



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF

Agroscope



Ergonomics in Milking Parlours

Marianne Cockburn

Doktorandin

Betreuung: Christina Umstätter, Pascal Savary und Matthias Schick

20. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium

In Hohenheim an 01./02. März



Aufbau der Dissertation

- 2013
- **Versuch 1 Optimierung der Ergonomie im Melkstand (Praxisbetriebe)**
- 2014
- Versuch 2 Überprüfung und Optimierung der im Versuch 1 entwickelten Formel (Versuchsmelkstand)
-
- 2015
- Versuch 3 Ermittlung des Effekts der Tierposition auf die Ergonomie des Melkers (Versuchsmelkstand)
-
- 2016 ↓ **Ziel:**
- *Entwicklungen von praxisrelevanten Empfehlungen zur **Reduzierung der physischen Arbeitsbelastung** für den Melkstandbau*



Definition Ergonomie

„Wissenschaftliche Disziplin, die sich mit dem Verständnis der Wechselwirkung zwischen menschlichen und anderen Elementen eines Systems befasst und der Berufszweig, der Theorie, der Prinzipien, Daten und Methoden auf die Gestaltung von Arbeitssystemen anwendet mit dem **Ziel**, das **Wohlbefinden des Menschen** und die **Leistung des Gesamtsystems zu optimieren**“

(Quelle: EN ISO 6385:2004)



«Ergonomie ist, wenn man am Abend nicht fühlt, was man tagsüber gemacht hat.»

(Quelle: unbekannt)



DER NEUEN ERGONOMIE-BEAUFTRAGTEN
GELANG ES DURCH IMPROVISIERTE RÜCKENENTLASTUNG
DIE WIRBELSÄULE VON HERRN K. ZU BEGRADIGEN
UND DIE HIRNDURCHBLUTUNG WIEDERHERZUSTELLEN.



Einleitung

- Muskel-Skelett-Beschwerden der oberen Extremitäten sind unter Melkern stark verbreitet
- Trotz Umstellung von Anbindeställen mit Rohrmelkanlagen auf Laufställe mit Melkständen dauern die Probleme an

(Doupbrate *et al.*, 2014, Patil *et al.*, 2012, Jakob 2010)

→ Können wir die Beschwerden durch eine angepasste Arbeitshöhe reduzieren?





Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF

Agroscope

Bewertung der Ergonomie im Melkstand

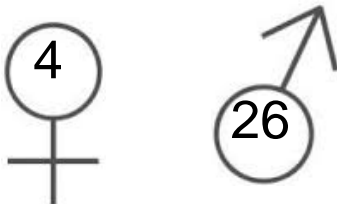
«Versuch 1»



Methode

- 15 Betriebe
 - Autotandem (n=3)
 - Fischgräte 30°(n=3)
 - Fischgräte 50°(n=3)
 - SideBySide (n=3)
 - Karussell (n=3)

- 30 Melker



- Aufzeichnung von Bewegungsabläufen mittels Videounterstützter CUELA Messungen während je einer Melkung



Datenerfassung und Aufbereitung im WIDAAN durch Maren Kauke



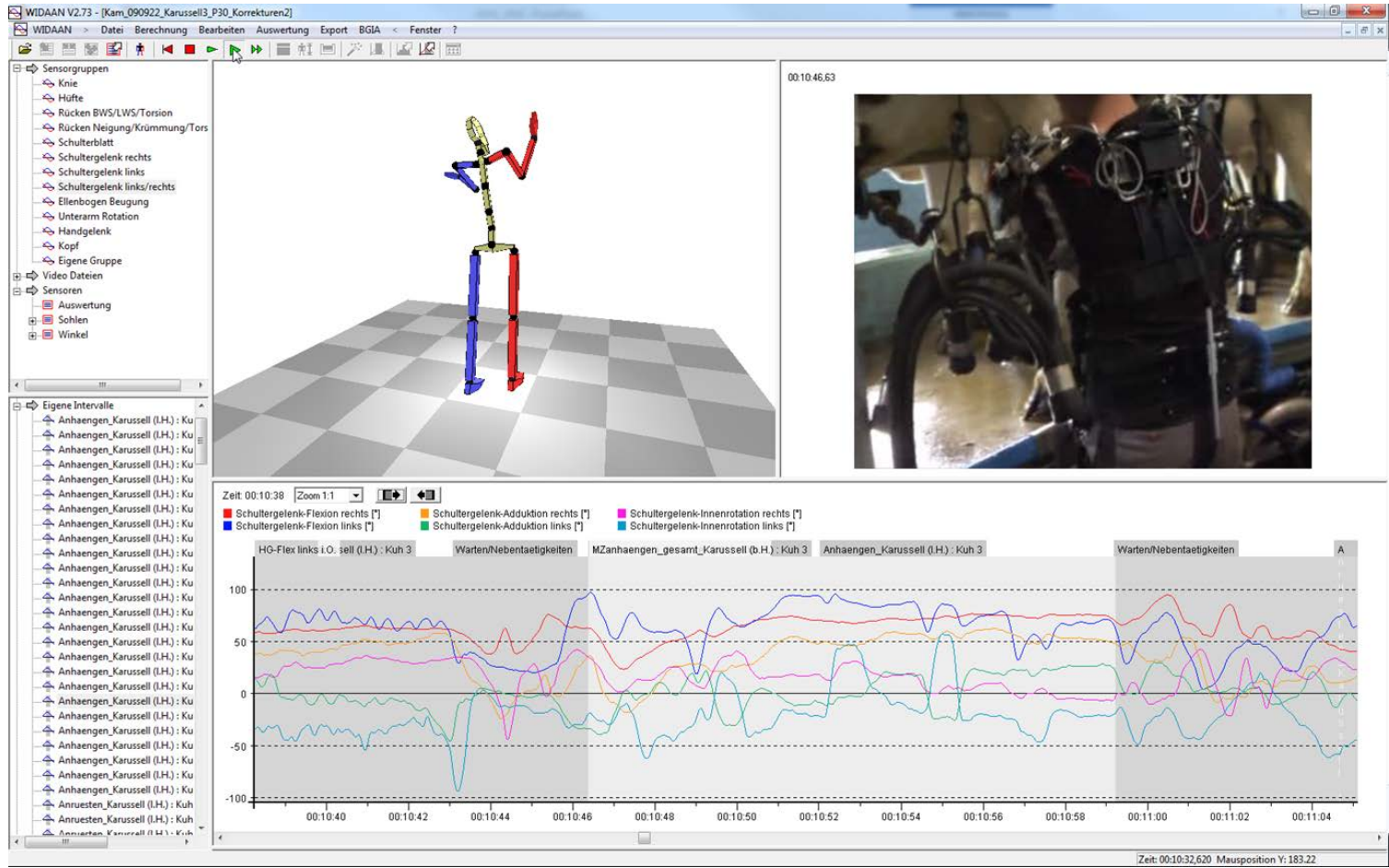
CUELA

- **Computer-Unterstützte Erfassung und Langzeit-Analyse** von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems
- 3 - Achsen Beschleunigungs-sensoren
- Gyroskop Sensoren
- Datenaufbereitung in **Winkel DATen ANalyse** Software (WIDAAN)





