



QUALITAS⁺

Nutzung von Milch MIR-Spektren für die Rinderzucht

Florian Grandl
Qualitas AG

Workshop SABRE-TP 2016
9. Juni 2016

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	g/100 g	g/100 g	mg/dl	Aktuell 1000/ml	Vorprobe	Tage	Milch	Fett	Eiweiss	Pers.	mg/l		
Aufgerechnete oder Standardlaktation															Klasse		
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

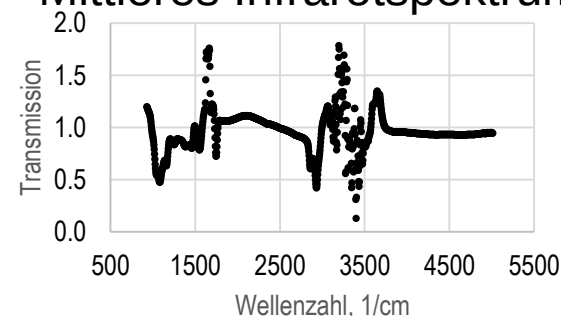
Milchproben



Analyse-
gerät



Mittleres Infrarotspektrum



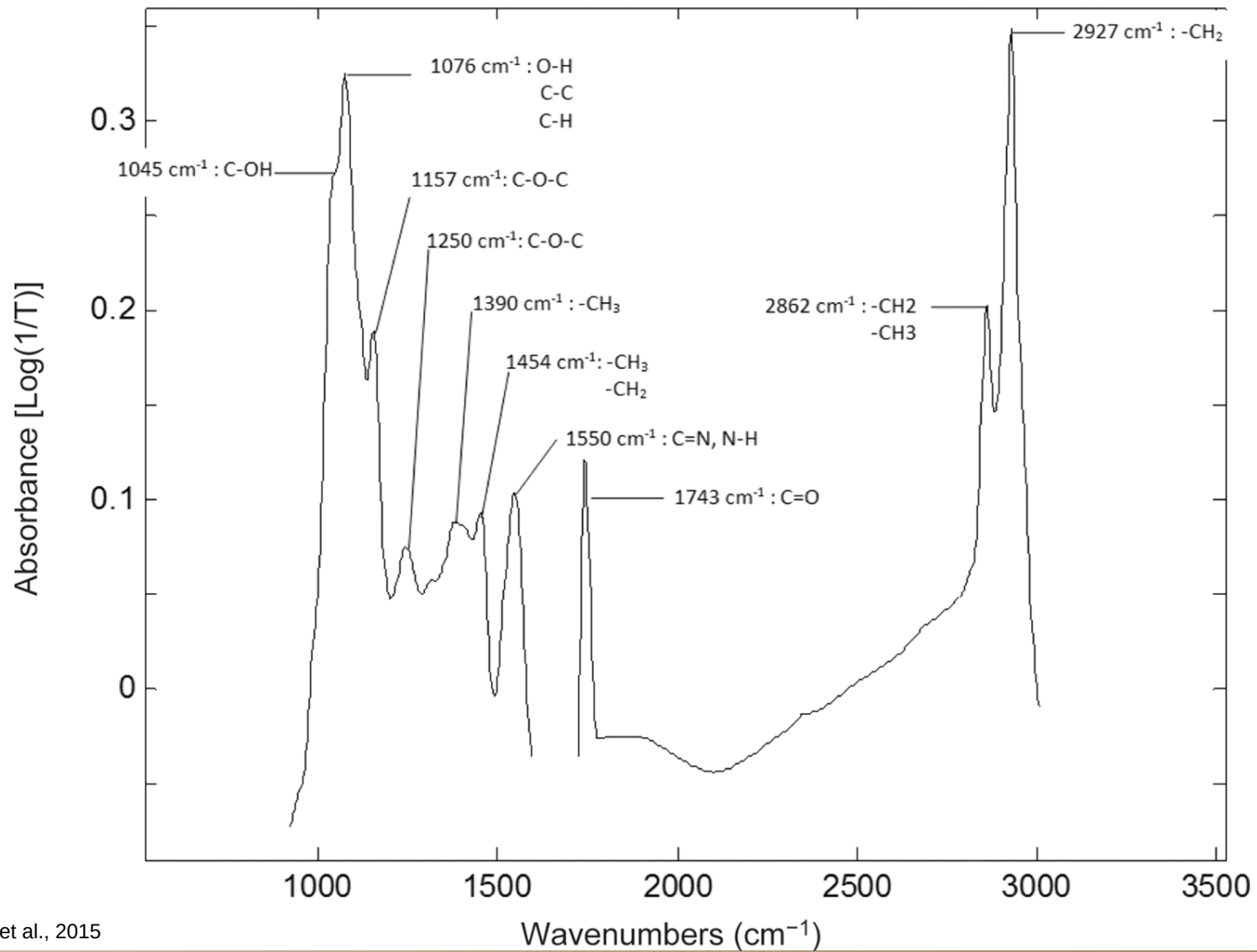
Milchinhaltsstoffe

- Fett
- Protein
- Laktose
- Harnstoff

Kalibrationsgleichungen

