Zuchtwerte für Lebendgewicht zur züchterischen Verbesserung der Effizienz?

Christian Fürst, Birgit Fürst-Waltl, Christina Pfeiffer und Christa Egger-Danner

1. Einleitung

Das Lebendgewicht (bzw. physikalisch korrekt Lebendmasse) der Kühe spielt für die Nährstoff- oder Futter-Effizienz eine große Rolle. Gruber und Ledinek (2017) empfehlen daher eine züchterische Berücksichtigung des Lebendgewichts, auch wenn sich die österreichischen Rinderrassen (noch) im Optimalbereich befinden. Eine wichtige Fragestellung im Projekt Efficient Cow war daher, ob mit den erhobenen Daten für das Lebendgewicht aus dem Projekt in Kombination mit vorliegenden Maßen aus der routinemäßigen linearen Exterieurbeschreibung eine Routine-Zuchtwertschätzung (ZWS) entwickelt werden kann. Dazu wurden die genetischen Parameter für die zur Verfügung stehenden Maße geschätzt und erste ZWS-Testläufe durchgeführt.

2. Genetische Parameter

Für die Schätzung der Heritabilitäten (Erblichkeiten) und genetischen Korrelationen zwischen allen Merkmalen standen von 3.329 Fleckvieh-, 1.428 Braunvieh- und 1.160 Holstein-Kühen im Rahmen des Projekts erhobene Körpermaße zur Verfügung. Durch wiederholte Messungen konnten 20.905, 9.071 bzw. 6.826 Lebendgewichte für die drei Rassen verwendet werden. Zusätzlich zu den im Projekt erhobenen Daten wurden auch Daten aus der routinemäßigen linearen Exterieur-Beschreibung berücksichtigt. Die genetischen Parameter wurden für jede Rasse mit allen 14 (Fleckvieh) bzw. 13 (Braunvieh und Holstein) Merkmalen multivariat mit dem Programm VCE6 (Groeneveld et al., 2008) geschätzt.
Folgendes Modell wurde gewählt:

- Fixe Effekte: Region-Jahr-Saison, Laktation-Kalbealtersklasse, Laktation-Abstand von Kalbung, Betrieb-Jahr, Beurteiler-Jahr
- Zufällige Effekte: permanenter Umwelteffekt, genetischer Effekt der Kuh

Die Ergebnisse sind in den Tabellen 1 bis 3 zu finden. Die Heritabilitäten für das Lebendgewicht liegen zwischen 34 und 43%. Die höchsten genetischen Korrelationen zum Lebendgewicht zeigen die Merkmale Brustumfang und Bauchumfang, aber auch die weiteren Körpermaße zeigen deutliche genetische Zusammenhänge. Bei der Rasse Holstein weist das Merkmal Milchcharakter, bei dem die Schärfe im Widerrist bewertet wird, erwartungsgemäß einen negativen Zusammenhang auf. Das Merkmal Stärke, das als Breite in der Vorhand definiert ist, zeigt ebenfalls einen starken genetischen Zusammenhang zum Lebendgewicht.

3. Zuchtwertschätz-Testläufe

Die Zuchtwertschätz-Testläufe wurden basierend auf einem multivariaten BLUP-Tiermodell mit dem Programm MiX99 (Lidauer et al., 2015) für die Rassen Fleckvieh und Braunvieh durchgeführt, die Sicherheiten wurden mit dem Programm ApaX (Stranden et al., 2015) berechnet. Das statistische Modell entsprach dem Modell der Parameterschätzung.
Zusätzlich zu den Efficient Cow-Daten wurden auch die Maße aus der linearen Beschreibung von österreichischen Kühen ab dem Jahr 2000 mitberücksichtigt, sodass der Datenumfang wesentlich größer war als bei der Parameterschätzung. Beim Fleckvieh gingen Daten von 170.091 Kühen in die ZWS ein, beim Braunvieh 62.560. Detaillierte Statistiken zu den verwendeten Daten sind in den Tabellen 4 (Fleckvieh) und 5 (Braunvieh) zu finden.
Aus den Ergebnissen der Testläufe für einen ZW Lebendgewicht lässt sich die genetische Entwicklung des Lebendgewichts der Kühe in den letzten Jahren ableiten (Abb. 1). Zu beachten ist allerdings, dass Gewichtsdaten aus-

schließlich aus dem Efficient Cow-Projekt verwendet wurden, also nur aus dem Jahr 2014. Der weiter in der Vergangenheit liegende errechnete genetische Trend ist daher mit etwas mehr Unsicherheit behaftet, weil sich dieser ausschließlich aus den korrelierten Merkmalen ergibt. Trotzdem kann festgestellt werden, dass in den letzten Jahren ein stabiler genetischer Trend zu beobachten ist. Bei Detailanalysen auch aus der Routine-ZWS zeigt sich, dass zwar die Kreuzhöhe der Tiere gestiegen ist, allerdings bei einem gleichzeitigen Rückgang der Bemuskelung. Daraus resultiert eine weitgehend stabile Gewichtsentwicklung.

