

# Kuh trifft auf Melkmaschine: welche Rolle spielt die Milchejektion dabei?



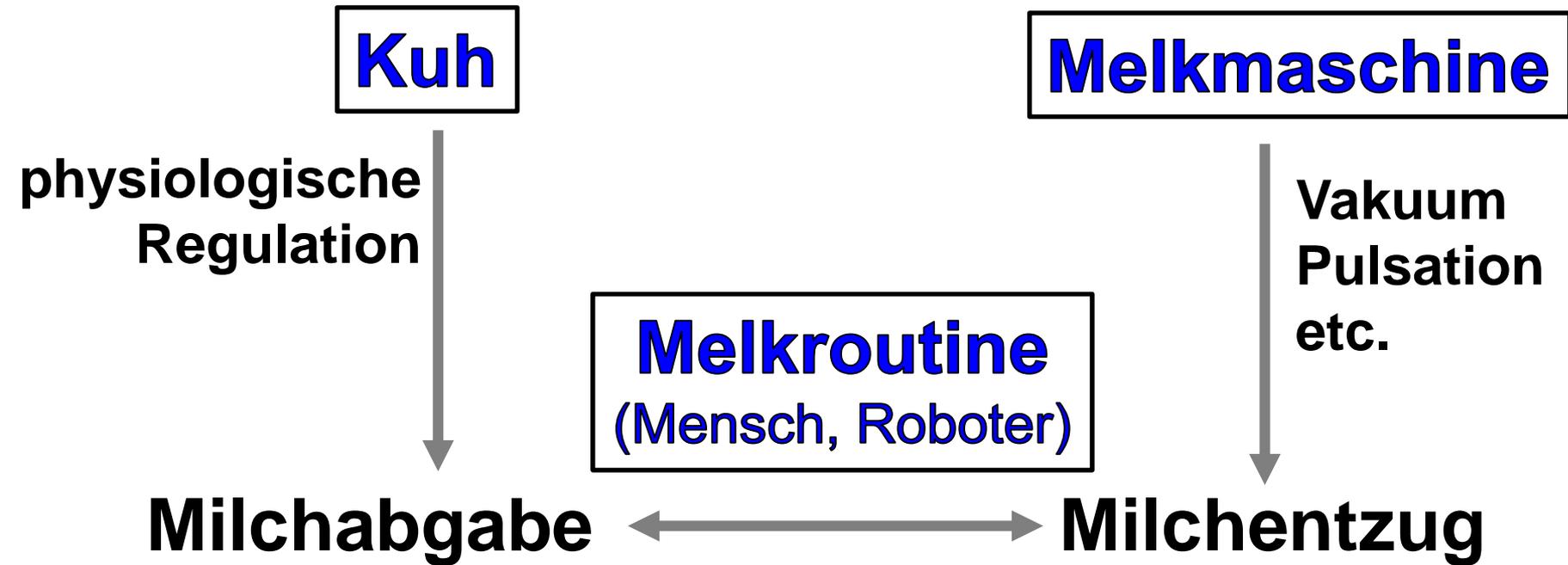
---

<sup>b</sup>  
**UNIVERSITÄT  
BERN**

Rupert M. Bruckmaier  
Abt. Veterinär-Physiologie  
Vetsuisse Fakultät, Universität Bern

**AFEMA Tagung 2019, Bozen, Südtirol**

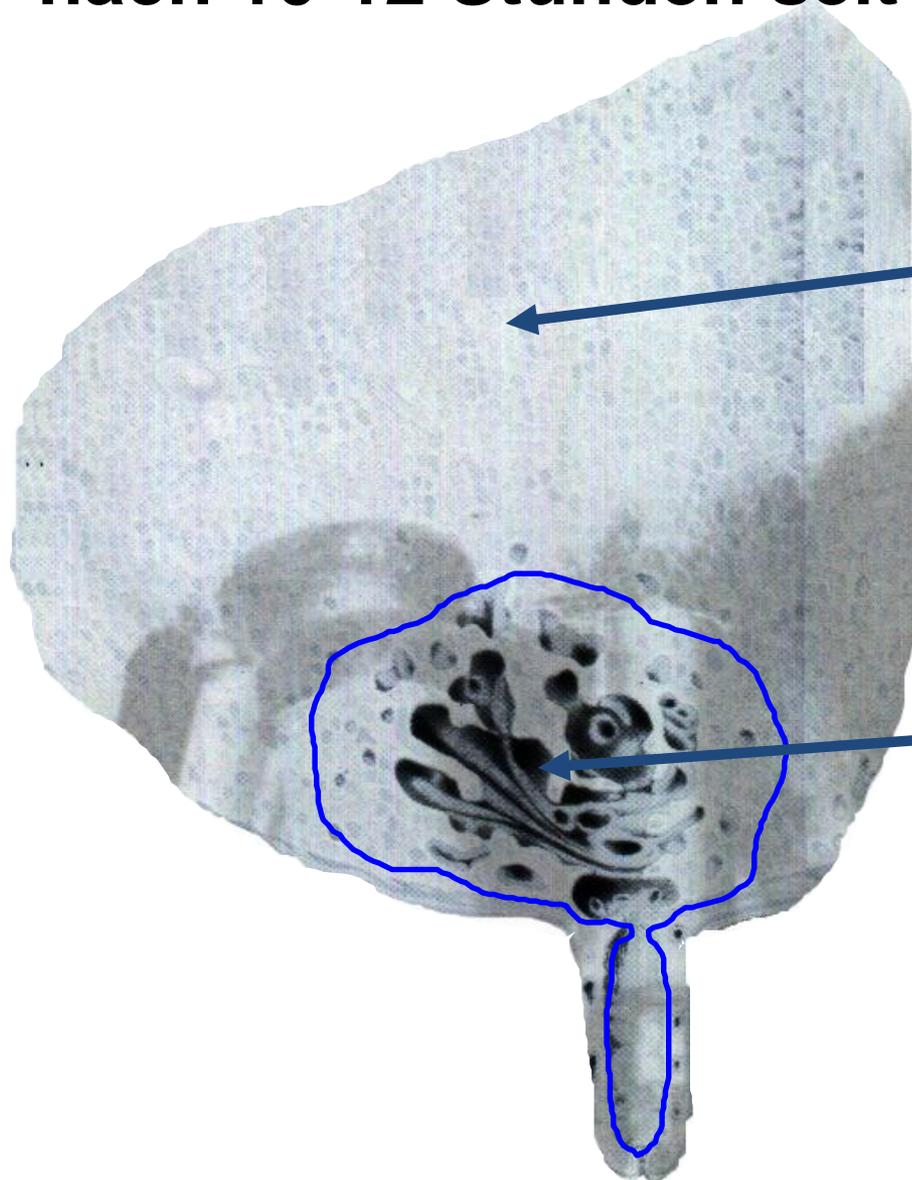
# "Zusammenspiel" von Kuh und Melkmaschine



