



Nindorfer Fortbildungstag  
in Nindorf am 13. Juni 2025

## Genetische Dispositionen und züchterische Möglichkeiten der Beeinflussung von Gesundheitsmerkmalen

Kathrin F. Stock

Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w. V. (vit), Verden

### Übersicht

- ❖ Einordnung und Bestandsaufnahme
  - ◆ Pferdegesundheit
  - ◆ Genetik und Genomik
- ❖ Entwicklungen
  - ◆ Wunsch und Wirklichkeit
  - ◆ Anknüpfungspunkte für Ausbau und Weiterentwicklung
- ❖ Schlussfolgerung und Perspektiven



# Universalthema Pferdegesundheit

- Pferdetypen und -rassen
- Pferdezüchter und -halter
- Einsatzbereiche von Pferden



# Universalthema Pferdegesundheit ↔ Zucht

- Pferdetypen und -rassen
- Pferdezüchter und -halter
- Einsatzbereiche von Pferden
- **Warmblut- / Reitpferdezucht?**





# Universalthema Pferdegesundheit ↔ Zucht II

- Pferdetypen und -rassen
- Pferdezüchter und -halter
- Einsatzbereiche von Pferden
- Warmblut- / Reitpferdezucht?

03/2023 ReiterRevue  
In der Diskussion: **Pferdezucht auf Kosten der Gesundheit?**



05/2025 Cavallo  
**Risiken der heutigen Pferdezucht: Züchten wir kranke Pferde?**  
Die moderne Pferdezucht macht unsere Vierbeiner leichttrittiger, beweglicher, spektakulärer – und anfälliger für Erkrankungen? Was an diesen Eindrücken dran ist, wo die Gefahren der heutigen Zucht liegen und wo diese dringend gegensteuern müsste.

Zuchtziele      Langlebigkeit      Stabilität  
Leistungsanforderungen      "Schadgenetik"

02/2024 Cavallo  
**Moderne Pferdezucht: Klasse oder krank?**



# Rolle der Zucht ("genetische Disposition") I

- Gesundheit als von vielen Faktoren beeinflusstes Gleichgewicht
- Gesundheitsstörungen / Erkrankungen
  - teils ein spezifischer Auslöser (monokausal)
  - häufig mehrere mögliche Auslöser und Einflussfaktoren (**multifaktoriell**)

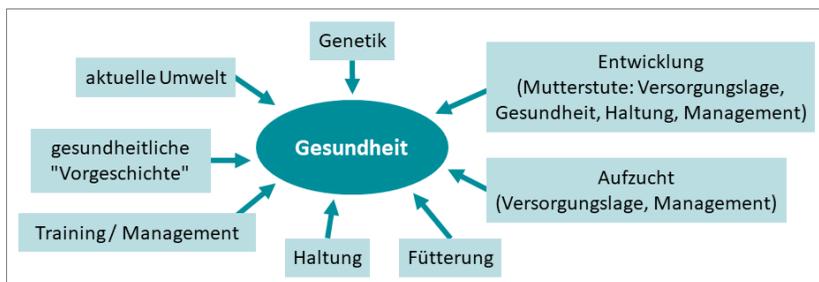


Illustration der Vielschichtigkeit des Themenkomplexes Gesundheit: Genetik ist ein möglicher Faktor unter vielen

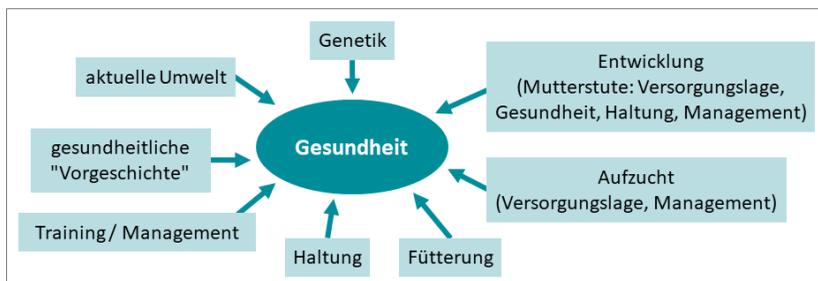
## Rolle der Zucht ("genetische Disposition")

- Gesundheit als von vielen Faktoren beeinflusstes Gleichgewicht
- Gesundheitsstörungen / Erkrankungen
  - teils ein spezifischer Auslöser (monokausal)
  - häufig mehrere mögliche Auslöser und Einflussfaktoren (**multifaktoriell**)
  - selten ein Gen (monogen) oder wenige Gene (oligogen) als wesentliche Ursache, häufiger Beeinflussung durch viele, teils wechselwirkende Gene (**polygen**)

Beispiele für monogene Erbkrankheiten:  
 (W)FFS, CA, SCID, HYPP, PSSM1  
 → rassespezifische Pflichttests,  
 ggf. züchterische Reglementierung  
 (Selektion, Anpaarung)

Beispiele für polygene Erkrankungen:  
 OC(D), equines Asthma, Vorhofflimmern  
 → ?