Ein wichtiges Ergebnis der ZWS-Testläufe sind auch die ZW-Sicherheiten für die Stiere. Durch die relativ hohen Heritabilitäten und die hohen genetischen Korrelationen der Körpermaße zum Lebendgewicht sind überwiegend hohe Sicherheiten zu erzielen. Dies trifft auch auf ältere Stiere, von denen keine Wiegungen der Töchter vorliegen, zu. In Abbildung 2 ist zu sehen, dass die durchschnittlichen Sicherheiten der Fleckvieh-KB-Stiere überwiegend zwischen 60 und 70% liegen, beim Braunvieh etwa zwischen 50 und 60%.

Tabelle 1: Heritabilitäten (Diagonale) und genetische Korrelationen (oberhalb Diagonale) für Lebendgewicht und verschiedene Körpermaße bei der Rasse Fleckvieh.

	LG	**BaU**	**BU**	**Bem**	**BCS**	**KH**	**HB**	**MHL**	**RT**	**BL**	**BBv**	**BBh**	**KBh**	**Ra**
LG	**0,42**	0,83	0,89	0,43	0,50	0,59	0,70	0,76	0,78	0,80	0,72	0,62	0,68	0,74
BaU		**0,34**	0,77	0,36	0,49	0,35	0,49	0,49	0,84	0,57	0,55	0,33	0,50	0,52
BU			**0,43**	0,40	0,51	0,54	0,64	0,54	0,77	0,78	0,62	0,45	0,56	0,67
Bem				**0,19**	0,75	-0,14	0,07	0,00	0,07	0,14	0,20	0,30	0,58	-0,02
BCS					**0,22**	-0,03	0,16	0,12	0,30	0,31	0,28	0,22	0,29	0,07
KH						**0,59**	0,58	0,73	0,61	0,69	0,51	0,56	0,27	0,97
HB							**0,22**	0,60	0,42	0,53	0,94	0,63	0,52	0,71
MHL								**0,24**	0,65	0,66	0,52	0,53	0,42	0,80
RT									**0,29**	0,69	0,42	0,33	0,32	0,71
BL										**0,29**	0,53	0,48	0,48	0,76
BBv											**0,31**	0,60	0,61	0,66
BBh												**0,13**	0,60	0,63
KBh													**0,15**	0,43
Ra														**0,56**

LG=Lebendgewicht, Bau=Bauchumfang, BU=Brustumfang, Bem=Bemuskelung, KH=Kreuzhöhe, HB=Hüftbreite, MHL=Mittelhandlänge, RT=Rumpftiefe, BBv/BBh=Beckenbreite vorne/hinten, KBh=Körperbreite hinten, Ra=Rahmen

Tabelle 2: Heritabilitäten (Diagonale) und genetische Korrelationen (oberhalb Diagonale) für Lebendgewicht und verschiedene Körpermaße bei der Rasse Braunvieh.

	LG	**BaU**	**BU**	**Bem**	**KH**	**RT**	**BL**	**BrB**	**BB**	**BBv**	**BBh**	**KBh**	**Ra**
LG	**0,43**	0,89	0,81	0,56	0,56	0,66	0,74	0,49	0,71	0,75	0,63	0,76	0,67
BaU		**0,29**	0,77	0,43	0,42	0,75	0,55	0,44	0,64	0,67	0,52	0,63	0,72
BU			**0,49**	0,38	0,53	0,76	0,65	0,62	0,59	0,59	0,46	0,58	0,83
Bem				**0,27**	0,02	0,00	0,19	0,50	0,42	0,38	0,37	0,76	0,18
KH					**0,57**	0,61	0,72	0,31	0,55	0,44	0,38	0,37	0,75
RT						**0,33**	0,50	0,47	0,53	0,28	0,43	0,32	0,86
BL							**0,36**	0,36	0,46	0,53	0,40	0,46	0,54
BrB								**0,16**	0,73	0,28	0,64	0,34	0,65
BB									**0,36**	0,72	0,94	0,60	0,75
BBv										**0,49**	0,63	0,62	0,52
BBh											**0,36**	0,60	0,57
KBh												**0,23**	0,48
Ra													**0,22**

LG=Lebendgewicht, Bau=Bauchumfang, BU=Brustumfang, Bem=Bemuskelung, KH=Kreuzhöhe, RT=Rumpftiefe, BL=Beckenlänge, BrB=Brustbreite, BB=Beckenbreite, BBv/BBh=Beckenbreite vorne/hinten, KBh=Körperbreite hinten, Ra=Rahmen

Tabelle 3: Heritabilitäten (Diagonale) und genetische Korrelationen (oberhalb Diagonale) für Lebendgewicht und verschiedene Körpermaße bei der Rasse Holstein.

