

HEIDE-DÖRTE MATTHES und PAUL EBERHARD RUDOLPH

Beschreibung des Wachstums weiblicher Rinder verschiedener Rassen

Summary

Title of the paper: **Description on the growth of female cows of different race**

Continuously won weight data from the birth up to the adult animal of female cows of the races Charolais, Fleckvieh and Uckermärker were used for the determination of best fitted functions with respect to some optimum functions from different growth-functions like exponential-, Gompertz-, logistic-, Bertalanffy-, tanh- and Janoschek-function. The four-parametric Richards- and Janoschek-function describe the natural growth (monthly increases) most exact. The exponential-function is also suitable for the description of the weight-development.

Key words: growth, beef cattle, breeds, function, optimum

Zusammenfassung

Kontinuierlich gewonnene Wägedaten von der Geburt bis zum erwachsenen Tier von weiblichen Fleischrindern der Rassen Charolais, Fleckvieh und Uckermärker wurden dazu genutzt, aus verschiedenen Wachstumsfunktionen wie Exponential-, Gompertz-, Logistische-, Bertalanffy-, tanh-, Janoschek- und Richards-Funktion diejenigen zu bestimmen, die beste Anpassungen im Sinne bestimmter Optimalitätskriterien liefern. Die vierparametrischen Richards- und Janoschek-Funktionen beschreiben den natürlichen Wachstumsverlauf (Zunahme/Monat) am genauesten. Für den Verlauf der Gewichtsentwicklung ist daneben auch die Exponentialfunktion geeignet.

Schlüsselwörter: Wachstum, Fleischrind, Funktion, Optimalität

1. Einleitung

Aufgrund von Meßwerten der Lebendmasse verschiedener Rinderrassen zu unterschiedlichen Lebensaltern sollen aus einer Reihe geeigneter Wachstumsfunktionen diejenigen bestimmt werden, die das Wachstum im Sinne bestimmter Optimalitätskriterien am besten beschreiben. Als Optimalitätskriterien werden einmal Modifikationen eines von MATTHES et al. (1996) vorgeschlagenen Optimalitätskriteriums verwendet. Diese Kriterien berücksichtigen neben der geschätzten Restvarianz im entsprechenden nichtlinearen Regressionsmodell auch, wie durch die jeweilige Funktion die Geburts- und Lebendmassen geschätzt werden. Außerdem werden auch Anpassungskriterien diskutiert, die die unterschiedliche Parameteranzahl der verwendeten Wachstumsfunktionen berücksichtigen.

2. Material und Methode

2.1 Material

Das verwendete Datenmaterial, das bis zum Jahr 1991 an Rinderbeständen in zwei Betrieben in Mecklenburg-Vorpommern gewonnen wurde, enthält Messungen der Körpermasse (in kg) männlicher und weiblicher Rinder der Rassen Charolais, Fleckvieh und Uckermärker für unterschiedlichste Lebensalter (in Monaten). Die Rinder befanden sich von Anfang Mai bis Ende Oktober auf der Weide und wurden im Winter im Stall mit Silage und Heu gefüttert. Nach der Abkalbung erhielten die Mutterkühe bis zu 3 kg Konzentrat pro Tag. Auf der Weide wurde nicht zugefüttert. Mineralstoffe wurden das ganze Jahr über verabreicht.

In den nach Rasse, Geschlecht und Betrieb klassifizierten Daten schwankt die Anzahl der Beobachtungen in den besetzten Klassen zwischen 4 und 12327. Die genaue Anzahl der Beobachtungen (N) sowie die jeweils kleinsten und größten Werte von Alter und Lebendmasse (LM) in den einzelnen Klassen ist aus Tabelle 1 ersichtlich.

Tabelle 1

Minimum und Maximum von Alter und Lebendmasse der Meßwerte (Minimum and maximum of age and weight of the observations)

Rasse	Geschl.	Betrieb	N	min. Alter	max. Alter	min. LM	max. LM
Charolais	1	1	197	0	12,98	34	580
		2	5361	0	13,05	23	633
	2	1	545	0	72,70	24	760
		2	6014	0	74,50	22	834
	3	1	.	.	.	.	.
		2	42	0	56,30	23	658
	4	1	4	0	6,50	27	217
		2	12	0	7,40	25	279
Fleckvieh	1	1	137	0	12,95	28	549
		2	442	0	11,97	23	500
	2	1	972	0	95,50	29	700
		2	197	0	67,70	25	760
	3	1	.	.	.	.	.
		2	.	.	.	.	.
	4	1	.	.	.	.	.
		2	.	.	.	.	.
Uckermärker	1	1	5781	0	14,00	27	693
		2	4633	0	13,48	21	645
	2	1	12327	0	65,50	18	807
		2	4262	0	65,00	23	820
	3	1	343	0	55,70	22	670
		2	44	0	56,30	26	630
	4	1	169	0	38,70	19	516
		2	18	0	8,20	25	241