Illustration der Vielschichtigkeit  
 des Themenkomplexes Gesundheit:  
 Genetik ist ein möglicher Faktor unter vielen



## Genetische Parameter und ihre Interpretation

### Heritabilität ( $h^2$ )

- Maß für die relative Bedeutung genetischer Faktoren für die Merkmalsausprägung → Zuchtstrategien

**VORSICHT** Gefahr der Über- bzw. Fehlinterpretation von "Datenpunkten" (Einzelpferd, Einzelbefund, ...)!  
**VORSICHT** mit Pauschalforderungen ("züchterische Maßnahmen")

**Phänotyp**  
 (= was man sieht, d.h. Merkmalsausprägung)

= **Genotyp**  
 (= was zugrunde liegt, an Nachkommen weitergegeben wird und züchterisch nutzbar ist)



+ **Umwelt**  
 (= was die Merkmalsausprägung beeinflusst)

+ **Fehler**

## Genetische Parameter und ihre Interpretation II

### Heritabilität ( $h^2$ )

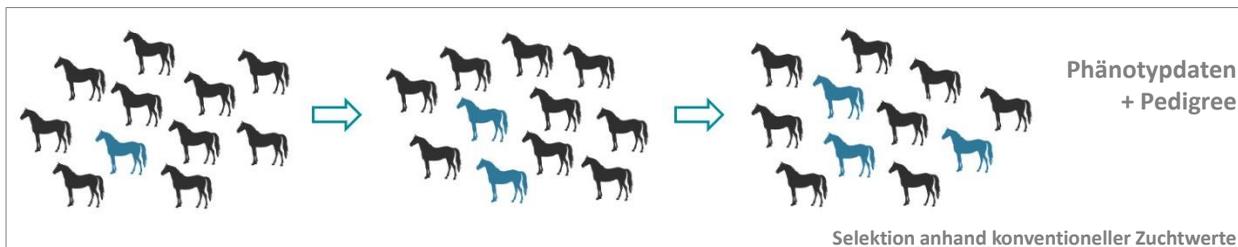
- Maß für die relative Bedeutung genetischer Faktoren für die Merkmalsausprägung → Zuchtstrategien
- "schwierige" Merkmale ( $h^2 \downarrow$ , aufwändige Datenerhebung) → Effizienz der Selektion nach Phänotyp  $\downarrow$ , erforderliche Datengrundlage für zuverlässige Aussagen  $\uparrow$ , Stellenwert leistungsfähiger Auswertungsverfahren  $\uparrow$



Heritabilität	Beispiel-Merkmale	Methodischer Ansatz
hoch	grundlegende morphologische Aspekte wie Größe (Widerristhöhe) mit $h^2 \approx 0,45-0,55$	einfach (z.B. Phänotyp)
moderat	Exterieur- und einige Leistungsmerkmale wie bestimmte Bewegungsaspekte mit $h^2 \approx 0,20-0,35$	relativ einfach (z.B. konventionelle Zuchtwertschätzung)
niedrig	wichtige Leistungsmerkmale, Verhalten, Gesundheitsmerkmale mit $h^2 \approx 0,10$ oder weniger	kompliziert (z.B. genomische Zuchtwertschätzung)