# Themen

- **Verfügbarkeit der Milchfraktionen**
- **Milchejektion**
- **Stimulation vor und während des Melkens**
- **Milchejektion und Melktechnik**
- **Dynamische Vakuumveränderungen**
- **Melkzeugabnahme**

# Verfügbarkeit der Milch für den Milchentzug nach 10-12 Stunden seit dem letzten Melken



**Alveolarmilch**

fixiert durch Kapillarkräfte

**>80%**

**Zisternenmilch**

passiv verfügbar

**<20%**

# Zisternenmilch ist sofort verfügbar

**Allerdings:**

**Bei der Milchkuh**

- **nur 0 - 20 % der gespeicherten Milch**
- **besonders wenig**
  - **gegen Ende der Laktation**
  - **während der ersten 4-5 Stunden nach der vorangegangenen Melkung**

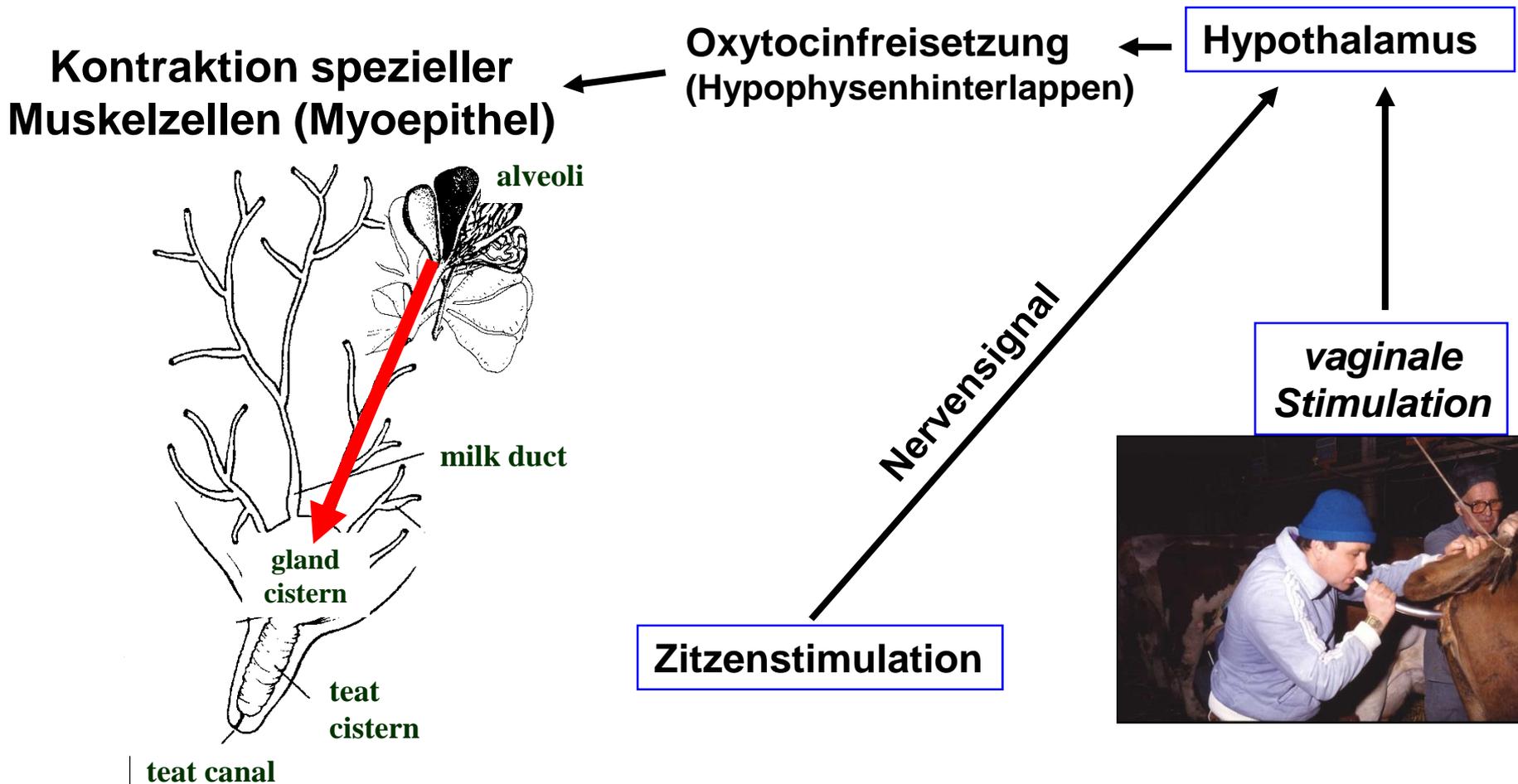
# Alveolarmilch wird erst durch die Milchejektion verfügbar

- Voraussetzung ist Berührung der Zitzen  
(Hand oder Maschine)  
löst Freisetzung von Oxytocin aus der Hypophyse  
(Hinterlappen) aus

## Oxytocin

- Sehr kleines Molekül (9 Aminosäuren)
- Extrem niedrige Konzentration im Blutplasma ( $10^{-12}$  g/ml)
- Wirkung hoch-spezifisch

# Der Milchejektionsreflex



⇒ Alveolarmilch wird in die Zisternen Hohlräume transportiert und ist für den Milchentzug verfügbar.

# Wann ist Stimulation notwendig?

## 1. Vor dem Melken (Vorstimulation)

- Auslösung der Milchejektion bevor das volle Vakuum permanent auf die Zitze einwirkt
- Vormelken und Zitzenreinigung stimuliert bestens, und muss ohnehin durchgeführt werden
- Zeit ab Stimulationsbeginn bis die Milch einschiesst hängt vom Füllungsgrad des Euters ab

## 2. Während der gesamten Melkung

- Stimulation ist notwendig für die weitere Freisetzung von Oxytocin: Milchejektion läuft kontinuierlich bis zum Melkende weiter

(wird durch die normale Zitzengummibewegung sowieso geleistet)

