalen Gärtnereien



Genetik und Schutz der Wasserfeder (*Hottonia palustris*) - eine in der Schweiz sehr selten gewordene Art

- Wurden Populationen mit gebietsfremden Pflanzen aus Gärtnereien angesiedelt? Wenn ja welche?
- Was ist die genetische Struktur der «natürlichen» Populationen in der Schweiz?
 - Populationen die (mit grosser Wahrscheinlichkeit) nicht angesiedelt wurden
 - Populationen die höchstwahrscheinlich angesiedelt wurden
- Was ist der Zustand der bestehenden schweizerischen Populationen?



**Universität
Zürich** UZH
Institut für Systematische und
Evolutionäre Botanik



Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Landschaft und Natur
Fachstelle Naturschutz



DEPARTEMENT
BAU, VERKEHR UND UMWELT
Abteilung Landschaft und Gewässer

Thurgau

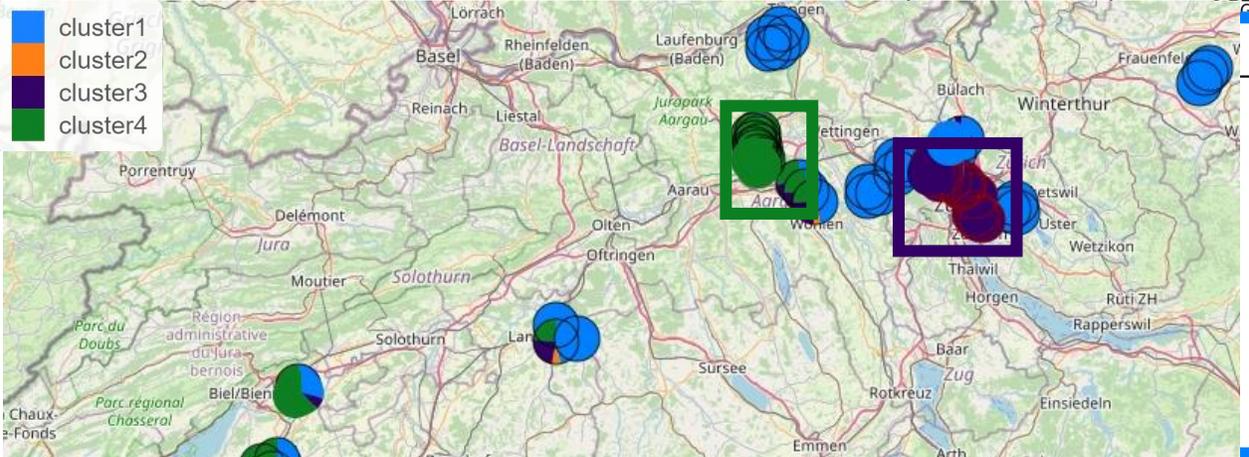
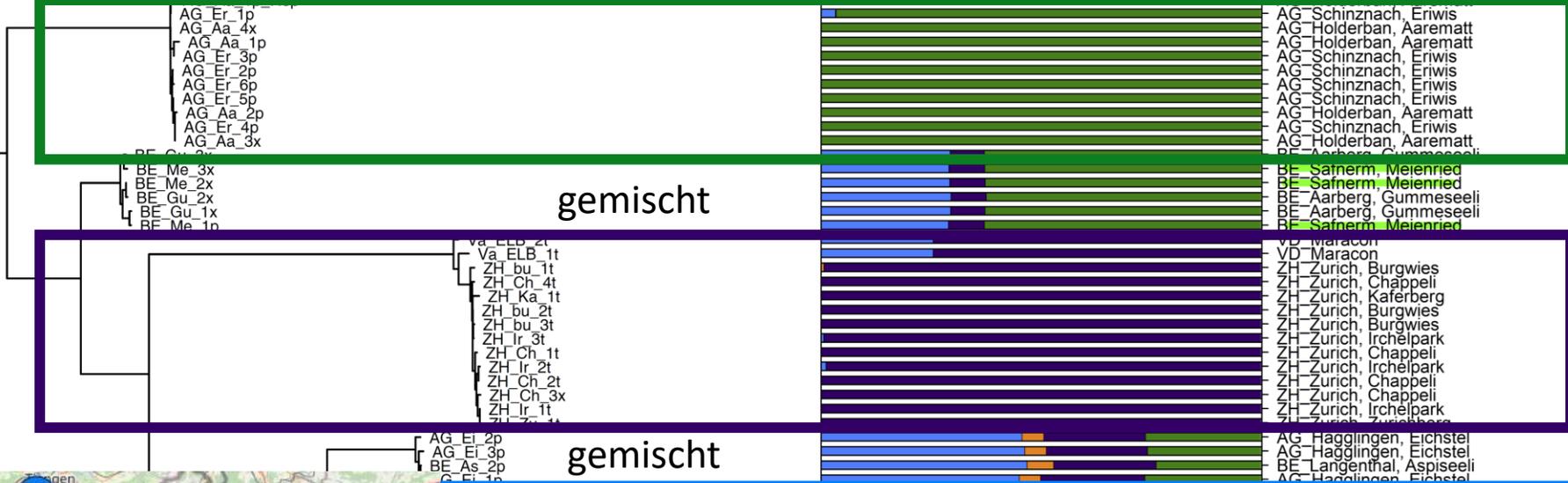


Amt für Raumentwicklung
Abt. Natur und Landschaft



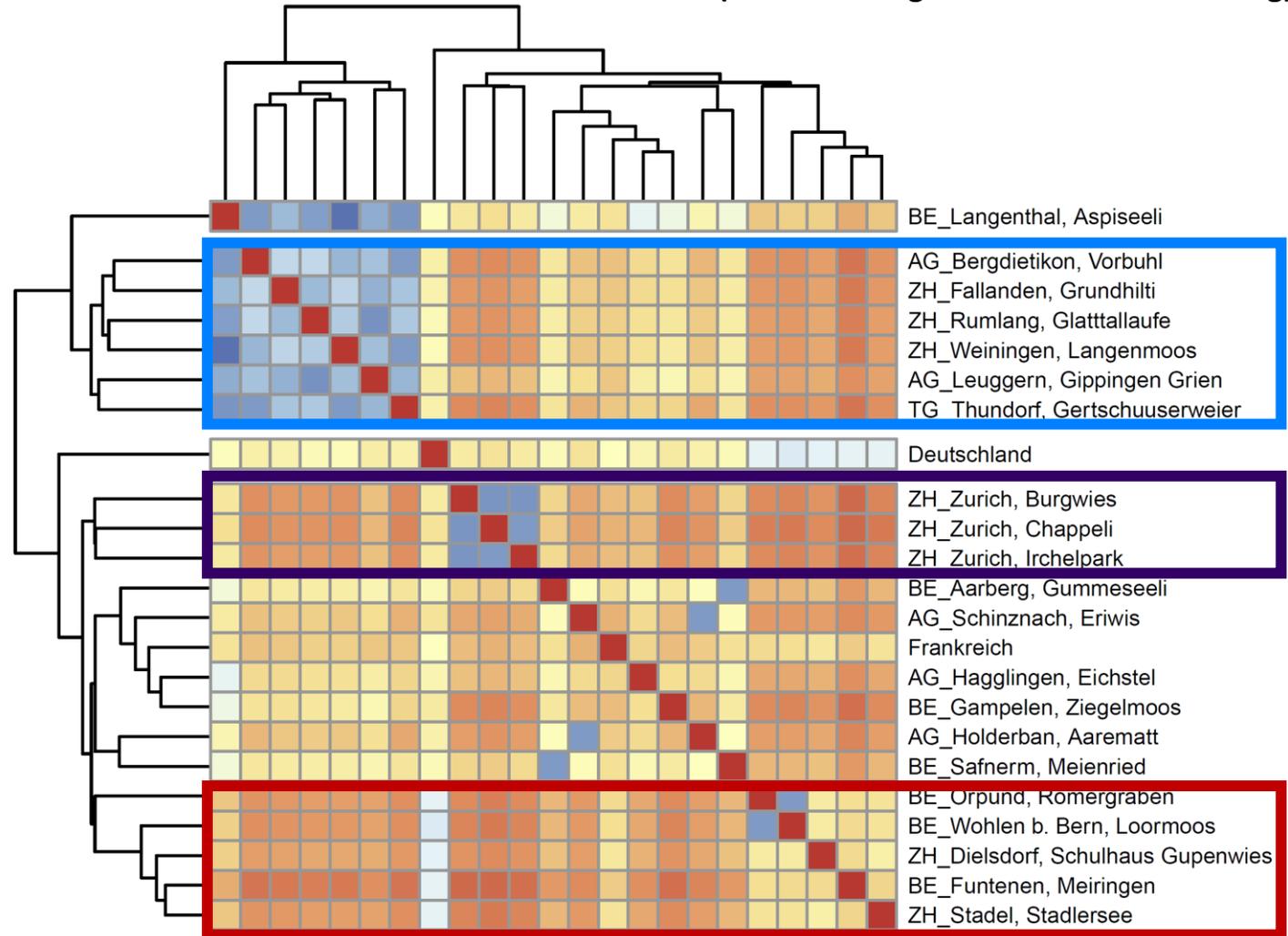
Amt für Landwirtschaft und Natur des
Kantons Bern
Abteilung Naturförderung