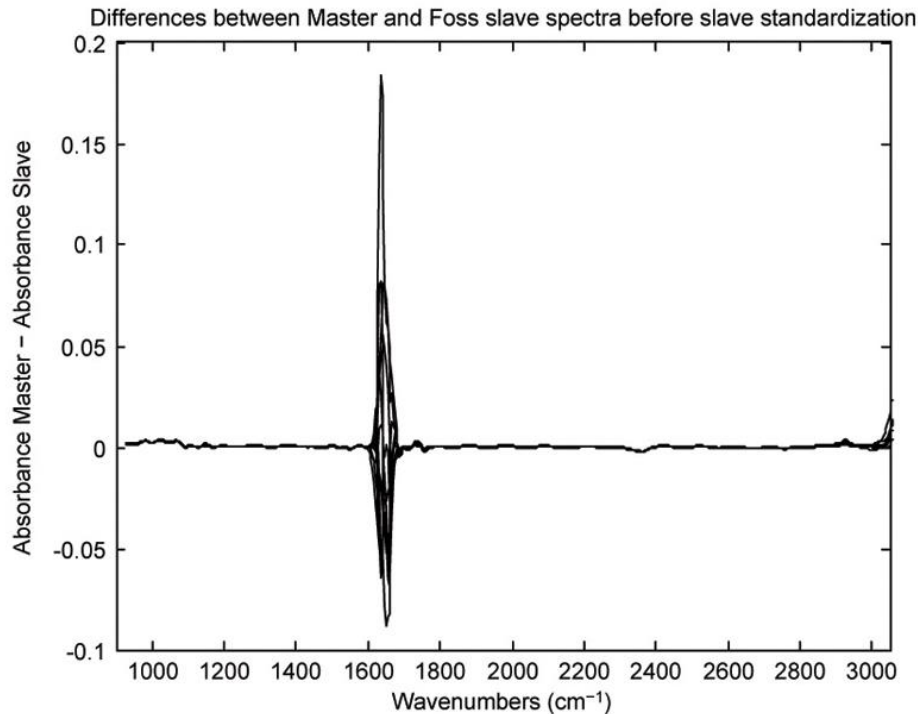
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ
1	sample	cowID	milkkg	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272
2	3	cow01	23.910	1.200	1.191	1.182	1.173	1.164	1.157	1.150	1.143	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	0.536

MIR-Spektroskopie

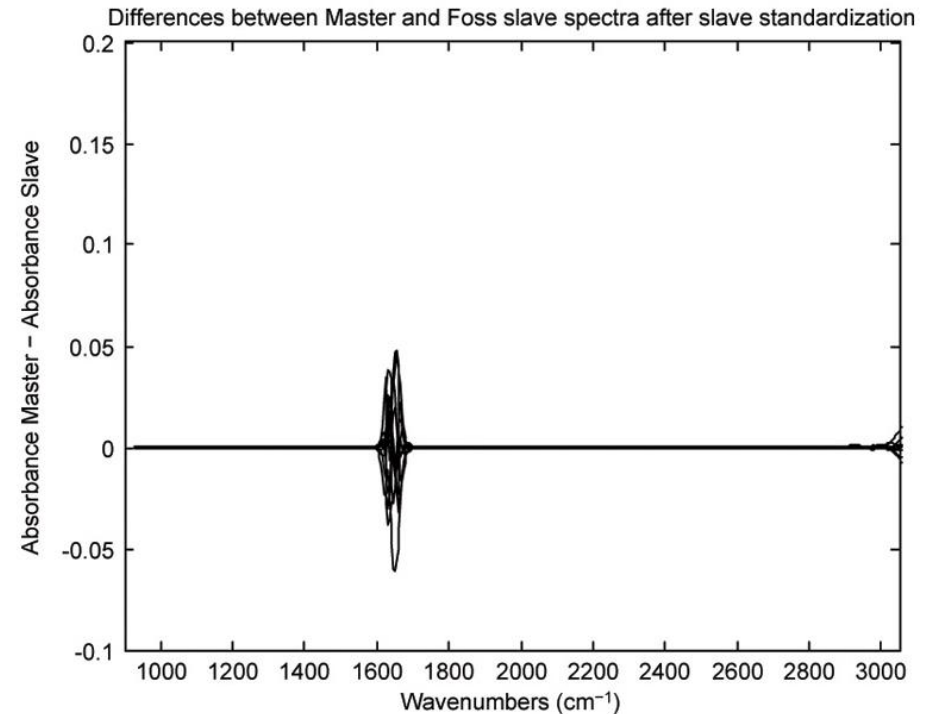


Grelet et al., 2015

Notwendigkeit zur Standardisierung



Vor Standardisierung



Nach Standardisierung

Nutzung der MIR-Spektren für weitere Merkmale

Andere Milchinhaltsstoffe, z. B.

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

???

