

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope
Institut für Lebensmittelwissenschaften ILM

κ-Casein-Varianten und Labfähigkeit der Milch – ein noch aktuelles Thema ?

Ernst Jakob
FML Wintertagung 6. Februar 2017
Zentrum Liebegg, Gränichen

kappa-Casein – FML Wintertagung, Liebegg, 6. Feb. 2017
ernst.jakob@agroscope.admin.ch

Warum machen unsere Kühe denn alles so falsch?

Moderne Kühe: Kergesund und dennoch schlachtreif

«Milchschlecker auf vier Beinen», die heute die 2000-Kilo-Limite überschreiten haben sollen – und dies ist einem Teil der Welt, wo die klassische Milchschlecker über den Schweizer Export gehen wird. Gelingen konnte die Produktionsrevolution über die Kreuzung einheimischer Kühen mit ausländischen Typen. Die schlechte Gerinnung könnte nun aber ein höheres Kreuzungsstadium in Frage stellen: «Kühe mit schönen Zeren hervorbringen, die schnell und gut mit Maschinen gemolken werden können und viel Milch abgeben.»

In der Zürcher Gemeinde Mühldorf-Wald müssen fast 30 gesunde Kühe schlachten, weil deren Milch sich kaum mehr zur Herstellung von Käse eignet. Schwere Kühe sind Kälber. In gewissen Regionen – etwa in Jura – gerinnt die Milch von kergesunden Kühen nur noch schlecht. Ergebnis: Den Käsern erwachsende erhebliche Verluste.

Der Suisse mögliche Erklärungen ist hier wie immer: Qualität des Viehstamm, moderne Fabrikationsmethoden, Esterinfektionen usw.

Eine Hypothese ist besonders beunruhigend: Die auf Hochleistung gezüchteten Kühe sind zu jung, um die 2000-Kilo-Limite zu erreichen. «Das Problem des frühen Milch - eben jener, die nicht gerinnt - ist seit 1923 bekannt.» Nur finden die Spezialisten damals die Ursache zu kennen, nämlich Esterinfektionen und Säureguss des Mineralstoffgleichgewichts. Beim Buholzen verfallen wird mit unermesslichen Eifer die Infektionskrankung. Die Kühe überleben aber führen die im Übermaß an unermesslich eingetragenen Gerinnungsproteinen praktisch nicht mehr durch. Heute man trägt man sich, ob dadurch jene genannten Verluste sich in aller Ruhe festlegen könnten, dass Milch davon Mangel aufweist.

Zurück erhalten Buren nach immer 92 Buren pro Liter Milch, indem diese bestimmten Vorschriften, wie etwa die Keimzahl, entspricht. Die Landwirte können es damit tun, wie viel Butter und Käse aus diesen Lieferungen gewonnen werden kann. Schlichte gerinnende Milch trägt vor allem das Permeabilität des Käses. Die Buren zu überlegen, dass in die für die Molkerei anzustehen Kühe schlechten sollen, kommt damit einem gewissen Kunststück gleich.

DIE WELTWOCHEN
Nr. 6, 7.2.1985

kappa-Casein – FML Wintertagung, Liebegg, 6. Feb. 2017
ernst.jakob@agroscope.admin.ch

Inhalt

- Die Labgerinnung der Milch
- Messung und Charakterisierung der Labfähigkeit der Milch
- Bedeutung der Labfähigkeit für die Käseherstellung
- Die Labfähigkeit der Milch beeinflussende Faktoren
- Einfluss der κ-Cn-Varianten unter besonderer Berücksichtigung der Variante E
- Allelfrequenzen bei verschiedenen Milchviehrassen
- Situation bei den Zuchtstieren (Swissgenetics) in der Schweiz
- Schlussfolgerungen

kappa-Casein – FML Wintertagung, Liebegg, 6. Feb. 2017
ernst.jakob@agroscope.admin.ch

Mechanismus der Labgerinnung

1. Spaltung des κ-Caseins

2. Aggregation der Caseinmicellen

kappa-Casein – FML Wintertagung, Liebegg, 6. Feb. 2017
ernst.jakob@agroscope.admin.ch

