

Das Milch-Fettsäuremuster: Qualitätskriterium und Stoffwechselindikator

Dr. Josef Gross

Veterinär-Physiologie,
Vetsuisse Fakultät, Universität Bern



Inhalte

- **Milchfett: Zusammensetzung, Bildung und Sekretion**
- **Analytik von Fettsäuren in der Milch**
- **Qualitätskriterium Lebensmittel**
- **Einfluss der Fütterung auf das MF**
- **Einfluss der Melktechnik auf das MF**
- **FSM als Stoffwechselindikator**
- **Zusammenfassung**



Milchfett - Zusammensetzung

- Milchfett: Lipid-löslichen Bestandteile der Milch
- Milch = Emulsion
- Fett ist in der Milch in Form von winzigen Kügelchen oder Tröpfchen enthalten (Durchmesser 1-10 µm in Rohmilch)
- Triglyceride
- Phospholipide, Cholesterin als Emulgatoren
- Vitamine A, D, E, K, β -Carotin, ...
- Hormone, ...

Milchfett - Zusammensetzung

Über 400 Fettsäuren und deren Isomere im Milchfett nachgewiesen

Gesättigte Fettsäuren und deren Anteil

Palmitinsäure: 31%

Myristinsäure: 12%

Stearinsäure: 11%

Kurzkettige (< C12) gesättigte Fettsäuren: 11%

Pentadecan- und Heptadecansäure: Spuren

Ungesättigte Fettsäuren und deren Anteil

Ölsäure: 24%

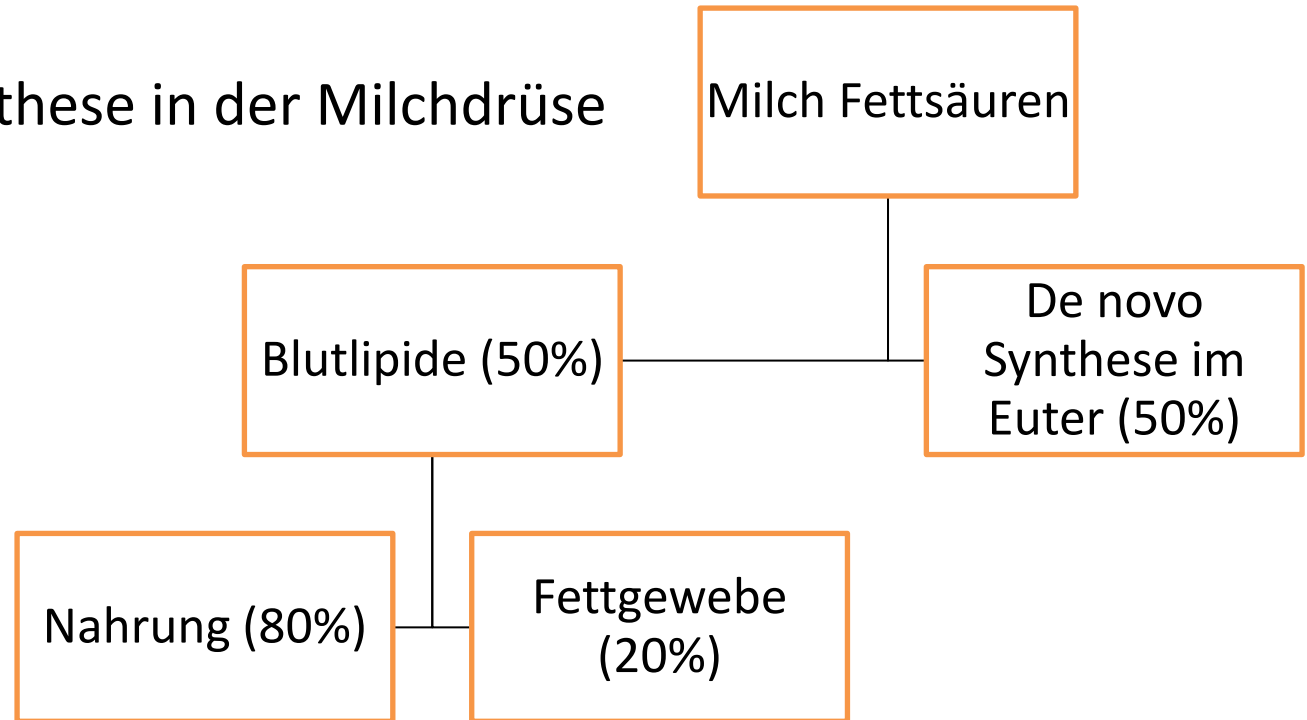
Palmitoleinsäure: 4%

Linolsäure: 3%

Linolensäure: 1%

Milchfett - Bildung und Sekretion

- Triglyceride: Glycerin und Fettsäuren
- Quellen von Fettsäuren:
 - Blutlipide (inkl. Nahrungsfetten) und Fettgewebe
 - De novo Synthese in der Milchdrüse



Milchfett - Bildung

Im Pansen

- KH zu u.a. Acetat und Butyrat abgebaut
- Biohydrogenierung ungesättigter FS
- am Duodenum überwiegend gesättigte FS

Nahrungsfette, Absorption am Duodenum

- gesättigte und nicht gesättigte FS
- i.d.R. langkettige FS (C16-C18)

