

## Hinweise zur ergonomischen Gestaltung von Melkarbeitsplätzen

*Dr. Martina Jakob<sup>1</sup>, Dr. Falk Liebers<sup>2</sup>, Dr. Sandra Rose-Meierhöfer<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. Max-Eyth-Allee 100, 14469  
Potsdam, [mjakob@atb-potsdam.de](mailto:mjakob@atb-potsdam.de)

<sup>2</sup> Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin Berlin, Nöldnerstraße 40-42,  
10317 Berlin

### Einleitung

Eine gute ergonomische Gestaltung von Arbeitsplätzen erhöht die Effizienz und das Wohlbefinden der Beschäftigten. Anlass einer kritischen Betrachtung des modernen Melkarbeitsplatzes war die Tatsache, dass trotz einer deutlichen Reduzierung der physischen Belastung durch die Umstellung von Eimer- und Rohrmelkanlagen auf zentrale Melkstände die Signifikanz von Erkrankungen weiterhin über dem Durchschnitt anderer Berufsgruppen liegt (Liebers & Caffier 2006). Eine schwedische Langzeitstudie (Pinzke 2003) sowie Untersuchungen aus Finnland (Tuure & Alasuutari 2009) bestätigen diesen Trend auch für andere Teile Europas. So haben die Schweden in ihrer Studie aus dem Jahr 2003 festgestellt, dass der Anteil an von Muskel-Skelett-Erkrankungen betroffenen Melkern und Melkerinnen seit 1988 gestiegen ist. Besonders betroffen sind dabei die oberen Extremitäten, wie beispielsweise die Schulter, der Nacken oder einzelne Nerven wie beim Karpaltunnelsyndrom an der Hand. Auch in Finnland ist fast jeder dritte Milchproduzent von dieser Art von Beschwerden betroffen.

Kennzeichnend für die modernen Melkstände ist eine hohe Arbeitseffizienz. Bereits ab etwa acht Melkplätzen pro Seite kann ein Melker während der Melkzeit zu 90% ausgelastet werden. Die höchste Auslastung ist im Melkkarussell zu erzielen. Dem steht gegenüber, dass die Aufgabenvielfalt im gleichen Maße sinkt. Dadurch werden die ausgeführten Bewegungen einseitig und in hohem Maße wiederholt. Als besonders kritisch ist das Halten des Melkzeuges unter dem Euter zu betrachten. Je nach Entfernung des Euters vom Melker und dem Melkzeuggewicht treten dabei am Handgelenk Hebelkräfte von bis zu 9 Nm auf (Jakob et al. 2007).

Die ergonomische Gestaltung des Melkarbeitsplatzes wird durch mehrere Faktoren beeinflusst. Die Art des Melkstands aber auch die Abmaße der Tiere bestimmen den horizontalen Abstand zwischen Melker und Kuh. Auch der Abstand des Euterbodens zur Standfläche variiert stark und ist abhängig vom Alter und der Rasse der Tiere. Der Abstand zwischen Zitzenkuppe und Boden kann zwischen 22 und 69 cm betragen. Im Mittel beträgt er nach einer Untersuchung von Graff (2005) 46 cm. Der zunehmend jüngere Kuhbestand lässt diesen Mittelwert ansteigen. Ein weiterer wesentlicher Einflussfaktor auf die Arbeitshöhe ist

die Körpergröße des Melkers. Alles in allem ergeben sich aus der Gesamtheit der Faktoren große Schwankungsbreiten von bis zu 50 cm aus der Summe der Grubentiefe, der Euterhöhe und der Körpergröße der Arbeitskraft. Bei jeder zu melkenden Kuh findet der Melker somit eine veränderte Situation vor.

In einer umfangreichen Studie am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim wurden der Einfluss der Arbeitshöhe und des Melkzeuggewichtes auf die Arbeitsbelastung an einem Labormelkstand untersucht.

Ziel der Untersuchungen war es, sowohl den Einfluss der in der Praxis auftretenden Schwankungen auf die Belastung der Einzelperson einzuschätzen als auch Empfehlungen für Neukonstruktionen oder die Einstellung von Hubböden zu erarbeiten.

