

Nutzung von Milch-MIR-Spektren für die Rinderzucht

Florian Grandl & Birgit Gredler

AFEMA Wissenschaftliche Tagung

Bern

9. Februar 2017

Neue Merkmale für die Rinderzucht



Neue Merkmale sind ein wichtiges Thema in der Milchproduktion.

ABER:

Diese Merkmale sind oft schwierig bzw. teuer zu erheben.

Ansätze für züchterische Bearbeitung von Merkmalen

Definierte Merkmale

Quantitative Methoden zur Schätzung der genetischen Effekte

Verwandtschaft

Merkmalerhebung bei Kandidatentieren und Verwandten

Breite Merkmalerhebung in der Population mit bekanntem Stammbaum

Schätzung der genetischen und phänotypischen Parameter

Geschätzte Abstammungszuchtwerte

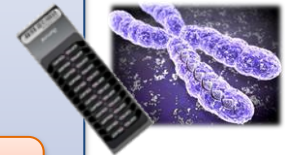


Genomisch optimierte Zuchtwerte

Merkmalerhebung in einer genotypisierten Referenzpopulation

Schätzung der Zusammenhänge zw. genet. Markern und phänotyp. Beobachtungen

Direkte genomische Zuchtwerte

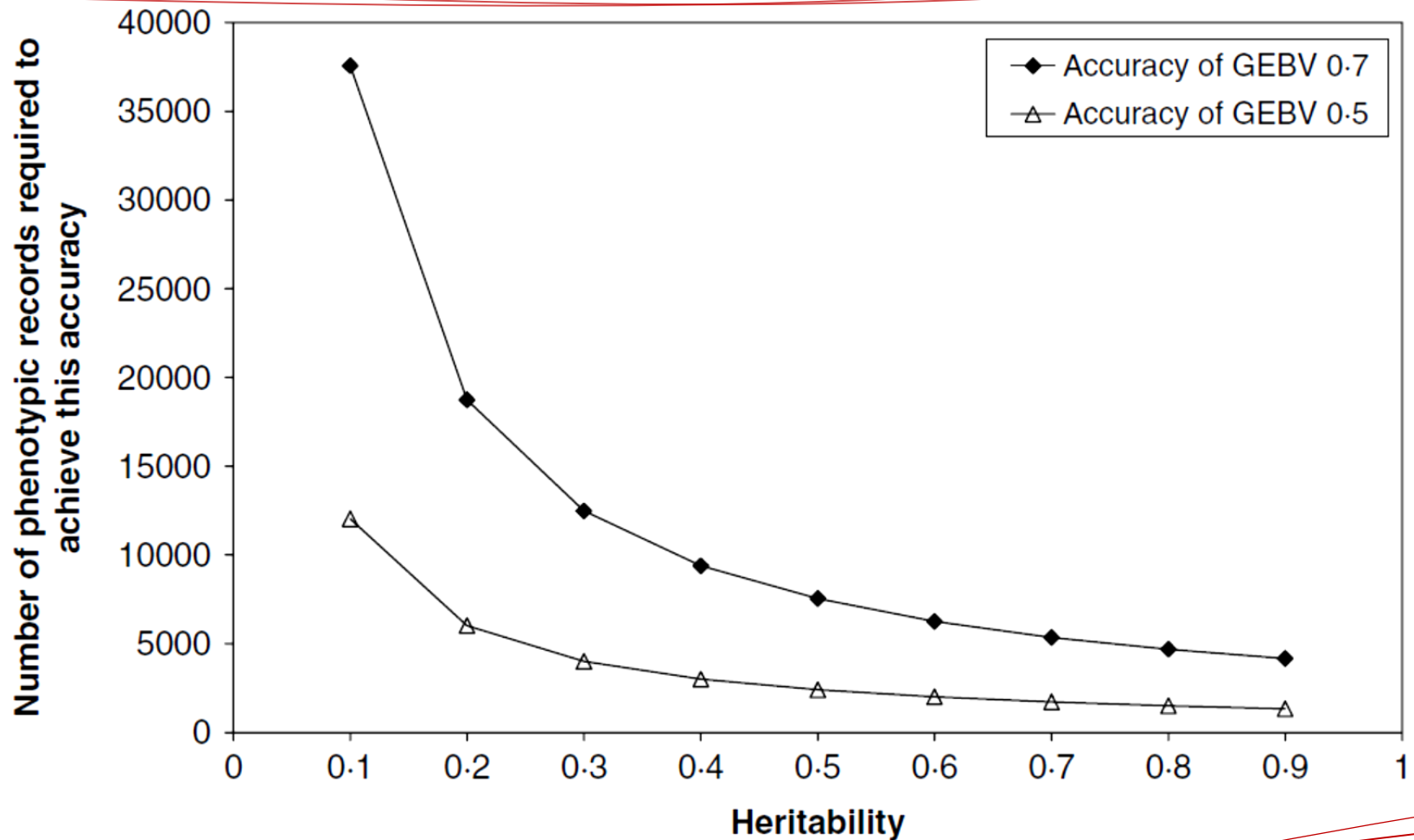


Verwandtschaft

Bestimmung genetischer Marker bei Kandidatentieren

Genomische Methoden zur Schätzung der genetischen Effekte

Merkmalerhebung als limitierender Faktor



Hayes et al., 2009. Number of phenotypic records required to achieve a desired accuracy of GEBV, 0.5 or 0.7, given the heritability of the trait. Effective population size (N_e) = 100 and a normal distribution of QTL effects assumed.

MIR-Spektroskopie in der Milchleistungsprüfung

- Standardanalysemethode für Milchinhaltsstoffe
- Seit Jahren in der Milchleistungsprüfung verwendet
- Nutzung der Ergebnisse für Management und Zucht

Ergebnisse der Milchleistungskontrolle

Kontrolldatum 04.09.2015 04:00
 Art der Probenahme AT4
 Kontrolleur Nr. 331043
 Probeneingang 07.09.2015
 Untersuchdatum 07.09.2015
 Druckdatum 07.09.2015
 Betrieb

BRAUNVIEH 

Braunvieh Schweiz
 Chamerstrasse 56
 6300 Zug
 Tel. +41 (0)41 729 33 11
 Fax +41 (0)41 729 33 77
 info@braunvieh.ch
 www.braunvieh.ch

Name	Kalbedatum	Lakt.	Milch kg		Fett *	Eiweiss *	Harnstoff *	Zellzahl *	Zellzahl	Laufende Laktation				ZZ	Aceton	Schalmtest
Deckdatum	TVD-Nr.	Tage	Morgen	Total				Aktuell	Vorprobe	Tage	Milch	Fett	Eiweiss	Pers.	mg/l	
Aufgerechnete oder Standardlaktation																
Analysedatum: 07.09.15																
42 BARBARA	29.08.2015	1	14.4	28.5	3.67	3.71	23	223		23	656	3.67	3.71	223	2	+
CH 120.1		6													1	
36 BREIDA	28.08.2015	1	14.4	28.5	3.03	3.42	10	541		24	684	3.03	3.42	541	2	+
CH 120.1		7													1	
23 TIMBA	27.08.2015	4	13.4	26.9	5.19	3.67	13	78		25	673	5.19	3.67	78	4	+
CH 120.0		8													1	
16 BIRGIT	24.08.2015	1	15.7	31.0	4.17	3.29	25	98		28	868	4.17	3.29	98	3	+
CH 120.1		11													1	
34 URILLA	22.08.2015	3	13.8	27.7	3.79	3.26	13	416		30	831	3.79	3.26	416	3	+
CH 120.0		13													1	