Milchfettsynthese – Enzyme und Sekretion

Blut

LPL

VLDL

TG

NEFA

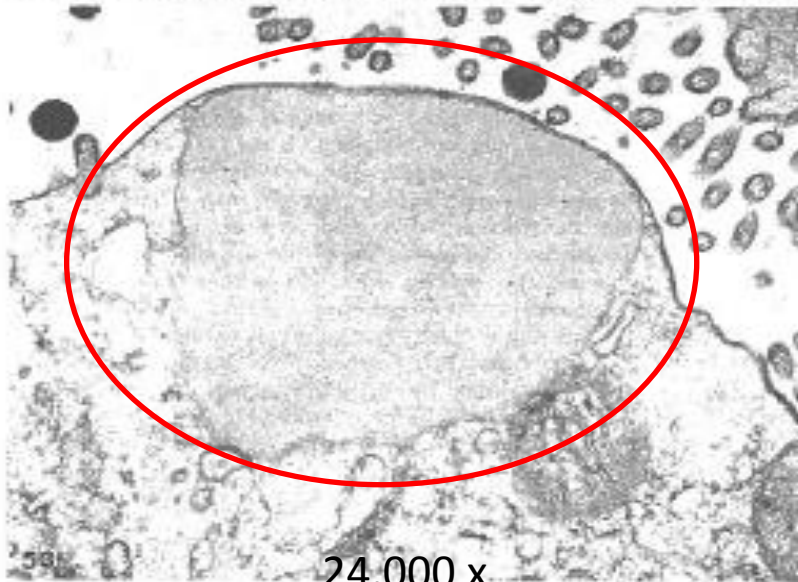
Glycerol

Glucose

Acetat

BHB

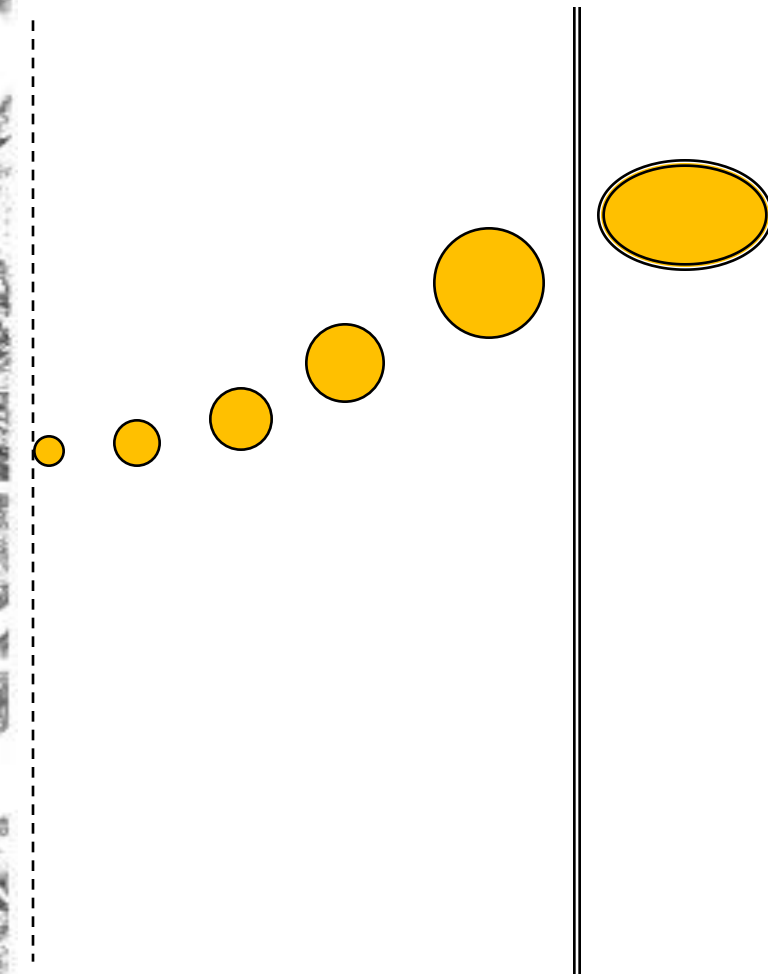
Basalmembran



24,000 x
 Larson&Smith, 1974

Translokation

Sekretion



embran

Apikale Membran

nach Baumgard, 2002

FSM Milch - Analytik

Referenzverfahren

Fettsäuren

Gaschromatographie

Freie Fettsäuren (FFA)

BDI-Verfahren (BDI = Bureau of Dairy Industries)

Routineverfahren

FTIR-Spektrophotometer, Gruppen von Fettsäuren (gesättigte, ungesättigte, mehrfach ungesättigte bzw. einfach ungesättigte Fettsäuren) und freie Fettsäuren

Die Methode erfordert keine besondere Probenvorbereitung und ermöglicht die Untersuchung der Parameter Fett, Eiweiß, Laktose, Gefrierpunkt und Harnstoff.

FSM als Qualitätskriterium

- Direkte Beeinflussung durch Rasse, Genetik und Fütterung
- Verarbeitungseigenschaften (Schmelzpunkt, Härte, Textur, ...)
- Lagerfähigkeit (oxidative Stabilität, ...)
- Optik, Geschmack, Geruch, Textur, ...

Fettschädigung

Milchfett: Fettkügelchen mit Membran

→ Schutz lipolytischen und oxidativen Einflüssen

Fettschädigung/Lipolyse:

- Mechanisch
- Thermisch
- Mikrobiologisch

→ nachteilige sensorischen Veränderungen:

- Aromafehler (ranzig, metallisch, oxidativ, talgig, fischig)
- Deckel-, oder Propfenbildung oder Ausbutterung

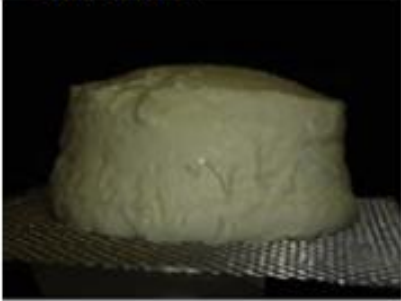
→ technologische Nachteile und weniger Käseausbeute.

→ verringerte Haltbarkeit

Der Gehalt an freien Fettsäuren bereits ein Bezahlungsparameter in Holland (2/J.), Frankreich (regional differenziert / monatlich), Belgien (monatlich), und Irland.

FSM und LM-Qualität

C_{10 MPa, 2°C}



U_{10 MPa, 2°C}



L_{10 MPa, 2°C}



H_{10 MPa, 2°C}



C_{18 MPa, 7°C}



U_{18 MPa, 7°C}



L_{18 MPa, 7°C}



H_{18 MPa, 7°C}



Einfluss der Fütterung auf Milch-FSM

- Sommer- und Winterfütterung
- Ölsaaten
- CLA

Sommer- und Winterfütterung

Grünfütterung: Milchfett mit hohem Anteil ungesättigter Fettsäuren

Heufütterung: Reduktion ungesättigter Fettsäuren im Milchfett

Beeinflussung des Schmelzpunkts des Milchfettes und dessen Härte,

Hydrogenierung mehrfach ungesättigter Fettsäuren (Linol- und Linolensäuren).

