

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/272485152>

Berücksichtigung direkter Gesundheitsmerkmale im Gesamtzuchtzuchtwert

Conference Paper · February 2015

CITATIONS

0

READS

305

4 authors:



Birgit Fuerst-Waltl

University of Natural Resources and Life Sciences Vienna

130 PUBLICATIONS 1,266 CITATIONS

SEE PROFILE



Christian Fuerst

ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH

73 PUBLICATIONS 1,162 CITATIONS

SEE PROFILE



Walter Obritzhauser

Veterinary Practice Parschlug

65 PUBLICATIONS 768 CITATIONS

SEE PROFILE



Christa Egger-Danner

99 PUBLICATIONS 1,077 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



D4Dairy View project



ADDA - Advancement of Dairying in Austria (ADDA) View project

Berücksichtigung direkter Gesundheitsmerkmale im Gesamtzuchtzwert

Birgit Fürst-Waltl¹, Christian Fürst², Walter Obritzhauser³ und Christa Egger-Danner²

¹Institut für Nutztierwissenschaften, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Universität für Bodenkultur Wien, Gregor Mendel-Str. 33, A-1180 Wien

²ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Dresdnerstr. 89, A-1200 Wien

³Institut für Öffentliches Veterinärwesen, Veterinärmedizinische Universität Wien, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien

Einleitung

Die routinemäßige Erfassung von Gesundheitsdaten für Rinder basierend auf tierärztlichen Diagnosen geht in Österreich auf das Projekt Gesundheitsmonitoring Rind zurück, das im Jahr 2006 gestartet wurde (Egger-Danner et al., 2012). Ähnliche Projekte folgten für Bayern und Baden-Württemberg. Seit 2010 (Fleckvieh; Fuerst et al., 2011) bzw. 2013 (Braunvieh, Fuerst und Egger-Danner, 2014) werden Zuchtwerte für Mastitis, Frühe Fruchtbarkeitsstörungen, Zysten und Milchfieber im Rahmen der gemeinsamen Zuchtwertschätzung Deutschland/Österreich veröffentlicht.

In einem auf die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit ausgerichteten Zuchtziel sollten alle wirtschaftlich wichtigen Merkmale berücksichtigt werden. Der Gesamtzuchtzwert (GZW) stellt dabei die mathematische Definition des Zuchtzieles dar und basiert auf der Selektionsindextheorie (Hazel und Lush, 1943). Für seine Berechnung müssen die Einzelzuchtwerte, deren Sicherheiten, die wirtschaftlichen Gewichte der Zuchtzielmerkmale und die entsprechenden genetischen Korrelationen zwischen den Merkmalen bekannt sein. Mit der Einführung der Gesundheits-Zuchtwertschätzung für das Braunvieh erfolgte auch eine Berücksichtigung von Gesundheitsmerkmalen im GZW. Dies betrifft die Merkmale Mastitis, Frühe Fruchtbarkeitsstörungen und Zysten, die über die Indices Fruchtbarkeitswert (FRW) und Eutergesundheitswert (EGW) einbezogen werden (Fuerst und Egger-Danner, 2014). Die für diese Berechnungen nötigen wirtschaftlichen Gewichte gehen auf die Arbeit von Miesenberger (1997) zurück; im Jahr 2007 wurden wirtschaftliche

Gewichte auf Basis desselben Modells neuerlich geschätzt (Lind, 2007) wobei Zellzahl und Mastitis als ein gemeinsames Merkmal berücksichtigt wurde. Mit Ende des Projektes Gesundheitsmonitoring Rind und dessen Überführung in die Routine folgte schließlich die Ableitung der wirtschaftlichen Gewichte für Frühe Fruchtbarkeitsstörungen, Zysten und Milchfieber (Fuerst-Watl et al., 2010).

