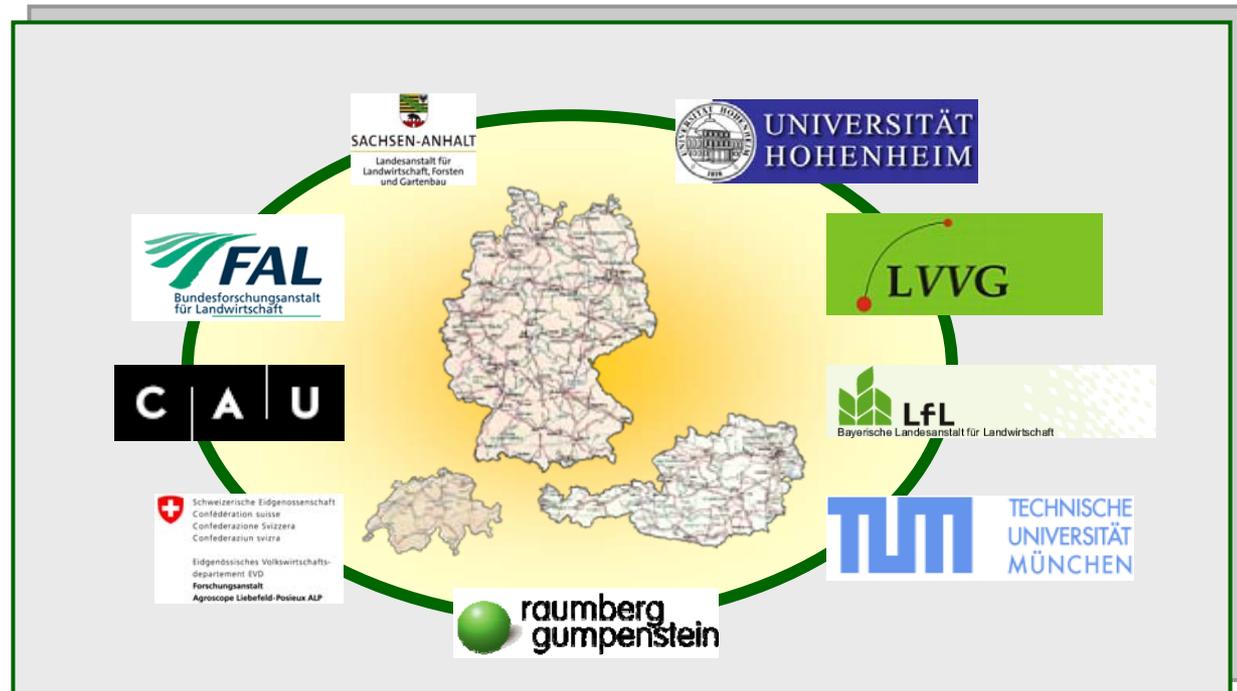


# Untersuchungen zum Energiebedarf und zur Energieverwertung bei Milchkühen in Fütterungsversuchen

L. Gruber, A. Susenbeth, F.J. Schwarz, B. Fischer, H. Spiekers, H. Steingaß,  
T. Guggenberger, U. Meyer, A. Chassot, T. Jilg, A. Obermaier  
Irdning, Kiel, Freising, Iden, Poing, Stuttgart, Braunschweig, Posieux, Aulendorf



