



# Stand und Potenzial der Genomforschung beim Pferd für die Gesundheit

*Dr. Jens Tetens*

Institut für Tierzucht und Tierhaltung  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel



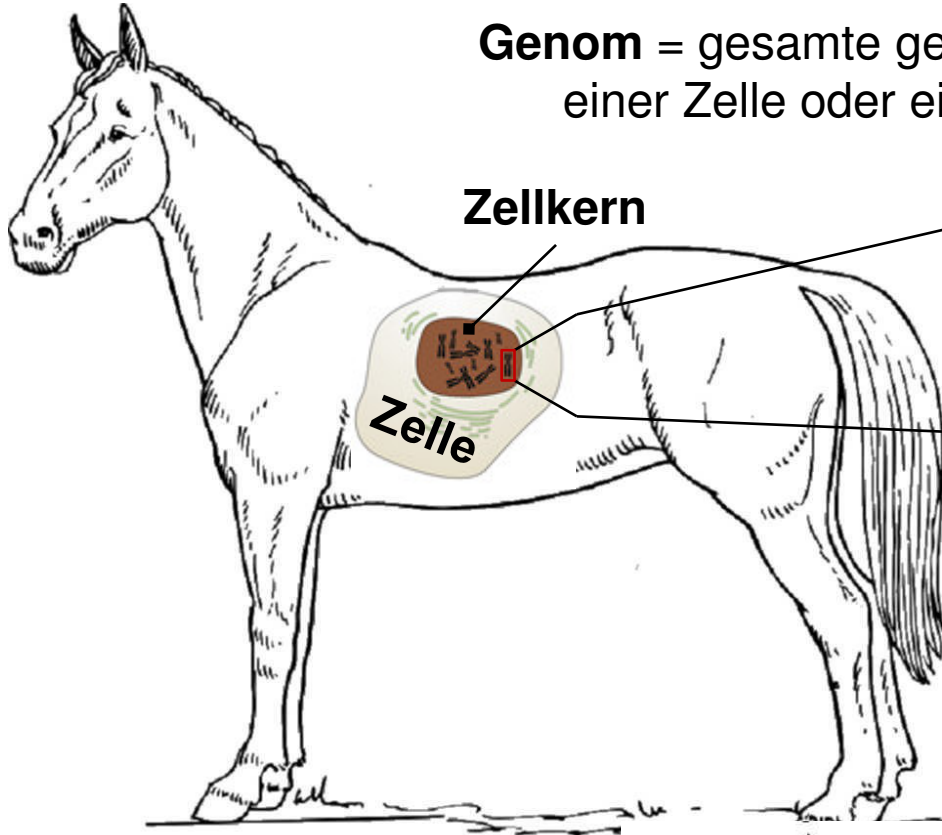
32. FFP-Jahrestagung  
Vechta, 17.-19. April 2015



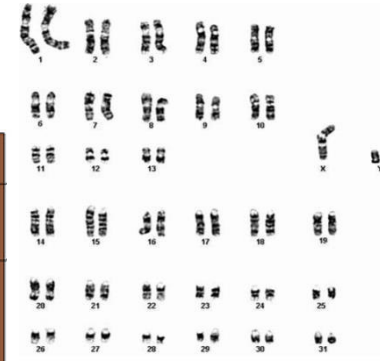


# Begriffsdefinitionen – Genom und Genomforschung

**Genom** = gesamte genetische Information einer Zelle oder eines Organism



**Chromosom**



Pferd:  $2n = 64$

Histone

**MERKMAL**

~3.000.000.000 Basenpaare

~25.000 Gene

Strukturproteine  
Enzyme  
Botenstoffe  
...

Beim Pferd 2007  
entschlüsselt

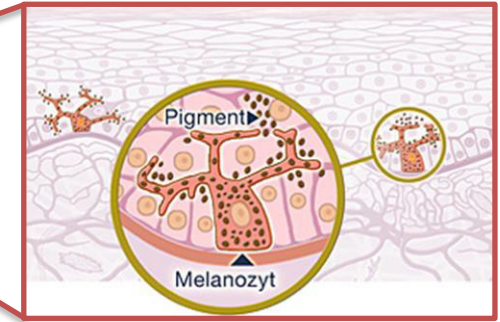
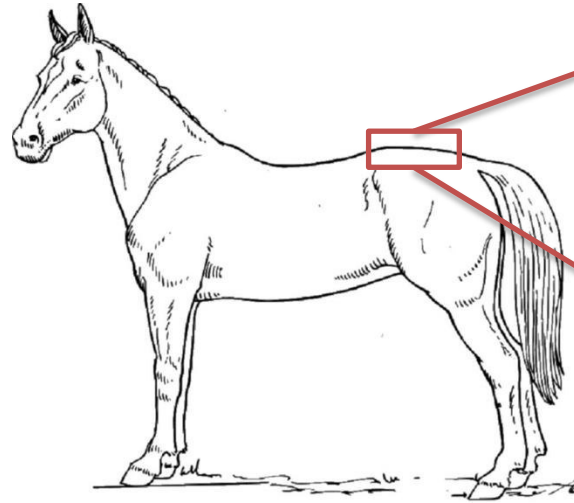
DNA-  
Doppelstrang



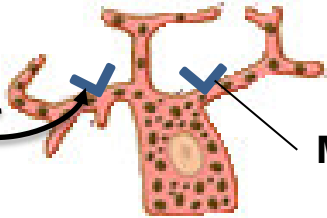
# Begriffsdefinitionen – Genom und Genomforschung

## Vom Gen zum Merkmal – Fellfarbe als Beispiel

MC1R-Gen (Wildtyp)



**Rotes Pigment: Phäomelanin**  
**Schwarzes Pigment: Eumelanin**



Melanocortin-Rezeptor (MC1R)

„Grundzustand“

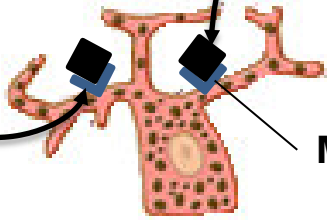


## Vom Gen zum Merkmal – Fellfarbe als Beispiel

MC1R-Gen (Wildtyp)

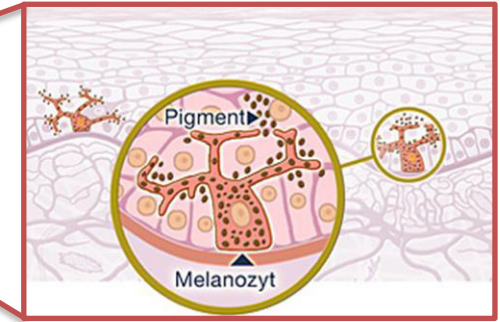
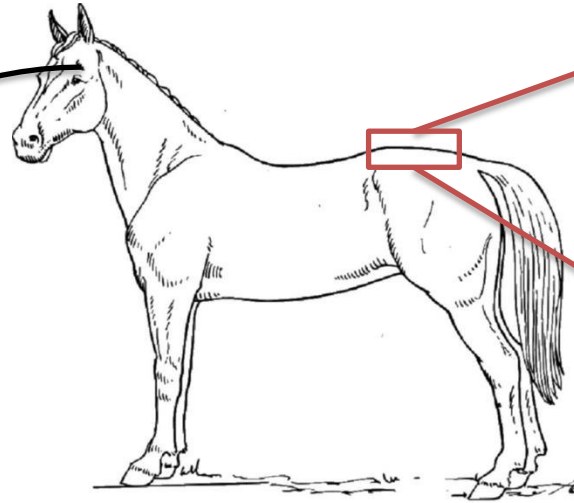


Melanocortin (MSH)



Melanocortin-Rezeptor (MC1R)

„Angeregter“ Zustand



**Rotes Pigment: Phäomelanin**  
**Schwarzes Pigment: Eumelanin**

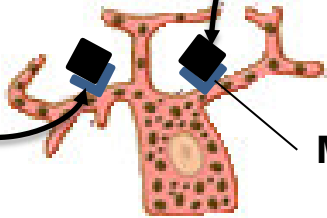
# Begriffsdefinitionen – Genom und Genomforschung

## Vom Gen zum Merkmal – Fellfarbe als Beispiel

MC1R-Gen (Wildtyp)



Melanocortin (MSH)

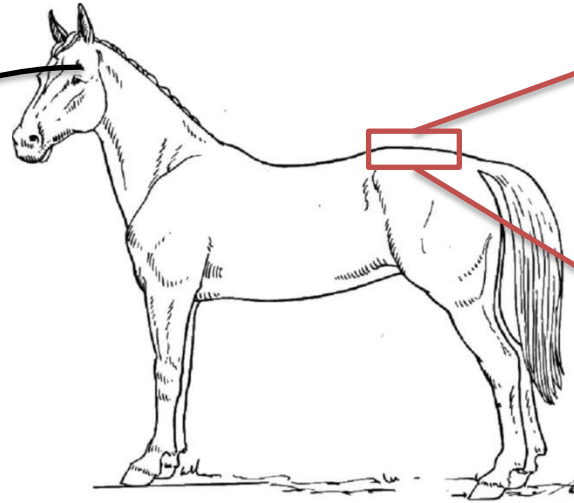


Melanocortin-Rezeptor (MC1R)

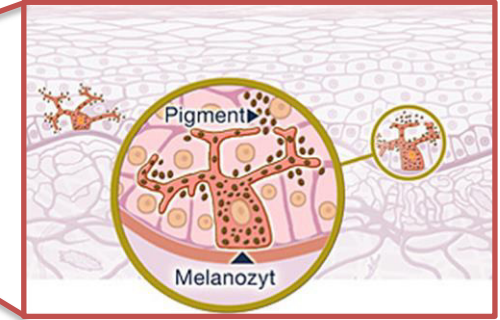
„Angeregter“ Zustand



Eumelanin

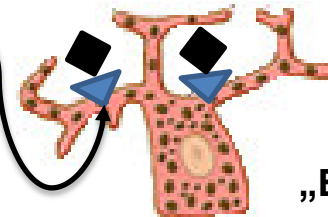


Rotes Pigment: Phäomelanin  
Schwarzes Pigment: Eumelanin



Defekter Rezeptor

MC1R-Gen (Mutiert)



„Blockierter“ Zustand



Phäomelanin

## Genomforschung – Wie lokalisiert man ein Gen?

- Kartierung kausaler Gene mit Hilfe genetischer Marker
  - Definierte Stellen im Genom mit unterscheidbaren Zuständen
  - „Früher“: Mikrosatelliten
  - Seit ~10 Jahren SNPs
  - Heute außerdem Sequenzierung