# Vorstimulation

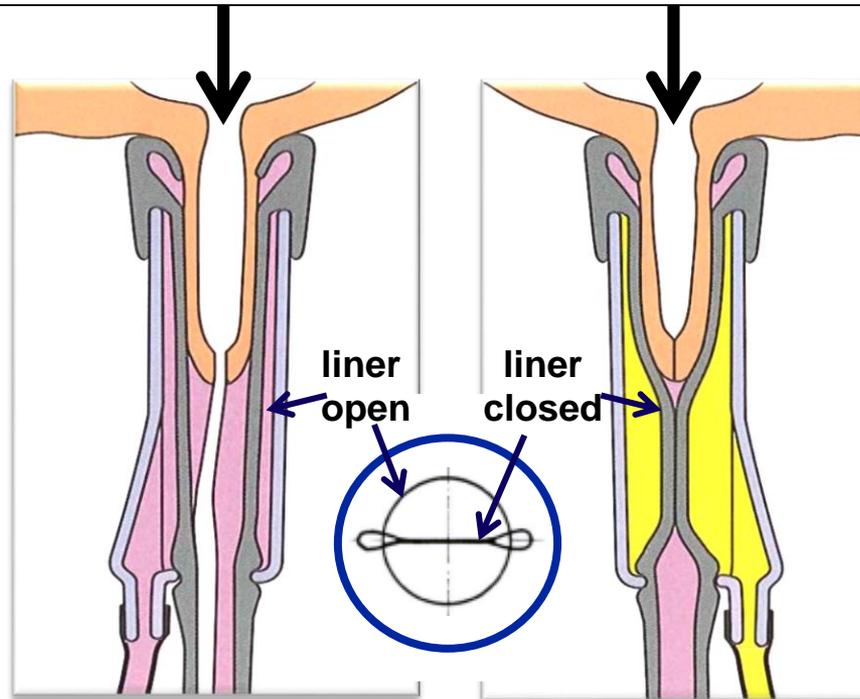
- **Manuell: Vormelken, Zitzen und Euter reinigen, stimulieren**  
(keine besonderen Ansprüche an die Intensität)
- **Stimulation durch Bewegung des Zitzengummi,**  
**aber kein oder reduziertes Abmelken vor der Milchejektion**

**Reduziertes Vakuum im Pulsraum  $\Rightarrow$  Zitzengummi bleibt geschlossen,**  
**kombiniert mit hoher Pulsfrequenz 300 Zyklen/min (Vibration)**  
**Zeit vorgegeben (30-60 s) **Stimopuls****

**Alternative zur Vorstimulation: Sofortiges Abmelken bei reduziertem**  
**Vakuum (Zitze und Pulsraum) und verkürzte b-Phase**  
**bis zur Verfügbarkeit der Alveolarmilch**  
***Fluss-kontrolliert Duovac***

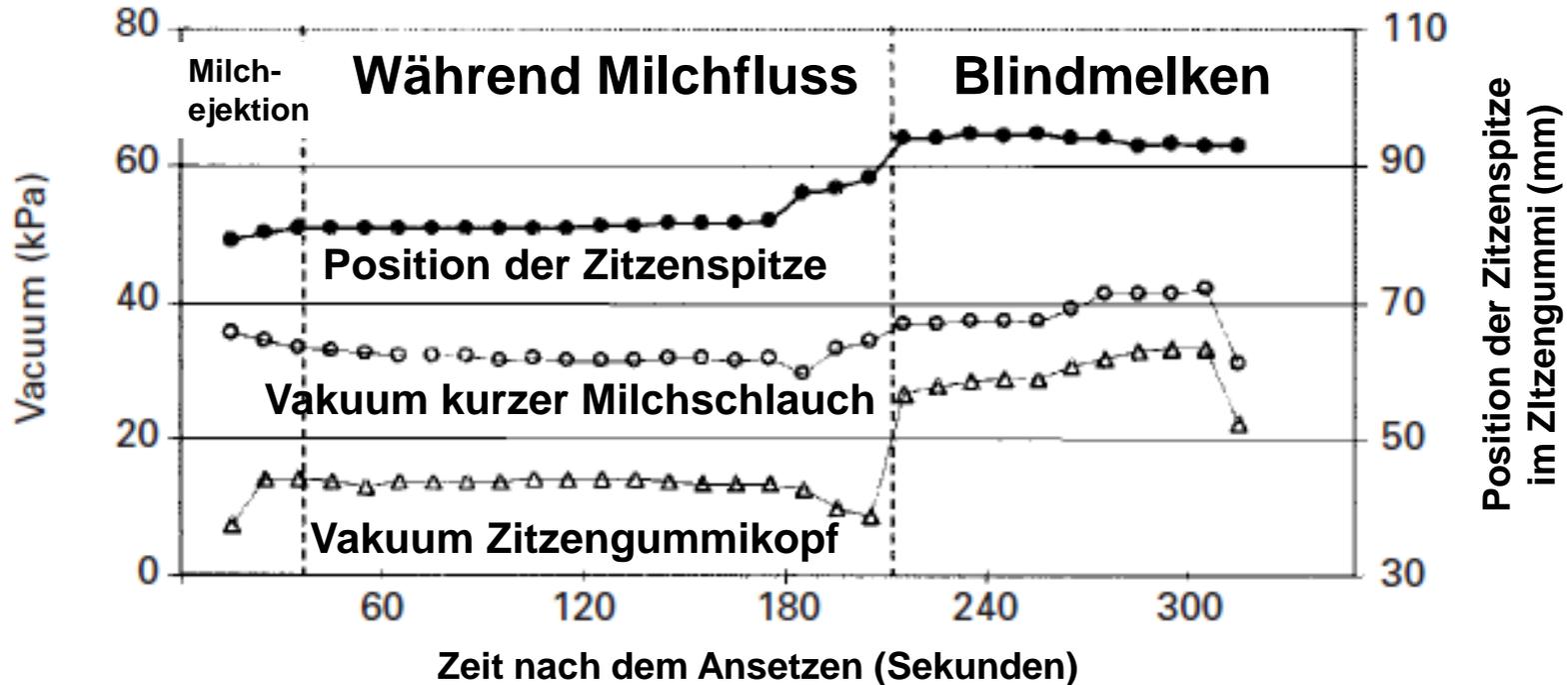
# Warum ist die Auslösung der Milchejektion schon vor Melkbeginn wichtig? (1)

**Intrazisternaler Druck**  
bis zu **8 kPa** (nach der Milchejektion),  
(nimmt während der Melkung ab bis 0 kPa am Melkende)



Auch bei kollabiertem Zitzengummi wirkt das volle Vakuum auf die Zitze. Die optimale Haftung der Zitze im Zitzengummi hält das Zitzengummikopf-Vakuum niedrig und wirkt so einem Klettern des Zitzenbeckers entgegen.

# Vakuum im Zitzengummi, und Position der Zitzenspitze im Melkbecher abhängig vom Milchfluss



modifiziert von Borkhus and Rønningen, JDR 2003

**Achtung bei ungenügender Vorstimulation:  
Hohes Kopfvakuum und Melkzeugklettern auch bei «Blindmelken» durch verspätete  
Milchejektion (z.B. bimodaler Milchfluss) schon am Melkbeginn.**

