

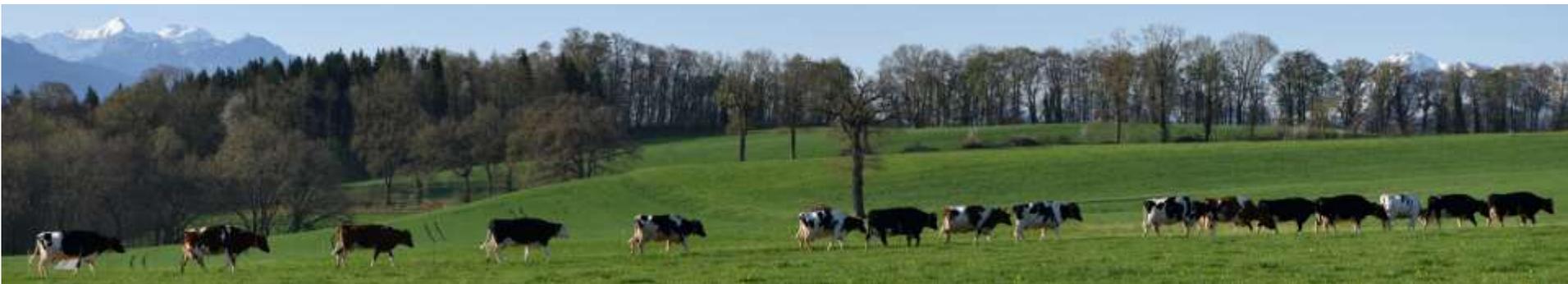
Maschinenmelken: Passt unsere Technik (noch) zu unseren Kühen?



Rupert M. Bruckmaier

Abt. Veterinär-Physiologie, Vetsuisse Fakultät

Universität Bern, Schweiz



Themen

- Geschichte des Melkens und Entwicklung des Maschinenmelkens
- Veränderungen der Melkbarkeit der Kühe
- Vakuumabfall durch Milchfluss und Vakuum beim Blindmelken
- Lösungen

Entwicklung des Melkens



vor 5000 Jahren, Al-Ubaid, Irak



vor 4000 Jahren, Ägypten



vor 400 Jahren, Frankreich



vor 200 Jahren, Deutschland



1949



1960

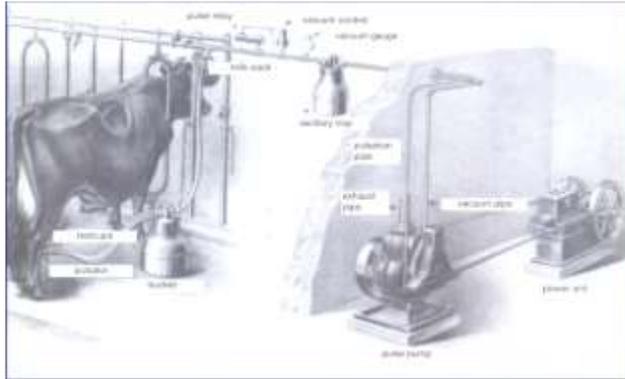


1998, Wallis (Eringerkuh)

Geschichte des Melkens:

- Handmelken bis in jüngste Zeit.
- Entwicklung des maschinellen Milchentzugs seit ca. 1900, verbreitet in der Praxis seit den 1960er Jahren.

Entwicklung des maschinellen Melkens



1917: Melken mit Vakuum und Pulsation
(Prinzip des Maschinenmelkens bis heute)



ab 1930, v.a. Grossbetriebe



1960



1970

Entwicklung in der Schweiz:

- Maschinelles Melken seit den 1960er Jahren
- Bis 1970 vorwiegend Eimeranlagen
- 1970-1990 Rohrmelkanlagen, 40 mm Milchleitung
- Ab 1990 Milchleitungen 50 mm oder 3 Zoll (76 mm)
- Ab 2000 viele Laufställe (höhere Bundesbeiträge)
- Ab 2000 erste AMS
- 2020 Neuinstallationen 80 % AMS
- 40 mm Anlagen weitgehend ersetzt

(Informationen: Andreas Niederhäuser)



seit ca. 2000

Veränderungen der Melkbarkeit der Kühe mit steigenden Milchleistungen seit den Anfängen der Melkbarkeitsprüfung in den 1960er Jahren?



Haben Blindmelkzeiten einzelner Viertel zugenommen?



Melkbarkeitsprüfungen beim Schweizerischen Fleckviehzuchtverband

1963-1965

DMG 1.7 kg/min (*bei Handmelkern 1.3 kg/min*)

max. Minutengemelk ca. 2 kg/min

Rel. gleichmässiger Milchfluss während der ganzen Melkung

Milchfluss hinten höher als vorne; Voreuterindex 42 %



1993/1994

DMG 2.7 kg/min

max. Minutengemelk nicht mehr systematisch erfasst

Eigene Versuche: Höchster Milchfluss (HMF) z.T. doppelt

so hoch wie das DMG.

Voreuterindex 44 %

Wenig verbesserter Voreuterindex führt zu längeren Blindmelkzeiten einzelner Viertel (meist Vorderviertel).

R. Bruckmaier, Schweizer Fleckvieh 5/1995



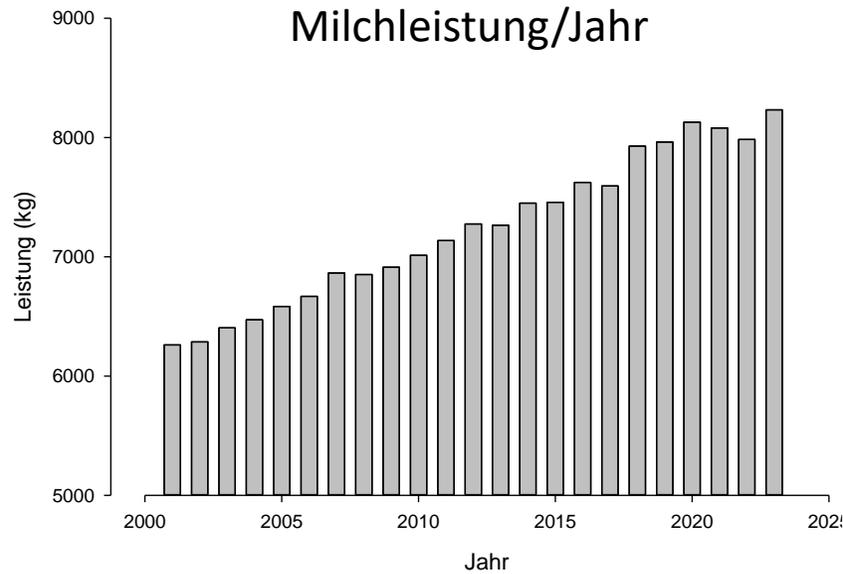
Melkbarkeit Fleckvieh von 2001 bis 2023

(erfasst mit Lactocorder, LKV Bayern, jeder Mittelwert aus 4-6 Mio Messungen)

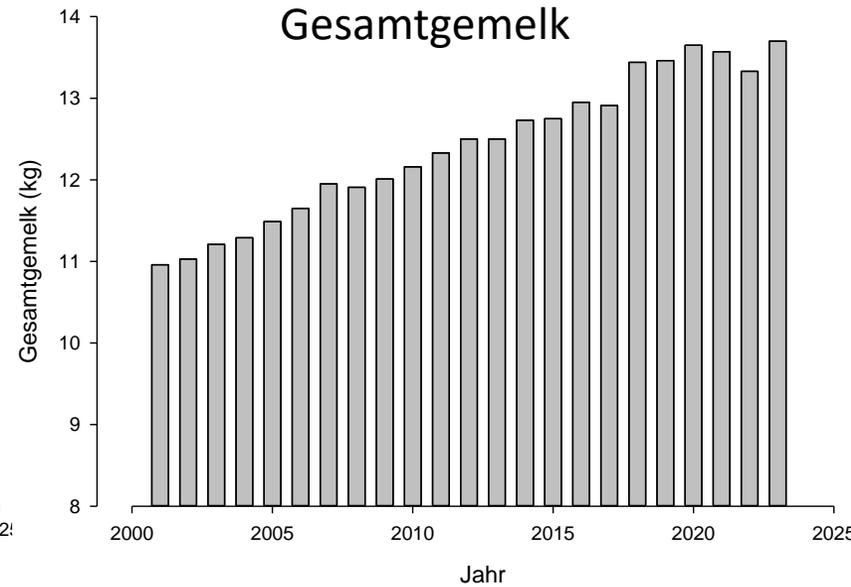
Daten zur Verfügung gestellt von Dr. Florian Grandl