Extrem hohe Anteile an Ölsäure während der Alpsommerung (bis zu 30%).

Fütterung und Fettstabilität

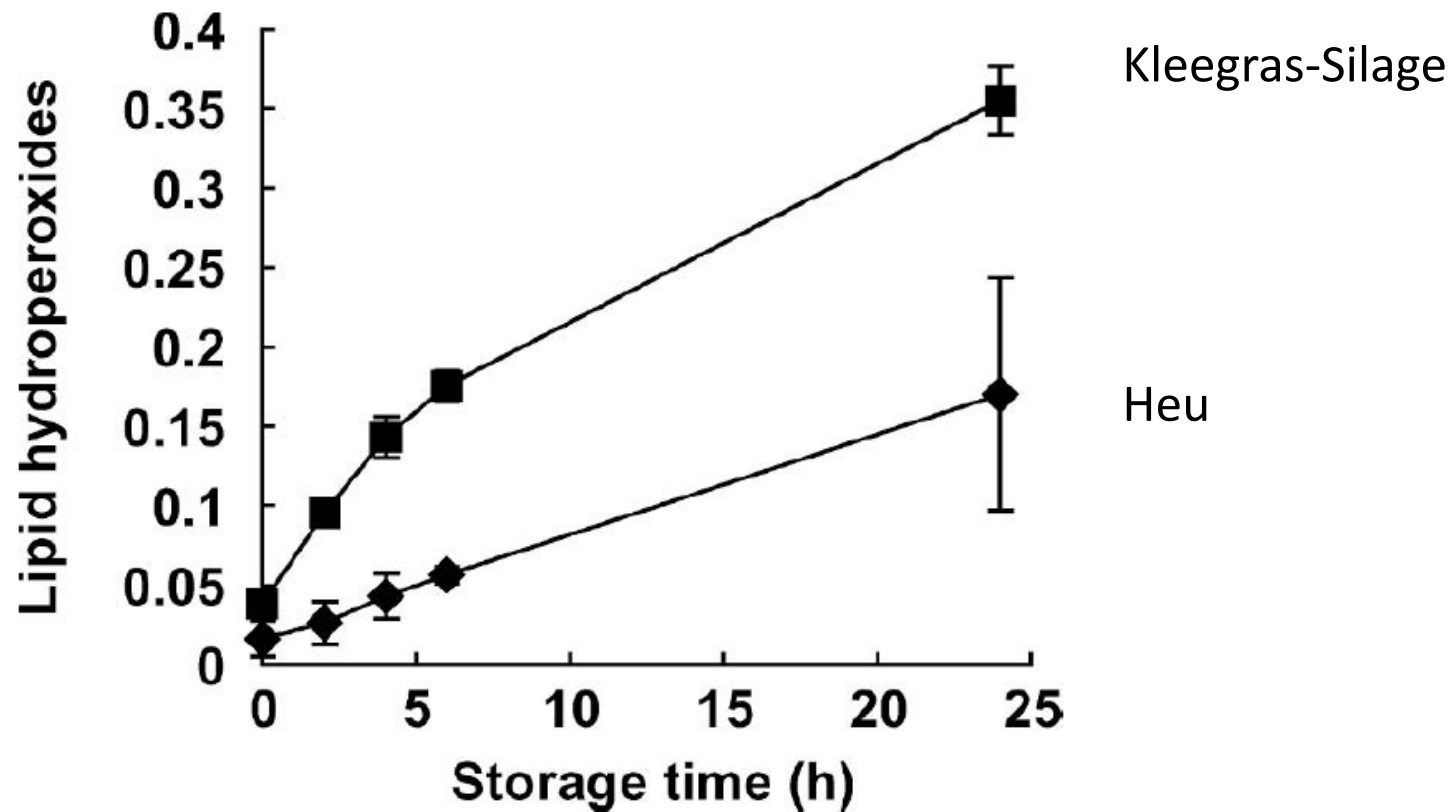


Figure 3. Accumulation of lipid hydroperoxides (UV absorbance) as a function of the time of exposure to fluorescent light (2,000 lx) at 4°C. Mean $\pm$ SD of samples from the 3 periods; milk from cows fed grass-clover silage (■), and from those fed hay (◆).

Verfütterung von Ölsaaten

Ölsaaten (Raps, Sonnenblumen, Leinsamen)

Menge: 0,4 bis 1,0 kg pro Tag

Verfütterung spezieller Fette erhöht Anteile an Linol- und Linolensäure von normal 2,5% auf bis zu 8% und die der Ölsäure auf bis zu 35 %