Populationen in der Schweiz

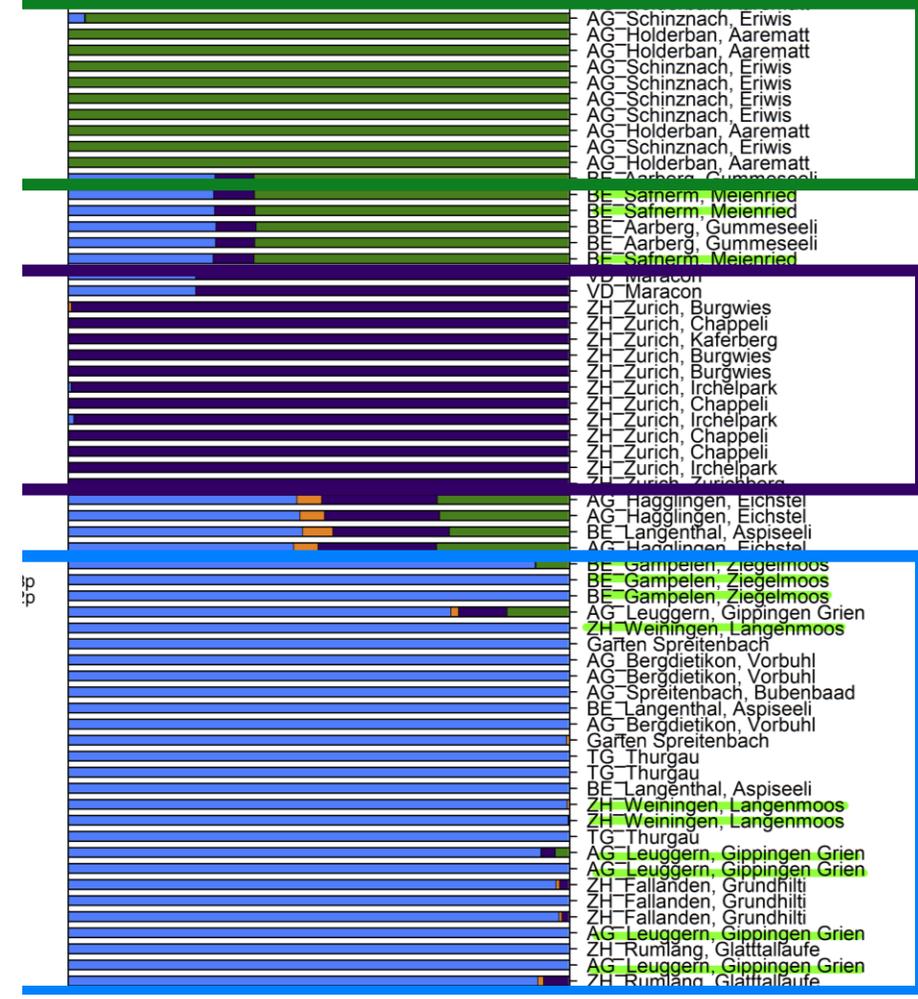
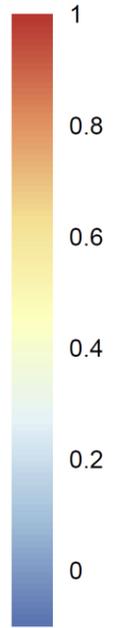


- Cluster 4:** AG, Holderbank, Aarematt & Schinznach, Eriwis
- Cluster 3:** ZH, Zürich Burgwies; Käferberg; Chappeli, Irchelpark, & VD Maracon (mixed)
- Cluster 1:** AG, Bergdietikon, Vorbühl; Spreitenbach, Bubenbaad; Leuggern, Gippingen Grien
BE, Gampelen, Ziegelmoos; Langenthal, Aspiseeli
ZH, Weiningen, Langenmoos; Fällanden, Grundhilti; Rumläng, Glattläufe
TG, Thundorf, Gertschuuserweier

Pairwise Fst values (Mass für die genetische Differenzierung)



BE_Langenthal, Aspiseeli
 AG_Bergdietikon, Vorbühl
 ZH_Fallanden, Grundhilti
 ZH_Rumlang, Glatttallaufe
 ZH_Weiningen, Langenmoos
 AG_Leuggern, Gippingen Grien
 TG_Thundorf, Gertschuserweier
 Deutschland
 ZH_Zurich, Burgwies
 ZH_Zurich, Chappeli
 ZH_Zurich, Irchelpark
 BE_Aarberg, Gummeseeli
 AG_Schinznach, Eriwis
 Frankreich
 AG_Hagglingen, Eichstel
 BE_Gampelen, Ziegelmoos
 AG_Holderban, Aarematt
 BE_Safnern, Meienried
 BE_Orpund, Romergraben
 BE_Wohlen b. Bern, Loormoos
 ZH_Dielsdorf, Schulhaus Gupenwies
 BE_Funtenen, Meiringen
 ZH_Stadel, Stadlersee

