

Untersuchungen zur Futteraufnahme, Energie- und Proteinversorgung der Mastrinder



L. Gruber, F.J. Schwarz, U. Meyer, K. Rutzmoser, T. Guggenberger

Übersicht

1. Datengrundlage
2. Futteraufnahme
3. Energieversorgung
4. Proteinversorgung



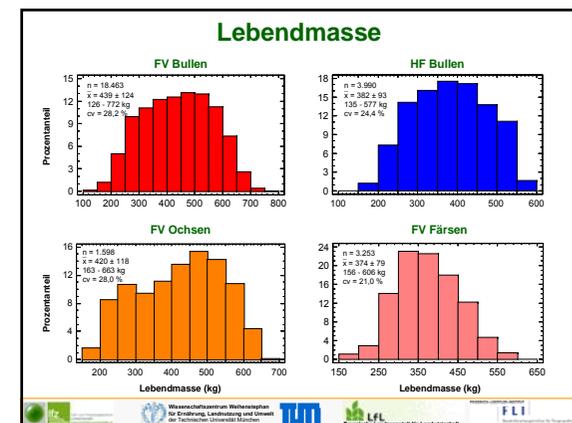
1. Datengrundlage

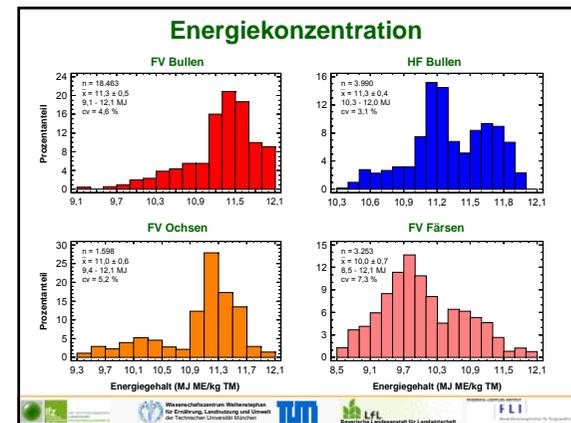
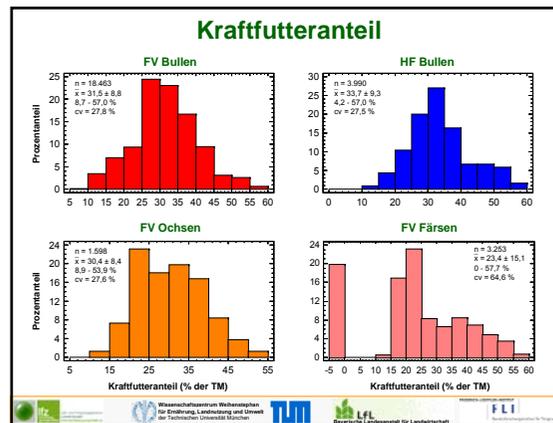
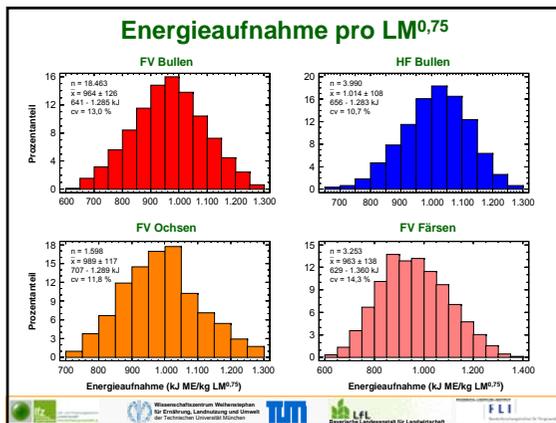
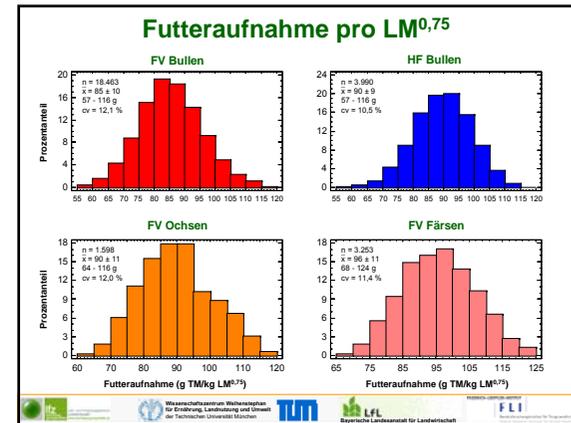
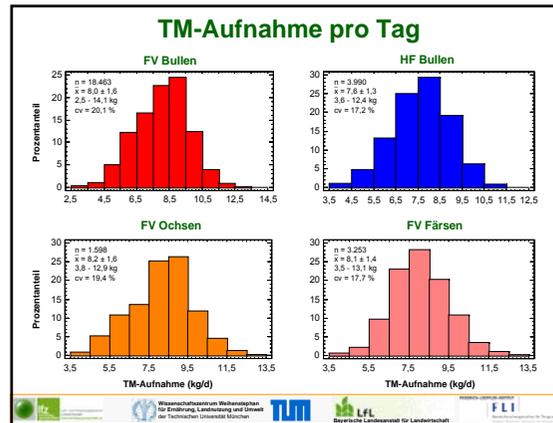
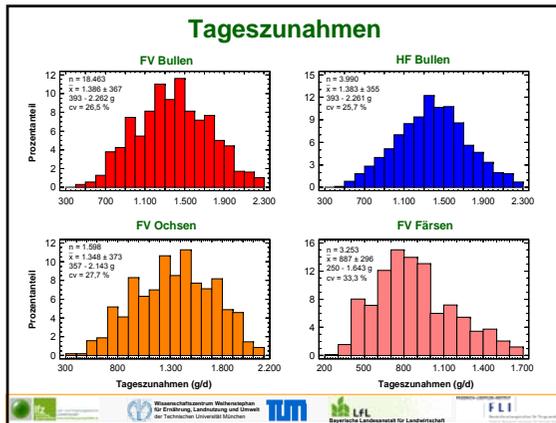
Datengrundlage – nach Institut und Kategorie