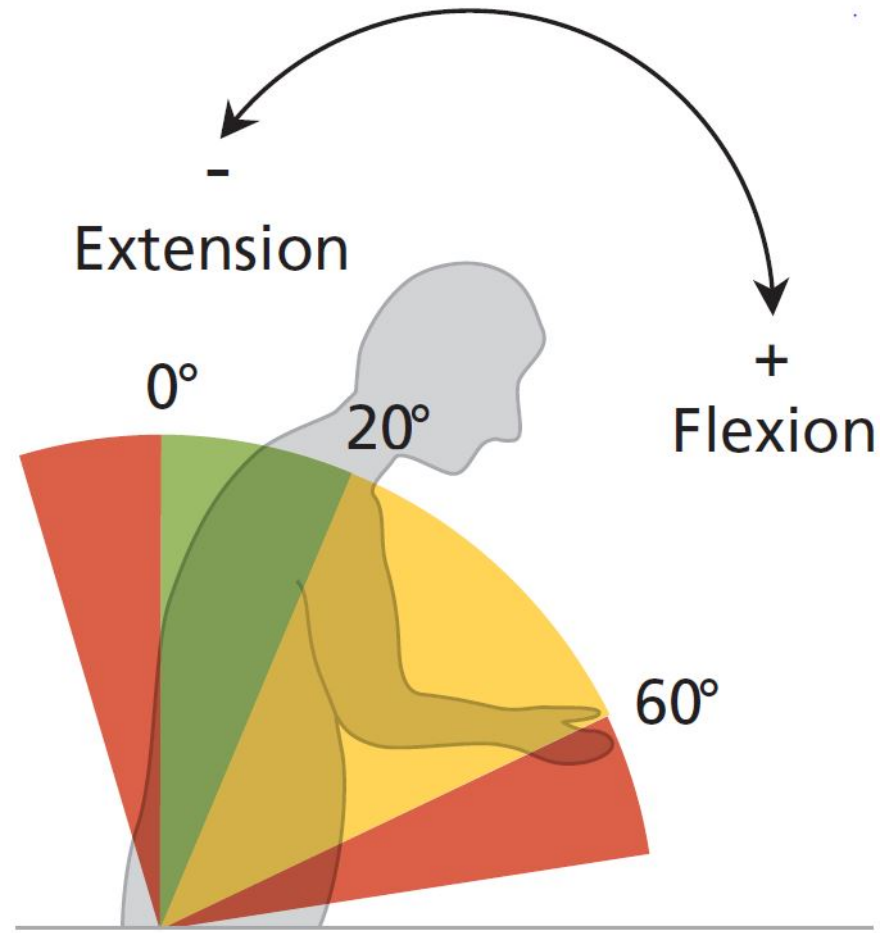
- WIDAAN





Datenaufbereitung

- Bewertung des Ansetzvorgang
- Berechnung der Perzentile
- Bewertung der Gelenkwinkel im ungünstigen Bereich
- ISO 11226





Zwischenergebnis - Alles schlecht?

Gelenk/Körperbereich	Sensor Nummer	Bewegung	Perzentile		
			5 ^{te}	50 ^{ste}	95 ^{ste}
Kopf	15	Neigung	73	45	17
	16	Seitneigung	68	51	68
Halswirbelsäule	5	Lateralflexion	53	33	57
	6	Flexion/Extension	89	62	36
Rumpfneigung und Rumpfseitneigung	22	Flexion/Extension	39	20	7
	23	Lateralflexion	2	1	4
	21	Torsion	0	0	0
Rückenkrümmung	19	Seitneigung	2	0	1
	20	Neigung	46	30	19
Kniegelenk	13 (links)	Flexion/Extension	26	41	69
	14 (rechts)		33	50	76
Schultergelenk	28 (links)	Ad-/Abduktion	9	31	53
	29 (rechts)		33	62	82
	30 (links)	Flexion/Extension	11	39	71
	31 (rechts)		17	45	75
	32 (links)		25	12	13
33 (rechts)	Innen-/Aussenrotation	17	6	25	
Ellbogengelenk	3 (links)	Flexion/Extension	94	70	19
	4 (rechts)		100	77	23
Unterarm	34 (links)	Pronation/Supination	23	4	27
	35 (rechts)		14	9	30
Handgelenk	9 (links)	Radial-/Ulnarabduktion	50	28	24
	10 (rechts)		13	3	16
	7 (links)	Flexion/Extension	3	0	2
	8 (rechts)		0	0	5



Statistik

- **Generalisiertes Lineares Gemischtes Effekte Modell**
- **Zielvariablen:**
 - 5^{tes}, 50^{tes}, 95^{tes} Perzentil jedes Gelenkwinkels
- **Erklärende Variablen:**
 - Melkstandtyp (Faktor)
 - Koeffizient (kontinuierlicher Quotient)
[Körpergrösse des Melkers / Euterbodenhöhe + Grubentiefe)]
- **Zufälliger Effekt:**
 - Geschachtelt: Betrieb / Kuh / Melker