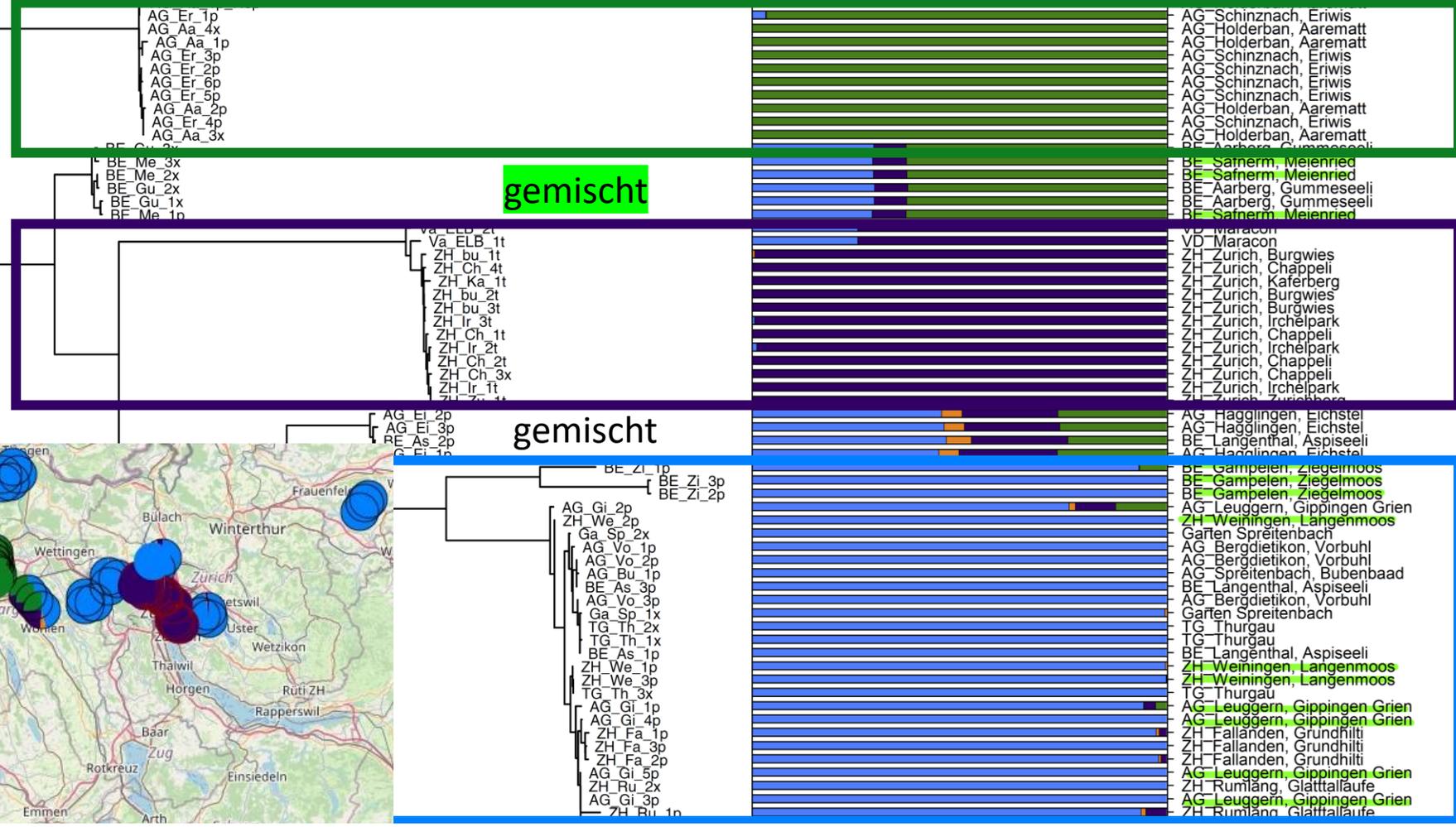
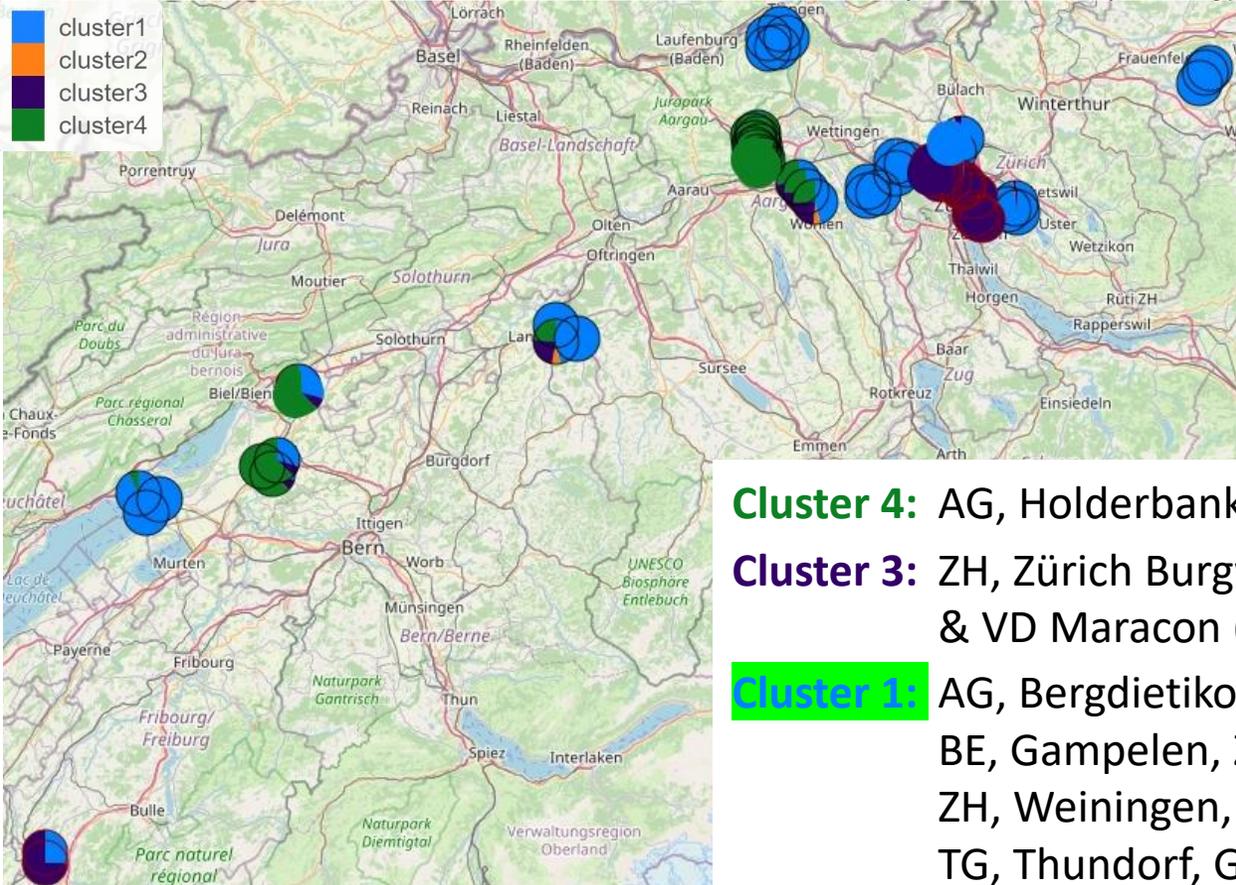