Geschl.=1: männl., Geschl.=2: weibl., Geschl.=3: Mehrlinge weibl., Geschl.=4: Mehrlinge gemischt; Betrieb 1, Betrieb 2

2.2 Methode

Um die Parameter von Wachstumsfunktionen vernünftig schätzen zu können, müssen Beobachtungswerte von der Geburt bis zum erwachsenen Tier (Alter > 36 Monate)

vorliegen (vgl. MATTHES et al., 1996). Die Beobachtungen in Tabelle 1 zeigen jedoch, daß dies nicht in allen Klassen der Fall ist. Deshalb ist auch zu erwarten, daß nicht für alle Klassifizierungen in Tabelle 1 eine geeignete Wachstumsfunktion bestimmbar ist. Unter diesen Gesichtspunkten wurde das Material reduziert, wobei auch auf die Unterscheidung nach Betrieben verzichtet wurde. Auf die Beschreibung des Wachstums gemischter Mehrlinge der Rasse Uckermärker wurde ebenfalls verzichtet, da die vorliegenden Daten nur einen einzigen Wert für ein Lebensalter > 36 Monate enthalten. Die so gewonnene Neuklassifizierung, die die Basis für die Parameterschätzungen geeigneter Wachstumsfunktionen bildet, ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2

Neuklassifizierung der Daten für die Parameterschätzungen (New classification of the data for parameter estimations)

Rasse	Geschl.	N	min. Alter	max. Alter	min. LM	max. LM
Charolais	2	6559	0	74,50	22	834
	3	42	0	56,30	23	658
Fleckvieh	2	1169	0	95,50	25	760
	3	387	0	56,30	22	670

Für die in der Tabelle 2 ausgewiesenen Klassifizierungen der Beobachtungswerte wurden mit der SAS-Prozedur NLIN Parameterschätzungen für fünf dreiparametrische Funktionen durchgeführt, die sich bereits zur Beschreibung des Wachstums von Rinderrassen als geeignet erwiesen haben (MATTHES et al., 1996). Zusätzlich wurden zwei vierparametrische Funktionen, die in der Literatur häufig verwendet werden (TAYLOR, 1977; SAGER, 1982; MATTHES et al., 1983; FRANCE und THORNLEY, 1984; MATTHES, 1985), in die Untersuchungen einbezogen. Dabei ist natürlich zu erwarten, daß die beiden vierparametrischen Funktionen kleinere Restvarianzschätzungen liefern werden als die dreiparametrischen Funktionen. Die sieben Wachstumsfunktionen sind in der Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3

Verwendete Wachstumsfunktionen (Used growth functions)

Name	Kurzbezeichnung	Formel
Exponentialfunktion	Ex	$f(x) = a + be^{cx}$
Gompertz-Funktion	Go	$f(x) = ae^{be^{cx}}$
Logistische Funktion	Lo	$f(x) = a / (1 + be^{cx})$
Bertalanffy-Funktion	Be	$f(x) = (a + be^{cx})^3$
tanh-Funktion	Th	$f(x) = a / 2(1 + \tanh(c(x - b)))$
Janoschek-Funktion	Ja	$f(x) = a + be^{cx^d}$
Richards-Funktion	Ri	$f(x) = a(1 + be^{cx})^d$

Numerische Probleme bei der Schätzung der Parameter der Janoschek-Funktion und der Richards-Funktion mit der Prozedur NLIN für das Alter $x = 0$ wurden mittels der Transformation $x = x + 1$ gelöst.

Nach dem von MATTHES et al. (1996) vorgeschlagenen Optimalitätskriterium beschreibt diejenige Funktion innerhalb einer Klassifizierung nach Rasse und Geschlecht das Wachstum am besten, die die gewichtete Summe

$$Q = a_1(G - \hat{G})^2 + a_2(L - \hat{L})^2 + a_3RV$$

minimiert. G bzw. L bezeichnen in dieser Formel bekannte mittlere Werte für Geburts- und Lebendendmasse und \hat{G} bzw. \hat{L} sind die entsprechenden Werte der jeweiligen Wachstumsfunktion ($\hat{G} = f(0)$, $\hat{L} = \lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$). Mit RV ist der Schätzwert der Restvarianz im entsprechenden nichtlinearen Regressionsmodell bezeichnet.

Abweichend vom obigen Optimalitätskriterium Q sollen hier die beiden folgenden Modifikationen verwendet werden:

$$Q_1 = a_1|G - \hat{G}| + a_2|L_m - \hat{L}| + a_3RV \text{ und}$$

$$Q_2 = a_1|G - \hat{G}| + a_2|L_{\max} - \hat{L}| + a_3RV.$$

In beiden Kriterien wird als Vorinformation für G der (auf eine ganze Zahl gerundete) Mittelwert der beobachteten Geburtmassen bezogen auf die jeweilige Klasse verwendet. Q_1 und Q_2 unterscheiden sich nur in der Verwendung unterschiedlicher Vorinformationen L_m und L_{\max} für die Lebendendmasse. In Q_1 ist mit L_m der (auf eine ganze Zahl gerundete) Mittelwert aller beobachteten Massen bezeichnet, die zu einem Alter > 36 Monate gehören. Dagegen ist L_{\max} das Maximum dieser Beobachtungen.