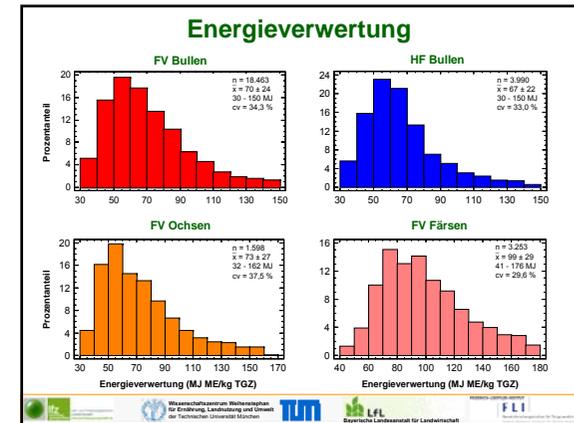
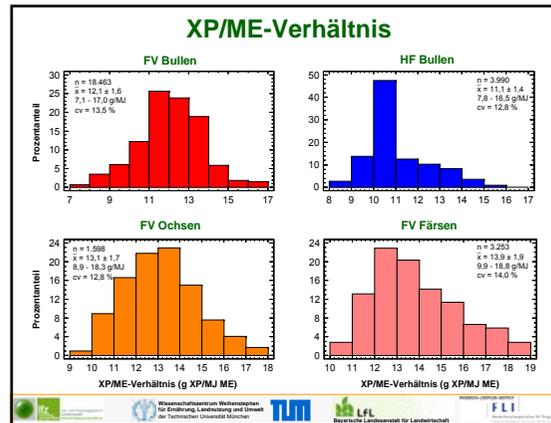
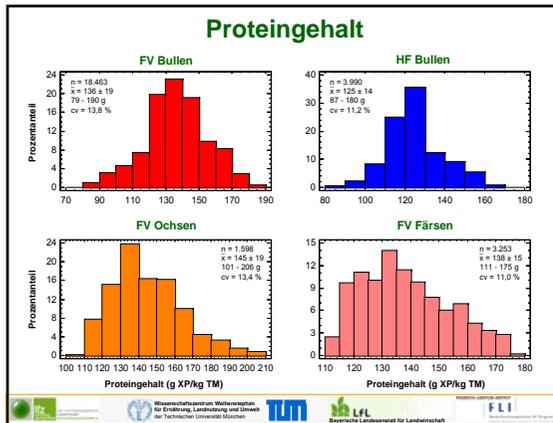
		Irdning	Freising	Poing	Braunschweig	Bullen	Ochsen	Färßen	Mittelwert	s.s.
Anzahl	n	8.632	11.213	3.469	3.990	22.453	1.598	3.253	27.304	-
Lebendmasse	kg	418	427	458	382	429	420	374	422	118
Tageszunahmen	g/Tag	1.132	1.398	1.495	1.383	1.386	1.348	887	1.324	393
Futteraufnahme	kg TM/Tag	8.17	7.86	8.38	7.63	7.97	8.17	8.07	7.99	1.56
Futteraufnahme	g TM/kg LM ^{0,75}	89,9	85,2	86,7	89,6	86,1	89,8	95,7	87,5	10,9
Energieaufnahme	kJ ME/kg LM ^{0,75}	941	967	1.023	1.014	973	989	963	973	126
Energieverwertung	MJ ME/kg Zuwachs	82,9	69,2	70,1	67,0	69,6	72,8	99,2	73,3	26,5
Kraftfutteranteil	% der TM	29,5	30,3	32,2	33,7	31,9	30,4	23,4	30,8	10,2
Energiekonzentration	MJ ME/kg TM	10,47	11,36	11,79	11,32	11,29	11,04	10,05	11,13	0,67
Proteingehalt	g XP/kg TM	132	139	144	125	134	145	138	135	18
Protein/Energie-Verhältnis	g XP/MJ ME	12,7	12,2	12,2	11,1	11,9	13,1	13,9	12,2	1,8

Datenbegrenzungen

		Bullen	Ochsen	Färßen
Anzahl	n	26.389	2.038	4.024
Tageszunahmen	g/Tag	385 - 2.263	214 - 2.143	224 - 1.643
Futteraufnahme	g TM/kg LM ^{0,75}	57 - 116	64 - 116	68 - 124
Energieaufnahme	kJ ME/kg LM ^{0,75}	641 - 1.285	705 - 1.291	622 - 1.362
Energieverwertung	MJ ME/kg Zuwachs	30 - 150	32 - 162	41 - 176
Kraftfutteranteil	% der TM	≤ 57	≤ 54	≤ 58
Energiekonzentration	MJ ME/kg TM	≤ 12,1	9,4 - 12,1	8,4 - 12,1
Proteingehalt	g XP/kg TM	≤ 190	≤ 207	≤ 176
Protein/Energie-Verhältnis	g XP/MJ ME	≤ 17,0	≤ 18,7	≤ 18,9







2. Futteraufnahme

Ausgangssituation: GfE 1995

In GfE (1995) kein Kapitel über Futteraufnahme
 Schätzung der Futteraufnahme von Mastrindern in Weihenstephan (Fleckvieh), Schwarz et al. 1988, Heindl et al. 1996

Statistisches Modell: Schwarz et al. 1988
 $a + b_{LM} \times \ln(LM)$
 3 Klassen TM-Gehalt_{Maissilage} (< 29 %, 29 - 33 %, > 33 % TM) bzw.
 3 Klassen KF-Niveau (< 1.2 kg, 1.2 - 2.3 kg, > 2.3 kg KF)
 $IT = -15.86 + 3.86 \times \ln(LM)$
 $IT = -16.98 + 3.72 \times \ln(LM) + 0.054 \times TM_{\text{Maissilage}} + 0.128 \times KF$

Statistisches Modell: Heindl et al. 1996
 $a + b_{LM} \times \ln(LM) + b_{LMZ} \times LMZ$
 $IT = \text{Gesamtfutteraufnahme (kg TM/Tag)}$
 $\ln(LM) = \text{natürlicher Logarithmus der Lebendmasse (kg)}$
 $LMZ = \text{Lebendmasse-Zunahme (kg/Tag)}$
 $TM_{\text{Maissilage}} = \text{Trockenmassegehalt der Maissilage (\%)}$
 $KF = \text{Krautfutteraufnahme (kg TM/Tag)}$

Validierung TM-Aufn. Weihenstephan – Dat neu

Schwarz et al. 1988

Parameter	Koeffizient	Standardfehler	Standardabweichung	P-Wert
Intercept	-16.9800	0.800000	1.170000	0.0000
LMZ	0.128000	0.005000	0.005000	0.0000

Heindl et al. 1996

Parameter	Koeffizient	Standardfehler	Standardabweichung	P-Wert
Intercept	-15.8600	0.800000	1.170000	0.0000
LMZ	0.128000	0.005000	0.005000	0.0000

Plot of Fitted Model

TM-Aufnahme Daten neu (kg)

TM-Aufnahme Schwarz et al. 1988 (kg)

TM-Aufnahme Heindl et al. 1996 (kg)

Auswertungsmodell (SAS 1999)

$$\text{TM-Aufnahme (kg)} = (b_{LM} \times \ln(\text{LM}) + (b_{LMZ} \times \text{LMZ}) + (b_{KF} \times \text{KF}) + (b_{ME} \times \text{ME}))$$

Proc MIXED Data = Tierdat2Wo

Class Rasse Tier

Model TM-Aufn = ln LM(Rasse) LMZkg(Rasse) KF(Rasse) ME(RASSE)

Random Tier(Rasse)

SAS Output (In LM)

Solution for Fixed Effects

Effect	RASSE	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
Intercept		-17.5335	0.09995	1157	-175.42	<.0001
ln LM(RASSE)	FV	4.2393	0.01631	19E3	259.96	<.0001
ln LM(RASSE)	HF	4.2633	0.01791	19E3	238.06	<.0001