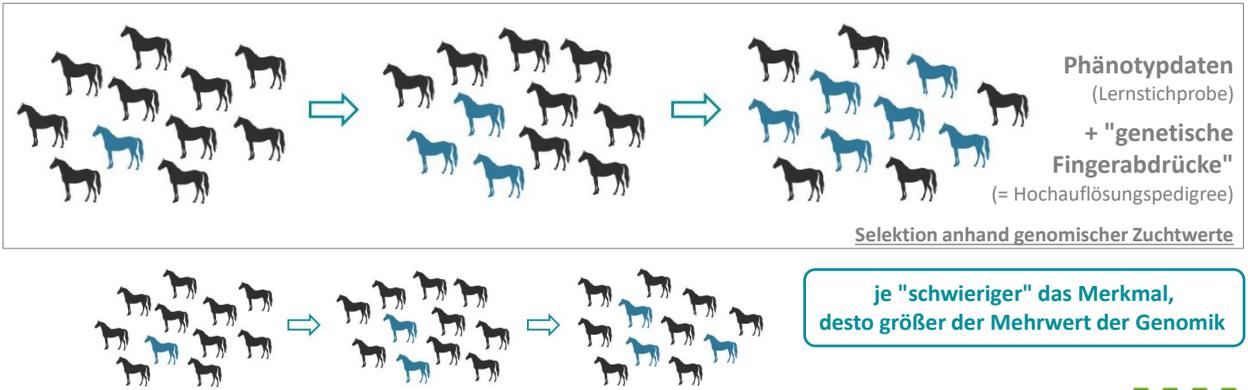
## Genetik → Genomik I

- Zuchtzielmerkmale mit teils niedrigen Heritabilitäten ( $h^2$ )
- Ausgleich einer im Hinblick auf die Vererbung begrenzten Aussagekraft einzelner Phänotypen durch genetisch-statistische Datenanalyseverfahren: **Zuchtwertschätzung**

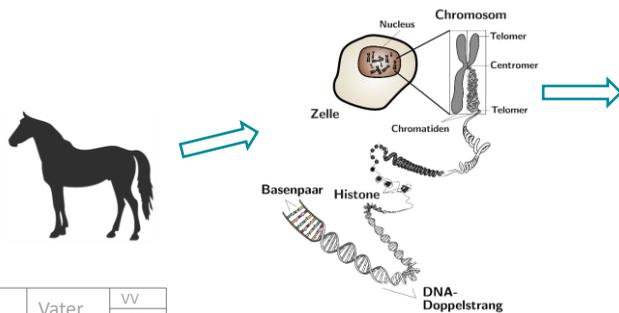


# Genetik → Genomik II

- Zuchtzielmerkmale mit teils niedrigen Heritabilitäten ( $h^2$ )
- Ausgleich einer im Hinblick auf die Vererbung begrenzten Aussagekraft einzelner Phänotypen durch genetisch-statistische Datenanalyseverfahren: **Zuchtwertschätzung**



# Mehrwert der Genomik I



Tier	Vater	VV
		VM
	Mutter	MV
		MM



## "genetischer Fingerabdruck"

- individuelle Charakterisierung mittels genetischer Marker (Single Nucleotide Polymorphisms, SNPs)
- Datenanalyse (Interpretation von Verteilungsähnlichkeiten / -unterschieden) als zentrales Element genomisch unterstützter Zuchtverfahren



# Mehrwert der Genomik II



Quelle: www.illumina.com

## SNP-Chip

- 1 Laboranalyse ("SNP-Genotypisierung")
- 96 Proben (Pferde) pro Platte
- 86.138 Marker pro Probe
- > 4,1 Mio. "Buchstaben"

## "genetischer Fingerabdruck"

- individuelle Charakterisierung mittels genetischer Marker (Single Nucleotide Polymorphisms, SNPs)
- Datenanalyse (Interpretation von Verteilungsähnlichkeiten / -unterschieden) als zentrales Element genomisch unterstützter Zuchtverfahren



Tier	Vater	VV
		VM
Mutter	MV	
		MM



## Genomische Selektion

# SNP-Genotypdaten – Basis der modernen Tierzucht

## Grundprinzip Genomische Zuchtwertschätzung

### Entwicklung:

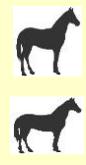
- Pferde mit SNP-Genotypdaten + Daten zur Zielgröße (z.B. Größe / Stockmaß)
- Nutzung dieser "Lernstichprobe" zum Anlernen eines Schätzsystems

### praktische Anwendung:

- Nutzung des trainierten Systems (s.o.) zur Interpretation genomischer Profile
- in jedem Auswertungslauf Einbindung sämtlicher verfügbarer Daten, d.h. SNP-Genotypdaten + Phänotypdaten + Pedigree
- zuverlässiges "Lesen" des genetischen Fingerabdruckes von Pferden ohne Angaben zur Zielgröße



