

Arbeitsbelastung beim Melken

Ulrike Hoehne-Hückstädt, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, DE-53757 Sankt Augustin

Maren Kauke, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen

Zusammenfassung

Obwohl insbesondere in der Milchviehhaltung arbeitsbezogene Muskel-Skelett-Erkrankungen überdurchschnittliche Verbreitung finden, ist über die Auswirkungen verschiedener Melksysteme sowie der Ausstattung moderner Melkstände auf die physische Belastung des Melkers wenig bekannt.

Ziel der Untersuchungen ist daher die qualitative und quantitative Erfassung der im Melkstand auftretenden Belastungen, um davon ausgehend Optimierungsstrategien für die Gestaltung des Melkstands und für die Arbeitsweise ableiten zu können. Diese wiederum bilden die Grundlage für die Vorbeugung von gesundheitlichen Langzeitschäden.

Zur Belastungsermittlung wurde das personengebundene CUELA-System eingesetzt, das mittels mechanisch-elektronischer Sensorik Körperbewegungen und Bodenreaktionskräfte erfasst. Die hier vorgestellte Machbarkeitsstudie diente in erster Linie der Überprüfung, inwieweit das CUELA-System für Messungen in der Landwirtschaft geeignet ist. Es wurden vier männliche Probanden während je zwei Melkzeiten in den Melkstandtypen Autotandem, Fischgräte und am MultiLactor untersucht. Anhand dieser Messungen wurden Störeinflüsse und resultierende Messfehler ermittelt, quantifiziert und durch Modifikation des Systems weiter reduziert. Die validierten Daten wurden statistisch ausgewertet und lassen erste Aussagen über die Auswirkungen der Melkverfahren sowie des individuellen Vorgehens der verschiedenen Melker auf deren Körperhaltung und damit auf die Belastung zu. Ausserdem bilden sie die Planungsgrundlage für weitere Untersuchungen zur Arbeitsbelastungen beim Melken.

Résumé

Charge de travail liée à la traite

Bien que les éleveurs de vaches laitières soient souvent atteints par des affections musculaires et osseuses liées au travail, les connaissances sur les répercussions des différents systèmes de traite, ainsi que des équipements des salles de traite modernes, sur la charge de travail physique du trayeur sont rares.

Les études entreprises ont pour but d'enregistrer de manière qualitative et quantitative les charges de travail dans la salle de traite, afin d'élaborer des stratégies pour optimiser la conception de la salle de traite et les méthodes de travail. Ces stratégies sont capitales pour prévenir des troubles durables de la santé.

Afin d'appréhender les charges, on a utilisé le système CUELA basé sur l'individu. Il saisit les mouvements corporels et les forces de réaction du sol à l'aide de capteurs électromécaniques. L'étude de faisabilité présentée ici a essentiellement servi à vérifier que le système CUELA convenait pour effectuer des mesures dans l'agriculture. Quatre sujets masculins ont été étudiés pendant deux traites dans des salles de traite Autotandem, en épi et au MultiLactor. A partir de ces mesures, on a déterminé les facteurs de perturbation et les erreurs de mesure qui en découlent. On a ensuite quantifié et minimisé ces dernières en modifiant le système. Les données validées ont été traitées statistiquement. Elles permettent de tirer de premières conclusions sur les répercussions des procédés de traite et des méthodes

individuelles des différents trayeurs sur leur attitude corporelle et sur la charge physique qui en découle. Ces mesures représentent en outre une base de planification pour d'autres études sur la charge de travail liée à la traite.

Summary

Workload during milking

Although dairy farmers in particular suffer an above-average incidence of work-related musculoskeletal disorders, little is known about the physical workload put on the milker by different milking systems and the equipment in modern milking parlours.

The aim of the investigations is therefore to record workload during milking in a qualitative and quantitative way. This can be used to develop optimisation strategies for milking parlour design and working practices. These in turn will form the basis for the prevention of long term damage to health.

The CUELA personal measuring system, which detects body movement and ground reaction forces by means of a mechanical-electronic sensor system, was used to collect data on musculoskeletal workload. The feasibility study presented here served primarily to check the suitability of the CUELA System for measurements in agriculture. Four male test persons were monitored during each of two milking sessions in milking parlours of the autotandem and herringbone types and at the MultiLactor. On the basis of these measurements disruptive influences and resultant measurement errors were determined, quantified and further reduced by modifying the system. The validated data was statistically evaluated, permitting initial evidence of the impact of milking methods and the individual behaviour of different milkers on their posture and hence on strain. It also forms the planning basis for further studies of workload during milking.

Problemstellung

Das Melken macht auf den Milchviehbetrieben einen Grossteil der täglichen Arbeitszeit aus. Dabei ist die Melkperson verschiedenen Belastungen ausgesetzt, die unter anderem vom jeweiligen Melkverfahren sowie der technischen und baulichen Ausstattung abhängig sind.