### Mikrosatellit

CTTAGCACACACACACACACAGCCATT

(CA)<sub>9</sub>

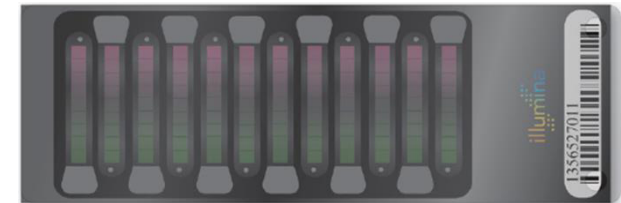
CTTAGCACACACACACACACACACACAGCCATT

(CA)<sub>12</sub>

### Single Nucleotide Polymorphism (SNP)

TATTGAGGACTAATTGCCGTAGCCATT

TATTGAGGACGAATTGCCGTAGCCATT



## Genomforschung – Wie lokalisiert man ein Gen?

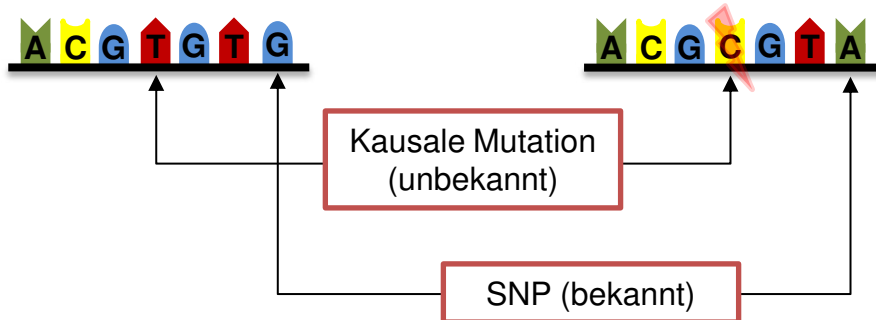
- Kartierung kausaler Gene mit Hilfe genetischer Marker
  - Definierte Stellen im Genom mit unterscheidbaren Zuständen
  - „Früher“: Mikrosatelliten
  - Seit ~10 Jahren SNPs
  - Heute außerdem Sequenzierung



MC1R-Gen (Wildtyp)



MC1R-Gen (Mutiert)



### Mikrosatellit

CTTAGCACACACACACACACAGCCATT

(CA)<sub>9</sub>

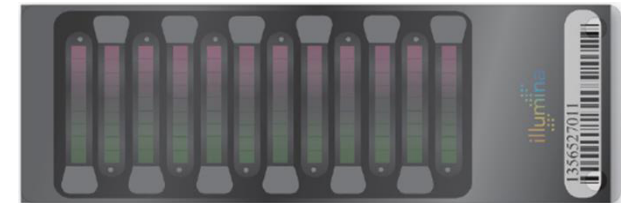
CTTAGCACACACACACACACACACACACAGCCATT

(CA)<sub>12</sub>

### Single Nucleotide Polymorphism (SNP)

TATTGAGGACTAATTGCCGTAGCCATT

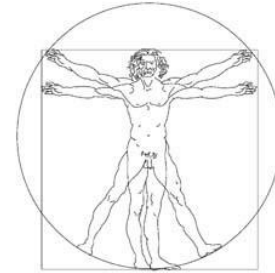
TATTGAGGACGAATTGCCGTAGCCATT



# Begriffsdefinitionen - Was ist Gesundheit ?

*Die Gesundheit ist zwar nicht alles,  
aber ohne Gesundheit ist alles nichts.*

Schopenhauer



- **Menschliche Gesundheit: Definition laut WHO**
  - Die Gesundheit ist ein Zustand des vollständigen körperlichen, geistigen und sozialen Wohlergehens und nicht nur das Fehlen von Krankheit oder Gebrechen.
  - Gesundheit ist die Fähigkeit und die Motivation, ein wirtschaftlich und sozial aktives Leben zu führen.
- **Tiergesundheit: Viele Definitionen und Implikationen**
  - SCHLEGEL (1999): Freiheit von Tierkrankheiten.
  - SMIDT (1996): Morphologisch-funktionelle Unversehrtheit; Fähigkeit zur physiologischen Kompensation von Belastungen.
  - „New Common Animal Health Strategy 2007-2013“ der EU: nicht nur Freiheit von Krankheiten, sondern auch Wohlergehen; Bedeutung für öffentliche Gesundheit und Lebensmittelsicherheit.
  - Tierschutz und wachsende gesellschaftliche Anforderungen.
  - Hohe ökonomische Relevanz.

**Warum damit  
beschäftigen?**



# Begriffsdefinitionen - Was ist Krankheit ?

*Es gibt 1000 Krankheiten,  
aber nur eine Gesundheit.*

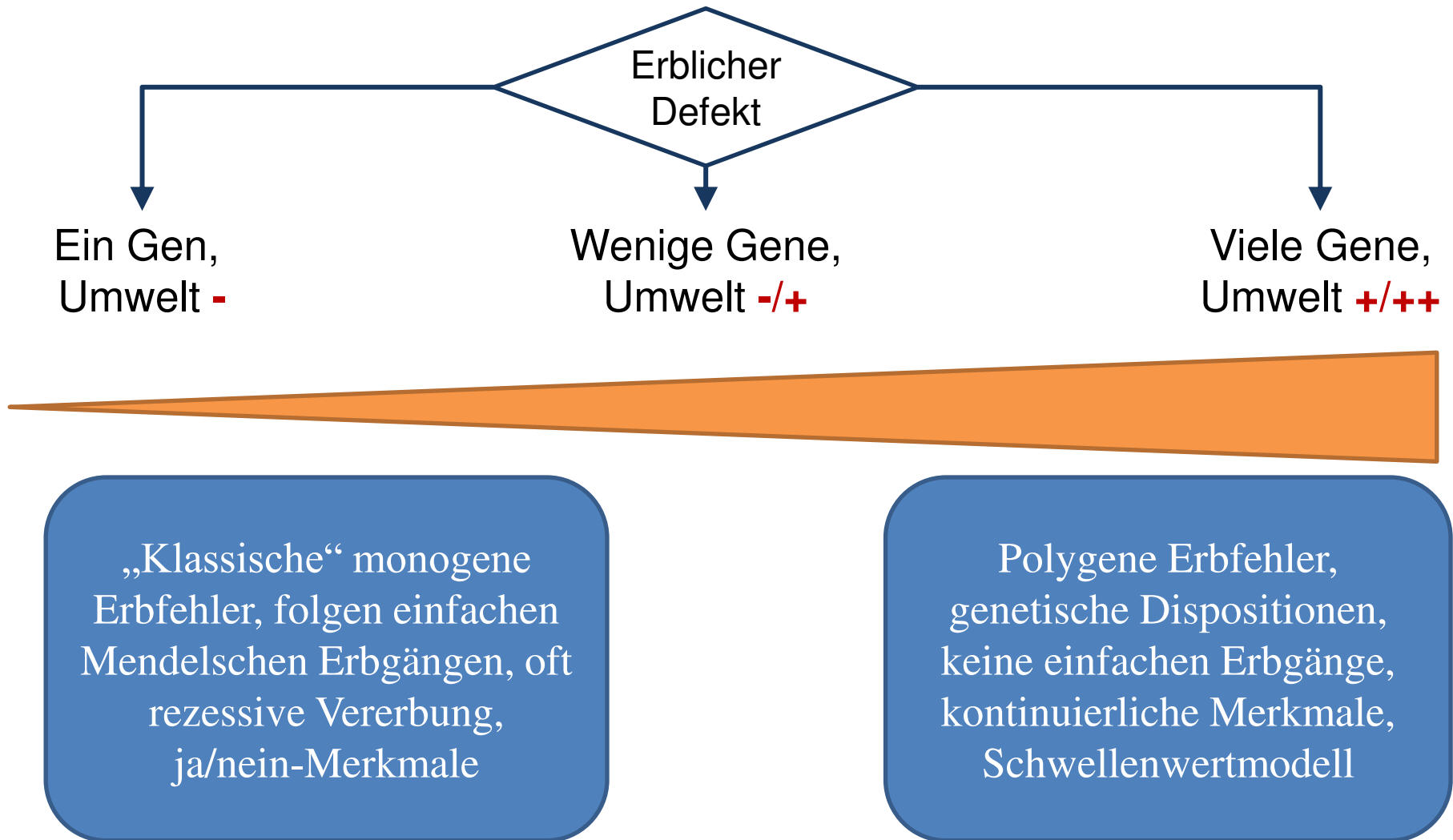
Schopenhauer



- **Definition in Abgrenzung zu Gesundheit**
  - Jede Störung von Lebensvorgängen, die den Gesamtorganismus oder seine Organe so verändert, dass das betroffene Individuum subjektiv, klinisch oder sozial hilfsbedürftig wird.
  - Störung der normalen Struktur oder Funktion eines Körperteils, Organs oder Organsystems.
  - Ergebnis der Einwirkung exogener Faktoren (Exposition) im Zusammenhang mit einer zeitweilig veränderten Anfälligkeit (Disposition) und Reaktionseigentümlichkeit (Konstitution) des Organismus.

→ Die Entstehung von Krankheit ist das Ergebnis des Wechselspiels zwischen externen Faktoren und individueller Anfälligkeit. Letztere ist in unterschiedlichem Ausmaß **genetisch** determiniert!