Aus Gärtnereien
 angesiedelte
 Populationen

Populationen in der Schweiz

«Nicht-angesiedelte» Populationen

- cluster1
- cluster2
- cluster3
- cluster4



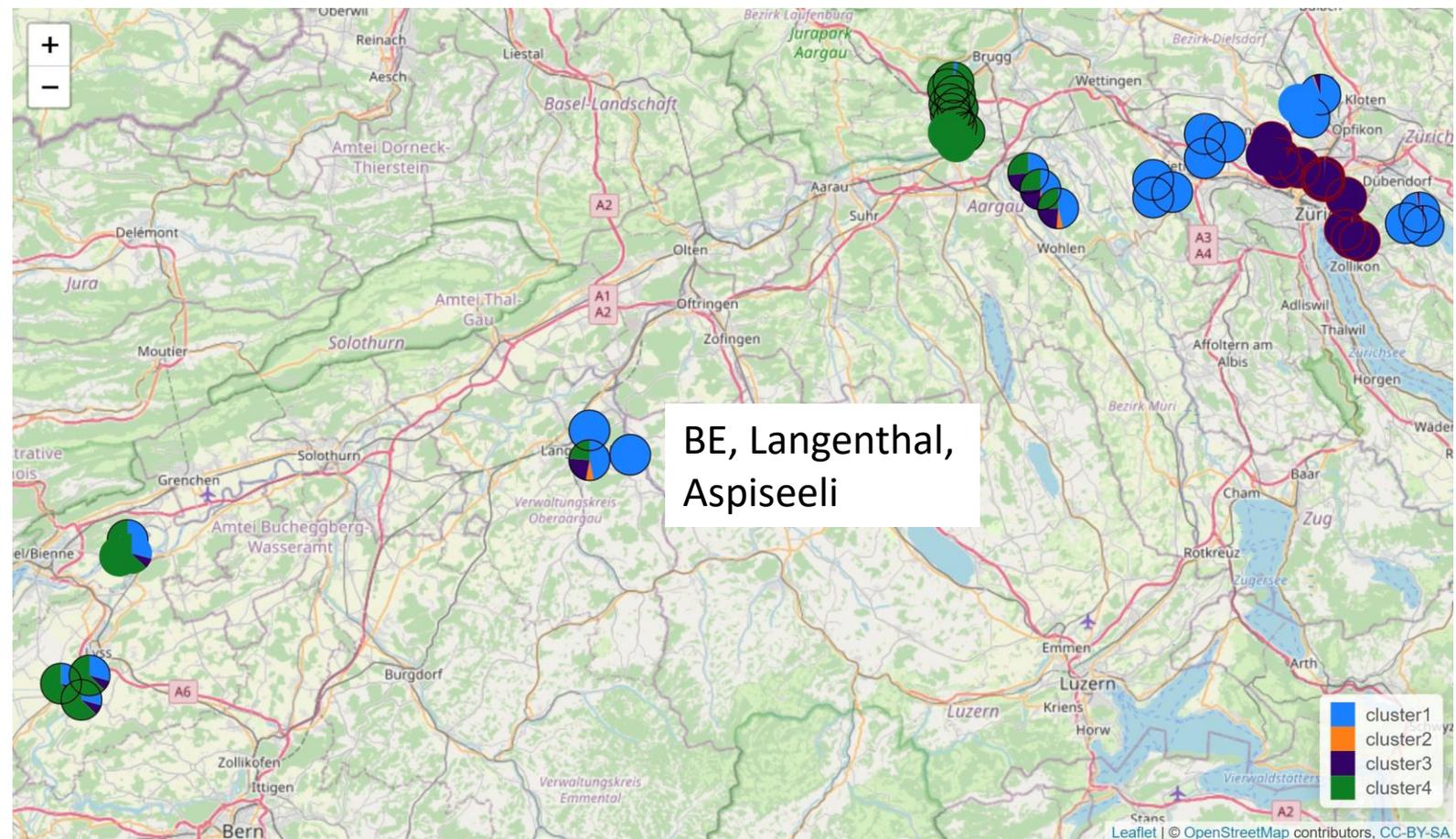
Cluster 4: AG, Holderbank, Aarematt & Schinznach, Eriwis

Cluster 3: ZH, Zürich Burgwies; Käferberg; Chappeli, Irchelpark, & VD Maracon (mixed)

Cluster 1: AG, Bergdietikon, Vorbühl; Spreitenbach, Bubenbaad; Leuggern, Gippingen Grien
 BE, Gampelen, Ziegelmoos; Langenthal, Aspiseeli
 ZH, Weiningen, Langenmoos; Fällanden, Grundhilti; Rümlang, Glattläufe
 TG, Thundorf, Gertschuuserweier

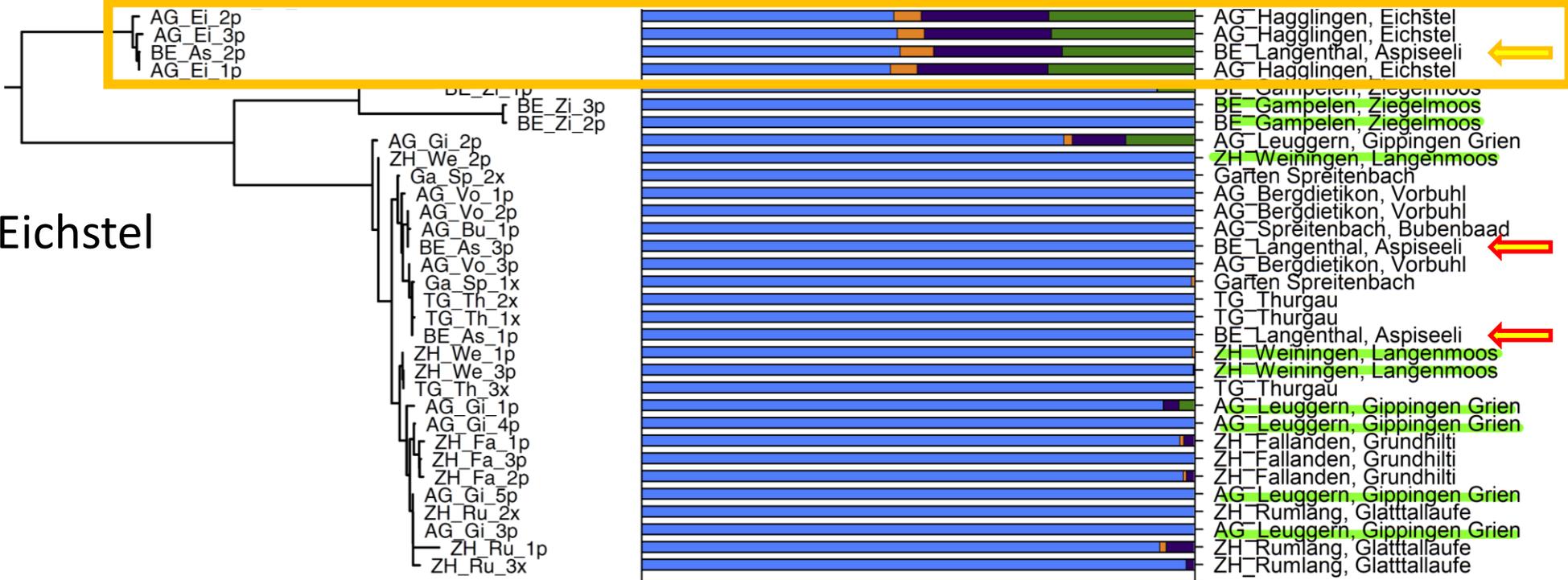
Populationen in der Schweiz - Ansiedlungswege

Von welchen Populationen
wurde das Aspiseeli
besiedelt?



Populationen in der Schweiz - Ansiedlungswege

Von welchen Populationen wurde das Aspiseeli besiedelt?