Um die langfristigen züchterischen Entwicklungen der österreichischen Rinderrassen unter besonderer Berücksichtigung der Gesundheit und der genomischen Selektion zu optimieren, wurde im Dezember 2011 das Projekt OptiGene gestartet. Ziele dieses Projektes sind u.a. die Optimierung der Zuchtziele und Zuchtprogramme sowie die Verbesserung der Berechnung des Gesamtzuchtwertes mit möglicher Berücksichtigung neuer Merkmale. Einer der Schwerpunkte betrifft den Vergleich realisierbarer Zuchterfolge basierend auf Selektion nach ökonomischem GZW und verschiedenen alternativen Szenarien. Zu diesem Zweck wurden für die Rassen Fleckvieh und Braunvieh mit aktuellen Kosten und Preisen neuerlich wirtschaftliche Gewichte abgeleitet. Hinsichtlich der Gesundheitsmerkmale wurden die Zellzahl und die Mastitis getrennt behandelt sowie die Ketose zusätzlich berücksichtigt.

Verwendetes Modell

Die Ableitung der wirtschaftlichen Gewichte erfolgte mit einem Herdenmodell. Das dazu verwendete Computerprogramm wurde ursprünglich von Amer et al. (1996) für die Optimierung von Managemententscheidungen in Rinder haltenden Betrieben geschrieben und von Miesenberger (1997) für die Schätzung wirtschaftlicher Gewichte österreichischer Rinderrassen adaptiert. Lind (2007) und Fuerst-Watl et al. (2010) führten zusätzliche Erweiterungen hinsichtlich der Berücksichtigung neuer Merkmale durch.

Im Rahmen des Herdenmodells wird eine Rinderherde mit den Bereichen Milchproduktion, Aufzucht und Mast in einem statischen Zustand über einen unendlichen Planungshorizont dargestellt. Aus den Ergebnissen der einzelnen Bereiche wurden die Ergebnisse je Herdendurchschnittskuh und Jahr ermittelt. Für die Ableitung der wirtschaftlichen Gewichte müssen die den jeweiligen Merkmalen entsprechenden Parameter variiert werden. Aus der dadurch hervorgerufenen Änderung des Durchschnittsgewinnes je Herdendurchschnittskuh und Jahr werden die wirtschaftlichen Gewichte mittels Differenzenrechnung ermittelt. Um Doppelberücksichtigungen zu vermeiden (Dempfle, 1992) erfolgt die Ableitung für jedes Merkmal unter

Konstanthaltung aller übrigen Merkmale. Die Ergebnisse werden als Grenznutzen in € pro Merkmalseinheit und als wirtschaftliches Gewicht in € pro genetischer Standardabweichung ausgedrückt. Eine detaillierte Beschreibung des verwendeten Modells geben Miesenberger (1997) und Lind (2007).

Ausgewählte Annahmen

Tab. 1 Anteile (in %) in verschiedenen Laktationen und Kuhklassen für das Fleckvieh (UFR = Unfreiwillige Merzung, FRU = Merzung wegen Fruchtbarkeit, FREI = freiwillige Merzung, ÜBL = Überlebende) zur Darstellung der Altersstruktur

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UFR	3.76	3.31	2.87	2.38	3.19	2.22	1.27	0.64	0.74
FRU	1.04	0.79	0.61	0.55	0.51	0.30	0.16	0.08	0.00
FREI	2.02	1.10	0.84	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ÜBL	22.08	16.87	12.55	9.11	5.41	2.89	1.46	0.74	0.00
Total	28.90	22.08	16.87	12.55	9.11	5.41	2.89	1.46	0.74

Tab. 2 Ausgewählte Inputparameter für Fleckvieh und Braunvieh

Inputparameter	Einheit	Fleckvieh	Braunvieh
Erstkalbealter	d	890	930
Lebendmasse Kuh	kg	750	750
Standardlaktation (1. L.)	kg	7000	7150
Fettprozent (1. L.)	%	4,12	4,16
Eiweißprozent (1. L.)	%	3,45	3,47
SCS (Ø)	Klasse	3,3	3,6
Totgeburtenrate	%	3,8	4,5
Alter Kalbin bei Verkauf	d	830	850
Mastendgewicht Stiere	kg	720	690
Ausschlachtung Stiere	%	57,3	55,5
Anteil Handelskl. E+U	%	64,5	17,1
Anteil Schweregeburten	%	3,4	2,9

Ausgehend von den Annahmen von Lind (2007) und aktuellen Auswertungen wurden die Anteile der Kühe in verschiedenen Herdenklassen in den Laktationen 1 bis 9 (Überlebende, freiwillige und

unfreiwillige Merzung, Merzung auf Grund von Unfruchtbarkeit) adaptiert. Beispielhaft wird die Altersstruktur für das Fleckvieh in Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 3 Ausgewählte Kosten und Preise