# Genetisch bedingte Krankheitsanfälligkeit



Maßzahl für die Stärke des genetischen Einflusses: **Erblichkeit ( $h^2$ )**



# Erbfehler – Versuch einer Definition

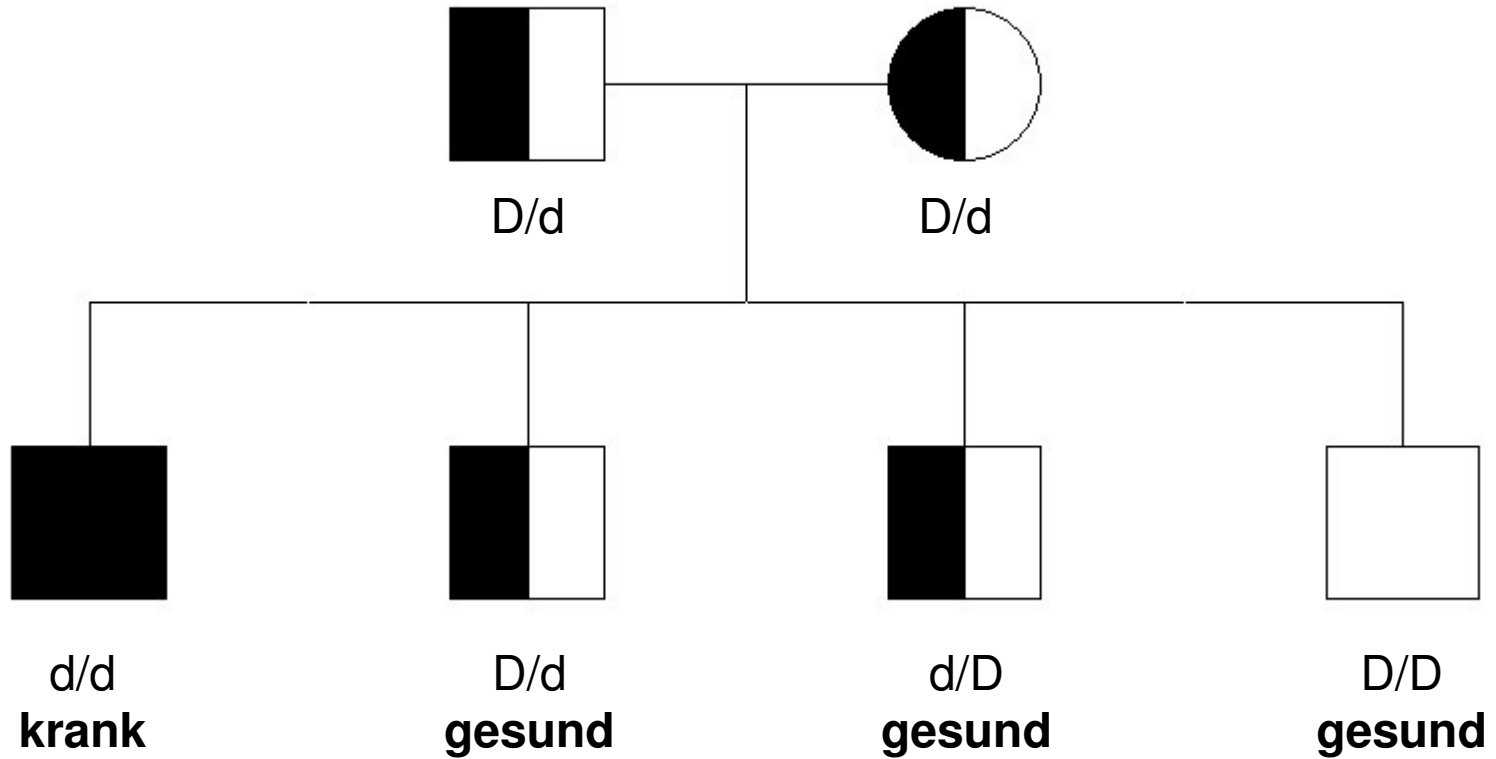
- Erbfehler = jede Abweichung von der phänotypischen Norm, die den Merkmalsträger in seiner **physischen oder psychischen Gesundheit belastet** und **erblichen** Ursprungs ist.
- §11b TSchG (Qualzuchtparagraph): Verbot der Züchtung von Wirbeltieren, wenn **damit gerechnet werden muss**, dass bei der Nachzucht **erblich** bedingt **Körperteile oder Organe** für den artgemäßen Gebrauch **fehlen oder untauglich oder umgestaltet** sind und hierdurch **Schmerzen, Leiden oder Schäden** auftreten (§ 11b Abs. 1 Nr.1 TSchG). Verbot erstreckt sich auch auf erblich bedingte **Verhaltensstörungen** und **Aggressionssteigerungen** (§ 11b Abs. 1 Nr. 2 TSchG).
- Erbfehler ≠ Kongenitale Anomalie / Missbildung
- Erbfehler vs. Genetische Disposition

Zwei Kriterien: Erblichkeit und „Beeinträchtigung“



# Erbfehler: Monogen rezessiver Erbgang

Beide Eltern Anlageträger!



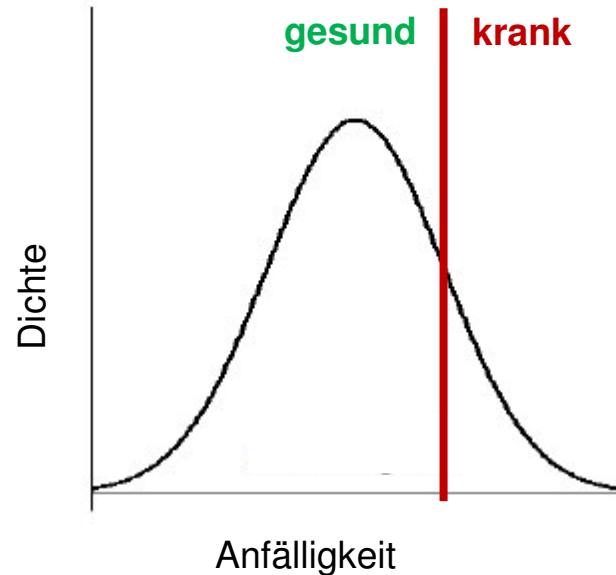
25% Merkmalsträger

50% Anlageträger

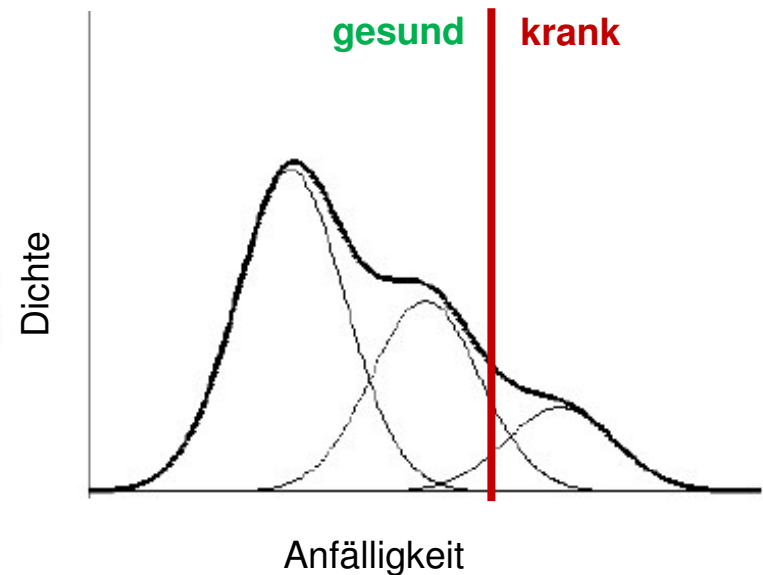
25% frei

# Komplexe Merkmale - Schwellenwertmodell

Polygenes Schwellenwertmodell



Schwellenwertmodell mit Hauptgeneinfluss



- Kontinuierlich verteilte Anfälligkeit (‘liability‘ = quantitatives Merkmal)  
→ ursächlich bedingt durch polygene Einflüsse (viele Gene mit kleinen Effekten) und Umwelt
- Genort mit Einfluss auf ein quantitatives Merkmal: QTL = quantitative trait locus
- Hauptgeneinfluss: Neben dem polygenen Effekt wirken ein oder mehrere Hauptgene mit größerem Effekt → Verteilung der Anfälligkeit = Summe der einzelnen Verteilungen
- Überschreiten eines gewissen Schwellenwertes führt zur Erkrankung



# Erbfehler und Prädispositionen beim Pferd



OMIA - ONLINE MENDELIAN INHERITANCE IN ANIMALS

OMIA FACULTY OF VETERINARY SCIENCE UNIVERSITY HOME CONTACTS

Enter search terms

SEARCH

<http://omia.angis.org.au>

	dog	cattle	cat	pig	sheep	horse	chicken	goat	rabbit	Japanese quail	golden hamster	Other	TOTAL
Total traits/disorders	<a href="#">651</a>	<a href="#">464</a>	<a href="#">318</a>	<a href="#">233</a>	<a href="#">233</a>	<a href="#">219</a>	<a href="#">210</a>	<a href="#">75</a>	<a href="#">64</a>	<a href="#">45</a>	<a href="#">40</a>	<a href="#">535</a>	3087
Mendelian trait/disorder	<a href="#">259</a>	<a href="#">200</a>	<a href="#">83</a>	<a href="#">54</a>	<a href="#">97</a>	<a href="#">45</a>	<a href="#">127</a>	<a href="#">14</a>	<a href="#">33</a>	<a href="#">33</a>	<a href="#">28</a>	<a href="#">170</a>	<a href="#">1143</a>
Mendelian trait/disorder; key mutation known	<a href="#">188</a>	<a href="#">101</a>	<a href="#">49</a>	<a href="#">26</a>	<a href="#">45</a>	<a href="#">32</a>	<a href="#">40</a>	<a href="#">9</a>	<a href="#">8</a>	<a href="#">10</a>	<a href="#">3</a>	<a href="#">77</a>	<a href="#">588</a>
Potential models for human disease	<a href="#">355</a>	<a href="#">167</a>	<a href="#">183</a>	<a href="#">90</a>	<a href="#">98</a>	<a href="#">117</a>	<a href="#">43</a>	<a href="#">31</a>	<a href="#">38</a>	<a href="#">13</a>	<a href="#">15</a>	<a href="#">279</a>	<a href="#">1429</a>

