



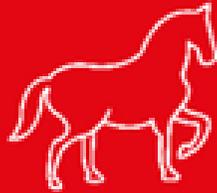
# Was zeichnet die Schweizer und andere Pferde aus?

Pferdekultur-Event, 1.9.2023

Dr. Annik Gmel

# Schweizer Pferdezucht

## Kennzahlen 2022



112'000 EQUIDEN IN DER SCHWEIZ

---

16%

FREIBERGER

20%

SPORTPFERDE

22%

PONYS UND ESEL

---

- Der Freiburger ist die am meist repräsentierte Rasse in der Schweiz und gilt als die letzte einheimische Pferderasse
- 20% Sportpferde, davon sind aber nicht alle ursprünglich aus der Schweiz

# Was ist eine Rasse?

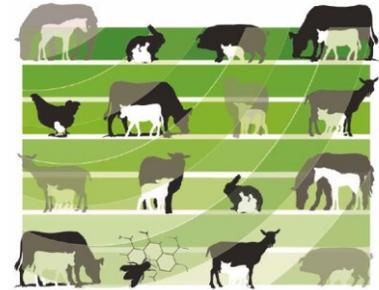
- Eine **Rasse** ist eine künstlich erschaffene Subpopulation einer domestizierten Art
- Eine Rasse besteht aus einer **gemeinsamen Geschichte** und einem **gemeinsamen Erbgut**

≠ **Subspezies** (Zebra)



# Gemäss FAO (2020) ist eine Rasse

- eine **homogene** Nutztiergruppe mit **definierten** und **identifizierbaren** Merkmalen in der äusseren Erscheinung, die es erlauben, sie aufgrund einer **visuellen Beurteilung** von einer anderen ähnlich definierten Gruppe innerhalb der gleichen Art zu unterscheiden;

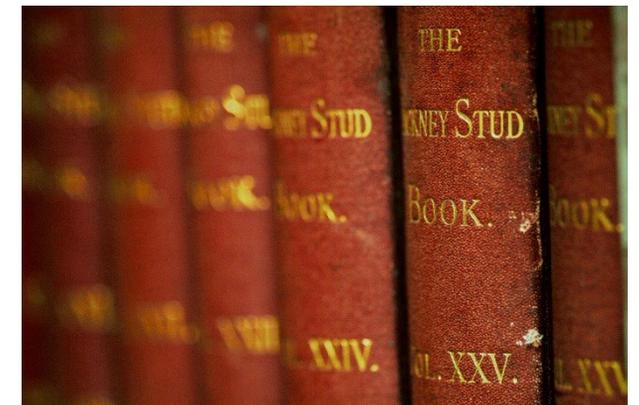


# Reinzucht

Zuchtziele :

- **Geschlossenes Herdebuch**
- Nach Typ
  - (bsp. Freiburger)
- Nach Leistung
  - (bsp. Englisches Vollblut)

Genetisch kann man nun viele frühere Kreuzungen nachweisen (Beispiel folgt)

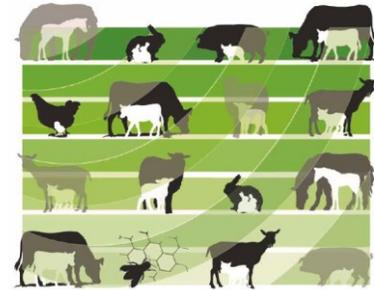


# Gemäss FAO (2020) ist eine Rasse

- eine **homogene** Nutztiergruppe mit **definierten** und **identifizierbaren** Merkmalen in der äusseren Erscheinung, die es erlauben, sie aufgrund einer **visuellen Beurteilung** von einer anderen ähnlich definierten Gruppe innerhalb der gleichen Art zu unterscheiden;

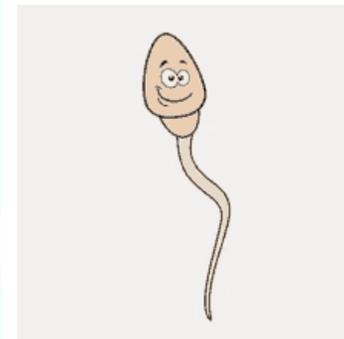
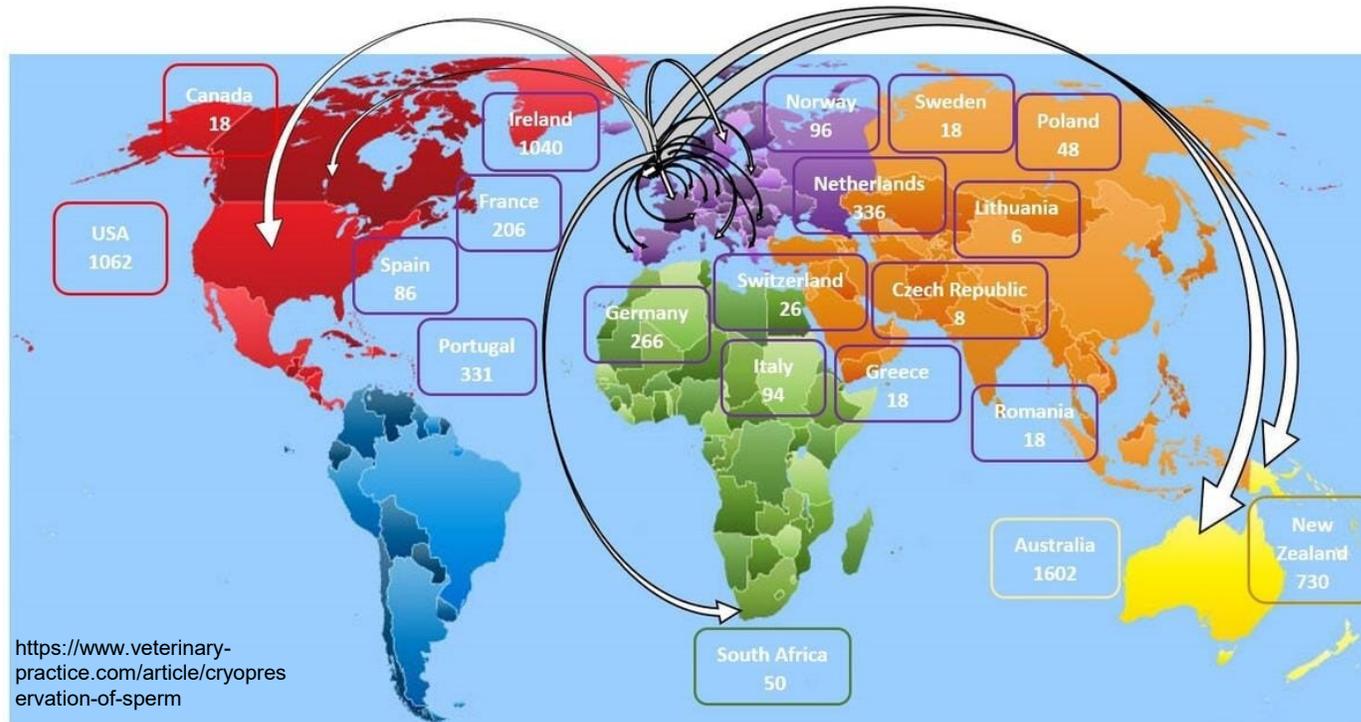


- oder sie ist eine **homogene** Gruppe, deren **geografische Trennung** von phänotypisch ähnlichen Gruppen zu einer **allgemeinen Akzeptanz** ihrer eigenständigen Identität geführt hat.



# Geografische Isolation?

- Ist in manchen Fällen möglich (Isländer, Sable Island Ponys, etc.)
- In vielen Fällen gibt es keine richtige geografische Isolation mehr



Spermadosen werden weltweit exportiert!

# Beispiel Sportpferde Schweiz

Sportpferd CH im ZVCH wenn:

- Mutterstute im Herdebuch
- Hengst zugelassen (z.B. Hengstkörung)

Reinzucht erwünscht, Herdebuch aber offen  
(viel Durchmischung der Europäischen  
Rassen und Linien)

Cheval Suisse wenn:

- Beide Eltern Rassen der WBFSH (World Breeding Federation for Sport Horses) angehören





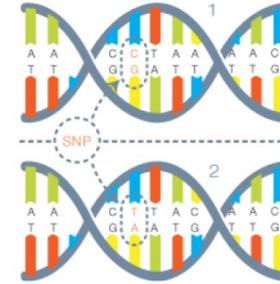
# Reinzucht - Was passiert, wenn die genetische Vielfalt innerhalb Rasse abnimmt?

- Gehäuftes Auftreten von rezessiven Erbfehlern
- Inzuchtzunahme → negative Auswirkungen auf Fruchtbarkeit, Langlebigkeit und Vitalität
- Verlust von Rassen → sozio-kultureller Verlust