	LG	BaU	BU	Bem	KH	RT	MCha	Stä	Kö	BB	BBv	BBh	KBh
LG	**0,34**	0,82	0,72	0,62	0,30	0,49	-0,35	0,73	0,19	0,35	0,57	0,62	0,69
BaU		**0,31**	0,67	0,50	0,17	0,67	-0,22	0,62	0,18	0,33	0,53	0,53	0,54
BU			**0,40**	0,35	0,30	0,42	-0,36	0,64	0,40	0,09	0,42	0,40	0,40
Bem				**0,33**	-0,20	0,07	-0,60	0,40	-0,12	0,07	0,30	0,38	0,55
KH					**0,22**	0,38	0,35	0,15	0,25	0,28	0,36	0,17	0,59
RT						**0,30**	0,08	0,56	0,37	0,32	0,41	0,30	0,31
MCha							**0,35**	-0,30	0,33	0,09	-0,07	0,07	-0,29
Stä								**0,15**	0,47	0,03	0,24	0,37	0,30
Kö									**0,18**	-0,03	0,49	0,40	-0,08
BB										**0,24**	0,36	0,74	0,40
BBv											**0,31**	0,56	0,54
BBh												**0,43**	0,45
KBh													**0,12**

LG=Lebendgewicht, Bau=Bauchumfang, BU=Brustumfang, Bem=Bemuskelung, KH=Kreuzhöhe, RT=Rumpftiefe, MCha=Milchcharakter, Stä=Stärke, Kö=Körper, BB=Beckenbreite, BBv/BBh=Beckenbreite vorne/hinten, KBh=Körperbreite hinten

Tabelle 4: Statistiken zum Zuchtwertschätz-Datensatz bei der Rasse Fleckvieh

Merkmal	N	Mittel	Stdabw
Lebendgewicht	20.899	731,4	85,5
Bauchumfang	20.701	257,9	13,6
Brustumfang	20.715	212,1	10,0
Bemuskelung	158.950	81,1	3,6
BCS	133.831	3,0	0,6
Kreuzhöhe	143.074	143,3	3,7
Hüftbreite	137.889	54,0	2,7
Mittelhandlänge	142.691	86,1	3,8
Rumpftiefe	142.655	79,6	3,7
Beckenlänge	142.777	53,8	2,4
Beckenbreite vo.	6.018	56,6	3,3
Beckenbreite hi.	6.018	40,6	5,2
Körperbreite hi.	6.018	53,6	6,3
Rahmen	67.431	80,2	3,8

Tabelle 5: Statistiken zum Zuchtwertschätz-Datensatz bei der Rasse Braunvieh

Merkmal	N	Mittel	Stdabw
Lebendgewicht	9.071	650,6	75,5
Bauchumfang	8.790	248,9	12,8
Brustumfang	8.946	203,7	9,5
Bemuskelung	58.784	80,5	4,0
Kreuzhöhe	52.152	147,1	3,7
Rumpftiefe	64.428	80,3	3,4
Beckenlänge	64.338	54,5	2,6
Brustbreite	49.927	5,4	1,3
Beckenbreite	61.860	34,3	2,6
Beckenbreite vo.	2.458	56,0	3,5
Beckenbreite hi.	2.458	35,5	3,0
Körperbreite hi.	2.458	53,6	4,3
Rahmen	49.927	79,6	4,8

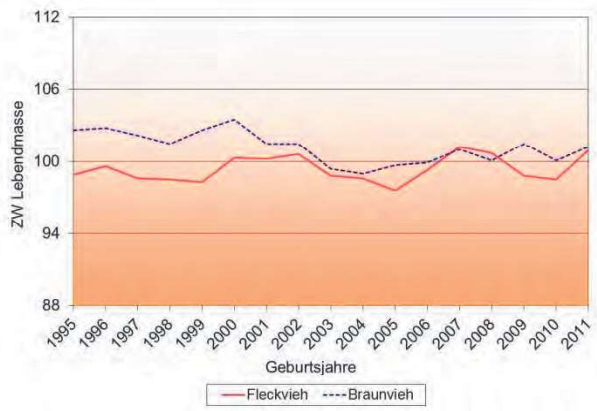

Abb. 1: Genetische Trends für Lebendgewicht bei Fleckvieh und Braunvieh (Stiere)

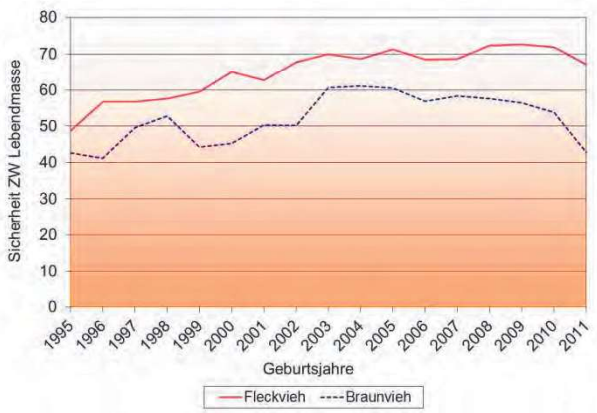

Abb. 2: Entwicklung der durchschnittlichen Sicherheiten für Lebendgewicht der KB-Stiere der Rassen Fleckvieh und Braunvieh

In Tabelle 6 ist die relativ große Anzahl an Stieren über 30, 50, 70 bzw. 90% Sicherheit zu finden. Da bei der Einführung einer Routine-ZWS für Lebendgewicht auch Daten aus Deutschland, Tschechien und Italien verwendet werden könnten, kann man davon ausgehen, dass die Sicherheiten noch deutlich steigen würden. Dadurch wäre es durchaus möglich, eine genomische ZWS für Lebendgewicht zu implementieren, um auch bei Jungstieren bereits Zuchtwerte zur Verfügung stellen zu können.