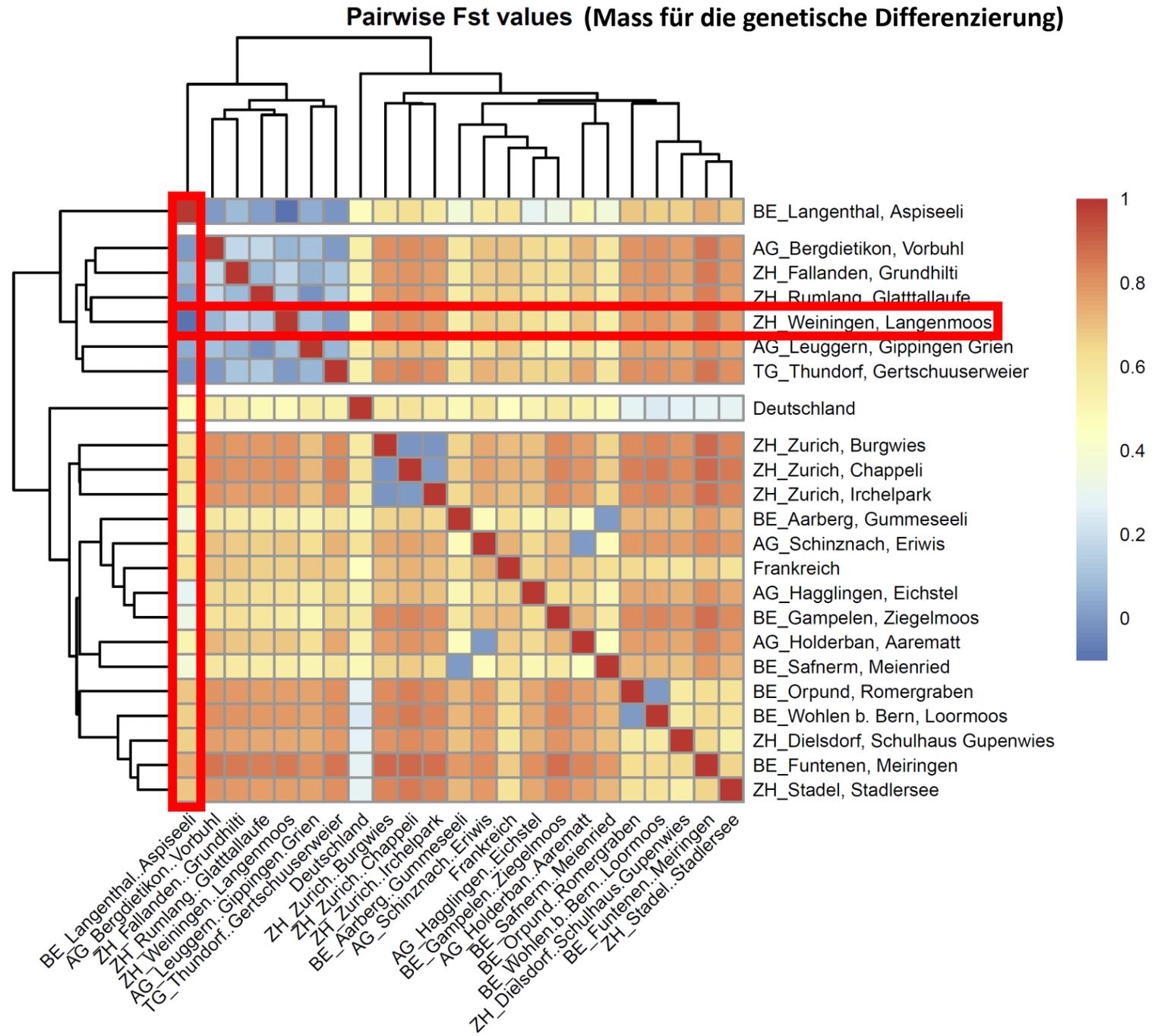
→ AG Hagglingen Eichstel

→

Populationen in der Schweiz - Ansiedlungswege

Von welchen Populationen wurde das Aspiseeli besiedelt?

- ➔ AG Hagglingen Eichstel
- ➔ ZH, Weiningen, Langenmoos

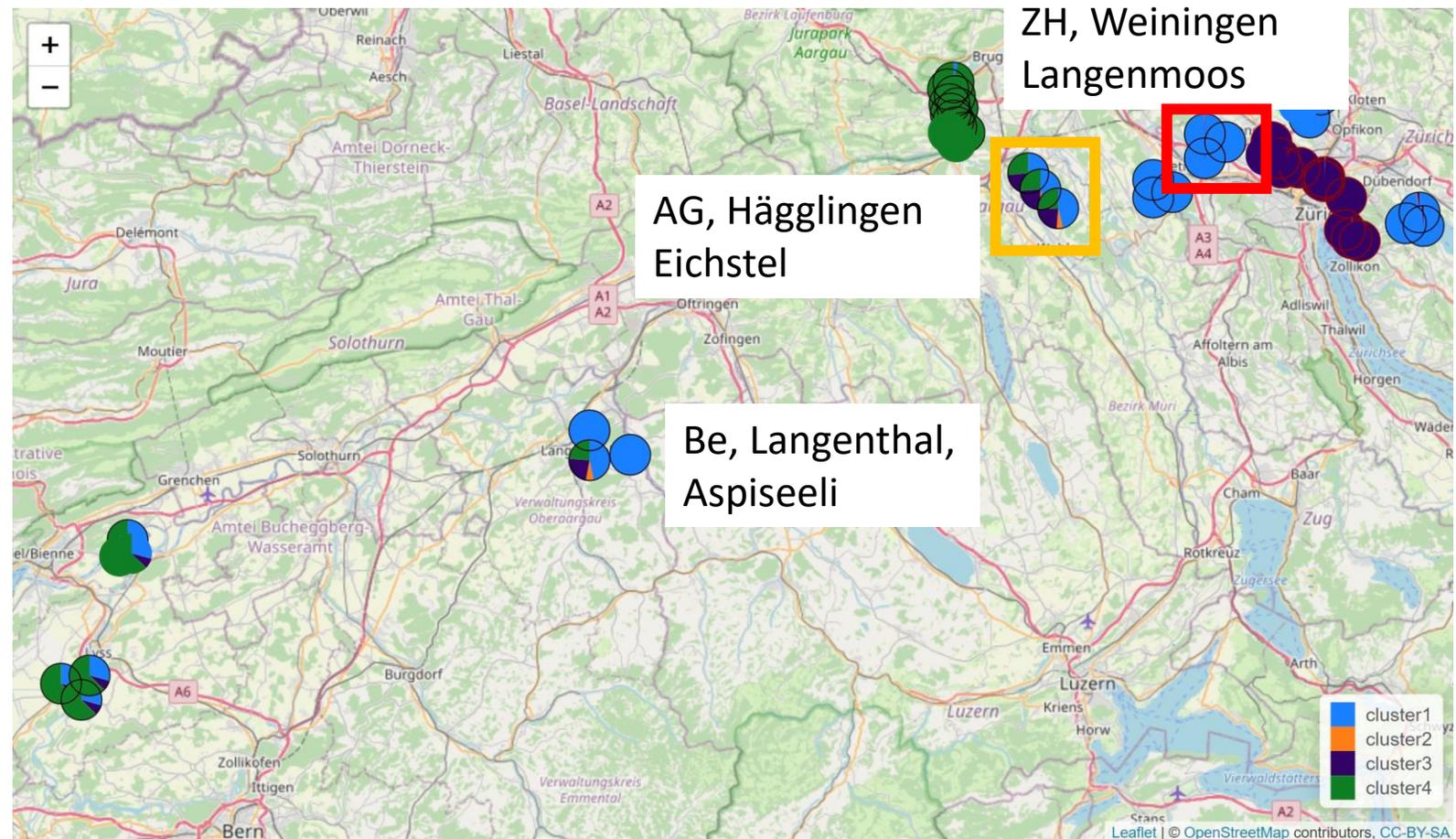


Populationen in der Schweiz - Ansiedlungswege

Von welchen Populationen wurde das Aspiseeli besiedelt?

➡ AG Hagglingen Eichstel

➡ ZH, Weiningen, Langenmoos



Genetik und Schutz der Wasserfeder (*Hottonia palustris*) - eine in der Schweiz sehr selten gewordene Art

- Wurden Populationen mit gebietsfremden Pflanzen aus Gärtnereien angesiedelt? Wenn ja welche?
- Was ist die genetische Struktur der «natürlichen» Populationen in der Schweiz?
 - Populationen die (mit grosser Wahrscheinlichkeit) nicht angesiedelt wurden
 - Populationen die höchstwahrscheinlich angesiedelt wurden
- Was ist der Zustand der bestehenden schweizerischen Populationen?



