



UNIVERSITÄT
HOHENHEIM



KOMPLEXE MERKMALE BEI NUTZTIEREN ZÜCHTERISCH BEARBEITEN

Jörn Bennewitz* und Rudolf Preisinger**

*Institut für Nutztierwissenschaften, Universität Hohenheim;

**EW GROUP GmbH, Visbek



WAS SIND KOMPLEXE MERKMALE?

(Bennewitz, Tetens & die GFT, 2018)

➤ **Mendelsche Merkmale:**

Ein Gen – ein Merkmal – keine Umwelteinflüsse

➤ *Beispiel:* Erbdefekte

➤ **Komplexe Merkmale:**

Viele Gene – ein Merkmal – Umwelteinflüsse
Quantitative-Trait-Loci, QTL

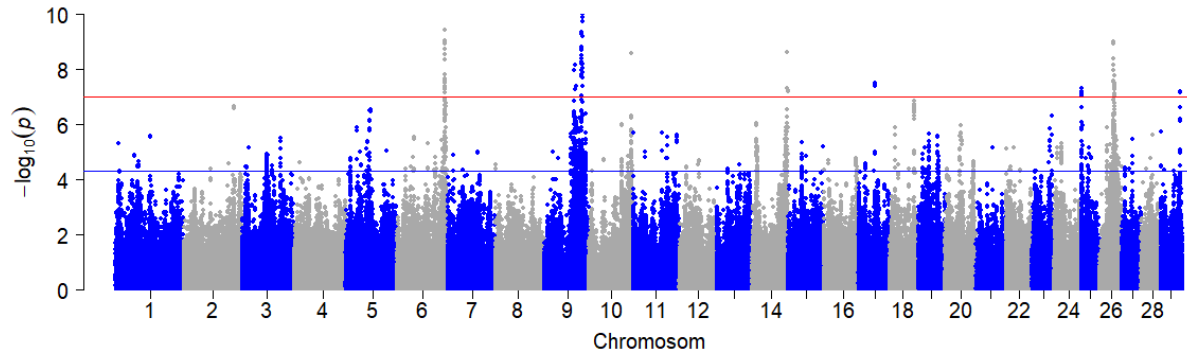
➤ *Beispiel:* nahezu alle Zuchtmerkmale

➤ **Komplexe genetische Architektur für ganz viele Merkmale**

GENETISCHE ARCHITEKTUR QUANTITATIVER MERKMALE



Beispiel Kalbeverlauf: Verteilung der QTL
über das Genom (Zölch, unveröffentlicht)



QTL-Effekte → viele mit kleinem & wenige mit großem Effekt

PHÄNOTYPISCHE VARIATION KOMPLEXER MERKMALE



$$P = G + U$$

$$G = A + D + I$$

$$V_P = V_G + V_E$$

$$V_G = V_A + V_D + V_I$$

Direkte Vererbung

Keine direkte Vererbung

KONZEPT DER HERITABILITÄT (h^2)



- Beschreibt den Anteil der Genetik eines Tieres an der phänotypischen Ausprägung eines Merkmals

$$h^2 = \frac{V_G}{V_P} \quad \longrightarrow \quad \mathbf{h^2 \text{ im weiteren Sinne}}$$

durch den Genotyp bestimmt

$$h^2 = \frac{V_A}{V_P} \quad \longrightarrow \quad \mathbf{h^2 \text{ im eigentlichen Sinne}}$$

auf Nachkommen übertragbar

h^2 im eigentlichen Sinne → Große Bedeutung in der Tierzucht

EINTEILUNG VON MERKMALEN NACH IHRER HERITABILITÄT



- **Niedrig erblich** – $h^2 = 0,01-0,15$
 - Merkmale der Vitalität und Fitness, Gesundheitsmerkmale
- **Mittel erblich** – $h^2 = 0,15-0,40$
 - Merkmale der Produktion, Milchleistungsmerkmale, Wachstumsmerkmale, Futteraufwand beim Geflügel
- **Hoch erblich** – $h^2 = 0,40-0,60$
 - Körpergröße, Eigewicht, (Gewicht Legehenne)

**Zuchtmerkmale stehen in genetischer Beziehung zueinander:
Genetische Korrelation.**

LEISTUNG UND GESUNDHEIT SIND UNGUT KORRELIERT ...