	SNP 1	SNP 2	SNP 3	
1:	acggttactacaattattttaa	cgggaggaggattttatta	accagatgtg	➔
2:	acggttactacaattattttaa	cgggaggaggattttatta	accaaatgtg	
3:	acggttactacaattattttaa	cgggaggaggattttatta	accagatgtg	
4:	acggttactacaattattttaa	cgggaggaggattttatta	accaaatgtg	
5:	acggttactacaattattttaa	cgggaggaggattttatta	accaaatgtg	➔
6:	acggttactacaattattttaa	cgggaggaggattttatta	accaaatgtg	



SNP = Single Nucleotide Polymorphism (Einzelbasenaustausch)

Genomische Selektion

# SNP-Genotypdaten – Basis der modernen Tierzucht



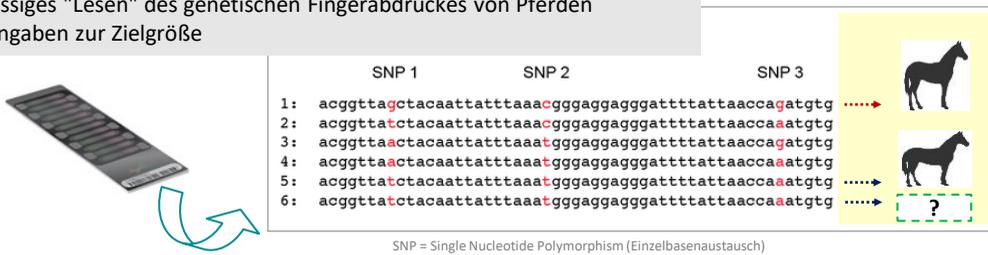
## Grundprinzip Genomische Zuchtwertschätzung

Entwicklung:

- Pferde mit SNP-Genotypdaten + Daten zur Zielgröße (z.B. Größe / Stockmaß)
- Nutzung dieser "Lernstichprobe" zum Anlernen eines Schätzsystems

praktische Anwendung:

- Nutzung des trainierten Systems (s.o.) zur Interpretation genomischer Profile
- in jedem Auswertungslauf Einbindung sämtlicher verfügbarer Daten, d.h. SNP-Genotypdaten + Phänotypdaten + Pedigree
- zuverlässiges "Lesen" des genetischen Fingerabdruckes von Pferden ohne Angaben zur Zielgröße



Genomische Selektion

# Entwicklung genomisch unterstützter Verfahren



- gemeinsame Initiative der Pferdezucht zur Etablierung genomisch unterstützter Verfahren: International Association of Future Horse Breeding GmbH & Co KG
  - verbandsübergreifende genomische Lernstichprobe
- Umstellung der Pferdezuchtverbände auf SNP-basiertes Verfahren der Abstammungsprüfung
  - zunehmende Verfügbarkeit von SNP-Genotypdaten
- fortlaufende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten ("aus der Praxis für die Praxis")
  - Bereitstellung zuverlässiger genomisch unterstützter Verfahren: genomische Services

**International Association of Future Horse Breeding GmbH & Co KG (IAFH)**  
und ihre wissenschaftlichen Kooperationspartner

Genomische Selektion

# Entwicklung genomisch unterstützter Verfahren II



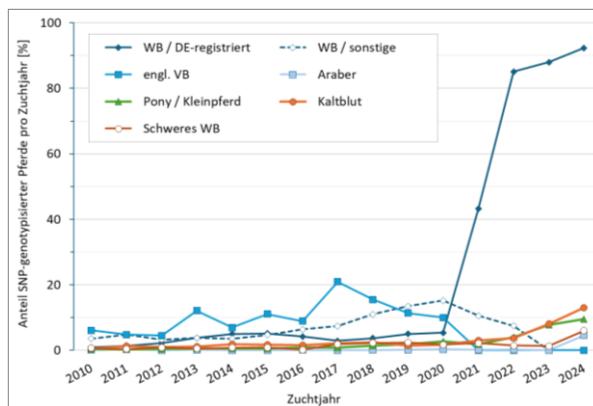
- seit 2021 routinemäßige SNP-Genotypisierung beim Pferd (Abstammungsüberprüfung)
- Initiativen / Projekte zum Einsatz der SNP-Analytik im genetischen Monitoring (Diversität, genetische Eigenschaften)