# Gliederung

1. Problemstellung
2. Material und Methoden
3. Ergebnisse
4. Schlussfolgerungen

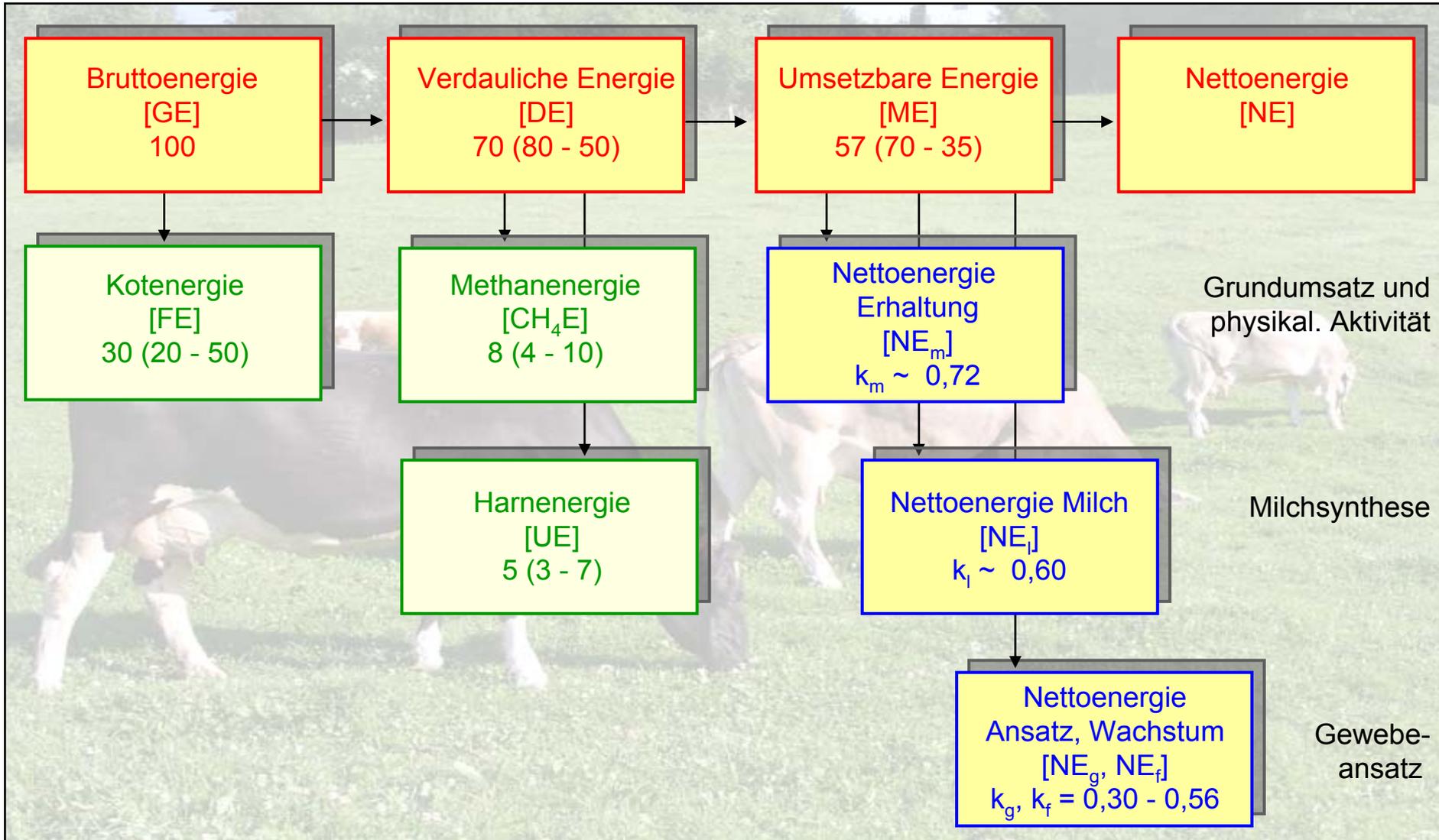


**1.**

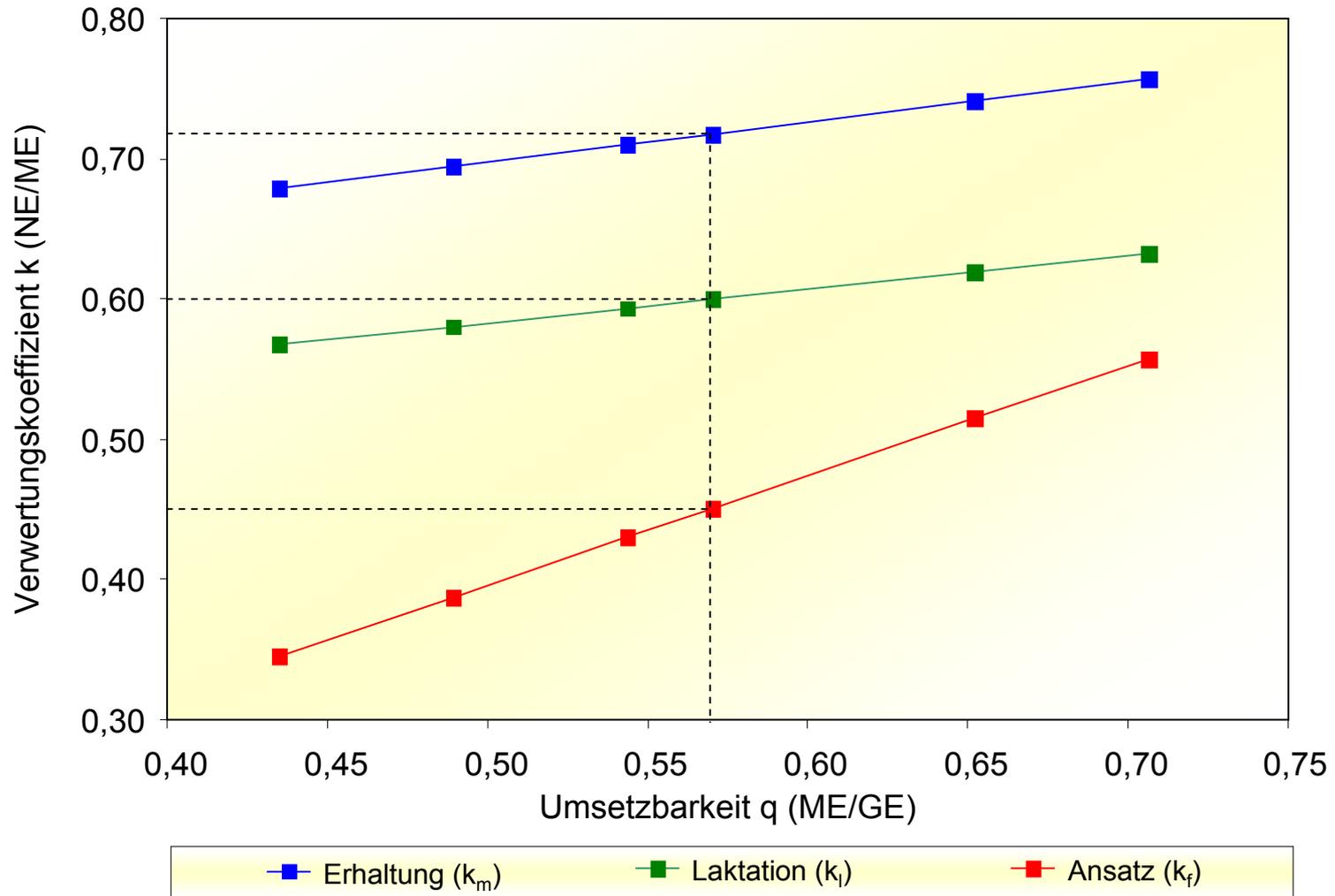
# **Problemstellung**

# Verwertung der Energie beim Wiederkäuer

(nach Neimann-Sørensen 1980)



# Verwertung der ME zu Nettoenergie für Erhaltung ( $k_m$ ), Milchbildung ( $k_l$ ) und Ansatz ( $k_f$ )

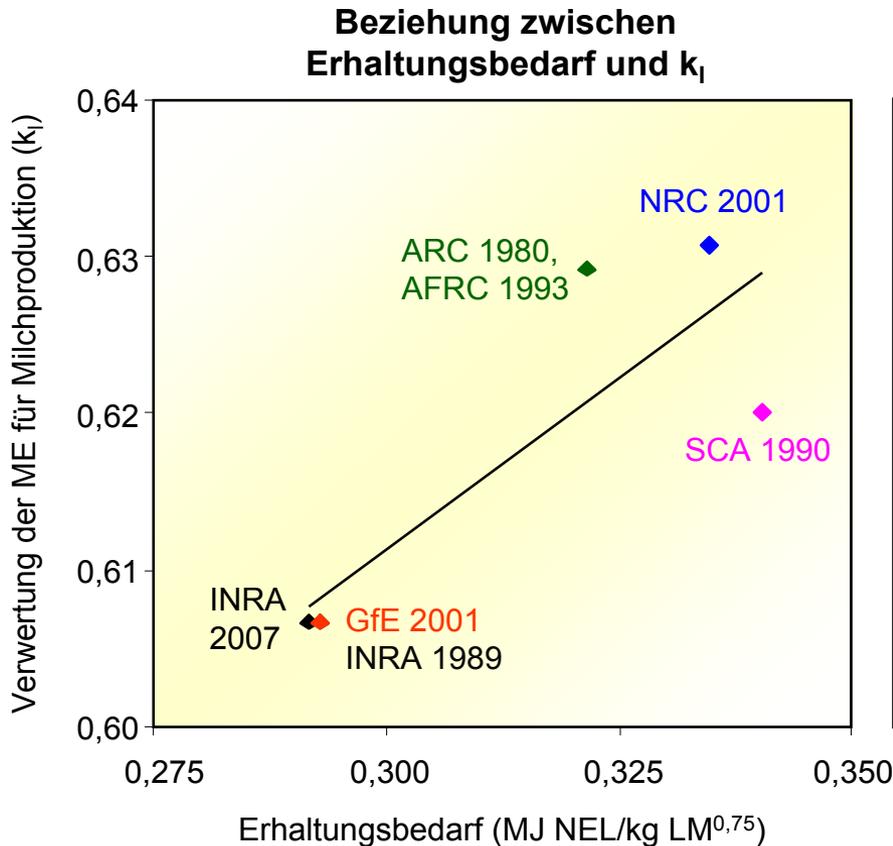


# Energiebedarf nach GfE 2001

- **Erhaltung:  $0.293 \text{ MJ NEL} \times \text{kg LM}^{0.75}$**
- **Leistung:  $3.2 \text{ MJ NEL} \times \text{kg ECM}$ ,  $k_1 \approx 0.60$**
- **Lebendmasse-Veränderung:**
  - **25.5 MJ NEL je kg LM-Zunahme**
  - **21.0 MJ NEL je kg LM-Abnahme (=  $25.5 \times 0.825$ )**