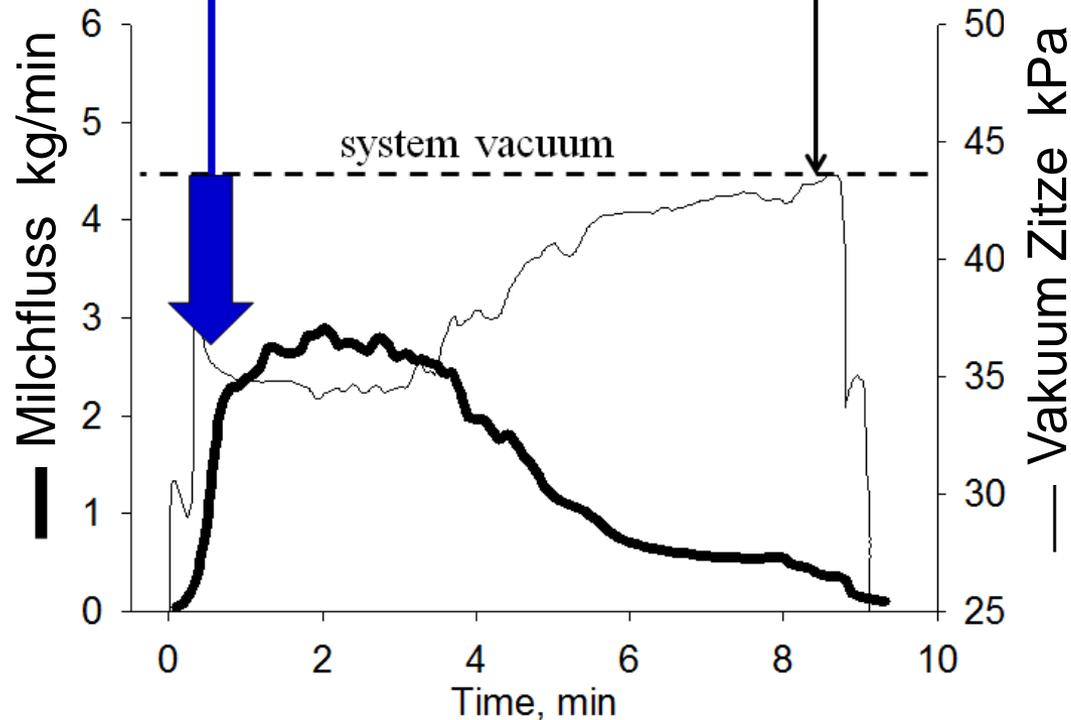
# Warum ist die Auslösung der Milchejektion schon vor Melkbeginn wichtig? (2)

Nach Vorstimulation:

Sofortiger Vakuumbabfall durch Milchfluss

Am Melkende:

Volles Systemvakuum an der Zitze

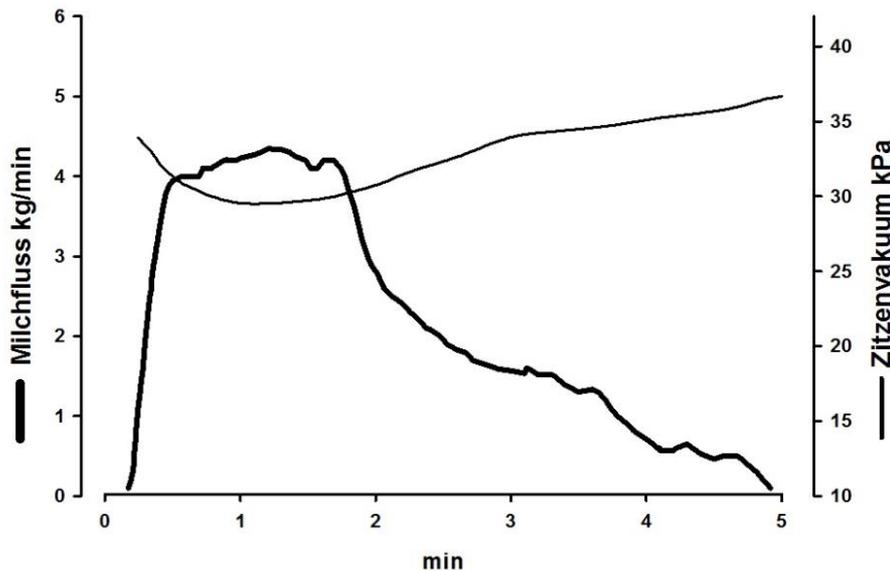


Versuch in Anbindestall mit **hochverlegter Milchleitung**

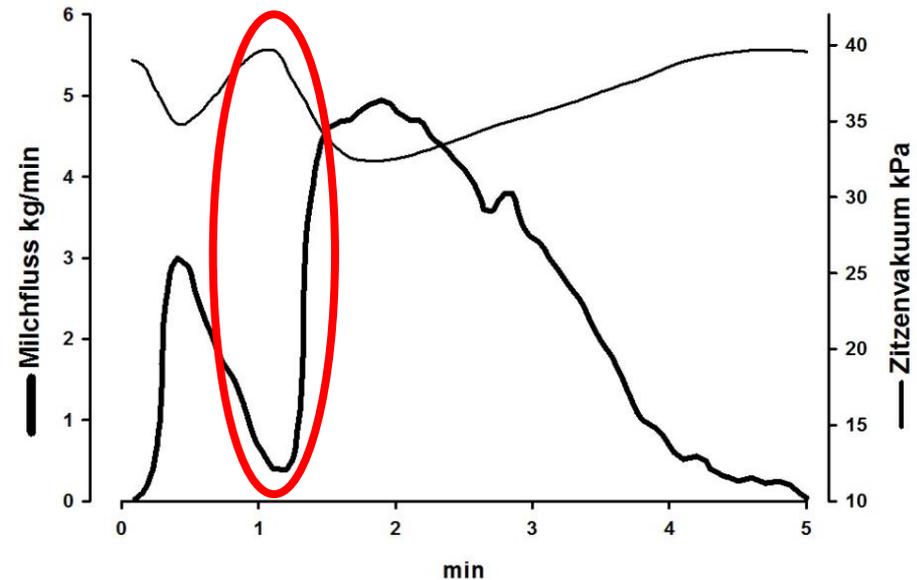
Ambord & Bruckmaier, JDS 2010

# Füllung der Zitzen in den Entlastungsphasen und Vakuumabfall durch Milchfluss: Melken mit oder ohne Vorstimulation

## mit Vorstimulation



## ohne Vorstimulation



Odorcic, Blau, Bruckmaier, 2018

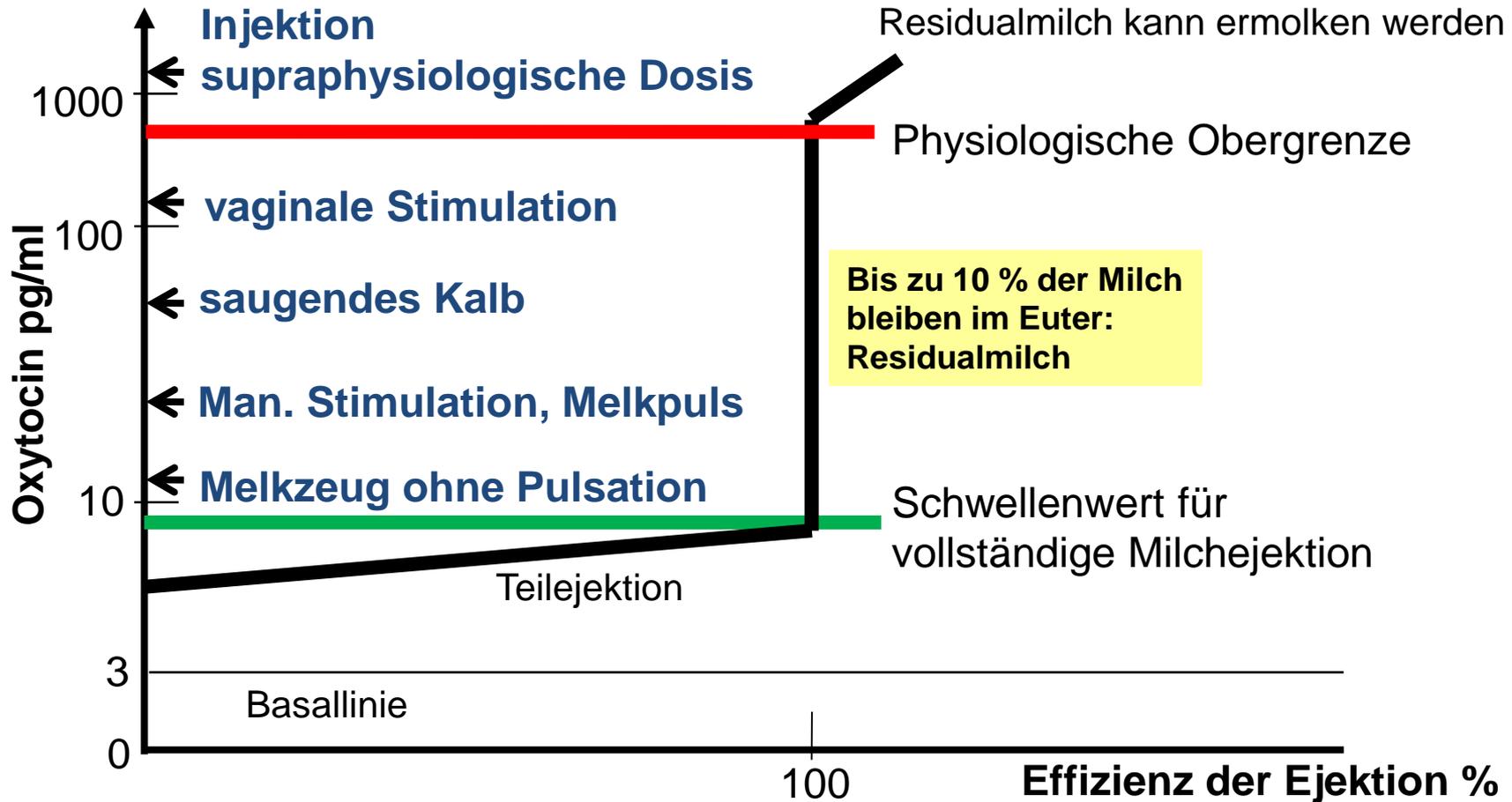
**Bei fehlender oder ungenügender Vorstimulation:  
Durch Unterbrechung des Milchflusses (Bimodalität) hohes Vakuum an der Zitze und  
Melkzeugklettern durch hohes Zitzengummikopfvakuum schon am Melkbeginn.**

# Stimulationsintensität

ist nicht entscheidend für die Auslösung der Milchejektion

u<sup>b</sup>

UNIVERSITÄT  
BERN



Für die Auslösung einer vollständigen Milchejektion genügt das **Überschreiten des Schwellenwertes für Oxytocin**. Dieser wird bereits durch minimale Stimulationsintensität erreicht.

# Der Faktor „Zeit“

## für die Auslösung der Milchejektion:

**Je weniger Milch im Euter ist (relativer Füllungsgrad), umso länger dauert es, bis die Milch einschießt!**

### Frühe Laktation, volles Euter:

- Milch schießt schnell ein, kurze Eutervorbereitung reicht (z.B. Zitzen- und Euterreinigung 20 Sekunden)

### Geringe Euterfüllung:

- gegen Ende der Laktation
- bei kurzen Intervallen nach dem vorhergehenden Melken (z.B. Melkroboter)

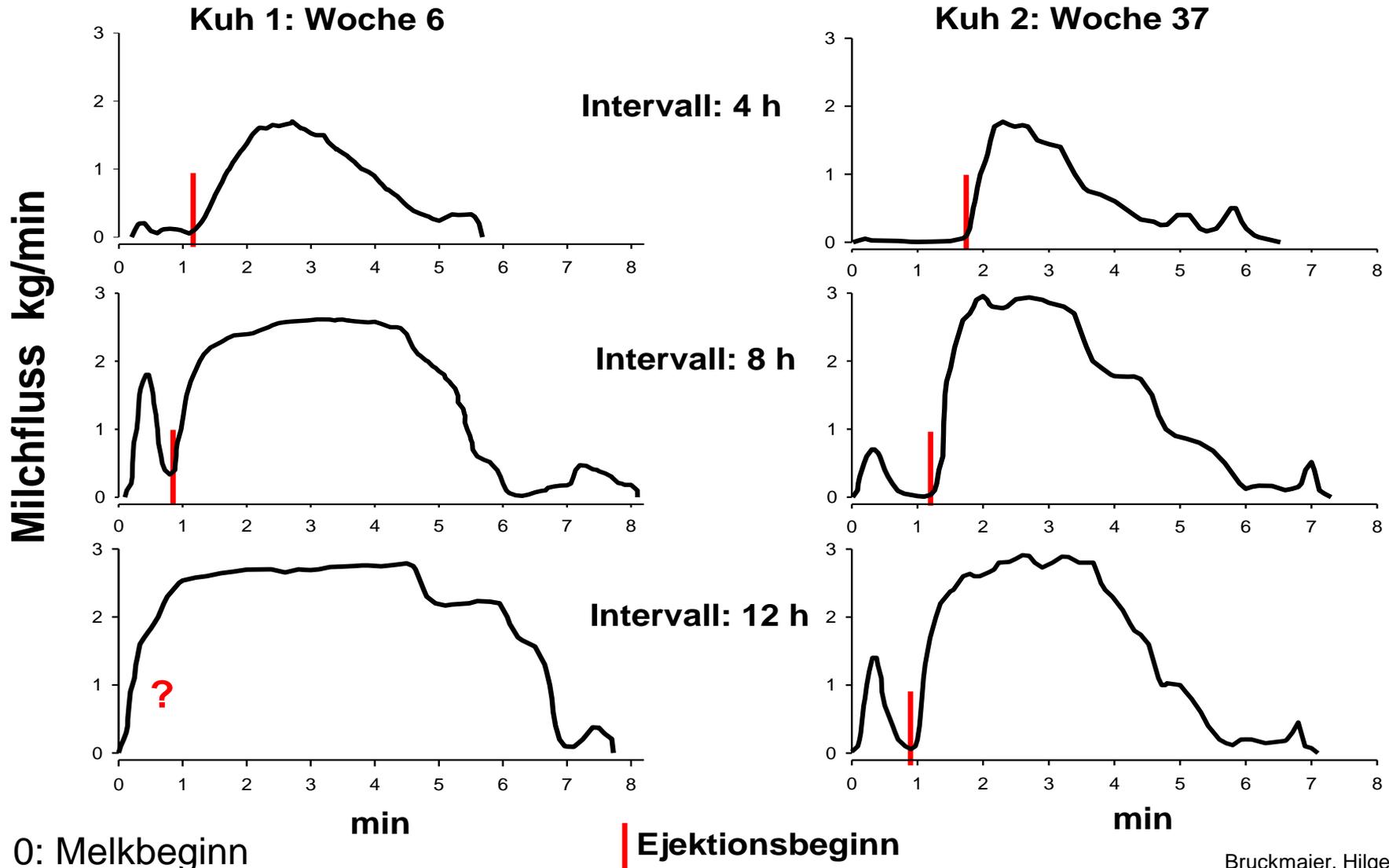
**Ausreichend lange Eutervorbereitung sehr wichtig!**