Ergebnisse

- **Interaktion Melkstand Typ and Koeffizient $P < 0.05$**
 - 22 von 31 Gelenken (50^{tes} Perzentil)
 - 25 von 31 Gelenken (5^{tes} und 95^{tes} Perzentil)
- **Koeffizient $P < 0.05$ in 2 von 31 Gelenken**
 - Knie flexion links (5^{tes} , 50^{tes} und 95^{tes} Perzentil)
 - Schulter adduktion rechts (5^{tes} , 50^{tes} Perzentil)
- **Melkstandtyp $P < 0.05$ in 2 von 31 Gelenken:**
 - Brustwirbelsäule (50^{tes} und 95^{tes} Perzentil)
 - Schulter adduktion links (5^{tes} Perzentil)



Modellschätzungen

Rumpfneigung

Beispielhaft für 25 bewertete Gelenkwinkel

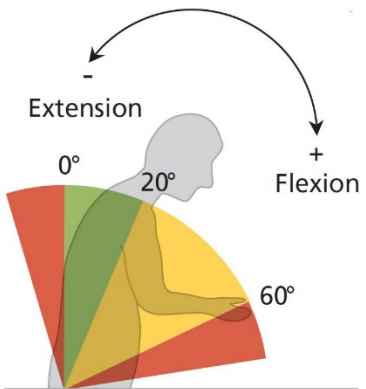
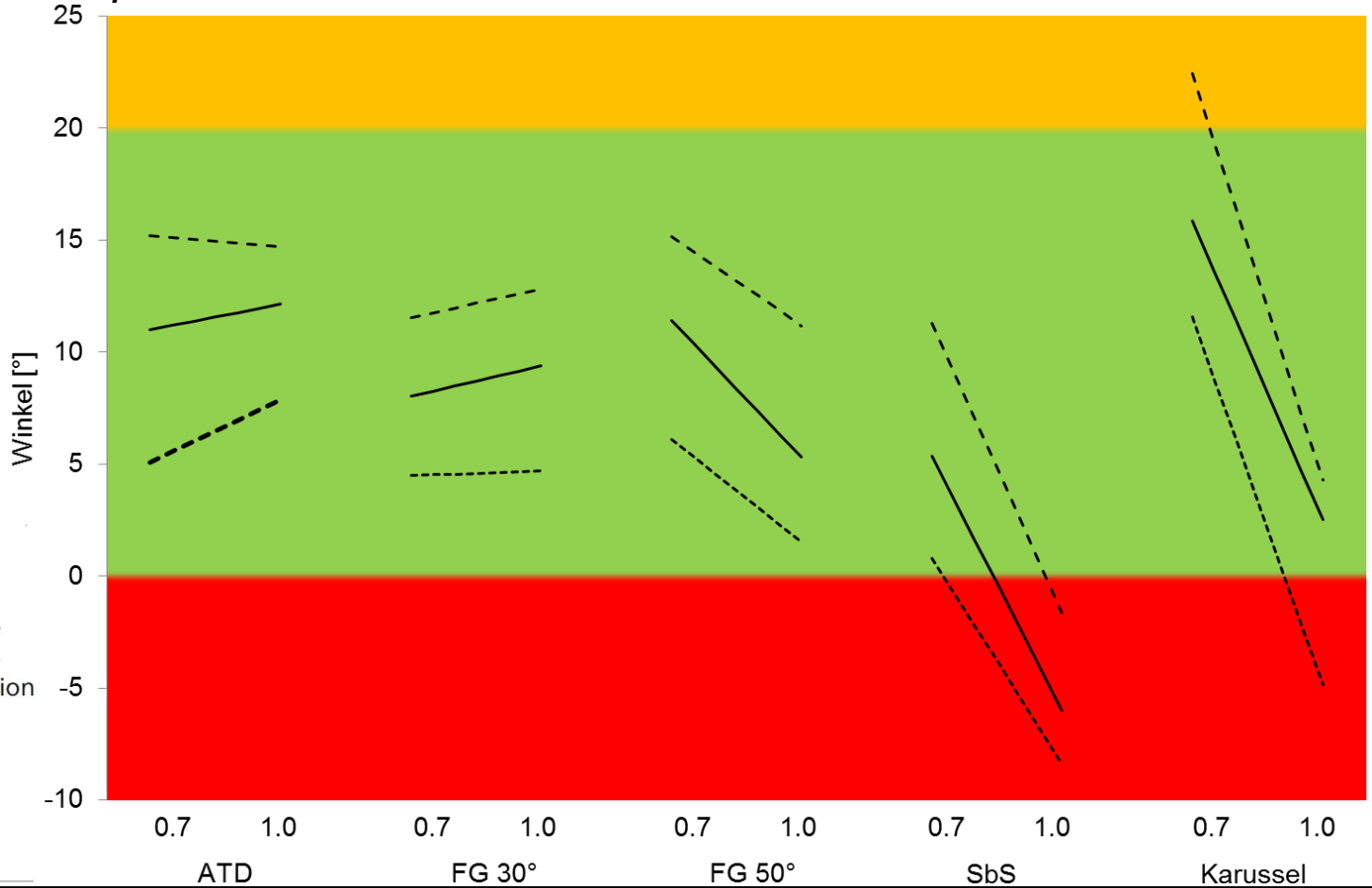