➤ mittlerweile > 110.000 Pferde mit genomweiten SNP-Genotypdaten (Pferdegenomdatenbank vit, Datenstand 30.05.2025)

je "schwieriger" das Merkmal, desto größer der Mehrwert der Genomik

**breite Verfügbarkeit genomweiter SNP-Daten als wertvolle Basis für die Etablierung neuer Merkmale und verbesserte Zuchtstrategien**

Anteil SNP-genotypisierter Pferde je Geburtsjahrgang – nahezu vollständige Abdeckung der aktuellen Warmblutjahrgänge (Bezug: Pferdestammdatenbank / elektronische Zuchtbuchführung serv.it PFERD, Pferdegenomdatenbank Datenstand 28.02.2025)



Wunsch und Wirklichkeit in puncto Pferdegesundheit

# Erwartungen – im Kontext Zucht(empfehlungen)



Fragen, auf die Gesundheitsdaten eine Antwort liefern sollen:

- klinisch – bezogen auf das Einzelpferd sowie dessen generelle Haltung und Nutzung
  - unmittelbare Relevanz für Wohlergehen und Leistungsfähigkeit des Einzelpferdes?
  - möglicher Risikofaktor, der beim Management des Einzelpferdes zu bedenken ist?
  - keine oder unklare klinische Relevanz für das Einzelpferd, aber ggf. dennoch wertmindernd?
- züchterisch – bezogen auf mögliche Nachkommen / die Population
  - wissenschaftlich belegte erbliche Komponente beim Pferd ...
    - ... und klinisch relevant oder Risikofaktor für die Nachkommen?
    - ... und zwar ohne oder von unklarer klinischer Relevanz, aber ggf. wertmindernd für die Nachkommen?
  - begründeter Verdacht auf erbliche Komponente beim Pferd (z.B. belegt für andere Tierart) ...
    - ... und klinisch relevant oder Risikofaktor für die Nachkommen?
    - ... und zwar ohne oder von unklarer klinischer Relevanz, aber ggf. wertmindernd für die Nachkommen?
  - keine oder unklare erbliche Komponente beim Pferd

Wunsch und Wirklichkeit in puncto Pferdegesundheit

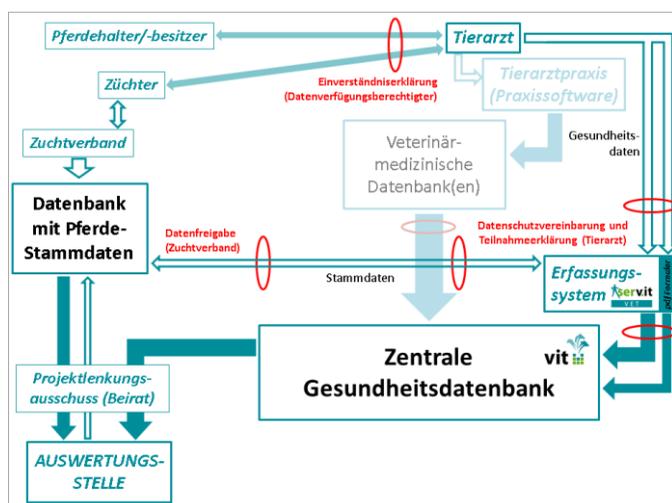
## Erwartungen vs. Faktenwissen, aktuelle Zahlen, ...



- keine flächendeckende Erfassung und systematische Analyse von Gesundheitsdaten
- fehlende Statistiken zur Häufigkeit verschiedener Auffälligkeiten / Erkrankungen
- fehlende Langzeitstudien zur Absicherung von Risikoabschätzungen
- insgesamt "dünne" Bezugsbasis für Empfehlungen:
  - Lehrbuchwissen (noch aktuell = durch aktuelle Zahlen und Erkenntnisse abgesichert?)
  - Erfahrungswerte (Vergleichbarkeit? allgemeine Aussagekraft?)
  - ggf. wissenschaftliche Erkenntnisse (Übertragbarkeit in die Praxis? breite Aussagekraft?)

Technische Entwicklungen

## Gesundheitsdatenbank für Pferde



Etablierung der grundlegenden Infrastruktur (zentrale Datenbank, Schnittstellen, Erfassungssystem) in Verbindung mit Standardisierung der Dokumentation als erster wichtiger Schritt zur systematischen Erfassung und Nutzung von Pferdegesundheitsdaten (auch) in der Zucht → ausbau- / erweiterungsfähig!