# Ejektionsbeginn: Laktationsstadium und Melkintervall

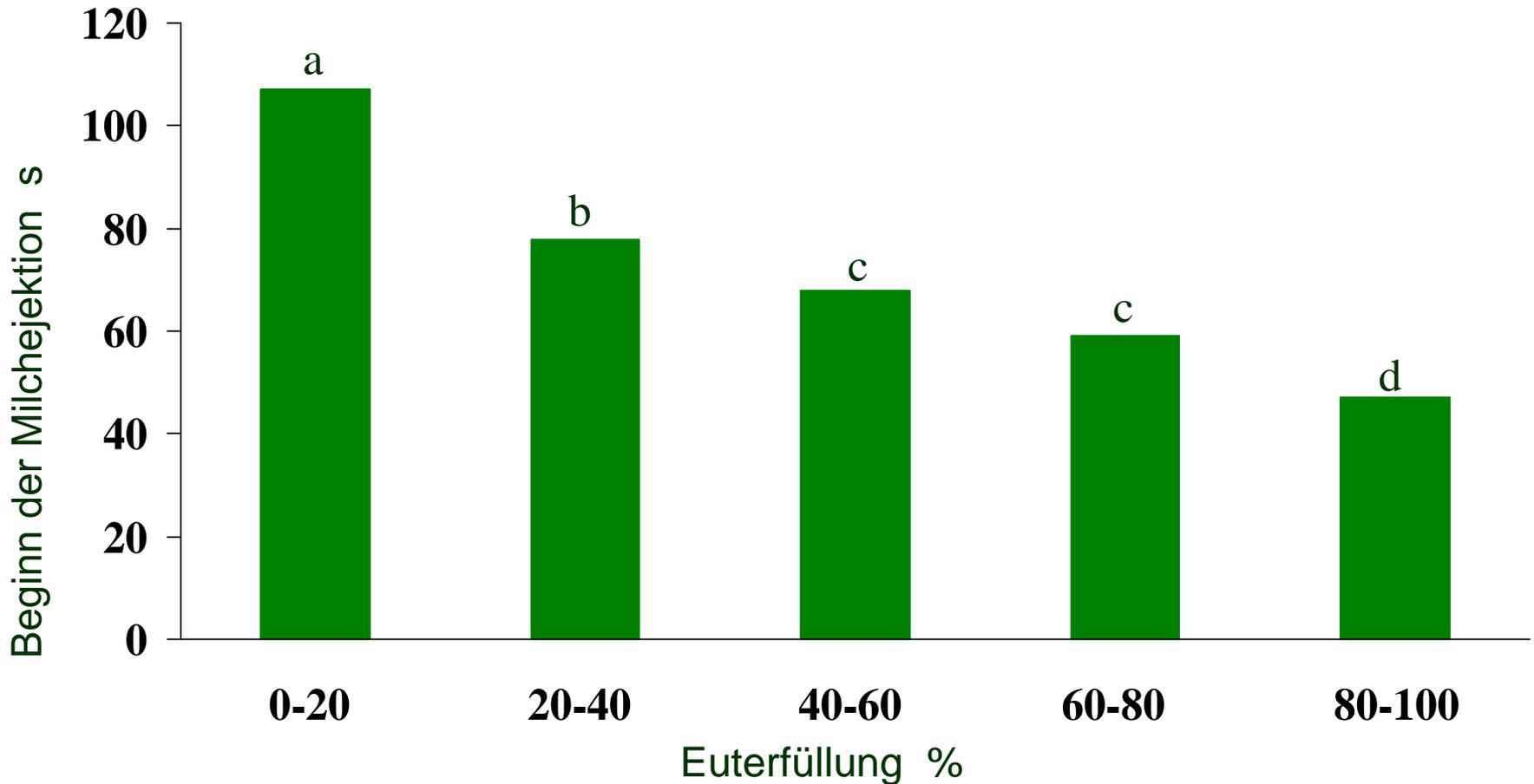
(Melken ohne Eutervorbereitung)

$u^b$

<sup>b</sup> UNIVERSITÄT  
BERN



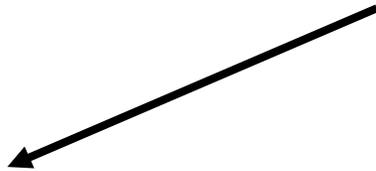
# Beginn der Milchejektion nach Stimulationsbeginn bei verschiedener Euterfüllung



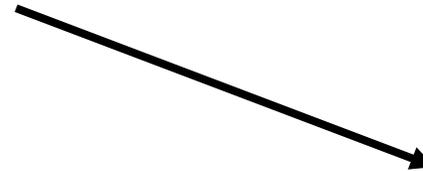
Euterfüllung = Milchmenge der aktuellen Melkung/maximal gespeicherte Milchmenge

# Geringe Euterfüllung

(Kurze Intervalle zwischen Melkungen, späte Laktation)