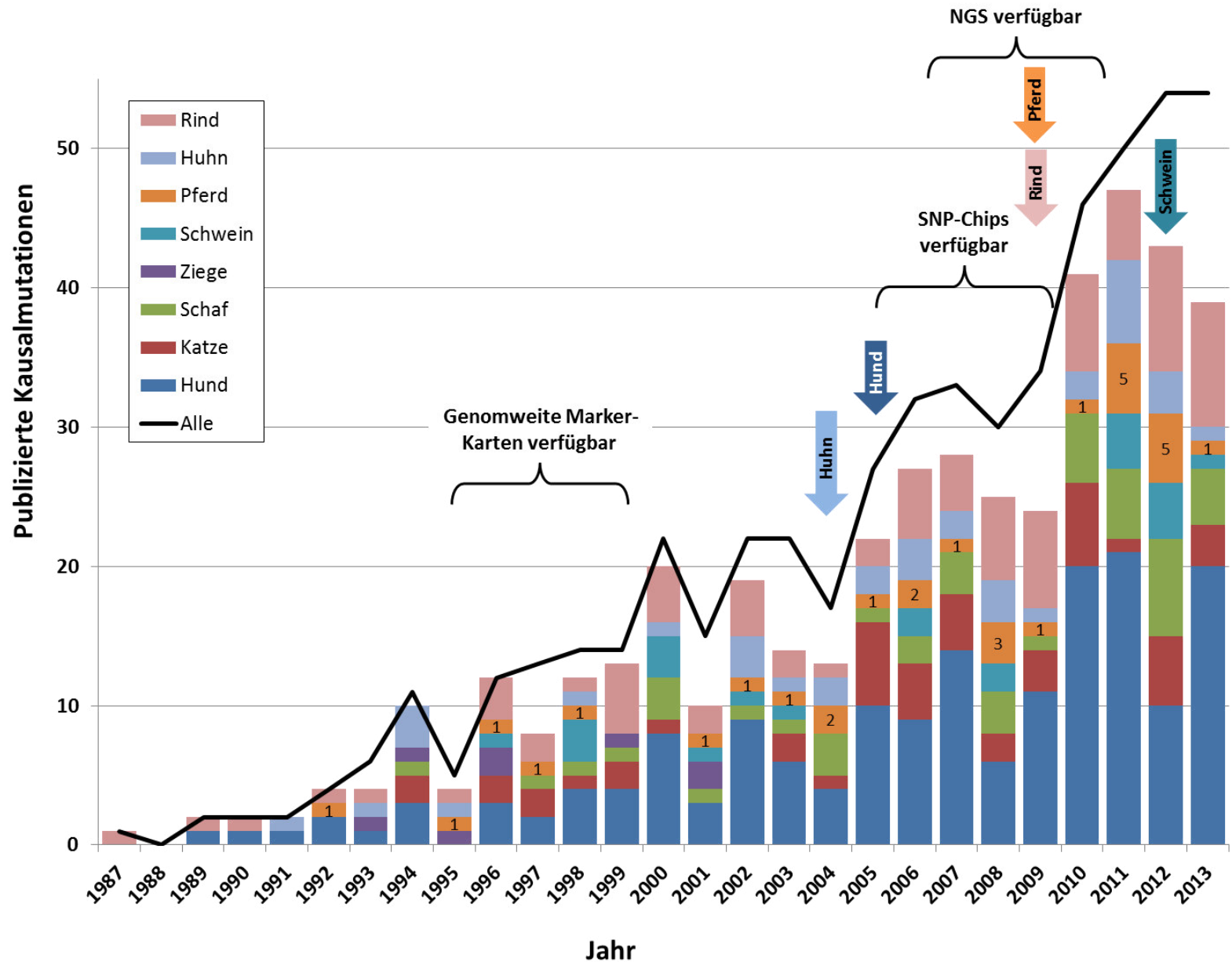
Stand März 2015:

~ 200 bekannte Defekte und Dispositionen

↳ davon ~ 35 mit einfacher Vererbung

↳ davon ~ 20 kausal aufgeklärt

# Erbfehler und Prädispositionen beim Pferd



## Hyperkaliämische Periodische Paralyse (HYPP)

- Anfälle von “kaliuminduzierter” Skelettmuskellähmung mit Muskelschwäche und –tremor, Laryngospasmus, Kollaps
- Defekt in Natriumkanälen führt zu einer Störung der Erregbarkeit der Muskulatur, Kaliumspiegel steigt erst sekundär
- Monogen autosomal (ko)dominant
- Betroffene Rasse: Quarterhorse
- Direkter Gentest seit 1992\*
- In den USA insgesamt etwa ~1,5%, aber 56% bei Halter-Pferden!\*\*
- Geht auf den Hengst Impressive zurück, auch als *Impressive-Syndrom* bekannt
- Vermutlich Anreicherung des Defektallels durch Selektion auf gute Bemuskelung
- Keine Eintragung homozygoter Pferde, Kennzeichnung für Heterozygote





## Polysaccharide Storage Myopathy (PSSM) - Verschlag, Tying-up -



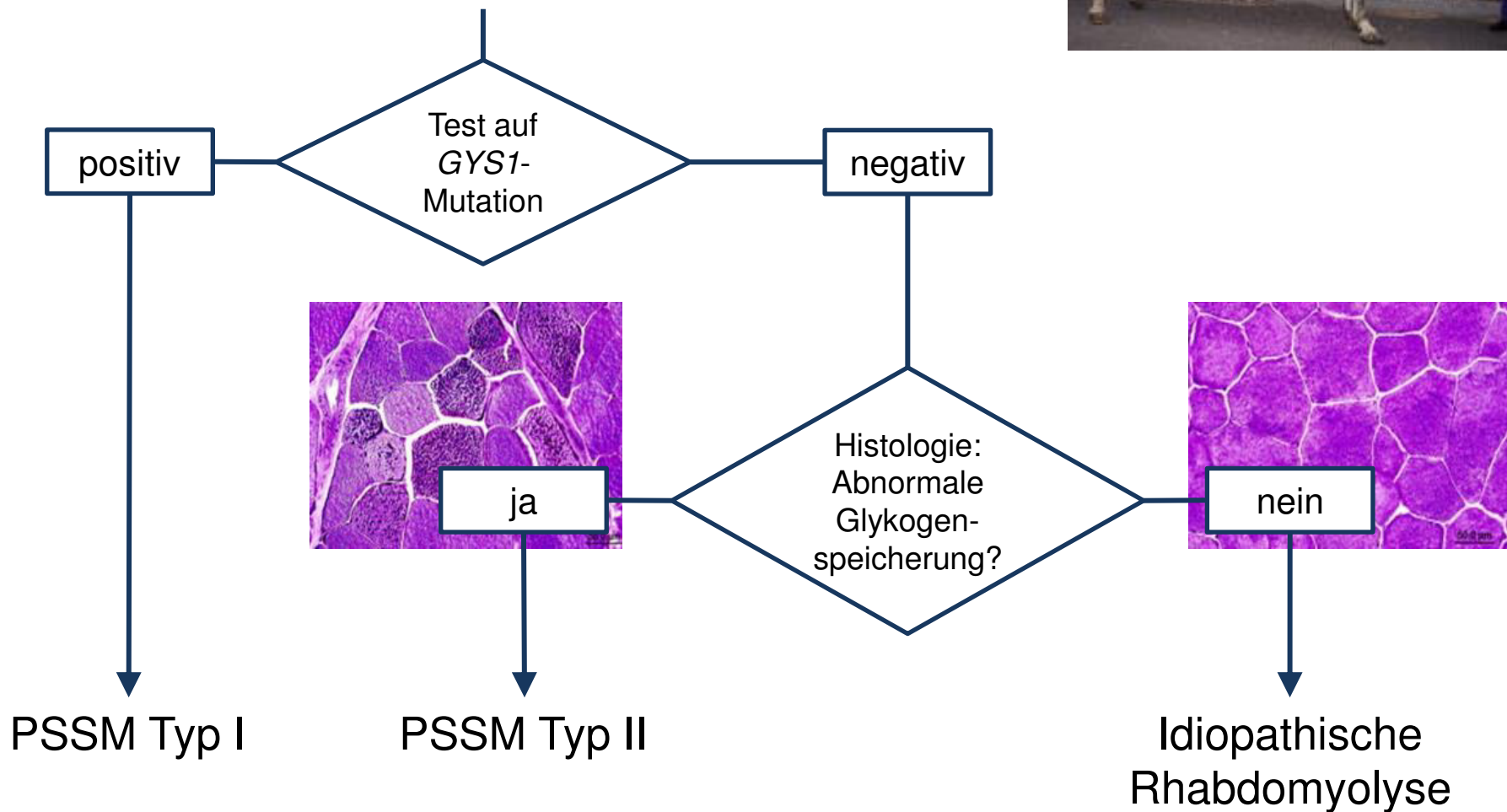
- Muskulatur verhärtet, Myoglobinurie, oft nach Ruhephasen (“*Montagsmorgen-Krankheit*”)
- Störung des Glykogenstoffwechsels (Glykogenose)
- Früher ging man von einer komplexen Vererbung aus
  - Zumindest ein Teil der Fälle ist auf eine Mutation der Glykogen-Synthase (*GYS1*) zurückzuführen → PSSM Typ I, monogen autosomal dominant
  - Beim Menschen sind mind. 10 verschiedenen Glykogenosen bekannt, die auf Defekte in unterschiedlichen Enzymen zurückzuführen sind
  - Mischung verschiedener monogener Erbgänge mit ähnlichem Phänotyp