UNIVERSITÄT
HOHENHEIM

Zentraler Parameter: **negative genetische Korrelationen!**

Gleiche Gene/Genorte kontrollieren zwei Merkmale

„entgegengesetzt“  **Antagonismus**

Die **Antwort des Züchters**: balancierte Index-Selektion mit breit aufgestelltem Zuchtziel (Mehr-Merkmals-Selektion)

Tierzucht: **gerichtete Veränderung erblicher Merkmale**

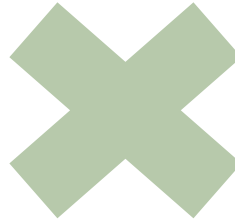
(Bennewitz, Tetens & die GFT, 2018)

LEISTUNG UND GESUNDHEIT SIND UNGUT KORRELIERT..... ABER NICHT IMMER DEUTLICH UND ÜBERALL



UNIVERSITÄT
HOHENHEIM

Robustheit
Gesundheit
Fruchtbarkeit
Anpassungsfähigkeit
Skelett
(Nutzungsdauer)



Zuwachs
Produktivität
Ausbeute
Futtermittelverwertung
Produktqualität

Schätzung der Beziehung (r_g)
in **jeder Population** und
in **jeder Generation**



Smarte Selektion

ES GEHT UM DIE BALANCE ZWISCHEN EIGENSCHAFTEN



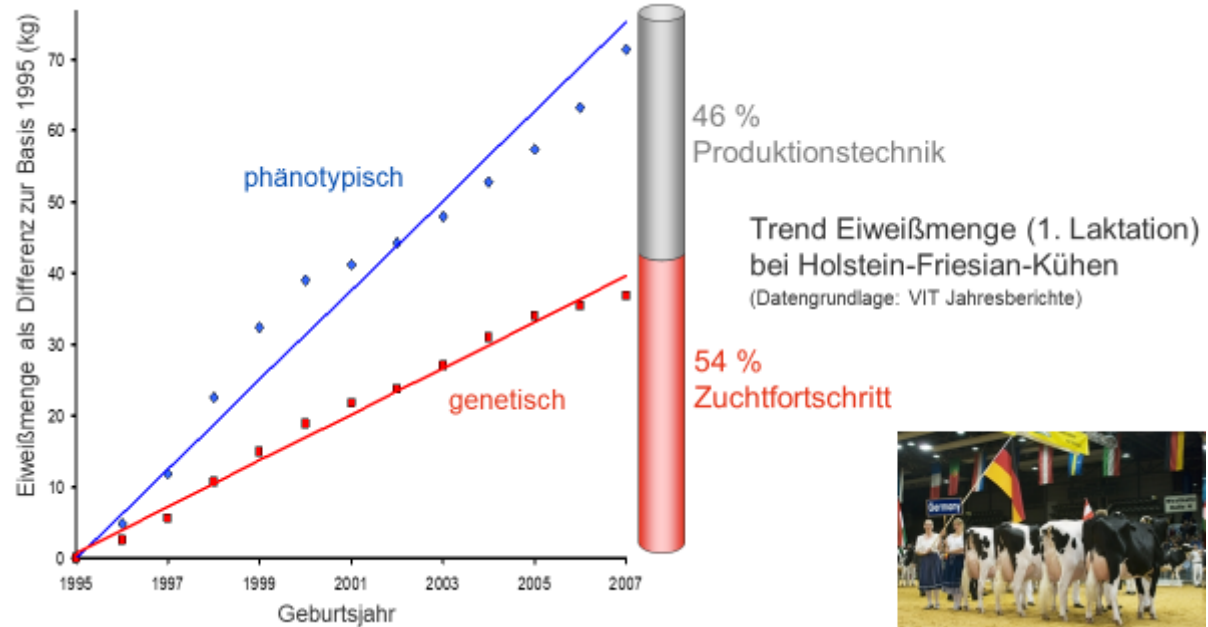
TIERZUCHT IST WIRKUNGSMÄCHTIG



Mehr als die Hälfte des Produktivitätsfortschritts beruht i.d.R. auf Züchtung

Zuchtfortschritt ist:

- permanent
- additiv
- multiplikativ



H. Simianer
(Uni Göttingen)

ZÜCHTERISCHE MAßNAHMEN IM ZUCHTPROGRAMM



Zuchtziel	Welches Leistungsniveau soll in der nächsten Generation erreicht werden? Welche Merkmale sollen berücksichtigt werden?
Zuchtbuch	Eindeutige Identifizierung der Zuchttiere (Pedigree-Bestand/Herdbuch)
Leistungsprüfung Genotypisierungen	Erfassung der Leistungs- und Tierwohl-daten (Phänotyp) Ergänzende Typisierungen der Tiere mit einem SNP-Chip
Zuchtwertschätzung	Schätzung der genetischen Veranlagung auf Basis der Ergebnisse der Leistungsprüfung und / oder der SNP-Genotypisierungsergebnisse
Selektion	Auswahl der besten Zuchttiere mit Zuchtwerten und anderen Informationen
Paarung	Gezielte Paarung der besten Zuchttiere.
Zuchtfortschritt (Selektionserfolg)	Differenz der durchschnittlichen Leistungsniveaus zwischen Eltern- und Nachkommen-Generationen (Unterschiedlich je Eigenschaft)
Übertragung des Zuchtfortschritts	z.B. durch den Verkauf von Elterntieren (oder Sperma)

BESTIMMUNGSFAKTOREN FÜR DEN ZUCHTFORTSCHRITT



Zuchtfortschritt pro Jahr ($\Delta G/a$) wird beschrieben durch:

$$\frac{\Delta G}{a} = \frac{\text{Selektionsintensität} * \text{Genauigkeit der ZWS} * \sigma_a}{\text{Generationsintervall}}$$

Wie scharf wird selektiert?

Wie genau sind die geschätzten Zuchtwerte?

Wieviel genetische Varianz ist vorhanden?

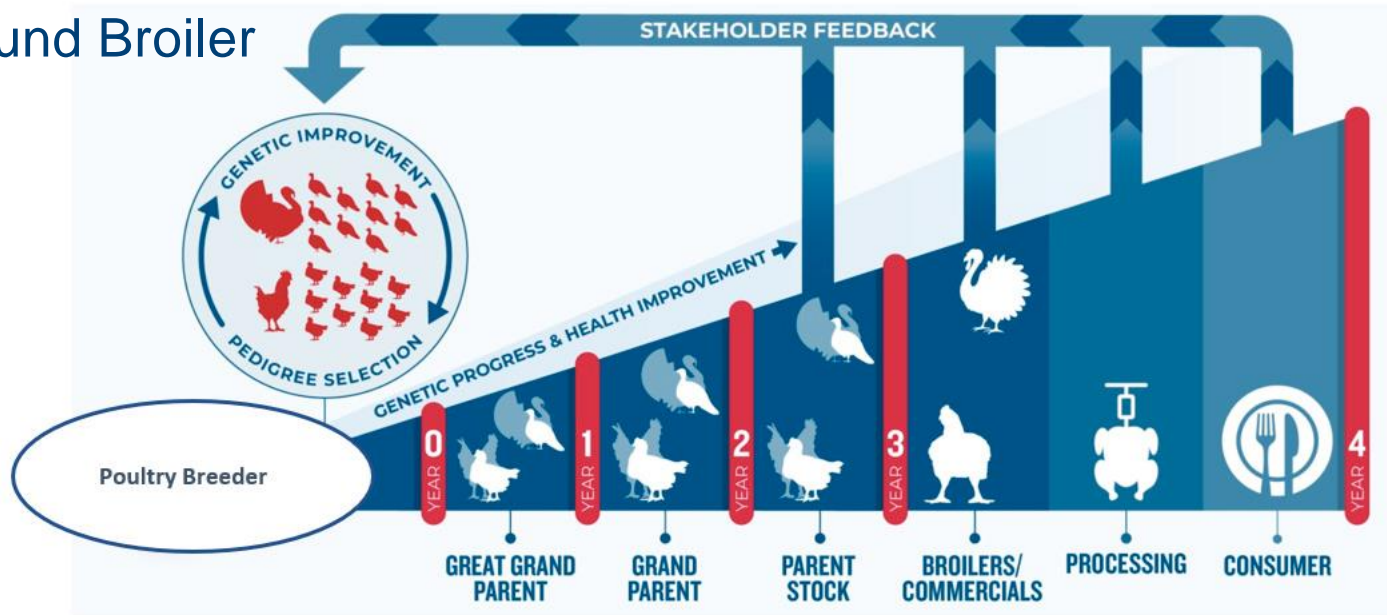
Wie groß ist das Generationsintervall?