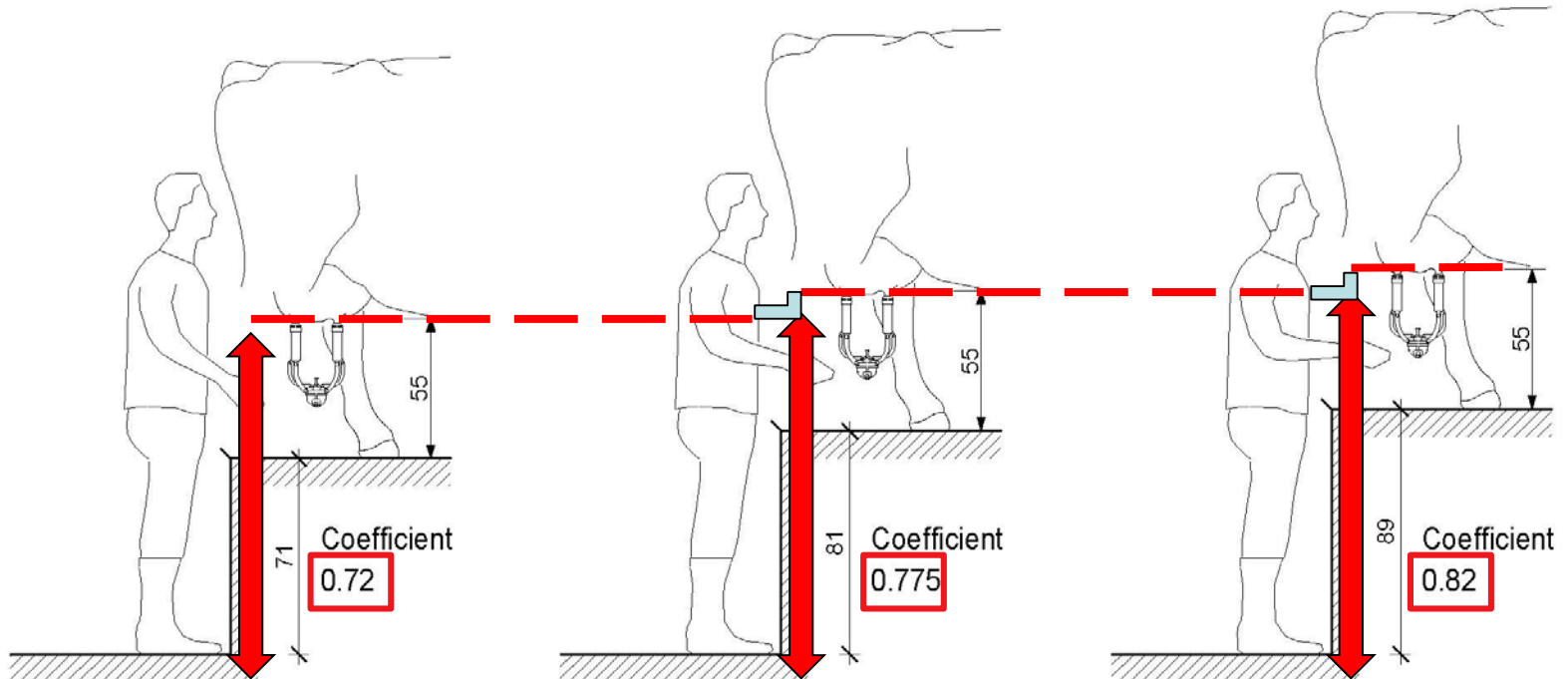


Illustration der Koeffizienten

Hoch

Mittel

Tief





Milking Health Formel

$$\text{Grubentiefe} = \text{Melkergröße [cm]} \times \text{Koeffizient} - \text{Durchschnittliche Euterbodenhöhe [cm]}$$

Melkstandtyp	Koeffizient	Körper-Grösse [cm]					
		160	165	170	175	180	185
Autotandem	0.85	81	85	90	93	98	102
Fischgräte 30°	0.70 (+0.85/0.9)	57	61	64	68	71	75
Fischgräte 50°	0.75	65	69	73	76	80	84
Side by Side	0.70	57	61	64	68	71	75
Karussell	0.75	65	69	73	76	80	84



Anpassung der Grubentiefe zum Beispiel mittels eines Hubbodens





Entwicklung von Empfehlungen für die Einstellung der Melker Grube



Improving ergonomics in milking parlors: Empirical findings for optimal working heights in five milking parlor types

M. Cockburn,*¹ P. Savary,* M. Kauke,* M. Schick,* U. Hoehne-Hückstädt,† I. Hermanns,† and R. Ellegast†

*Agroscope, Work, Buildings and System Evaluation, Taenikon 1, 8356 Ettenhausen, Switzerland

†Institute for Occupational Safety and Health of the German Social Accident Insurance (IFA), Alte Heerstrasse 111, 53754 Sankt Augustin, Germany

ABSTRACT

Milking postures have shifted from seated milking in tethered stalls to milking in a standing position in parlors. However, the musculoskeletal workload of dairy farmers remains high. Previous studies have shown that different working heights affect ergonomics, but they could not objectively evaluate and quantify the workload. The aim of the present study was to assess the effect of working height in different milking parlor types on the milker's workload during the task of attaching milking clusters. Computer-assisted recording and long-term analysis of movements were used to record positions of joints and body regions while performing certain tasks in terms of angular degrees of joints (ADJ) according to the neutral zero method. The 5th, 50th, and 95th percentiles described the distribution of angular degree values measured for each joint. The ADJ were evaluated according to international standards and other scientific literature on the issue to assess the muscular load. The workload was compared between 5 parlor types (auto tandem, herringbone 30°, herringbone 50°, parallel, and rotary) on 15 farms with 2 subjects per parlor and 1 milking period per subject. The working height was defined as a coefficient based on the milker's body height, the floor level, and the cow's udder height. The data recorded during the attachment task were analyzed using generalized linear mixed-effects models taking into account the hierarchical experimental design. The results indicated that the interaction of the cow's udder height, the milker's body height, and the parlor type had a larger effect on ergonomics than each parameter had independently. The interaction was significant in at least 1 of the 3 percentiles in 28 out of 31 ADJ. The postural differences between parlor types, however, were minor. A milking health formula was created to calculate the ideal depth of pit by considering the parlor type, the milker's

height, and the mean herd udder height. This formula can be used to develop individual recommendations for future parlor construction.

Key words: guideline, milking health formula, posture, workload, herringbone

INTRODUCTION

Dairy farmers display high levels of musculoskeletal disorders; thus, the present study aimed at analyzing and improving posture during milking. The milking process represents a large part of the daily work routine on dairy farms, and despite position being improved compared with milking in stanchion systems, it has been associated with awkward postures (Jakob et al., 2009). Although milking may not be perceived as strenuous because it has been considered light work for the cardiovascular system (Perkiö-Mäkelä and Hentilä, 2005), several questionnaire-based studies showed that a large percentage of dairy farmers suffer from musculoskeletal problems, particularly disorders associated with the wrists and hands (Stål et al., 1996; Kauke et al., 2010; Kolstrup et al., 2010). Pinzke (2003) reported 83% of men and 90% of women to be affected by such problems, which is in line with Douphrate et al. (2009), who stated that 80% of dairy farmers suffer from musculoskeletal disorders. In addition, Karttunen and Rautiainen (2011) reported a decline in working ability, which was caused by these problems, in 39% of dairy farmers.