➤ Mechanismus der Labgerinnung

3. Gelbildung – Vernetzung mit Calciumionen

Agroscope

kappa-Casein – FML Wintertagung, Liebegg, 6. Feb. 2017
ernst.jakob@agroscope.admin.ch

5

➤ Messung der Labgerinnungseigenschaften Formagraph (Foss)

Agroscope

kappa-Casein – FML Wintertagung, Liebegg, 6. Feb. 2017
ernst.jakob@agroscope.admin.ch

6

➤ Messung der Labgerinnungseigenschaften

normal labträge labunfähig

min

I II III IV V VI VII VIII

0 5 10 15 20 25 30 35 40 45

0 10 20 30 40 50 mm

$R = 10.8 \text{ min}$

$A_R = 33 \text{ mm}$

R = Labgerinnungszeit (R) [min]
A_R = Gallerfestigkeit zum Zeitpunkt 2 x R [mm]

Agroscope

kappa-Casein – FML Wintertagung, Liebegg, 6. Feb. 2017
ernst.jakob@agroscope.admin.ch

7

➤ Messung der Labgerinnungseigenschaften Optigraph

Agroscope

- Entwickelt von INRA – zusammen mit Industriepartner
- Messprinzip: NIR (optisch)
- Keine beweglichen Teile
- Temperaturbereich 25 bis 45°C
- Proben: 10 (15 mL)
- Beim LAAF in Grangeneuve, Posieux FR vorhanden

kappa-Casein – FML Wintertagung, Liebegg, 6. Feb. 2017
ernst.jakob@agroscope.admin.ch

8

⚔ Auswirkungen schlechter Milchgerinnung

- Höherer Labbedarf
- Geringere Käseausbeute (Wassergehalt korrigiert)
 - Höherer Fettgehalt der Milch
 - Ev. mehr Käsestaub
- Tendenziell höhere Wassergehalte und entsprechend beeinträchtigte Ausreifbarkeit
- Schlechtere Teigqualität?



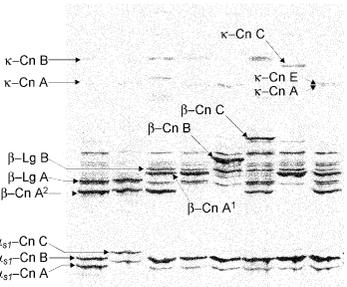
kappa-Casein – FML Wintertagung, Liebegg, 6. Feb. 2017
ernst.jakob@agroscope.admin.ch

⚔ Labfähigkeit der Kuhmilch Einflussfaktoren

Einflussfaktor	Gerinnungszeit	Gallertfestigkeit
pH-Wert (Mastitis, Laktationsstadium, Kühlungslagerung)	+++	+
Caseingehalt (Tier/Rasse, Laktationsstadium)	-	+++
kappa-Caseingehalt des Caseins (Genotyp k-Casein)	++	+++
Genetische Varianten des kappa-Caseins (Tier, Herde, Rasse)	++	+++
Genetische Varianten des beta-Caseins (Tier, Herde, Rasse)	++	+

kappa-Casein – FML Wintertagung, Liebegg, 6. Feb. 2017
ernst.jakob@agroscope.admin.ch

⚔ Genetische Varianten der Milchproteine



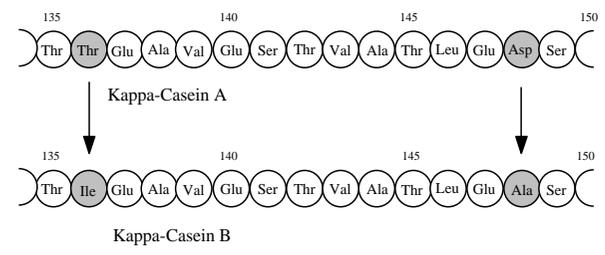
Kappa-Caseinvarianten

Milchprobe Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
α_{s1} -Casein	AB	CC	BB	BB	BB	BB	BB	BB
β -Casein	A2A2	A2A2	A1A2	A1A1	BB	A2C	A1A1	A1A2
κ -Casein	AB	AA	BB	AB	AA	BB	CC	AE
β -Lactoglobulin	AA	AA	BB	AB	BB	AB	BB	AB