Die Gewichte a_1, a_2 und a_3 werden aufgrund der folgenden drei Eigenschaften jeweils für jede Klasse bestimmt:

1. $a_1 + a_2 + a_3 = 1$
2. $a_1 / a_2 \approx L / G$
3. $a_3 < a_1 + a_2$. Die Werte G, L_m, L_{\max} und die daraus bestimmten Quotienten sind in der Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4
Werte für G, L_m und L_{\max} (Values for G, L_m und L_{\max})

RASSE	Ges.	G	L_m	L_{\max}	L_m/G	L_{\max}/G
Charolais	2	42	631	834	15,02	19,86
Charolais	3	32	601	658	18,78	20,56
Fleckvieh	2	38	527	760	13,87	20,00
Uckermärker	2	41	603	820	14,71	20,00
Uckermärker	3	33	583	670	17,67	20,30

Zur Bestimmung der Gewichte a_1, a_2 und a_3 wird für Q_1 $L_m / G \approx 15 = a_1 / a_2$ und für Q_2 $L_{\max} / G \approx 20 = a_1 / a_2$ gesetzt. a_3 wird nach der o. g. Eigenschaft 3 klein gegen $a_1 + a_2$ gewählt derart, daß der Anteil $a_3 RV$ in Q nicht zu groß ist gegenüber der Summe $a_1 |G - \hat{G}| + a_2 |L - \hat{L}|$. Wie die Parameterschätzungen zeigen, liegen die Restvarianzen in der Größenordnung 10^3 . Deshalb wählen wir $a_3 = 0.001$. Daraus ergeben sich folgenden Gewichte:

Tabelle 5

Gewichte a_1, a_2 und a_3 (Weights a_1, a_2 und a_3)

Q	a_1	a_2	a_3
Q_1	0,9366	0,0624	0,0010
Q_2	0,9514	0,0476	0,0010

Neben der Restvarianz und den beiden Funktionen Q_1 und Q_2 können auch weitere Anpassungskriterien zur Bestimmung einer „besten“ Wachstumfunktion verwendet werden. Die Anpassungskriterien von AKAIKE und SCHWARTZ (RASCH, 1995) berücksichtigen insbesondere die Anzahl der Parameter der jeweiligen Funktion. Diese beiden Kriterien sollen, da hier sowohl drei- als auch vierparametrische Wachstumfunktionen verwendet werden, ebenfalls berechnet werden.

Wenn mit N und RV die Anzahl der Beobachtungen und die geschätzte Restvarianz in der jeweiligen Klasse sowie mit p die Anzahl der Parameter der jeweiligen Wachstumfunktion bezeichnet werden, dann berechnen sich die beiden Kriterien wie folgt:

$$\text{Akaike-Kriterium: } AIC = N \ln \left(\frac{N-p}{2} RV \right) + \frac{N(n+p)}{N-p-2},$$

$$\text{Schwartz-Kriterium: } SC = N \ln \left(\frac{N-p}{N} RV \right) + p \ln(N).$$

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Tabelle 6 enthält für die Klassifizierungen nach Tabelle 2 die geschätzten Parameterwerte, die zugehörige Restvarianz und die aus den Schätzwerten für die Parameter a, b, c und d berechneten maximalen Lebendmassen (\hat{L}) und die den geschätzten Geburtmassen (\hat{G}) entsprechenden Werte $f(0)$ (bzw. $f(1)$ im Falle der Janoschek-Funktion und der Richards-Funktion). Die Ergebnisse in Tabelle 6 sind innerhalb von Rasse und Geschlecht nach wachsender Restvarianz sortiert.

Wie zu erwarten war, liefern die beiden vierparametrischen Wachstumfunktionen gegenüber allen dreiparametrischen Funktionen eine bessere Anpassung im Sinne einer kleineren Restvarianz. Die Unterschiede zwischen den Restvarianzschätzungen für die beiden vierparametrischen Funktionen sind äußerst gering. Mit ebenfalls geringem Unterschied in der Restvarianzschätzung zu den beiden vierparametrischen Wachstumfunktionen liefert in allen fünf Klassen die dreiparametrische Exponentialfunktion die

beste Anpassung im Hinblick auf die Restvarianz.