### **Methodik**

Im Rahmen der Studie wurden die Einflüsse der Euterhöhe im Verhältnis zum Melker sowie das Melkzeuggewicht untersucht. Bei sechs weiblichen Melkerinnen (157 – 176 cm groß) wurde die Arbeitshöhe bzw. die Euterhöhe, gemessen am Ende der Zitze, jeweils auf 15 cm über, auf und unter Schulterniveau eingestellt. Weiterhin wurden zwei unterschiedlich schwere Melkzeuge (1,4 und 2,4 kg ohne Schläuche) miteinander verglichen.

Die Versuche wurden am Labormelkstand (Fischgräte 33°) des Instituts durchgeführt. In einem einminütigen Rhythmus wurde das Melkzeug mit der linken Hand unter dem Euter positioniert und die Melkbecher mit der rechten Hand bei bestehendem Vakuum an ein Kunsteuter gesetzt und nach einer halben Minute wieder abgenommen.

Um auf die Belastung der Arbeitskräfte zu schließen wurden Körperhaltungsanalysen (Jakob et al. 2009) mit Hilfe eines 3-D-Bewegungsanalysesystems durchgeführt (Bild 1). Weiterhin wurde die muskuläre Aktivität 14 verschiedener Muskelgruppen elektromyografisch aufgezeichnet und die Herzfrequenz erfasst (Liebers et al. 2009).

Für alle Varianten wurden 15 Wiederholungen veranlasst. Nach jeweils 5, 10 und 15 Arbeitszyklen sollten die Probandinnen anhand der Borg-Skala (Borg 1970) die empfundene Anstrengung benennen (Bild 2).



Bild 1: Probandin am Versuchsmelkstand bei der Arbeitshöhe über Schulterniveau

### BORG SKALA

- 06 überhaupt keine Anstrengung
- 07
- 08 extrem locker
- 09
- 10 sehr locker
- 11 locker
- 12
- 13 ein wenig anstrengend
- 14
- 15 anstrengend
- 16
- 17 sehr anstrengend
- 18
- 19 extrem anstrengend
- 20 maximale Anstrengung



Bild 2: Borg-Skala zur Bestimmung des Anstrengungsempfindens bei körperlicher Arbeit

## Ergebnisse

Die subjektive Einschätzung der Arbeitsschwere lag im Mittel über alle Varianten bei locker bis ein wenig anstrengend, was einem Wert von 12 auf der Borg-Skala (Bild 2) entspricht. Der Unterschied zwischen dem leichten und schweren Melkzeug betrug jeweils zwei Skalenwerte für jede Arbeitshöhe. Die ungünstigste Bewertung erfolgte für das Arbeiten unter Schulterniveau mit einem schweren Melkzeug. Es wurden maximale Werte bis zu 16 genannt. Der Mittelwert für die Verwendung des schweren Melkzeugs lag bei 13 und für das leichte Melkzeug bei 11. Die empfundene Anstrengung von Beschäftigten sollte bei der BORG-Skala kurzzeitig den Bereich "anstrengend" (15) und auf Dauer "etwas anstrengend" (13) nicht überschreiten (AWMF Leitlinie 029).

Die Messung der muskulären Aktivität ergab eine 5-25%ige Aktivierung gemessen an der maximal möglichen Muskelkraft jeder Einzelperson. Das Arbeiten mit dem schweren Melkzeug hatte einen starken Effekt auf die muskuläre Aktivität (5-20% höher). Die geringste muskuläre Aktivität wurde beim Arbeiten auf Schulterniveau mit einem leichten Melkzeug verzeichnet.

Ein ähnliches Bild ergaben die Körperhaltungsanalysen. Die unterschiedlichen Arbeitshöhen verursachen charakteristische Bewegungsabläufe. Ein niedriges Euter bedingt ein Vorbeugen des Oberkörpers bis in den ungünstigen Bereich von über 20° während ein hohes Euter das Anheben des Armes verlangt. Die gemessenen Winkel lagen hier im Mittel zwischen 17° und 49°. Gemessen wurde der Winkel um die drei Marker am Ellenbogen, der Schulter und der Hüfte (siehe Bild 1). Bei den Körperhaltungsanalysen treten deutliche individuelle Unterschiede bei den absoluten Werten auf. Das generelle Bewegungsverhalten zeigt bei allen Probandinnen den gleichen Trend.