Beim Melken im Anbindestall mit Eimer- und Rohrmelkanlagen werden häufig ungünstige Körperhaltungen eingenommen, zusätzlich werden schwere Lasten bewegt. Zunehmende Bestandsvergrößerung und die damit einhergehende Technisierung und Automatisierung führen zwar einerseits zu einer Arbeitserleichterung, andererseits aber auch zu gleichförmigen, sich häufig wiederholenden Handhabungen. In der Folge kommt es insbesondere bei Melkerinnen häufig zu gesundheitlichen Problemen im Bereich der Unterarme und Handgelenke (Stål 1999). Untersuchungen von Pinzke (1999) ergaben, dass arbeitsbezogene Muskel-Skelett-Erkrankungen, verglichen mit anderen Berufsgruppen, in der Milchviehhaltung überdurchschnittlich verbreitet sind; laut Umfragen sind bei schwedischen Milchviehhaltern 83 Prozent der Männer und 90 Prozent der Frauen davon betroffen (Pinzke 2003). Entsprechende Zahlen aus Deutschland und der Schweiz liegen aktuell nicht vor. Ebenfalls ist wenig über die Auswirkungen verschiedener Melksysteme sowie der Ausstattung moderner Melkstände auf die physische Belastung des Melkers bekannt.

Im Rahmen des Projekts «Arbeitsbelastung Landwirtschaftsbetrieb» wird der Arbeitsplatz Melkstand untersucht, die auftretenden Belastungen werden dabei sowohl qualitativ als auch quantitativ erfasst. Ziel ist es, ausgehend von den Ergebnissen Optimierungsstrategien für die ergonomische Gestaltung des Melkstands abzuleiten und damit gesundheitlichen Langzeitschäden vorzubeugen.

Bislang wurde die Arbeitsbelastung auf Landwirtschaftsbetrieben im Rahmen von ART-Projekten mit Methoden der Direktbeobachtung (OWAS, Ovako Working Posture Analysing System; Karhu et al. 1977, Stoffert 1985) erhoben, da diese eine einfache und schnelle

Identifizierung gesundheitsschädigender Körperhaltungen erlauben (Pinzke 1997). Für die geplante Analyse der Arbeitsbelastung beim Melken allerdings ist die OWAS-Methode ungeeignet, da sie die Haltungen der Arme und Hände nicht detailliert genug abbildet. Dadurch können insbesondere die interessierenden Belastungen der oberen Extremitäten in verschiedenen Melksystemen nicht beurteilt und miteinander verglichen werden. Zudem unterliegt diese Methode naturgemäß dem subjektiven Einfluss durch den Beobachter. Auch, wenn Videoaufnahmen zur eingehenden Analyse vorliegen, erscheinen Hand-Arm-Bewegungen oft zu komplex, um durch Observieren korrekt und kontinuierlich über die Arbeitszeit dokumentiert werden zu können.

In dem Bestreben eine objektive Methode für die Analyse der physischen Belastung beim Melken zu finden, wurde durch eine ausführlichen Literaturrecherche (Kauke und Schick 2007) das CUELA-System (Computer unterstützte Erfassung und Langzeitanalyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems; Ellegast 1998, Hoehne-Hückstädt et al. 2007) als eine messtechnische Möglichkeit ermittelt. Dieses Verfahren wurde am Institut für Arbeitsschutz der deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (BGIA) entwickelt und bereits in zahlreichen Untersuchungen zur Arbeitsbelastung von Industriearbeitsplätzen eingesetzt (Ellegast und Hermanns 2006, Hoehne-Hückstädt et al. 2007). Auf landwirtschaftlichen Betrieben hingegen fand es bislang noch keine Anwendung.

Um die Einsatzmöglichkeiten des CUELA-System im Bereich Landwirtschaft, insbesondere zur ergonomischen Analyse des Arbeitsverfahrens Melken, zu überprüfen, und gegebenenfalls erste Erkenntnisse zur Problemstellung «Auf tretende Arbeitsbelastungen in modernen Melkständen» zu erhalten, wurde von den deutschen landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften eine Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben.