MIR-Spektroskopie in der Milchleistungsprüfung

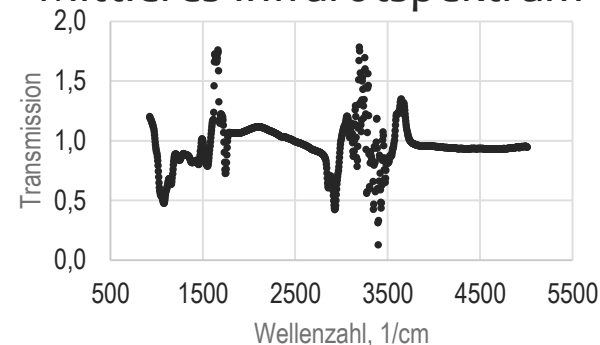
Milchproben



Analyse-
gerät



Mittleres Infrarotspektrum



Milchinhaltsstoffe

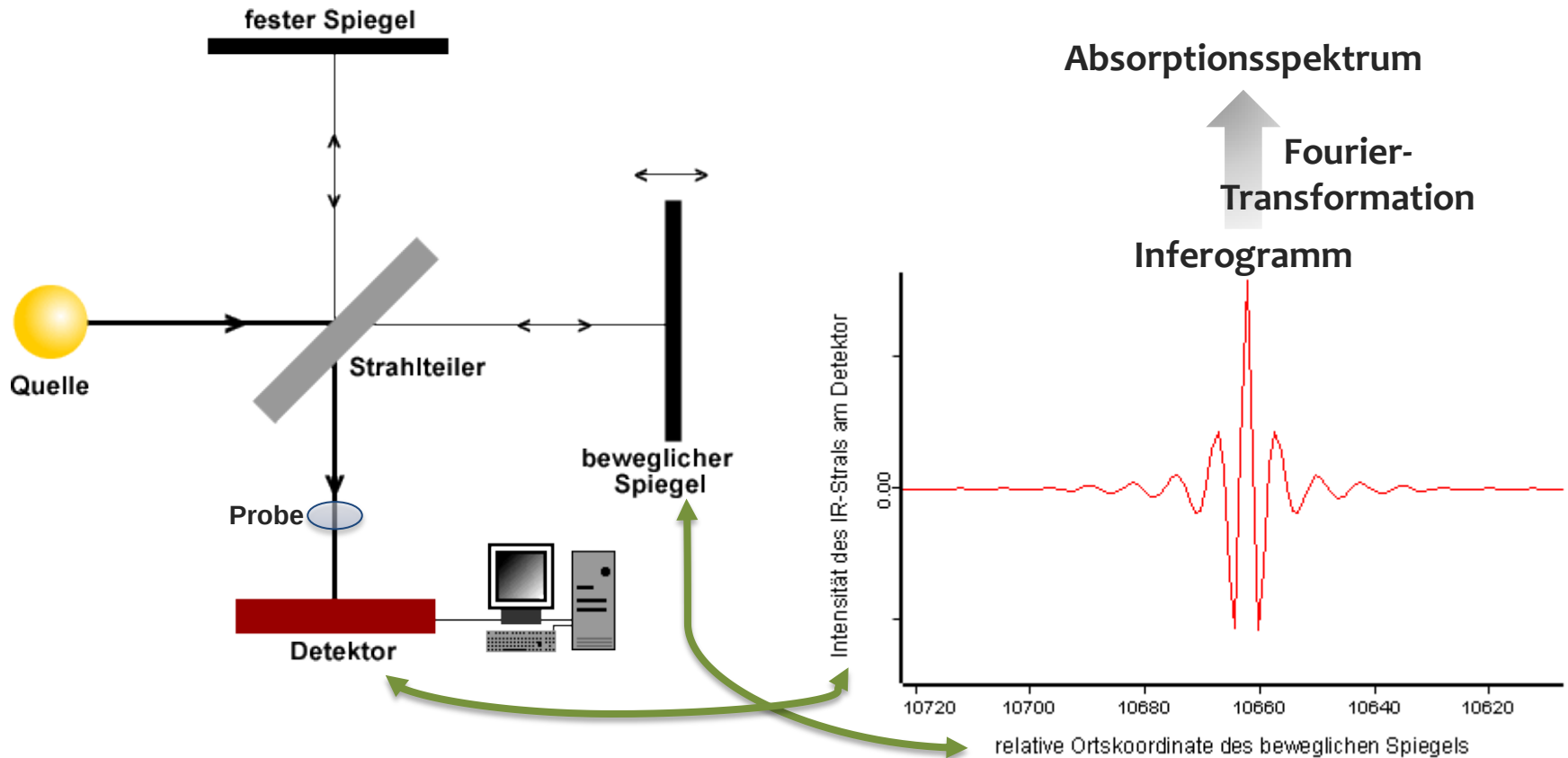
- Fett
- Protein
- Laktose
- Harnstoff

Kalibrationsgleichungen

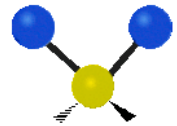
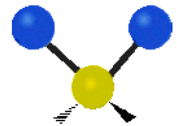
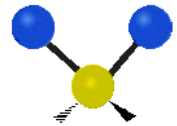
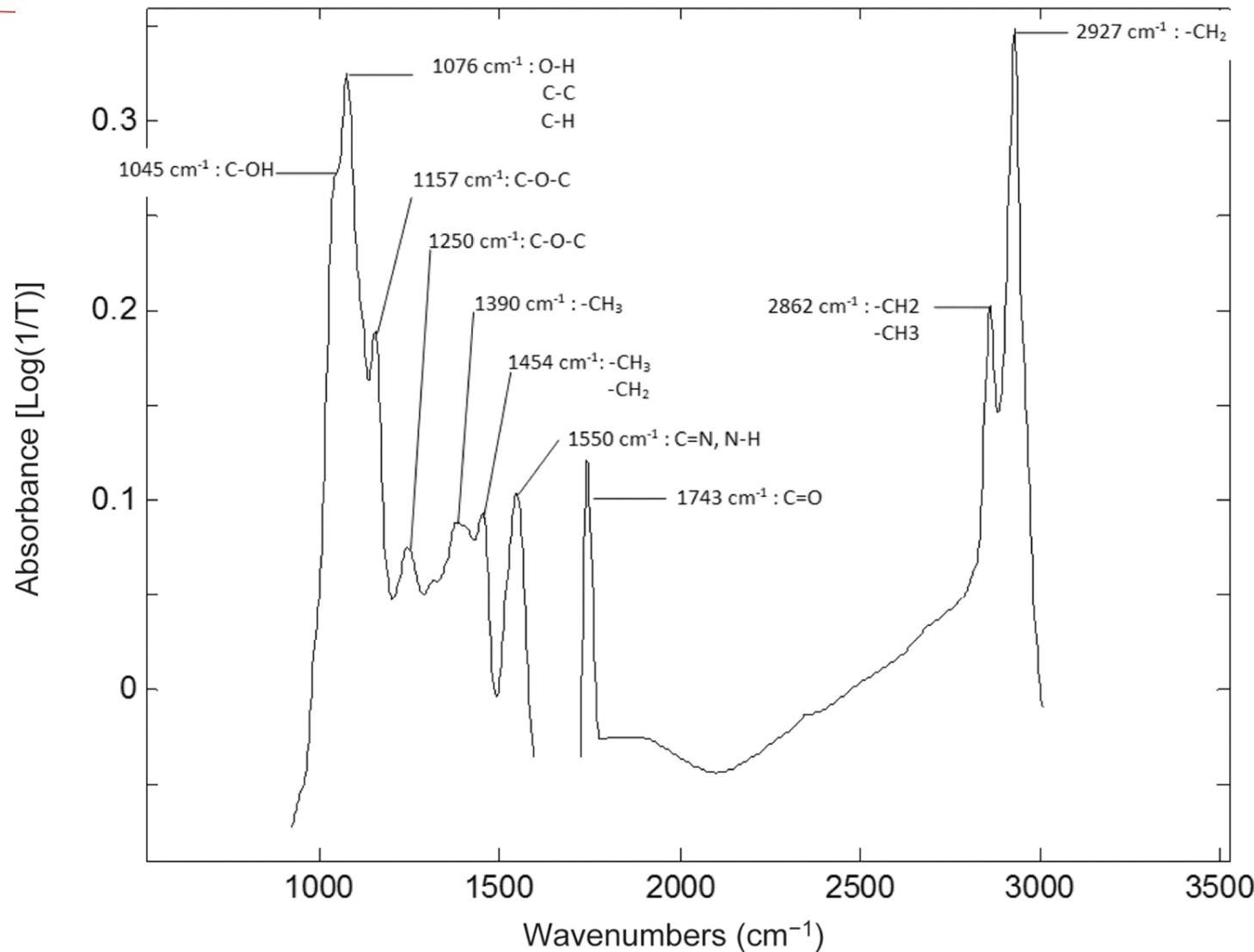
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ
1	sample	cowID	milkkg	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272
2	3	cow01	23.910	1.200	1.191	1.182	1.173	1.164	1.157	1.150	1.143	1.136	1.127	1.115	1.098	1.075	1.047	1.017	0.986	0.959	0.936	0.916	0.898	0.878	0.852	0.817	0.775	0.726	0.677	0.630	0.590	0.559	0.538	0.527	0.522	0.521
3	4	cow01	7.080	1.149	1.142	1.135	1.128	1.122	1.117	1.112	1.107	1.102	1.095	1.085	1.069	1.048	1.021	0.992	0.963	0.937	0.915	0.897	0.880	0.861	0.836	0.803	0.763	0.717	0.669	0.623	0.585	0.555	0.535	0.524	0.519	0.518
4	5	cow01	25.060	1.259	1.248	1.236	1.225	1.215	1.206	1.197	1.188	1.179	1.168	1.154	1.136	1.112	1.083	1.052	1.021	0.992	0.968	0.948	0.929	0.908	0.880	0.845	0.801	0.752	0.701	0.653	0.613	0.581	0.560	0.548	0.543	0.541
5	6	cow01	12.410	1.204	1.194	1.185	1.177	1.169	1.162	1.155	1.149	1.142	1.133	1.121	1.103	1.080	1.052	1.020	0.989	0.961	0.937	0.918	0.900	0.879	0.852	0.817	0.774	0.725	0.675	0.627	0.587	0.556	0.536	0.524	0.520	0.519
6	3	cow02	11.620	1.234	1.223	1.212	1.203	1.194	1.185	1.178	1.170	1.161	1.151	1.137	1.118	1.094	1.065	1.034	1.003	0.975	0.951	0.932	0.914	0.894	0.868	0.834	0.792	0.744	0.694	0.647	0.607	0.576	0.555	0.542	0.537	0.535
7	4	cow02	13.330	1.214	1.204	1.194	1.185	1.177	1.170	1.163	1.156	1.149	1.139	1.127	1.109	1.085	1.056	1.025	0.994	0.966	0.943	0.924	0.907	0.887	0.861	0.827	0.786	0.738	0.689	0.642	0.602	0.571	0.550	0.539	0.533	0.531
8	5	cow02	11.430	1.227	1.216	1.207	1.197	1.188	1.180	1.172	1.165	1.157	1.147	1.133	1.115	1.091	1.062	1.030	0.999	0.971	0.948	0.929	0.911	0.891	0.865	0.831	0.789	0.742	0.692	0.646	0.606	0.575	0.554	0.542	0.536	0.534
9	6	cow02	13.730	1.220	1.210	1.201	1.192	1.184	1.175	1.168	1.160	1.152	1.142	1.129	1.111	1.087	1.058	1.027	0.996	0.968	0.945	0.926	0.908	0.889	0.863	0.829	0.788	0.740	0.691	0.645	0.605	0.574	0.553	0.541	0.536	0.534
10	3	cow03	8.830	1.253	1.242	1.232	1.222	1.212	1.202	1.193	1.184	1.174	1.163	1.149	1.130	1.106	1.076	1.044	1.012	0.983	0.958	0.938	0.919	0.898	0.872	0.837	0.794	0.745	0.695	0.648	0.607	0.576	0.555	0.543	0.537	0.533

MIR-Spektroskopie

FTIR-Spektrometer



MIR-Spektroskopie



MIR-Spektroskopie in der Milchleistungsprüfung

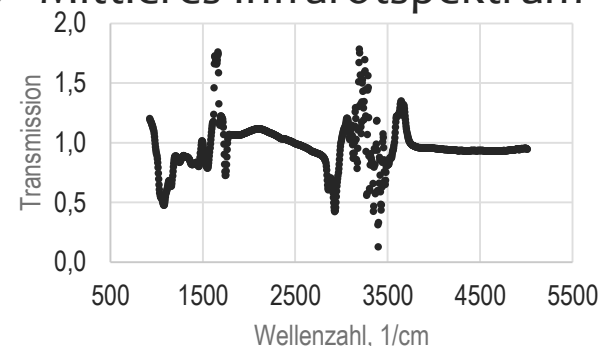
Milchproben



Analyse-
gerät



Mittleres Infrarotspektrum



Weitere
Milchinhaltsstoffe?

