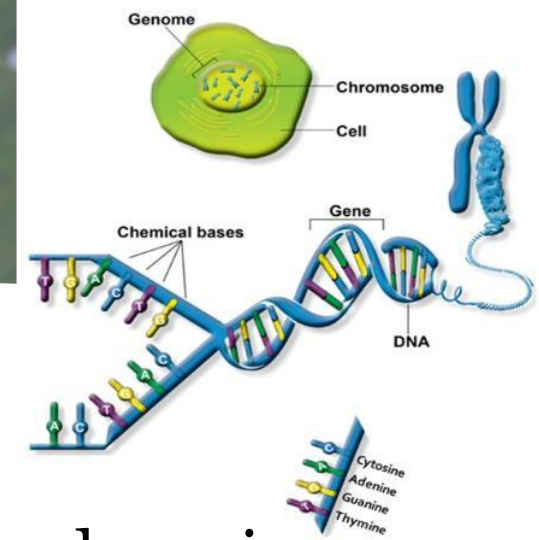


Conservation Genetics



Wildtier
Schweiz

Why genetics?



Methods using DNA analysis are expensive, time consuming and require lab work.

In most cases, there is no routine DNA analysis protocol available.

Establishing routine DNA analysis protocols is long and hard work.

BUT:

DNA contains useful information about individuals, which can be used to answer a lot of questions.

In several cases, methods using DNA analysis are the only or at least the most reliable solution.



Wildtier
Schweiz

How many different species do you see?

Cryptic species



Which one is the female?

Lack of apparent sex-dimorphism in dippers





Wildtier
Schweiz

Which cats are the wildcats?





Wildtier
Schweiz

Which species/individuals left these signs?



Who was the predator?



Which species, sex, individual, provenance?

Kategorie: Wolf

Die beiden Männchen erhalten die Bezeichnung M47, beziehungsweise M51.

KORA News



Am 17. Dezember 2014 hat die Tessiner Wildhut bei einem Nutztierriß in der Gemeinde Campo Vallemaggia (Val di Campo) Speichelproben entnommen. Dabei konnte am Laboratoire de Biologie de la Conservation de l'Université de Lausanne ein neuer männlicher Wolf nachgewiesen werden. Dieser Wolf wurde in der Schweiz bisher noch nicht nachgewiesen und erhält die Bezeichnung M47.

Ebenfalls anhand von Speichelproben an einem gerissenen Schaf bei Brione sopra Minusio vom 09. Februar 2015, konnte das Labor in Lausanne einen bisher in der Schweiz noch nie nachgewiesenen männlichen Wolf genetisch nachweisen. Dieser Wolf erhielt die Bezeichnung M51. Beide Wölfe wurden vom Labor in Lausanne als italienische Wölfe analysiert. Aufgrund eines nur bei den Wölfen der italienischen Quellenpopulation vorkommenden Haplotyps, können diese Wölfe eindeutig bestimmt werden.

Juridic cases: poaching?



«It was a feral cat...»



«He wasn't shot in Switzerland...»



Usefulness of DNA analysis

Methods using DNA analysis are useful to gain informations about:

- species (especially cryptic species)
- sex
- individual identity
- kinship, paternity
- source population (provenance)
- gene flow between or within populations
- inbreeding / outbreeding (hybridization)
- genetic diversity, etc...



Wildtier
Schweiz

Naturschutzfragen *Questions de conservation*

Sind Mouflonjagd/Lachsfischen nachhaltig? *La chasse au mouflon/la pêche au saumon est-elle durable?*

Steinbock-Umsiedlungen: welche Tiere? *Lâchers de bouquetins: quels individus?*

Kommt das Reh über die Autobahn? *Le chevreuil, peut-il franchir l'autoroute?*

Wird die Wildkatze zur Hauskatze? *Le chat sauvage, devient-il chat domestique?*

Inhalt

Wozu Genetik?

Genetikgrundlagen

Mechanismen der Evolution

- Selektion
- Drift
- Genfluss
- Mutation

Projektbeispiel Wildkatzenmonitoring (Capture Recapture Model)

Exemple de projet Monitoring du chat sauvage (capture recapture)

Contenu

À quoi sert la génétique?

Bases de la génétique

Mécanismes de l'évolution

sélection

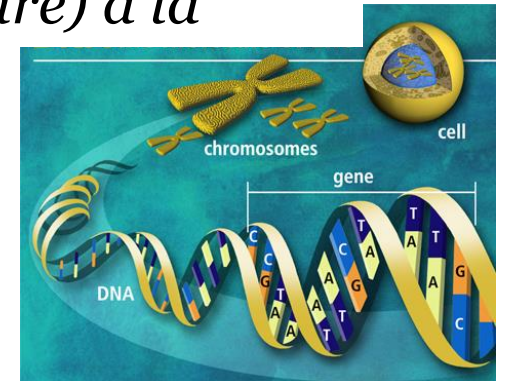
dérive génétique

flux génétique

mutation

Studium der Mechanismen der Weitergabe von Genen (Erbanlagen) an die nächste Generation, auf der Ebene von Populationen.

étude des mécanismes de transmission de gènes (patrimoine héréditaire) à la génération suivante au niveau de la population



Population: Gruppe von Individuen einer Art, die zeitlich und räumlich gemeinsam vorkommen und sich untereinander fortpflanzen.

Population: *groupe d'individus d'une espèce vivant à même échelle spatio-temporelle et qui se reproduisent entre eux.*

Genetische Variation, Basis der Populationsgenetik

variation génétique, base de la génétique des pop.

- Jeder Organismus hat eine eigene genetische Unterschrift.

Chaque organisme a sa propre signature génétique.

- Die Populationsgenetik greift auf diese genetischen Unterschriften der einzelnen Individuen, um die genetische Variation innerhalb der Populationen zu erfassen.

La génétique des pop. se sert de ces signatures génétiques individuelles pour déterminer la variation au sein de la pop.

- Populationsgenetiker untersuchen die **genetische Zusammensetzung einer Population.**

*Les généticiens étudient la **composition génétique au niveau de la population.***

- Die genetische Zusammensetzung wird meist anhand eines winzigen Bruchteils des gesamten Erbguts untersucht.

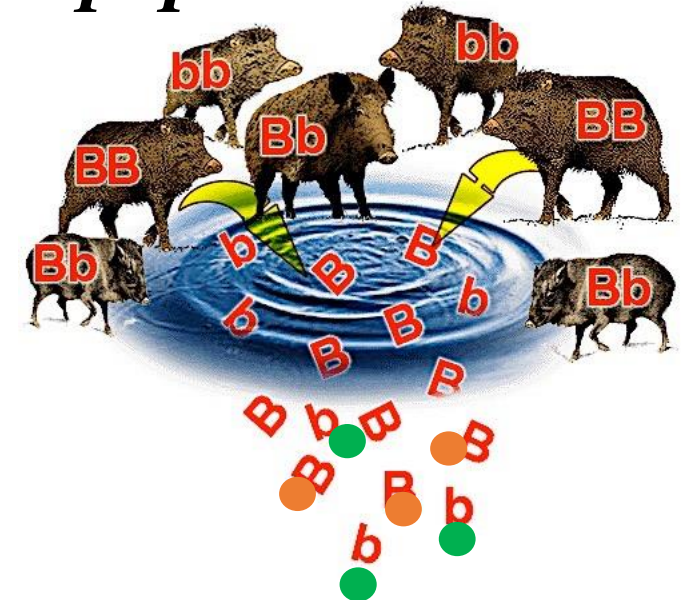
La composition génétique est étudiée au moyen d'une très petite partie du génome.

Allele als Mass der genetischen Zusammensetzung *allèles, mesure de la composition génétique*

Genpool-Modell: Betrachtung der **Allele**, die in der Population vorkommen.
Übergang vom **Individuum** zur **Populationsebene**!

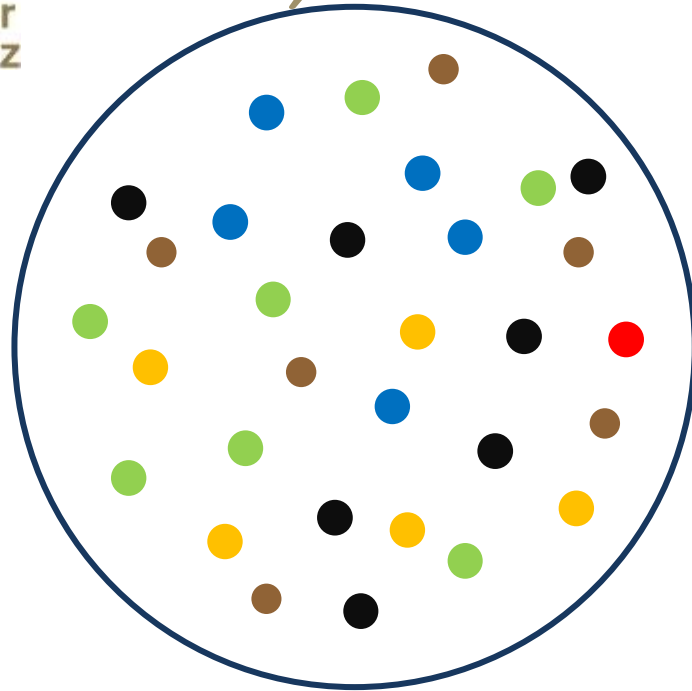
*Modèle du pool génétique: on considère les **allèles** présents dans la population. On passe du niveau individu au niveau population!*

Gen1	Gen2	Gen3	
AA	BB	CC	AA BB CC; AA BB Cc; AA bb cc
Aa	Bb	Cc	Aa BB CC; Aa BB cc; Aa Bb Cc
aa	bb	CC	aa BB CC; Aa BB Cc; Aa Bb cc
			AA bb CC; aa BB Cc; Aa bb Cc
			Aa bb CC; AA Bb Cc; aa Bb cc
			aa Bb CC; AA Bb cc; aa bb Cc
			aa bb CC; AA bb Cc; aa bb cc

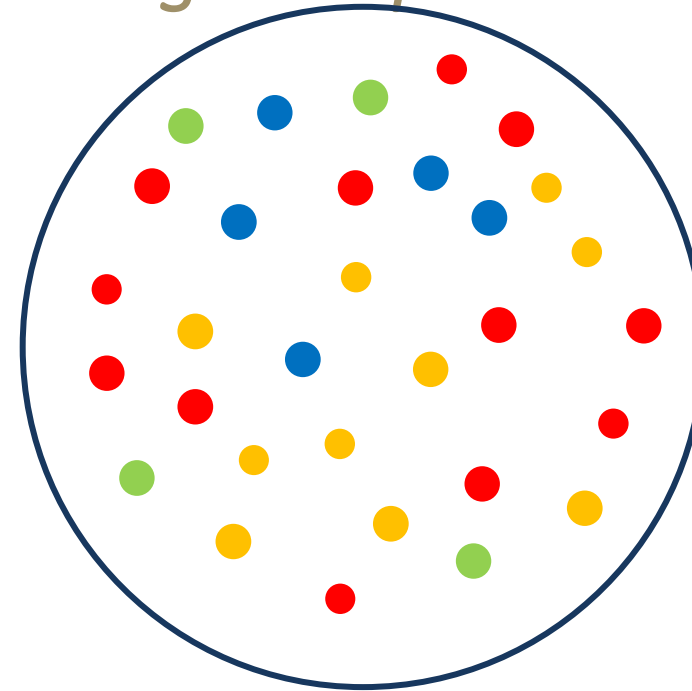


Allele als Mass der genetischen Zusammensetzung

allèles, mesure de la composition génétique



Anzahl Allele: 6
Frequenz
Allel ● = 5/31
Allel ● = 7/31
Allel ● = 7/31
Allel ● = 5/31
Allel ● = 1/31
Allel ● = 6/31

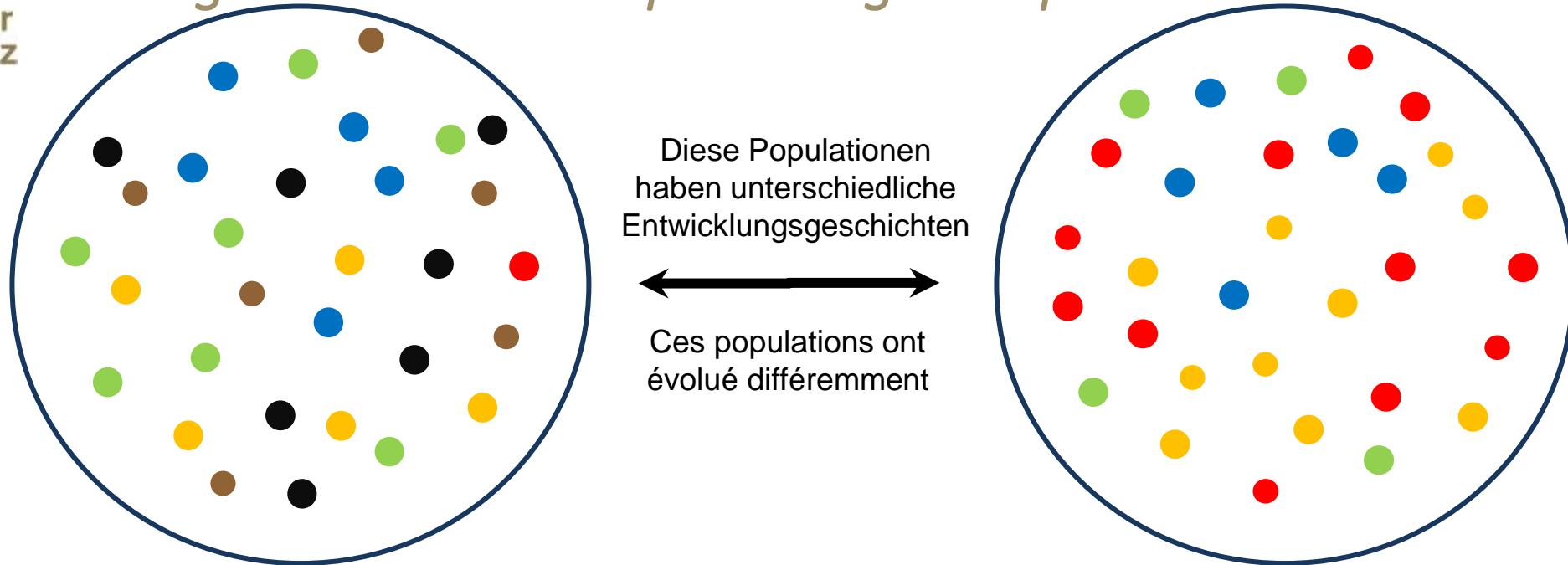


Anzahl Allele: 4
Frequenz
Allel ● = 5/31
Allel ● = 4/31
Allel ● = 0/31
Allel ● = 10/31
Allel ● = 12/31
Allel ● = 0/31

Anzahl und Häufigkeit der Allele geben eine genetische Unterschrift auf Populationsebene.