Elektropherogramme (IEF) individueller Milchproben zur Identifizierung der genetischen Varianten der Milchproteine.
E. Jakob, Diss. ETH Zürich (1993)

kappa-Casein – FML Wintertagung, Liebegg, 6. Feb. 2017
ernst.jakob@agroscope.admin.ch

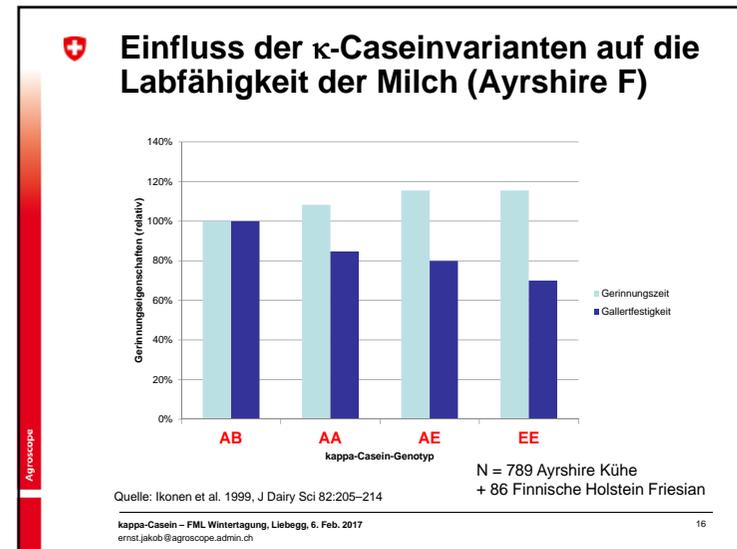
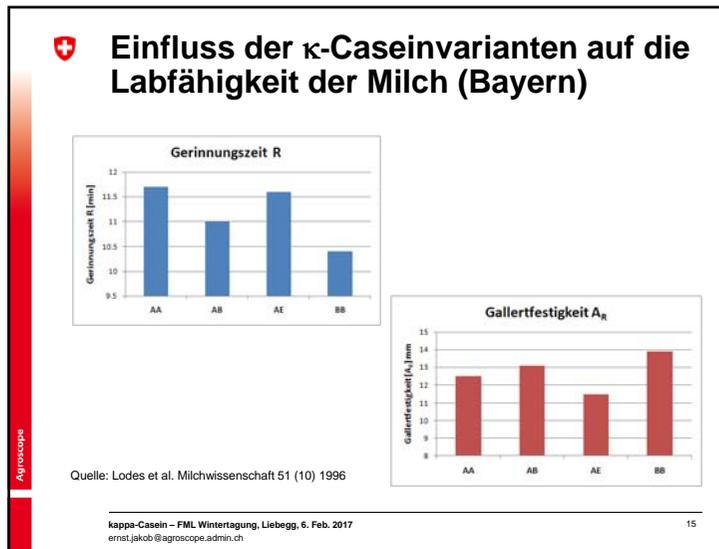
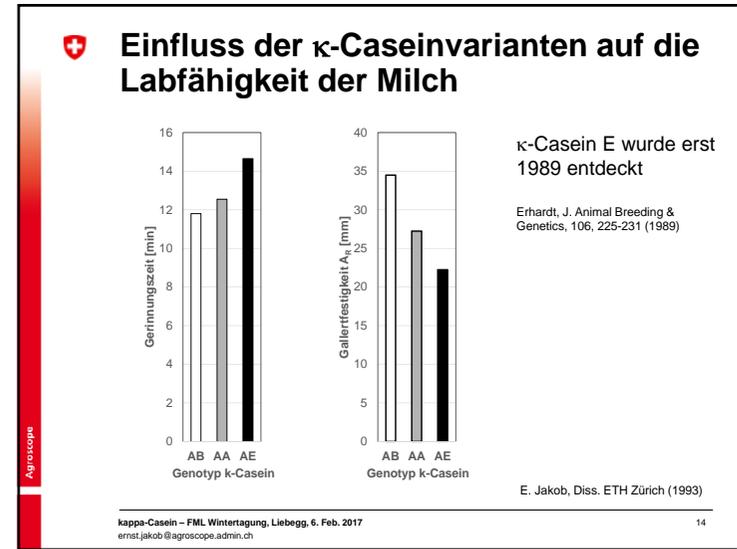
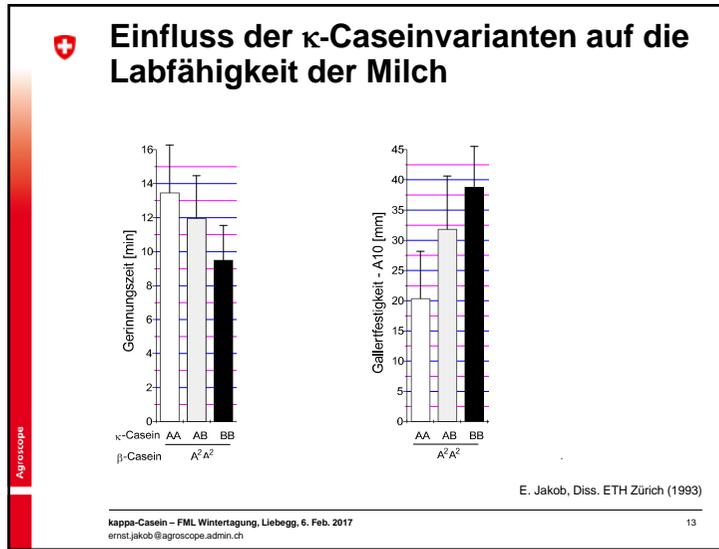
⚔ Strukturunterschiede zwischen κ -Casein A und B