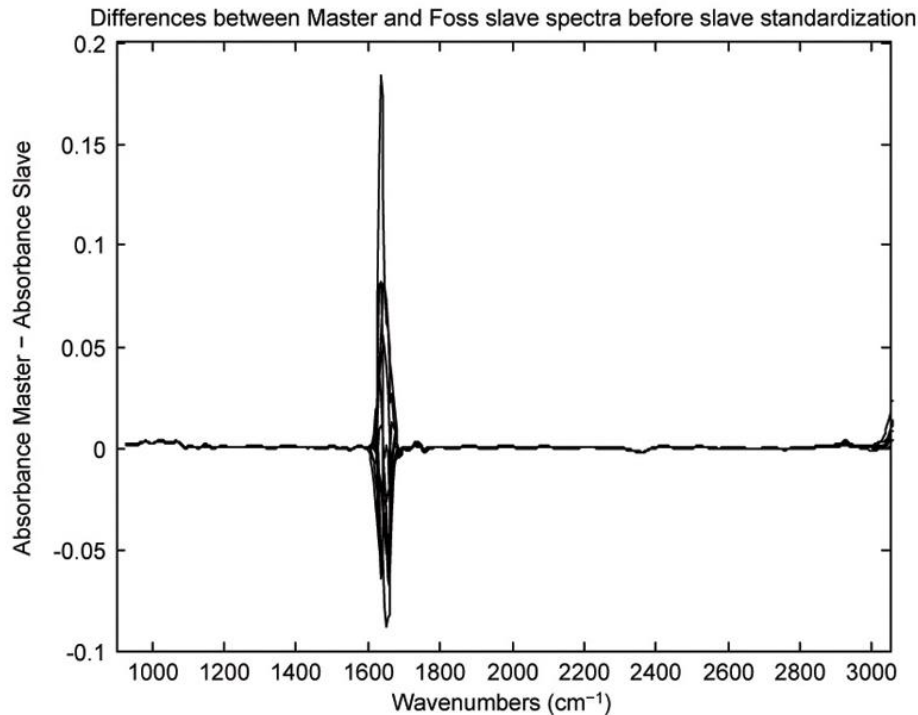
Weitere
Informationen?

Kalibrationsgleichungen

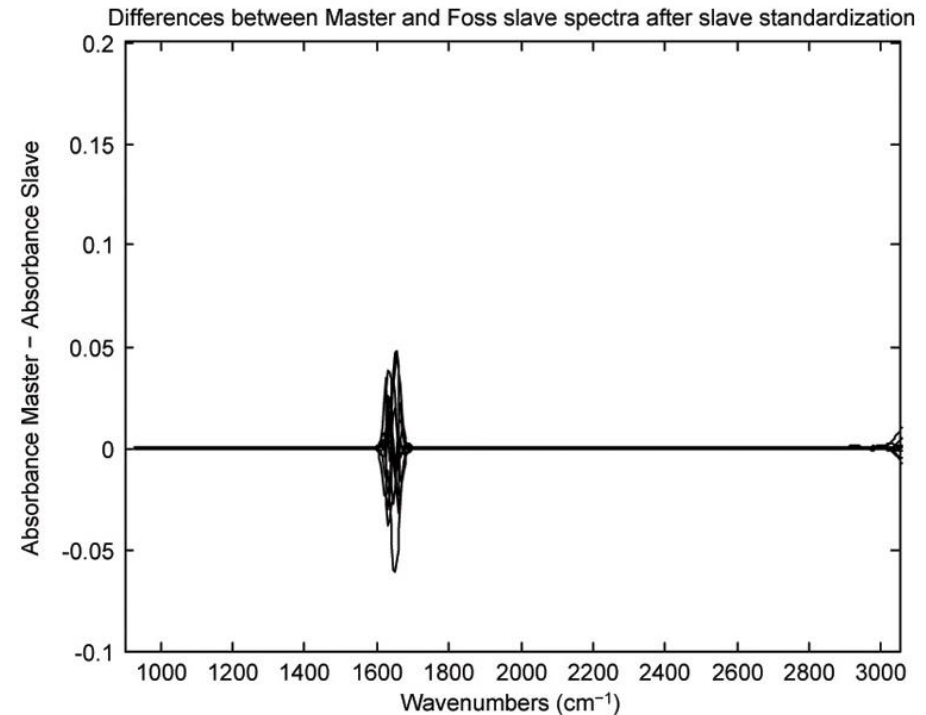
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ
1	sample	cowID	milkkg	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272
2	3	cow01	23.910	1.200	1.191	1.182	1.173	1.164	1.157	1.150	1.143	1.136	1.127	1.115	1.098	1.075	1.047	1.017	0.986	0.959	0.936	0.916	0.898	0.878	0.852	0.817	0.775	0.726	0.677	0.630	0.590	0.559	0.538	0.527	0.522	0.521
3	4	cow01	7.080	1.149	1.142	1.135	1.128	1.122	1.117	1.112	1.107	1.102	1.095	1.085	1.069	1.048	1.021	0.992	0.963	0.937	0.915	0.897	0.880	0.861	0.836	0.803	0.763	0.717	0.669	0.623	0.585	0.555	0.535	0.524	0.519	0.518
4	5	cow01	25.060	1.259	1.248	1.236	1.225	1.215	1.206	1.197	1.188	1.179	1.168	1.154	1.136	1.112	1.083	1.052	1.021	0.992	0.968	0.948	0.929	0.908	0.880	0.845	0.801	0.752	0.701	0.653	0.613	0.581	0.560	0.548	0.543	0.541
5	6	cow01	12.410	1.204	1.194	1.185	1.177	1.169	1.162	1.155	1.149	1.142	1.133	1.121	1.103	1.080	1.052	1.020	0.989	0.961	0.937	0.918	0.900	0.879	0.852	0.817	0.774	0.725	0.675	0.627	0.587	0.556	0.536	0.524	0.520	0.519
6	3	cow02	11.620	1.234	1.223	1.212	1.203	1.194	1.185	1.178	1.170	1.161	1.151	1.137	1.118	1.094	1.065	1.034	1.003	0.975	0.951	0.932	0.914	0.894	0.868	0.834	0.792	0.744	0.694	0.647	0.607	0.576	0.555	0.542	0.537	0.535
7	4	cow02	13.330	1.214	1.204	1.194	1.185	1.177	1.170	1.163	1.156	1.149	1.139	1.127	1.109	1.085	1.056	1.025	0.994	0.966	0.943	0.924	0.907	0.887	0.861	0.827	0.786	0.738	0.689	0.642	0.602	0.571	0.550	0.539	0.533	0.531
8	5	cow02	11.430	1.227	1.216	1.207	1.197	1.188	1.180	1.172	1.165	1.157	1.147	1.133	1.115	1.091	1.062	1.030	0.999	0.971	0.948	0.929	0.911	0.891	0.865	0.831	0.789	0.742	0.692	0.646	0.606	0.575	0.554	0.542	0.536	0.534
9	6	cow02	13.730	1.220	1.210	1.201	1.192	1.184	1.175	1.168	1.160	1.152	1.142	1.129	1.111	1.087	1.058	1.027	0.996	0.968	0.945	0.926	0.908	0.889	0.863	0.829	0.788	0.740	0.691	0.645	0.605	0.574	0.553	0.541	0.536	0.534
10	3	cow03	8.830	1.253	1.242	1.232	1.222	1.212	1.202	1.193	1.184	1.174	1.163	1.149	1.130	1.106	1.076	1.044	1.012	0.983	0.958	0.938	0.919	0.898	0.872	0.837	0.794	0.745	0.695	0.648	0.607	0.576	0.555	0.543	0.537	0.536

Kooperation mit vielen Partnern

Notwendigkeit zur Standardisierung



Vor Standardisierung



Nach Standardisierung

Grelet et al., 2015



Nutzung der MIR-Spektren für weitere Merkmale

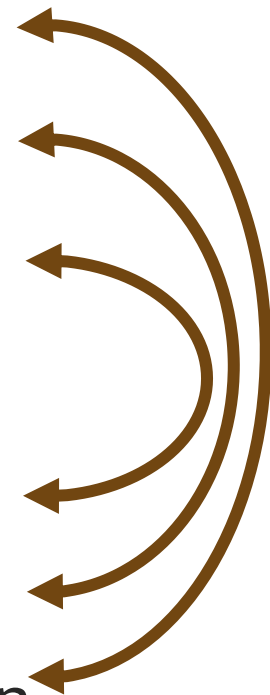
Andere Milchinhaltsstoffe, z. B.

- Fettsäuren
- Bestimmte Proteine
- Mineralstoffe
- Aceton, β -Hydroxybutyrat, Citrat

???