Nombre et fréquence des allèles donnent une signature génétique au niveau de la population.

Veränderung der genetischen Zusammensetzung = Evolution *changement de la composition génétique = Evolution*



Evolution: Veränderung der genetischen Zusammensetzung (der vererbbaeren Merkmale, der Gene) einer Population von Generation zu Generation

Évolution: *Modification de la composition génétique (les traits héréditaires, les gènes) des populations de génération en génération*

Inhalt

Wozu Genetik?

Genetikgrundlagen

Mechanismen der Evolution

- Selektion
- Drift
- Genfluss
- Mutation

Projektbeispiel Wildkatzenmonitoring (Capture Recapture Model)

Exemple de projet Monitoring du chat sauvage (capture recapture)

Contenu

À quoi sert la génétique?

Bases de la génétique

Mécanismes de l'évolution

sélection

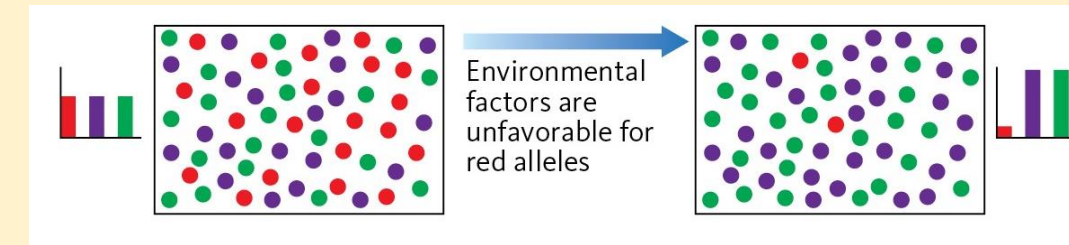
dérive génétique

flux génétique

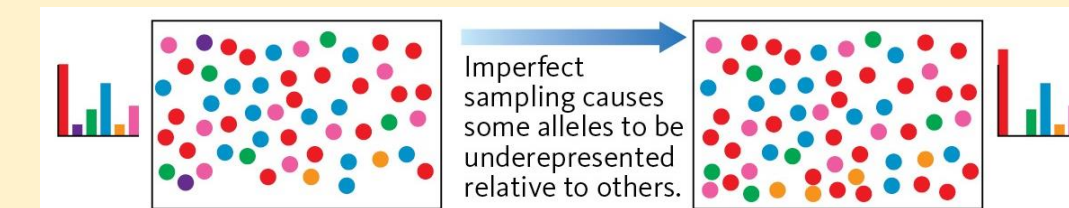
mutation

Die Mechanismen der Evolution

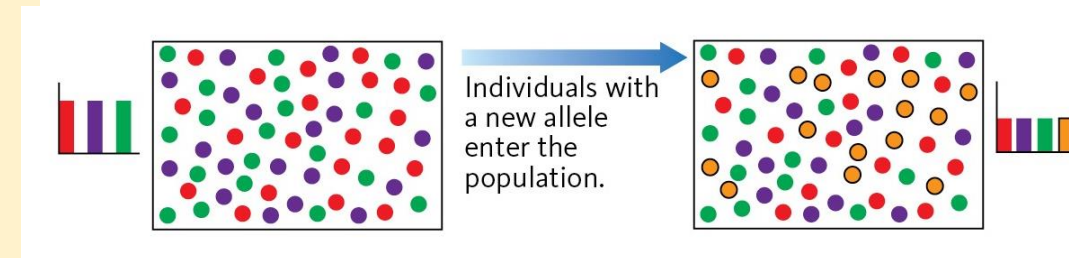
les mécanismes de l'évolution



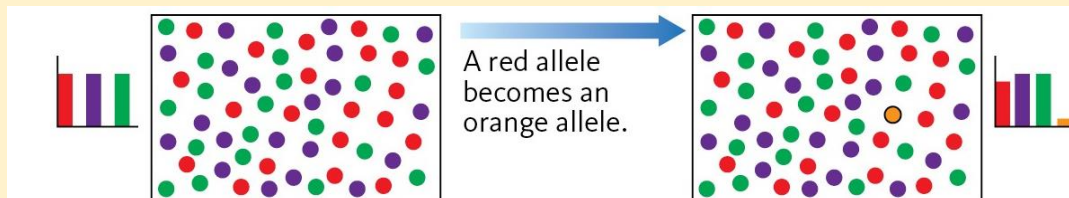
Natürliche Selektion
Sélection naturelle



Drift
Dérive génétique



Genfluss
Flux génétique



Mutation



Die Mechanismen der Evolution

les mécanismes de l'évolution

Diese vier Vorgänge beeinflussen die genetische Zusammensetzung einer Population.

Ces 4 mécanismes influencent la composition génétique de la pop.

Sie wirken mehr oder weniger stark, je nach Umständen.

Ils agiront plus ou moins fortement, selon les circonstances.

Sie können gleichzeitig auf eine Population einwirken.

Ils peuvent influencer simultanément une population.

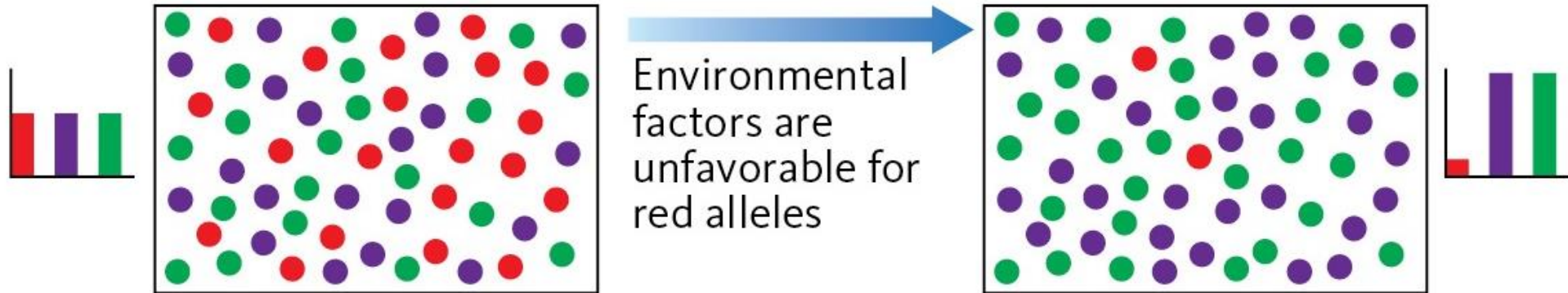
Genetische Variation (Allelvielfalt, Rekombination) ist die Basis dieser Evolutionsprozesse.

La variation génétique (richesse allélique, recombinaison) est la base pour ces mécanismes évolutifs.

Je mehr Variation in einer Population (oder Art) vorhanden ist, desto mehr Möglichkeiten bestehen für die Organismen, sich an sich ändernde Lebensbedingungen anzupassen.

Plus il y a de variation dans une pop (ou sp), plus il y a de possibilités pour les organismes de s'adapter à des conditions de vie qui changent.

Selektion *Sélection*



nicht zufälliger, unterschiedlicher Fortpflanzungserfolg der Individuen einer Population; **Überleben der bestangepassten** Individuen

succès reproductif différentiel non-aléatoire des individus d'une population; survie des individus les plus aptes

Wie funktioniert Selektion? *Comment fonctionne la sélection?*



Damit eine bestimmte Ausprägung eines Merkmals selektiert wird, braucht es:

- **Variabilität** im Merkmal
- **Erblichkeit** des Merkmals
- **Fitnessunterschiede**, die nicht zufällig, sondern von der Merkmalausprägung abhängig sind (d.h. es gibt eine Korrelation zwischen dem Merkmal, das unter Selektion steht und dem unterschiedlichen Reproduktionserfolg)



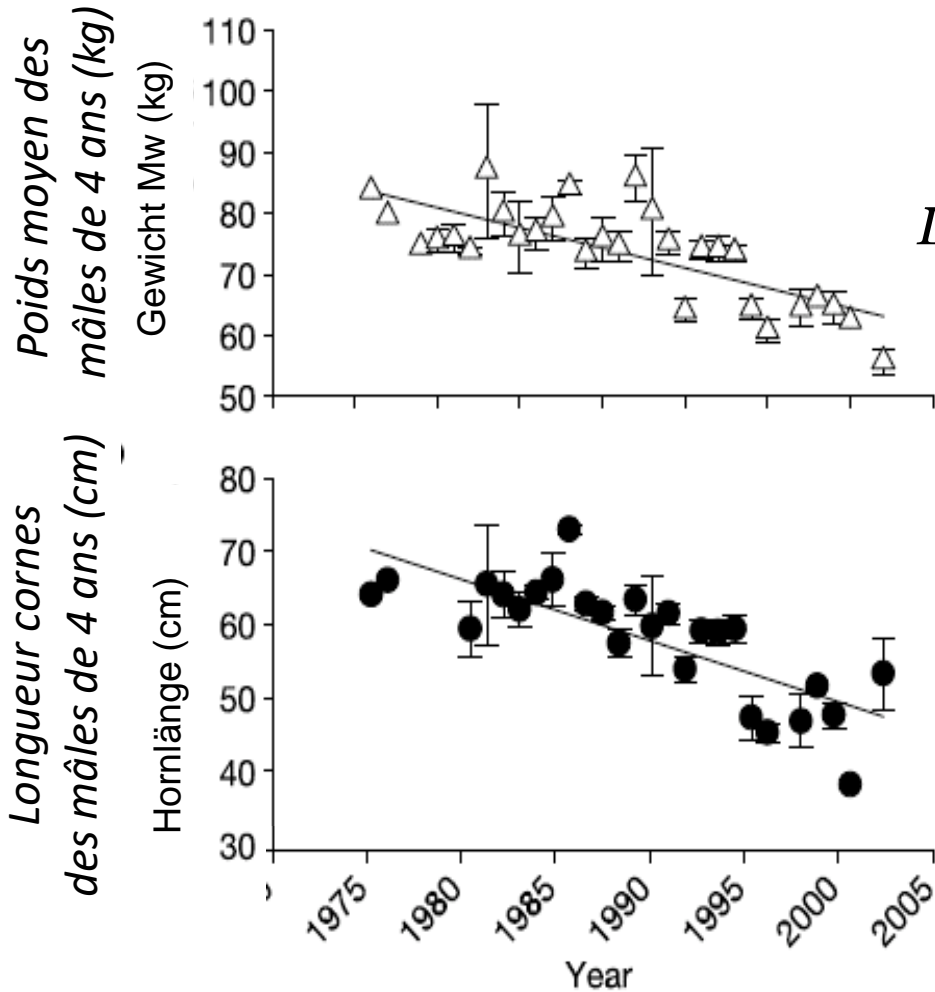
Pour qu'il y ait sélection d'un trait de caractère, il faut:

- **Variation** pour le caractère
- **Héritabilité** pour le caractère
- **Différences de fitness** non aléatoires, liés au trait de caractère (corrélation entre le caractère sous sélection et le taux de reproduction différentiel)



Natürliche gegen anthropogene Selektion: Jagd

Sélection naturelle et anthropogène: chasse



Natürlicherweise werden grössere Mufflon-Hörner selektiert, wegen der nicht nachhaltigen Trophäenjagd kleinere.

La sélection naturelle favorise les grandes cornes, la chasse aux trophées les cornes plus petites.