Tabelle 6: Anzahl KB-Stiere über 30, 50, 70 bzw. 90% Sicherheit für den ZW Lebendgewicht

Sicherheit ≥	Fleckvieh	Braunvieh
30%	7.470	2.919
50%	3.331	1.108
70%	2.503	481
90%	391	82

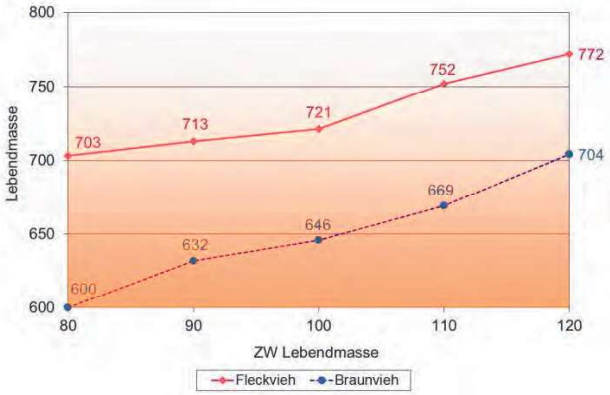

Abb. 3: Durchschnittliche phänotypische Unterschiede in Abhängigkeit vom ZW Lebendgewicht bei Fleckvieh und Braunvieh

In Abbildung 3 ist der Zusammenhang zwischen den Zuchtwerten für Lebendgewicht und dem durchschnittlichen Gewicht der Kühe dargestellt. Beim Fleckvieh reicht die Bandbreite von den Stieren mit den niedrigsten zu den mit den höchsten Lebendgewicht-Zuchtwerten von durchschnittlich 700 bis 770 kg, beim Braunvieh von ca. 600 bis 700 kg.

Zur groben Abschätzung wie wichtig direkte Gewichtsdaten der Kühe sind, um zuverlässige Lebendgewicht-Zuchtwerte zu schätzen, wurden mehrere Testläufe mit unterschiedlichen Daten durchgeführt. Diese Testläufe basierten ausschließlich auf Kühen mit Efficient Cow-Daten. Zusätzlich zur vollständigen Variante (alle 14 bzw. 13 verfügbaren Merkmale) wurden Testläufe ausschließlich mit den Körpermaßen (Fleckvieh: Kreuzhöhe, Hüftbreite, Mittelhandlänge, Rumpftiefe, Beckenlänge; Braunvieh: Kreuzhöhe, Rumpftiefe, Beckenlänge, Brustbreite, Beckenbreite), ein weiterer Testlauf mit zusätzlicher Verwendung der Bemuskelungsnote und schließlich mit zusätzlicher Berücksichtigung des Brustumfangs durchgeführt.

In Tabelle 7 sind die Sicherheiten bzw. Sicherheitsunterschiede und ZW-Korrelationen dieser Testläufe angeführt. Bei ausschließlicher Verwendung der Körpermaße (‚Maße') ist die durchschnittliche Sicherheit der KB-Stiere um ca. 11 (Fleckvieh) bzw. 15% (Braunvieh) niedriger als mit dem vollständigen Datensatz inklusive der Lebendgewichte. Wenn man die Bemuskelung dazu nimmt, ist der Sicherheitsverlust nur mehr etwa 8%, bei zusätzlicher Verwendung des Brustumfangs nur mehr maximal 4 Prozentpunkte. Die ZW-Korrelationen zeigen, dass man mit den routinemäßig vorliegenden Maßen aus der linearen Beschreibung und der Bemuskelung zumindest mit einer Korrelation deutlich über 0,80 rechnen kann. Würde man zusätzlich auch den Brustumfang erheben, könnte man die Korrelation noch einmal deutlich steigern.

Tabelle 7: Sicherheits-Differenzen und ZW-Korrelationen von Testläufen mit unterschiedlichen Daten

	Fleckvieh (n=513)		Braunvieh (n=174)	
	Sicherheit(-Diff.)	Korrelation	Sicherheit(-Diff.)	Korrelation
Lebendgewicht	44,7	1,00	44,9	1,00
Maße	-10,8	0,78	-14,6	0,78
Maße+Bemusk.	-7,9	0,82	-7,9	0,86
Maße+Bemusk.+BU	-3,9	0,88	-0,4	0,98

4. Lebendgewicht und Gesamtzuchtwert

4.1 Korrelationen

Zur Abschätzung der Zusammenhänge des Lebendgewichts zu den anderen ZW-Merkmalen wurden die **ZW-Korrelationen** bei Fleckvieh und Braunvieh berechnet. Als Vorbereitung auf eine mögliche Einbeziehung des Lebendgewichts in den Gesamtzuchtwert (GZW) wurden die **genetischen Korrelationen** zu den Merkmalen im GZW beim Fleckvieh geschätzt. Die genetischen Korrelationen wurden anhand von de-regressierten Zuchtwerten entsprechend der im Projekt OptiGene (Egger-Danner et al., 2015, Pfeiffer, 2015) untersuchten ‚Methode Ducrocq' geschätzt. Die Ergebnisse der ZW-Korrelationen und der genetischen Korrelationen sind in Tabelle 8 dargestellt.