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
ln LM(RASSE)	2	19E3	33798.5	<.0001

SAS Output (In LM, LMZ, LMZ×LMZ, KF, ME)

Solution for Fixed Effects

Effect	RASSE	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > t
Intercept		-12.8797	0.2464	1157	-52.26	<.0001
ln LM(RASSE)	FV	3.9257	0.01966	19E3	199.72	<.0001
ln LM(RASSE)	HF	4.3196	0.06074	19E3	71.12	<.0001
LMZ(RASSE)	FV	0.9415	0.07128	19E3	13.21	<.0001
LMZ(RASSE)	HF	0.8276	0.2181	19E3	3.79	0.0001
LMZ×LMZ(RASSE)	FV	-0.1844	0.02709	19E3	-6.81	<.0001
LMZ×LMZkg(RASSE)	HF	-0.1023	0.08533	19E3	-1.20	0.2305
KF(RASSE)	FV	0.4279	0.01043	19E3	41.01	<.0001
KF(RASSE)	HF	0.3079	0.04033	19E3	7.63	<.0001
KGFME(RASSE)	FV	-0.4348	0.01983	19E3	-21.92	<.0001
KGFME(RASSE)	HF	-0.6369	0.03960	19E3	-16.08	<.0001

Schätzung der Futteraufnahme von Bullen – Daten neu

Fleckvieh:

$$\begin{aligned} IT &= -17,53 + 4,24 \times \ln(\text{LM}) \\ IT &= -20,93 + 4,69 \times \ln(\text{LM}) + 0,77 \times \text{LMZ} - 0,0007 \times (\text{LM} \times \text{LMZ}) + 0,43 \times \text{KF} \\ IT &= -20,21 + 4,40 \times \ln(\text{LM}) + 0,87 \times \text{LMZ} - 0,0010 \times (\text{LM} \times \text{LMZ}) + 0,43 \times \text{KF} \\ IT &= -17,75 + 4,29 \times \ln(\text{LM}) + 0,51 \times \text{LMZ} - 0,0002 \times (\text{LM} \times \text{LMZ}) - 0,022 \times \text{KFPro} \\ IT &= -12,64 + 4,29 \times \ln(\text{LM}) + 0,87 \times \text{LMZ} - 0,1486 \times \text{LM}^2 - 0,53 \times \text{ME}_{\text{GES}} \\ IT &= -12,88 + 3,93 \times \ln(\text{LM}) + 0,94 \times \text{LMZ} - 0,1844 \times \text{LM}^2 + 0,43 \times \text{KF} - 0,43 \times \text{ME}_{\text{GF}} \\ IT &= -15,29 + 4,36 \times \ln(\text{LM}) + 0,57 \times \text{LMZ} - 0,0003 \times (\text{LM} \times \text{LMZ}) - 0,015 \times \text{KFPro} - 0,27 \times \text{ME}_{\text{GES}} \end{aligned}$$

IT = Gesamtfutteraufnahme (kg TM/Tag)
 ln(LM) = natürlicher Logarithmus der Lebendmasse (kg)
 LMZ = Lebendmasse-Zunahme (kg/Tag)
 KF = Kraftfutteraufnahme (kg TM/Tag)
 KFPro = Kraftfutteranteil (% der TM)
 ME_{GF}, ME_{GES} = Energiekonzentration des Grundfutters bzw. der Gesamtration

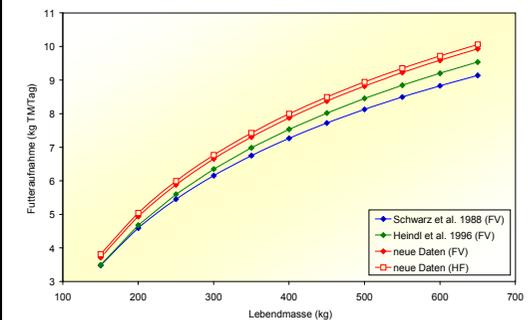
Schätzung der Futteraufnahme von Bullen – Daten neu

Holstein:

$$\begin{aligned} IT &= -17,53 + 4,26 \times \ln(\text{LM}) \\ IT &= -20,93 + 4,70 \times \ln(\text{LM}) + 0,70 \times \text{LMZ} - 0,0002 \times (\text{LM} \times \text{LMZ}) + 0,32 \times \text{KF} \\ IT &= -20,21 + 4,43 \times \ln(\text{LM}) + 0,70 \times \text{LMZ} - 0,0003 \times (\text{LM} \times \text{LMZ}) + 0,32 \times \text{KF} \\ IT &= -17,75 + 4,58 \times \ln(\text{LM}) + 1,00 \times \text{LMZ} - 0,0012 \times (\text{LM} \times \text{LMZ}) - 0,063 \times \text{KFPro} \\ IT &= -12,64 + 4,67 \times \ln(\text{LM}) + 1,44 \times \text{LMZ} - 0,3065 \times \text{LM}^2 - 0,75 \times \text{ME}_{\text{GES}} \\ IT &= -12,88 + 4,32 \times \ln(\text{LM}) + 0,83 \times \text{LMZ} - 0,1023 \times \text{LM}^2 + 0,31 \times \text{KF} - 0,64 \times \text{ME}_{\text{GF}} \\ IT &= -15,29 + 4,45 \times \ln(\text{LM}) + 0,88 \times \text{LMZ} - 0,0009 \times (\text{LM} \times \text{LMZ}) - 0,060 \times \text{KFPro} - 0,16 \times \text{ME}_{\text{GES}} \end{aligned}$$

IT = Gesamtfutteraufnahme (kg TM/Tag)
 ln(LM) = natürlicher Logarithmus der Lebendmasse (kg)
 LMZ = Lebendmasse-Zunahme (kg/Tag)
 KF = Kraftfutteraufnahme (kg TM/Tag)
 KFPro = Kraftfutteranteil (% der TM)
 ME_{GF}, ME_{GES} = Energiekonzentration des Grundfutters bzw. der Gesamtration

Vorhersage der Futteraufnahme: Formeln Weihenstephan – Daten neu



3.