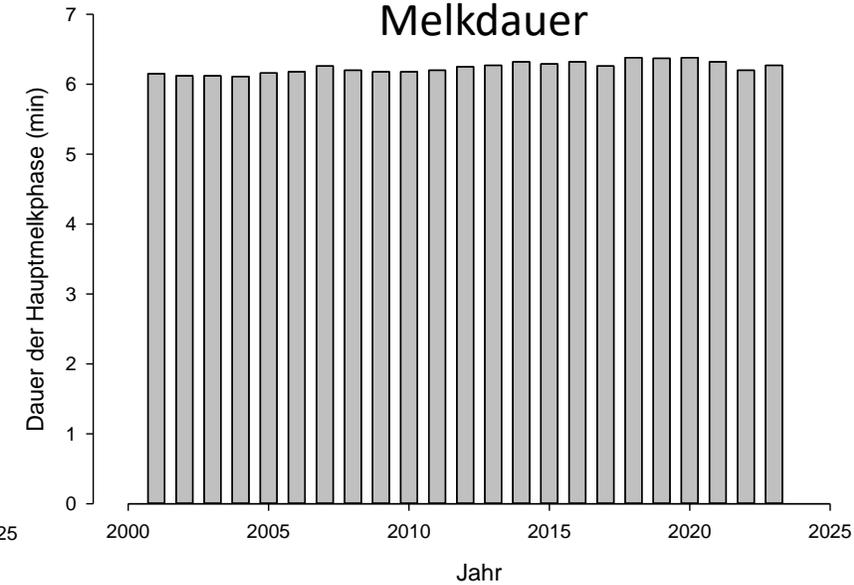
Milchleistung/Jahr



Gesamtgemelk

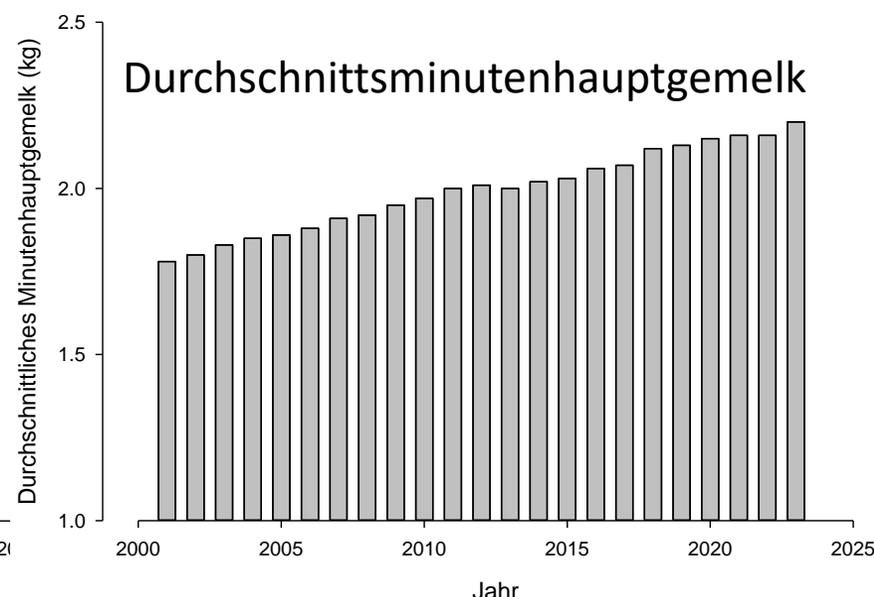
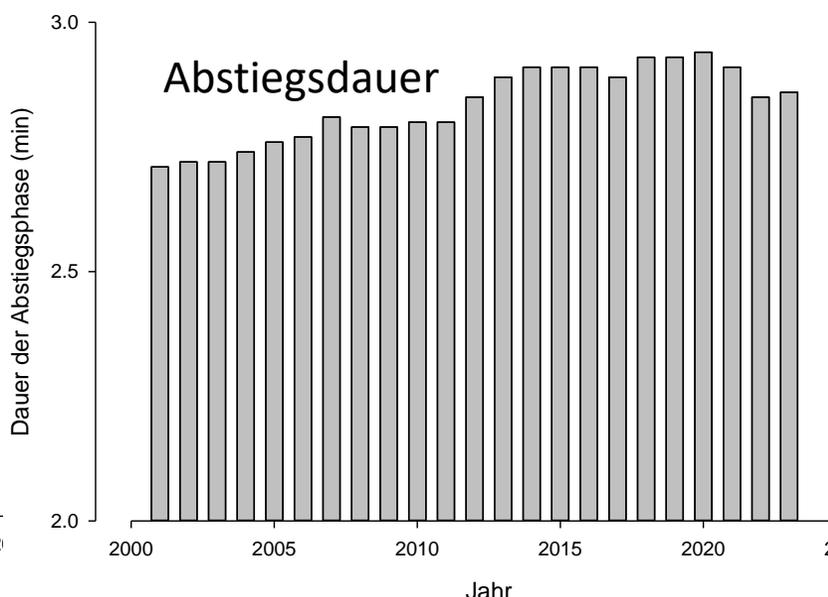
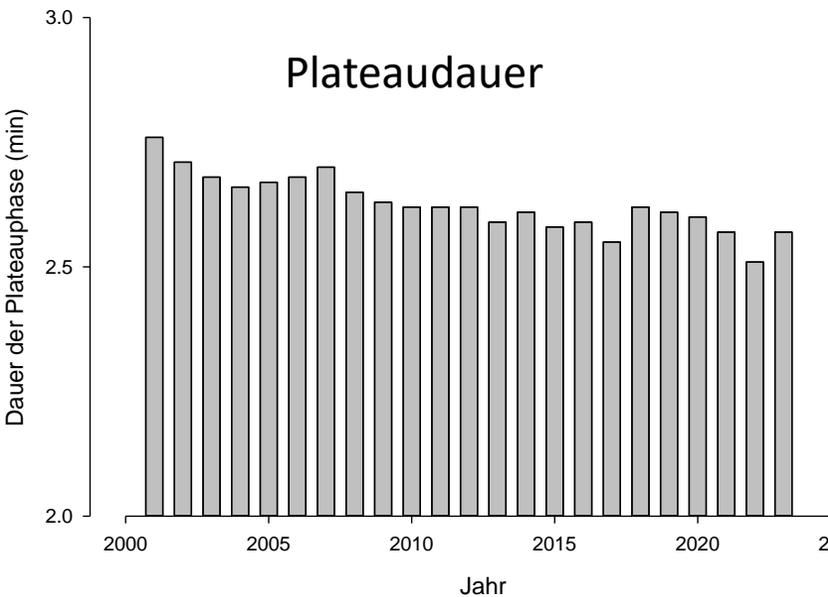
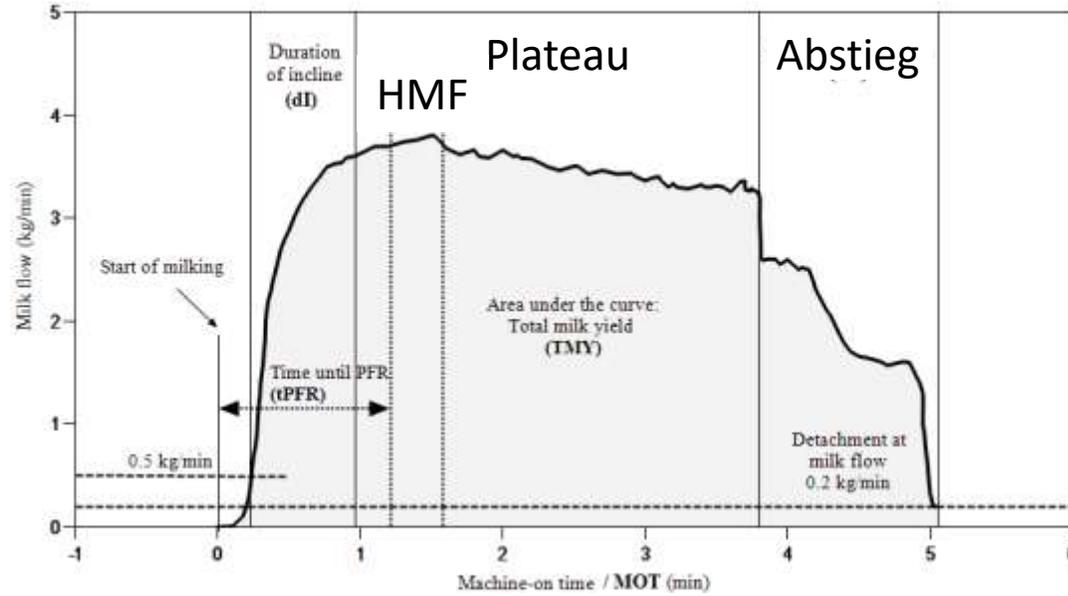
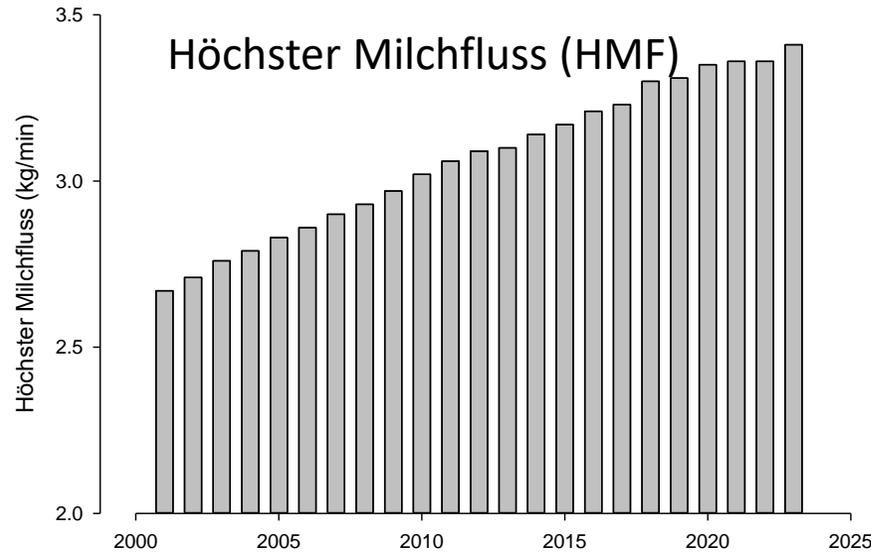