Material und Methoden

Das CUELA-System

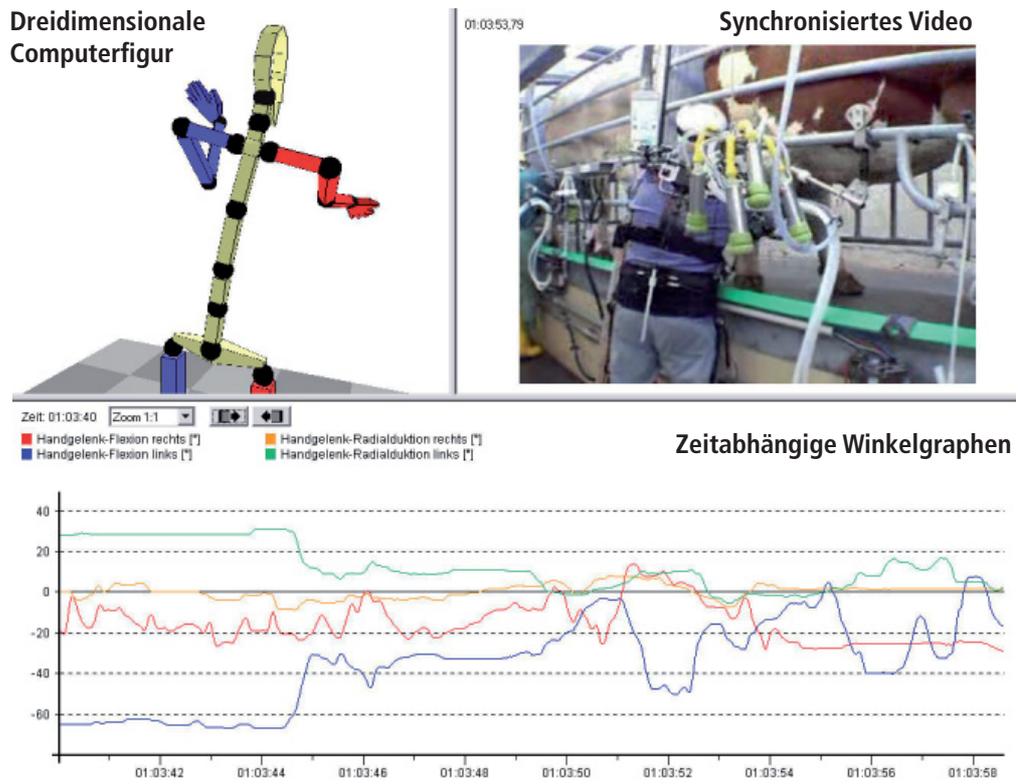
CUELA ist ein mechanisch-elektronisches System, das eine kontinuierliche Aufzeichnung und Analyse von physischen Belastungsfaktoren wie Bewegungsabläufen von Körper und Gelenken, Arbeitshaltungen und bewegten Massen ermöglicht. Mit Hilfe von mechanischen Komponenten werden verschiedenartige Sensoren (Potentiometer, Gyroskope, Inklinometer, Akzelerometer) sowie eine Speichereinheit am Probanden angebracht, mit denen Bewegungen der oberen Extremitäten, der Wirbelsäule und der unteren Extremitäten in hoher Auflösung (Abtastrate: 50 Hz) gemessen werden können. Während bei den unteren Extremitäten nur die Winkel in der Sagittal-Ebene gemessen werden, erfasst das Schulter-Arm-System alle Freiheitsgrade der Armbewegungen (Tab. 1). Mittels Fussdruck-Messsohlen werden Bodenreaktionskräfte bestimmt. Zusätzlich wird die Messung auf Video aufgezeichnet.

Die Auswertung erfolgt computerunterstützt mit der CUELA-zugehörigen Software WIDAAN (Winkel-Daten-Analyse). Diese ermöglicht unter anderem die Ermittlung statischer Haltungen, die Berechnung von Winkelgeschwindigkeiten und ausgewählten Kräften sowie die Erstellung diverser statistischer Auswertungen. Zudem ermöglicht die Software, sich anhand einer kinematischen Rekonstruktion eine dreidimensionale Computerfigur, eine frei wählbare Kombination der Messdaten als zeitabhängige Graphen und parallel dazu das Videobild anzeigen zu lassen (Abb. 1).

Des Weiteren können Intervalle der Messung im Winkeldiagramm nach Tätigkeiten, Arbeitszyklen oder anderen Kriterien markiert werden. Eine automatisierte Beurteilung des Belastungsgrades kann nach dem OWAS-Verfahren (Karhu et al. 1977) und für die Freiheitsgrade einzelner Körperregionen beziehungsweise Gelenke der oberen Extremität in Anlehnung an die Normung oder arbeitswissenschaftliche Literatur (ISO 11226; EN 1005-4; Drury 1987, McAtamney und Corlett 1993, EN 1005-1) erfolgen.