Tabelle 6

Parameterschätzungen und berechnete Größen (Parameter estimations and computed values)

Rasse	Ges.	N	a	b	c	d	\hat{G}	\hat{L}	RV	Fkt.
Charolais	2	6559	709.40	-710.57	-0.06	0.93	41.50	709.40	1599.84	Ja
			702.30	-1.00	-0.05	0.89	41.64	702.30	1601.14	Ri
			686.23	-642.99	-0.05		43.24	686.23	1607.77	Ex
			8.59	-4.72	-0.09		57.96	634.48	1864.36	Be
			621.25	-2.25	-0.11		65.77	621.25	2071.24	Go
			598.93	6.26	-0.17		82.48	598.93	2693.67	Lo
			599.02	10.63	0.09		82.63	599.02	2693.89	Th
Charolais	3	42	649.91	-0.95	-0.07	1.37	32.01	649.91	720.92	Ri
			644.43	-635.09	-0.04	1.16	31.82	644.43	724.11	Ja
			688.83	-659.44	-0.05		29.39	688.83	741.33	Ex
			8.50	-5.12	-0.10		38.93	615.19	777.09	Be
			598.04	-2.58	-0.12		45.52	598.04	920.03	Go
			574.01	10.57	0.10		60.64	574.01	1428.98	Th
			574.04	8.47	-0.20		60.65	574.04	1428.98	Lo
Fleckvieh	2	1169	563.16	-0.94	-0.07	1.32	33.04	563.16	2136.52	Ri
			561.34	-550.61	-0.04	1.12	31.85	561.34	2146.13	Ja
			579.32	-553.96	-0.05		25.36	579.32	2162.06	Ex
			8.17	-4.60	-0.09		45.54	544.75	2174.10	Be
			536.21	-2.30	-0.11		53.53	536.21	2241.56	Go
			522.35	10.97	0.09		68.54	522.35	2468.54	Th
			522.29	6.63	-0.17		68.46	522.29	2468.54	Lo
Uckermärker	2	16589	667.85	-667.13	-0.06	0.96	40.89	667.85	1416.20	Ja
			662.93	-1.00	-0.05	0.94	41.10	662.93	1417.00	Ri
			654.66	-612.60	-0.06		42.07	654.66	1418.52	Ex
			8.45	-4.59	-0.10		57.54	603.04	1595.08	Be
			589.79	-2.19	-0.12		65.69	589.79	1746.96	Go
			567.22	9.83	0.09		83.66	567.22	2220.73	Th
			567.18	5.78	-0.18		83.66	567.18	2220.73	Lo
Uckermärker	3	387	611.66	-0.95	-0.07	1.33	32.55	611.66	752.25	Ri
			608.13	-598.86	-0.04	1.14	32.25	608.13	756.40	Ja
			645.77	-616.85	-0.05		28.92	645.77	777.38	Ex
			8.33	-4.86	-0.10		41.84	577.33	810.78	Be
			560.58	-2.43	-0.12		49.37	560.58	915.87	Go
			532.74	9.95	0.10		65.89	532.74	1295.05	Th
			532.73	7.09	-0.20		65.89	532.73	1295.05	Lo

Aus der folgenden Tabelle 7, in der die Werte für die Optimalitätskriterien Q_1 und Q_2 (auf zwei Dezimalstellen gerundet) zusammengestellt sind, ist ersichtlich, ob bei Berücksichtigung der beiden Optimalitätskriterien andere Wachstumsfunktionen favorisiert werden. Eine durch das Optimalitätskriterium Q_1 oder Q_2 bedingte Verbesserung in der Reihenfolge der Funktionen, die innerhalb von Rasse und Geschlecht wie in Tabelle 6 nach wachsender Restvarianz geordnet sind, ist jeweils mit einem Stern gekennzeichnet.

Tabelle 7
Werte der Funktionen Q_1 und Q_2 (Values of the functions Q_1 and Q_2)

RASSE	GES	Funktion	RV	Q_1	Q_2	$G - \hat{G}$	$L_m - \hat{L}$	$L_{\max} - \hat{L}$
Charolais	2	Ja	1599.84	7.04	8.09	0.59	-78.40	124.60
		Ri	1601.14	6.47	8.30	0.45	-71.30	131.70
		Ex	1607.77 *	6.13	9.74	-1.15	-55.23	147.77
		Be	1864.36	16.95	26.46	-15.87	-3.48	199.52
		Go	2071.24	24.86	34.73	-23.68	9.75	212.75
		Lo	2693.67	42.52	52.31	-40.39	32.07	235.07
		Th	2693.89	42.66	52.45	-40.54	31.98	234.98
Charolais	3	Ri	720.92	3.85	1.18	-0.08	-48.91	8.09
		Ja	724.11 *	3.54	1.47	0.11	-43.43	13.57
		Ex	741.33	8.60	4.63	2.54	-87.83	-30.83
		Be	777.09 *	8.22	9.47	-7.00	-14.19	42.81
		Go	920.03	13.83	16.70	-13.59	2.96	59.96
		Th	1428.98	30.00	32.74	-28.71	26.99	83.99
		Lo	1428.98	30.01	32.75	-28.72	26.96	83.96
Fleckvieh	2	Ri	2136.52	8.62	15.80	4.51	-36.16	196.84
		Ja	2146.13	9.63	17.03	5.70	-34.34	198.66
		Ex	2162.06	16.84	22.36	12.19	-52.32	180.68
		Be	2174.10 *	10.77 *	20.02	-7.99	-17.75	215.25
		Go	2241.56	17.78	28.10	-15.98	-9.21	223.79
		Th	2468.54	31.78	43.26	-30.99	4.65	237.65
		Lo	2468.54 *	31.71	43.19	-30.91	4.71	237.71
Uckermärker	2	Ja	1416.20	5.95	9.15	0.52	-64.85	152.15
		Ri	1417.00 *	5.45	9.19	0.31	-59.93	157.07
		Ex	1418.52 *	5.26	9.92	-0.66	-51.66	165.34
		Be	1595.08	16.70	27.27	-16.13	-0.04	216.96
		Go	1746.96	25.31	35.80	-24.28	13.21	230.21
		Th	2220.73	44.02	54.45	-42.25	35.78	252.78
		Lo	2220.73	44.03	54.45	-42.25	35.82	252.82
Uckermärker	3	Ri	752.25	3.11	4.11	0.61	-28.66	58.34
		Ja	756.40	3.18	4.57	0.91	-25.13	61.87
		Ex	777.38	8.67	5.96	4.24	-62.77	24.23
		Be	810.78	9.29	13.48	-8.68	5.67	92.67
		Go	915.87	17.50	21.55	-16.21	22.42	109.42
		Th	1295.05	35.09	38.97	-32.73	50.26	137.26
		Lo	1295.05	35.09	38.97	-32.73	50.27	137.27

