



UNIVERSITY OF
HOHENHEIM

***Züchterische Anpassung landwirtschaftlicher Nutztiere
für mehr Ökosystemleistungen***

Jörn Bennewitz

Institut für Nutztierwissenschaften, Universität Hohenheim



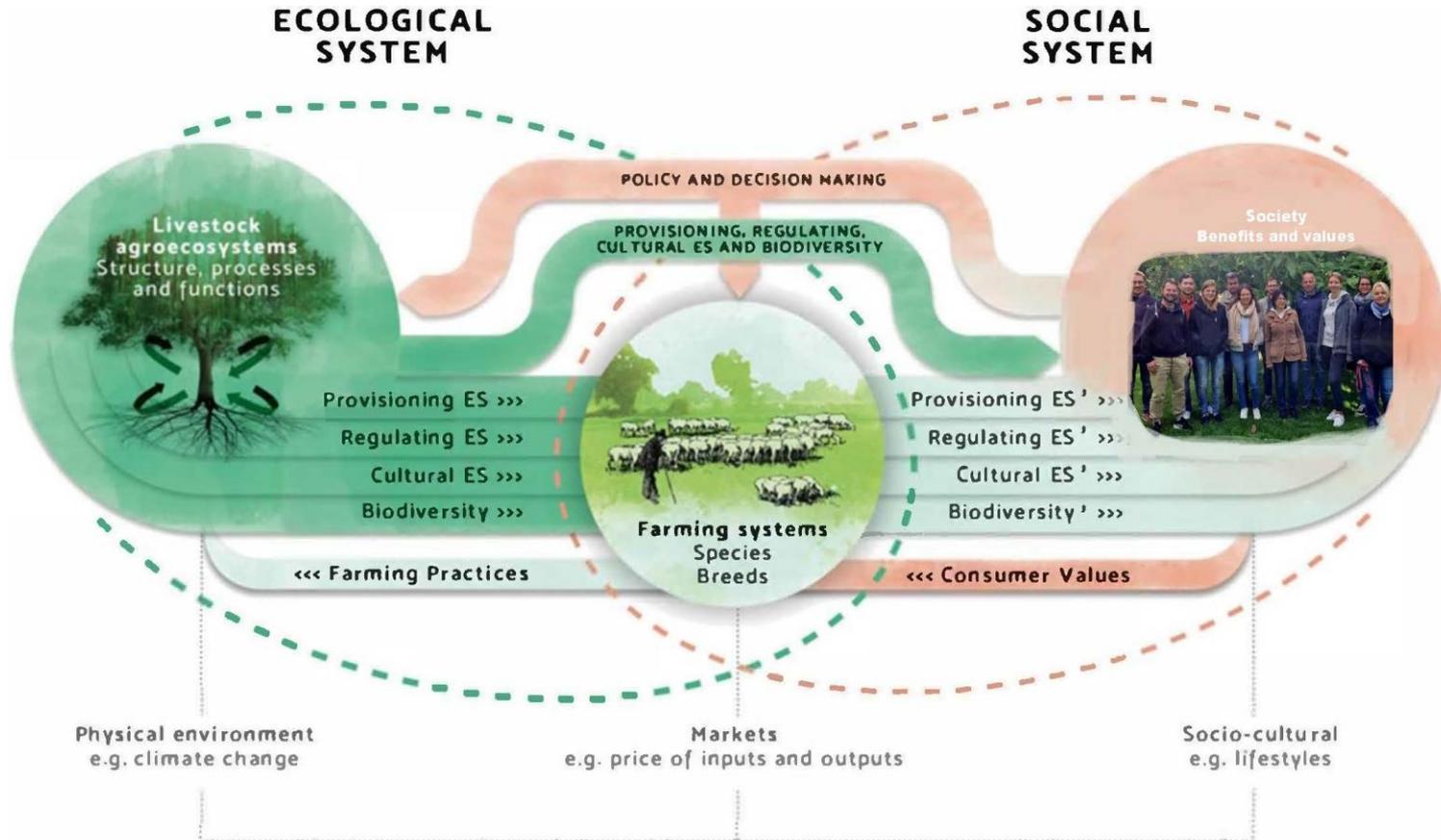
Klassifizierung der Ökosystemleistungen, engl. **Ecosystem services**, ES

Versorgungsleistungen (Bereitstellung von Gütern)	Nahrungsmittel, Rohstoffe, Energie
	Wildpflanzen und Wildtiere
	Pflanzen und Tiere aus Aquakultur
	Trink- und Brauchwasser
	Genetische Ressourcen für Medikamente und Züchtung
Regulierungsleistungen (Steuerung natürlicher Prozesse)	Schadstoffregulierung
	Erosionsregulierung
	Wasserhaushalt
	Luftaustausch
	Lebenszyklen, Habitate, Genpool
	Schädlings- und Krankheitsregulierung
	Bodenbildung
	Wasserqualität, -reinigung
	Luftqualität, -reinigung
	Treibhausgasregulierung
Kulturelle Leistungen	Erlebnis und Erholung
	Natur- und Kulturerbe
	Vermächtnis, Existenz

Quelle: Common
International Classification
of Ecosystem Services.



Ökosystemleistungen und Tierzucht?





Was ist Tierzucht?