# Monogene Erbfehler – PSSM Typ I

## Polysaccharide Storage Myopathy (PSSM) - Verschlag, Tying-up -

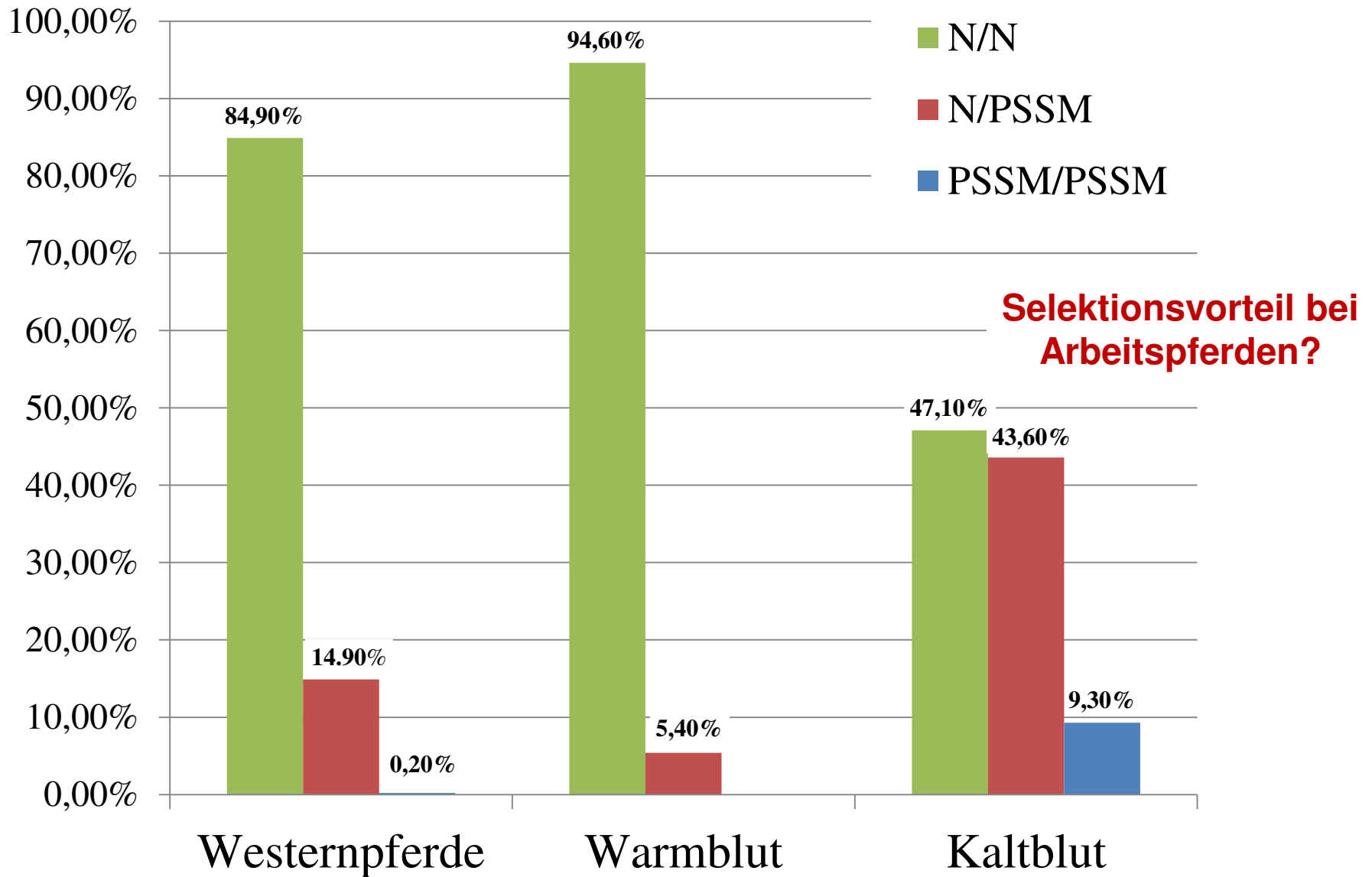


### Klinische Symptomatik





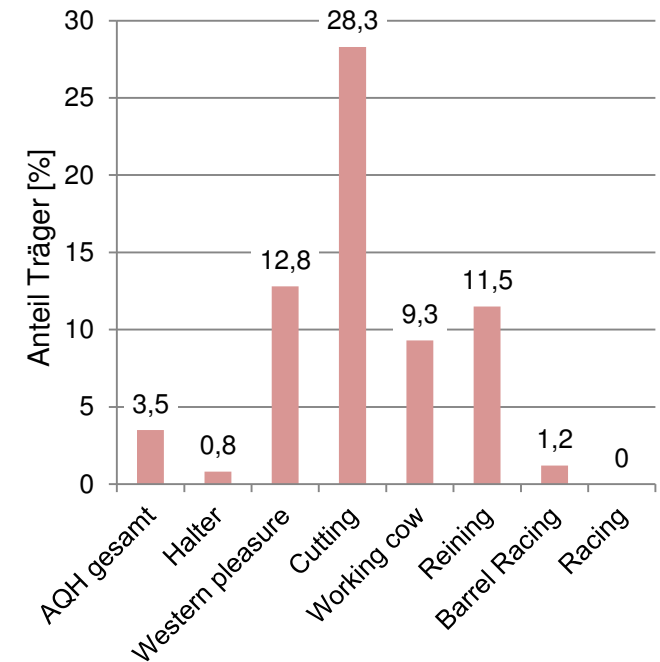
# Monogene Erbfehler – PSSM Typ I



## Hereditary Equine Regional Dermal Asthenia

- Störung der Kollagensynthese
- Kommt beim Quarter Horse vor
- Lose, sehr leicht verschiebbare Haut
- Verletzungen, Hämatome, gestörte Wundheilung, vornehmlich in der Sattellage
- Starke Ausprägung der Symptome ab etwa 1,5 Jahren, später i.d.R. Euthanasie
- Monogen autosomal rezessiv
- Direkter Gentest verfügbar\*

HERDA Trägerfrequenzen USA\*\*



## Warmblood Fragile Foal Syndrome (WFFS)

- Störung der Kollagensynthese
- Fragile und sehr leicht verletzbare Haut, überdehnbare Gelenke
- Fohlen müssen bald nach der Geburt euthanasiert werden
- Teilweise auch Aborte
- Monogen autosomal rezessiv
- Direkter Gentest verfügbar\*
- Zuerst beim Schweizer Warmblut entdeckt (HERDA-Symptome bei negativem Gentest!)
- Auch in Deutschen Warmblutpopulationen (Trägerfrequenz ~ 10%)!



Bildquelle: Labokin



Bildquelle: Labokin



Bildquelle: Labokin



# Monogene Erbfehler - HWSS

## Hufwand-Ablösung (Hoof Wall Separation Syndrome)

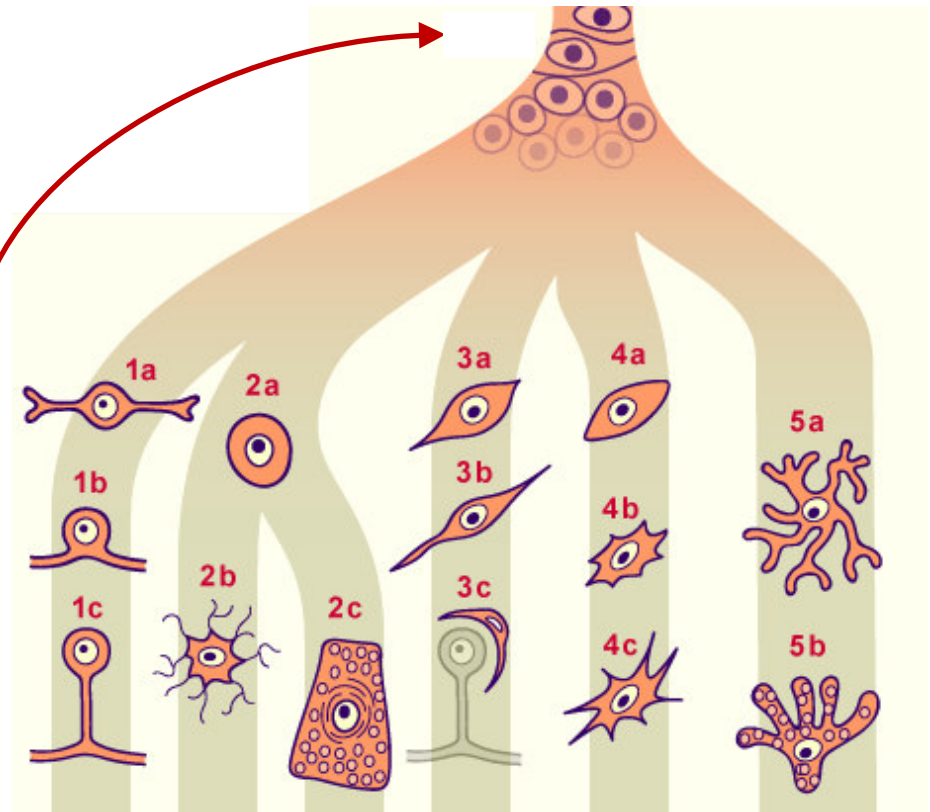
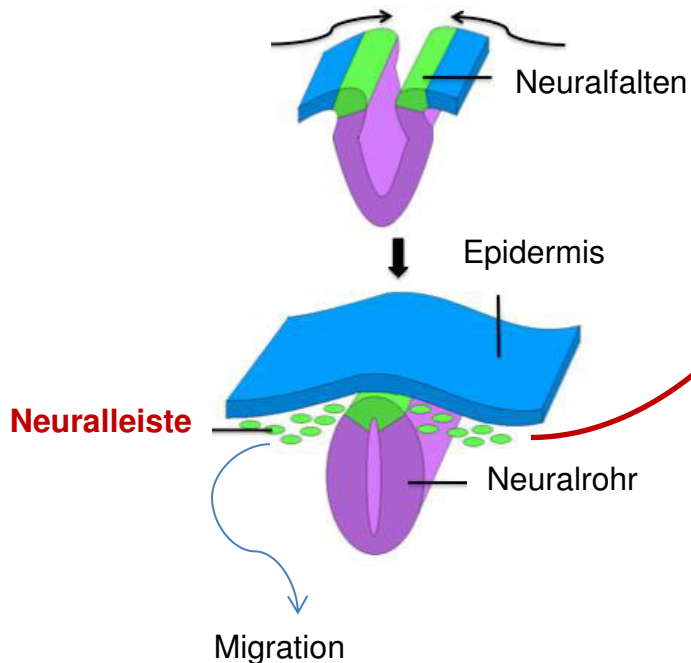
- Prinzipiell in allen Rassen vorkommend, auch als „Mäusefraß“ bezeichnet
- Besonderes Problem beim Connemara Pony: Schwere Ablösung beginnend innerhalb des ersten Lebensjahres
- Defekt der extrazellulären Matrix
- Bis vor kurzem als rein haltungs- / umweltbedingt angesehen
- Beim Connemara jedoch monogen autosomal rezessiv, eine einzelne Genomregion konnte identifiziert werden und ein Gentest befindet sich in der Entwicklung\*
- Situation in anderen Rassen?