In der Tabelle 8 sind die Werte für alle Anpassungskriterien zusammengefaßt. Die Funktionen sind innerhalb von Rasse und Geschlecht wieder nach wachsender Restvarianz geordnet. In den Spalten für die Anpassungskriterien Q_1 , Q_2 , AIC und SC sind die jeweils drei kleinsten Kriteriumswerte mit nachstehenden (1), (2), (3) gekennzeichnet, falls sich Veränderungen gegenüber dem Restvarianzkriterium ergeben.

In den Klassen weiblicher Charolais- und Uckermärker Rinder liefern die Janoschek-, Richards- und die dreiparametrische Exponentialfunktion die besten Anpassungen sowohl nach dem Restvarianz-, Akaike-, Schwartz- und Q_2 -Kriterium bei geringen Unterschieden zwischen den Kriteriumswerten für die drei Funktionen. Das Q_1 -Kriterium

kehrt diese Reihenfolge um und favorisiert die Exponentialfunktion.

Tabelle 8

Werte der Kriterien Q_1 , Q_2 , AIC und SC (Values of the functions Q_1 , Q_2 , AIC und SC)

RASSE	GES	Funktion	RV	Q_1	Q_2	AIC	SC
Charolais	2	Ja	1599.84	7.04 (3)	8.09	108053.10	48421.22
		Ri	1601.14	6.47 (2)	8.30	108058.43	48426.55
		Ex	1607.77	6.13 (1)	9.74	108084.53	48445.86
		Be	1864.36	16.95	26.46	109055.72	49417.05
		Go	2071.24	24.86	34.73	109745.92	50107.25
		Lo	2693.67	42.52	52.31	111469.35	51830.68
		Th	2693.89	42.66	52.45	111469.88	51831.21
Charolais	3	Ri	720.92	3.85 (2)	1.18	453.72 (2)	287.13 (2)
		Ja	724.11	3.54 (1)	1.47	453.90 (3)	287.31 (3)
		Ex	741.33	8.60	4.63	453.39 (1)	285.66 (1)
		Be	777.09	8.22 (3)	9.47	455.37	287.63
		Go	920.03	13.83	16.70	462.46	294.73
		Th	1428.98	30.00	32.74	480.96	313.22
		Lo	1428.98	30.01	32.75	480.96	313.22
Fleckvieh	2	Ri	2136.52	8.62 (1)	15.80 (1)	17585.10	8986.89
		Ja	2146.13	9.63 (2)	17.03 (2)	17590.35	8992.14
		Ex	2162.06	16.84	22.36	17597.98	8994.72
		Be	2174.10	10.77 (3)	20.02 (3)	17604.47	9001.22
		Go	2241.56	17.78	28.10	17640.20	9036.94
		Th	2468.54	31.78	43.26	17752.95	9149.69
		Lo	2468.54	31.71	43.19	17752.95	9149.69
Uckermärker	2	Ja	1416.20	5.95 (3)	9.15	286648.67	120400.21
		Ri	1417.00	5.45 (2)	9.19	286658.04	120409.58
		Ex	1418.52	5.26 (1)	9.92	286674.82	120418.65
		Be	1595.08	16.70	27.27	288620.87	122364.70
		Go	1746.96	25.31	35.80	290129.70	123873.53
		Th	2220.73	44.02	54.45	294110.37	127854.20
		Lo	2220.73	44.03	54.45	294110.37	127854.20
Uckermärker	3	Ri	752.25	3.11	4.11	4993.93	2582.94
		Ja	756.40	3.18	4.57	4996.06	2585.07
		Ex	777.38	8.67	5.96	5005.60	2590.71
		Be	810.78	9.29	13.48	5021.88	2606.99
		Go	915.87	17.50	21.55	5069.05	2654.15
		Th	1295.05	35.09	38.97	5203.12	2788.22
		Lo	1295.05	35.09	38.97	5203.12	2788.22