Unter dem Begriff Tierzucht werden alle Maßnahmen zusammengefasst, die eine gerichtete Veränderung eines oder mehrerer erblicher Merkmale in einer Population über Generationen hinweg verursachen.

Dieses umfasst die **Definition der Zuchtziele**, welche die Richtung vorgeben, in die sich eine Population entwickeln soll, und die **Anwendung von Zuchtmethoden**, die diese gewünschte Veränderung auf züchterischem Wege ermöglichen.

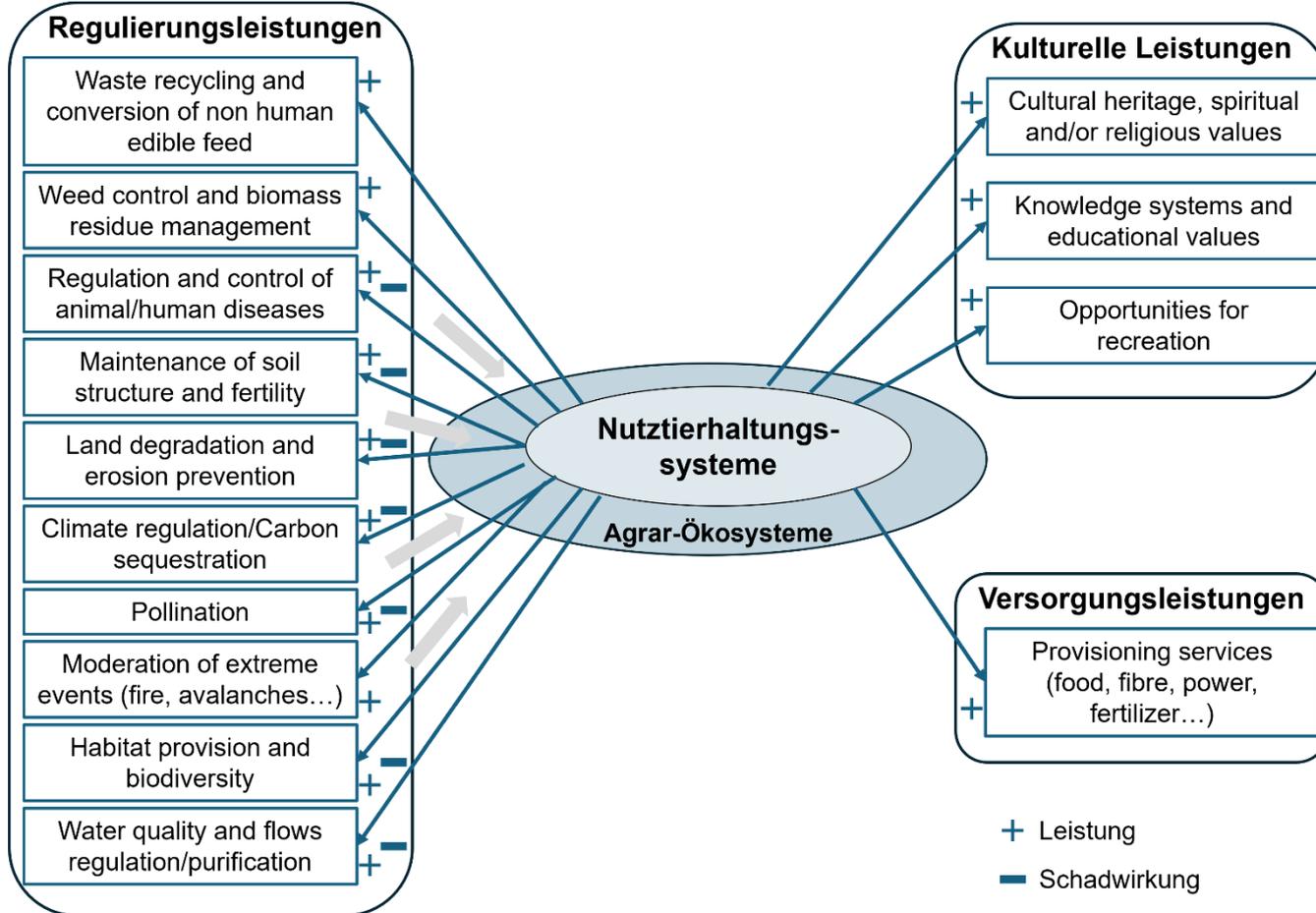


Züchterische Anpassung der Nutztiere für mehr Ökosystemleistung:

- Neue Merkmale für einzelne ES? Veränderte Zusammensetzung des Zuchtziels?



Neue Merkmale für mehr Ökosystemleistungen?