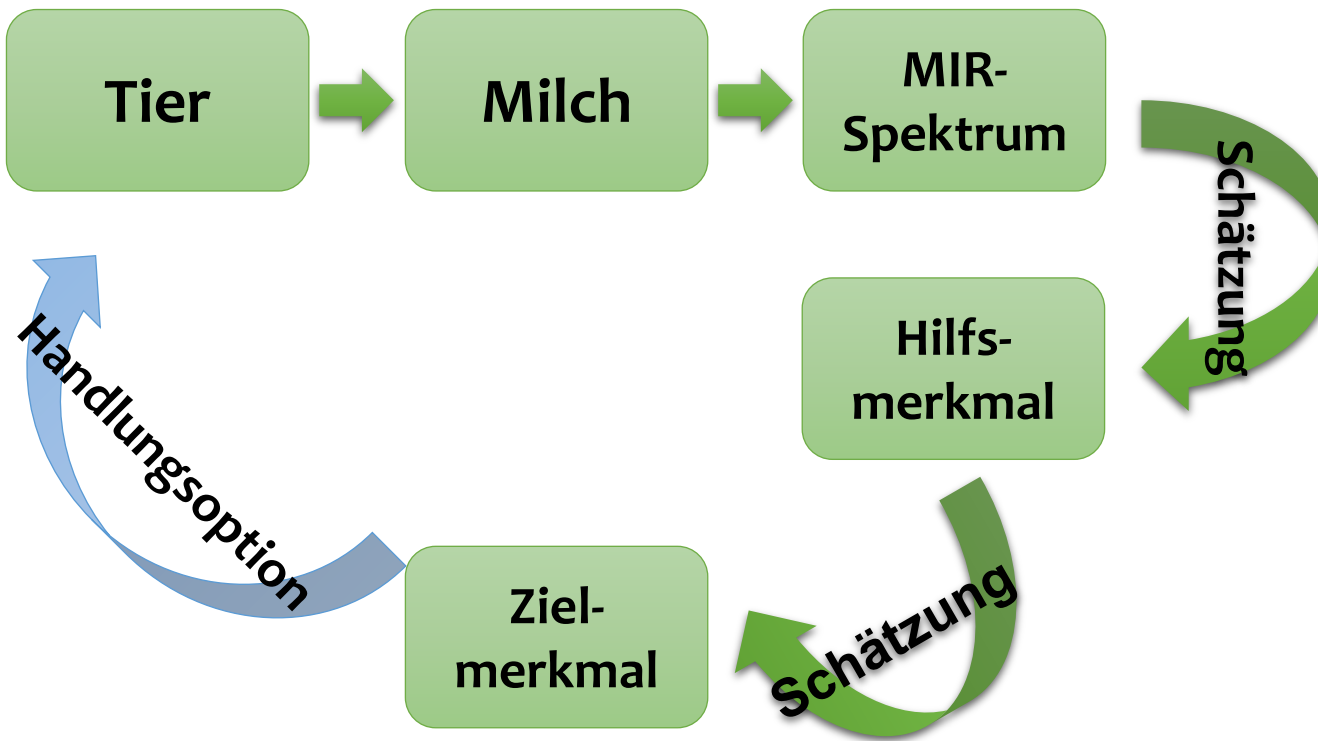
Direkte Schätzung weiterer Merkmale, z. B.

- Krankheiten (z. B. Mastitis, Ketose)
- Milchtechnologische Eigenschaften
- Futterverwertung & Methanemissionen



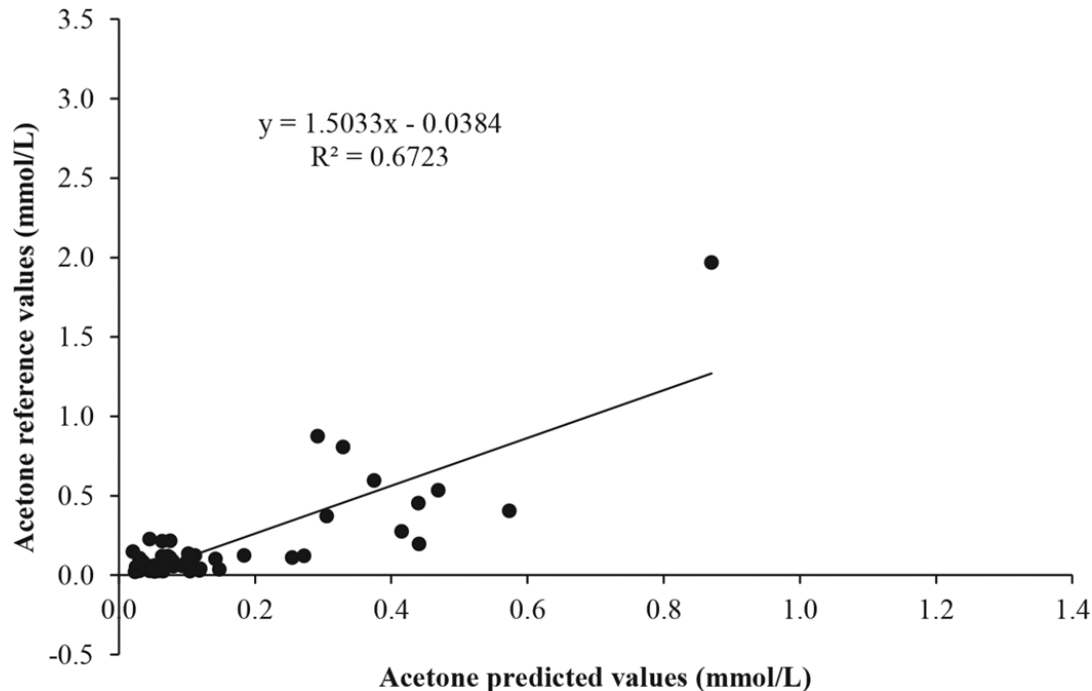
Ansatz:

MIR $\Rightarrow$ Hilfsmerkmal $\Rightarrow$ Zielmerkmal



Stoffwechselmerkmale aus Milch-MIR-Spektren: Beispiel Ketose

Item (mmol/L)	N	Minimum	Maximum	Mean reference	SD	Mean predict.	RMSE	R ²	RPD
BHB	108	0.058	0.755	0.204	0.136	0.198	0.083	0.63	2.36
Acetone	56	0.021	1.968	0.179	0.306	0.145	0.196	0.67	2.03
Citrate	126	4.44	15.16	9.08	2.03	9.1	0.76	0.86	2.96

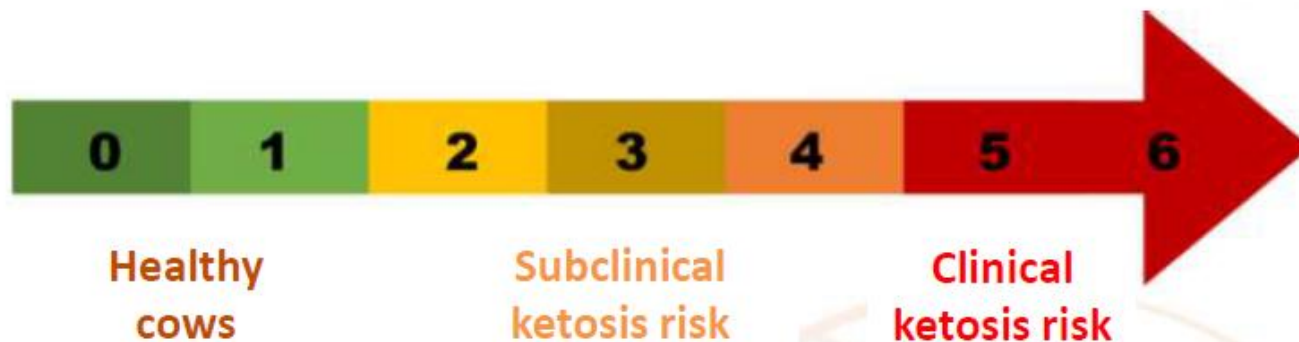


RPD	Class	Application
0 – 2	Very poor	Compare groups of cows, distinguish high or low values
2 – 3	Poor	Rough screening
3 – 5	Fair	Screening
5 – 6.5	Good	Quality control
6.5 – ∞	Excellent	As precise as reference value

Stoffwechselmerkmale aus Milch-MIR-Spektren: Beispiel Ketose

Ketosis tool developed by AWE (BE)