# Monogene Erbfehler und Farbvererbung

Viele Defekte sind mit bestimmten Farbvarianten assoziiert: Letales Weißes Fohlen Syndrom, Lavender Foal Syndrome, Kongenitale Stationäre Nachtblindheit, Equine Multiple Kongenitale Okkuläre Anomalien....**Warum?**





**Die Ursache liegt in der Neuralleiste**



Nervenzellen des PNS / Ganglienzellen (1c), endokrine Zellen (2c) (Nebennierenmark), Schwanzzellen (3c), Pigmentzellen (5b)

## Letales Weißes Fohlen Syndrom (LWFS)

- Klinisches Bild: weiße oder fast weiße Fohlen mit blauen Augen, Koliksymptome, kein Kotabsatz, Aufblähen des Bauches, Megacolon, Tod innerhalb weniger Tage nach der Geburt
- Ursache: Mutation im Endothelin B Rezeptor Gen führt zu einem Defekt an Darmnerven- und Pigmentzellen → Weiße Farbe und Lähmung des Dickdarmes
- Vererbung autosomal rezessiv, heterozygote Tiere sind Frame-Schecken

	Frame-Allel	Wildtyp-Allel
Frame-Allel		
Wildtyp-Allel		



# Monogene Erbfehler – Beispiele bei Friesen

## Zergwuchs ← Markertest vorhanden und vorgeschrieben

- Verschiedene Formen beim Pferd, bei Friesen schon lange bekannt, Häufigkeit: 1/400
- Um 25% verkürzte Gliedmaßen, um 50% verringertes Gewicht
- Rippen und Gliedmaßen wachsen verzögert, Kopf und Rücken normal, Gelenke sehr dehnbar
- Verknöcherungsstörung (Osteochondrodysplasie)

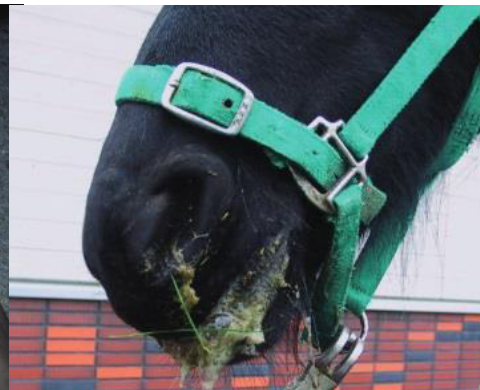
## ⇒ Wasserkopf (Hydrocephalus)

- Beim Pferd prinzipiell ungewöhnlich, bei Friesen aber etwa 1/400
- Chondrodysplastische Missbildung des Felsenbeines

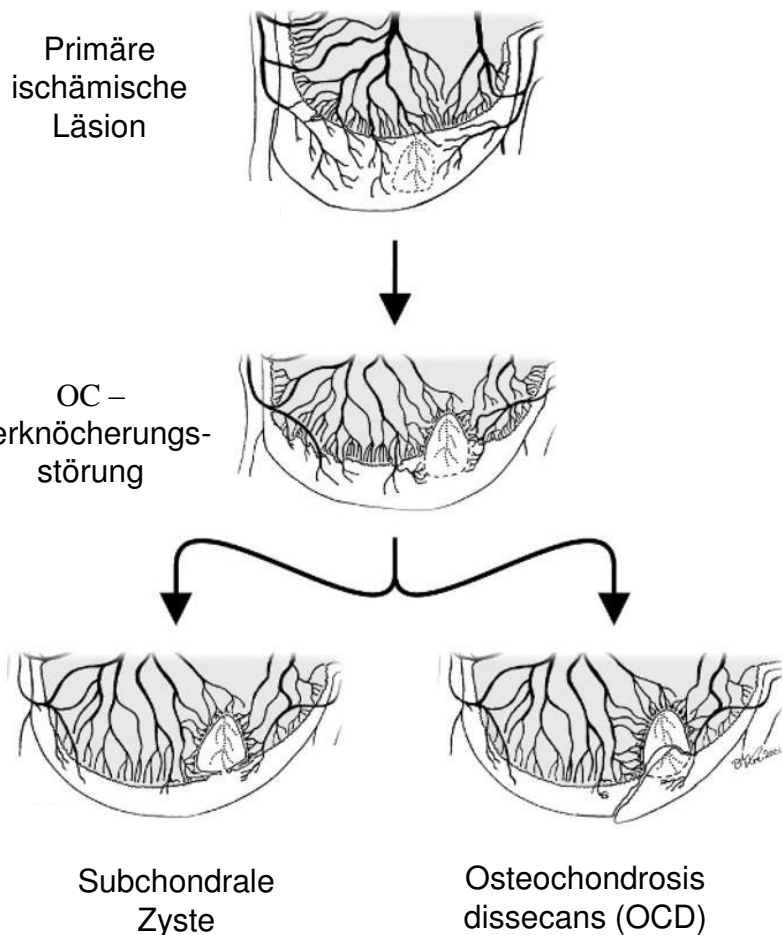
## Megaoesophagus

- Störung der Speiseröhrenfunktion

## Weitere...



## Osteochondrose (OC)



- Häufige Gelenkerkrankung bei jungen Pferden
  - Prävalenzen von ~10% bis ~ 60% beschrieben
- Hoher Einfluss auf die zukünftige Verwendung. Wertverlust allein durch Röntgenbefund
- Fokale Störung der enchondralen Ossifikation
- Osteochondrosis dissecans (OCD): Chip
- An bestimmten Prädilektionsstellen, Einheitliche Definition des Phänotyps?
- Multifaktoriell: Genetik, schnelles Wachstum, anatomische Gegebenheiten, Trauma, diätetische Imbalancen....
  - Erbllichkeiten bis etwa 0,5 beschrieben

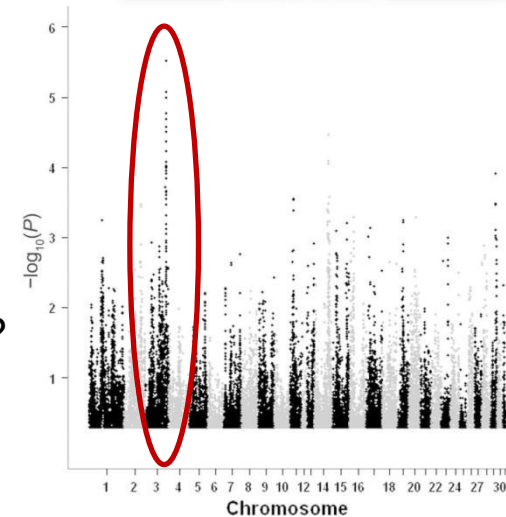
## Kartierung von Merkmalsgenorten (QTL)

- Verschiedene Studien kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen!
  - QTL auf >20 Chromosomen (Distl, 2013)
  - Hoher Einfluss von Merkmalsdefinition, Verfügbarkeit verlässlicher Phänotypen und Studiendesign!



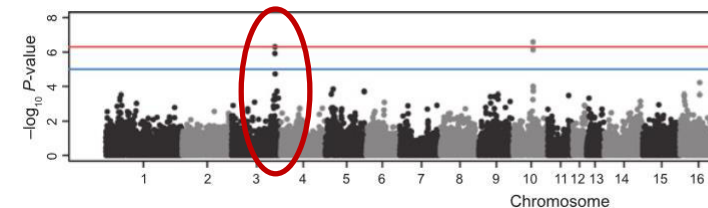
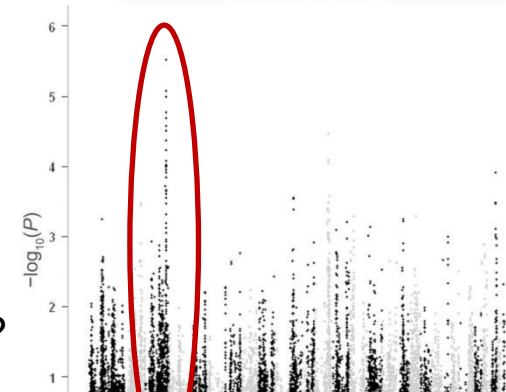
## Kartierung von Merkmalsgenorten (QTL)

- Verschiedene Studien kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen!
  - QTL auf >20 Chromosomen (Distl, 2013)
  - Hoher Einfluss von Merkmalsdefinition, Verfügbarkeit verlässlicher Phänotypen und Studiendesign!
- **Beispiele...**
  - Teyssède et al., 2012: QTL für OC im Sprunggelenk bei Franz. Trabern, wenig / keine Übereinstimmung zwischen Lokalisationen bzw. Gelenken, aber Beziehung zu Stockmaß?



## Kartierung von Merkmalsgenorten (QTL)

- Verschiedene Studien kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen!
  - QTL auf >20 Chromosomen (Distl, 2013)
  - Hoher Einfluss von Merkmalsdefinition, Verfügbarkeit verlässlicher Phänotypen und Studiendesign!
- **Beispiele...**
  - Teyssède et al., 2012: QTL für OC im Sprunggelenk bei Franz. Trabern, wenig / keine Übereinstimmung zwischen Lokalisationen bzw. Gelenken, aber Beziehung zu Stockmaß?
  - Orr et a. 2013: Auch ein QTL im Bereich eines bekannten QTL für Stockmaß (Ndl. Wb)



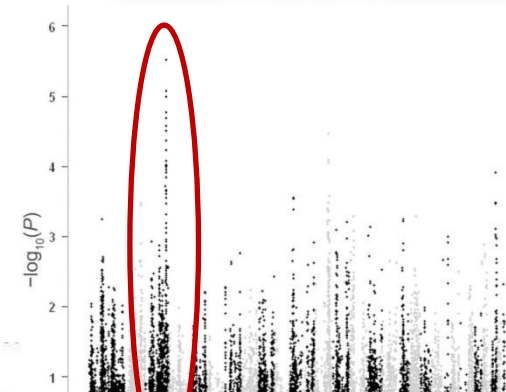
## Kartierung von Merkmalsgenorten (QTL)

- Verschiedene Studien kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen!
  - QTL auf >20 Chromosomen (Distl, 2013)
  - Hoher Einfluss von Merkmalsdefinition, Verfügbarkeit verlässlicher Phänotypen und Studiendesign!