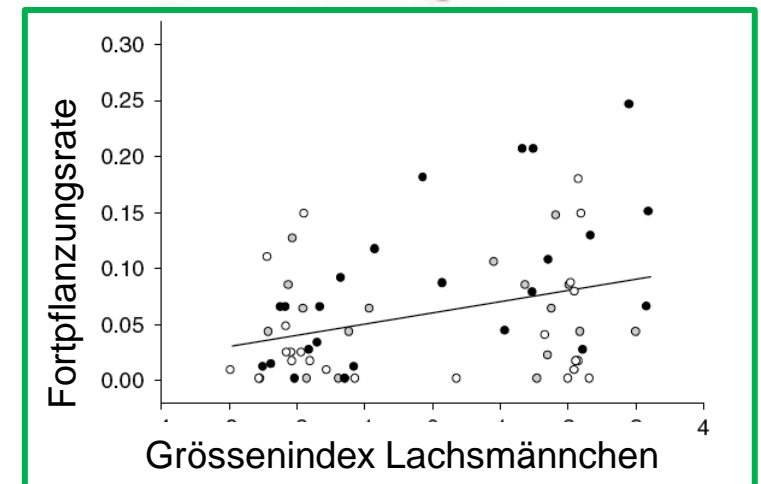
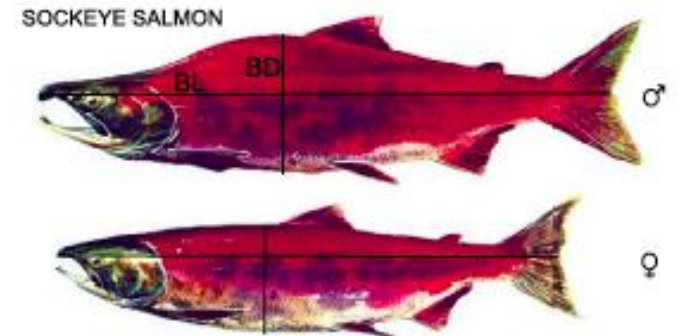
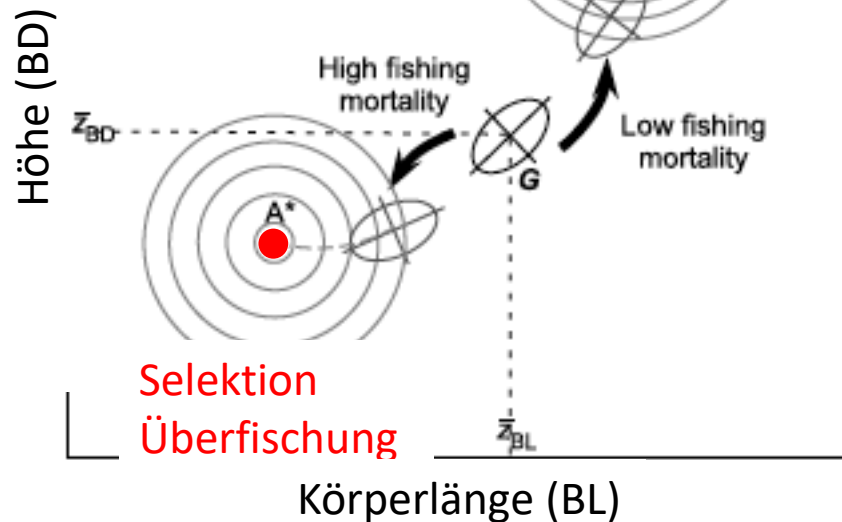
Natürliche gegen anthropogene Selektion: Fischerei

Sélection naturelle et artificielle: pêche

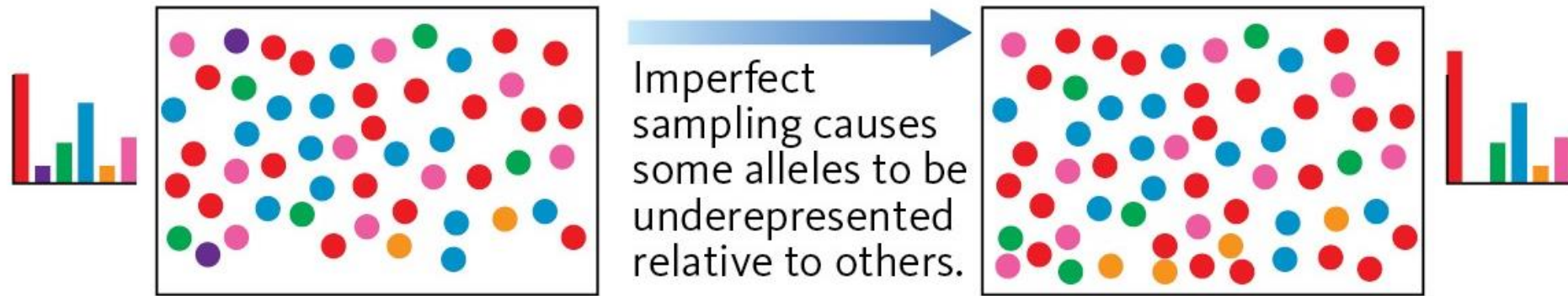
Natürlicherweise werden grössere Fische selektiert, wegen der nicht nachhaltigen Überfischerei kleinere. *La sélection naturelle favorise les plus grands saumons, la pêche intensive les plus petits saumons.*



Natürliche/sex.
Selektion



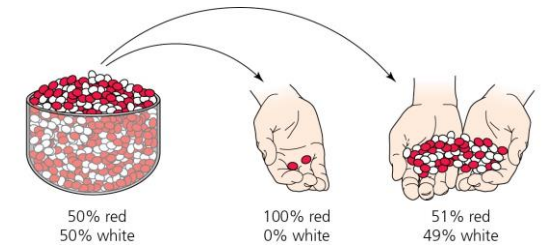
Drift *dérive génétique*



zufällige Veränderung der Allelfrequenzen

modification aléatoire des fréquences des variantes génétiques

Wie funktioniert Drift? *Comment fonctionne la dérive génétique?*



Wenn die Anzahl sich fortpflanzenden Individuen in einer Population sehr gross ist, kann Drift kaum etwas an der Allelzusammensetzung der Population ändern.

Quand le nombre d'individus reproducteurs d'une pop. est grand, la dérive génétique n'a (presque) pas d'emprise sur la composition allélique de la pop..

Wenn nur **wenige Individuen sich fortpflanzen**, dann ist die Wahrscheinlichkeit grösser, dass ein bestimmtes **Allel aus Zufall** aus der Population **verschwindet** (ausstirbt) und somit **genetische Vielfalt verlorenght**.

*Quand il y a **peu d'individus reproducteurs**, la probabilité augmente que **certains allèles se perdent par hasard**, diminuant ainsi la variation génétique au sein de la pop..*

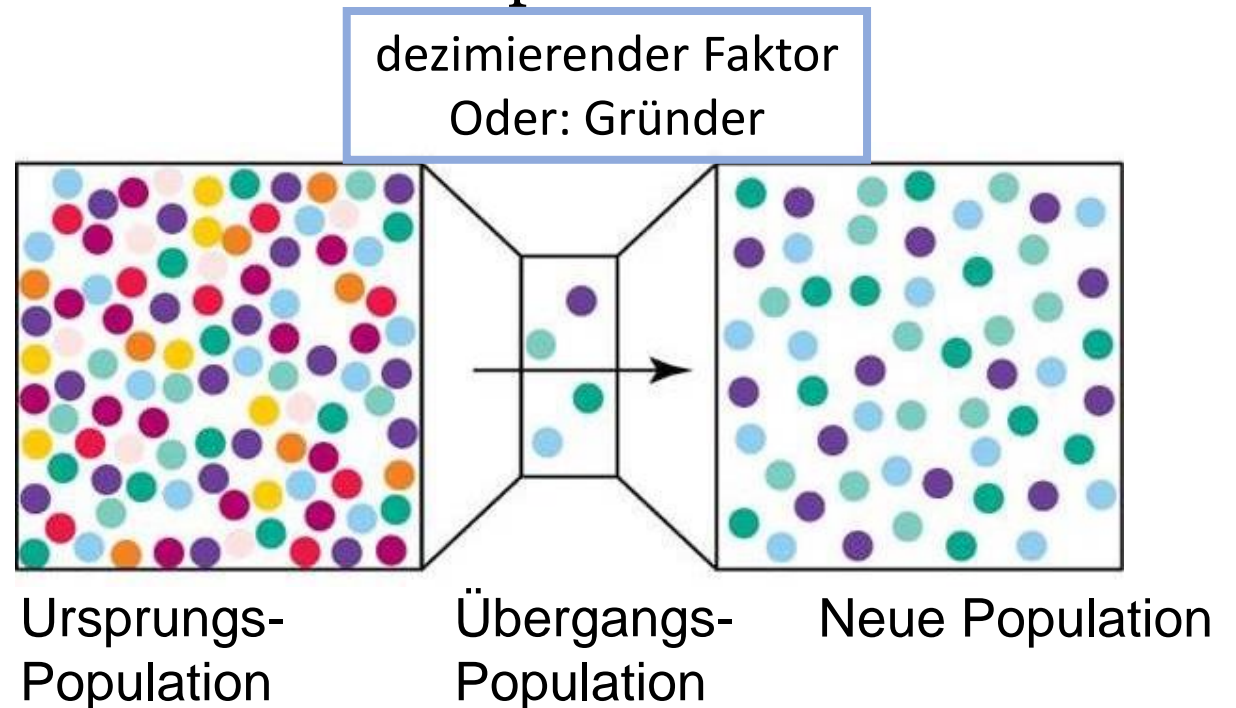


Wildtier
Schweiz

Flaschenhalseffekt/Gründereffekt (*trad fr p. suivante*)

Wenige Individuen pflanzen sich fort, nach deutlichem, anhaltendem **Populationsrückgang** (= längere Zeit kleine Übergangspopulation mit geringer genetischer Variation) oder **Gründung** neuer isolierten Pop.

Je seltener ein Allel in der Ursprungspopulation, desto eher verschwindet es in der Übergangspopulation.
Neue Population mit geringer genetischer Variation





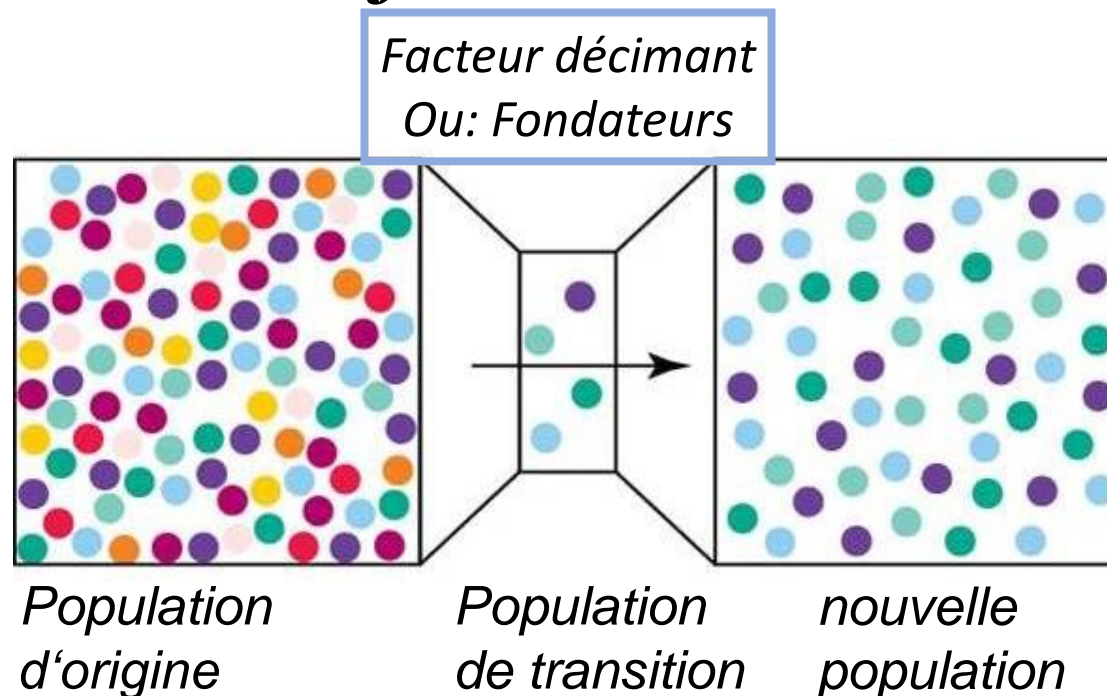
Wildtier
Schweiz

goulot d'étranglement/effet fondateur

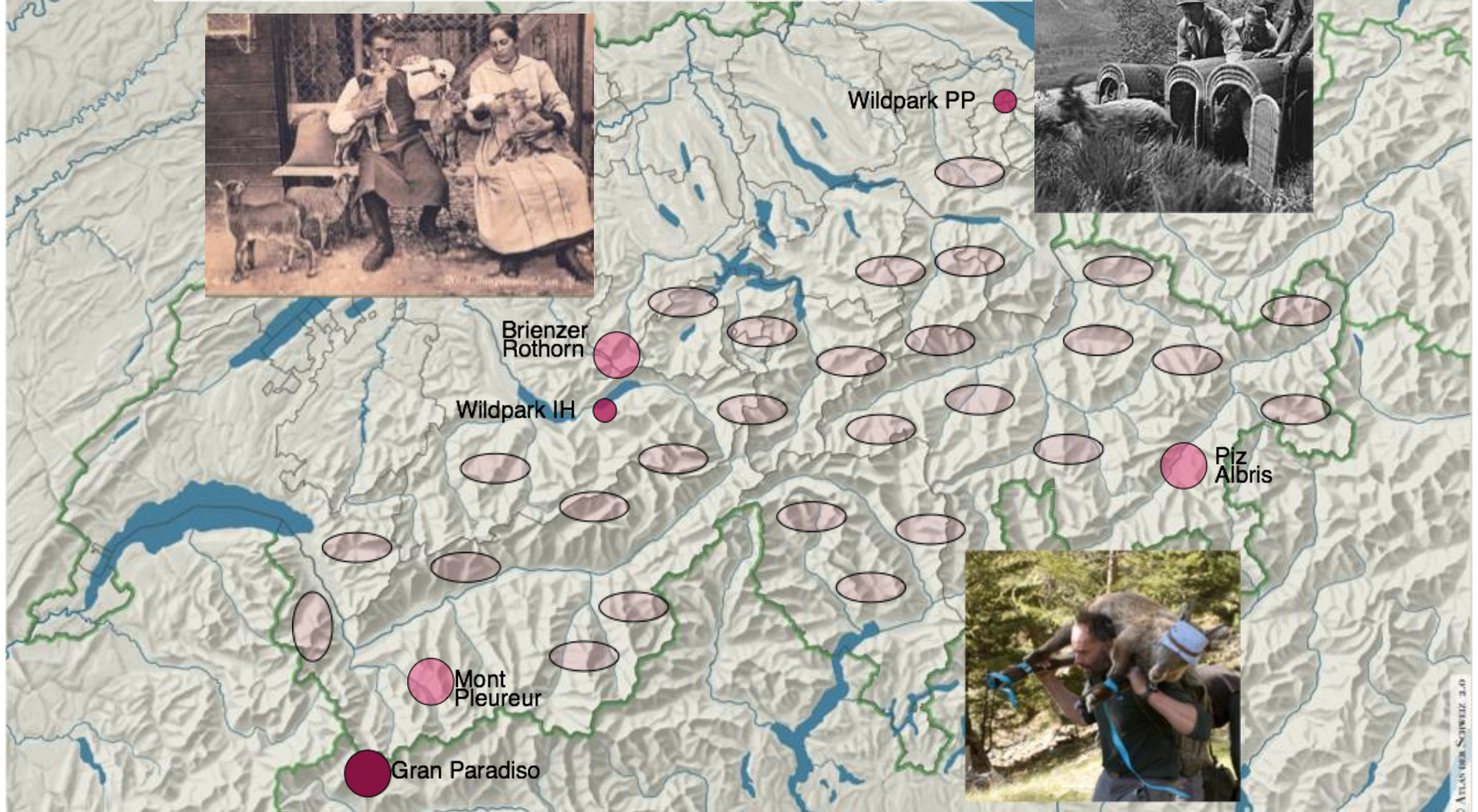
*Peu d'individus se reproduisent, après une nette et durable **diminution de la population** (= période prolongée avec une population de transition avec une faible variation génétique) ou suite à la **fondation** d'une nouvelle pop. isolée*

Plus un allèle est rare dans la population d'origine, plus la probabilité est grande qu'il disparaisse dans la population de transition.