Energieversorgung

Ausgangssituation: GfE 1995

Energie-Bedarf = Erhaltung + Ansatz_(Fett + Protein)

ME-Bedarf (MJ) = (ME_m × LM^{0.75}) + (RE_g / k_g)

ME_m = ME-Bedarf für Erhaltung (MJ)
ME_m = 0,530 MJ pro kg LM^{0.75}

LM^{0.75} = metabolische Lebendmasse

RE_g = retinierte Energie in Fett und Protein (MJ)

k_g = Teilwirkungsgrad für Energieansatz
k_g = 0,40 (Bullen)
k_g = 0,43 (Ochsen, Färsen)

Validierung ME-Bedarf GfE 95 an Daten neu

Multiple Regression Analysis

Response variable: ME_{neu}
Independent variable: ME_{GfE95}
Collection variable: Rasse*Tier

Parameter	Estimate	Standard Error	Statistic	P-value
Intercept	18,2888	8,32758	2,1959	0,0308
Slope	0,70597	0,00858	81,816	<0,0001

Model: 2,1188E+1
R-squared: 0,99999
Adjusted R-squared: 0,99999
Total Error: 0,00000

Statistics: 2,1188E+1
R-squared: 0,99999
Adjusted R-squared: 0,99999
Total Error: 0,00000

Model: 2,1188E+1
R-squared: 0,99999
Adjusted R-squared: 0,99999
Total Error: 0,00000

Plot of Fitted Model

Plot for ME-Bedarf

Auswertungsmodell (SAS 1999)

ME-Aufnahme (MJ) = (b_{LMx} × LM^{0.75}) + (b_{LMZ} × LMZ) + (b_{LM × LMZ} × (LM × LMZ))

Proc MIXED Data = Tierdat2Wo
Class Rasse Tier
Model ME-Aufn. = LM^γ(Rasse) LMZkg(Rasse) LM×LMZkg(Rasse)
Random Tier(Rasse)

Schätzung ME-Bedarf GfE 95 mit LM, LMZ, LM×LMZ

Multiple Regression Analysis

Response variable: ME_{neu}
Independent variable: ME_{GfE95}
Collection variable: Rasse*Tier

Parameter	Estimate	Standard Error	Statistic	P-value
Intercept	18,2888	8,32758	2,1959	0,0308
Slope	0,70597	0,00858	81,816	<0,0001

Model: 2,1188E+1
R-squared: 0,99999
Adjusted R-squared: 0,99999
Total Error: 0,00000

Statistics: 2,1188E+1
R-squared: 0,99999
Adjusted R-squared: 0,99999
Total Error: 0,00000

Model: 2,1188E+1
R-squared: 0,99999
Adjusted R-squared: 0,99999
Total Error: 0,00000

Component-Residual Plot for ME

Plot for ME-Bedarf

Schätzung ME-Bedarf GfE 95 mit LM, LMZ, LM×LMZ

Multiple Regression Analysis

Response variable: ME_{neu}
Independent variable: ME_{GfE95}
Collection variable: Rasse*Tier

Parameter	Estimate	Standard Error	Statistic	P-value
Intercept	18,2888	8,32758	2,1959	0,0308
Slope	0,70597	0,00858	81,816	<0,0001

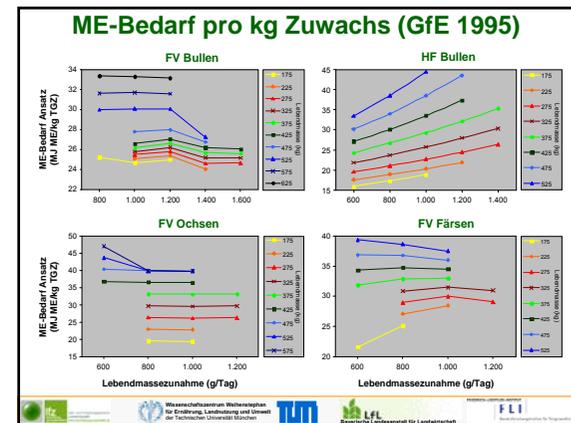
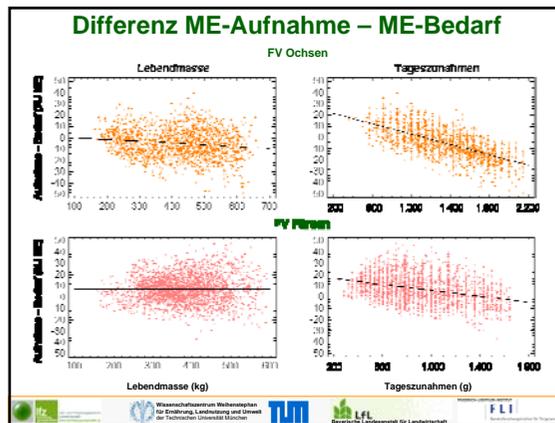
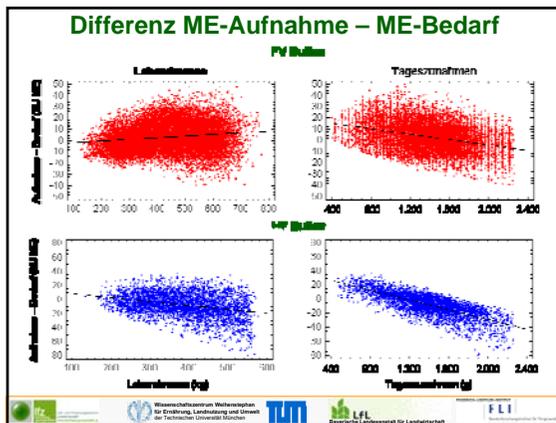
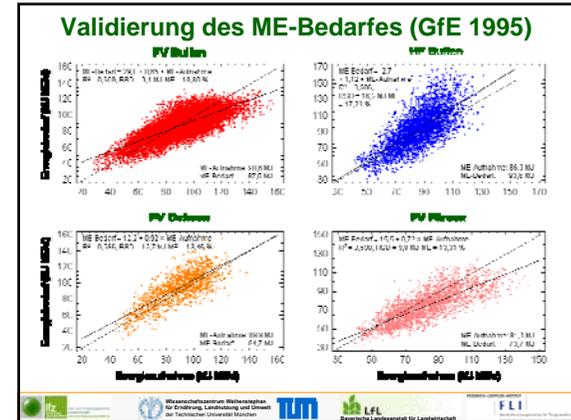
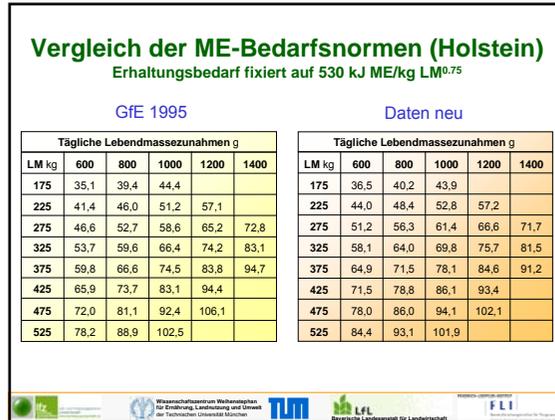
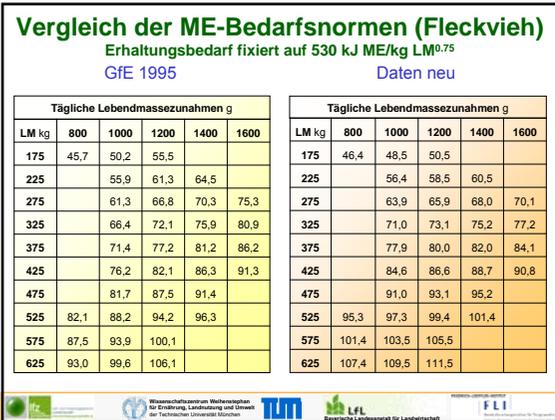
Model: 2,1188E+1
R-squared: 0,99999
Adjusted R-squared: 0,99999
Total Error: 0,00000