Immer alle Zuchtzielmerkmale im Blick haben

ZEITINTERVALLE BEIM MASTGEFLÜGEL



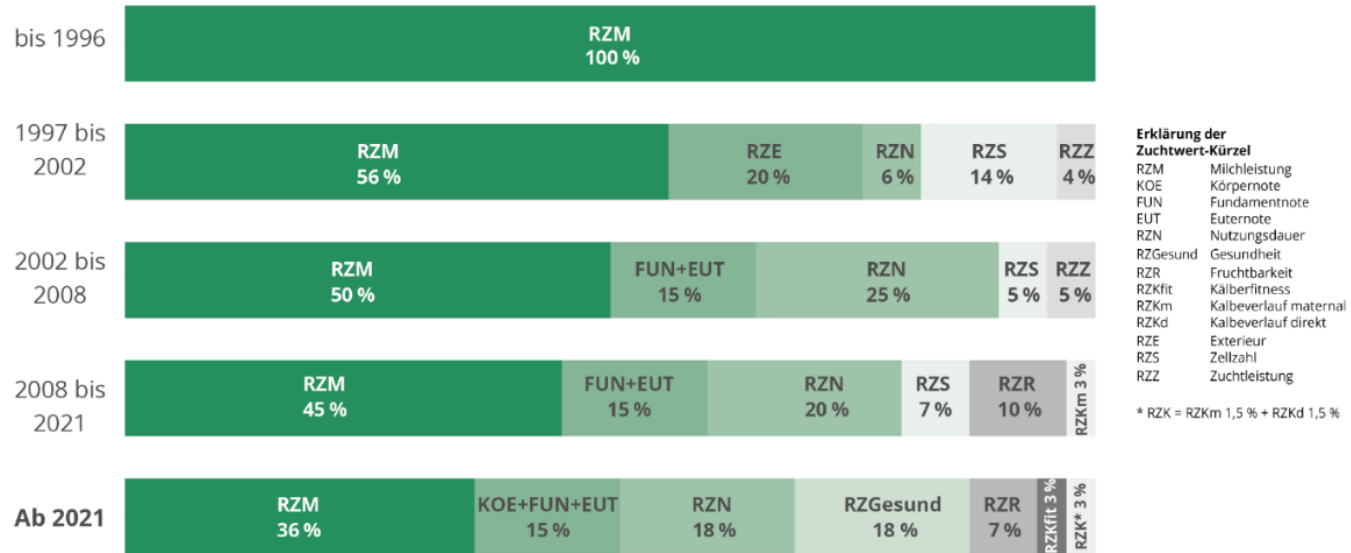
Pute und Broiler



ZUCHTZIELE WERDEN IMMER DIVERSER

Beispiel Gesamtzuchtwert Deutsche Holsteins

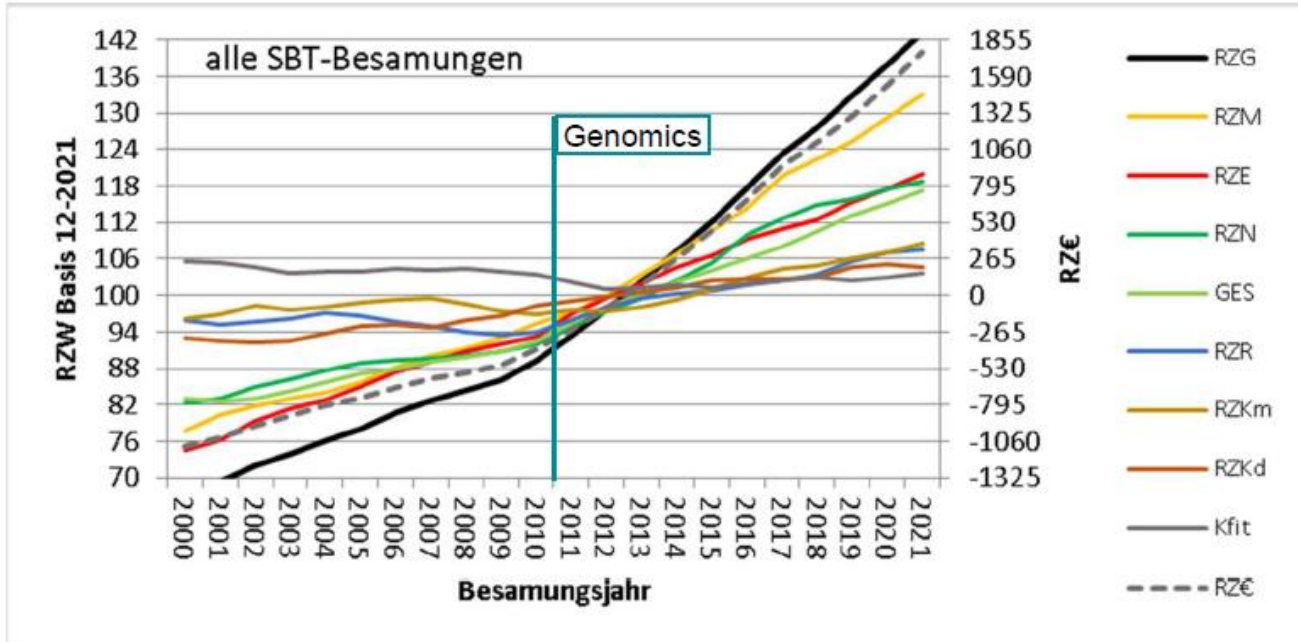
➤ Zunehmende Bedeutung von Gesundheit und Funktionalität