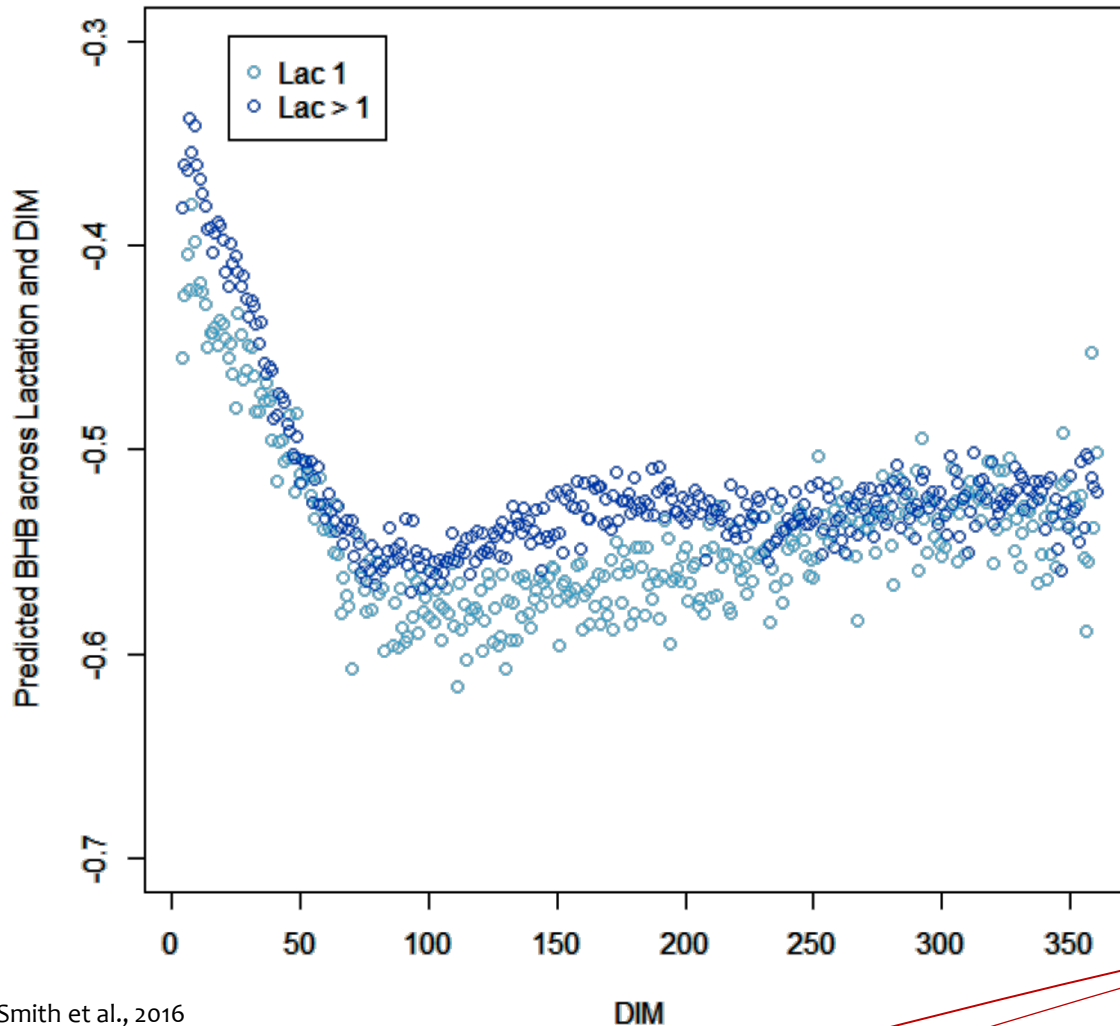
- Global score from 0 to 6 as a global indication for ketosis status



- Currently in test in 75 farms
- Good feedback from cattle breeders

Stoffwechselmerkmale aus Milch-MIR-Spektren: Beispiel Ketose

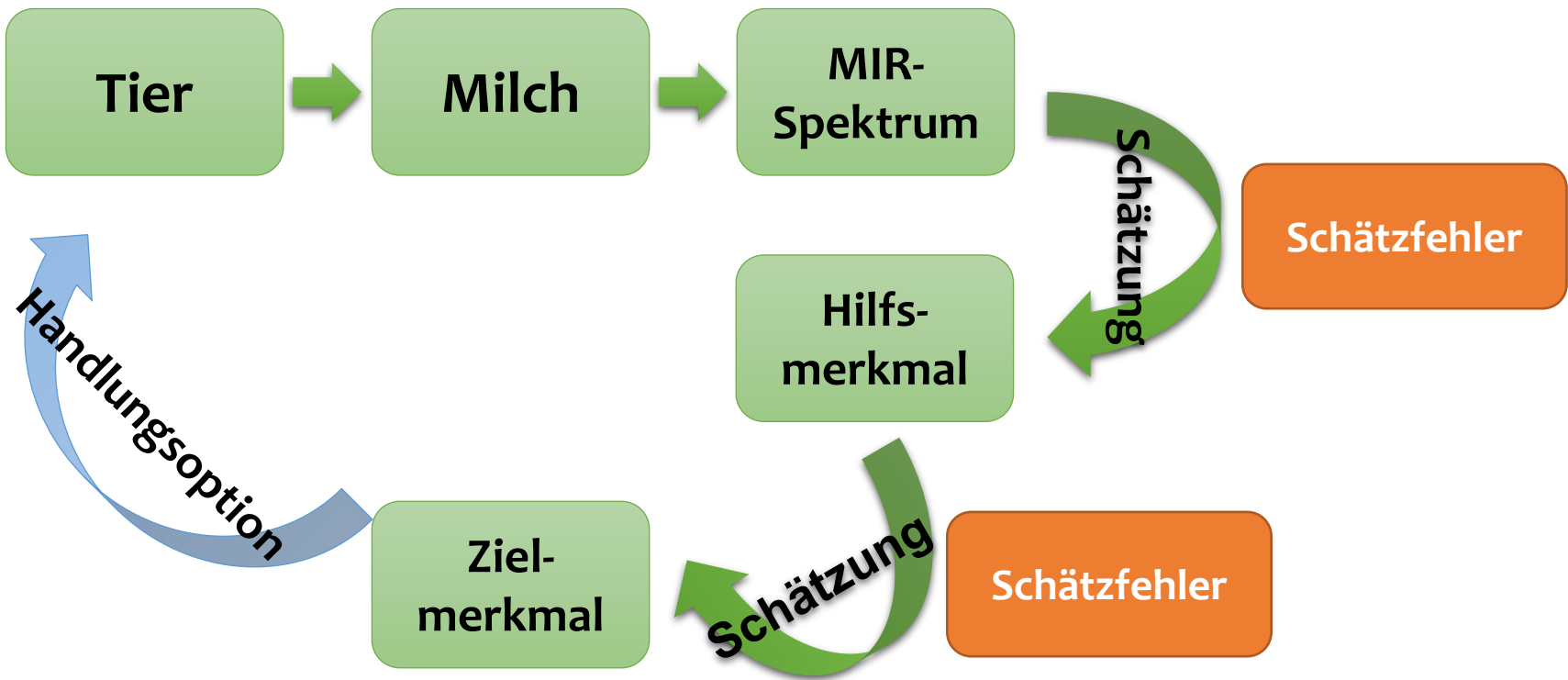
Avg. predicted lnBHB by lactation and DIM



Predictions from 366 herds,
>150,000 animals and
almost 2 million animal
testdates

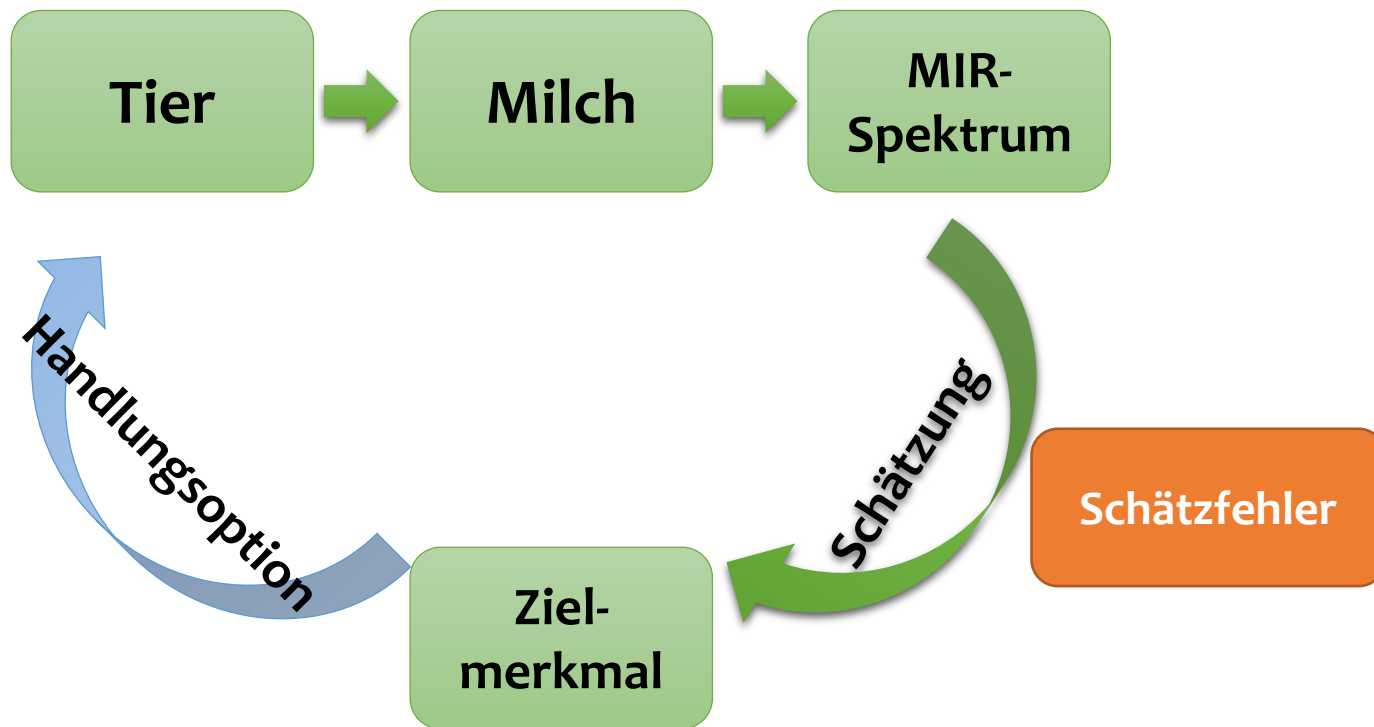
Ansatz:

MIR $\Rightarrow$ Hilfsmerkmal $\Rightarrow$ Zielmerkmal

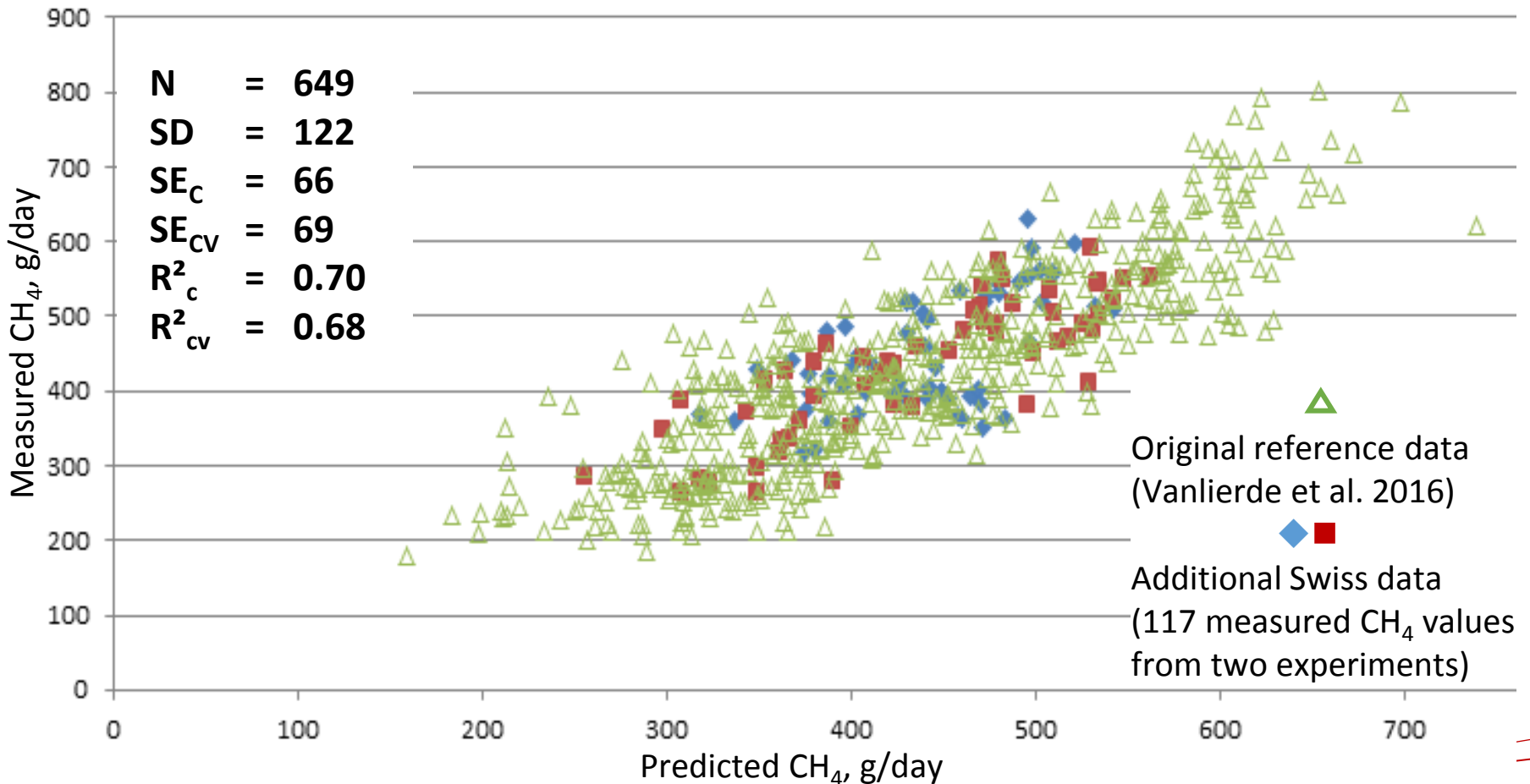


Ansatz:

MIR $\Rightarrow$ Zielmerkmal



Stoffwechselmerkmale aus Milch-MIR-Spektren: Beispiel Methan

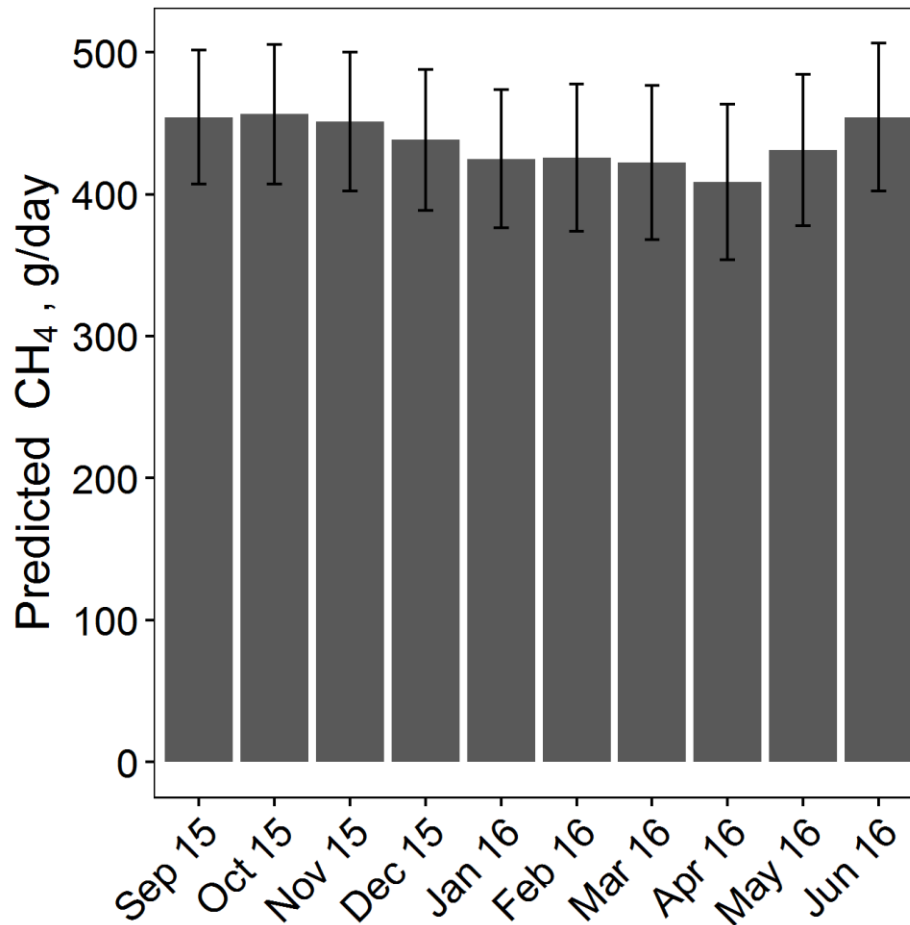


Schätzung von CH₄ aus Routine MLP MIR Spektren

Anwendung einer Schätzgleichung auf standardisierte
Spektren der Schweizerischen Holstein Population

- MIR Spektren aus der Milchleistungsprüfung von Schweizer Holstein Kühen vom September 2015 – Juni 2016
- Ausschluss stark abweichender Spektren
(stand. Mahalanobis Distanz ≥ 3)
- Nur Kühe in 1. bis 4. Laktation zwischen 5 und 305 Tage in Milch
- Milchleistung zwischen 5 und 60 kg/Tag
- Mindestens 6 MLP Ergebnisse von jeder Kuh in dieser Periode
- Keine Proben vom Alpstandorten

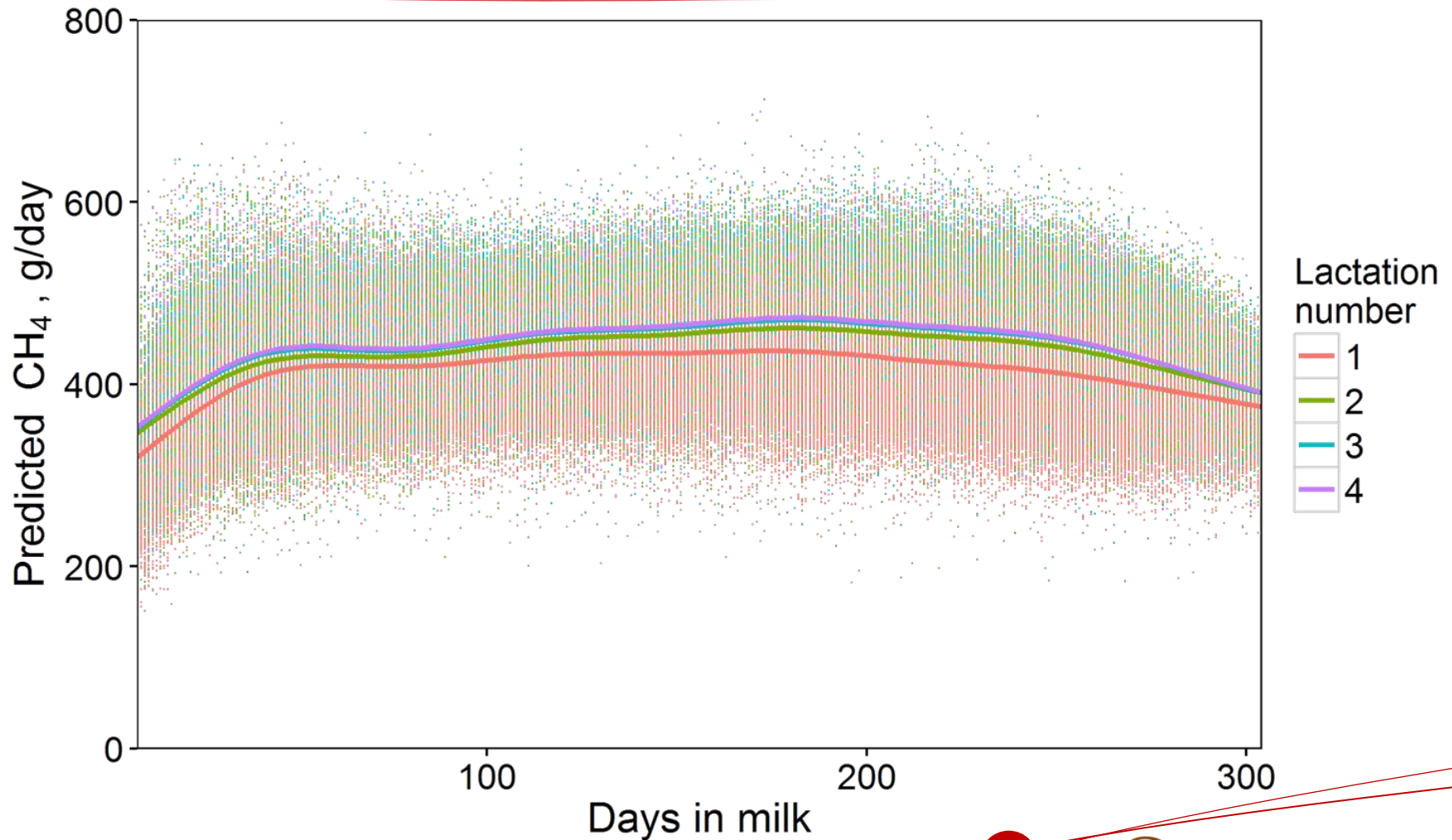
Schätzung von CH₄ aus Routine MLP MIR Spektren