Merkmal	€/Einheit
Arbeitskosten pro h	15
Besamungskosten	30,50
Schwergeburt/Kaiserschnitt ¹	92,50/322,50
Mastitis	340,55
Stallplatz Kalbin/Kuh und Jahr	200/400
Frühe Reproduktionsstörungen	283,00
Zysten	67,02
Milchfieber	204,50
Ketose	242,60
Schlachtkalbin/kg (FV/BV)	3,50/3,10
Zuchtkalbin (FV/BV)	1500/1300
Milchträger	0,11
Fett-kg	3,06
Eiweiß-kg	3,82
Maststier/kg (EUROP)	3,70/3,65/3,61/3,19/2,70

¹ inkl. Arbeitszeit Landwirt

Tab. 4 Überblick über zur Verfügung stehende Futtermittel

Futtermittel	€/kg TM	Protein (g XP)	NEL (MJ)	Rohfaser- Anteil
Heu, 2. Schnitt	0,20	133	5,28	0,284
Grassilage	0,18	150	6,10	0,213
Maissilage	0,16	131	6,48	0,210
Gerste	0,17	124	8,28	0,057
Soja	0,50	398	9,90	0,062

Kosten und Preise (z.B. Futtermittel, Milch, Schlachtkörper, Besamungen, Arbeitskosten) wurden mit Hilfe von diversen Marktberichten, Datensammlungen für die Landwirtschaftsberatung sowie Kalkulationshilfen (e.g. Over et al., 2013; Hamm et al., 2013; www.ama.at) ermittelt. Populationsparameter wurden mit Hilfe von Auswertungen der ZuchtData (ZuchtData, 2013) sowie aus den aktuellen Zuchtwertschätzungen übernommen. Durchschnittliche Tierarzt- und

Medikamentenkosten für berücksichtigte Krankheiten stammen aus einer Gemeinschaftstierarztpraxis in Österreich. Tabellen 2-4 geben einen Überblick über ausgewählte Inputparameter, Kosten und Preise und die zur Verfügung stehenden Futtermittel. Laktationsleistungen in den höheren Laktationen wurden mit Hilfe von Alterungsfaktoren berechnet, die höchste Laktationsleistung wurde bei beiden Rassen in der 4. Laktation erzielt. Funktionen von Wood (1967) and Gompertz (Fitzhugh, 1976) wurden zur Berechnung der täglichen Milchleistung bzw. zur Berechnung der täglichen Zunahme verwendet. Der Algorithmus nach Press et al. (1986) wurde verwendet um die kostengünstigste Ration zu ermitteln, die den Nährstoffbedarf deckt, wobei Trächtigkeit und Mobilisation entsprechend berücksichtigt wurden (Miesenberger, 1997). Die Kosten für Krankheiten (Tab. 3) ergaben sich aus Kosten für den Tierarzt, Medikamente, Arbeitszeit des Landwirtes und Verlust an nicht lieferbarer Milch durch Wartezeiten. Durchschnittliche anteilige Nachbehandlungskosten wurden ebenso berücksichtigt.

Ergebnisse der Schätzung wirtschaftlicher Gewichte

Tabellen 5 und 6 geben eine Übersicht über den Grenznutzen, die genetische Standardabweichung und das wirtschaftliche Gewicht pro genetischer Standardabweichung für alle bisher im Gesamtzuchtwert berücksichtigten Merkmale sowie für die Merkmale Ketose, Milchfieber, Mastitis und Zellzahl (getrennt) sowie Aufzuchtverluste bei den Rassen Fleckvieh und Braunvieh.