La nouvelle population aura une variation génétique faible.



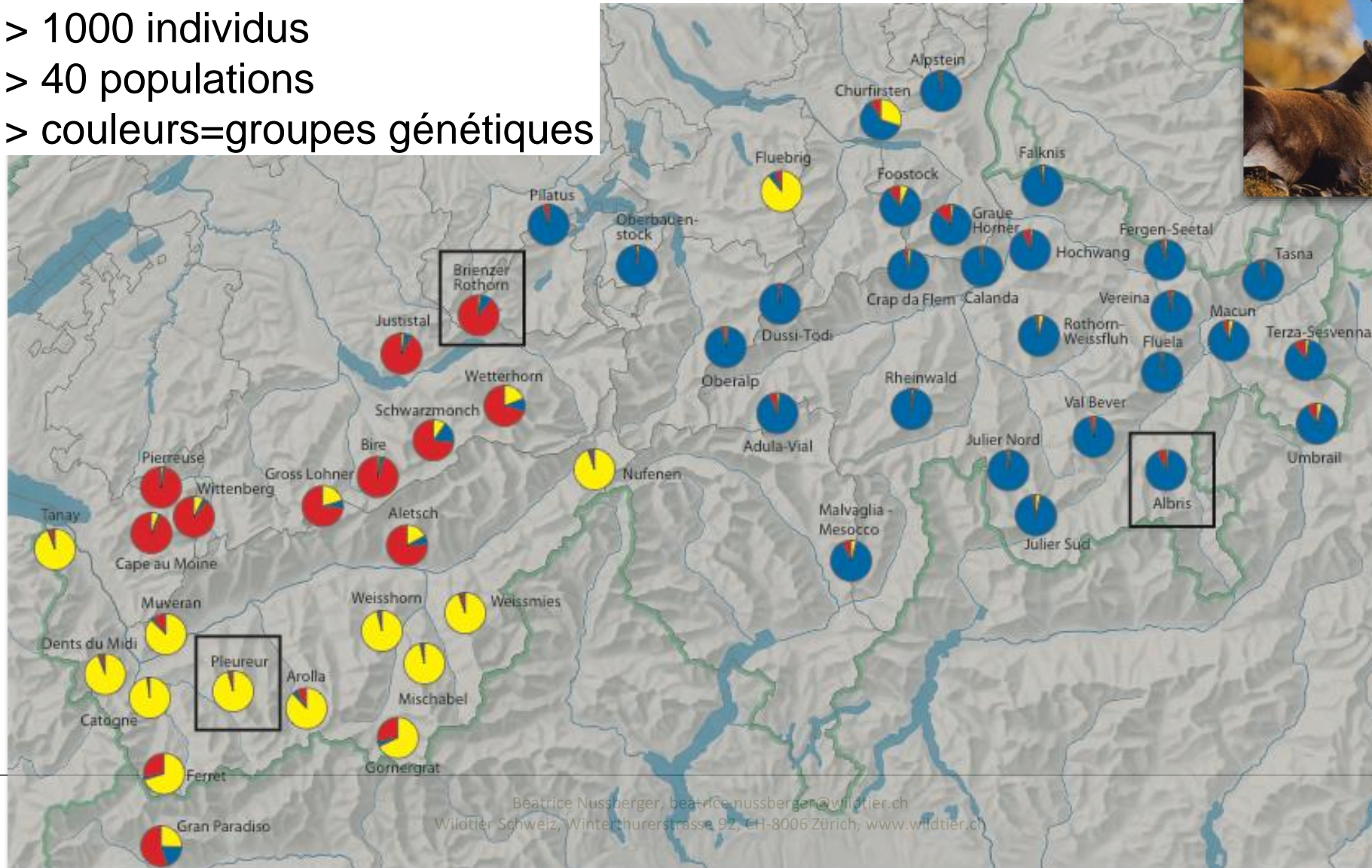
Wiederansiedlungen nach 1911



Genetische Struktur zeigt Muster von Drift

structure génétique reflète effet de dérive génétique

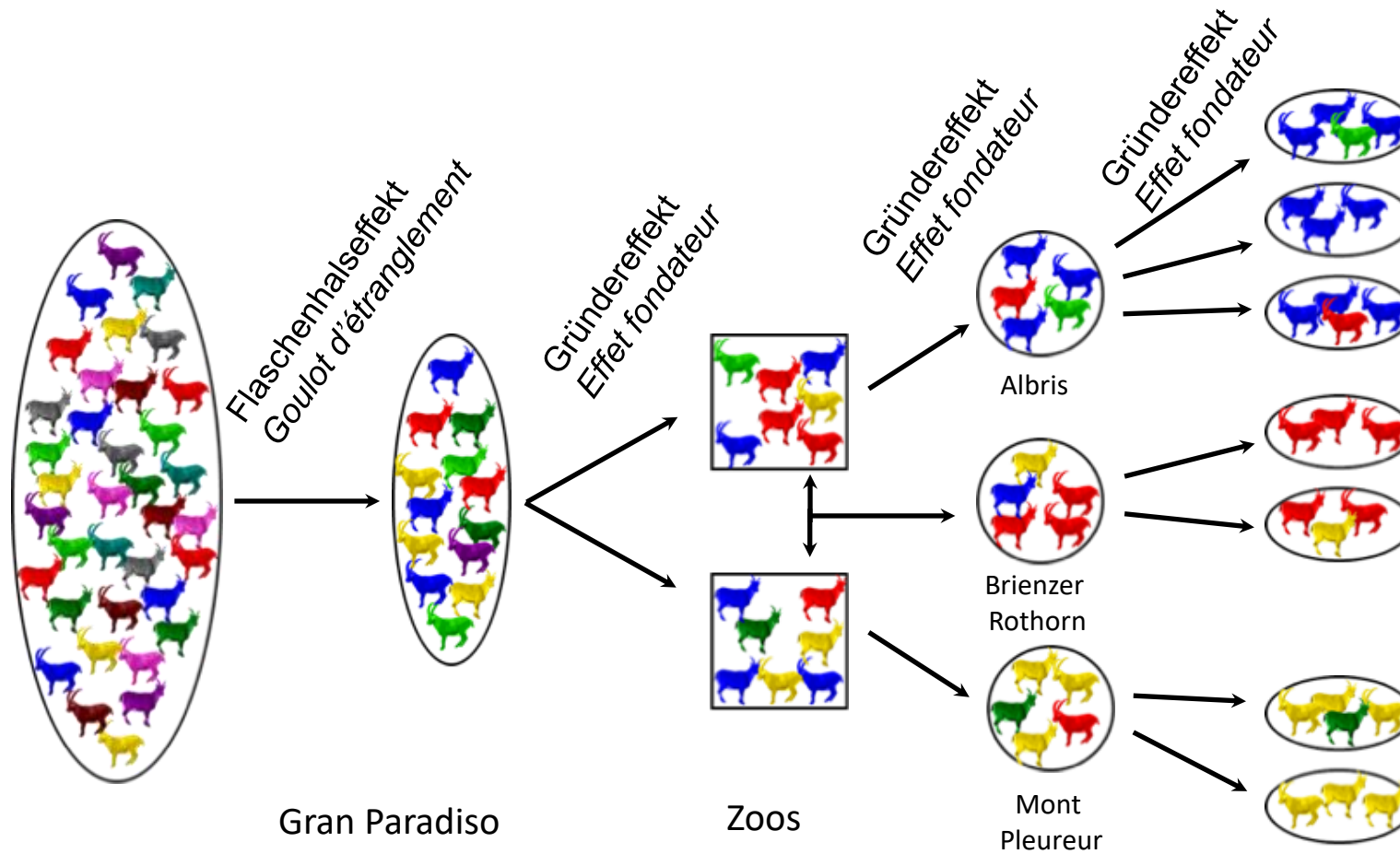
- > 1000 individus
- > 40 populations
- > couleurs=groupes génétiques



Beatrice Nussberger, beatrice.nussberger@wildtier.ch
Wildtier Schweiz, Winterthurerstrasse 92, CH-8006 Zürich, www.wildtier.ch

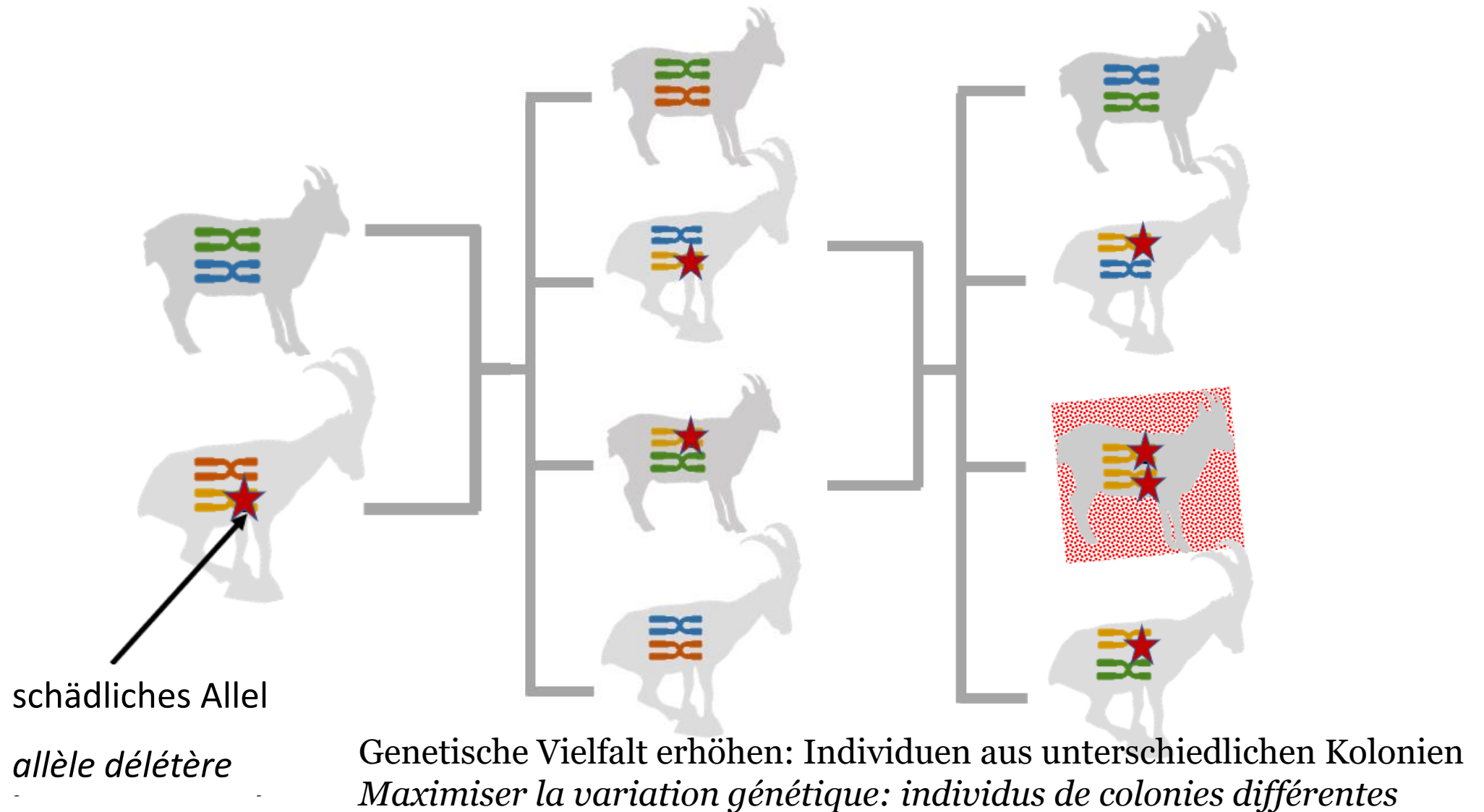
Genetische Struktur zeigt Muster von Drift

structure génétique reflète effet de dérive génétique

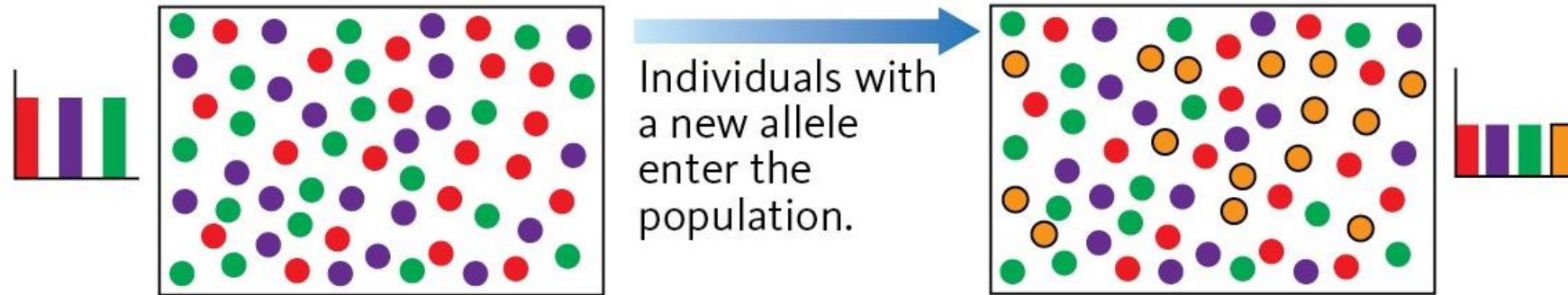


Drift kann zu Inzuchtdepression führen

dérive génétique et dépression de consanguinité



Genfluss *flux génétique*



Allelaustausch zwischen Populationen
échange d'allèles entre populations

auch «Migration» genannt
aussi appelé «migration»