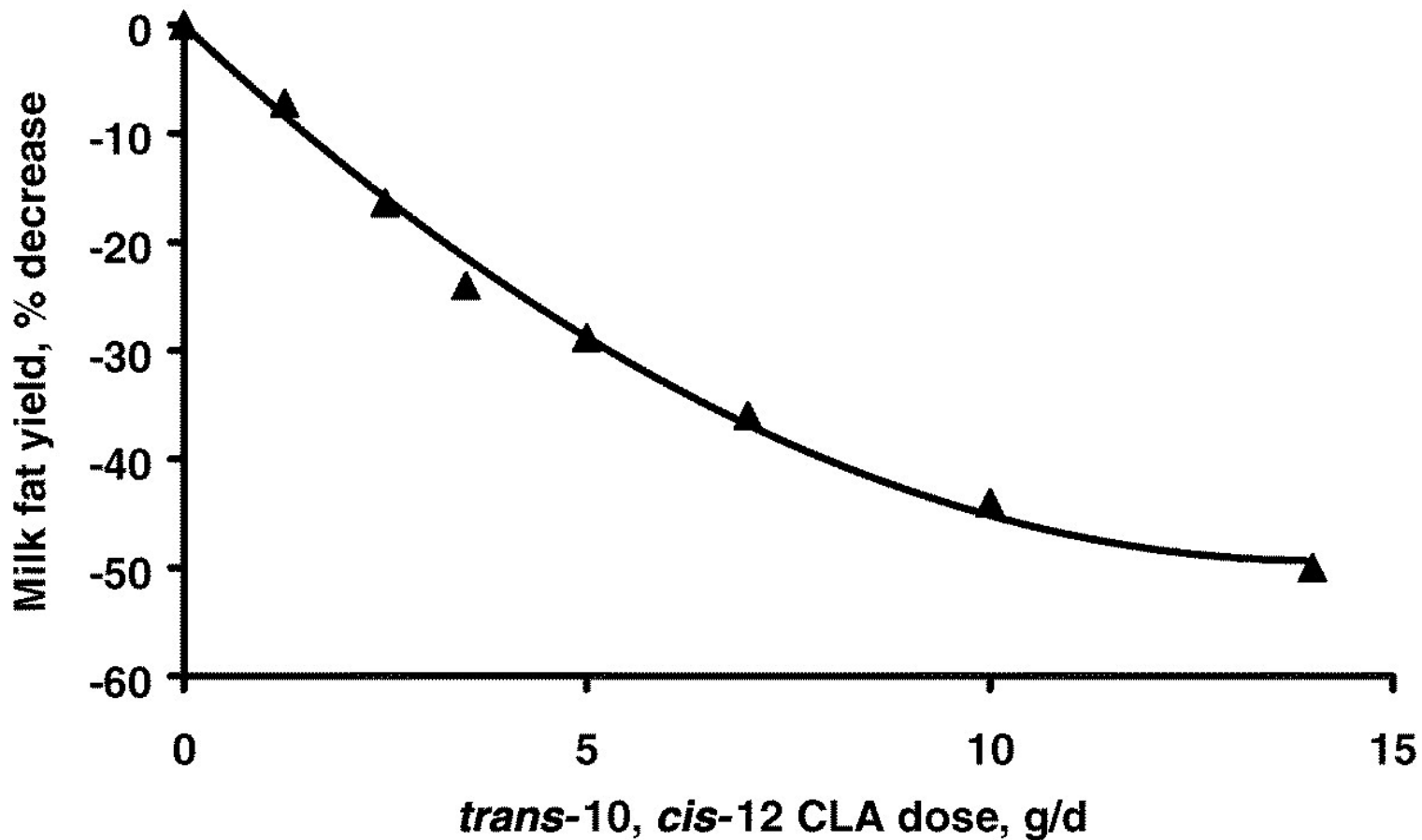
Build Your Immune System & Burn Fat with

CONJUGATED LINOLEIC ACID



Dr. Axe
FOOD IS MEDICINE

CLA und Reduktion Milchfett



Bauman & Griinari 2003,
Annual Review of Nutrition

FSM: Herkunftsnachweis?

Tab. 13: Fettsäuremuster in den Produktionssystemen

Fettsäure ¹ g/100 g Milchfett	Maissilage/ Heu/KF ²	Heu/ KF ²	Grassilage/ KF ²	Grassilage/ Heu/KF ²	Kurzrasen- Weide/Heu	Almen	Österr. Trinkmilch
Zeitraum	-	-	-	März - April	Mai - Okt.	Mai - Sept.	Mai - Sept.
Anzahl Milchproben	54	48	15	20	57	46	51
SFA	68	67	67	64	60	60	64
MUFA	17	17	18	20	23	24	21
PUFA	2,5	3,3	3,2	3,4	4,3	4,0	3,3
CLA	0,4	0,6	0,7	0,6	1,3	1,1	0,7
n-3	0,4	1,0	0,9	1,1	1,4	1,0	0,9
n-6	1,7	1,6	1,5	1,7	1,6	1,8	1,7
n-6/n-3	4,1	1,7	1,8	1,5	1,2	1,8	1,9

¹arithmetische Mittelwerte, ²Kraftfutter

Melktechnik und Milch-FSM

- Melksystem: AMS vs. konventionell
- Vakuum, Lufteinlass, Pumpen, Kühlung



AMS und FFS in der Milch

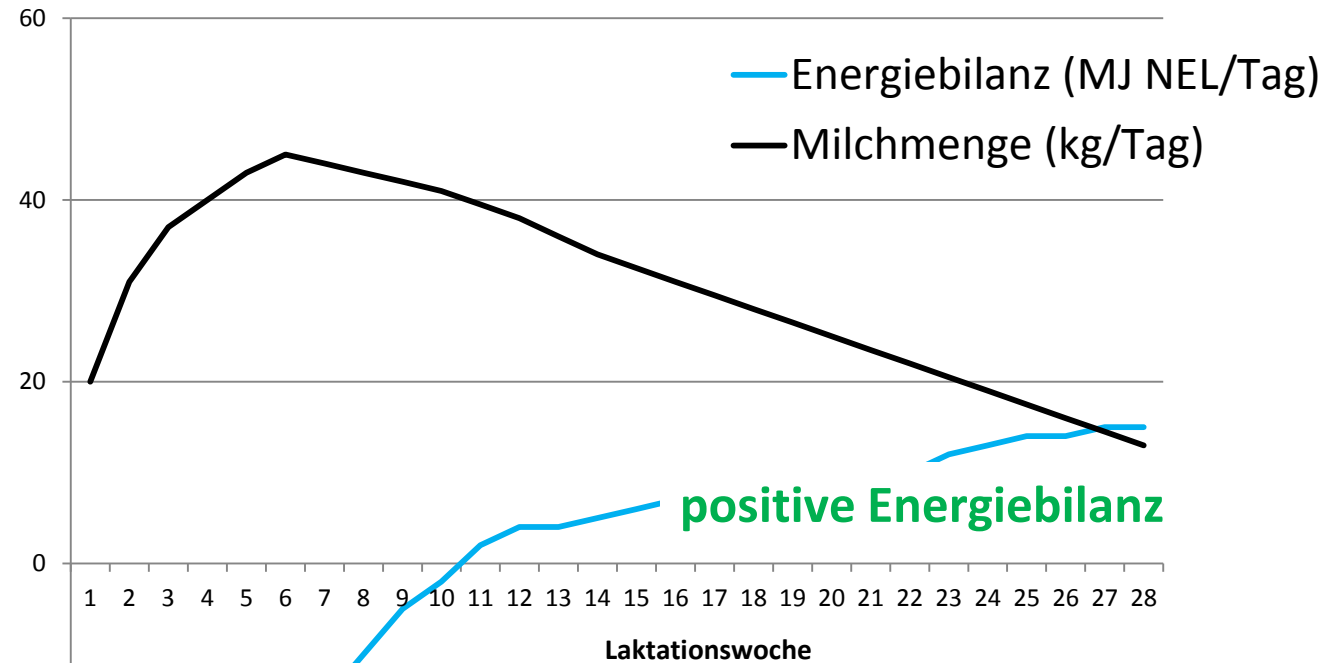
- **AMS > konventionell (aber: ältere Studien!)**
- **Vakuum, Lufteinlass, Pumpen, Kühlung:**
 - Milchfettgehalt
 - Melkfrequenz und -intervall
 - Abnahmeschwelle für Melkzeuge
 - Temperatur während des Milchtransportes →
schneller Transport und schnelle Kühlung
 - Möglichst **wenig «Luft im System»**
 - **Grösste Variationursache: Tier**