**Universität
Zürich** UZH
Institut für Systematische und
Evolutionäre Botanik



Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Landschaft und Natur
Fachstelle Naturschutz



DEPARTEMENT
BAU, VERKEHR UND UMWELT
Abteilung Landschaft und Gewässer

Thurgau



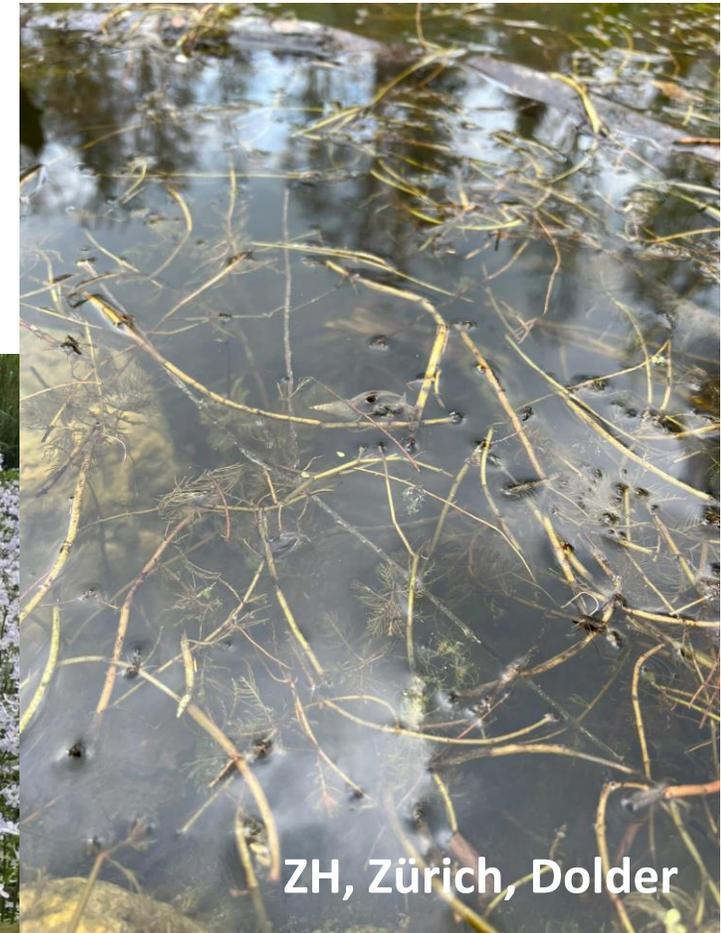
Amt für Raumentwicklung
Abt. Natur und Landschaft



Amt für Landwirtschaft und Natur des
Kantons Bern
Abteilung Naturförderung

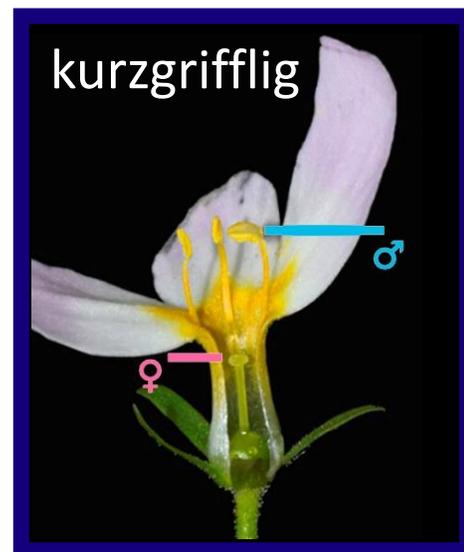
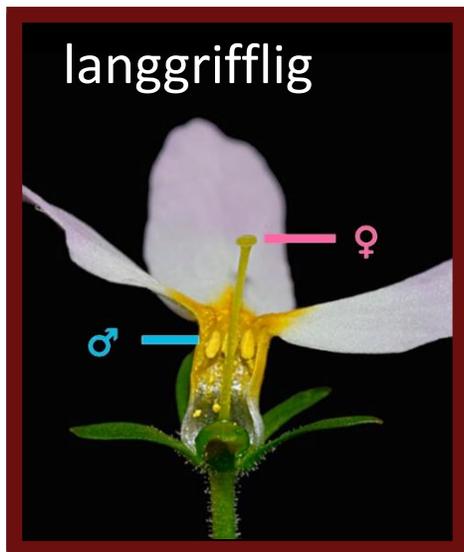
Was ist der Zustand der bestehenden schweizerischen Populationen?

- Populationsgrößen sind sehr variabel
 - Einige Populationen bestehen nur aus wenigen sichtbaren und z.T. unfitten Pflanzen
 - Andere Populationen bestehen aus sehr vielen Pflanzen



Was ist der Zustand der bestehenden schweizerischen Populationen?

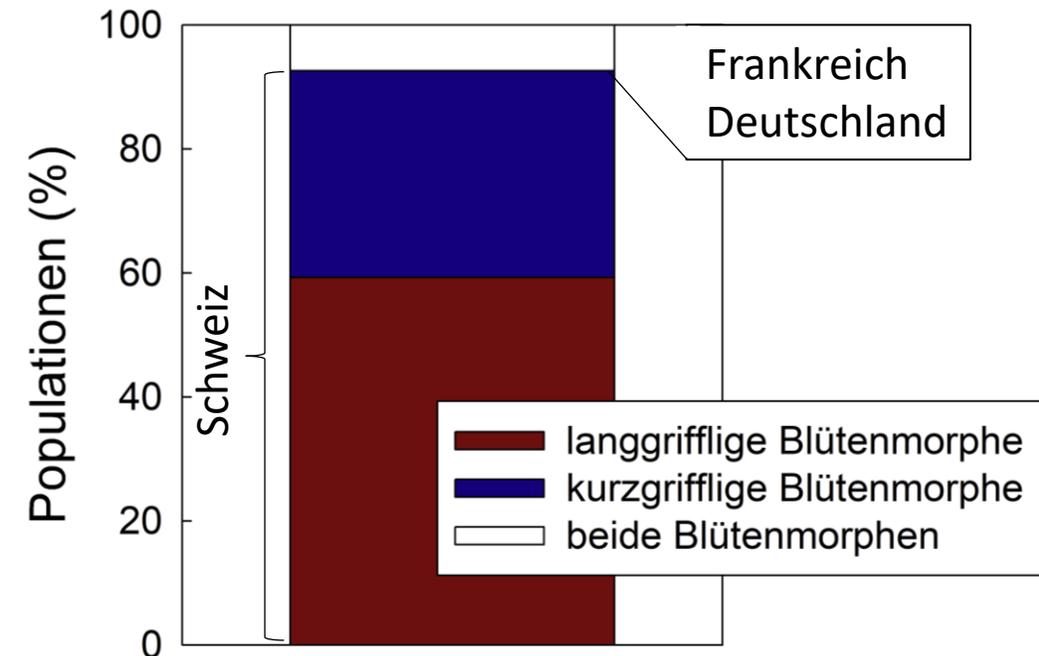
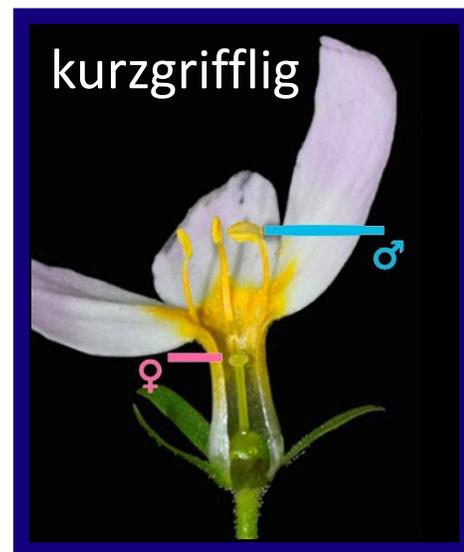
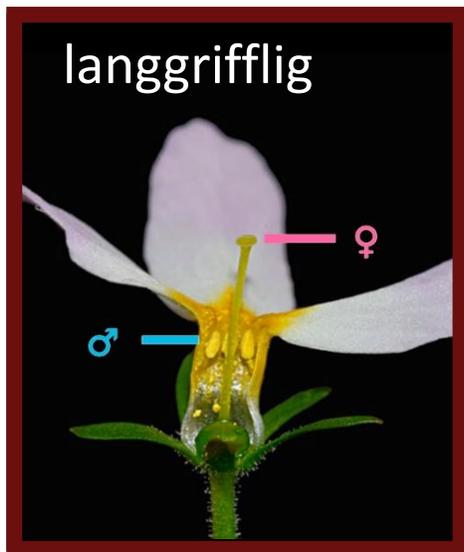
→ «gesunde» Populationen bestehen immer aus 50% lang- und 50% kurzgriffligen Pflanzen!



Was ist der Zustand der bestehenden schweizerischen Populationen?

→ «gesunde» Populationen bestehen immer aus 50% lang- und 50% kurzgriffligen Pflanzen!