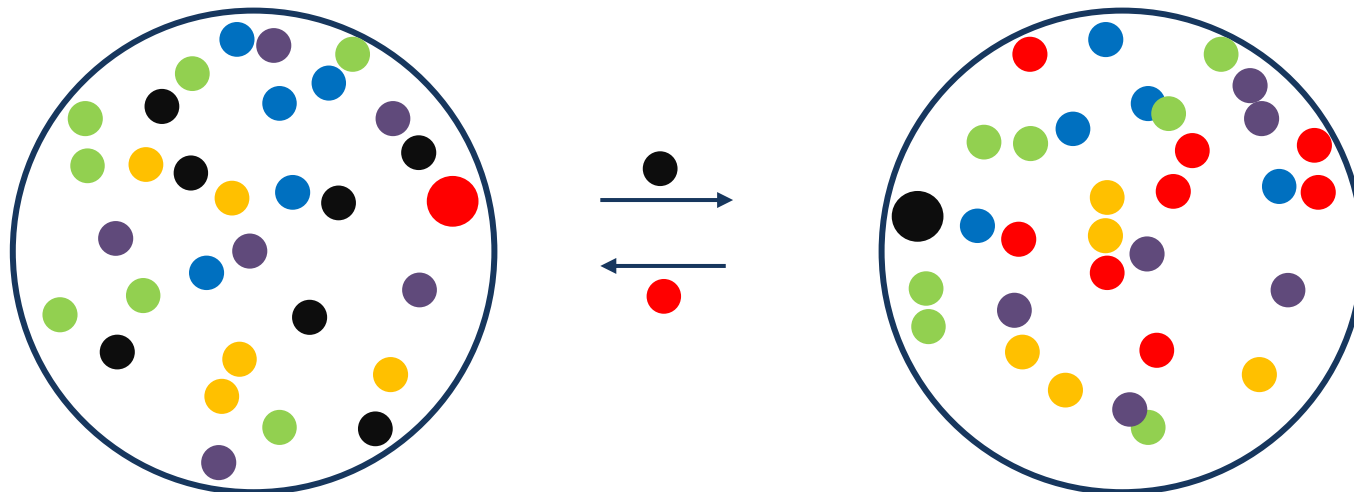
Wie funktioniert Genfluss? *Comment fonctionne le flux génétique?*

2 oder mehrere getrennte Populationen: Individuen wandern von ihrer Ursprungspopulation zu einer anderen Population und pflanzen sich dort fort. Die Allele aus der Ursprungspopulation werden an die nächste Generation in der anderen Population vererbt.

Genfluss kann Allelfrequenzen erhöhen oder verringern.

2 ou plusieurs pop. séparées: Individus migrent de leur pop. d'origine vers une autre pop. et s'y reproduisent. Les allèles de la pop. d'origine sont transmis à la génération suivante dans la pop. d'accueil.

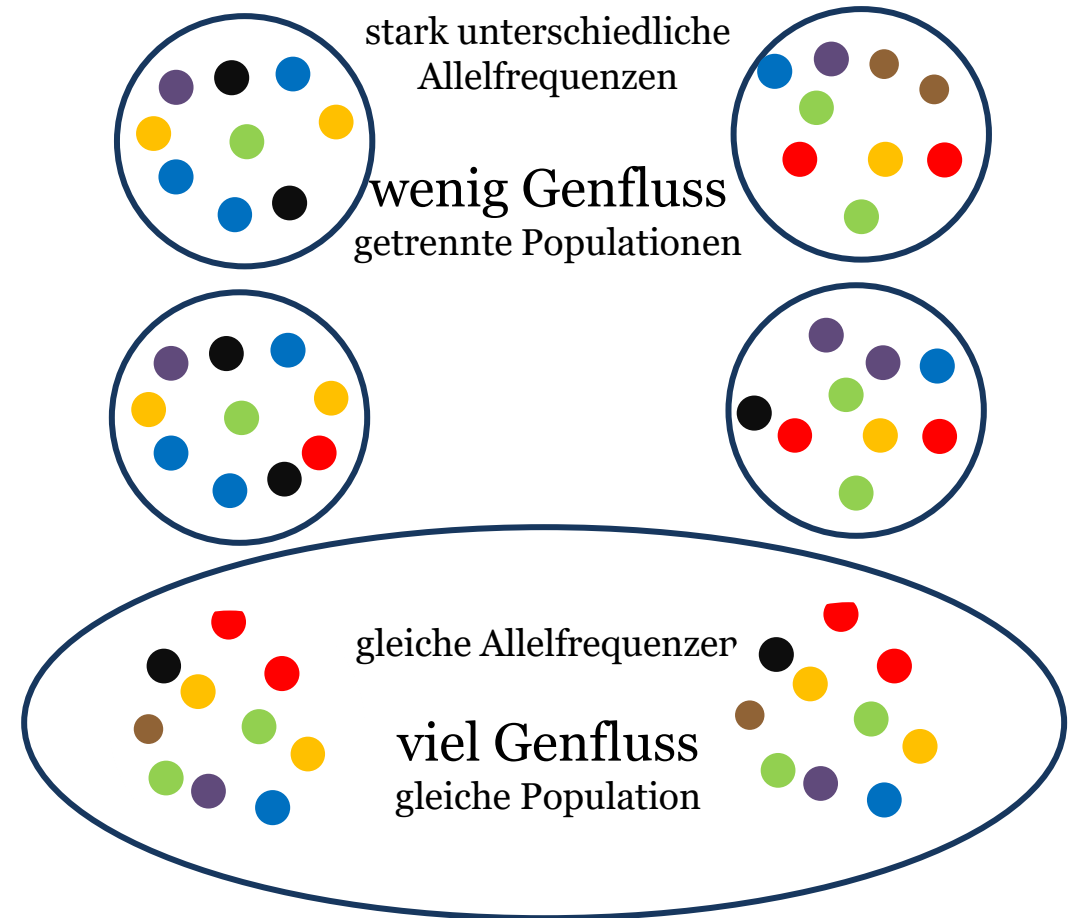
Le flux génétique peut augmenter ou diminuer les fréquences alléliques.



Genfluss als Mass der Abgrenzung zwischen Populationen *flux génétique comme mesure de différenciation entre pop.*

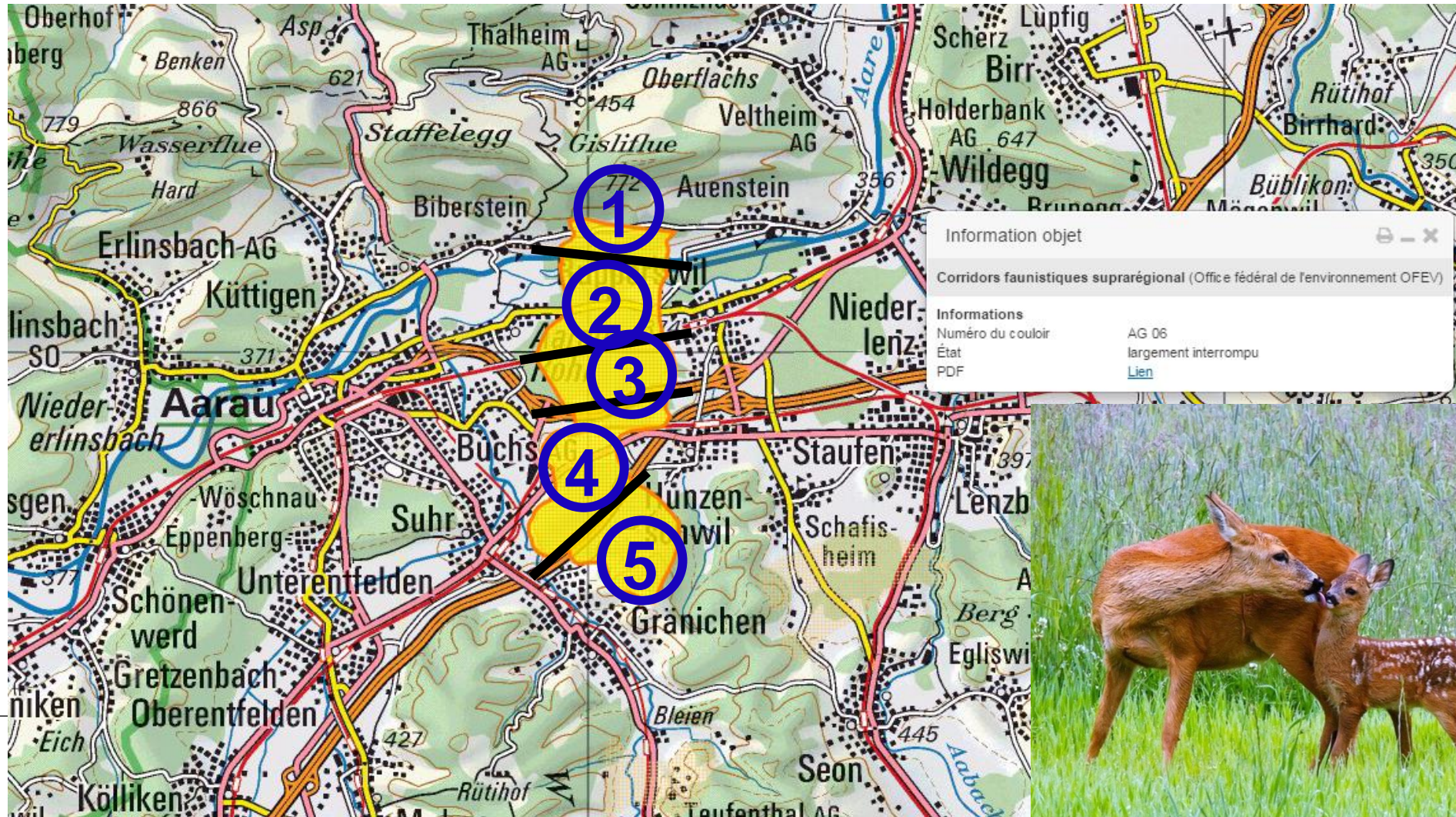
Genfluss als Mass der Durchlässigkeit
von Barrieren zwischen Populationen