Melkdauer



Melkbarkeit Fleckvieh von 2001 bis 2023

(LKV Bayern)



Neue Versuche mit präziser Erfassung des Melkendes einzelner Viertel:

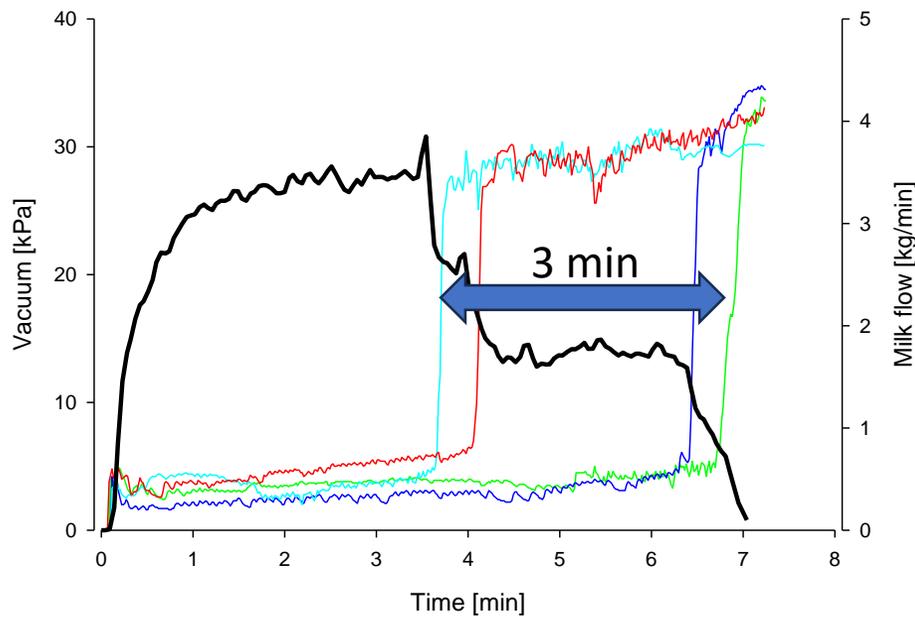
Aufzeichnung des Sitzengummi-Kopfvakuums aller Viertel.
 Kopfvakuum steigt steil an, wenn der Milchfluss endet.

Zeit vom Milchflussende erstes bis letztes Viertel (\cong Abstiegsphase der Milchflusskurve):

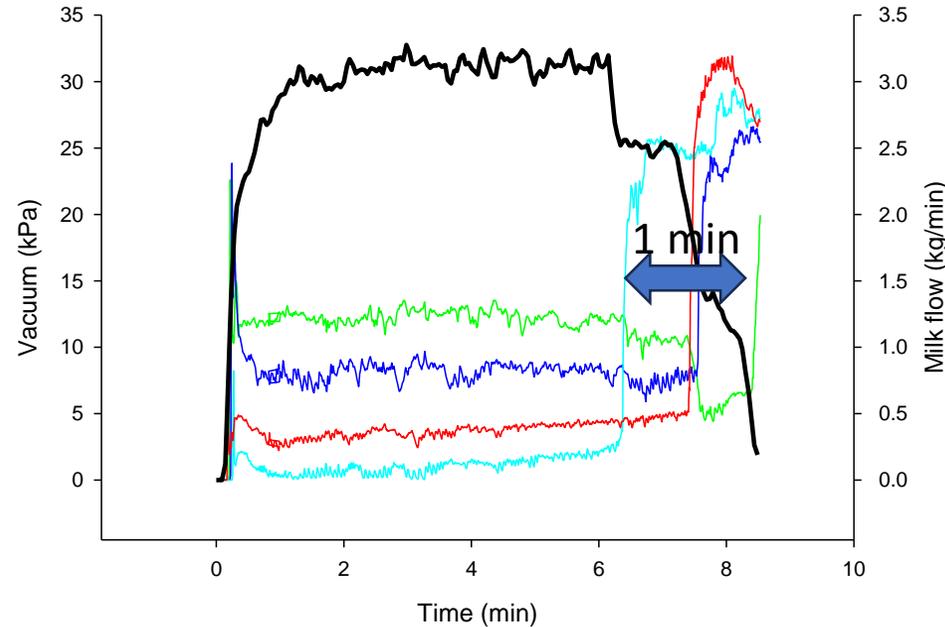
1.5 ± 0.1 min (Schlapbach et al., JDS 2024)

2.5 ± 0.3 min (Fürst et al., unpublished)

\Rightarrow **Blindmelken!**



- MPCV rear right
- MPCV rear left
- MPCV front left
- MPCV front right
- Milk flow



- MPCV rear right
- MPCV rear left
- MPCV front left
- MPCV front right
- Milk flow



Milchfluss bedingt einen Abfall des Vakuums an der Zitze

Faktoren, die Vakuumabfall bestimmen:

- Höhe des Milchflusses
- Vertikaler Transport der Milch
- Durchmesser von Milchsschläuchen und Milchleitung
- Lufteinlass am Sammelstück
- Engstellen im Milchleitungs-System

Frage:

Wieviele Rohrmelkanlagen mit hochverlegter Milchleitung und kleinem Leitungsdurchmesser (40 mm) sind noch in Betrieb? Wieviele davon melken Kühe mit hohen Milchflüssen?

Der ideale Vakuumbereich an der Zitze?

ISO note: “Both research and field experience indicate that a mean liner vacuum within the range **32 kPa to 42 kPa** during the peak flow period of milking for cows ensures that most cows will be milked quickly, gently and completely.”

Note from ISO 5707 (2007):
Vacuum in the Milking Unit

Die ISO Note beinhaltet nur die Phase während des höchsten Milchflusses!

Einstellung des Melkvakuums

- **Traditionell:**

- Dieselbe Vakuumeinstellung während der ganzen Melkung,
- Melkzeugabnahme nach Versiegen des Milchflusses (Milchfluss ≤ 0.2 kg/min), oft mit Nachmelken

- **Problem: Dynamische Vakuumänderungen**

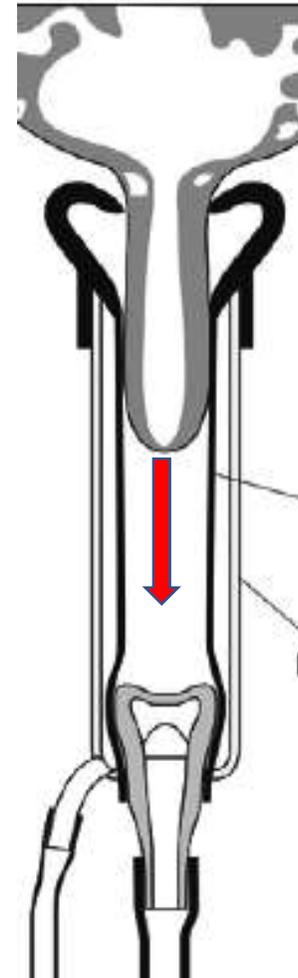
- kein oder wenig Milchfluss \Rightarrow kein Vakuumverlust, Vakuum eher hoch
- hoher Milchfluss: \Rightarrow Vakuumverlust