| Tabelle 1: Übersicht über Freiheitsgrade von Gelenken/Körperteilen und gemessenen Bewegungen | | |
|--|---|--|
| Gelenk/Körperteil | Bewegungen | positive/negative Werte |
| Kopf | Neigung Seitneigung | + nach vorne / – nach hinten + nach rechts / – nach links |
| Halswirbelsäule | Flexion / Extension | + nach vorne / – nach hinten |
| Brust- und Lendenwirbelsäule (getrennt) | Neigung Seitneigung | + nach vorne / – nach hinten + nach rechts / – nach links |
| Rumpf | Flexion / Extension Lateralflexion Torsion | + nach vorne / – nach hinten + nach rechts / – nach links + nach rechts / – nach links |
| Hüftgelenk | Flexion / Extension | + nach vorne / – nach hinten |
| Kniegelenk | Flexion / Extension | + nach vorne / – nach hinten |
| Schulterblatt | Depression / Elevation, Anterior / Posterior | + abwärts / – aufwärts + nach vorn / – nach hinten |
| Schultergelenk | Ad- / Abduktion Flexion / Extension Innen- / Aussenrotation | + zum Körper hin / – zur Seite + nach vorne / – nach hinten + Innenrotation / – Aussenrotation |
| Ellbogengelenk | Flexion / Extension | + Flexion / – Extension |
| Unterarm | Pronation / Supination | + einwärts / – auswärts |
| Handgelenk | Radial- / Ulnarduktion Flexion / Extension | + nach innen / – nach aussen + Flexion / – Extension |

Abb. 1: Bildausschnitt: Veranschaulichung der Messung mittels WIDAAN.



Mittels WIDAAN können für jeden Freiheitsgrad die entsprechenden Häufigkeitsverteilungen (5., 25., 50., 75. und 95. Perzentil) ermittelt und in einem Boxplot-Diagramm abgebildet werden. Für jeden Probanden, jedes Melksystem und jedes Arbeitsintervall wurden die charakteristischen Häufigkeitsverteilungen sowie die jeweiligen Standardabweichungen berechnet.

Versuchsaufbau

Die Durchführung der Machbarkeitsstudie fand in Achselschwang statt, einer Versuchsstation der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, in dessen Melkhaus drei verschiedene Melksysteme vorhanden waren:

- Fischgräten-Melkstand (FGM) 2x8 (Biomelker, Positionierungshilfe)
- Autotandem-Melkstand (ATD) 2x3 (Biomelker; Servicearm)
- System MultiLactor® (Multi) 1 Platz (links) im ATD

Untersucht wurden vier männliche Probanden (P) von unterschiedlichem Alter sowie unterschiedlicher Grösse und Statur während jeweils einer Melkzeit am Morgen und am Abend (Tab. 2). Bei allen Probanden handelte es sich zudem um routinierte Melker, die in wenigstens einem der Melkstandarten regelmässig melken. Gemolken wurden pro Messung im FGM acht Kühe, im ATD zirka vier bis sechs Kühe pro Seite und am Multi zirka acht Kühe.

Tabelle 2: Übersicht über die Eigenschaften der Probanden

| | Geschlecht | Alter | Grösse [cm] | Gewicht [kg] | Händigkeit | Übliches Melksystem |
|----|------------|-------|-------------|--------------|--------------|---------------------|
| P1 | männlich | 46 | 168 | 72 | Linkshänder | FGM (konventionell) |
| P2 | männlich | 61 | 167 | 89 | Rechtshänder | ATD (konventionell) |
| P3 | männlich | 44 | 187 | 89 | Rechtshänder | FGM (Biomelker) |
| P4 | männlich | 33 | 179 | 91 | Beidhänder | ATD (konventionell) |

Fünf Melkroutinen wurden als sogenannte «Arbeitsintervalle» definiert (Tab. 3) und entsprechend im Anschluss an die Messung in WIDAAN markiert. Auf diese Weise können für jedes Melksystem und für jedes Arbeitsintervall vergleichende Analysen durchgeführt werden.

Tabelle 3: Beschreibung der Arbeitsintervalle

| Arbeitsintervall | Beschreibung |
|-------------------------|---|
| Vormelken | Kontaktaufnahme zum Tier, Ermelken von 2–3 Strahlen Milch aus jedem Viertel in den Vormelkbecher. |
| Euter reinigen | Zitzen und Euterboden werden mit einem feuchten Tuch gereinigt. |
| Melkzeug ansetzen | Das Melkzeug wird aufgenommen, angehängt und ausgerichtet. |
| Dippen | Durchführen des Euterkontrollgriffs, anschliessendes Tauchen der Zitzen in den Dippbecher. |
| Warten/Nebentätigkeiten | alle sonstigen Tätigkeiten sowie Wartezeiten. |

Evaluation

Eine erste Überprüfung des gesammelten Datenmaterials erfolgte im Rahmen der Markierung der Arbeitsintervalle in WIDAAN. Auftretende Fehler wurden identifiziert und korrigiert beziehungsweise von den weiteren Auswertungen ausgeschlossen; anhand der Videoaufzeichnungen konnten ausserdem mögliche Ursachen wie zum Beispiel die Lockerung oder Lösung der Schulter-Sensorik durch Anstossen an das Melkstandgerüst festgestellt werden. Des Weiteren wird im Rahmen eines laufenden Projekts am BGIA der Aufbau des Schultersystems entsprechend weiter optimiert.