Statistics: 2,1188E+1
R-squared: 0,99999
Adjusted R-squared: 0,99999
Total Error: 0,00000

Model: 2,1188E+1
R-squared: 0,99999
Adjusted R-squared: 0,99999
Total Error: 0,00000

Component-Residual Plot for ME

Plot for ME-Bedarf



Modifizierung des Energie-Bedarfes (ME)

1. Ausgangspunkt: Energiebedarf nach GfE (1995)

Erhaltung: $ME_m = 530 \text{ kJ/kg LM}^{0.75}$
 Energieansatz: $ME_g = RE/k_g$
 Gesamtbedarf: $ME\text{-Bedarf} = ME_m + ME_g$

2. Differenz zwischen tatsächlicher ME-Aufnahme und ME-Bedarf GfE (1995)

$ME\text{-Diff} = ME\text{-Aufnahme} - ME\text{-Bedarf}$

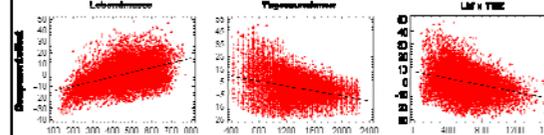
3. Aufteilung der Differenz auf Erhaltung und Ansatz laut GfE (1995)

Anteil Erhaltung: $ME_m\% = ME_m/ME\text{-Bedarf}$
 Anteil Ansatz: $ME_g\% = ME_g/ME\text{-Bedarf}$

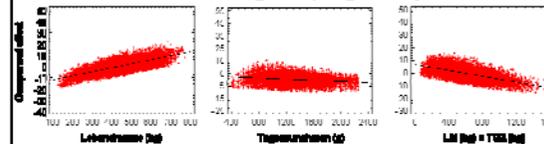
$mod.ME_m = ME_m + (ME\text{-Diff} \times ME_m\%)$
 $mod.ME_g = ME_g + (ME\text{-Diff} \times ME_g\%)$

FV Bullen: ME-Bedarf pro kg Zuwachs

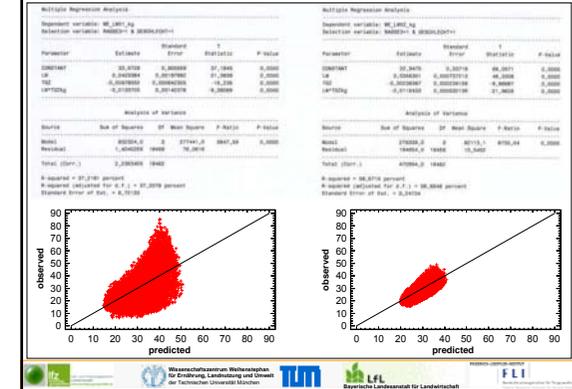
Empfehlungen zur Energieversorgung (GfE 1995)



Modifizierter Energiebedarf (verbleibende Differenz)

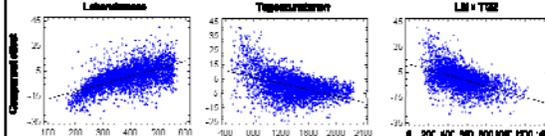


FV Bullen: Validierung

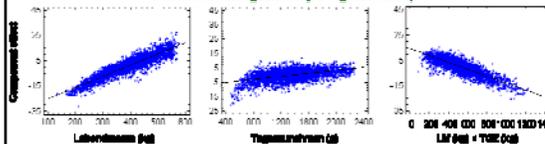


HF Bullen: ME-Bedarf pro kg Zuwachs

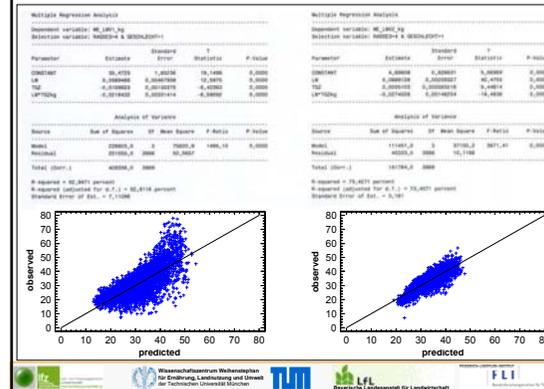
Empfehlungen zur Energieversorgung (GfE 1995)



Modifizierter Energiebedarf (verbleibende Differenz)