Health and efficiency considerations have influenced dairy husbandry in the past. As a consequence of dairy farm automation and industrialization, herd sizes have increased and milking is commonly performed in parlors. Previous research assessed the muscular load of the upper extremities during milking in parlors compared with that during milking in a tethered system and showed that the peak loads in milking parlors were decreased (Stål et al., 2000). Despite the expectation that milking in parlors reduced the physical load, problems in the neck, shoulder, and upper extremities of milkers remained (Arborelius, 1986; Jakob et al., 2012).

Received June 27, 2014.

Accepted October 28, 2014.

¹Corresponding author: marianne.cockburn@agroscope.admin.ch



Projektnutzen

- Optimierung von Anwendungsempfehlungen zur Einstellung der Grubentiefe in Melkständen
- Langfristige Verbesserung der Melker Gesundheit
- Verbesserung der Wirtschaftlichkeit

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit





Validierung der Milking Health Formel für den Fischgrät 30°

«Versuch 2»



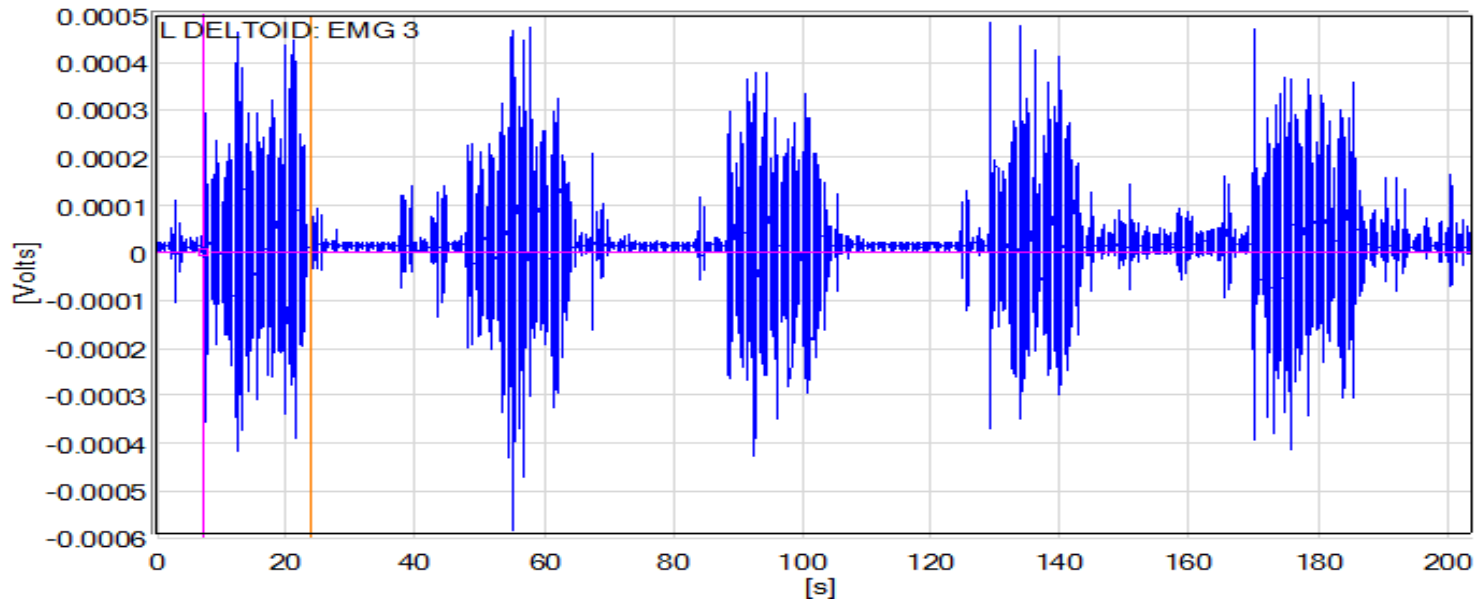


Warum eine Validierung?

- Die von uns **empfohlenen Arbeitshöhen weichen** von denen in der **Praxis** ab
- für den **FG 30° unpräzise**
- Nutzung **alternativer Messmethode** ermöglicht **Überprüfung**



Elektromyographie (EMG)



EMG ist das Studium der Muskelfunktion durch Erforschung des elektrischen Signales, das die Muskeln erzeugen.

(Basmajian & DeLuca: Definition aus Muscles Alive, 1985)



Vorbereitung der Probanden

- **Maximalkontraktion (MVC)** für jeden gemessenen Muskel

→ Anhand dieser wird **MVC%** berechnet.