- In keiner der untersuchten schweizerischen Populationen kommen beide Blütenmorphen vor (die Populationen in Frankreich/Deutschland sind dimorph)

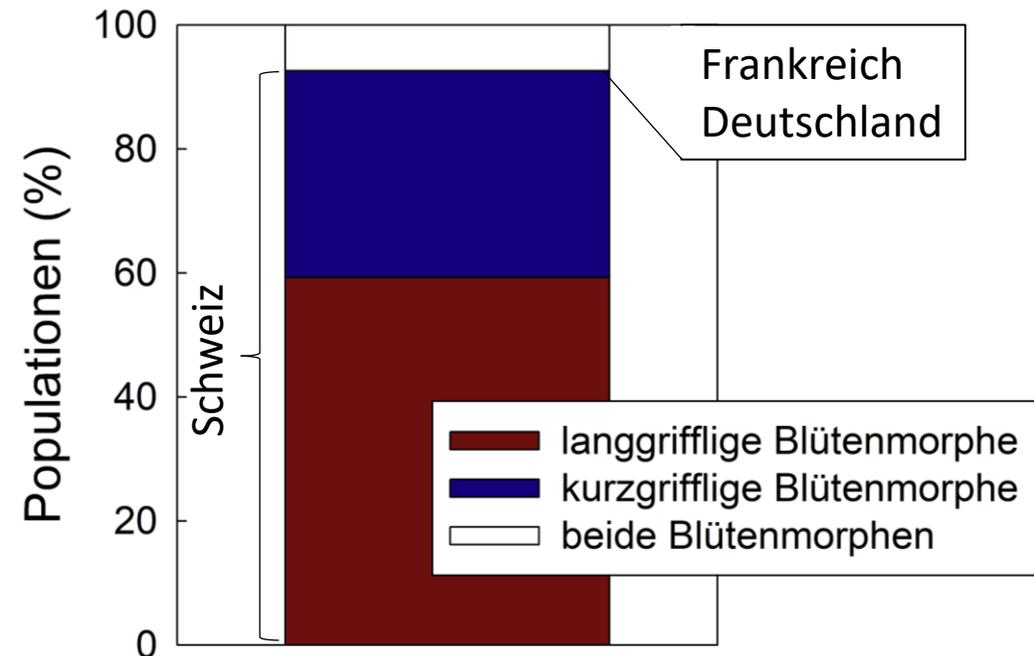
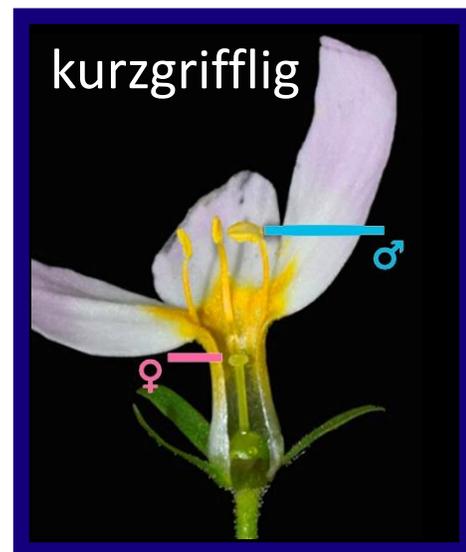
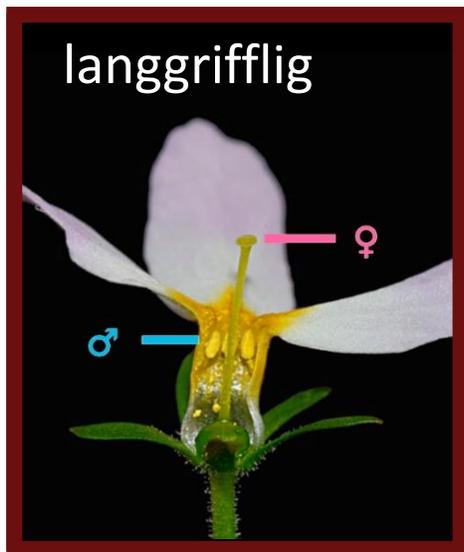


Was ist der Zustand der bestehenden schweizerischen Populationen?

→ «gesunde» Populationen bestehen immer aus 50% lang- und 50% kurzgriffligen Pflanzen!

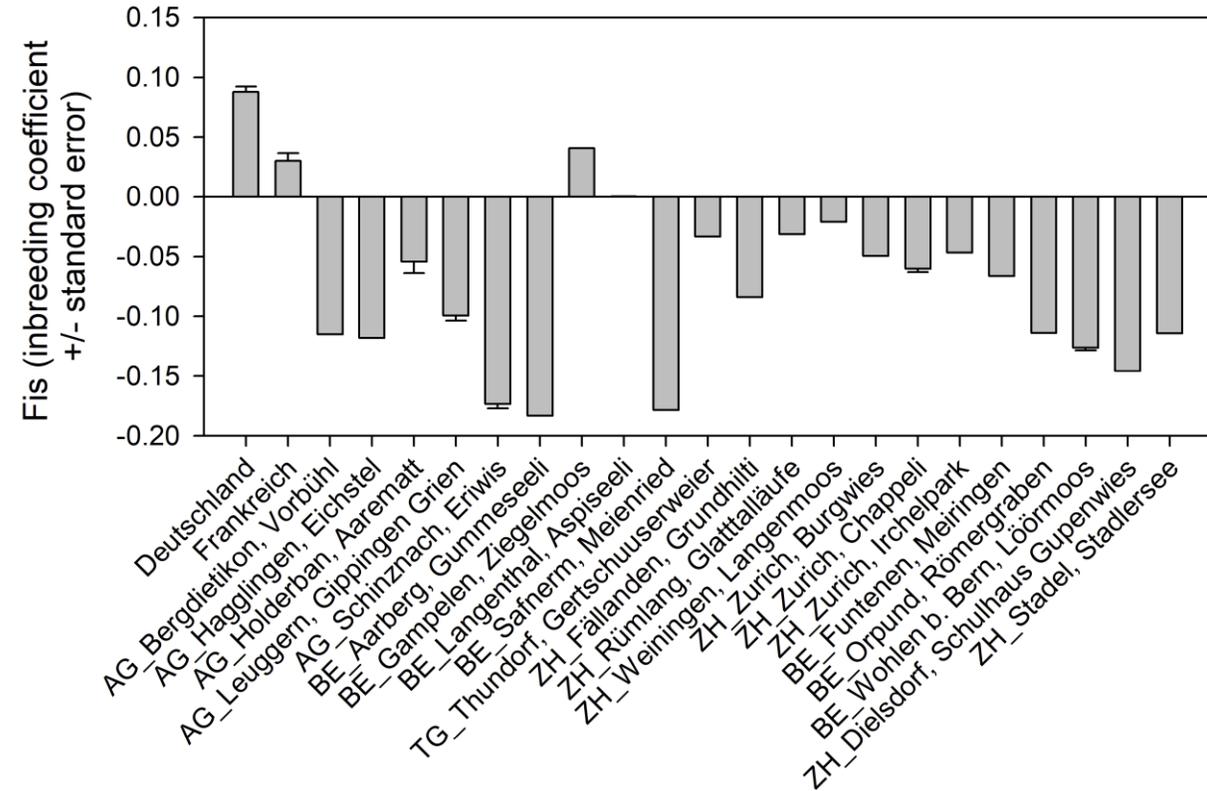
- In keiner der untersuchten schweizerischen Populationen kommen beide Blütenmorphen vor (die Populationen in Frankreich/Deutschland sind dimorph)

→ **Selbstinkompatibilität** ist **nicht immer strikt**, so dass durch Selbstung auch einige wenige Samen gebildet werden können.