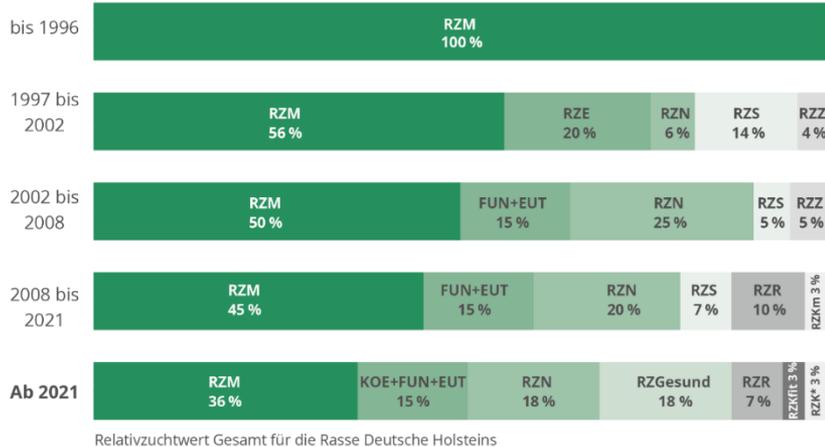


Leroy et al.
2018



Beispiel Gesamtzuchtwert Deutsche Holsteins (Thaller et al. 2022)

Die Weiterentwicklung des RZG in 25 Jahren



Erklärung der Zuchtwerk-Kürzel
 RZM Milchleistung
 KOE Körpernote
 FUN Fundamentnote
 EUT Euternote
 RZN Nutzungsdauer
 RZGesund Gesundheit
 RZR Fruchtbarkeit
 RZKfit Kälberfitness
 RZK_m Kalbeverlauf maternal
 RZK_d Kalbeverlauf direkt
 RZE Exterieur
 RZS Zellzahl
 RZZ Zuchtleistung

* RZK = RZK_m 1,5 % + RZK_d 1,5 %

© www.richtigzuechten.de

Steigende Anforderungen an die ‚optimale‘ Milchkuh



Gesund
 Fruchtbar
 Produktiv
 Resilient
 Robust
 Langlebig
 Hitzetolerant
 Effizient
 Emissionsarm
 Ressourcenschonend

...

- Zunehmende **Bedeutung von Gesundheit und Funktionalität**. Zuchtfortschritt messbar und in der Population angekommen, Meilenstein in der Holsteinzucht.
- Ähnliches bei anderen wichtigen Rassen (Schmid et al. 2024).
- **Einzelne ES abgedeckt**. Weitere Anpassung der Zuchtziele für ES unrealistisch, aus unterschiedlichen Gründen.



Züchterische Anpassung der Nutztiere für mehr Ökosystemleistung:

- Neue Merkmale für einzelne ES? Veränderte Zusammensetzung des Zuchtziels?
- Populationen resilienter machen!
 - Genomische Ansätze zum besseren Ausbalancieren Leistung vs. Gesundheit

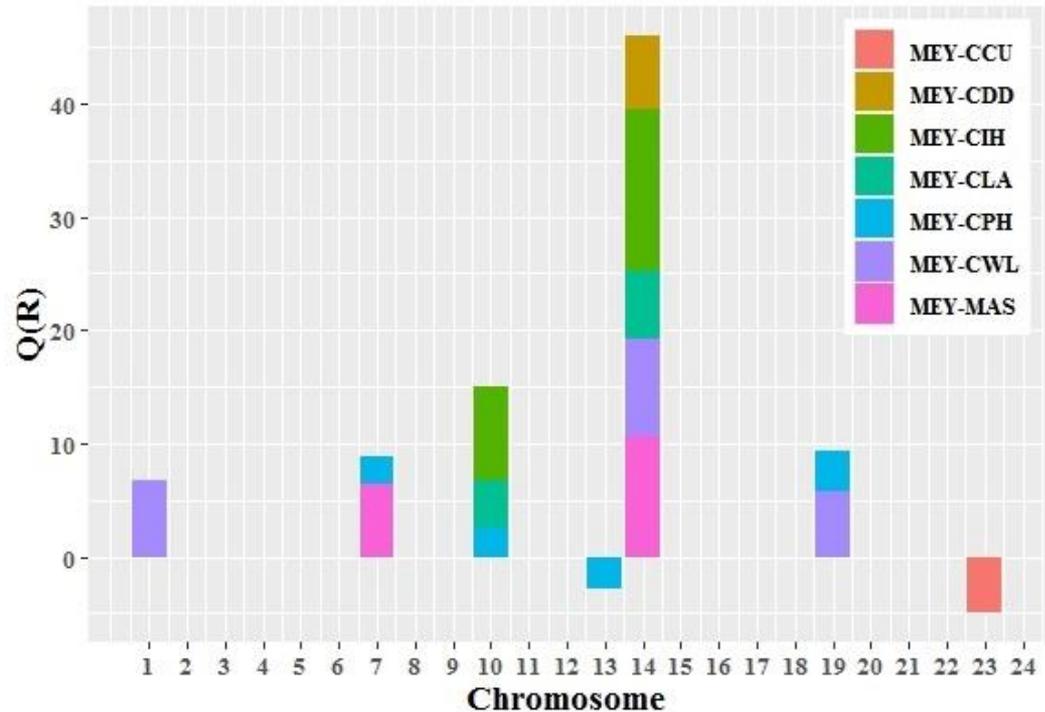


Leistung und Gesundheit sind ungut korreliert, aber nicht überall

Genetische Korrelationen zwischen Milchleistung und Gesundheitsmerkmale (Mastitis, Klauenmerkmale, metabolische Störungen, Reproduktionsmerkmale): (0, -0,25)

Diese Korrelationen können auf dem **Genom kartiert** werden.