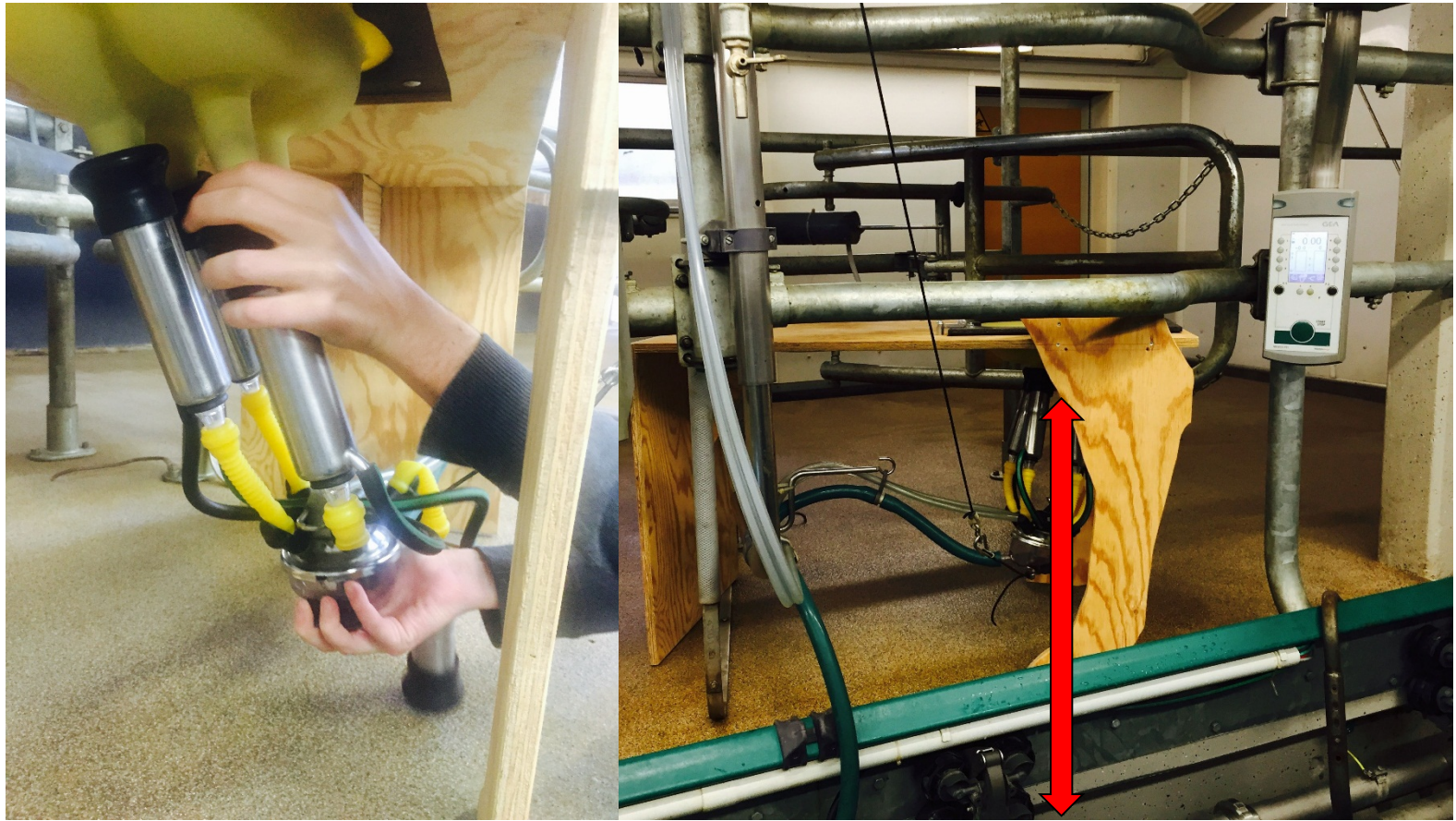
→ Ermöglicht **Vergleichbarkeit** zwischen den Probanden





Kunsteuter

- Standardisiertes Messverfahren
- Überprüfung von Praxismessungen unter Laborbedingungen



Ergonomics in Milking Parlours
Marianne Cockburn



Versuchsdesign

- Versuchsmelkstand Tänikon im Fischgrät 30°
- Melken am Kunsteuter
- 16 Versuchspersonen (7 männlich/ 9 weiblich)
- 3 Arbeitshöhen mit je 20 Wiederholungen (5 l, 5 r, 5 l, 5 r)
 - randomisierte Anordnung der Arbeitshöhen