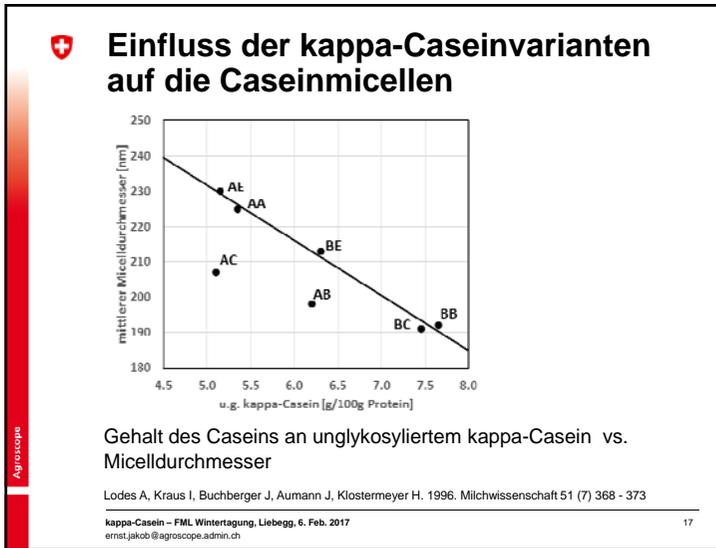


Kappa-Casein A

Kappa-Casein B

kappa-Casein – FML Wintertagung, Liebegg, 6. Feb. 2017
ernst.jakob@agroscope.admin.ch