Ergebnisse aus DFG QTCC Projekt, **50K SNP und 35K Kühe**, Schneider et al. (2023)



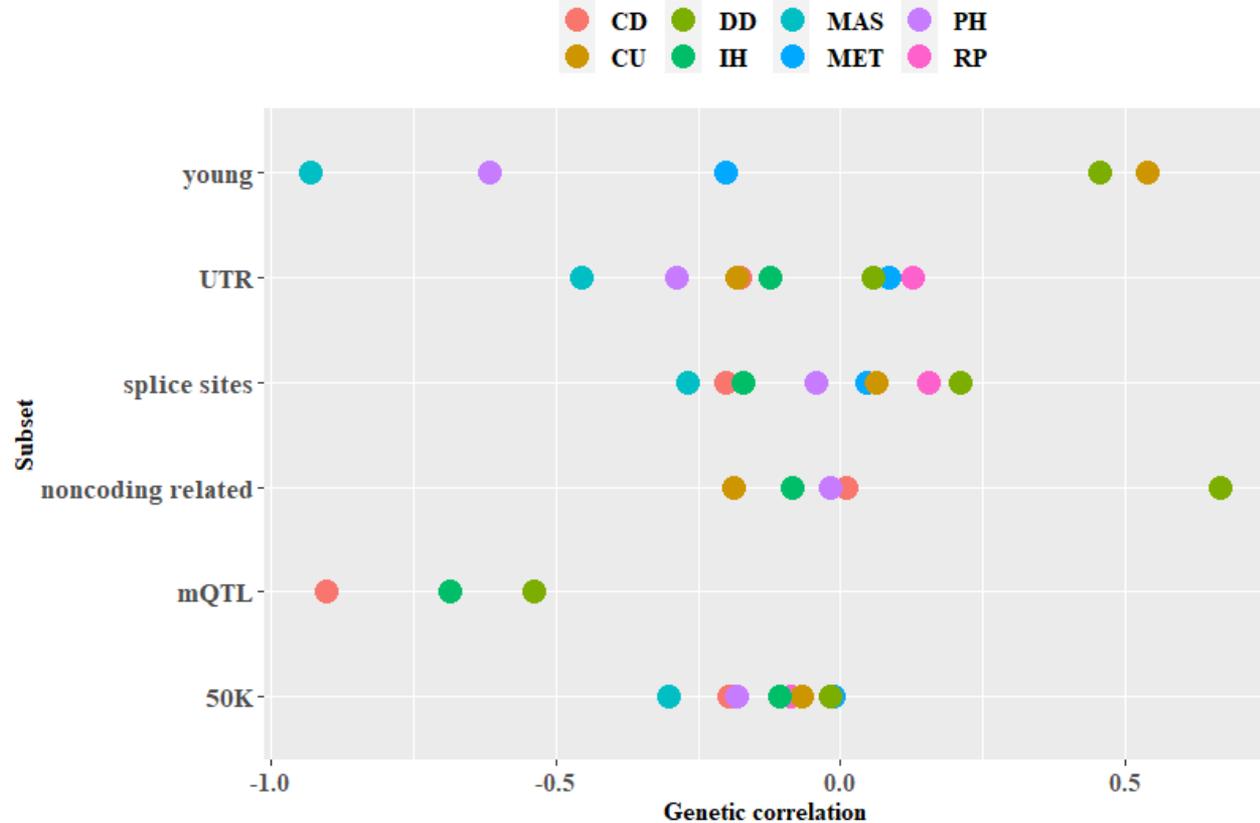


Leistung und Gesundheit sind ungut korreliert, aber nicht überall

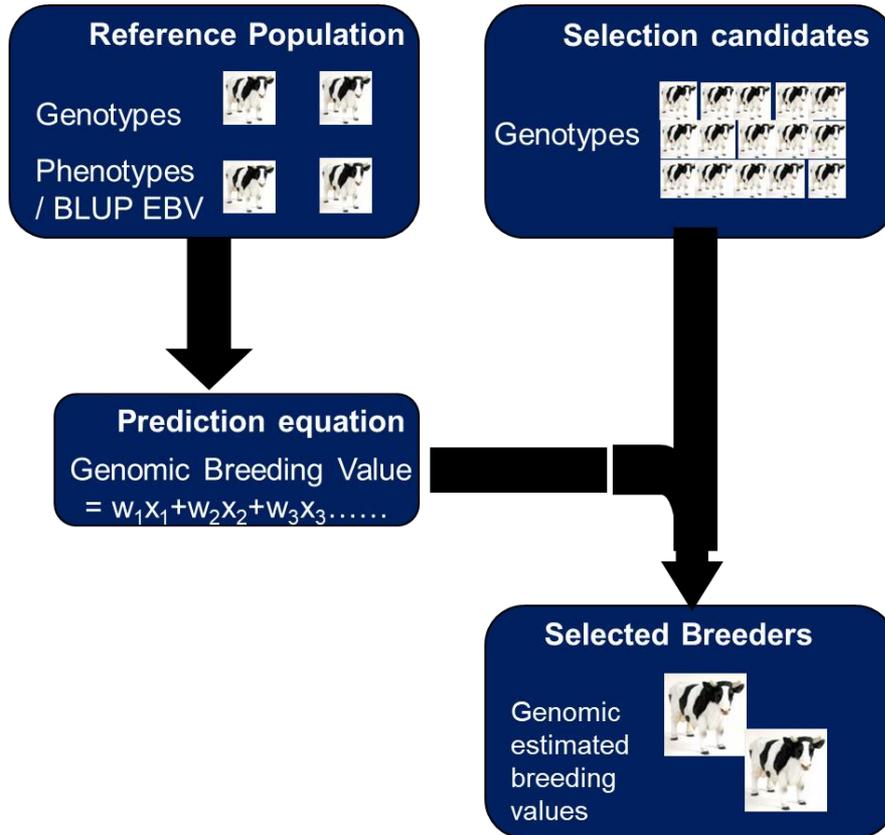
- $r_{g,50k}$ **negative**
- $r_{g,set}$ **positive** and **negative**