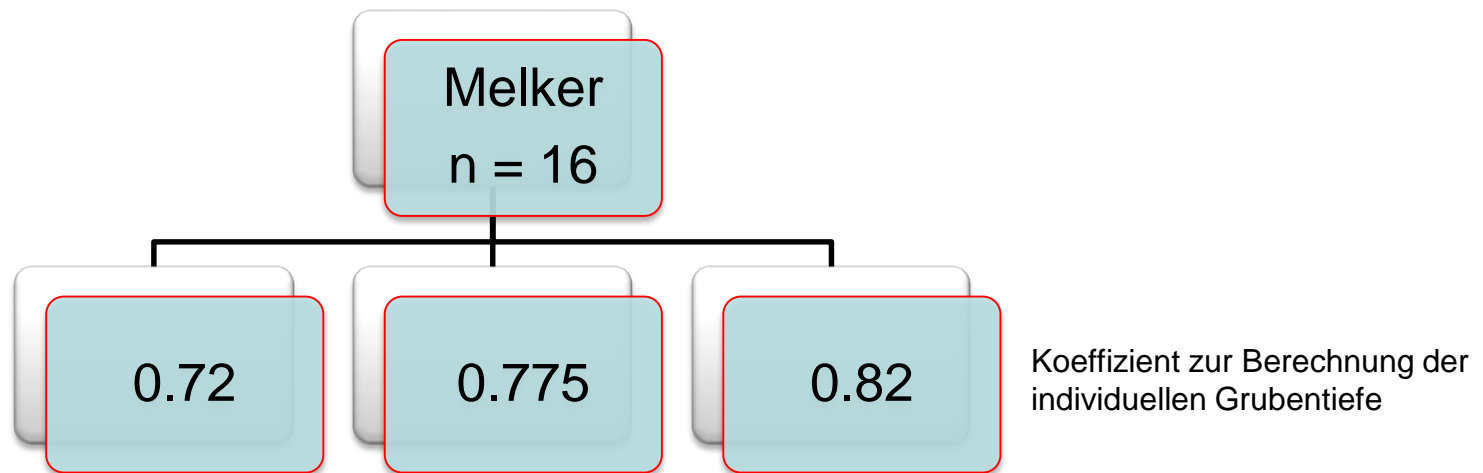


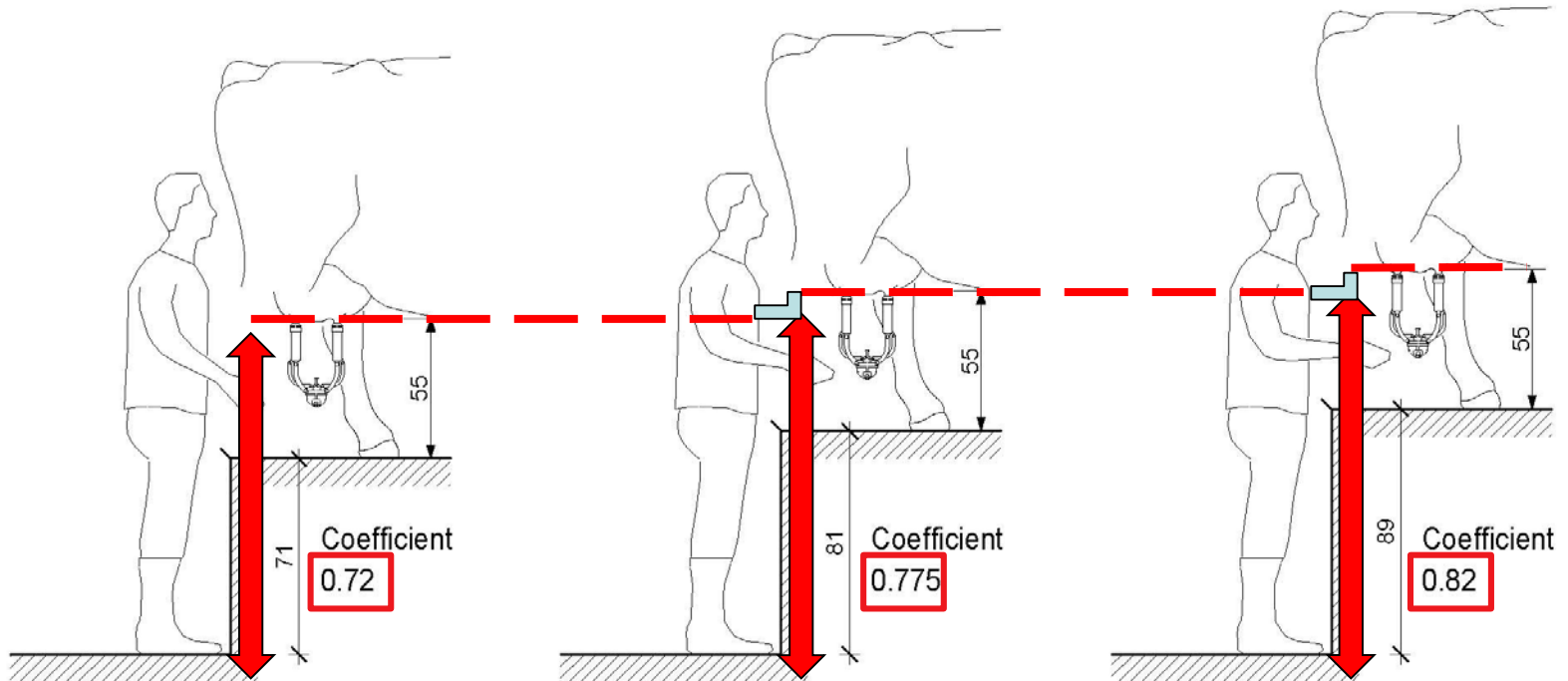


Illustration der Grubentiefen

Hoch

Mittel

Tief





Statistik

Generalisiertes lineares gemischte Effekte Modell

Zielvariable: Muskelaktivität [%MVC]

Für beide Handfunktionen (Melkzeug haltend und Melkzeug ansetzend)

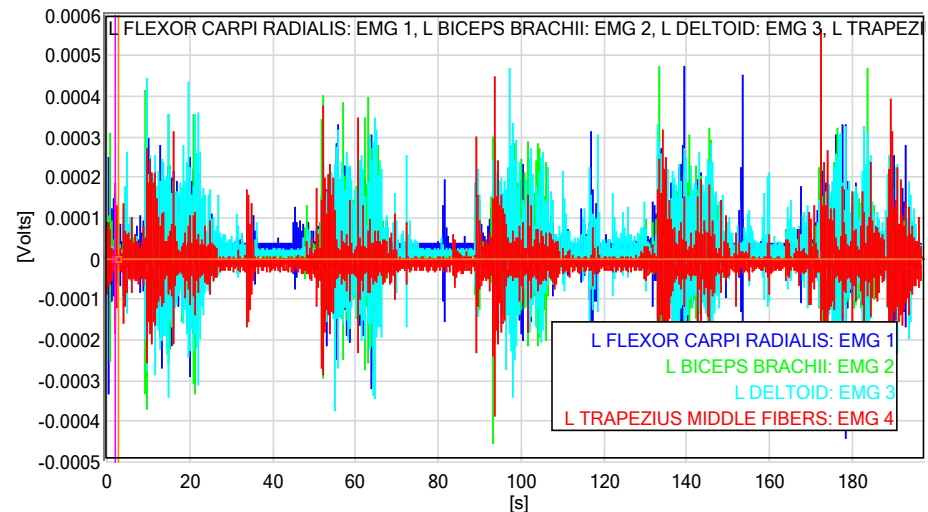
Und die vier gemessenen Muskelgruppen.

Erklärende Variablen:

- Arbeitshöhenkoeffizient
- Geschlecht
- Grösse der Probanden
- Wiederholung

Zufällige Effekte:

- Proband / Arbeitshöhenkoeffizient / Gruppe der Wiederholung





Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF

Agroscope

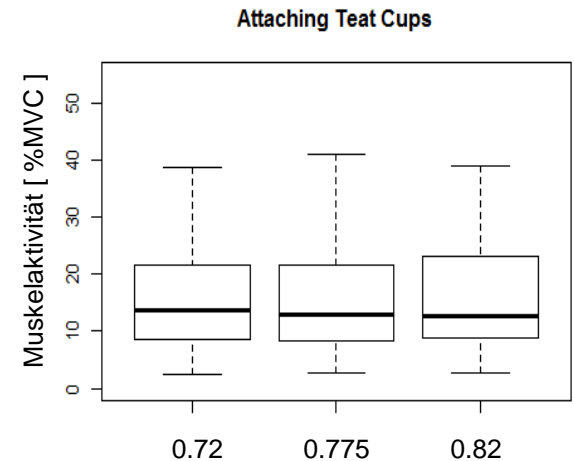
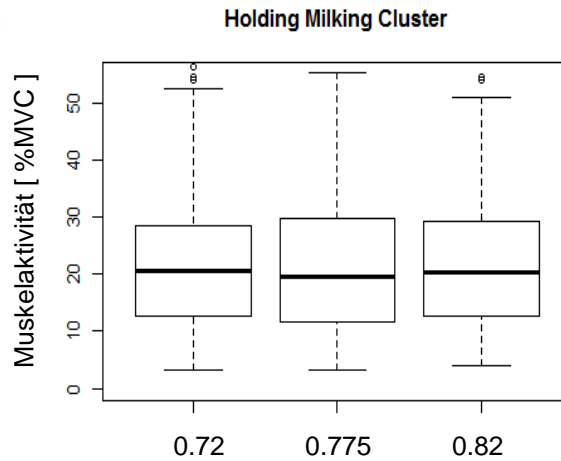
Auswertungen