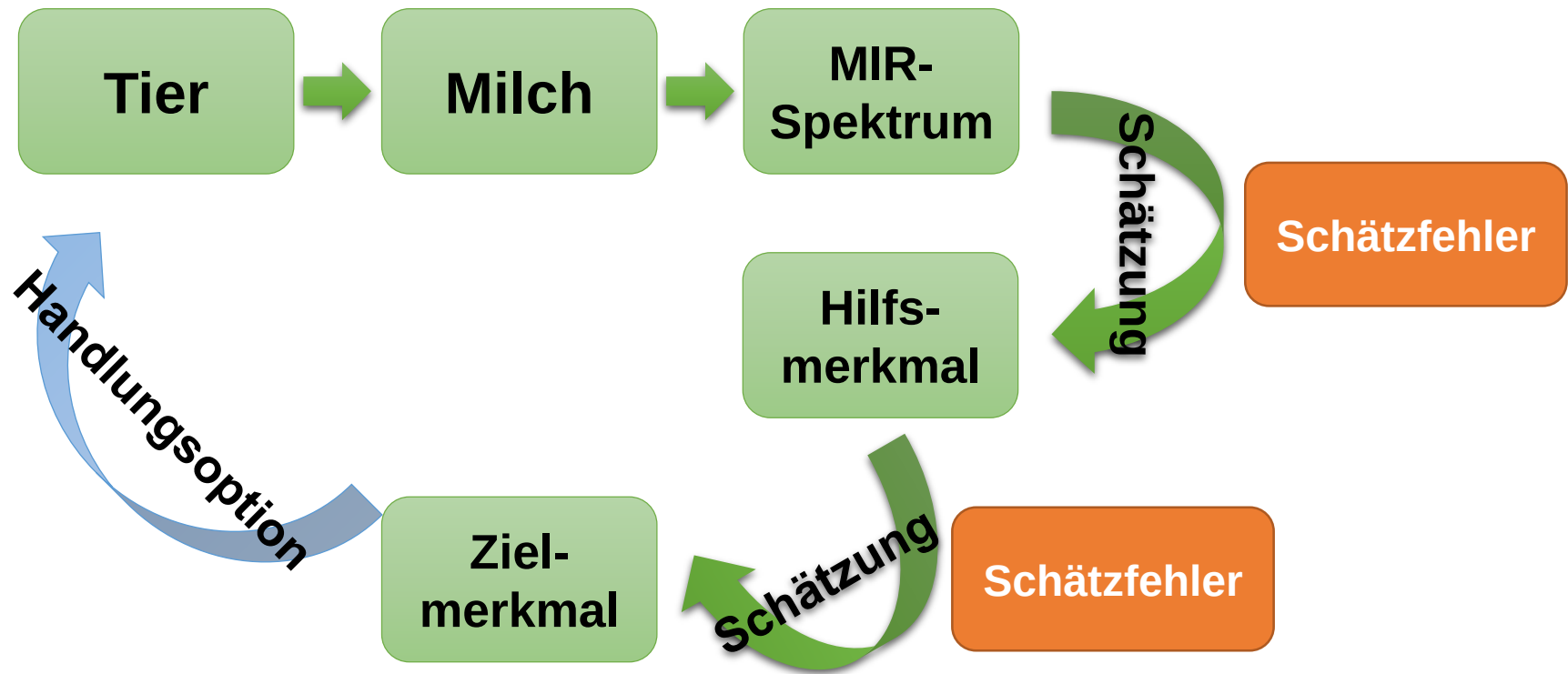
Direkte Schätzung weiterer Merkmale, z. B.

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



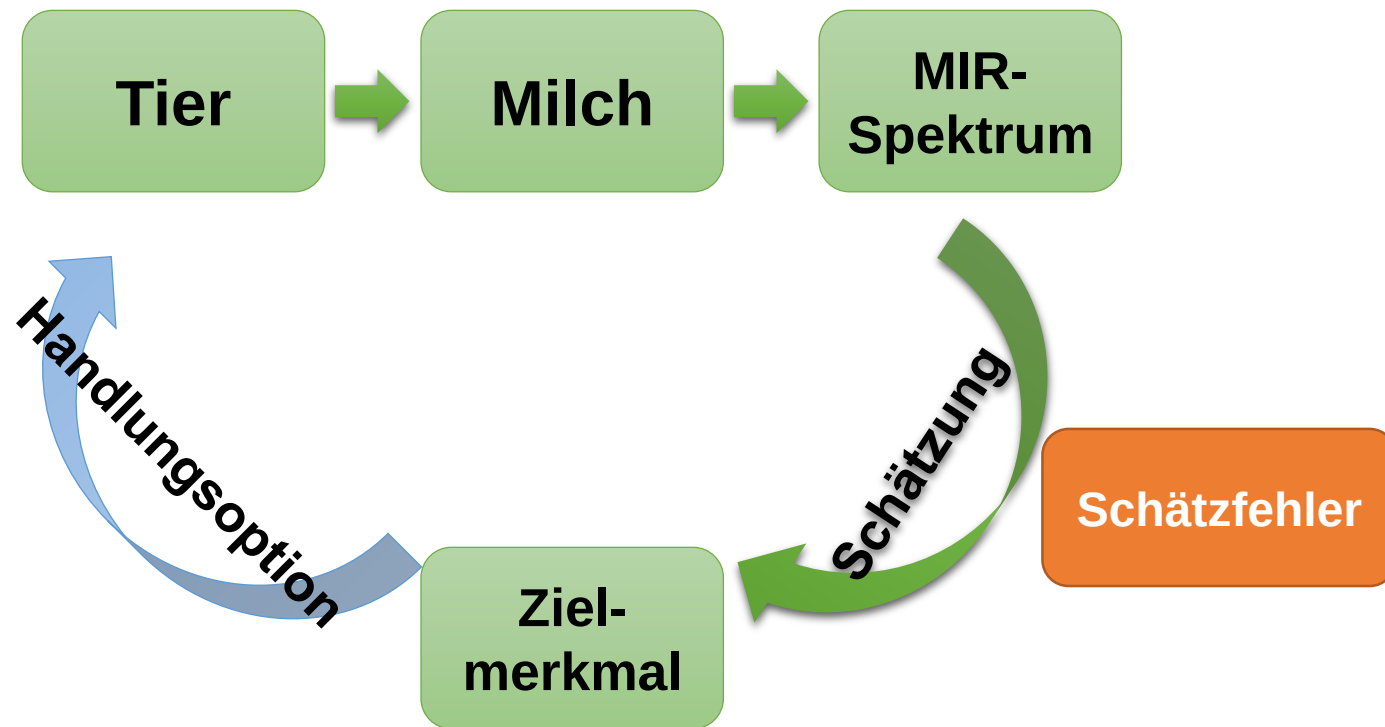
Ansatz:

MIR $\Rightarrow$ Hilfsmerkmal $\Rightarrow$ Zielmerkmal



nach Gengler, 2013

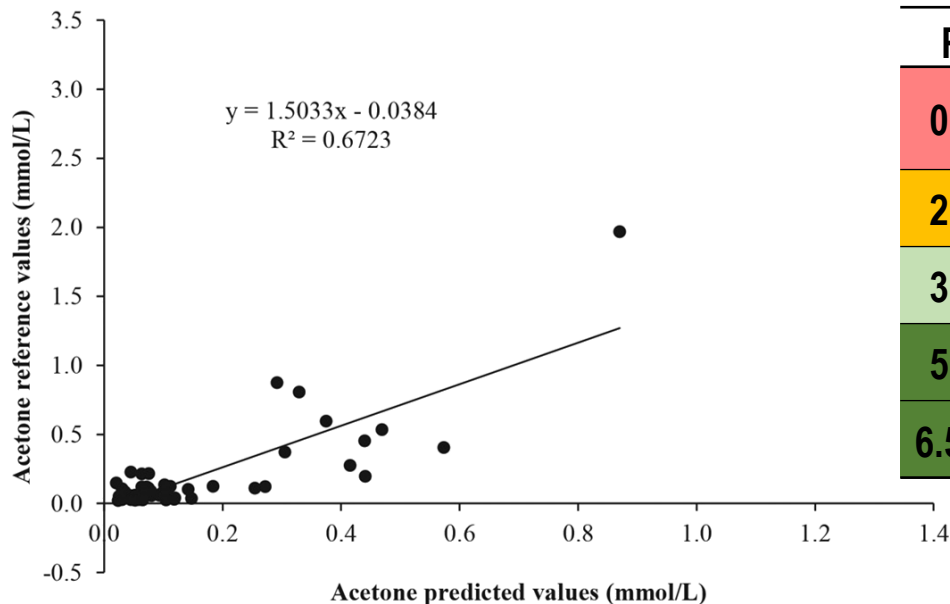
Ansatz: MIR $\Rightarrow$ Zielmerkmal



nach Gengler, 2013

Gesundheitsmerkmale aus Milch-MIR-Spektren: Beispiel Ketose

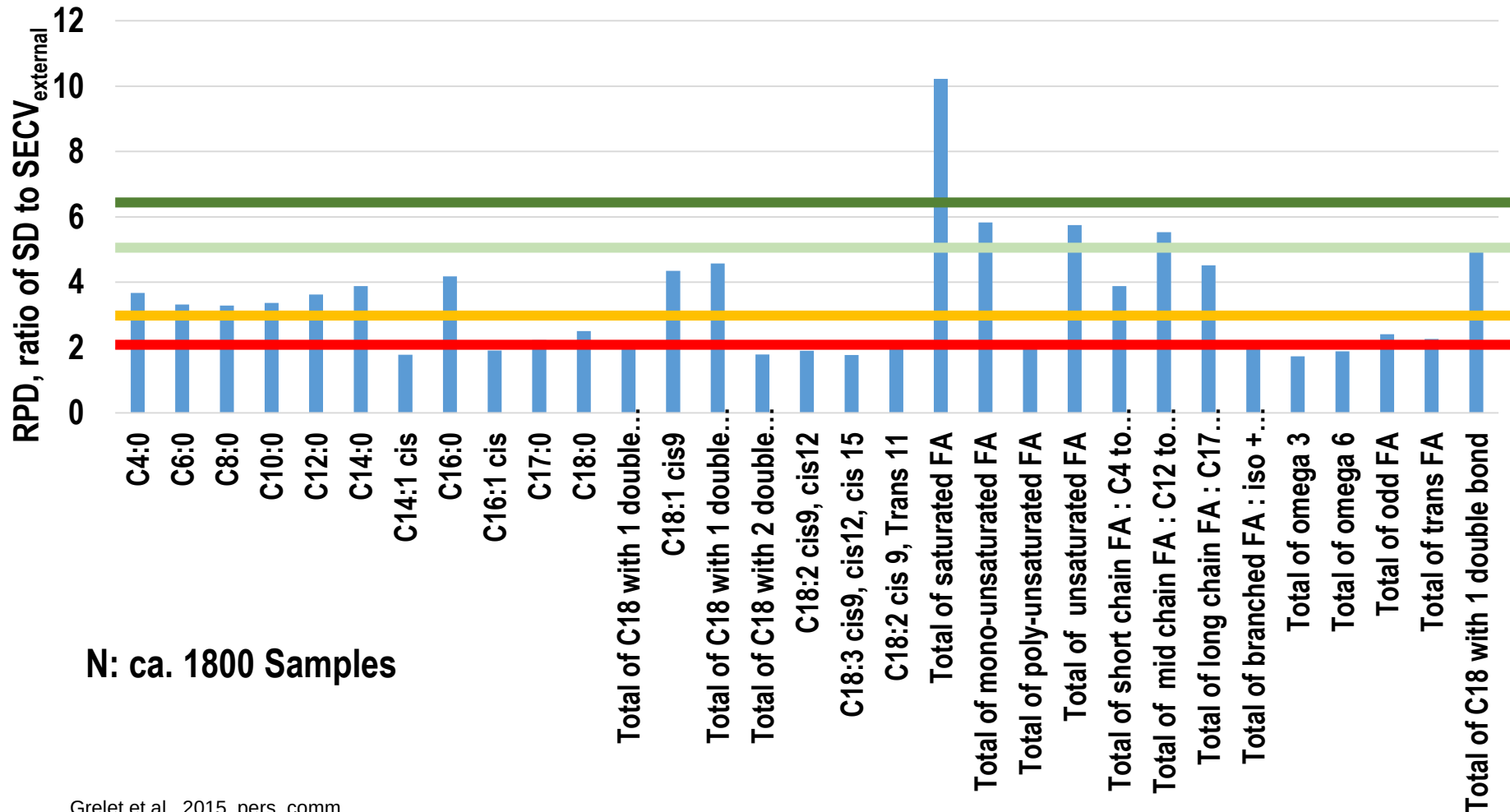
Item (mmol/L)	N	Minimum	Maximum	Mean R	SD	Mean P	RMSE	R ²	RPD
BHB	108	0.058	0.755	0.204	0.136	0.198	0.083	0.63	2.36