\Rightarrow Systemvakuum muss so hoch eingestellt werden, dass es während des höchsten Milchflusses noch ausreichend hoch ist für

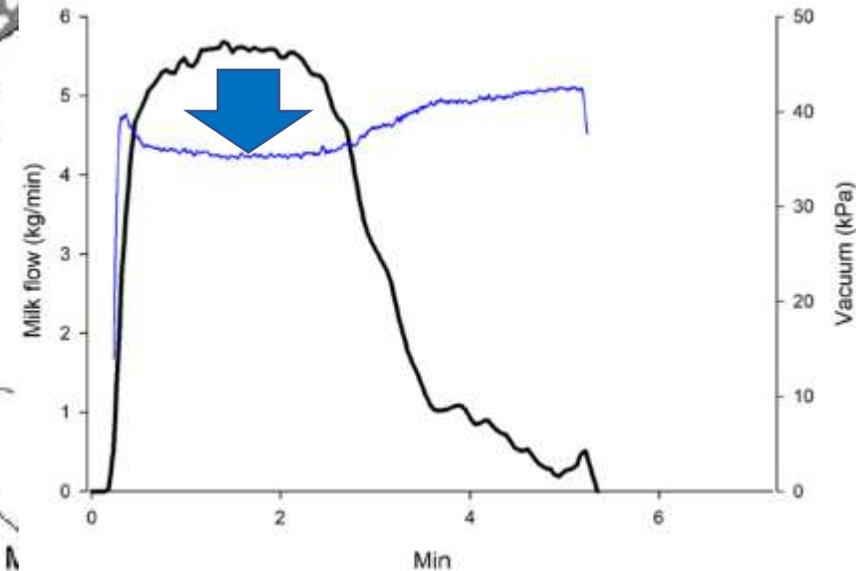
- **Milchentzug** (offener Zitzengummi) und
- **Druck auf Strichkanal und Zitzenmassage** (geschlossener Zitzengummi).

\Rightarrow **Richtige Einstellung des Systemvakuums ist insbesondere bei starkem Vakuumabfall durch Milchfluss (z.B. hochverlegte Milchleitung; kleiner Leitungsquerschnitt; sehr hoher Milchfluss) ein Kompromiss zwischen zu hoch und zu niedrig.**

Milchfluss und Vakuum im kurzen Milchschauch und im Zitzengummikopf



Mit Vorstimulation



— Vakuum kurzer Milchschauch

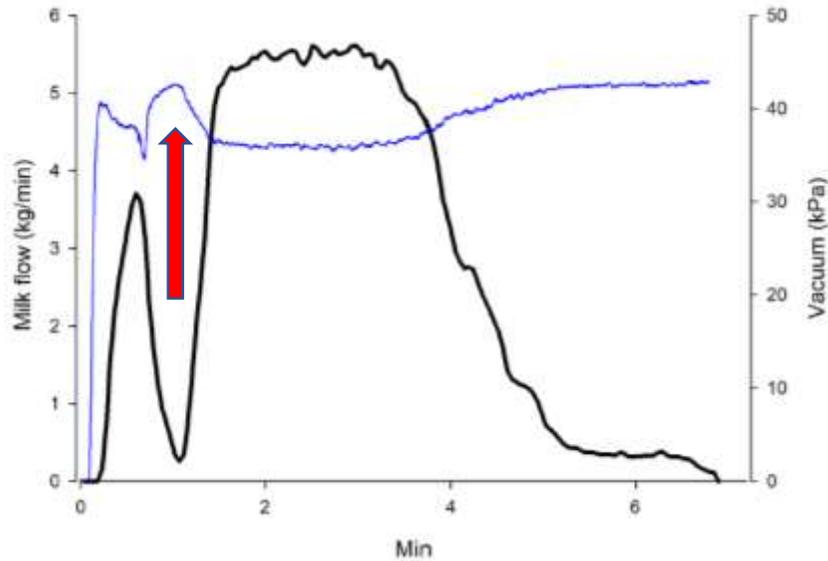
Milchfluss-bedingter Vakuumabfall muss berücksichtigt werden bei der Vakuumseinstellung.

Aber: **Ohne Milchfluss** → volles Systemvakuum

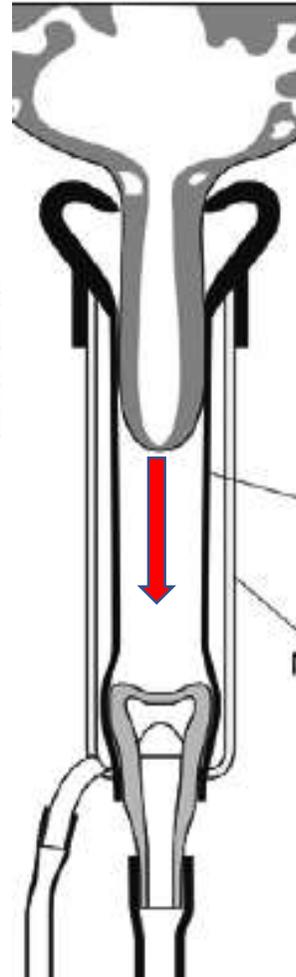
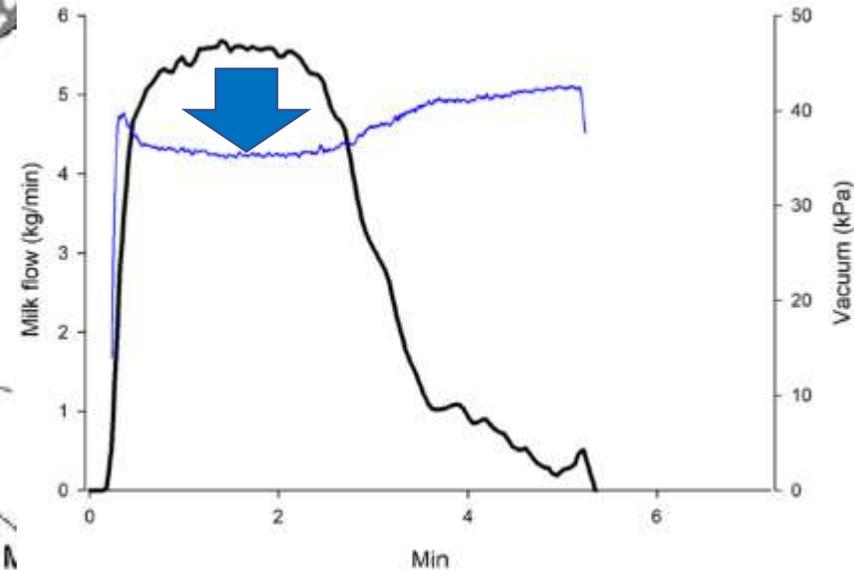
⇒ Bei hohem Systemvakuum (> 50 kPa) ggf. zu hohes Vakuum an der Zitzenspitze.

Milchfluss und Vakuum im kurzen Milchschauch und im Zitzengummikopf

Ohne Vorstimulation



Mit Vorstimulation



— Vakuum kurzer Milchschauch

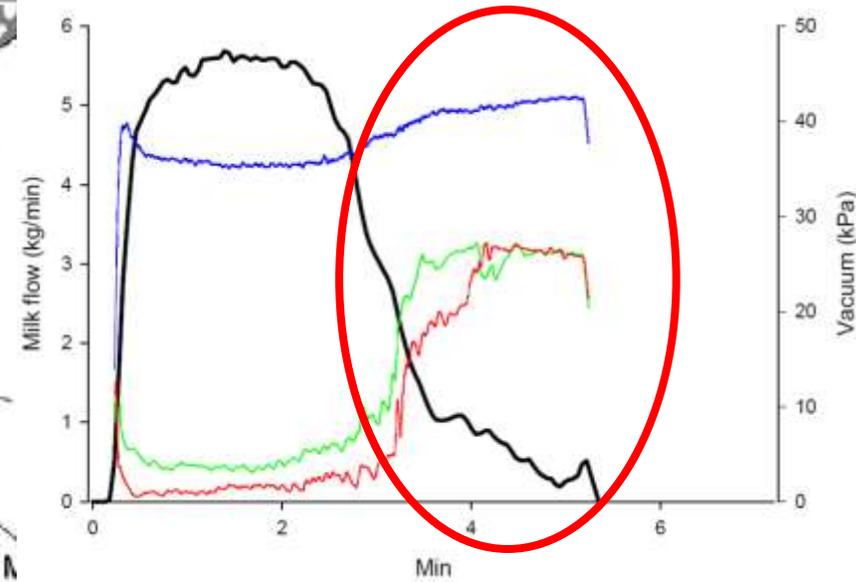
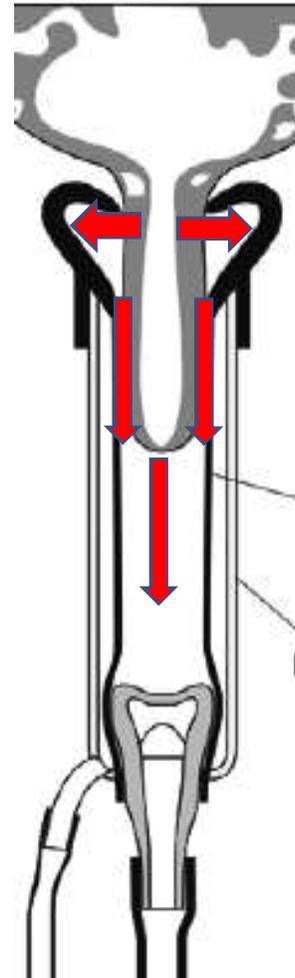
Bimodaler Milchfluss:
 Kein Milchfluss-bedingter Vakuumabfall
 während der Unterbrechung des
 Milchflusses.