Klungel, JDS 2000; Wiking et al., IDJ 2003, JDR 2005, JDS 2006; Abeni et al., JDS 2005; Rasmussen, JDS 2006; **Ferneborg, JDR 2016**

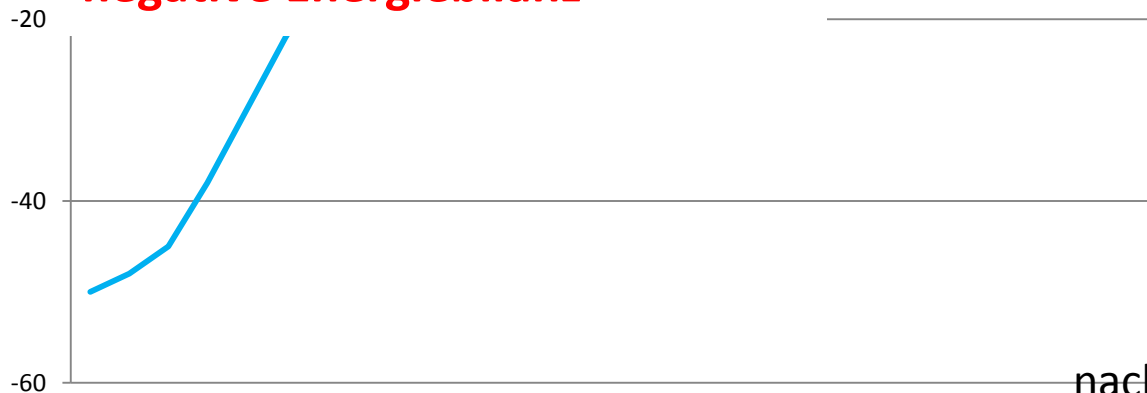
FSM als Stoffwechsel-Indikator

- Zahlreiche Einflussfaktoren:
 - Rasse
 - Genetik
 - Fütterung
 - ...
- Laktationsstadium und Stoffwechsellaage

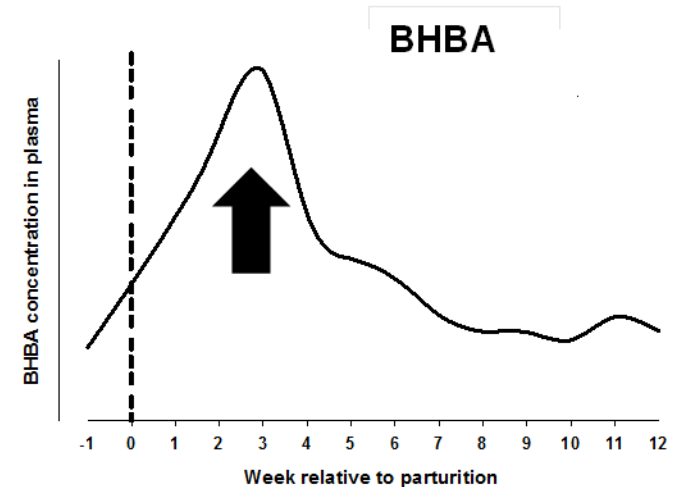
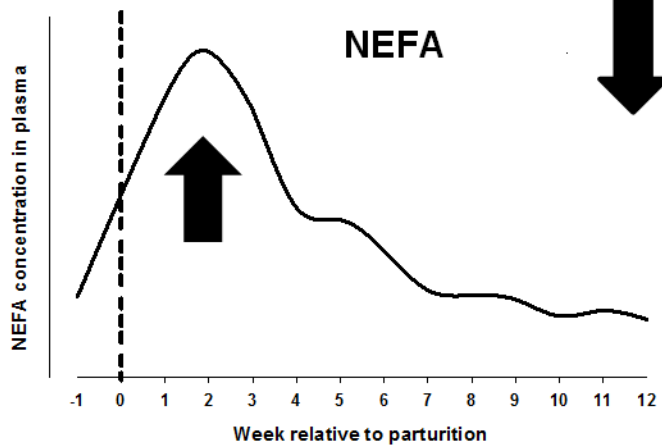
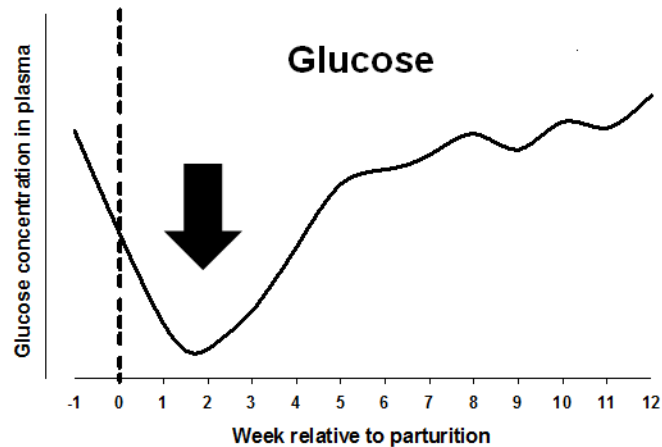
FSM als Stoffwechsel-Indikator