Relativzuchtwert Gesamt für die Rasse Deutsche Holsteins

© www.richtigzuechten.de

GENOMISCHE SELEKTION FUNKTIONIERT FÜR ALLE MERKMALE

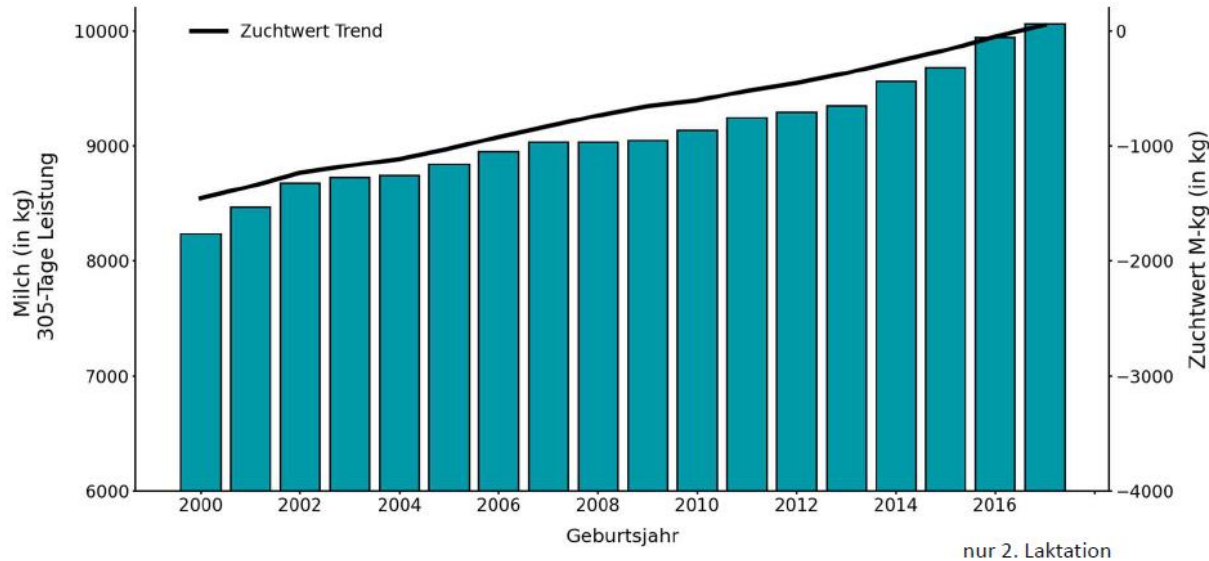


SBT	Veränderung /Jahr		
	1998-2001	2002-2010	2011-2020
Gesamt-Bes. SBT			
RZM	2,30	1,73	3,41
RZE	1,50	1,57	2,25
RZS	-0,60	0,70	1,62
RZN	0,31	0,92	2,57
RZR	-1,89	-0,28	1,43
RZKm	0,77	-0,14	1,03
RZG	1,89	2,18	4,88
GES	-0,28	0,88	1,53

Dr. R. Reents, vit Verden
(2023)