**ähnlich in vielen Ländern Europas (NL, F, UK) und USA**

# Beziehung zwischen Energie-Erhaltungsbedarf ( $NEL_m$ ) und Verwertung der ME für Milchproduktion ( $k_l$ ) sowie Gesamt-Energie-Bedarf in den verschiedenen Energiesystemen



**Gesamt-Energiebedarf in verschiedenen Energiesystemen (MJ/d)**

	Milchleistung (kg)		
	10	30	50
GfE 2001	117	221	320
INRA 1989	117	221	320
INRA 2007	117	221	320
ARC 1980, AFRC 1993	120	219	313
NRC 2001	120	221	320
SCA 1990	120	231	334

## Neuere Respirationsversuche in Nordirland:

- **Agnew & Yan (2000):**  $ME_m = 0.62 \text{ MJ} \times \text{kg LM}^{0.75}$ ,  $k_l = 0.66$

Literaturübersicht seit 1976

$$NEL_m = 0.409 \text{ MJ}$$

42 Publikationen, 1148 Einzeldaten

- **Agnew et al. (2003):**  $ME_m = 0.60 \text{ MJ} \times \text{kg LM}^{0.75}$ ,  $k_l = 0.65$

12 langfristige Fütterungsversuche,

$$NEL_m = 0.390 \text{ MJ}$$

838 HF Kühe,

z.T. Respiration, z.T. Verdaulichkeit in vivo

## Mögliche Gründe für höheren Erhaltungsbedarf:

Verbesserung des genetischen Leistungspotenzials →

- höhere Futteraufnahme – höherer Anteil innerer Organe (Verdauung, Kreislauf) → höhere Wärmeproduktion
- höherer Proteinanteil im Körper (weniger Fett) →

$ME_m$  ist Funktion der Körperproteinmasse



**2.**

## **Material und Methoden**

# Datenmaterial aus Futteraufnahme-Schätzformel

(Gruber et al. 2004)

**9 Forschungsinstitute aus Deutschland, Österreich, Schweiz**  
**24.584 Datensätze (2-Wochenbasis)**  
**3 Rassen (HF, BS, FV)**

## Beschreibung der Daten:

		$\bar{x}$	$\pm s$	min	max
Futteraufnahme	kg TM	18,5	3,4	6,2	31,0
Energieaufnahme	MJ NEL	121,1	28,2	33,4	212,3
Energieaufnahme	MJ ME/LM <sup>0.75</sup>	1,583	0,344	0,437	2,733
Energiebilanz	MJ NEL	0,8	16,5	-113,9	68,0
Krafftutteranteil	% der TM	32,6	15,1	0,0	80,3
Milchmenge	kg	24,6	7,9	2,5	55,8
Lebendmasse	kg	634	75	398	999
$\Delta$ Lebendmasse	g/Tag	189	492	-1.500	1.500

# Statistische Auswertung – SAS 1999

## Validierung

### Lineare Regression:

NEL-Bedarf (GfE 2001) =  $a + b \times \text{NEL-Aufnahme}$

## Schätzung des Energie-Bedarfs

### Multiple Regression:

ME-Aufnahme =  $b_{LM} \times LM^{0.75} + b_{LE} \times LE + b_{\Delta LM} + \Delta LM$

ME-Aufnahme =  $(b_{LM} + (b_{LM \text{ corr.}} \times \text{Milch})) \times LM^{0.75} + b_{LE} \times LE + b_{\Delta LM} + \Delta LM$

ME-Aufnahme = Rasse + Lakzahl + Lakmonat +

$b_{LM} (\text{Lakmonat}) \times LM^{0.75} +$

$b_{LE} (\text{Lakmonat}) \times LE +$

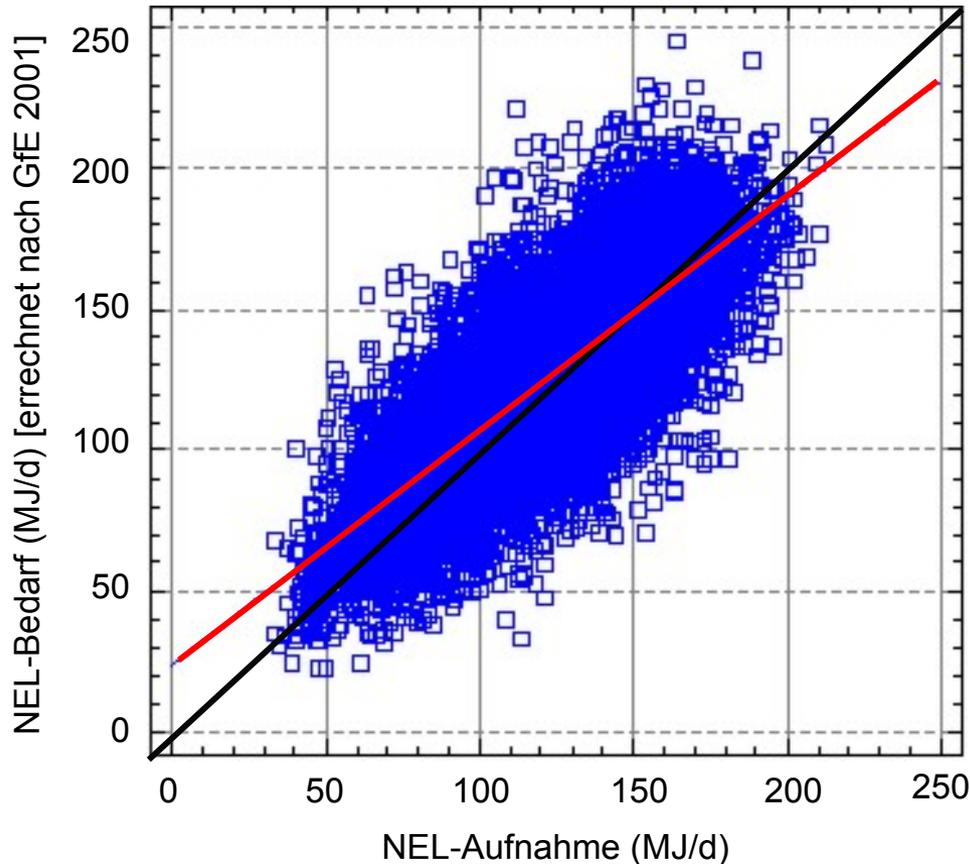
$b_{\Delta LM} (\text{Lakmonat}) \times \Delta LM$