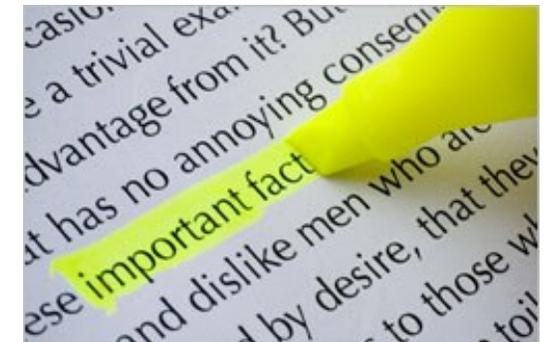
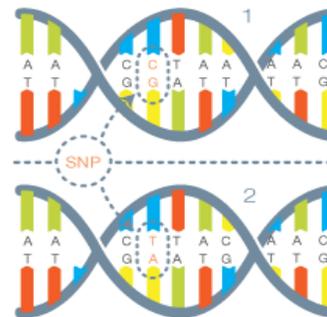
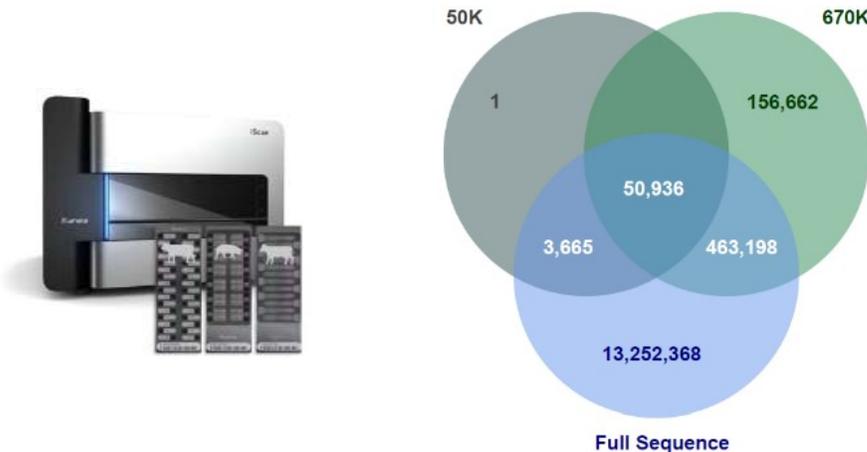
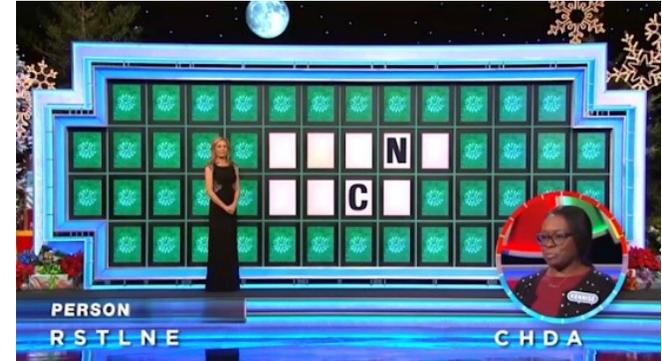
# Genetische Vielfalt auf molekulargenetischer Ebene

- ▶ Technologische & molekulargenetische Fortschritte → Zugang zu genomweiter Markerinformation (SNPs).
- ▶ Nutzung dieser Information auch für die Untersuchung der Populationsstruktur bzw. genetische Vielfalt



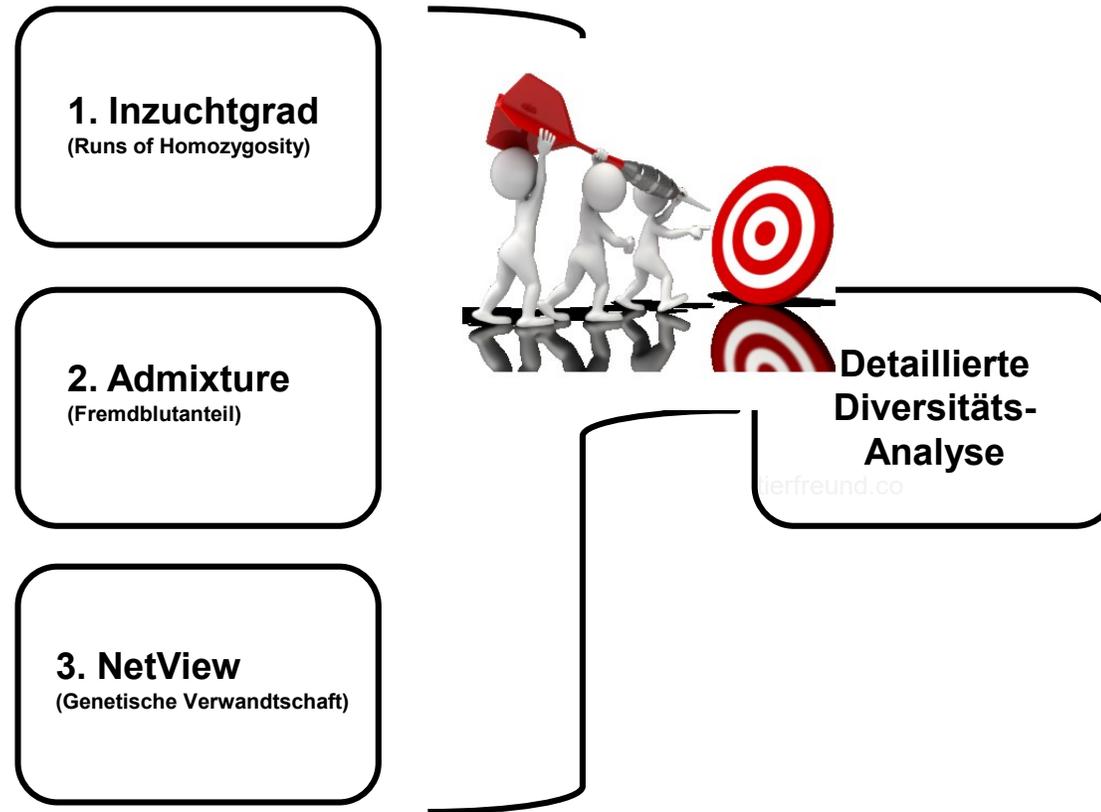
# Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs)

- Markieren eine Variation im Genom
- SNP Chips (60-120€ pro Genotypisierung)
  - 70K und 600K (HD) für Pferde
- Vollsequenzierung (500-1000€ pro Sequenzierung)
  - Durch die Veröffentlichung von Referenzgenomen, können Tiere vollständig sequenziert werden.



# Neue 3-Stufen Methode

- Basierend auf der Information von genomweiten SNP Genotypen wurde eine neue 3-Stufen Methode entwickelt.



# Runs of Homozygosity (ROH)

- ROH kennzeichnen Regionen in Genom welche keine Variation zeigen

Haplotype 1:CCAGGTATTC**AAAAAAAAAAAAAAAAAA**GGACT....

Haplotype 2:TTGAACGCCT**AAAAAAAAAAAAAAAAAA**AAGTC....

- Der Inzuchtgrad ( $F_{ROH}$ ) eines Tieres leitet sich durch die Gesamtlänge identifizierter ROH ab

$$- F_{ROH} = \sum \frac{S_{ROH}}{L_{AUTO}}$$

- ROH die von einer Mehrheit der Population geteilt werden (ROH Inseln), können als Selektionssignatur interpretiert werden. Allerdings ist die Richtung der Selektion genomisch nicht nachvollziehbar.

vetmeduni  
vienna 

  
SLU

Universität Bern | Universität Zürich  
vetsuisse-fakultät

INRAE

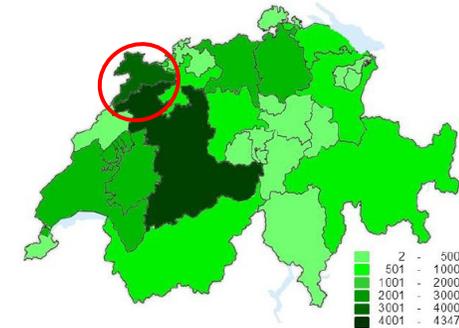
 THE UNIVERSITY OF  
SYDNEY



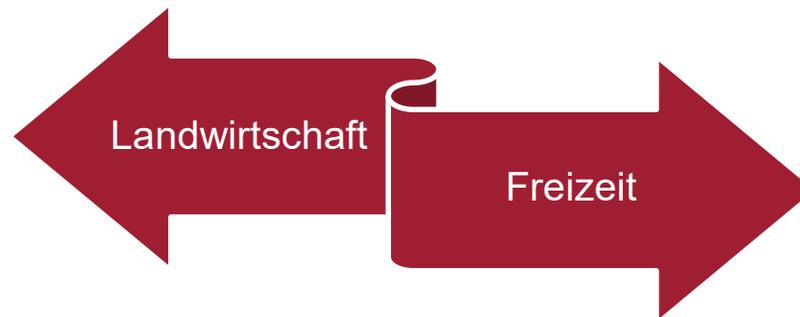
# I. FRANCHES-MONTAGNES

# Zuchtgeschichte des Freibergers

- Ende des 19. Jahrhunderts etabliert, zwei Gründerhengste und lokale «Jura» Stuten
- 1921: offizielle Gründung des Herdebuch
- Einkreuzungen von Hengsten (häufig) und Stuten (selten) um sich an neue Zuchtziele anzupassen



Number of FM horses per canton  
(Ref: TVD 2013)



# Hengstlinien

- Seit zirka 1950 beginnen die Hengstnamen mit dem selben Buchstaben wie der Vater



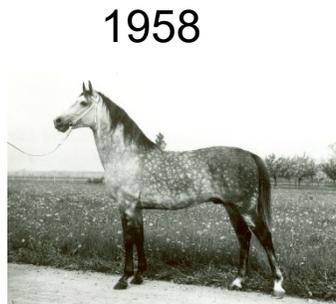
**Elfique**

<b>EDIFICE</b> 2015/B/158	<b>Eucario</b> 2010/B/157	<b>Eclar</b> Fatima	<b>Eco</b> Libero
	<b>Nirvana</b> 2006/A-F/159	Harquis Nelz	Hendrix Estafette
<b>FURIEUSE</b> 2007/A-F/156	<b>Latéo</b> 2002/A-F/157	Lambswool Nelz	Lamento Estafette
	<b>Filene</b> 1992/B/160	Hobby	Halliday
		Fatima	Laurier-Rose

- **C, D, E, H, und R** sind die ursprünglichen Linien

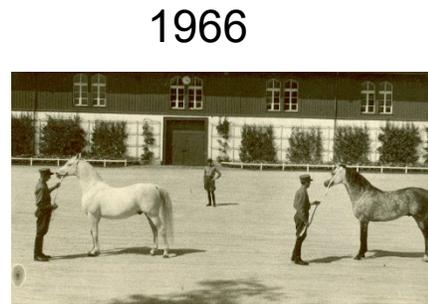
# Letzte Einkreuzungen

- Usus: alle Pferde, die vor 1950 geboren wurden zählen als Reinrassig (egal, ob im Pedigree andere Rassen vorhanden sind)
- Mehrere Einkreuzungen seit 1950:



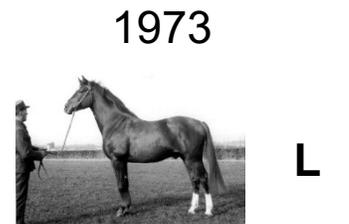
Doktryner = OX

**DON**



Shagya II = SHA

**S †**



Aladin



Nello = Sw-WB

**L**

**P**



Noë



Qui-Sait = CH-WB

**N**

**Q**

- Seit 1998 ist das Herdebuch offiziell geschlossen

# Kontext für die Zucht

- Der Freiberger gilt als letzte einheimische Schweizer Rasse
  - Erhaltungsprämie für die Zucht
- Immer wieder Diskussionen, ob man neu einkreuzen sollte (Marktanforderungen, Inzucht)
- Könnte die Integrität des FM als Schweizer Rasse beeinträchtigen