Leistungsmerkmale. Bei beiden Rassen ist das Fett-Eiweiß-Verhältnis deutlich enger als im derzeitigen Zuchtziel (Tabelle 7, Fuerst und Egger-Danner, 2014); die Gewichtung im Zuchtziel entsprach allerdings bei seiner Festsetzung nicht den mit aktuellen Milchpreisen abgeleiteten wirtschaftlichen Gewichten. Eine Ableitung der Eiweißprozentage ist im verwendeten Modell nicht zusätzlich zur Eiweißmenge möglich, da die Eiweißmenge über die Erhöhung der Inhaltsstoffe bei gleichbleibender Milchmenge modelliert wird. Hinsichtlich der Fleischleistungsmerkmale ist auffällig, dass das relative wirtschaftliche Gewicht für das Fleckvieh sogar niedriger liegt als das für das Braunvieh. Gründe dafür liegen im höheren Fleischleistungsniveau beim Fleckvieh; eine weitere Verbesserung führt v.a. bei der Handelsklasse durch die geringe Preisdifferenzierung zwischen den Handelsklassen E - R kaum zu zusätzlichem Profit.

Tab. 5 Grenznutzen, genetische Standardabweichung (s_a) und wirtschaftliches Gewicht pro s_a (wG/s_a) für das Fleckvieh

Merkmal (Einheit)	GN (€/Einheit)	s_a	wG/s_a
Fettmenge (kg)	1,97	21,9	43,10
Eiweißmenge (kg)	2,75	16,4	45,10
Nettozunahme (g)	0,662	30,5	20,19
Ausschlachtung (%)	5,63	1,1	6,19
Handelsklasse (Kl.)	13,0	0,25	3,25
Nutzungsdauer (d)	0,1304	180	23,47
Fruchtbarkeit (%)	1,73	4,5	7,79
Kalbeverlauf (Kl.)	21,88	0,22	4,81
Totgeburtenrate (%)	2,8	4,0	11,20
Aufzuchtverluste (%)	3,58	2,87	10,27
Zellzahl (Klasse)	5,68	0,5	2,84
Mastitis (%)	3,65	4,34	15,84
Fr. Fruchtbarkeitsst. (%)	3,03	3,89	11,79
Zysten (%)	0,72	6,71	4,83
Milchfieber (%)	2,19	3,51	7,69
Ketose (%)	2,60	0,70	1,82
Persistenz (σ Einzelk.)	9,23	1s	9,23
Melkbarkeit ($\sqrt{\text{Kg/min}}$)	79,53	0,084	6,68

Fitnessmerkmale. Im Fitnessblock soll im Folgenden insbesondere auf die Gesundheitsmerkmale eingegangen werden. Seit 2013 werden, wie schon oben erwähnt, Gesundheitsmerkmale über die Teilindices Eutergesundheitswert und Fruchtbarkeitswert berücksichtigt. Diese ersetzen den Teilindex Fruchtbarkeit maternal und den Zuchtwert für Zellzahl ohne die ursprünglichen Gewichte zu verändern (Fuerst und Egger-Danner, 2014). Auf Basis der rein ökonomisch abgeleiteten Gewichte wäre die relative Gewichtung dieser Merkmalsblöcke etwas niedriger als derzeit (Tabelle 7). Würden die weiteren Fitnessmerkmale (Ketose, Milchfieber, Aufzuchtverluste) ebenfalls im Gesamtzuchtwert berücksichtigt, wären die Gewichtungen von Milch : Fleisch : Fitness bei Fleckvieh etwa 37 : 13 : 50 und bei Braunvieh 39 : 14 : 48.

Tab. 6 Grenznutzen, genetische Standardabweichung (s_a) und wirtschaftliches Gewicht pro s_a (wG/s_a) für das Braunvieh

Merkmal (Einheit)	GN (€/Einheit)	s_a	wG/s_a
Fettmenge (kg)	1,88	21,2	39,86
Eiweißmenge (kg)	3,13	17,0	53,21
Nettozunahme (g)	0,495	30,5	15,10
Ausschlachtung (%)	5,76	1,1	6,34
Handelsklasse (Kl.)	45,51	0,25	11,38
Nutzungsdauer (d)	0,1702	180	30,63
Fruchtbarkeit (%)	1,56	4,5	7,02
Kalbeverlauf (Kl.)	19,49	0,22	4,29
Totgeburtenrate (%)	2,20	4,0	8,80
Aufzuchtverluste (%)	2,96	3,45	10,21
Zellzahl (Klasse)	6,41	0,5	3,21
Mastitis (%)	3,63	4,34	18,48
Fr. Fruchtbarkeitsst. (%)	3,02	3,89	11,05
Zysten (%)	0,71	6,71	1,31
Milchfieber (%)	2,18	3,51	4,34
Ketose (%)	2,59	0,70	1,81
Persistenz (σ Einzelk.)	2,67	1s	2,67
Melkbarkeit ($\sqrt{\text{Kg/min}}$)	79,53	0,084	6,96