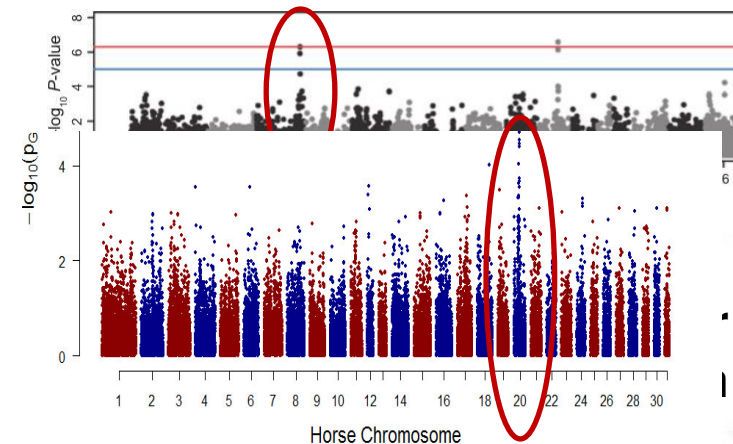


- **Beispiele...**

- Teyssède et al., 2012: QTL für OC im Sprunggelenk bei Franz. Trabern, wenig / keine Übereinstimmung zwischen Lokalisationen bzw. Gelenken, aber Beziehung zu Stockmaß



- Orr et al. 2013: Auch ein QTL im Bereich eines bekannten QTL für Stockmaß (Ndl. Wb)



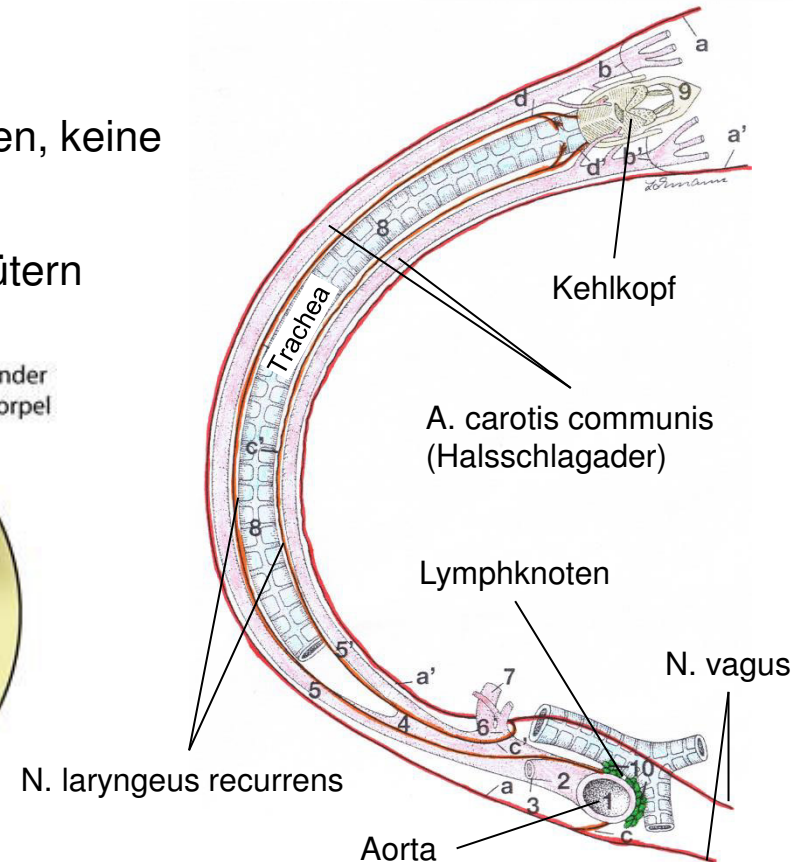
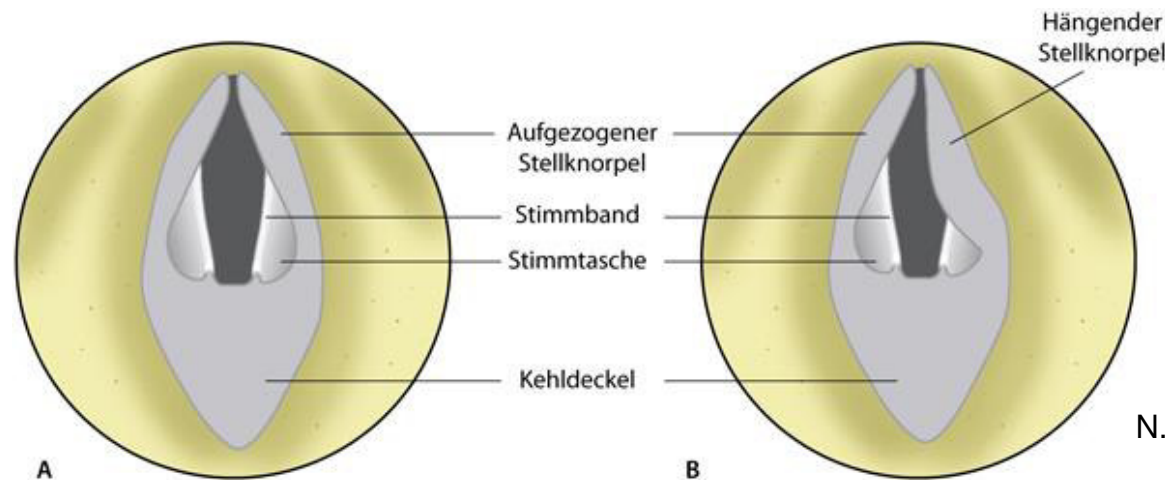
- Tetens et al., 2011: „Allgemeiner“ QTL für osteochondrale Fragmente in der Zehe (!) bei Dt. Warmblut

## Kehlkopf Pfeifen

- Halbseitige Kehlkopflähmung durch Schädigung des *N. laryngeus recurrens*, meist auf der linken Seite (Längster Nerv!)
- Spezifische Mononeuropathie
- Ätiologie: unklar, aber familiäre Häufung; Größenabhängig
- **QTL-Kartierung**
  - Dupois *et al.* 2011: Nur suggestive Assoziationen, keine klaren Ergebnisse über Rassen hinweg
  - Boyko *et al.* 2014: Beste Assoziation bei Vollblütern im Bereich eines wichtigen QTL für Stockmaß

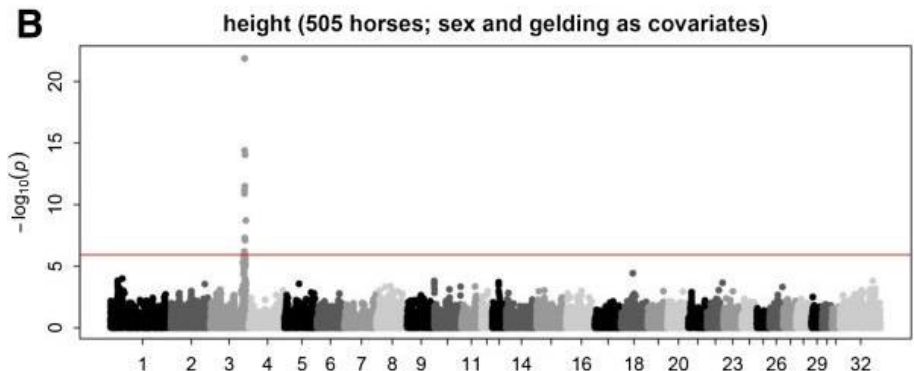
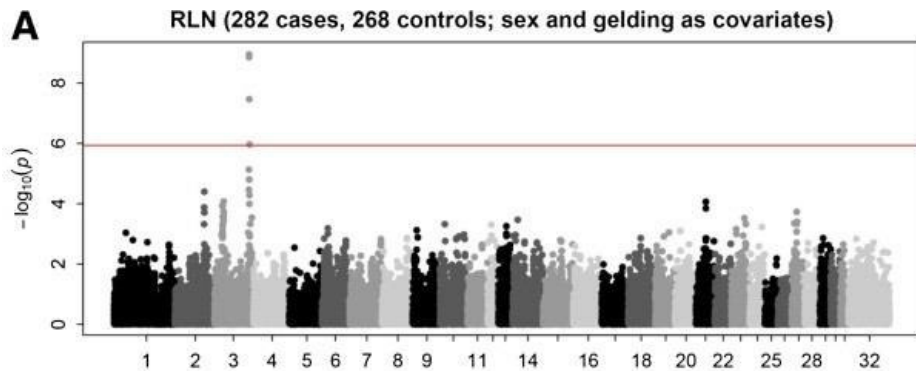


Kehlkopf Pfeifen



## Kehlkopf Pfeifen

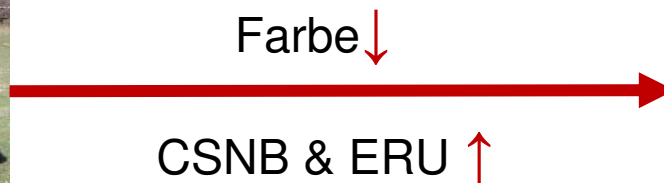
- Halbseitige Kehlkopflähmung durch Schädigung des *N. laryngeus recurrens*, meist auf der linken Seite (Längster Nerv!)
- Spezifische Mononeuropathie
- Ätiologie: unklar, aber familiäre Häufung; Größenabhängig
- **QTL-Kartierung**
  - Dupuis *et al.* 2011: Nur suggestive Assoziationen, keine klaren Ergebnisse über Rassen hinweg
  - Boyko *et al.* 2014: Beste Assoziation bei Vollblütern im Bereich eines wichtigen QTL für Stockmaß





## Periodische Augenentzündung (Equine Rezidivierende Uveitis)

- Wiederkehrende autoimmune Augenentzündung mit schweren Folgeschäden
- Zusammenhang mit Leptospireninfektion
- Häufige Erkrankung (~10%) und häufigster Grund für Erblindung bei Pferden
- In UK 40 Jahre nach Zuchtausschluss betroffener Hengste selten geworden
- Neuere Studien deuten auf genetische Variation bestimmter Interleukin-Gene mit einem Einfluss auf die Anfälligkeit hin
- Besonderes Problem beim Appaloosa → hier genetische Hinweise auf eine Beteiligung Equiner Leukozytenantigene und des Leopard-Genortes & CSNB