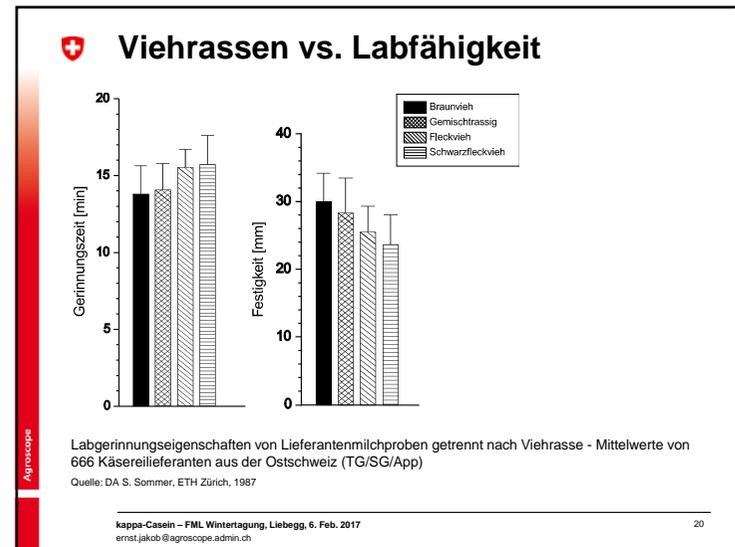
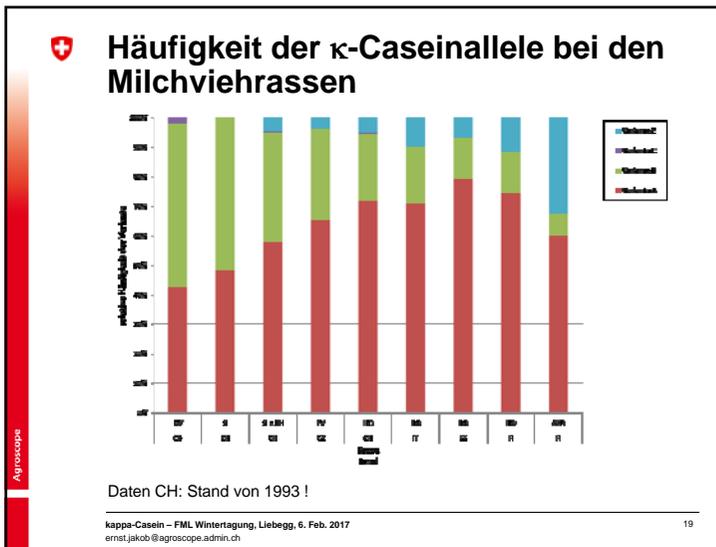
Dänische Studie Holstein-Friesian (2012)

(Auswahl nach Screening von 456 Einzelgemelksproben)

Milchtyp	gut gerinnend	labträge	nicht gerinnend
N	26	18	6
Gerinnungszeit min	13.24±0.42	25.53±0.51	>60
Verfestigungsrate Pa/min	18.82±0.45	3.15±0.54	0
pH	6.69	6.68	6.68 n.s.
Caseingehalt g/100g	2.77	2.57	2.55***
Citrat g/kg	1.62	1.75	1.73 n.s.
Ca löslich mg/kg	414	383	704 n.s.
P löslich mg/kg	441	433	484 n.s.
beta-Casein			
A1 %	33	11	17
A2 %	37	78	1
B %	14	0	0
I %	17	11	0
F %	0	0	8
kappa-Casein			
A %	44	86	83
B %	52	11	0
E %	4(2 v. 26)	3(1 v. 18)	17(2 v. 6)
Casein % rel	83.23	81.11	81.37
k-Cn % rel	10.85	8.19	8.6***
k-Cn Gly % rel	28.5	26.8	26.1

Jensen et al. 2012. J. of Dairy Science 95, 6905-6917

kappa-Casein – FML Wintertagung, Liebegg, 6. Feb. 2017
ernst.jakob@agroscope.admin.ch



Swissgenetics | Suchbegriff eingeben...
 Hier suchen...

Swissgenetics | Genetik | Dienstleistungen | Onlineservice | Shop | Login

Stammengruppe: Holstein

SUPERHIRE-ET | Namen | Preis

US 699813 493 Seagull-Bay SUPERHIRE-ET sAka 132 | CHF 65.000

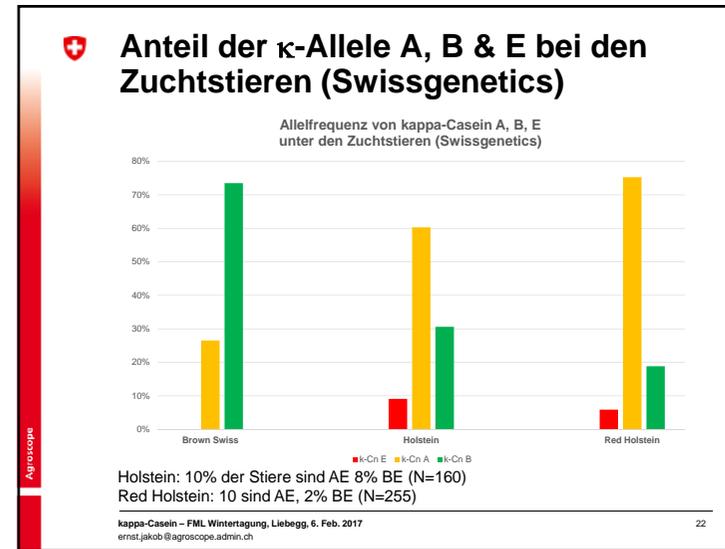
Abstammung
 Raylane Soora ROBUST x ValerView-KJ SOCRATES
 Ammon-Pashley SHARNA x Emeralds Tahoe PLANET