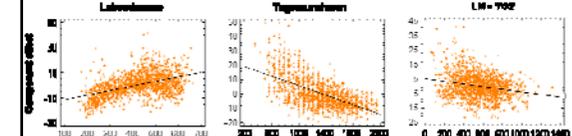


HF Bullen: Validierung

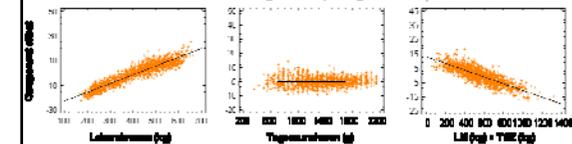


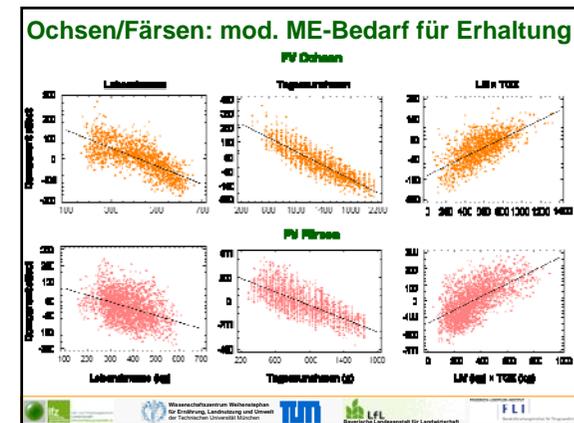
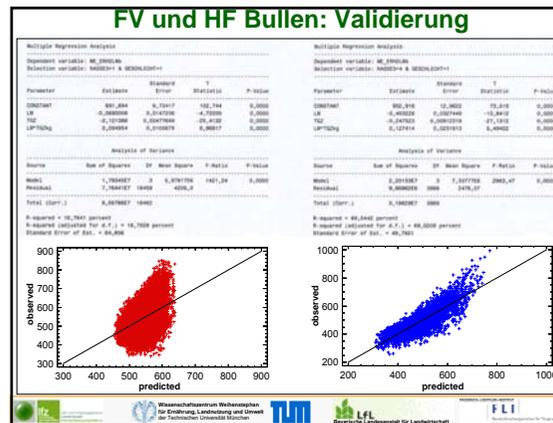
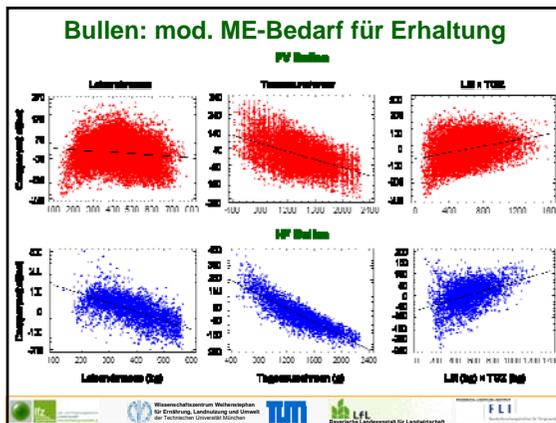
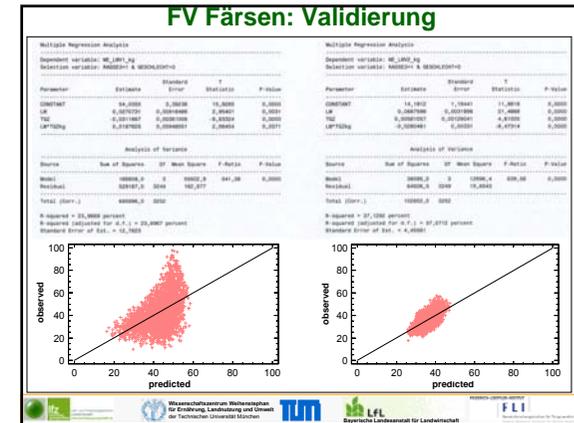
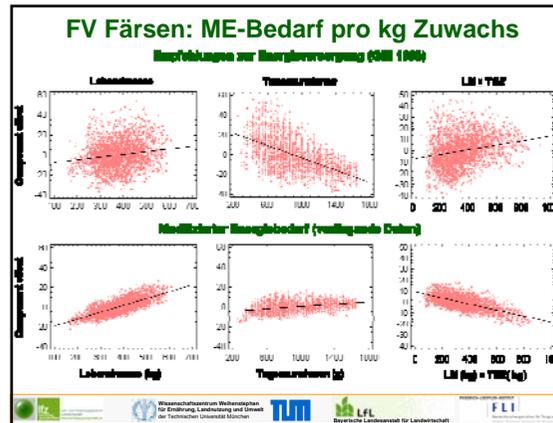
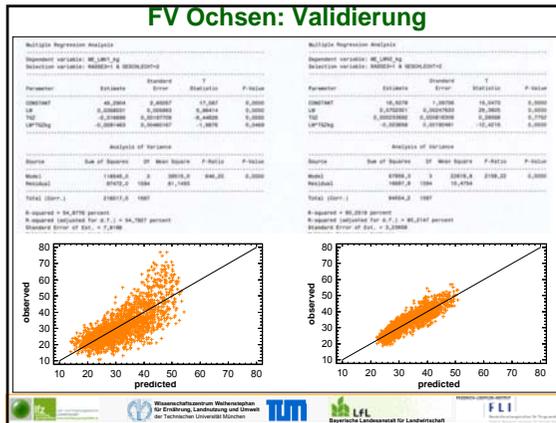
FV Ochsen: ME-Bedarf pro kg Zuwachs

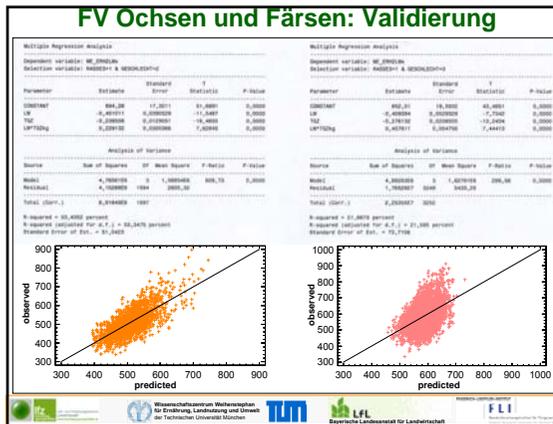
Empfehlungen zur Energieversorgung (GfE 1995)



Modifizierter Energiebedarf (verbleibende Differenz)







Modifizierter ME-Bedarf

mod. Erhaltungsbedarf (kJ ME pro kg LM ^{0,75})									
	Intercept	Lebendmasse	Tageszunahmen	LM x TGZ	R ² %	RSD	RSD %	LS-mean	
FV Bullen	717,7	-0,0724	-0,1392	0,0000862	63,5	48	8,9	555	
FV Ochsen	853,4	-0,4503	-0,2333	0,0002924	60,9	49	8,9	522	
FV Färsen	845,9	-0,4179	-0,3208	0,0002924	50,9	49	8,9	510	
HF Bullen	964,4	-0,4797	-0,2651	0,0001540	63,5	48	8,9	494	

mod. Bedarf für Ansatz (MJ ME pro Zuwachs)									
	Intercept	Lebendmasse	Tageszunahmen	LM x TGZ	R ² %	RSD	RSD %	LS-mean	
FV Bullen	24,645	0,0356	-0,00335	-0,0000122	81,5	2,4	8,4	28,3	
FV Ochsen	15,363	0,0706	0,00081	-0,0000254	83,6	2,5	8,4	33,9	
FV Färsen	14,753	0,0570	0,00254	-0,0000342	83,6	2,5	8,4	33,3	
HF Bullen	5,845	0,0868	0,00428	-0,0000254	81,5	2,4	8,4	34,4	

Vergleich ME-Bedarfsnormen (FV Bullen)

mod. Bedarf für Erhaltung und Ansatz

GfE 1995 Daten neu

LM kg	Tägliche Lebendmassezunahmen g					LM kg	Tägliche Lebendmassezunahmen g				
	800	1000	1200	1400	1600		800	1000	1200	1400	1600
175	45,7	50,2	55,5			175	50,3	53,3	55,9		
225		55,9	61,3	64,5		225		60,3	62,8	64,8	
275		61,3	66,8	70,3	75,3	275		67,1	69,4	71,3	72,6
325		66,4	72,1	75,9	80,9	325		73,5	75,8	77,6	78,7
375		71,4	77,2	81,2	86,2	375		79,8	82,1	83,7	84,8
425		76,2	82,1	86,3	91,3	425		85,9	88,2	89,8	90,7
475		81,7	87,5	91,4		475		91,9	94,2	95,8	
525	82,1	88,2	94,2	96,3		525	94,7	97,8	100,1	101,7	
575	87,5	93,9	100,1			575	100,4	103,6	106,0		
625	93,0	99,6	106,1			625	106,0	109,3	111,7		