GENOMISCHE SELEKTION FUNKTIONIERT

Phänotypischer vs. genetischer Trend - Milchleistung



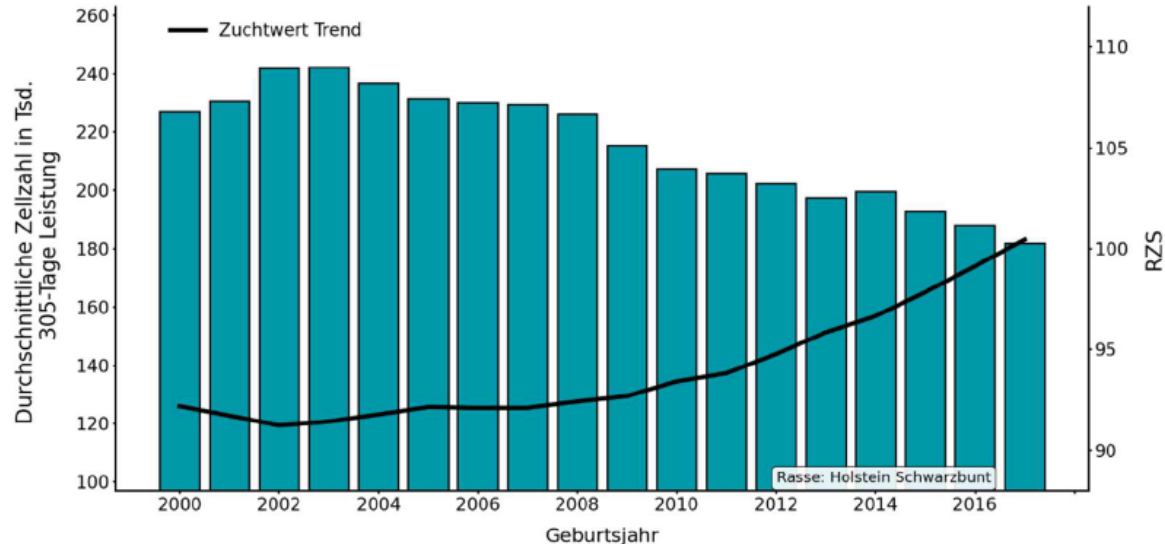
GENOMISCHE SELEKTION FUNKTIONIERT, AUCH FÜR GESUNDHEITSMERKMALE



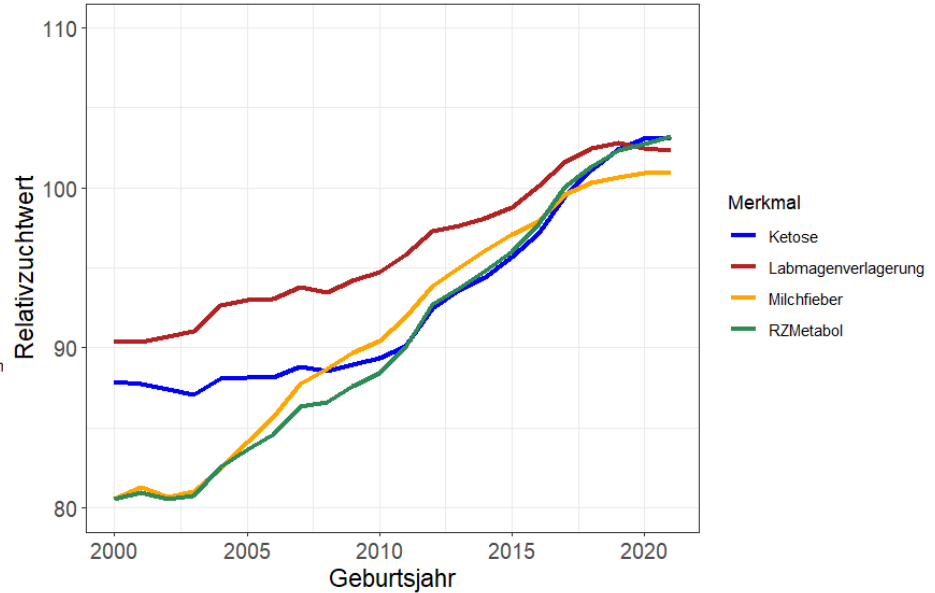
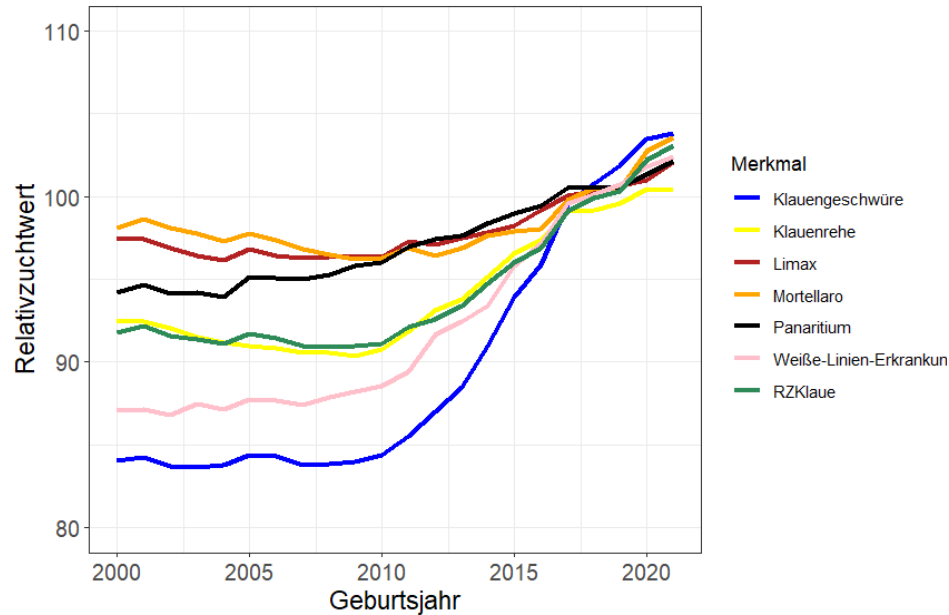
UNIVERSITÄT
HOHENHEIM