**3.**

**Ergebnisse**

# Validierung des NEL-Systems (GfE 2001)



**Beziehung zwischen NEL-Aufnahme  
und errechnetem NEL-Bedarf (GfE 2001)**

**NEL-Bedarf (MJ) =  
 $24.1 + 0.83 \times \text{NEL-Aufnahme (MJ)}$**

$R^2 = 0.660$ , MSPE = 316

MPE =  $\pm 17.8$  MJ NEL,  $\pm 14.7$  %

**Aufteilung des MSPE:**

**3.7 % Bias**

**10.9 % Regression**

**85.4 % Zufall**

→ **relativ geringe Korrelation zwischen  
NEL-Bedarf und NEL-Aufnahme**

# Schätzung des Energie-Bedarfs (1)

**ME-Bedarf (MJ/d) =**

$$0.652 \times LM^{0.75} \text{ (kg)} + 1.41 \times LE \text{ (MJ)} + 16.6 \times \Delta LM \text{ (kg)}$$

$$R^2 = 0.717, \text{ RSD} = 24.1 \text{ MJ}$$

$$(0.637 + (0.0088 \times \text{Milch})) \times LM^{0.75} \text{ (kg)} + 1.09 \times LE \text{ (MJ)} + 16.7 \times \Delta LM \text{ (kg)}$$