Bei den weiblichen Rinder der Rasse Fleckvieh haben die Richards- und die Janoschekfunktion die kleinsten Werte für alle fünf Kriterien. Die drittbeste Anpassung liefert die Exponentialfunktion für das Restvarianz-, Akaike- und Schwartzkriterium und die Bertalanffy-Funktion für die Kriterien Q_1 und Q_2 .

Während bei den weiblichen Mehrlingen der Rasse Uckermärker alle fünf Kriterien die Richards-, Janoschek- und Exponentialfunktion als die drei am besten angepaßten Funktionen auswählen, liefern bei den weiblichen Mehrlingen der Rasse Charolais nur das Restvarianz und das Q_2 -Kriterium die gleiche Auswahl.

In der folgenden Abbildung 1 sind für die drei Rassen weiblicher Rinder die jeweils im Sinne des Optimalitätskriteriums Q_2 am besten angepaßten Funktionen dargestellt.

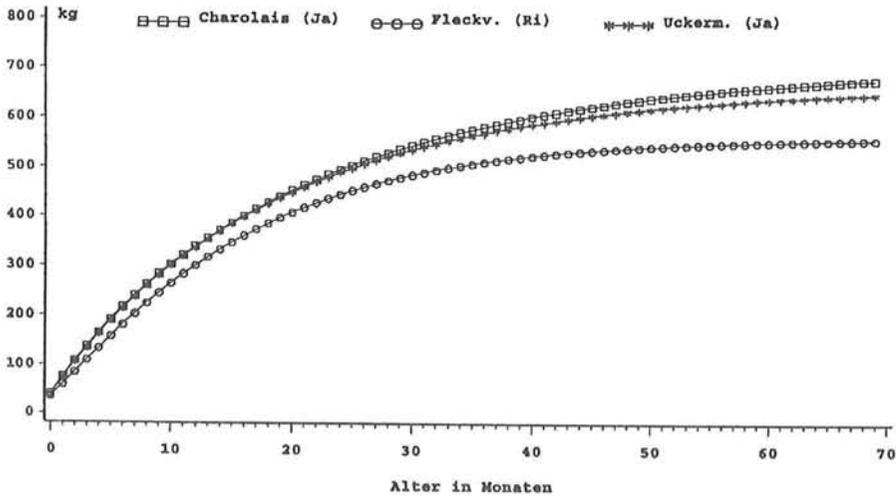


Abb. 1: Wachstum weiblicher Rinder gemäß der besten Funktion bzgl. Q_2 (Growth of female cows in accordance with the best function with respect to Q_2)

Die Abbildung 2 zeigt die unter Verwendung der in Abbildung 1 dargestellten Funktionen berechneten mittleren monatlichen Zuwächse für die weiblichen Rinder der Rassen Charolais, Fleckvieh und Uckermärker.

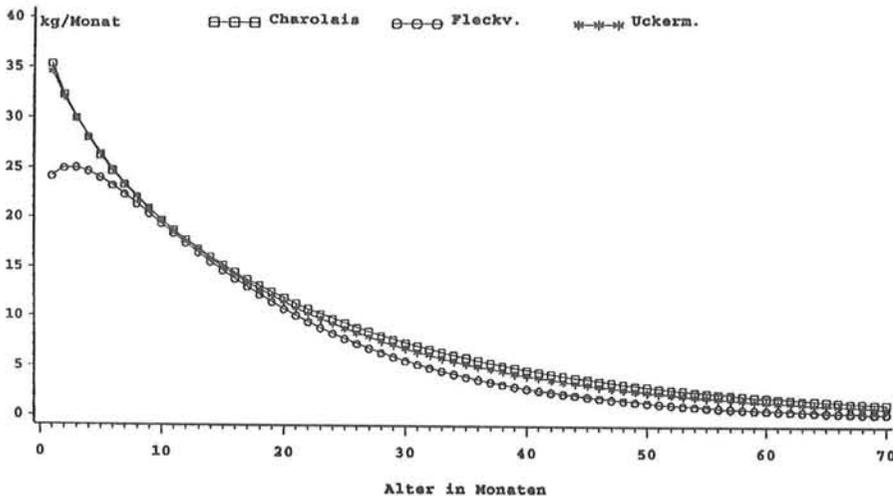


Abb. 2: Monatliche Zunahmen weiblicher Rinder (Monthly increases of female cows)

Nur für die Rasse Fleckvieh ist aus Abbildung 2 ersichtlich, daß die maximale Lebendmassezunahme nicht im ersten Lebensmonat erfolgt. Die untypischen Verläufe mit einer maximalen Gewichtszunahme im ersten Lebensmonat für die Rassen Charolais bzw. Uckermärker sind wahrscheinlich auf die sehr große Anzahl von Beobachtungen (6559 bzw. 16589) zurückzuführen.