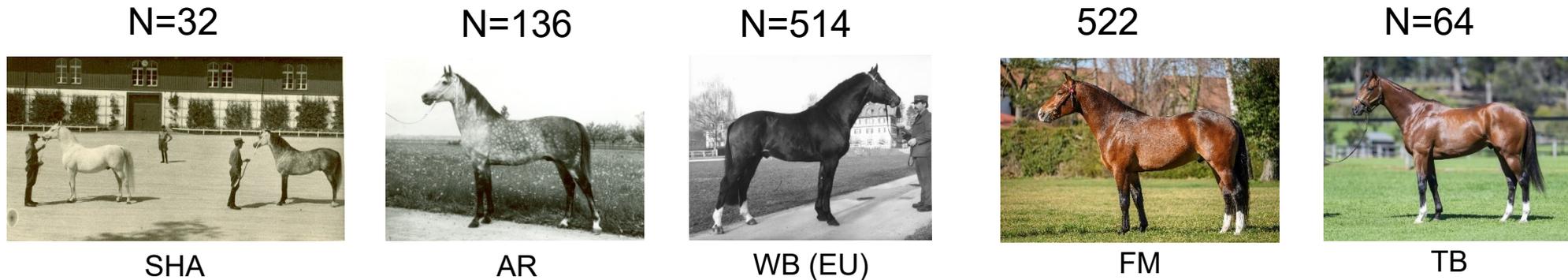
## Projektziele:

- Können wir genomisch den Fremdblutanteil einzelnen Rassen zuteilen?
- Wie stark sind Freiberger ingezüchtet? Gibt es Unterschiede zwischen dem Original Freiberger und der restlichen FM Population?



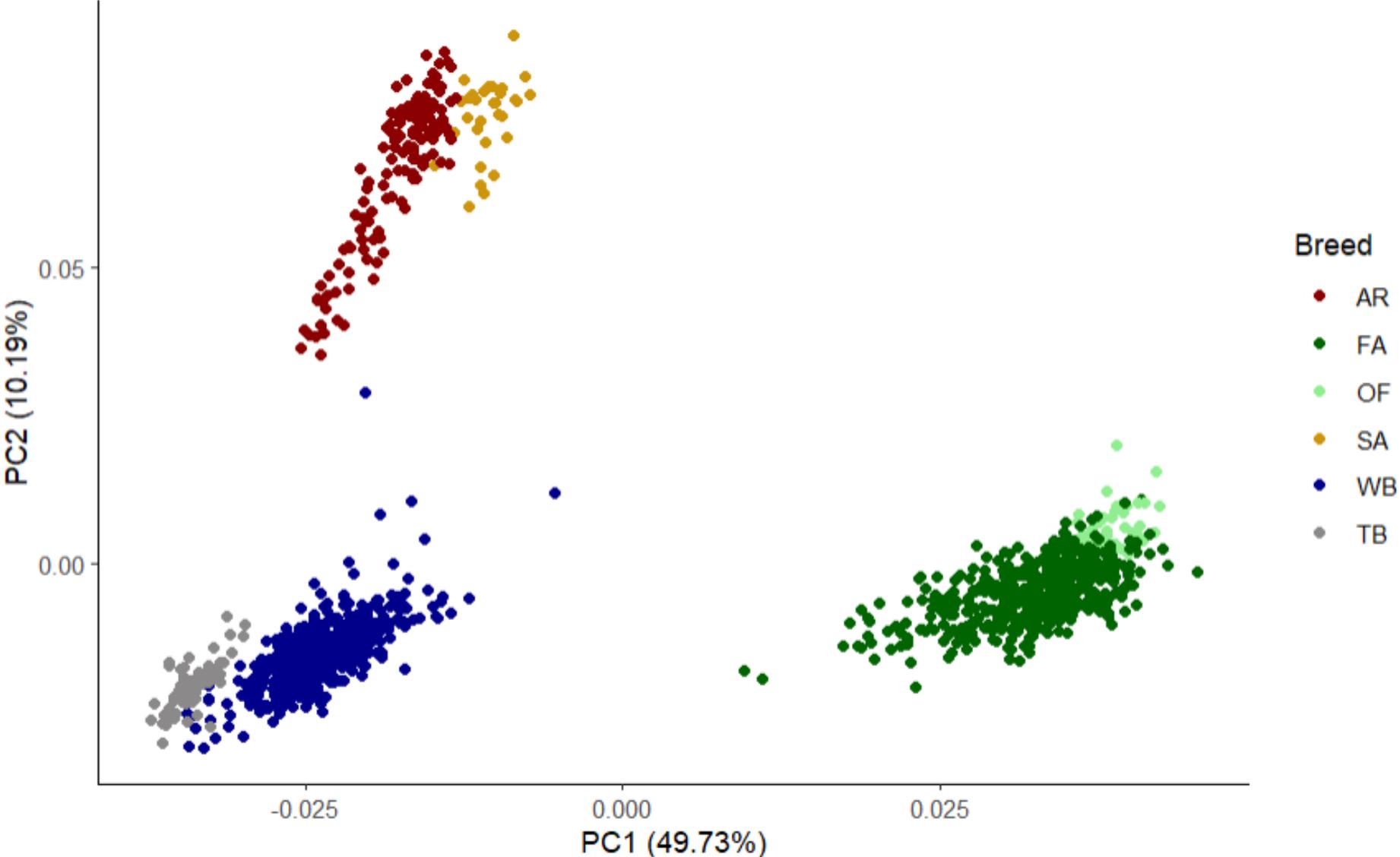
# Material und Methoden

- 670K SNP Daten von 5 Rassen, 1268 Pferde → 602,131 SNPs



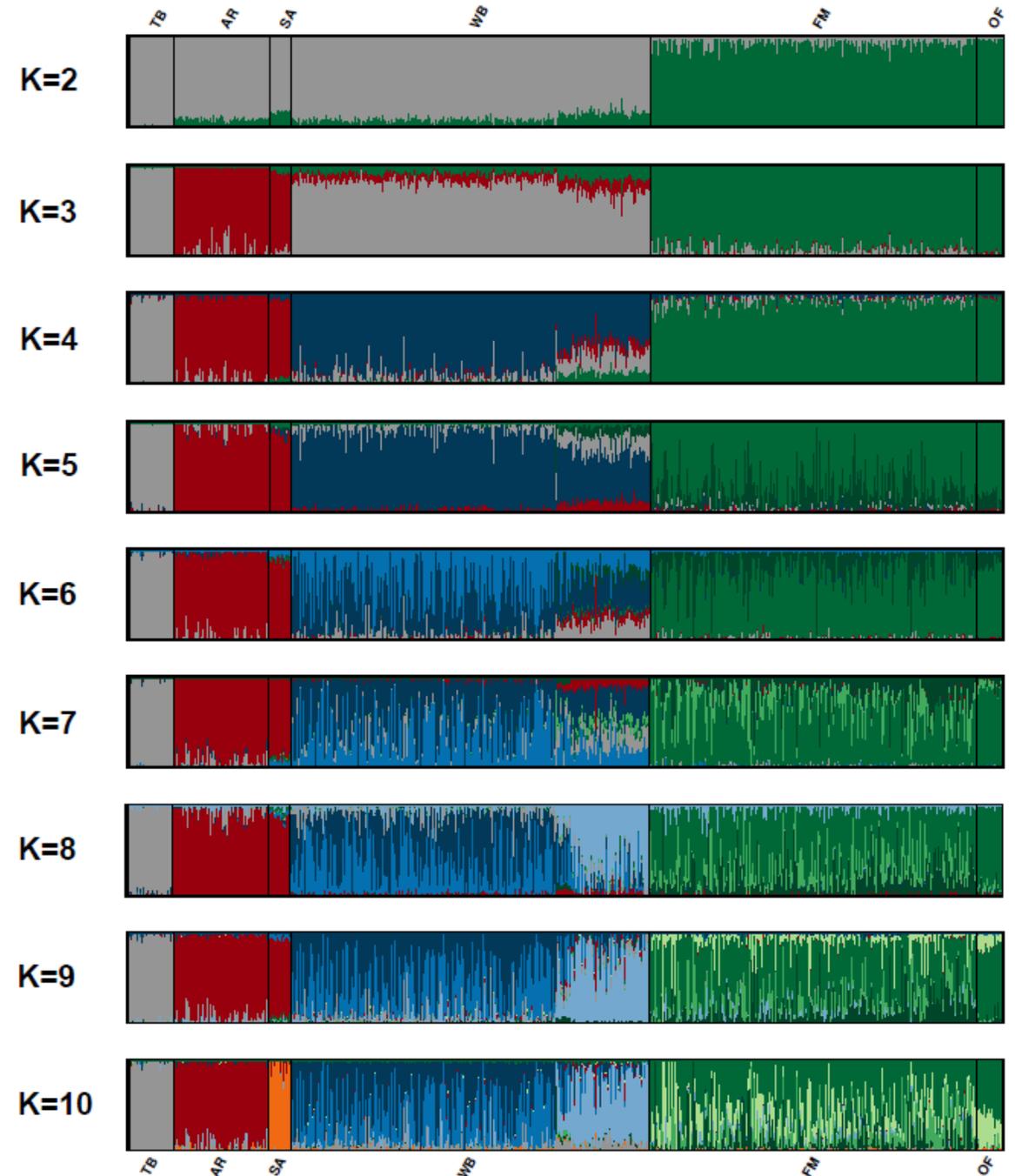
- «Unsupervised» und «Supervised» Modelle (Admixture v1.23) mit 44 Original Freibergern
- Runs of homozygosity in plink v1.09 (--gap = 100, --kb = 500, --snp = 80)
- Homozygosity Inseln (>50% der Pferde einer Rasse sind an diesem Ort homozygot)