Die ZW-Korrelationen zeigen, dass das Lebendgewicht zum GZW praktisch unkorreliert ist. Das bedeutet, dass bei Selektion nach dem aktuellen GZW keine nennenswerten Veränderungen der Lebendgewichte zu erwarten sind. Der Zusammenhang zu den Milchmerkmalen ist nahe Null mit negativer Tendenz zu den Mengenmerkmalen beim Fleckvieh. Erwartungsgemäß merklich positiv ist der Zusammenhang zu Nettozunahme und Handelsklasse. Zur Fitness besteht tendenziell ein negativer Zusammenhang, speziell zur Nutzungsdauer, zum paternalen Kalbeverlauf, aber auch zu Persistenz und Vitalität. Die Korrelationen zu den Gesundheitsmerkmalen sind sehr unsicher geschätzt und daher schwierig einzuschätzen. Der deutliche Zusammenhang zu Rahmen und Bemuskelung ist naheliegend, zur Beckennote beim Braunvieh, in der die Beckenbreite enthalten ist, relativ hoch.

Die dargestellten Zusammenhänge in Form von Korrelationen sind grundsätzlich linear definiert. Da man beim Lebendgewicht aber von einem Optimumbereich ausgehen kann (siehe Gruber und Ledinek, 2017), wurden die durchschnittlichen Zuchtwerte für verschiedene ZW-Klassen berechnet. In Tabelle 9 sind die durchschnittlichen Zuchtwerte eingeteilt in Klassen von unter 85 bis über 115 für den ZW Lebendgewicht beim Fleckvieh dargestellt. Aus dieser Darstellung lassen sich keine nennenswerten nicht-linearen Zusammenhänge ablesen.

Tabelle 8: ZW-Korrelationen des Lebendgewichts zu weiteren Merkmalen und genetische Korrelationen zu GZW-Merkmalen beim Fleckvieh.

	ZW-Korrelationen		Genet. Korr.
	Fleckvieh	**Braunvieh**	**Fleckvieh**
GZW	-0,04	0,01	
MW	-0,08	0,08	
FW	0,13	0,21	
FIT	-0,04	-0,14	
Mkg	-0,06	0,03	
F%	-0,06	0,06	
Fkg	-0,13	0,08	-0,15
E%	0,10	0,09	
Ekg	-0,01	0,08	-0,10
NTZ	0,34	0,23	0,13
AUS	-0,06	0,04	0,00
HKL	0,15	0,17	0,13
ND	-0,10	-0,20	-0,01
Pers	-0,05	-0,21	0,01
FRW	0,02	0,02	0,00
KVLp	-0,16	-0,13	
KVLm	0,05	0,06	-0,03
VIW	-0,17	-0,04	-0,18
EGW	0,05	-0,10	0,08
ZZ	0,03	-0,14	
Mbk	-0,11	-0,05	-0,11
Mas	0,08	-0,26	
fFRU	-0,03	-0,03	
Zyst	0,00	-0,01	
Mifi	0,18	-0,03	
Ra	0,54	0,49	
Be	0,68	0,58	
Fu	-0,15	0,10	
Eu	0,03	0,03	

GZW=Gesamtzuchtwert, MW=Milchwert, FW=Fleischwert, FIT=Fitnesswert, Mkg=Milch-kg, F%=Fettprozent, Fkg=Fett-kg, E%=Eiweißprozent, Ekg=Eiweiß-kg, NTZ=Nettozunahme, AUS=Ausschlachtung, HKL=Handelsklasse, ND=Nutzungsdauer, Pers=Persistenz, FRW=Fruchtbarkeitswert, KVLp/m=Kalbeverlauf paternal/maternal, VIW=Vitalitätswert, EGW=Eutergesundheitswert, ZZ=Zellzahl, Mbk=Melkbarkeit, Mas=Mastitis, fFRU=frühe Fruchtbarkeitsstörungen, Zyst=Zysten, Mifi=Milchfieber, Ra=Rahmen, Be=Bemuskelung (Fleckvieh) bzw. Becken (Braunvieh), Fu=Fundament, Eu=Euter

Tabelle 9: Durchschnittliche Zuchtwerte in Abhängigkeit des Zuchtwertes für Lebendgewicht beim Fleckvieh.