### Gemeinschaftsprojekt Pferdegesundheit

- Initiative von Pferdezucht und Tierärzteschaft zur Nutzung direkter Gesundheitsdaten und Etablierung von Gesundheitsmerkmalen in der Pferdezucht
- Projektpartner:
  - Zuchtverbände (FN-Mitgliedsverbände)
  - Deutsche Reiterliche Vereinigung e.V. (FN)
  - Tierärzteschaft (Verbandstierärzte)
  - Wissenschaft, Rechenzentrum vit
- Ziel: solide Datenbasis für gezielte züchterische Maßnahmen zur Verbesserung der Pferdegesundheit



Fachliche Entwicklungen (Veterinärmedizin)

# Harmonisierung / Standardisierung



## Röntgen-Leitfaden: überarbeitete Fassung (RöLF2018)

### Befunddokumentation

- im RöLF aufgelistete und dort mit "Risiko" bezeichnete Befunde → Ziffer und Befundbeschreibung (gemäß RöLF)
- nicht im RöLF aufgelistete und von normaler Röntgenanatomie abweichende Befunde → standardisierte Befundbeschreibung: Struktur, Kontur, Größe, Lokalisation, Form und Anzahl



zusätzliche Anknüpfungspunkte für technische Lösungen zur Datenintegration aus unterschiedlichen Systemen



Gliedmaße	Projektion	Hinweis
vorne links	Oxspring 0°	Risiko
Strahlbein 0°:		
2.1.c. Mehrere große Canales sesamoidales (großkolbig oder Y-förmig oder unregelmäßig geformt)		
2.1.d. Struktur – inhomogen		
2.1.I. Gesamtbeurteilung des Strahlbeins – mit Lahmheitsrisiko behaftet		
Bild 3: 1 (i_00000022_517_001.dcm)		



Gliedmaße	Projektion	Hinweis
vorne rechts	Huf 90°	-
Fesselbein 90° (distaler Abschnitt):		
1.12.d. Zubildung dorsal peri-/extraartikulär - rau, ohne / mit isolierter Verschattung (Fissur, Zyste ausschließen)		
Bild 4: 1 (i_00000022_514_001.dcm)		

Dokumentation zur Kauf-  
untersuchung gemäß RöLF2018  
(Quelle: Oehm & Rehbein)

Fachliche und technische Entwicklungen (Zucht)

# Erweiterung und Verbesserung der Datenerfassung



- Ergänzung bzw. Ablösung des Wertnotensystems durch lineare Beschreibung (spezifische Ansprache von Extremen, Besonderheiten etc.)
- Screening-Untersuchungen, deren Ergebnisse für die Zuchtarbeit genutzt werden können
  - Köranwärter
  - Auktionspferde
  - Zuchtstuten (vgl. Gesundheitsprämierung Vet+)

### Radiographic findings of candidate stallions presented for licensing at all German Warmblood horse-breeding associations in 2018--2020

Muriel Sarah Folgmann, Kathrin Stock, Karsten Feige, Uta Delling

Cite as: Muriel Sarah Folgmann, Kathrin Stock, Karsten Feige, et al. Radiographic findings of candidate stallions presented for licensing at all German Warmblood horse-breeding associations in 2018--2020. *Authors*. June 05, 2025.

DOI: 10.22541/au.174912531.17099945/v1

This is a preprint and has not been peer reviewed. Data may be preliminary.

Equine Vet J. 2025 Jan 22; doi: 10.1111/evj.14474. Online ahead of print.

### Clinical findings of candidate stallions presented for licensing at all German Warmblood horse-breeding associations in 2018–2020

Muriel Sarah Folgmann<sup>1</sup>, Kathrin Friederike Stock<sup>2</sup>, Karsten Feige<sup>1</sup>, Uta Delling<sup>1</sup>

#### Affiliations

- 1 Clinic for Horses, University of Veterinary Medicine Hannover, Hannover, Germany.
- 2 IT-Solutions for Animal Production, Verden, Germany.