# Ergebnisse - Populationsstruktur

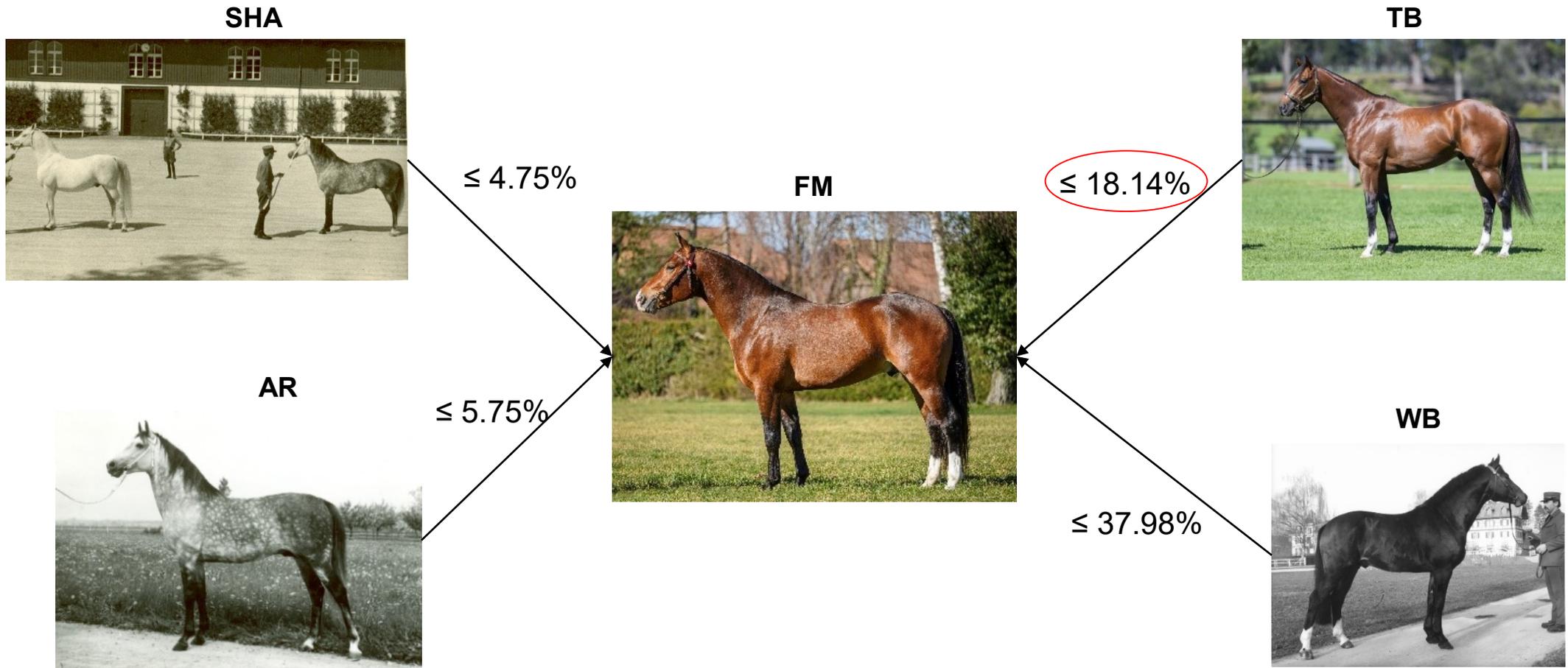


# Admixture analysis

- Jedes Pferd ist ein Balken. Die Farben geben die Angehörigkeit des Individuums zu einem Cluster an
- Das Programm teilt die Tiere in eine vorgegebene Anzahl Cluster ein ( $k=7$ )
  - K=2 TB and FM
  - K=3 Arabians
  - K=4 Warmbloods
  - K=5 and 6 substructure in FM
  - K=10 Shagya Arabians



# Maximaler Fremdblutanteil pro Rasse



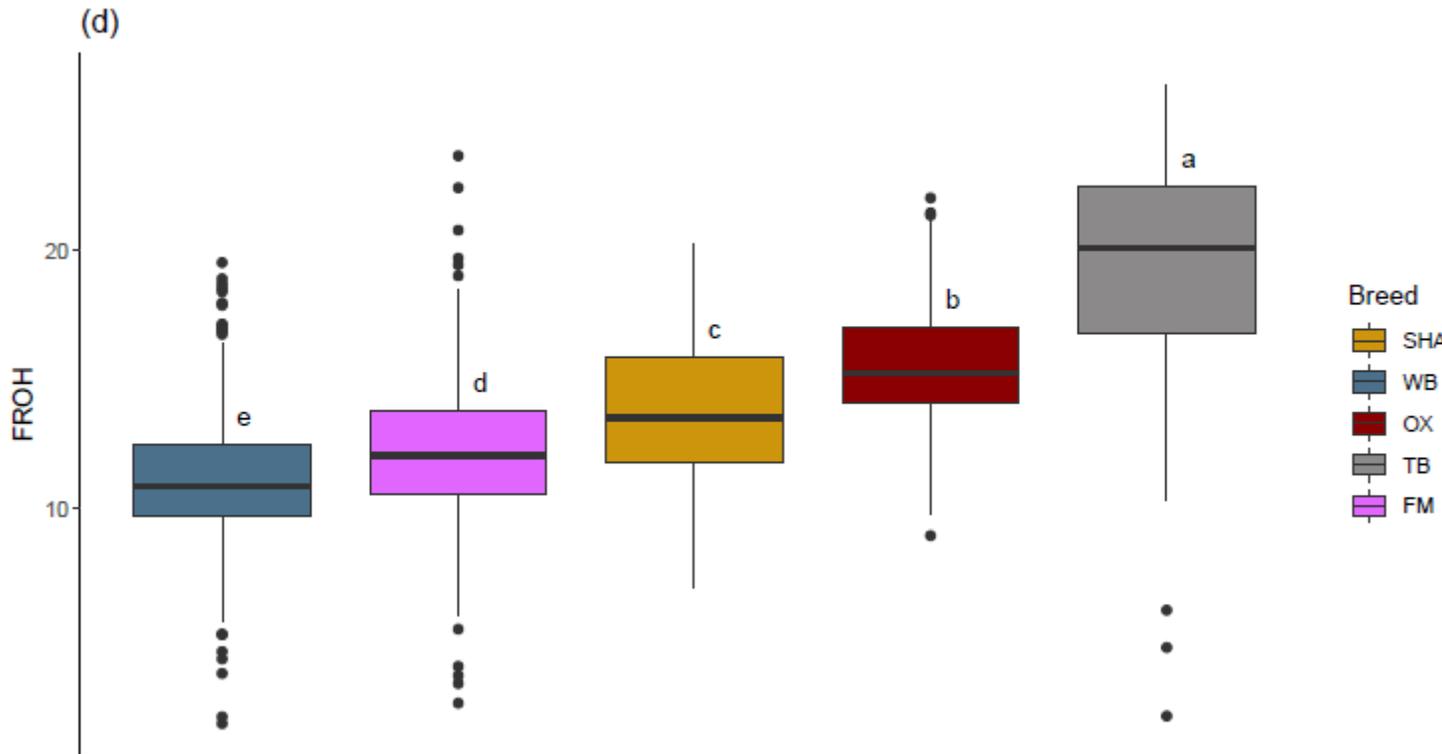
# Vollblutanteil im FM

## NATIF DE SIGNET Ⓢ b. C, SELLE FRANCAIS, 1979

<p>NATIF DE SIGNET b 1979 SELLE FRANCAIS 99919797967</p>	<p>GOELAND b 1.67m 1972 SELLE FRANCAIS National Stallion</p>	<p>IBRAHIM* br 1.64 m 1952 SELLE FRANCAIS FRA00159000207P</p>	<p>THE LAST ORANGE* b 1.61 m 1941 SELLE FRANCAIS FRA00159021852M</p>	<p>ORANGE PEEL* b 1919</p>	<p>JUS DORANGE* ch 1912</p>
			<p>VAILLANTE* ch 1943 SELLE FRANCAIS FRA 3040400615443</p>	<p>VELLEDA br 1916</p>	<p>RIRETTE* b 1913</p>
			<p>ULTIMATE* br 1941</p>	<p>UMIDWAR* b 1931</p>	<p>HORLOGER b 1907</p>
		<p>RADIEUSE* b 1961 SELLE FRANCAIS</p>	<p>BAGATELLE ch 1945 SELLE FRANCAIS</p>	<p>RELLEVILLE ch 1939</p>	<p>II A IOEIL 1930</p>
				<p>QUETEUSE ch 1938</p>	<p>HISTOIRE 1929</p>
				<p>LAERTE b 1933</p>	<p>VAS Y DONC* dk ch 1921</p>
	<p>ETOILE SIGNORET b 1970 SELLE FRANCAIS</p>	<p>MERSEBOURG* b 165 cm 1956 SELLE FRANCAIS</p>	<p>GAGNE SI PEU* b 1951 SELLE FRANCAIS Demi-sang</p>	<p>ULTIMATE* br 1941</p>	<p>UMIDWAR* b 1931</p>
			<p>VAILLANTE* ch 1943 SELLE FRANCAIS FRA 3040400615443</p>	<p>BOUCLE DOR 1945</p>	<p>NO GO ch 1934</p>
			<p>MAROC ch 1937</p>	<p>PORTE BONHEUR br 1937</p>	<p>BEAUDELAIRE ch 1928</p>
		<p>NUDISTE 1957</p>	<p>VIOLETTE 1943</p>	<p>FARCEUR VIII* b 1929</p>	<p>HOULETTE 1929</p>
				<p>MEURTHE ch 1924</p>	<p>MARGOT 1934</p>
				<p>GIRARD ~1933</p>	<p>LAERTE b 1933</p>
			<p>HIRONDELLE</p>	<p>TAPE A LOEIL b 1941</p>	
				<p>II A IOEIL 1930</p>	
				<p>HISTOIRE 1929</p>	
				<p>VAS Y DONC* dk ch 1921</p>	
				<p>CANCALE 1925</p>	
				<p>VELOX* br 1910</p>	
			<p>FALTSIA ch 1921</p>		
			<p>TIBERE* ch</p>		
			<p>MEURTRIÈRE ch 1915</p>		
			<p>Edit</p>		
			<p>Edit</p>		
			<p>BICOQUET</p>		
			<p>Edit</p>		