Lakt.Nr.	Gesch. CH ₄ (g/day)	
	Mittelw.	Std.abw.
1	420	50.6
2	439	51.9
3	446	51.7
4	448	51.7

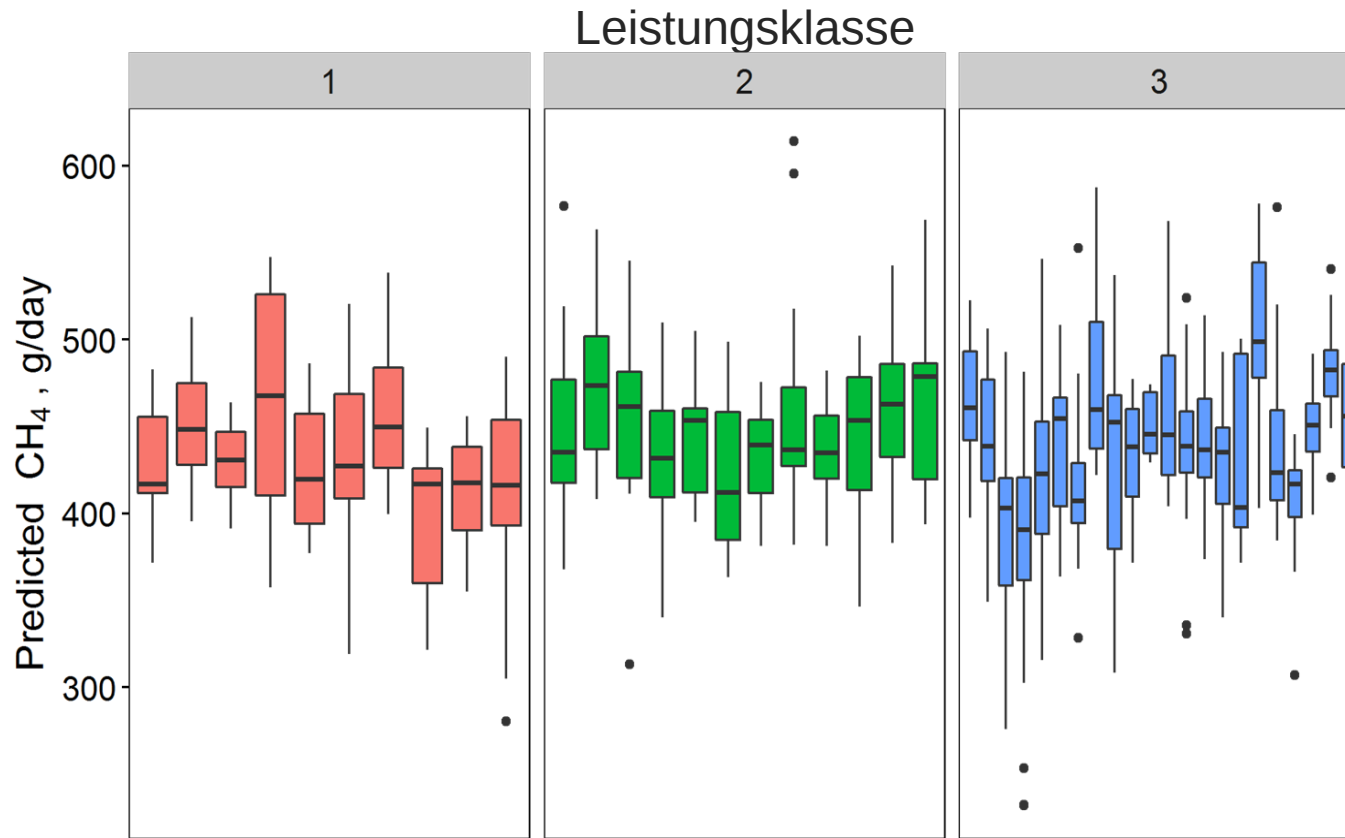
n = 682 318

Schätzung von CH₄ aus Routine MLP MIR Spektren



n = 682 318

Schätzung von CH₄ aus Routine MLP MIR Spektren



50 grösste Betriebe
im Datensatz

Klassen
305-Tage-Leistung
erstlaktierender Kühe
als ein Mass für
Produktionsintensität:

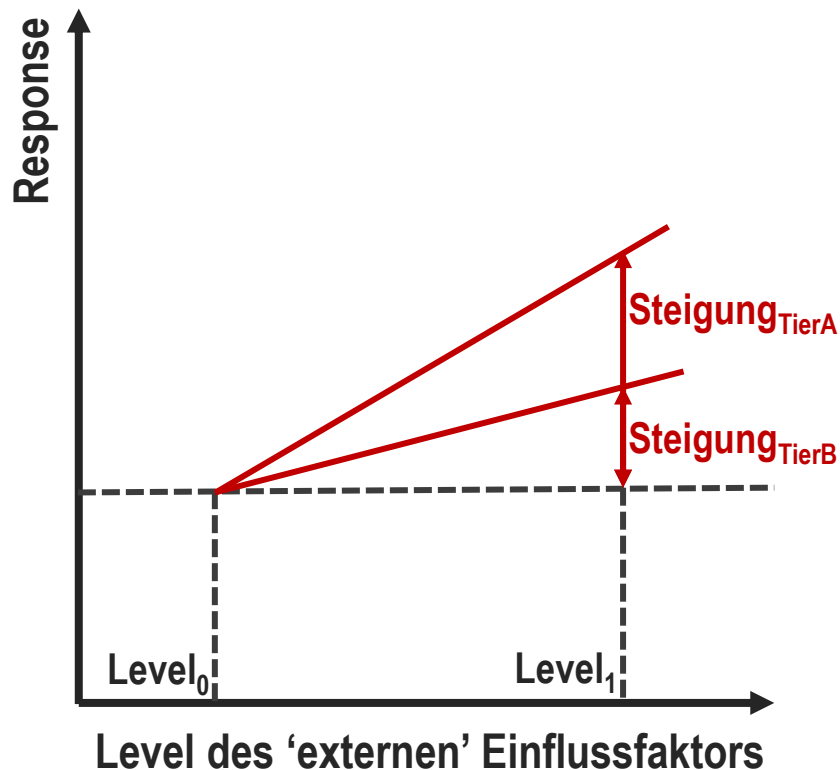
1: <6500 kg

2: 6500 – 7500 kg

3: >7500 kg

Zukunft der Nutzung von Milch MIR-Spektren für die Zucht

Spektren als response Variablen für bekannte
Einflussfaktoren: der response selbst ist das Merkmal