	ZW Lebendgewicht				
	≤85	86-95	96-105	106-115	≥116
GZW	105,8	104,7	104,6	103,6	103,5
MW	103,8	102,4	101,8	101,0	100,9
FW	99,3	100,2	101,8	101,7	105,4
FIT	103,2	103,2	103,0	102,7	101,0
Mkg	142	132	86	69	19
F%	0,02	-0,01	-0,02	-0,03	-0,01
Fkg	6,7	3,9	1,7	0,1	-0,4
E%	0,00	-0,02	0,01	0,01	0,03
Ekg	4,5	3,2	3,4	2,7	2,8
NTZ	95,1	98,9	102,0	104,1	109,2
AUS	102,8	101,1	101,3	99,3	101,0
HKL	98,7	100,0	101,1	101,6	104,5
ND	104,1	103,4	103,0	102,1	99,3
Pers	101,9	99,6	100,9	100,2	97,0
FRW	101,2	103,1	102,3	102,6	104,1
KVLp	102,6	102,3	99,9	98,4	98,2
KVLm	101,5	101,3	101,5	102,1	102,0
VIW	104,6	101,9	100,1	100,1	96,4
EGW	99,8	101,0	101,9	101,8	101,9
ZZ	99,9	100,9	101,6	101,2	101,2
Mbk	105,8	102,0	101,5	101,1	100,3
Mas	99,8	100,9	101,8	102,5	101,4
fFRU	101,1	101,7	100,8	100,5	102,2
Zyst	100,2	101,0	100,9	100,7	101,6
Mifi	96,3	99,7	100,5	102,0	103,4
Ra	92,2	98,0	101,7	106,7	111,5
Bem	89,2	97,0	103,3	108,3	114,7
Fu	104,0	102,4	101,1	100,5	99,9
Eu	102,1	102,4	102,5	103,3	102,2

4.2 Wirtschaftliche Gewichte

Für die Rassen Fleckvieh und Braunvieh wurden im Rahmen des Projektes Efficient Cow wirtschaftliche Gewichte für das Lebendgewicht abgeleitet. Dazu wurde dasselbe Referenzszenario, das im Rahmen des Projektes Optigene modelliert wurde, verwendet. Eine detaillierte Beschreibung des verwendeten Modells geben Miesenberger (1997) und Lind (2007), die aktuellen Inputparameter sind in Fuerst-Waltl et al. (2016) zu finden.

Bei beiden Rassen wurde ein positives wirtschaftliches Gewicht für das Lebendgewicht abgeleitet, für Braunvieh ist das wirtschaftliche Gewicht höher als für Fleckvieh. Ein wesentlicher Grund dafür dürfte im niedrigeren Niveau des Lebendgewichts von Braunvieh im Referenzszenario sowie möglicherweise in unterschiedlichen Laktationskurven und maximaler Grundfutteraufnahme, die in unterschiedlichen Rationen resultieren, liegen. Im Gesamtzuchtwert würde das relative wirtschaftliche Gewicht etwa 5 bis 6% betragen.

In der Literatur sind überwiegend negative Grenznutzen bzw. wirtschaftliche Gewichte für das Lebendgewicht von Kühen zu finden (Koenen et al., 2000, Hietala et al., 2014). Vergleiche mit Zweinutzungsrassen fehlen jedoch in der Literatur, die oben genannten Studien befassten sich fast ausschließlich mit Holstein, eine Arbeit (Hietala et al., 2014) mit Finnischen Ayrshire. Die Verkaufswerte von Kälbern, Schlachtkalbinnen und Schlachtkühen sind dementsprechend niedriger und könnten ein Grund für die doch großen Unterschiede sein. Weiters sind die unterstellten Kosten für Futtermittel entscheidend. Hietala et al. (2014) argumentierten, dass bei steigenden Lebendgewichten der Anteil von Kraftfutter in der Ration steigt und dies der Hauptgrund für das negative Gewicht des Lebendgewichts darstellt. Im vorliegenden Modell wird für jede Kuh und jeden Tag aus den zur Verfügung stehenden Futtermitteln die billigste Ration gesucht. Ein höheres Lebendgewicht resultiert modelltechnisch außerdem nicht nur in erhöhtem Erhaltungsbedarf sondern auch in einer höheren Futteraufnahmekapazität. Auch dies könnte ein Grund für die Unterschiede zu den oben genannten Arbeiten sein.

5. ZWS für Energie-Effizienz

Wie aus Gruber und Ledinek (2017) hervorgeht, handelt es sich beim Merkmal Energie-Effizienz (LE_INEL=mit der Milch abgegebene Energie MJ LE/ gesamte Energieaufnahme MJ INEL) um ein geeignetes Merkmal für die Futter- bzw. Nährstoff-Effizienz. Dieses Merkmal wurde im Rahmen dieses Projektes mit großem Aufwand erhoben, was in der Routine in größerem Umfang allerdings ohne elektronisch vorliegende detaillierte Einzeltierbezogene Fütterungsinformationen nicht realistisch ist. Zur Abschätzung wie gut man Zuchtwerte für LE_INEL nur mit den Hilfsmerkmalen ECM und Lebendgewicht schätzen kann, wurden ZWS-Testläufe mit den Efficient

Cow-Daten durchgeführt. Als Referenz wurde ein multivariater Testlauf mit LE_INEL, ECM und Lebendgewicht durchgeführt. In zwei weiteren Testläufen wurden nur ECM bzw. ECM und Lebendgewicht verwendet. Damit sollte abgeschätzt werden, wie gut man LE_INEL nur mit ECM bzw. mit zusätzlicher Erfassung des Lebendgewichts in der Routine schätzen könnte.