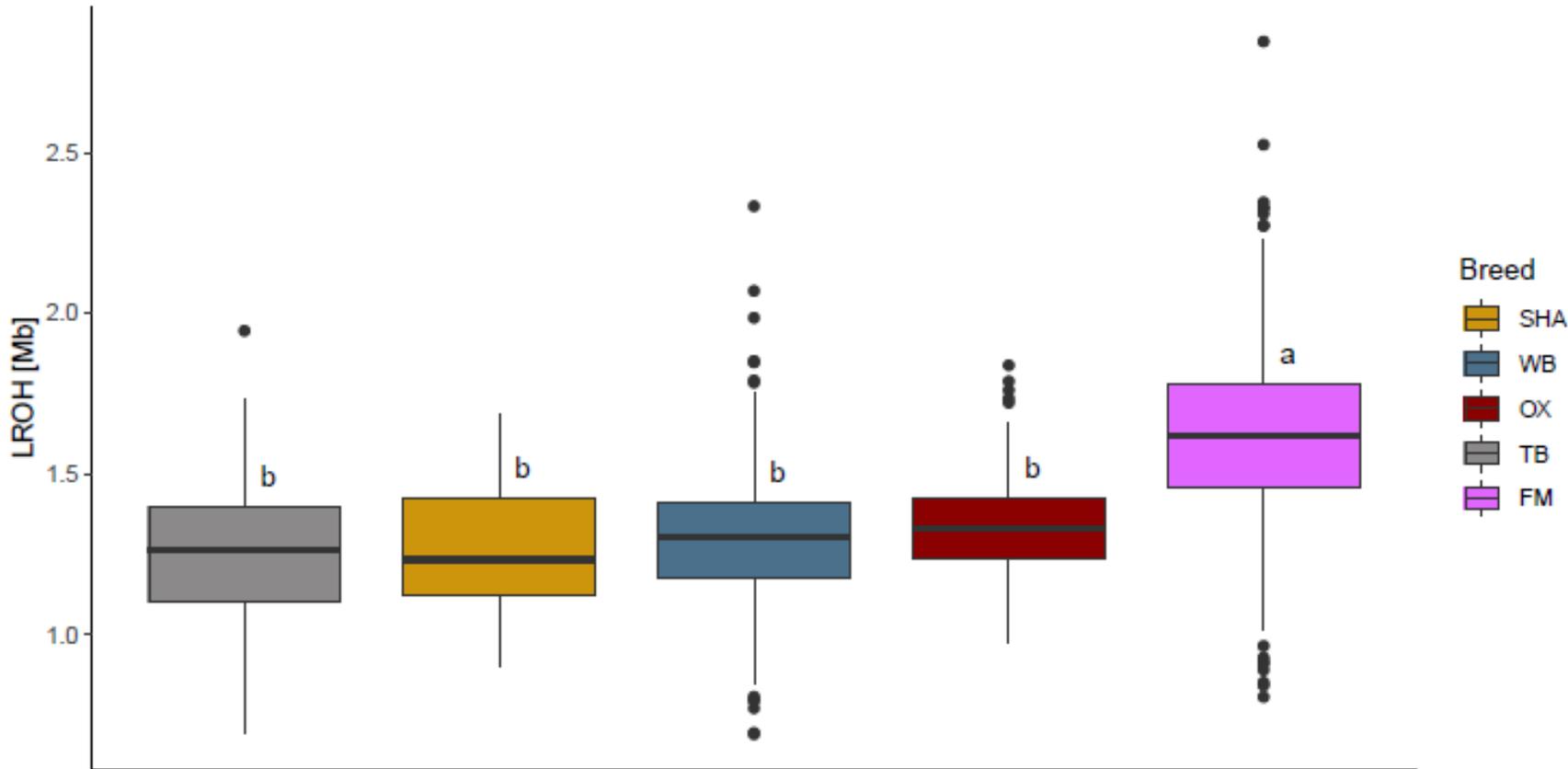
\* - Photo Available

# Genomische Inzucht FROH



- Englisch Vollblut klar stärker ingezüchtet als alle anderen Rassen
- FM im Durchschnitt weniger ingezüchtet, aber hohe Variabilität

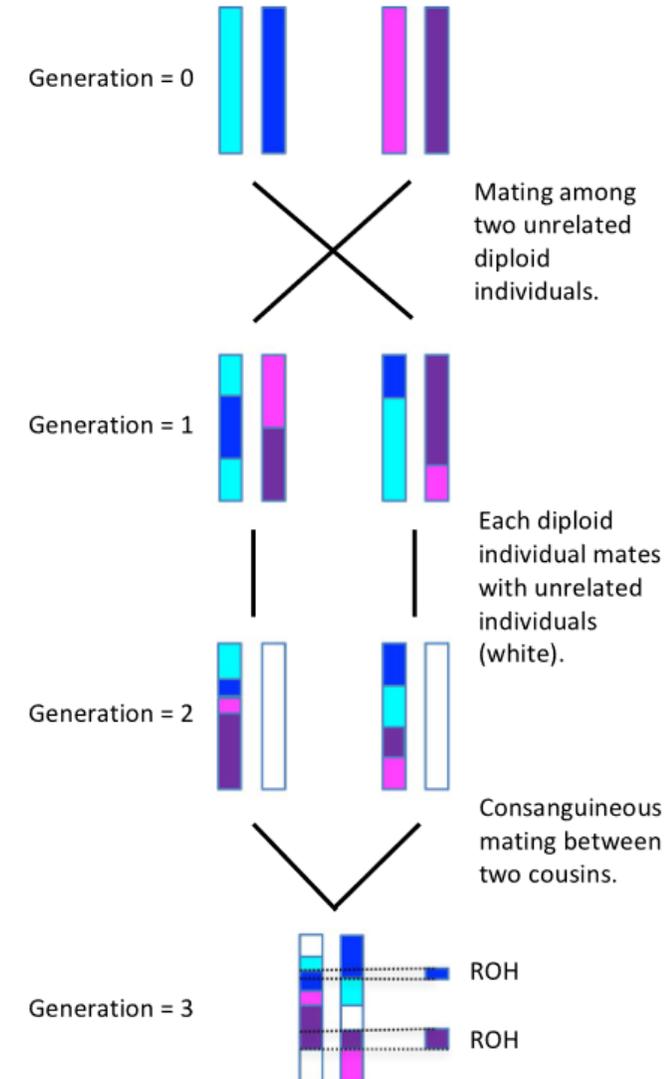
# Durchschnittliche Länge der ROHs (LROH)



- FM haben im Durchschnitt die längsten ROH
- Inzucht vor kurzer Zeit (Flaschenhals)

# FM – Fremdblutanteil und Inzucht

- Im Freiberger sehen wir sowohl Admixture (wenige ROHs) als auch kürzliche Inzucht (lange ROHs)
- Übernutzung von eingekreuzten Hengsten führt nach einigen Generationen zu einer Erhöhung der Inzucht



Brüniche-Olsen et al. 2018

INRAE



# Ursprung des Einsiedlerpferdes

- 1064: Erster schriftlicher Nachweis, dass Pferde in Einsiedeln gehalten wurden (Königlicher Erlass)
  - Ältestes Gestüt Europas (~1000 Jahre)
- «cavalli della Madonna»
- Napoleons Kavalerie hat die meisten Pferde beschlagnahmt («bis auf den letzten Fohlenschwanz»)
- Ein Pferd zählt als Einsiedler, wenn die Mutterstute ein Einsiedler ist (unabhängig vom Hengst)
  - Zählt nicht als Rasse («Schlag»)



# Ziele des Projekts Einsiedler - Hypothesen

- Können wir feststellen, ob der Einsiedler sich genetisch von anderen Europäischen Warmblutpferden unterscheidet?
  - Die Einsiedlerpferden sollten sich im Netzwerk klar abgrenzen
  - Die Einsiedler sollten private, biologisch relevante ROH Inseln besitzen



# Material und Methoden

SNP data provided by  
Dr. Anne Ricard, F

- 670K SNP Daten von vier Rassen, 605 horses → 602,131 SNPs

N=52



EIN

N=153



WB (CH)