Acetone	56	0.021	1.968	0.179	0.306	0.145	0.196	0.67	2.03
Citrate	126	4.44	15.16	9.08	2.03	9.1	0.76	0.86	2.96



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

Grelet et al., 2016

Schätzung von Fettsäuren aus Milch-MIR-Spektren



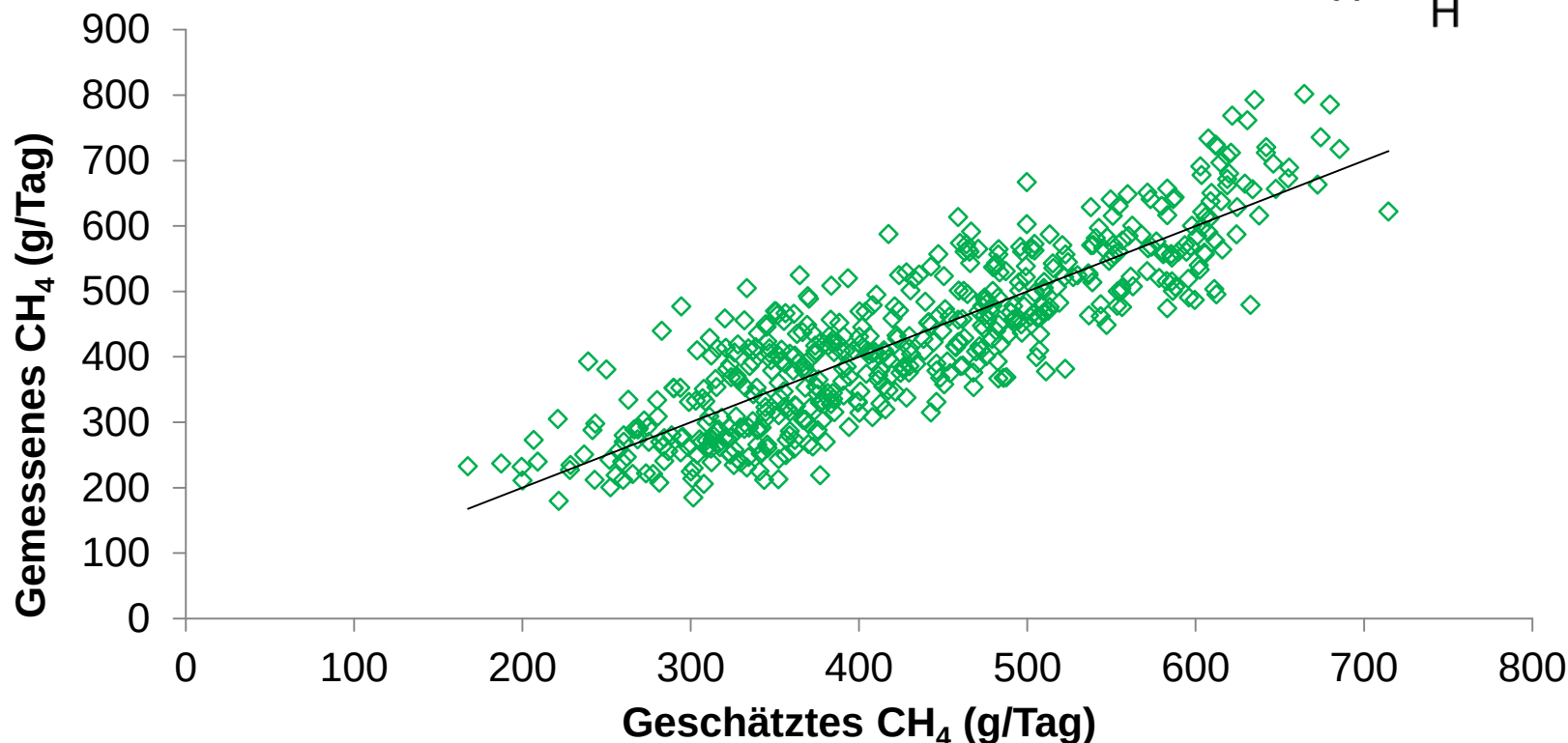
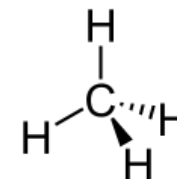
Grelet et al., 2015, pers. comm.