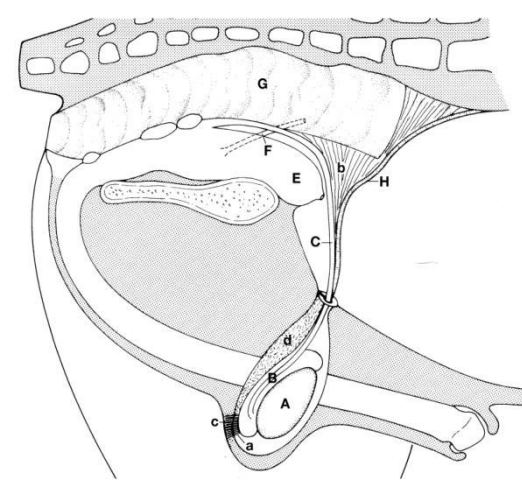
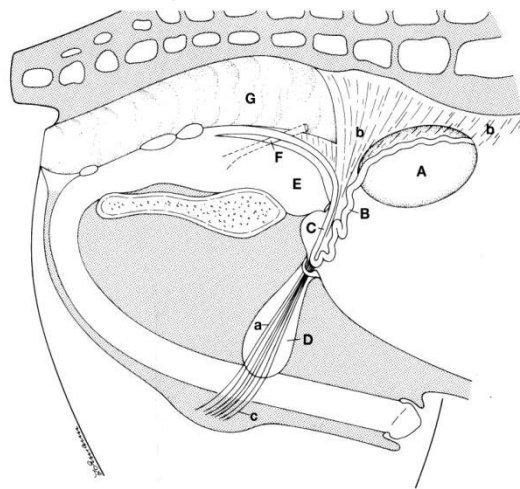
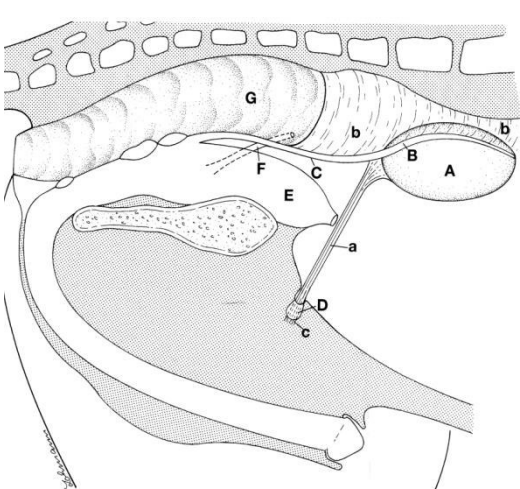


## Kryptorchismus

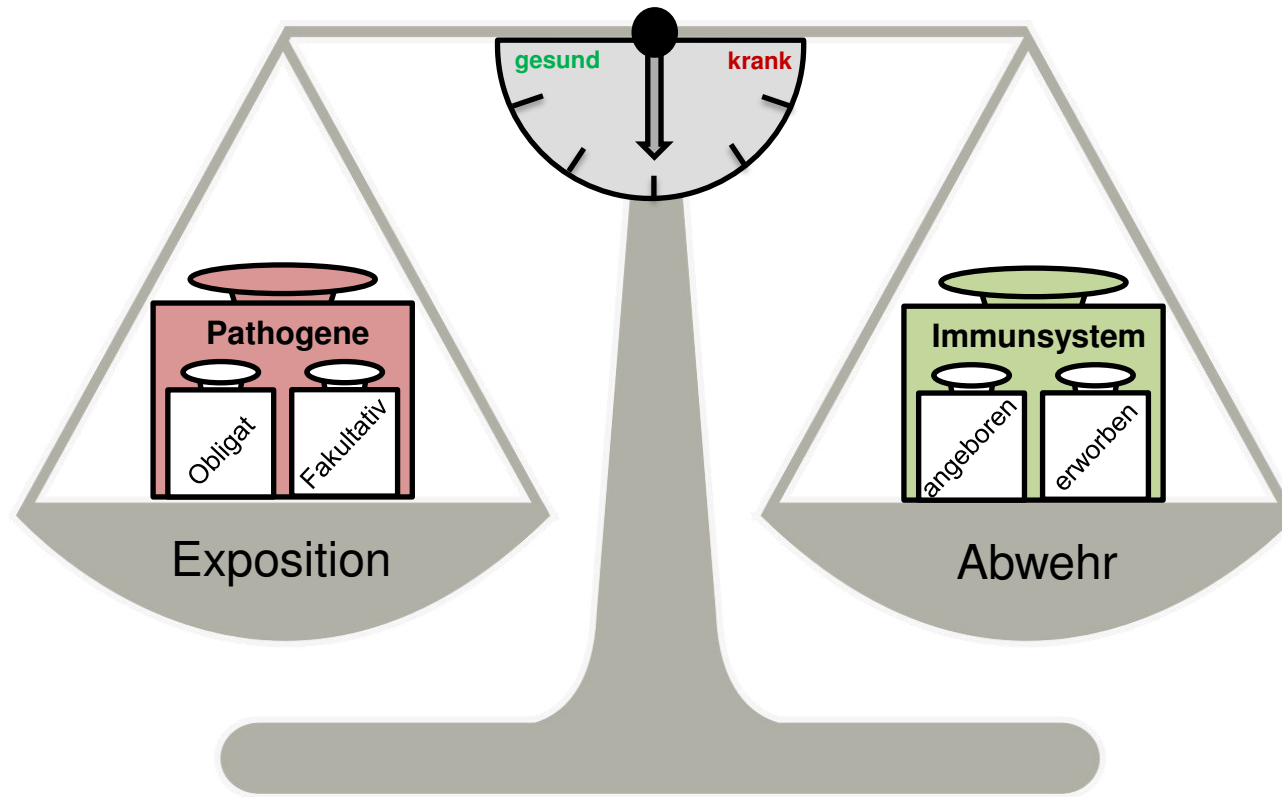
- Malescensus testis → Ausbleibender Hodenabstieg
- Ein- oder beidsseitig, Infertilität
- Unterschiedliche Lagen: inguinal / abdominal
- Probleme im Zusammenhang mit der Kastration  
→ „Klopphengst oder Wallach?“, hCG-Stimulationstest
- Beim Isländer wurde die Erblichkeit für die Anfälligkeit auf 0,45 geschätzt\*



Kryptorchismus



## Infektionen: Erreger vs. Immunsystem

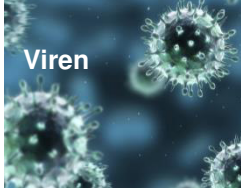


### • Pathogene Erreger

- Obligat: Infektion bedingt Erkrankung, „klassische“ Infektionserreger
- Fakultativ: M. o. w. ubiquitäre Keime, Faktorenkrankheiten

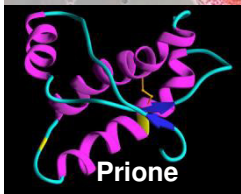
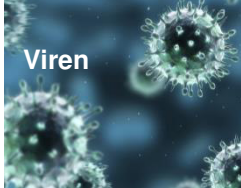
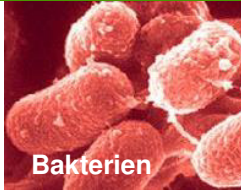
### • Immunsystem

- Angeboren: unspezifisch
- Erworben: spezifisch



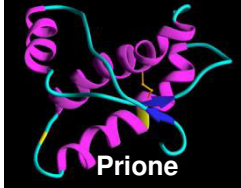
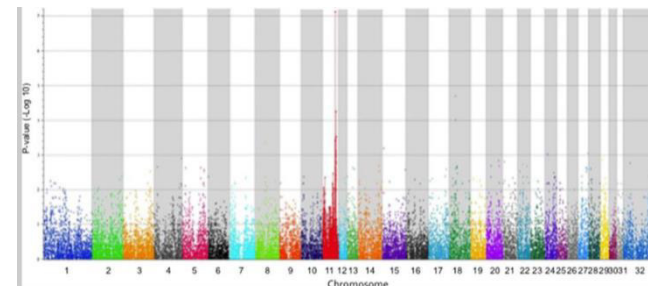
## Zucht auf Infektionsresistenz?

- Hohe gesellschaftliche Relevanz
  - Ökonomie: Direkte und indirekte Kosten
  - Tierschutz
  - Verbraucherschutz: Zoonosen, Antibiotikaeinsatz, (Lebensmittelinfektionen)
- Genetische Variation existiert für viele Erkrankungen
- Aber: In der Vergangenheit Selektion auf andere Merkmale und „Maskierung“ des Zielmerkmals durch Medikamenteneinsatz
- Problematisch: Merkmalsdefinition
  - Ja-Nein-Merkmal? Schweregrad? Infektionsversuche? Gesetzliche Regelungen?
  - Viele Zielerkrankungen sind multifaktorielle Faktorenkrankheiten und werden von verschiedenen Erregern verursacht (Bestes Beispiel: Mastitis)
- Größte Hürde: Datenerfassung!



## Es gibt ein paar Beispiele...

- **Resistenz gegen Strongyloideninfestationen**
  - Relevanz: Zunehmende Anthelminthikaresistenzen
  - Immunsystem oder Verhalten?
  - Schwieriges Hilfsmerkmal: Eiausscheidung
  - Kornaś et al. 2015: Erblichkeit bei jungen Arabern nur 0,04, bei Adulten aber 0,21 ?!
- **Resistenz gegen Equine Virus Arteritis (EVA)**
  - Meldepflichtig, hohe Relevanz insb. für EU-Deckstationen
  - Asymptomatisch oder grippeähnlich, aber Aborte
  - Go et al. 2011: CD3<sup>+</sup> T Lymphozyten-Populationen von resistenten und empfänglichen Pferden sind zytometrisch unterscheidbar
  - Genetische Basis nachgewiesen!



## Warum züchterisch mit Gesundheitsmerkmalen beschäftigen?

- Hohe ökonomische Relevanz
  - Direkte Kosten durch die Behandlung, Totalausfälle
  - Indirekte Kosten / Folgekosten: verminderte Leistungsfähigkeit, Wertverlust, Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit
- Tierschutz, Tierwohl und gesetzliche Vorgaben
- Verbraucherinteressen (Antibiotikaeinsatz, Zoonosen, evtl. Lebensmittelsicherheit)
- Inhärente ethische Verantwortung und Bestreben des Züchters, gesunde und leistungsfähige Tiere hervorzubringen!

**Hohe politische Priorität!**  
**Hohes öffentliches Interesse!**

## ...und warum genomische Forschung?

- Natürlich: Genomische Selektion
- Zusammenhänge verstehen
- Entwicklung von Gentests
- Modellcharakter

## Quo vadis?

- In vielen Pferdepopulationen bisher kaum oder nur fokussierte Aktivitäten
- Angst vor den Kosten der Datenerfassung und züchterischen Umsetzung?
- Erbfehler: Angst vor Stigmatisierung und Imageschäden und resultierenden finanziellen Einbußen → Vogel-Strauß-Taktik
- Bislang Selektion auf Gesundheit indirekt über Exterieur- und Leistungsmerkmale, genetische Korrelationen zu Zielmerkmalen allerdings gering.
- Neue Technologien der Genomanalyse sind effiziente Werkzeuge zur Aufklärung und ermöglichen differenzierte Selektionsstrategien, ABER...



**...ohne die flächendeckende Erfassung und zentrale Speicherung von Gesundheits- und Fruchtbarkeitsdaten geht es nicht!**



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