N=200



SF

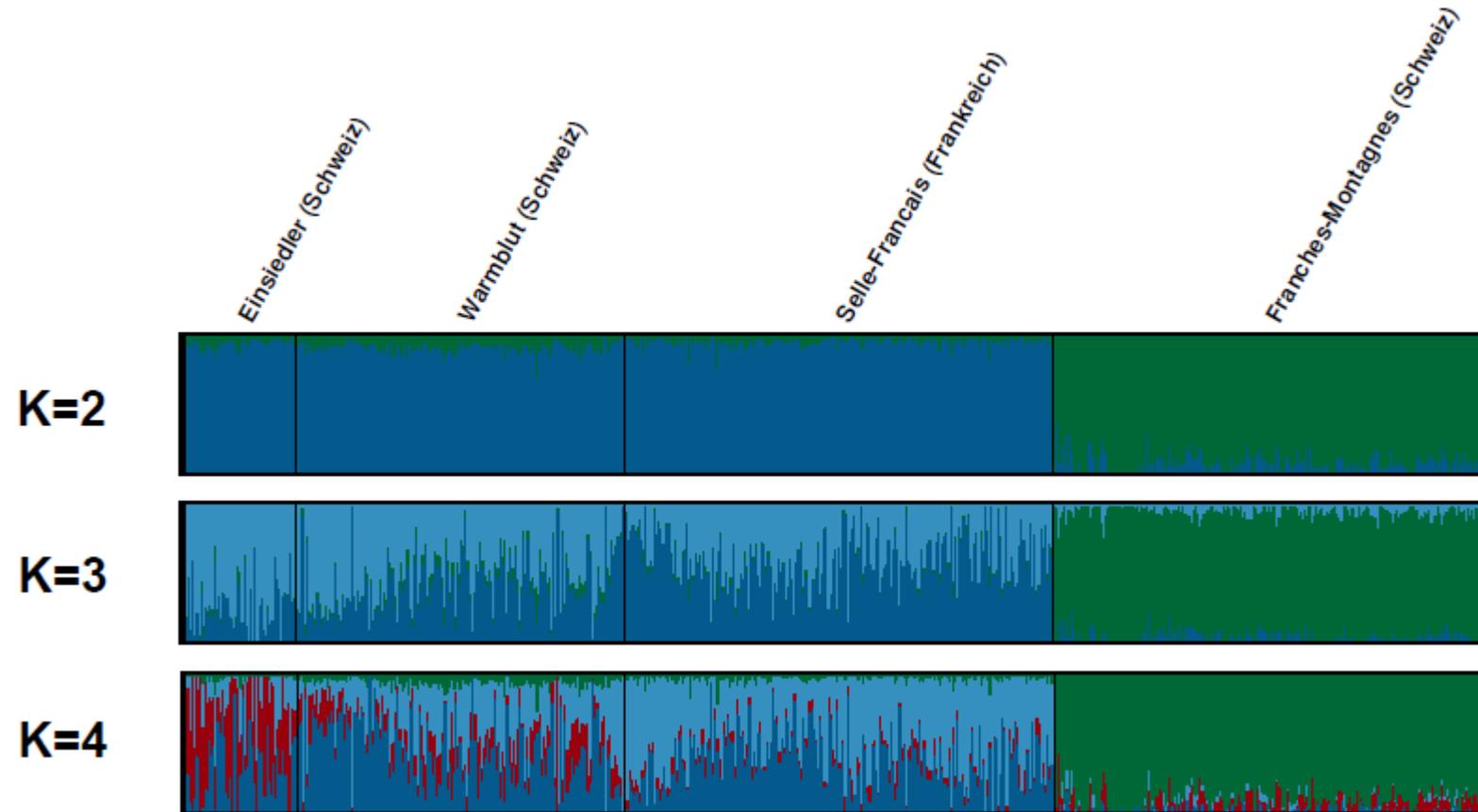
N=200



FM

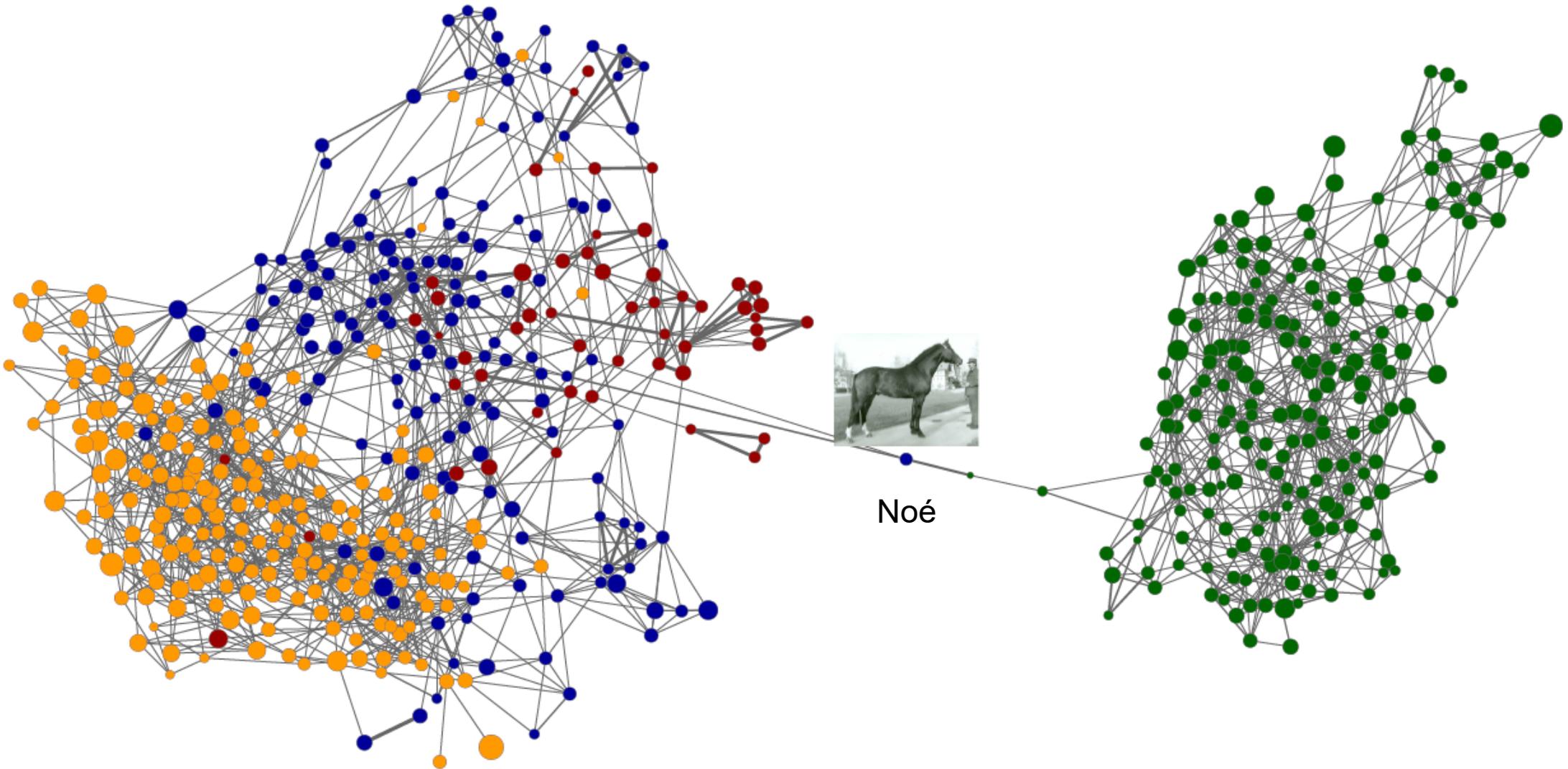
- «Unsupervised» Modell (Admixture v1.23) mit 44 Einsiedlern
- Runs of homozygosity in plink v1.09 (--gap = 100, --kb = 500, --snp = 80)
- Homozygosity Inseln (>50% der Pferde einer Rasse sind an diesem Ort homozygot)

# Blutanteile

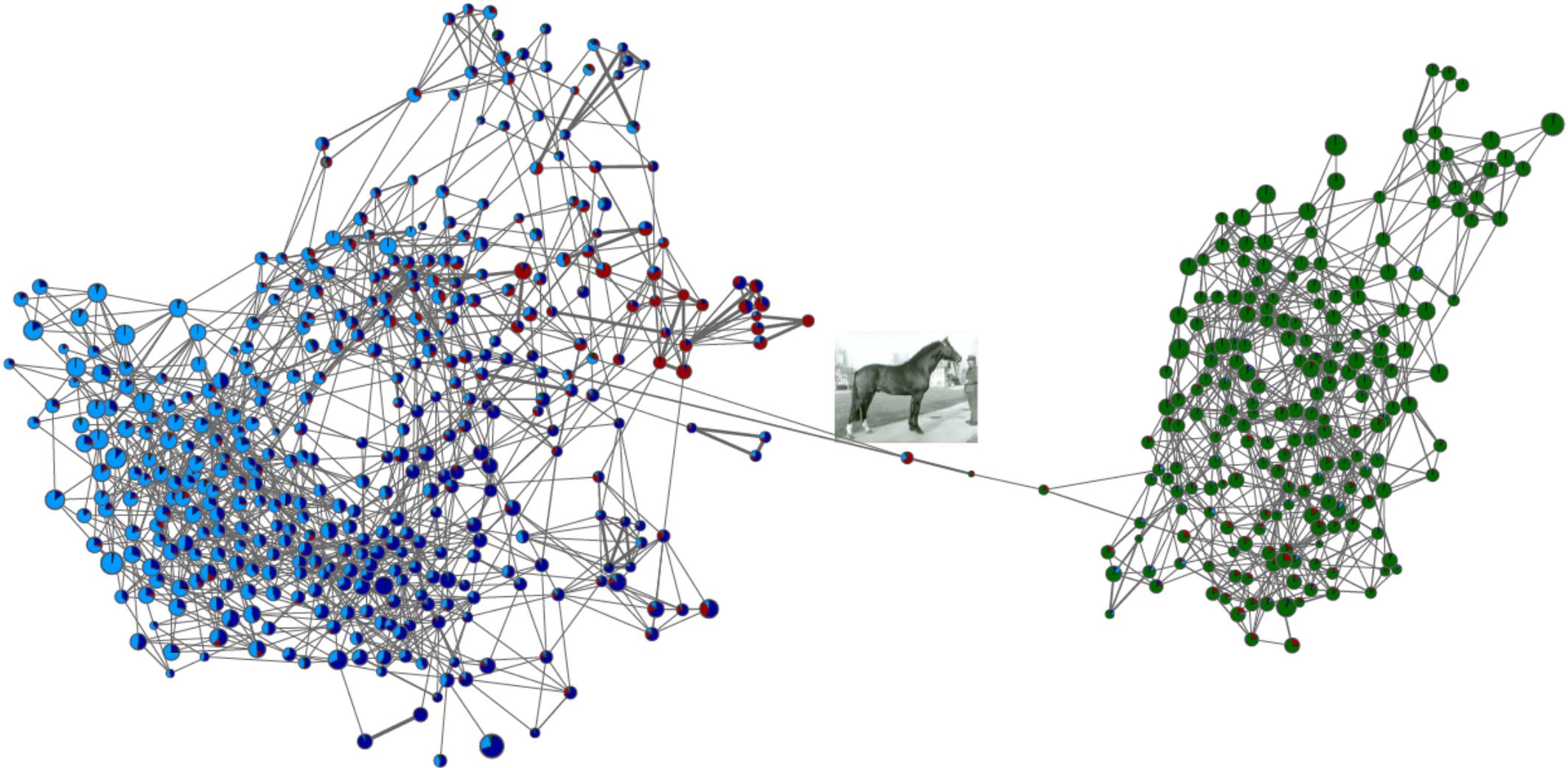


- Klare Abgrenzung FM vs Sportpferde, einige FM Pferde mit relativ hohem Warmblutanteil
- Keine so klare Abgrenzung zwischen Selle-Français und Schweizer Warmblut.
- Einige Schweizer Warmblutpferde haben einen relativ hohen Einsiedler Anteil