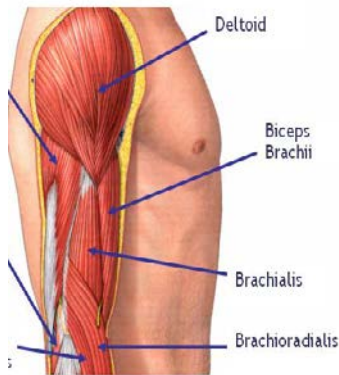
M. Flexor carpi ulnaris



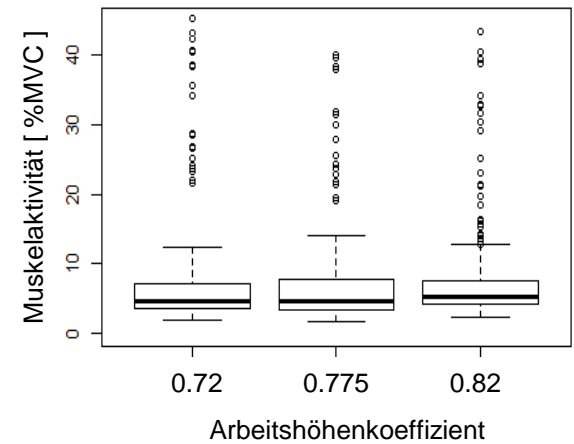
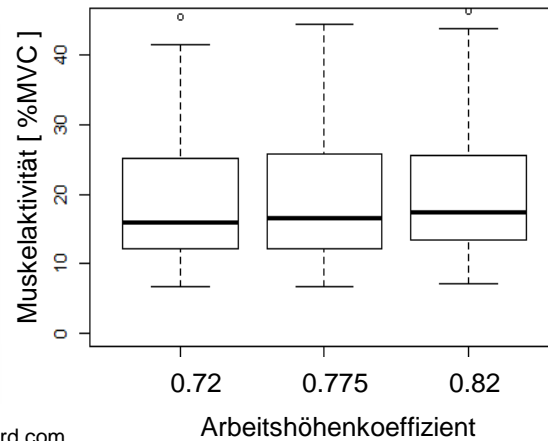
Bildquelle: Hayer, MS Orthopaedics University



M. biceps brachii



Bildquelle: www.BodybuildingWizard.com





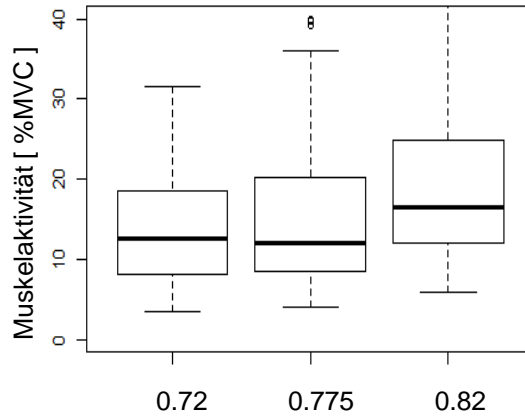
Anterior Deltoid



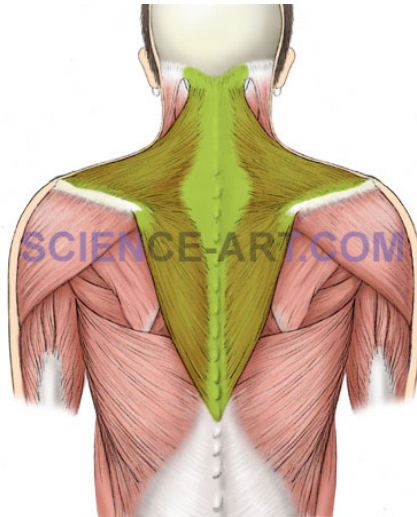
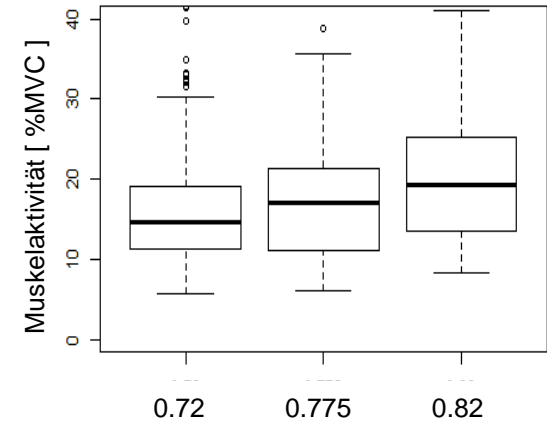
Bildquelle: Christer Johansson

M. deltoideus anterior

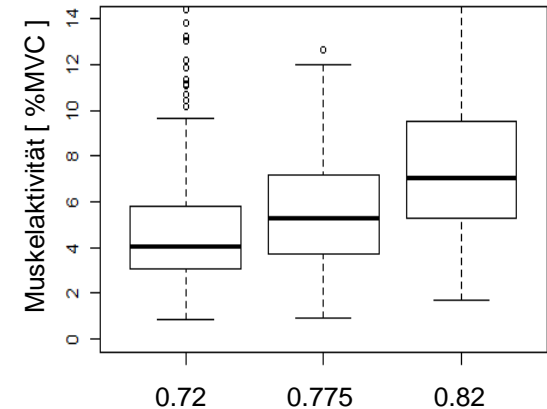
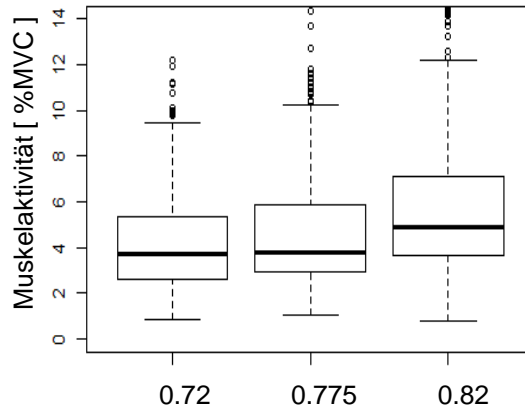
Holding Milking Cluster



Attaching Teat Cups



M. trapezius



Arbeitshöhenkoeffizient

Arbeitshöhenkoeffizient



Datenverarbeitung

- Root Mean Square Analyse
- Fensterlänge 0.25 ms & Beseitigung des Offset, kein Filter
- Setzen des Startpunktes mithilfe eines Beschleunigungssensors