Milchfluss-bedingter Vakuumabfall muss berücksichtigt
 werden bei der Vakuumseinstellung.

Aber: **Ohne Milchfluss** → volles Systemvakuum
 ⇒ Bei hohem Systemvakuum (> 50 kPa) ggf. zu hohes
 Vakuum an der Zitzenspitze.

Milchfluss und Vakuum an der Zitzenspitze und im Zitzengummikopf

Mit Vorstimulation

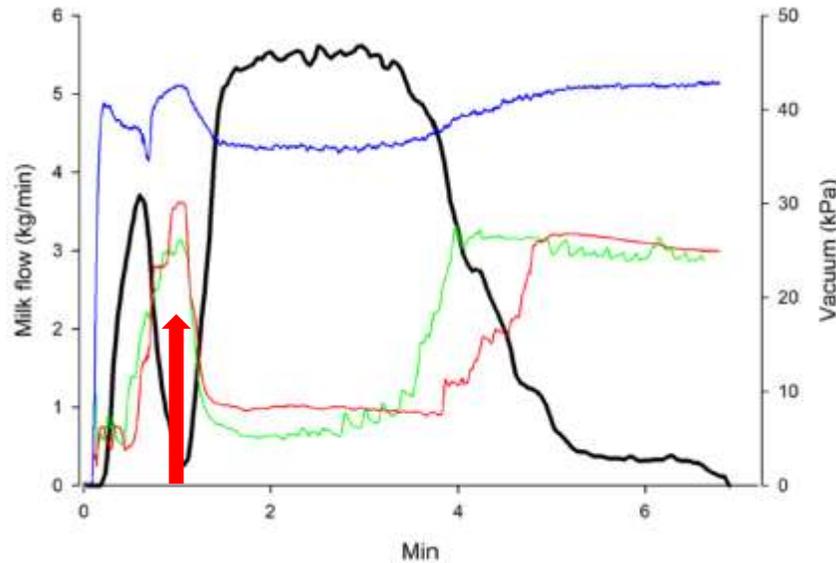


- Vakuüm kurzer Milchschauch
- Vakuüm Zitzengummikopf (2 Viertel)

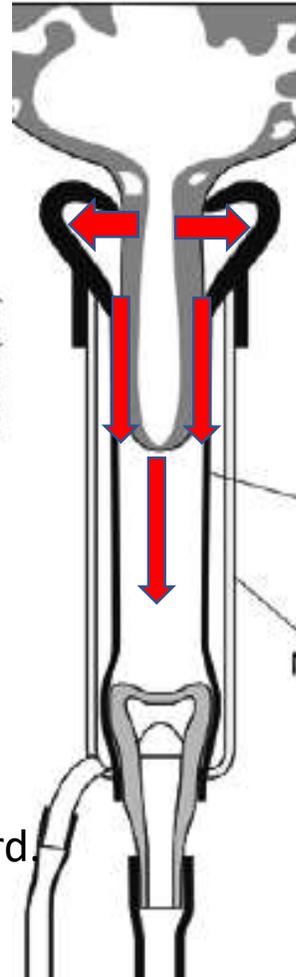
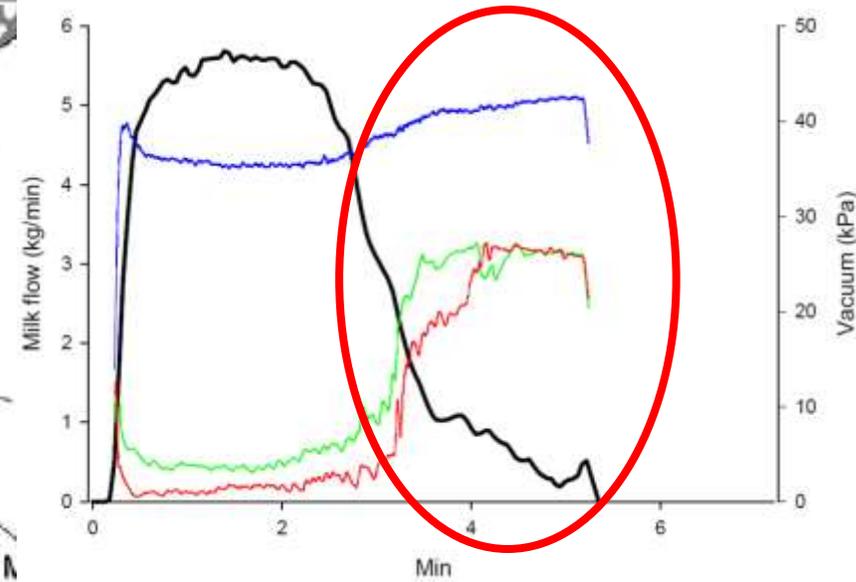
Kopfvakuüm: in jedem Viertel steigt individuell das Kopfvakuüm an, wenn der Milchfluss endet.

Milchfluss und Vakuum an der Zitzenspitze und im Zitzengummikopf

Ohne Vorstimulation



Mit Vorstimulation



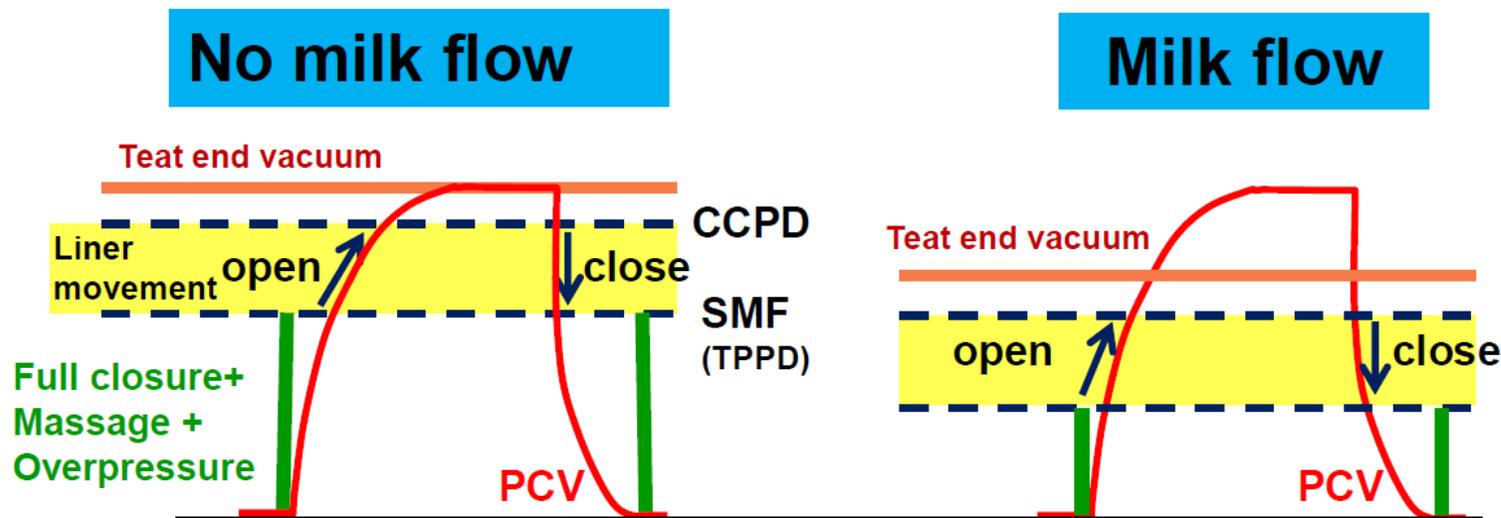
- Vakuum kurzer Milchschauch
- Vakuum Zitzengummikopf (2 Viertel)

Kopfvakuum: in jedem Viertel steigt individuell das Kopfvakuum an, wenn der Milchfluss endet.