# Netzwerk nach Rasse

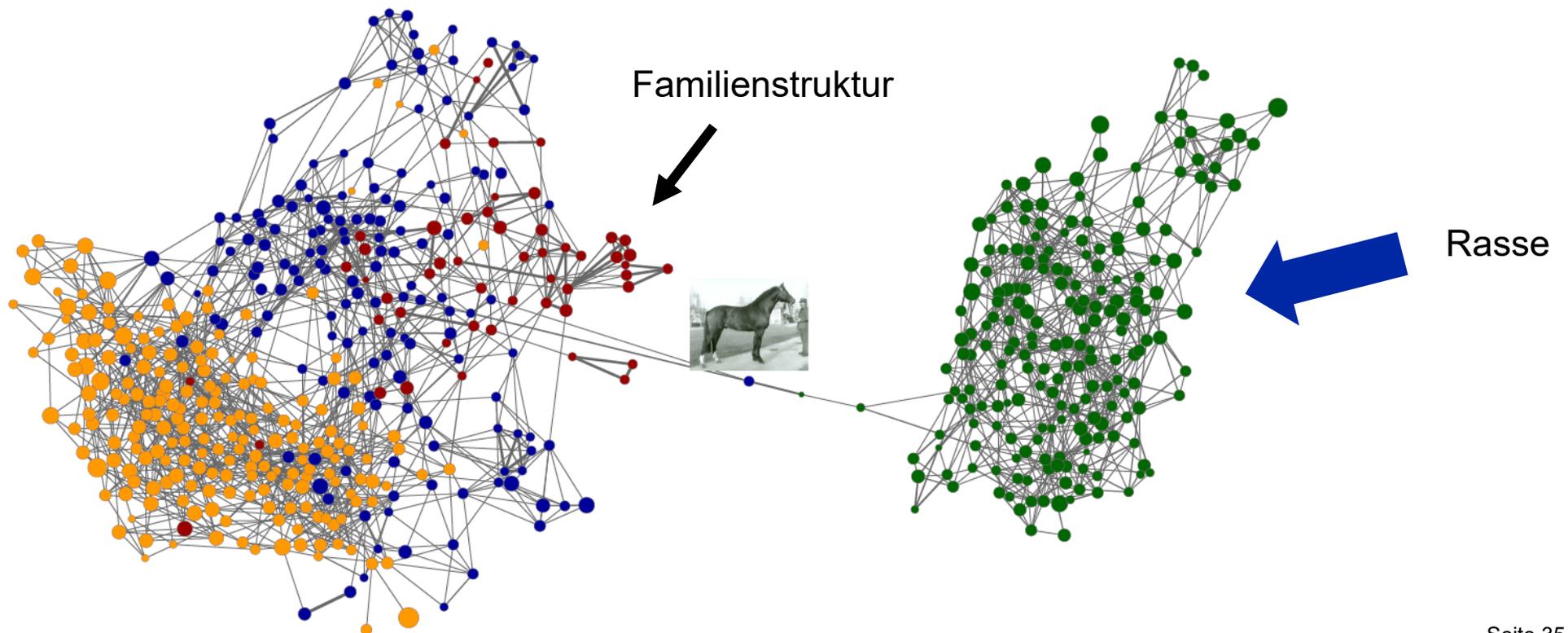


# Netzwerk nach Blutanteil



# Effekte der Methodik

- Normalerweise müsste man für das Programm *Admixture* unverwandte Tiere benutzen
- Das geht in Nutztieren aber nicht wirklich
- Allerdings bedeutet das, dass einige Substrukturen einfach eine Familie repräsentieren und keine «Rassenabgrenzung»



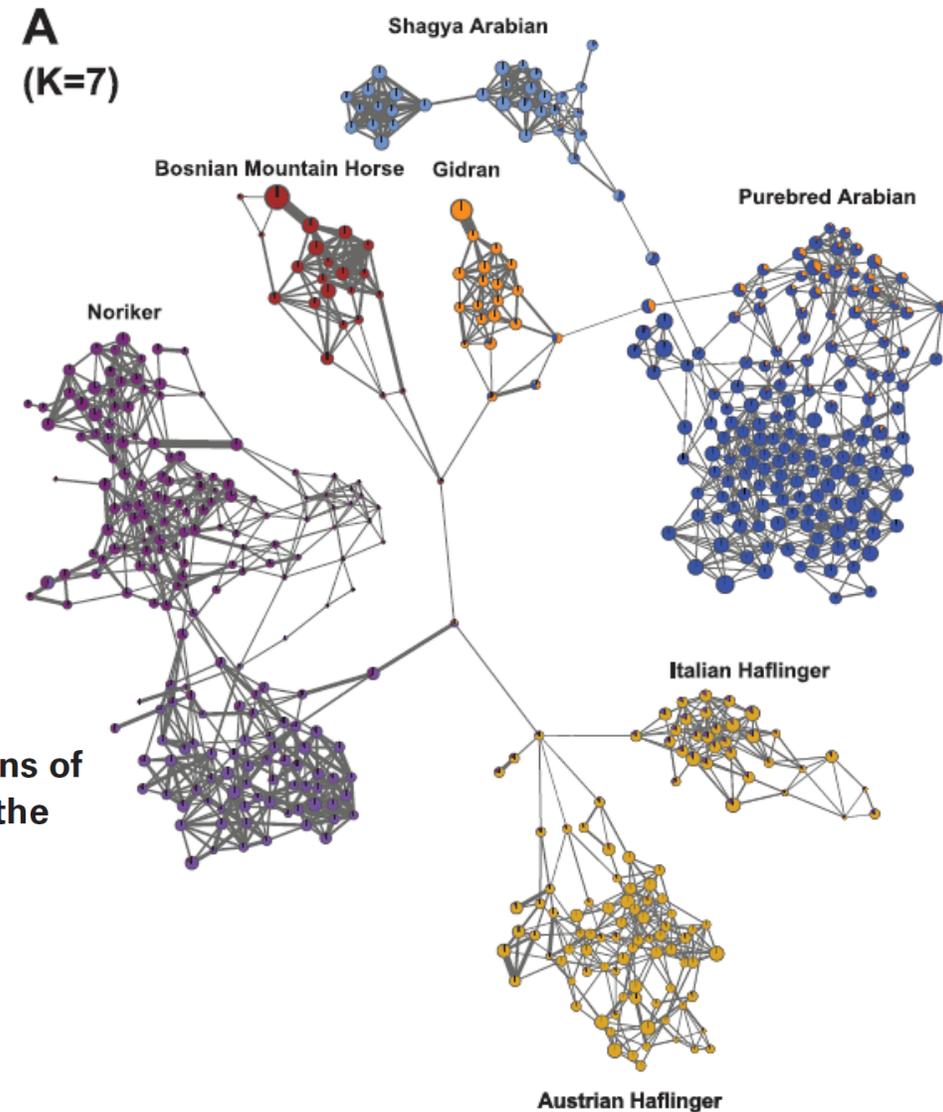
# Gibt es Rassen mit klaren Substrukturen?

- Der Italienische Haflinger und der Österreichische Haflinger unterscheiden sich ganz klar im Netzwerk
- Unterschiede in den Zuchtzielen und keine Mischung zwischen den beiden Regionen

Original Article

## Population Networks Associated with Runs of Homozygosity Reveal New Insights into the Breeding History of the Haflinger Horse

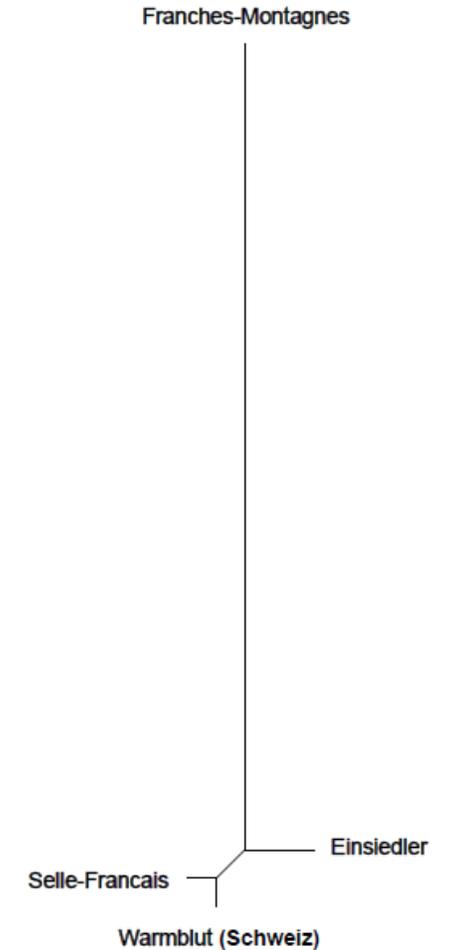
Thomas Druml, Markus Neuditschko, Gertrud Grilz-Seger, Michaela Horna, Anne Ricard, Matjaz Mesarič, Marco Cotman, Hubert Pausch, and Gottfried Brem