Auch individuell beeinflusste Bewegungen oder Haltungen, die für die Durchführung der Melkroutinen nicht zwingend erforderlich waren und somit die Haltungsbeurteilung beim Melken stören könnten (siehe Abb. 1: Greifen des Melkstandgerüsts in Kopfhöhe mit der linken Hand), wurden eliminiert. Letztlich konnten nach der Überprüfung zirka 98 Prozent der Messdaten einer Auswertung zugeführt werden. In ersten statistischen Untersu-

chungen (Lineares Gemischte Effekte Modell) wurden Ausreisser identifiziert und Signifikanzen überprüft. Anhand vergleichender Boxplots sowie der Analyse auftretender statischer Belastungen für die Ellbogen-Flexion rechts und die Schultergelenk-Flexion rechts werden im folgenden Abschnitt exemplarisch Möglichkeiten zur Beurteilung der Arbeitsbelastungen in verschiedenen Melksystemen erläutert. Schliesslich können aus der Analyse der Messwerte Rückschlüsse für die Planung weiter stattfindender Untersuchungen gezogen werden.

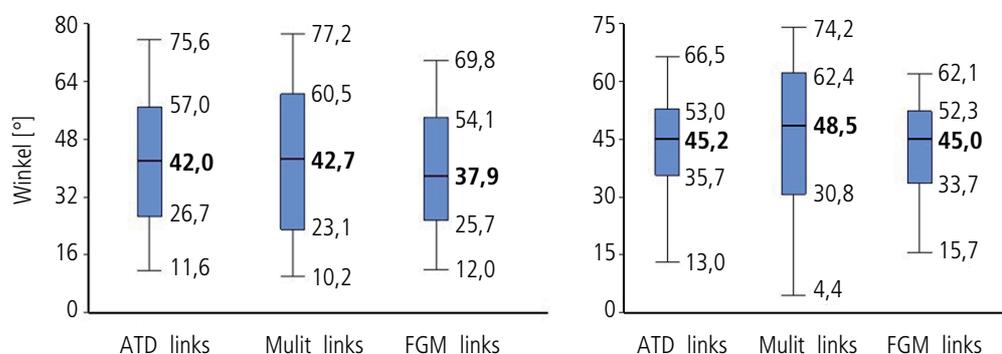
Ergänzend erfolgte im Anschluss an die Messungen eine subjektive Bewertung durch die Probanden im Rahmen eines standardisierten Interviews.

Ergebnisse und Diskussion

Alle vier Probanden beurteilten das CUELA-System als praxistauglich und fühlten sich in ihrer Melkarbeit nicht beeinträchtigt; zwar kam gelegentlich die Schulter-Sensorik in Kontakt mit dem Melkstandgerüst, wodurch die Probanden laut eigener Einschätzung aber nicht in ihrer Arbeit eingeschränkt wurden. Dies spiegelt sich auch in der Qualität des gewonnenen Datenmaterials wieder. Teilweise treten Unterschiede zwischen Messung 1 und 2 eines Probanden auf. Diese Abweichungen können auf Beeinflussung durch die abendliche oder morgendliche Melkzeit, die Gewöhnung an teilweise ungewohnte Melkstände oder an das CUELA-System beruhen. Die Hypothese der geringen Rückwirkung des CUELA-Systems auf die Melkroutine wird im Rahmen einer laufenden Diplomarbeit anhand weiterer Versuche und ergänzender Arbeitszeitmessungen überprüft.

Im Folgenden werden exemplarisch die Ergebnisse für die Freiheitsgrade Ellbogen-Flexion rechts und Schultergelenk-Flexion rechts während der Melkroutine «Melkzeug ansetzen» in allen Melksystemen auf der linken Melkstandseite über alle Probanden vorgestellt und die Beurteilungsmöglichkeiten erläutert (Abb. 2).

Abb. 2: Boxplots (5., 25., 50., 75. und 95. Perzentil) der Freiheitsgrade Ellbogen-Flexion rechts (Bild links) und Schultergelenk-Flexion rechts (Bild rechts) für die Melkroutine «Melkzeug ansetzen» im ATD links, FGM links und am Multi links über alle Probanden.