Auch das Kopfvakuum steigt vorübergehend an, weil durch den absinkenden Milchdruck in der Zitze die Haftung der Zitze im Gummi schlechter wird.
 ⇒ Dehnung der Zitzenbasis und Melkzeugklettern.

Die richtige Vakuumeinstellung: Ohne Milchfluss zu hoch, bei hohem Milchfluss zu niedrig

Zu niedriges Vakuum durch hohen Milchfluss
Konsequenzen für Zitzengummibewegung und Druck auf die Zitze



Bei extremem Vakuumabfall:

- Abrutschen des Melkzeugs
- unvollständiges Verschliessen des Zitzengummis
- zu geringe oder fehlende Massagewirkung des geschlossenen Gummis

Besier et al., 2016
(mod. nach G. Schlaiss 1994)

Mögliche Lösungen

Vermeidung von zu niedrigem Vakuum bei hohem Milchfluss:

- Systemvakuum so hoch einstellen, dass es bei maximalem Milchfluss noch hoch genug ist.

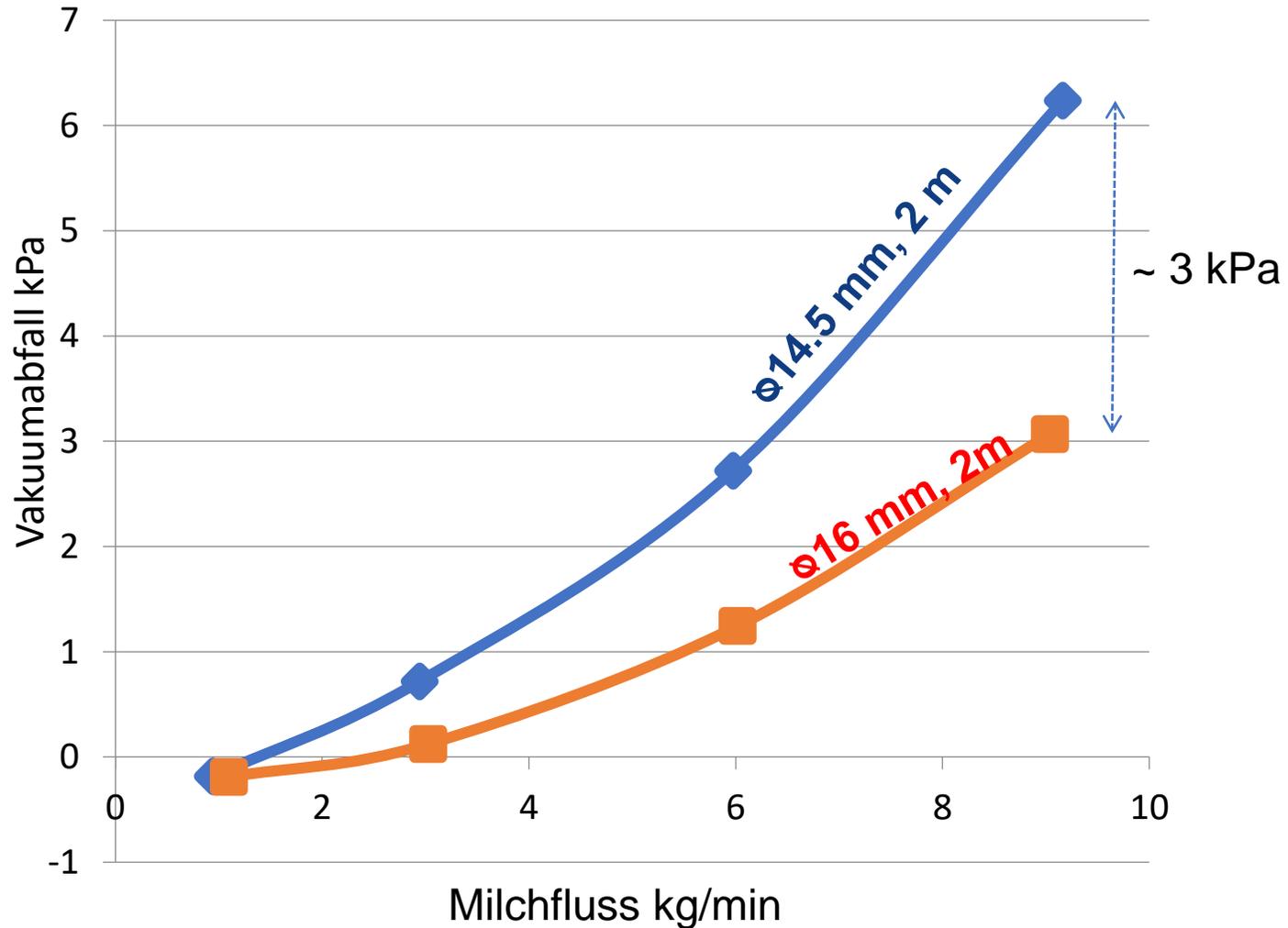
Vermeidung von zu hohem Vakuum bei niedrigem Milchfluss:

- **Vorstimulation**, um zu hohes Vakuum bei gleichzeitig geringem Milchdruck in der Zitze zu vermeiden (Effekt nur am Melkbeginn)
- **Alternativ**: Vakuumabsenkung und/oder verkürzte b-Phase bis zur Milchejektion
(z.B. *DuoVac*)
- **Frühe Melkzeugabnahme** (bis zu 1 kg/min),
- Investieren: **Melkroboter!** (erlaubt separate Einstellungen für jedes Viertel).

Möglichkeiten durch moderne Technik ("Precision Milking"):

- Flexibles Vakuum in Abhängigkeit vom Milchfluss
- hohes Vakuum bei hohem Milchfluss, abgesenktes Vakuum bei niedrigem Milchfluss.

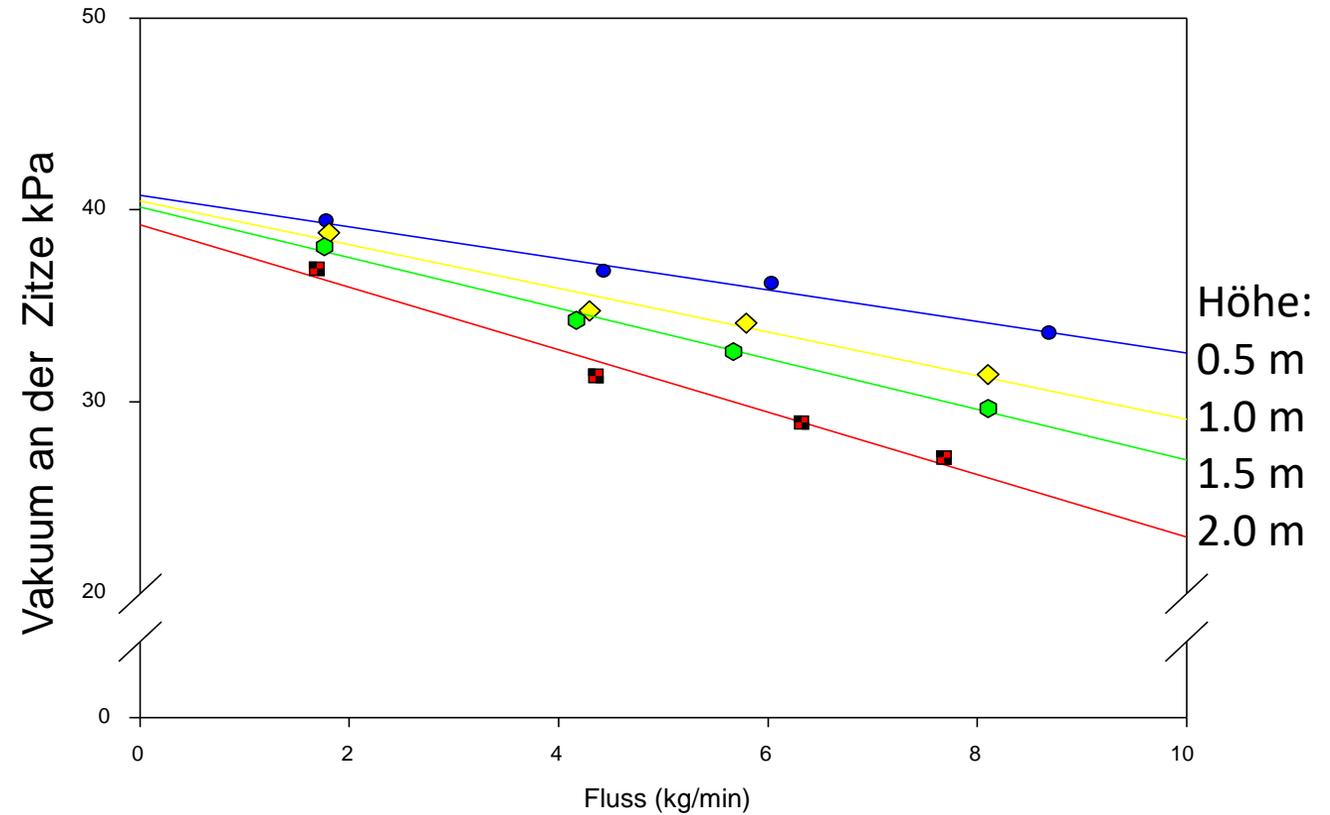
Vakuumbabfall im langen Milchschauch bei verschiedenem Schlauchdurchmesser (Melkstand)