# FST Distanzen Schweizer Pferde

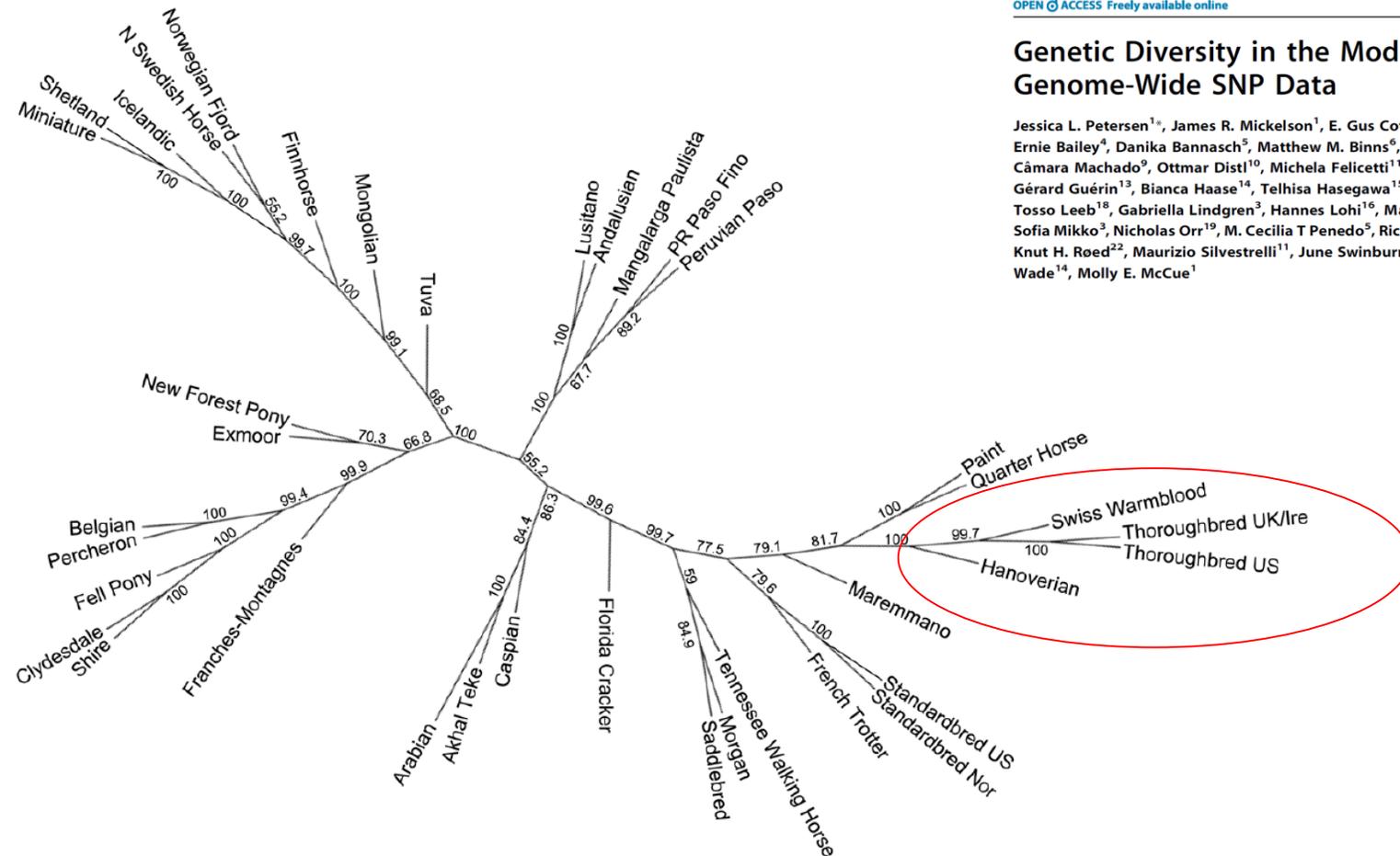
- FST Distanzen gehen von 0 bis 1 (bei 1 sind die Populationen fixiert und haben keine gemeinsamen Vorfahren)
- Freiburger sind am weitesten entfernt, Schweizer Warmblut und Selle-Français unterscheiden sich genetisch praktisch nicht

	Einsiedler	ZVCH	SF	FM
Einsiedler	-	0.012	0.013	0.088
ZVCH	0.012	-	0.005	0.075
SF	0.013	0.005	-	0.065
FM	0.088	0.075	0.0654	-



# FST Distanzen in früherer Studie

- FST = 0.008 zwischen Schweizer Warmblut und Hannoveraner
- FST = 0.033 zwischen Schweizer Warmblut und Englischem Vollblut



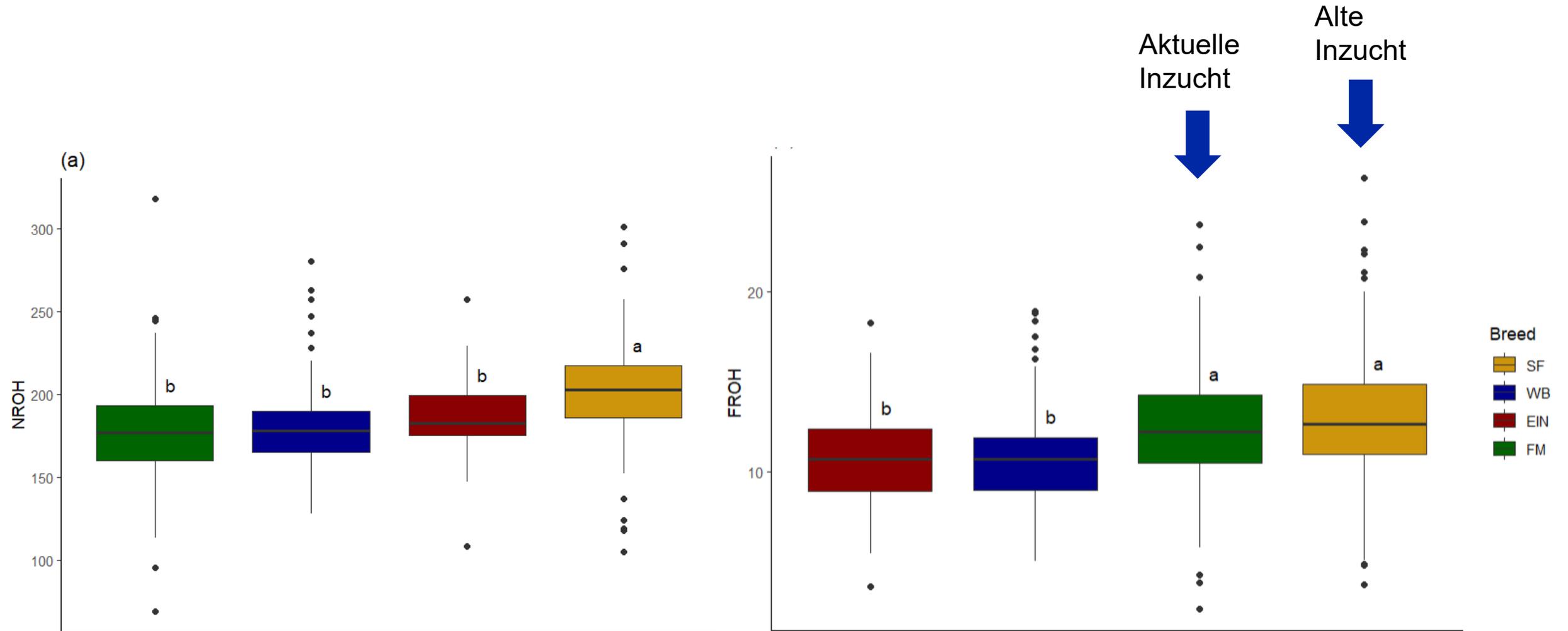
OPEN ACCESS Freely available online

PLOS ONE

## Genetic Diversity in the Modern Horse Illustrated from Genome-Wide SNP Data

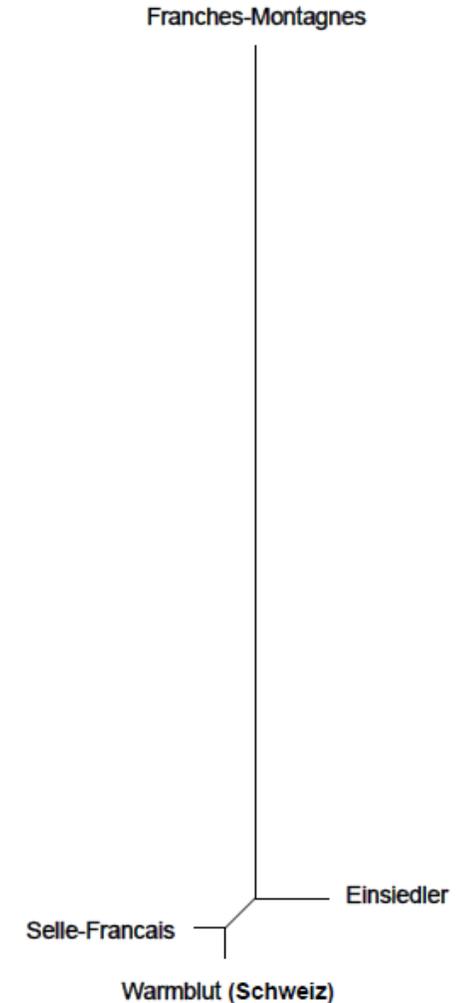
Jessica L. Petersen<sup>1\*</sup>, James R. Mickelson<sup>1</sup>, E. Gus Cothran<sup>2</sup>, Lisa S. Andersson<sup>3</sup>, Jeanette Axelsson<sup>3</sup>, Ernie Bailey<sup>4</sup>, Danika Bannasch<sup>5</sup>, Matthew M. Binns<sup>6</sup>, Alexandre S. Borges<sup>7</sup>, Pieter Brama<sup>8</sup>, Artur da Câmara Machado<sup>9</sup>, Ottmar Distl<sup>10</sup>, Michela Felicetti<sup>11</sup>, Laura Fox-Clipsham<sup>12</sup>, Kathryn T. Graves<sup>4</sup>, Gérard Guérin<sup>13</sup>, Bianca Haase<sup>14</sup>, Telhisa Hasegawa<sup>15</sup>, Karin Hemmann<sup>16</sup>, Emmeline W. Hill<sup>17</sup>, Tosso Leeb<sup>18</sup>, Gabriella Lindgren<sup>3</sup>, Hannes Lohi<sup>16</sup>, Maria Susana Lopes<sup>9</sup>, Beatrice A. McGivney<sup>17</sup>, Sofia Mikko<sup>3</sup>, Nicholas Orr<sup>19</sup>, M. Cecilia T Penedo<sup>5</sup>, Richard J. Piercy<sup>20</sup>, Marja Raekallio<sup>16</sup>, Stefan Rieder<sup>21</sup>, Knut H. Røed<sup>22</sup>, Maurizio Silvestrelli<sup>11</sup>, June Swinburne<sup>12,23</sup>, Teruaki Tozaki<sup>24</sup>, Mark Vaudin<sup>12</sup>, Claire M. Wade<sup>14</sup>, Molly E. McCue<sup>1</sup>

# Number of ROHs and FROH



# Zusammenfassung

- Der Freiberger bleibt (leider) die einzige Population, die man klar von anderen Europäischen Rassen unterscheiden kann
- Allerdings hat der Einsiedler, zum Beispiel durch Noé, einen extrem wichtigen Einfluss auf die Schweizer Pferdezeit
- Älteste Pferdezeit Europas → immaterielles Kulturerbe?
- Gibt es Möglichkeiten, den Einsiedler wiederauferstehen zu lassen?
  - Im Moment keine klaren Definitionen
  - Keine Hengste



# Danke für Ihre Aufmerksamkeit