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen das Wachstum und die mittleren monatlichen Zunahmen für weibliche Mehrlinge der Rassen Charolais und Uckermärker wieder unter Verwendung der im Sinne von Optimalitätskriterium Q_2 am besten angepaßten Funktionen

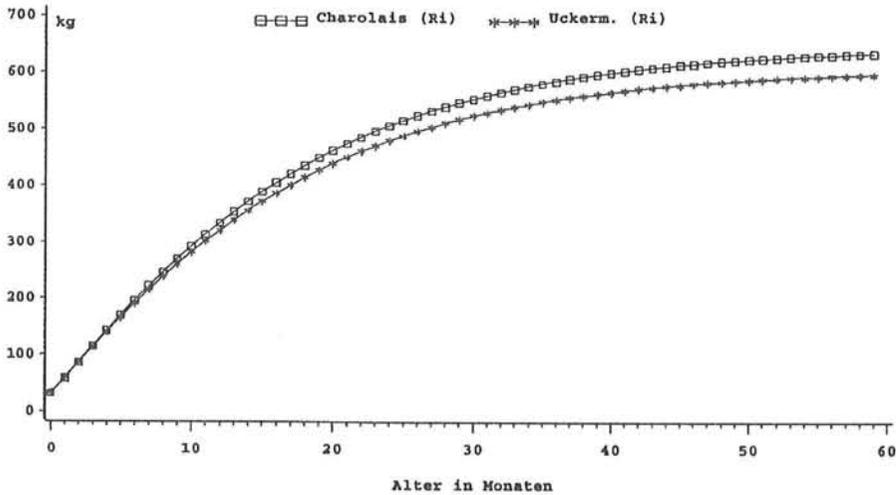


Abb. 3: Wachstum weiblicher Mehrlinge gemäß der besten Funktion bzgl. Q_2 (Growth of female twins in accordance with the best function with respect to Q_2)

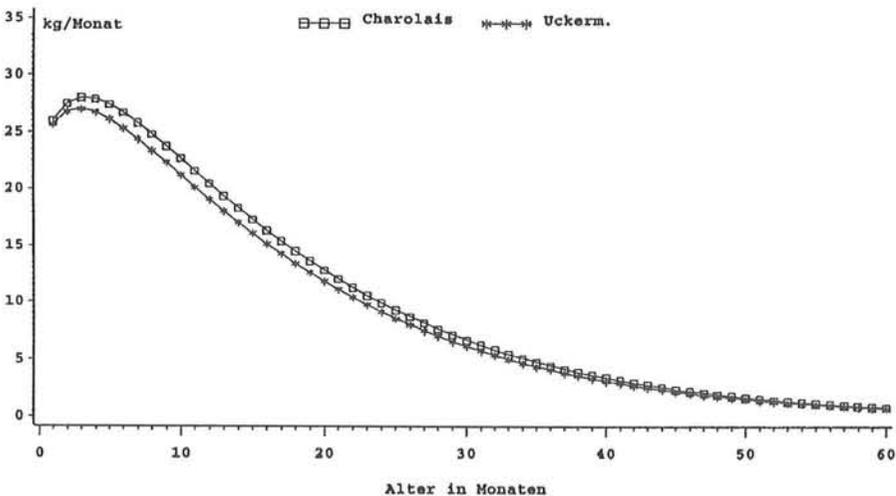


Abb. 4: Monatliche Zunahmen weiblicher Mehrlinge (Monthly increases of female twins)