MY: milk yield, DD: digital dermatitis, IH: interdigital hyperplasia, PH: digital phlegmone, CU: claw ulcers, MET: metritis, RP: retained placenta, CD: cyclus disturbances, MAS: mastitis

Ergebnisse aus DFG QTCC Projekt, 17 Mio. SNPs mit funktioneller Annotation und 35K Kühe, Schneider et al. (2024)



Genomische Selektion mit kausalen SNPs



Kernelemente:

Große und gut strukturierte Referenzpopulation. Chip mit ca. 50K SNPs.

Bisher: 50K SNPs aus dem Genom gleichmäßig verstreut.

Aus QTCC: Viele SNPs in den Bereichen mit positiven Korrelationen Leistung / Gesundheit.

Dadurch **Aufbrechen** der ungenutzten genetischen Korrelationen im Zuchtgeschehen: **Beitrag zur Zucht von gesunden und leistungsstarken Kühe.**

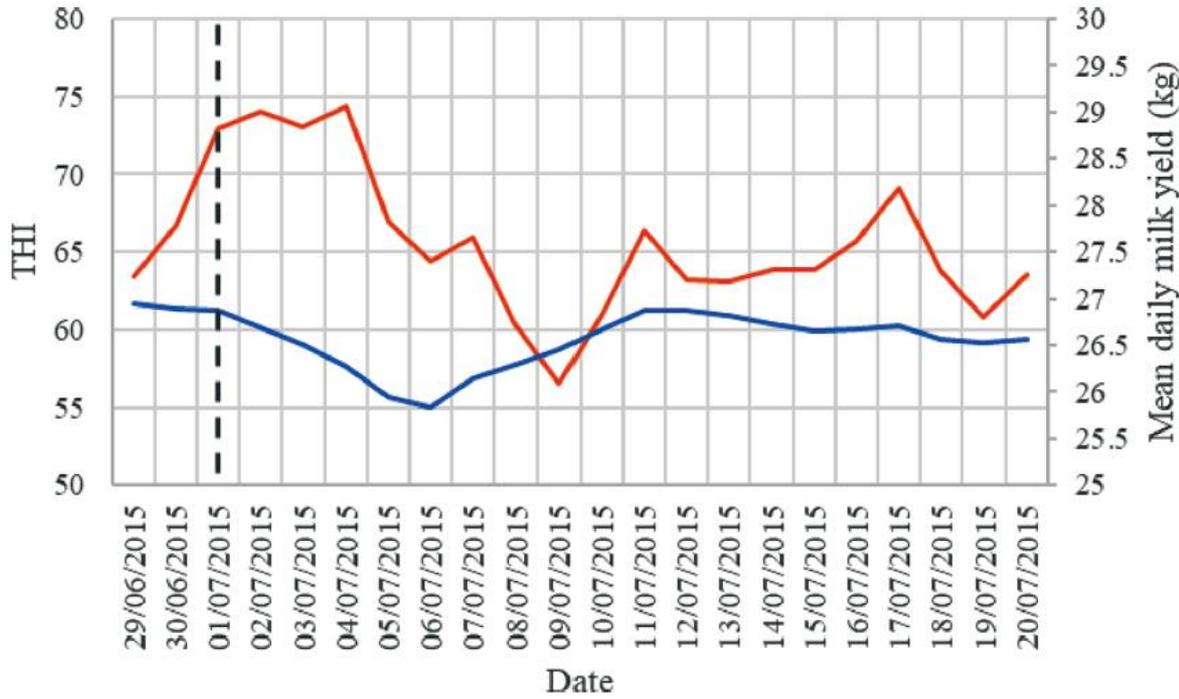


Züchterische Anpassung der Nutztiere für mehr Ökosystemleistung:

- Neue Merkmale für einzelne ES? Veränderte Zusammensetzung des Zuchtziels?
- Populationen resilienter machen!
 - Genomische Ansätze zum besseren Ausbalancieren Leistung vs. Gesundheit
 - **Neue Merkmale der Resilienz**



Neue Merkmale der Resilienz



Beispiel für eine exogene Störung: **Hitzeperiode** im Juli 2015 und die **Milchleistung** in den NDL (Poppe et al. 2021)