Schätzung von milchtechnologischen Merkmalen aus Milch-MIR-Spektren

Trait	External validation						
	N	Bias	Slope (SE)	SEP _v	R ² _v	RPD	CCC
RCT, min	110	-0.10	0.55 (0.05)	5.85	0.55	1.49	0.71
k ₂₀ , log _e min	109	-0.08	0.52 (0.05)	0.42	0.51	1.43	0.67
a ₃₀ , mm	89	-0.85	0.53 (0.06)	10.38	0.46	1.35	0.66
a ₆₀ , mm	101	1.23	0.23 (0.04)	11.49	0.25	1.15	0.37
HCT, log _e min	103	0.04	0.47 (0.05)	0.51	0.46	1.36	0.63
CMS, nm	119	0.75	0.17 (0.04)	28.75	0.13	1.07	0.28
pH	149	0	0.83 (0.04)	0.06	0.71	1.79	0.84

N = number of samples; Bias = average difference between the reference value and the respective predicted value; Slope = linear regression coefficient of reference values on predicted reference values; SEP_v = standard error of prediction in external validation; R²_v = coefficient of determination in external validation; RPD = ratio performance deviation; CCC = concordance correlation coefficient;

Schätzung der CH₄-Produktion aus Milch-MIR-Spektren



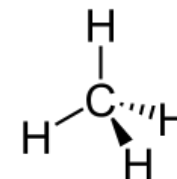
	N	SD	R ² c	R ² cv	SEC	SECV
g CH ₄ /day	532	129	0.74	0.70	66	70

Vanlierde et al., 2015

SD : standard deviation ; SEC : standard error of calibration ; SECV : standard error of cross validation

Schätzung der CH₄-Produktion aus Milch-MIR-Spektren

QUALITAS⁺

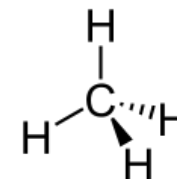


Datensatz Kalibration 532 CH ₄ -Messungen von 165 Kühen	vs.	Testdatensatz 60 CH ₄ -Messungen von 30 Kühen
SF₆	Methode	Respirationskammer
Belgien, Irland	Land	Schweiz
Holstein, Jersey, Hol x Jer	Rassen	Braunvieh
Weide oder Silage, mit / ohne Leinsamenzusatz	Futter	Heu und Maissilage, mit / ohne Kraftfutter