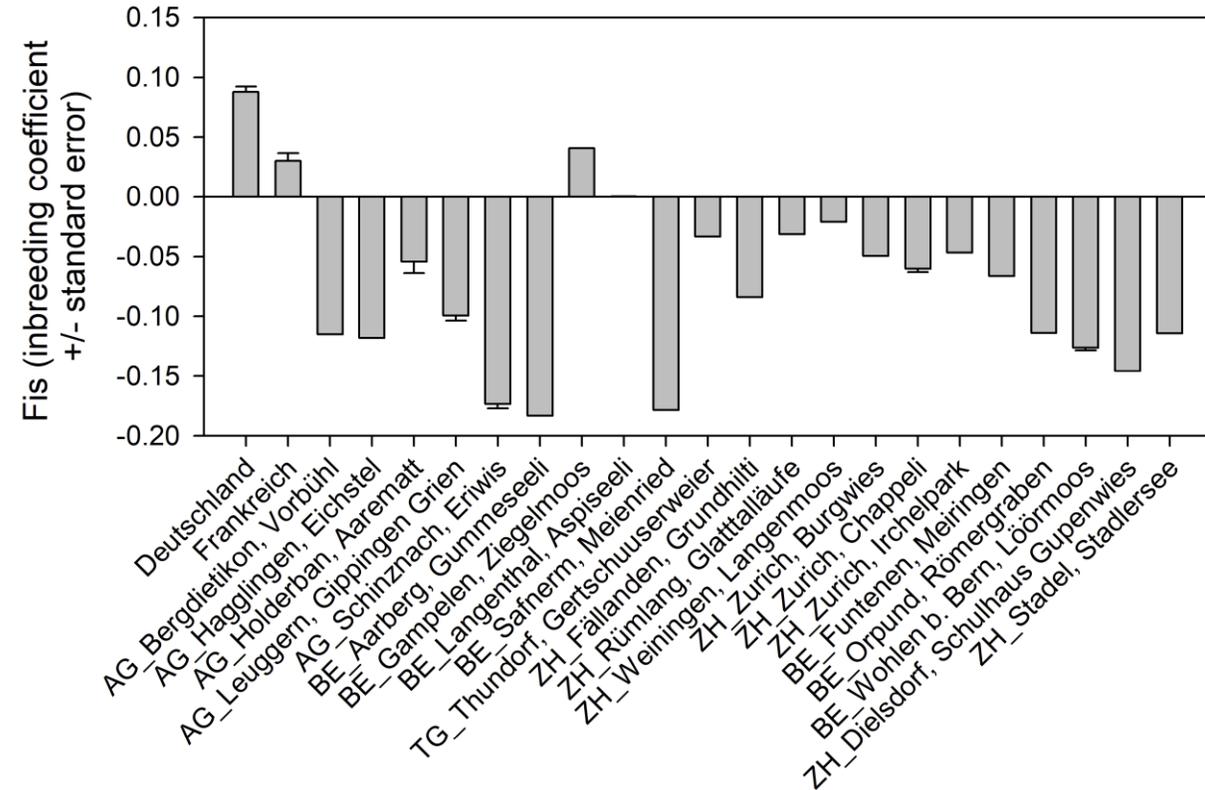
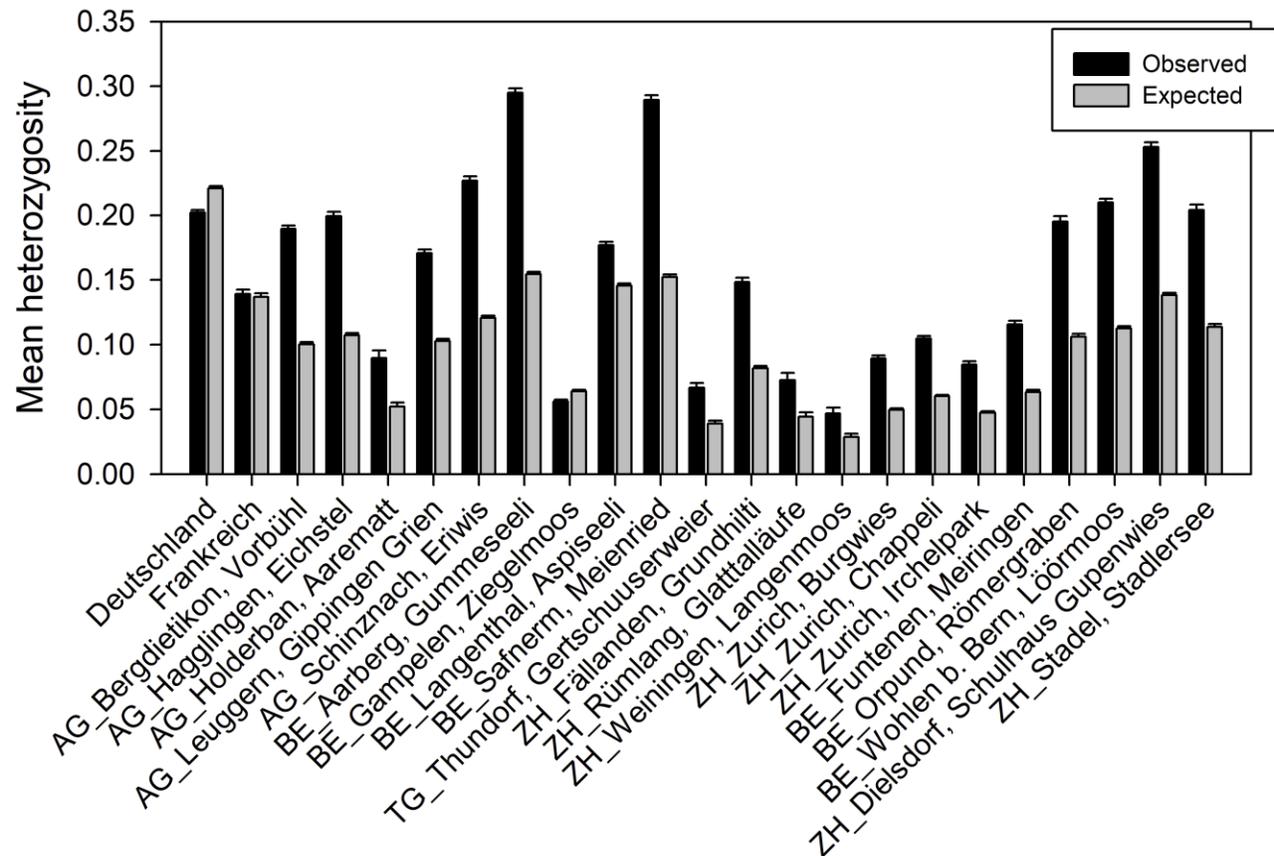
Was ist der Zustand der bestehenden schweizerischen Populationen?

- Wenig Anzeichen für Inzucht



Was ist der Zustand der bestehenden schweizerischen Populationen?

- Wenig Anzeichen für Inzucht
- Relativ hohe Heterzygotität



Um alle Fragen zum Zustand der schweizerischen Populationen der Wasserfeder beantworten zu können sind weitere Analysen nötig!

Danke fürs Zuhören!



Barbara Keller, Institut für Systematische und Evolutionäre Botanik, Universität Zürich (barbara.keller@systbot.uzh.ch)



**Universität
Zürich** UZH
Institut für Systematische und
Evolutionäre Botanik



Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Landschaft und Natur
Fachstelle Naturschutz



DEPARTEMENT
BAU, VERKEHR UND UMWELT
Abteilung Landschaft und Gewässer

Thurgau



Amt für Raumentwicklung
Abt. Natur und Landschaft



Amt für Landwirtschaft und Natur des
Kantons Bern
Abteilung Naturförderung

Herausforderungen & Probleme

- Probenahme von blühenden Individuen
- Biofilm auf Blättern → Kontamination
- ddRAD (gleichmässiges Sequenzieren aller Individuen) → Einige Individuen mit hohen Anteilen an fehlenden Daten)