$\text{Steigung}_{\text{TierA}} > \text{Steigung}_{\text{TierB}}$

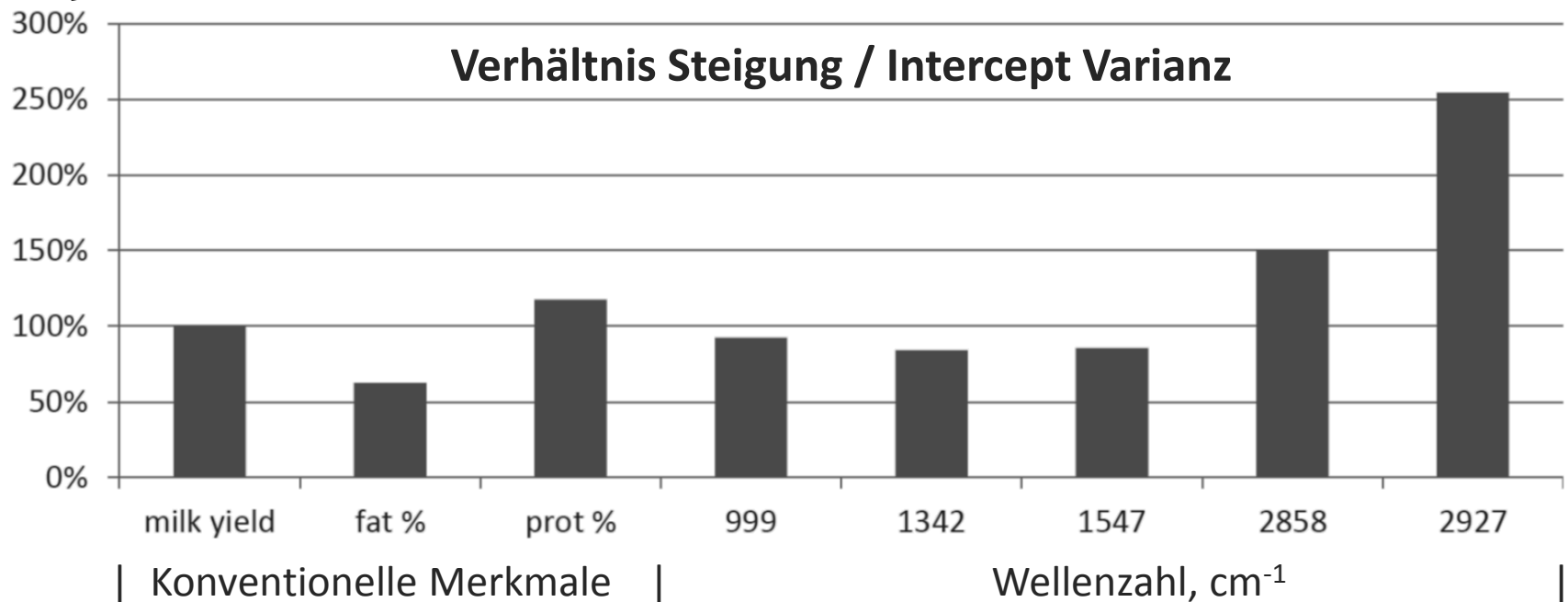


$\text{Resilienz}_{\text{TierA}} < \text{Resilienz}_{\text{TierB}}$

Zukunft der Nutzung von Milch MIR-Spektren für die Zucht

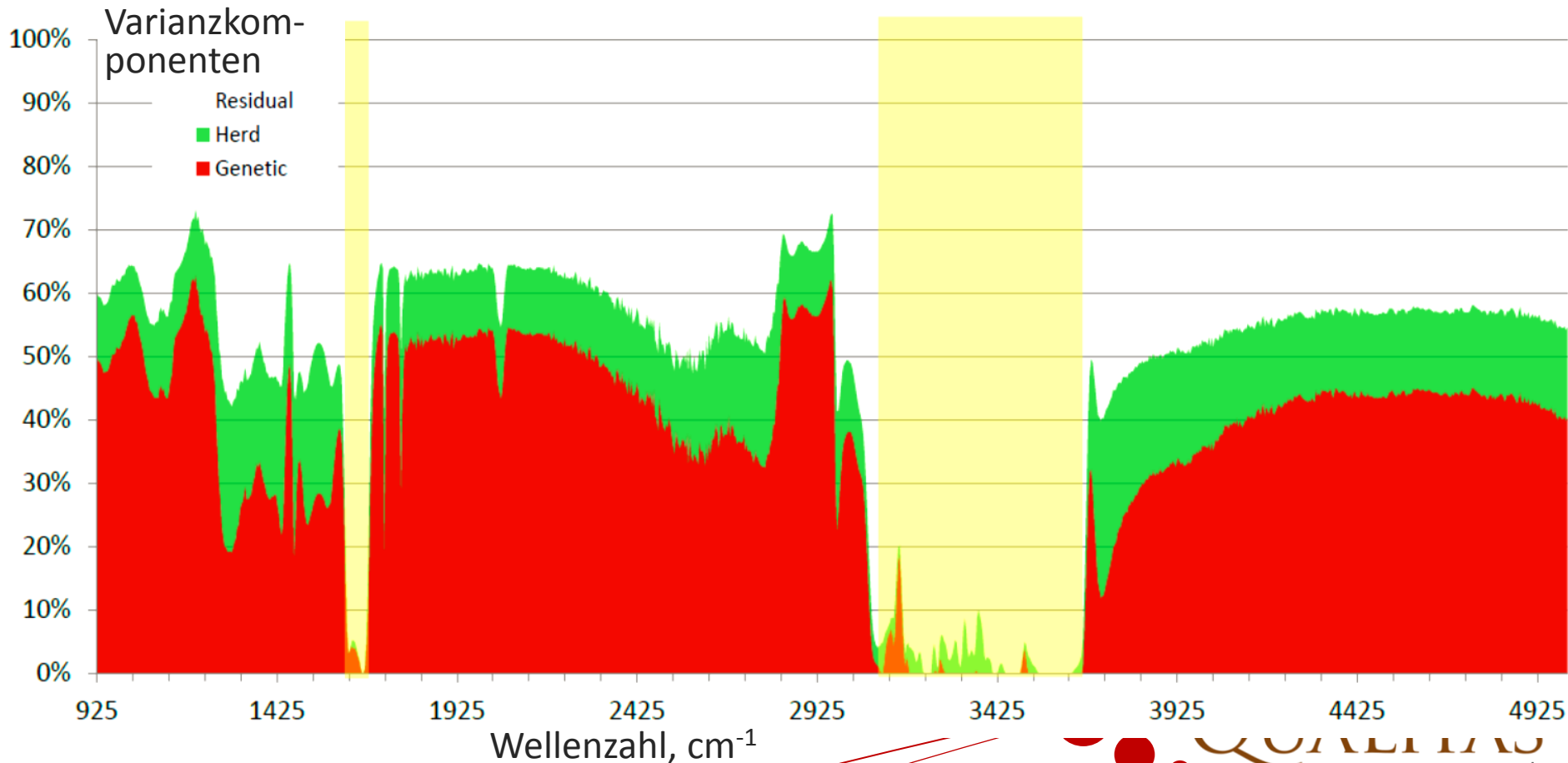
Beispiel Stressor “Trächtigkeit”

- 56 902 Testtag-records (Milchleistung, F%, E%, 5 Wellenzahlen mit höchster phänotypischen Reaktion)
- Bestätigte Trächtigkeiten
- 9757 erstlaktierende Holsteinkühe



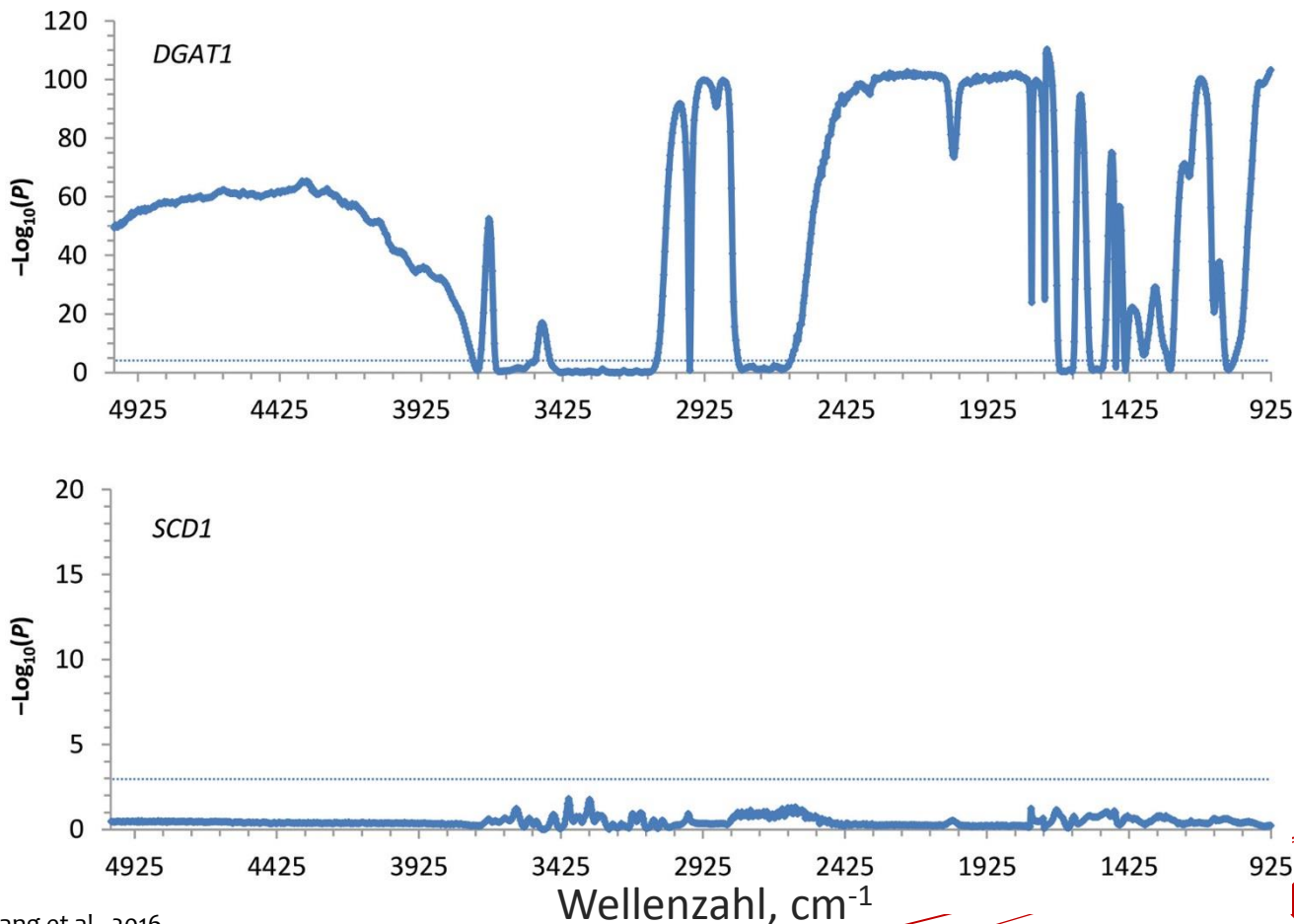
Zukunft der Nutzung von Milch MIR-Spektren für die Zucht

Spektren (Wellenzahlen) sind selbst Merkmale mit phänotypischer und genotypischer Variation



Zukunft der Nutzung von Milch MIR-Spektren für die Zucht

Spektren (Wellenzahlen) sind selbst Merkmale mit phänotypischer und genotypischer Variation



Für beide Polymorphismen sind Auswirkungen auf Milchfettzusammensetzung bekannt ...

Schlussfolgerungen

- MIR-Spektren haben grosses Potential für neue Merkmale
 - Nutzung als Managementhilfe
 - Nutzung für züchterische Auswertungen
 - Können (noch) nicht alles erklären ...
- Nichtinvasiv
- Populationsweit verfügbar
- Integration in genomische ZWS

Schlussfolgerungen

- MIR-Spektren haben grosses Potential für neue Merkmale
 - Nutzung als Managementhilfe
 - Nutzung für züchterische Auswertungen
 - Können (noch) nicht alles erklären ...
- Nichtinvasiv
- Populationsweit verfügbar
- Integration in genomische ZWS

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!