Weiterhin wurden die Torsion des Oberkörpers und die Seitneigung berechnet. Es wurden gemäß DIN EN 1005-4 nur die Werte berücksichtigt, die 10° in beide Richtungen überstiegen. Eine signifikante Seitneigung wurde beim Arbeiten mit dem schweren Melkzeug unter Schulterniveau gemessen. Eine Torsion über 10° war generell während etwa einem Drittel der Gesamtdauer zu verzeichnen und äußerte sich unabhängig von Arbeitshöhe und Melkzeuggewicht.

## Fazit

Aus den erfassten Messwerten ergaben sich zwei wesentliche Hinweise für die zukünftige Gestaltung des Arbeitsplatzes Melkstand. Als wesentlicher Einflussfaktor auf die Arbeitsbelastung konnte das Melkzeuggewicht identifiziert werden. Gemessen an den Empfehlungen für die Höhe der empfohlenen muskulären Aktivität, die zwischen 5 und 10% der Maximalkraft liegen sollte, werden diese Werte bei schweren Melkzeugen deutlich über-



schritten, so dass es zu einer Überlastung kommen kann. Das gleiche Bild ergab sich auch bei der subjektiven Selbsteinschätzung anhand der Borg-Skala. In bestimmten Situationen wurde bei der Arbeit mit dem schweren Melkzeug die empfohlene Belastungshöhe deutlich überschritten. Die Reduzierung des Melkzeuggewichtes kann somit eine deutliche Arbeitserleichterung bewirken.

Die Handhabung und das Halten der Last des Melkzeugs in Verbindung mit ungünstigen Körperhaltungen erlaubt es, Beschwerden im Bereich der Lendenwirbelsäule und den oberen Extremitäten auf die Tätigkeit zurückzuführen. In Abhängigkeit von der Körpergröße der Arbeitskräfte werden Überlastungen bei großen Personen eher im Bereich der Lendenwirbelsäule auftreten, bei kleinen Beschäftigten hingegen im Bereich der oberen Extremitäten. Bei kleinen Beschäftigten kommt weiterhin die kürzere Reichweite der Arme als erschwerender Faktor hinzu.

Als generelle Empfehlung gilt, die Körperhaltung bei der Arbeit sollte nicht dauerhaft einseitig von der Neutralposition im Gehen, Stehen oder Sitzen abweichen und dadurch statische Muskelbelastungen verursachen. Ein Wechsel der Körperhaltung und gelegentliche Wechsel der Arbeitsposition z. B. zwischen Sitzen und Stehen sind anzustreben. In Abhängigkeit von der Belastung können lokale Ermüdung und Schmerzen (unspezifische Rückenschmerzen), Funktionsstörungen besonders bei langer Einwirkungsdauer oder Zusatzbelastungen und in seltenen Fällen auch Schädigungen der betroffenen Knochen- und Gelenkstrukturen entstehen: Zwangshaltungen mit Haltearbeit von Gegenständen (z.B. dem Melkzeug) und Haltungsarbeit des Körpers (z.B. beim Vorbeugen durch Arbeiten unter Schulterniveau) können unterschiedliche gesundheitliche Folgen haben: Anaerobe Muskelarbeit begrenzt zeitlich die Ausführbarkeit der Arbeit. Gleichförmige und einseitige Belastung kann zu dauerhafter Beanspruchung einzelner Muskelgruppen führen. Muskuläre Dysbalancen und hohe Bandscheibenbelastungen sowie Gelenkbelastungen an Knorpel und Bändern können die Folge sein.

Anhaltspunkte für die Beurteilung von Körperhaltungen geben Ergonomienormen: Die in Europa zur Gestaltung von Arbeit an Maschinen empfohlene DIN EN 1005-4 und die weltweite Empfehlung zur Gestaltung von Arbeit und Produkten der ISO 11226 bewerten Rumpfvorneigungen sowie Lateral- und Rotationsbewegungen.

Bedingt oder nicht akzeptable Haltungen des Rumpfes sind Arbeiten im Beugen mit einer Vorneigung von mehr als 20° sowie Lateral- und Rotationsbewegungen von mehr als 10°.

Die günstigste Arbeitsplatzgestaltung ergab sich aus der Summe aller Bewertungsparameter bei einer Arbeitshöhe des unteren Endes der Zitze auf Schulterniveau. Dieses Erkenntnis sollte bei der Einstellung von Hubböden berücksichtigt werden. Weiterhin können Betriebe