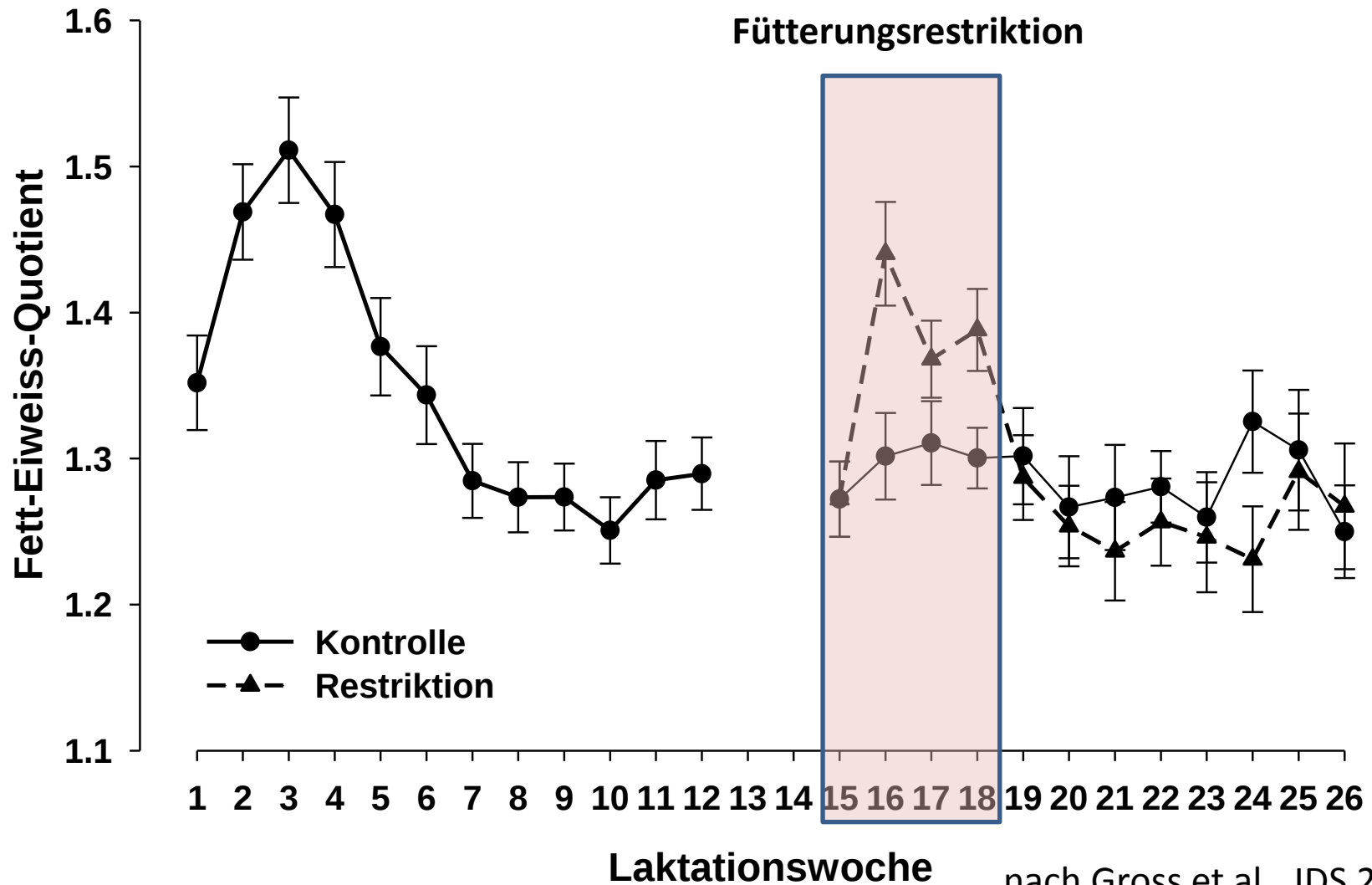
negative Energiebilanz



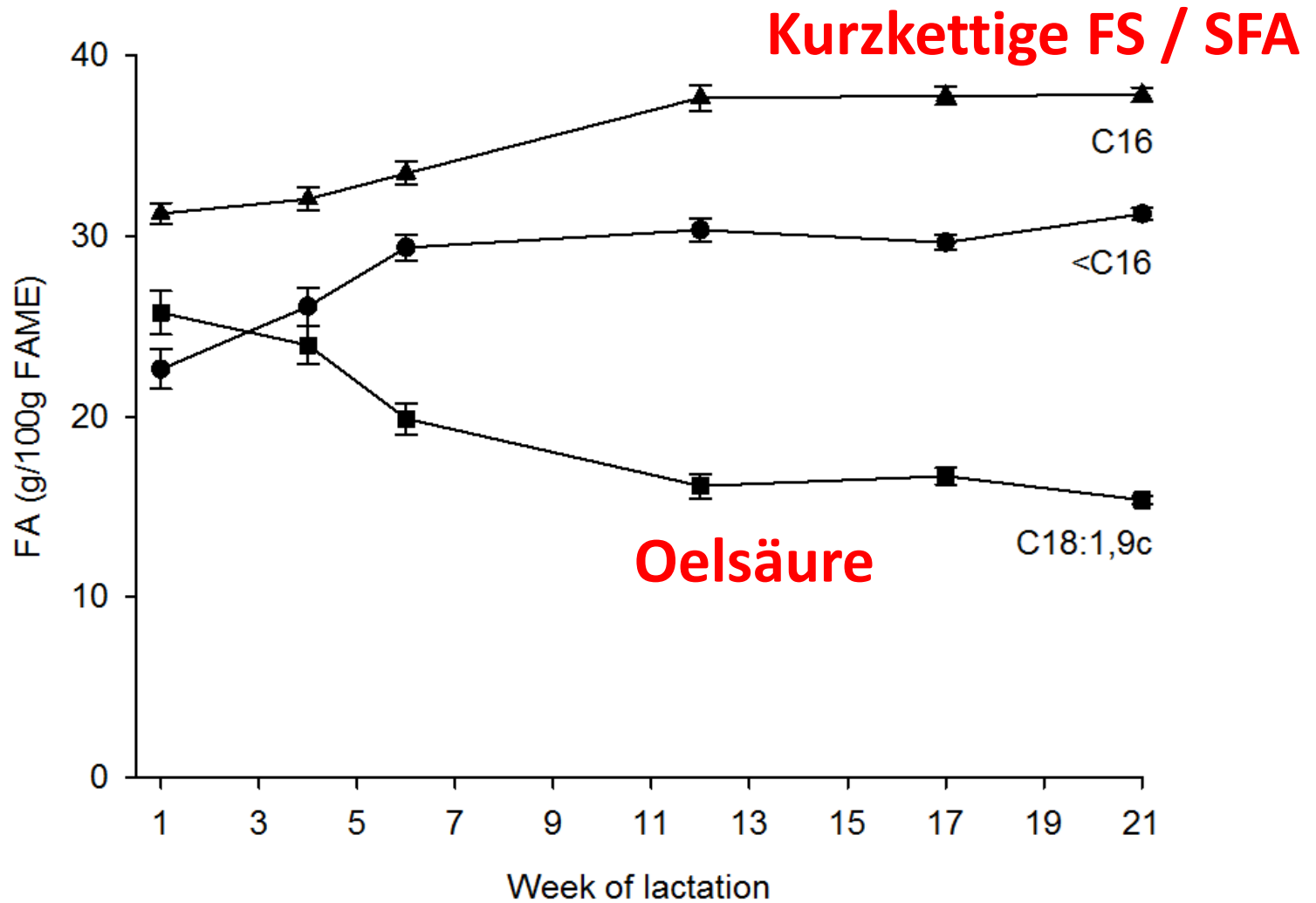
FSM als Stoffwechsel-Indikator