Die Ergebnisse (Tabelle 10) zeigen, dass die ZW-Sicherheiten für LE_INEL bei ausschließlicher Verwendung von ECM je nach Rasse um 11 bis 19% niedriger liegen. Auch die Korrelationen liegen mit 0,75 bis 0,80 deutlich unter 1. Bei zusätzlicher Verwendung der Lebendgewichte liegt die Sicherheit nur mehr 3 bis 5% unter dem Testlauf mit LE_INEL-Daten und auch die Korrelationen liegen über 0,90. Aus diesen Ergebnissen lässt sich ableiten, dass man mit ECM und direktem Lebendgewicht die Futter-Effizienz in der Praxis mit relativ hoher Genauigkeit schätzen könnte.

Tabelle 10: Zuchtwert-Korrelationen und Sicherheitsdifferenzen von LE_INEL aus Hilfsmerkmalen (nur ECM bzw. ECM+Lebendgewicht) im Vergleich zur Verwendung direkter Daten (ECM+Lebendgewicht+LE_INEL).

	Anzahl	ZW-Korrelation		Sicherheitsdifferenz	
Rassen	**Stiere**	**nur ECM**	**ECM+LG**	**nur ECM**	**ECM+LG**
Fleckvieh	274	0,79	0,95	-13,2	-2,7
Braunvieh	127	0,75	0,94	-19,0	-5,4
Holstein	126	0,80	0,91	-10,8	-4,8

6. Resümee

Die Ergebnisse zeigen, dass mit Daten aus der linearen Beschreibung (Körpermaße und Bemuskelung bzw. Körperkondition) und aus Gewichten von Versteigerungen **Zuchtwerte für das Lebendgewicht** mit relativ hohen Sicherheiten geschätzt werden können. Soll das Lebendgewicht für die Nutzung im Management oder genauere Analysen zur Effizienz von Einzeltieren auf Betriebsebene zur Verfügung stehen, so ist zu empfehlen, dass auch der Brust-/Bauchumfang erhoben wird. Da aus Sicherheitsgründen kontaktfreie Erhebungen zu bevorzugen sind, sind Wiegungen Alternativen. Die Einführung von Wiegungen zu züchterischen Zwecken wird derzeit in der Praxis allerdings als nicht notwendig erachtet. Wenn Wiegedaten vorhanden sind, sollten diese allerdings für die Zuchtwertschätzung genutzt werden. Das betrifft ganz speziell Wiegungen von Versteigerungen, die ohnehin routinemäßig erhoben werden und Wiegungen aus AMS-Systemen.

Ausgehend von den aktuell vorliegenden Ergebnissen, dass das Lebendgewicht derzeit nicht ansteigt und sich die Rassen noch im Optimalbereich befinden, erscheint für die Rasse Fleckvieh aktuell ein **Monitoring** über die Bereitstellung von Zuchtwerten für das Lebendgewicht ausreichend.

Die Gesamteffizienz oder auch Produktionseffizienz wird züchterisch durch den Gesamtzuchtwert dargestellt. Da außerdem bei Selektion nach dem aktuellen Gesamtzuchtwert keine Steigerung des Lebendgewichts zu erwarten ist, scheint eine **Einbeziehung des Lebendgewichts in den Gesamtzuchtwert derzeit nicht notwendig**. Über die negative genetische Korrelation sind die Rahmenmerkmale Rumpftiefe und Hüftbreite (Fleckvieh) bzw. Brustbreite (Braunvieh) bereits jetzt in der Nutzungsdauer und damit im GZW enthalten.

In der Zuchtzielumfrage im Rahmen des Projekts OptiGene (Steininger, 2013) wurden als wichtige neue Merkmale Stoffwechsel, Klauengesundheit und Futter-Effizienz genannt. In den Gesamtzuchtwert könnten der Stoffwechsel- und der Klauenindex direkt eingehen, da diese Merkmale im GZW bisher noch nicht berücksichtigt sind (Fürst-Waltl und Egger-Danner, 2017).

Es wird die Einführung eines **Effizienzindexes** empfohlen, der aber nicht im GZW berücksichtigt werden soll, da ein Großteil der Merkmale bereits im GZW vertreten ist. Das gebräuchliche Merkmal für die Abbildung der Futtereffizienz ist die Residualfutteraufnahme

(RFI), die jedoch nur aus Stationsdaten erfassbar ist. Solange keine einfachen Methoden zur Erfassung vorliegen, muss auf Hilfsmerkmale zurückgegriffen werden.