Produktion
 QI HO 12 16 Avg Tochter: 5317 | Kappa Casein: AE
 Beta Casein: AA1A2

Sicherheit | Milch kg | Fett | Eiweiss | kg | %
 87 | +2443 | +97 | +76 | +0.00 | -0.03

Warenkorb

kappa-Casein – FML Wintertagung, Liebegg, 6. Feb. 2017
 ernst.jakob@agroscope.admin.ch



κ -Caseingenotyp häufig eingesetzter Stiere (Swissgenetics)

Brown Swiss			Red Holstein			Holstein		
VIGOR-ET	11378	BB	PICKEL	43400	AA	MOGUL-ET	13630	AE
PROHUVO	8263	AB	SAVARD-ET	24636	AA	CHELIOS-ET	9955	AB
JONGLEUR-ET	6756	AA	RUSTLER-ET	17869	AA	OBSERVER-ET	9878	AB
CAFINO	3889	AA	DELAGO	5469	AA	MCCUTCHEN-ET	9344	AE
PRESENT	3300	AB	DEVIS	3763	AB	NUMERO UNO-ET	9326	AE
FANTASTIC	3298	AB	RED-FLYER	3678	AA	SUPERSIRE-ET	9317	AE
ASTRO	1532	BB	RED-BOY	2210	AA	BOOKEM-ET	8765	AB
IPPO	1255	AB	ARTIE-ET	2074	AA	MERIDIAN-ET	5115	AB
ETAL	1162	AB	ROYALIST	1268	AA	FACEBOOK-ET	4943	BB
BIG-BOY-ET	1154	BB	ALLEGRO	1249	AA	GRAFEETH-ET	4220	BB

kappa-Casein – FML Wintertagung, Liebegg, 6. Feb. 2017
 ernst.jakob@agroscope.admin.ch

- ### Schlussfolgerungen
- Labfähigkeit der Milch beeinflusst die Käseausbeute und - je nach Käsesorte - vermutlich auch die Käsequalität
 - Grosse Bedeutung von Caseingehalt der Milch und der κ -Casein-varianten
 - Der Einfluss der κ -Caseinvarianten auf die Labgerinnung beruht vor allem auf der unterschiedlichen Produktion von κ -Cn (hoch bei B, tief bei A und E)
 - Skandinavische Untersuchungen deuten auf Zusammenhang zwischen Labunfähigkeit der Milch und κ -Casein E hin (10% labunfähige Milch bei Finnish Ayrshire, Studie von 1990)
 - Aktuelle Situation bezüglich Labfähigkeit der Milch und Anteil der verschiedenen κ -Caseinvarianten in der Schweiz ist unklar (letzte Daten von 1993)
- kappa-Casein – FML Wintertagung, Liebegg, 6. Feb. 2017
 ernst.jakob@agroscope.admin.ch



Schlussfolgerungen

- Anteil der Träger von κ -Casein E unter den Zuchtstieren der Rassen Holstein und Red Holstein lässt vermuten, dass κ -Casein E heute deutlich häufiger ist als 1993.
- Bei starker Häufung κ -Casein A und E bei einem grösseren Milchproduzenten sind Probleme in der Käsefabrikation nicht auszuschliessen (v.a. in Kombination mit tiefem Proteingehalt)
 - Die Problematik sollte im Auge behalten werden!

kappa-Casein – FML Wintertagung, Liebegg, 6. Feb. 2017
ernst.jakob@agroscope.admin.ch

25