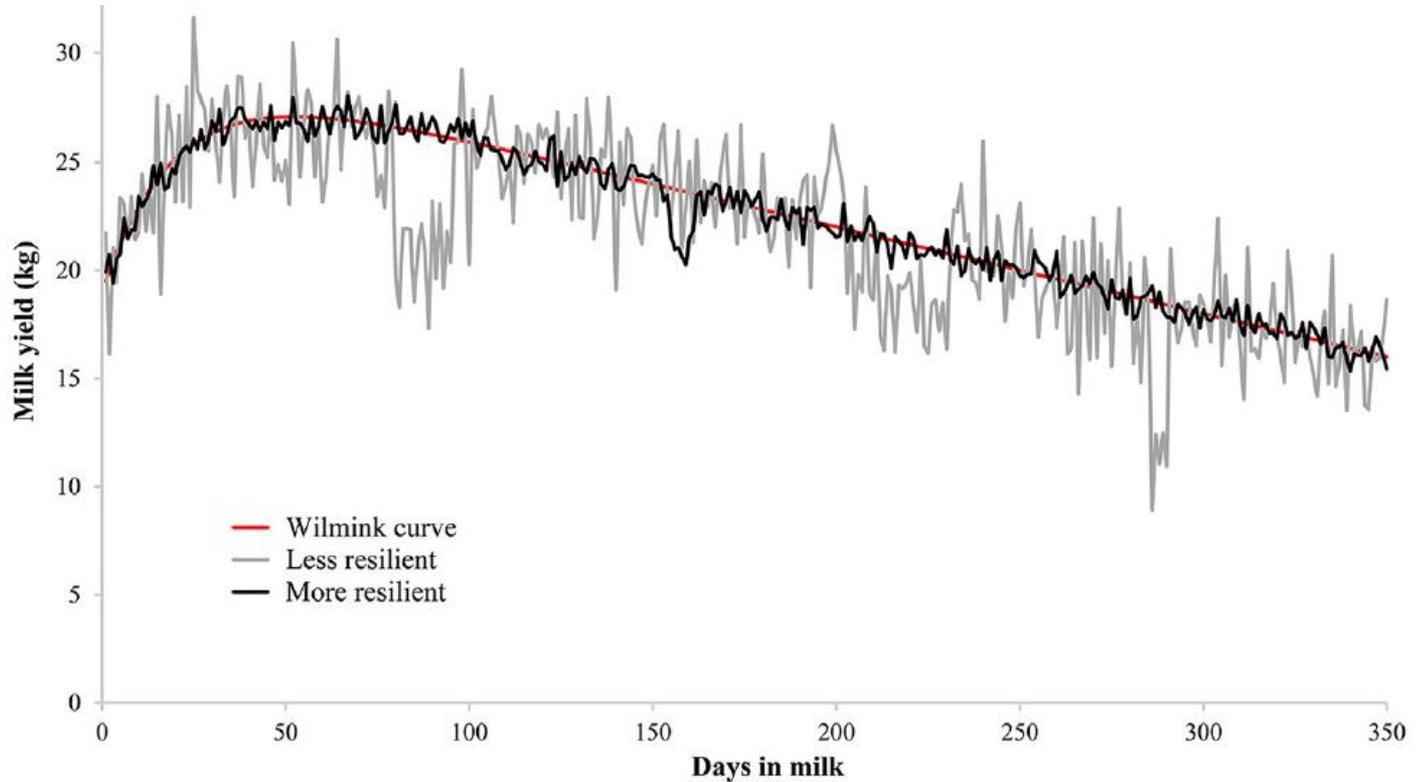


Resilienz im eigentlichen Sinne beschreibt die Fähigkeit einer Kuh sich nach einer Störung (z.B. Hitzeperiode oder Erkrankung) **schnell zu erholen** und die gewohnte Leistung bei **wiederhergestelltem Gleichgewicht** zu erbringen.

- Erfassung über die Variation von zeitlich aufeinanderfolgenden Leistungen. Z.B. **Variation der Milchleistung** eines Tieres über einen Zeitverlauf.
- **Resiliente Tiere:** geringe Variation. Kommen mit exogenen Störungen (extreme Witterungsbedingungen, Futterumstellungen oder Krankheit) besser zurecht, bessere **Pufferkapazität**.
- Ansatzpunkt im **KlimaFit Projekt**



Neue Merkmale der Resilienz



Beispiel einer **resilienten** und **nicht-resilienten** Kuh



Heritabilitäten der neuen Resilienzmerkmale KlimaFit-Projekt, Kessler et al. 2024

		h^2	SE	σ_u^2	SE	σ_{pe}^2	SE	σ_e^2	SE
BV, FV, DH	$\ln var_r$	0.18	0.019	0.08	0.009	0.08	0.008	0.28	0.005
	r_{Auto}	0.05	0.013	0.00	0.000	0.00	0.000	0.02	0.000
BV	$\ln var_r$	0.46	0.103	0.21	0.056	0.04	0.043	0.21	0.016
	r_{Auto}	0.19	0.086	0.00	0.002	0.00	0.002	0.02	0.001
FV	$\ln var_r$	0.15	0.027	0.06	0.011	0.09	0.011	0.26	0.006
	r_{Auto}	0.03	0.016	0.00	0.000	0.00	0.000	0.02	0.000
DH	$\ln var_r$	0.18	0.028	0.08	0.013	0.06	0.012	0.30	0.008
	r_{Auto}	0.05	0.020	0.00	0.000	0.00	0.000	0.01	0.000