$$R^2 = 0.722, \text{ RSD} = 23.8 \text{ MJ}$$

→ **Erhaltungsbedarf:**

**0.652 MJ ME bzw.**

**0.462 MJ NEL pro kg  $LM^{0.75}$**

→ **Verwertung der ME für Laktation:**

$$k_l = 1/1.41 = 0.71$$

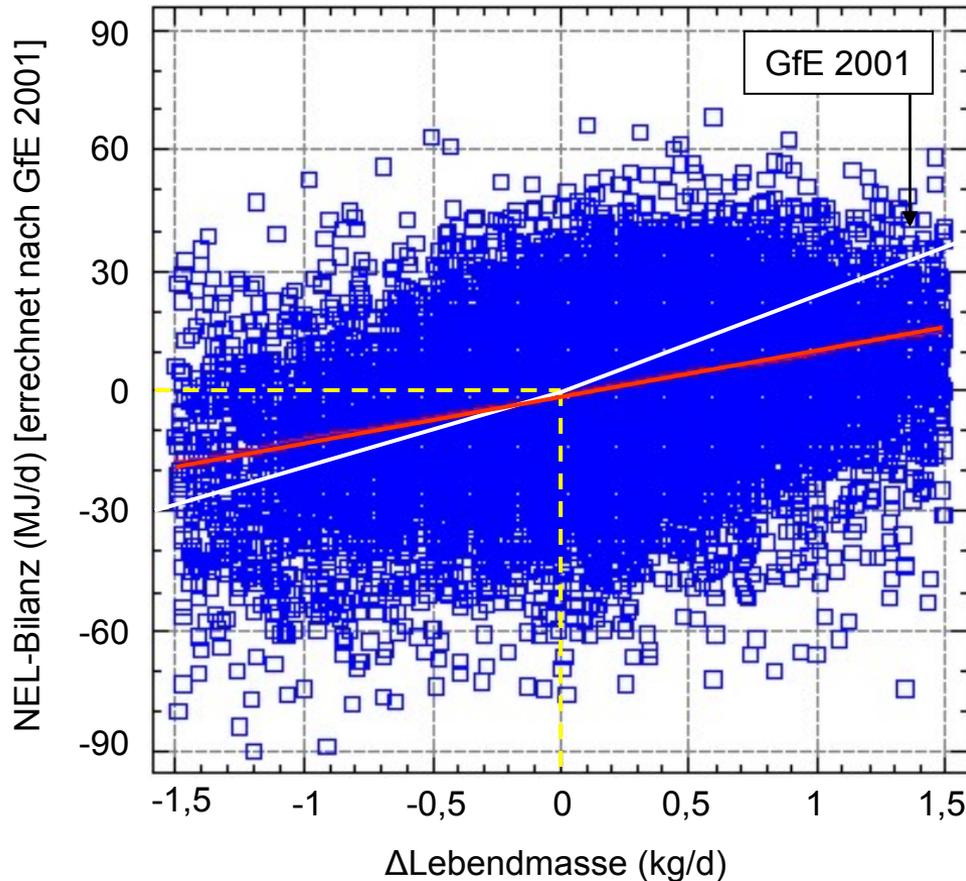
→ **Energiegehalt von  $\Delta LM$ :**

$$16.6 \times 0.71 = 11.8 \text{ MJ pro kg } \Delta LM$$

**Mobilisation – Retention während der Laktation ...**

**$\Delta LM$  kein geeigneter Parameter für Energiebilanz**

# Beziehung zwischen $\Delta$ LM und NEL-Bilanz



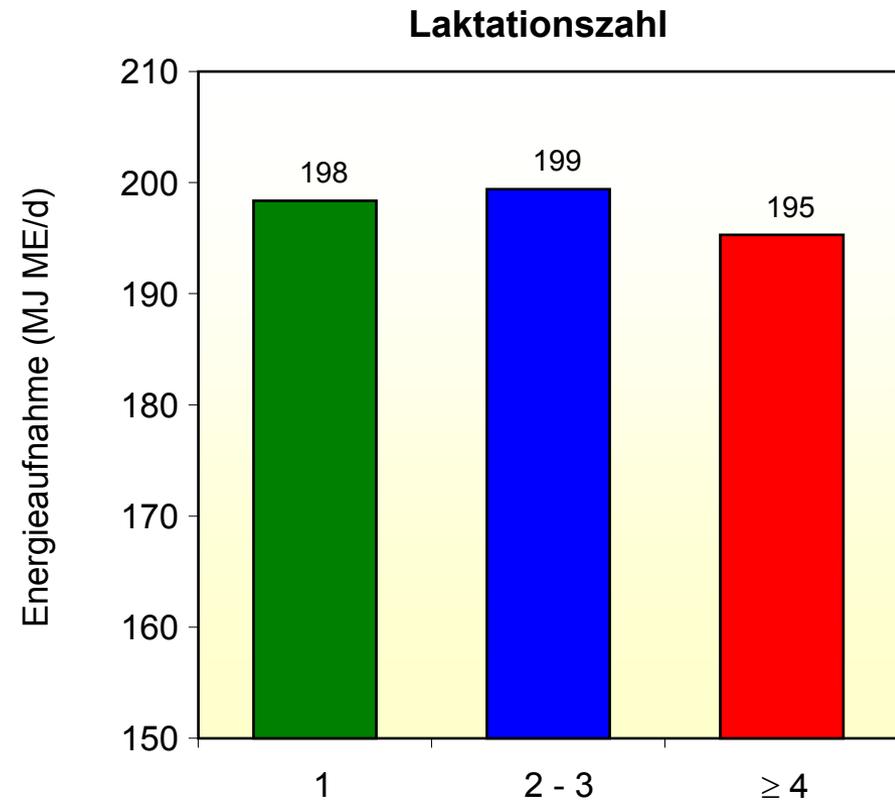
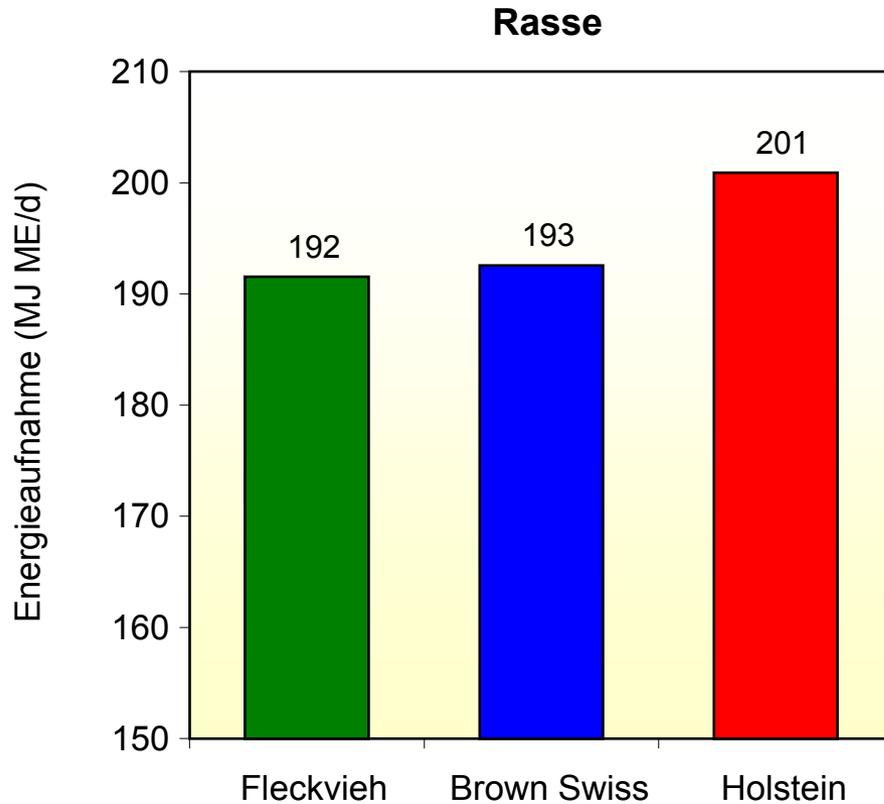
**NEL-Bilanz (MJ) =**  
**-1.4 + 11.3 ×  $\Delta$ LM (kg)**

$R^2 = 0.114$ , RSD = 15.5 MJ NEL

- **Bestätigung der multiplen Regression**
- **starke Abweichung von Literatur**
- **$\Delta$ LM kein geeigneter Parameter für Energiebilanz**

**Beziehung zwischen  $\Delta$ Lebendmasse  
und errechneter NEL-Bilanz (GfE 2001)**

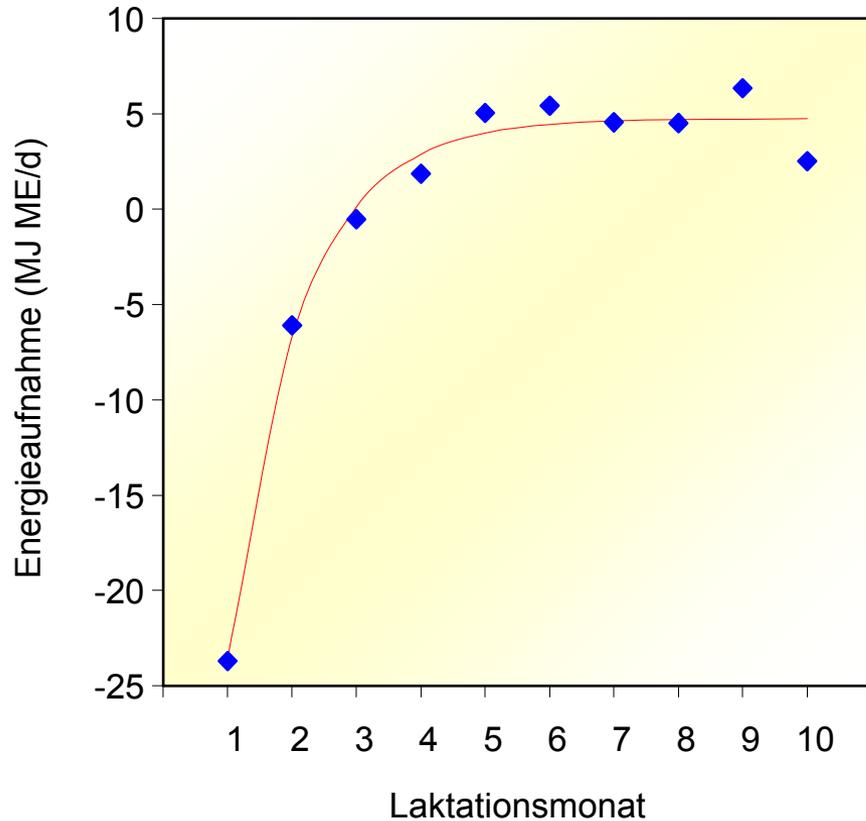
# Einfluss von Rasse und Laktationszahl auf Energiebedarf