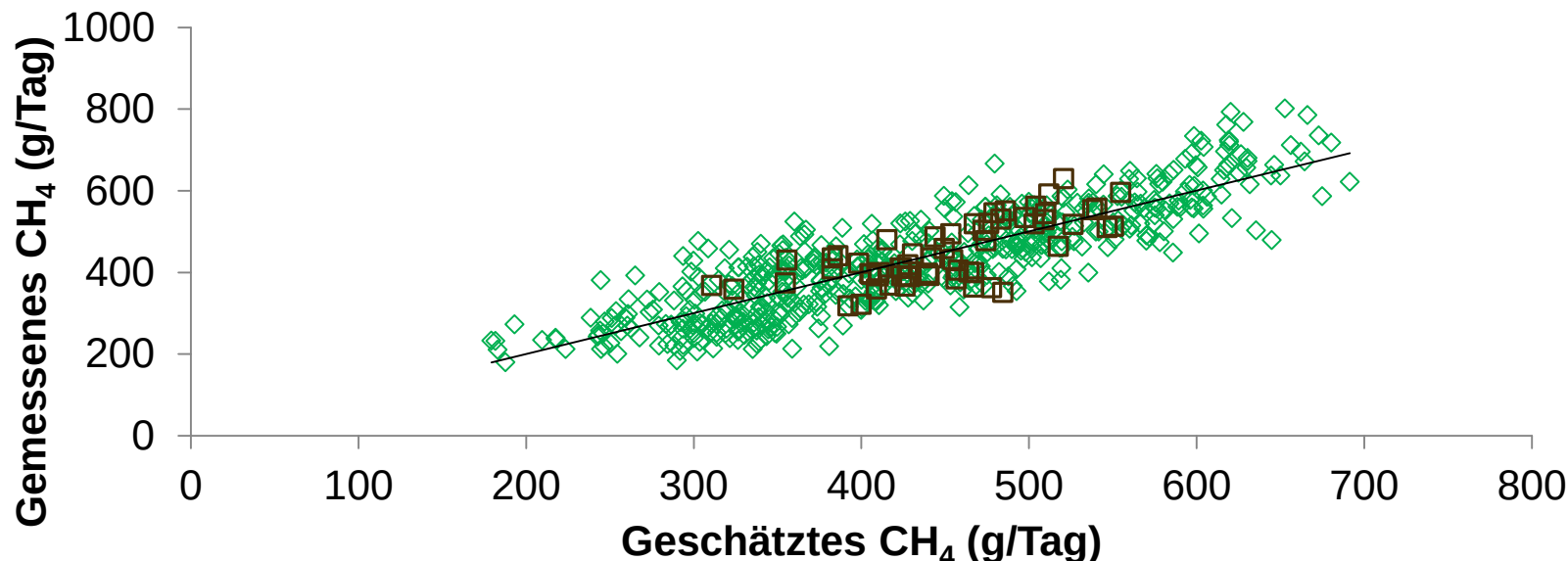


Vanlierde et al., 2015

Schätzung der CH₄-Produktion aus Milch-MIR-Spektren

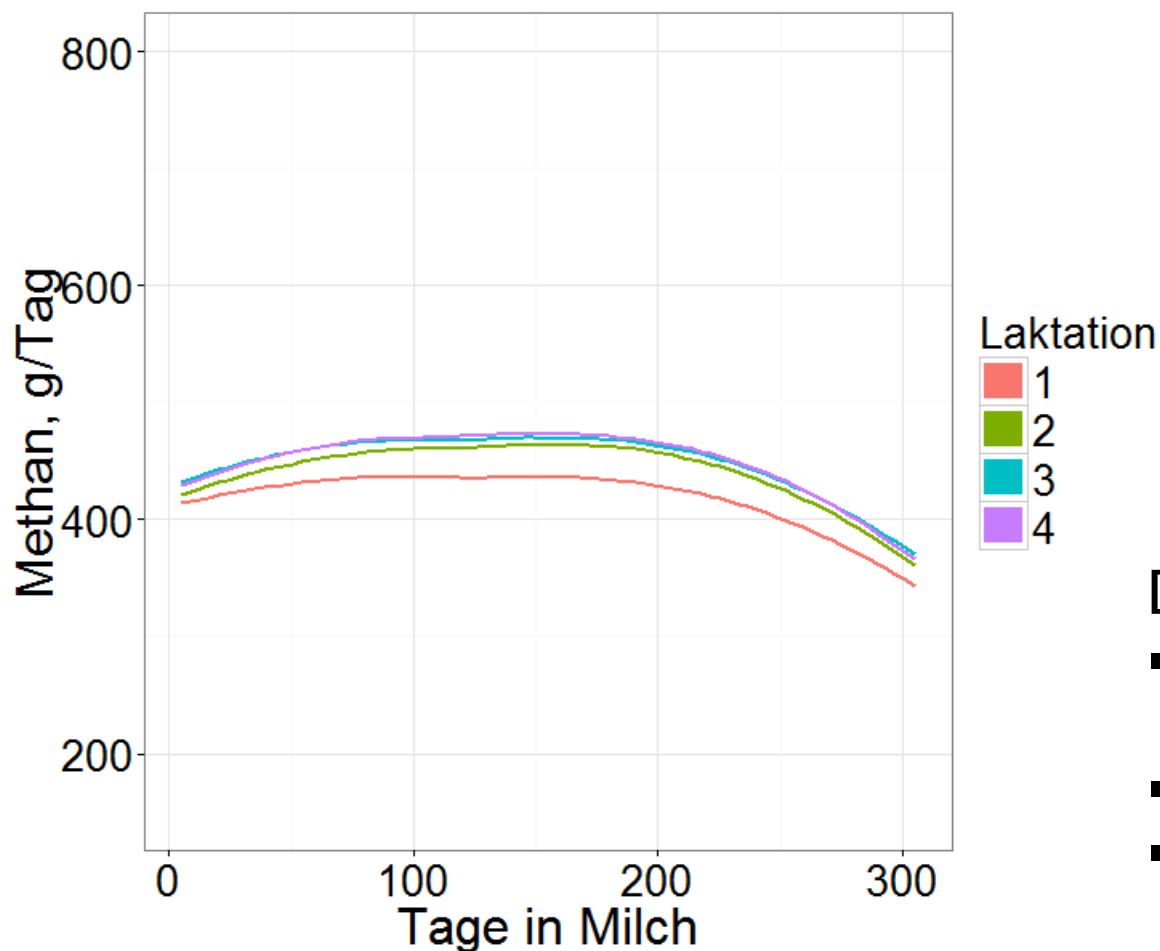
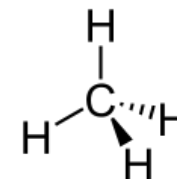