Betrachtet man zunächst die Winkelverteilung für die Ellbogen-Flexion rechts, fällt auf, dass in allen drei Systemen überwiegend Ellbogen-Gelenkwinkel von unter 60 Grad auftreten, nämlich im ATD links und am Multi links jeweils während zirka 74 Prozent der Zeit und im FGM links zu 79 Prozent der Zeit. Es wurden also in allen drei Melksystemen zu einem bedeutenden Zeitanteil Ellbogenwinkel in dem ungünstigen Bewegungsbereich entsprechend der zunehmenden Unterarmstreckung gemessen. Der Median im FGM links ist mit 37,9 Grad statistisch signifikant niedriger gegenüber den Median-Winkelwerten für die beiden anderen Systeme. Die Höhe des Boxplots für den Multi links zeigt eine grosse Streuung der Winkelwerte an, was auf eine dynamischere Bewegung hindeuten könnte.

Vergleicht man die Winkelverteilung für die Schultergelenk-Flexion rechts, zeigt sich wiederum ein hoher Zeitanteil in ungünstigen Bewegungsbereichen, die hier die Bewegungsrichtung des Arms nach vorne repräsentieren. Insgesamt beträgt dieser Anteil der Messzeit für die Tätigkeit «Melkzeug ansetzen» im ATD links fast 90 Prozent, 21 Prozent davon liegen sogar im endgradigen und damit stark belastenden Bewegungsbereich. Für

den FGM links sind diese Zeitanteile mit 85 Prozent respektive 30 Prozent zu beziffern, für den Multi links ebenfalls mit 85 Prozent respektive 32 Prozent. Auch hier spiegelt die Box eine breitere Verteilung der Winkelwerte im Multi links wieder und die Statistik belegt hoch signifikante Unterschiede für das 5. und 50. Perzentil sowie einen signifikant höheren Winkelwert des 95. Perzentils.

Die gemessenen Gelenkwinkel für den Ellbogen und die Schulter beschreiben also – wie auch die Videoaufzeichnungen belegen – die Streckung des rechten Arms unter das Euter der Kuh, um das Melkzeug anzusetzen. Dabei unterscheidet sich dieser Vorgang im ATD links und FGM links gegenüber dem Multi links dadurch, dass in den beiden erst genannten Melksystemen das verwendete Melkzeug vier Zitzenbecher mit Sammelstück umfasst (Masse ca. 3,5 kg) und mit einer Hand unter dem Euter positioniert und gehalten werden muss, während im Multi links jeweils zwei einzelne Zitzenbecher (je ca. 500 g Masse) gleichzeitig angesetzt werden. Ausgehend von dieser Analyse könnte man vermuten, dass die Bewegungen im Multi links dynamischer sind und in den beiden anderen Melkständen mehr statische Haltungen auftreten. Die zunächst durchgeführte, in der Software WIDAAN implementierte, automatische Statik-Analyse ergab jedoch zunächst nur statische Haltungen beim «Melkzeug ansetzen» im Melksystem Multi links. Die detaillierte Analyse der Winkelgraphen in Kombination mit den Videoaufzeichnungen (exemplarisch dargestellt in Abb. 3) gab im Folgenden Aufschluss darüber, dass diese statischen Haltungen auftreten, wenn die zwei Zitzenbecher gleichzeitig präzise angesetzt werden müssen. WIDAAN erkennt allerdings nur dann Haltungen als statisch, wenn die Bewegungen langsam ausgeführt werden und die Winkelwerte um ± 5 Grad schwanken. Während des Ansetzvorgangs im ATD links oder FGM links wird die Ellbogen-Flexion und die Schultergelenk-Flexion jedoch durch die notwendigen Mitbewegungen des Oberkörpers beeinflusst. In der Folge kommt es zu grösseren Winkelwert-Schwankungen. Daher wurden mit dem WIDAAN Analyse-Tool «Expertenmarkierer» Situationen in der Messung identifiziert und quantifiziert, in denen über 4 bis 10 Sekunden oder länger als 10 Sekunden Winkelwerte in ungünstigen Bereichen erfasst wurden. Dabei lautete die Definition für die ungünstigen Winkelbereiche