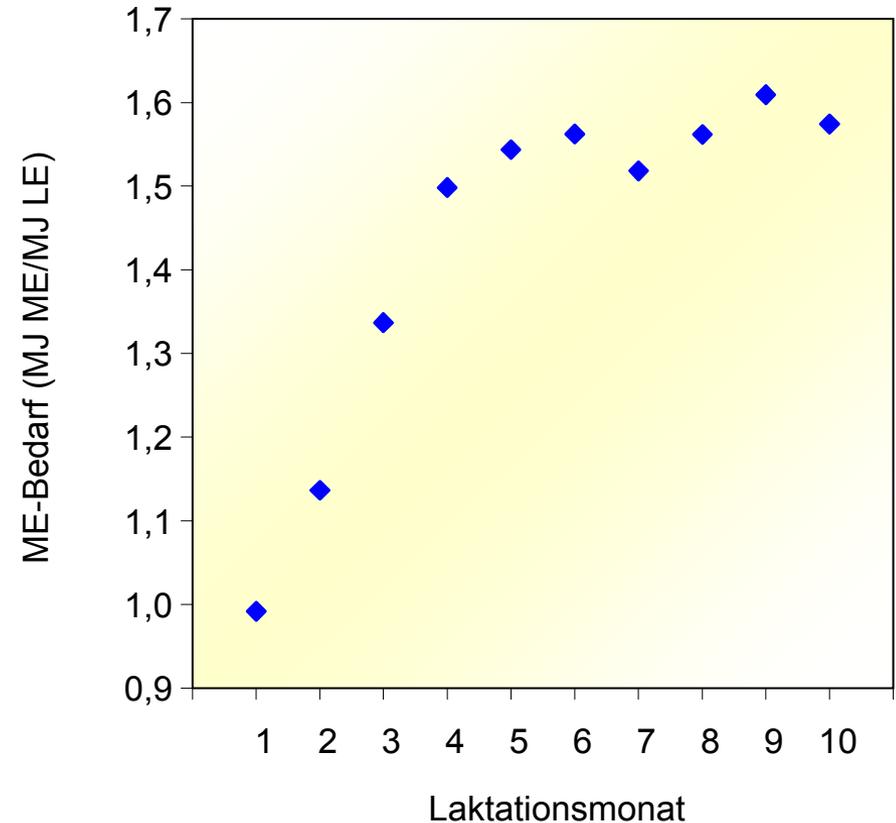
# Einfluss des Lak.stadiums auf Energiebedarf

## Einfluss des Laktationsstadiums auf $b_{LE}$

Einfluss des Lak.stadiums auf ME-Bedarf

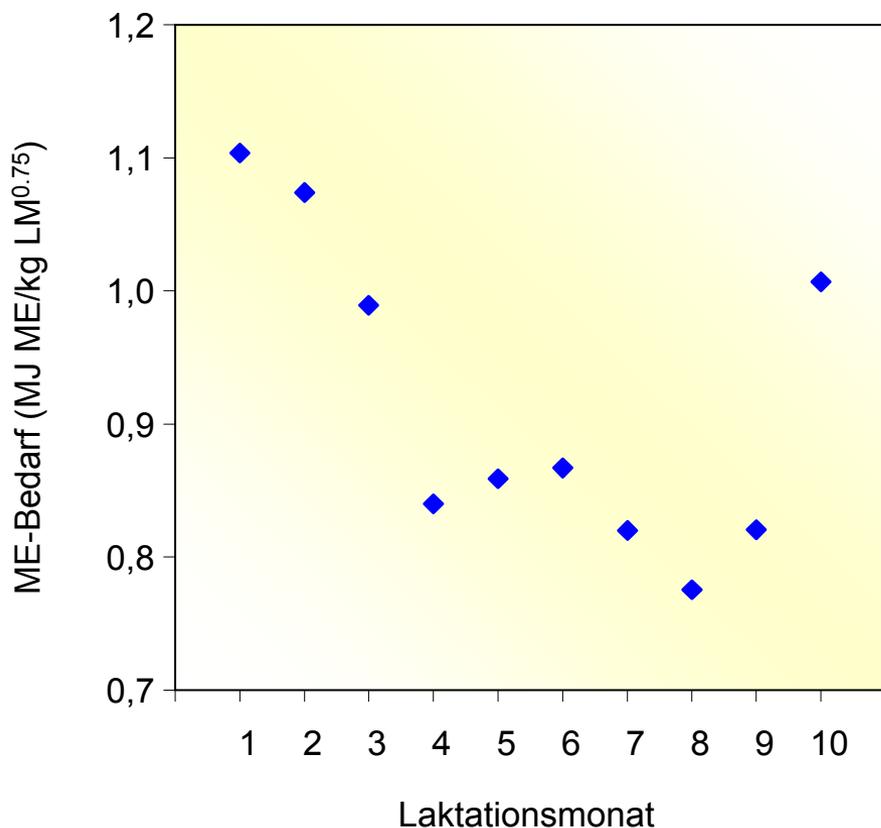


Regressionskoeffizient für LE

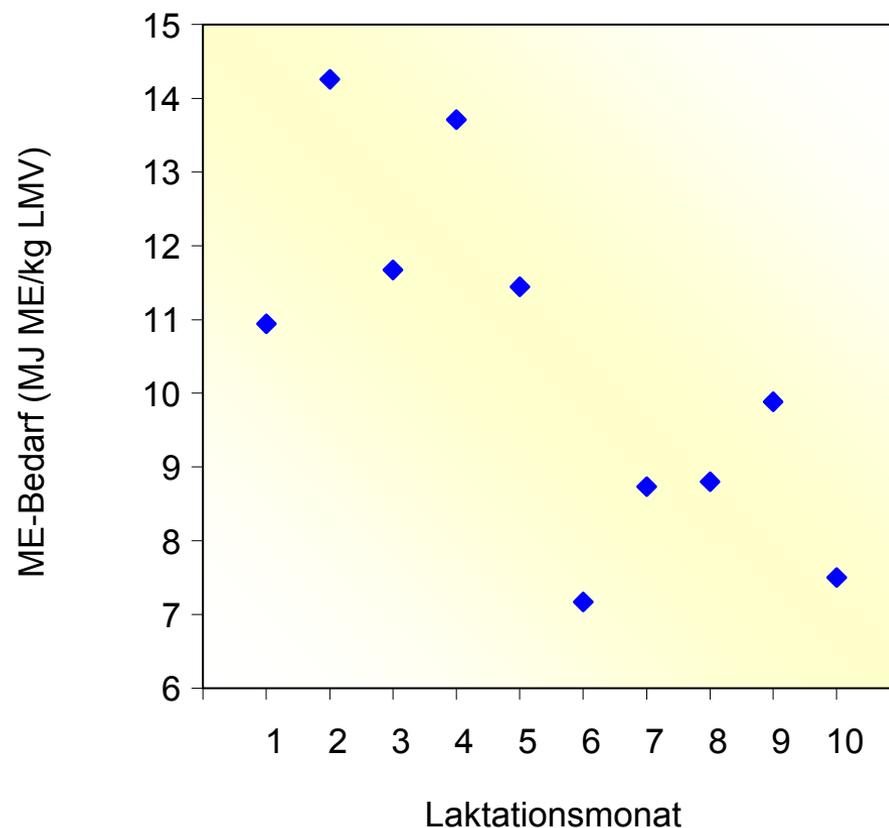


# Einfluss des Laktationsstadiums auf $b_{LM}^{0.75}$ und $b_{LMV}$

Regressionskoeffizient für  $LM^{0.75}$



Regressionskoeffizient für LMV



# Schätzung des Energie-Bedarfs (2)

$$\begin{aligned} \text{ME-Bedarf (MJ/d)} = & 197.7 + \text{Rasse} + \text{Lakzahl} + \text{Lakmonat} \\ & + 0.92 \times \text{LM}^{0.75} \text{ (kg)} \\ & + 1.43 \times \text{LE (MJ)} \\ & + 10.41 \times \Delta\text{LM (kg)} \end{aligned}$$