Nach Aufnahme der CH-Daten in die Kalibration



Daten	N	SD	R ² c	R ² cv	SEC	SECV
BE, IR	532	129	0.74	0.70	66	70
BE, IR, CH	592	125	0.74	0.70	64	69

Schätzung der CH₄-Produktion aus Routine MIR-Spektren

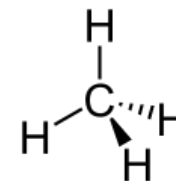


Datensatz:

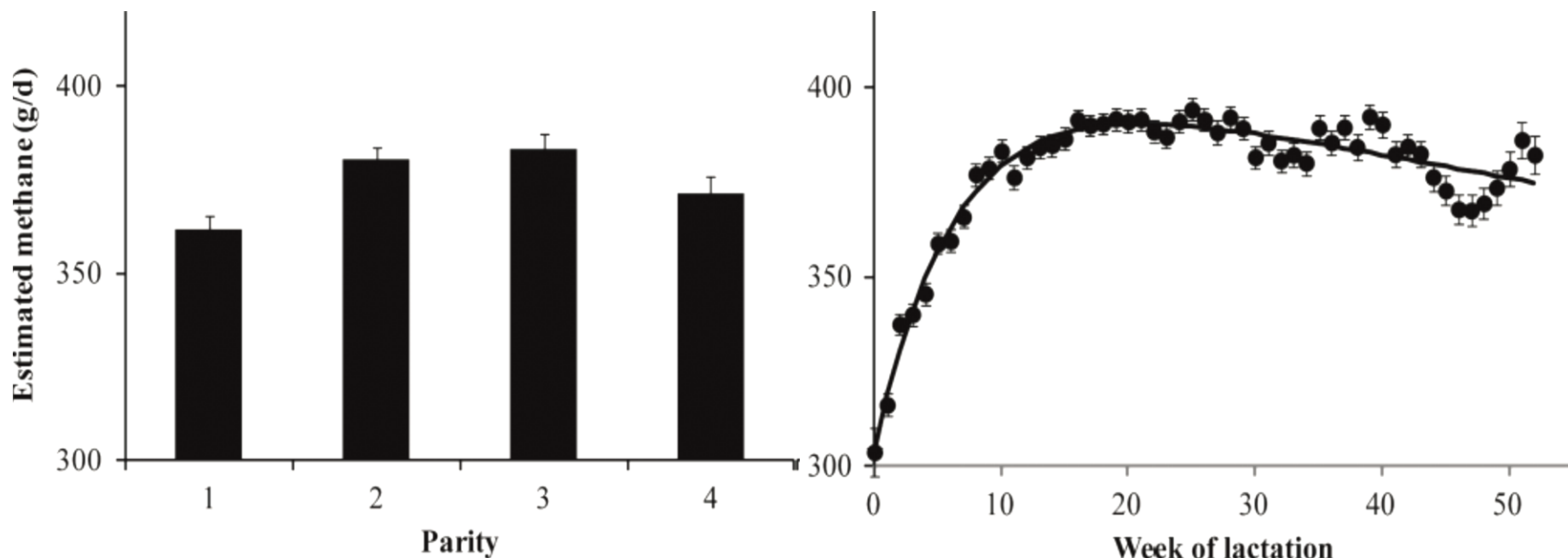
- 116'726 Spektren, nur Holstein
- Aug., Sept., Okt. 2015
- 0-305 Tage in Milch, 1. bis 4. Laktation

Schätzung der CH₄-Produktion aus Routine MIR-Spektren

QUALITAS⁺



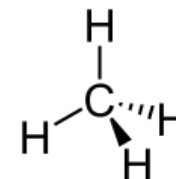
Erwartung?



Garnsworthy et al., 2012

Schätzung der CH₄-Produktion aus Routine MIR-Spektren

QUALITAS⁺



Schweizer Projekt “MetaGENE plus”
(ETH Zürich, Agroscope, Qualitas) im
Rahmen der EU COST-Action “Methagene”



METHAGENE

Ziele:

- Untersuchung verschiedener low-cost CH₄-Mess- und Schätzmethoden (u.a. MIR-Spektraldaten)
- Schätzen von genetischen Parametern für CH₄-Produktion von Kühen

Zusammenarbeit Genome Canada



GenomeCanada

⇒ Vortrag Adrien Butty

Schlussfolgerungen und Ausblick

- Milchzusammensetzung enthält viel mehr Information als Fett, Eiweiss, Laktose und Harnstoff
- Eine Vielzahl weiterer Inhaltsstoffe kann mit MIR-Spektren geschätzt werden
- Je nach Stoff kann unterschiedliche Genauigkeit erreicht werden
- Direkte Schätzung der Merkmale kann Schätzfehler vermindern
- Nutzung der neuen Phänotypen für Zucht und Management möglich