Literatur

- BAKKER, U.; KOOPS, W.:
An Approach to the Comparison of Growth Curves of Dutch Friesian, British Friesian and Holstein Friesian cows. Pattern of Growth and Development in Cattle. Seminar in the EEC Programme of Coordination of Research on Beef Production held at Chent, 11. - 13.10.1977, 2 - 11
- FRANCE, J.; THORNLEY, J. H. M.:
Growth Functions as Mathematical Models in Agriculture. Butterworth London, Boston, 1984
- MATTHES, H.-D.:
Beitrag zur züchterischen Verbesserung der Fleischleistung in der Milchrindpopulation. Univ. Rostock, Diss. B, 1985
- MATTHES, H.-D.; RUDOLPH, P. E.; HERRENDÖRFER, G.:
Verwendung von Wachstumsfunktionen zur Charakterisierung des Wachstums von Fleischrindrassen. Arch. Tierz., Dummerstorf 39 (1996), 121-127
- MATTHES, H.-D.; SAGER, G.; PANICKE, L.; PETERS, H.:
Charakterisierung des Wachstumsverlaufes über Wachstumsfunktionen bei männlichen und weiblichen Jungtieren. Arch. Tierz., Berlin 26 (1983), 499-510
- RASCH, D.:
Einführung in die mathematische Beschreibung des Wachstums einschließlich Literaturüberblick. Probleme der angewandten Statistik, (1984) 11, 5 - 29
- RASCH, D.; GUIARD, V.; NÜRNBERG, G.:
Statistische Versuchsplanung. Einführung in die Methoden und Anwendung des Dialogsystems CADEMO. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart · Jena · New York 1992, 386 S.
- SAGER, G.:
Mathematische Formulierungen des Höhenwachstums von Holstein-Rindern. Arch. Tierz., Berlin 25 (1982), 185-194
- SAGER, G.:
Zur Erfassung nahrungsbedingter Modifikation bei Wachstumsabläufen. Zool. Jahrb. Anat., 109 (1983), 451 - 465
- SAS LANGUAGE:
Reference, Version 6, First Edition, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1990
- SAS/STAT Users Guide):
Version 6, Forth Edition, Volume 2, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1989
- TAYLOR, C. S.:
Methods of Quantifying Growth and Development. General Review. Pattern of Growth and Development in Cattle. A Seminar in the EEC Programme of Coordination of Research on Beef Production held at Gent, October 11-13, 1977
- TONG, A.K.W.:
Breed Averages and Age of Dam Adjustment Factors for Birth Weight of Beef Cattle. Can. J. Anim. Sci., Ottawa 63 (1983), 7-15

Eingegangen: 22.04.1998

Akzeptiert: 15.11.1998

Anschrift der Verfasser
Prof. Dr. agr. habil. HEIDE-DÖRTE MATTHES
Dr. PAUL EBERHARD RUDOLPH
Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN)
Wilhelm-Stahl-Allee 2
D-18196 Dummerstorf

Buchbesprechung

Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind

EBERHARD GRUNERT und AART DE KRUIF

3. neubearbeitete Auflage, Parey Buchverlag Berlin 1999, 430 Seiten, 446 Abbildungen, davon 130 auf Farbtafeln, 49 Tabellen, ISBN 3-8263-3150-8, 248,00 DM

Die Monographie *Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind* zählt seit ihrer ersten Auflage zu den deutschsprachigen Standardwerken auf dem Fachgebiet. Unter Mitarbeit nationaler und internationaler Autoren haben die beiden Herausgeber Eberhard Grunert und Aart de Kruif in der nunmehr dritten Auflage des Lehrbuches das aktuelle Wissen auf dem Gebiet in 21 Kapitel strukturiert. Es erscheint bereits einleitend bemerkenswert, daß es den Herausgebern gelungen ist, den Umfang des Lehrbuches im Vergleich zur zweiten Auflage zu reduzieren, obwohl zahlreiche neue Erkenntnisse in die einzelnen Abschnitte eingearbeitet wurden. Die Vereinigung beider Zielstellungen wurde nicht nur durch einen Verzicht auf die in der ersten und zweiten Auflage vorkommenden Kapitel „Bedeutung der Fruchtbarkeitsstörungen“ und „Embryologie und Anatomie des weiblichen Genitale“ sondern vor allem durch eine konsequente Überarbeitung des gesamten Lehrbuches ermöglicht. Als Beispiele für die Integration von neuen Erkenntnissen in die dritte Auflage seien die Ausführungen zur Anwendung der bildgebenden Ultraschalldiagnostik im Rahmen der Trächtigkeitsdiagnostik oder die Informationen über neuere Reproduktionstechniken genannt. Den Autoren der einzelnen Abschnitte ist es in hervorzuhebender Weise gelungen, dem Leserkreis die wesentlichsten Informationen zu den verschiedenen Teilthemen in kurzer, übersichtlicher und einprägsamer Form zu vermitteln. Einen wesentlichen Beitrag dazu leisten die informativen Schemata, die zahlreichen aussagefähigen und häufig auch farbigen Abbildungen sowie die übersichtlichen Tabellen. Das prinzipielle didaktische Konzept des Lehrbuches, welches von physiologischen Grundlagen ausgehend über eine fundierte Diagnostik die gezielte und effektive Therapie bzw. Prophylaxe von Fortpflanzungsstörungen zum Ziel hat, wurde sowohl durch die Gliederung der Thematik unter inhaltlichen Aspekten als auch durch eine ausgewogene Verbindung von Text und anderen gestalterischen Elementen sehr gut umgesetzt. In diesem Zusammenhang wird auf das Bestreben der Autoren verwiesen, den Lesern bei allen Bemühungen um inhaltliche Aktualität der einzelnen Kapitel gesicherte Erkenntnisse zu vermitteln, die eine praktische Anwendung dieser gestatten. Gerade in der Verbindung von Wissensvermittlung und der Nutzung von Erkenntnissen in der tierärztlichen Praxis liegt der besondere Wert des Lehrbuches, welches dem interessierten Leserkreis in seiner neuesten Auflage bestens empfohlen werden kann.

WILHELM KANITZ, Dummerstorf