Rasse: -6.2, -5.1, +3.2 für FV, BS, HF MJE

Lakzahl: +0.7, +1.7, -2.4 für 1, 2 - 3,  $\geq 4$  MJE

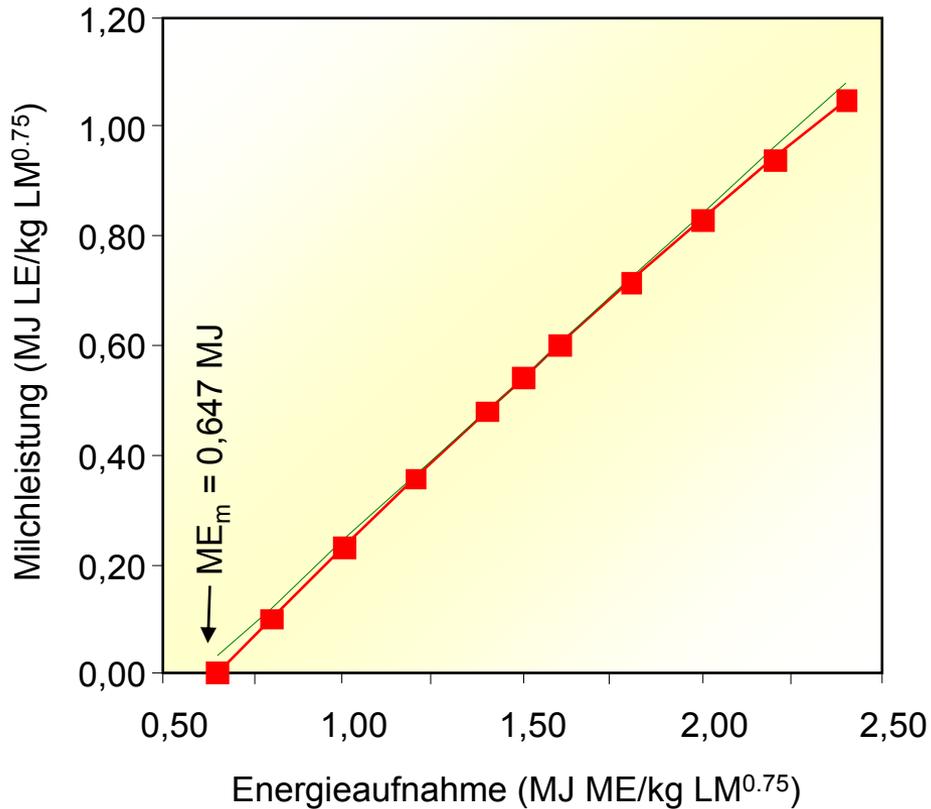
Lakmonat: -23.7, -6.1, -0.5, 1.9, 5.1, 5.4, 4.6, 4.5, 6.4, 2.5 für Lakmonat 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 MJ ME

- **Regressionskoeffizienten für  $\text{LM}^{0.75}$ , LE und  $\Delta\text{LM}$  ändern sich während der Laktation**
- **Mobilisation wird eher durch Lakmonat abgebildet als durch  $\Delta\text{LM}$**
- **Auch Rasse, Lakzahl und Lakmonat beeinflussen Energiebedarf signifikant**

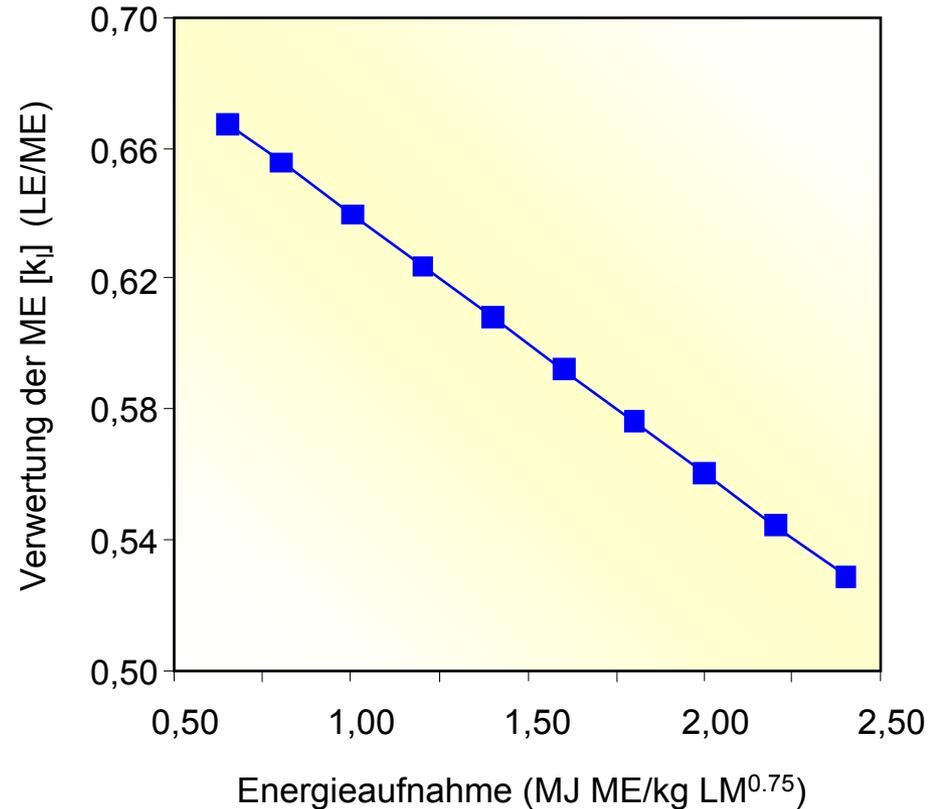
# Energieaufnahme und Milchleistung

(Feed into Milk 2004)