BV – Deutsches Braunvieh | FV – Fleckvieh | DH – Deutsche Holsteins

h^2 - Heritabilität
SE – Standardfehler
 σ - Varianz



Methodisches Vorgehen (Kessler et al. in progress):

- Kombination einzelner Resilienzindikatoren zu einem **Resilienzindex** mittels Gewichtungsfaktoren.
- Darstellung der besten Resilienzindizes mit der Heritabilität ($h^2_{SI_{resilience}}$), der Korrelation zwischen Resilienz- und Gesundheitsindex (r) und dem Zuchtfortschritt im Merkmal Gesundheitsindex ($R_{RZ_{Gesund}}$)

Resilienzindex bestehend aus					$h^2_{SI_{resilience}}$	r	$R_{RZ_{Gesund}}$
v	v_d	r_{Auto}	v_r	v_{rd}			
-1.377	1.925	-0.076	1.809	-1.281	0.227	0.467	0.222
-1.219	1.730		1.624	-1.135	0.224	0.468	0.221
-0.344	0.785	-0.034	0.593		0.202	0.490	0.220

- Resilienzindex erfasst im Gegensatz zum RZGesund auch die Reaktion auf **unbekannte** und **externe Störeinflüsse**, z.B. Hitzewellen
- Resilienzindex ist **leichter erfassbar** als Einzelgesundheitsmerkmale, deren Datenerhebung aktuell in vielen Rassen nicht, mangelhaft oder erst beginnend ist



Züchterische Anpassung der Nutztiere für mehr Ökosystemleistung:

- Neue Merkmale für einzelne ES? Veränderte Zusammensetzung des Zuchtziels?
- Populationen resilienter machen!
 - Genomische Ansätze zum besseren Ausbalancieren Leistung vs. Gesundheit
 - Neue Merkmale der Resilienz
- Lokale Rassen & Genetische Diversität sichern!



Ökosystemleistungen: Die Bedeutung lokaler Rassen

- In Europa: Bunter Straus an Rassen, jedoch nur wenige Hochleistungsrassen und viele lokale Rassen, die recht gut an die lokalen Gegebenheiten angepasst sind (Beispiel Wäldervieh B.-W.).
- In der **ES-Kategorie Versorgungsleistung** sind die Hochleistungsrassen überlegen. Nur diese wird konsequent an Markt entlohnt.
- In den **ES-Kategorien Regulierungsleistungen** und **Kulturelle Leistungen**: Lokale Rassen oftmals überlegen. Wird nicht konsequent entlohnt.
- **Ansatzpunkt**: Bestandsaufnahme und monetäre Bewertung der ES-Leistungen der lokalen Rassen in diesen Kategorien und dann eine langfristige finanzielle Honorierung.



- Phänotyp eines Individuums ist die Summe des Rassenmittelwertes und der individuellen Abweichung vom Mittelwert.
- Rassen variieren im Mittelwert → **Zwischen-Rassen-Diversität.**
Gefahr: Aussterben von Rassen.
- Individuelle Abweichungen → **Innerhalb-Rassen-Diversität.**
Gefahr: Inzucht, Drift. Management ist zentrale Aufgabe in Zuchtprogrammen.

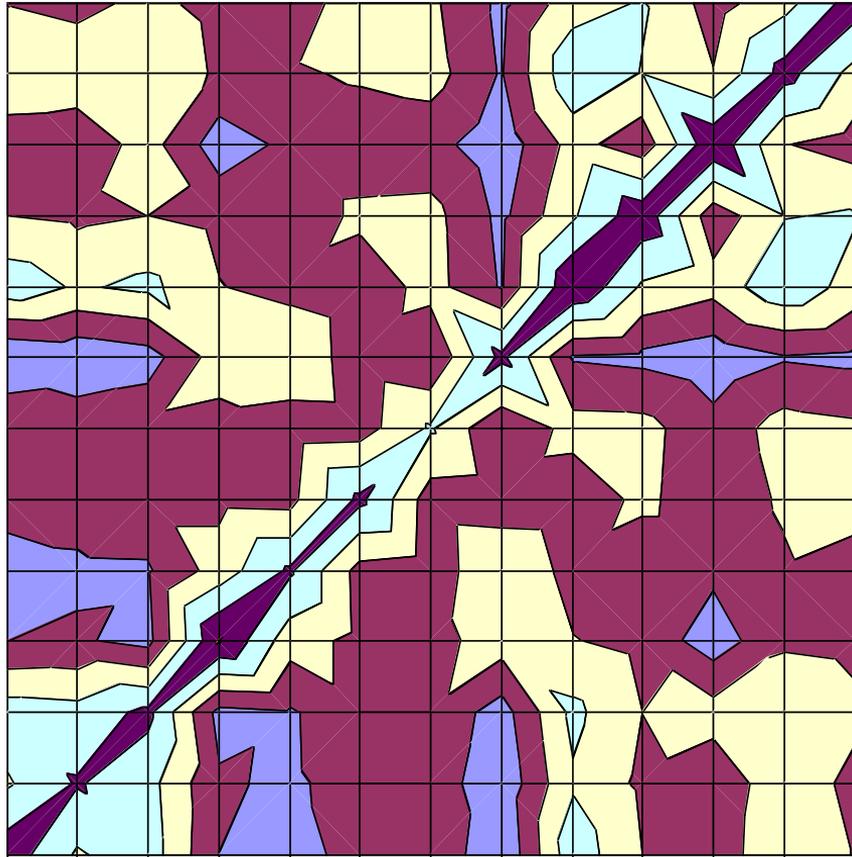
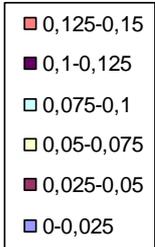


Ökosystemleistungen: Warum sollten Rassen erhalten werden?