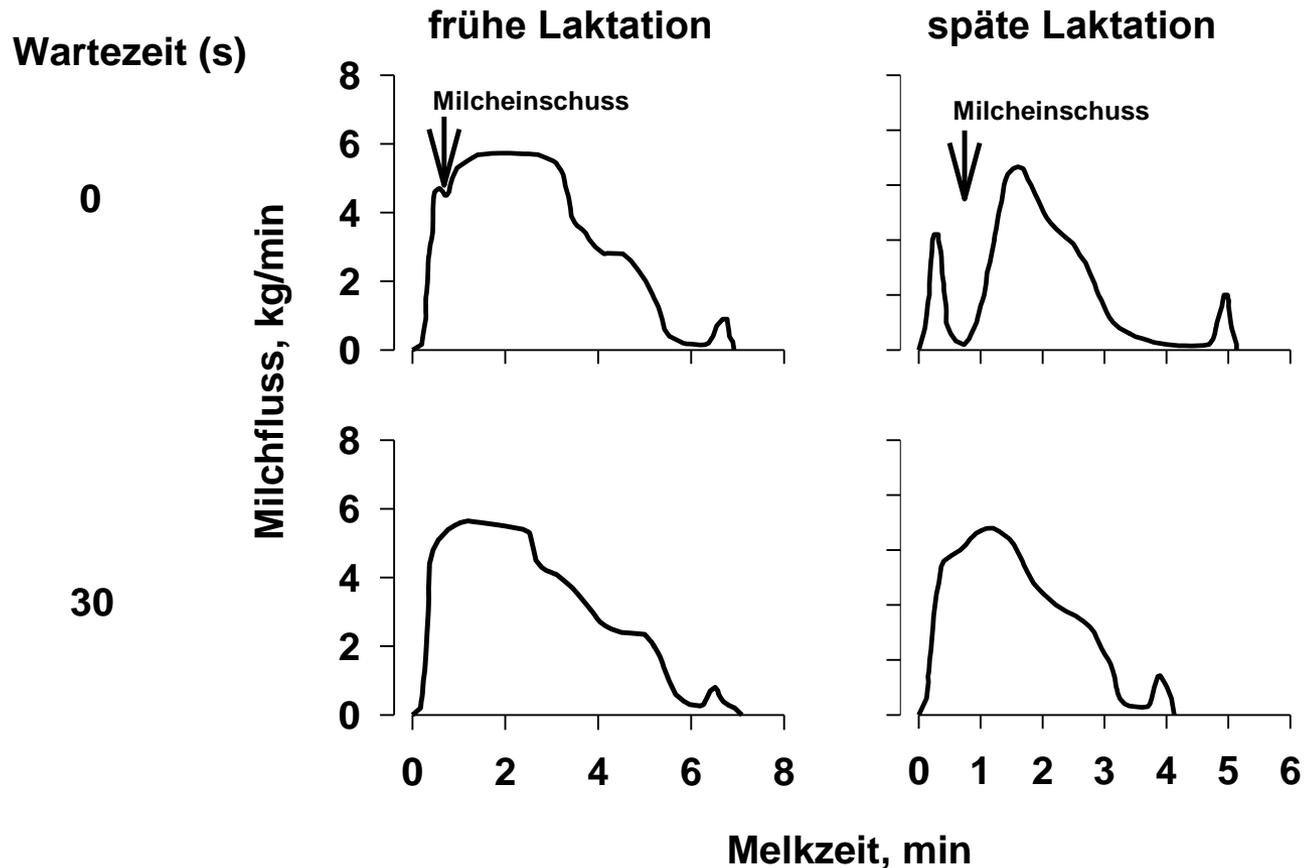
**Wenig Zisternenmilch**  
um Zeit bis zur Milchejektion  
zu überbrücken



**Lange Verzögerung**  
von Stimulationsbeginn  
bis zur Milchejektion

**Angemessene Vorstimulationsdauer ist besonders wichtig bei geringer Euterfüllung.**

# Kurzes Anrücken + Wartezeit: 15 Sekunden anrücken: anschliessend sofort ansetzen oder 30 Sekunden warten?



**Vorstimulation von 15 Sekunden  
einschliesslich Vormelken und Zitzenreinigung)**

**in Kombination mit  
Wartezeit 30 bis 45 Sekunden vor Melkbeginn**

**ausreichend für die Auslösung der  
maximalen Milchejektion.**

**Insbesondere bei geringer Euterfüllung  
muss die Wartezeit eingehalten werden!**

# Die Diskussion um die dynamischen Vakuumveränderungen

Die Höhe des **Vakuums im Pulsraum (PCV)** verändert sich nicht, und hat nur eine Aufgabe:

- **Zyklisches Öffnen des Zitzengummis**

Alle anderen Aufgaben erfüllt das **Vakuum an der Zitze**:

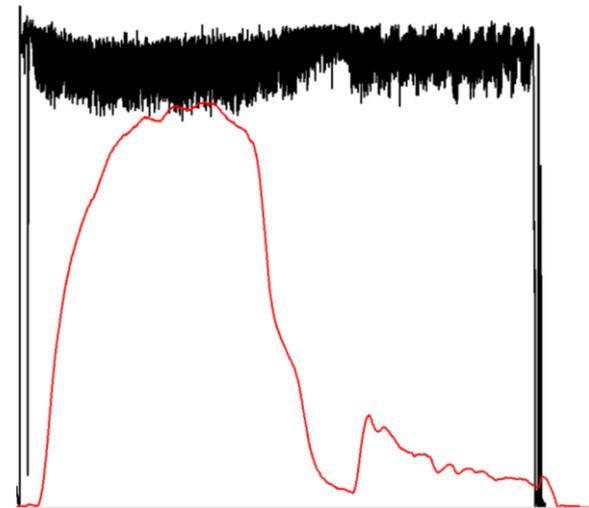
- **Transport der Milch**

(aus dem Euter, und durch das Leitungssystem)

- **Schliessen des Zitzengummis**

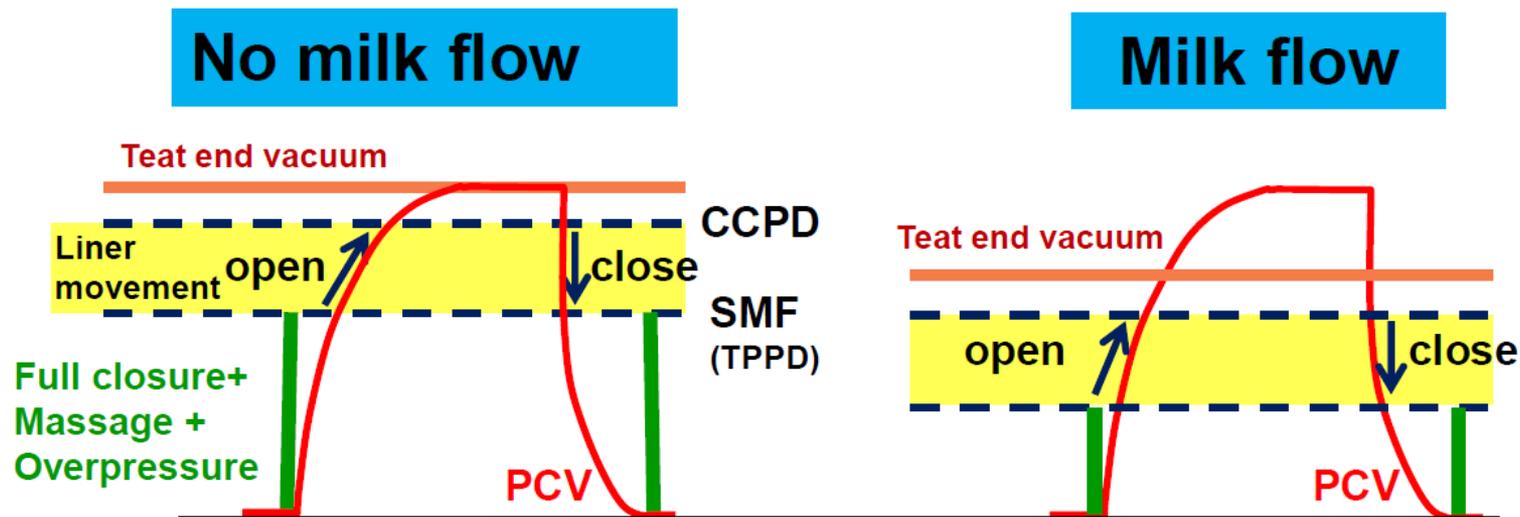
- **Druck auf Zitzenspitze und Massagewirkung**

⇒ Durch Gummibewegung (Öffnen-Schliessen) und Milchfluss verändert sich das Vakuum an der Zitze (zyklische Fluktuationen, Vakuumabfall)



# Milchfluss-abhängiger Vakuumabfall:

## Konsequenzen für Zitzengummibewegung und Druck auf die Zitze



Besier et al., 2016

CCPD = Critical Collapsing Pressure Difference

SMF = Vacuum Difference at Start and Stop of Milk Flow (depends of liner and teat)

TPPD = Touch Point Pressure Difference (characterizes liner only)

PCV = Pulsation Chamber Vacuum

“Overpressure” has been defined by G. Mein, D. Reinemann et al.