Ausblick

Im Rahmen des Projektes OptiGene wird derzeit u.a. an der Optimierung des Gesamtzuchtwertes gearbeitet. Dies betrifft einerseits Änderungen in der Methodik (e.g. Fuerst et al., 2014) andererseits die Gewichtungen der Einzelmerkmale bzw. Merkmalsblöcke im Gesamtzuchtwert. Hinsichtlich der Methodik soll eine Alternative zur aktuellen Indexmethode gefunden werden, die v.a. im niedrigen Sicherheitsbereich zu hohe Streuungen bewirkt. Mit Hilfe von Modellrechnungen soll gezeigt werden, inwieweit sich die adaptierte Methodik in Kombination mit unterschiedlichen Gewichtungen auf den Zuchtfortschritt auswirkt. Bedingt durch die genomische Selektion kann ein hoher Zuchtfortschritt in der Milch erhalten werden und gleichzeitig mehr Gewicht auf den Fitnessblock gelegt werden. Dies entspricht nicht nur den Züchterwünschen, die im Rahmen einer Umfrage erhoben wurden, (Steininger et al., 2012), sondern auch den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen. Insbesondere der Fruchtbarkeitskomplex ist in

diesem Zusammenhang von Bedeutung, da in den vergangenen Jahren trotz Berücksichtigung im Gesamtzuchtwert ein negativer genetischer Trend und kontinuierlicher Rückgang bei den Besamungserfolgen zu verzeichnen war. In Übereinstimmung mit früheren Modellrechnungen (Egger-Danner et al., 2012) konnte in ersten Analysen gezeigt werden, dass bei entsprechender Gewichtung im GZW auch für den Fruchtbarkeitskomplex ein leichter Zuchtfortschritt zu erzielen ist.

Tab. 7 Relative wirtschaftliche Gewichte für Zuchtzielmerkmale Merkmalsblöcke (aktuell und neu abgeleitet) für das Fleckvieh und das Braunvieh

	Fleckvieh		Braunvieh	
	aktuell	neu	aktuell	neu
MILCH	38	41	48	42
Fettmenge	4,4	19,9	4,8	18,1
Eiweißmenge	33,4	20,8	38,4	24,2
Eiweißprozent			4,7	
FLEISCH	16	14	5	15
Nettozunahme	7,3	9,3	2,2	6,9
Ausschlachtung	4,6	2,9	1,4	2,9
Handelsklasse	4,6	1,5	1,4	5,2
FITNESS	46	45	47	43
Nutzungsdauer	13,4	10,9	16,1	13,9
Persistenz	2,0	4,3	2,7	1,2
Fruchtbarkeitswert	6,8	11,3	8,6	8,8
Kalbeverlauf pat.	1,8	1,1	0,9	1,0
Kalbeverlauf mat.	1,8	1,1	0,9	1,0
Totgeburtenr. pat.	4,0	2,6	3,0	2,0
Totgeburtenr. mat.	4,0	2,6	3,0	2,0
Eutergesundheitswert	9,7	8,7	10,0	9,9
Melkbarkeit	2,0	3,1	2,0	3,2

Danksagung

Für die Finanzierung des Projektes OptiGene (Optimierung der langfristigen züchterischen Entwicklung der österreichischen Rinderrassen unter besonderer Berücksichtigung der Gesundheit und der genomischen Selektion, Projekt 100808), danken wir dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und

Wasserwirtschaft sowie der Zentralen Arbeitsgemeinschaft österreichischer Rinderzüchter und den Rassenarbeitsgemeinschaften für Fleckvieh, Braunvieh, Pinzgauer und Grauvieh sehr herzlich. Die Kosten für Eutererkrankungen wurden in Kooperation mit dem COMET Projekt ADDA - Advancement of Dairying in Austria ermittelt. Vielen Dank auch der Arbeitsgruppe Zuchtziel im Rahmen der gemeinsamen Zuchtwertschätzung Bayern/Baden-Württemberg und Österreich für intensive Diskussionen und Anregungen.