*Flux génétique comme mesure de la
perméabilité des barrières entre pop.*



Beispiel von Genfluss bei Rehe

Exemple de flux génétique chez le chevreuil

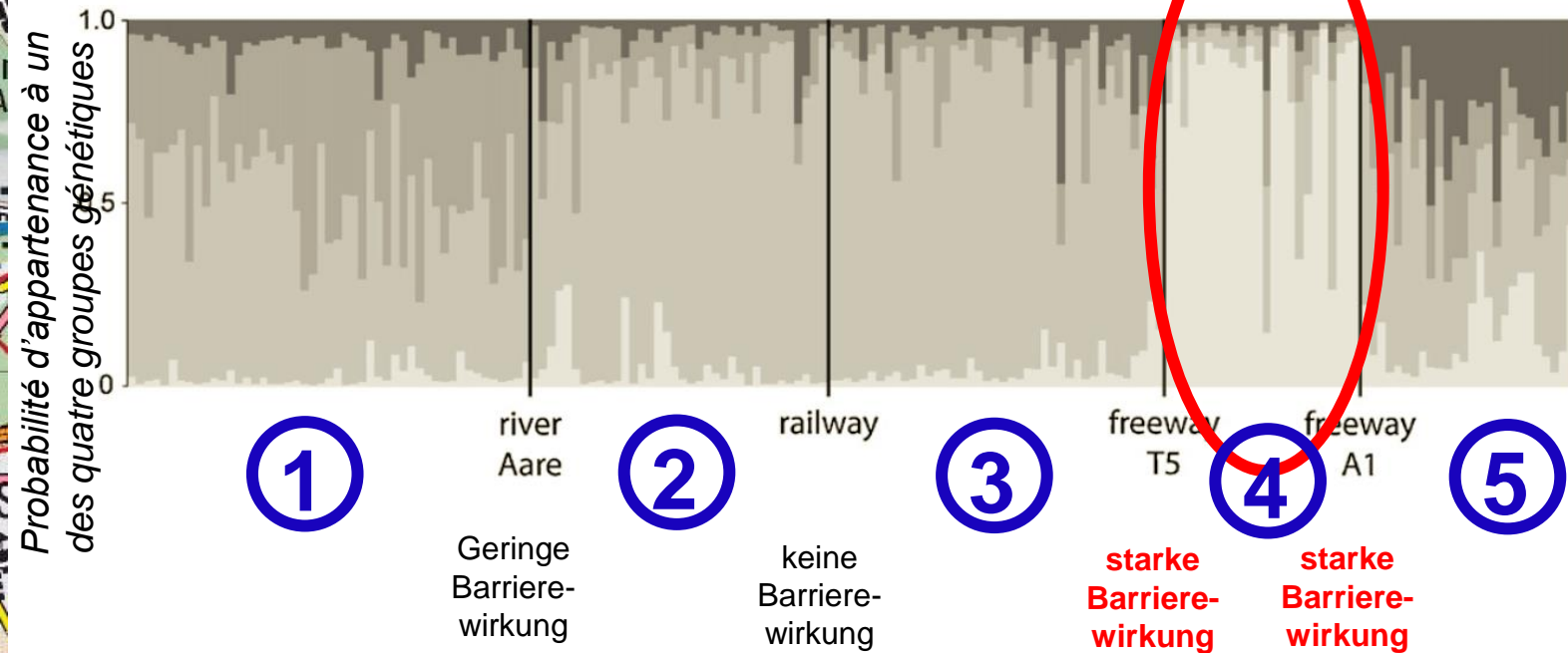


Beispiel von Genfluss bei Rehe

Exemple de flux aénétique chez le chevreuil

Wahrscheinlichkeit der Zugehörigkeit zu einer von vier genetischen Gruppen

D. Hepenstrick et al. / Basic and Applied Ecology 13 (2012) 631–638



Landschaftsgenetik
Génétique du paysage

Autobahnzäune
hindern Genfluss

Genfluss zwischen unterschiedlichen Arten

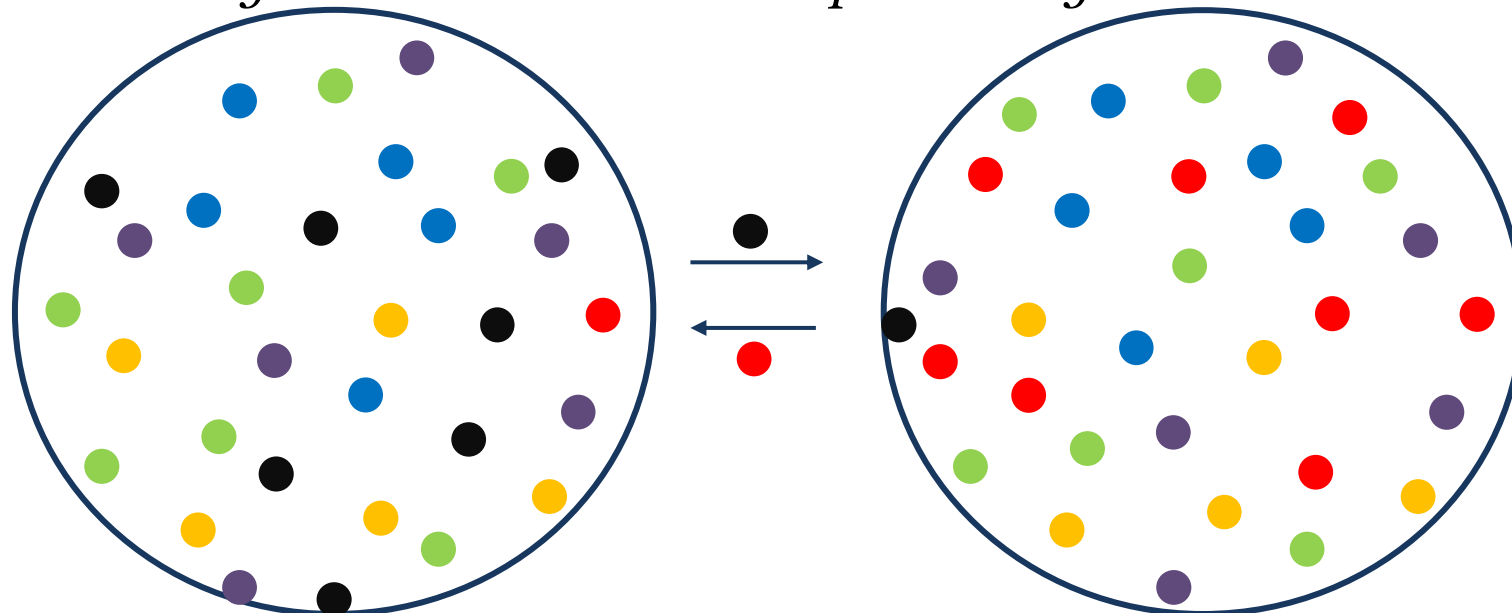
Flux génétique entre espèces différentes

Hybridisierung: Genfluss (Kreuzung) zwischen zwei (Unter-)Arten

Introgression: Hybridisierung über die erste Generation hinweg

hybridation: *flux génétique (croisement) entre deux (sous-)espèces*

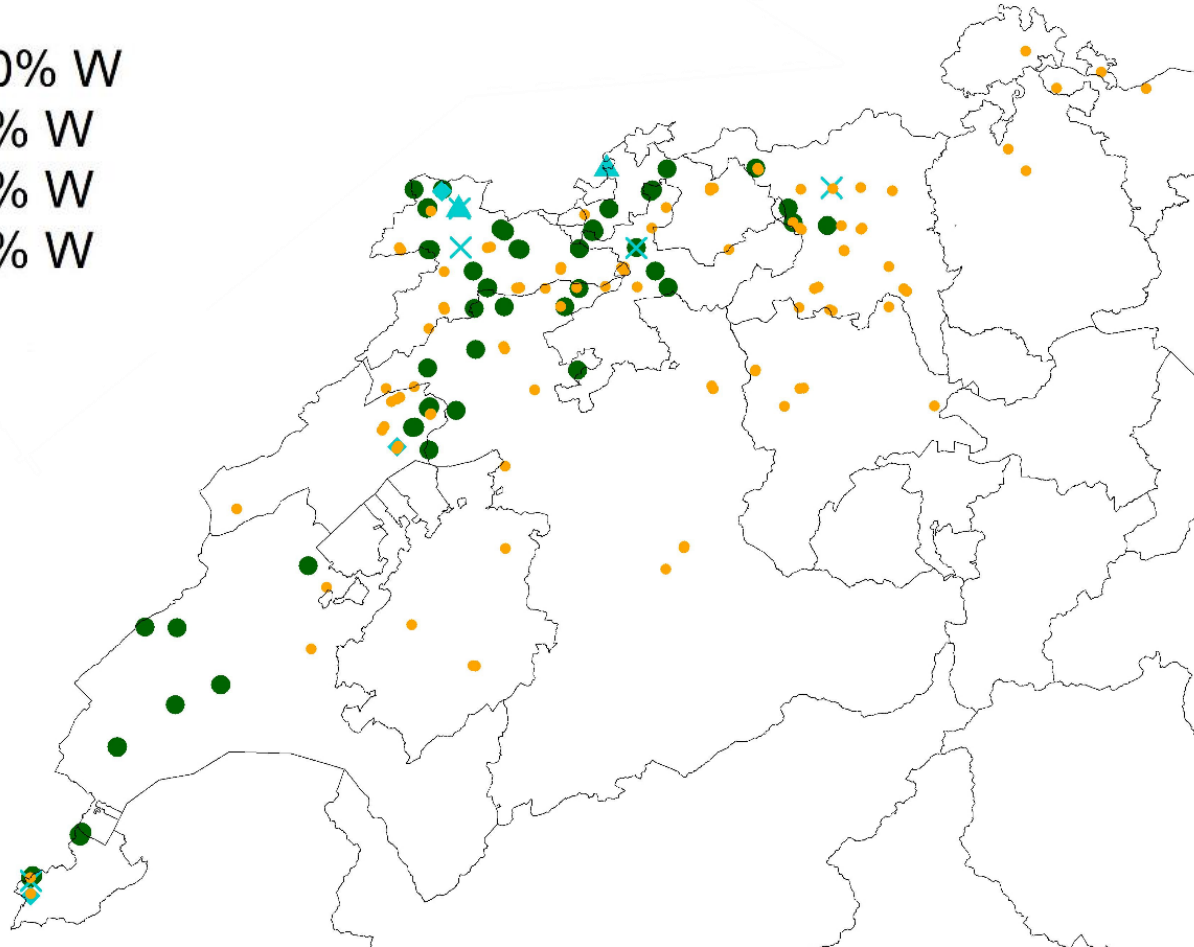
introgression: *hybridation au-delà de la première génération*



Beispiel Genfluss zwischen Wildkatzen und Hauskatzen

Exemple flux génétique entre chats sauvages et domestiques

- 100% W
- ◆ 75% W
- × 50% W
- ▲ 25% W
- D



15% Hybrid





Genfluss kann zu Auszuchtdepression führen

flux génétique et dépression hybride

Genfluss zwischen Populationen, die genetisch allzu unterschiedlich sind:

Auskreuzungsdepression (Fitness-Einbusse)

- Fehlanpassung in beiden elterlichen Lebensbedingungen
- genetische Inkompatibilität
- immunologische Unverträglichkeit mit Nachwuchs

Flux génétique entre pop. trop différentes:

dépression hybride (baisse de fitness)

- *maladaptation aux conditions de vie des pop. parentales*
- *incompatibilité génétique*
- *incompatibilité immunologique mère-jeune*

Inhalt

Wozu Genetik?

Genetikgrundlagen

Mechanismen der Evolution

- Selektion
- Drift
- Genfluss
- Mutation

Projektbeispiel Wildkatzenmonitoring (Capture Recapture Model)

Exemple de projet Monitoring du chat sauvage (capture recapture)

Contenu

À quoi sert la génétique?

Bases de la génétique

Mécanismes de l'évolution

sélection

dérive génétique

flux génétique

mutation

Swiss Wildcat monitoring (Capture Recapture Model)





Swiss Wildcat monitoring

Management project of the Federal Office for the Environment

The goal of the project is to estimate :

- Distribution
- Density
- Hybridization degree in Swiss Wildcat population
- Change of these demographic parameters over time



Wildtier
Schweiz

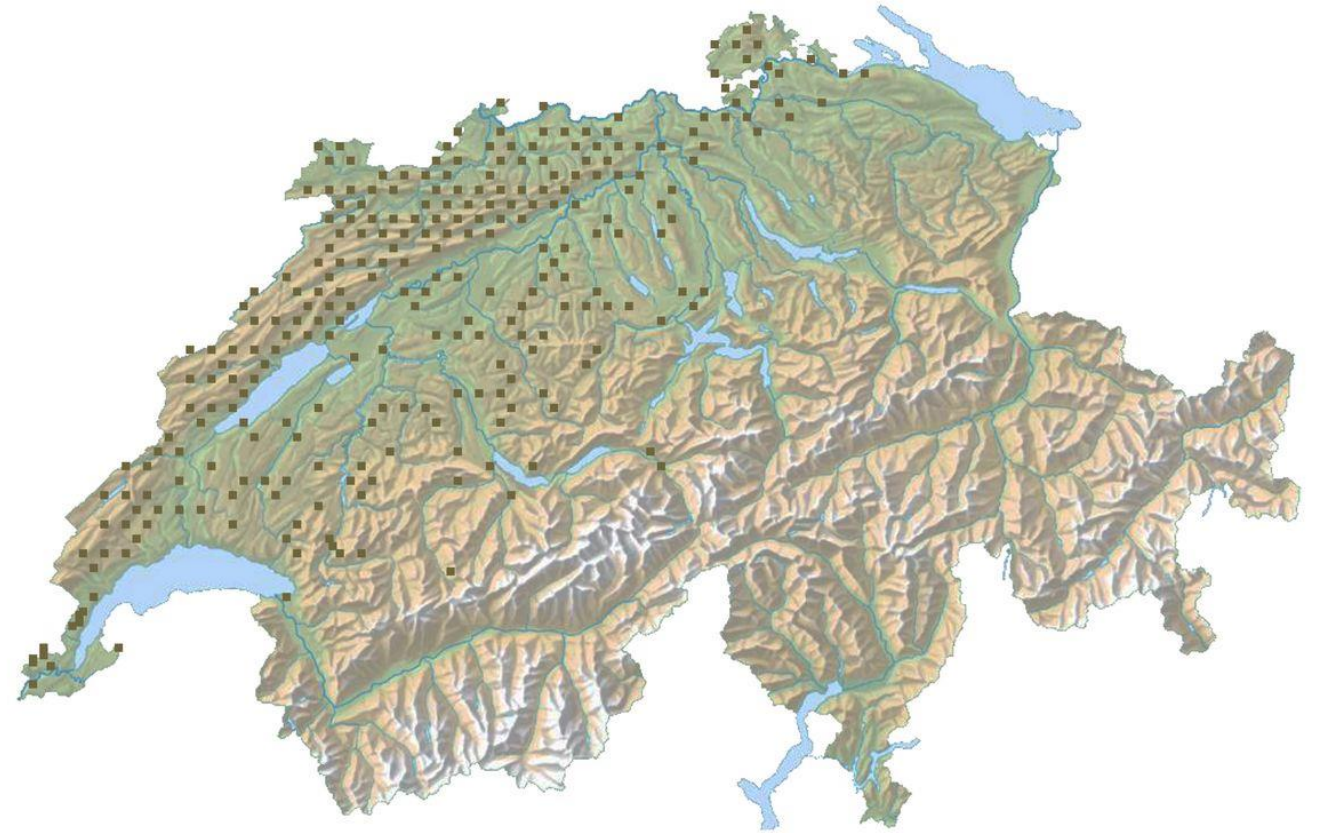
based on systematic sampling

281 sampling sites of 1km²
chosen on a regular grid of
5x5 km

sites in highest altitudes and
urban areas excluded

lower sampling intensity on
Plateau and Prealps (costs!)