Vergleich der ME-Bedarfsnormen (HF Bullen)

mod. Bedarf für Erhaltung und Ansatz

GfE 1995 Daten neu

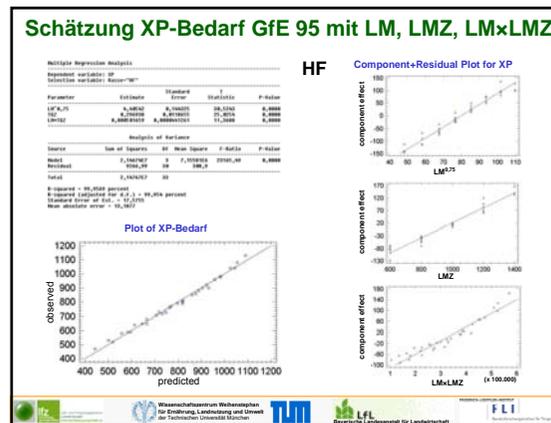
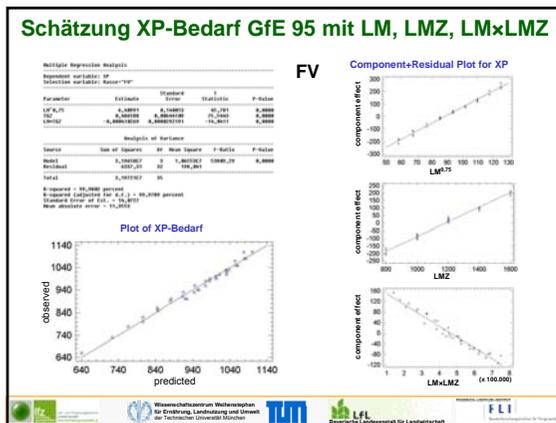
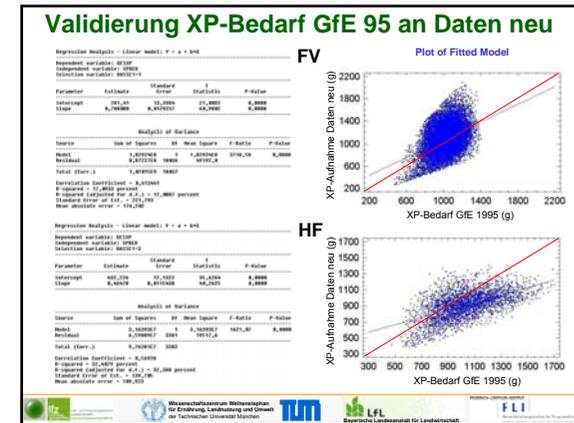
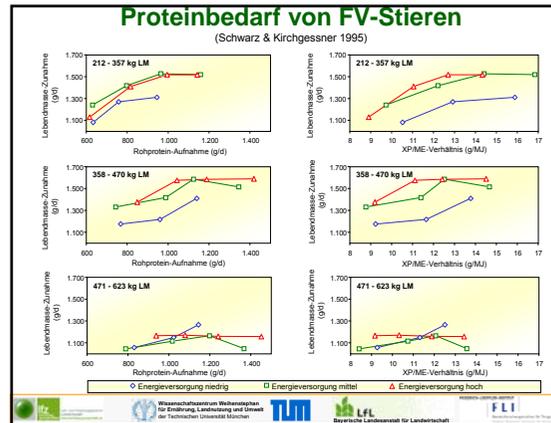
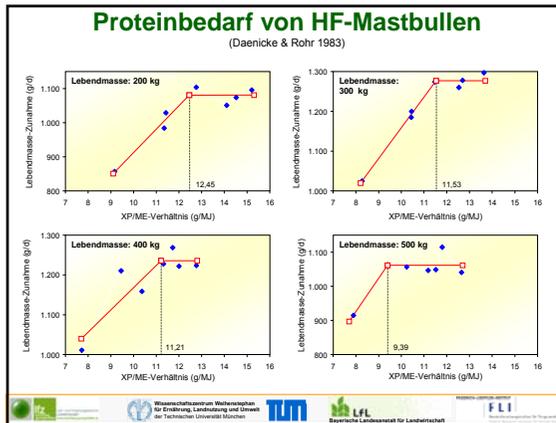
LM kg	Tägliche Lebendmassezunahmen g					LM kg	Tägliche Lebendmassezunahmen g				
	600	800	1000	1200	1400		600	800	1000	1200	1400
175	35,1	39,4	44,4			175	48,0	49,9	51,8		
225	41,4	46,0	51,2	57,1		225	56,4	58,4	60,3	62,1	
275	46,6	52,7	58,6	65,2	72,8	275	64,0	66,2	68,2	69,9	71,5
325	53,7	59,6	66,4	74,2	83,1	325	71,0	73,4	75,5	77,3	78,7
375	59,8	66,6	74,5	83,8	94,7	375	77,4	80,1	82,3	84,2	85,6
425	65,9	73,7	83,1	94,4		425	83,3	86,3	88,7	90,7	
475	72,0	81,1	92,4	106,1		475	88,7	92,0	94,7	96,8	
525	78,2	88,9	102,5			525	93,6	97,3	100,3		

4. Proteinversorgung

Ausgangssituation: GfE 1995

Kalkulation des Bedarfes auf Basis nXP-System
 nXP-Bedarf = Erhaltung + Proteinansatz
Erhaltung: UN₆, FN₆, VN
Proteinansatz: Fleckvieh → Weihenstephan
 Holstein → Rostock, Braunschweig
 Gegenüberstellung nXP-Bedarf – Bildung an Mikrobenprotein

Schlussfolgerung
 → „Bedarf des Wirtstieres an nXP schon frühzeitig aus Mikrobenprotein gedeckt“
 → „sowohl ausreichende Versorgung der Mikroben mit N als auch des Wirtstieres mit Protein sicherzustellen“
 → „im mittleren und hohen LM-Bereich ausreichende N-Versorgung der Mikroben vorrangig“
 → „Ausmaß des N-recyclings über rumino-hepatischen Kreislauf nicht genau bekannt, daher Ableitung des Proteinbedarfes aus Fütterungsversuchen“ und Kalkulation als XP/ME-Verhältnis
 Daenicke & Rohr 1983, Schwarz et al. 1995



Ermittlung des Proteinbedarfs I

1. Hypothese:
 In Rindern hoher Beitrag des Mikrobenproteins zum Proteinbedarf des Wirtstieres
 Proteinbedarf daher vorwiegend als N-Bedarf der Mikroben und folglich abhängig von Energieversorgung
 Daenicke & Rohr 1983, Schwarz & Kirchgessner 1995, Meyer & Leibzig 2004, Steinwider et al. 2006
 Proteinbedarf variiert sehr stark in Abhängigkeit von Lebendmasse u. Rasse etc. (d.h. Proteinansatz)

2. Schlussfolgerungen für Bedarfsermittlung:
 Koppelung des Proteinbedarfs an Energieversorgung (z.B. Verhältnis XP/ME), Nutzung des nXP-Systems zur Ermittlung von:
 Bedarf des Wirtstieres (analog GfE 1995): $nXP = MP + UDP$
 Bedarf der Mikroben: $RDP = XP - UDP$
 Schätzung des rezyklierten N: Fütterungsversuche
 wie vorliegende Datenbasis, RNB
 Testung der Hypothese: Theoretischer Bedarf nach nXP (UDP, RDP, RNB)
 ↔ Fütterungsversuche

Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München | LFL | Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Ermittlung des Proteinbedarfs II

3. Auswertungsschritte, statistische Analyse und Modellierung:

Klassenbildung:

9 Proteinstufen: 8,5, 9,5, 10,5, 11,5, 12,5, 13,5, 14,5, 15,5, 16,5 g XP/MJ ME
 3 Energieniveaus: <900, 900 - 1.070, >1.070 kJ/kg LM^{0,75}
 6 (5) Lebendmasseklassen: 150, 250, 350, 450, 550, (650) bei FV und HF
 2 Rassen: Fleckvieh, Holstein

Theoretisch 9 × 3 × 6(5) × 2 Klassen (= 297 Klassen), tatsächlich 235 Klassen
 162 Klassen bei Fleckvieh, tatsächlich vorhanden 155
 135 Klassen bei Holstein tatsächlich vorhanden 80

Auswertung der Responsekurven:

Robbins et al. 1979, Morris 1983, Rodehutsord & Pack 1999

Broken-line Methode

Exponentielle Funktion

statt Bedarf → Versorgungsempfehlung

Modellierung des Bedarfs in Abhängigkeit von LM und IME bzw. LMZ

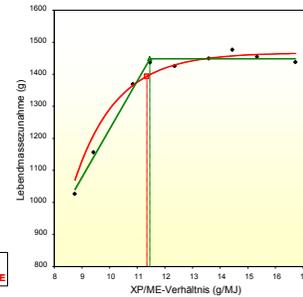
Auswertung der Responsekurven

Exponentielles Modell:

nach Robbins et al. 1979 und Rodehutsord & Pack 1999

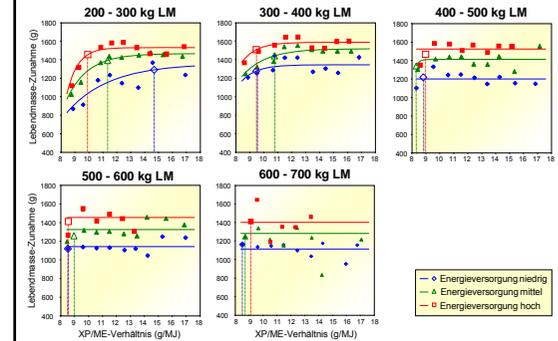
$$y = a + b \times (1 - \exp(-c \times (x - d)))$$

y = Response Variable
 x = unabhängige Variable
 a = Response bei niedrigstem x-Wert
 b = maximale Response (a + b = obere Asymptote)
 c = Parameter zur Beschreibung der Steilheit der Kurve
 d = x-Wert, bei dem y = 0

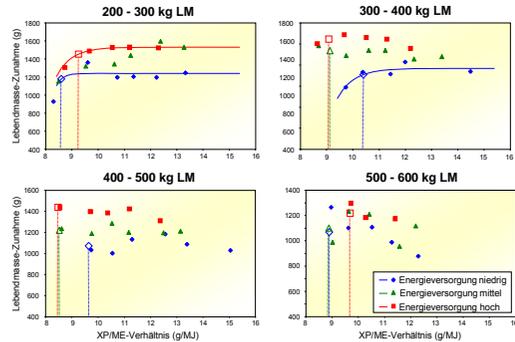


Bedarf „Broken-line“ = 11,45 XP/ME
 Bedarf „Exponentielle Funktion“ = 11,33 XP/ME

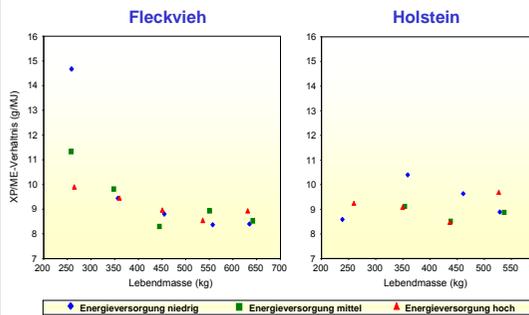
Einfluss von XP/ME auf LMZ (Fleckvieh)



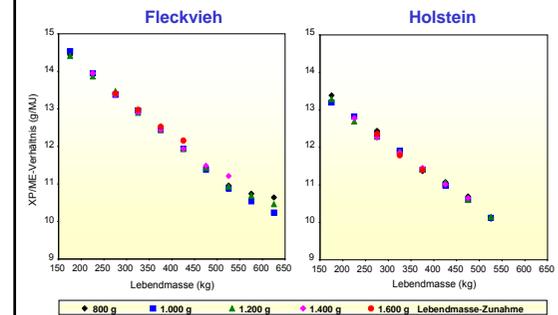
Einfluss von XP/ME auf LMZ (Holstein)



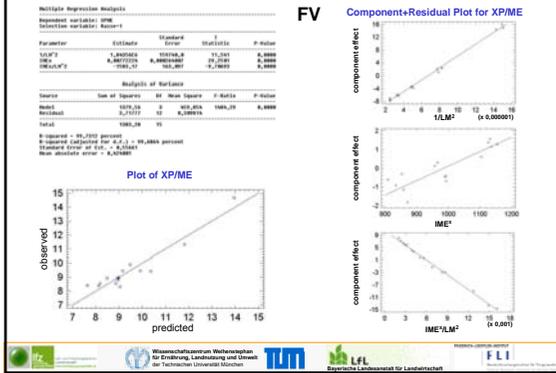
„optimales XP/ME-Verh. in Abh. von LM“



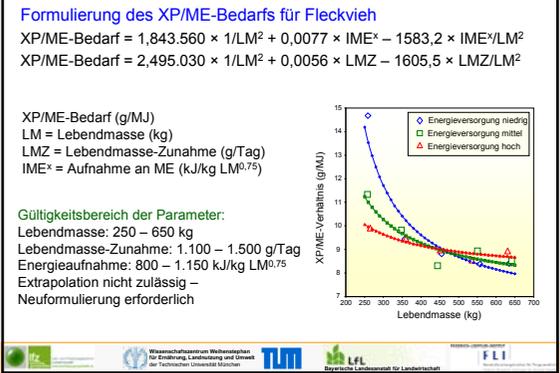
kalk. XP/ME-Verh. in Abh. von LM (GfE 1995)



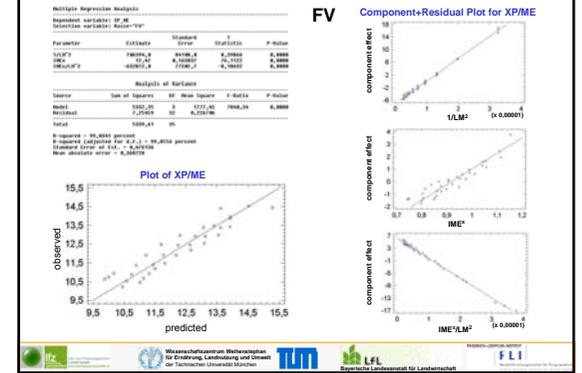
Modellierung von XP/ME (LM, IME), Daten neu



Formulierung des XP/ME-Bedarfs für Fleckvieh



Modellierung von XP/ME (LM, IME), lt. GfE 95



Modellierung von XP/ME (LM, IME), lt. GfE 95