### Milchleistung

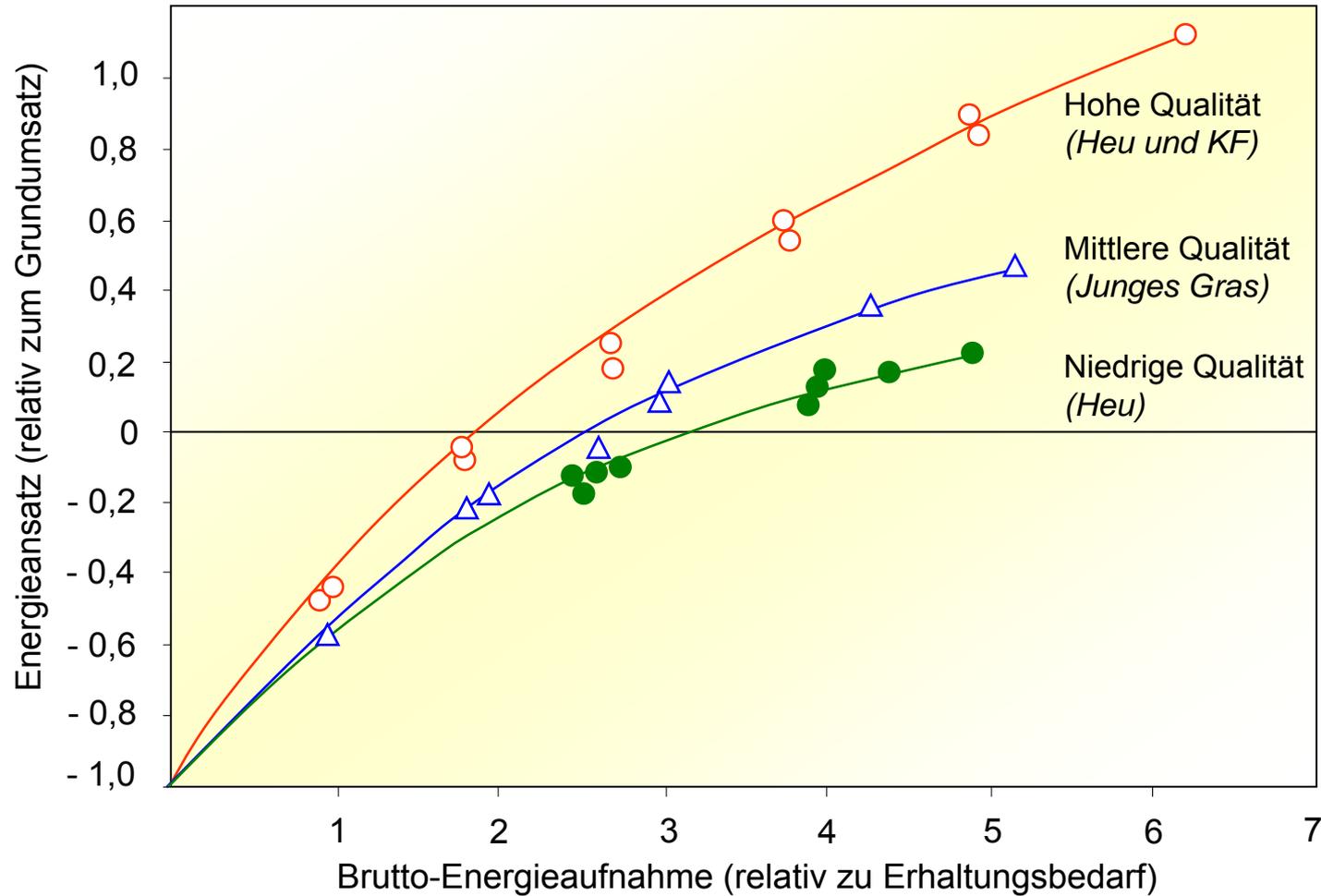


### Verwertung der ME zu NEL (k)



# Energieaufnahme und Energieansatz

(ARC 1980)





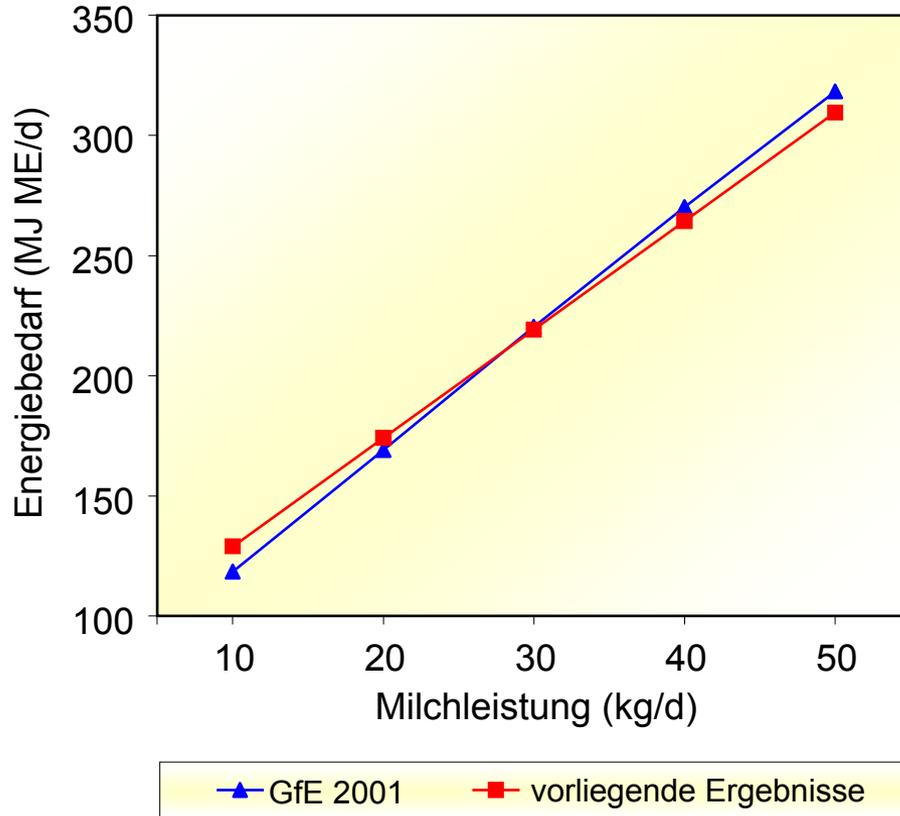
**4.**

## **Schlussfolgerungen**

# Schlussfolgerungen

- **höherer Erhaltungsbedarf: 0.65 MJ ME pro kg LM<sup>0.75</sup>**  
→ **Verbesserung des genetischen Leistungspotenzials**
  - höhere Futteraufnahme
  - höherer Proteinanteil im Körper
  - Bestätigung durch neuere Respirationsversuche in Nordirland (Agnew & Yan 2000, Agnew et al. 2003)
- **höhere Verwertung der ME für Laktation:  $k_l > 0.60$** 
  - Ration mit Nährstoffen von höherer Pansenstabilität
  - weniger Kauarbeit (Susenbeth et al. 2004)
- **LM-Veränderung ist größter Unsicherheitsfaktor: ca. 11 - 12 MJ NEL pro kg  $\Delta$ LM**
- **Koeffizienten ändern sich während der Laktation**

# Schlussfolgerungen



- **NEL-Bedarf –**
  - höher bei niedriger Leistung
  - niedriger bei hoher Leistung
- **Rationsgestaltung –**
  - etwas einfacher bei höherer Leistung



[leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at](mailto:leonhard.gruber@raumberg-gumpenstein.at)  
[www.raumberg-gumpenstein.at](http://www.raumberg-gumpenstein.at)