Stichprobe Wildkatzenmonitoring 2018/20



Field method

≥ 5 controls, every 14 days



© C. Grandjean



© JP Perruchoud



© C. Grandjean

Protocole / protokolblatt
Monitoring chats sauvages en Suisse de l'OPREVA/OPREVA

Nom du collaborateur / Beobachtername: _____

Surface d'échantillonnage / Areal: _____

ID-NR: _____
LATTE: A B C

DATE: _____
HAÏRE: <5 5-10 >10

MAÏRE: _____

numero ID du chat / ID-Nummer der Felche: 506/146

emplacement exact des latte / tatsächliche Lage der Lockstücke: A/A, x/2, x/C

coordonnées des latte / Koordinaten der Lockstücke:
A: 506.332 / 146.389
B: 506.386 / 146.383
C: 506.222 / 146.313

Le Muids

Les Coteaux

Campagnes de contrôle / Kontrollgänge

Installation / Eingericht	1. contrôle / 1. Kontrolle	2. contrôle / 2. Kontrolle	3. contrôle / 3. Kontrolle	4. contrôle / 4. Kontrolle	5. contrôle / 5. Kontrolle
latte A	20.12.2019	12.01.2020			
lock A					
latte B					
lock B					
latte C					
lock C					

Remarque (en bas): _____

Remarque (en bas): _____

Remarque (en bas): _____

92, 8025, 20-10, 070 130 18 88, beatrice.nussberger@wildtier.ch

crucial: data logging!

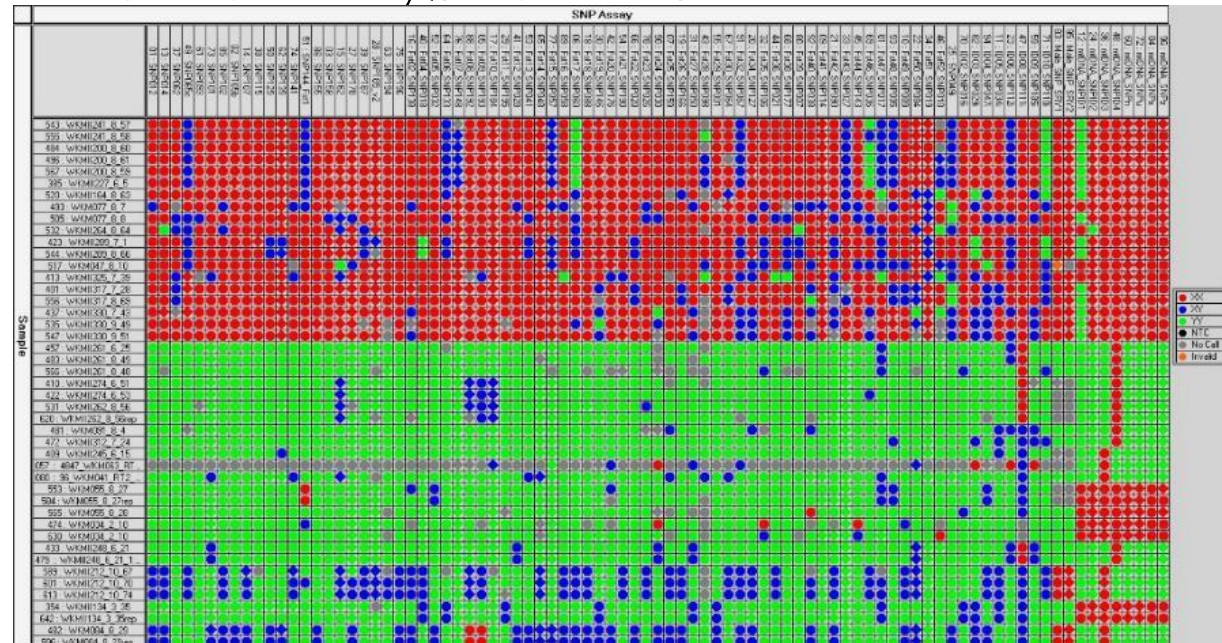
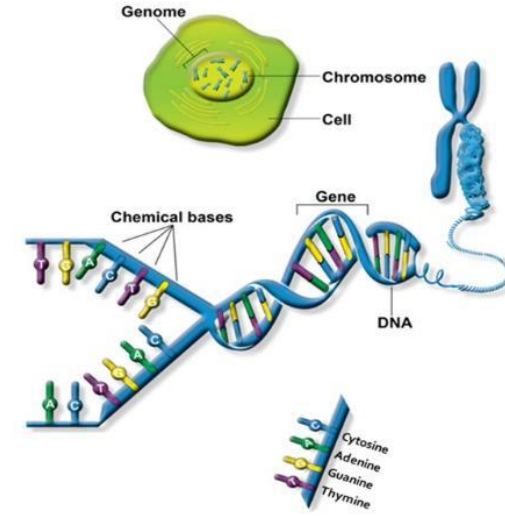
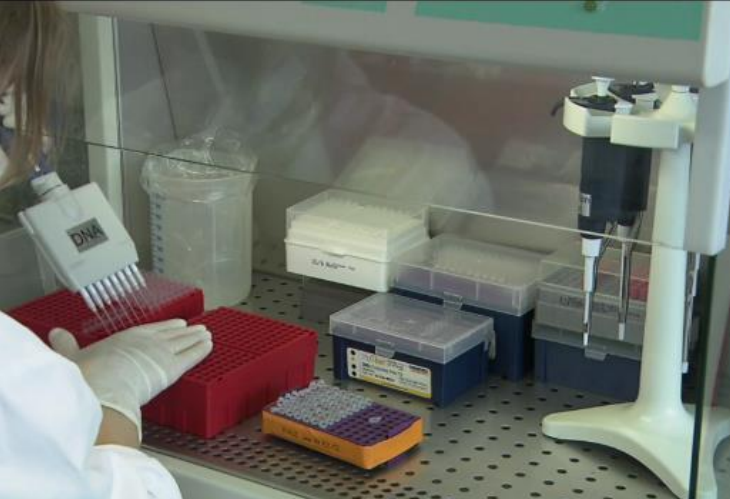
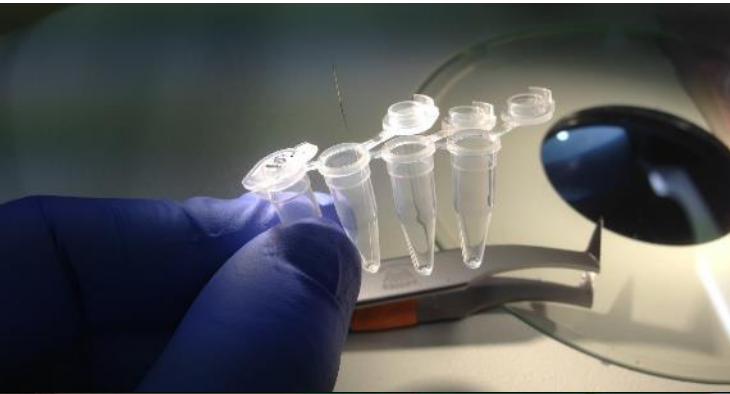
Crucial step: data logging!



	A	B	C	D	E	F	G	J	K	L	M	N
1	WKM	ID_Nr	Latte	Kantc	Planungsj	ID_Probe	NameMita	Dat_Kontrolle	Kontr	Dat_Gefriere	HaarmengeB	Unbrauchk
2	WKMIII	548210	A	NE	2018/19	H001	Dupré	10.12.2018	1	18.12.2018	einzelne	x nicht Katz
3	WKMIII	548210	C	NE	2018/19	H002	Dupré	10.12.2018	1	18.12.2018	einzelne	x nicht Katz
4	WKMIII	548218	A	NE	2018/19	H003	Dupré	10.12.2018	1	18.12.2018	einzelne	x nicht Katz
5	WKMIII	530202	B	NE	2018/19	H004	Dupré	10.12.2018	1	18.12.2018	einzelne	
6	WKMIII	489118	A	GE	2018/19	H005	Müller	12.12.2018	1	18.12.2018	einzelne	
7	WKMIII	489118	C	GE	2018/19	H006	Müller	12.12.2018	1	18.12.2018	viele+	
8	WKMIII	489119	C	GE	2018/19	H007	Müller	12.12.2018	1	18.12.2018	einzelne	
9	WKMIII	489120	A	GE	2018/19	H008	Müller	12.12.2018	1	18.12.2018	einzelne	x nicht Katz
10	WKMIII	489120	C	GE	2018/19	H009	Müller	12.12.2018	1	18.12.2018	viele	
11	WKMIII	560210	B	NE	2018/19	H010	Bardet	13.12.2018	1	18.12.2018	einzelne	
12	WKMIII	605222	C	SO	2018/19	H011	Stüdeli	20.12.2018	1	10.01.2019	wenige	
13	WKMIII	596242	A	JU	2018/19	H012	Berberat	25.12.2018	1	10.01.2019	einzelne	x a priori u
14	WKMIII	596242	B	JU	2018/19	H013	Berberat	25.12.2018	1	10.01.2019	viele	
15	WKMIII	581238	B	JU	2018/19	H014	Berberat	25.12.2018	1	10.01.2019	viele	
16	WKMIII	587246	A	JU	2018/19	H015	Berberat	25.12.2018	1	10.01.2019	viele	
17	WKMIII	587246	B	JU	2018/19	H016	Berberat	25.12.2018	1	10.01.2019	viele	
18	WKMIII	590250	A	JU	2018/19	H017	Berberat	25.12.2018	1	10.01.2019	viele	x a priori u
19	WKMIII	569254	A	JU	2018/19	H018	Berberat	26.12.2018	1	10.01.2019	viele	
20	WKMIII	569254	B	JU	2018/19	H019	Berberat	26.12.2018	1	10.01.2019	kein H	x



cat specific, diagnostic markers
 nuclear DNA, mtDNA and Y markers
 recognition of individuals and their
 individual hybridization level

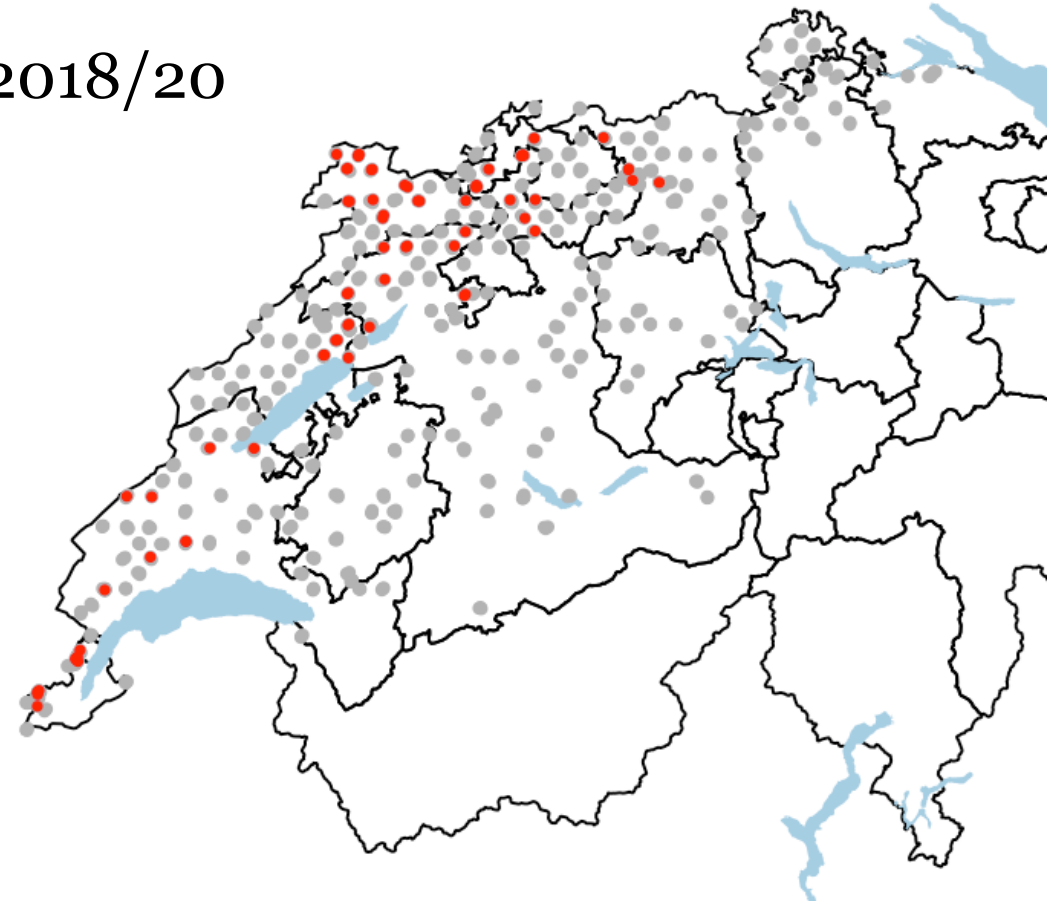


Results Wildcat-Monitoring: Raw data

- Sampling sites
- Sites with wildcat detection



2018/20



Estimate detection probability

5 controls allow construction of capture history per site (study plot):

Site	C1	C2	C3	C4	C5
508/234	x	x	W	x	W
592/137	x	x	x	x	x
542/246	W	W	W	x	x
552/234	x	x	x	W	W
516/192	x	W	x	x	x
536/176	x	x	x	W	x

Probability of detecting a wildcat in one site within one control-period (where wildcats do occur):