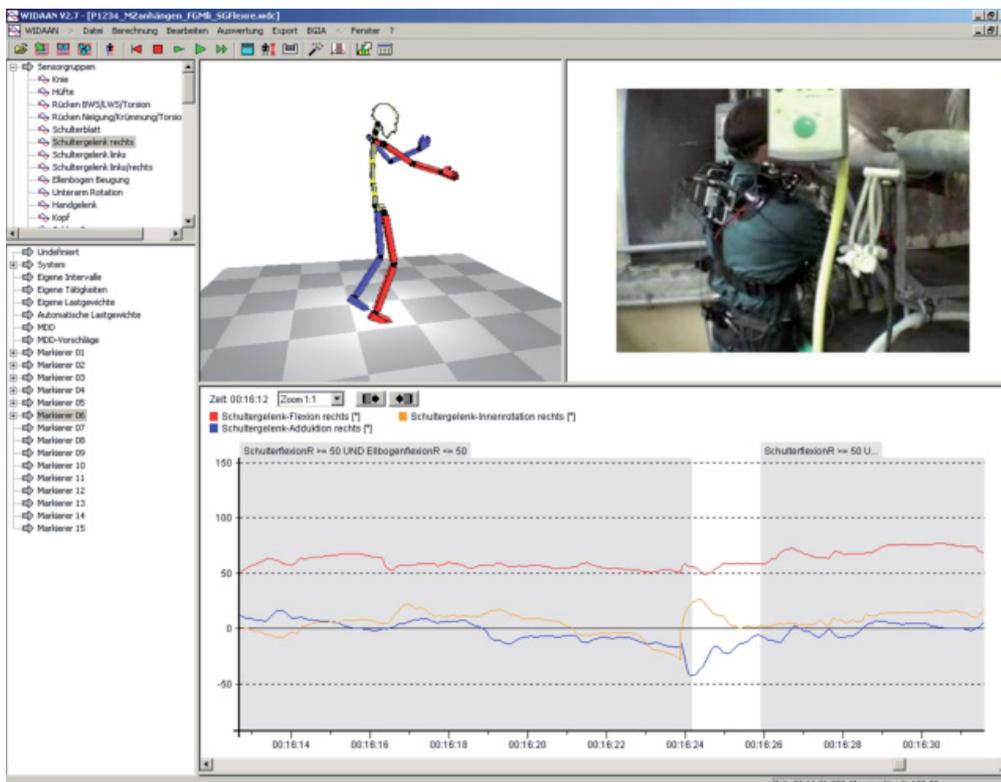


Abb. 3: Bildausschnitt: Markierung der Intervalle statischer Haltungen in WIDAAN.

«Schultergelenk-Flexion rechts ≥ 50 Grad», «Ellbogen-Flexion rechts ≥ 50 Grad» beziehungsweise «Schultergelenk-Flexion rechts ≥ 50 Grad und Ellbogen-Flexion rechts ≤ 50 Grad». Die so als statische Haltungen definierten Situationen werden als Intervalle markiert, dargestellt und können so einer weiteren Auswertung zugänglich gemacht werden (Abb. 3).

Die Ergebnisse dieser Auswertung sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Die statischen Haltungen sind unterteilt nach Dauer (4–10 s oder >10 s) für die einzelnen Melksysteme während der Tätigkeit «Melkzeug ansetzen» über alle Probanden in Ereignissen pro Stunde angegeben.

Tabelle 4: Zeitanteile (in %) statische Haltungen in Ellbogen und Schulter bezüglich der Flexion für die einzelnen Melksysteme während der Tätigkeit «Melkzeug ansetzen»

| | Zeitanteile (in %) statischer Haltungen | | | | | |
|---|---|--------|----------|--------|-----------|--------|
| | ATD links | | ML links | | FGM links | |
| | 4–10 s | > 10 s | 4–10 s | > 10 s | 4–10 s | > 10 s |
| Dauer der statischen Haltungen | | | | | | |
| Schultergelenk-Flexion rechts $\geq 50^\circ$ | 8,1 | 7,2 | 17,9 | 8,1 | 10,1 | 20,6 |
| Ellbogen-Flexion rechts $\leq 50^\circ$ | 22,8 | 16,1 | 29,8 | 10,1 | 26,8 | 18,4 |
| Schultergelenk-Flexion rechts $\geq 50^\circ$ und Ellbogen-Flexion rechts $\leq 50^\circ$ | 9,2 | 1,5 | 16 | 4,6 | 11,6 | 12,4 |

Das geringste Aufkommen statischer Haltungen (Summe der Zeitanteile beider Intervalle 4–10 s und > 10 s), in denen der Arm gestreckt ist (entspricht der Bedingung Schultergelenk-Flexion rechts $\geq 50^\circ$ und Ellbogen-Flexion rechts $\leq 50^\circ$), findet sich also im ATD links und das höchste im FGM links. Im FGM links überwiegen dabei vor allem auch die längeren statischen Haltungen mit auch besonders langen statischen Haltungen. Beim «Melkzeug ansetzen» im Multi links hingegen lassen sich auch hohe Zeitanteile statischer Haltung nachweisen, hier jedoch vorrangig mit kürzerer Dauer von 4–10 s. Die im Vergleich zum Melken im ATD links höheren Zeitanteile statischer Haltungen im Multi links lassen sich nach erneuter Betrachtung der Arbeitssituation im Video darauf zurückführen, dass bereits beim Entnehmen der Zitzenbecher aus dem Multi bedingt durch dessen Positionierung im Melkstand, die Arme gestreckt werden müssen. Nachdem dieser Umstand als Ursache für die ungünstigen Armhaltungen erkannt worden war, wurden bereits Veränderungen an der Technik des Multi vorgenommen, um dessen Gestaltung ergonomisch zu verbessern.