## **Faktoren, die den Milchfluss-abhängigen Vakuumabfall bestimmen:**

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



## Vacuum levels and milk-flow-dependent vacuum drops affect machine milking performance and teat condition in dairy cows

J. Besier and R. M. Bruckmaier<sup>1</sup>

Veterinary Physiology, Vetsuisse Faculty, University of Bern, Bremgartenstr. 109a, 3012 Bern, Switzerland

# Auswirkungen des Vakuums an der Zitze auf Melkleistung und Zitzenkondition

## Hohes Vakuum (> 40 kPa):

- Schnelles Melken
- Risiko für frühes Melkzeug-Klettern
- Starke Gewebebelastung v.a. am Melkende

## Niedriges Vakuum (bis 24 kPa):

- Langsames Melken
- Risiko für Abrutschen des Zitzenbechers
- Gewebeschonend trotz längerer Melkdauer

Starker Vakuum-Abfall an der Zitze bedingt durch Milchfluss muss durch hohes System-Vakuum kompensiert werden.

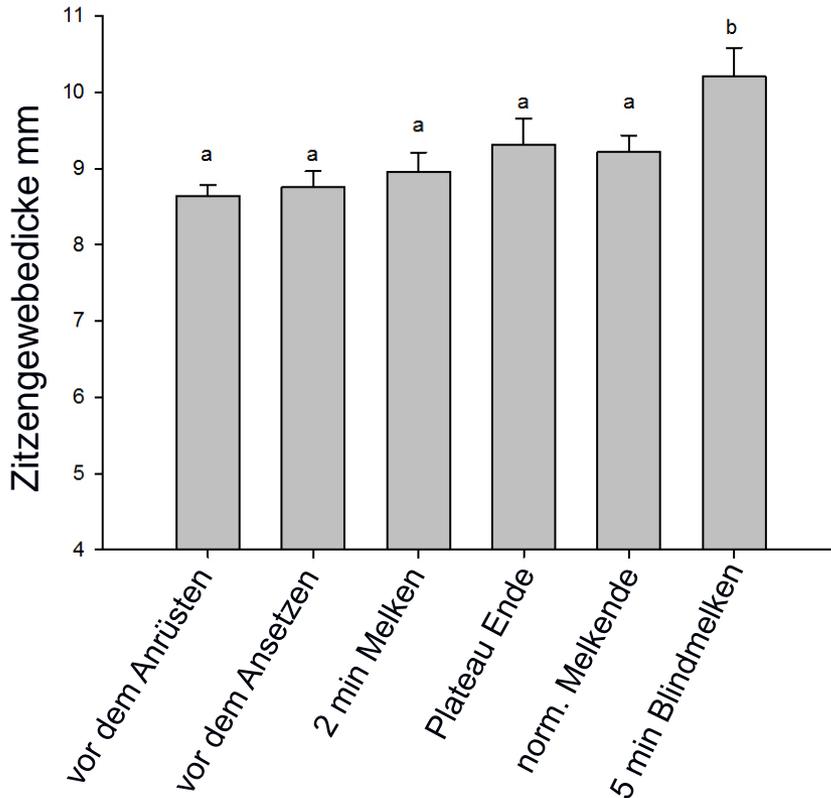
Aber: Wenn der Milchfluss absinkt, nähert sich das Vakuum an der Zitze dem Systemvakuum an.

Wünschenswert: geringer Vakuum-Abfall bei Milchfluss!

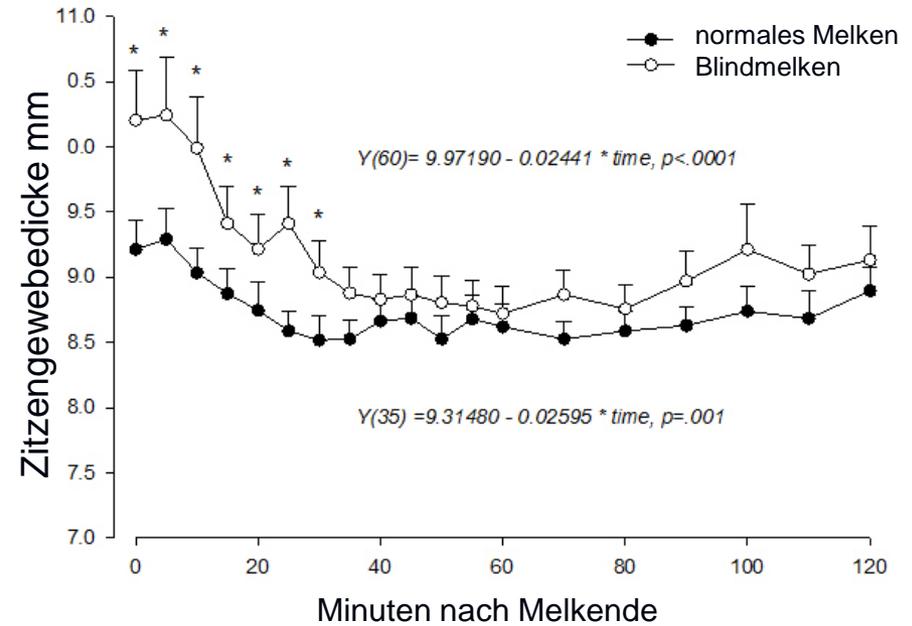
# Zitzengewebedicke (Cutimeter) während und nach dem Melken



während der Melkung



nach der Melkung



**Die Lösung für die Reduktion der Gewebebelastung am Melkende und zur Verbesserung der Melkleistung?**

**Melkzeug-Abnahme bei relativ hohem Milchfluss:  
400-800 g/min oder sogar noch höher?**

- reduziert den Einfluss hohen Vakuums am Melkende
- reduziert die Melkzeit
- gemäss mehrerer Studien keine Leistungseinbussen, und kein erhöhtes Mastitisrisiko

**Bisherige Studien zu Abnahme-Schwellen vor allem bei Holstein Kühen. Verhältnisse bei anderen Rassen?**

**Danke für's Zuhören!**