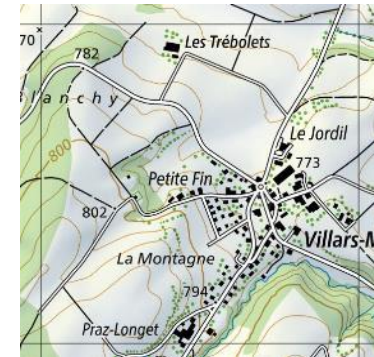
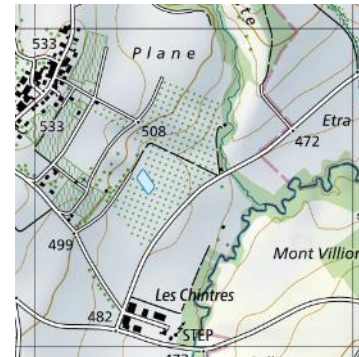
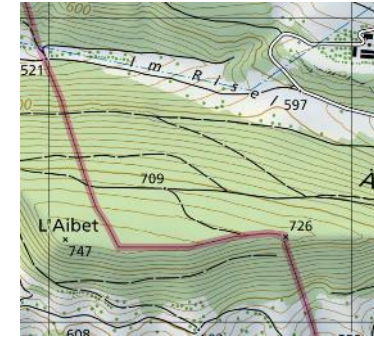
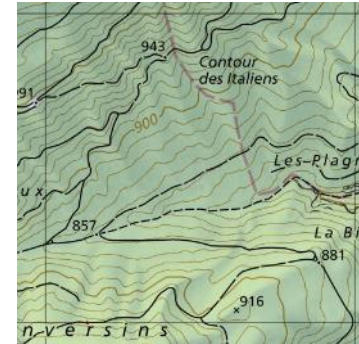
$$p = 0.31 (0.24-0.4)$$

Models to extrapolate to entire study area

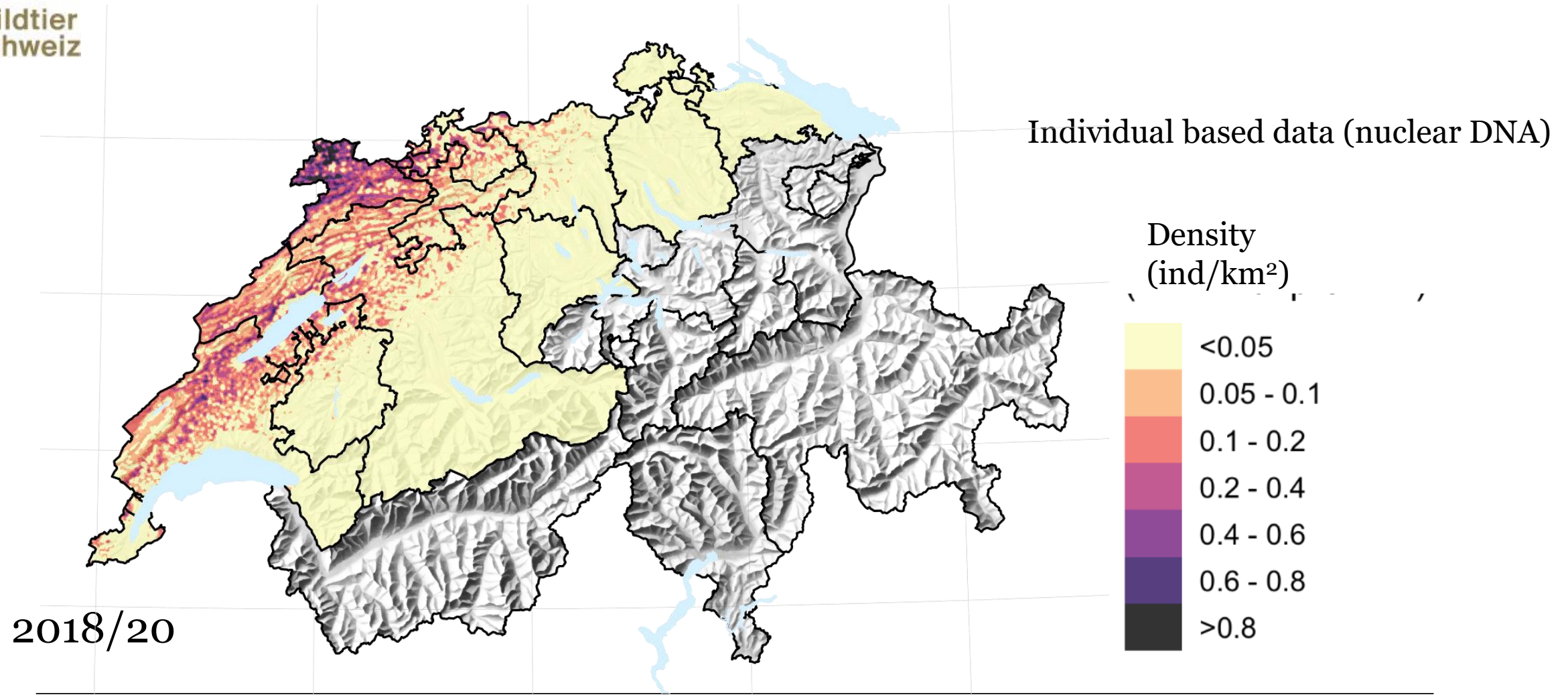
Where did we find the wildcats?

Generalized linear models:

Variable	slope	SE	p
Altitude (effect per 100m)	-0.099	0.077	0.198
Percentage of forests (effect per 1%)	1.599	0.708	0.024
Percentage of urbanized area (effect per 1%)	-0.254	2.891	0.930



Results Wildcat-Monitoring: Distribution and Density

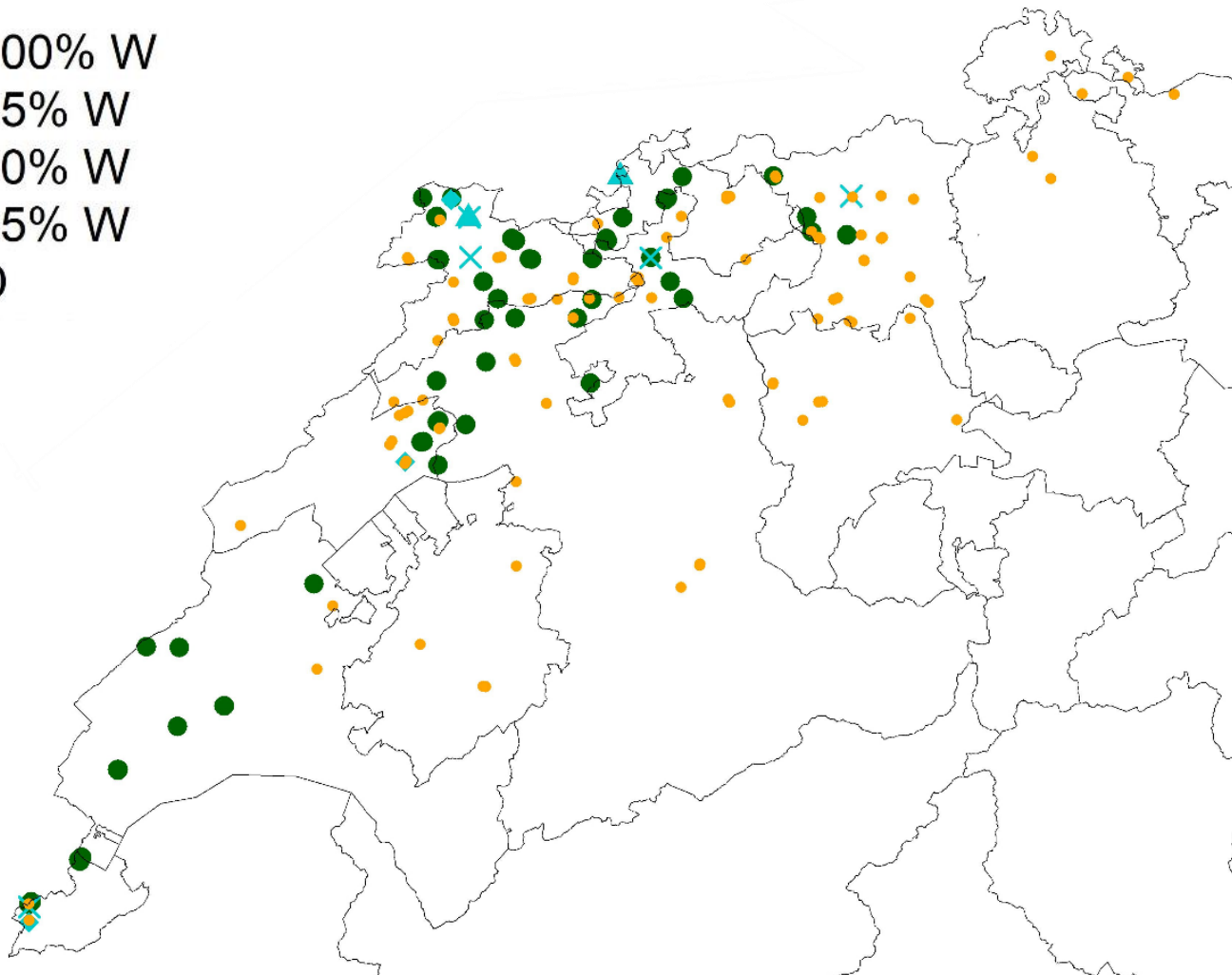




Wildtier
Schweiz

Results Wildcat-Monitoring: Hybridization

- 100% W
- ◆ 75% W
- × 50% W
- ▲ 25% W
- D



15% wildcats are hybridized

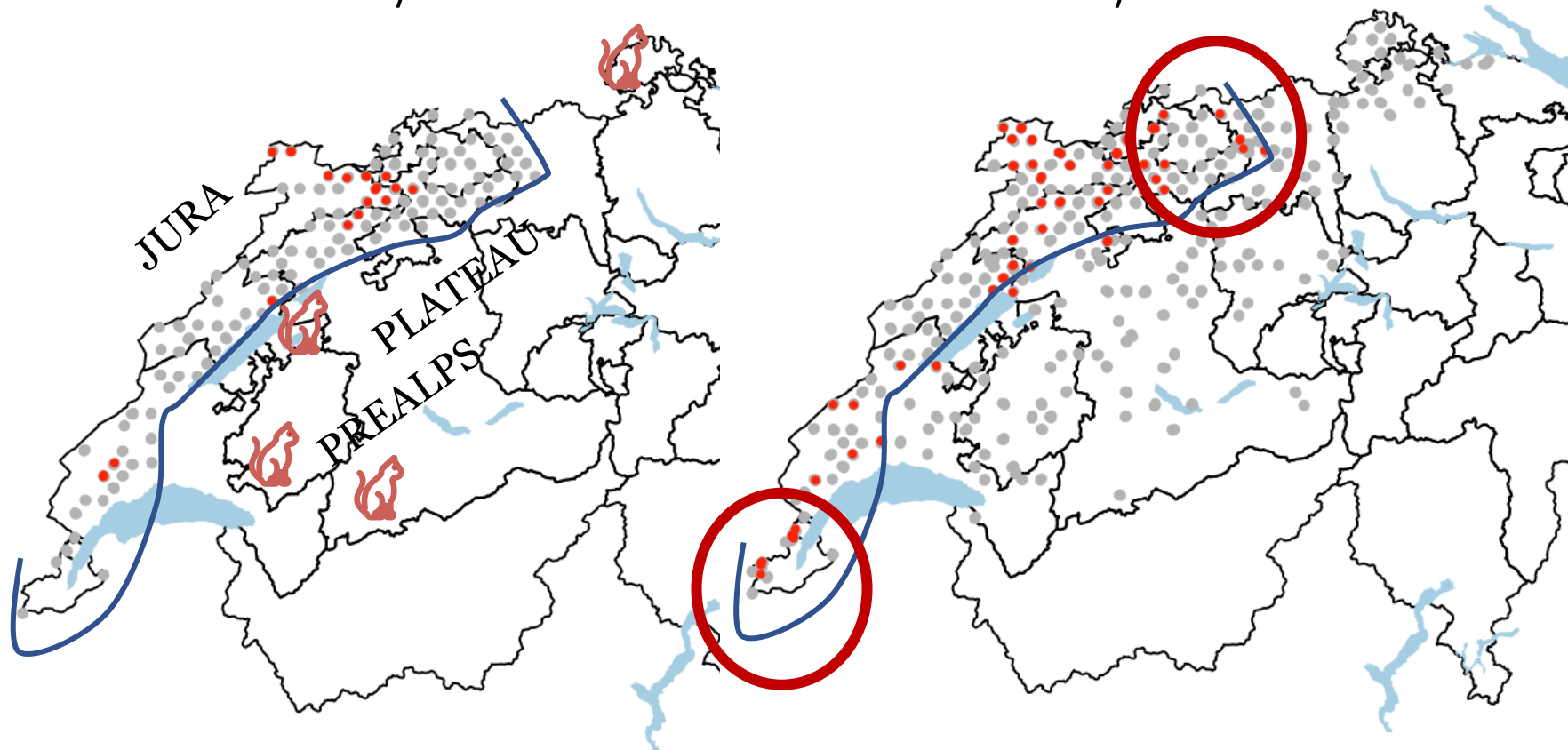


Change since 2008/10

13.2% occupied
2008/10

27.3% occupied
2018/20

- Sampling sites
- Sites with wildcat detection



Change since 2008/10: Hybridization

	2008/10	2018/20
Hybridization rate hybridized ind. / total ind. with wildcat genes	21.1%	14.7%
Gene flow Dc -> Wc migrants per generation	0.016	0.033
Gene flow Wc -> Dc migrants per generation	0.006	0.003