- Erhalten und Stärken, wenn sie in den ES-Kategorien **Regulierungsleistungen** und **Kulturelle Leistungen** anderen überlegen sind.
- **Züchterischer Grund: Absicherungsargument.** Die Möglichkeit auf sich verändernde Produktionsbedingungen züchterisch reagieren zu können (Marktanforderungen, Umweltbedingungen, Krankheiten und Epidemien, ...).
- Nur die Rassen relevant und erhaltenswert, die auch etwas zur Diversität beitragen. **Genomik** hilft, diese zu identifizieren (Oldenbrok et al. 2017).



Absicherungsargument: Ein Beispiel zum Rotvieh



Wittgensteiner Rotvieh	$C_i = 0.008$
Vogtländisches Rotvieh	$C_i = 0.012$
Tschech. Rotvieh	$C_i = 0.272$
Rotes Höhenvieh	$C_i = 0.119$
Pod. Rotvieh	$C_i = 0.004$
Limburger	$C_i = 0.223$
Thüringer Rotvieh	$C_i = 0.029$
Harzer Rotvieh	$C_i = 0.022$
Glanvieh	$C_i = 0.027$
Glebvieh	$C_i = 0.097$
Dt. Rotvieh	$C_i = 0.009$
Angler, mod. Typ	$C_i = 0.144$
Angler, alter Typ	$C_i = 0.032$

c: relative Beiträge der Rassen zur genetischen Diversität

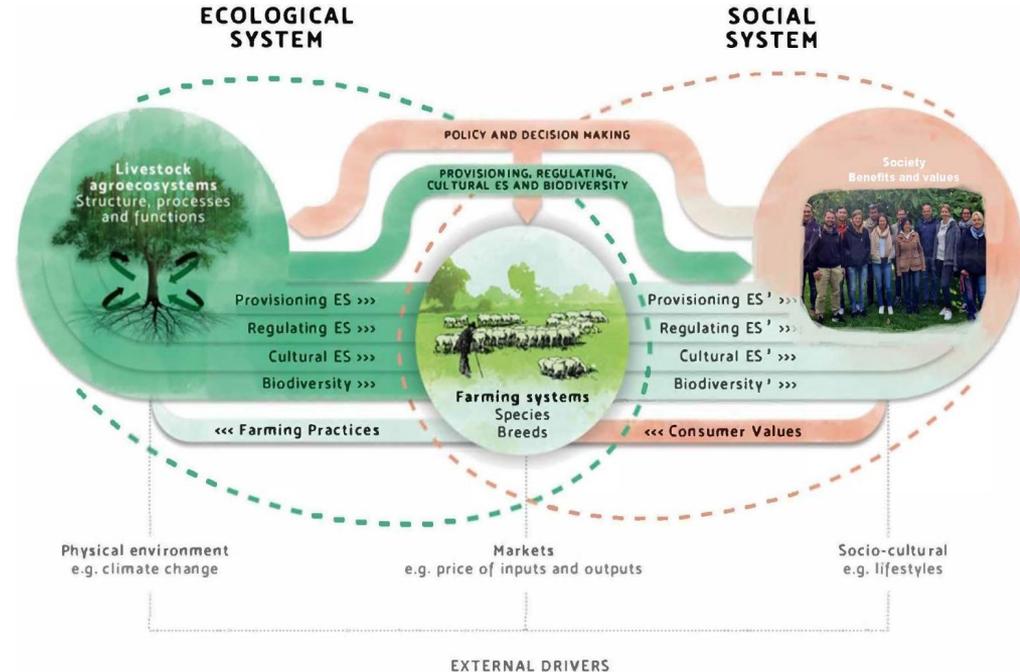
Bennewitz, Simianer & Meuwissen 2009

Genomische Verwandtschaftsmatrix der Rassen



Zusammenfassung: Ökosystemleistungen und Tierzucht

- ES Kategorien: Versorgungs-, Regulierungs- und Kulturelle Leistungen
- Viele ES-Merkmale bereits in den Zuchtzielen verankert.
- Für ES insgesamt relevant: Populationen resilienter machen.
- Lokale Rassen: Stärken in den Regulierungs- und Kulturelle Leistungen, besser entlohnen.
- Genet. Diversität ist das Substrat der Tierzucht und bedeutsam für langfristige ES mit Nutztieren.
- Ohne Genomik keine Tierzucht.





- Franziska Keßler für die Unterstützung und ihre Arbeit in KlimaFit
- Helen Schneider, Jens Tetens und Georg Thaller für die Zusammenarbeit in QTCC
- Zuchtverbände und VIT Verden (Dr. R. Reents)
- FG Tiergenetik und Züchtung der Uni Hohenheim