Das Tier, das bei gleichem Input einen höheren Output produziert, ist effizienter. Der Output wird aber meist auch durch Mobilisierung von Körperreserven erreicht. Ein starker Abbau von Körperfett zu Beginn der Laktation belastet den Stoffwechsel stärker und geht oftmals mit Erkrankungen einher. Daher sind Kühe, die weniger stark mobilisieren von Interesse. Wie die Ergebnisse aus Efficient Cow zeigen, sind für die Zucht auf „effiziente" Kühe Merkmale wie Milchleistung, Inhaltsstoffe, Körpergewicht, Trockenmasse- und Energieaufnahme, aber auch Informationen zur Mobilisierung von Interesse. Da für die wirtschaftliche Effizienz auch Aufzuchtkosten eine Rolle spielen, sind auch Nutzungsdauer und Aufzuchtverluste zu berücksichtigen. Daher wird als Effizienzindex bei der derzeitigen Datengrundlage ein Index aus den Merkmalen Milchleistung inkl. Inhaltsstoffe, Körpergewicht, Nutzungsdauer, Persistenz, Stoffwechselstabilität, eventuell Erstkalbealter und Fruchtbarkeit und wenn vorhanden Informationen zur Trockenmasse- und Energieaufnahme empfohlen. Als weitere Zusatzinformationen könnten Merkmale aus MIR-Spektren oder in Zukunft Informationen aus Sensordaten zur Energiebilanz berücksichtigt werden. Wenn seitens der Zuchtverantwortlichen Interesse an einem solchen Index besteht, so wäre dieser konkret auszuarbeiten. In Australien gibt es in diesem Zusammenhang beispielsweise seit 2016 den Index „Feed saved" (Pryce et al., 2015), in den Niederlanden den „Better Life Efficiency Index" (DeJong et al., 2016).

7. Literatur

De Jong, G., van der Linde, R., de Haas, Y., Veerkamp, R. F., 2016. Genetic evaluation for feed intake in the Netherlands and Flanders, impact on efficiency and responses. Interbull Meeting, Puerto Varas, Chile. http://www.interbull.org/static/web/DMI_EBVInterbull2016_Gerben.pdf

Egger-Danner, C., Fürst, C., Fürst-Waltl, C., Pfeiffer, C., Schwarzenbacher, H., Steininger, F., Willam, A., 2015. Endbericht zum Projekt Optimierung der langfristigen züchterischen Entwicklung der österreichischen Rinderrassen unter besonderer Berücksichtigung der Gesundheit und der genomischen Selektion. https://www.dafne.at/dafne_plus_homepage/download.php?t=ProjectReportAttachment&k=3703

Fuerst-Waltl, B., Fuerst, C., Obritzhauser, W., Egger-Danner, C., 2016. Sustainable breeding objectives and possible selection response: Finding the balance between economics and breeders' preferences. Journal of Dairy Science 99, 9796-9809.

Fürst-Waltl, B. und C. Egger-Danner, 2017. Stoffwechselstabilität und Klauengesundheit –züchterisch verbessern? Tagungsband ZAR-Seminar "Der effizienten Kuh auf der Spur", 09.03.2017, Salzburg.

Groeneveld, E., Kovač, M., Mielenz, N., 2008. VCE Users's Guide and Reference Manual. Version 6.0. Institute of Farm Animal Genetics, Neustadt, Germany.

Gruber, L. und M. Ledinek, 2017. Einfluss der Lebendmasse auf die Effizienz von Milchkühen. Tagungsband ZAR-Seminar "Der effizienten Kuh auf der Spur", 09.03.2017, Salzburg.

Hietala, P., Wolfová, M., Wolf, J., Kantanen, J., Juga, J., 2014. Economic values of production and functional traits, including residual feed intake, in Finnish milk production. Journal of Dairy Science 97, 1092–1106.

Koenen, E. P. C., Berentsen, P. B. M., Groen, A. F., 2000. Economic values of body weight and feed-intake capacity of dairy cattle under Dutch production circumstances. Livest. Prod. Sci. 66:235–250.

Lidauer, M., Matilainen, K., Mäntysaari, E., Stranden, I., 2015. MiX99 – Manual.

Lind, B., 2007. Ableitung der Wirtschaftlichkeitskoeffizienten und optimalen Indexgewichte des Gesamtzuchtwertes für die deutschen Milch- und Zweinutzungsrassen unter Berücksichtigung aktueller und erwarteter zukünftiger Rahmenbedingungen. Diss., Georg-August-Universität Göttingen, Deutschland.

Miesenberger, J., 1997. Zuchtzieldefinition und Indexselektion für die österreichische Rinderzucht. Diss., Universität für Bodenkultur, Wien, Österreich.

Pfeiffer, C., 2015. Optimization of the total merit index of Austrian dairy cattle – Validation and adaptation of an approximate multitrait two-step procedure. Dissertation, Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Österreich.

Pryce, JE., Gonzalez-Recio O., Nieuwhof G, Wales WJ., Coffey MP., Hayes BJ, Goddard ME., 2015. Hot topic: Definition and implementation of a breeding value for feed efficiency in dairy cows. J Dairy Sci. 2015 98(10):7340-50.

Stranden, I., Lidauer, M., Mäntysaari, E.A., Pösö, J., 2001. Calculation of Interbull weighting factors for the Finnish test day model. Interbull Bull. 26, 78-79.