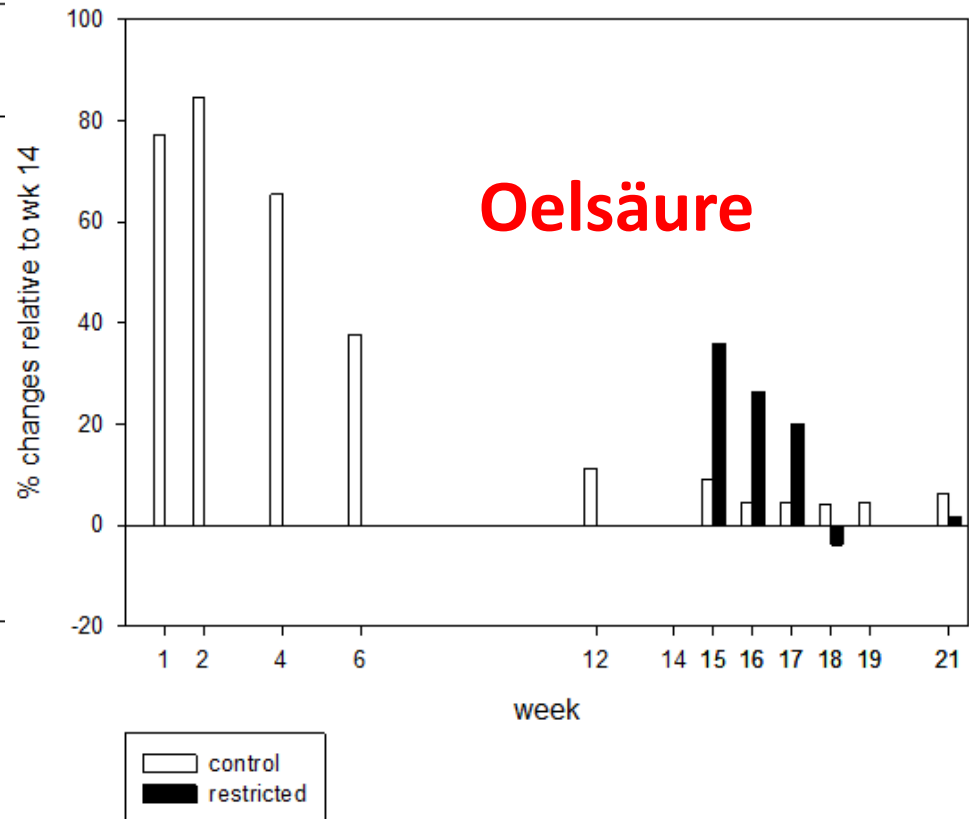
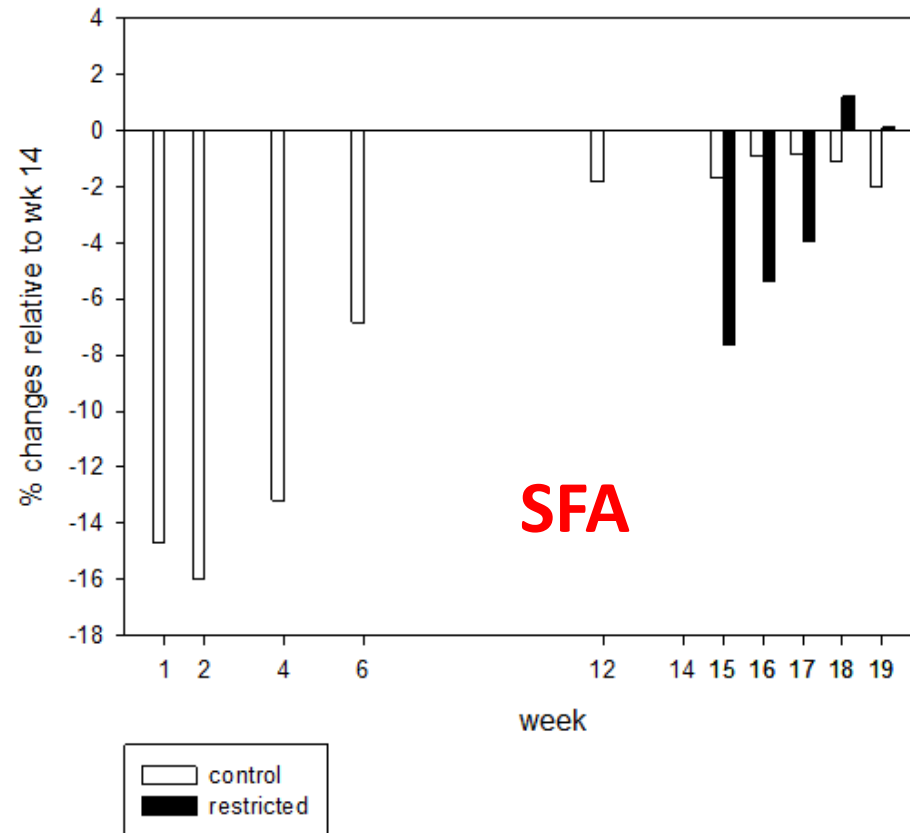
Fett-Eiweiss-Quotient als Indikator Energieversorgung von Milchkühen