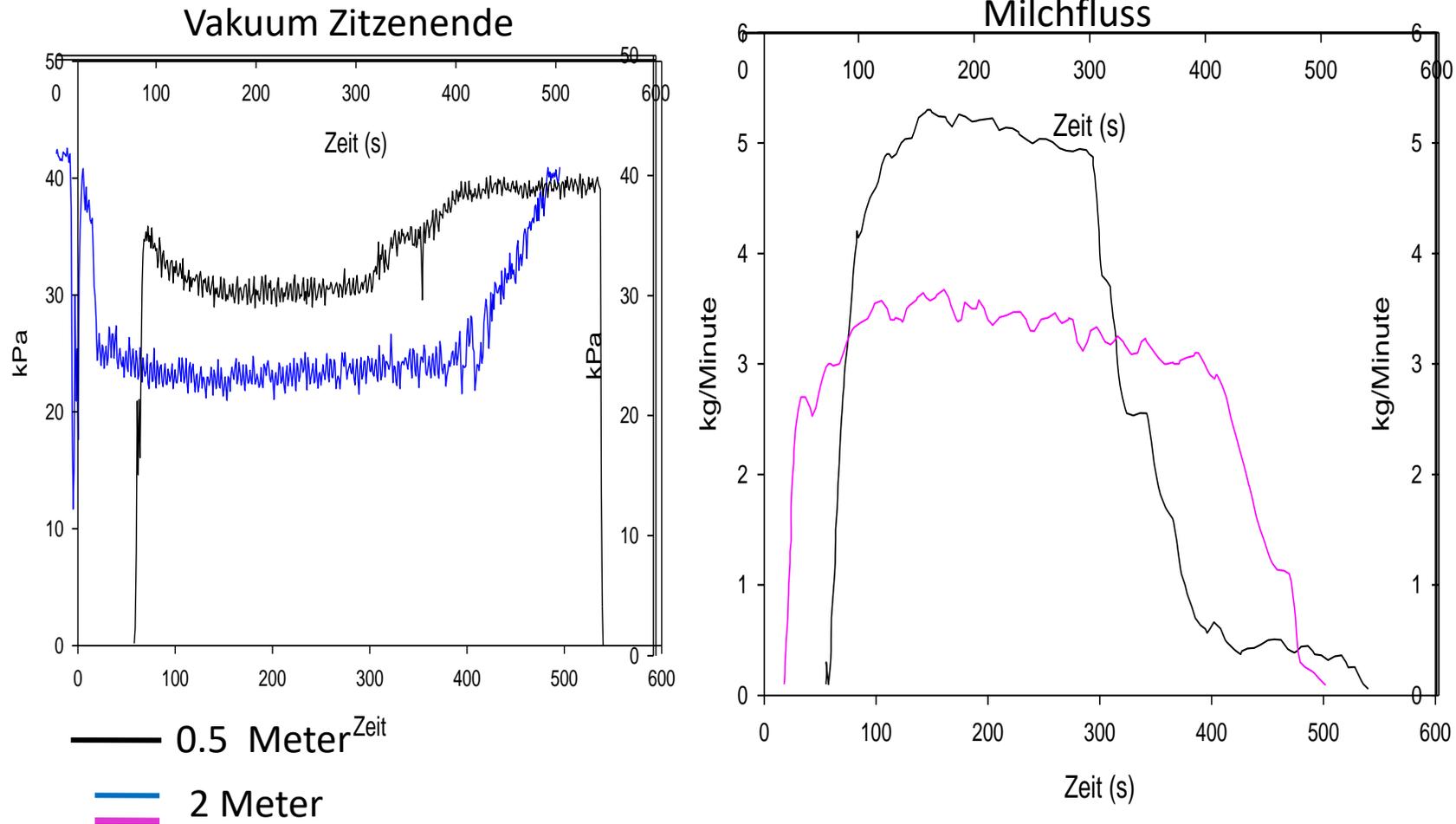
Milchfluss-abhängiger Vakuumabfall bei verschiedenen Höhen der Milchleitung (im Versuch Melkeimer)



Masterarbeit Ana Feitknecht 2009



Vakuum und Milchfluss bei verschiedener Höhe der Milchleitung (Melkeimer) Kuh Nr. 1509



Aktuelle Studie:

Reduktion der Gewebebelastung bei niedrigem Milchfluss und gleichzeitig Optimierung der Melkleistung

Hohes Melkvakuum bei hohem Milchfluss, reduziertes Vakuum bei niedrigem Milchfluss (z.B. bei < 2 kg/min):

- Schnelles Melken
- Reduktion des Einflusses hohen Vakuums am Melkende
- Verkürzung der Melkzeit

Material und Methoden

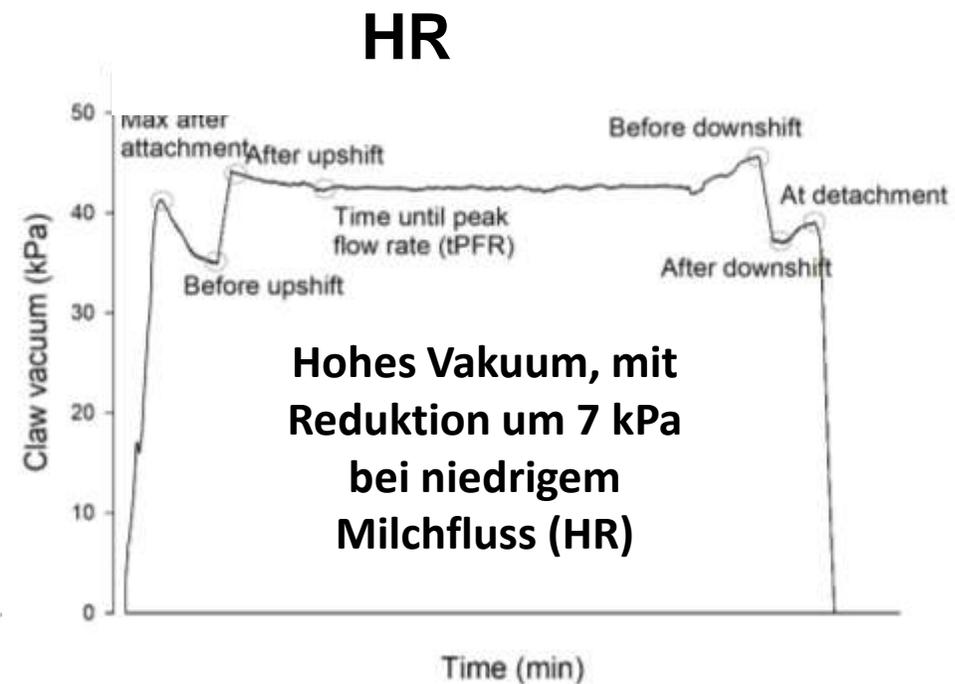
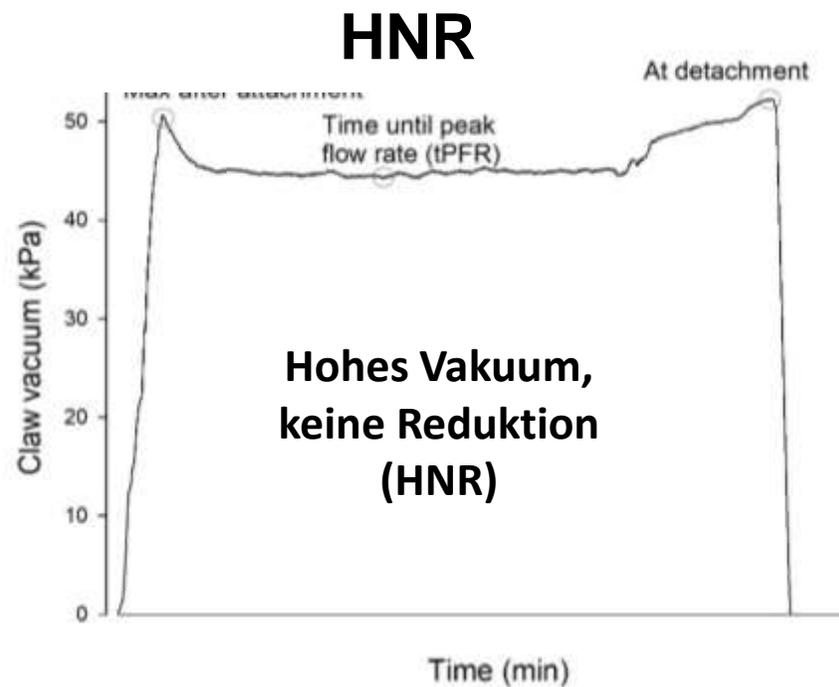