PMID: 39838856 DOI: 10.1111/evj.14474

Körjahrgänge Warmblut 2018-2020 (knapp 1.700 Hengste)

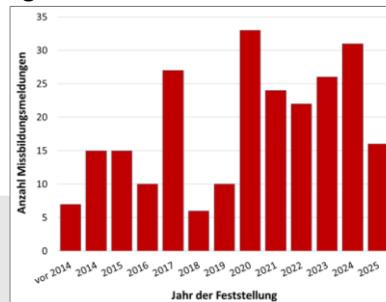
→ stark vorselektierte Stichprobe klinisch unauffälliger Pferde

Fachliche und technische Entwicklungen (Zucht)

## Erweiterung und Verbesserung der Datenerfassung II



- Ergänzung bzw. Ablösung des Wertnotensystems durch lineare Beschreibung (spezifische Ansprache von Extremen, Besonderheiten etc.)
- Screening-Untersuchungen, deren Ergebnisse für die Zuchtarbeit genutzt werden können
  - Körnwärter
  - Auktionspferde
  - Zuchtstuten (vgl. Gesundheitsprämierung Vet+)
- Schaffung neuer Dokumentationsmöglichkeiten für Züchter
  - Geburtsverlauf
  - Fohlengesundheit / Missbildungen



Bestandsaufnahme "Missbildungen"  
(serv.it PFERD Datenstand 06.06.2025)

- insgesamt N=242 Meldungen
  - alle Verbände, alle Rassen; jedes Alter
  - Züchter und Verbandsmitarbeiter
  - Feststellungszeitraum 2020-2025 (ein Verband: ab 2004)
- (noch) kein aussagekräftiges Bild der Praxis

Stammdaten serv.it PFERD:  
60.000+ Pferde pro Jahr

➤ erforderliche Kooperation: **aktive Beiträge der Praxis zu mehr Wissen und Transparenz sind möglich und nötig!**



## Schlussfolgerung



- immer noch viel zu tun, um Wunsch und Wirklichkeit zur Deckung zu bringen

### Wirklichkeit

- Schwerpunkt eher beim Einfordern von Transparenz und Maßnahmen als beim eigenen Tun (eigene Bereitschaft zur Umsetzung?)
- verschiedene Möglichkeiten für aktive Beiträge, die bislang aber eher zurückhaltend genutzt werden
- weiterhin lückenhafte Information über das "große Ganze"
- (noch) wenig genutzte Ansätze zum Auf- und Ausbau der gemeinsam angelegten Intrastruktur zur Pferdegesundheit

### Wunsch

- breite Verfügbarkeit von Daten und Fakten zur Pferdegesundheit
- umfassendes Verständnis und gesichertes Wissen (Evidenz)
  - Kausalitäten und Einflussfaktoren
  - Zusammenhängen, Verlauf, Folgen, ...
- gezielte Information und Unterstützung
  - bedarfsgerecht (individuell), flexibel
  - praktikable, wirksame und weitsichtige Handlungsempfehlungen





## Schlussfolgerung und Perspektiven

- immer noch viel zu tun, um Wunsch und Wirklichkeit zur Deckung zu bringen
  - bleibende Herausforderungen
    - kein "Schwarz-Weiß-Thema", keine "Schwarz-Weiß-Lösungen"
    - sensible Daten (Datenschutz), Zielkonflikte, ...
  - Argumente für einen optimistischen Blick in die Zukunft
    - fachliche und technische Entwicklungen mit Potenzial zur Stärkung der Informationsgrundlage
    - laufende Forschungsprojekte zu aktuellen (Diskussions-)Themen
    - gebündelte anwendungsorientierte Forschungs- und Entwicklungsarbeiten
    - Genomik / genomisch unterstützte Anwendungen als wertvolle Hilfsmittel für effiziente, erfolgreiche Zuchtarbeit auch und gerade für Gesundheitsmerkmale
- **Aus der Praxis für die Praxis – wirksam nur mit der Praxis!**



Service & Daten  
aus einer Quelle

PD Dr. habil. Kathrin F. Stock (GB Biometrie & Zuchtwertschätzung, wissenschaftliche Koordination)  
E-Mail: [friederike.katharina.stock@vit.de](mailto:friederike.katharina.stock@vit.de); Tel.: +49 - 4231 - 955623  
Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V. (vit), Heinrich-Schröder-Weg 1, 27283 Verden



- spezielle Rahmenbedingungen züchterischer Anwendungen beim Pferd
- verschiedene Anknüpfungspunkte für die Stärkung von Datenerfassung und -nutzung in den Zuchtprogrammen
- neue Strukturen zur gemeinsamen zukunftsorientierten Forschung und (Weiter-) Entwicklung im Bereich genomisch unterstützter Verfahren, neuer Merkmale etc.
- **Aus der Praxis für die Praxis – wirksam nur mit der Praxis!**

**Vielen Dank !**