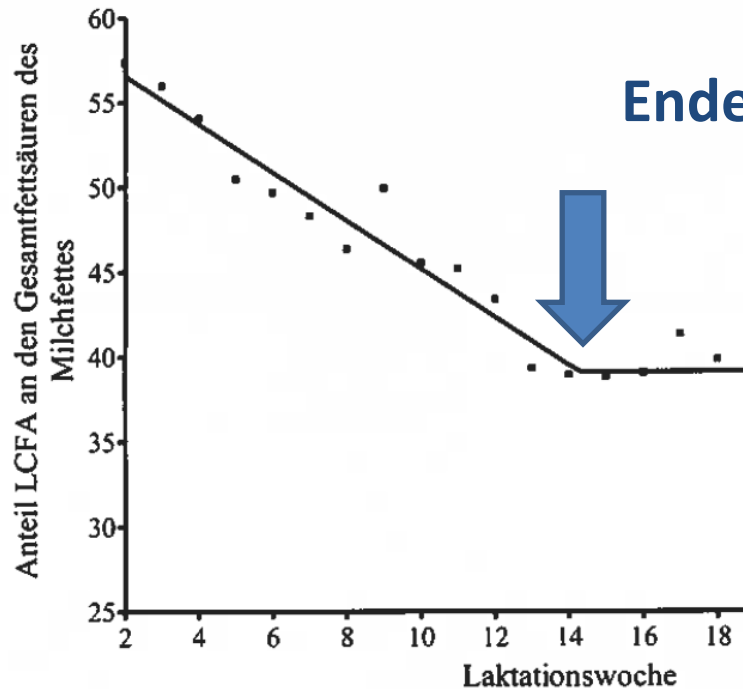
Milch-FSM im Laktationsverlauf



Veränderung des FSM bei Energiemangel



FSM als Stoffwechsel-Indikator



Ende Körperfettmobilisierung

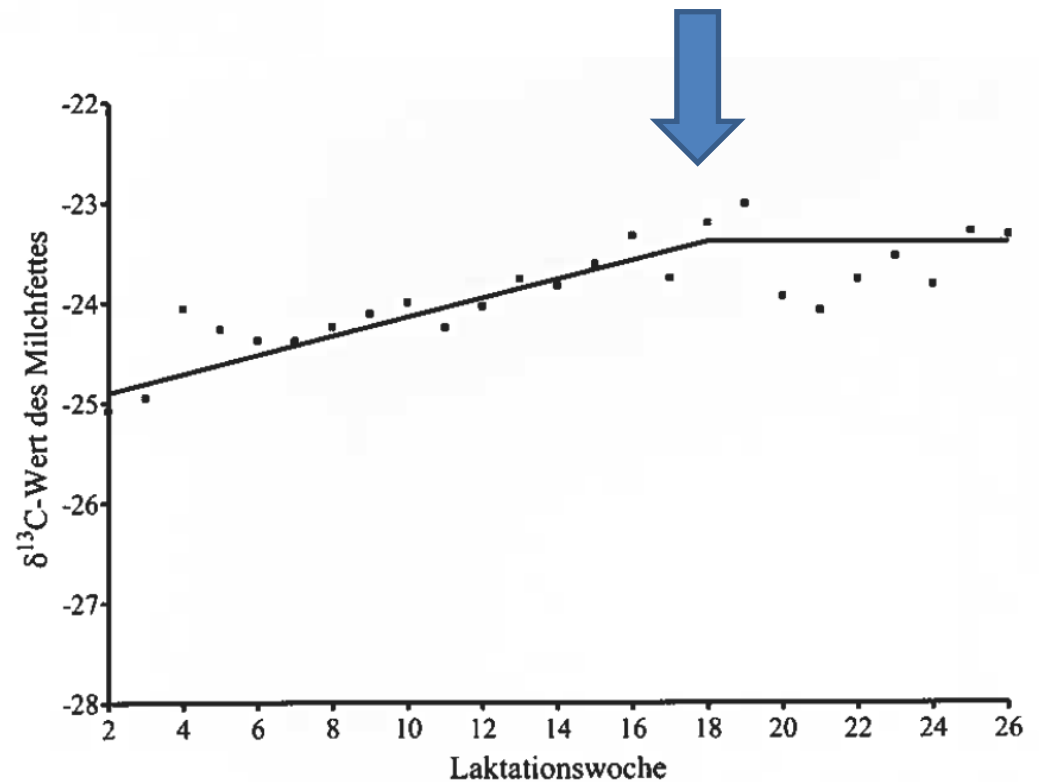


Abbildung 20: $\delta^{13}\text{C}$ -Werte des MilCHFettes im Laktationsverlauf (■) bei Kuh 4213 und die hieraus geschätzte Broken Line-Funktion für den Körperfettabbau (—)

Zusammenfassung

- Fettsäuremuster der Milch unterliegt Schwankungen (Fütterung, Tier, ...)
- FSM sehr bedeutend für Verarbeitung und Konsumenten
- Moderne Melktechnik & Management ermöglicht hohe Rohmilchqualität
- FSM als Stoffwechselindikator geeignet (aber: Einfluss Fütterung, ...!)
- Routineanalytik FS etabliert
- Massgeblicher Bestandteil bei IR-Spektren in Milch

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