Literatur

- Amer, P.R., Kaufmann, A., Künzi, N., 1996. Breed choice and pricing system implications for farmers and political institutions from a Swiss cattle farm model. In: J.B. Dent, M.J. McGregor and A.R. Sibbald (eds.) Livestock farming systems. Research, development, socio-economics and the land manager. EAAP Publ. No. 79, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands, pp 253-258.
- Dempfle, L., 1992. Berücksichtigung von Fruchtbarkeit und Eutergesundheit in der Rinderzucht. Züchtungskunde 64:447-457.
- Egger-Danner, C., Fuerst-Waltl, B., Obritzhauser, W., Fuerst, C., Schwarzenbacher, H., Grassauer, B., Mayerhofer, M., Koeck, A., 2012. Recording of direct health traits in Austria – Experience report with emphasis on aspects of availability for breeding purposes. J. Dairy Sci. 95: 2765-2777.
- Egger-Danner, C., Willam, A., Fuerst, C., Schwarzenbacher, H., Fuerst-Waltl, B., 2012. Hot topic: Effect of breeding strategies using genomic information on fitness and health. J Dairy Sci 95(8): 4600-4609.
- Fitzhugh, H.A., 1976. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. J. Anim. Sci. 42:1036-1051.
- Fuerst C., Egger-Danner, C., 2014. Inclusion of direct health traits in the total merit index of Fleckvieh and Brown Swiss cattle in Austria and Germany. ICAR 39th Biennial Session, Berlin, Germany May 19-23.
- Fuerst, C., Koeck A., Egger-Danner, C., Fuerst-Waltl, B., 2011. Routine genetic evaluation for direct health traits in Austria and Germany. Interbull Bulletin 44: 210-215.
- Fuerst, C., Pfeiffer, C., Schwarzenbacher, H., Steininger, F., Fuerst-Waltl, B., 2014. Comparison of different methods to calculate a total merit index - results of a simulation study. 10th World

- Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Vancouver, CAN.
- Fuerst-Waltl, B., Baumung, R., Fuerst, C., Köck, A., Obritzhauser, W., Schwarzenbacher, H., Sölkner, J., Willam, A., Winter, P., Egger-Danner, C., 2010. Gesundheitsmonitoring Rind: Entwicklung einer Zuchtwertschätzung für Gesundheitsmerkmale. Report of the research project 100250 BMLFUW-LE.1.3.2/0043-II/1/2007. http://www.dafne.at/dafne_plus_homepage/index.php?section=dafneplus&content=result&&come_from=homepage&project_id=2704.
- Hazel, L.N., Lush, J.L., 1943. The efficiency of three methods of selection. *J. Hered.* 33:393-399.
- Hamm, L.-R., Heim, M., Weiß, J., Dorfner, G., 2014. Landwirtschaftliche Erzeugerpreise in Bayern. LfL Grub, Bayern.
- Lind, B., 2007. Ableitung der Wirtschaftlichkeitskoeffizienten und optimalen Indexgewichte des Gesamtzuchtwertes für die deutschen Milch- und Zweinutzungsrasen 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.
- Over, R., Köhler, M., Krieg, K., Nussbaum, H., Wurth, W., 2013. Kalkulationsdaten Futterbau. Excel-Sheet zusammengestellt durch die LEL (Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume Schwäbisch Gmünd) und LAZBW (Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg Aulendorf), Stand 18.11.2013
- Press, W.H., Flannery, B.P., Teukolsky, S.A., Vetterling, W.T., 1986. *Numerical Recipes: The art of scientific computing*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Steininger, F., Fuerst-Waltl, B., Pfeiffer, C., Fuerst, C., Schwarzenbacher, H., Egger-Danner, C., 2012. Participatory development of breeding goals in Austrian dairy cattle. *Acta Agriculturae Slovenica, Supplement 3*, 143-147.
- Wood, P.D.P., 1967. Algebraic Model of the Lactation Curve in Cattle. *Nature (London)* 216:164-165.
- ZuchtData, 2013. ZuchtData-Jahresbericht Ausgabe 2013. <http://zar.at/Downloads/Jahresberichte/ZuchtData-Jahresberichte.html>