In die Gesamtbeurteilung der Arbeitsbelastung für die Arme bei der Tätigkeit «Melkzeug ansetzen» muss neben der Betrachtung der ungünstigen und statischen Haltungen auch der Kraftaufwand berücksichtigt werden. Dieser ist im ATD links und im FGM links wegen der grösseren Masse des Melkzeugs, das mit dem statisch belasteten, gestreckten Arm allein (FGM links) oder durch den Servicearm unterstützt (ATD links) gehalten wird, als deutlich höher einzuschätzen als am Multi links.

Die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie sprechen insgesamt für die Praxistauglichkeit des CUELA-Systems und die damit objektive Belastungsbeurteilung beim Melken. Die Resultate der beispielhaften Auswertung verdeutlichen den Nutzen und die Anwendbarkeit des CUELA-System zur Messung und Beurteilung der Arbeitsbelastung im Melkstand.

Ausblick

In weiteren Untersuchungen sollen gezielt verschiedene Melksysteme sowie deren Ausstattung mit technischen Hilfsmitteln (z. B. Abnahmeautomatik, Servicearme) untersucht und im Hinblick auf die Belastungsprofile miteinander verglichen werden. Anschliessend erfolgt eine Einordnung der Ergebnisse in vorhandene Literatur. Ausgehend von diesen Er-

kenntnissen lassen sich sowohl Gestaltungsmaßnahmen für den Arbeitsplatz Melkstand als auch Anleitungen für die richtige Handhabung der Technik formulieren, um gesundheitlichen Langzeitschäden vorzubeugen. Idealerweise soll eine standardisierte Methode zur Beurteilung der Gesamtarbeitsbelastung beim Melken abgeleitet werden.

Literatur

- DIN EN1005-1 2002. Menschliche körperliche Leistung Teil 1: Begriffe. Beuth, Berlin.
- Drury C.G., 1987. A Biomechanical Evaluation of the Repetitive Motion Injury Potential of Industrial Jobs. *Seminars in Occupational Medicine*, 2; pp. 41–49.
- Ellegast R.-P., 1998. Personengebundenes Messsystem zur automatisierten Erfassung von Wirbelsäulenbelastungen bei beruflichen Tätigkeiten. BIA-Report 5/98. Dissertation Universität Bonn, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin.
- Ellegast R. und Hermanns I., 2006. Einsatz des Messsystems CUELA zur Erfassung und Bewertung physischer Arbeitsbelastungen. Information des Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. www.hvbg.de/d/bia/fac/ergonomie/pdf/cuela.pdf (24.07.2006).
- EN 1005-4 2002. Menschliche körperliche Leistung Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen. Beuth, Berlin.
- Hoehne-Hückstädt U., Herda C., Ellegast R., Hermanns I., Hamburger R., Ditsch D., 2007. Muskel-Skelett-Erkrankungen der oberen Extremität. Entwicklung eines Systems zur Erfassung und arbeitswissenschaftlichen Bewertung von komplexen Bewegungen der oberen Extremität bei beruflichen Tätigkeiten. BGIA-Report 2/2007. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin, pp. 113–157.
- ISO/CD 11226 1995. Ergonomics – Evaluation of working posture, International Organization of Standardization.
- Karhu O., Kansi P. und Kuorinka I., 1977. Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. *Applied Ergonomics*, pp. 199–201.
- Kauke M. und Schick M., 2007. Analyse und Bewertung von Arbeitsbelastungen in verschiedenen Melksystemen. CD zum Tagungsband 15. Arbeitswissenschaftliches Seminar, 5.–6. März 2007, Wien.
- McAtamney L. and Corlett E.N., 1993. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics* 24(2), pp. 91–99.
- Pinzke S., 1997. Observational Methods for Analyzing Working Postures in Agriculture. *Journal of Agricultural Safety and Health* 3 (3), pp. 169–194.
- Pinzke S., 1999. Towards the good work. Methods for Studying Working Postures to prevent Musculoskeletal Disorders with Farming as Reference Work. Dissertation Lund University, Lund, Sweden, pp. 33–45.
- Pinzke S., 2003. Changes in Working Conditions and Health among Dairy Farmers in Southern Sweden. A 14-Year Follow-Up. *Ann Agric Environ Med* (10) pp. 185–195.
- Stål M., 1999. Upper Extremity Musculoskeletal Disorders in Female Machine Milkers. An epidemiological, clinical and ergonomic study. Dissertation Lund University, Lund, Sweden.
- Stoffert G., 1985. Analyse und Einstufung von Körperhaltungen bei der Arbeit nach der OWAS-Methode. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* 39 (11NF) 1985/1; S. 31–38.