Einstellungen:

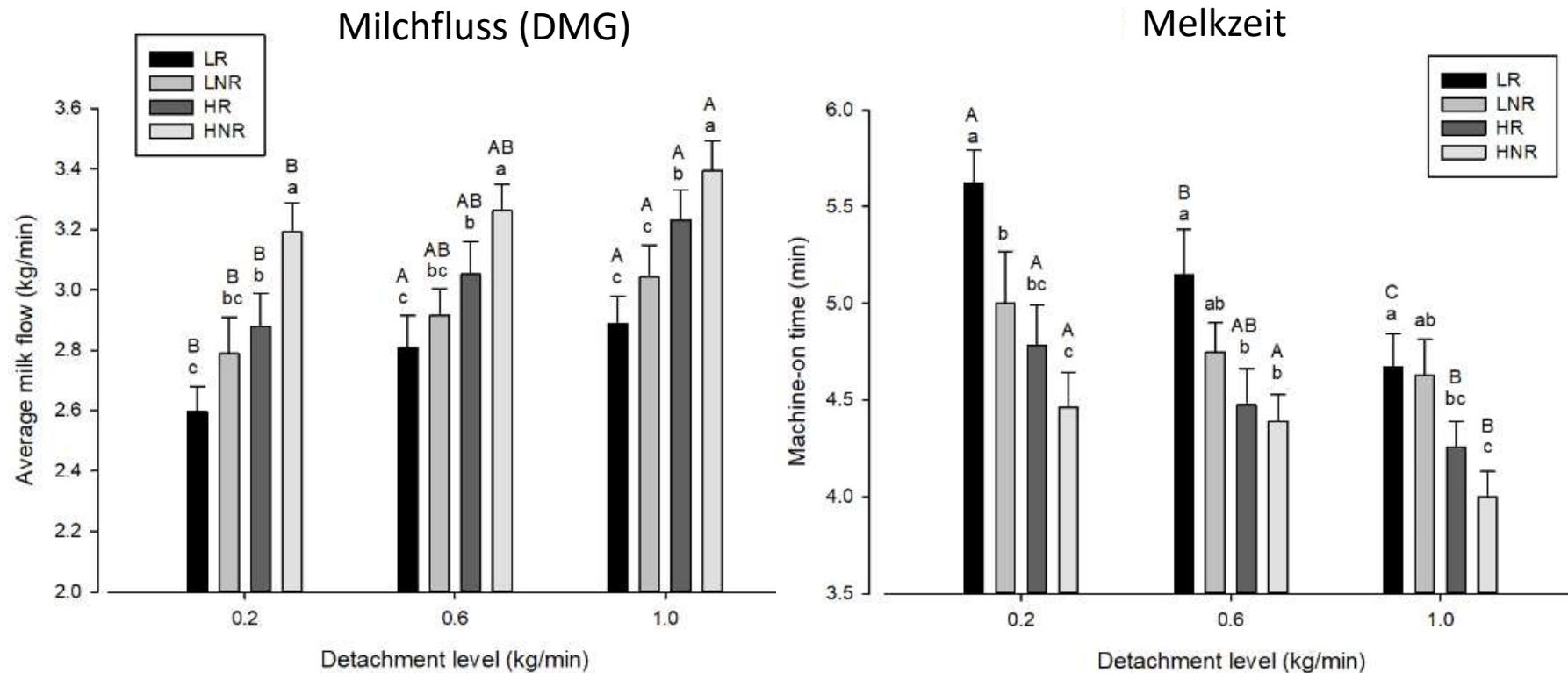
- Hohes (53 kPa) vs. niedriges (46 kPa) Systemvakuum,
- Jeweils mit vs. ohne automatische Vakuumabsenkung um 7 kPa bei Milchfluss < 2 kg/min.
- Melkzeugabnahme bei 0.2, 0.6, oder 1.0 kg/min
- Melkeimer, Lactocorder direkt am Eimer montiert.

Verlauf des Vakuums im Sammelstück ohne und mit Reduktion bei niedrigem Milchfluss

Systemvakuum 53 kPa, Vakuumabsenkung um 7 kPa bei Milchfluss < 2 kg/min

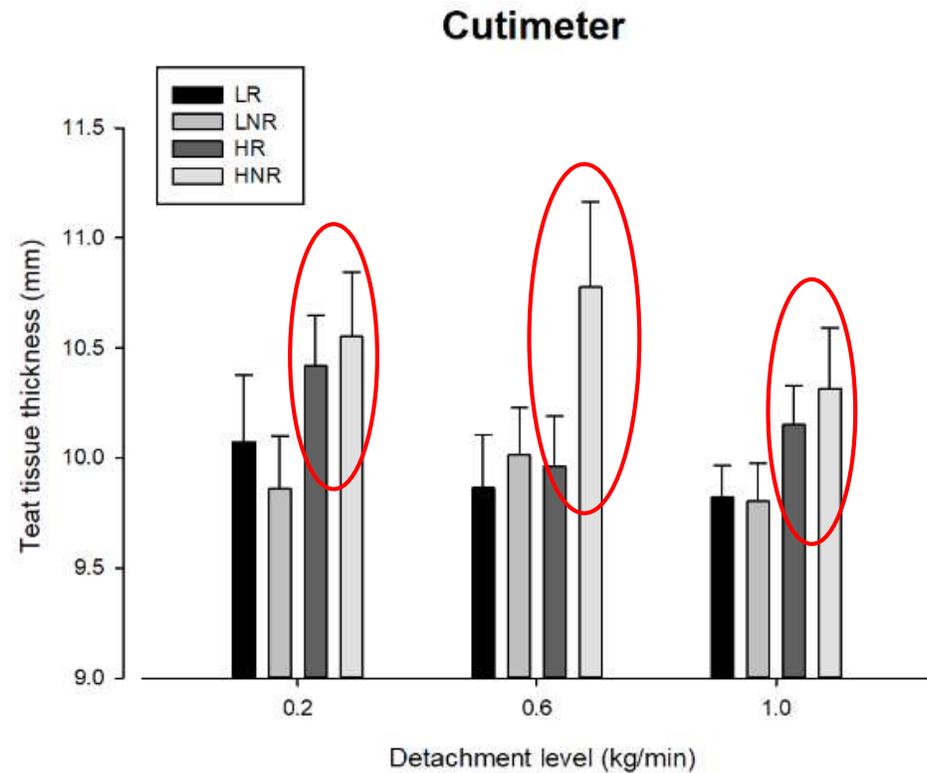


Melkleistung: kein Einfluss auf die Gemelksmenge, aber auf die Melkleistung (Milchfluss, Melkzeit)



Lower-case letters: No common letter means a significant difference ($p < 0.050$) between the vacuum settings within a detachment level
 Upper-case letters: No common letter means a significant difference ($p < 0.050$) between the detachment levels within a vacuum setting

Zitzenkondition (Cutimeter) nach Melkende



Schlussfolgerungen

- Der Milchfluss-abhängige Vakuumabfall muss bei der Einstellung des Systemvakuums berücksichtigt werden. Das führt zu sehr hohem Vakuum bei zurückgehendem Milchfluss.
- Mit steigenden Leistungen scheinen die Blindmelkzeiten bereits leergemolkener Viertel zuzunehmen. Diese Zitzen sind in konventionellen Melksystemen bei gleichbleibender Vakuumversorgung besonders hoher Belastung ausgesetzt, da Blindmelken und Vakuumanstieg gleichzeitig auftreten.
- Geeignete Massnahmen zur Vermeidung von hohem Vakuum bei niedrigem Milchfluss und Reduktion von Blindmelkzeiten sind notwendig. Während der Plateauphase des Milchflusses ist sogar ein höheres Vakuum möglich, sofern die Möglichkeit einer Vakuumabsenkung besteht.

A photograph of a green meadow with three cows resting on the grass. In the background, there are forested hills and a snow-capped mountain peak under a cloudy sky. The text 'Danke für's Zuhören!' is overlaid in the center of the image.

Danke für's Zuhören!