Phänotypischer vs. genetischer Trend - Zellzahl



GENETISCHER TREND – KLAUENGESUNDHEIT & STOFFWECHSELMERKMALE



Dr. C. Schmidtman, vit Verden
(2023)

VERSCHIEDENE KREUZUNGEN FÜR UNTERSCHIEDLICHE MÄRKTE



UNIVERSITÄT
HOHENHEIM

Portfolio an Kreuzungen

- Legehennen
- Broiler
- Puten

„Unterschiedliche Linienkombinationen für verschiedene Märkte“

Höhere genetische Diversität (oft Hahnenlinien)

BANDBREITE IN DEN EIGENSCHAFTEN (VERSCHIEDENE BROILER)



Eigenschaft	Höchstes Niveau	Niedriges Niveau	Abweichung in %
Tägliche Zunahmen	66 g	33 g	
Mastdauer (2,5kg)	38 Tage	76 Tage	+ 100%
Futterverwertung	1,53 kg/kg	2,15 kg/kg	+40%
Brustanteil	27 %	18%	-33%
Vitalität	96 %	98 %	+2%

Das kg Fleisch bzw. das Ei wird teurer, wenn wir die Leistung begrenzen!!

ZUSAMMENFASSUNG I



- **Komplexe Merkmale** sind komplex: $P = G + U$.
Zentrale Parameter: Heritabilität und genetische Korrelationen.
- Produktionsmerkmale und funktionale & Gesundheitsmerkmale:
züchterisch unerwünscht korreliert.
- **Moderne Zuchtziele sind divers:** Enthalten alle wichtigen Merkmalskategorien & werden kontinuierlich weiterentwickelt.
(Zuchtziele beinhalten schon **wissenschaftsbasierten Klimaschutz**)

ZUSAMMENFASSUNG II



- In der **Rinderzucht**: Genomische Selektion seit 2010 & für direkte Gesundheitsmerkmale seit wenigen Jahren etabliert.
- In der **Geflügelzucht**: Genomische Selektion seit 2015 für alle Merkmale
- **Zuchtziele** enthalten viele Gesundheits- und Fitnessmerkmale.
- **Zuchtfortschritt** auch für **Gesundheitsmerkmale**.
Ist auf den Betrieben angekommen und wird stetig ausgebaut

APELL AN ALLE



- Strikte Leistungsbegrenzung ist keine Lösung.
- Jede Extensivierung steigert die Produktionskosten
- **Faktenbasierte Entscheidungen unter Beachtung der biologischen und ökonomischen Zusammenhänge.**
(Transparente Zuchtziele)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit