

BIA-Report 7/2004

Ergonomie an Näharbeitsplätzen



HVBG

Hauptverband der
gewerblichen
Berufsgenossenschaften

Verfasser: Rolf Ellegast, Christian Herda, Ulrike Hoehne-Hückstädt
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BIA,
Sankt Augustin

Werner Lesser
Fachhochschule München, Fachbereich 06
Feinwerk- und Mikrotechnik/Physikalische Technik

Gerhard Kraus
Textil- und Bekleidungs-Berufsgenossenschaft, Augsburg

Wolfgang Schwan
Ingenieurbüro Schwan, Frankfurt

Auf Initiative der: Textil- und Bekleidungs-Berufsgenossenschaft, Augsburg
Lederindustrie-Berufsgenossenschaft, Mainz

Herausgeber: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG)
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BIA
Alte Heerstr. 111, D-53754 Sankt Augustin
Telefon: +49 / 02241 / 231 – 01
Telefax: +49 / 02241 / 231 – 1333
Internet: www.hvbg.de
– September 2004 –

ISBN: 3-88383-673-7

ISSN: 0173-0387

Ergonomie an Näharbeitsplätzen

Kurzfassung

Bei industrieller Nähtätigkeit können Erkrankungen des Muskel-Skelett-Systems auftreten. Mögliche Ursachen sind hoch repetitive, z. T. einseitige Belastungen der Hand-, Arm- und Schultermuskulatur sowie eine stark nach vorne geneigte Sitzhaltung. Diese Studie, die von der Textil- und Bekleidungs-Berufsgenossenschaft sowie der Lederindustrie-Berufsgenossenschaft initiiert wurde, erfasste die körperliche Beanspruchung und Körperhaltung beim Nähen von Schuhen, Technischen Textilien, Bekleidung und Stoffieren in acht Unternehmen der Nähindustrie. Die Beanspruchung wurde durch Beurteilung physiologischer Parameter wie Herzschlagfrequenz und elektrischer Muskelaktivität ermittelt. Die Körperhaltungen und -bewegungen von Wirbelsäule, Kopf, Hand-Arm-Schulter-System und unteren Extremitäten wurden mit dem personengebundenen Messsystem CUELA (**C**omputer-**u**nterstützte **E**rfassung und **L**angzeit-**A**nalyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems) erfasst. Umgebungsbedingungen wurden dokumentiert. Im ersten Teil der Studie wurden Belastungsfaktoren, wie Arbeiten in extremen Gelenkwinkelstellungen, statische Haltungen, Repetitivität und hohe Kraftaufwendungen an üblichen Näharbeitsplätzen, nachgewiesen. In der folgenden Auswertephase wurden Belastungsschwerpunkte identifiziert und hierauf basierend ergonomische verbesserte Näharbeitsplätze entwickelt. Dieser Muster-Näharbeitsplatz zeichnet sich durch folgende Charakteristika aus: Erweiterung des Bein- und Fußraums, größere Freiheitsgrade bei der Fuß-Bein-Stellung, beliebiger Wechsel zwischen sitzender und stehender Tätigkeit, individuell einstellbare Armauflagen am Arbeitstisch, Veränderung der Zuordnung von Fußpedal zu Arbeitsebene. Der Vergleich der Belastungs- und Beanspruchungsprofile ergab am ergonomisch optimierten Arbeitsplatz eine Verbesserung der Wirbelsäulenhaltung und eine Reduzierung der Arm- und Schulterhaltungen in extremen Gelenkwinkelstellungen. Die Reduzierung körperlicher Beanspruchung war ebenfalls messtechnisch nachweisbar. Die Akzeptanz des ergonomisch neu gestalteten Arbeitsplatzes durch die Näherinnen war hoch.

Ergonomics at sewing workstations

Abstract

Work at industrial sewing stations can lead to disorders of the musculoskeletal system. Possible causes include highly repetitive, sometimes one-sided load on hand, arm and shoulder muscles and an extreme forward-bending sitting position. This study, which was initiated by the Berufsgenossenschaften (institutions for statutory accident insurance and prevention) for the textile and clothing and the leather industries recorded the physical strain and body postures of workers involved with the sewing of shoes, technical textiles, clothing and soft animals in eight companies in the sewing industry. Physical strain was determined on the basis of an assessment of physiological parameters such as heart rate and muscle activity. The position and movement of the spine, head, hand-arm-shoulder system and lower extremities were recorded using the measuring system CUELA (computer-supported registration and long-term analysis of the musculoskeletal load) which is carried by the test person. Work environmental factors were also recorded. In the first part of the study, exposure factors such as work involving extreme joint angles, static positions, repetitiveness and extreme physical exertion at common sewing workstations were recorded. In the subsequent evaluation phase, the main areas of exposure were identified. On the basis of these findings, an ergonomically improved sewing workstation was designed. This model workstation is characterised by the following features: extended leg and foot space, greater degree of freedom for the foot-leg position, the possibility to change from seated to standing position as often as required, individually adjustable armrests on worktops, altered position of foot pedal in relation to work level on sewing table. A comparison of exposure profiles revealed that work at ergonomically optimised workstations improved spinal column posture and reduced the extreme angles of arm and shoulder joints. Measuring methods verified the reduction of physical strain. The newly and ergonomically designed workstation was well received by seamstresses.

Des postes de travail ergonomiques pour les couturières

Résumé

Les affections du système osseux sont relativement fréquentes dans le secteur d'activité de la couture industrielle. Les causes possibles sont une contrainte répétée et unilatérale exercée sur la musculature de l'épaule et du bras ainsi que la position assise, fortement penchée en avant. Cette étude, réalisée sur l'initiative de l'association professionnelle des métiers du textile et du cuir, tient compte de tous les efforts physiques ainsi que de la posture adoptée lors des travaux de couture sur chaussures, textiles techniques, habillement et peluches. L'étude fut menée dans huit entreprises de l'industrie de la couture. L'évaluation des efforts fournis se base sur des paramètres physiologiques tels que la fréquence cardiaque et l'activité musculaire électrique. La posture et les mouvements de la colonne vertébrale, de la tête, de l'ensemble épaules/bras/mains et des extrémités ont été enregistrés avec le système de mesure CUELA (saisie assistée par ordinateur et analyse de longue durée des efforts du système osseux et musculaire) sur les différentes personnes. Les conditions ambiantes furent documentées. Dans la première partie de l'étude, les facteurs d'effort, tels que les travaux faisant intervenir des positions des articulations extrêmes, des postures statiques, des actions répétitives et des efforts importants inhérents au poste de travail d'une couturière furent référencés. Dans la phase d'analyse suivante, les principaux efforts furent identifiés et des postes de travail pour couturières furent développés à partir de connaissances ergonomiques. Ce poste travail de couturière modèle présente les particularités suivantes : élargissement de l'espace des jambes et des pieds, degré de liberté plus important au niveau de la position des jambes/pieds, changement à volonté entre la position assise et debout, accoudoirs de la table de travail réglables individuellement, modification de la position de la pédale au niveau de la table de couture. Si l'on compare les deux profils d'effort et de contrainte en activité, on constate, avec le poste de travail optimisé ergonomiquement, une amélioration de la position de la colonne vertébrale et une diminution des positions des articulations extrêmes notamment au niveau des épaules et des bras. On a également pu démontrer une réduction des efforts physiques à l'aide de techniques de mesure. Le nouveau poste de travail ergonomique a été très bien accepté et largement salué par les couturières.

Ergonomía en puestos de trabajo de costura

Resumen

Al realizar trabajos industriales de costura, se pueden originar trastornos del sistema músculoesquelético. Esfuerzos muy repetitivos, en parte unilaterales, de la musculatura de manos, brazos y espaldas, así como una postura muy inclinada hacia delante representan posibles causas para ello. En el marco del presente estudio, patrocinado por los Organismos de Seguros y Prevención de Riesgos Profesionales (Berufsgenossenschaften) de la industria textil, del vestido y de cuero, se registraron esfuerzos y posturas al realizar trabajos de costura para calzado, textiles industriales, vestidos y animales de trapo, en ocho empresas de la industria de costura. El esfuerzo fue determinado mediante la evaluación de parámetros fisiológicos, tales como latido cardíaco y actividad eléctrica muscular. Utilizando el sistema de medición CUELA (registro y análisis de larga duración de los esfuerzos del sistema músculoesquelético asistido por computador), se evaluaron las posturas y los movimientos de la columna vertebral, de la cabeza, del sistema mano-brazo y de las extremidades inferiores. También se documentaron las condiciones del entorno laboral. En el marco de la primera parte del estudio, se determinaron factores relativos a esfuerzos, tales como trabajar en posturas extremas de las articulaciones, posturas estáticas, movimientos repetitivos y esfuerzos elevados en puestos de trabajo corrientes de costura. En la siguiente fase de evaluación, se identificaron los principales puntos de esfuerzos y, basado en ellos, se desarrollaron puestos de trabajos mejorados en lo que a ergonomía se refiere. Semejante puesto de trabajo modelo de costura se distingue por las siguientes características: ampliación del espacio para pies y piernas, mayor libertad para la postura de pies y piernas, cambio discrecional entre trabajo sentado y de pie, soporte para brazo que se puede ajustar individualmente en la mesa de trabajo, modificación de la relación entre pedal y base de trabajo en la mesa de costura. La comparación de los perfiles de carga y esfuerzo demostró una mejora de la postura de la columna vertebral al realizar actividades en el puesto de trabajo optimizado con relación a la ergonomía, así como una reducción de posturas extremas de las articulaciones de brazos y espaldas. También por medio de mediciones técnicas, se logró comprobar una disminución de los esfuerzos físicos. El nuevo diseño ergonómico del puesto de trabajo contó con un alto nivel de aceptación por parte de las costureras.

Danksagung

Der Dank der Autoren gilt den an dem Forschungsprojekt beteiligten Unternehmen Berger, Gabor, Klotz, Lowa, MEWA, RECARO, Steiff und Triumph. Die Tatsache, dass diese Unternehmen in den heute wirtschaftlich schwierigen Zeiten Personal, Material und ihr Fachwissen zur Verfügung gestellt haben, um ergonomische Aspekte der Näharbeit wissenschaftlich zu untersuchen, kann gar nicht genug herausgestellt werden.

Ganz besonders dankbar sind wir den vielen Näherinnen, die als Versuchspersonen geduldig unsere Messtechnik ertragen und dabei engagiert und qualitätsbewusst ihre Näharbeit ausgeführt haben. Sie haben uns viele Fragen beantwortet, aber auch viele Fragen gestellt, die unser Projekt befruchtet und vorangetrieben haben. Ohne ihre aktive Mitwirkung wären die Untersuchungen nicht möglich gewesen.

Herzlicher Dank gilt auch den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Referates Ergonomie im Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitsschutz – BIA, Herrn *Gampenrieder* vom Labor für Ergonomie und Personalführung der Fachhochschule München (FHM) und Herrn *Schwartz* vom Prüf- und Forschungsinstitut für die Schuhherstellung (PFI) in Pirmasens, die viele wichtige Beiträge für die Vorbereitung, Ausführung und Auswertung der Untersuchungen geleistet haben.

Natürlich gilt unser Dank auch den beteiligten Berufsgenossenschaften der Leder- und der Textil- und Bekleidungsindustrie sowie dem Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG). Ihre ideelle und finanzielle Unterstützung hat dieses Projekt ermöglicht. Die konkrete Unterstützung durch die Berufsgenossenschaften vor Ort, die von den Herren *Kalkuhl* und *Feiler* geleistet wurde, verdient ebenfalls ein herzliches Dankeschön.

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangssituation des Forschungsvorhabens.....	13
1.1	Problemstellung	13
1.2	Stand der Erkenntnisse	13
1.3	Berufsgenossenschaftliche Relevanz	14
1.4	Zielsetzungen des Forschungsvorhabens	15
2	Methodik der Untersuchungen	19
2.1	Vorgehensweise der Versuchsplanung und Durchführung.....	19
2.2	Planung der Felduntersuchungen.....	21
2.3	Entwicklung von Arbeitsgestaltungsalternativen.....	23
2.4	Beurteilung von Beanspruchungs-, Aktivitäts- und Umgebungsdaten.....	23
2.4.1	Erfassung und Auswertung der Herzschlagfrequenz	24
2.4.2	Erfassung und Auswertung der elektrischen Muskelaktivität	26
2.4.3	Messung der Aktivitätsgröße Handgelenkbeschleunigung.....	27
2.4.4	Codierung der ausgeführten Tätigkeit	27
2.4.5	Aufzeichnung der Tätigkeit mittels Videotechnik	27
2.4.6	Beurteilung der Rückwirkungsfreiheit.....	27
2.4.7	Erfassung persönlicher Daten und Aussagen der Versuchspersonen.....	28
2.4.8	Erfassung von Arbeitssystemdaten.....	30
2.4.9	Vorbereitung und Durchführung der Untersuchungen	31
2.5	Beurteilung der Körperhaltung mittels CUELA.....	33
2.5.1	Das CUELA-Messsystem	33
2.5.2	Gelenkwinkelstellungen und deren Bewertung	39
2.5.3	Bewertung von statischen Körperhaltungen.....	53
2.5.4	Bewertung von repetitiven Bewegungen	53
2.5.5	Bewertung von Tätigkeiten mit hohem Kraftaufwand.....	55
2.5.6	Beurteilung der Rückwirkungsfreiheit.....	55
2.5.7	Versuchsdurchführung (CUELA-Messungen) der Ist- und Soll-Zustands-Analyse	55
3	Ergebnisse	57
3.1	Untersuchte Tätigkeiten in den beteiligten Unternehmen (Ist-Zustand)	57
3.2	Ergebnisse der CUELA-Belastungsmessungen (Ist-Zustands-Analyse).....	69

3.2.1	Ergebnisse der Körperwinkelmessungen (Ist-Zustands-Analyse).....	70
3.2.2	Ergebnisse der Bewertung von statischen Körperhaltungen (Ist-Zustands-Analyse)	76
3.2.3	Ergebnisse der Bewertung von repetitiven Bewegungen (Ist-Zustands-Analyse)	79
3.3	Ergebnisse der Beanspruchungsmessungen (Ist-Zustands-Analyse).....	81
3.3.1	Messergebnisse im Firmenvergleich	82
3.4	Ergebnisse der Mitarbeiterbefragung und arbeitsmedizinischen Beurteilung (Ist-Zustands-Analyse)	97
3.5	Arbeitsplatz- und Arbeitsumgebung (Ist-Zustand)	102
3.6	Zusammenfassung und Schlussfolgerungen (Ist-Zustands-Analyse)	109
3.7	Gestaltung der Musterarbeitsplätze	111
3.8	Vergleich der Belastung (CUELA-Messungen) alt – neu.....	118
3.8.1	Ergebnisse der Körperwinkelmessungen (Vergleich Ist-Soll-Zustands-Analyse).....	118
3.8.2	Ergebnisse der Bewertung von statischen Körperhaltungen (Vergleich Ist-Soll-Zustands-Analyse)	125
3.8.3	Ergebnisse der Bewertung von repetitiven Bewegungen (Vergleich Ist-Soll-Zustands-Analyse)	127
3.9	Vergleich der Beanspruchung alt – neu	128
3.9.1	Beanspruchung im firmenübergreifenden Vergleich	129
3.9.2	Beanspruchung im firmenspezifischen Vergleich (Berger, Lowa, Klotz und Steiff)	133
3.9.3	Beanspruchung in der Fa. Berger.....	140
3.9.4	Beanspruchung in der Fa. Klotz	146
3.9.5	Beanspruchung in der Fa. Steiff	150
3.9.6	Beanspruchung in der Fa. Lowa.....	159
3.10	Vergleichende Beurteilung der alten und neuen Arbeitssituation aus Sicht der Beschäftigten	164
3.10.1	Einflussfaktoren	165
3.10.2	Subjektive Bewertungsergebnisse aus der Firma Steiff	165
3.10.3	Subjektive Bewertungsergebnisse aus der Firma Berger.....	166
3.10.4	Subjektive Bewertungsergebnisse aus der Firma Lowa.....	167
3.10.5	Subjektive Bewertungsergebnisse aus der Firma Klotz	167
3.10.6	Zusammenfassung.....	168
4	Diskussion der Ergebnisse	169

5	Handlungsanleitung	175
5.1	Gesundheit am Arbeitsplatz – ein Gewinn für Mitarbeiter und Betrieb!	175
5.2	Arbeitsplätze menschengerecht gestalten – Freiräume nutzen und erweitern!	176
5.3	Gibt es die optimale Körperhaltung für Näharbeit?.....	177
5.3.1	Körperhaltung wechseln – Anspannung und Ermüdung abbauen!	180
5.3.2	Näharbeit im Sitzen – was ist zu beachten?	183
5.3.3	Näharbeit im Stehen – was geht, was geht nicht?	184
5.4	Die Sehaufgabe beim Nähen – Hohe Anforderungen an Mensch und Arbeitsgestaltung	186
5.4.1	Gute Sehleistung setzt gute Beleuchtungsbedingungen voraus.	188
5.4.2	Gute Sehleistung setzt gutes Sehvermögen voraus	191
5.5	Hand-, Arm- und Schultermuskulatur – Beanspruchung verringern!	192
5.5.1	Gestaltung der Abstützflächen am Nähtisch.....	198
5.6	Anordnung und Gestaltung der Fußbetätigung	199
5.6.1	Fußbetätigung im Sitzen – ein Balanceakt ist nicht gefragt!.....	199
5.6.2	Fußbetätigung im Stehen – auf einem Bein steht sich schlecht!.....	203
5.7	Der Mensch als Maß aller Dinge.....	204
5.7.1	Maße und Verstellbereiche für den Sitzarbeitsplatz.....	206
5.7.2	Der richtige Stuhl am richtigen Platz.....	211
5.7.3	Maße und Verstellbereiche für den Steh- und Steh-Sitz-Arbeitsplatz.....	214
5.8	Information und Qualifikation – Voraussetzung für erfolgreiche Arbeitsgestaltung.....	217
5.9	Veränderung der Arbeitsorganisation – Chancen für wirtschaftliche und humane Vorteile	218
5.10	Betroffene zu Beteiligten machen – ohne Mitwirkung geht gar nichts!.....	222
6	Literaturverzeichnis	227
	Anhang 1: Erfassung persönlicher Daten	233
	Anhang 2: Erhebungsbögen zum Vergleich von Ist- und Sollzustand	235



1 Ausgangssituation des Forschungsvorhabens

1.1 Problemstellung

Beschwerden und Erkrankungen der Muskulatur und der Gelenke im Bereich von Hals, Schulter und Nacken, sowie Beschwerden und Erkrankungen im Bereich der Wirbelsäule treten mit hoher Häufigkeit bei Personen auf, die mit industrieller Nähtätigkeit befasst sind. Diese im Vergleich mit anderen Berufsgruppen überhöhte Häufigkeit von Erkrankungen und Beschwerden ist auf Einflüsse aus der Belastungssituation am Arbeitsplatz zurückzuführen. Die Arbeitsaufgabe beinhaltet hoch repetitive, einseitig dynamische Arbeit im Bereich von Fuß und Unterschenkel sowie der Hand-, Arm- und Schultermuskulatur. Gleichzeitig ergeben sich hohe Anteile an statischer Arbeit für die Beinmuskulatur sowie Teile der Hals, Schulter- und Rückenmuskulatur. Ungünstige Belastungen der Bandscheiben infolge der typischen, stark nach vorne geneigten Sitzhaltung kommen hinzu. In Verbindung mit den aus der Seh- und Informationsverarbeitungsaufgabe resultierenden Anforderungen entsteht eine tätigkeitsspezifische komplexe Belastung, auf welche die unter solchen Bedingungen arbeitenden Menschen teilweise mit Beschwerden und Erkrankungen reagieren.

1.2 Stand der Erkenntnisse

Vielfältige wissenschaftliche Studien zeigen die Risikofaktoren industrieller Nähtätigkeit insbesondere im Bereich der muskulären und skelettalen Beanspruchung auf [1 bis 8]. Alle Autoren kommen zu der Erkenntnis, dass nachgewiesene Beziehungen zwischen nährarbeitstypischen Belastungen und nährarbeitstypischen Erkrankungen und Beschwerden vorhanden sind. Dass diese Reaktionen in ihrer Folgewirkung auch zu entsprechenden Kosten auf Seiten der Unternehmen führen, ist mit hoher Wahrscheinlichkeit zu erwarten und wird von einzelnen Unternehmen in der Branche bestätigt. Quantitative Angaben über diese Kosten bezogen auf die gesamte Branche liegen nicht vor.



Vorhandenen Lösungsansätzen zur Verbesserung der Arbeitssituation an Näharbeitsplätzen (siehe [9 bis 13]) fehlen häufig wissenschaftliche Begründungen. Vielen Beispielen der konkreten Umsetzung mangelt der wissenschaftliche Nachweis der daraus resultierenden positiven Wirkung auf Belastung und Beanspruchung der betroffenen Personengruppe.

1.3 Berufsgenossenschaftliche Relevanz

Die Berufsgenossenschaften waren in der Vergangenheit mit der Prävention von Unfällen und Berufskrankheiten befasst. Mit dem Inkrafttreten des neuen Sozialgesetzbuches VII zum 01.01.1997 wurde der Berufsgenossenschaft ein erweiterter Präventionsauftrag erteilt, der auch die Vermeidung von Gesundheitsgefahren am Arbeitsplatz beinhaltet. Handlungsbedarf zur Vermeidung von Gesundheitsgefahren besteht insbesondere an den Arbeitsplätzen, an denen ein Zusammenhang zwischen der Nichtbeachtung ergonomischer Gestaltungsgrundsätze und dem Auftreten von gesundheitlichen Beschwerden vorhanden ist.

Bei Näharbeitsplätzen ist dieser Zusammenhang eindeutig gegeben und führt auch mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einem überhöhten Krankenstand. Die Erkenntnisse zur ergonomischen Gestaltung von Näharbeitsplätzen, die bei Krankenkassen, Berufsgenossenschaften, Herstellern und Betreibern von Näharbeitsplätzen sowie in der Wissenschaft und Forschung vorliegen, sind unvollständig und nicht ausreichend anwendungsnah aufgearbeitet. Daher ist weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeit notwendig. Nur so können – orientiert an den speziellen Näharbeitsplätzen – die Schutzziele des Artikels 5a der Richtlinie 89/655/EWG (geändert durch die Richtlinie 95/65/EG) [14] zur Anwendung gesicherter ergonomischer Erkenntnisse erreicht werden. Um einheitliche Vorgaben für alle Branchen mit Näharbeit sicherzustellen, ist vorgesehen, die gesicherten ergonomischen Erkenntnisse anwendungsnah auszuarbeiten und Herstellern und Betreibern von Näharbeitsplätzen zur Verfügung zu stellen.



1.4 Zielsetzungen des Forschungsvorhabens

Zielsetzung der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten ist die Ermittlung von Erkenntnissen, die zu allen wesentlichen ergonomisch relevanten Gesichtspunkten der Gestaltung von Nähtätigkeit wissenschaftlich begründete und durch die betriebliche Erfahrung belegte Aussagen beinhaltet. Diese Aussagen beziehen sich auf folgende Inhalte:

Körperhaltung bei der Nähtätigkeit

- Bedingungen, unter denen Nähtätigkeit im Sitzen oder im Stehen oder mit wechselnder Körperhaltung ausgeführt werden kann
- Abhängigkeiten zwischen Anforderungen an die Genauigkeit der Arbeitsausführung und der Körperhaltung, ergonomische Bewertung der Körperhaltungen, Erfordernis des Haltungswechsels bei der Tätigkeit
- Einfluss auf die Maße und Dimensionen des Arbeitsplatzes, der Betätigungsvorrichtungen und Anzeigen; Anforderungen an einzelne Elemente des Arbeitsplatzes (z. B. Stühle, Stehhilfen)

Sehaufgabe bei der Nähtätigkeit

- Anforderungen aufgrund der Art der Sehaufgabe sowie der Sehentfernung als Funktion der Nahtgeometrie und der erforderlichen Qualität
- Auswirkung der Sehanforderungen auf Arbeitsplatzgeometrie und Arbeitsplatzgestaltung (z. B. Tischhöhe, Einsehbarkeit, Beleuchtungsstärke)
- Einfluss des individuellen Sehvermögens des Mitarbeiters auf die körperliche Beanspruchung (Körperhaltung, Muskel- und Gelenkbeanspruchung) sowie die Beanspruchung bei der Informationsaufnahme

Manuelle Arbeit bei der Nähtätigkeit

- Anforderungen an die Gestaltung der Finger-, Hand-, Arm- und Schulterbelastungen durch einseitig dynamische und statische Arbeit



- Vermeidung von Beanspruchungsengpässen durch ungünstige Kraftaufbringung, ungünstige Bewegungsgeschwindigkeiten und ungünstige Gelenkwinkel
 - Anforderungen an Greif- und Bewegungsräume aufgrund von individuellen Körpermaßen, Körperkräften und Gelenkwinkeln
 - Gestaltungshinweise für die Arbeitsplatzgeometrie, die Auswahl geeigneter Betriebsmittel und die Bedingungen der Bewegungsausführung
 - Hinweise auf den Zusammenhang zwischen optimierter Bewegungsgestaltung, optimierter Beanspruchung und optimierter Wirtschaftlichkeit
 - Festlegung der erforderlichen Freiräume in Abhängigkeit von Tätigkeitsanforderungen, individuellen Körpermaßen und Umgebungsbedingungen
- Fußbetätigung bei der Nähtätigkeit
- Anforderungen an die Gestaltung von Fuß- und Beinbelastungen durch dynamische und statische Arbeit
 - Hinweis auf die Vermeidung von Engpässen durch ungünstige Kraftaufbringung, ungünstige Bewegungsgeschwindigkeiten und ungünstige Gelenkwinkel
 - Gestaltungshinweise für die Fußbetätigungseinheit aufgrund individueller Körpermaße, Körperkräfte und Gelenkwinkel und der Körperstellung
 - Hinweise auf die erforderlichen Freiheitsgrade zur Variation der Fuß- und Beinhaltung bei der Nähtätigkeit
 - Erforderliche Freiräume in Abhängigkeit von den Körpermaßen und der Körperhaltung im Fuß- und Beinbereich
- Gestaltungshinweise für die Arbeitsumgebung
- Gestaltung der Nadel-, Arbeitsplatz- und Arbeitsraumbelichtung am Näh-arbeitsplatz



- Farb-, kontrast-, reflexionsarme Gestaltung von Arbeitsplatz und Arbeitsmitteln
- Gestaltung klimabedingter Einflussgrößen am Näharbeitsplatz
(Luftgeschwindigkeit, Zugerscheinungen)
- Gestaltung der Lärm- und Schwingungsbedingungen am Arbeitsplatz
- ☐ Arbeitsorganisation von NÄhtätigkeit
 - Hinweise zur Gestaltung von Arbeitssystemen, bei denen einzelne Arbeitsplätze durch organisatorische und/oder technische Maßnahmen miteinander verknüpft werden
 - Auswirkung der Veränderung der Arbeitsorganisation durch Job-Rotation, Arbeitsanreicherung, Arbeitserweiterung, Gruppen- oder Teamarbeit auf die Belastungs- und Beanspruchungssituation der Mitarbeiter
 - Verbindung von humanen und wirtschaftlichen Vorteilen durch Maßnahmen zur Verringerung der Arbeitsteilung und Steigerung der Flexibilität und Qualität
- ☐ Veränderung im Verhalten der Mitarbeiter bei NÄhtätigkeit
 - Gestaltung von Anlernvorgängen durch gezielte Übung, Training und Unterweisung mit dem Ziel der Verringerung von ungünstigen Belastungen und Beanspruchungen
 - Erkennen und Verbessern von belastenden Arbeitssituationen durch Maßnahmen mit Beteiligung der Betroffenen (z. B. Problemlösungsgruppen, Gesundheitszirkel)
 - Systematische Beteiligung des Arbeitsmedizinischen Dienstes, der Sicherheitsfachkräfte und Sicherheitsbeauftragten bei allen Maßnahmen zur Stärkung der Eigenverantwortung bei der Reduzierung ergonomischer Risiken.

Diese Inhalte sollen so dargestellt werden, dass die potenziellen Anwender möglichst praxisnahe Hinweise für die Gestaltung von Arbeitsmitteln, Arbeitsplätzen und Arbeits-



systemen erhalten. Dazu sollen Darstellungen von „Musterarbeitsplätzen“ verwendet werden, von denen die Anwender Lösungsbeispiele für ihre Fragestellungen schnell und einfach ableiten können. Durch Präsentation der Musterarbeitsplätze soll die Umsetzung der Erkenntnisse in die Praxis unterstützt werden. Zur Identifizierung von ergonomischen Problemen soll eine Checkliste entwickelt werden, die dem Anwender Lösungshinweise für ergonomische Probleme gibt.



2 Methodik der Untersuchungen

2.1 Vorgehensweise der Versuchsplanung und Durchführung

Die Zielsetzung der geplanten Forschungs- und Entwicklungsarbeiten ist die Entwicklung von praxisorientierten Hinweisen zur ergonomischen Gestaltung von Nähtätigkeit. Dabei sollen Erkenntnisse im Praxisversuch wissenschaftlich belegt und die betriebliche Erfahrung der Anwender berücksichtigt werden.

Die Methodik der Vorgehensweise bei den Untersuchungen lässt sich in fünf Teilschritte gliedern.

□ Teilschritt 1: Entwicklung von Versuchs- und Musterarbeitsplätzen

Zur Durchführung von Vergleichsuntersuchungen, bei denen der Ist-Zustand, d. h. ein üblicher Näharbeitsplatz in einer von acht als repräsentativ festgelegten Branchen/ Bereichen, mit einem ergonomisch optimierten Näharbeitsplatz verglichen wird, werden mehrere Versuchs- und Musterarbeitsplätze benötigt. Diese Arbeitsplätze beinhalten einen in den erforderlichen Bereichen (Höhe, Neigung, Fußpedalanordnung) verstellbaren Arbeitstisch, die erforderlichen Fußauslösungen, entsprechend verstellbare Arbeitsstühle sowie alle für die Arbeitsausführung benötigten Zusatzausstattungen (z. B. Beleuchtungseinheiten). In diesen Arbeitsplatz ist die für die jeweilige zu untersuchende Tätigkeit erforderliche Nähmaschine (Nähkopf) integriert. Neben dem ergonomischen Vergleich ist der Versuchs- und Musterarbeitsplatz auch zur beispielhaften Darstellung des im Laufe der Untersuchungen wissenschaftlich bestätigten optimierten Gestaltungszustandes vorgesehen.

□ Teilschritt 2: Analyse des Ist-Zustandes ausgewählter Nähtätigkeiten

In diesem Schritt werden in acht Unternehmen, in denen repräsentative Nähtätigkeiten identifiziert wurden, Belastung und Beanspruchung bei Nähtätigkeit unter Anwendung der in den Abschnitten 2.3 und 2.4 dargestellten Methoden untersucht. Aus der Vielfalt der in den Unternehmen vorhandenen Arbeitsplätze wird nach festgelegten Kriterien in



jedem Unternehmen ein repräsentativer, im Projekt zu untersuchender Arbeitsplatz ausgewählt. Dieser Näharbeitsplatz wird in seinen geometrischen Daten erfasst, die an ihm ausgeführten Tätigkeiten werden dokumentiert und die Umgebungsbedingungen werden gemessen.

- ❑ Teilschritt 3: Bewertung des Ist-Zustandes und firmenspezifische Konkretisierung der Musterarbeitsplätze

In Kooperation mit dem Ingenieurbüro Schwan werden aus der gemeinsamen Auswertung der Ergebnisse der Ist-Zustands-Analysen im Vergleich mit aktuellen Forschungsergebnissen und den Erfahrungen der Anwender firmenspezifisch konkrete ergonomische Veränderungen an den Versuchs- und Musterarbeitsplätzen entwickelt. Die Bewertung der Versuchsergebnisse orientiert sich an gesicherten ergonomischen Erkenntnissen, die für vergleichbare Tätigkeiten vorliegen bzw. von den Projektarbeitern entwickelt wurden. Als Ergebnis der Ist-Zustands-Bewertung werden die Vorgaben für die Vergleichs- und Musterarbeitsplätze festgelegt.

- ❑ Teilschritt 4: Analyse des Soll-Zustands ausgewählter Nähtätigkeiten

In diesem Schritt werden in ausgewählten Unternehmen, in denen der Ist-Zustand untersucht wurde, mit der gleichen Methodik die Belastung und Beanspruchung bei Nähtätigkeit an den Versuchs- und Musterarbeitsplätzen untersucht. Dabei führen die gleichen Versuchspersonen nach entsprechender Einarbeitung vergleichbare Arbeitsschritte an den ergonomisch optimierten Arbeitsplätzen aus. Die im Teilschritt 2 aufgeführten Mess- und Untersuchungsmethoden werden in gleicher Weise eingesetzt wie oben ausgeführt.

- ❑ Teilschritt 5: Ergonomischer Vergleich zwischen Soll- und Ist-Zustand

Aus dem Vergleich der Ergebnisse der Körperhaltungs- und Bewegungsanalysen und der Beanspruchungsanalysen werden Zusammenhänge abgeleitet, die als Rückwirkung bestimmter Belastungssituationen auf die individuelle Beanspruchungssituation erkennbar sind. Ausgehend von den interindividuellen Unterschieden der Versuchspersonen, wie Körpermaße, Sehfunktionskenngrößen und Übungsgrad, wird



deren möglicher Einfluss auf die Streuung der erhaltenen Zusammenhänge zwischen Belastungs- und Beanspruchungskenngrößen untersucht. Durch eine engpassorientierte Betrachtung, also die Suche nach einzelnen, besonders hoch beanspruchten Organen oder Organgruppen, können allgemein gültige Hinweise für gestaltungsbezogene Optimalbereiche abgeleitet werden. Hinweise auf Belastungen, die zum Überschreiten von Dauerleistungs- und Dauerbeanspruchungsgrenzwerten führen, sind ein weiteres wichtiges Ergebnis. Die Kenntnis solcher Grenzwerte für die Nähtätigkeit kann auch dazu beitragen, negative Gesundheitsfolgen zu verringern oder zu vermeiden. Die aus den Untersuchungen gewonnenen Mess- und Auswertungsergebnisse werden unter Verwendung der Erkenntnisse aus der ergonomischen Fachliteratur und mit Einsatz des Fachwissens betrieblicher und außerbetrieblicher Experten bezüglich ihrer Gültigkeit, Übertragbarkeit und Praxistauglichkeit überprüft und diskutiert.

□ Teilschritt 6: Anwendungsnahe Aufbereitung der Erkenntnisse

Die Ergebnisse werden praxisnah aufbereitet. Diese Aufarbeitung ist integraler Teil des Forschungsvorhabens. Dadurch wird sichergestellt, dass die gewonnenen Erkenntnisse direkt an Hersteller und Anwender weitergegeben werden können. Ein Teil dieser Aufbereitung ist die Entwicklung von Musterarbeitsplätzen, die als Ausstellungsstücke zur Verfügung gestellt werden. Ergebnisse des Forschungsvorhabens werden als Informationsmaterial in Papierform (z. B. Flyer) sowie als PowerPoint®-Präsentation der wichtigsten Ergebnisse in anschaulicher Form an den Anwender weitergegeben.

Im Rahmen des wissenschaftlichen Abschlussberichtes werden alle gewonnenen Erkenntnisse zur ergonomischen Gestaltung von Näharbeitsplätzen in schriftlicher Form dargestellt. Eine ergonomische Checkliste für Näharbeitsplätze wird entwickelt.

2.2 Planung der Felduntersuchungen

Die Ist- und Soll-Zustands-Untersuchungen wurden ausschließlich in der Form von Felduntersuchungen durchgeführt. Die Auswahl der Unternehmen, die an den Felduntersuchungen teilnehmen sollten, orientierte sich an der Fragestellung, inwieweit die dort ausgeführte Nähtätigkeit, der vorhandene Arbeitsplatz einschließlich des



Betriebsmittels Nähmaschine und das dort gefertigte Produkt typisch für die mit Näharbeit befasste Branche ist. Mit der Unterstützung von Experten im berufsgenossenschaftlichen Fachausschuss Textil und Bekleidung wurden folgende Tätigkeiten, Maschinen und Produkte identifiziert:

- Nähtätigkeit an kleineren Objekten mit Flachbett-, Säulen- und Blocknähmaschinen (z. B. Fertigung von Schuhen, Bekleidungs-Kleinteilen und Stofftieren). Ausgewählte Unternehmen: Gabor, Lowa (Schuhe), Steiff (Stofftiere), Triumph (Wäsche)
- Nähtätigkeit an mittelgroßen Objekten mit Flachbett- und Säulenmaschinen (z. B. Fertigung und Reparatur von Bekleidung, Fertigung von Polstern und Bezügen). Ausgewählte Unternehmen: Triumph (Wäsche), Klotz (Herrenoberbekleidung), RECARO (Sitzbezüge), MEWA (Reparatur von Berufskleidung)
- Nähtätigkeit an großen Objekten mit Flachbettmaschinen (z. B. Fertigung von Polster- und Sitzbezügen, Zelten). Ausgewählte Unternehmen: RECARO (Sitzbezüge), Berger (Zelte).

An den Untersuchungen haben sich insgesamt acht Unternehmen beteiligt, deren Produktspektrum und Näharbeitsplätze teilweise mehreren unterschiedlichen Kategorien zugeordnet werden konnten.

Zu Projektbeginn wurde in den Unternehmen, in denen repräsentative Nähtätigkeiten identifiziert wurden, die Auswahl des für die Untersuchung geeigneten Arbeitsplatzes getroffen. Die Daten des Arbeitsplatzes wurden dokumentiert. Alle Beteiligten wurden über das Vorhaben informiert und die Untersuchungstermine festgelegt. Leider konnte von den ursprünglich vor Projektbeginn geplanten Unternehmen nur ein kleinerer Anteil an den Untersuchungen teilnehmen. Gründe für die Abweichung von der ursprünglich getroffenen und vereinbarten Auswahl lagen in der Verantwortung der Unternehmen. Diese unvorhergesehenen Veränderungen der Projektplanung und Durchführung hatten zeitliche Verzögerungen zur Folge, die die Projektbearbeiter nicht zu vertreten haben. Sie haben zu einer Erhöhung des Projektsteuerungs- und Planungsaufwands geführt, der die Ausführenden in nicht geringem Maße belastet



hat. Die daraus entstandenen Verzögerungen und Mehraufwendungen mussten in späteren Projektphasen wieder kompensiert werden.

2.3 Entwicklung von Arbeitsgestaltungsalternativen

Einer der wesentlichsten Inhalte des Projektes war die Entwicklung von ergonomisch verbesserten Näharbeitsplätzen. Nur durch den Vergleich üblicher Näharbeitsplätze mit ergonomisch optimierten Alternativplätzen kann ermittelt werden, ob eine verbesserte Gestaltung die erwarteten Wirkungen auch zeigen kann.

Die Entwicklung dieser Arbeitsplätze wurde vom Ingenieurbüro Schwan durchgeführt. Mit der Entwicklung dieser – auch als Musterarbeitsplätze bezeichneten – Arbeitssysteme wurde zu Projektbeginn begonnen. Dabei flossen die umfangreichen Erfahrungen und Kenntnisse der Forschungsnehmer in die Neukonzeption ein. Nach Abschluss der Ist-Zustands-Analysen wurden die Anforderungen an die Systeme weiter konkretisiert. Die Ergebnisse der Ist-Zustands-Analysen wurden mit allen Projektbeteiligten diskutiert und in das ergonomisch verbesserte Konzept eines Näharbeitsplatzes integriert. Daraus wurden schließlich firmenspezifische Lösungen für die Durchführung der Soll-Zustands-Untersuchungen entwickelt und bereitgestellt. Die Beschreibung der entwickelten Lösungen findet sich in Abschnitt 3.7.

2.4 Beurteilung von Beanspruchungs-, Aktivitäts- und Umgebungsdaten

Beanspruchungsanalysen wurden mit der Zielsetzung durchgeführt, die körperlichen Reaktionen der arbeitenden Personen auf Veränderungen der Arbeitsgestaltung zu erfassen und damit die Güte und Wirkung der durchgeführten Veränderungen zu beurteilen.

Die Höhe der Beanspruchung einzelner Menschen ist abhängig von den persönlichen Leistungsvoraussetzungen, wie z. B. Trainingszustand, Alter und Geschlecht, und von der Belastung, die sich z. B. aus der Arbeitsaufgabe, den Umgebungsbedingungen und der konkreten Gestaltung des Arbeitsplatzes ergibt [15]. Ferner ist sie abhängig von der konkreten Ausführung der Tätigkeit, die durch quantitative Merkmale (z. B.



Bewegungsgeschwindigkeit) und qualitative Merkmale (z. B. Erfüllung von Qualitätsvorgaben) beschrieben werden kann.

Um das Ziel zu erreichen, Hinweise auf günstigere bzw. weniger günstige Gestaltungsmerkmale zu gewinnen, wurden folgende Randbedingungen festgelegt:

- Vergleich der Beanspruchungsreaktionen inter- und intraindividuell, d. h. Vergleich der Beanspruchungsreaktion verschiedener Personen bezogen auf eine Arbeitssituation und Vergleich der Reaktionsbreite einzelner Versuchspersonen
- Weitgehende Konstanz der Versuchsbedingungen (Produkt, Umgebung, Arbeitsdauer), um unerwünschte Einflussgrößen auszuschließen
- Beurteilung der quantitativen und qualitativen Tätigkeitsausführung, um ggf. Einflüsse auf Beanspruchungsgrößen zu erkennen und durch entsprechende Normierung zu berücksichtigen

Die Einhaltung dieser Randbedingungen war für alle Beanspruchungsmessungen in den Felduntersuchungen vorgesehen. Die Beanspruchungsmessungen wurden von Prof. Dr.-Ing. *W. Lesser* und *J. Gampenrieder* (Labor für Ergonomie und Personalführung an der Fachhochschule München) vorgenommen.

2.4.1 Erfassung und Auswertung der Herzschlagfrequenz

Als Beanspruchungsmessgrößen wurden die Herzschlagfrequenz (HSF) und die elektrische Aktivität (EA) ausgewählter Muskeln erfasst. Die Herzschlagfrequenz ist eine Messgröße, mit der die muskuläre Beanspruchung des Menschen bei körperlich belastender Arbeit beurteilt werden kann [16]. Durch die Bewertung des Verhaltens der Herzschlagfrequenz im Mittelwert, in der zeitabhängigen Veränderung und im Ruheverlauf lassen sich unterschiedliche Gestaltungszustände, die durch die Arbeitsplatzgeometrie und die Arbeitsbedingungen vorgegeben sind und durch Eigenschaften, Fähigkeiten und Fertigkeiten der Versuchspersonen beeinflusst werden, objektiv bewerten. Aus dem Zusammenhang zwischen dem Sauerstoff- und Energiebedarf der gesamten eingesetzten Muskulatur bei den unterschiedlichen Anforderungen aufgrund



von statischer, dynamischer und einseitig dynamischer Arbeit bei der Nähtätigkeit können Hinweise für Dauerleistungs- und Dauerbeanspruchungsgrenzwerte überschreitende Belastungen abgeleitet werden [17]. Die Kenntnis solcher Grenzwerte für die Nähtätigkeit kann auch dazu beitragen, negative Gesundheitsfolgen zu verringern oder zu vermeiden.

Die Herzschlagfrequenz wurde in einer definierten Ruhephase im Sitzen vor der Untersuchung, während der Arbeitsphase und der in die Arbeitsphase eingeschobenen Pausenzeiträume sowie teilweise in einer definierten Ruhephase nach Versuchsende aufgezeichnet.

Die Ableitung der Signale erfolgte in Brustwandableitung, unter Verwendung von Silber-Silberchlorid-Elektroden. Die Elektroden wurden auf der Haut mit Kleberingen fixiert und diese zusätzlich mit Pflaster. Als Leitsubstanz diente die Elektrodenpaste Singna Creme. Die Erfassung der Herzschlagfrequenz erfolgte durch den tragbaren Messwertspeicher der Fa. Natic, den Physio-Logger. Dieses Gerät erfasst mit einer Abtastrate von 20 ms (50 Hz) das analoge Signal, erkennt den Herzschlag am QRS-Komplex (Verlauf der Herzkammerkontraktion im EKG), errechnet den zeitlichen Abstand zwischen zwei R-Zacken und speichert die Herzschlagfrequenz nach einer Plausibilitäts- und Fehlerprüfung ab. Aus diesen Daten kann dann der zeitliche Verlauf der Herzschlagfrequenz dargestellt, Mittelwerte und Varianzen errechnet und Korrelations- sowie Regressionsanalysen durchgeführt werden. Die Auswertung und Berechnung der statistischen Kenngrößen erfolgte mit den Programmsystemen MS EXCEL und SPSS. Die Arbeits-Herzschlagfrequenz (AHSF) wurde als Differenz zwischen der gemessenen Herzschlagfrequenz bei der Arbeit und der im Sitzen in Ruhe gemessenen Herzschlagfrequenz errechnet. Die zeitliche Veränderung der Herzschlagfrequenz wurde mittels linearer Regression berechnet. Aus dem zeitlichen Verhalten der HSF, das auch als „Ermüdungsanstieg“ bezeichnet wird, lassen sich Aussagen über das Überschreiten von Dauerbeanspruchungsgrenzen ableiten [18].



2.4.2 Erfassung und Auswertung der elektrischen Muskelaktivität

Die elektrische Aktivität (EA) einzelner Muskeln ist eine Messgröße, mit der beurteilt werden kann, wie hoch die Beanspruchung eines Muskels bzw. einer Muskelgruppe bei körperlicher Arbeit ist [17]. Sie ist das Ergebnis aus Ableitung, Verstärkung, Filterung und Gleichrichtung der von den Nerven ausgehenden Aktionspotenziale mit einem entsprechenden Messgerät.

Die Ableitung der Signale erfolgte in bipolarer Ableitung unter Verwendung von Silber-Chlorid-Elektroden (Fa. Hellige). Die Elektroden wurden auf der Haut mit Kleberingen, diese zusätzlich mit Pflaster fixiert [19]. Die Kabel wurden ebenfalls auf der Haut fixiert, um den Einfluss von Bewegungsartefakten möglichst gering zu halten. Als Leitsubstanz diente die Elektrodenpaste Singna Creme. Die gleichzeitige Erfassung von fünf EMG-Kanälen erfolgte in unseren Untersuchungen durch den tragbaren Messwertspeicher der Fa. Natic, dem Physio-Logger. Dieses Gerät erfasst nach Hoch- und Tiefpass-Filterung sowie Gleichrichtung mit einer Abtastrate von 100 ms (10 Hz) das analoge Signal und speichert den aktuellen Wert der EA mit einer Speicherrate von 100 ms ab. Aus diesen Daten kann dann der zeitliche Verlauf der EA, Mittelwerte und Varianzen errechnet und Regressionsanalysen des zeitlichen Verlaufes durchgeführt werden (siehe Abschnitt 2.4.1). Die gemessenen Mittelwerte der EA wurden auf die in Ruhe gemessenen Minimalwerte jeder Person normiert und als prozentuale Veränderung bezogen auf den Minimalwert der EA dargestellt.

Die Aktivität folgender Muskeln wurde untersucht: Fingerbeuger (*M. flexor digitorum*), Armbeuger (*M. biceps brachii*), Armstrecker (*M. triceps brachii*), vordere und seitliche Armheber (*M. deltoideus p. clavicularis* und *M. deltoideus p. acromialis*), Schulterhebemuskulatur (*M. trapezius p. descendens*) und Rückenmuskulatur (*M. erector spinae*). Die Körperseite mit der höher belasteten Extremität wurde für die Messung ausgewählt. Die Auswahl der entsprechenden Körperseite erfolgte aufgrund einer Expertenbeurteilung und Aussagen der untersuchten Arbeitsperson.



2.4.3 Messung der Aktivitätsgröße Handgelenkbeschleunigung

Als Kenngröße für die körperliche Aktivität der Arbeitsperson wurde die horizontale Beschleunigung bei der Vor- und Rückbewegung der Hand gemessen. Dazu wurde ein von der Fa. Natic entwickelter Beschleunigungsaufnehmer mit einem Uhrarmband am Handgelenk befestigt. Die Messsignale wurden auf den tragbaren Messwertspeicher Natic übertragen, dort im Abstand von 100 ms abgetastet und mit einer Speicherrate von 100 ms abgespeichert. Der Messbereich des Aufnehmers war auf ± 2 g kalibriert. Da der Beschleunigungsaufnehmer neben der dynamischen Komponente auch auf die statische Handhaltung (Drehung) des Unterarms reagierte, wurde diese zeitlich eher gering variable Größe durch eine entsprechende mathematische Verarbeitung eliminiert. Als Ergebnis wurde der dynamische Anteil errechnet, der dann für die weitere Verarbeitung (Mittelwertbildung, Varianzberechnung usw.) zur Verfügung stand.

2.4.4 Codierung der ausgeführten Tätigkeit

Die während der Untersuchung ausgeführten Tätigkeiten wurden mittels Codierungen zeitparallel erfasst und dokumentiert. Ebenso wurden die Zeiträume in denen Pausen stattfanden, Umbauten vorgenommen wurden oder betriebliche Störungen auftraten, dokumentiert.

2.4.5 Aufzeichnung der Tätigkeit mittels Videotechnik

Mittels Videotechnik wurde der gesamte Arbeitsablauf dokumentiert. Dabei wurde die Videokamera auf einem Stativ fixiert, sodass der gesamte Oberkörper der Arbeitsperson aus der gleichen Perspektive über den ganzen Versuchszeitraum aufgezeichnet werden konnte. Damit war sichergestellt, dass unerwartet auftretende Ereignisse (z. B. technische oder organisatorische Störungen) dokumentiert wurden.

2.4.6 Beurteilung der Rückwirkungsfreiheit

Die eingesetzte Methodik hat sich als weitgehend rückwirkungsfrei auf die Nähtätigkeit erwiesen. Die Vorbereitungen der Versuchspersonen wurden mit Unterstützung der Betriebsärzte durchgeführt und von allen Versuchspersonen ohne Probleme akzeptiert.



2.4.7 Erfassung persönlicher Daten und Aussagen der Versuchspersonen

Folgende persönliche Daten der Versuchspersonen wurden in allen Untersuchungen erfasst: Name, Alter in Jahren, Dauer der beruflichen Nähtätigkeit allgemein in Jahren, Dauer der Nähtätigkeit am Arbeitsplatz in Jahren, Körpergröße in cm, Körpergewicht in kg, Verwendung einer Sehhilfe am Arbeitsplatz.

Der Grad der körperlichen Beanspruchung wurde durch Selbsteinschätzung der Näherin in die Stufen „leicht“, „mittelschwer“, „schwer“ und „sehr schwer“ eingestuft.

Vorschläge zur Verbesserung der Gestaltung des Näharbeitsplatzes wurden bezogen auf Nähmaschine, Arbeitstisch, Fußraum, Bedienelemente, Materialbereitstellung, Arbeitsstuhl, Beleuchtung sowie Sonstiges erfragt. Der verwendete Fragebogen ist im Anhang 1 dargestellt.

Damit konnten individuelle Eigenschaften, subjektive Einschätzungen der Arbeitsschwere und eigene Verbesserungswünsche für jede untersuchte Tätigkeit dokumentiert werden. Ein Fragebogen zur Ermittlung tätigkeitsbedingter Beschwerden wurde erstellt, um bei allen Arbeitspersonen den gesundheitlichen Zustand zu erfragen (siehe Abschnitt 5.10, Tabelle 29). In der Regel wurde dieser Fragebogen von dem Arbeitsmediziner der Textil- und Bekleidungs-Berufsgenossenschaft verwendet, um in einem ausführlichen Gespräch mit der Arbeitsperson Informationen über Beschwerden und Erkrankungen zu erhalten. Den Personen wurde zugesichert, dass eine Auswertung der Daten nur in anonymisierter Form erfolgt. In einigen Fällen wurde die Befragung auch von Prof. Lesser bzw. dem für das Unternehmen zuständigen Arbeitsmediziner durchgeführt.

In diesem Fragebogen wurde die Häufigkeit des Auftretens von Beschwerden in den drei Kategorien „häufig“, „manchmal“ und „keine Beschwerden“ erfasst. Als Ort der Beschwerden war vorgegeben:

Oberkörper:

Nacken, Schulter, Arme, Obere Wirbelsäule, Brustkorb, Finger, Hände



- Unterkörper:
Hüfte, untere Wirbelsäule, Beine, Füße
- Kopf:
Augen, Ohren, Kopfschmerzen
- Sonstige:
Herz- und Kreislaufbeschwerden, Hauterkrankungen, Atemwegsbeschwerden,
Schlafstörungen

Bei den Vergleichsuntersuchungen „Alter – neuer Arbeitsplatz“ beurteilten die Versuchspersonen die unterschiedlichen Arbeitssituationen. Dazu wurden die Versuchsperson gebeten, in einem Interview eine Einschätzung ihrer Beanspruchung in fünf Stufen vorzunehmen: „Note 5 = sehr hoch“, „Note 4 = hoch“, „Note 3 = mittel“, „Note 2 = gering“, „Note 1 = sehr gering“. Als Ort der Beanspruchung wurden Finger, Hand, Unterarm, Oberarm, Schulter, Hals, Rücken in Brusthöhe, Rücken in Lendenhöhe, Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß jeweils auf der rechten und linken Körperseite erfragt. Auch die Beanspruchung von Augen, Gehör, die Beanspruchung infolge von Kräften/Gewichten, Geschwindigkeit, Genauigkeit, Aufmerksamkeit und Konzentration wurde für die unterschiedlich gestalteten Arbeitsplätze erfragt (siehe Anhang, Abschnitt II).

Bezogen auf die Qualität der Arbeitsplatzgestaltung wurden Beurteilungen in Form von Schulnoten vorgegeben: „Note 1 = sehr gut“, „Note 2 = gut“, „Note 3 = befriedigend“, „Note 4 = ausreichend“, „Note 5 = mangelhaft“.

Beim Fußraum wurden folgende Einzelkriterien beurteilt: Größe des Pedals, Position des Pedals, Neigung des Pedals, Körperhaltungswechsel und nutzbarer Beinfreiraum. Zur Beurteilung der Sitzposition waren folgende Kriterien vorgegeben: Abstützung der Oberschenkel, Abstützung im Rücken, Höhe der Sitzfläche. Beim Arbeitstisch wurde nach der Höhe des Tisches, der Neigung der Tischfläche, der Armablage bezogen auf ihre Position und Höhe sowie ihren Verstellbereich gefragt.



2.4.8 Erfassung von Arbeitssystemdaten

Die Erfassung von Maßen und Daten der untersuchten Arbeitsplätze hatte zum Ziel, alle wichtigen Kenngrößen der Arbeitssituation zu dokumentieren. Dazu gehörten:

- Arbeitsaufgabe
- eingesetzte Maschine (Arbeitsmittel)
- Nähtisch mit dem entsprechenden Zubehör
- Betätigungselemente
- Anzeigeinstrumente
- bearbeitetes Nähgut (Arbeitsobjekt)
- Umgebungsbedingungen
- Arbeitsorganisation.

Die Arbeitsaufgabe wurde anhand von Firmenunterlagen und Aussagen der Vorgesetzten und Arbeitspersonen dokumentiert. Die eingesetzten Maschinen sowie das bearbeitete Nähgut wurden ebenfalls beschrieben. Der Arbeitstisch wurde beschrieben und vermessen. Betätigungselemente, wie Fußpedale, Knieauslöser und Taster, wurden ebenso erfasst wie die eingesetzten Anzeigeinstrumente. Das verarbeitete Material wurde bezüglich seiner Dimensionen und Charakteristika eingestuft. Die Umgebungsbedingungen wurden durch eigene Messungen der Beleuchtungs-, Lärm- und Klimasituation dokumentiert. Zur Beurteilung der Beleuchtungssituation wurden Helligkeits- und Leuchtdichtemessungen auf dem Arbeitstisch und in der Umgebung des Arbeitstisches vorgenommen. Die Lärmmessungen beschränkten sich auf stichprobenartige Beurteilung des Lautstärkepegels im Arbeitsraum und in Ohrhöhe der Arbeitsperson beim Nähen mit ihrer Maschine. Die Klimamessung umfasste Temperatur, Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit im Bereich des Näharbeitsplatzes und im Arbeitsraum.



2.4.9 Vorbereitung und Durchführung der Untersuchungen

Der speziell für das Unternehmen aufgrund der Ergebnisse der Ist-Zustands-Untersuchungen konzipierte Arbeitsplatz wurde in dem Unternehmen ca. vier Wochen vor Beginn der eigentlichen Untersuchung angeliefert. Dort erfolgte der Aufbau des Arbeitsplatzes und die Erprobung der einzelnen Komponenten.

Die Mitarbeiterinnen, die an den Untersuchungen teilnehmen sollten, wurden vom Versuchsleiter am neuen Platz eingewiesen und mit den veränderten Arbeitsbedingungen an diesem Platz vertraut gemacht. Die Nüchternheit im Sitzen und Stehen wurde probeweise ausgeführt. Der Versuchsleiter zeigte allen Versuchspersonen, wie die belastungsverringern Gestaltungs-elemente des neuen Arbeitsplatzes genutzt werden können. Für diese Einweisung stand mindestens ein Arbeitstag zur Verfügung. Mit der Unternehmensleitung wurde vereinbart, dass die für die Versuche ausgewählten Mitarbeiterinnen im Folgezeitraum (zwei bis vier Wochen) ausreichend Gelegenheit zur Einarbeitung an dem neu entwickelten Arbeitsplatz bekamen.

Damit konnte sichergestellt werden, dass die Mitarbeiterinnen bis zur eigentlichen Vergleichsmessung genügend Erfahrung im Umgang mit dem neuen Arbeitsplatz gesammelt hatten.

Die Versuchsdurchführung gliederte sich in mehrere Abschnitte, die in fester zeitlicher Reihenfolge aufeinander durchgeführt wurden:

- Aufbau und Überprüfung der Messgeräte in einem von der Produktion getrennten und für untersuchungsfremde Personen nicht zugänglichen Vorbereitungs-Raum (VR)
- Besichtigung des Arbeitsplatzes, Begrüßung der Arbeitsperson mit erster Einweisung
- Aufbau der Kamera am Arbeitsplatz
- Ausrüstung der Versuchsperson mit den entsprechenden Elektroden und Messgeräten im VR
- Kalibrierung und Erprobung der Signale im VR



- Erfassung der persönlichen Daten der Versuchsperson im VR
- Kurze Ruhephase zur Ermittlung der Ruhe-Herzschlagfrequenz im Sitzen im VR
- Ortwechsel zum Arbeitsplatz, Überprüfung der Signalqualität bei telemetrischer Übertragung, Festlegung der tätigkeitsspezifischen Codierung
- Tätigkeitsbeginn, Beginn der Codierung der Arbeitsschritte, Beginn der Videoaufzeichnung, Beginn der eigentlichen Messphase
- Messung von Umgebungseinflussgrößen, die ohne Behinderung der Arbeitsperson durchgeführt werden konnten
- Beschreibung der Arbeitsbedingungen aufgrund der Tätigkeitsbeobachtung und der von den Unternehmen zur Verfügung gestellten Unterlagen
- Tätigkeitsende, Ende der Codierung der Arbeitsschritte, Ende der Videoaufzeichnung, Ende der Beanspruchungsmessung
- Ortswechsel in den VR
- Abrüsten der Messgeräte im VR
- Befragung nach Beschwerden und Erkrankungen im VR
- Befragung nach dem Vergleich Ist-Zustand/Soll-Zustand im VR.

In Pausen- oder Nichttätigkeitszeiten der Arbeitspersonen bzw. nach Ende der Messungen wurden am Arbeitsplatz folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

- Erfassung der Arbeitsplatzmaße
- Messung von Umgebungseinflussgrößen, die während der Tätigkeit nicht erfasst werden konnten (z. B. Leuchtdichte an der Nadel).

Die Gesamtdauer der Beanspruchungsmessung mit einer Arbeitsperson betrug in der Regel mindestens eine halbe Schichtlänge (vier Stunden). Innerhalb dieses Zeitraums



wurden meistens mehrere Einzelmessungen durchgeführt. Dabei wurden die Versuchsbedingungen bei den Vergleichsuntersuchungen am neu gestalteten Arbeitsplatz variiert, z. B. durch Veränderung der Körperhaltung vom Sitzen zum Stehen.

2.5 Beurteilung der Körperhaltung mittels CUELA

2.5.1 Das CUELA-Messsystem

Zur Ermittlung der Körperhaltungen und der damit verbundenen Muskel-Skelett-Belastungen wurde das im Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitsschutz – BIA entwickelte CUELA-Messsystem (**C**omputer-**u**nterstützte **E**rfassung und **L**angzeit-**A**nalyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems) [20] eingesetzt. Hierbei liefern elektronische Neigungs- und Winkelsensoren, die an den Gelenken bzw. auf den Körpergliedern angebracht sind, die erforderlichen Lage- bzw. Winkelinformationen, um die Bewegungen des Menschen kinematisch rekonstruieren zu können. Ergänzt wird das System durch Winkelgeschwindigkeitssensoren (Gyroskope).

Das CUELA-System war ursprünglich für die Erfassung von Bewegungen der Wirbelsäule und der unteren Extremitäten entwickelt worden [21]. Für dieses Projekt wurde es um die Erfassung der Bewegung des Schulter-Arm-Bereiches und des Kopfes erweitert [22]. In Tabelle 1 (siehe Seite 34) sind die messtechnisch erfassten Freiheitsgrade der jeweiligen Gelenke und Körperregionen zusammengestellt.

In Abbildung 1 (siehe Seite 35) ist der Aufbau des CUELA-Messsystems schematisch dargestellt. Das System besitzt eine Speichereinheit mit einer Speicherkarte und eigener Batterieversorgung, welche die Versuchsperson am Körper trägt (Abbildung 2, siehe Seite 36). Damit ist das personengebundene Messsystem völlig autark und kann je nach Speicher- und Batteriekapazität über viele Stunden Bewegungsdaten aufzeichnen. Die Abtastrate der Messwerterfassung des Systems beträgt 50 Hz. Nach erfolgter Messung kann die Speicherkarte unmittelbar von einem Computer zur weiteren Analyse ausgelesen werden.



Eine zeitaufwändige manuelle Datenaufbereitung wie das manuelle Digitalisieren von Videoaufnahmen etc. entfällt daher völlig. Die Messung wird zusätzlich durch Videoaufnahmen dokumentiert. Durch Synchronisation des Videofilms mit den Messdaten ist somit später eine einfache Zuordnung der Belastungsmesswerte zu den Arbeitssituationen möglich.

Tabelle 1:
Übersicht über die mit dem CUELA-System erfassten Körperglieder,
Freiheitsgrade und eingesetzte Sensorik

Gelenk/Körperregion	Freiheitsgrad	Erfassender Sensor
Kopf	Neigung, Flexion/Extension	Inklinometer
Halswirbelsäule (HWS)	Flexion/Extension	berechnet
Brustwirbelsäule (BWS)	Neigung, Flexion/Extension, Seitneigung	Inklinometer, Gyroskop
Lendenwirbelsäule (LWS)	Neigung, Flexion/Extension, Seitneigung	Inklinometer, Gyroskop
Becken	Neigung (sagittal)	Inklinometer, Gyroskop
Hüftgelenk	Flexion/Extension	Potentiometer
Kniegelenk	Flexion/Extension	Potentiometer
Schultergürtel	Depression/Elevation, Anterior/Posterior	Potentiometer
Schultergelenk	Flexion/Extension, Adduktion/Abduktion, Innen-/Außenrotation	Potentiometer
Ellbogengelenk	Flexion/Extension	Potentiometer
Unterarm	Pronation/Supination	Potentiometer
Handgelenk	Flexion/Extension, Radial-/Ulnarabduktion	Potentiometer



Abbildung 1:
Schematischer Aufbau und Funktionsweise des CUELA-Messsystems

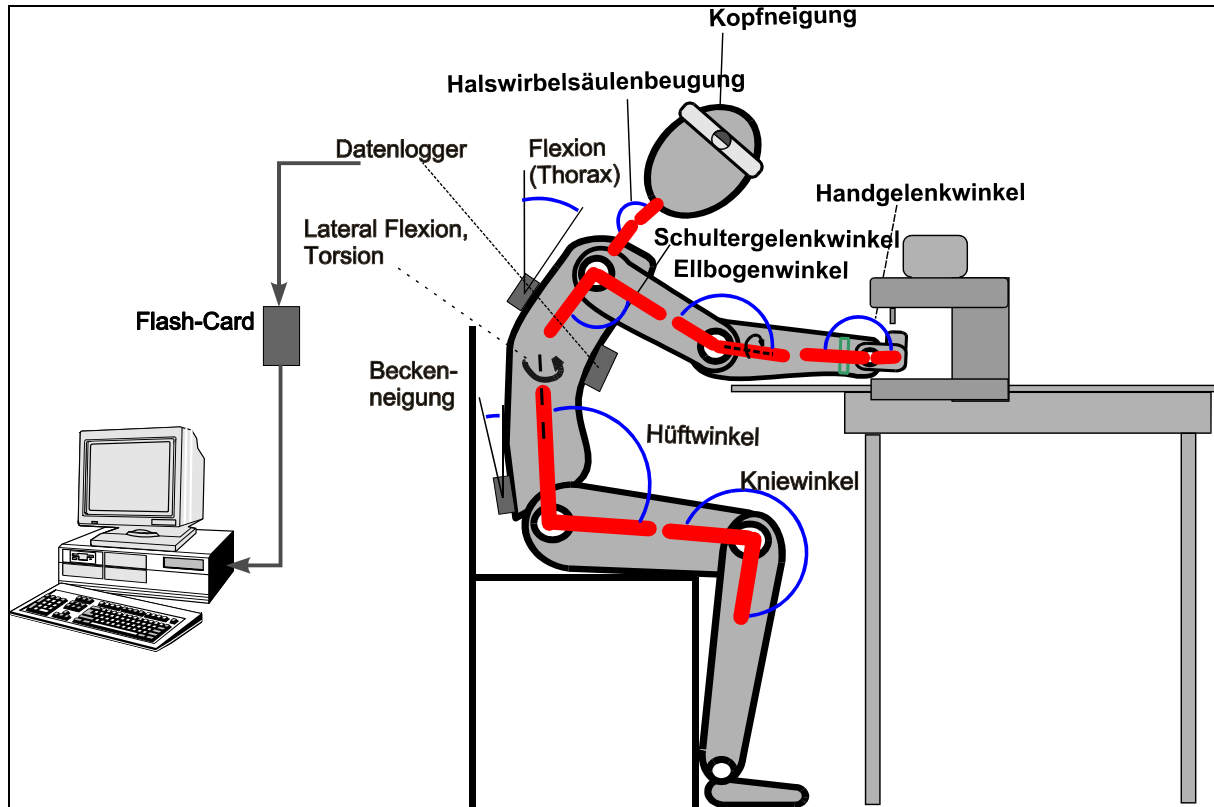
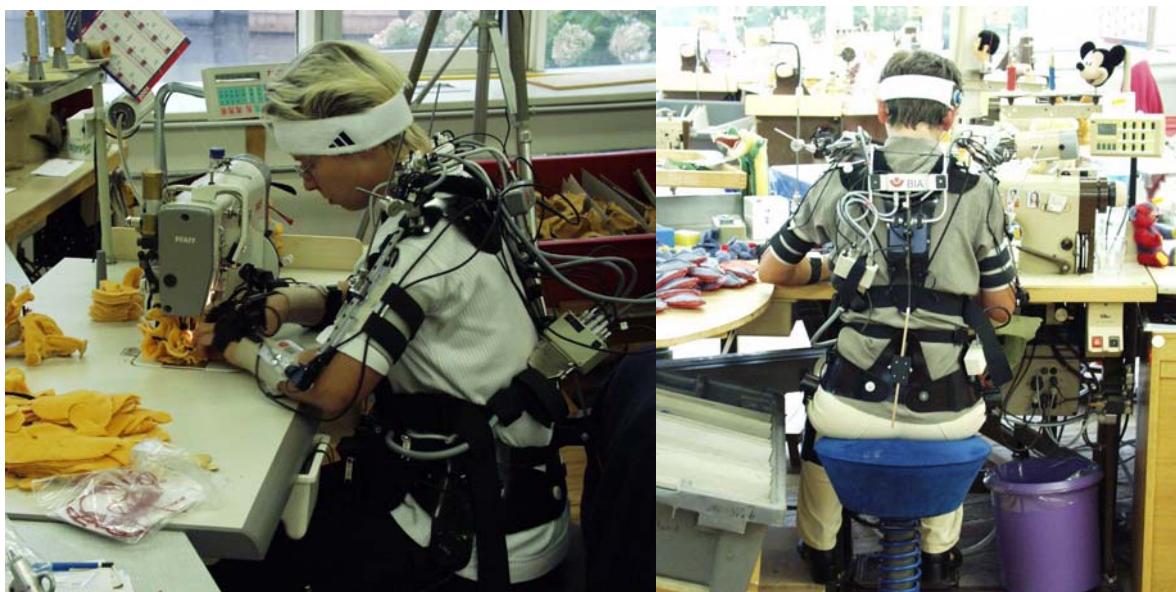


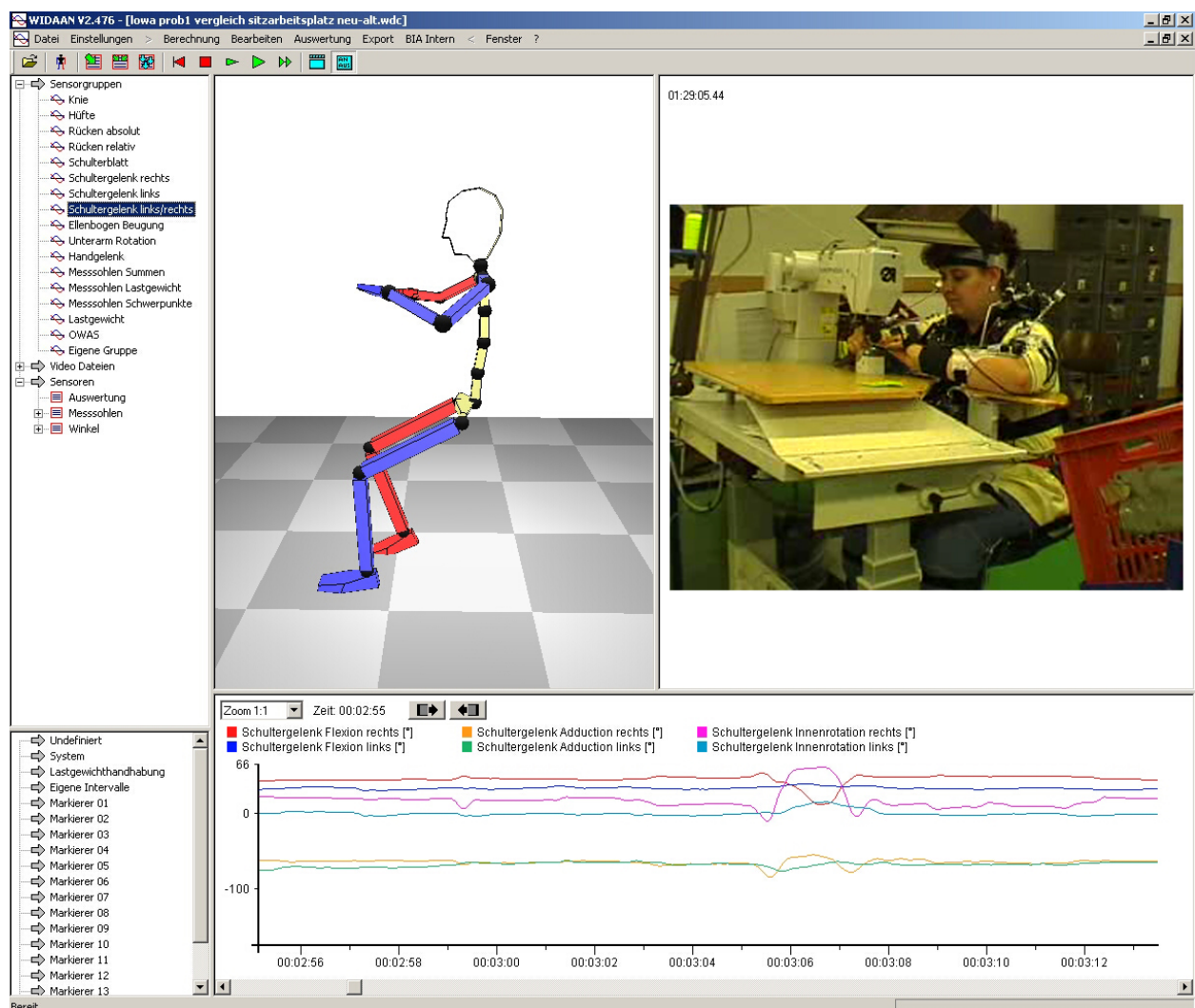
Abbildung 2:
Versuchspersonen mit angelegtem CUELA-Messsystem





Direkt nach Beendigung einer Messung können die Messdaten in die für das CUELA-System entwickelte Software WIDAAN eingelesen und dargestellt werden. Mit dieser Software ist es möglich, sich die Körperhaltung zu jedem beliebigen Zeitpunkt der Messung anhand einer dreidimensionalen Computerfigur anzeigen zu lassen sowie die gemessenen Körperwinkel als zeitabhängige Winkelgraphen in beliebiger Kombination darzustellen. Synchron hierzu wird die zugehörige Arbeitssituation durch das Videobild automatisiert eingeblendet (Abbildung 3).

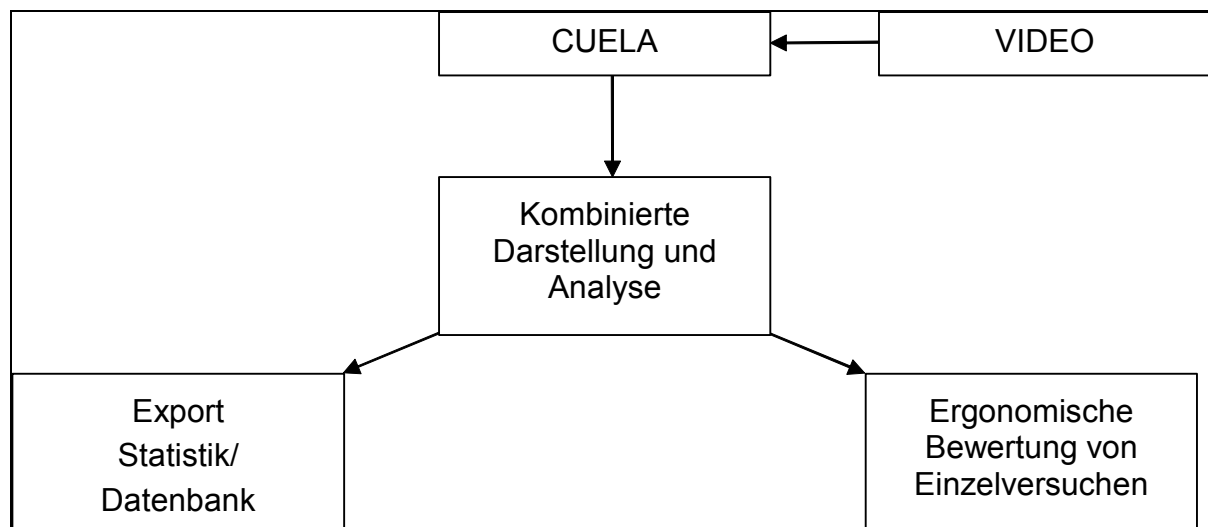
Abbildung 3:
Versuchsperson mit angelegtem CUELA-Messsystem





Im Nachgang der Messung ist es möglich, beliebige Tätigkeiten oder Situationen zu markieren, um bestimmte Arbeitssituationen hervorzuheben und auszuwerten. Die Software WIDAAN erstellt automatisch eine Auswahl von statistischen Auswertungen, um einen schnellen Überblick über extreme und statische Körperhaltungen zu erhalten. Weiterhin kann zu jeder Messung eine arbeitswissenschaftliche Analyse nach dem OWAS-Verfahren [23] durchgeführt werden. WIDAAN erkennt automatisiert die nach der OWAS-Methode klassifizierten Arbeitshaltungen und wertet diese statistisch aus. Alle vom CUELA-System gemessenen Körperhaltungswinkel lassen sich durch das WIDAAN-Programm auch als Textdatei ausgeben, sodass hiermit weit reichendere statistische Analysen (z. B. mit der Software MS EXCEL oder SPSS) durchgeführt sowie die Daten in einer Datenbank abgelegt werden können (Abbildung 4).

Abbildung 4:
Übersicht über die Einbettung des CUELA-Messsystems in die Beurteilung der Körperhaltungen und -bewegungen



Ein übergreifendes Verfahren zur ergonomischen Bewertung der Körperhaltungen an Naharbeitsplätzen bzw. vergleichbaren Arbeitsplätzen existiert nicht. Bei der in der Software WIDAAN integrierten OWAS-Methode handelt es sich um ein Klassifizierungssystem für Körperhaltungen, das die Dokumentation von Häufigkeiten eingenommener Arbeitshaltungen in Verbindung mit gehandhabten Lastgewichten erlaubt.



Darüber hinaus beinhaltet das Verfahren ein Bewertungsschema, mit dessen Hilfe eine Aussage über mögliche Gesundheitsgefährdungen der Arbeitshaltungen getroffen werden kann [23]. Das OWAS-Verfahren, das ursprünglich auf Beobachtungen basierte, wurde für die Klassifizierung und Bewertung von Arbeitshaltungen von Mitarbeitern eines Stahlwerkes in Finnland entwickelt.

Für eine Analyse von Arbeitshaltungen an Näharbeitsplätzen, und hier insbesondere von Sitzhaltungen, stellte es sich als wenig geeignet heraus, da Armhaltungen und auch Rückenhaltungen nur sehr grob klassifiziert und daher auch nicht hinreichend differenziert bewertet werden können.

In dieser Untersuchung wurden deshalb in der oben beschriebenen Art und Weise die äußeren mechanischen Risikofaktoren für das Muskel-Skelett-System direkt an Näharbeitsplätzen erfasst und mit verschiedenen aus der Literatur bekannten Bewertungsschemata analysiert. Bei den Risikofaktoren für insbesondere die oberen Extremitäten und die Wirbelsäule handelt es sich um [24]:

- Extremgelenkwinkelstellungen, unsymmetrische Haltungsmuster
- statische Haltungen
- repetitive Bewegungen
- Kraftaufwand.

Im Zusammenhang mit Muskel-Skelett-Belastungen an Näharbeitsplätzen werden diese Risikofaktoren besonders herausgestellt [25; 26].

Im Folgenden werden die Risikofaktoren mit den in dieser Untersuchung verwendeten Bewertungsgrundlagen näher erläutert.

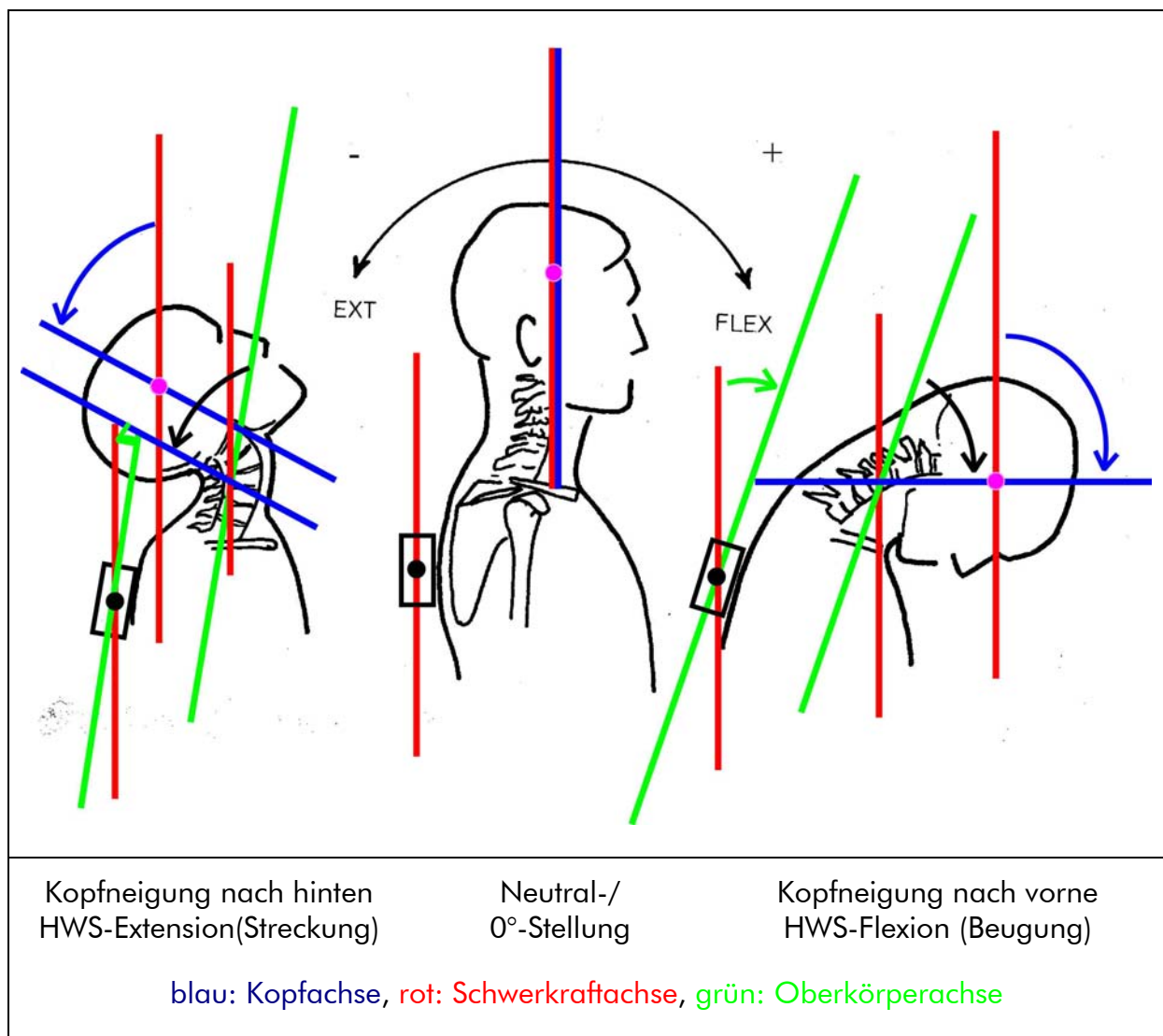


2.5.2 Gelenkwinkelstellungen und deren Bewertung

In diesem Abschnitt werden die Körperwinkel, die mit dem CUELA-System gemessen werden, beschrieben und Winkelbereiche für die ergonomische Bewertung vorgeschlagen.

In Abbildung 5 sind die CUELA-Winkel des Kopfes, der Halswirbelsäule und der Brustwirbelsäule (BWS) dargestellt.

Abbildung 5:
CUELA-Winkel: Kopfneigung, Halswirbelsäulen(HWS)-Flexion
und Brustwirbelsäulen(BWS)-Neigung





Die Kopfneigung beschreibt den Winkel (blau) zwischen Kopfachse (blau) und der Schwerkraftachse (rot). Bei aufrechter Kopfhaltung und Blick nach vorne liegt die 0° - bzw. Neutralstellung vor. Neigungen des Kopfes nach vorne werden als positive, nach hinten als negative Winkelwerte angegeben.

Der Beugewinkel der Halswirbelsäule (HWS, schwarz) wird aus dem Winkel zwischen Kopfachse (blau) und Oberkörperachse (grün) berechnet. Bei Flexionen der Halswirbelsäule sind die Winkel positiv, bei Extensionen negativ.

Der Brustwirbelsäulenneigungswinkel (BWS, grün) wird als Winkel zwischen der Oberkörperachse (grün) und der Schwerkraftachse (rot) gemessen.

Bei der ergonomischen Gestaltung von Arbeitsplätzen sollte darauf geachtet werden, dass extreme Kopfneigungswinkel sowie die dauerhafte Beugung der Halswirbelsäule vermieden werden. Das dauerhafte Einnehmen von Körperhaltungen mit großen HWS-Flexionswinkeln führt zur (schnelleren) Ermüdung der Schulter-Nackensmuskulatur und zu Verspannungen. Ebenso erhöht das Arbeiten mit dauerhaft stark geneigtem Kopf das Risiko für Verspannungen der Schulter-Nackensmuskulatur.

Im internationalen Standard ISO/CD 11226 „Ergonomics – Evaluation of working postures“ werden folgende Empfehlungen für die ergonomische Bewertung von Kopfneigungswinkel und Halswirbelsäulen-Flexions-/Extensionswinkel getroffen [27]:

- Kopfneigungswinkel:
 0° bis 25° (akzeptabel), 25° bis 85° (nur akzeptabel, wenn nicht lang andauernd und bei voller Unterstützung des Oberkörpers eingenommen, andernfalls nicht akzeptabel), $> 85^\circ$ oder $< 0^\circ$ (nicht akzeptabel)
- Halswirbelsäulen-Beugewinkel:
 0° bis 25° (akzeptabel), $> 25^\circ$ oder $< 0^\circ$ (nicht akzeptabel)

Hieraus wird die in Tabelle 2 (siehe Seite 41) aufgelistete Einteilung für die ergonomische Bewertung an Näharbeitsplätzen abgeleitet.



Tabelle 2:
Winkelbereichseinteilung für Kopfnigungs- und HWS-Flexions-/Extensionswinkel

Winkel	grün	gelb	rot
Kopfnigungswinkel nach vorne (positiv), nach hinten (negativ)	0° bis 25°	25° bis 85°	> 85° oder < 0°
HWS-Flexions-/ Extensionswinkel	0° bis -25°		> 25° oder < 0°

Abbildung 6 (siehe Seite 42) zeigt die CUELA-Winkel der Brustwirbelsäulen(BWS)-Neigung, der Lendenwirbelsäulen(LWS)-Neigung und der Rückenkrümmung. Die Neigung der Brustwirbelsäule bzw. Lendenwirbelsäule im Raum (blauer bzw. grüner Winkel) wird durch den Winkel zwischen Schwerkraftachse (rot) und Oberkörperachse BWS (blau) bzw. LWS (grün) beschrieben.

Als 0°- bzw. Neutralstellung (BWS und LWS) ist die Haltung der Wirbelsäule im aufrechten Stand definiert. Neigungen nach vorne werden als positive, Neigungen der Wirbelsäule nach hinten als negative Winkelwerte angegeben.

Der Krümmungswinkel des Rückens (schwarzer Winkel) wird aus der Differenz des BWS- und des LWS-Neigungswinkels berechnet.

Die Neigung des gesamten Oberkörpers (Oberkörperneigungswinkel) kann als mittlerer Neigungswinkel der LWS und BWS beschrieben werden, d. h. Winkel $(LWS+BWS)/2$.

Eine dauerhafte Zwangshaltung des Oberkörpers in einer geneigten Position (ohne Abstützung) stellt einen Belastungsfaktor (statische Haltungsarbeit) dar, der bei der ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung vermieden werden sollte. Starke Rückenkrümmungen führen zu einer einseitigen Druckbelastung der Bandscheiben (Keilbildung). Die mit dieser Belastung einhergehenden „Rundrückenhaltungen“ werden typischer-



weise an Näharbeitsplätzen angetroffen und wurden daher bei der ergonomischen Bewertung in dieser Untersuchung berücksichtigt.

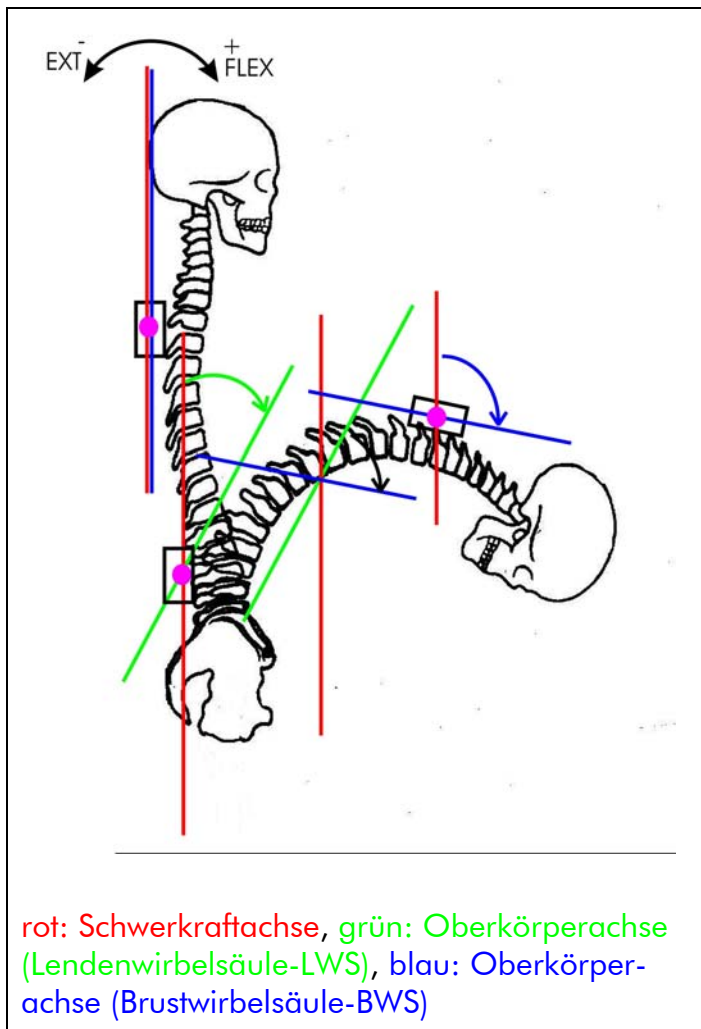


Abbildung 6:
 CUELA-Winkel: Brustwirbelsäulen (BWS)-Neigung, Lendenwirbelsäulen(LWS)-Neigung und Rückenkrümmung

Eine Bewertungseinteilung für Oberkörperneigungswinkel findet sich ebenfalls im internationalen Standard ISO/CD 11226 [27]. Dort werden folgende Empfehlungen für die ergonomische Bewertung von Oberkörperneigungswinkel getroffen:

- ☐ Oberkörperneigungswinkel:
 - 0° bis 20° (akzeptabel), 20° bis 60° oder < 0° (nur akzeptabel, wenn nicht lang andauernd und mit Unterstützung des Oberkörpers, andernfalls nicht akzeptabel),
 - > 60° (nicht akzeptabel)



☐ Rückenkrümmungswinkel

Hierfür wurde eine eigene Bewertungseinteilung vorgenommen, die in Anlehnung an *Drury*, der die Winkelbereichseinteilung in Stufen nach den prozentualen Anteilen am Bewegungsausmaß vornimmt, erfolgte [28].

Rückenkrümmungswinkel: 0° bis 20° (akzeptabel), 20° bis 40° (bedingt akzeptabel), > 40° (nicht akzeptabel).

Für Oberkörperneigungs- und Rückenkrümmungswinkel wird hieraus die in Tabelle 3 dargestellte Einteilung für die ergonomische Bewertung an Näharbeitsplätzen abgeleitet.

Tabelle 3:
Winkelbereichseinteilung für Oberkörperneigungs- und Rückenkrümmungswinkel

Winkel	grün	gelb	rot
Oberkörperneigungswinkel nach vorne (positive Winkel), nach hinten (negative Winkel)	0° bis 20°	20° bis 60° oder < 0°	> 60°
Rückenkrümmungswinkel	0° bis 20°	20° bis 40°	> 40°

In Abbildung 7 (siehe Seite 44) sind die CUELA-Winkel der Beckenneigung und der Hüft- und Kniegelenkflexion dargestellt. Der Beckenneigungswinkel (blauer Winkel) wurde als Winkel zwischen der Schwerkraftachse (rot) und der Beckenachse (blau) gemessen. Für diesen Winkel ergeben sich negative Werte für eine Neigung nach hinten und positive für eine Neigung nach vorne.

Hüft- bzw. Kniegelenkflexionswinkel (grüner bzw. brauner Winkel) werden durch den Winkel der Becken- und der Oberschenkelachse bzw. der Oberschenkel- und der Unterschenkelachse beschrieben. In der CUELA-Software WIDAAN werden jedoch nicht die in Abbildung 7 dargestellten grünen Hüft- und braunen Kniegelenkwinkel, sondern die Differenz aus 180° und diesen Winkeln dargestellt. Im aufrechten Stand



betragen die Hüft- und Kniegelenkwinkel daher 0° entsprechend der medizinischen Beschreibung der Neutralstellung.

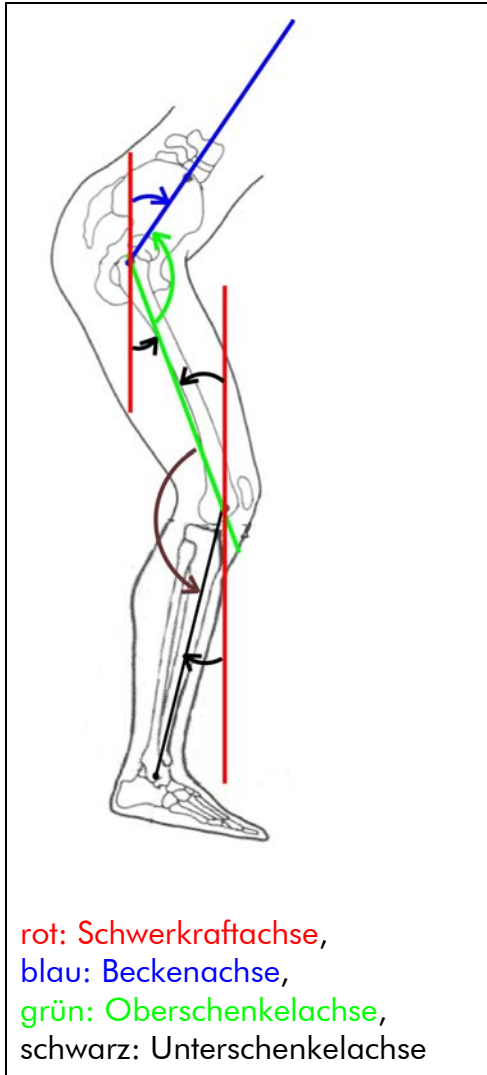


Abbildung 7:
CUELA-Winkel: Beckenneigung, Hüft- und Kniegelenkflexion

Beckenneigungswinkel können zur ergonomischen Bewertung von Sitzhaltungen an Arbeitsplätzen herangezogen werden. Je stärker das Becken bei einer Sitzhaltung nach hinten geneigt ist (negative Winkel), umso mehr geht die Lendenwirbelsäule aus ihrer natürlichen Lordose- in eine Kyphosehaltung über (Abbildung 8, siehe Seite 45). Die Kyphose der Lendenwirbelsäule geht wiederum mit einer Keilbildung der Bandscheiben und damit mit einer einseitigen Bandscheibendruckbelastung einher.

Daher sollte unter ergonomischen Gesichtspunkten ein Sitzarbeitsplatz so entworfen werden, dass die Erhaltung der natürlichen S-Form der Wirbelsäule zumindest



während der überwiegenden Arbeitszeit unterstützt wird. Im internationalen Standard ISO 11226/CD [27] findet sich der Hinweis, dass Kyphosehaltungen der Lendenwirbelsäule als „nicht akzeptabel“ eingestuft werden. Jedoch wird keine Bewertungseinteilung, z. B. für Beckenneigungswinkel, angegeben.

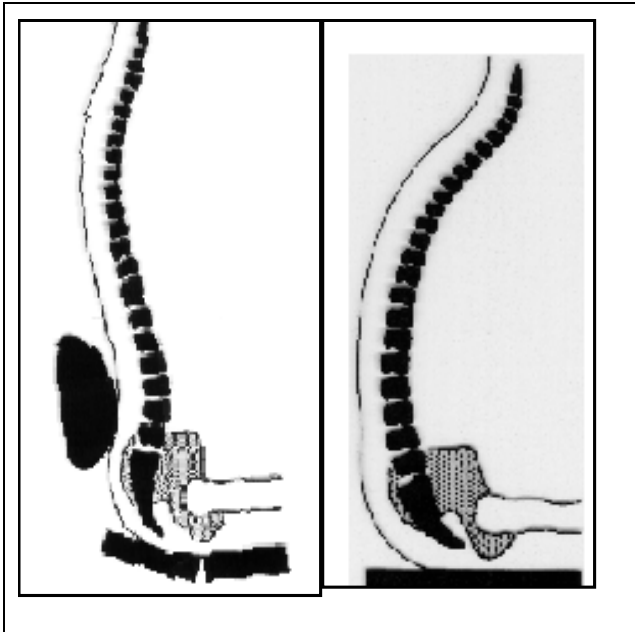


Abbildung 8:
Beckenneigung und Wirbelsäulenhaltung im Sitzen

Daher wurde im Rahmen dieser Untersuchung für Beckenneigungswinkel eine eigene Bewertungseinteilung vorgenommen, die sich an die Erfahrungen einer BIA-Untersuchung von Sitzarbeitsplätzen in Call-Centern orientiert [29]. Beckenneigungswinkel: 0° bis -20° (akzeptabel), -20° bis -30° (bedingt akzeptabel, wenn nicht lang andauernd), $< -30^\circ$ (nicht akzeptabel).

In Tabelle 4 (siehe Seite 46) ist die Einteilung für die ergonomische Bewertung von Beckenneigungswinkel an Näharbeitsplätzen zusammenfassend dargestellt.

Auf eine quantitative Bewertung der Hüft- bzw. Kniegelenkflexionswinkel wurde im Rahmen dieser Untersuchung verzichtet.

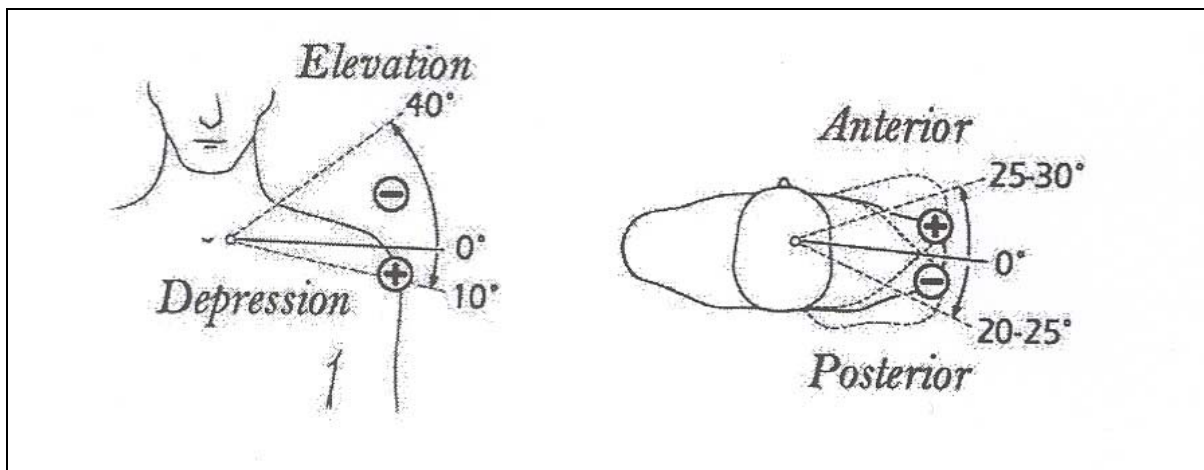
In Abbildung 9 (siehe Seite 46) sind die mit dem CUELA-Messsystem gemessenen Winkel der Bewegungen des Schultergürtels mit den zugehörigen Bewegungsräumen dargestellt.



Tabelle 4:
Bereichseinteilung für Beckenneigungswinkel

Winkel	grün	gelb	rot
Beckenneigungswinkel	0° bis -20°	-20° bis -30°	< -30°

Abbildung 9:
Mögliche Bewegungen des Schultergürtels, aus [30]



Das Anheben des Schultergürtels wird als Elevation (negative Winkel), das Senken als Depression (positive Winkel) bezeichnet. Unter der anterioren bzw. posterioren Bewegung wird das Bewegen des Schultergürtels nach vorne bzw. hinten verstanden.

Abbildung 10 (siehe Seite 47) zeigt den Bewegungsumfang im Schultergelenk ohne und mit Unterstützung durch den Schultergürtel. Alle dargestellten Winkel werden vom CUELA-System messtechnisch erfasst.

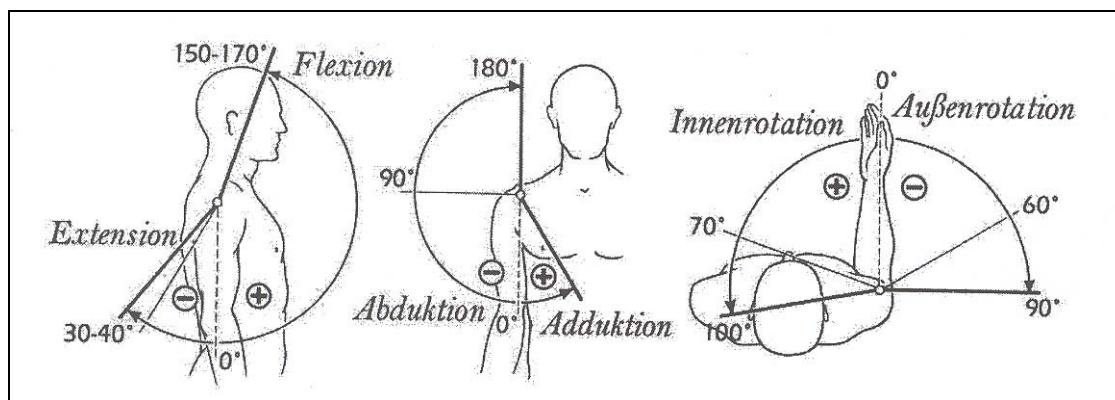
Die Schulterflexion (Beugung, Anteversion) beschreibt den Winkel des Oberarmes beim Anheben nach vorne und wird mit positiven Werten angegeben. Bei der Extension (Streckung, Retroversion) handelt es sich um die entgegengesetzte Bewegung, der negative Winkelwerte zugeordnet werden.



Die Schulter-Abduktionsbewegung (seitliches Anheben des Oberarmes) wird mit negativen und die Schulter-Adduktionsbewegung mit positiven Winkeln beschrieben.

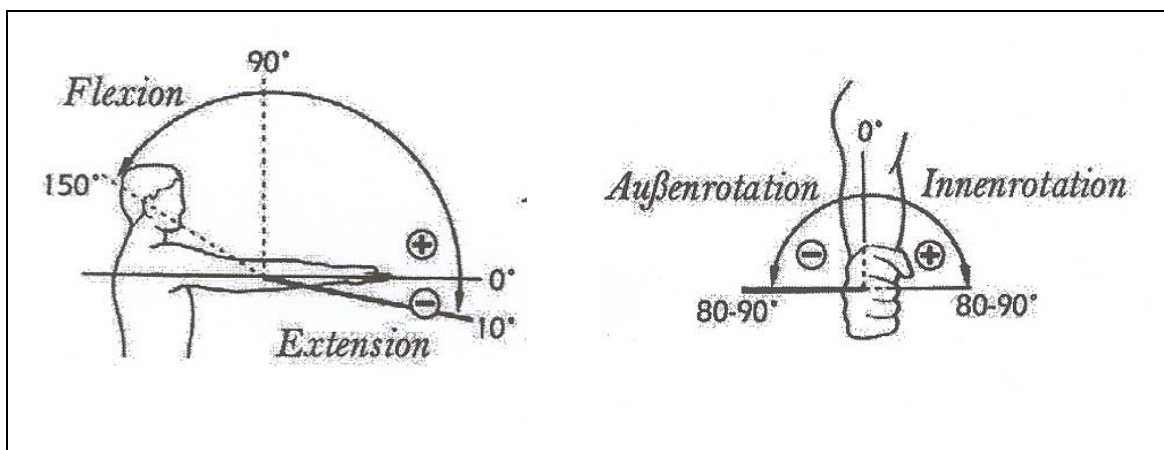
Bei der Rotationsbewegung des Oberarmes werden Innenrotation (positive Winkelwerte) und Außenrotation (negative Winkelwerte) unterschieden.

Abbildung 10:
Bewegungsumfang des Oberarms im Schultergelenk ohne und mit Unterstützung durch den Schultergürtel (dünne und fette Linie) aus [30]



In Abbildung 11 ist der Bewegungsumfang des Unterarmes mit den zugehörigen CUELA-Messwinkelbereichen dargestellt.

Abbildung 11:
Bewegungsumfang des Unterarms aus [30]

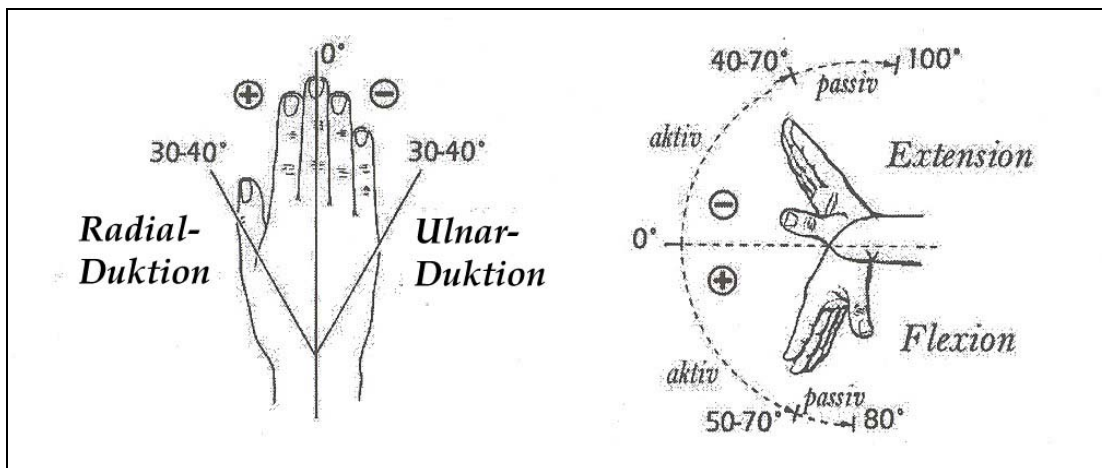




Bei der Untersuchung an Nährbeitsplätzen wurden Ellbogenwinkel (Flexion/Extension) sowie die Innendrehung (Pronation, positive Winkelwerte) und die Außendrehung (Supination, negative Winkelwerte) des Unterarmes messtechnisch erfasst. Die beschriebenen Winkelmessungen beziehen sich auf die 0°- oder Neutralstellung mit locker herabhängenden Armen in aufrechter Körperhaltung.

Abbildung 12 zeigt die mit dem CUELA-Messsystem erfassten Handgelenksbewegungen mit ihren zugehörigen maximalen Bewegungsräumen.

Abbildung 12:
Bewegungsumfang der Hand aus [30]



Die Bewegung der Hand im Handgelenk in Richtung der Handfläche wird als Flexion (positive Winkelwerte) und in Richtung Handrücken als Extension (negative Winkelwerte) bezeichnet. Der Seitneigung der Hand im Handgelenk werden positive Winkelwerte (Radialduktion) bei Daumeneinwärts- und negative Winkelwerte (Ulnarduktion) bei Kleinfingerwärtsbewegungen zugeordnet.

Eine Einteilung ergonomischer Gelenkwinkelbereiche des Schulter-Arm-Hand-Systems wird in der Literatur u. a. von *Drury, McAtamney* und *Corlett* [28; 31] und in dem europäischen Normentwurf prEN 1005-4 [32] vorgenommen. Alle dort vorzufindenden Bewertungseinteilungen gehen davon aus, dass Gelenkstellungen in der Nähe der Neutralstellung am günstigsten zu bewerten sind. Je näher sich Gelenkwinkel im Endbereich des jeweiligen Gelenkbewegungsraumes befinden, umso höher wird das



hiermit verbundene Schädigungspotenzial eingeschätzt. Bei der ergonomischen Bewertung sollte jedoch nicht das (kurzfristige) Arbeiten in extremen Gelenkwinkelstellungen hervorgehoben werden. Vielmehr sollte eine negative ergonomische Wertung beim einseitigen, lang andauernden Arbeiten in diesen Gelenkwinkelbereichen erfolgen. In Tabelle 5 sind alle in der Untersuchung an Näharbeitsplätzen verwendeten Richtwerte für die Bewertung von Gelenk-/Körperwinkeln zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 5:
Zusammenfassende Darstellung der Bereichseinteilung aller gemessenen Körperwinkel

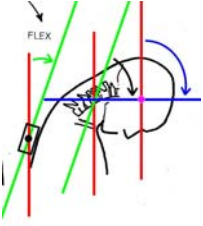
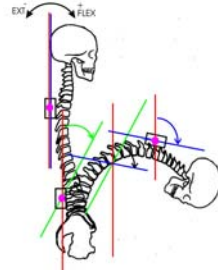
Körperregion/Gelenk	Richtwerte für die Bewertung
Kopfneigung 	grün: 0° bis 25°
	gelb: 25° bis 85°
	rot: > 85° oder < 0° [27]
HWS-Beugung	grün: 0° bis 25°
	rot: > 25° oder < 0° [27]
Oberkörperneigung 	grün: 0° bis 20°
	gelb: 20° bis 60° oder < 0°
	rot: > 60° [27]



Tabelle 5, Fortsetzung

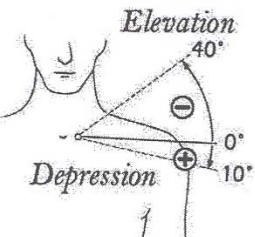
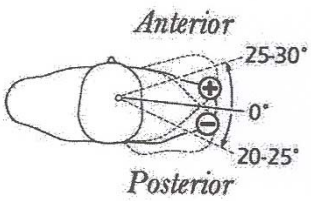
Körperregion/Gelenk	Richtwerte für die Bewertung
Rückenkrümmung	<p>grün: 0° bis 20°</p> <p>gelb: 20° bis 40°</p> <p>rot: > 40°</p> <p>(eigene Beurteilung)</p>
Beckenneigung	<p>grün: 0° bis -20°</p> <p>gelb: -20° bis -30°</p> <p>rot: < -30°</p> <p>(eigene Beurteilung)</p>
Schultergürtel Elevation/Depression 	<p>grün: -15° bis 5°</p> <p>rot: > 5° oder < -15°</p> <p>(eigene Beurteilung)</p>
Schultergürtel Anterior/Posterior 	<p>grün: 0° bis 15° oder 0° bis -15°</p> <p>rot: > 15° oder < -15°</p> <p>(eigene Beurteilung)</p>



Tabelle 5, Fortsetzung

Körperregion/Gelenk	Richtwerte für die Bewertung
<p>Unterarm Pronation/Supination</p>	<p>grün: 0° bis 20° oder 0° bis -30°</p> <p>gelb: 20 bis 40° oder -30° bis -55°</p> <p>rot: > 40° oder < -55°</p> <p>[28]</p>
<p>Handgelenk Flexion/Extension</p>	<p>grün: 0° bis 20° oder 0° - -25°</p> <p>gelb: 20° bis 45° oder -25° bis -50°</p> <p>rot: > 45° oder < -50°</p> <p>[28]</p>
<p>Handgelenk Radial-/Ulnarduktion</p>	<p>grün: 0° bis 10° oder 0° bis -10°</p> <p>gelb: 10° bis 15° oder -10° bis -25°</p> <p>rot: > 15° oder < -25°</p> <p>[28]</p>



2.5.3 Bewertung von statischen Körperhaltungen

Als statische Haltungen werden nach der europäischen Norm DIN EN 1005-1 [33] Körperhaltungen bezeichnet, die unter gleich bleibendem oder gering veränderlichem Kraftniveau länger als vier Sekunden eingehalten werden. Das Schädigungspotenzial statischer Körperhaltungen wird vorrangig in der Verursachung von Muskelermüdung erkannt. In der Folge treten Veränderungen des Stoffwechsels, der Schmerzempfindung und der Bewegungsmuster auf, die schließlich auch zu einer Überlastung passiver Strukturen des Muskel-Skelett-Systems führen können.

In dieser Untersuchung wurden daher Tätigkeiten in Gelenkwinkelstellungen, die außerhalb der Gelenkneutralstellung länger als vier Sekunden statisch eingenommen wurden, registriert und bezüglich der Häufigkeit ihres Vorkommens bewertet.

2.5.4 Bewertung von repetitiven Bewegungen

Als repetitive Bewegungen werden Bewegungen bzw. Bewegungsabläufe (Zyklen) bezeichnet, die sich gleichförmig in einem bestimmten Zeitraum wiederholen. Um zunächst eine grobe Einschätzung der Repetition vornehmen zu können, wurde die Einteilung von *Silverstein* et al. [34] benutzt. Danach liegt eine hohe Repetitivität vor, wenn eine Zyklusdauer weniger als 30 Sekunden beträgt oder gleiche Aktionsarten während mindestens 50 % der Zyklusdauer wiederholt werden. Nach Auffinden solcher Zyklen in der grafischen Darstellung der Winkeldaten im Verhältnis zurzeit erfolgte in dieser Untersuchung die Überprüfung, ob sich diese Zyklen gleichförmig über einen längeren Zeitraum in ähnlicher Weise wiederholen. Im Anschluss wurde die Zahl von einzelnen Bewegungen für die Gelenkregionen ermittelt, für die aus der oben genannten Darstellung deutliche, rasche Winkelveränderungen sichtbar waren. Die Einstufung, ob eine hohe Repetitivität vorliegt oder nicht, richtete sich nach den Daten, die in der Literaturübersicht von *Kilbom* angegeben werden und in Tabelle 6 (siehe Seite 54) dargestellt sind [35].



Tabelle 6:

Richtwerte für repetitive Gelenkbewegungen des Schulter-Arm-Hand-Systems, nach [35]

Gelenk	Richtwert für Repetitivität
Schulter	> 2,5/Minute
Oberarm, Ellenbogen	> 10/Minute
Unterarm, Handgelenk	> 10/Minute

In Abbildung 13 ist ein Beispiel einer Gruppe von Gelenkwinkel-Zeit-Graphen eines Armes, in denen sich wiederholende Bewegungsmuster als Zyklen erkennen lassen, dargestellt. Die Markierung in Abbildung 13 stellt ein Zeitintervall mit immer wiederkehrenden Bewegungsabläufen dar, in dem die einzelnen Bewegungen der Gelenkregionen gezählt werden können.

Abbildung 13:
Beispiel eines Gelenkwinkel-Zeit-Grafen





2.5.5 Bewertung von Tätigkeiten mit hohem Kraftaufwand

Mit den in Abschnitt 2.5.1 beschriebenen Messmethoden konnte der Kraftaufwand, welcher bei den unterschiedlichen Nähtätigkeiten aufgebracht werden muss, nicht erfasst werden. Dies geschah im Rahmen der Untersuchung mithilfe von elektromyografischen Messungen der Muskelaktivität ausgewählter Muskelgruppen (siehe Abschnitt 2.4).

2.5.6 Beurteilung der Rückwirkungsfreiheit

Die Anwendung der CUELA-Messtechnik hat sich als weitgehend rückwirkungsfrei auf die Probanden und ihre Nähtätigkeit erwiesen. Wie bereits in Abschnitt 2.4 beschrieben, wurden die Vorbereitungen der Versuchspersonen mit Unterstützung der Betriebsärzte durchgeführt. Alle Versuchspersonen akzeptierten die Durchführung der Messungen ohne Probleme.

2.5.7 Versuchsdurchführung (CUELA-Messungen) der Ist- und Soll-Zustands-Analyse

Die CUELA-Messungen in der Ist- und der Soll-Zustands-Analyse gliederten sich in mehrere Abschnitte, die in fester zeitlicher Reihenfolge nacheinander durchgeführt wurden:

- Aufbau und Überprüfung der Messgeräte in einem von der Produktion getrennten und für untersuchungsfremde Personen nicht zugänglichen Vorbereitungs-Raum (VR)
- Besichtigung des Arbeitsplatzes, Begrüßung der Arbeitsperson mit erster Einweisung
- Information der Probanden über die Ziele der Untersuchung und die Funktionsweise des CUELA-Messsystems
- Ausrüstung der Versuchsperson mit den CUELA-Messsensoren im VR
- Kalibrierung und Erprobung des CUELA-Messsystems im VR



- Erfassung von persönlichen Daten der Versuchsperson, wie Alter, Körpergröße und -gewicht, im VR
- Start der Messungen, synchroner Videoaufzeichnungsstart
- Ortswechsel zum Arbeitsplatz, Tätigkeitsbeginn, begleitende Videoaufzeichnung ohne Eingriff in den Arbeitsablauf
- Tätigkeitsende, Beendigung der CUELA-Messung, Ende der Videoaufzeichnung
- Ortswechsel in den VR
- Abrüsten des CUELA-Messsystems im VR

Die Gesamtdauer der Belastungsmessungen mit dem CUELA-Messsystem betrug bei einer Arbeitsperson mindestens zwei und maximal drei Stunden. Innerhalb dieses Zeitraumes wurden die Versuchsbedingungen konstant gehalten und die für den jeweiligen Betrieb typische Nähtätigkeit ausgeführt. Bei den späteren Vergleichsuntersuchungen der Soll-Zustands-Analyse wurden die Nähtätigkeiten am ergonomisch neu gestalteten Arbeitsplatz sowohl im Sitzen als auch im Stehen messtechnisch erfasst. Ein gleichzeitiger Einsatz der CUELA-Messtechnik und der Beanspruchungsmesstechnik war aus versuchstechnischen Gründen in den durchgeführten Felduntersuchungen nicht möglich. Deshalb wurden CUELA-Belastungsmessungen und die Beanspruchungsmessungen (Abschnitt 2.4) in der Regel direkt im Anschluss nacheinander durchgeführt.



3 Ergebnisse

3.1 Untersuchte Tätigkeiten in den beteiligten Unternehmen (Ist-Zustand)

Die in den einzelnen Unternehmen untersuchten Tätigkeiten werden anhand von Abbildungen und kurzen Beschreibungen einzelner Arbeitsvorgänge vorgestellt. Die geschilderten Tätigkeiten sind als typisch für die dort untersuchten Arbeitsinhalte anzusehen, die Zusammenstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Einen ersten Überblick über die Nähtätigkeiten und die Bedingungen, unter denen die Mitarbeiterinnen gearbeitet haben, gibt Tabelle 7.

Tabelle 7:
Untersuchte Nähtätigkeiten in den acht am Projekt beteiligten Unternehmen

Unternehmen	Körperhaltung bei Nähtätigkeit	Eingesetzte Nähmaschine	Teilegröße/ Gewicht	Bearbeitetes Teil	Seh- abstand in mm	Zykluslänge produkt- bezogen in min
Berger	Sitzen	Flachbett	Sehr groß	Zelt	300 bis 400	52 bis 76
Gabor	Sitzen Stehen	Flachbett, Säule	Klein	Schuhteil	260 bis 350	0,4 bis 0,5
Klotz	Sitzen	Freiarm, Flachbett, Säule	Groß	Sakko	250 bis 340	0,5 bis 2
Lowa	Sitzen	Säule	Klein	Wanderschuhteil	250	1,0 bis 4,0
MEWA	Stehen	Flachbett, Freiarm	Mittel/Groß	Arbeitskleidung	400	2 bis 5
RECARO	Sitzen	Flachbett, Säule	Groß/ Mittel	Sitzbezug/ Kopfstütze	300 bis 400	3,5 bis 21
Steiff	Sitzen	Flachbett	Sehr klein	Plüschtier	320 bis 450	10 bis 15
Triumph	Sitzen	Block, Flachbett	Mittel/Klein	Trikot/BH	320 bis 400	0,4 bis 0,6



Sowohl sitzende als auch stehende Nähtätigkeit wurde untersucht; überwiegend waren Flachbettmaschinen im Einsatz, aber auch auf Säulen-, Freiarm- und Blockmaschinen wurde genäht.

Das Produktspektrum reichte von Produkten wie Vorzelten, die sehr groß (ca. 6 x 4 m) und schwer (12 kg) waren, bis zu Teilen von Stofftieren, die sehr klein (30 x 20 mm) und sehr leicht (< 20 g) waren. Der bei der Tätigkeit eingenommene Sehabstand (Auge zu Nadel) variierte zwischen 250 und 450 mm.

Die Zyklusdauer, also die Zeit, die zur Herstellung eines bearbeiteten Teils benötigt wurde, unterliegt sehr großen Variationen. Relativ kurzzyklischen Tätigkeiten in der Schuhindustrie standen langzyklische Tätigkeiten beim Bearbeiten großer Teile (Sitzbezüge, Zelte) gegenüber. Die Zyklusdauer wird bestimmt durch die Arbeitsteiligkeit der Herstellung. Hier wurden in den untersuchten Unternehmen unterschiedliche Produktionskonzepte vorgefunden. Hohe Arbeitsteiligkeit lag vor bei der Bearbeitung von Schuhen und Wäscheteilen, etwas geringere Arbeitsteilung fand sich bei der Herstellung von Herrenoberbekleidung, geringere Arbeitsteilung bei der Reparatur von Berufskleidung, dem Nähen von Stofftieren, Sitzbezügen und Kopfstützen sowie Zelten.

Einen Einblick in die bei der Fa. Berger ausgeführte Tätigkeit gibt Abbildung 14 (siehe Seite 59). Das aufwändige und belastende Handling der großen und schweren Planen, aus denen die Zelte genäht werden, ist gut zu erkennen. Die Tätigkeitsausführung erfolgt trotz der erforderlichen langen Bewegungswege beim Erzeugen der langen Nähte und der kraftaufwändigen Schiebe- und Ziehvorgänge an der Plane überwiegend in sitzender Körperhaltung. Lediglich die Vorbereitung der Teile, das Zusammenlegen der Zelte und der Transport des fertig bearbeiteten Zeltes werden in stehender Körperhaltung ausgeführt.

Die bei der Fa. Berger durchgeführte Nähtätigkeit beinhaltet folgende Arbeitsschritte:

- Plane auslegen (vorbereiten)

- Plane nähen



- Aufstehen und Plane vorschieben
- Band vorbereiten (im Stehen)
- Band annähen
- Aufstehen und Zelt zusammenlegen
- Zelt wegtransportieren (ca. 15 m)
- Faden abschneiden, einfädeln, kleine Störungen beseitigen.

Abbildung 14:
Nähen von Zelten bei der Fa. Berger in sitzender Körperhaltung,
Ausführung von Nebentätigkeiten in stehender Körperhaltung



Abbildung 15 (siehe Seite 60) zeigt zwei bei der Fa. Gabor untersuchte Nähtätigkeiten an Sitz- und Steharbeitsplätzen. Der Sitzarbeitsplatz ist mit einer Flachbettmaschine ausgestattet, an der kleine Schuhteile miteinander vernäht werden. Kritisch ist an diesem Arbeitsplatz die aufgrund der Arbeitsplatzgestaltung eingenommene ungünstige Körperhaltung mit starker Rückenbeugung. Der untersuchte Steharbeitsplatz



ermöglicht eine günstige Haltung der Wirbelsäule, beinhaltet aber hohe Anteile an statischer Haltungs- und Haltearbeit, da die Hände frei im Raum bewegt und gehalten werden müssen. Die an der Säulenmaschine ausgeführten Nähaufgaben ermöglichen die Nahtbildung an dreidimensionalen Arbeitsobjekten.

Abbildung 15:
Nähen von Schuhteilen bei der Fa. Gabor in sitzender und stehender Körperhaltung



Die bei der Fa. Gabor untersuchten Nähtätigkeiten beinhalten folgende Arbeitsschritte:

Flachbettmaschine im Sitzen:

- Teil 1 von Ablage rechts holen und mittig zur Nadel positionieren
- Teil 2 von Ablage links holen und über Teil 1 positionieren
- beide Teile miteinander halbrund vernähen
- vernähtes Teil ablegen
- paarweise (6 oder 12) bündeln
- Partienummer und Arbeitsplannummer notieren.



Säulenmaschine im Stehen:

- Teil von Ablage links aufnehmen
- Teil unter Nadel legen
- Nähvorgang starten durch Drücken auf das Fußpedal
- Teil vernähen, dabei mit Schere korrigieren
- Naht verriegeln durch Drehen des Fußpedals
- Teil ablegen
- Faden mit Schere abschneiden.

Die bei der Fa. Klotz untersuchte Nähtätigkeit an Sitzarbeitsplätzen ist in Abbildung 16 (siehe Seite 62) dargestellt. Die Herstellung von Herrensakkos ist arbeitsteilig organisiert. Jede Näherin verrichtet Teilvorgänge bei der Herstellung eines Bekleidungsstücks ausschließlich im Sitzen an Flachbettmaschinen. Besonders hohe Belastungen treten beim Ab- und Aufhängen des Sakkos von der Transportstange in sitzender Körperhaltung auf. Die durch die Gestaltung des Arbeitstischs und der Fußauslösung vorgegebene gebeugte Körperhaltung ist charakteristisch für die Tätigkeit.

Die bei der Fa. Klotz untersuchte Nähtätigkeit beinhaltet folgende Arbeitsschritte:

- Sakko vom Bügel holen und wenden
- Sakko auf Arbeitstisch ablegen
- mit Schere einschneiden
- Sakko nähen (Klebspunkte unterschieben)
- Sakko wenden und weglegen
- Sakko auf Kleiderbügel aufspannen
- Sakko aufhängen.



Abbildung 16:
Nähen von Herrenoberbekleidung bei der Fa. Klotz in sitzender Körperhaltung,
rechts die gefertigten Produkte



Bei der Fa. Lowa werden an Sitzarbeitsplätzen Wanderschuhe genäht. Die räumlichen Nähte werden mit Säulenmaschinen erzeugt, Gewicht und Größe der Teile variiert in Abhängigkeit vom Bearbeitungsstand. Die Belastungen sind mit denen bei der Fa. Gabor am dort untersuchten Steharbeitsplatz vergleichbar; sie beinhalten höhere Anteile an statischer Haltungs- und Haltearbeit, da die Hände frei im Raum bewegt und gehalten werden müssen. Da die Tätigkeit aber ausschließlich in sitzender Körperhaltung ausgeführt wird, finden sich hier zusätzlich die sitzarbeitsplatztypischen Probleme der Rückenbeugung und ungünstigen Sitzhaltung (Abbildung 17, siehe Seite 63).

Die bei der Fa. Lowa untersuchte Nähtätigkeit von Wanderschuhen beinhaltet folgende Arbeitsschritte:

- Teil aufnehmen
- Zungenteile zusammensteppen
- Teil ablegen
- Teil aufnehmen



- Beutelzunge einsteppen
- zweite Naht einsteppen
- Schaffteil ansteppen
- Teil ablegen.

Abbildung 17:
Nähen von Wanderschuhen bei der Fa. Lowa in sitzender Körperhaltung



Die bei der Fa. MEWA untersuchte Nähtätigkeit beinhaltet die Reparatur von Berufskleidung (Abbildung 18, siehe Seite 64). Diese Tätigkeit, die je nach Arbeitsumfang auf einer Flachbett- oder Freiarmmaschine ausgeführt wurde, wird grundsätzlich in stehender Körperhaltung verrichtet. Durch die verschiedenen Arbeitsstellen an den beiden Maschinen, an dem zwischen den Maschinen befindlichen Arbeitstisch und an der Fördertechnik kommt es zu einem häufigen Wechsel, wodurch kurzzeitige statische Belastungen der Fuß-, Bein- und Rumpfmuskulatur von dynamischen Belastungen abgelöst werden. Eine vergleichsweise bewegungsintensive Tätigkeitsausübung wurde in keinem anderen Nähbetrieb der Untersuchungsreihe aufgefunden.

Abbildung 18:
Reparaturnähen von Berufskleidung bei der Fa. MEWA in stehender Körperhaltung



Die bei der Fa. MEWA untersuchte Nähtätigkeit (Reparatur von Berufskleidungsstücken) beinhaltet folgende Arbeitsschritte:

- Kleidungsstück vom Transportmittel entnehmen und ablegen (Tätigkeitsbeginn)
- Kleidungsstück kontrollieren und auslegen
- Nähte auftrennen
- defekte Nähte am Kleidungsstück nähen auf Freiarm-/Flachbettmaschine
- Flicken aussuchen und zuschneiden
- Flicker aufsetzen und aufnähen
- Teile codieren und ablegen (Tätigkeitsende).



Bei der Fa. RECARO wurde Nähtätigkeit an Sitzarbeitsplätzen bei der Fertigung von Sitzbezügen und Kopfstützen untersucht (Abbildung 19). Dabei kamen Flachbett- und Säulenmaschinen zum Einsatz. Charakteristisch für die hier ausgeübten Nähtätigkeiten sind Belastungen aufgrund von Teilegröße, -gewicht und Steife der bearbeiteten Teile. Bei der Bearbeitung der Sitzbezüge an Flachbettmaschinen sind ausladende Bewegungen erforderlich, die Handhabung der Teile erfordert wegen der wenig nachgebenden Materialien höhere Kräfte, die eher dynamisch aufgebracht werden. Die Bearbeitung der Kopfstützenteile an der Säulenmaschine führt durch die fehlende Abstützmöglichkeit zu höheren statischen Belastungen im Schulter-Arm-Bereich.

Abbildung 19:
Nähen von Sitzbezügen (links) und Kopfstützen (rechts) bei der Fa. RECARO in sitzender Körperhaltung



Die bei der Fa. RECARO untersuchte Nähtätigkeit (Sitzbezug) beinhaltet folgende Arbeitsschritte:

- Rückenteil entnehmen und positionieren
- Sitz entnehmen und positionieren
- Sitzfläche einnähen



- erstes Band um Sitzfläche nähen
- Band abschneiden
- zweites Band um Sitzfläche nähen
- Band abschneiden
- fertigen Sitzbezug ablegen.

Charakteristisch für die bei der Fa. Steiff untersuchten Nähtätigkeiten sind die geringe Teilegröße und hohen Genauigkeitsanforderungen, die an die Arbeitsausführung gestellt werden. Diese hohen Anforderungen lassen sich nur erfüllen, wenn eine weitgehend stabilisierte Körperhaltung eingenommen wird. Das bedingt hohe statische Belastungen der Rumpf-, Rücken- Schulter- und Armmuskulatur. Die Dynamik beschränkt sich bei der Kürze der Nähte und der zum Einstreifen der Plüschfasern erforderlichen Arbeitsvorgänge weitgehend auf Bewegungen der Hand und der Finger sowie der zur Steuerung der Nähmaschine erforderlichen Fußbewegungen. Eine stark gebeugte Rückenhaltung (Abbildung 20, siehe Seite 67) ist charakteristisch für diese Tätigkeit. Die insgesamt ungünstige Anpassmöglichkeit des Arbeitsplatzes an eine normalgroße Arbeitsperson lassen sich in Abbildung 20 gut erkennen.

Die bei der Fa. Steiff untersuchte Nähtätigkeit (Stofftier) beinhaltet folgende Arbeitsschritte:

- Teile bereitlegen
- Zusammennähen Schuhstulpen in Kette
- Trennen Schuhstulpen
- Zusammennähen Schuhteile, annähen Stulpen, zunähen Schuh und Stulpe
- Einnähen Sohle von Öffnung bis Öffnung, Sichtkontrolle
- Randnähen Körperteile



- Nähen Einnähteil für Schützetikett
- Annähen Schnauzteile an Bauchteile, Zunähen Schnauze, Annähen Stirnteil
- Annähen Einnähteil, Zunähen Hinterkopf
- Randnähen Bein
- Einnähen Bauchteil
- Ein- und Zunähen Bein
- Zunähen Bauch von Schnauze bis Wendeöffnung, Sichtkontrolle.

Abbildung 20:

Nähen von Stofftieren bei der Fa. Steiff in sitzender Körperhaltung



Bei der Fa. Triumph werden Wäscheteile hergestellt. Die Nähtätigkeiten werden an Sitzarbeitsplätzen ausgeführt. Auch bei Triumph treten die typischen Probleme auf, die Nähtätigkeit in sitzender Körperhaltung an nicht individuell anpassbaren Arbeits-



plätzen charakterisiert. Dies sind starke Rückenbeugung, eingeschränkter Fußraum mit den entsprechend eingenommenen Zwangshaltungen und teilweise hohe einseitig dynamische Belastungen der Hand-Arm-Muskulatur aufgrund von großen Bewegungshäufigkeiten (Abbildung 21). Aufgrund der geringen Teilegröße und -gewichte sind kurze bis mittlere Bewegungswege und geringe Kräfte vorhanden.

Abbildung 21:

Nähen von Wäscheteilen bei der Fa. Triumph in sitzender Körperhaltung (links: Blockmaschine, rechts: Flachbettmaschine)



Die bei der Fa. Triumph untersuchte Nähtätigkeit an der Flachbettmaschine (Büstenhalter) beinhaltet folgende Arbeitsschritte:

- Teile vorrichten
- Rückenausschnitt, Armausschnitt und Träger einfassen
- am Trägeransatz hinten herausnähen, hinteren Drückerfuß schneiden und wieder hereinnähen, beim Kette trennen Teile am vorderen Trägeransatz zusammenlegen und in der Mitte durchschneiden, am hinteren Trägeransatz 1 cm Band stehen lassen, Rückenende bündig schneiden



- über Träger und inneren Brustrand erfassen, Teile an Kette nähen, zwischen den Teilen ungenau schneiden
- Teil ablegen.

3.2 Ergebnisse der CUELA-Belastungsmessungen (Ist-Zustands-Analyse)

Im Rahmen der Ist-Zustands-Analyse wurden zunächst in sechs Nähbetrieben 19 Belastungsmessungen mit dem CUELA-Messsystem an Näharbeitsplätzen durchgeführt.

Nach Beendigung der Ist-Zustands-Analyse und während der späteren Soll-Zustands-Analyse sind zwei weitere Betriebe (Fa. Klotz und Fa. Lowa) in die Untersuchung miteinbezogen worden. Hier wurden ebenfalls die Ist-Zustände mit jeweils zwei CUELA-Belastungsmessungen erfasst, sodass insgesamt 23 Belastungsmessungen von Ist-Zuständen an den jeweiligen Näharbeitsplätzen vorliegen. In Tabelle 8 sind die CUELA-Messungen der Ist-Zustands-Analyse zusammengestellt.

Tabelle 8:
Übersicht der beteiligten Nähbetriebe und der Messungen mit dem CUELA-System im Rahmen der Ist-Zustands-Analyse

Firma	Abkürzung des Firmennamens	Anzahl der Messungen	Produkte	Steh-arbeits-plätze	Sitz-arbeits-plätze
Berger	B	3	Zelte	nein	ja
Gabor	G	5	Schuhe	ja	ja
Klotz	K	2	Herren-oberbekleidung	nein	ja
Lowa	L	2	Wanderschuhe	nein	ja
MEWA	M	2	Berufskleidung (Reparatur)	ja	nein
RECARO	R	2	Autositze	nein	ja
Steiff	S	4	Stofftiere	nein	ja
Triumph	T	3	Bekleidung	nein	ja



In jedem Betrieb wurden ein bis zwei typische Näharbeitsplätze ausgesucht und pro Betrieb nahmen ein bis zwei Näherinnen als freiwillige Probandinnen an der Untersuchung teil. Wie bereits in Abschnitt 3.1, Tabelle 7, beschrieben, waren die Betriebe so ausgewählt, dass sehr verschiedenartige Nähgüter verarbeitet und unterschiedliche Nähmaschinentypen eingesetzt wurden. In der Regel wurde im Sitzen gearbeitet. Nur in zwei Betrieben waren auch Steharbeitsplätze eingerichtet.

Da die Belastungsmessungen den Ist-Zustand widerspiegeln sollten, wurden die Messungen ohne Eingriff oder Veränderung in die vorgefundenen Arbeitsbedingungen, wie Tischhöhe oder -neigung, Maschinen- oder Nähgutpositionierung durchgeführt. Die Probandinnen gingen während der Messungen ihrer gewohnten Tätigkeit an ihren jeweiligen Arbeitsplätzen nach und in den Arbeitsablauf wurde durch die Messungen nicht eingegriffen.

3.2.1 Ergebnisse der Körperwinkelmessungen (Ist-Zustands-Analyse)

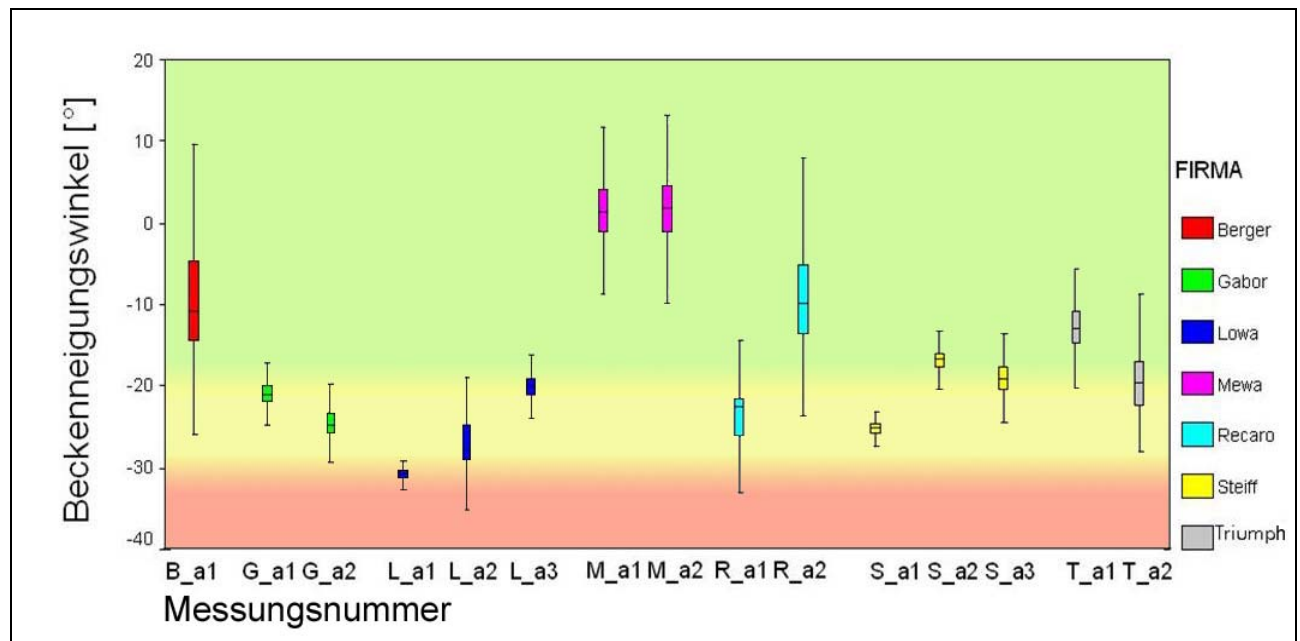
Im Folgenden werden die Ergebnisse der CUELA-Messungen für ausgewählte Körperwinkel präsentiert. Zur Darstellung der während der mehrstündigen Messungen eingenommenen Körperwinkel werden Boxplot-Darstellungen verwendet. Im Boxplot wird die einzelne Wertegruppe durch eine innere Box dargestellt, deren Grenzen vom 25. und 75. Perzentil der gemessenen Körperwinkelverteilung gebildet werden. Dies bedeutet, dass eine Box die inneren 50 Prozent der Körperwinkelverteilung einer mehrstündigen Messung enthält. In der Box wird als Zentralwert der Median (50. Perzentilwert) der Verteilung angegeben. Die Eckwerte der verbliebenen und zur Wertegruppe gehörigen Einzelwerte – bereinigt um die Extremwerte – sind im Boxplot durch „Whiskers“ gekennzeichnet.

In Abbildung 22 (siehe Seite 71) sind die gemessenen Beckenneigungswinkel für die an der Ist-Zustands-Analyse teilnehmenden Betriebe in einem Boxplot-Diagramm zusammenfassend dargestellt. Zur besseren Übersichtlichkeit sind in der Abbildung nicht alle Einzelmessungen der Ist-Zustands-Analyse enthalten. Vielmehr wurde eine



repräsentative Auswahl getroffen. Jede Box stellt die Beckenneigungswinkel-Verteilung einer mehrstündigen Messung in dem jeweiligen Nähbetrieb dar.

Abbildung 22:
Boxplot-Darstellung der eingenommenen Beckenneigungswinkel-Verteilung der Ist-Zustands-Analyse

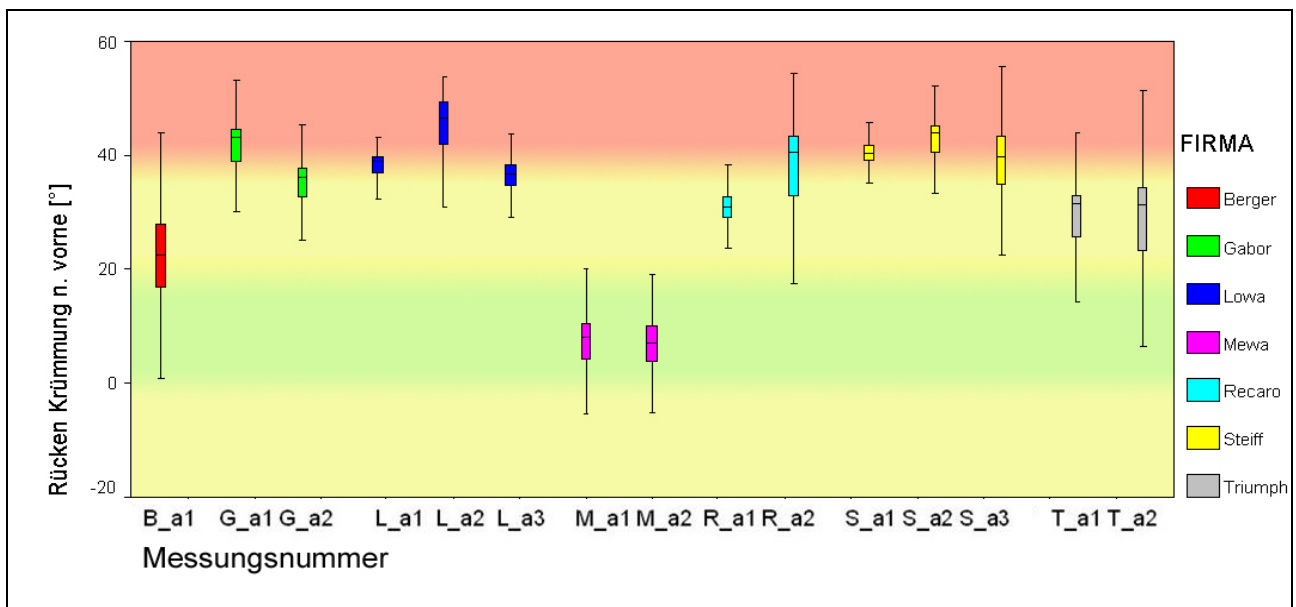


In Abbildung 22 wird deutlich, dass die Beckenneigungswinkel-Verteilungen bei fast allen Messungen in den unterschiedlichen Nähbetrieben im gelben (-20° bis -30°) oder zum Teil sogar an den Grenzen zum roten Bereich (< -30°) liegen. Ausnahmen stellen lediglich die Messungen bei der Fa. MEWA (Steharbeitsplätze) sowie einzelne Messungen bei der Fa. RECARO und der Fa. Berger dar. Bei Näharbeitsplätzen, an denen kleine Nähgüter verarbeitet werden, ist der Bewegungsraum zumeist gering und die Haltungen sind damit sehr statisch (Beispiele: Fa. Steiff, Fa. Gabor, Fa. Lowa). Durch Sitzhaltungen in Beckenneigungen rückenwärts geht die Lendenwirbelsäule in eine einseitige unphysiologische Kyphosehaltung, was insbesondere bei lang andauernden Sitzhaltungen einen wesentlichen Belastungsfaktor darstellt.



Eine ähnliche Belastungssituation ergibt sich bei der Betrachtung der Messergebnisse der Rückenkrümmungswinkel der Ist-Zustands-Analyse, die in Abbildung 23 dargestellt sind.

Abbildung 23:
Boxplot-Darstellung der Rückenkrümmungswinkel der Ist-Zustands-Analyse



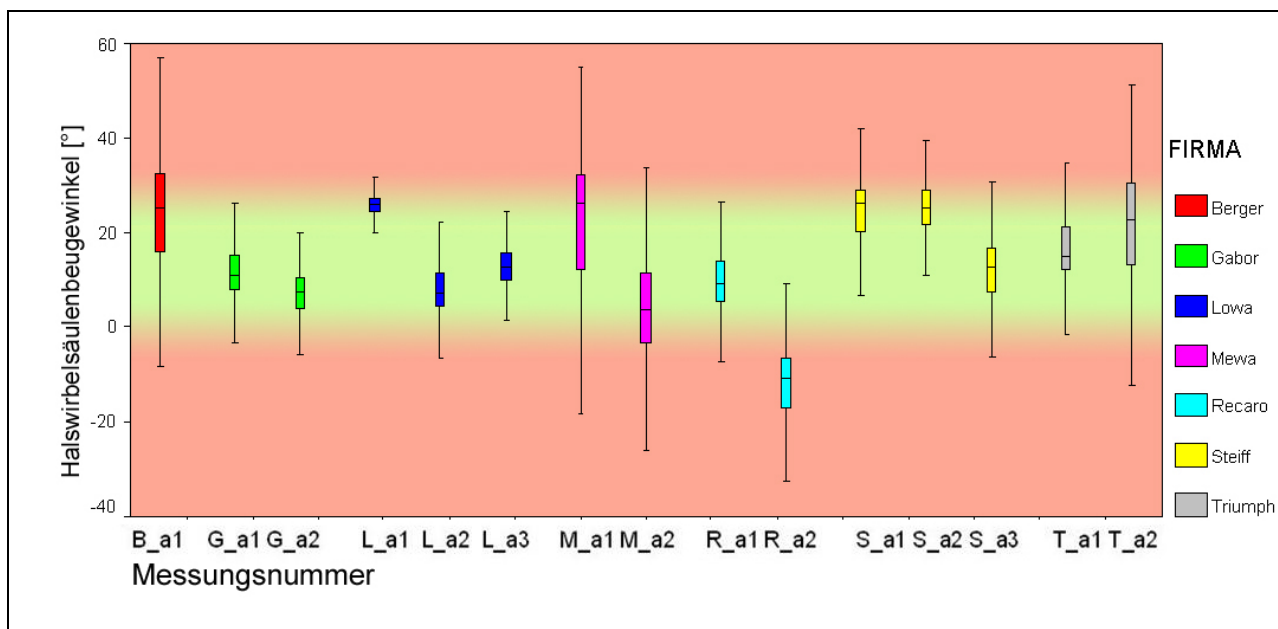
Der überwiegende Teil der Winkelverteilungen liegt im oberen Teil des gelben Bereiches (20° bis 40°) oder im roten Bereich ($> 40^\circ$). Ausnahmen bilden wiederum die beiden Steharbeitsplätze bei der Fa. MEWA, an denen die natürliche S-Form der Wirbelsäule (ca. 0° Krümmungswinkel) während der Nähtätigkeit annähernd erhalten bleibt. Starke Rückenkrümmungen führen zu einer einseitigen Druckbelastung der Bandscheiben und stellen daher einen Belastungsindikator dar. Die gemessenen starken Rückenkrümmungen korrespondieren gut mit den in den Nähbetrieben immer wieder beobachteten Rundrückenhaltungen der Näherinnen bei ihrer Tätigkeit in sitzender Körperhaltung.

Aus den Verteilungen der Halswirbelsäulenbeugewinkel (Abbildung 24, siehe Seite 73) wird eine weitere Belastungssituation an Näh-arbeitsplätzen ersichtlich. Aufgrund der zumeist hohen Sehanforderungen und der Arbeitsplatzmaße – insbesondere des



Abstandes zwischen Näheebene und den Augen – lagen die Verteilungen der Halswirbelsäulen-Beugewinkel an einigen Näharbeitsplätzen an der Grenze zum roten Bereich ($> 25^\circ$). In Abhängigkeit von den Genauigkeitsanforderung an die Nähte wurden eher statische Haltungen (präzise Nähte, z. B. bei der Fa. Steiff und Lowa) oder dynamischere Halswirbelsäulenbewegungen (weniger präzise Nähte, z. B. bei der Fa. Berger und MEWA) gemessen.

Abbildung 24:
Boxplot-Darstellung der Halswirbelsäulen-Beugewinkel der Ist-Zustands-Analyse

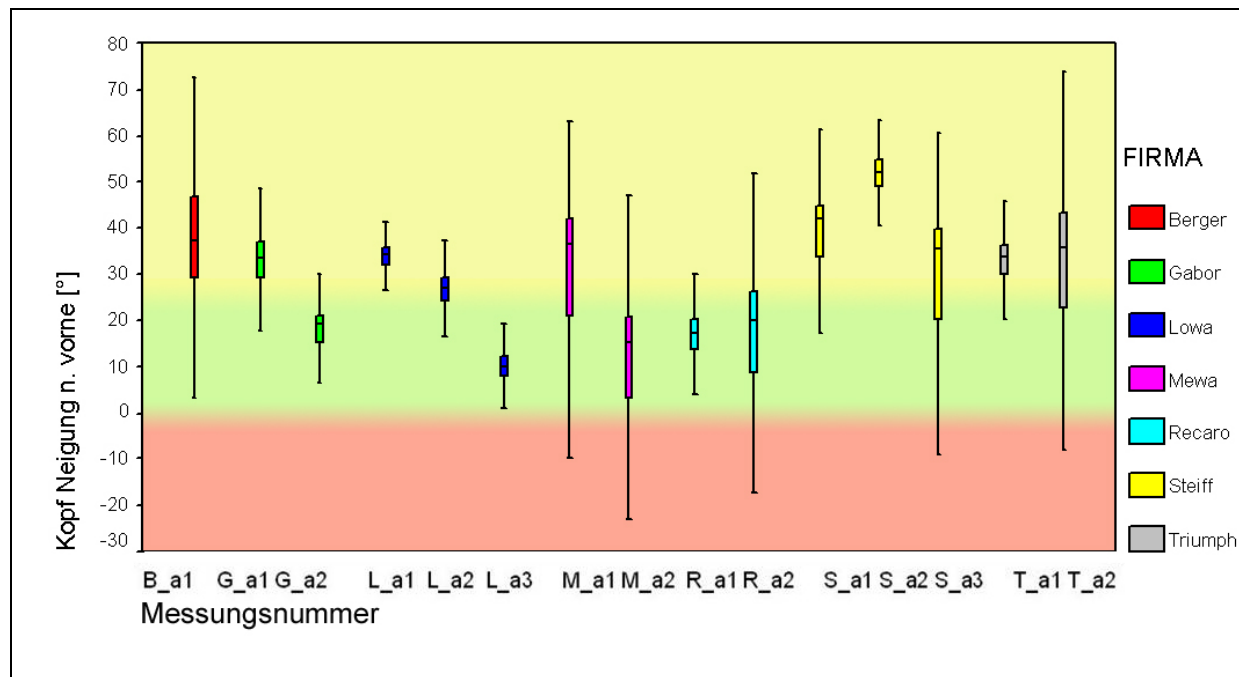


Ein ähnliches Belastungsprofil findet man bei der Analyse der Verteilungen der Kopfneigungswinkel (Abbildung 25, siehe Seite 74). Von einigen Ausnahmen abgesehen, befinden sich die Verteilungen für die Kopfneigungswinkel im gelben Bereich (25° bis 85°). Die Gründe liegen – wie beim Halswirbelsäulen-Beugewinkel – an den bei vielen Firmen geforderten präzisen Nähaufgaben mit hohen Sehanforderungen und häufig ergonomisch ungünstigen Arbeitsplatzgestaltungen (Sehwinkel/-abstand, Einsehbarkeit und schlechte Sitzhaltung).

Bei der Fa. MEWA waren die Arbeitstischhöhen der Steharbeitsplätze individuell auf die Beschäftigten eingestellt.



Abbildung 25:
Boxplot-Darstellung der Kopfneigungswinkel der Ist-Zustands-Analyse



Für den Schulter-Arm-Hand-Bereich werden im Folgenden die für die Nüchternheit charakteristischsten Gelenkwinkelverteilungen der Schultergelenk-Flexionswinkel (rechter und linker Arm) sowie der Unterarm-Pronation-/Supinationsbewegung näher betrachtet. In den Abbildungen 26 und 27 (siehe Seite 75) sind zunächst die Verteilungen der Schultergelenk-Flexionswinkel dargestellt.

Aus den Abbildungen 26 und 27 wird ersichtlich, dass die Verteilungen der Schultergelenk-Flexionswinkel für den rechten und den linken Arm weitestgehend im gelben (20° bis 60°) oder zum Teil sogar an der Grenze zum roten (> 60°) Bereich liegen. Lang andauerndes Arbeiten in mittleren oder extremen Schultergelenk-Flexionswinkeln ohne Unterstützung der Arme stellt aufgrund der hiermit verbundenen schnelleren Muskelermüdung einen Belastungsindikator dar. Die Beschäftigten klagen dazu korrespondierend häufig über Beschwerden im Schulter-Arm-Bereich (siehe Abschnitt 3.4). Als ein wichtiger Gestaltungsansatz des neu zu konzipierenden ergonomischen Nährbeitsplatzes ist daher eine Unterstützungsmöglichkeit der Arme empfehlenswert.



Abbildung 26:
Boxplot-Darstellung der Schultergelenk-Flexionswinkel (rechter Arm)
der Ist-Zustands-Analyse

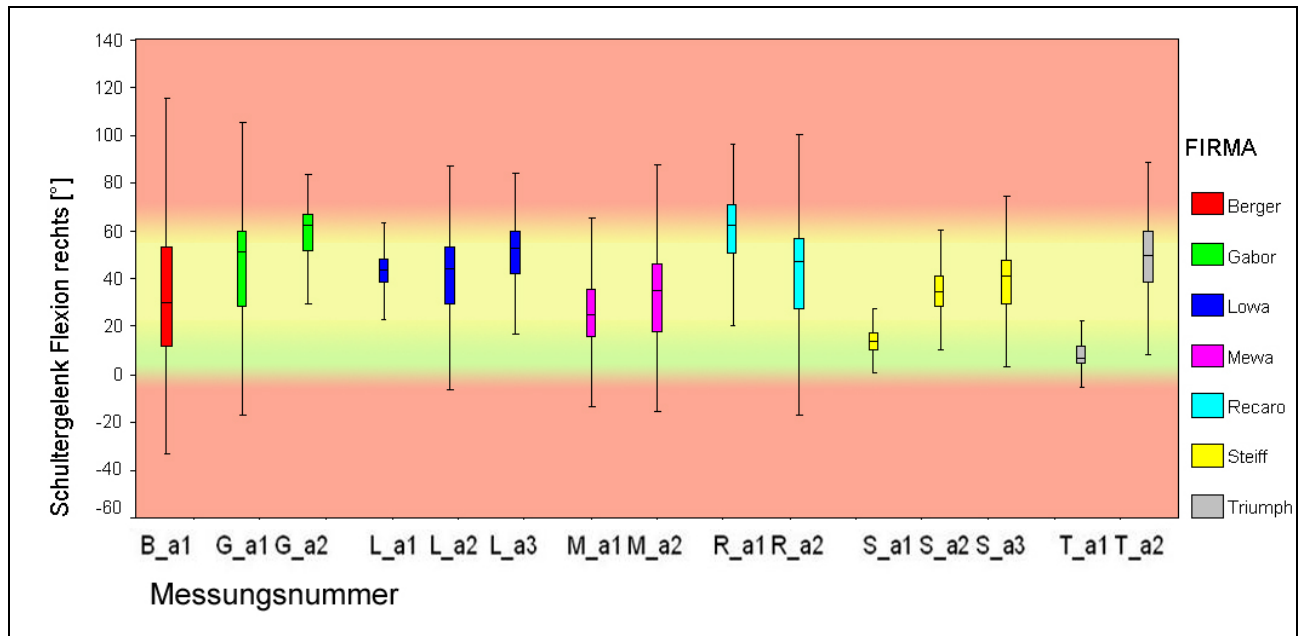
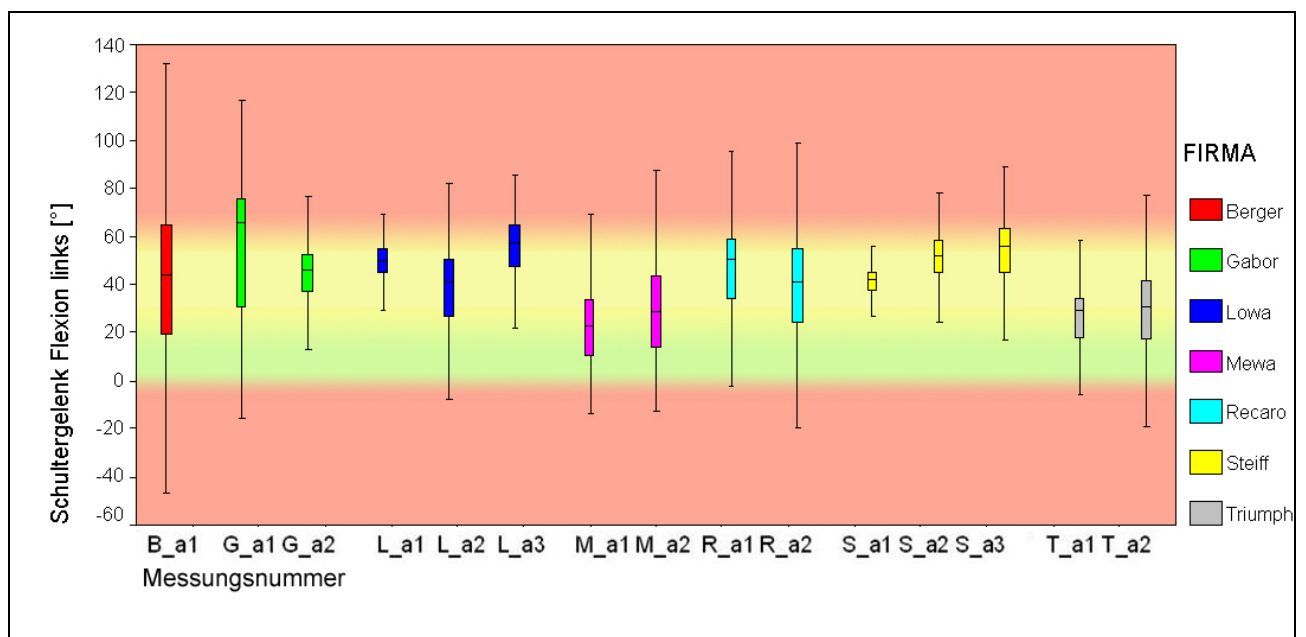


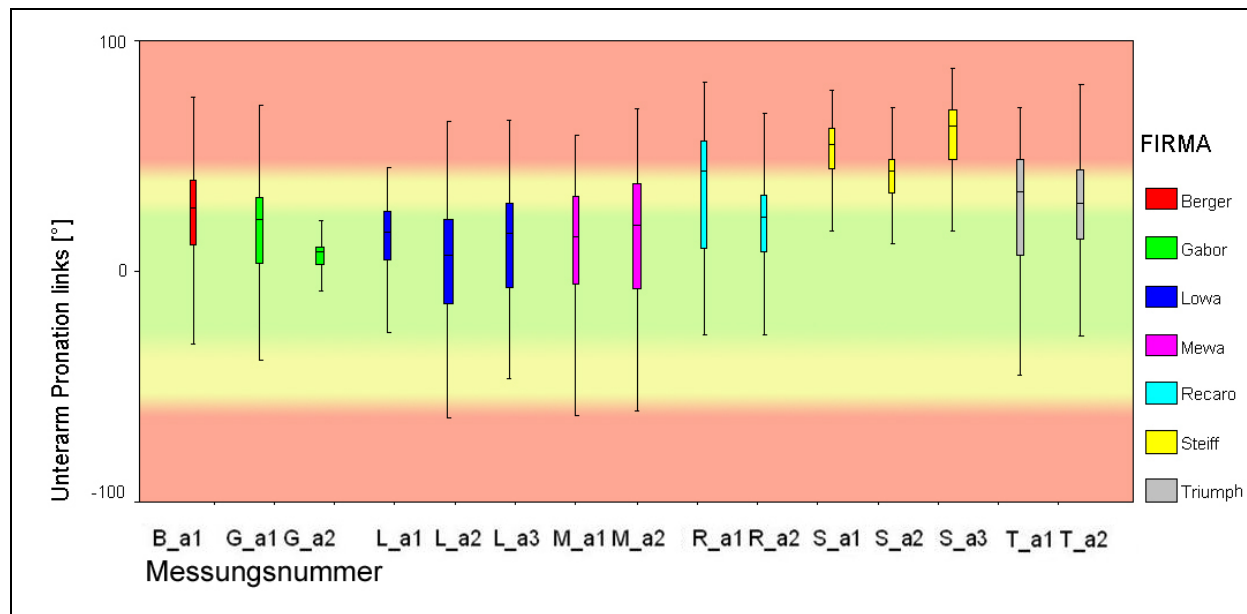
Abbildung 27:
Boxplot-Darstellung der Schultergelenk-Flexionswinkel (linker Arm)
der Ist-Zustands-Analyse





In Abbildung 28 sind die Verteilungen der Unterarm-Pronations-/Supinationswinkel beispielhaft für den linken Arm, mit dem das Nähgut geführt wird, dargestellt.

Abbildung 28:
Boxplot-Darstellung der Unterarm-Pronations-/Supinationswinkel (linker Arm)
der Ist-Zustands-Analyse



Die Verteilungen verdeutlichen, dass insbesondere die Unterarm-Innenrotationsbewegung (Pronation) an allen Näharbeitsplätzen eine Rolle spielt. Die Verteilungen liegen oft im gelben (20° bis 40°) und zum Teil auch im roten ($> 40^\circ$) Winkelbereich. Fast alle Verteilungen decken einen größeren Winkelbereich ab und lassen daher auf eine hohe Dynamik bei der Unterarm-Innenrotationsbewegung schließen. Insbesondere an Näharbeitsplätzen, an denen Flachbettmaschinen eingesetzt werden, finden die Näharbeiten in extrem pronierten Unterarmstellungen statt (z. B. Fa. Steiff). Für die Bewegungen des rechten Armes ergab sich ein ähnliches Belastungsprofil.

3.2.2 Ergebnisse der Bewertung von statischen Körperhaltungen (Ist-Zustands-Analyse)

Die Auswertung von statischen Körperhaltungen für die Ist-Zustands-Analyse erfolgte nur an den Näharbeitsplätzen, die im Rahmen der Soll-Zustands-Analyse später



ergonomisch optimiert wurden (Firmen Lowa, Steiff, Klotz und Berger). Hierzu wurde die Software WIDAAN genutzt, mit der alle gemessenen Gelenkwinkelwerte einer Statikanalyse unterzogen werden können. Diese ermittelt für jeden gemessenen Gelenkwinkel Situationen, in denen sich das Gelenk für länger als vier Sekunden ohne oder nur mit sehr geringer Veränderung außerhalb seiner Neutralstellung (im gelben oder roten Winkelbereich) befand. Als Ergebnis erhält man somit für jedes Gelenk die mittlere Anzahl von statischen Haltungen in nicht neutraler Gelenkwinkelstellung pro Stunde (Arbeitszeit). Bei der Bewertung von Näharbeitsplätzen stellte sich heraus, dass solche statischen Haltungen insbesondere an der Wirbelsäule und im Schultergelenk zu finden sind.

In Tabelle 9 (siehe Seite 78) ist die so ermittelte mittlere Anzahl von statischen Körper-/Gelenkhaltungen pro Stunde Messzeit für die Messungen in den Firmen Lowa, Steiff, Klotz und Berger zusammengestellt. Dabei beziehen sich die Angaben der statischen Haltungen des Schultergelenks auf die Summe der statischen Adduktions-/Abduktions- und der Flexions-/Extensionshaltungen des Schultergelenks.

Aus Tabelle 9 wird ersichtlich, dass die Näharbeit an allen Arbeitsplätzen mit länger andauernden Zwangshaltungen der Wirbelsäule (starke Rückenkrümmung und nach hinten verkipptes Becken) verbunden ist. Diese statische Belastung ist umso stärker ausgeprägt je kleiner das Nähgut und je präziser die Nähaufgabe ist: Bei den Firmen Steiff und Lowa wurde ein entsprechend höherer Anteil an statischen Wirbelsäulenhaltungen gemessen als bei den Firmen Berger und Klotz.

Für das Schultergelenk (Flexions-/Extensions- und Adduktions-/Abduktionsbewegungen) ist der Anteil an statischen Haltungen im mittleren (gelben) und extremen (roten) Bereich verhältnismäßig gering (Ausnahme: Fa. Klotz). Bei extrem unhandlichen Nähgütern (Zelte, Fa. Berger) treten kaum statische Haltungen im Schultergelenk auf.



Tabelle 9:
Übersicht der statischen Haltungen im Rahmen der Ist-Zustands-Analyse

Körper-/ Gelenkwinkel	Mittlere Anzahl statischer Haltungen (> 4 s) pro Stunde			
	Lowa	Steiff	Klotz	Berger
Rückenkrümmung	gelber Winkelbereich			
	6	33	82	20
	roter Winkelbereich:			
	138	166	0	0
Beckenneigung	gelber Winkelbereich			
	157	5	7	18
	roter Winkelbereich:			
	3	0	0	0
Schultergelenk (rechts)	gelber Winkelbereich			
	6	3	0	0
	roter Winkelbereich			
	1	1	27	1
Schultergelenk (links)	gelber Winkelbereich			
	1	2	0	3
	roter Winkelbereich			
	6	1	2	2



3.2.3 Ergebnisse der Bewertung von repetitiven Bewegungen (Ist-Zustands-Analyse)

Wie bei der Auswertung der statischen Körperhaltungen erfolgte die Auswertung von repetitiven Bewegungen des Schulter-Arm-Hand-Systems nur an den Näharbeitsplätzen, die im Rahmen der Soll-Zustands-Analyse später ergonomisch optimiert wurden. Die Erklärung der Vorgehensweise bei der Auswertung soll beispielhaft an den Messungen in der Fa. Lowa (Wanderschuhproduktion) erfolgen.

Im ersten Schritt der Auswertung wurden zunächst Arbeitszyklen festgelegt, die sich bei der Nähtätigkeit gleichförmig wiederholen und die Kriterien nach *Silverstein* [34] erfüllen (siehe Abschnitt 2.5.4). Als sinnvolle Einteilung eignete sich hier ein Fertigungsvorgang eines Werkstückes, wie beispielsweise die Bearbeitung des Leder-schaftes eines Stiefels, in den jeweils zwei Seitenteile eingenäht werden (Fa. Lowa). Solche Sequenzen konnten einfach anhand der synchronisierten Videoaufnahmen identifiziert werden. Der Vergleich der Gelenkwinkel-Zeit-Grafen – jeweils für die Sensorengruppen beider Arme getrennt – ließ in ähnlicher Weise wiederholende Bewegungsabläufe erkennen (Abbildung 13 in Abschnitt 2.5.4). Bei einer durchschnittlichen Zyklusdauer von 95 Sekunden ergaben sich in der Stunde etwa 37 solcher Zyklen. Anhand der typischen Bewegung des linken Unterarmes beim Führen des Nähgutes und bei der wiederholten Kontrolle, ob die Teile noch regelrecht übereinander liegen, konnte diese Aktion im Gelenkwinkel-Zeit-Grafen als die grundlegende Bewegung des Zyklus ausgemacht werden. Gleichzeitig wurde deutlich, dass diese Bewegung einen über 50%igen Zeitanteil an der Zyklusdauer hatte und damit das geforderte Silverstein-Kriterium für repetitive Zyklen erfüllte.

Im zweiten Schritt wurde in diesen so ermittelten Sequenzen für jede Gelenkregion einzeln die Zahl der Bewegungen bestimmt. Dazu wurde der Gelenkwinkel-Mittelwert ermittelt und als Linie in das Gelenkwinkel-Zeit-Diagramm eingetragen. Anschließend wurden die Schnittpunkte zwischen der Gelenkwinkel-Mittelwert-Linie und dem Gelenkwinkel-Zeit-Grafen gezählt und eine mittlere Anzahl von Gelenkbewegungen pro Minute berechnet.



In Tabelle 10 sind die so ermittelten mittleren Bewegungen des Schulter-Arm-Hand-Systems pro Minute für die Messungen in den Firmen Lowa, Steiff, Klotz und Berger zusammengestellt. Dabei sind in Tabelle 10 solche Werte, die unterhalb der von *Kilbom* [35] angegebenen Richtwerte (siehe Abschnitt 2.5.4) liegen, in der Farbe grün angegeben. Werden die Kilbom-Richtwerte überschritten, erfolgt die Darstellung in der Farbe rot.

Tabelle 10:
Übersicht der repetitiven Bewegungen des Schulter-Arm-Hand-Systems
im Rahmen der Ist-Zustands-Analyse

Gelenk, Körper- region/Bewegung	Mittlere Bewegungsanzahl/min			
	Lowa	Steiff	Klotz	Berger
Handgelenk/ Flexion, Extension	17 rot	21 rot	41 rot	40 rot
Handgelenk/ Radial-, Ulnarduktion	17 rot	24 rot	45 rot	36 rot
Unterarm/ Pronation, Supination	30 rot	31 rot	13 rot	34 rot
Ellbogen/ Flexion, Extension	8 grün	10 rot	28 rot	21 rot
Schultergelenk/ Adduktion, Abduktion	6 rot	8 rot	25 rot	13 rot
Schultergelenk/ Flexion, Extension	10 rot	11 rot	23 rot	16 rot
Schultergelenk/ Innenrotation	9 rot	4 rot	17 rot	25 rot
Schultergürtel/ Elevation, Depression	0 grün	3 rot	7 rot	9 rot



Tabelle 10 verdeutlicht, dass die Kilbom-Richtwerte für repetitive Bewegungen für fast alle Gelenke des Schulter-Arm-Hand-Bereiches bei den verschiedenen Nähtätigkeiten überschritten werden. Am deutlichsten fallen die Überschreitungen für die Handgelenk- und Unterarmbewegungen aus (Richtwert *Kilbom*: Repetitivität bei mehr als 10 Bewegungen pro Minute). Bei Bewegungen der Schulter- bzw. des Oberarmes/ Ellenbogens werden die Kilbom-Richtwerte – für die Schulter mehr als 2,5 Bewegungen pro Minute und für den Oberarm/ Ellenbogen mehr als 10 Bewegungen pro Minute – besonders deutlich bei großen Nähgütern überschritten (Fa. Klotz und Berger).

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass die Näharbeiten eine für das Schulter-Arm-Hand-System hoch repetitive Tätigkeit darstellen. Insbesondere bei großen unhandlichen Nähgütern sollten für diese ausreichende Ablageflächen zur Verfügung gestellt werden, um ein ständig wiederholtes Handhaben zu vermeiden.

3.3 Ergebnisse der Beanspruchungsmessungen (Ist-Zustands-Analyse)

Die vergleichende Betrachtung der Beanspruchung kann auf unterschiedlichen Ebenen vorgenommen werden. Eine mögliche Betrachtungsebene ist der firmenbezogene Vergleich der Ergebnisse aller Untersuchungen miteinander. Bei dieser Vorgehensweise ist zu berücksichtigen, dass neben den unterschiedlichen Arbeitsbedingungen in den verschiedenen Unternehmen auch individuelle Eigenschaften, Fähigkeiten und Fertigkeiten der Arbeitspersonen ihren Einfluss auf die messtechnisch ermittelten Beanspruchungskennwerte haben. Damit können Streuungen hervorrufen werden, die die Klarheit und Eindeutigkeit der Ergebnisse ggf. beeinflussen. Bei der Auswertung der Daten der Ist-Zustands-Analyse werden die interindividuellen Streuungen nur insofern berücksichtigt, als bereits bei der Auswahl der Messgrößen entsprechende Normierungen vorgenommen wurden (siehe Abschnitt 2.4). Die Arbeitsbedingungen bei den untersuchten Nähtätigkeit weisen, über alle Branchen hinweg, doch in vieler Hinsicht Gemeinsamkeiten auf. In Tabelle 11 (siehe Seite 82) ist eine entsprechende Übersicht der durchgeführten Beanspruchungsmessungen dargestellt.



Tabelle 11:
Übersicht der beteiligten Nähbetriebe und Beanspruchungsmessungen
(Ist-Zustands-Analyse)

Firma	Abkürzung des Firmen- namens	Anzahl der Messungen	Produkte	Steh- arbeits- plätze	Sitz- arbeits- plätze
Berger	B	3	Zelte	nein	ja
Gabor	G	2	Schuhe	ja	ja
Klotz	K	7	Herren- oberbekleidung	nein	ja
Lowa	L	2	Wanderschuhe	nein	ja
MEWA	M	2	Berufskleidung (Reparatur)	ja	nein
RECARO	R	4	Autositze	nein	ja
Steiff	S	6	Stofftiere	nein	ja
Triumph	T	4	Bekleidung	nein	ja

3.3.1 Messergebnisse im Firmenvergleich

Ausgehend von der Hypothese, dass die unterschiedlichen Arbeits- und Versuchsbedingungen in den Unternehmen einen Einfluss auf die Höhe der Beanspruchung der Versuchspersonen haben werden, wurden die Ergebnisse aller Ist-Zustands-Versuchsreihen vergleichend gegenübergestellt. Aus 30 unterschiedlichen Versuchsreihen ergaben sich für die Herz-Kreislauf-Beanspruchung die in Abbildung 29 (siehe Seite 83) dargestellten Ergebnisse.

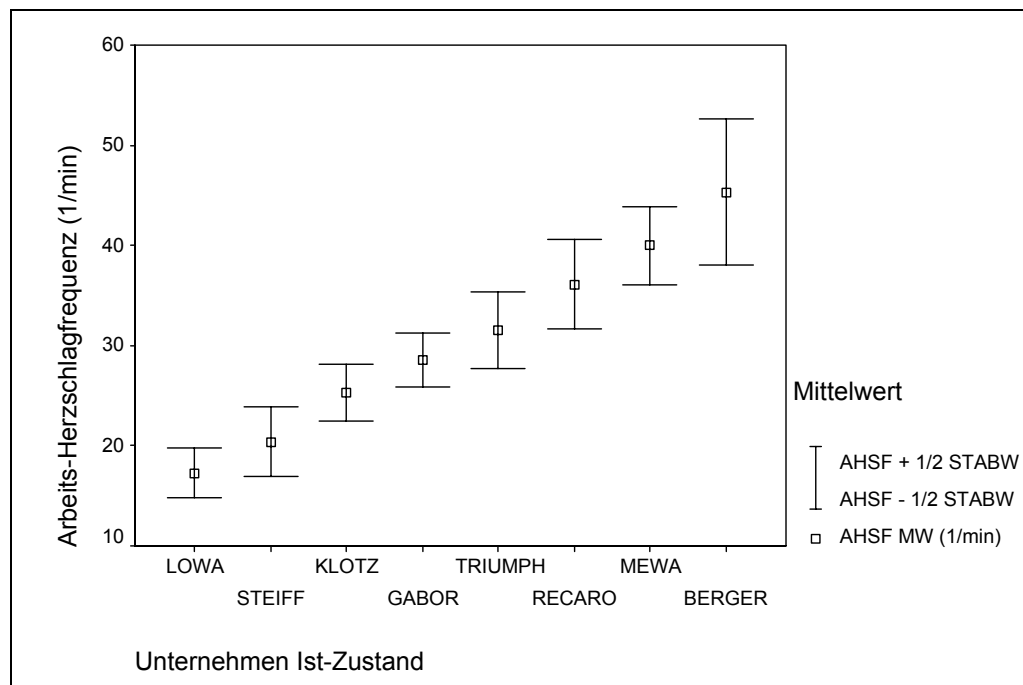
Dass die in der Fa. Berger ausgeführten Tätigkeiten im Vergleich aller Untersuchungen zu denen mit der höchsten Beanspruchung geführt haben, ist nicht überraschend. Die bei dieser Nähtätigkeit bewegten schweren Teile mit langen Nähten und langen Bewegungswegen sowie die hoch belastenden Nebentätigkeiten (z. B. Zusammenlegen



und Transportieren der bis zu 12 kg schweren Zelte in stehender Körperhaltung) führen zu einer hohen Beanspruchung des Herz-Kreislauf-Systems. Mit einer mittleren Arbeits-Herzschlagfrequenz von 45,3 Schlägen/min werden Dauerleistungs-Grenzwerte nach *Stegemann* [36] mit hoher Wahrscheinlichkeit überschritten. Auch die Streuung der Werte (Standardabweichung) liegt bei diesen Untersuchungen am höchsten.

Abbildung 29:

Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (STABW) der Arbeits-Herzschlagfrequenz (AHSF) geordnet nach der Beanspruchungshöhe



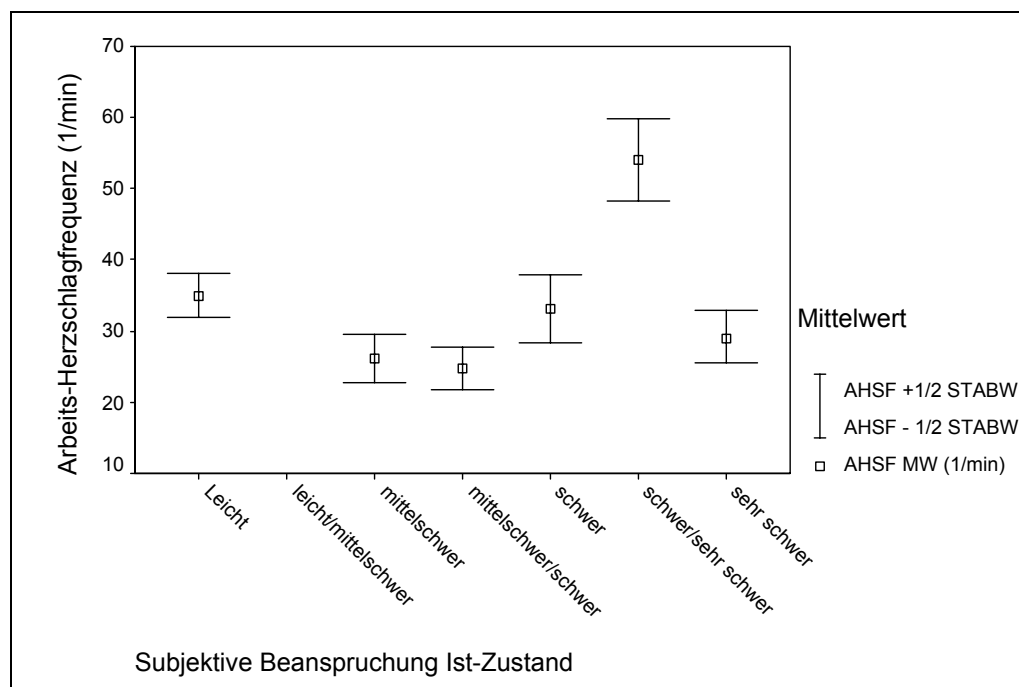
Die Herz-Kreislauf-Beanspruchung bei der Fa. MEWA wird wie bei Berger stark von der stehenden Körperhaltung und den auszuführenden Nebentätigkeiten (Arbeitsplatzwechsel, Teile von Fördermittel abnehmen) beeinflusst. Bei der dritthöchsten durchschnittlichen Herz-Kreislauf-Beanspruchung in der Fa. RECARO zeigt sich die beanspruchungserhöhende Wirkung großer nicht einfach zu handhabender Teile. Mit abnehmender Teilegröße reduzieren sich die zu bewegenden Gewichte und die Bewegungslängen. Hohe Bewegungsgeschwindigkeiten bei der Fa. Triumph erklären die im Vergleich zu Gabor, Klotz und Steiff höhere Beanspruchung. Die untersuchten



Tätigkeiten bei Klotz beinhalten größere dynamische Bewegungsumfänge, als die bei Steiff und Lowa. Lowa ist das untersuchte Unternehmen, in dem sehr niedrige Handbeschleunigungen gemessen wurden.

Die ausgewertete Herz-Kreislauf-Beanspruchung wurde der von den Beschäftigten subjektiv empfundenen Beanspruchung gegenübergestellt. Wie in Abbildung 30 zu erkennen ist, besteht kein direkter linearer Zusammenhang zwischen beiden Größen. Die als „leicht“ und als „sehr schwer“ eingestuft Tätigkeiten weisen nicht, wie zu erwarten, die niedrigsten bzw. höchsten Herz-Kreislauf-Beanspruchungen auf. Mögliche Erklärungen für diese Unterschiede können mit dem individuellen Gesundheitszustand, aber auch mit Belastungen zu tun haben, die weniger aus körperlichen als vielmehr aus psychischen und sozialen Ursachen resultieren. Bei den Fällen bzw. in den Firmen, in denen die Einstufung „sehr schwer“ angegeben wurde, ist letztere Ursache aus Sicht der Forschungsnehmer sehr wahrscheinlich.

Abbildung 30:
Arbeits-Herzschlagfrequenz (AHSF) als Funktion der subjektiv empfundenen Beanspruchung (MW = Mittelwert, STABW = Standardabweichung)

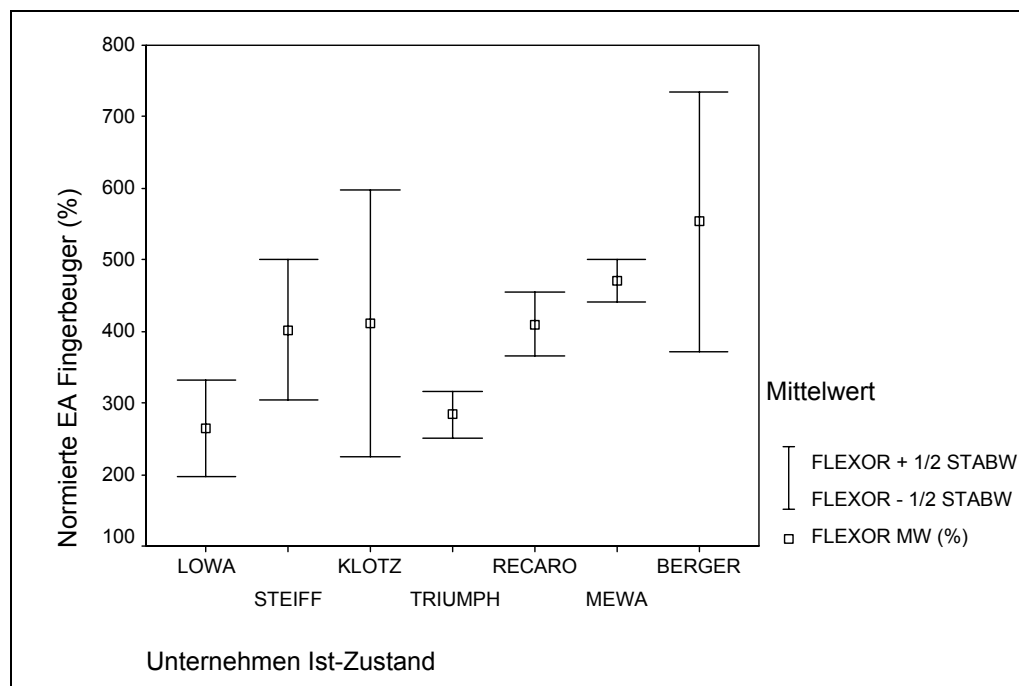




Beim Vergleich der Beanspruchung der untersuchten Muskulatur zeigt sich, dass bei der Fa. Berger fast alle untersuchten Muskeln die höchste Beanspruchung aufweisen. Eine Ausnahme ist die Beanspruchung im vorderen Teil des Armhebers (Abbildung 34, siehe Seite 87), der bei der Fa. Klotz noch höher beansprucht wird.

Die Beanspruchung der Fingerbeugemuskulatur (*M. flexor digitorum*) in Abbildung 31 liegt bei den Tätigkeiten in den Firmen Steiff, Klotz, RECARO und MEWA etwa auf gleicher Höhe, unterscheidet sich dort allerdings deutlich bezüglich der Streuung der Messwerte. Bei Triumph und Lowa ist ein deutlich geringerer Einsatz dieser Muskelgruppe zu erkennen.

Abbildung 31:
Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Fingerbeugers

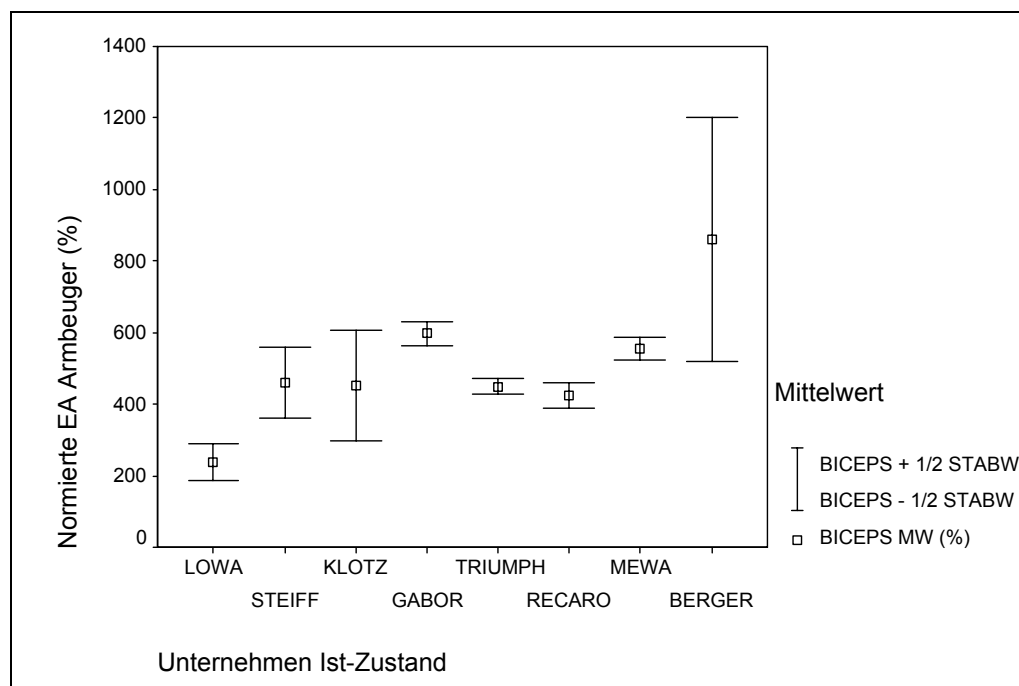


Die mittlere Beanspruchung des Armbeugers (*M. biceps brachii*) ist in Abbildung 32 (siehe Seite 86) dargestellt. Die zweithöchste Beanspruchung trat hier bei den Untersuchungen in der Fa. Gabor auf, bei denen teilweise in stehender Körperhaltung an einer Säulenmaschine ohne Abstützmöglichkeit für den Arm gearbeitet wurde.



Bis auf die in der Fa. Lowa vergleichsweise geringen Beanspruchungen und die maximalen Beanspruchungen bei Berger sind die Niveauunterschiede allerdings recht gering. Die niedrigen Beanspruchungen bei Lowa korrelieren mit den dort gemessenen geringen Bewegungsgeschwindigkeiten des Handgelenks.

Abbildung 32:
Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armbeugers



Die Ergebnisse der nicht in allen Unternehmen erfassten Beanspruchung der Armstreckmuskulatur (*M. triceps brachii*) sind in Abbildung 33 (siehe Seite 37) dargestellt. Bis auf die bei der Fa. Triumph ermittelten Werte zeigt sich eine mit den Ergebnissen der Herzschlagfrequenz vergleichbare Beanspruchungshierarchie. Die Beanspruchung der Armheber (Abbildung 34, siehe Seite 37) im vorderen Teil (*M. deltoideus p. clavicularis*) verhält sich bei den Untersuchungen bei Lowa, Steiff, Gabor und RECARO analog zur Arbeits-Herzschlagfrequenz. Die vergleichsweise geringe (dritthöchste) Beanspruchung dieses Muskels bei Berger kann dadurch erklärt werden, dass bei einigen Nebentätigkeiten im Stehen der Oberarm nicht nach vorne angehoben werden muss.



Abbildung 33:
Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armstreckers

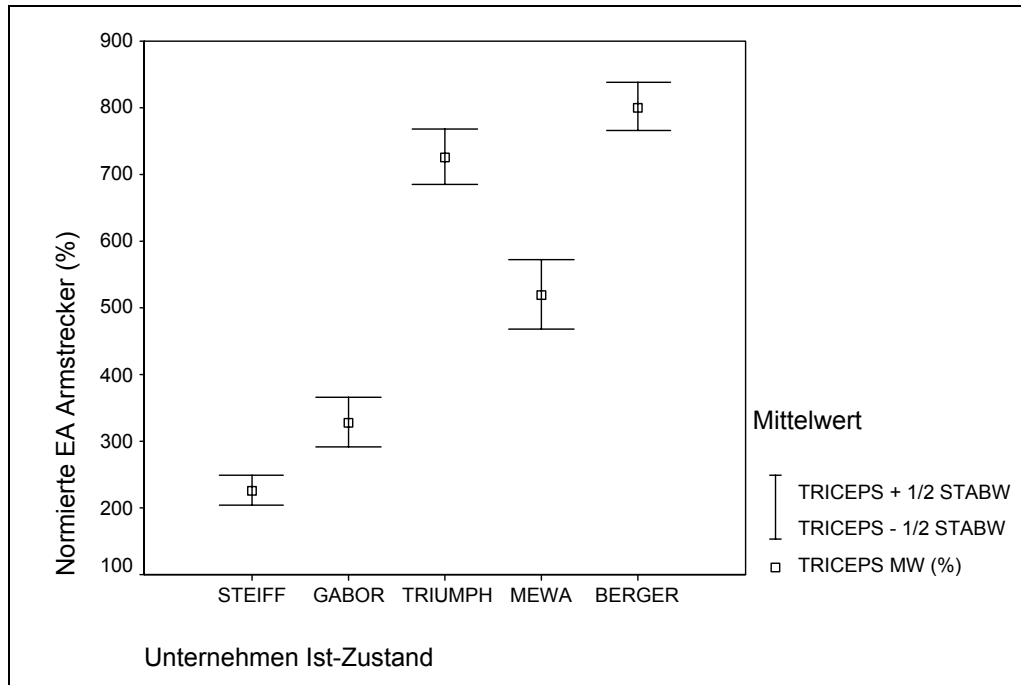
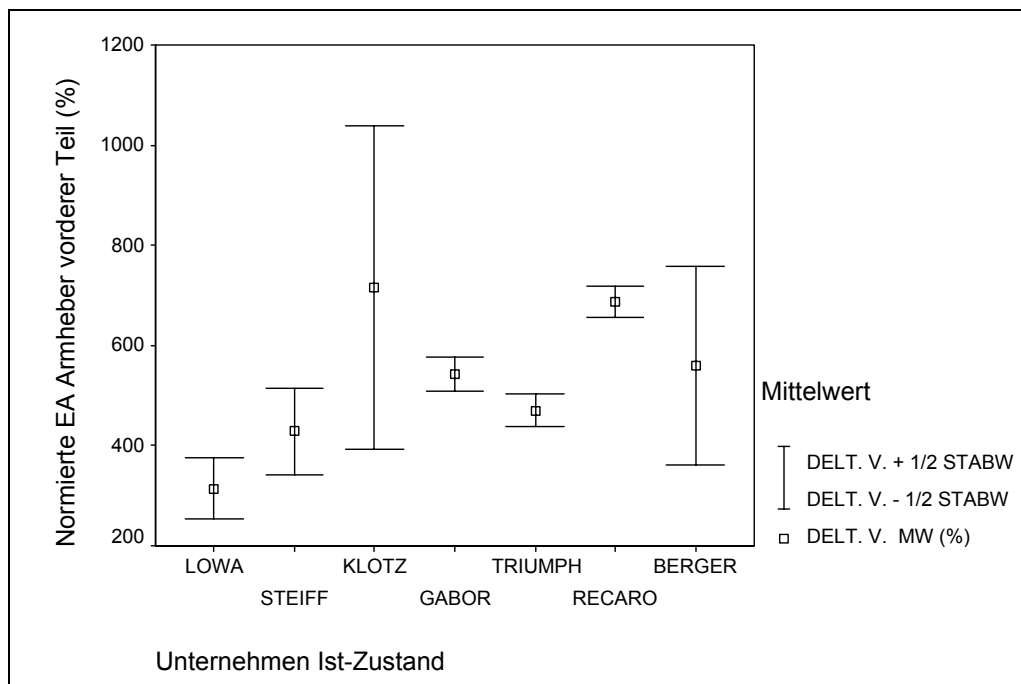


Abbildung 34:
Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armhebers vorderer Teil

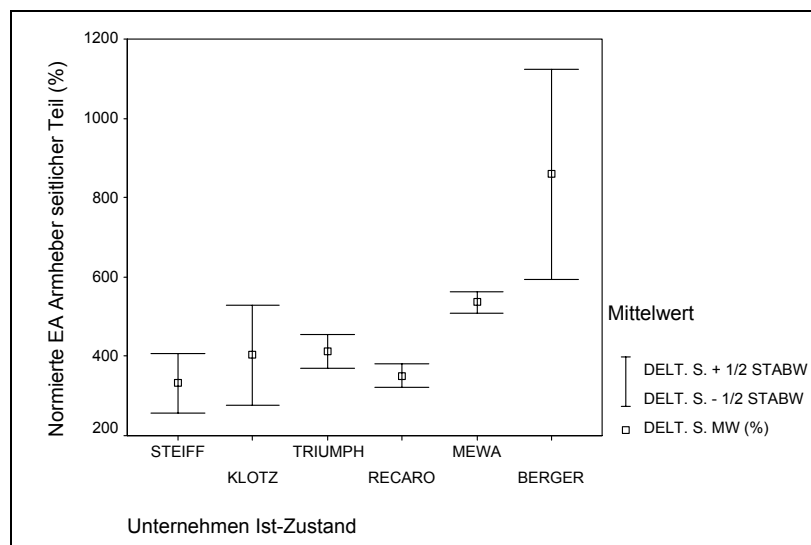




Die bei der Fa. Klotz gefundene maximale Beanspruchung des Armhebers hängt direkt mit der auszuführenden Tätigkeit zusammen. Das Abnehmen und Aufhängen der Sakkos in recht großer Entfernung vom Arbeitsplatz beansprucht die Oberarmmuskulatur im Vergleich zu allen anderen untersuchten Tätigkeiten deutlich höher. Vergleichsweise hohe Gewichte und lange Wege zeigen die erwartete beanspruchungserhöhende Wirkung. Bei der Fa. Triumph wurde diese Muskelgruppe eher niedriger beansprucht. Die hier überwiegenden geringen Teilegewichte und kurzen Bewegungswege erklären dieses Verhalten.

Die muskulären Beanspruchungen des seitlichen Teils der Armheber (*M. deltoideus p. acromialis*) zeigt Abbildung 35. Infolge einer technischen Störung konnten die Werte in der FA. Lowa nicht aufgezeichnet und ausgewertet werden. Bis auf die Werte in der Fa. RECARO ergibt sich die gleiche Beanspruchungshierarchie wie bei der Auswertung der Herzschlagfrequenz. Die vergleichsweise großen Werkstücke, die in der Fa. RECARO verarbeitet werden, lassen einen größeren Sehabstand zu und erfordern daher in das statische Anheben des Oberarms nach außen geringeren Umfang, was in der vergleichsweise verringerten Muskelbeanspruchung deutlich wird.

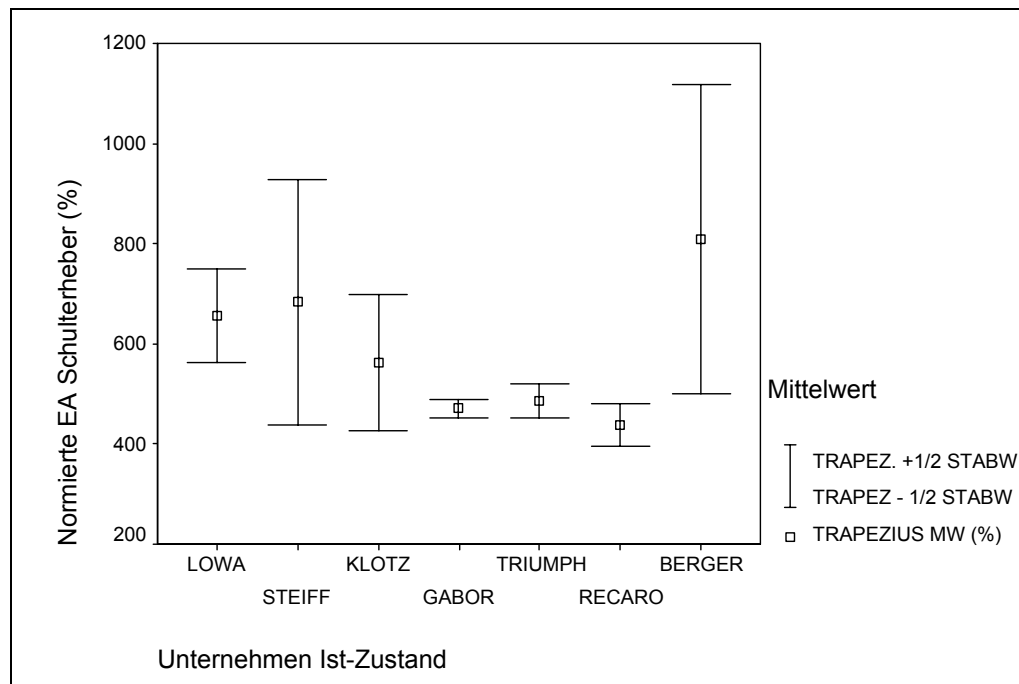
Abbildung 35:
Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armheber seitlicher Teil





Deutlich verändert zeigt sich die Beanspruchung der Schulterhebemuskulatur (*M. trapezius p. descendens*) in Abbildung 36.

Abbildung 36:
Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Schulterhebers



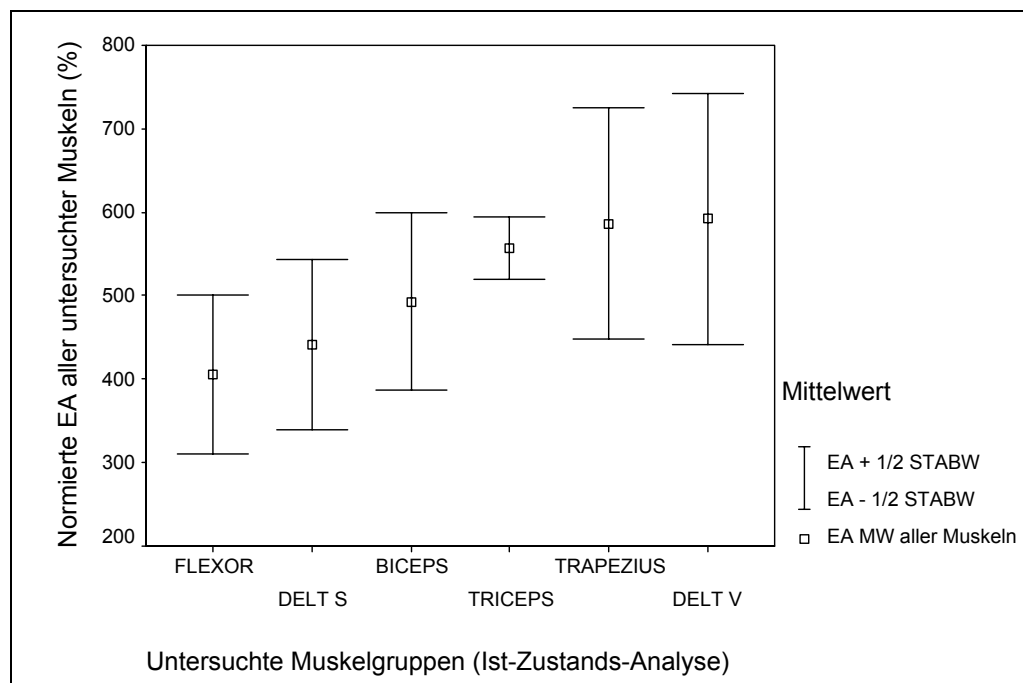
Während der maximale Wert erwartungsgemäß bei der Fa. Berger auftritt, ist die zweithöchste Beanspruchung dieses Muskels bei der Fa. Steiff zu erkennen. Die Ursachen liegen wahrscheinlich in der speziellen, vergleichsweise anders gearteten Tätigkeit. Hohe Genauigkeit bei sehr kleinen Bewegungen fordern eine aufwändige Fixierung des Oberkörpers, also hohe Anteile an statischer Halte- und Haltungsarbeit. Auch der Armbeuger zeigt bei Steiff eine vergleichsweise hohe Aktivität. Bei der Fa. Lowa, deren Tätigkeiten durchaus mit Steiff verwandte Inhalte haben, ist diese Muskelgruppe ähnlich hoch beansprucht. Eine Erklärung für die niedrigsten Mittelwerte bei der Fa. RECARO können die dort verwendeten individuell höhenstellbaren Arbeitstische liefern, durch die sich hohe Belastungen im Bereich der Schultermuskulatur trotz relativ großer und unhandlicher Teile offenbar vermeiden lassen. Die auch an den



Stearbeitsplätzen in der Fa. Gabor vorhandenen individuellen Verstellmöglichkeiten der Arbeitshöhe haben offenbar ähnliche Effekte. Auch an diesen Arbeitsplätzen zeigt die Schulterhebemuskulatur vergleichsweise geringe Beanspruchungen mit der niedrigsten Streuung im Vergleich mit allen anderen Messdaten. Trotz fehlender individuell anpassbarer Höhenverstellung wird die Schulterhebemuskulatur auch bei der Fa. Triumph geringer beansprucht als bei Berger, Steiff, Klotz und Lowa. Eine Erklärung dafür könnte in der höheren Dynamik und in dem vergleichsweise geringen Kraft-einsatz liegen, der dort bei der Bearbeitung der kleinen und leichten Produkte zum Tragen kommt.

Vergleicht man die Beanspruchung der Muskulatur aller Untersuchungen miteinander, so zeigt sich der in Abbildung 37 dargestellte Zusammenhang.

Abbildung 37:
Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) aller untersuchten Muskeln



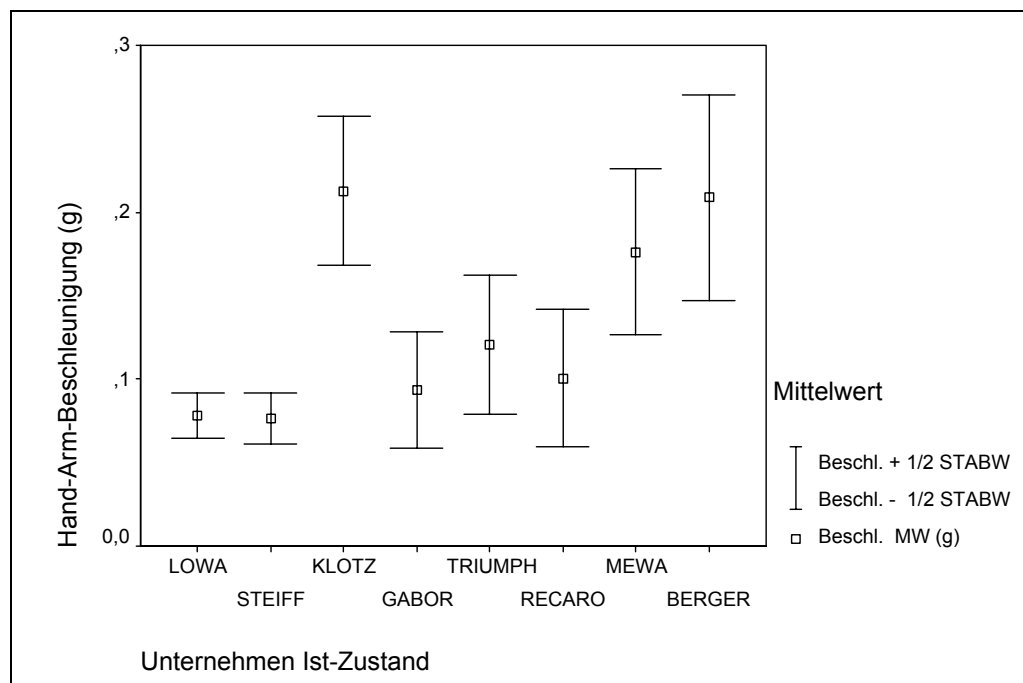
Am höchsten beansprucht werden die Muskeln im Bereich der Armhebemuskulatur im vorderen Teil. Fast gleich hoch ist die Beanspruchung der Schultermuskulatur. Auch



der Armstrecker wird vergleichsweise hoch beansprucht bei der geringsten Streuung im Vergleich mit den anderen Messgrößen. Geringere Beanspruchungen finden sich beim Armbeuger und dem seitlichen Armheber, die niedrigste Beanspruchung zeigt die Fingerbeugemuskulatur.

Die mittlere am Handgelenk gemessene Beschleunigung in Krafrichtung Zug/Schub ist in Abbildung 38 dargestellt. Bis auf die Versuche bei Klotz und RECARO verhält sich die Belastungsgröße Armbeschleunigung nahezu analog zur Beanspruchungskenngröße Herzschlagfrequenz. Daraus kann abgeleitet werden, dass die Höhe der Beanspruchung des Herz-Kreislauf-Systems bei den Untersuchungen in den Firmen Lowa, Steiff, Gabor, Triumph, MEWA und Berger zu einem wesentlichen Anteil von der Hand-Arm-Beschleunigung abhängt.

Abbildung 38:
Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der Beschleunigung Handgelenk in Krafrichtung Zug/Schub



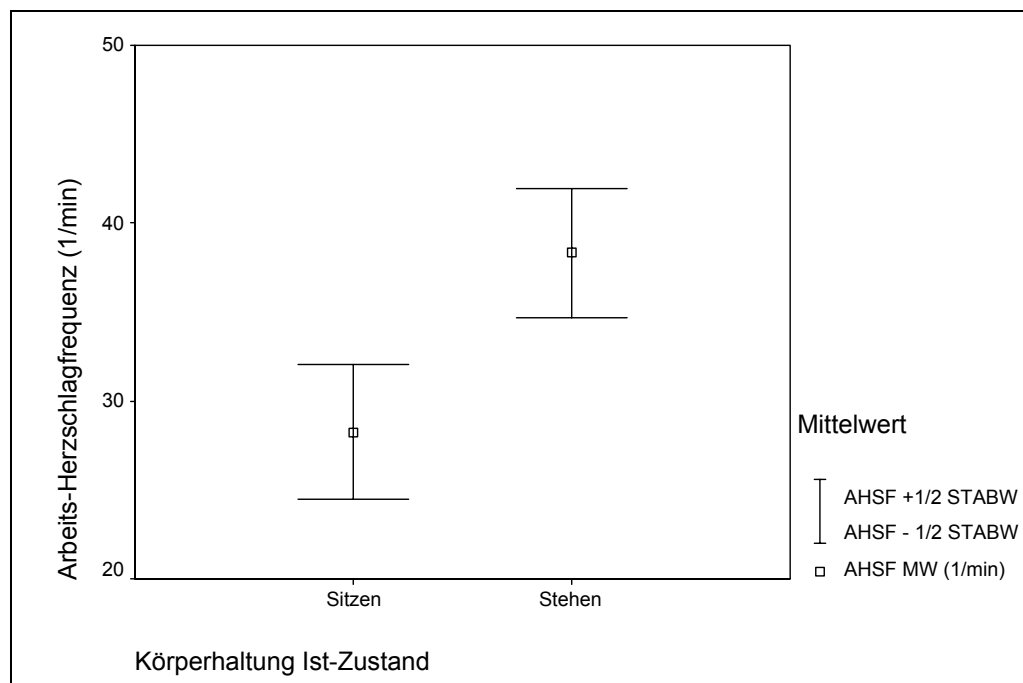
Die Tatsache, dass bei Klotz vergleichsweise hohe Hand-Arm-Beschleunigungen recht geringen Herz-Kreislauf-Beanspruchungen gegenüberstehen, kann damit erklärt



werden, dass beide obere Extremitäten (Arme) unterschiedlich hohe Anteile an dynamischer Arbeit leisten. Da die dynamische Komponente nur an dem höher belasteten Arm erfasst wurde, kann bei ungleicher Verteilung der Zusammenhang zwischen Hand-Arm-Beschleunigung und Herz-Kreislauf-Beanspruchung durchaus in dem beschriebenen Umfang streuen.

Aus dieser Auswertung wird erkennbar, in welchem Umfang die jeweiligen tätigkeits- und firmenspezifischen Randbedingungen die Beanspruchungsreaktionen der untersuchten Personen beeinflussen. Bei den Ist-Zustands-Untersuchungen wurde in der überwiegenden Zahl der Fälle (27 von 30) Nähtätigkeit in sitzender Körperhaltung betrachtet. Ein körperhaltungsbezogener Vergleich der Herz-Kreislauf-Beanspruchung ist in Abbildung 39 dargestellt.

Abbildung 39:
Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der Arbeits-Herzschlagfrequenz (AHSF) in sitzender und stehender Körperhaltung



Wie deutlich erkennbar wird, hat die Körperhaltung einen großen Einfluss auf die Beanspruchung der arbeitenden Mitarbeiterinnen. Die stehende Körperhaltung



verursacht eine Erhöhung der durchschnittlichen Arbeits-Herzschlagfrequenz um 10,1 Schläge/min. Der Unterschied ist statistisch signifikant. Die Beanspruchungsunterschiede resultieren aus dem unterschiedlich hohen Aufwand, den die Muskulatur bei stehender Körperhaltung leisten muss. Fuß-, Bein- und Rumpfmuskulatur sind in stehender Körperhaltung wesentlich höher beansprucht als beim Sitzen. Die Beanspruchung ist gerade beim üblichen Näharbeitsplatz überwiegend statischer Art, weil infolge der durch Hand- und Fußbetätigung und durch die Sehaufgabe stark fixierten Körperhaltung kaum entlastende Körperbewegungen ausgeführt werden können.

Der Vergleich der muskulären Beanspruchung an den in die Ist-Zustands-Untersuchungen einbezogenen Sitz- und Steharbeitsplätzen zeigt bei den eher dynamisch eingesetzten Muskeln Fingerbeuger, Armbeuger und Armheber höhere Beanspruchungen bei stehender Körperhaltung (Abbildungen 40 bis 42, siehe Seite 94).

Abbildung 40:
Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Fingerbeugers in sitzender und stehender Körperhaltung

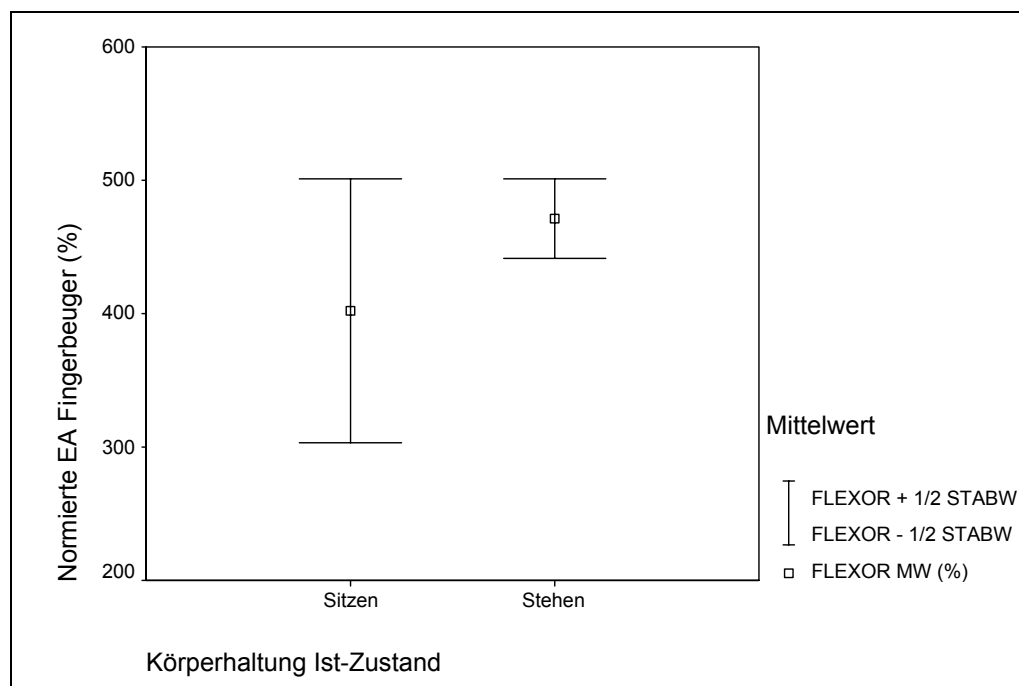




Abbildung 41:

Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armbeuger in sitzender und stehender Körperhaltung

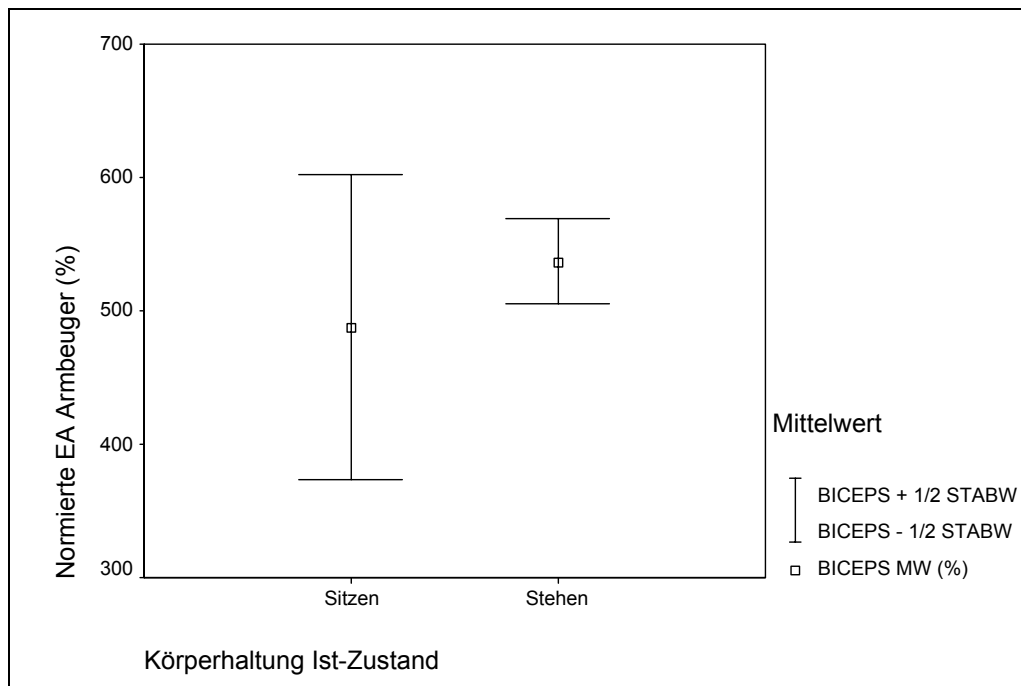
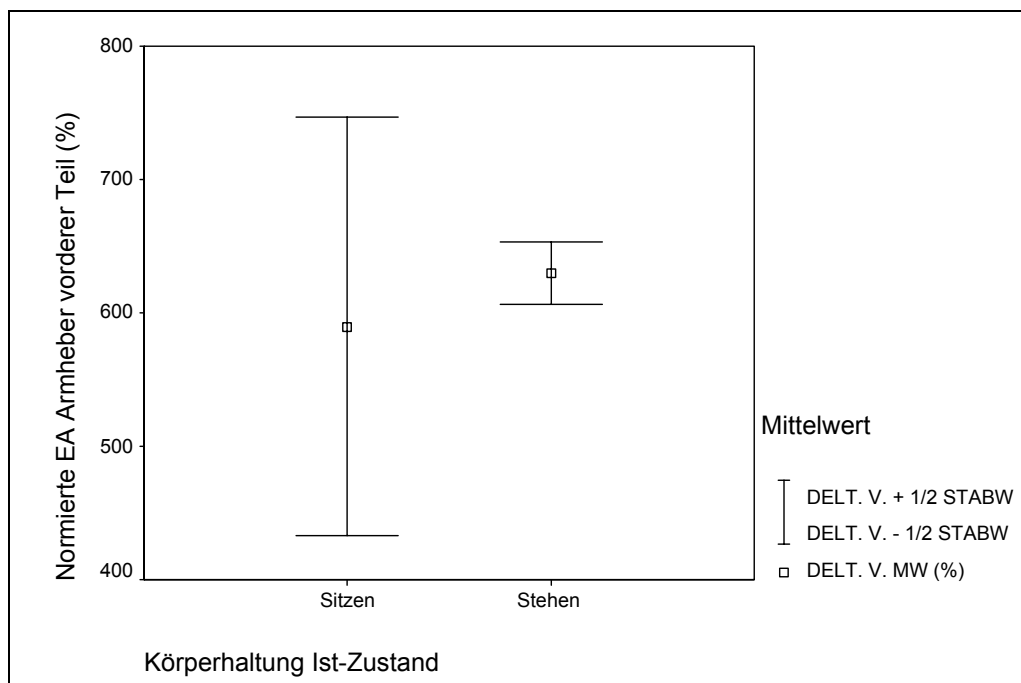


Abbildung 42:

Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armhebers (vorderer Teil) in sitzender und stehender Körperhaltung

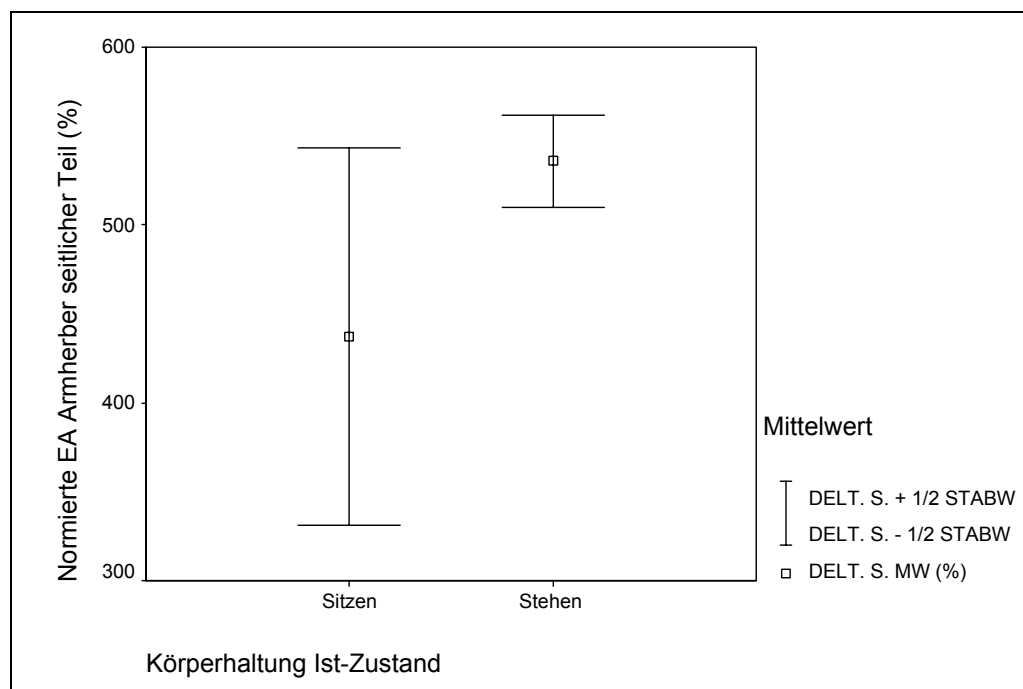




Die geringeren Streuungen der Messwerte in stehender Körperhaltung resultieren aus der geringeren Zahl von Fällen, die in dieser Körperhaltung untersucht werden konnten.

Dass gerade die Armhebemuskulatur in stehender Körperhaltung im Mittel stärker aktiviert wurde als in sitzender Körperhaltung, ist auch durch die in stehender Körperhaltung geringeren Möglichkeiten der Abstützung der Arme auf dem Arbeitstisch zu erklären (Abbildung 43).

Abbildung 43:
Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armhebers (seitlicher Teil) in sitzender und stehender Körperhaltung



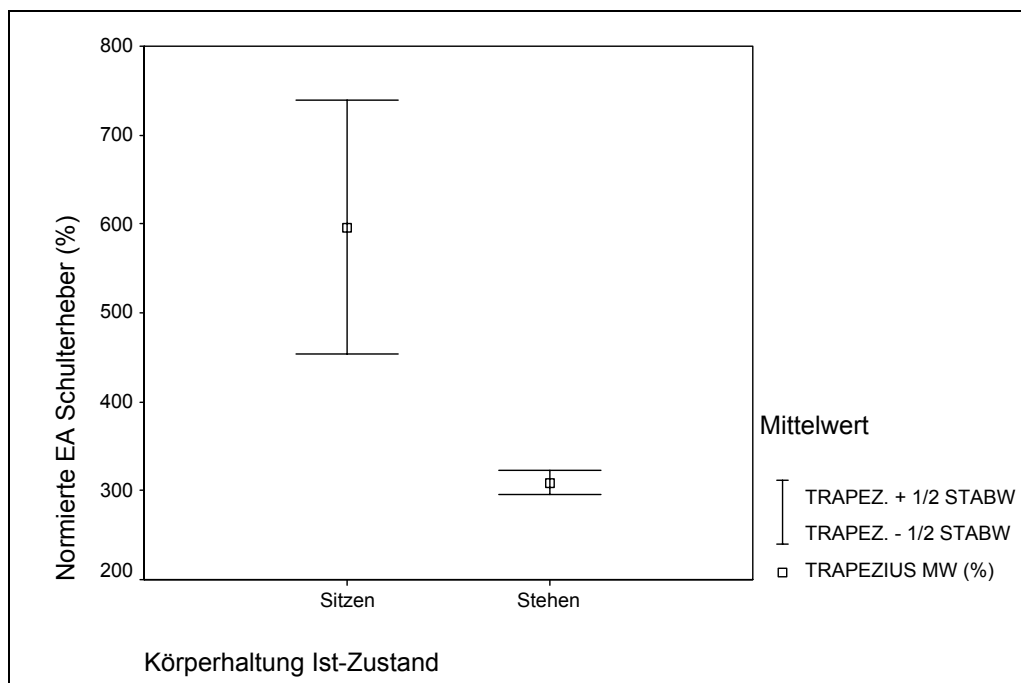
Eine Umkehrung der oben dargestellten Tendenz lässt sich beim Vergleich der Beanspruchung der Armstreck- und Schulterhebemuskulatur (zum Vorwärtsbewegen des Armes) erkennen (Abbildungen 44 und 45, siehe Seite 96). Sie zeigt eine in stehender Körperhaltung deutlich geringere Beanspruchung als in der sitzenden Körperhaltung.



Abbildung 44:
Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armstreckers in sitzender und stehender Körperhaltung



Abbildung 45:
Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrische Aktivität (EA) des Schulterhebers in sitzender und stehender Körperhaltung





Die geringere Beanspruchung der Armstreckmuskulatur kann damit zusammenhängen, dass die Bewegungsabläufe beim Vorbewegen des Unterarms in stehender Körperhaltung weniger durch die im Sitzen gebeugte Körperhaltung beeinflusst werden und somit zu einer verringerten Beanspruchung dieser Muskelgruppe führen.

Die geringere Beanspruchung der Schulterhebemuskulatur im Stehen kann mit der Tatsache zusammenhängen, dass der Arbeitstisch an allen untersuchten Steharbeitsplätzen durch eine Höhenverstellvorrichtung an die individuellen Körpermaße angepasst werden konnte. Diese Möglichkeit war an den meisten Sitzarbeitsplätzen nicht gegeben. Zudem verursacht die ungünstige Position des Fußpedals im Sitzen eine stärkere Rückenbeugung, wodurch auch ungünstige Schulter-Arm-Haltungen entstehen können.

3.4 Ergebnisse der Mitarbeiterbefragung und arbeitsmedizinischen Beurteilung (Ist-Zustands-Analyse)

Zur Erfassung der von den Beschäftigten subjektiv empfundenen Beanspruchungen diente bei der Zustandsanalyse ein zweiseitiger Fragebogen (Abschnitt 2.4.7 und Anhang I). Darin wurden persönliche Daten (Größe, Alter, Gewicht, Näharbeitsdauer gesamt, Sehhilfe) der Probanden dokumentiert, die in Abbildung 46 (siehe Seite 98) dargestellt sind.

In dieser Befragung wurden Art und Dauer der Nähtätigkeit, der subjektiv empfundene Beanspruchungsgrad (vier Skalen zwischen „leicht“ und „sehr schwer“) und auch Verbesserungsvorschläge erhoben. Zusätzlich wurden ein Beschwerde-Score (mit den drei Abstufungen „keine“, „manchmal“, „häufig“) im Bereich Ober- und Unterkörper sowie Kopf wie auch sonstige Beschwerden abgefragt.

Die zusammenfassende Auswertung der Angaben aus dem Fragebogen 1 zeigt Abbildung 47 (siehe Seite 99).

Die erfassten 17 Merkmale als Beschwerden an verschiedenen Körperlokalisationen bzw. allgemeine Befindlichkeitsstörungen bilden ab, dass zu den Körperregionen



Unterkörper und Kopf sowie zum allgemeinen Befinden kaum subjektive Beschwerden angegeben wurden. Die Kategorie „manchmal Beschwerden“ gaben ca. ein Viertel der befragten Personen speziell an der oberen und unteren Wirbelsäule sowie im Schulter-Nacken-Bereich an. Die Angabe von „häufigen Beschwerden“ war den Regionen Nacken, Schulter sowie Arme, Finger und Hände zuzuordnen.

Abbildung 46:
Erfasste Daten der befragten 21 Näherinnen

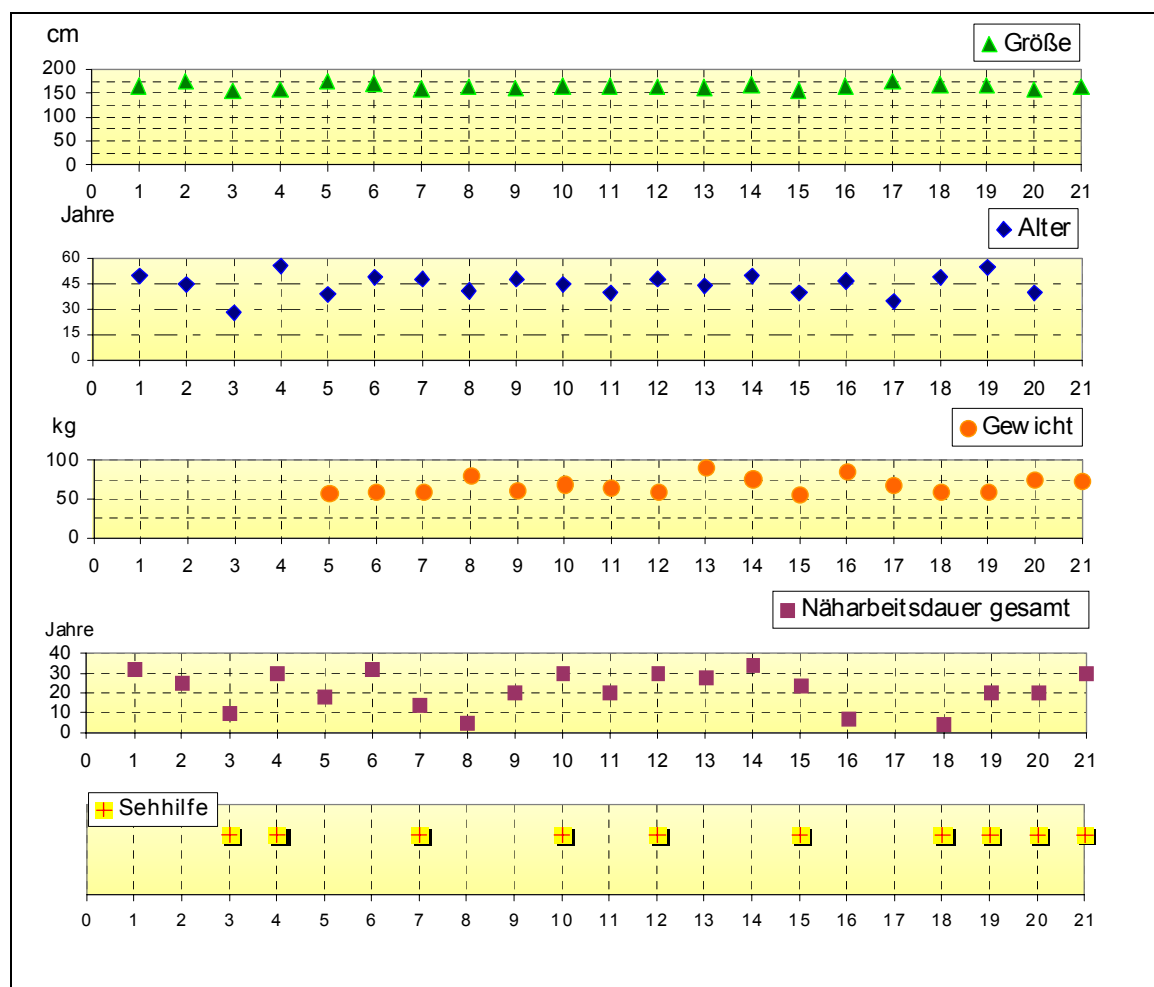
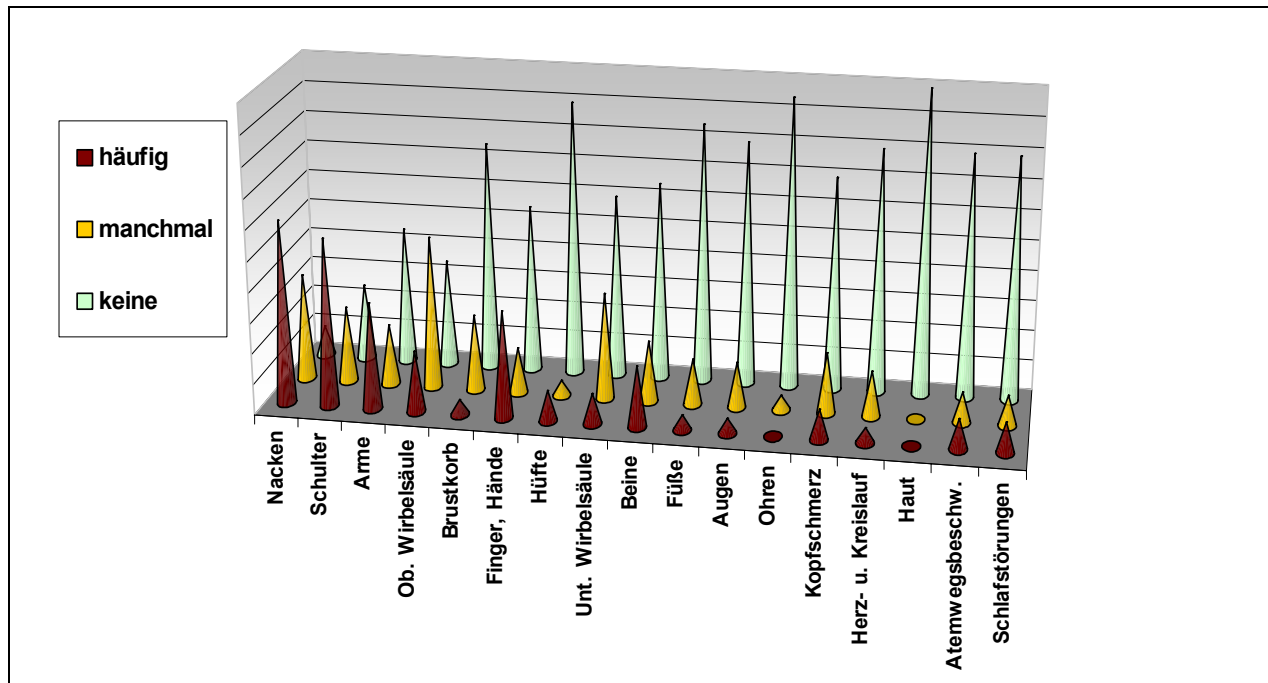




Abbildung 47:
Fragebogenauswertung „Beschwerden bei Nähtätigkeit“,
Lokalisation nach den Angaben von 21 Näherinnen



Aus dem Beschwerde-Score aller 21 befragten Mitarbeiterinnen der in Phase 1 des Forschungsprojektes teilnehmenden Firmen ist zusammenfassend abzuleiten, dass Beschwerden an den oberen Gliedmaßen im Vordergrund stehen.

Dieses Ergebnis deckt sich mit den in der internationalen Literatur angeführten Muskel-Skelett-Beschwerden von Beschäftigten in der Bekleidungsherstellung. Diese sind multifaktorielle, teilweise arbeitsbedingte Schädigungen mit der Folge von Muskel-Skelett-Funktionsstörungen (MSD, Musculoskeletal Disorders). Sie werden konkret an den oberen Gliedmaßen als „Work Related Upper Limb Disorders“ (WRULD) bezeichnet. Eine Auflistung von 37 Fachartikeln über Belastungen, MSD, Ergonomie und andere Aspekte der Arbeit in der Bekleidungsfertigung einschließlich Näharbeit findet sich im Berichtsband „Musculoskeletal Disorders (MSD) and Work Organisation in the European Clothing Industry“ [25]. In diesen Arbeiten werden als Diagnosen Beeinträchtigungen von Sehnen-, Binde- und Gleitgewebe angegeben, z. B. Tendosynovitis (Sehnenscheidenentzündung), Tendinitis (Entzündung des eigentlichen Sehngewebes



mit eventuell degenerativen Veränderungen der Sehnenfasern), Epicondylitis (entzündlicher oder degenerativer Prozess im Bereich von Muskelansatzstellen an Knochenvorsprüngen) und Bursitis (Schleimbeutelentzündung).

Auch die Auswertung der Arbeitsunfähigkeitsdaten von Krankenkassen, bei denen Bekleidungsfertiger versichert sind, zeigen ein erhöhtes Auftreten von Erkrankungen aus der Gruppe der Muskel-Skelett-Krankheiten im Vergleich zum gesamten versicherten Kollektiv.

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Bekleidungsindustrie haben eine höhere Erkrankungshäufigkeit bei folgenden Einzeldiagnosen mit den ICD-Nummern

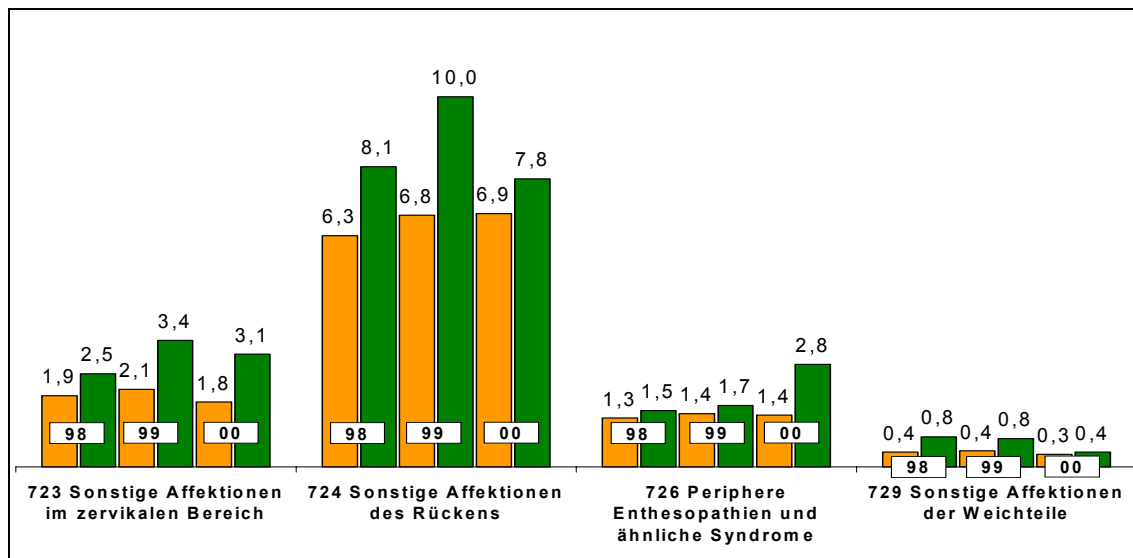
- 732: Sonstige Affektionen im zervikalen Bereich (Halswirbelsäule)
- 724: Sonstige Affektionen des Rückens (z. B. Dorsopathien, Rückenschmerzen unterschiedlicher Genese)
- 726: Periphere Enthesopathien und ähnliche Symptome bzw.
- 729: Sonstige Affektionen der Weichteile (also Beeinträchtigungen der Knochen, Sehnen, des Bindegewebes und der Weichteile).

Abbildung 48 (siehe Seite 101) zeigt diesen Sachverhalt. Die Datenbasis stammt aus den Jahren 1998 bis 2000. Die höhere Erkrankungshäufigkeit der Mitarbeiter in der Bekleidungsfertigung im Vergleich zur Gesamtheit der DAK-Versicherten (DAK, Deutsche Angestellten-Krankenkasse) steht in Übereinstimmung mit o. a. Literaturstellen.



Abbildung 48:

Auswertung der Arbeitsunfähigkeitsdaten von DAK-Versicherten in der Bekleidungsindustrie (grün) und der Gesamtheit der DAK-Versicherten (orange) in den Jahren 1998 bis 2000



Über die Auswertung des Arbeitsunfähigkeitsgeschehens mit dem Schwerpunkt Bekleidungsfertigung unter dem Thema „Kooperation mit der DAK“ findet sich ein ausführlicher Artikel in [37].

Als Quintessenz ist festzuhalten, dass in Übereinstimmung mit der internationalen Literatur und den Ergebnissen von Arbeitsunfähigkeitsdaten der Krankenkassen die befragten 21 versicherten Näherinnen bzw. Stepperinnen Beschwerden hauptsächlich lokalisiert an den oberen Gliedmaßen, speziell an Hand und Unterarm, sowie in der Schulter-Nacken-Region angaben.

Akute Erkrankungen, wie beispielsweise Entzündungen mit Bewegungseinschränkung oder Schwellung und Rötung, waren nicht festzustellen, doch wurden von etlichen Versicherten lange Jahre zurückliegende bzw. immer wieder auftretende, lang anhaltende Beschwerden an oben skizzierten Körperregionen angegeben. Auch Beschwerden an der oberen und unteren Wirbelsäule wurden berichtet. Ein eindeutiger bzw. alleiniger Zusammenhang zwischen den Arbeitsbedingungen allein und den Beschwerdeangaben war zwar nicht belegbar, da bei muskulo-skelettalen Beschwerden ein



multifaktoriell zugrunde liegendes Geschehen die Regel ist. Aufgrund der lang andauernden und einseitigen Körperhaltung im Sitzen beim Nähen ist jedoch ein arbeitsbedingter Einfluss – zum Beispiel bei starker Wirbelsäulenkrümmung nach vorn in dauernder vorderer Sitzhaltung – anzunehmen.

3.5 Arbeitsplatz- und Arbeitsumgebung (Ist-Zustand)

Die Ergebnisse der Messungen von Umgebungsbedingungen sind in Tabelle 12 (siehe Seite 103) dargestellt. Sie beinhalten mehrere Messungen an den verschiedenen Arbeitsplätzen, die in den Unternehmen untersucht wurden.

Der Lärmpegel in Ohrhöhe beinhaltet momentane Lärmwerte, die während der Nähaktivität bei laufender Nähmaschine gemessen wurden, und nicht die Zeiträume, während derer bei ausgeschalteter Maschine gearbeitet wurde. Die Werte verdeutlichen, dass der von der Maschine erzeugte Lärm besonders bei der Bearbeitung schwerer Stoffe mit häufiger Maschinenaktivität (Fa. Berger) durchaus hohe Belastungen erreichen kann. Die als Stichprobe aus mehreren Einzelmessungen erhobenen Lärmpegel im Arbeitsraum weisen in der Regel Werte auf, die nicht als kritisch beurteilt werden. In diese Werte fließen auch die Zeiten ein, in denen infolge von Nebentätigkeiten kein Maschinengeräusch auftritt.

Da alle Arbeitspersonen bei der Nähtätigkeit mit einem relativ geringen Abstand zwischen Maschine und Ohr arbeiten, sollte der Thematik Lärmreduzierung bei Nähtätigkeit vielleicht eine eigene Untersuchung gewidmet werden.

Bei der Beurteilung der Beleuchtungssituation fällt auf, dass die im Bereich der Nadel gemessenen Beleuchtungsstärken stark variieren. Zwischen 450 und 8 000 Lux bewegen sich die Werte, die in einem Radius von ca. 20 mm um die Nadel gemessen wurden. Diese großen Unterschiede verdeutlichen, dass in Abhängigkeit von der installierten Beleuchtung, trotz ähnlicher Anforderungen an das Sehvermögen, firmenspezifisch sehr unterschiedliche Lösungen existieren.



Tabelle 12:
Übersicht über gemessene und beurteilte Umgebungsbedingungen
an den untersuchten Arbeitsplätzen (Ist-Zustands-Analyse)

Unter- nehmen/ Versuch	Lärmpegel in Ohrhöhe in dB(A)	Lärm- pegel im Arbeits- raum in dB(A)	Beleuch- tungs- stärke im Nähbe- reich Nadel in Lux (Mit- telwert)	Beleuch- tungs- stärke im Näh- arbeits- bereich, in Lux (Mini- malwerte)	Beleuch- tungs- stärke im Raum in Lux (Mittel- wert)	Besondere Mängel/ Probleme/ Erkenntnisse
Berger 1	bis 92	70	450	330	700	Schwere Neben- tätigkeit, 12 kg Tragen
Berger 2	bis 92	70	700	580	1 200	Schwere Neben- tätigkeit zusammen- legen
Gabor 1	85	70	3 700	770	700	Starke Beugung des Oberkörpers
Gabor 2	75	70	7 500	440	600	Keine Abstützung der Arme möglich
Klotz 1	72 bis 73	60 bis 65	1 180	530	500	Entlastender Ar- beitswechsel
Klotz 2	72	60 bis 65	3 000	700	500	Belastende Neben- tätigkeiten
MEWA 1	73 bis 76	70	4 500	1 810	2 000 bis 3 000	Blendwirkung durch Sonneneinstrahlung
Lowa 1	77	75	2 500	760	800	Kaum Abstützung der Arme möglich
Lowa 2	78	75	1 800	400	1 000	Kaum Abstützung der Arme möglich
MEWA 2	73 bis 76	70	6 500	2 130	2 000 bis 3 000	Blendwirkung durch Sonneneinstrahlung
RECARO 1	65	60	6 400	720	750	Schwere und große Teile
RECARO 2	bis 80	60	1 600	390	500	Schwere und große Teile
RECARO 3	65	60	---	---	---	Starke Beugung des Oberkörpers
RECARO 4	72	60	4 700	---	---	Abstützmöglichkeit für Arme fehlt
Steiff 1	70 bis 75	65 bis 68	4 780	400	680 bis 2 000	Fingerschutz im Blickbereich
Steiff 1	68	65 bis 68	8 000	320	600	Stuhl ohne Rücken- lehne (Swopper)
Steiff 2	68	65 bis 68	8 000	320	600	Stuhl ohne Rücken- lehne (Swopper)
Triumph 1	77 bis 87 (Ausblasdüse)	65	2 400	1 250	900 bis 1 200	Starke Beugung des Oberkörpers



Tabelle 12, Fortsetzung

Unternehmen/ Versuch	Lärmpegel in Ohrhöhe in dB(A)	Lärm- pegel im Arbeits- raum in dB(A)	Beleuch- tungs- stärke im Nähbe- reich Nadel in Lux (Mit- telwert)	Beleuch- tungs- stärke im Nähar- beitsbe- reich in Lux (Mini- malwerte)	Beleuch- tungs- stärke im Raum in Lux (Mit- telwert)	Besondere Mängel/ Probleme/ Erkenntnisse
Triumph 2	77 bis 87 (Ausblasdüse)	65	2 400	1 250	900 bis 1 200	Starke Beugung des Oberkörpers
Triumph 3	75	65	2 400	1 250	1 800	Sitzhaltung durch Knieschalter fixiert
Triumph 4	75	65	2 400	1 250	1 800	Sitzhaltung durch Knieschalter fixiert

Besonders kritisch ist zu bewerten, dass schon innerhalb des direkten Arbeitsfeldes (Radius ca. 100 mm um die Nadel) die Beleuchtungsstärken auf Werte von 320 bis 2 130 Lux abnehmen. Im Durchschnitt beträgt die Reduzierung der Beleuchtungsstärke ca. 80 %. Diese zu hohen Helligkeitsunterschiede (Kontraste) bewirken für das Auge aufwändige und sehr häufige Adaptationsvorgänge, die durch eine gleichmäßige flächenbetonte Arbeitsfeldbeleuchtung vermieden werden könnten. Die Helligkeitsunterschiede werden am extremsten bei der Verwendung von Beleuchtungseinheiten, bei denen das Licht über Glasfaserleiter zu einer punktförmigen Beleuchtung der Nadel gebündelt wird.

Ohne eine maschinenbezogene Zusatzbeleuchtung wird man bei Nähtätigkeit auch bei einer gut gestalteten Allgemeinbeleuchtung nicht auskommen, da der Maschinenkörper meist einen Schatten erzeugt, wodurch ein Teil des Nähguts im Bereich geringerer Helligkeit liegt.

Dass auch das einfallende Tageslicht negative Auswirkungen haben kann, wurde in einem Fall festgestellt. Nicht beeinflussbarer Sonneneinfall durch die Oberlichter einer Fabrikationshalle hatte hohe Blendungsintensitäten zur Folge, deren negative Wirkungen sich in erhöhter Beanspruchung der Mitarbeiter (Sehfunktion, Körperhaltung) aber u. U. auch in Qualitätsmängeln niederschlagen können.



Die in der letzten Spalte zusammengestellten Erkenntnisse erläutern die unternehmensspezifische Arbeitssituation. In den Analysen von Körperhaltung und Beanspruchung wird auf die speziellen Belastungen einzelner Unternehmen eingegangen.

Die Messung der klimatischen Bedingungen in den Unternehmen erbrachte keine vom Behaglichkeitsbereich deutlich abweichenden Werte. Ungünstige Luftbewegungen aufgrund der Gebläse in den Antriebsmotoren der Maschinen wurden nicht festgestellt.

In Tabelle 13 sind einige der erhobenen Arbeitsplatzmaße dokumentiert.

Tabelle 13:
Übersicht über wichtige Maße des Arbeitsplatzes

Unternehmen/ Versuch	Tischbreite in mm	Tischtiefe in mm	Arbeits- höhe Näh- ebene in mm	Ab- stand Nadel zu Tisch- vorder- kante in mm	Ab- stand Tisch- unter- kante zu Pedal- mitte in mm	Abstand Tisch- vorder- kante zu Pedal- mitte in mm - unter + vor dem Tisch	Fuß- pedal Breite in mm	Körper- haltung/ Maschinen- typ
Berger	1 500	570	775	195	655	-150	260	Sitzen/ Langarm/ Flachbett
Gabor 1	1 090	550	1 365	190	1 200	+80	145	Stehen/ Säule
Gabor 2	1 060	500	810	180	693	-290	270	Sitzen/ Flachbett
Klotz	820	700	850	300	708	-260	270	Sitzen/ Flachbett
Lowa	1 050	500	800	180	670	-240	270	Sitzen/ Säule
MEWA	1 560	800	1 000	150	960	+220	150	Stehen/ Flachbett/ Freiarm
RECARO	1 440	800	790	260	665	-220	260	Sitzen/ Flachbett
Steiff	1 200	900	860	230	740	-250	260	Sitzen/ Flachbett
Triumph 1	1 450	1 000	770	270	650	-210	270	Sitzen/ Block
Triumph 2	1 140	1 000	840	300	720	-210	270	Sitzen/ Flachbett



Die Arbeitstischbreite ist abhängig von der Größe des zu verarbeitenden Materials und der auf dem Tisch als Ablage genutzten Flächen. Sie variiert dementsprechend zwischen 820 und 1 500 mm.

Auch die Tiefe des Arbeitstisches hängt von der Größe des zu verarbeitenden Materials ab, erstaunlicherweise zeigt die Praxis, dass bei Berger trotz großer Werkstücke im Ist-Zustand ein Tisch mit relativ geringer Arbeitstiefe verwendet wurde.

Die Arbeitshöhe, also die Ebene, in der das zu verarbeitende Produkt genäht wird, variiert in Abhängigkeit von der Körperhaltung und Art der Nähmaschine. In stehender Körperhaltung liegt die Nähebene naturgemäß deutlich höher als in sitzender Körperhaltung. Bei beiden im Ist-Zustand untersuchten Steharbeitsplätzen war die Arbeitshöhe stufenlos einstellbar. Die in der Tabelle wiedergegebenen Werte beinhalten dementsprechend die von der jeweiligen Arbeitsperson selbst gewählte Einstellung. Bei den untersuchten Sitzarbeitsplätzen war eine schnelle und einfache Anpassung an die Körpermaße der Personen in der Regel nicht möglich. Der Variationsbreite der Arbeitshöhe von 770 mm bis zu 860 mm in sitzender Körperhaltung gibt feste Bedingungen für die Körperhaltung vor. Interindividuellen Unterschieden in Körpermaßen und -proportionen werden diese Arbeitsplätze kaum gerecht.

Der Abstand von der Nadel zur Tischvorderkante beeinflusst Arm- und Kopfhaltung der arbeitenden Personen. Je größer dieser Abstand wird, desto wahrscheinlicher wird bei gleichen Sehanforderungen eine stärkere Rückenneigung. Die Handhabung des Nähgutes wird durch eine größere Fläche vor der Nadel eher positiv beeinflusst.

Bei Näharbeit im Sitzen liefert der Abstand zwischen Tischunterkante und Fußpedalmitte Informationen darüber, inwieweit unbeeinträchtigte Beinhaltenungen bei der Tätigkeit eingehalten werden können. Die gemessenen Minimalwerte von 655 mm reichen nicht aus, um größeren Menschen ausreichend Freiraum im Beinbereich zu gewährleisten (Abbildung 49, siehe Seite 107), zumal, wenn wie meist üblich, Unterbauten der Nähmaschine zusätzliche Einschränkungen des Beinraums bewirken.



Der Abstand von der Tischvorderkante zur Pedalmitte liefert Hinweise darauf, inwieweit Füße und Beine in entspannter Haltung unter dem Arbeitstisch untergebracht werden können. Die hier mindestens erforderlichen 250 mm in sitzender Körperhaltung (Abstand unter dem Tisch, in Tabelle 13 mit „-“ gekennzeichnet) werden aufgrund des Konstruktionsprinzips vieler Näharbeitsplätze leider oft nicht erreicht.

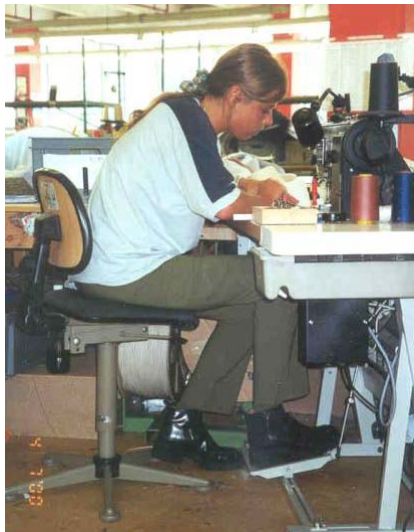


Abbildung 49:
Eingeschränkter Beinraum am Näharbeitsplatz

Auch die Fußpedalbreite lässt zu wünschen übrig, da häufig eine zweite Abstellfläche für den nicht aktiven Fuß fehlt. Für das Unterbringen beider Füße auf einem Pedal ist auch eine Breite von 270 mm nicht ganz ausreichend (Abbildung 50).



Abbildung 50:
Typische Fußhaltung
am Näharbeitsplatz
(Körperhaltung sitzend)



Der verwendete Maschinentyp hat direkte Rückwirkung auf Belastung und Beanspruchung der Arbeitspersonen. Bei der am häufigsten eingesetzten Flachbettmaschine wird das Nähgut in der Ebene des Arbeitstisches geführt. Die Nadel und damit die Stelle, die einer intensiven optischen Kontrolle unterliegen muss, befindet sich auf Arbeitstischhöhe. Bei der Säulenmaschine befindet sich die Arbeitsebene etwa 80 bis 120 mm oberhalb der Arbeitstischebene. Durch diese Anordnung wird es möglich, räumliche Nähte zu erzeugen. Abbildung 51 zeigt typische Handhaltungen an beiden Nähmaschinentypen. Deutlich ist erkennbar, dass an der Säulenmaschine aufgrund der günstigeren Sehentfernung eine weniger stark gebeugte Rückenhaltung eingenommen wird als an der Flachbettmaschine. Allerdings fehlt an der Säulenmaschine die Möglichkeit der Abstützung des Unterarms auf der Tischfläche. Bei der Flachbettmaschine kann diese zur Verringerung der Halte- und Haltungsarbeit der Armmuskulatur genutzt werden.

Abbildung 51:
Hand- und Armhaltung an Säulen- (links) und Flachbettmaschine (rechts)





3.6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen (Ist-Zustands-Analyse)

Die Ist-Zustands-Analyse bestätigt die oft genannten Belastungsfaktoren für das Muskel-Skelett-System an Näharbeitsplätzen. Durch die erstmalige Quantifizierung der Belastungsfaktoren sind im Folgenden eine zielgerichtete Prävention (mit Erfolgskontrolle) sowie eine feinere Differenzierung der Präventionsmaßnahmen nach der Art der Nähtätigkeit möglich. Zusammenfassend wurden die folgenden Hauptbelastungsfaktoren an Näharbeitsplätzen messtechnisch erfasst:

- ❑ Bei Sitzarbeitsplätzen: starke und lang andauernde Zwangshaltungen der Wirbelsäule (starke Krümmung des Rückens, Kyphosierung der Lendenwirbelsäule durch nach hinten gekippte Beckenhaltungen)
- ❑ Starke Beugungen der Halswirbelsäule sowie Neigung des Kopfes, resultierend aus der Sehaufgabe und der maßlichen Gestaltung von konventionellen Näharbeitsplätzen
- ❑ Hohe Schulter-Arm-Hand-Belastungen durch
 - häufiges Anheben der Arme nach vorne und zur Seite
 - häufiges Arbeiten in Unterarm-Einwärtsdrehung (Pronation)
 - hohe repetitive Belastungen für alle Gelenke des Schulter-Arm-Hand-Systems.

Krafteinwirkungen bzw. Lastenhandhabungen wurden mit dem CUELA-System in der beschriebenen Konfiguration messtechnisch nicht erfasst und analysiert. Diese Belastungsfaktoren spielten bei sehr unhandlichen und schweren Nähgütern (z. B. Zelte, Fa. Berger) zusätzlich eine Rolle.

Die Ausführung der Nähtätigkeit am neu zu entwickelnden ergonomischen Näharbeitsplatz sollte zu einer Verringerung der oben dargestellten Belastungsfaktoren führen. In Tabelle 14 (siehe Seite 110) sind einige Vorschläge für ergonomisch-technische Verbesserungen, die sich direkt aus den gemessenen Belastungsfaktoren ergeben, zusammengetragen.



Tabelle 14:
Vorschläge für ergonomisch-technische Verbesserungen an Näharbeitsplätzen,
resultierend aus den Messergebnissen der Ist-Zustands-Analyse

Belastete Körperregion	Ergonomisch-technische Intervention am Näharbeitsplatz (Maschine/Tisch)
Allgemein	Möglichst individuelle Anpassungsmöglichkeiten des Arbeitsplatzes an den einzelnen Nutzer
Kopfneigung/Hals-wirbelsäulen-Beugung	Höhenverstellung des Tisches, Neigung der Arbeitsfläche
Oberkörperneigung	Höhenverstellung des Tisches
Rückenkrümmung	Höhenverstellung des Tisches, Wechsel Sitzen/Stehen
Beckenneigung bzw. -kipfung	Geeigneter Stuhl, richtige Einstellung des Arbeitsplatzes (Fußpedal, Stuhl, Tisch), Wechsel Sitzen/Stehen
Schulter	Neigung des Tisches, Tischfläche an Größe und Gewicht des Nähgutes anpassen, Auflagemöglichkeit für die Arme
Unterarm	Wechsel zwischen Flachbett- und Säulenmaschine, gute Zugänglichkeit/Zugriffsmöglichkeit (Nähnadel)
Handgelenke	Ablagemöglichkeit für schweres Nähgut

Für den zu entwickelnden ergonomischen Näharbeitsplatz ergeben sich hieraus die folgenden Anforderungen:

- Höhenverstellbarkeit des Nähtisches (eventuell Wechsel Steh-Sitz-Arbeitsplatz)
- Neigemöglichkeit der Arbeitsfläche (eventuell zusätzlich zur Neigung der Nähmaschine)
- auf das Nähgut abgestimmte Tischflächengröße und -form



- verbesserte Zugriffsmöglichkeit/Abschrägung des Flachbettes (Prüfung des Einsatzes einer Säulenmaschine)
- Arbeitsstuhl höhenverstellbar, Sitzfläche nach vorne neigbar (rutschhemmende Polster)
- Alle Verstellmöglichkeiten sollten schnell und einfach zu bedienen sein, um individuell von jedem Beschäftigten genutzt zu werden.

3.7 Gestaltung der Musterarbeitsplätze

Die Musterarbeitsplätze beinhalten folgende Veränderungen gegenüber den in den Unternehmen vorgefundenen Arbeitsplätzen.

- Freier Fuß- und Beinraum

Der Fuß- und Beinraum der Musterarbeitsplätze ist weitgehend frei von Streben und Einbauten, sodass die Näherin die Fuß- und Beinstellung einnehmen kann, die ihren individuellen Körpermaßen und Wünschen entspricht (Abbildung 52, siehe Seite 112). Durch den bei modernen Maschinen üblichen Direktantrieb verschwindet der Motor aus dem Bereich der Beine und Knie, wodurch eine Sitzhaltung ermöglicht wird, die Zwangshaltungen weitgehend vermeidet und dynamische Veränderungen zulässt.

- Verändertes Fußbedienelement (Fußpedal)

Niedriges, frei im Raum aufstellbares Fußpedal, wahlweise für die Betätigung mit einem Fuß oder zwei Füßen (Abbildung 53, siehe Seite 112), das die freie Wahl der Fuß- und Beinstellung bei der Tätigkeit ermöglicht. Bei einfüßiger Betätigung ist das Pedal infolge seiner geringen mittleren Höhe (25 mm) auch im Stehen verwendbar. Bei Betätigung im Sitzen entsteht praktisch keine Kraftkomponente in horizontaler Richtung. Die Verwendung eines Arbeitsstuhls mit Rollen ist daher ohne Probleme möglich. Der nicht eingesetzte Fuß kann bei sitzender Tätigkeitsausführung auf dem Boden abgestellt und in seiner Lage und Haltung beliebig verändert werden.



Abbildung 52:
Fuß- und Beinraumbereich des optimierten Nährbeitsplatzes



Abbildung 53:
Frei im Raum positionierbare Fußpedale für sitzende und stehende Betätigung





□ Höhenverstellung des Arbeitstisches

Der Arbeitstisch ist mit einer elektrischen Höhenverstellung ausgestattet, die es ermöglicht, Frauen und Männer vom 5. bis zum 95. Perzentil der Körpergröße in sitzender und stehender Körperhaltung an diesem Arbeitsplatz einzusetzen. Der dazu erforderliche Höhenverstellbereich liegt zwischen 750 und 1 400 mm (Abbildung 54). Die Betätigungselemente für die Höhenverstellung liegen im Bereich der Tischvorderkante und sind von der Arbeitsperson gut einsehbar (Abbildung 58, siehe Seite 116).



Abbildung 54:
Höhenverstellmechanismus
des Arbeitstisches

□ Neigungsverstellung des Arbeitstisches

Der Arbeitstisch ist in einem Winkelbereich von $\pm 10^\circ$ neigbar. Durch die Veränderung der Arbeitstischneigung ergeben sich Anpassungsmöglichkeiten der Einsehbarkeit des zu verarbeitenden Nähgutes bzw. der erzeugten Naht und der Nadel. Auch können unter Umständen durch die Neigungsverstellung Arm- oder Handhaltungen beanspruchungsgünstiger gewählt werden (Abbildung 55, siehe Seite 114).

□ Armabstützung an Flachbettmaschinen

Durch neigungsverstellbare Abstützflächen (Auflagen) für die Unterarme, die am Arbeitstisch gelenkig fixiert sind, wird die Möglichkeit eröffnet, das Gewicht des Hand-Arm-Systems nicht mehr von der Schultermuskulatur aufnehmen zu lassen, sondern es



direkt durch die Stützen in den Tisch abzuleiten (Abbildung 56). Bei sitzender Tätigkeit ist eine Belastungsverringerung in den dort tätigen Muskelgruppen zu erwarten. Auch bei stehender Körperhaltung können die Abstützflächen verwendet werden.



Abbildung 55:
Neigungsverstellung des
Arbeitstisches



Abbildung 56:
Armauflage an Flachbett-
maschinen



□ Armabstützungen an Säulenmaschinen

Die für die Bedienung von Flachbettmaschinen geeigneten Armauflagen wurden für die Verwendung an Säulenmaschinen soweit umgebaut, dass es auch hier zu einer wirksamen Abstützung des üblicherweise frei gehaltenen Hand-Arm-Systems kommen kann (Abbildung 57). Die Armauflagen können bei sitzender und stehender Tätigkeitsausführung verwendet werden und geben sowohl dem Ellenbogen als auch dem Unterarm Halt. Durch ihre glatte Oberfläche lassen sie aber auch Relativbewegungen zu.

Abbildung 57:
Armabstützung bei Säulenmaschinen



□ Optimierte Anordnung von Bedienelementen und Anzeigen

Die üblicherweise unter den Nähtisch verbannten Bedienelemente und Anzeigen wurden auf dem Tisch angeordnet, was eine schnellere Informationsaufnahme und einen günstigeren Zugriff auf die Bedienelemente ermöglicht. Darüber hinaus ist ein Schutz vor Anstoßen, z. B. durch Transportwagen, gegeben (Abbildung 58, siehe Seite 116).



Abbildung 58:
Ergonomisch optimierte Anordnung der Informationsaufnahme- und Bedienelemente



Einsatz von Maschinen mit Direktantrieb

Durch den Einsatz dieser Maschinen wird es möglich, den Beinraum unterhalb des Arbeitstisches deutlich zu erweitern.

Arbeiten in sitzender und stehender Körperhaltung

An dem Arbeitsplatz ist es durch eine integrierte Verstelleinheit möglich, im Sitzen mit einer Arbeitshöhe zwischen 750 und 900 mm sowie im Stehen mit einer Arbeitshöhe zwischen 1 100 und 1 400 mm zu arbeiten (Abbildung 59, siehe Seite 117). Da der gesamte Höhenbereich stufenlos durchfahren wird, sind auch die Zwischenbereiche für spezielle Produkte oder Sehanforderungen oder auch für die Verwendung von Stehsitzen nutzbar.

Mit dem neu gestalteten Näharbeitsplatz konnten alle vorgesehenen Vergleichsuntersuchungen durchgeführt werden.

Abbildung 59:
Tätigkeitsausführung am Musterarbeitsplatz in sitzender (Fa. Klotz)
und stehender Körperhaltung (Fa. Steiff)





3.8 Vergleich der Belastung (CUELA-Messungen) alt – neu

An der zweiten Messphase (Soll-Zustands-Analyse) nahmen vier Firmen (Fa. Berger, Fa. Klotz, Fa. Lowa und Fa. Steiff) teil. Nach der Installation der neu entwickelten ergonomischen Näharbeitsplätze in den Firmen und einer entsprechenden Einweisung der Näherinnen wurden erneute Belastungsmessungen mit dem CUELA-Messsystem durchgeführt. Im Gegensatz zur Ist-Zustands-Analyse wurde diesmal darauf geachtet, dass der Arbeitsplatz möglichst optimal an die Anthropometrie der jeweiligen Arbeitsperson angepasst wurde. Da der neue Arbeitsplatz sowohl als Sitz- als auch als Steharbeitsplatz genutzt werden kann und dieser einen schnellen Wechsel zwischen beiden Körperhaltungen ermöglicht, wurde mit jeder Probandin mindestens eine Messung jeweils bei sitzender sowie bei stehender Nähtätigkeit durchgeführt. In Tabelle 15 sind die CUELA-Messungen der Soll-Zustands-Analyse zusammengestellt.

Tabelle 15:

Übersicht der beteiligten Nähbetriebe und der im Rahmen der Soll-Zustands-Analyse durchgeführten Messungen mit dem CUELA-System (für alle Betriebe: Winkelmessungen sowohl in sitzender als auch in stehender Körperhaltung)

Firma	Anzahl der Messungen	Produkte
Berger (B)	3	Zelte
Klotz (K)	3	Herrenoberbekleidung
Lowa (L)	4	Wanderschuhe
Steiff (S)	5	Stofftiere

3.8.1 Ergebnisse der Körperwinkelmessungen (Vergleich Ist-Soll-Zustands-Analyse)

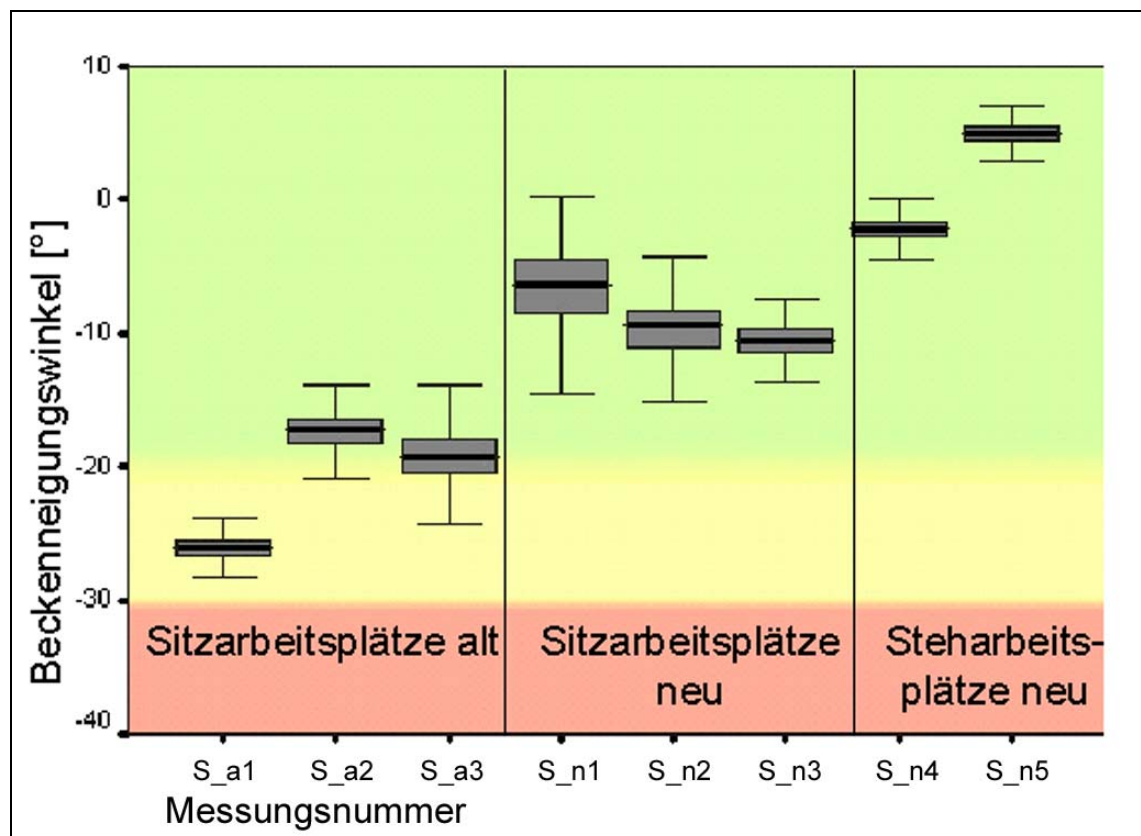
Im Folgenden werden die Ergebnisse der CUELA-Messungen in der Soll-Zustands-Analyse für ausgewählte Körperwinkel, die bereits bei der Ergebnisdarstellung der Ist-Zustands-Analyse näher diskutiert wurden (siehe Abschnitt 3.2.1), präsentiert. Dabei wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht jeder Körperwinkel für jede an der



Soll-Zustands-Analyse beteiligte Firma dargestellt. Vielmehr werden die Ergebnisse der Messungen in den Firmen Steiff und Lowa, die beispielhaft auch für die Ergebnisse in den anderen Firmen stehen, zur Veranschaulichung des Vorher-Nachher-Vergleiches herangezogen.

In Abbildung 60 sind die Beckenneigungswinkel-Verteilungen für die Messungen in der Fa. Steiff sowohl für den alten Nährbeitsplatz in sitzender Körperhaltung als auch für den neuen Nährbeitsplatz in sitzender und stehender Körperhaltung im Vergleich dargestellt.

Abbildung 60:
Boxplot-Darstellung der Beckenneigungswinkel (Fa. Steiff):
Vergleich der Ist- und der Soll-Zustands-Analyse



Als ein Belastungsschwerpunkt bei den konventionellen (alten) Nährbeitsplätzen wurden statische und deutlich nach hinten geneigte Beckenhaltungen in der Ist-



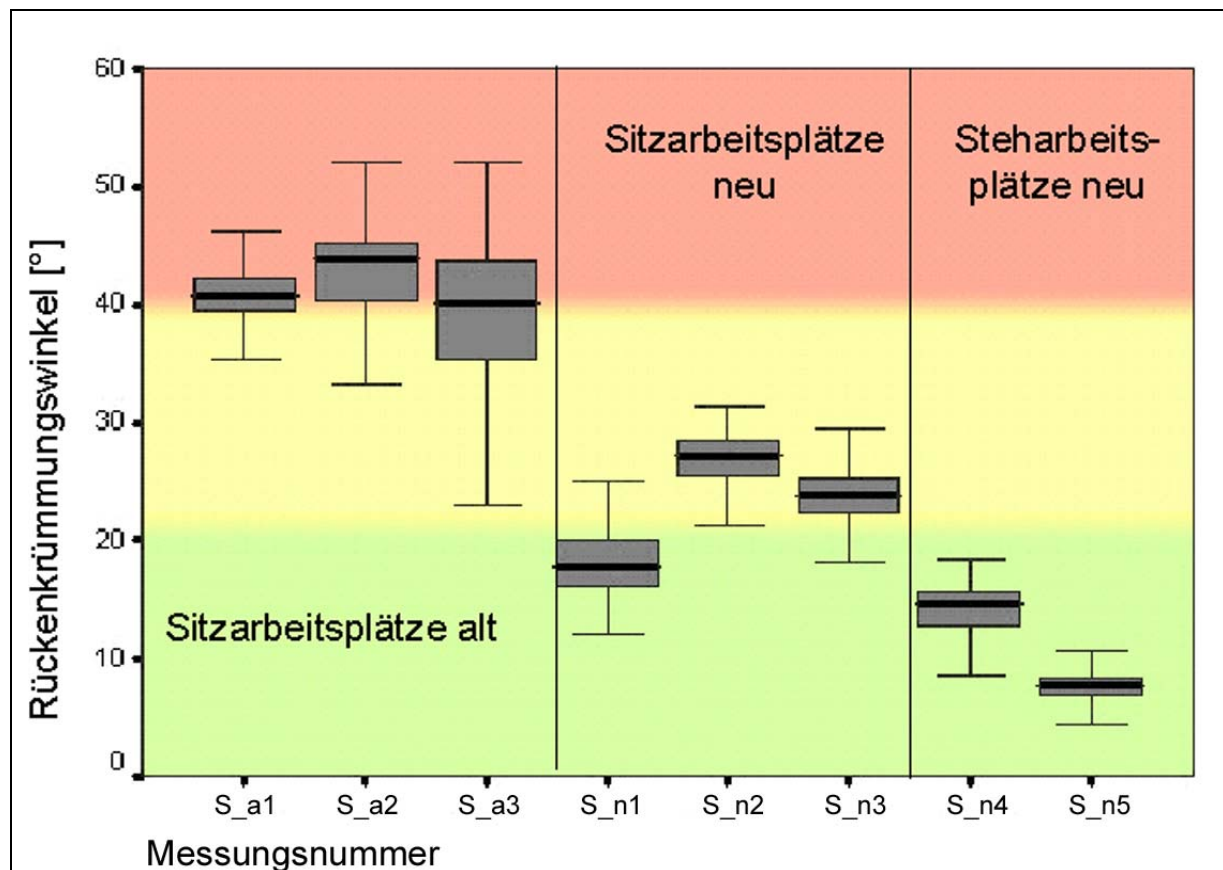
Zustands-Analyse gemessen. Bei der Fa. Steiff lagen die Beckenneigungswinkel-Verteilungen im gelben Bereich (-20° bis -30°). Beim neuen ergonomischen Sitzarbeitsplatz ist durch individuelle Einstellmöglichkeiten sowohl der Tischhöhe als auch der NÄheebene eine Ausführung der NÄhtätigkeit in einer aufrechteren Rückenhaltung möglich. Zudem wurden an den neuen ergonomischen NÄharbeitsplätzen zumeist Stühle eingesetzt, deren Sitzfläche leicht nach vorne geneigt werden konnte. Dies führte zu einer Aufrichtung des Beckens und damit zum Erhalt der Lordosehaltung der Lendenwirbelsäule. Aus Abbildung 60 wird ersichtlich, dass im Ergebnis die Position des Beckens in eine fast neutrale Haltung gebracht werden konnte.

Bei Steharbeitsplätzen wurde sowohl während der Ist- als auch während der Soll-Zustands-Analyse eine Beckenhaltung im Neutralbereich gemessen. Für die Wirbelsäule bieten Steharbeitsplätze den Vorteil, dass die natürliche S-Form der Wirbelsäule bei einer auf die Arbeitsperson gut eingestellten Tischhöhe erhalten bleibt.

In Abbildung 61 (siehe Seite 121) sind die Rückenkrümmungswinkel-Verteilungen ebenfalls für die Messungen in der Fa. Steiff (Ist- und Soll-Zustands-Analyse) dargestellt. Der Vergleich der Winkelverteilungen für den konventionellen und den neu entwickelten NÄharbeitsplatz verdeutlichen, dass durch die ergonomische Gestaltung Rückenkrümmungswinkel vom gelb-roten Winkelbereich in den grün-gelben (Sitzarbeitsplatz) bzw. grünen (Steharbeitsplatz) Winkelbereich überführt werden konnten. Diese Verbesserung kann ebenfalls auf eine genauere Anpassmöglichkeit der Arbeitsebene sowie der Bedienelemente (z. B. Fußpedal) an die Arbeitsperson zurückgeführt werden. Diese Tendenz zeigte sich bei allen Messungen der Soll-Zustands-Analyse. Eine Wirbelsäulenhaltung, die ausschließlich im grünen Neutralbereich liegt, konnte auch am neuen ergonomischen Sitzarbeitsplatz nicht erreicht werden. Jedoch zeigte sich eine deutliche Verbesserung der Wirbelsäulenhaltung in Richtung Neutralbereich beim ergonomischen NÄharbeitsplatz. Sehr zu empfehlen ist in diesem Zusammenhang die Nutzung des neuen Arbeitsplatzes als Sitz- und Steharbeitsplatz im Wechsel. Dies führt – auf die Dauer eines Arbeitstages bezogen – zu einer annähernd optimalen Wirbelsäulenhaltung.



Abbildung 61:
Boxplot-Darstellung der Rückenkrümmungswinkel (Fa. Steiff):
Vergleich der Ist- und der Soll-Zustands-Analyse



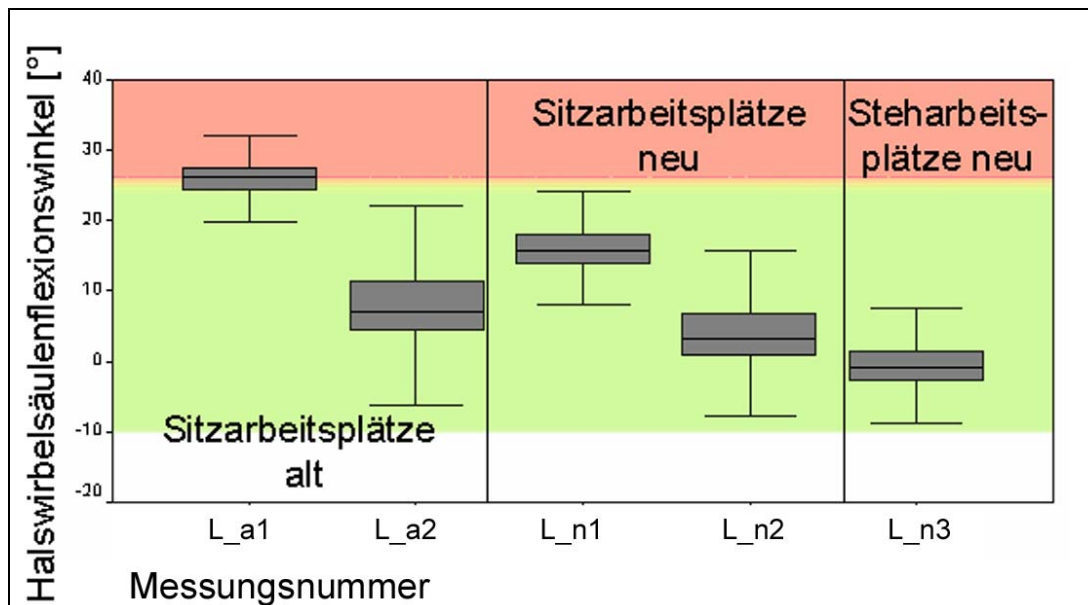
In Abbildung 62 (siehe Seite 122) sind die Verteilungen der Halswirbelsäulen-Beugewinkel für die Messungen in der Firma Lowa sowohl der Ist-Zustands-Analyse (Sitzarbeitsplätze alt) als auch der Soll-Zustands-Analyse (Sitz- bzw. Steharbeitsplätze neu) dargestellt. Das Arbeiten in dauerhaft stark gebeugten Halswirbelsäulen-Haltungen (große Flexionswinkel) führt zur schnelleren Ermüdung der Schulter-Nacken-Muskulatur. Durch eine bessere Positioniermöglichkeit der Arbeitsperson zur Näheebene und damit besserer Einsehbarkeit beim neuen ergonomischen Näharbeitsplatz kann die Nähtätigkeit in einem ergonomischen Blickwinkelbereich ausgeführt werden.

Bei den Näharbeitsplätzen, die in den Messungen der Ist-Zustands-Analyse durch Halswirbelsäulen-Haltungen im roten Winkelbereich auffällig wurden, konnten die



Verteilungen der Halswirbelsäulenbeugewinkel am ergonomischen Näharbeitsplatz in den grünen Bereich überführt werden.

Abbildung 62:
Boxplot-Darstellung der Halswirbelsäulen-Beugewinkel (Fa. Lowa):
Vergleich der Ist- und der Soll-Zustands-Analyse

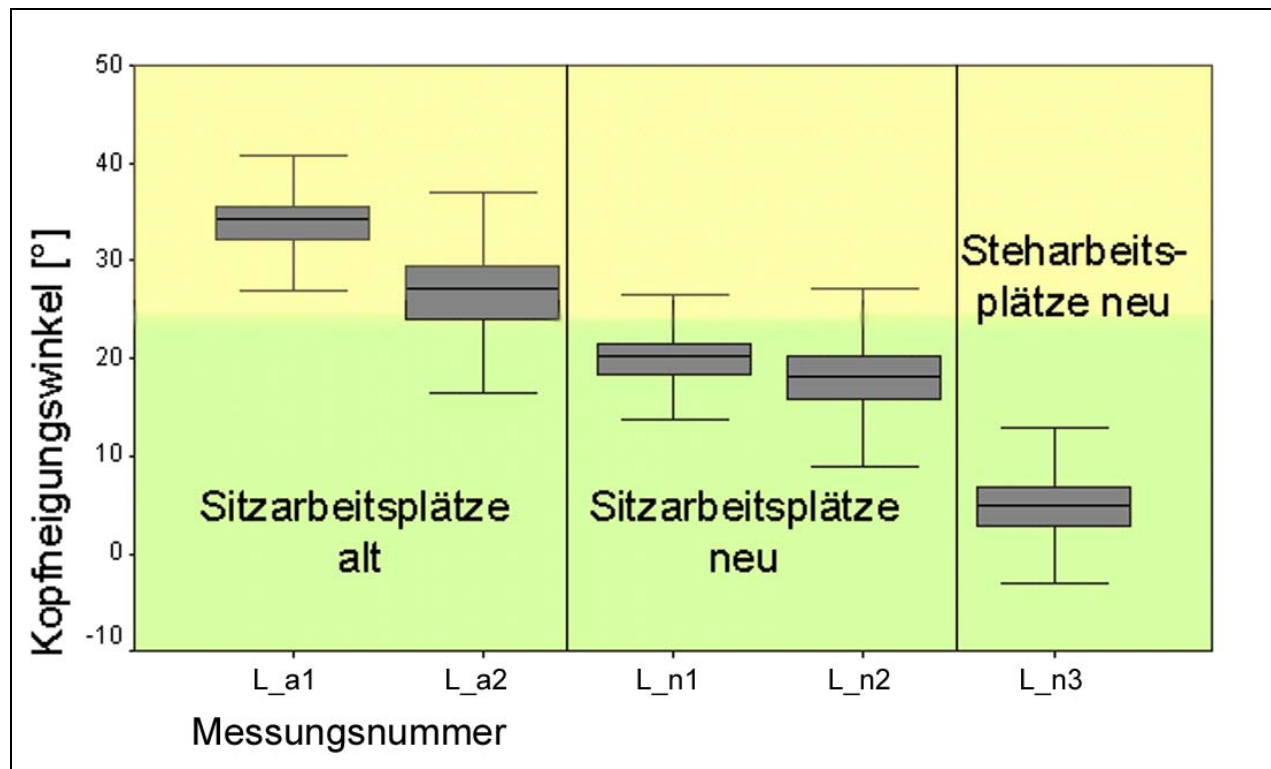


Ein ähnliches Resultat konnte auch für die Verteilung der Kopfneigungswinkel erzielt werden. In Abbildung 63 (siehe Seite 123) sind diese für die Messungen in der Fa. Lowa (Vergleich Ist-Soll-Zustands-Analyse) dargestellt.

Die Verteilungen der Kopfneigungswinkel, die in der Ist-Zustands-Analyse zumeist im gelben Winkelbereich (25° bis 85°) lagen, konnten bei der Soll-Zustands-Analyse ebenfalls überwiegend in den grünen Winkelbereich gebracht werden. Dabei stellte sich heraus, dass die gemessenen HWS-Beugungswinkel- und Kopfneigungswinkel-Verteilungen der Neutralstellung an Steharbeitsplätzen am nächsten kamen.



Abbildung 63:
Boxplot-Darstellung der Kopfnieigungswinkel (Fa. Lowa):
Vergleich der Ist- und der Soll-Zustands-Analyse



In Abbildung 64 (siehe Seite 124) sind die Verteilungen der Schultergelenk-Flexionswinkel (rechter und linker Arm) für die Messungen in der Fa. Steiff (Ist- und Soll-Zustands-Analyse) dargestellt.

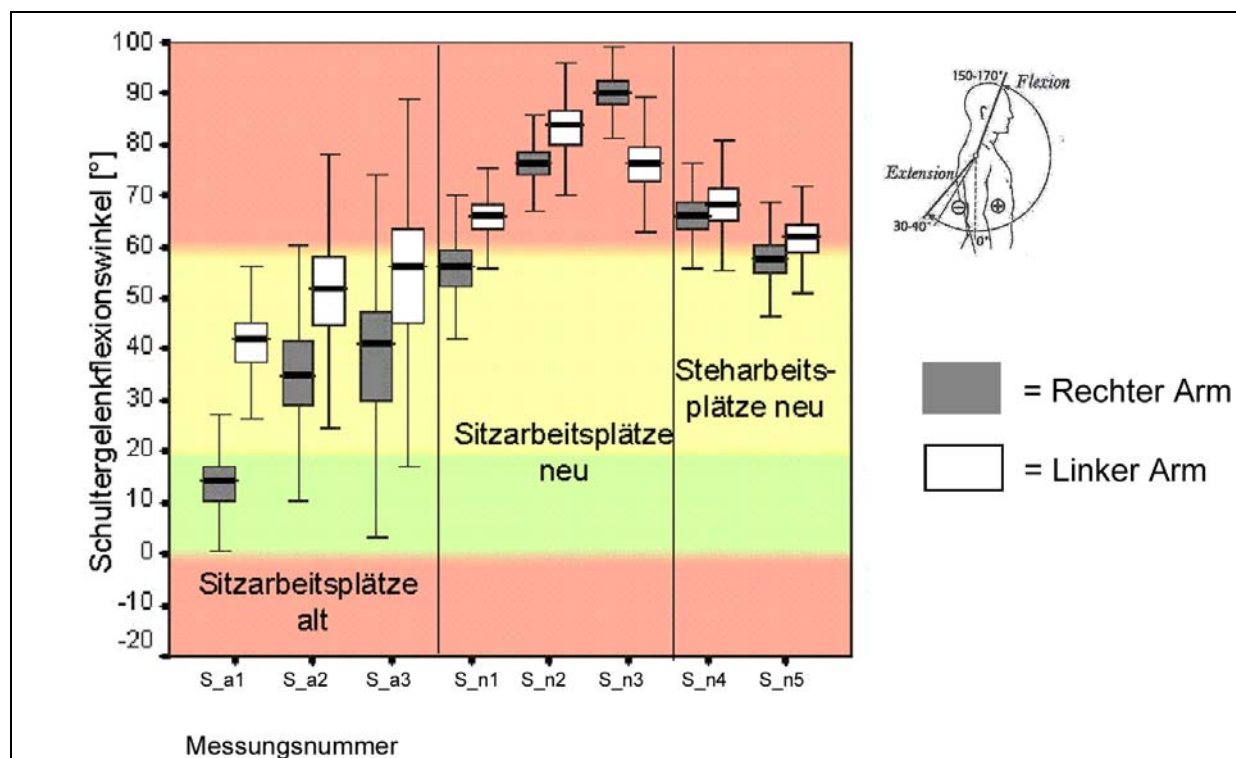
Im Gegensatz zur Ist-Zustands-Analyse, bei der die Verteilungen überwiegend im gelben (20° bis 60°) und nur zum Teil im roten ($> 60^\circ$) Winkelbereich lagen, finden sich in der Soll-Zustands-Analyse sowohl am Sitz- als auch am Steharbeitsplatz Schultergelenkflexionswinkel-Verteilungen im roten Winkelbereich.

Diese auf den ersten Blick als Verschlechterung zu interpretierende Eigenschaft des neuen ergonomischen Näharbeitsplatzes wurde bei allen Soll-Zustands-Messungen für die Flexions-, aber auch für die Abduktionswinkel des Schultergelenkes festgestellt. Zurückzuführen sind diese Winkelverteilungen des Oberarmes auf die Nutzung der Armstützen am neuen ergonomischen Näharbeitsplatz. Dies bedeutet, dass die



Extremhaltungen im Schultergelenk bei vollständiger Unterstützung beider Arme während der Nähtätigkeit eingenommen werden. Die damit verbundene Belastung ist daher verhältnismäßig geringer, da die Muskulatur durch die Abstützung der Arme erheblich entlastet wird (siehe Abschnitt 3.9). Erwartungsgemäß nahmen die Streuungen der Winkelverteilungen beim ergonomisch neu gestalteten Arbeitsplatz erheblich ab.

Abbildung 64:
Boxplot-Darstellung der Schultergelenk-Flexionswinkel (rechter und linker Arm, Fa. Steiff): Vergleich der Ist- und der Soll-Zustands-Analyse

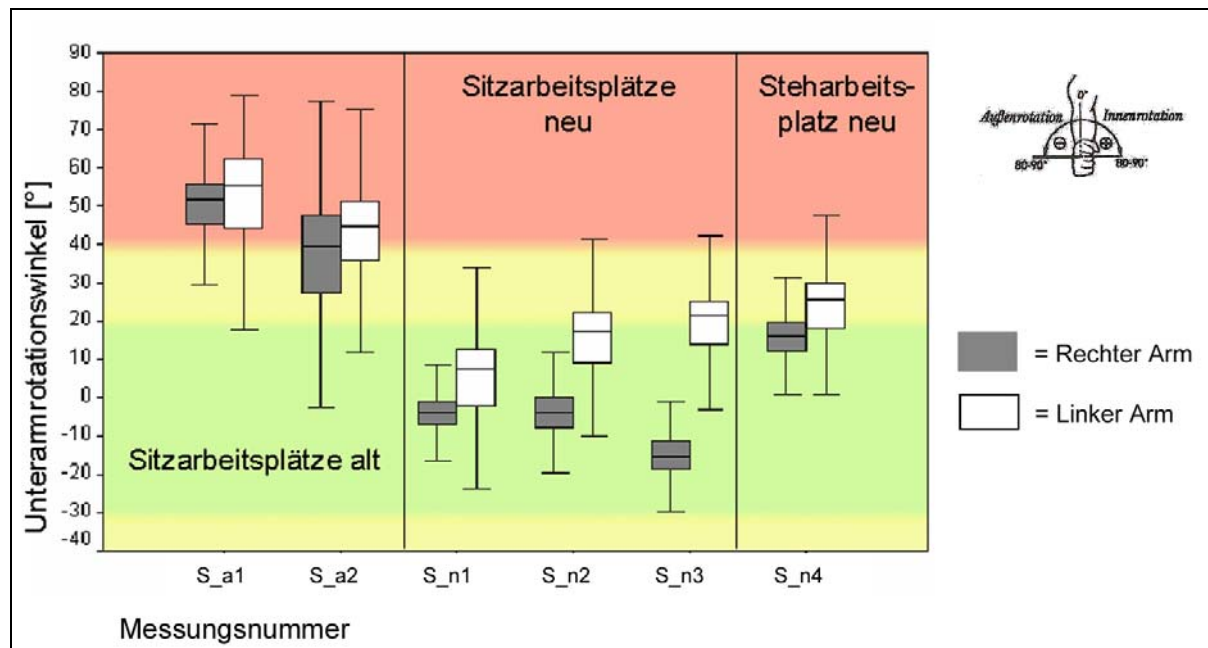


In Abbildung 65 (siehe Seite 125) sind die Verteilungen der Unterarmrotationswinkel (Pronations-/Supinationswinkel, linker und rechter Arm) für die Messungen in der Fa. Steiff (Ist- und Soll-Zustandsanalyse) dargestellt. Aus der Abbildung wird ersichtlich, dass sowohl am neuen Sitz- als auch am neuen Steharbeitsplatz die Nähtätigkeit nicht mehr in extremer Pronationshaltung des Unterarmes ausgeführt wird. Dies ist auf eine beim neuen Näharbeitsplatz verbesserte Zugangsmöglichkeit zur Nähnaedel, bei



der eine Führung des Nähgutes in annähernd neutraler Handgelenks- und Unterarmhaltung ermöglicht wird, zurückzuführen.

Abbildung 65:
Boxplot-Darstellung der Unterarm-Pronations-/Supinationswinkel (rechter und linker Arm, Fa. Steiff): Vergleich der Ist- und der Soll-Zustands-Analyse



3.8.2 Ergebnisse der Bewertung von statischen Körperhaltungen (Vergleich Ist-Soll-Zustands-Analyse)

Wie bereits in Abschnitt 3.1.2 für die Ist-Zustands-Analyse beschrieben, erfolgte eine Auswertung von statischen Körperhaltungen auch für die Soll-Zustands-Analyse. In Tabelle 16 (siehe Seite 126) ist die mittlere Anzahl von statischen Körper-/Gelenkhaltungen pro Stunde Messzeit für die Messungen in den Firmen Lowa, Steiff, Klotz und Berger in der Soll-Zustands-Analyse zusammengestellt (Werte der Ist-Zustands-Analyse in Klammern). Dabei beziehen sich die Angaben der statischen Haltungen des Schultergelenkes wieder auf die Summe der statischen Adduktions-/Abduktions- und der Flexions-/Extensionshaltungen des Schultergelenkes.



Tabelle 16:
Übersicht der statischen Haltungen im Rahmen des Vergleiches Ist-Soll-Zustands-Analyse (Ergebnisse der Ist-Zustands-Analyse in Klammern)

Körper-/ Gelenkwinkel	Mittlere Anzahl statischer Haltungen (> 4 s) pro Stunde			
	Lowa	Steiff	Klotz	Berger
Rückenkrümmung	gelber Winkelbereich			
	16 (6)	2 (33)	65 (82)	0 (20)
	roter Winkelbereich			
	4 (138)	0 (166)	0 (0)	0 (0)
Beckenneigung	gelber Winkelbereich			
	4 (157)	0 (5)	2 (7)	0 (18)
	roter Winkelbereich			
	2 (3)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Schultergelenk (rechts)	gelber Winkelbereich			
	0 (6)	9 (3)	0 (0)	0 (0)
	roter Winkelbereich			
	49 (1)	5 (1)	58 (27)	2 (1)
Schultergelenk (links)	gelber Winkelbereich			
	0 (1)	0 (2)	0 (0)	5 (3)
	roter Winkelbereich			
	2 (6)	118 (1)	3 (2)	1 (2)

Aus Tabelle 16 wird ersichtlich, dass der Anteil an statischen Körperhaltungen mit stark gekrümmten Rücken und/oder stark nach hinten geneigtem Becken beim neu



gestalteten ergonomischen Näharbeitsplatz erheblich zurückgegangen ist. Beim neuen Sitzarbeitsplatz werden zwar weiterhin statische Haltungen eingenommen, diese jedoch eher in einer Neutralstellung des Beckens und der Wirbelsäule.

Anders sehen die Ergebnisse der Soll-Zustands-Analyse in Bezug auf statische Haltungen des Schultergelenkes aus. Hier findet man insbesondere bei kleinen Nähgütern (Fa. Steiff, Fa. Lowa) einen zum Teil erheblichen Zuwachs an statischen Haltungen im roten Winkelbereich. Dieser ist auf die Abstützmöglichkeit der Arme beim neuen Näharbeitsplatz zurückzuführen. Gerade bei Näharbeitsplätzen, an denen kurze und präzise Nähte ausgeführt werden, werden die Armstützen gerne von den Näherinnen angenommen. Die lang andauernden Haltungen im roten Schultergelenksbereich sind hier als nicht zu kritisch zu interpretieren, da durch die Abstützung eine erhebliche Entlastung der Schulter-Arm-Muskulatur bewirkt wird.

3.8.3 Ergebnisse der Bewertung von repetitiven Bewegungen (Vergleich Ist-Soll-Zustands-Analyse)

Die Auswertung von repetitiven Schulter-Arm-Belastungen erfolgte in der Soll-Zustands-Analyse in Analogie zu der Ist-Zustands-Analyse und ist in Abschnitt 2.5.4 beschrieben.

In Tabelle 17 (siehe Seite 128) sind die mittleren Bewegungen des Schulter-Arm-Hand-Systems pro Minute für die Messungen in den Firmen Lowa, Steiff, Klotz und Berger der Soll-Zustands-Analyse zusammengestellt (Werte für Ist-Zustands-Analyse in Klammern). Dabei sind solche Werte, die unterhalb der von *Kilbom* [35] angegebenen Richtwerte (siehe Abschnitt 2.5.4) liegen, in der Farbe grün angegeben. Werden die Kilbom-Richtwerte überschritten, erfolgt die Darstellung in der Farbe rot.

Aus den Werten der mittleren Bewegungsanzahl/min in Tabelle 17 wird deutlich, dass die Kilbom-Richtwerte für repetitive Bewegungen auch für die Soll-Zustands-Analyse für fast alle Gelenke des Schulter-Hand-Arm-Systems bei den verschiedenen Näharbeitsplätzen überschritten werden.



Tabelle 17:
Übersicht der repetitiven Bewegungen des Schulter-Arm-Handsystems (linker Arm) im Vergleich Ist-/Soll-Zustands-Analyse (Ist-Zustands-Werte in Klammern)

Gelenk, Körperregion/Bewegung	Mittlere Bewegungsanzahl/min			
	Lowa	Steiff	Klotz	Berger
Handgelenk: Flexion, Extension	11 (17)	19 (21)	38 (41)	29 (40)
Handgelenk: Radial-, Ulnarduktion	11 (17)	20 (24)	35 (45)	32 (36)
Unterarm: Pronation, Supination	26 (30)	22 (31)	38 (13)	19 (34)
Ellbogen: Flexion, Extension	9 (8)	13 (10)	24 (28)	33 (21)
Schultergelenk: Adduktion, Abduktion	7 (6)	8 (8)	24 (25)	21 (13)
Schultergelenk: Flexion, Extension	5 (10)	5 (11)	21 (23)	22 (16)
Schultergelenk: Innenrotation	7 (9)	5 (4)	22 (17)	17 (25)
Schultergürtel: Elevation, Depression	0 (0)	3 (3)	9 (7)	8 (9)

An vereinzelt NÄharbeitsplätzen konnte durch die Schaffung von zusätzlichen Ablageflächen für das Nähgut die Anzahl der notwendigen Umgreifvorgänge reduziert werden. Die Nähtätigkeit an sich bleibt jedoch auch beim ergonomisch neu gestalteten NÄharbeitsplatz repetitiv.

3.9 Vergleich der Beanspruchung alt – neu

Der Vergleich der Beanspruchung wird methodisch auf zwei unterschiedliche Arten durchgeführt. Als erste Variante werden die summierten Beanspruchungen aller Versuche des Ist-Zustandes mit allen Versuchen des Soll-Zustandes verglichen. Dabei wird



unabhängig von den firmenspezifischen Einflüssen die als beanspruchungsrelevant erkannte Variable „Körperhaltung“ berücksichtigt. Als zweite Variante der Ergebnisdarstellung wird eine firmenspezifische und individuumsbezogene Sicht auf die erhaltenen Ergebnisse gewählt. Mit dieser aufwändigeren, aber genaueren Betrachtungsweise lassen sich Streuungen, die aus der unterschiedlichen Arbeitssituation in den Betrieben herrühren, besser erklären. Allerdings werden hier auch Einflüsse deutlich, die mit individueller Leistungsfähigkeit, Übungs-, Trainings- und Gewöhnungsprozessen zu tun haben. Personen in langjähriger Anpassung an ihre Arbeitssituation haben ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten an die bestehende Situation adaptiert, was bei der Betrachtung einer veränderten Arbeitssituation berücksichtigt werden muss.

3.9.1 Beanspruchung im firmenübergreifenden Vergleich

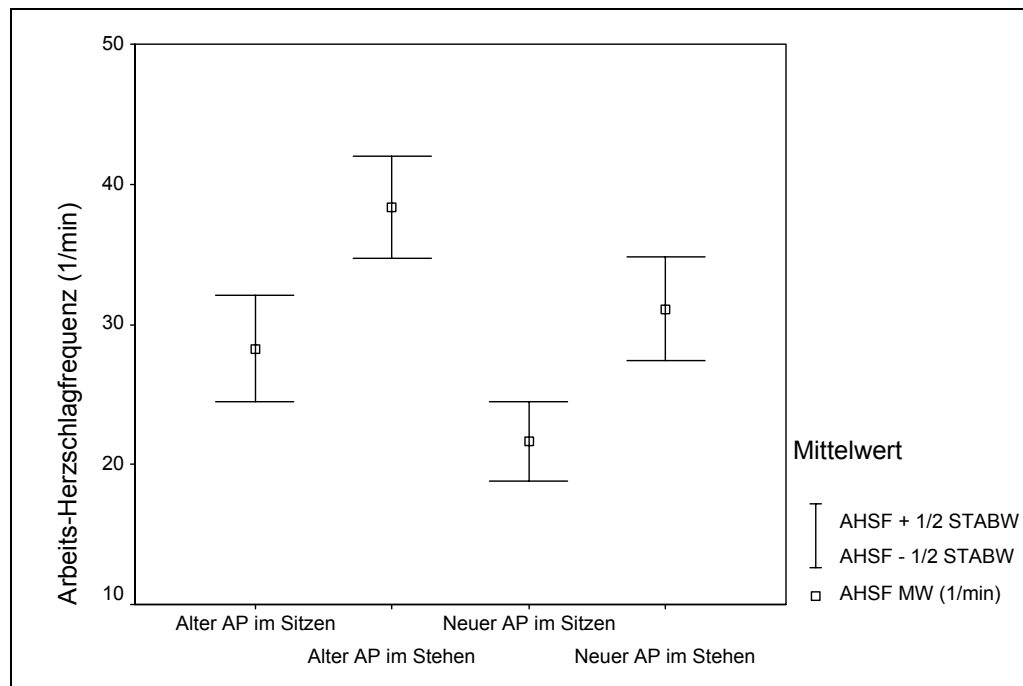
Ausgehend von der Hypothese, dass die unterschiedlichen Arbeits- und Versuchsbedingungen in den untersuchten Unternehmen einen Einfluss auf die Höhe der Beanspruchung der Versuchspersonen haben werden, wurden in allen Versuchsreihen der Ist-Zustands-Analysen und der Soll-Zustands-Untersuchungen, die in den Unternehmen Berger, Klotz, Lowa, und Steiff durchgeführt wurden, Mittelwerte und Standardabweichungen der gemessenen Daten errechnet und verglichen. In einem ersten Vergleich wurden Belastungs- und Beanspruchungskenngrößen aller Versuchsreihen mit den in den vier beteiligten Unternehmen durchgeführten Soll-Zustands-Analysen verglichen. Abbildung 66 (siehe Seite 130) zeigt die Ergebnisse der Herz-Kreislauf-Beanspruchung.

Unabhängig von der Körperhaltung wird deutlich, dass die Herz-Kreislauf-Beanspruchung an den neu gestalteten Arbeitsplätzen deutlich geringer ist als an den Arbeitsplätzen im Ist-Zustand. Da zwischen den gemessenen Hand-Arm-Beschleunigungen an alten und neuen Arbeitsplätzen keine signifikanten Unterschiede zu erkennen sind und auch Einflüsse aus der zeitlichen Dauer der Belastung nicht erkennbar waren, ist es sehr wahrscheinlich, dass diese deutliche Verringerung der Beanspruchung im direkten Zusammenhang mit der Gestaltung der Arbeitsplätze steht.



Abbildung 66:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der Arbeits-Herzschlagfrequenz (AHSF) Ist-Zustand zu Soll-Zustand (alle Untersuchungen)



Der Vergleich der Muskelbeanspruchung liefert weitere Informationen über die beanspruchungsverringemde Wirkung der veränderten Arbeitssituation. In Abbildung 67 (siehe Seite 131) ist die Beanspruchung des Fingerbeugers dargestellt.

Auffällig ist die deutlich erkennbare geringere Anspannung dieser Muskelgruppe, die am umgestalteten Arbeitsplatz im Stehen nochmals weiter reduziert wird. Neben der günstigeren Körperhaltung im Sitzen und Stehen schaffen verbesserte Zugriffsmöglichkeiten Entlastungen, die sich auch auf die Muskelgruppe der Fingerbeuger auswirken.

Ähnliche, noch deutlicher erkennbare Wirkungen treten bei der Aktivität des vorderen Teils des Armhebers auf (Abbildung 68, siehe Seite 131). Dieser Muskel wird durch die Armabstützungsmöglichkeiten des neuen Arbeitsplatzes stark entlastet, was für die sitzende und stehende Körperhaltung erkennbar ist.



Abbildung 67:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Fingerbeuger Ist-Zustand zu Soll-Zustand (alle Untersuchungen)

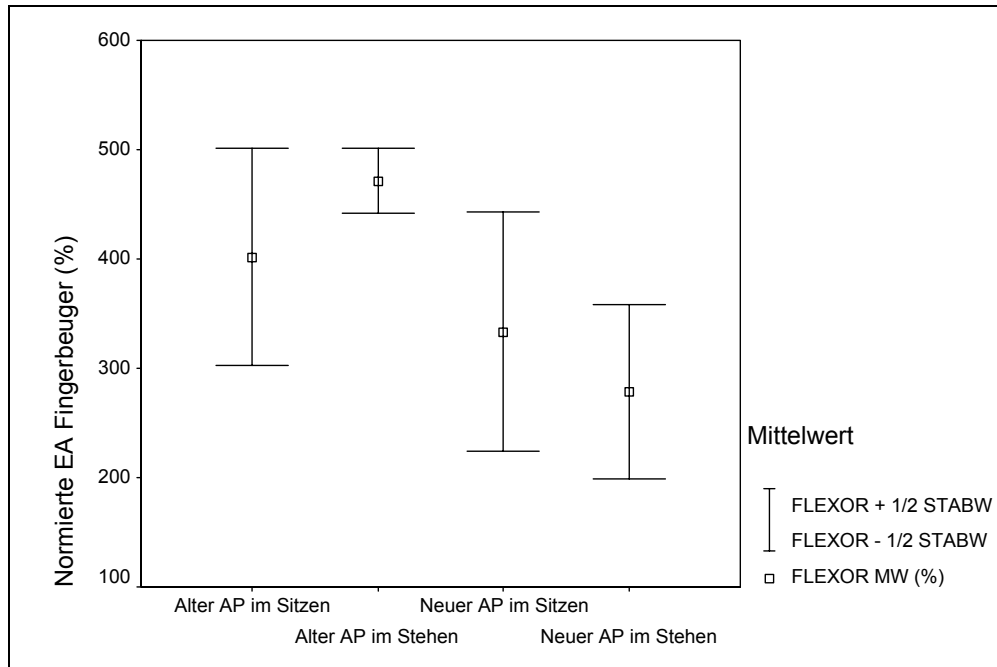
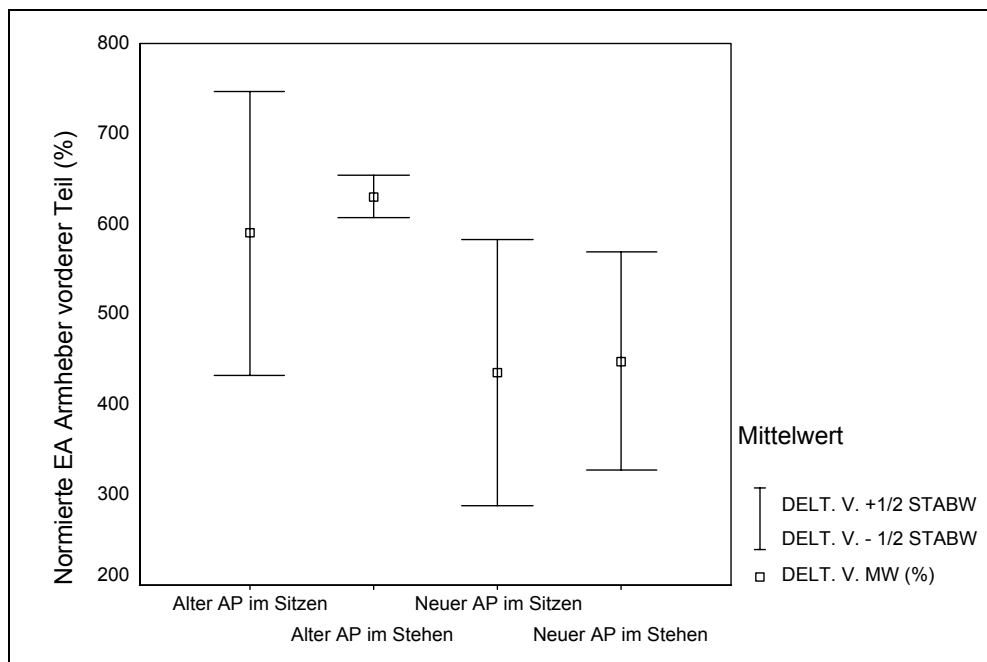


Abbildung 68:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armheber (vorderer Teil) Ist-Zustand zu Soll-Zustand (alle Untersuchungen)





Der seitliche Teil des Armhebers zeigt ein anderes Verhalten. Wie in Abbildung 69 dargestellt, ist die Muskelaktivität am neuen Arbeitsplatz in sitzender Körperhaltung höher als am alten Arbeitsplatz in sitzender Körperhaltung. Neben der Zunahme der mittleren Aktivität ist auch eine Zunahme der Streuung erkennbar. In stehender Körperhaltung zeigt sich am neuen Arbeitsplatz eine leichte Reduzierung gegenüber der Beanspruchung am alten Arbeitsplatz. Das Stehen am neuen Arbeitsplatz beansprucht diese Muskelgruppe etwas geringer als das Sitzen am neuen Arbeitsplatz.

Die Beanspruchung des Schulterhebers wird durch die Veränderungen des Arbeitsplatzes körperhaltungsbezogen sehr unterschiedlich beeinflusst (Abbildung 70, siehe Seite 133). In sitzender Körperhaltung entlastet der neue Arbeitsplatz diese Muskelgruppe, da er verbesserte Abstützmöglichkeiten schafft und die Rückenbeugung verringert. In stehender Körperhaltung weist diese Muskelgruppe am neuen Arbeitsplatz die höchsten Aktivitäten auf.

Abbildung 69:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armhebers (seitlicher Teil) Ist-Zustand zu Soll-Zustand (alle Untersuchungen)

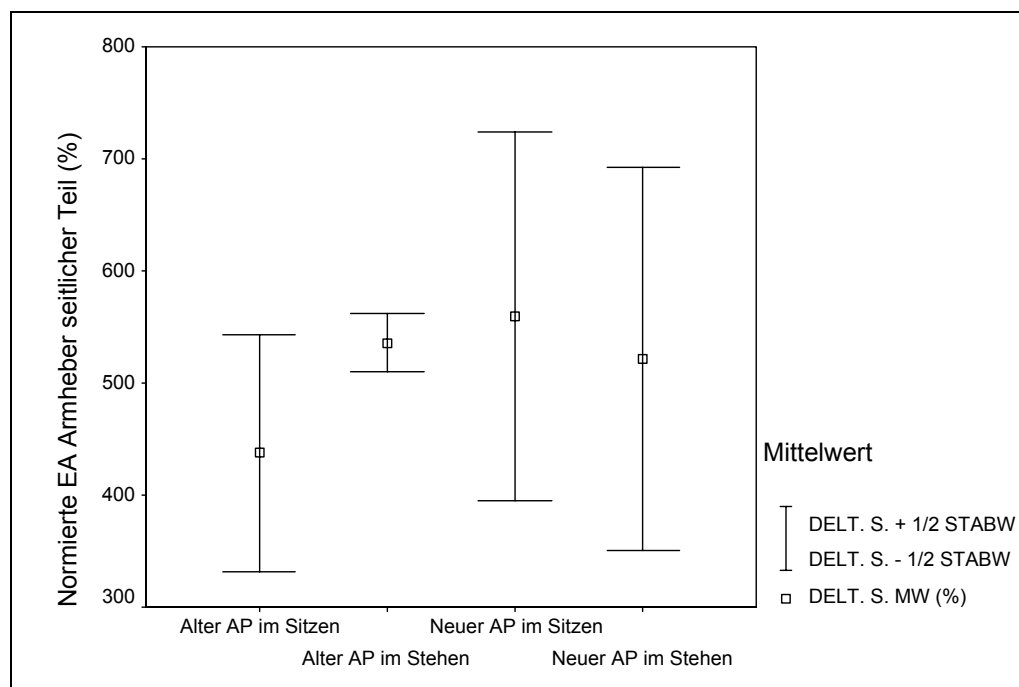
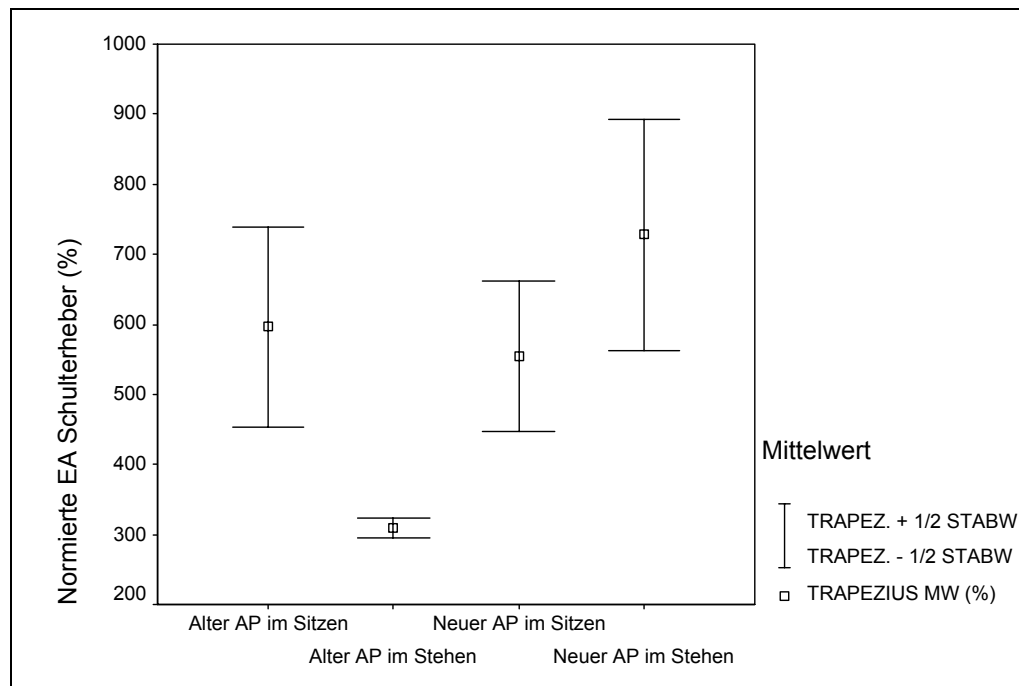




Abbildung 70:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Schulterhebers Ist-Zustand zu Soll-Zustand (alle Untersuchungen)



Eine mögliche Erklärung dafür ist die am neuen Arbeitsplatz vorhandene Möglichkeit, im Stehen die Oberarme auf der Armablage abzustützen und so einen Teil des Körpergewichtes direkt in den Arbeitstisch abzuleiten. Damit verbunden ist eine wesentliche Entlastung der Rumpf-, Bein- und Fußmuskulatur, die bei stehender Körperhaltung und gleichzeitiger Betätigung der Fußbedieneinheit naturgemäß stark gefordert wird.

3.9.2 Beanspruchung im firmenspezifischen Vergleich (Berger, Lowa, Klotz und Steiff)

Reduziert man die bisher dargestellten Ergebnisse auf den Vergleich der in den Firmen Berger, Klotz, Lowa und Steiff erhaltenen Ergebnisse, so bestätigen sich die bisher erkannten Tendenzen. Da in diesen Unternehmen im Ist-Zustand keine Steharbeitsplätze vorhanden waren, entfällt diese Kategorie bei der Auswertung.



Die mittlere Versuchsdauer unterscheidet sich bei diesen Versuchen. Sie betrug an den bisherigen Arbeitsplätzen durchschnittlich 70 Minuten, an den umgestalteten neuen Plätzen in sitzender Körperhaltung 42, in stehender Körperhaltung 64 Minuten. Die mittleren Armbeschleunigungen liegen an den bisherigen Arbeitsplätzen etwa 20 % über dem Niveau der an den umgestalteten Arbeitsplätzen gemessenen Werte. Die Streuungen der Armbeschleunigungen weisen keine signifikanten Unterschiede auf.

Wie erwartet, bestätigen auch die Ergebnisse des Einzelvergleichs der Unternehmen Berger, Lowa, Klotz und Steiff die These, dass die untersuchten Tätigkeiten an den neu gestalteten Arbeitsplätzen mit geringeren Beanspruchungen ausgeführt werden konnten als an den konventionell gestalteten Arbeitsplätzen. Interessant ist, dass auch dieser firmenübergreifende Vergleich unterschiedlicher Nähtätigkeiten klare Hinweise für die beanspruchungsreduzierende Wirkung der Umgestaltung des bisherigen Näharbeitsplatzes ergibt. Die Abnahme der Arbeits-Herzschlagfrequenz um im Durchschnitt 21,5 % (Abbildung 71, siehe Seite 135) am umgestalteten Arbeitsplatz im Sitzen kann allein aus dem Unterschied der gemessenen Armbeschleunigung heraus nicht erklärt werden. Auch die durchschnittlich geringere Versuchsdauer an den neuen Arbeitsplätzen erklärt die gefundene Beanspruchungsreduzierung nicht, zumal an den neuen Arbeitsplätzen der mittlere gemessene Ermüdungsanstieg der Herzschlagfrequenz um 29 % niedriger war, als an den Arbeitsplätzen im Ist-Zustand.

Durch die Zunahme der statischen Haltungsarbeit kommt es in stehender Körperhaltung zu einer erwarteten Erhöhung der Gesamtbeanspruchung des Körpers im Vergleich zur sitzenden Körperhaltung, was die Erhöhung der Arbeits-Herzschlagfrequenz um durchschnittlich 11,2 Schläge/min bestätigt.

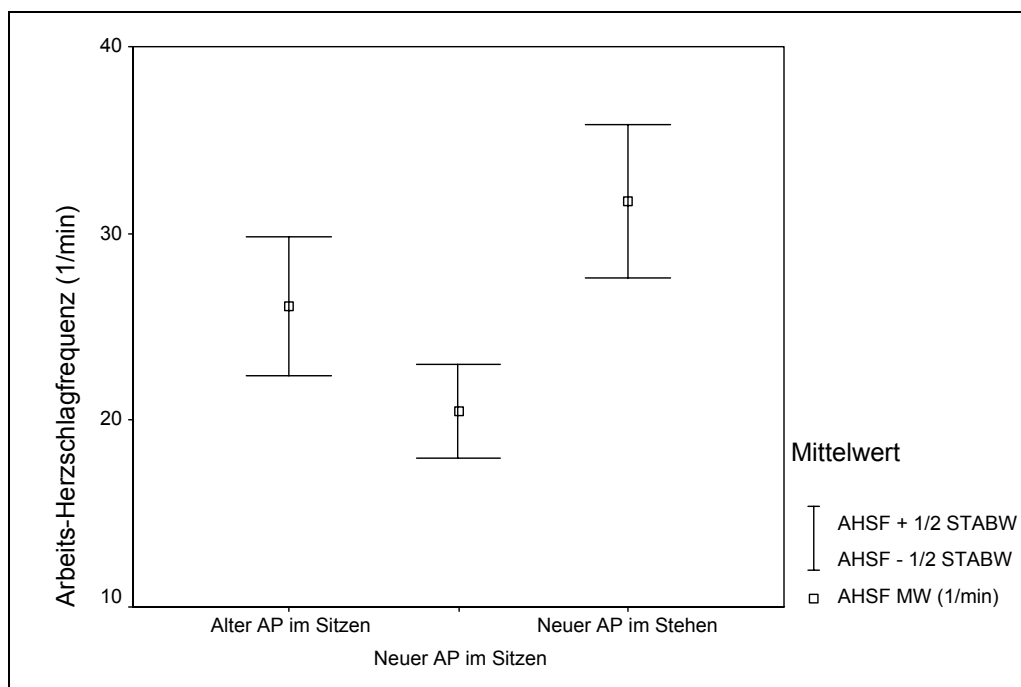
Auch im zeitlichen Verhalten der Herzschlagfrequenz zeigen sich zwischen Sitzen und Stehen die entsprechenden Unterschiede. Der „Ermüdungsanstieg“ nimmt als Reaktion auf die zunehmende statische Belastung in stehender Körperhaltung im Durchschnitt um 32 % zu.

Die im Hand-Arm-Schulter-Bereich untersuchte Muskulatur reagiert unterschiedlich. Die muskuläre Beanspruchung zeigt beim Vergleich zwischen Sitzen am alten und am



neuen Arbeitsplatz bei allen Muskeln, außer dem Armbeuger und dem seitlichen Teil des Armhebers, eine geringere Beanspruchung am neuen Arbeitsplatz.

Abbildung 71:
Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der Arbeits-Herzschlagfrequenz (AHSF) zwischen Ist- und Soll-Zustand (Untersuchungen Berger, Klotz, Lowa und Steiff)



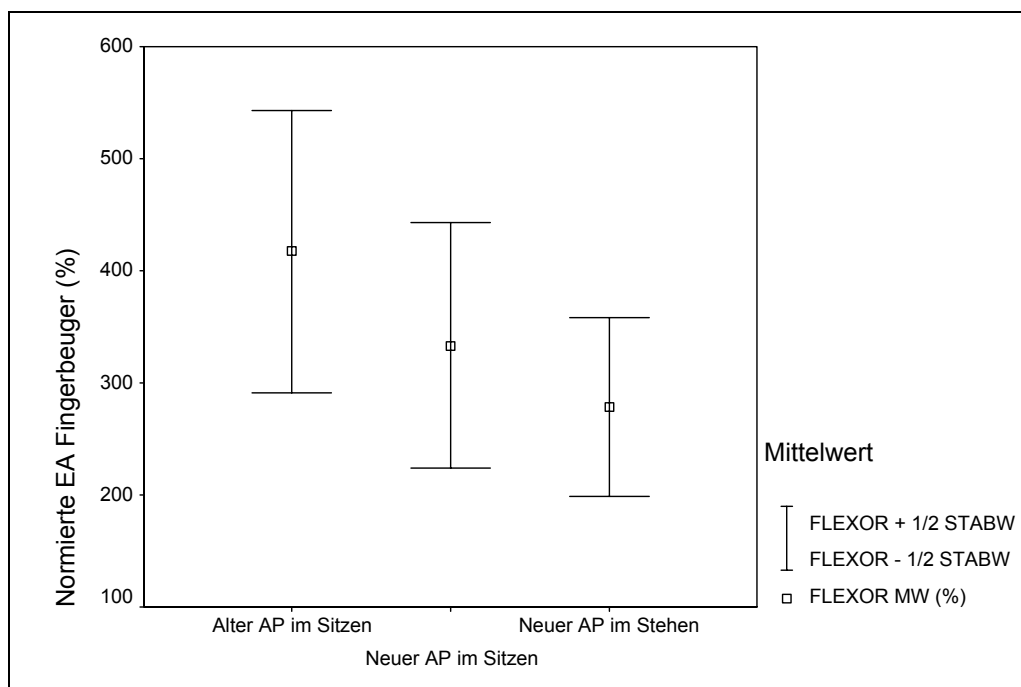
Geringere muskuläre Beanspruchungen beim Fingerbeuger (Abbildung 72, siehe Seite 136) können durch die infolge der Abstützung veränderte Arm- und Handhaltung mit beeinflusst worden sein. Diese beanspruchungsreduzierende Wirkung zeigt sich fast in der gleichen Größenordnung auch bei stehender Körperhaltung am umgestalteten Arbeitsplatz.

Diese weitgehend körperhaltungsunabhängige Reaktion lässt darauf schließen, dass die am neuen Arbeitsplatz vorhandenen verbesserten Anpassungs- und Abstützungsmöglichkeiten zu einem optimierten Einsatz dieser Muskelgruppe beigetragen haben. Sie verdeutlichen auch, dass unterschiedliche Hand-Arm-Beschleunigungen (zwischen



Sitzen neu und Stehen neu) nur geringfügige Einflüsse auf die Muskelbeanspruchung haben.

Abbildung 72:
Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Fingerbeugers zwischen Ist- und Soll-Zustand (Untersuchungen Berger, Klotz, Lova und Steiff)



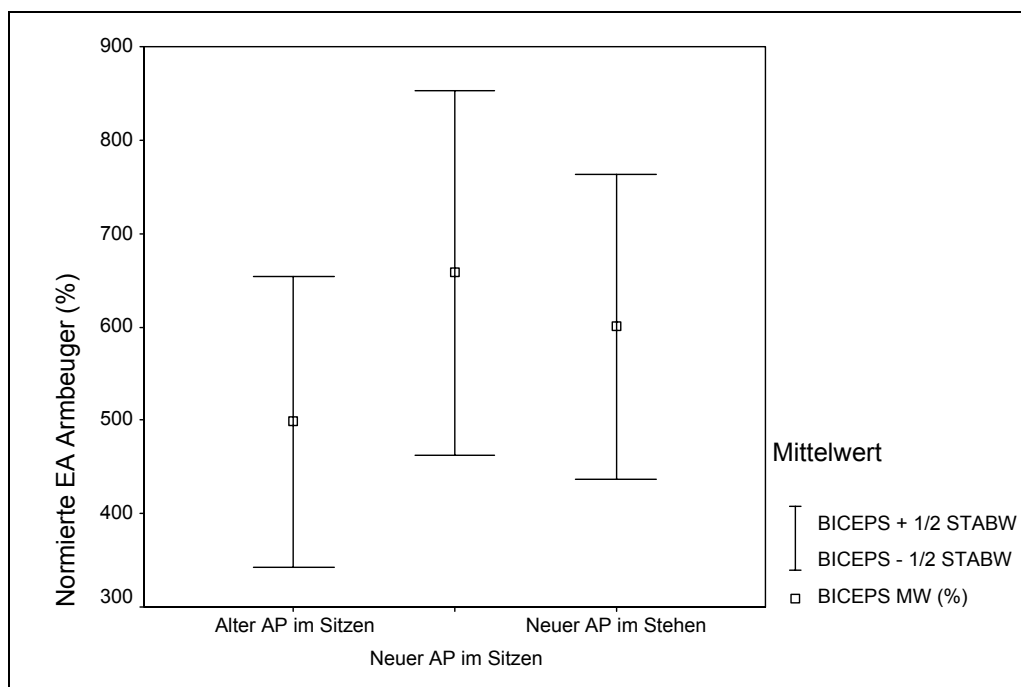
Der bei der dynamischen Aktivität der Armbewegung beim Nähen aktivierte Armbeuger wird am neuen Arbeitsplatz etwas höher beansprucht als am bisherigen Arbeitsplatz (Abbildung 73, siehe Seite 137). Auch die Streuung der Messwerte ist am neuen Arbeitsplatz etwas höher als am bisherigen Arbeitsplatz. Am neuen Arbeitsplatz nimmt die Muskelbeanspruchung in stehender Körperhaltung im Vergleich zur sitzenden Körperhaltung wieder etwas ab. Eine ähnlich starke Zunahme der Muskelaktivität in stehender Körperhaltung zeigt nur noch der Armheber im seitlichen Teil (Abbildung 69, Seite 132). Eine Erklärung für dieses Verhalten könnte sein, dass die Arbeitspersonen am Steharbeitsplatz die vorhandenen Armstützen verwendet haben, um einen Teil ihres Körpergewichtes abzustützen, mit dem Ziel, die Rumpf-, Bein- und Fußmuskulatur zu entlasten. Zur Übertragung der entsprechenden Kräfte muss auch der



Armbeugemuskel verwendet werden, was, ähnlich wie bei der Armhebemuskulatur, die hohe Aktivität in stehender Körperhaltung am neuen Platz erklären könnte.

Abbildung 73:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armbeugers zwischen Ist- und Soll-Zustand (Untersuchungen Berger, Klotz, Lova und Steiff)



Die stark reduzierte Beanspruchung im vorderen Teil des Armhebers (Abbildung 74, siehe Seite 138) ist direkt mit der verbesserten Abstützung durch die Armstütze in Zusammenhang zu bringen. Der damit reduzierte Halteaufwand für Ober- und Unterarm zeigt sich klar in einer reduzierten Aktivität dieser Muskulatur. Die gleiche Auswirkung lässt sich auch in stehender Körperhaltung beobachten. In beiden Fällen wurden die Streuungen der Muskelaktivität durch die Verwendung der Abstützflächen am neuen Arbeitsplatz deutlich reduziert.

Besonders bemerkenswert ist die deutliche Reduzierung der Beanspruchung durch Armauflagen am neu gestalteten Arbeitsplatz im Sitzen bei der Schulterhebemuskulatur (Abbildung 75, siehe Seite 139). Dieser Zusammenhang war beim Vergleich aller



Untersuchungen des Ist-Zustandes mit dem Soll-Zustand (siehe Abschnitt 3.9.1) nicht so eindeutig erkennbar. Verringerte statische Haltungsarbeit zeigt hier ihre positiven Auswirkungen. Der Schulterheber ist im Sitzen deutlich geringer angespannt, weil die Armstütze jetzt einen Teil des Armgewichtes aufnimmt und so die Schultermuskulatur entlastet.

Durch die stehende Körperhaltung werden dagegen deutliche Beanspruchungserhöhungen bewirkt. Ursächlich dafür verantwortlich ist die unbewusste Anspannung von Schultergürtelmuskeln mit dem Bestreben, die Rumpf-, Bein- und Fußmuskulatur von statischer Haltungsarbeit zu entlasten. Die Fußbetätigung, die bei kontinuierlicher Nähtätigkeit eine hohe statische Belastung für das entsprechend aktive Bein bedeutet, wirkt sich hier besonders erschwerend aus. Gerade dieses Ergebnis zeigt, dass der Einsatz des umgestalteten Arbeitsplatzes ausschließlich für stehende Körperhaltung nicht angebracht ist.

Abbildung 74:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armhebers (vorderer Teil) zwischen Ist- und Soll-Zustand (Untersuchungen Berger, Klotz, Lowa und Steiff)

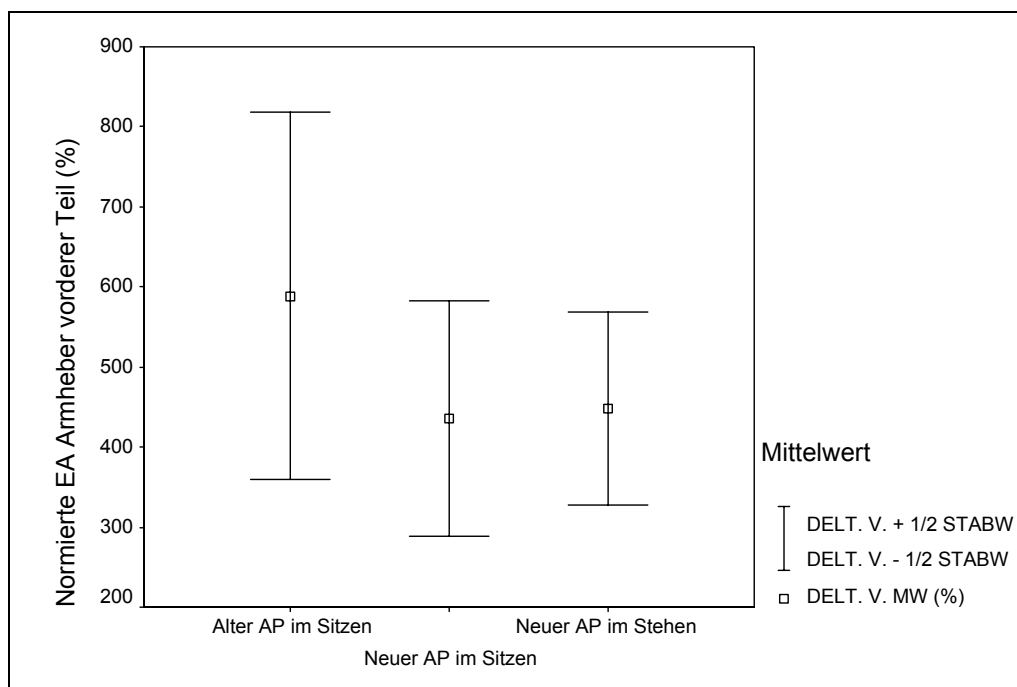
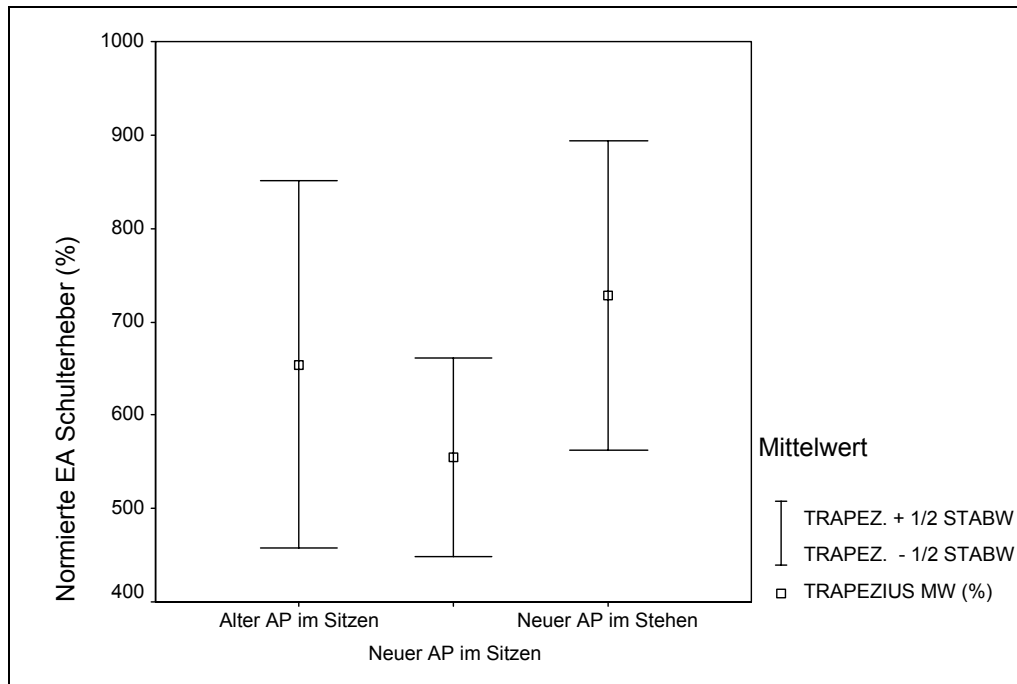




Abbildung 75:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Schulterhebers zwischen Ist- und Soll-Zustand (Untersuchungen Berger, Klotz, Lova und Steiff)



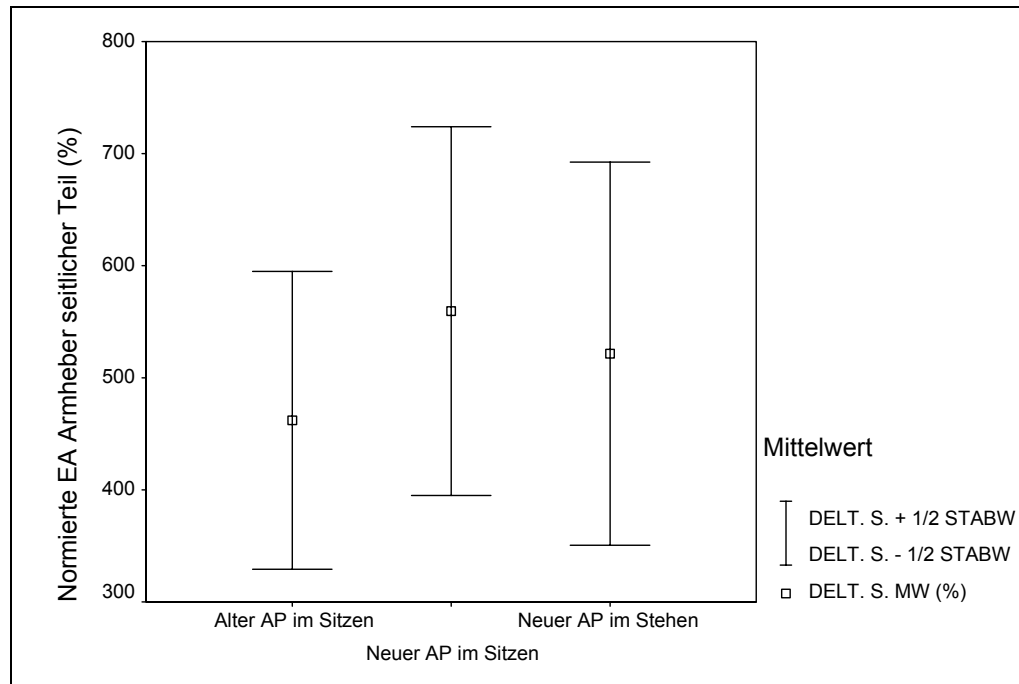
Ein weiterer Muskel, der eine höhere Beanspruchung am neu gestalteten Arbeitsplatz im Sitzen erkennen lässt, ist der seitliche Teil des Armhebers (Abbildung 76, siehe Seite 140). Diese etwas höhere Beanspruchung in diesem Teil der Armmuskulatur hat wahrscheinlich etwas mit der noch nicht optimalen Anpassung des Neigungswinkels der Armabstützung, der eingestellten Arbeitshöhe und den daraus resultierenden Bewegungsabläufen der Arbeitspersonen zu tun. In stehender Körperhaltung reduziert sich die Beanspruchung wieder etwas, ohne jedoch die niedrigeren Werte am Arbeitsplatz im Ausgangszustand zu erreichen.

Durchgängig zeigt sich somit die positive beanspruchungsreduzierende Wirkung der neu konzipierten Arbeitsplätze. Da in den vier Unternehmen in jedem Fall gleichartige Tätigkeiten mit den gleichen Arbeitspersonen unter gleichen Umgebungsbedingungen untersucht werden konnten, ist es sehr wahrscheinlich, dass die Beanspruchungsunterschiede unmittelbar aus der veränderten Arbeitssituation herrühren.



Abbildung 76:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armhebers (seitlicher Teil) zwischen Ist- und Soll-Zustand (Untersuchungen Berger, Klotz, Lowa und Steiff)



Um diese Erkenntnisse weiter zu vertiefen, wird die Analyse der Beanspruchungsdaten bis auf die Ebene der einzelnen Mitarbeiterin innerhalb der vier Unternehmen ausgeweitet.

3.9.3 Beanspruchung in der Fa. Berger

Der Vergleich der Beanspruchungen bei den Untersuchungen in der Fa. Berger ließ deutliche Unterschiede zwischen den Bedingungen „Sitzen am alten Arbeitsplatz“ und „Sitzen und Stehen am neuen Arbeitsplatz“ erkennen.

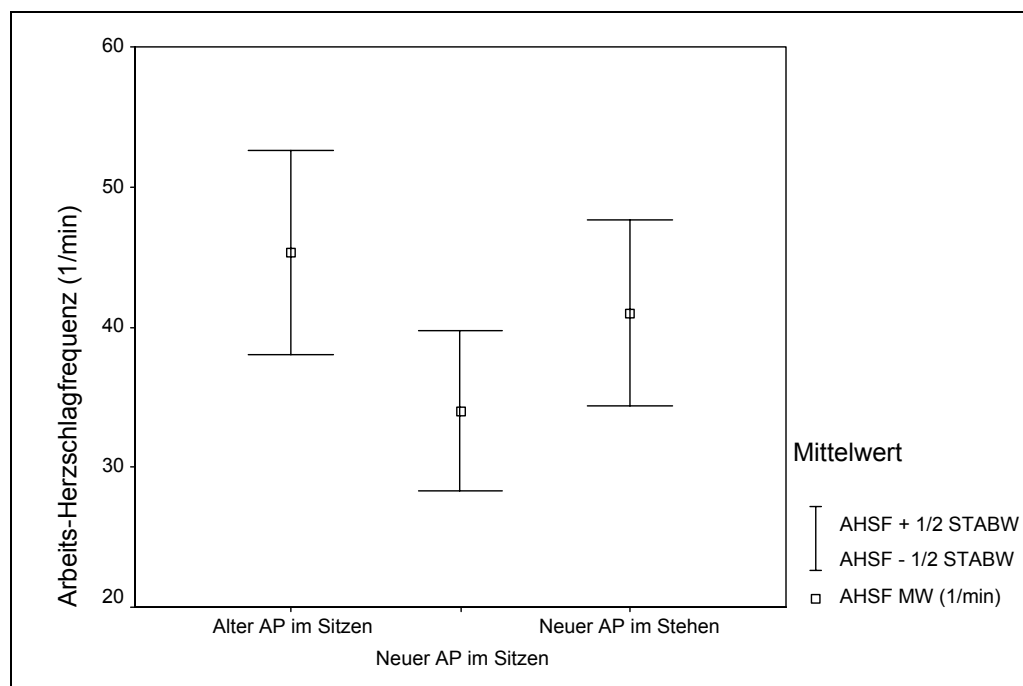
Wie Abbildung 77 (siehe Seite 141) zeigt, liegt die mittlere Arbeits-Herzschlagfrequenz am neuen Arbeitsplatz im Sitzen um 11 Schläge/min niedriger, als am bisherigen Arbeitsplatz. Die mittleren Armbeschleunigungen beider Versuchsreihen sind annähernd gleich, die mittlere Dauer war bei den Versuchen am neuen Arbeitsplatz deutlich geringer. Bei den Versuchen am neuen Arbeitsplatz war keine zeitabhängige



Veränderung der Herzschlagfrequenz erkennbar, bei den Versuchen am alten Arbeitsplatz lag diese bei 0,03 Schläge/min². Die am neuen Arbeitsplatz erhaltenen Werte liegen unterhalb der als Dauerbeanspruchungsgrenze bekannten Größe von ca. 35 Schlägen/min.

Der Vergleich zwischen dem alten Arbeitsplatz im Sitzen und dem neuen Arbeitsplatz in stehender Körperhaltung lässt erkennen, dass die verbesserte Arbeitsgestaltung auch in diesem Fall zu einer Reduzierung der Beanspruchung geführt hat. Bei gleicher Handbeschleunigung und etwa gleicher Versuchsdauer liegt die mittlere Arbeits-Herzschlagfrequenz am neuen Arbeitsplatz im Stehen um 4 Schläge/min niedriger als am alten Arbeitsplatz im Sitzen.

Abbildung 77:
Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der Arbeits-Herzschlagfrequenz (AHSF) zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Berger)



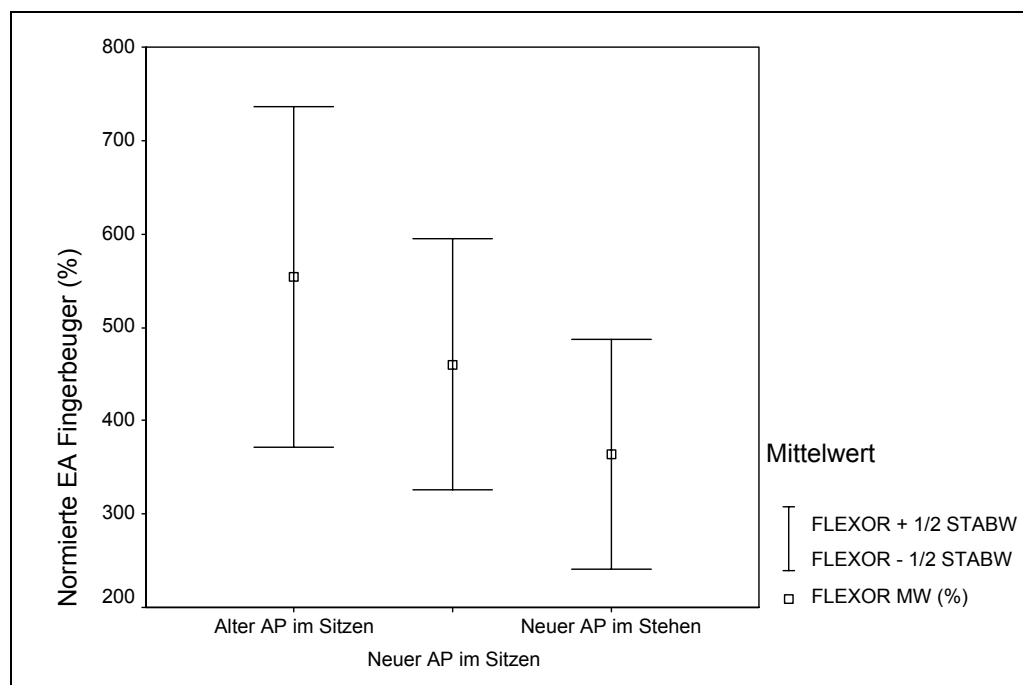
Diese positiven Auswirkungen der Gestaltung des Arbeitsplatzes ließen sich auch bei der Analyse der Muskelbeanspruchung zeigen. Die Beanspruchung im Bereich der Fingerbeugemuskulatur liegt am neuen Arbeitsplatz im Sitzen und Stehen deutlich



unter der Beanspruchung am bisherigen Arbeitsplatz (Abbildung 78). Diese signifikant verringerten Muskelaktivitäten zeigen, dass die verbesserte Anpassung geringere Kraft- und Bewegungsaufwendungen zur Folge haben muss. Die geringere Streuung der Messwerte am neuen Platz in sitzender Körperhaltung zeigt die Wirkungen der Armablagemöglichkeiten am Arbeitstisch.

Abbildung 78:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Fingerbeugers zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Berger)



Auch der Armheber im vorderen Teil (Abbildung 79, siehe Seite 143) zeigt ein ähnliches Verhalten. Bei dieser Muskelgruppe reduziert sich die Beanspruchung am neuen Arbeitsplatz im Sitzen deutlich, zwischen Sitzen am alten Arbeitsplatz und Stehen am neuen Arbeitsplatz sind die Unterschiede gering. Die verbesserten Anpassungsmöglichkeiten zeigen sich auch beim Vergleich der Armhebemuskulatur in seitlicher Richtung. Hier werden die günstigsten Beanspruchungswerte in sitzender Körperhaltung am neuen Arbeitsplatz gemessen, wobei eine deutliche Abnahme der Aktivität auch im Vergleich „Sitzen alt“ und „Stehen“ auftritt (Abbildung 80, siehe Seite 143).



Abbildung 79:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armhebers (vorderer Teil) zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Berger)

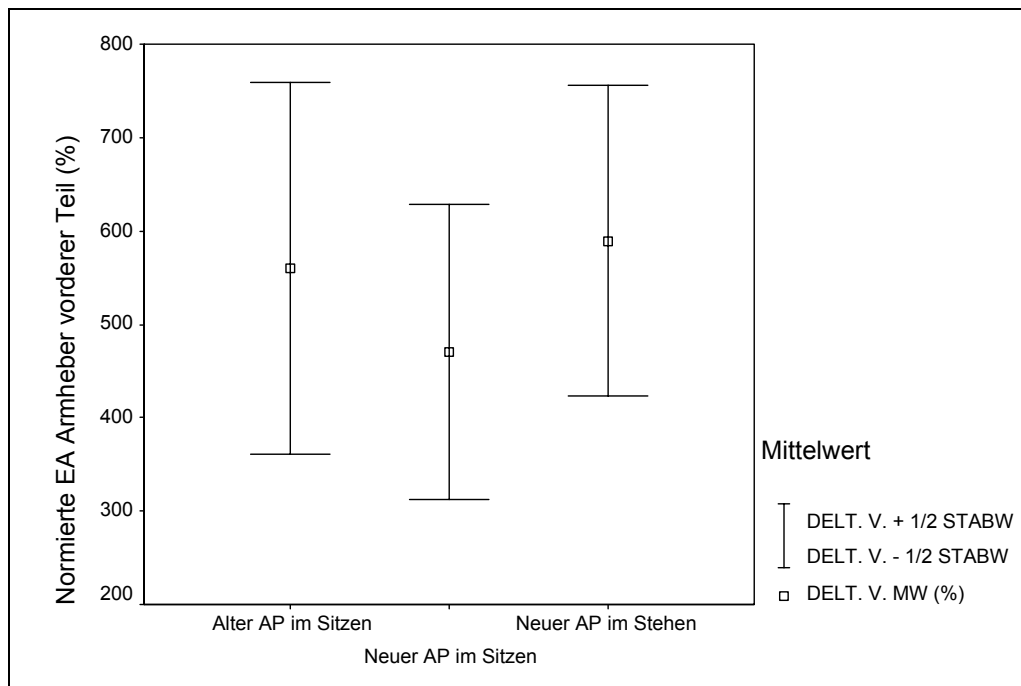
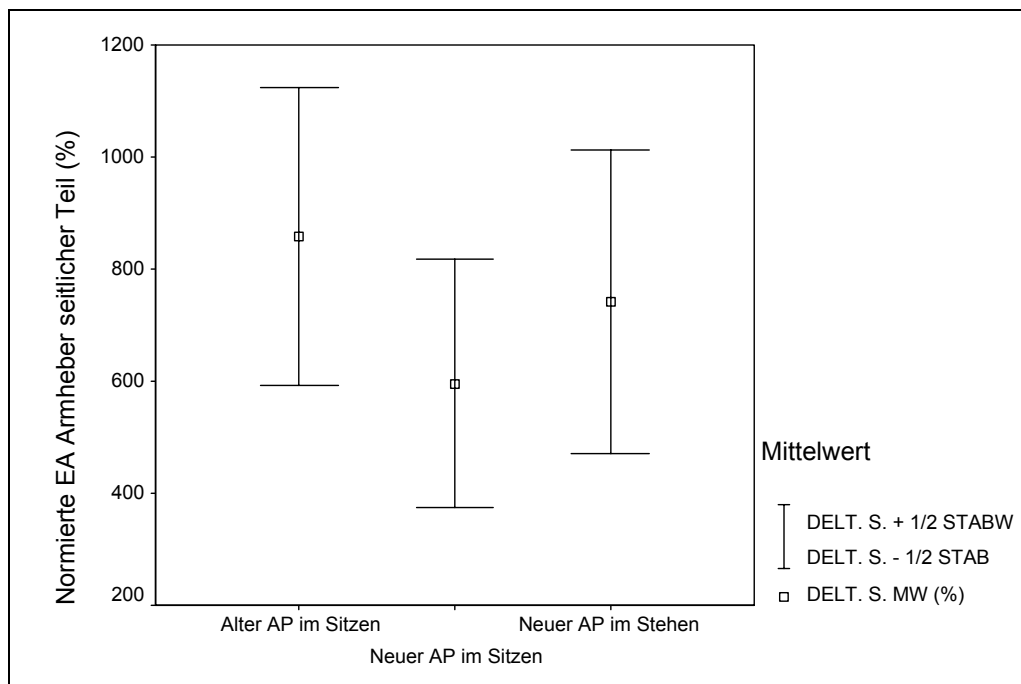


Abbildung 80:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armhebers (seitlicher Teil) zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Berger)





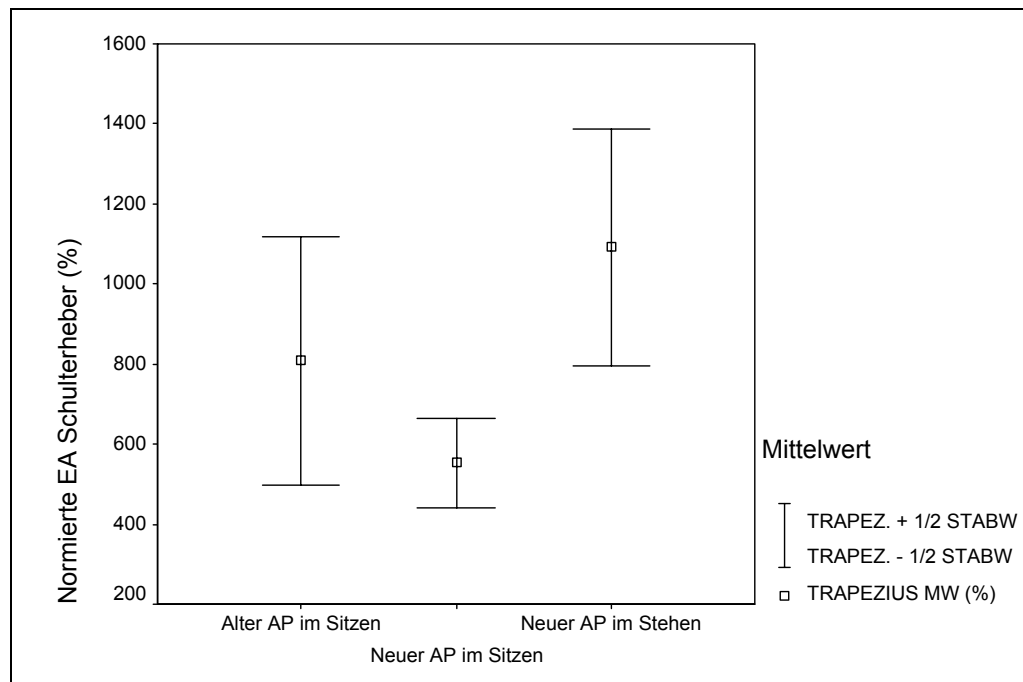
Ursachen für diese deutliche Verbesserung des Beanspruchungsgeschehens sind die Veränderungsmöglichkeiten der Arbeitshöhe durch die Tischhöhenverstellung und die Reduzierung von Belastungen durch die erweiterten Armauflageflächen, die sich bei den bei dieser Tätigkeit bewegten Gewichten entsprechend deutlich auswirken.

Die Schulterhebemuskulatur zeigt sehr deutliche Beanspruchungsunterschiede zwischen dem alten und neuen Arbeitsplatz im Sitzen. Die Messwerte unterscheiden sich in Mittelwert und Streuung stark voneinander (Abbildung 81).

Bei der Arbeitsausführung im Stehen wird die Schultermuskulatur stärker aktiviert als im Sitzen, was teilweise auch mit der noch nicht optimalen Anpassung des Kniebetätigungselementes zu tun haben kann.

Abbildung 81:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Schulterhebers zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Berger)

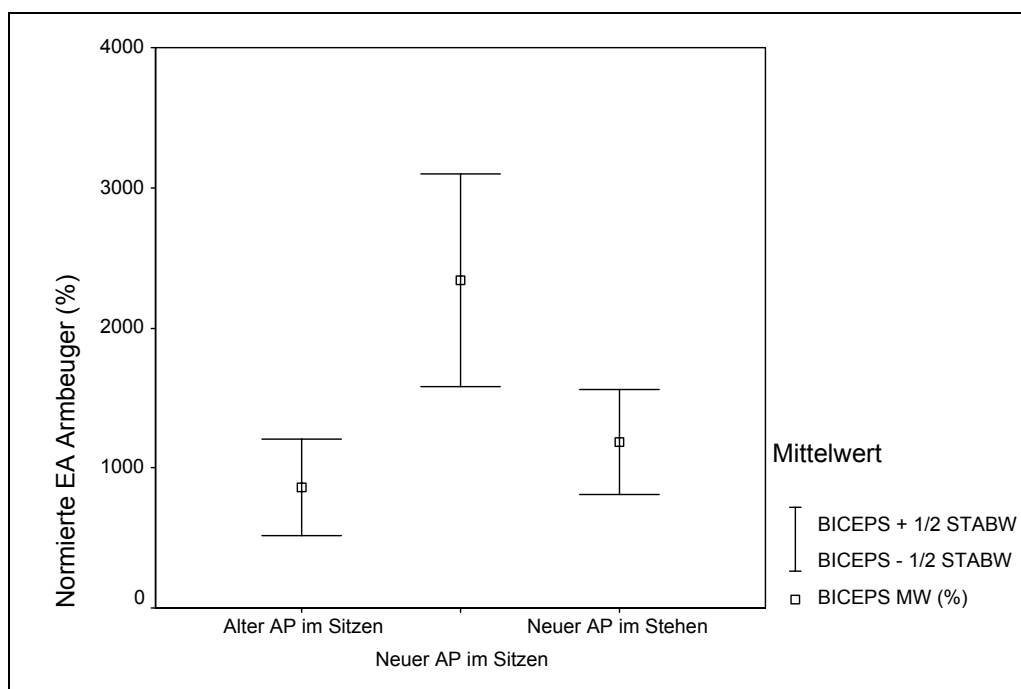


Die muskuläre Aktivität des Armbeugers ist bei der Fa. Berger generell auf einem hohen Niveau (Abbildung 82, siehe Seite 145). Dieser Muskel, der besonders während der schweren Nebentätigkeiten (Umdrehen, Falten, Transportieren der Zelte)



eingesetzt wird, ist beim neuen Gestaltungszustand im Sitzen deutlich stärker aktiviert als am bisherigen Arbeitsplatz. Eine Erklärung dafür ist die von den Arbeitspersonen teilweise unterlassene Höhenveränderung des Arbeitstisches bei diesen Nebentätigkeiten. Die für die Nähtätigkeit günstige Arbeitshöhe ist für die Nebentätigkeiten nicht in jedem Fall ideal, aufgrund fehlender Erfahrung mit dem neuen Arbeitsplatz konnten noch nicht alle Verstellmöglichkeiten genutzt werden. Auch die Verwendung der Stützflächen im Stehen, um einen Teil des Körpergewichtes aufzunehmen, lässt sich als Erklärung anführen.

Abbildung 82:
Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armbeuger zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Berger)



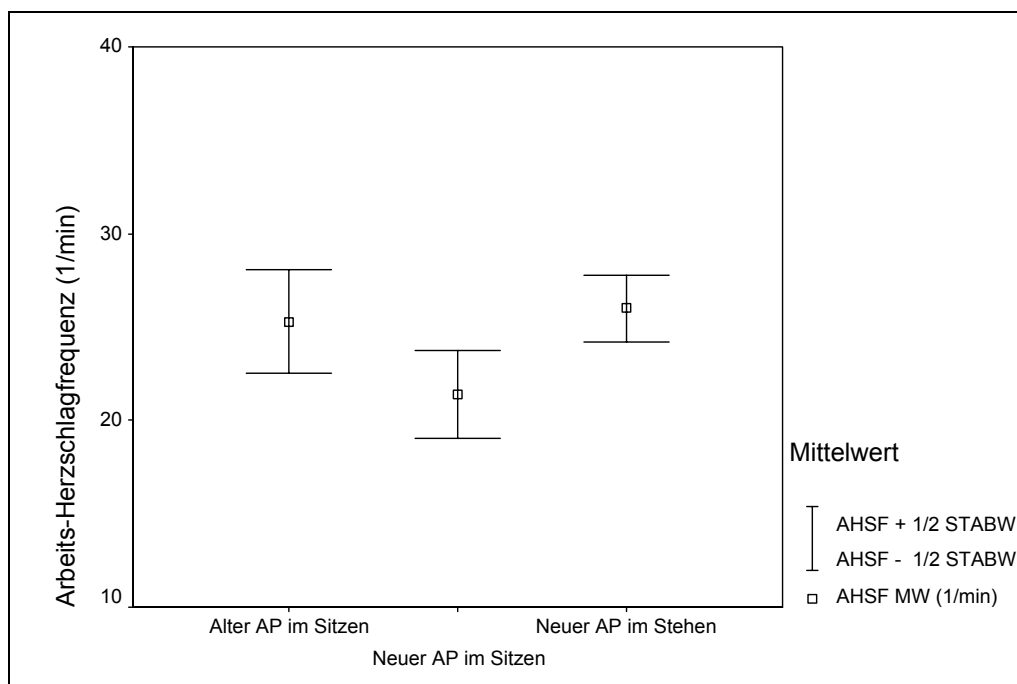
Trotz dieser geschilderten Anpassprobleme zeigt die spezifische Auswertung der Daten der Fa. Berger ganz eindeutig, dass der neue Arbeitsplatz große Verbesserungspotenziale beinhaltet, die auch nach der recht kurzen Einarbeitungszeit von den Arbeitspersonen genutzt wurden.



3.9.4 Beanspruchung in der Fa. Klotz

Wie Abbildung 83 zeigt, liegt die mittlere Arbeits-Herzschlagfrequenz am neuen Arbeitsplatz im Sitzen um 4 Schläge/min niedriger als am bisherigen Arbeitsplatz. Die mittlere Versuchsdauer war am neuen Arbeitsplatz etwas höher als am alten Arbeitsplatz, die mittlere Armbeschleunigung am neuen Arbeitsplatz geringer als am alten Arbeitsplatz. Bei den Versuchen am neuen Arbeitsplatz war keine zeitabhängige Veränderung der Herzschlagfrequenz erkennbar, bei den Versuchen am alten Arbeitsplatz lag diese im Mittel bei 0,032 Schläge/min². Alle gemessenen Werte liegen weit unterhalb der als Dauerbeanspruchungsgrenze bekannten Größe von ca. 35 Schlägen/min.

Abbildung 83:
Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der Arbeits-Herzschlagfrequenz (AHSF) zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Klotz)



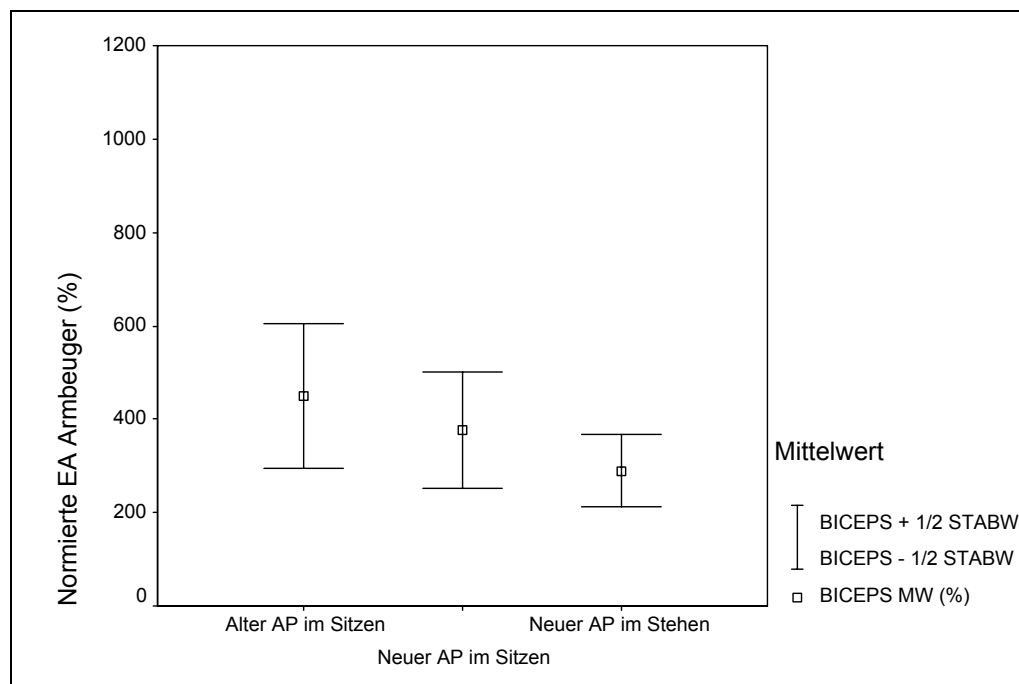
Der Vergleich zwischen dem alten Arbeitsplatz im Sitzen und dem neuen Arbeitsplatz in stehender Körperhaltung lässt erkennen, dass die verbesserte Arbeitsgestaltung in diesem Fall nur zu einer sehr geringfügigen Zunahme der Beanspruchung geführt hat.



Bei etwas geringerer Handbeschleunigung und kürzerer Versuchsdauer liegt die mittlere Arbeits-Herzschlagfrequenz am neuen Arbeitsplatz im Stehen nur um 1 Schlag/min höher als am alten Arbeitsplatz im Sitzen.

Die Beanspruchung des Armbeugemuskels ist am neuen Arbeitsplatz im Sitzen und vergleichsweise auch am neuen Arbeitsplatz in stehender Körperhaltung deutlich niedriger als bei der bisherigen Tätigkeit am alten, nicht höhenanpassbaren Arbeitsplatz (Abbildung 84). Gerade im Vergleich zur Fa. Berger ist der Armbeuger bei der Fa. Klotz vergleichsweise gering aktiviert.

Abbildung 84:
Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armbeugers zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Klotz)

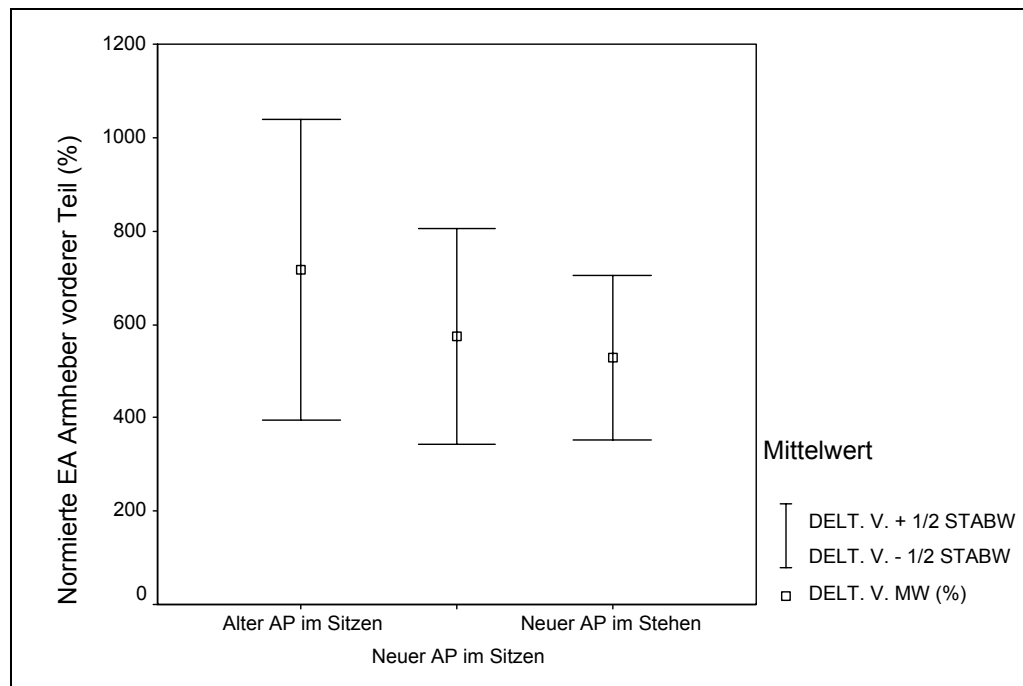


Auch der Armheber im vorderen Teil (Abbildung 85, siehe Seite 148) zeigt ein ähnliches Verhalten. Bei dieser Muskelgruppe reduziert sich die Beanspruchung am neuen Arbeitsplatz im Sitzen deutlich. Die stehende Körperhaltung am neuen Arbeitsplatz bewirkt eine weitere Reduzierung der Beanspruchung mit gleichzeitig weiter reduzierter Streuung der Werte.



Abbildung 85:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armhebers (vorderer Teil) zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Klotz)



Ein ähnliches, im Wesentlichen aus der verbesserten Abstütmöglichkeit der Arme erklärbares Verhalten der Beanspruchung zeigt auch der Schulterheber (Abbildung 86, siehe Seite 149).

Während hier die Beanspruchungsunterschiede zwischen Sitzen am alten und neuen Arbeitsplatz deutlich zu erkennen sind, ist am neuen Arbeitsplatz zwischen Sitzen und Stehen kein Unterschied messbar.

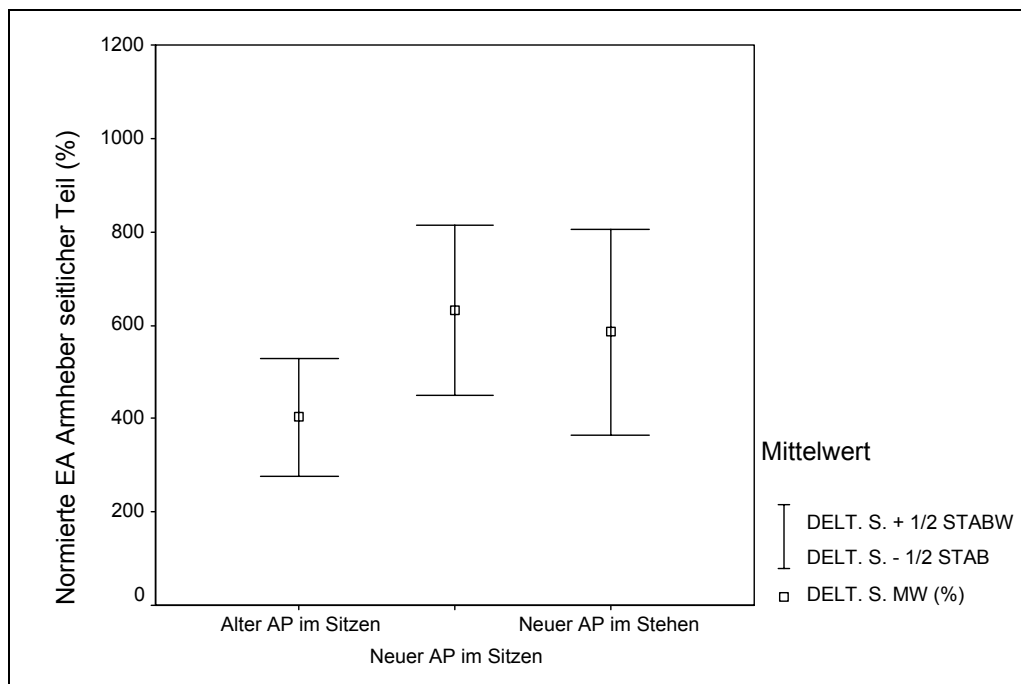
Im Gegensatz zu den Untersuchungen bei der Fa. Berger wird bei der Fa. Klotz der Armheber im seitlichen Teil am neuen Arbeitsplatz stärker beansprucht als am bisherigen Arbeitsplatz (Abbildung 87, siehe Seite 149). Dass diese Zunahme der Beanspruchung direkt mit der veränderten Körperhaltung am neuen Arbeitsplatz zusammenhängt, ist sehr wahrscheinlich.



Abbildung 86:
 Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Schulterhebers zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Klotz)



Abbildung 87:
 Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armhebers (seitlicher Teil) zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Klotz)





Im Gesamtvergleich zeigt sich, wie bei der Fa. Berger, dass der neue Arbeitsplatz bei der Fa. Klotz geringe Beanspruchung bei annähernd gleichen Leistungsbedingungen beinhaltet.

3.9.5 Beanspruchung in der Fa. Steiff

Auch bei der Fa. Steiff wurde, wie in allen Auswertungen vorher, zunächst das Verhalten der Arbeits-Herzschlagfrequenz untersucht. Wie Abbildung 88 (siehe Seite 151) zeigt, ist hier ein anderes Verhalten zu erkennen als bei den vorhergehenden Untersuchungsergebnissen. Die mittlere Arbeits-Herzschlagfrequenz am neuen Arbeitsplatz ist im Sitzen um 5 Schläge/min höher als am bisherigen Arbeitsplatz. Die mittlere Versuchsdauer war am neuen Arbeitsplatz etwas geringer als am alten Arbeitsplatz, die mittlere Armbeschleunigung am neuen und alten Arbeitsplatz gleich. Bei den Versuchen am neuen Arbeitsplatz war keine zeitabhängige Veränderung der Herzschlagfrequenz erkennbar, bei den Versuchen am alten Arbeitsplatz lag diese im Mittel bei 0,061 Schläge/min². Alle gemessenen Werte liegen unterhalb der als Dauerbeanspruchungsgrenze bekannten Größe von ca. 35 Schlägen/min.

Der Vergleich zwischen dem alten Arbeitsplatz im Sitzen und dem neuen Arbeitsplatz in stehender Körperhaltung lässt erkennen, dass die Beanspruchung im Mittel um 14 Herzschläge/min zugenommen hat. Die Handbeschleunigung war gleich, die Versuchsdauer im Stehen etwas kürzer als im Sitzen. Bei stehender Körperhaltung lag der Ermüdungsanstieg der Arbeits-Herzschlagfrequenz bei 0,17 Schlägen/min². Um dieses Verhalten zu erklären, werden die Daten getrennt für beide Versuchspersonen dargestellt. Die Werte in Abbildung 89 (siehe Seite 151) zeigen, dass beide Personen unterschiedlich reagiert haben.

Versuchsperson W (VP W) zeigt bei beiden Untersuchungen am alten Arbeitsplatz im Sitzen die niedrigsten Werte der Arbeits-Herzschlagfrequenz. Die gemessenen Mittelwerte liegen bei 15 Schlägen/min und sind damit im Vergleich aller gemessenen Werte der Ist-Untersuchungen am niedrigsten.



Abbildung 88:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der Arbeits-Herzschlagfrequenz (AHSF) zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Steiff)

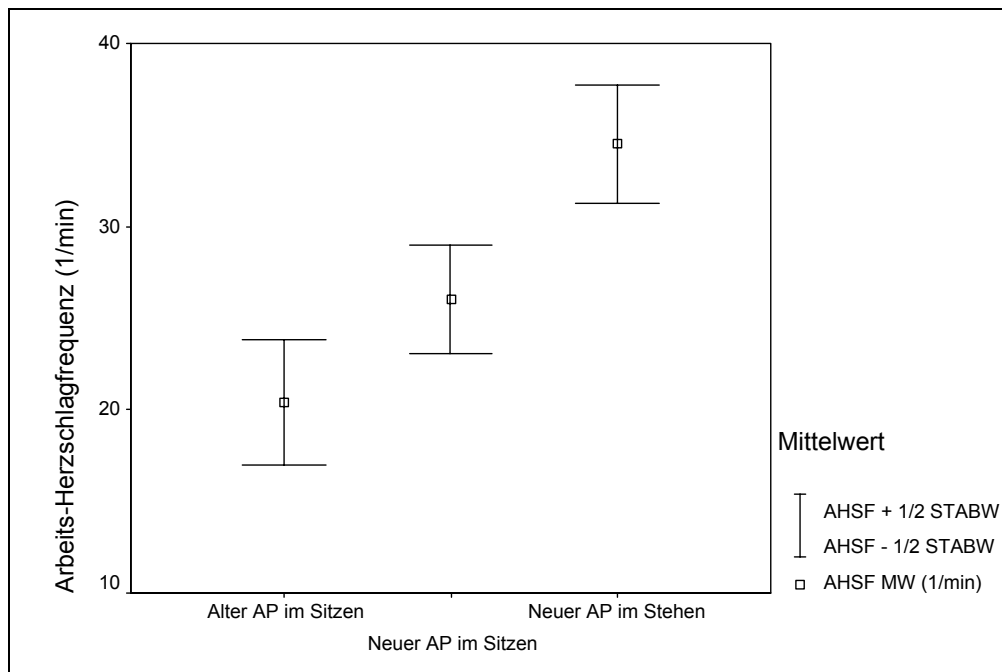
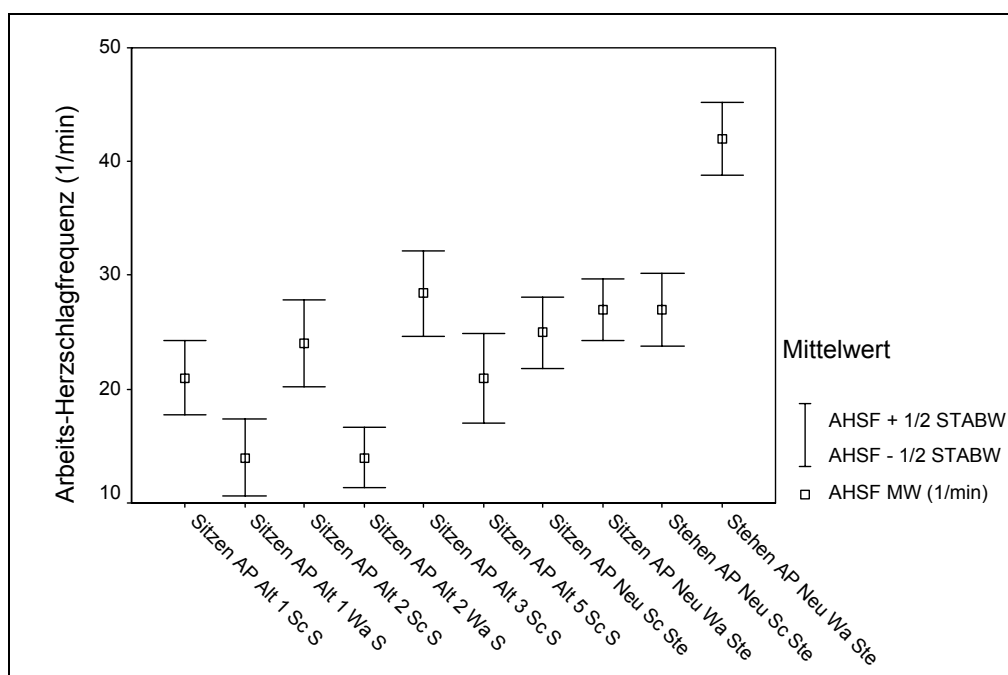


Abbildung 89:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der Arbeits-Herzschlagfrequenz (AHSF) zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Steiff, personen-spezifische Darstellung)





Bei der Arbeitsausführung am neuen Arbeitsplatz im Sitzen ist bei VP W eine eindeutige Zunahme der Herzschlagfrequenz zu erkennen. Ursache für diese Zunahme ist eine erhöhte Beanspruchung infolge von Anpassungsprozessen an den neuen Arbeitsplatz. Wie auch die Aussagen von VP W bestätigen, hatte sie bei der Untersuchung noch Probleme mit der Eingewöhnung an die Bedingungen des neuen Arbeitsplatzes. Eine gewisse emotionale Anspannung von VP W war zudem erkennbar.

Bei der Ausführung der Tätigkeit im Stehen am neuen Arbeitsplatz steigt die Herz-Kreislauf-Beanspruchung weiter an. Die Arbeits-Herzschlagfrequenz liegt bei 42 Schlägen/min. Diese Zunahme ist erklärbar durch den im Vergleich zur sitzenden Tätigkeit erhöhten statischen Muskeleinsatz mit entsprechend höherem Energiebedarf des Körpers. Aber auch bei der stehenden Tätigkeit haben Eingewöhnungserfordernisse und hohe emotionale Anspannung (erstmaliges längeres Arbeiten in stehender Körperhaltung) zu der entsprechenden Reaktion geführt.

Bei Versuchsperson S (VP S) zeigt sich ein anderes Verhalten. Innerhalb der vier durchgeführten Messungen am alten Arbeitsplatz lassen sich unterschiedliche Beanspruchungshöhen erkennen. Die Mittelwerte schwanken zwischen maximal 28 und minimal 21 Schlägen/min und liegen damit teilweise deutlich höher als bei VP W. Bei der Untersuchung am neuen Arbeitsplatz liegen die Beanspruchungsergebnisse im Stehen interessanterweise nur um 2 Schläge/min höher als im Sitzen. Der im Sitzen gemessene Mittelwert von 25 Schlägen/min liegt teilweise unterhalb der Werte am alten Arbeitsplatz. Die individuellen Aussagen von VP S bestätigen die Ergebnisse. Sie kommt mit dem neuen Arbeitsplatz sehr gut zurecht und betont besonders die mögliche Entlastung bei stehender Körperhaltung. Obwohl mit Sicherheit auch bei VP S noch nicht alle Anpassungsprozesse abgeschlossen sind, zeigt sich eine recht günstige Herz-Kreislauf-Reaktion, die auf Vorteile des untersuchten Gestaltungszustandes hinweist. Dabei ist zu beachten, dass VP S bei allen Untersuchungen im Sitzen einen beweglichen Sitz ohne Rückenlehne (SWOPPER) verwendete. Bei dieser Art von Stühlen ist eine recht hohe muskuläre Aktivität zur Erreichung der Körperstabilität erforderlich, was sich im Gesamtergebnis der Beanspruchung widerspiegelt.



Die Auswertung der Herzschlagfrequenz zeigt, dass die körperliche Beanspruchung am alten und neuen Arbeitsplatz bei der Fa. Steiff stark durch das individuelle Fertigungsprofil der Mitarbeiterinnen beeinflusst wird. Personen mit langjähriger erfolgreicher Anpassung an ein Arbeitssystem (ohne arbeitsbezogene gesundheitliche Probleme) reagieren auf eine veränderte Arbeitssituation anders als Personen, die objektive gesundheitliche Probleme mit ihrem alten Arbeitsplatz haben. Die Ergebnisse der objektiven Datenbefunde konnten durch die subjektiven Aussagen der untersuchten Personen eindeutig bestätigt werden. Dass ausreichend Zeit und intensive Betreuung der Arbeitspersonen erforderlich ist, um eine optimale Nutzung des neu gestalteten Arbeitsplatzes zu erreichen, haben die Untersuchungen bei der Fa. Steiff belegt.

Die Ergebnisse der Beanspruchungsanalyse bei der Fingerbeugemuskulatur zeigen bei beiden Arbeitspersonen die gleiche Tendenz (Abbildung 90).

Abbildung 90:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Fingerbeugers zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Steiff)



Die mittlere elektrische Aktivität am optimierten Arbeitsplatz wurde mehr als halbiert, die Streuung hat sich noch stärker reduziert. Zwischen stehender und sitzender

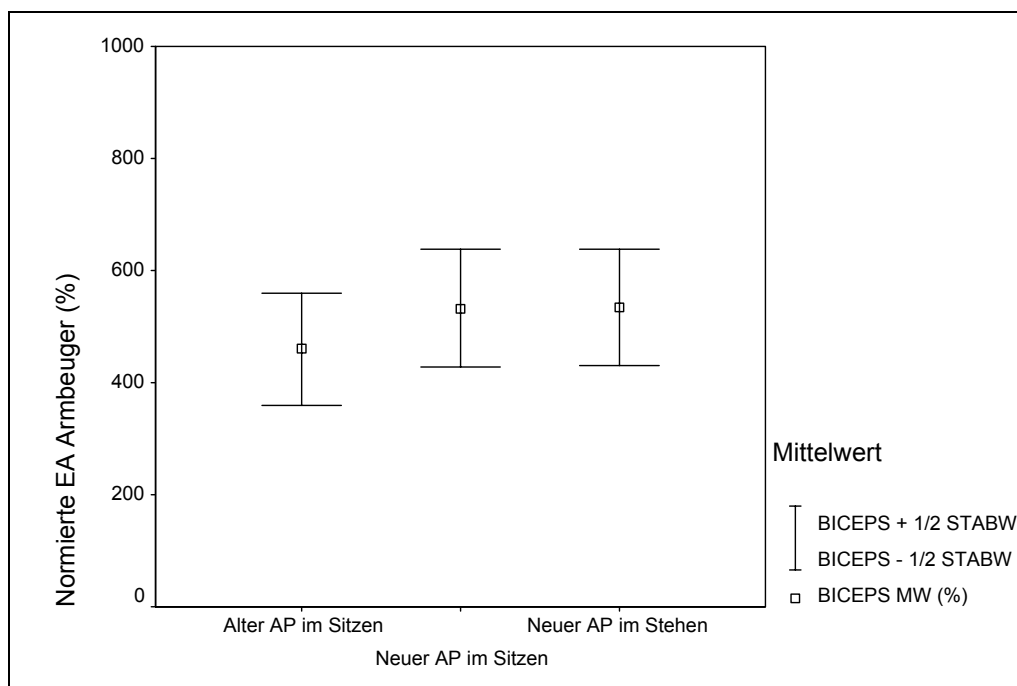


Körperhaltung lassen sich keine Unterschiede erkennen. Wesentliche Ursache für die erreichten Verbesserungen ist die Reduzierung von belastenden statischen Beanspruchungen im Hand-Finger-Bereich. Diese Beanspruchungsreduzierung wurde auch im subjektiven Urteil beider Personen bestätigt und hat direkt mit dem Einsatz eines verbesserten Messers zum Stoffeinstreichen zu tun.

Die deutlich reduzierte Beanspruchung der Fingerbeugemuskulatur zeigt, welche Potenziale eine gute Arbeitsgestaltung bietet. Bei gleicher Leistung können durch veränderte Handhaltung, ein besser an die Arbeitsaufgabe angepasstes Werkzeug und die bessere Abstützmöglichkeiten der Unterarme hohe Belastungsreduzierungen realisiert werden.

Die Beanspruchung im Bereich der Armbeugemuskulatur ist bei den untersuchten Tätigkeiten bei der Fa. Steiff unabhängig vom Gestaltungszustand der Arbeitsplätze relativ konstant (Abbildung 91).

Abbildung 91:
Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armbeugers zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Steiff)



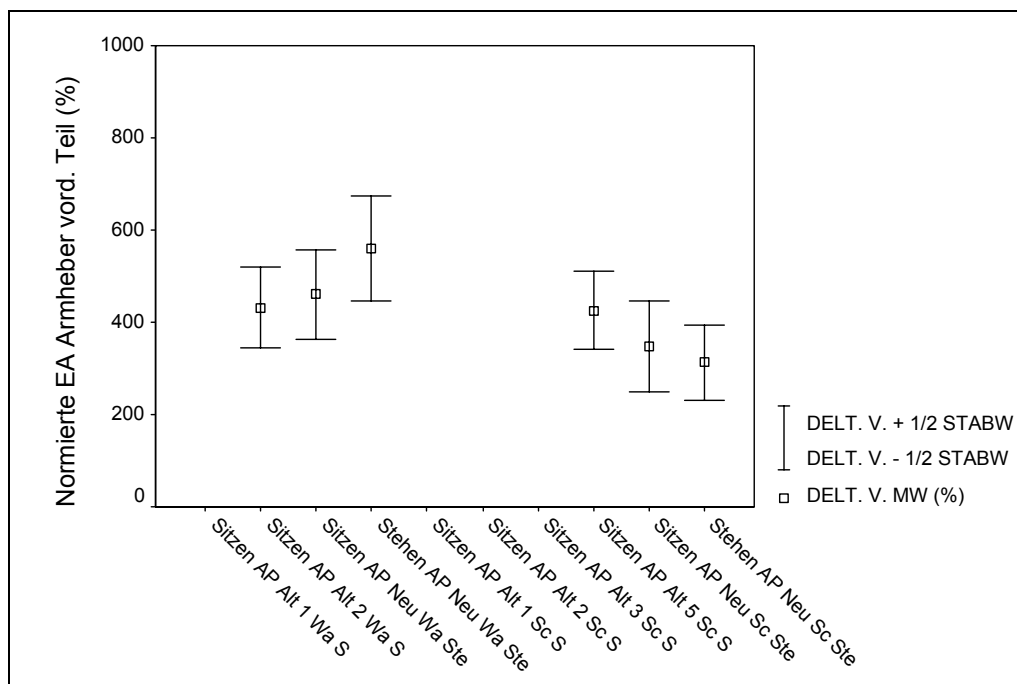


Am alten Arbeitsplatz wird eine im Mittel geringfügig geringere Beanspruchung gemessen als am neuen Arbeitsplatz. Zwischen sitzender und stehender Körperhaltung sind keine Unterschiede erkennbar. Es ist anzunehmen, dass die Hauptaufgabe des Armbeugers bei dieser Tätigkeit, nämlich den Unterarm relativ zum Oberarm in einer weitgehend konstanten Stellung zu halten, also überwiegend statische Arbeit zu leisten, bei beiden Gestaltungszuständen in ähnlicher Weise erforderlich ist.

Die Beanspruchung des Armhebers im vorderen Teil (bei der Vorbewegung des Armes aktiviert) muss differenziert betrachtet werden. Diese Messgrößen liegen nur für einen Teil der Ist-Zustands-Untersuchungen vor (Abbildung 92).

Abbildung 92:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armhebers (vorderer Teil) zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Steiff, personenspezifische Darstellung)



Bei VP W zeigen sich geringfügige Unterschiede beim Vergleich der sitzenden Tätigkeit am neuen und am alten Arbeitsplatz. Die Aktivierung dieses Muskels ist bei stehender Körperhaltung deutlich höher als bei sitzender Körperhaltung. Das hängt damit



zusammen, dass VP W die Ablage des neuen Tisches in sitzender Körperhaltung deutlich besser nutzt, als im Stehen. In stehender Körperhaltung verwendet sie die Abstützung nur zeitweise, dadurch muss der Armheber deutlich stärker aktiviert werden.

Bei VP S tritt die ungünstigste Beanspruchungssituation am alten Arbeitsplatz auf. Auch bei ihr ist die Muskelbeanspruchung am neuen Arbeitsplatz im Stehen höher als im Sitzen, der Unterschied zeigt sich allerdings auf niedrigerem Niveau. Wie auch die Auswertung der Videoaufnahmen zeigt, nutzt sie die Abstützmöglichkeiten des neuen Tisches deutlich besser als VP W.

Die Beanspruchung der Armhebemuskulatur im vorderen Bereich wird durch unterschiedliche Gestaltungszustände und Tätigkeitsstrategien beeinflusst. Der neu gestaltete Arbeitsplatz bietet bei sitzender Körperhaltung bessere Möglichkeiten zur Beanspruchungsverringerung im Vergleich zum alten Arbeitsplatz.

Der seitliche Teil des Armhebers ist bei VP W bei den Versuchen am alten Arbeitsplatz einmal am höchsten, einmal am niedrigsten beansprucht (Abbildung 93, siehe Seite 157). Am neuen Arbeitsplatz liegen die Werte im Sitzen vergleichsweise hoch. Auffällig ist die vergleichsweise niedrige Beanspruchung dieser Muskelgruppe in stehender Körperhaltung.

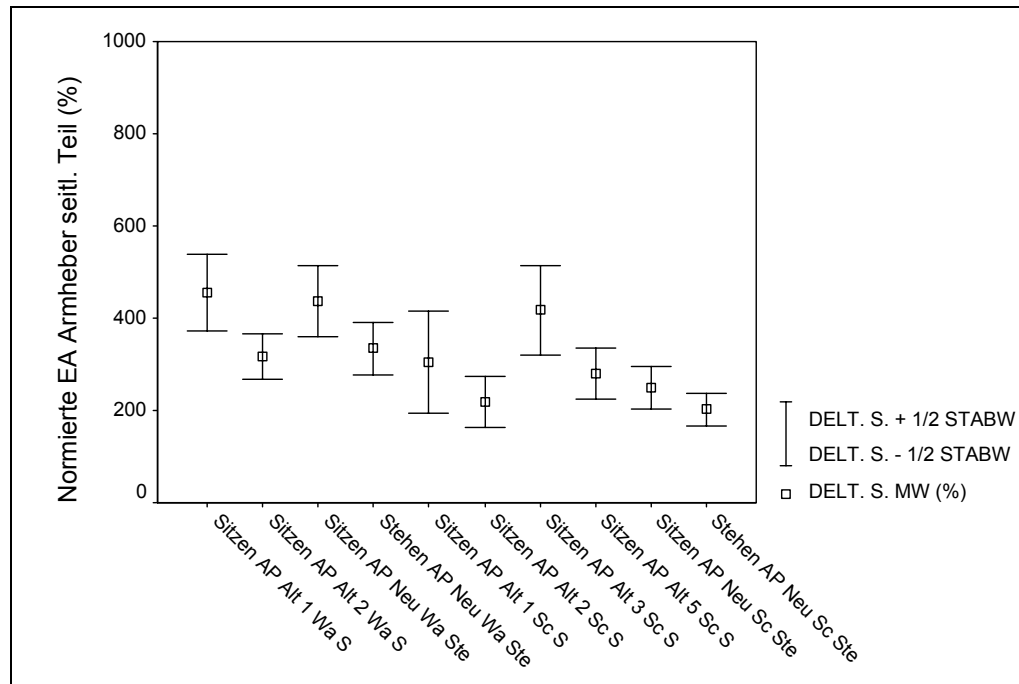
Bei VP S fällt die insgesamt recht hohe Streuung der Daten auf. Der absolut niedrigste Wert wird am neuen Arbeitsplatz im Stehen erreicht, wobei hier auch der minimale Streubereich auffällt. Offenbar wird hier eine sehr gute Nutzung der Abstützung erreicht, sodass der Muskel kaum eingesetzt werden muss. Auch beim Nähen in sitzender Körperhaltung am umgestalteten Arbeitsplatz ist die Entlastung erkennbar.

Positive Auswirkungen der Entlastungsfunktion der individuell einstellbaren und vergrößerten Armstütze werden bei der Betrachtung der Armhebemuskulatur im seitlichen Bereich deutlich. Bei sitzender und stehender Körperhaltung wird die Belastung durch statische Haltungs- und Haltearbeit reduziert.



Abbildung 93:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armhebers (seitlicher Teil) zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Steiff, personenspezifische Darstellung)



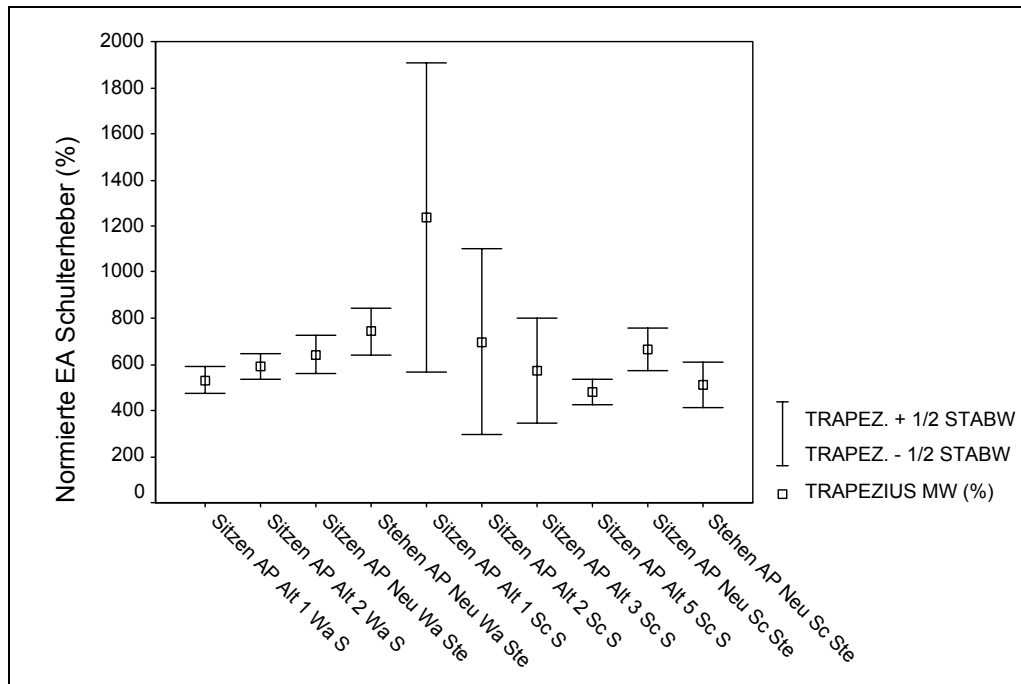
Der Schulterheber wird bei VP W am neuen Arbeitsplatz (Abbildung 94, siehe Seite 158) etwas höher beansprucht als am alten Arbeitsplatz. Die stehende Körperhaltung am neuen Arbeitsplatz führt zu einer weiteren Zunahme der Beanspruchung, deren Ursache die noch nicht optimale Anpassung an die neue Arbeitssituation ist. VP W sieht in ihrem subjektiven Urteil bezüglich der Schulter-Beanspruchung selbst keine Unterschiede, aus den Videoaufnahmen lässt sich jedoch ebenfalls eine stärkere Aktivität der Schulter am umgestalteten Arbeitsplatz erkennen.

VP S hat im Ist-Zustand teilweise sehr hohe, teilweise aber auch recht geringe Beanspruchungskennwerte. Am neuen Arbeitsplatz liegt die muskuläre Aktivität im Schulterbereich im Sitzen niedriger als im Stehen. Die höhere Aktivität im Stehen kann auch im direkten Zusammenhang mit der verstärkten Abstützung des Oberkörpers durch die Armstütze stehen.



Abbildung 94:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Schulterhebers zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Steiff, personen-spezifische Darstellung)



Bei der Beanspruchung des Schulterhebers werden die interindividuellen Unterschiede zwischen den Versuchspersonen besonders deutlich. Der personenübergreifende Vergleich (Abbildung 95, siehe Seite 159) zeigt, dass geringfügige Entlastungen durch die neue Gestaltung erkennbar sind, die aber durch die inter- und intraindividuellen Streuungen stark beeinflusst werden.

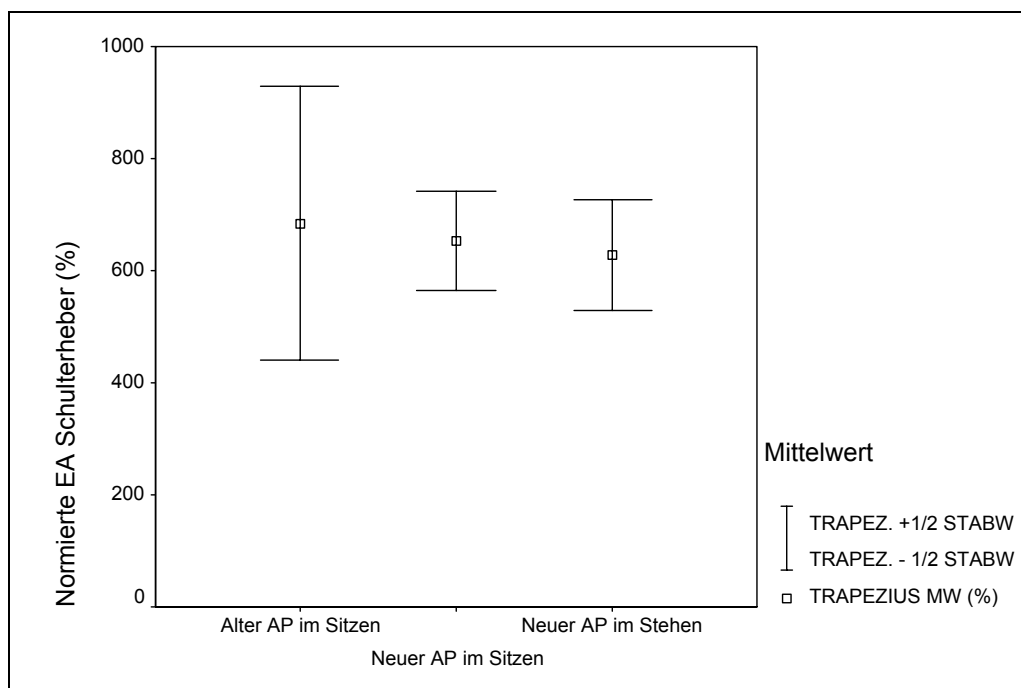
Gerade die Ergebnisse bei der Fa. Steiff weisen auf die große Bedeutung von Motivation, Übung und Training bei der Nutzung ergonomisch optimierter Arbeitssysteme hin. Nur wenn es gelingt, die Bereitschaft der Menschen für die Nutzung der neuen Funktion eines Arbeitsplatzes zu gewinnen, kann deren entlastende Funktion eingeübt und trainiert werden.

Der Wirbelsäule, Bandscheiben und Muskulatur entlastende Wechsel zwischen Sitzen und Stehen entfaltet erst dann seine positive Wirkung, wenn er in ausreichender Häufigkeit stattfindet. Damit die Akzeptanz für eine solche Veränderung der Arbeits-



bedingungen entsteht, müssen alle Randbedingungen für die Tätigkeitsausführung stimmig sein. Gerade die Gestaltung der Fußbedieneinheit muss auch im Stehen alle Funktionen gewährleisten, ohne dass daraus neue erschwerte Belastungen resultieren. Es ist aber auch darauf zu achten, bestehende Vorurteile und Widerstände gegen eine ungewohnte Veränderung zu überwinden und die Arbeitspersonen für eine Verbesserung zu motivieren.

Abbildung 95:
Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Schulterhebers zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Steiff)



3.9.6 Beanspruchung in der Fa. Iowa

Der Vergleich der Beanspruchungen bei den Untersuchungen in der Fa. Iowa ließ Unterschiede zwischen den Bedingungen „Sitzen am alten Arbeitsplatz“ und „Sitzen und Stehen am neuen Arbeitsplatz“ erkennen.

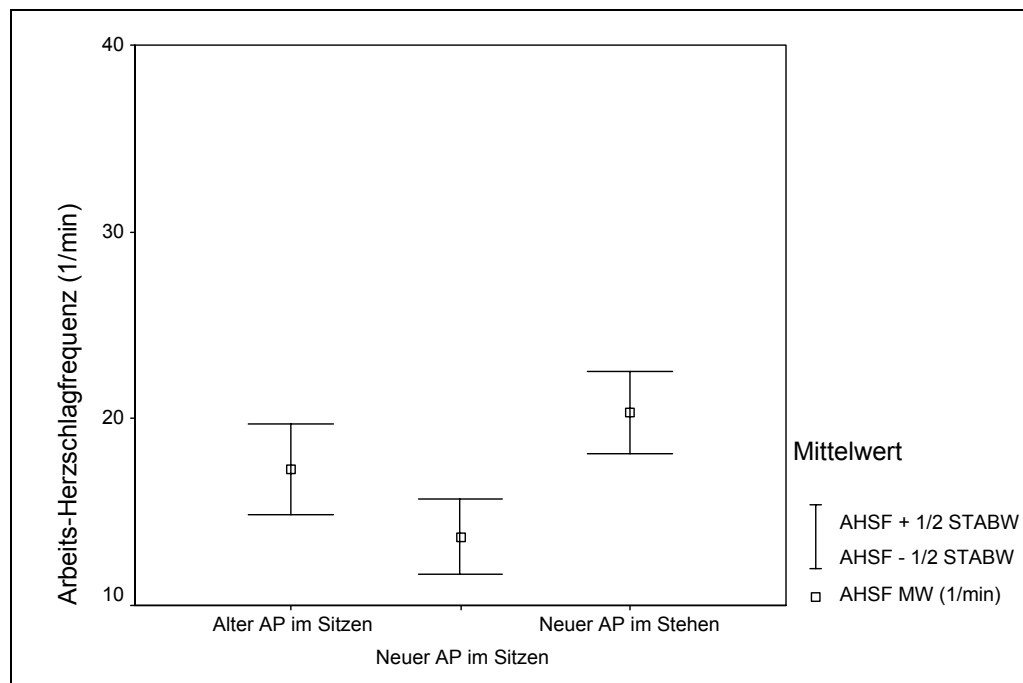
Wie Abbildung 96 (siehe Seite 160) zeigt, liegt die mittlere Arbeits-Herzschlagfrequenz am neuen Arbeitsplatz im Sitzen um 4 Schläge/min niedriger als am bisherigen



Arbeitsplatz. Die mittleren Armbeschleunigungen beider Versuchsreihen sind annähernd gleich, die mittlere Versuchsdauer war bei den Versuchen am neuen Arbeitsplatz deutlich geringer. Die Messwerte am neuen Arbeitsplatz liegen sehr deutlich unterhalb der als Dauerbeanspruchungsgrenze bekannten Größe von ca. 35 Schlägen/min.

Abbildung 96:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der Arbeits-Herzschlagfrequenz (AHSF) zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Iowa)



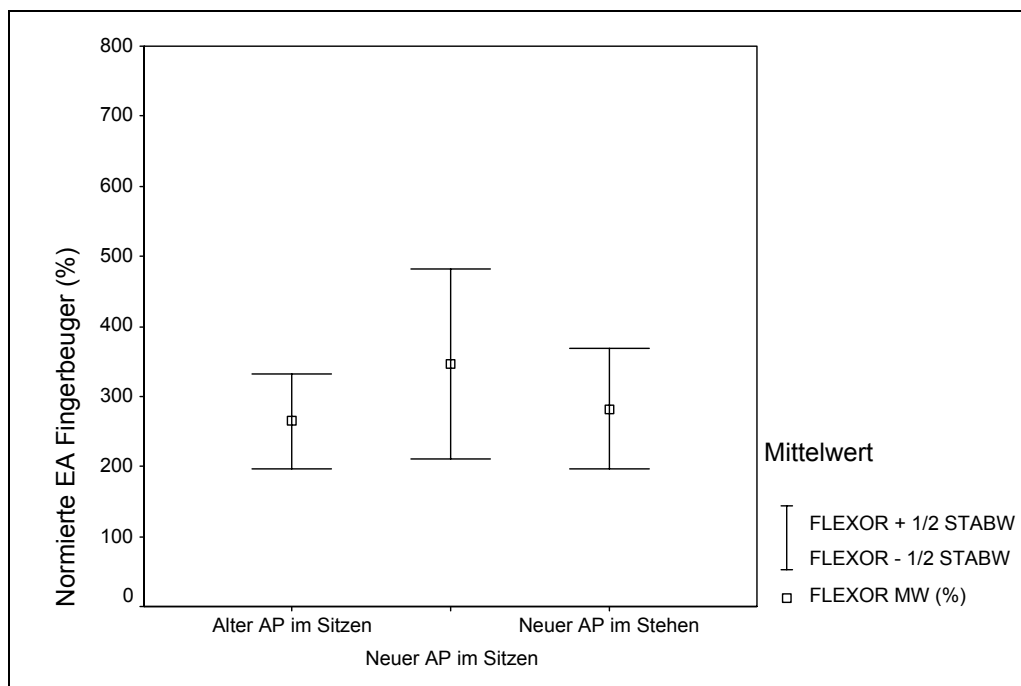
Der Vergleich zwischen dem alten Arbeitsplatz im Sitzen und dem neuen Arbeitsplatz in stehender Körperhaltung lässt erkennen, dass die verbesserte Arbeitsgestaltung in diesem Fall zu einer geringfügigen Zunahme der Beanspruchung geführt hat. Bei etwa gleicher Handbeschleunigung und gleicher Versuchsdauer liegt die mittlere Arbeits-Herzschlagfrequenz am neuen Arbeitsplatz im Stehen um 3 Schläge/min höher als am alten Arbeitsplatz im Sitzen. Der Beanspruchungsunterschied zwischen Sitzen und Stehen am neuen Arbeitsplatz liegt bei durchschnittlich 7 Schlägen/min.



Die Ergebnisse der Beanspruchungsanalyse bei der untersuchten Fingerbeugemusku-
latur zeigen bei beiden Arbeitspersonen die gleiche Tendenz (Abbildung 97). Die
mittlere elektrische Aktivität am optimierten Arbeitsplatz liegt im Sitzen etwas höher
als am bisherigen Arbeitsplatz, in stehender Körperhaltung etwa gleich hoch als am
bisherigen Arbeitsplatz. Die Streuung der Werte hat am neuen Arbeitsplatz generell
zugenommen. Das Aktivitätsniveau der Muskelgruppe ist vergleichsweise niedrig,
allerdings etwas höher als bei der Fa. Steiff.

Abbildung 97:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen
Aktivität (EA) des Fingerbeugers zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Lowa)



Die Tatsache, dass durch die veränderte Gestaltung des Arbeitsplatzes keine Aus-
wirkungen auf die Beanspruchung der Fingermuskulatur beobachtet werden konnten,
kann mit den Randbedingungen der Arbeit an der Säulenmaschine erklärt werden. Da
weder für Unterarm noch Hand Abstützmöglichkeiten nutzbar sind, treten auch keine
entsprechenden Wirkungen auf.

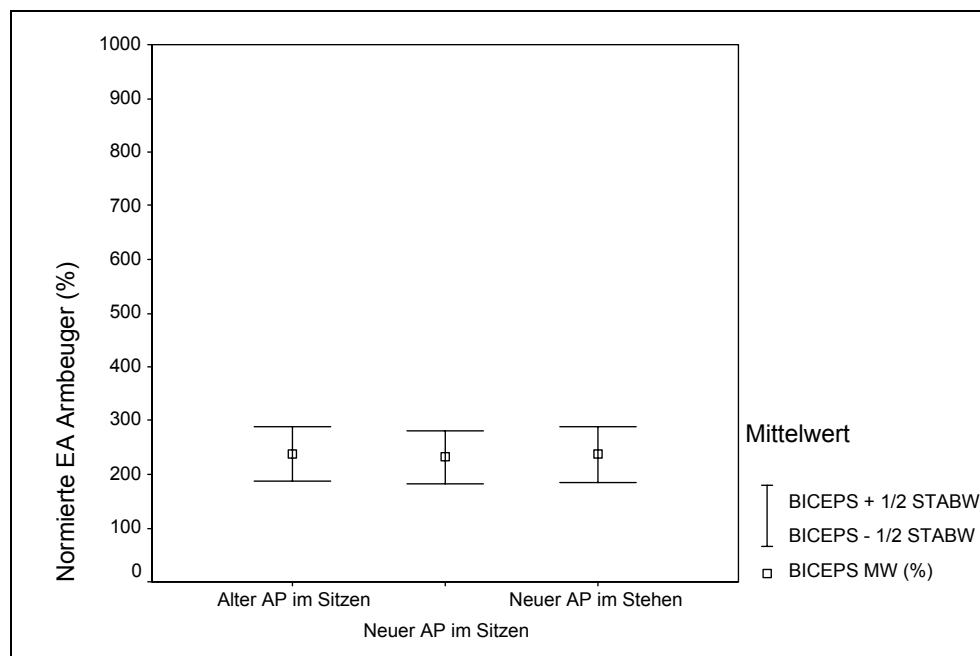


Die Beanspruchung des Armbeugers zeigt sich, wie auch bei den Untersuchungen bei der Fa. Steiff, vom Gestaltungszustand der Arbeitsplätze weitgehend unabhängig (Abbildung 98).

Auch bei der Fa. Lowa ist anzunehmen, dass der Armbeuger eher statische Arbeit leistet, die unabhängig vom Gestaltungszustand notwendig ist.

Abbildung 98:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armbeugers zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Lowa)

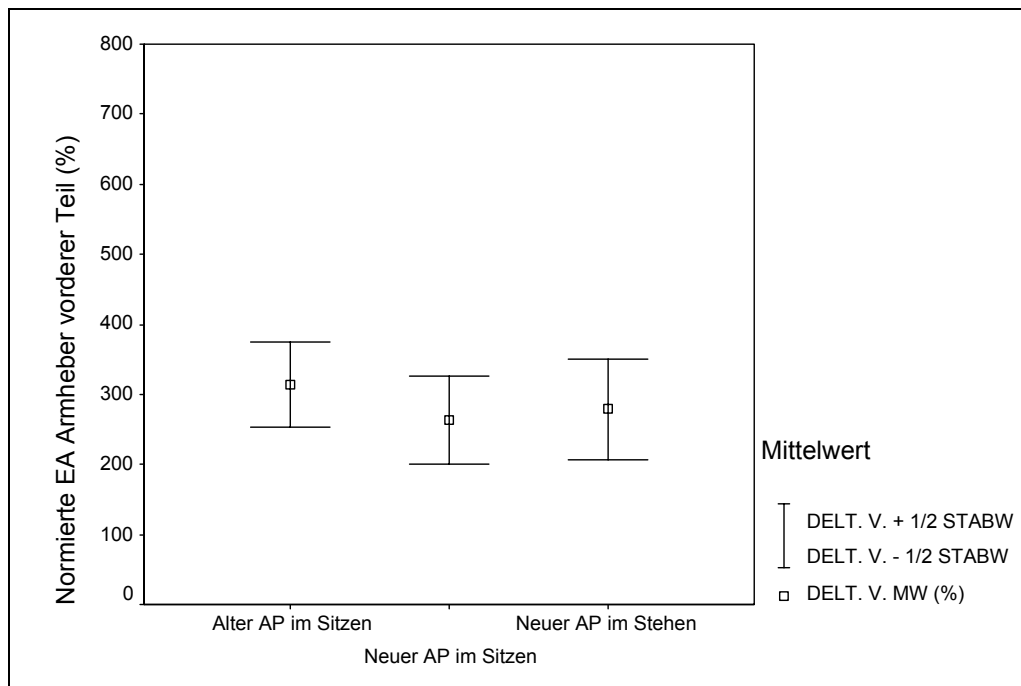


Der Armheber im vorderen Teil (Abbildung 99, siehe Seite 163) zeigt die bisher bei allen Untersuchungen erkennbare Entlastung am neuen Arbeitsplatz in sitzender Körperhaltung. Auch wenn die Ergebnisse nicht so eindeutig ausfallen, wie z. B. bei der Fa. Klotz, so weist die Reduzierung der muskulären Aktivität um fast 20 % dennoch auf eine Verbesserung durch die Umgestaltung des Arbeitsplatzes hin. Die stehende Körperhaltung am neuen Arbeitsplatz bewirkt zwar keine weitere Reduzierung der Beanspruchung, im Vergleich zur sitzenden Position am alten Arbeitsplatz wird aber auch hier die Entlastung deutlich.



Abbildung 99:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Armhebers (vorderer Teil) zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Lowa)



Ähnlich wie bei der Fa. Steiff wird auch bei der Fa. Klotz der Schulterheber insgesamt recht hoch beansprucht. Wie Abbildung 100 (siehe Seite 164) zeigt, sind auch bei dieser Muskelgruppe gestaltungsspezifische Unterschiede erkennbar.

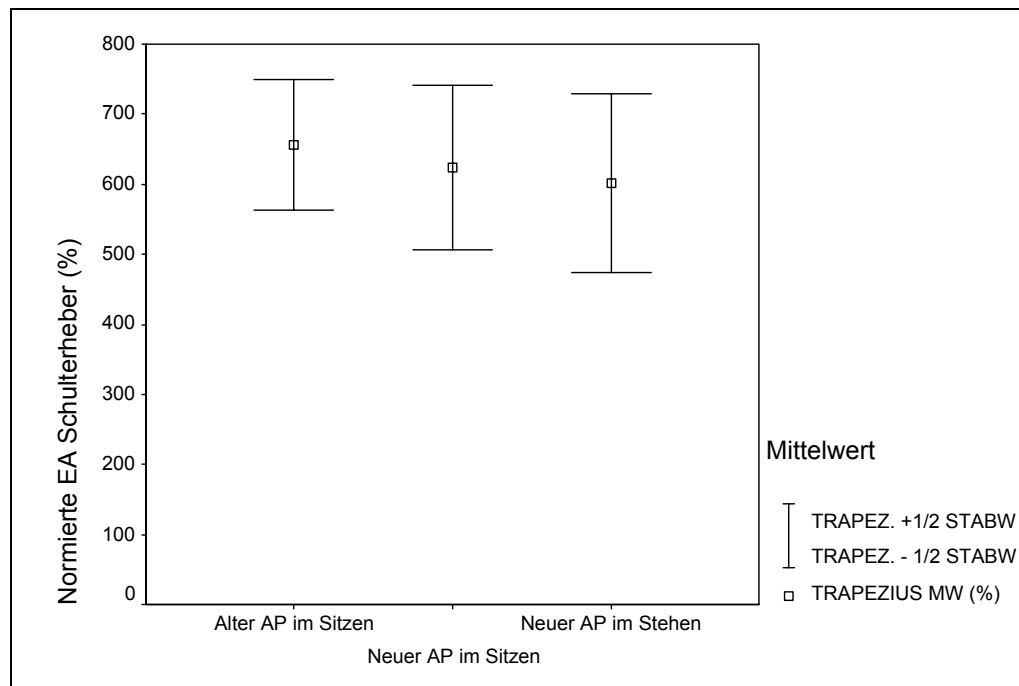
Während die Beanspruchung am bisherigen Arbeitsplatz die höchsten Werte aufweist, liegt sie am neuen Arbeitsplatz in sitzender Körperhaltung erkennbar darunter und nimmt in stehender Körperhaltung weiter ab, ganz ähnlich wie bei der Fa. Steiff. Die Streuung der Werte nimmt allerdings zu.

Auch bei der Fa. Lowa lassen sich entlastende Wirkungen der verbesserten Arbeitsgestaltung nachweisen. Ähnlich, wie bereits bei der Fa. Steiff erwähnt, ist auch in diesem Fall darauf hinzuweisen, dass bei den Messungen keinesfalls alle Anpassungs-, Übungs- und Trainingsvorgänge abgeschlossen waren. Dass trotz dieser Tatsache die Entlastungspotenziale der verbesserten Gestaltung bereits erkennbar wurden, spricht für die Wirksamkeit der eingeleiteten Maßnahmen.



Abbildung 100:

Vergleich von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (STABW) der elektrischen Aktivität (EA) des Schulterhebers zwischen Ist- und Soll-Zustand (Fa. Iowa)



3.10 Vergleichende Beurteilung der alten und neuen Arbeitssituation aus Sicht der Beschäftigten

Zum Vergleich zwischen den früheren alten und den nach ergonomischen Verbesserungen vorliegenden neuen Arbeitsplatzverhältnissen wurde ein zweiter Fragebogen „Vergleich Beanspruchung Ist-Zustand (alt) mit Soll-Zustand (neu)“ (siehe Anhang II) verwendet. Dieser war im Vergleich zum ersten Fragebogen allein zur Beurteilung der früheren Arbeitsverhältnisse – siehe Anhang I – weitaus differenzierter. Er umfasste insgesamt 41 zu beurteilende Merkmale und jeweils für Alt- und Neuzustand eine fünfstufige Beurteilungsskala von sehr geringen bis sehr hohen Beanspruchungen.

Da im Laufe des Forschungsvorhabens von eingangs acht teilnehmenden Firmen letztendlich vier Firmen übrig blieben, die nach Umgestaltung der Arbeitsplätze einen messtechnischen Vergleich zwischen neuem Soll- und altem Ist-Zustand zuließen, beschränkt sich die vergleichende Analyse der subjektiven Beanspruchung vor und nach



den ergonomischen Maßnahmen auf die unten angeführten vier Firmen mit insgesamt sieben Personen.

3.10.1 Einflussfaktoren

Aufgrund firmenspezifischer organisatorischer Rahmenbedingungen und logistischer Probleme bei den ergonomischen Umbaumaßnahmen lag häufig eine kurze Erprobungs- bzw. Beobachtungszeit für die Beschäftigten an den neuen Arbeitsplätzen vor. Diese beeinflussten die Befragungsergebnisse ebenso wie die starke Gewöhnung bzw. teilweise auch ergonomisch falsche Anpassung an die alten Arbeitsplatzverhältnisse. So ist zu berücksichtigen, dass auch aus Maßnahmen, die aus ergonomischer Sicht sinnvoll sind, mitunter negative Beurteilungen resultierten. Im Gegensatz dazu wurden zum Teil auch bei eindeutig einseitigen Arbeitsverrichtungen und hieraus resultierenden Beanspruchungen retrospektiv durchaus keine negative Schilderung bzw. keine hohe Beanspruchung angegeben.

Da nur wenige Personen befragt wurden und von erheblichen verzerrenden Einflüssen ausgegangen werden muss, wurde bewusst auf eine statistische Auswertung dieser Daten wie auch eine grafische Ergebnisdarstellung verzichtet. Vielmehr wird im Folgenden versucht, durch Bewertung der Angaben aus den einzelnen untersuchten Arbeitsbereichen bei den vier beteiligten Firmen die überstimmenden bzw. eindeutig plausiblen Angaben der befragten Näherinnen herauszufiltern. Diese können wiederum in Zusammenschau mit den vorliegenden wissenschaftlichen Messergebnissen einen Bewertungsmaßstab bzw. einen Mosaikstein in der Gesamtzusammenschau aller Ergebnisse darstellen.

3.10.2 Subjektive Bewertungsergebnisse aus der Fa. Steiff

Durch die im Abschnitt 3.6 näher beschriebene Arbeitsplatzumgestaltung mit höhenverstellbarem Arbeitstisch (Möglichkeit des Arbeitens auch im Stehen) und Abstützung im Armbereich wurde versucht, die Belastung zu reduzieren. Es galt die hieraus resultierende Beanspruchung zu vermindern, um sowohl messtechnisch als auch subjektiv die Arbeitsverhältnisse zu verbessern und Beschwerden vorzubeugen. Obwohl bei den



meisten Beurteilungsmerkmalen kein Unterschied zwischen der Arbeitsverrichtung im Sitzen oder im Stehen vorgetragen wurde, berichteten die Beschäftigten bei der Steharbeit eine leichte (um eine Stufe erhöhte) Beanspruchung im Bereich der Fuß- und Beinmuskulatur, was sich mit elektromyografischen Befunden reproduzieren ließ. Bei der in der Fa. Steiff zu fordernden anspruchsvollen Feinarbeit mit verstärkter Anforderung an Konzentration und Fingerfertigkeit favorisierten die Beschäftigten die sitzende Näharbeit, wobei aber die zumindest bei den früheren Arbeitsbedingungen auftretenden Schulter-Nacken-Beschwerden als sehr störend empfunden wurden. Durch die geänderten Arbeitsbedingungen mit größerer Arbeitsplatte, Armauflagen und die veränderte Führung des Nähgutes mit den Händen schilderte eine Frau merkliche Verbesserungen im Bereich der oberen Extremitäten einschließlich der Schulter-Nacken-Region. Auch die zweite Frau sah eine deutliche Verbesserung von mittlerer Belastung auf sehr geringe Belastung, da keine Haltearbeit mehr geleistet wurde und eine muskuläre Entspannung infolge der Abstützung im Oberarmschulterbereich resultierte. Wegen verbesserter Einsehbarkeit des Nahbereiches um die Nadel herum wurde auch die Beanspruchung des Hals-Nacken-Bereiches verringert, dagegen wegen der Abstützung eine leichte Fixierung des Oberkörpers verspürt. Aus einer zusätzlichen Verbesserung der Beleuchtung resultierte eine geringere Beanspruchung der Augen.

Der bei den früheren Arbeitsverhältnissen zu stark eingeengte Knieraum und die schlechte Position bzw. Neigung des Auslöse-Fußpedals wurden nach ergonomischer Anpassung deutlich besser mit gut bis sehr gut im Vergleich zu vorher befriedigend bzw. mangelhaft bewertet. Die Armabstützung wurde nur dann als Verbesserung gewertet, wenn gute Verstellbarkeit, Polsterung bzw. Abrundung und ausreichende Höhenanpassung gewährleistet waren.

3.10.3 Subjektive Bewertungsergebnisse aus der Fa. Berger

In dem Kleinbetrieb konnte aufgrund der betrieblichen Struktur und Arbeitsorganisation nur ein Arbeitsplatz in unmittelbarer Nähe zu einer Durchgangstür umgestaltet werden. Infolge dessen waren die Ergebnisse hinsichtlich Umgebungseinflüssen



eingeschränkt verwertbar. Durch die Umgestaltung zeigte sich im Bereich des Schultergürtels und der oberen Extremitäten keine wesentliche subjektive Veränderung der Beanspruchung, wohingegen sich für den Fußraum durchgehend bessere Bewertungsnoten aufgrund des neuen Fußpedals mit größerem nutzbaren Freiraum und besserem Körperhaltungswechsel ergaben. Auch die zusätzliche Arbeitsplatzleuchte mit deutlich hellerer Ausleuchtung wurde positiv bewertet.

Die Ausführung mancher Tätigkeiten im Stehen war ungewohnt, die größere Arbeitstischtiefe wurde als hinderlich und das längere Stehen als subjektiv schlechter beurteilt. Die Ergebnisse sind jedoch durch häufigen Personalwechsel und die geringe Einarbeitungszeit am neuen Arbeitsplatz nur eingeschränkt zu bewerten.

3.10.4 Subjektive Bewertungsergebnisse aus der Fa. Lowa

Die befragten zwei Mitarbeiterinnen beurteilten durchgängig bei der überwiegenden Zahl der abgefragten Merkmale die Tätigkeit als zumindest gleich, wenn nicht etwas besser am neuen Arbeitsplatz. Insbesondere der Schulter-Hals-Nacken-Bereich wurde entlastet und auch die Brust- und Lendenwirbelsäulen-Beanspruchung verbesserte sich um drei Stufen. Unabhängig von der Umgestaltung transportierte die neue Nähmaschine besser und ermöglichte ein leichteres Arbeiten, der Fußraum bot mehr Platz und die Höhenverstellbarkeit des Tisches ließ ein entspannteres Arbeiten zu. Die Armstützen wurden lediglich bei kleinen Teilen als positiv beurteilt, wobei der Bewegungsraum nicht zu stark eingeengt werden sollte. Trotz der hierdurch resultierenden Bewegungseinschränkung wurde dennoch über eine leichte Entlastung von Oberarm und Schulter berichtet.

3.10.5 Subjektive Bewertungsergebnisse aus der Fa. Klotz

Die Arbeit wurde von den zwei befragten Näherinnen als leicht bis mittelschwer bezeichnet. Die aus der Tätigkeit herrührenden Beanspruchungen während der Tätigkeit am alten Arbeitsplatz wurden im Fragebogen 2 mit gering angegeben. Nach den Umbaumaßnahmen mit Möglichkeit der Tischneigung und Armauflagen waren die Beanspruchungen bei folgenden Merkmalen bzw. Körperregionen nur noch mit sehr



gering und wurden mit der besten Note beurteilt: Ober- und Unterarme sowie Augen wegen der Verbesserungen an Tisch, Armauflagen und im Bereich der Nähmaschinenadel, die Körperhaltung sowie der Fußfreiraum infolge der neuen Auslösepedaleigenschaften mit besserer Bedienbarkeit, Erreichbarkeit und Positionierung. Die Näherinnen beurteilten die Arbeitsplatzverhältnisse nach den Umbaumaßnahmen bezüglich Arbeitstisch, Nähmaschine und den Verhältnissen Stuhl-Nähmaschine-Fußpedal bzw. Stuhl-Nähmaschine-Arbeitstisch als optimal.

3.10.6 Zusammenfassung

Insgesamt zeigt sich die Notwendigkeit einer intensiven Begleitung der Beschäftigten an Näharbeitsplätzen, die ergonomisch verbessert werden sollen. Nur durch eine intensive Aufklärung, Information und Mitbeteiligung der Beschäftigten kann erreicht werden, dass die – durch messtechnische Daten – belegte Arbeitserleichterung auch subjektiv positiv angenommen und die verbesserten Arbeitsbedingungen langfristig beibehalten werden. Die alleinige Abänderung bzw. Zurverfügungstellung von neuen Arbeitsmitteln führt oft zu überwiegend unbegründeter Ablehnung. Es ist ratsam, zunächst aufgeschlossene Personen für Änderungsmaßnahmen heranzuziehen und diese als Vorreiter zum Propagieren von diesen Maßnahmen einzusetzen. Weiterhin zeigte sich, dass die Feinjustierung von Zusatzbauteilen wie Armstützen und die exakte Ausrichtung auf den jeweiligen Arbeitsvorgang und die individuellen Körpermaße unabdingbar sind, um die gewünschte positive Einstellung der Mitarbeiter zu den neuen Arbeitsplatzverhältnissen zu erreichen.



4 Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Belastungs- und Beanspruchungsmessungen sowie die Aussagen der untersuchten Personen beim Vergleich der konventionellen und ergonomisch neu gestalteten Näharbeitsplätze zeigen übereinstimmend eine deutlich erkennbare Verbesserung der Arbeitssituation im Zusammenhang mit der veränderten Gestaltung.

Bezogen auf einzelne Gestaltungsbereiche konnten am neu gestalteten Näharbeitsplatz folgende Verbesserungen umgesetzt und verifiziert werden.

□ Kopfhaltung, Halswirbelsäule, Gesichtsfeld und Beleuchtung

Die einfach zu bedienende stufenlose Höhenverstellung des Arbeitstisches ermöglicht es der Arbeitsperson, die Tischhöhe so einzustellen, dass der erforderliche optimale Abstand von Auge zu Näheebene mit geringerem Halswirbelsäulen-Beugewinkel bzw. Kopfnieigungswinkel realisiert werden kann.

Durch die zusätzlich angebotene Neigungswinkel-Verstellung des Nähtisches können die Blickverhältnisse weiter verbessert werden. Das Anheben der Vorderkante des Arbeitstisches führt zu einer leichten Kippung der Nähmaschine nach hinten, was die Sicht auf die Nadel und das Nähgut weiter verbessert. Durch dieses Kippen der Maschine nach hinten kann auch eine günstigere Beleuchtungssituation von Nadel und Nähgut erreicht werden, da die Schattenbildung durch das Nähmaschinengehäuse reduziert wird.

Eine weitere Verbesserung der Beleuchtungssituation erzielt man, wenn eine stärker flächig ausgeprägte Beleuchtung die gesamte Ebene, in der das Nähgut bewegt wird, gleichmäßig ausleuchtet. Durch in das Maschinengehäuse integrierte LED (Licht emittierende Dioden), die sowohl für Energieausbeute als auch Lebensdauer vielversprechende Kennwerte aufweisen, könnte eine solche Beleuchtungssituation realisiert werden. Der momentan hohe Preis dieser Elemente dürfte in naher Zukunft sinken, sodass Verbesserungen der Beleuchtungssituation am Näharbeitsplatz in greifbare Nähe rücken.



□ Schulter-Arm-Belastung und Repetitivität der Bewegungen

Bis auf die Flexions-, Abduktions- und Adduktions-Bewegungen im Schultergelenk werden die Nähtätigkeiten am neu gestalteten Arbeitsplatz in günstigeren (neutraleren) Gelenkstellungen ausgeführt. Die individuell einstellbaren Armauflagen führen sowohl beim Sitz- als auch beim Steharbeitsplatz zu einer deutlich erkennbaren Verringerung von Halte- und Haltungsarbeit. Die Ergebnisse der Auswertung der elektrischen Aktivität der eingesetzten Muskeln bestätigen die günstigere Beanspruchungssituation. Der Risikofaktor Repetitivität konnte nur nachgewiesen, durch die hier vorgenommenen Arbeitsgestaltungsprozesse aber nicht verändert werden. Die innerhalb der untersuchten Unternehmen eingesetzte Nähmethode (siehe [38]) bestimmt letztlich die Häufigkeit, mit der die Nähbewegungen des Hand-Arm-Systems stattfinden. Unabhängig von der Methode beeinflussen auch das Produkt und die an dem Nähgut auszuführenden Operationen die Häufigkeit der Bewegungen. Eine gut gestaltete Materialbereitstellung kann ihren Beitrag zu einer Reduzierung unnötiger Hand-Arm-Bewegungen leisten.

□ Körperhaltung in den Bereichen Wirbelsäule und Becken

Die Neugestaltung des höhenverstellbaren Arbeitstisches mit integrierten individuell einstellbaren Armstützen ermöglicht das Arbeiten in einer nachweislich günstigeren Wirbelsäulenhaltung im Sitzen. Der stark ausgeprägte Rundrücken der Beschäftigten, der an vielen Näharbeitsplätzen zu finden ist, kann an dem neuen Platz fast gänzlich vermieden werden. Durch die Wechselmöglichkeit zwischen sitzender und stehender Körperhaltung wird die Belastungssituation der Bandscheiben weiter verbessert. Die im Sitzen nicht gänzlich vermeidbare Beckenkipfung mit den damit verbundenen höheren Drücken im Bereich der Bandscheiben wird durch stehende Körperhaltung vermieden. Der Wechsel zwischen Sitzen und Stehen führt zu Belastungsveränderungen, die den negativen Wirkungen einseitiger Belastungen, die jede dauerhaft eingenommene Körperhaltung mit sich bringt, entgegenwirken.



□ Fuß- und Beinraumgestaltung, Pedalanordnung

Gegenüber einem konventionellen Näharbeitsplatz wurde der Fuß- und Beinraum sowie die Pedalgestaltung und Pedalanordnung grundlegend überarbeitet. Einschränkungen der Beinraumtiefe durch Systemelemente des Arbeitstisches wurden vermieden. Einschränkungen der Beinraumhöhe wurden durch eine flache (ca. 25 mm hohe) Fußbedieneinheit und durch Maschinen mit Direktantrieb auf ein Minimum reduziert. Die neu entwickelte Fußbedieneinheit bietet zudem den Vorteil einer beliebigen, individuell wählbaren und jederzeit veränderbaren räumlichen Anordnung durch die Arbeitsperson. Damit werden die Nachteile der fest mit dem Arbeitstisch verbundenen Pedale vermieden. Gleichzeitig kann ein sehr großer Freiraum für die Ablage des nicht aktiven Fußes genutzt werden, was ebenfalls zur Vermeidung von Zwangshaltungen beiträgt. Dass das gleiche Pedal bei sitzender und stehender Körperhaltung verwendet werden kann, ist die wesentliche Bedingung für eine erfolgreiche Nutzung als Sitz- und Steharbeitsplatz.

□ Sitz-Steh-Arbeitsplatz

Mit dem Konzept der schnellen Wechselmöglichkeit von einem Sitz- zu einem Steharbeitsplatz und umgekehrt kann beim ergonomischen Näharbeitsplatz eine deutliche Reduzierung einseitiger Belastungen erreicht werden. Das Konzept des Sitz-Steh-Arbeitsplatzes, das bei Montagearbeitsplätzen schon seit langer Zeit Anwendung findet, setzt sich zunehmend auch im Bereich der Büro- und Bildschirmarbeit durch. Die Nüchtheit unterscheidet sich von den bisherigen Einsatzbereichen des Sitz-Steh-Arbeitsplatzes durch die erforderliche Fußbedieneinheit, deren Einsatz bei beiden Körperhaltungen gewisse GestaltungsKompromisse erfordert. Dass die in den beiden Körperhaltungen eingenommenen Gelenkhaltungen zu unterschiedlichen Belastungs- und Beanspruchungssituationen geführt haben, konnte in dieser Studie für Näharbeit belegt werden. Die sitzende Körperhaltung weist zwar in der Regel die niedrigere Herz-Kreislauf-Beanspruchung auf, beinhaltet aber meist eine höhere Belastung im Bereich Bandscheibe/Wirbelsäule.



□ Säulen-/Flachbettmaschine

Der Einfluss des Maschinentyps war deutlich erkennbar bezogen auf die Pronation und Supination (Aus- und Einwärtsdrehung) des Unterarms. Bei Arbeiten an Flachbettmaschinen kommt es aufgrund der Anpassung der Handhaltung an die Tischebene zu Gelenkwinkeln, die dem als kritisch zugeordneten Bereich (rot) entsprechen. Die Arbeit mit einer Säulenmaschine ermöglicht eine eher natürliche und entspanntere Handhaltung. Sie bietet der Hand und den Fingern einen seitlichen Zugang zur Nadel, wobei sich die Achse Hand-Handgelenk-Unterarm unterhalb der Ebene bewegen kann, in der das Nähgut geführt wird. Diese „freie“ Handhaltung hat aber den Nachteil, dass für den Arm kaum Abstützmöglichkeiten auf dem Arbeitstisch genutzt werden können. Somit entstehen recht hohe Belastungen für die eingesetzten Muskelgruppen, da das gesamte Gewicht des Hand-Arm-Systems im Raum gehalten und bewegt werden muss.

Am neuen Arbeitsplatz wurden für beide Maschinentypen Verbesserungen entwickelt und deren positive Wirkungen verifiziert. Bei der Flachbettmaschine gelang es durch Veränderung der Armhaltung, die Pronation im Handgelenk zu reduzieren. Bei der Säulenmaschine konnten durch beweglich gestaltete Ablageflächen Muskelbelastungen durch Haltungs- und Haltearbeit deutlich verringert werden.

□ Teilegröße und Teilegewicht

Teilegröße und Teilegewicht des Nähgutes haben, wie bei vielen anderen Tätigkeiten auch, einen Einfluss auf die Höhe von Belastung und Beanspruchung. Bei kleinen Teilen steigen die Anforderungen an die Genauigkeit der Bearbeitung in der Regel, was meist mit zunehmenden Belastungen durch statische Arbeit verbunden ist. Ein weiterer Belastungsfaktor ist die zunehmende Repetitivität, die bei der Serienfertigung von kleinen Teilen auftritt.

Größere Teile erfordern größere dynamische Bewegungen, die Handhabung der Teile erfordert infolge von Gewicht und Steifigkeit größere Kräfte im Finger-, Hand-, Arm- und Schulterbereich. Höhere Beanspruchungen des Herz-Kreislauf-Systems resultieren



auch häufig aus den mit der Verarbeitung größerer Teile verbundenen Nebentätigkeiten, z. B. Material holen, sortieren, ablegen.

□ Empfehlungen für die Neu- bzw. Umgestaltung von Näharbeitsplätzen

Bei der Neugestaltung von Näharbeitsplätzen empfiehlt sich der Einsatz eines Sitz-Steh-Arbeitsplatzes. Die Vorteile einer solchen Lösung sind oben genannt worden. Sollte aus Kostengründen eine andere Lösung vorgezogen werden, ist der Näharbeitsplatz als Sitzarbeitsplatz auszulegen. Die Vorgehensweise zur Festlegung der konkreten maßlichen Gestaltung dieser Plätze findet sich in Abschnitt 5.5.1.

Sollten bestehende Näharbeitsplätze umgestaltet werden, ist zu überprüfen, wo Probleme und Mängel dieser Plätze liegen. Die im Abschnitt 5.10 dargestellte ergonomische Prüfliste kann zur Beurteilung vorhandener Arbeitsplätze verwendet werden, um konkrete Hinweise auf Mängel zu erhalten. Konkrete Hinweise zur Abarbeitung erkannter Mängel finden sich im Kapitel 5.

□ Übertragung der gewonnenen Erkenntnisse auf andere Arbeitssituationen/ Arbeitsplätze/Methodik

Bei der Entwicklung des ergonomischen Näharbeitsplatzes hat es sich als sehr hilfreich erwiesen, konkrete Belastungs- und Beanspruchungsschwerpunkte an existierenden Arbeitsplätzen zu erkennen und diese auch bezogen auf einen typischen Arbeitstag quantifizieren zu können. Hierdurch war eine Prioritätensetzung bei der Umsetzung der ergonomischen Umgestaltungsmaßnahmen an den Musterarbeitsplätzen vorgegeben.

Das auf die Untersuchung und Verbesserung von Näharbeitsplätzen ausgerichtete Projektdesign ist in ähnlicher Weise auch für andere Arbeitsplätze geeignet. Schwerpunkt sind Arbeitsplätze, an denen motorische Arbeit geleistet wird wie z. B. Montagearbeitsplätze, die mit vergleichbarer Methodik untersucht werden können.

Die Herangehensweise zur Bewertung der Messdaten ist ebenfalls auf andere Arbeitsplätze übertragbar. Durch den quantifizierbaren Vergleich der Arbeitssituation vor und



nach der ergonomischen Intervention ist eine genaue Dokumentation der Belastungs-/Beanspruchungsreduktion möglich.

□ Ausblick/Offene Fragen

Es wäre sehr wünschenswert, die Methoden der Belastungs- und Beanspruchungserfassung so miteinander kombinieren zu können, dass sie synchron an der gleichen Versuchsperson über den Zeitraum einer Schicht einsetzbar sind. In dem durchgeführten Projekt musste darauf leider wegen der schwierigen technischen Umsetzung und der damit verbundenen zu hohen zusätzlichen Belastungen für die Versuchspersonen verzichtet werden. Durch die ständige Weiterentwicklung der Sensortechniken und der mobilen Datenerfassung wird dies in naher Zukunft jedoch möglich sein. Eine schnelle und effiziente Kontrolle von Interventionsmaßnahmen wird dadurch erleichtert.

Als momentan nicht zu beantwortende offene Frage muss der wissenschaftliche Nachweis der längerfristigen Auswirkung der belastungs- und beanspruchungsverringenden Maßnahmen angesprochen werden. Die Wirkung der umgestalteten neuen Arbeitsplätze auf Beschwerden und Erkrankungen der Arbeitspersonen konnte im Rahmen dieser Studien nicht ermittelt werden. Es ist sicher sehr wahrscheinlich, dass günstigere Gelenkwinkel, verringerte Muskel- und Herz-Kreislauf-Beanspruchung, weniger Zwangshaltungen und größere Freiheitsgrade bei der Ausführung von Bewegungen sowie geringere Belastungen von Wirbelsäule und Bandscheiben auch zu verringerten Beschwerden führen. Der tatsächliche Nachweis lässt sich allerdings erst dann erbringen, wenn die verbesserte Arbeitssituation in der Praxis über einen längeren Zeitraum bei einem größeren Personenkollektiv zum Einsatz kommt. Es ist zu hoffen, dass sich Unternehmen finden, die über die bisherigen Untersuchungen hinaus mit einem intensiven Praxistest beginnen und dabei Beschwerden und Erkrankungen der Arbeitspersonen dokumentieren. Eine solche Studie in enger Zusammenarbeit zwischen Firmen und den zuständigen Berufsgenossenschaften ist zu empfehlen.



5 Handlungsanleitung

5.1 Gesundheit am Arbeitsplatz – ein Gewinn für Mitarbeiter und Betrieb!

Industrielle Näharbeit ist eine Tätigkeit, die den Menschen körperlich und geistig in vielfältiger Weise belastet. Er muss beim Nähen eine präzise Arbeitsaufgabe ausführen, die eine hohe Sehanforderung beinhaltet. Die über die Augen aufgenommenen Informationen müssen sehr schnell verarbeitet und beim Führen des Nähgutes in die entsprechenden Hand-, Arm- und Schulterbewegungen umgesetzt werden. Gleichzeitig müssen über Fuß- oder Beinbewegungen verschiedene Funktionen der Nähmaschine gesteuert werden.

Dabei werden Sinnesorgane und Nerven und die zur Ausführung der Bewegungen eingesetzten Muskeln beansprucht. Die notwendige Präzision der Bewegungen erfordert eine fixierte Körperhaltung, die nur von bestimmten Nebentätigkeiten, z. B. Materialbereitstellung oder Materialablage, unterbrochen wird. Diese Kombination von Belastungen kann dazu führen, dass einzelne Organe oder Körperregionen des Menschen überlastet werden. Als Reaktion auf eine Überlastung können Organe mit nachlassender Funktionsfähigkeit infolge von Ermüdung, mit kurz- oder längerfristigen Erkrankungen oder im schlimmsten Fall mit dauerhaften Schädigungen reagieren.

Aufgabe der Berufsgenossenschaft ist es, im Rahmen ihres Präventionsauftrages dafür zu sorgen, dass ihre Mitgliedsbetriebe alle Informationen und Unterstützungsleistungen erhalten, die sie dazu befähigen, sichere und gesundheitsförderliche Arbeitsplätze und Arbeitsbedingungen für ihre Mitarbeiter zur Verfügung zu stellen. Solche Arbeitsplätze können dazu beitragen, wirtschaftliche Nachteile für die Betriebe, die aus den Kosten für Fehlzeiten und fehlerhafte Arbeit entstehen, zu verringern. Sichere und gesundheitsförderliche Arbeitsplätze können auch dazu beitragen, dass Mitarbeiter mit höherer Zufriedenheit und Freude an der Arbeit ihren Leistungsbeitrag für das Unternehmen erhöhen und sich im Sinne des Unternehmens für „ihre“ Arbeit und „ihr“ Produkt engagieren.



Diese Handlungsanleitung soll einen Beitrag dazu leisten, dass die aktuellen Erkenntnisse aus den Forschungsvorhaben „Ergonomie an Näharbeitsplätzen“ zu den potenziellen Anwender gelangen und von ihnen umgesetzt werden können. Sie baut auf den Inhalten einer von der Berufsgenossenschaft der Lederindustrie [39] herausgegebenen Broschüre auf. Sie ergänzt und erweitert deren Inhalte durch die Ergebnisse, die im Forschungsvorhaben gewonnen wurden.

Als Anwender sind die in den Berufsgenossenschaften der Lederindustrie sowie der Bekleidungs- und Textilindustrie vertretenen Betriebe angesprochen. Die Hersteller von Nähmaschinen, Arbeitstischen und Zubehör gehören ebenso dazu wie die betroffenen Mitarbeiter und ihre Vertretungen. Die Erkenntnisse sind in allen Branchen anwendbar, in denen Nähtätigkeit ausgeführt wird.

Sicherlich ist nicht jede aus ergonomischer Sicht wünschenswerte Verbesserung an bestehenden Arbeitsplätzen schnell und kostengünstig umzusetzen. Eine kurzzeitige Verbesserung der Wirtschaftlichkeit kann durch derartige Maßnahmen in der Regel nicht bewirkt werden. Dennoch ist es wichtig, Defizite und Verbesserungspotenziale zu erkennen. Diese können dann in mittel- und längerfristige Investitions- und Umgestaltungsplanungen einbezogen werden. Gerade in Zeiten, in denen mehr denn je deutlich wird, dass der Erfolg eines Betriebes vom Leistungswillen, der Motivation und auch der Zufriedenheit seiner Mitarbeiter abhängt, kann die aktive ergonomische Gestaltung menschlicher Arbeit ein wichtiger Baustein für ein positives Klima im Betrieb sein.

5.2 Arbeitsplätze menschengerecht gestalten – Freiräume nutzen und erweitern!

Einen entscheidenden Einfluss auf Höhe und Art der Belastungen, die auf den Menschen einwirken, hat die Gestaltung des Arbeitsplatzes, an dem er seine Tätigkeit ausführt. Bei Nähtätigkeiten werden viele Bedingungen, unter denen die Arbeit stattfindet, durch die Art der Tätigkeit vorgegeben. Nähmaschinentyp, Positionierung der Nähmaschine auf dem Arbeitstisch, Größe und Form des Arbeitstisches werden



durch die Nähaufgabe und das zu verarbeitende Nähgut festgelegt. Die Anordnung einzelner Näharbeitsplätze und ihre Verknüpfung mit manuellen oder mechanisierten Transportsystemen wird durch die Organisation des Herstellungsprozesses für das entsprechende Produkt bestimmt. Die Verknüpfung von Näharbeitsplätzen mit EDV-Systemen, z. B. zur Dokumentation von Qualität oder Arbeitsfortschritt, bringt neue noch komplexere Arbeitssysteme zum Einsatz. Einzelmaschinen mit mechanisierten, teil- oder vollautomatisierten Arbeitsgängen übernehmen bisher dem Menschen vorbehaltenen Handhabungs- und Steuerungsfunktionen.

Trotz dieser vielfältigen Vorgaben verbleiben noch große Freiräume, die für die menschengerechte Gestaltung der Nähtätigkeit zu nutzen sind. Menschengerechte Gestaltung bedeutet, dass die Arbeit den Menschen geistig und körperlich weder unter- noch überfordert und Anreize zu seiner persönlichen Weiterentwicklung beinhaltet. Die Nutzung und Erweiterung dieser Freiräume kann dazu beitragen, dass Arbeitsplätze und Arbeitssysteme entstehen, die wirtschaftlich erfolgreicher und gleichzeitig für die dort arbeitenden Menschen interessanter und abwechslungsreicher werden.

5.3 Gibt es die optimale Körperhaltung für Näharbeit?

Manuelle Nähtätigkeit wird in Deutschland überwiegend in sitzender Körperhaltung ausgeführt. Sitzende Körperhaltung hat bei der Nähtätigkeit folgende Vorteile:

- Der Aufwand der Muskulatur zur Stabilisierung des Körpers ist im Sitzen deutlich geringer als im Stehen.
- Der Energieumsatz im Sitzen liegt etwa bei 40 % des Energieumsatzes in stehender Körperhaltung.
- Durch die Abstützung des Körpers auf dem Stuhl und dem Arbeitstisch sind die erforderlichen hoch genauen Arm- und Fußbewegungen mit geringerem Muskeleinsatz und höherer Präzision durchführbar als im Stehen.



- ❑ Die Anpassung des Arbeitsplatzes an die unterschiedlichen Körper- und Funktionsmaße der Menschen ist im Sitzen mit weniger technischem und finanziellem Aufwand verbunden als im Stehen.
- ❑ Die technische Verknüpfung von Arbeitsplätzen durch Transportsysteme ist bei sitzender Tätigkeit einfacher und kostengünstiger. Gleiche Arbeitstischhöhen sind aus ergonomischer Sicht nur bei sitzender Tätigkeit akzeptabel.

Sitzende Körperhaltung bei Nähtätigkeit beinhaltet allerdings auch Nachteile:

- ❑ Häufig wird eine stark gebeugte Körperhaltung eingenommen ohne Abstützung des Körpers durch die Rückenlehne des Arbeitsstuhls.
- ❑ Daraus resultieren ungünstige Druckbelastungen der Bandscheiben, die bis zu dreimal höher sind als die Belastungen beim aufrechten Sitzen.
- ❑ Auch die Nacken-, Hals- Schulter- und Rückenmuskulatur wird durch die stark gebeugte Sitzhaltung belastet. Besonders ungünstig sind diese Belastungen infolge der hohen Anteile an statischer (bewegungsloser) Arbeit der Muskulatur.
- ❑ Ohne die Möglichkeit eines Haltungswechsels ist die sitzende Körperhaltung auf Dauer belastend für Wirbelsäule und Oberkörpermuskulatur. Die Durchblutung der Gefäße im Bereich des Gesäßes und der Oberschenkel ist möglicherweise eingeschränkt.
- ❑ Häufig ragen Teile des Antriebs in den Beinraum des Arbeitsplatzes und schränken den Bewegungsraum der Beine ein. Durch die fest vorgegebene und nur schwierig veränderbare Position des Fußpedals und mangelnde Abstellmöglichkeit für einen Fuß werden ungünstige und belastende Sitzhaltungen erzwungen (siehe Abschnitt 3.5).

Gelegentlich findet Nähtätigkeit auch in stehender Körperhaltung statt. Stehende Körperhaltung ist in Deutschland bei manueller Nähtätigkeit wenig verbreitet. Häufiger kommt sie an mechanisierten und automatisierten Näharbeitsplätzen vor, besonders dann, wenn eine Mehrmaschinenbedienung stattfindet. Sie wird auch dort eingesetzt,



wo minimaler Platzbedarf und häufiger Tätigkeitswechsel gefordert sind. Stehende Körperhaltung hat bei Nähtätigkeit folgende Vorteile:

- gleichmäßige günstige Belastung von Wirbelsäule und Bandscheiben
- größere Bewegungsräume als in sitzender Körperhaltung sind möglich
- Aufbringen größerer Körperkräfte als im Sitzen ist möglich
- schneller Wechsel zu anderen Tätigkeiten/Arbeitsplätzen ist möglich (z. B. bei Mehrmaschinenbedienung).

Stehende Körperhaltung beim Nähen hat aber auch gravierende Nachteile:

- dauernde statische Muskelanspannung im gesamten Körperbereich zur Stabilisierung der Körperhaltung
- höherer Energiebedarf als im Sitzen
- Fußauslösung mit Pedal bewirkt einseitige Belastung der Rumpf-, Bein- und Fußmuskulatur infolge des überwiegenden Stehens auf einem Bein
- Risiko eines Blutstaus in den Beinen infolge des ungünstigeren venösen Blutrückflusses.
- höherer Anpassungsaufwand an unterschiedliche Körper- und Funktionsmaße der Arbeitspersonen, erforderliche Verstellbereiche werden größer als in sitzender Körperhaltung
- einheitliche feste Arbeitstischhöhe ist für Nähtätigkeit im Stehen aus ergonomischer und sicherheitstechnischer Sicht nicht akzeptabel.

Aus der Beurteilung beider Körperhaltungen lässt sich kein einfaches, für alle Nähtätigkeiten gültiges Rezept für die ergonomisch optimale Körperhaltung ableiten. Es ist immer notwendig, bestehende näherarbeitsspezifische Defizite zu erkennen und nach



Lösungen zu suchen, die bezogen auf Nähaufgabe, Arbeitsplatz und Arbeitspersonen eine Verbesserung der Belastungssituation erwarten lassen.

5.3.1 Körperhaltung wechseln – Anspannung und Ermüdung abbauen!

Eine wichtige ergonomische Forderung besteht darin, einseitige überwiegend statische Haltungen in ihrem zeitlichen Anteil zu verringern. Bewegung, also Dynamik, ist zuzulassen und zu fördern. Haltungswechsel innerhalb der Arbeitsaufgabe oder Haltungswechsel durch die Ausführung verschiedener Arbeitsaufgaben können die Nachteile einseitiger Körperhaltungen verringern. Durch den Einsatz unterschiedlicher Muskelgruppen, durch die Veränderung der Belastungsart der Muskulatur und durch erholungswirksame Aktivierung des Herz-Kreislauf-Systems wird Ermüdung abgebaut und Anspannung reduziert.

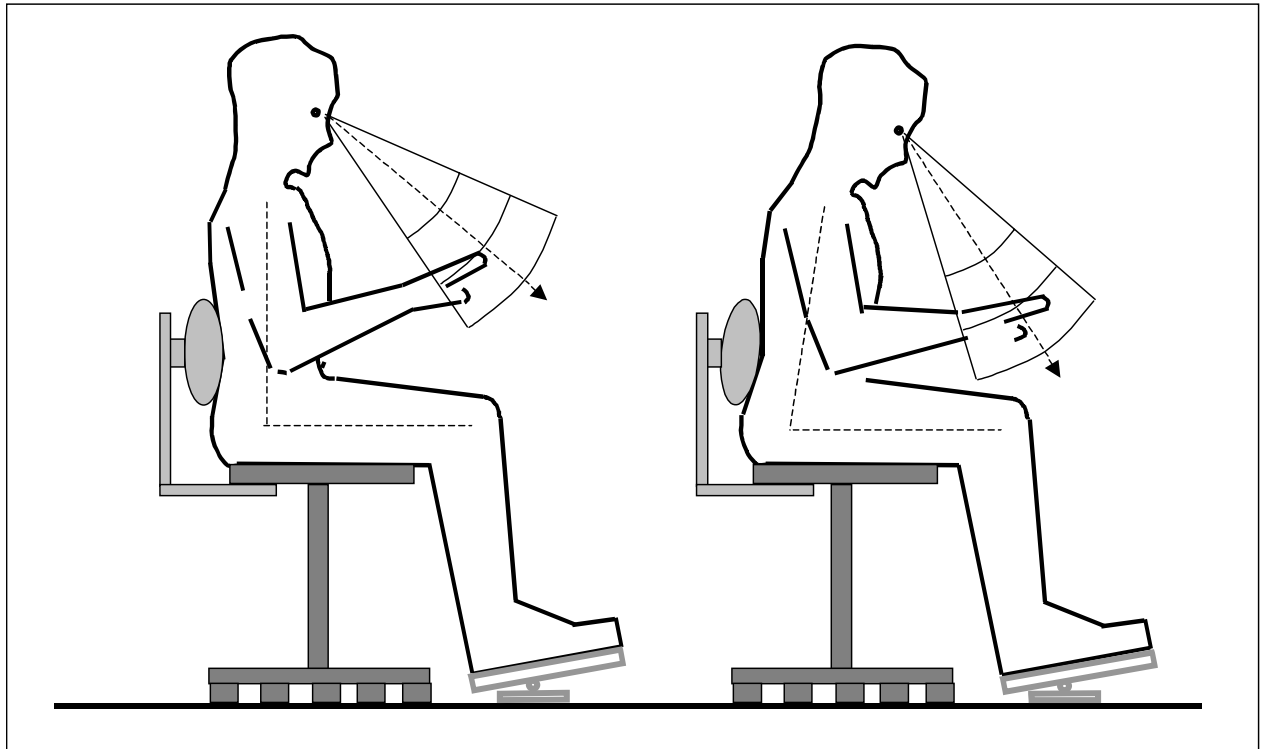
Bei überwiegend sitzender Arbeitsausführung sollte ein Wechsel der Sitzhaltung ermöglicht werden. Die bei Näharbeit dauerhaft eingenommene vordere Sitzhaltung kann abgelöst werden durch einen Wechsel zwischen vorderer, aufrechter und hinterer Sitzhaltung (Abbildung 101, siehe Seite 181). Diese „Dynamik“ hat positive Folgen für die Versorgung der Bandscheiben mit Nährstoffen und für die Belastung der Muskulatur im Bereich Nacken, Hals, Schulter und Rücken.

Durch die Wahl eines geeigneten Arbeitsstuhles muss sichergestellt werden, dass der Rücken möglichst in jeder Sitzhaltung durch die Rückenlehne unterstützt wird. Damit kann die Druckbelastung auf die Bandscheiben beim Sitzen auf etwa die gleichen Größenordnungen reduziert werden wie beim aufrechten Stehen.

Zusätzlich zur Veränderung der Sitzhaltung sollte dem Bewegungswechsel zwischen Sitzen, Stehen und Gehen große Aufmerksamkeit geschenkt werden. Durch die Aktivitäten der großen Muskelgruppen im Rumpf-Bein-Bereich beim Aufstehen und Gehen werden Kreislauf und Durchblutung aktiviert und negative Wirkungen einseitiger Belastungen reduziert.



Abbildung 101:
Wechsel zwischen aufrechter und vorderer Sitzhaltung (ca. 20° geneigt)
bei einem Sehabstand von ca. 400 mm



Einfache Realisierungsmöglichkeiten für einen Bewegungswechsel bietet ein Wechsel der Tätigkeit. Eine Analyse der Arbeitsaufgaben, die in anderer als sitzender Körperhaltung ausgeführt werden können, ermöglicht die Auswahl entlastender Tätigkeiten. Finden sich diese Aufgaben bereichsnah, ist zu überprüfen, inwieweit eine Aufteilung auf möglichst viele Arbeitspersonen möglich ist. Eine solche Verteilung belastungsverringender Arbeitsinhalte ist schon dann sinnvoll, wenn nur wenige kurze Belastungswechsel eine dauerhaft einseitige Körperhaltung unterbrechen.

Für einen Belastungswechsel eignen sich Aufgaben aus den Bereichen Transport, Qualitätssicherung, Wartung und Reparatur, Lagerhaltung, Arbeitsvorbereitung und ähnlichen vor- oder nachgelagerten Tätigkeiten. Auch Näharbeitstätigkeiten an Maschinen und Einrichtungen, die einen Wechsel der Körperhaltung – und sei es nur ein Gehen über wenige Meter – gestatten, sind dafür geeignet. Weitere Hinweise zum Arbeitswechsel finden sich im Abschnitt 5.9.



Ein zu häufiger Arbeitswechsel kann unter Umständen negative Auswirkungen auf Übungsgrad und Arbeitsleistung haben. Einseitige Belastungen erhöhen allerdings das Risiko von Fehlleistungen und Ermüdung. Ein infolge von Arbeitswechsel geringfügig verringerter Einübungsgrad kann durch verringerte Ermüdung und höhere Leistungsbereitschaft durchaus kompensiert werden.

Es ist möglich, einen Näharbeitsplatz so auszulegen, dass sowohl im Sitzen als auch im Stehen gearbeitet werden kann. Solche Sitz-Steh-Arbeitsplätze sind bei Montage-tätigkeit durchaus üblich und werden zunehmend auch für Bürotätigkeit eingesetzt. Sie ermöglichen es den Arbeitspersonen, selbst darüber zu entscheiden, in welcher Körperhaltung sie ihre Arbeit ausführen wollen.

Im vorliegenden Forschungsvorhaben konnte belegt werden, dass auch bei Nähtätigkeit ein Sitz-Steh-Arbeitsplatz erfolgreich einsetzbar ist. Trotz der grundsätzlichen ergonomischen Problematik einer Betätigung von Fußauslösungen in stehender Körperhaltung ist Eignung und Akzeptanz eines Sitz-Steh-Näharbeitsplatzes erreichbar. Dazu sind folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- ausreichender Verstellbereich des Arbeitstisches zur Anpassung an Körpermaße und Art der Arbeitsaufgabe
- komfortabler und einfach zu bedienender Verstellmechanismus
- Fußbedieneinheit, die im Sitzen und im Stehen voll funktionsfähig ist und keine zusätzliche Belastungen beinhaltet
- Arbeitsstuhl auf Rollen, der leicht vom Arbeitsplatz zu entfernen ist
- Bewegungsfreiraum für sitzende und stehende Körperhaltung
- Materialbereitstellung, die unterschiedliche Arbeitshöhen im Sitzen und im Stehen berücksichtigt
- zusätzliche Bedienelemente z. B. Knieschalter werden an die Bedienaufgabe in unterschiedlicher Körperhaltung angepasst.



Nur wenn das Gesamtkonzept des Sitz-Steh-Arbeitsplatzes schlüssig ist und alle erforderlichen Funktionen im Sitzen und im Stehen ausgeführt werden können, sollte es auch zum Einsatz kommen. Ein aufwändigerer, teurer und in seinen Möglichkeiten ungenutzter Arbeitsplatz erzeugt bei Vorgesetzten und Mitarbeitern schnell Frustration und Ablehnung. Von ergonomischen Teillösungen ist daher abzuraten.

5.3.2 Näharbeit im Sitzen – was ist zu beachten?

Tabelle 18 zeigt verschiedene Möglichkeiten der sitzenden Körperhaltung bei manueller Nähtätigkeit. Die Körperhaltung wird aus ergonomischer Sicht beurteilt und ihre Eignung für unterschiedliche Nähaufgaben eingestuft. In der Spalte „Gestaltungshinweise“ werden Mindestanforderungen genannt, die im Abschnitt 5.7 weiter erläutert werden. Die in der Tabelle 18 verwendete Farbcodierung „grün“ steht für die ergonomisch günstige Gestaltung, „gelb“ weist auf gewisse Risiken hin, „rot“ beinhaltet dringenden Veränderungsbedarf.

Tabelle 18:
Ergonomische Bewertung und Gestaltungshinweise für
Näharbeit in sitzender Körperhaltung

Körperhaltung bei der Tätigkeit	Ergonomische Beurteilung der Gestaltung	Gestaltungshinweise für den Näharbeitsplatz
Sitzen mit wechselnder Oberkörperhaltung und gelegentlichem Wechsel zu anderer Körperhaltung (Stehen, Gehen)	Guter Kompromiss zwischen wirtschaftlichen und humanen Anforderungen. Bei kleinen bis mittleren Abmessungen des Nähgutes. Entlastende Nebentätigkeiten möglichst gleichmäßig über den Arbeitstag verteilen.	Arbeitstischhöhe verstellbar oder bei fester Arbeitstischhöhe Fußpedal höhenverstellbar; höhenverstellbarer Stuhl mit dynamischer Rückenlehne



Tabelle 18, Fortsetzung

Körperhaltung bei der Tätigkeit	Ergonomische Beurteilung der Gestaltung	Gestaltungshinweise für den Näharbeitsplatz
Sitzen mit wechselnder Oberkörperhaltung ohne die Möglichkeit des gelegentlichen Wechsels zu anderen Körperhaltungen	Belastende Körperhaltung. Infolge fehlender Möglichkeit zum entlastenden Haltungswechsel sollte versucht werden, entlastende Tätigkeitsabschnitte zu integrieren. Bei kleinen und mittleren Abmessungen des Nähgutes	Arbeitstischhöhe verstellbar oder bei fester Arbeitstischhöhe Fußpedal höhenverstellbar; höhenverstellbarer Stuhl mit dynamischer Rückenlehne
Sitzen ohne Möglichkeit des Wechsels der Oberkörperhaltung und ohne die Möglichkeit des gelegentlichen Wechsels zu anderer Körperhaltung	Die auf Dauer einseitige Belastung sollte durch Gestaltungsmaßnahmen unbedingt reduziert werden, um dem Entstehen von Beschwerden und Erkrankungen vorzubeugen. Bei kleinen und mittleren Abmessungen des Nähgutes.	Arbeitstischhöhe verstellbar oder bei fester Arbeitstischhöhe Fußpedal höhenverstellbar; höhenverstellbarer Stuhl mit dynamischer Rückenlehne

5.3.3 Näharbeit im Stehen – was geht, was geht nicht?

Tabelle 19 (siehe Seite 185) gibt Hinweise für die Gestaltung von Näharbeit in stehender Körperhaltung. Zur Beurteilung der in der Tabelle enthaltenen Informationen gelten die in Abschnitt 5.3.2 getroffenen Aussagen.

Anspruchsvolle Nähtätigkeit, die ausschließlich im Stehen ohne Möglichkeit eines entlastenden Haltungswechsels ausgeführt wird, ist nicht zu empfehlen, wie dem mit „rot“ gekennzeichneten Teil der Tabelle 19 zu entnehmen ist. Mögliche wirtschaftliche Vorteile, die sich aus der Verringerung des Platzbedarfs ergeben, können leicht durch die aufgrund höherer Beanspruchung möglicherweise auftretenden geringeren Arbeitsgeschwindigkeiten bzw. höhere Ausschussquoten zunichte gemacht werden.



Tabelle 19:
Ergonomische Bewertung und Gestaltungshinweise für
Näharbeit in stehender Körperhaltung

Körperhaltung bei der Tätigkeit	Ergonomische Beurteilung der Gestaltung	Gestaltungshinweise für den Näharbeitsplatz
Stehen im selbst wählbaren Wechsel mit sitzender Körperhaltung an einem Sitz-Steh-Arbeitsplatz	Stehen in Verbindung mit Fußbedienung ist akzeptabel, wenn Ermüdungen jederzeit durch Wechsel in die entlastende Körperhaltung „Sitzen“ abgebaut werden können.	Arbeitstischhöhe verstellbar. Fußbedienelemente möglichst flach, für Betätigung im Sitzen und Stehen geeignet. Arbeitsstuhl mit Rollen. Ausreichender Freiraum. Angepasste Materialbereitstellung.
Stehen im gelegentlichen Wechsel mit anderen Körperhaltungen (Gehen, Sitzen)	Dauerndes Stehen in Verbindung mit Fußbedienung ist ergonomisch ungünstig, da der Fuß-Bein-Bereich einseitig belastet wird. Bei großen/schweren Teilen, an Maschinen ohne oder mit seltener Fußbetätigung, bei relativ geringen Anforderungen an die Qualität der Naht u. U. günstiger als sitzende Körperhaltung.	Arbeitstischhöhe verstellbar. Fußbedienelemente möglichst flach, sodass Stehen ohne Anheben des Fußes möglich ist. Einsatzmöglichkeit einer Stehhilfe überprüfen
Stehen ohne Möglichkeit des gelegentlichen Wechsels mit anderen Körperhaltungen (Gehen, Sitzen)	Diese auf Dauer einseitige Belastung sollte unbedingt durch Gestaltungsmaßnahmen verändert werden, um dem Entstehen von Beschwerden und Erkrankungen vorzubeugen.	Arbeitstischhöhe verstellbar. Fußbedienelemente möglichst flach, sodass Stehen ohne Anheben des Fußes möglich ist. Einsatzmöglichkeit einer Stehhilfe überprüfen



5.4 Die Sehaufgabe beim Nähen – Hohe Anforderungen an Mensch und Arbeitsgestaltung

Die Nähaufgabe stellt hohe Anforderungen an das Sehvermögen der Arbeitspersonen. Aufgrund der erforderlichen Genauigkeit der Nahtlage, der geringen Abmessungen der Naht und der hohen Geschwindigkeit, mit der die Nahtbildung erfolgt, ist eine sehr exakte Informationsaufnahme durch das Auge erforderlich. Diese Informationsaufnahme wird durch die Beleuchtungsbedingungen am Arbeitsplatz beeinflusst. Zu nennen sind z. B. der Helligkeitsunterschied (Kontrast) zwischen Faden und dem zu verbindenden Material.

Die an der Arbeitsstelle herrschende Helligkeit sowie der Helligkeitsunterschied zwischen Arbeitsstelle und Umgebung sind wichtige Einflussfaktoren. Auch das individuelle Sehvermögen der Arbeitsperson hat Rückwirkungen auf das Arbeitsergebnis.

Die Auflösungsfähigkeit des normalsichtigen menschlichen Auges hängt vom Sehabstand ab. Der Zusammenhang zwischen der erkennbaren Detailgröße und dem dazu erforderlichen Beobachtungsabstand, der für etwa 95 % aller Menschen zutrifft, ist in Tabelle 20 dargestellt.

Tabelle 20:
Erkennbare Detailgröße in Abhängigkeit vom Sehabstand

Erkennbare Detailgröße	Beobachtungs- oder Sehabstand
0,10 mm	200 mm
0,15 mm	300 mm
0,20 mm	400 mm
0,25 mm	500 mm

Die in dieser Tabelle enthaltenen Daten liefern noch keine eindeutige Aussage über den für Nähtätigkeiten erforderlichen Sehabstand. Die geringe zur Informationsaufnahme zur Verfügung stehende Zeit und die speziellen Beleuchtungsbedingungen bei der Nähtätigkeit sind in dieser Darstellung nicht berücksichtigt.



Im Rahmen des Forschungsvorhabens und in Voruntersuchungen wurden in zehn größeren Unternehmen der Nähindustrie Fallstudien durchgeführt, bei denen Arbeitsplatzabmessungen und menschliche Funktionsmaße erhoben wurden. Dabei wurden die in Tabelle 21 genannten Sehabstände (gemessener Abstand vom Auge zur Nadel) ermittelt.

Tabelle 21:
Sehabstände bei Nähtätigkeit in unterschiedlichen Branchen.

Branche/Produkte	Sehabstand bei Nähtätigkeit
Schuhherstellung/Sportschuhe	200 bis 370 mm
Schuhherstellung/Straßenschuhe	230 bis 340 mm
Plüschtiere	250 bis 350 mm
Bekleidung (größere Teile)	270 bis 330 mm
Bekleidung (kleinere Teile)	280 bis 350 mm
Zelte	300 bis 400 mm
Sitzbezüge Kfz/Kopfstützenbezüge	300 bis 400 mm
Polstermöbel	320 bis 520 mm
Reparatur Arbeitskleidung	400 bis 450 mm

Die Genauigkeitsanforderungen an die Sehaufgabe sind beim Nähen im Vergleich zu anderen Tätigkeiten (z. B. Bildschirmarbeit) deutlich höher. Aus diesen Ergebnissen wird deutlich, dass bei Näharbeit ein sehr geringer Abstand zwischen Auge und Nadel eingenommen wird. Dieser geringe Sehabstand bedingt eine Zunahme der Belastungen infolge stärkerer Inanspruchnahme des Auges. Die Augenmuskulatur muss stark aktiviert werden, um die Linse in die Nahsehfunktion zu bringen, die Sehachse muss entsprechend stark geneigt werden. Eine weitere Folge des geringen Sehabstandes ist eine entsprechend große Oberkörper- und Kopfvorbeugung. Aufgrund der teilweise großen Streuungen der gemessenen Sehabstände kann vermutet werden, dass individuelle Einflüsse sowie Einflüsse aufgrund der Arbeitsplatzgestaltung und der erforderlichen Genauigkeit der Informationsaufnahme die Unterschiede beim real gemessenen Sehabstand bedingen.

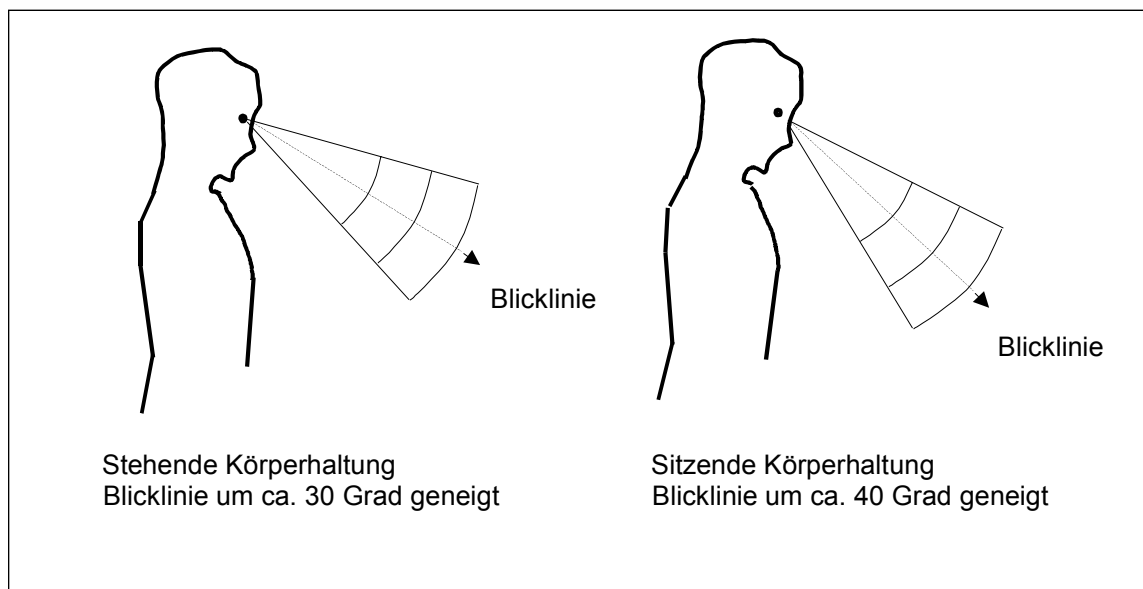


5.4.1 Gute Sehleistung setzt gute Beleuchtungsbedingungen voraus

Aufgrund der hohen Sehanforderungen kommt es zu hohen Belastungen bei den Beschäftigten. Daher müssen alle Möglichkeiten zur Realisierung einer möglichst gering belastenden Arbeitssituation bei quantitativ und qualitativ hoher Sehleistung untersucht werden.

Eine entspannte Kopf- und Augenhaltung ist dann gegeben, wenn die Blicklinie, die gedachte Verbindungslinie zwischen Auge und beobachtetem Objekt, bei normaler Sitzhaltung im Bereich von ca. 40° zur Horizontalen geneigt ist. Im Stehen ist die Blicklinie in einer Größenordnung von etwa 30° zur Horizontalen geneigt [40]. Diese Zusammenhänge zeigt Abbildung 102. Der Bereich, in dem Objekte nur durch Augenbewegung fixiert werden, wird auch als „optimales Blickfeld“ [41] bezeichnet.

Abbildung 102:
Neigung der Blicklinie im Sitzen und Stehen mit Darstellung
des „optimalen Gesichtsfeldes“



Die Beleuchtungsstärke an der Einsichtsstelle sollte einen Mindestwert von 1 000 Lux nicht unterschreiten. Dies kann durch eine entsprechend dimensionierte Allgemeinbeleuchtung des Arbeitsraumes erreicht werden. Der Vorteil einer hohen Raumbeleuchtungsstärke liegt darin, dass der gesamte Arbeitsplatz etwa gleich hell ausgeleuchtet



wird. Damit treten keine zu großen Kontraste auf. Große Kontraste (Helligkeitsunterschiede) erfordern einen Anpassungsaufwand für das Auge, das sich bei Blickwechseln auf unterschiedliche Helligkeitswerte einstellen muss. Das Einstellen auf unterschiedliche Helligkeitswerte erfordert Zeit und beinhaltet das Risiko von Informationsverlusten und Qualitätseinbußen. Blickwechsel finden z. B. statt, wenn die Arbeitsperson neues Nähgut holt oder bearbeitetes Nähgut ablegt. Zu beachten ist, dass durch die Konstruktion der Nähmaschine ein Teil des Nähbereiches häufig im Schatten des Maschinengehäuses liegen wird und die Beleuchtungsstärke in diesem Bereich für die Sehaufgabe zu gering werden kann. Eine Kombination aus Allgemeinbeleuchtung in Verbindung mit einer Zusatzbeleuchtung, die das Nähfeld intensiver ausleuchtet, ist daher in der Regel vorzuziehen.

Es ist darauf zu achten, dass die Kontraste im Arbeitsbereich nicht zu groß werden, weil sonst das Anpassungsvermögen des Auges überfordert wird. Wenn z. B. bei Verwendung einer Lichtquelle mit Lichtleiter an der beleuchteten Arbeitsstelle (Nadel) eine Beleuchtungsstärke von 3 000 Lux gemessen wird, sollte an dem von der Allgemeinbeleuchtung erhellten Bereich des Arbeitstisches eine Beleuchtungsstärke von mindestens 1 000 Lux erreicht werden. Diese Aussage gilt für den Fall, dass an den häufig anvisierten Arbeitsstellen ähnliche Reflektionsgrade vorhanden sind. Das Kontrastverhältnis (Verhältnis der Helligkeitsunterschiede zwischen hellster und dunkelster Stelle im häufig genutzten Sehbereich) sollte nicht größer als 1 : 3 oder 3 : 1 sein [42].

Die Helligkeit von Zusatzleuchten sollte geregelt werden können. Dies ist auch deshalb sinnvoll, weil Nähgut und Faden je nach Farbe und Oberflächenstruktur das Licht unterschiedlich stark reflektieren und absorbieren. Bei einer matten schwarzen Oberfläche wird etwa 90 % des auftreffenden Lichtes absorbiert. Das bedeutet, dass die Beleuchtungsstärke deutlich höher sein muss, um den gleichen Helligkeitseindruck zu erzielen als bei einer hellen Oberfläche, die nur etwa 30 % des einfallenden Lichtes absorbiert. Eine zu hohe Beleuchtungsstärke kann Blendung zur Folge haben, die den Erkennungsprozess wiederum erschwert.



Eine zu kleine punktförmige Auslegung der beleuchteten Fläche von weniger als 100 cm² hat den Nachteil, dass es schon bei einem kleinen Blickwechsel zu den beschriebenen Anpassungsreaktionen auf die unterschiedliche Helligkeit kommen muss.

Häufig sind die in der Praxis gemessenen Beleuchtungsstärken in Bereichen mit Zusatzbeleuchtungen zu hoch. Beleuchtungsstärken von 8 000 Lux sind nicht nur unnötig hoch, sondern verursachen unnötig hohe Kontraste, die die Sehaufgabe erschweren.

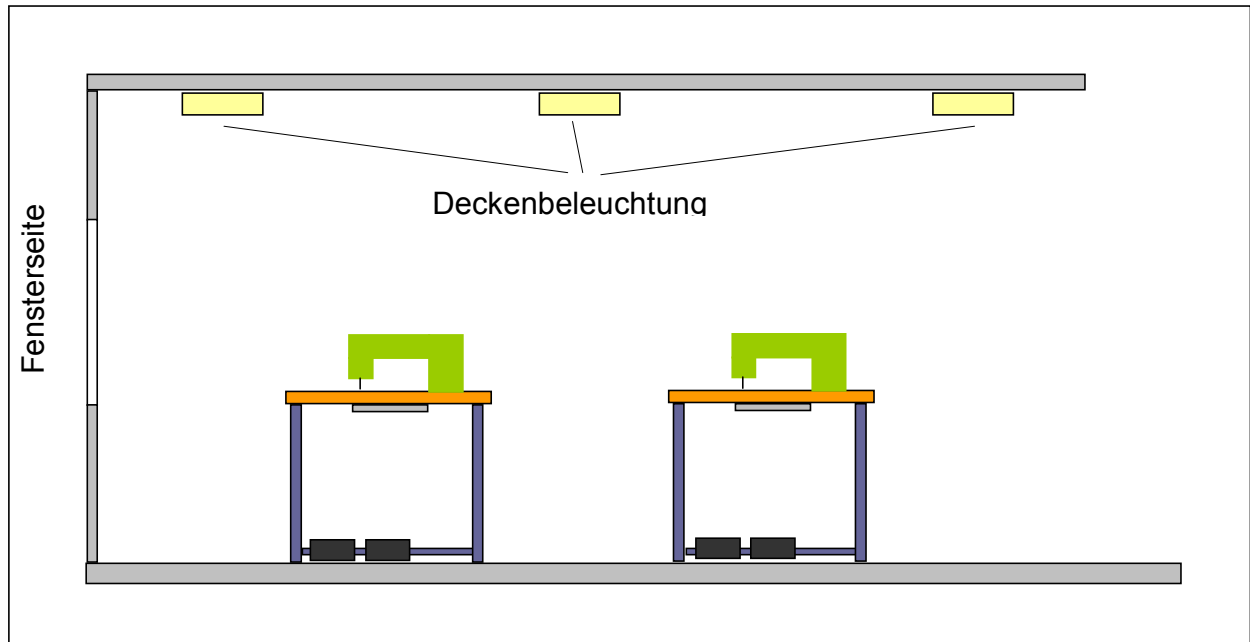
Ein zu hoher Wärmeeintrag durch die Zusatzbeleuchtungseinheiten ist zu vermeiden; entweder sollten Lichtleiter verwendet werden oder die Beleuchtungseinheiten müssen im entsprechenden Abstand zum Arbeitsbereich montiert werden.

Die Farbwiedergabequalität der Zusatzbeleuchtungseinheit sollte in Bereichen mittlerer Anforderungen liegen. Bei der Nähtätigkeit ist nicht die absolute Farberkennung, sondern eher eine relative Erkennung von Farben wichtig.

Näharbeitsplätze sollten im Arbeitsraum so aufgebaut werden, dass die Hauptblickrichtung der Arbeitspersonen nicht zum Fenster ausgerichtet ist. Damit wird Blendungsgefahr durch einfallendes Sonnenlicht vermieden. Bei der Gestaltung der Raumbeleuchtung ist darauf zu achten, dass die Beleuchtungskörper parallel zur Fensterfront angeordnet werden. Abbildung 103 (siehe Seite 191) verdeutlicht diese Zusammenhänge.



Abbildung 103:
Beleuchtungsgünstige Anordnung von Näharbeitsplätzen im Arbeitsraum



5.4.2 Gute Sehleistung setzt gutes Sehvermögen voraus

Neben der Gestaltung der Sehbedingungen ist darauf zu achten, dass die individuelle Sehfähigkeit den Tätigkeitsanforderungen entspricht. Gerade bei Menschen mit Sehfehlern ist eine Anpassung der Sehhilfe (Brille oder Kontaktlinse) an die tätigkeitsbedingte Sehaufgabe wichtig. Sehr ungünstige Körperhaltungen bei der Nähtätigkeit können auch ihre Ursache in nicht erkannter und somit nicht korrigierter Fehlsichtigkeit haben.

Altersbedingte Veränderungen der Sehfunktion können negative Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit bei der Nähtätigkeit haben. Zu nennen sind die Verringerung der Anpassungsfähigkeit des Auges an unterschiedliche Sehentfernungen in Verbindung mit dem Auswandern des so genannten Nahpunktes (Altersweitsichtigkeit). Auch die Zunahme der Blendungsempfindlichkeit und des Lichtbedarfes infolge von Augentrübungen mit vermehrter Lichtstreuung tritt altersbedingt auf. Neben den individuellen Möglichkeiten der Korrektur durch Sehhilfen können auch zusätzliche Arbeitsplatz-



leuchten, die individuell einstellbar und in der Helligkeit regelbar sind, die genannten Probleme im Einzelfall verringern.

Beim Auftreten von Beschwerden und beim Erkennen extrem ungünstiger Körperhaltungen sollte daher immer auch überlegt werden, ob Überforderungen bei der Sehaufgabe dafür verantwortlich sein könnten. Eine augenärztliche Untersuchung kann schnell und einfach klären, ob individuelle Sehprobleme als Ursache für Körperhaltungs-, Leistungs- und Gesundheitsprobleme am Arbeitsplatz infrage kommen. Direkter Ansprechpartner für Probleme und Beschwerden der Mitarbeiter ist der Werksarzt oder der für den Betrieb zuständige Arbeitsmediziner.

5.5 Hand-, Arm- und Schultermuskulatur – Beanspruchung verringern!

Nähtätigkeit beinhaltet muskuläre Belastungen im Bereich von Fingern, Händen, Armen und Schultern. Diese muskulären Belastungen sind häufig dynamisch, d. h. mit Kraftaufwand und Bewegung verbunden. Es treten aber auch statische Belastungen auf, d. h. muskuläre Kräfte werden über längere Zeiträume (> 4 Sekunden) ohne erkennbare Bewegung aufgebracht.

Dynamische Muskelbelastungen werden dann kritisch, wenn die Leistungsgrenzen einzelner Muskeln oder Muskelgruppen infolge von hohen Bewegungsfrequenzen und/oder hohem Kraftaufwand überschritten werden. Das Überschreiten äußert sich in zunehmender Muskelermüdung, wie z. B. dem Nachlassen der Leistungsfähigkeit und der Erhöhung der Streuung beim Erbringen genauer Kraft- und Bewegungsleistungen. Zu hohe Kraft- und Bewegungsleistungen können auf Dauer auch die an der Kraft- und Bewegungsausführung beteiligten mechanisch belasteten Übertragungselemente, wie Gelenke, Sehnen, Sehnenscheiden, Bänder und Knochen, überlasten. Die bei Nähtätigkeit auftretenden dynamischen Muskelbelastungen im Oberkörperbereich werden dem Bereich der einseitig dynamischen Arbeit zugeordnet. Einseitig dynamische Muskularbeit ist dadurch gekennzeichnet, dass kleinere Muskeln oder Muskelgruppen mit hoher Bewegungsfrequenz und eher geringerem Krafteinsatz aktiviert werden.



Statische Muskelbelastungen haben zur Folge, dass die Leistungsfähigkeit der Muskeln durch die fehlende Sauerstoff- und Nährstoffversorgung stark nachlassen und sie schnell ermüden, wenn keine ausreichenden Erholungs- oder Arbeitswechselphasen vorhanden sind.

Eine ergonomische Klassifizierung von Gelenkstellungen im Oberkörperbereich beinhaltet Tabelle 5 im Abschnitt 2.5.2. Günstige Bedingungen, unter denen der Körper Kraft und Bewegungen ausüben kann, liegen immer dann vor, wenn sich die Winkelstellungen der Körpergelenke in der Nähe der Neutralstellung der Gelenke (mit „grün“ gekennzeichnet) bewegen.

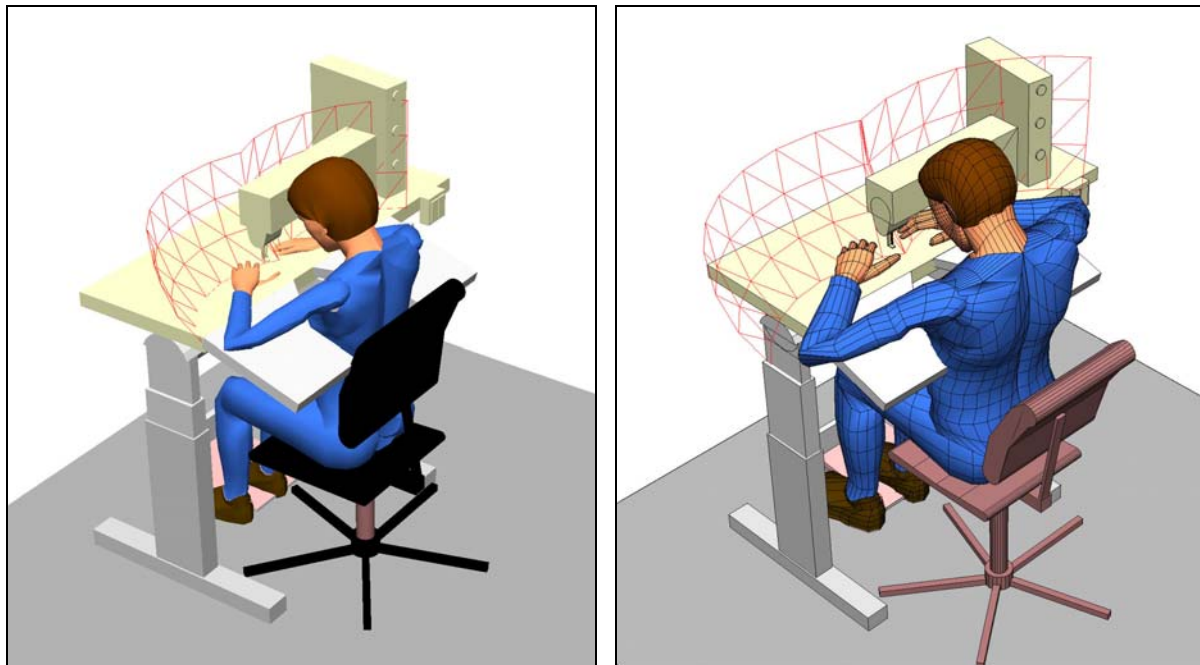
Wird dieser auch als Bequemlichkeitsbereich bezeichnete Bereich überschritten, nehmen die Beanspruchungen der betroffenen Organe (Muskeln, Sehnen, Gelenke) zu. In diesem Bereich (mit „gelb“ gekennzeichnet) sind bei hoher Bewegungshäufigkeit und höheren Kraftleistungen längerfristige Beeinträchtigungen wahrscheinlicher als in dem mit „grün“ gekennzeichneten Bereich.

Immer dann, wenn die Kraft- und Bewegungsleistungen in den Grenzbereichen der Gelenke (mit „rot“ gekennzeichnet) stattfinden, ist infolge ungünstiger mechanischer Übertragungsverhältnisse mit einer Einschränkung der möglichen Leistung und einer deutlich höheren Beanspruchung zu rechnen.

Bei der Gestaltung der Nährtätigkeit ist darauf zu achten, in welchem Bewegungsbereich des Oberkörpers die erforderlichen Bewegungen auszuführen sind. Die zu berücksichtigenden Maße am Arbeitsplatz sollten sich auf den Bereich beziehen, der für häufiges schnelles Erreichen mit beiden Händen geeignet ist. Eine Darstellung günstiger Greifräume findet sich in Abbildung 104 (siehe Seite 194). Die Darstellung beinhaltet die „idealen“ Greifräume für die „kleine Frau“ (5. Perzentil der Frauen) und den „großen Mann“ (95. Perzentil der Männer) [43]. Mit dem Begriff des „idealen“ oder „kleinen“ Greifraums wird der Bewegungsbereich der Arme bezeichnet, der überwiegend durch Unterarmaktivitäten erreicht wird [44].



Abbildung 104:
„Ideale“ Greifräume in sitzender Körperhaltung
(5. Perzentil der Frauen und 95. Perzentil der Männer)



Bei der Positionierung der Nähmaschine auf dem Tisch sollte darauf geachtet werden, dass der Tätigkeitsbereich der Hände der Arbeitsperson nicht wesentlich über die empfohlenen Werte hinausgeht. Der Abstand zwischen Nadel und vorderer Tischkante sollte nicht mehr als 300 mm betragen. Je weiter die Nadel von der vorderen Tischkante entfernt liegt, desto höher wird die Hand-Arm-Schulter-Belastung. Die Wahrscheinlichkeit eines stärkeren Vorbeugens des Oberkörpers steigt mit zunehmendem Abstand von der Tischkante zur Nadel bei nähtypisch hohen Sehanforderungen. Die in der Praxis (in acht Unternehmen) gemessenen Werte für den Abstand der Nadel von der vorderen Tischkante sind im Abschnitt 3.5 in Tabelle 13 wiedergegeben.

Bei kleinem Nähgut kann die Nadel näher zur Tischvorderkante positioniert werden, bei großem Nähgut, an dem lange Nähte ausgeführt werden müssen, sollte der Arbeitsbereich der Arme vollständig ausgenutzt werden.

Anstelle von häufigen kurzzyklischen Nähvorgängen sollte versucht werden, längere eher mittelzyklische Bewegungen auszuführen. Diese auch als „Sigmaringer“ oder



„optimale Nähmethode“ [38] beschriebene Vorgehensweise hat mehrere Vorteile. Durch das Vermeiden häufiger Anhalte- und Beschleunigungsvorgänge kann die Zeit zur Arbeitsausführung verkürzt werden. Damit reduzieren sich auch Bewegungsgeschwindigkeiten und Bewegungshäufigkeiten und die muskuläre Belastung kann ausgeglichener und gleichmäßiger werden.

Aufgrund der hohen Anforderungen an Geschwindigkeit und Genauigkeit der Bewegungsvorgänge beim Nähen müssen bei der Gestaltung der Arbeit Kompromisse gefunden werden. Die Zielvorstellungen, die in Einklang gebracht werden müssen, sind:

- Einhaltung des erforderlichen geringen Sehabstandes
- Ausführung der Bewegungen im Bereich günstiger Gelenkwinkel
- möglichst geringe statische Belastung im Hand-, Arm-, Schulter-Bereich
- variable Oberkörperhaltung ohne starke Rückenbeugung

Die Körperhaltung im Sitzen soll zwischen der vorderen Sitzhaltung (Oberkörper bis zu 20° nach vorne geneigt) und einer aufrechten Sitzhaltung (Oberkörper etwa senkrecht) wechseln (siehe Abbildung 101). Beim seitlichen Anheben des Oberarms (Adduktion) liegen günstige Gelenkwinkel in einem Bereich von 0° bis ca. 20°. Diese Winkelangaben gelten für den ohne Abstützung bewegten oder gehaltenen Arm. Kann der Arm auf entsprechend gestalteten Flächen des Arbeitstisches abgestützt werden, wird die Muskulatur entlastet, was auch zu einer Reduzierung der Gelenkkräfte führt. Liegen dieser Bedingungen vor, sind nach Ansicht der Autoren auch Adduktionswinkel > 20° tolerabel.

Beim Anheben des Oberarms nach vorne (Extension) liegen günstige Winkelbereiche zwischen der senkrechten Haltung (Winkel 0°) und der um bis zu 20° nach vorne ausgelenkten Position des Armes. Die Ideallhaltung (Oberarm senkrecht, Unterarm waagrecht) kann bei einem üblichen Arbeitstisch nur dann eingenommen werden, wenn die Arbeitstischhöhe etwa auf Ellenbogenhöhe eingestellt werden kann.



Der bei diesen geometrischen Bedingungen erreichte Sehabstand bei aufrechter Oberkörperhaltung beträgt bei einem Mann des 95. Perzentils ca. 670 mm, bei einer Frau des 5. Perzentils ca. 550 mm. Da mit diesen hohen Sehabständen Nähtätigkeit nicht ausführbar ist, muss der Arbeitstisch stärker angehoben werden, was zu höheren Extensionswinkeln des Oberarms führt.

Da bei größeren Personen der Abstand zwischen Auge und Ellenbogen größer ist als bei kleineren Personen, müssen größere Personen bei Nähtätigkeit eher ungünstigere muskuläre Beanspruchungen im Bereich Schulter-Arm in Kauf nehmen als kleinere Personen. Durch Schrägstellung eines Teils der Abstützfläche am Arbeitstisch kann die Extension des Oberarms auf ein erträgliches Maß begrenzt werden.

Ein günstiger Winkelbereich zwischen Ober- und Unterarm (Ellenbogenbeugung oder -flexion) liegt zwischen 60° und 100° . Auch hier unterstützt eine geneigte Abstützfläche am Arbeitstisch die Einhaltung dieser Winkel. Bei der dynamischen Bewegung, die für das Führen von kleinem bis mittelgroßem Nähgut erforderlich ist, können diese Optimalbereiche recht gut eingehalten werden. Lediglich bei großen Teilen, an denen lange Nähte ausgeführt werden müssen, sind Winkelbereiche von $> 60^\circ$ wahrscheinlich.

Wenn es gelingt, den Arm bei der Bewegung auf dem Arbeitstisch abzustützen, wird die Belastung durch zusätzliche statische Anspannung in der Schultermuskulatur reduziert.

Abbildung 105 (siehe Seite 197) zeigt einen entsprechend gestalteten Arbeitstisch mit einer integrierten Armauflage, angepasst an eine weibliche Arbeitsperson von ca. 150 cm Körpergröße, Abbildung 106 (siehe Seite 198) die gleiche Darstellung mit einer männlichen Arbeitsperson von ca. 185 cm Körpergröße.

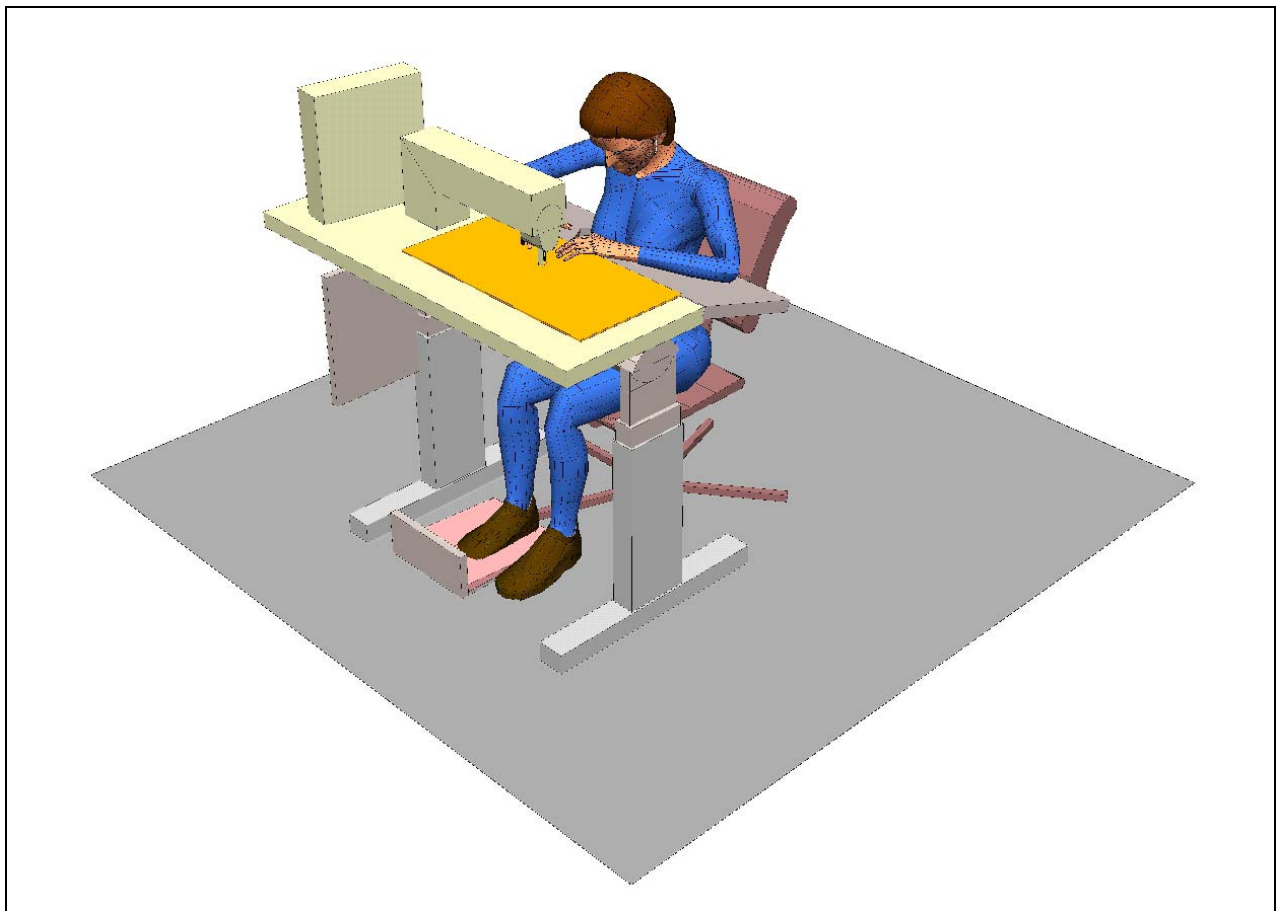
Um jeder Arbeitsperson eine ihren Körperabmessungen entsprechende optimale Position zu ermöglichen, ist eine individuelle Einstellmöglichkeit der Tischhöhe am Näharbeitsplatz erforderlich. Die in ihrer Neigung verstellbare Abstützfläche vor der Nählebene reduziert die Belastung durch statische Muskelarbeit erkennbar, da Schulteradduktion und -flexion sowie Ellenbogenflexion in günstigere Winkelbereiche



überführt werden können. Deutlich werden aber auch die etwas ungünstigeren Belastungen für große Menschen, die infolge des konstanten Sehabstandes in Verbindung mit den entsprechend größeren Maßen von Rumpf und Extremitäten auftreten.

Abbildung 105:

Körperhaltung „kleine Frau“ (5. Perzentil) an einem ergonomisch optimierten Näharbeitsplatz mit geneigter Ablagefläche für den Unterarm und individueller Höhenverstellung, Sehabstand 300 mm, eingestellte Tischhöhe 750 mm, Flachbettmaschine

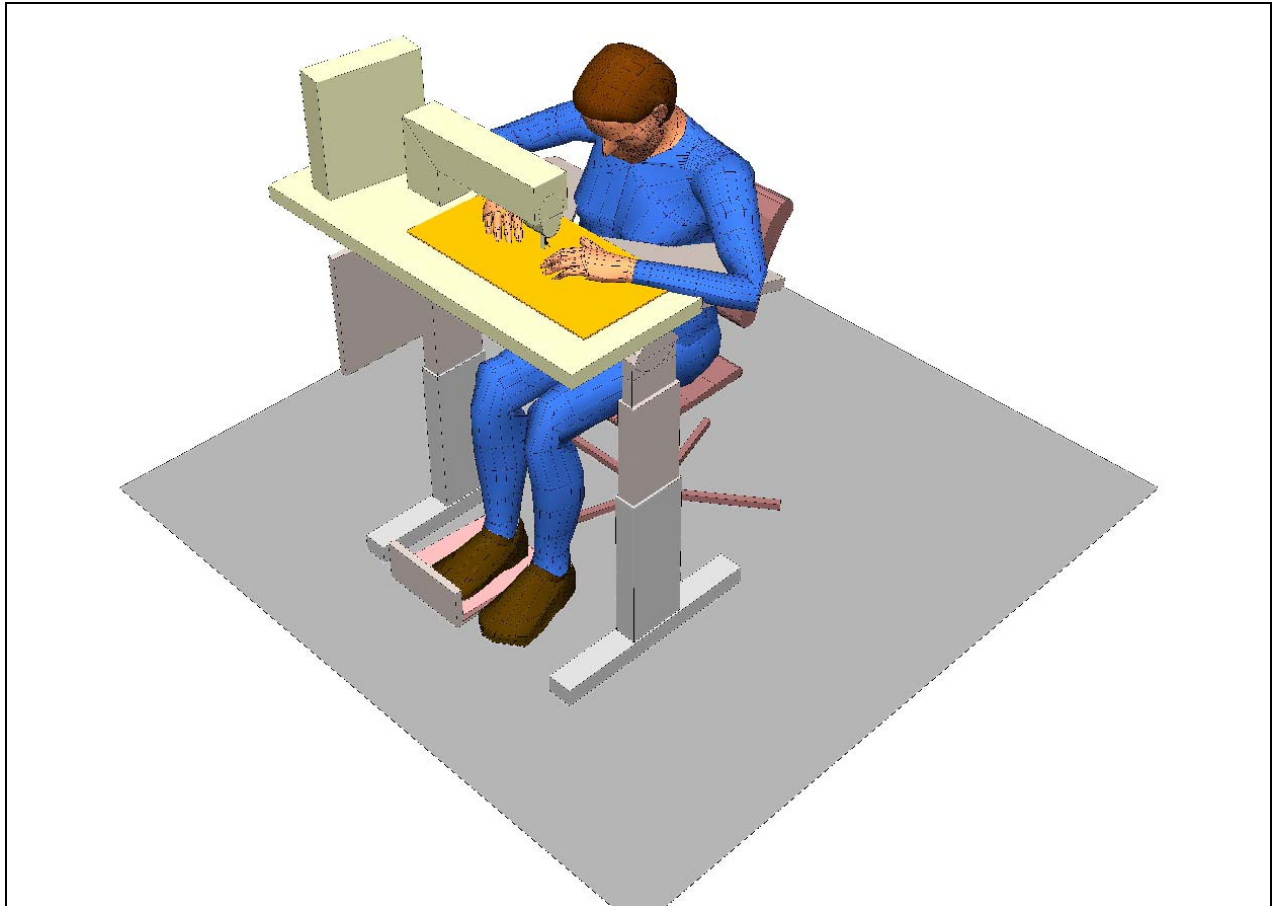


Zur einer weiteren Verbesserung der Sehbedingungen trägt eine Neigungsverstellung der Näheebene bei. Durch eine Schrägstellung der Maschine nach hinten um ca. 10° kann die Sicht auf die Nadel verbessert und die Schattenbildung durch das Maschinengehäuse reduziert werden.



Abbildung 106:

Körperhaltung „großer Mann“ (95. Perzentil) an einem ergonomisch optimierten Näh-arbeitsplatz mit geneigter Ablagefläche für den Unterarm und individueller Höhenverstellung, Sehabstand 300 mm, eingestellte Tischhöhe 950 mm, Flachbettmaschine



5.5.1 Gestaltung der Abstützflächen am Nähtisch

Die Verwendung von Armstützen, die eine belastungsarme Abstützung im Bereich Ellenbogen-Unterarm-Hand ermöglichen, ist, wie oben erläutert, mit einer deutlichen Reduzierung ungünstiger Belastungen verknüpft. Die Gestaltung dieser Abstützung muss sich an der auszuführenden Tätigkeit orientieren. Bei kleinen Nähbewegungen kann die Armstütze die Armhaltung eher statisch unterstützen, um so die Muskelanspannung zu reduzieren. Bei größeren Bewegungen muss sie eine Relativbewegung zulassen, damit der Arm entsprechend der Handbewegung den jeweiligen Weg zurücklegen kann. Bei Nähmaschinen, deren Nähebene der Tischebene entspricht, empfiehlt sich eine Abschrägung eines Teils der Tischfläche. Für Säulenmaschinen



muss eine vom Arbeitstisch unabhängig einstellbare Abstützfläche angeboten werden, da die Ebene, in der sich Arm und Hand bewegen, produkt- und tätigkeitsabhängig variabel sein muss und in der Regel oberhalb der Tischebene liegt.

5.6 Anordnung und Gestaltung der Fußbetätigung

Die ergonomische Anordnung und Gestaltung der Fußbetätigungselemente am Näh-arbeitsplatz ist keine einfache Aufgabe, da hier widersprüchliche Anforderungen erfüllt werden müssen. Die reaktionsschnelle Ansteuerung der Nähmaschine durch einen Fuß oder beide Füße muss in jedem Fall gewährleistet sein.

5.6.1 Fußbetätigung im Sitzen – ein Balanceakt ist nicht gefragt!

Die Gestaltung des Beinraums und der Fußbetätigung am Näh-arbeitsplatz ist aus ergonomischer Sicht häufig nicht zufrieden stellend gelöst. Zu geringer Beinraum, fehlende Abstellmöglichkeit für den nicht zur Maschinensteuerung eingesetzten Fuß und zu kleine oder ungünstig angeordnete Trittplatten sind typische Mängel. Die Abbildungen 49 und 50 in Abschnitt 3.5 zeigen typische Situationen bei der Fußbetätigung am Näh-arbeitsplatz. In vielen Fällen entspricht die Position der Trittplatte im Raum nicht den Anforderungen, die aufgrund der Körpermaße der Benutzer und der Betätigungsfunktionen zu erfüllen sind.

Die Belastung bei der Betätigung der Fußbedienung beinhaltet einen dynamischen Anteil, der aus der Fußbewegung bei der Pedalbetätigung resultiert. Die dynamische Belastung ist dann auf Dauer erträglich, wenn sie die Kraft- und Bewegungsleistung des Menschen nicht überfordert. Eine Überforderung ist bei den in der Praxis vorkommenden Betätigungskräften und Bewegungsfrequenzen in der Regel nicht gegeben.

Kritischer ist in vielen Fällen der Anteil von statischer Belastung, der durch eine bestimmte Beinhaltung erforderlich ist. Immer, wenn es der Arbeitsperson nicht gelingt, eine entspannte Sitzposition einzunehmen, bei der es weder zu Verdrehungen im Beinbereich noch zu dauerhaften Anspannungen im Bereich der Beinmuskulatur kommt, entstehen Belastungen, die Rückwirkungen auf das Arbeitsergebnis und die



Gesundheit haben können. Die Hauptursache für diese Probleme ist die fehlende Anpassungsmöglichkeit des Fußpedals an die Körpermaße des Menschen. Fußpedale sind in der Regel nicht höhenverstellbar und in vielen Fällen auch in ihrer Position bezogen auf die Arbeitsplatztiefe nicht veränderbar. Daher können Anpassungen, die bei Menschen unterschiedlicher Körperabmessungen dringend erforderlich sind, meist nur über eine Verstellung der Arbeitstisch- und Stuhlhöhe vorgenommen werden. Bei der Überprüfung, Neugestaltung oder Veränderung der Fußbedieneinheit sind die in Tabelle 22 dargestellten Hinweise zu beachten. Die Tabelle bezieht sich auf fest am Arbeitsplatz installierte Fußpedale.

Tabelle 22:
Anforderungen für die Gestaltung der Fußbedieneinheit beim
Nähen an Sitzarbeitsplätzen (fest installierte Pedale)

Anzahl der Betätigungseinheiten	Betätigung	Abstellfläche für den nicht eingesetzten Fuß	Abstand von Pedalmitte zur Nadelmitte (links/rechts)	Mindestmaße für die Fläche von Pedal und Ablage
Eine	Rechts	Links	150 mm	Breite 200 mm Tiefe 250 mm
	Links	Rechts	150 mm	Breite 200 mm Tiefe 250 mm
	Beidfüßig	---	0 mm	Breite 450 mm Tiefe 300 mm
Zwei	Rechts	---	150 mm	Breite 200 mm Tiefe 250 mm
	Links	---	150 mm	Breite 200 mm Tiefe 250 mm

Eine möglichst große Pedaleinheit für den aktiven und ruhenden Fuß hat den Vorteil, dass beide Füße Variationsmöglichkeiten hinsichtlich ihrer Lage auf dem Fußpedal erhalten. Je kleiner das Pedal ist, desto weniger hat der Mensch die Möglichkeit zur Veränderungen seiner Körperhaltung.



Das Gewicht des Pedals sollte nicht zu hoch sein, da seine Masse bei jeder Bewegung beschleunigt und abgebremst werden muss. Die Rückstellkraft des Pedals sollte nicht zu gering sein, da sonst die Muskulatur des Fußes dauernd aktiv sein muss, um die Ruhelage einzuhalten. Empfohlen werden ca. 15 N, Betätigungskräfte sollten 60 N nicht überschreiten. Als optimaler Winkel für die Ruhestellung des Pedals werden etwa 8° bis 12° empfohlen. Die Auslenkung des Pedals sollte einen Winkelbereich von 20° nicht überschreiten.

Wenn die Anpassung an unterschiedliche Körpermaße durch eine Höhenveränderung des Fußpedals realisiert werden soll, muss ein vertikaler Verstellbereich von ca. 150 mm vorhanden sein. Nicht höhenverstellbare Pedale sollten so niedrig wie möglich positioniert werden. Die Entfernung zwischen der Mitte des Fußpedals und der Tischvorderkante sollte zwischen 250 und 350 mm, möglichst individuell einstellbar, liegen. Abbildung 107 (siehe Seite 202) zeigt eine Zusammenstellung der wichtigsten Maße und Winkel bei fest am Arbeitsplatz angeordneten Fußpedalen.

Als ergonomisch günstigere Alternative wurde im Rahmen des Forschungsprojektes ein Pedal entwickelt (Abbildung 108, siehe Seite 202), das gegenüber einer fest am Arbeitsplatz installierten Fußauslösung einige Vorteile bietet. Das Pedal ist frei positionierbar und kann entsprechend der individuell gewünschten Fuß- und Beinhaltung angeordnet werden.

Auch eine Veränderung der Position während der Nähtätigkeit ist jederzeit möglich. Die Betätigungskraft wird in vertikaler Richtung aufgebracht, eine Kraftkomponente in horizontaler Richtung tritt nicht auf. Durch die niedrige Bauhöhe von 25 mm ist für den nicht aktiven Fuß keine zusätzliche Ablage erforderlich. Er kann auf dem Fußboden in jeder individuell gewünschten Position positioniert werden, gesonderte Abstützflächen sind nicht erforderlich. Zudem eignet sich dieses Pedal auch für den Einsatz bei stehender Körperhaltung.



Abbildung 107:
Wichtige Maße und Einstellbereiche von Fußabstellflächen und -pedalen an Nährbeitsplätzen (sitzende Körperhaltung)

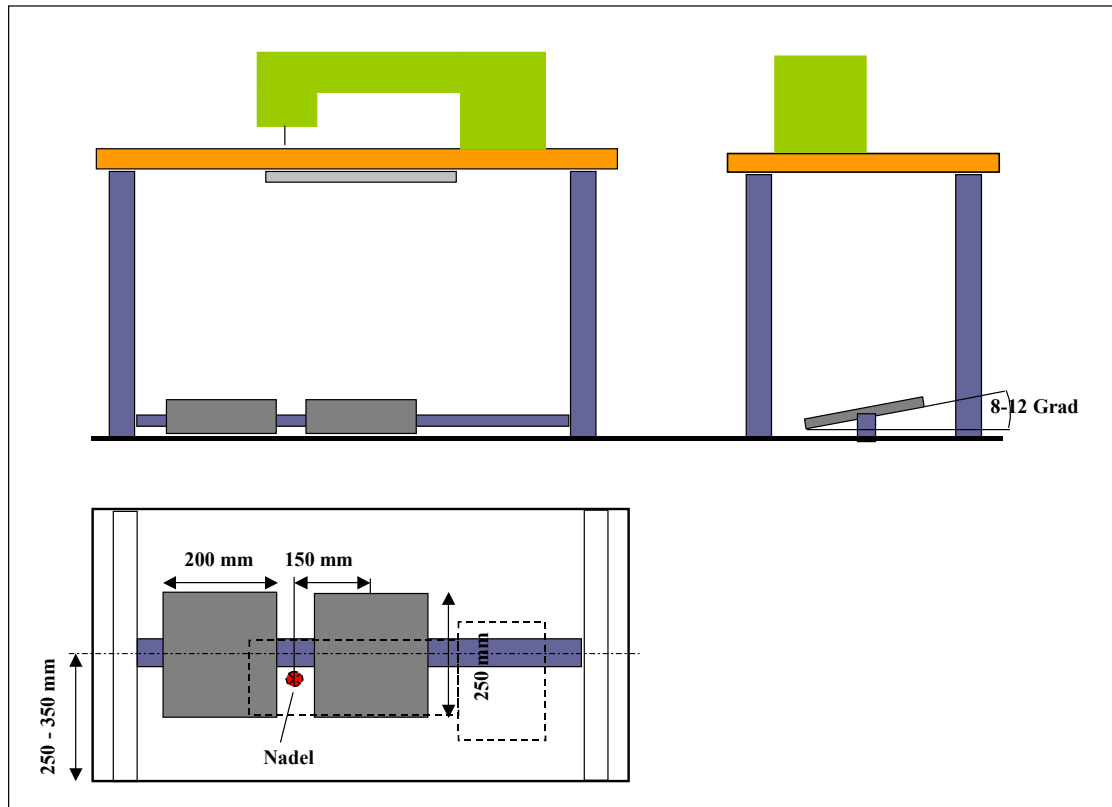


Abbildung 108:
Neu entwickeltes frei positionierbares Fußpedal mit einer Bauhöhe von 25 mm, geeignet für sitzende und stehende Körperhaltung





Bei der Neueinrichtung eines Arbeitsplatzes können die oben genannten Anforderungen in der Regel ohne größeren Aufwand erfüllt werden. Um die Gestaltung bestehender Arbeitsplätze zu optimieren, können folgende Schritte erforderlich werden:

- Ablage für den nicht aktiven Fuß schaffen, z. B. durch Fußstütze für Sitzarbeitsplätze oder Anbringen eines Brettes oder Klotzes
- Fußpedalplatte vergrößern durch Austausch oder durch Aufbringen einer größeren Auflage
- Ist für eine Ablage zu wenig Platz vorhanden, von einfüßiger auf beidfüßige Betätigung umstellen, dazu Fußpedalplatte vergrößern.
- Wenn das Fußpedal zu nahe an der Tischvorderkante angeordnet ist, Fußpedal weiter nach hinten versetzen; reicht der Verstellbereich dazu nicht aus, Befestigung am Tischfuß verändern.
- Liegt die Pedalmitte bei einfüßiger Betätigung genau unter der Nadelmitte, Pedal so weit seitlich versetzen, dass der Abstand von Pedalmitte zu Nadelmitte ca. 150 mm beträgt.
- Winkelstellung des Pedals in der Ruhelage in den Optimalbereich von 8° bis 12° verändern.

5.6.2 Fußbetätigung im Stehen – auf einem Bein steht sich schlecht!

Die Betätigung der für sitzende Tätigkeit entwickelten Fußpedale ist in stehender Körperhaltung aus ergonomischer Sicht ungünstig. Für die Fußbetätigung in stehender Körperhaltung wurden spezielle Auslösesysteme entwickelt. Die auf dem Markt angebotenen Betätigungseinheiten funktionieren auf der Basis von Drucksensoren. Es werden Matten angeboten, auf denen der auslösende Fuß abgestellt wird. Durch Verlagerungen des Körpergewichtes kann die Arbeitsperson die Nähmaschine ansteuern bzw. regulieren, ohne dass ein Anheben des Fußes erforderlich ist. Nachteil dieser



Fußbetätigungsvorrichtungen ist die vorgegebene Stehposition, die zur Auslösung der Drucksensoren erforderlich ist. Das schließt eine gerade bei dauerhaftem Stehen dringend erforderliche Veränderung der Beinstellung aus. Dadurch kann es zu hohen Anteilen von statischer Belastung bei der Tätigkeit kommen, welche die Vorteile, die eine stehende Arbeitsausführung haben kann, unter Umständen wieder zunichte machen.

Die im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelte und erfolgreich erprobte Fußbedieneinheit (siehe Abbildung 108) ist für den Einsatz in wechselnder Körperhaltung (Sitzen und Stehen) geeigneter als eine Matte mit Drucksensoren. Auch in stehender Körperhaltung kann die Position dieser Fußbedieneinheit leicht verändert werden. Einseitige Belastungen lassen sich somit reduzieren. Die Lageveränderungen des Fußes, die bei diesem Pedal unumgänglich sind, werden nicht als belastender angesehen als die Gewichtsverlagerungen, die zum Auslösen von Drucksensoren erforderlich sind.

Die in Einzelfällen bei der Gestaltung von Näharbeitsplätzen für Behinderte eingesetzte Sprachsteuerung von Nähmaschinen verspricht in der Zukunft unter Umständen eine bessere Abhilfe der genannten Problematik.

Die gelegentliche Betätigung von Fußschaltern an Näharbeitsplätzen in stehender Körperhaltung ist unproblematisch; Näharbeitsplätze, bei denen durch entsprechende Fußschalter Maschinenfunktionen ausgelöst werden, sind aus ergonomischer Sicht akzeptabel. Die dauernde exakte Regelung der Nähmaschine im Stehen ist im Vergleich zur sitzenden Arbeitsposition mit Sicherheit höher belastend. Stehende Körperhaltung bei anspruchsvoller Nähtätigkeit sollte daher grundsätzlich nur in Kombination mit der Möglichkeit einer sitzenden Körperhaltung an einem Sitz-Steh-Arbeitsplatz angeboten werden.

5.7 Der Mensch als Maß aller Dinge

Gerade beim Näharbeitsplatz mit den durch die Anordnung von Fußbedieneinheit und Nähmaschine vorgegebenen Arbeitsbedingungen und den hohen Anforderungen bezüglich Handhabungs- und Sehaufgabe ist eine individuelle Anpassungsmöglichkeit



an die vielfältigen Varianten der Körper- und Funktionsmaße des Menschen sehr wichtig.

Als Grundlage der Arbeitsgestaltung dienen Körpermaße, die in so genannten Perzentilen festgelegt werden. Das 5. Perzentil beschreibt den Bereich der Körpermaße, den 5 % der Personen der Grundgesamtheit unterschreiten, das 95. Perzentil ist der Bereich, den 5 % überschreiten. Gestaltet man Arbeitsplätze für den Bereich des 5. bis 95. Perzentils, so hat man die Körpermaße von 90 % dieser Personengruppe berücksichtigt. Da in vielen Unternehmen fast ausschließlich Frauen an Näharbeitsplätzen tätig sind, könnte man versucht sein, als Bezugswerte die in DIN 33402 [43] festgelegten Maße für Frauen zu verwenden.

Eine solche Vorgehensweise ist mit Risiken verbunden. Seit etwa 100 Jahren befinden sich die menschlichen Körpermaße in den Industriegesellschaften in einem konstanten Zuwachs. Das bedeutet, dass in Normen festgelegte Werte nach einem bestimmten Zeitraum für jüngere Menschen nicht mehr zutreffen. Gerade die Körpergröße vieler jüngerer Frauen liegt heute in Bereichen, die den in DIN 33402 enthaltenen Maßen des 95. Perzentils der Männer entsprechen (Körpergröße 185 cm). Daher wird empfohlen, Näharbeitsplätze nach den in DIN 33402 festgelegten Maßen für die gesamte deutsche Bevölkerung auszulegen. Damit ist sichergestellt, dass Menschen mit Körpergrößen zwischen 150 cm und 185 cm und durchschnittlichen Proportionen an Näharbeitsplätzen arbeiten können.

Damit diese Personengruppe an Näharbeitsplätzen beschäftigt werden kann, müssen individuelle Anpassungsmöglichkeiten am Näharbeitsplatz gegeben sein. Nur individuell einstellbare Arbeitsplätze können sicherstellen, dass jede Arbeitsperson in gering belastender Körperhaltung arbeiten kann. Menschen, deren Körpermaße ober- oder unterhalb der angegebenen Werte liegen, bedürfen unter Umständen individueller Anpassungsmaßnahmen.



5.7.1 Maße und Verstellbereiche für den Sitzarbeitsplatz

An Näharbeitsplätzen, an denen im Sitzen gearbeitet wird, ist ein Verstellbereich von 150 mm in der Höhe erforderlich, um die Variationsbreite durchschnittlicher menschlicher Maße (5. bis 95. Perzentil der Frauen und Männer) abzudecken. Dieser Verstellbereich ist erreichbar durch eine höhenverstellbare Tischplatte bei konstanter Höhe der Fußbedieneinheit. Er kann auch mit einer höhenverstellbaren Fußbedieneinheit bei konstanter Höhe der Tischplatte realisiert werden. Abbildung 105 (siehe Seite 197) zeigt einen für die Körpergröße 150 cm (5. Perzentil der Frauen) ausgelegten Arbeitsplatz. Abbildung 106 (siehe Seite 198) zeigt einen Arbeitsplatz, der für die Körpergröße 185 cm (95. Perzentil der Männer) ausgelegt wurde. Bei konstanter Höhe der Fußbedieneinheit empfiehlt sich die in Tabelle 23 (siehe Seite 207) beschriebene Vorgehensweise zur Ermittlung der Maße und Verstellbereiche.

Die angegebenen Maße für die Arbeitstischhöhe beziehen sich auf Arbeitsplätze, bei denen Arbeitstisch- und Näheebene in etwa gleicher Höhe liegen. Dies ist bei Flachbettmaschinen der Fall. Sind beide Ebenen unterschiedlich hoch, wie z. B. bei Säulenmaschinen, beziehen sich die Angaben immer auf die Näheebene, d. h. die Ebene, in der sich die Hände beim Führen des Nähgutes bewegen. Die Anwendung dieses Algorithmus gestattet eine Auslegung der Arbeitstischhöhe bei vorgegebenen Werten für Genauigkeitsanforderungen und vorgegebenem Sehabstand. Sollen an einem Arbeitsplatz unterschiedliche Sehanforderungen berücksichtigt werden, so sind die Differenzen der Genauigkeitsanforderungen zusätzlich in den Verstellbereich zu integrieren.

In Tabelle 24 (siehe Seite 208) wird anhand eines Beispiels die Vorgehensweise zur Ermittlung der Höhenmaße und Verstellbereiche gezeigt. Folgende Randbedingungen werden für das Beispiel vorgegeben:

Verstellung der Arbeitstischhöhe	Mittlere Fußpedalhöhe: 25 mm
Genauigkeitsanforderungen: hoch	Sehabstand: 350 mm
Tischdicke: 40 mm	Arbeitstischebene = Näheebene



Tabelle 23:

Vorgehensweise zur Ermittlung der Höhenmaße und Verstellbereiche von Sitzarbeitsplätzen mit Nüchternheit (feste Fußpedalhöhe)

Nr.	Berücksichtigte Maße	Maß mm	Vorgehensweise	
1	Vertikaler Abstand zwischen Fußpedalmitte und Boden	.....	Maß erfassen und eintragen
2	Minimaler vertikaler Abstand von Fußpedalmitte zur Tischunterkante (Beinraum)	500	Maß addieren	
3	Vertikaler Abstand von Arbeitstischunterkante zur Arbeitstischoberkante (Tischdicke)	.....	Maß erfassen und addieren
	Für die Tätigkeit erforderliche(r) Seh- abstand/Genauigkeitsanforderungen	Maß (mm)	Genauigkeitsan- forderungen/ Sehabstand fest- legen und zutref- fendes Maß (aus Zeile 4/5/6/7) addieren	
4	Gering	> 500		50
5	Mittel	500 bis 400		100
6	Hoch	< 400 bis 300		150
7	Sehr hoch	< 300		200
8	Minimalwert der Arbeitstischhöhe (vertikaler Abstand vom Boden zur Oberkante Tisch)		Maß = 1+2+3+4/5/6/7	
9	Verstellbereich zur Anpassung an die Maße des 5. bis 95. Perzentils der Körpergröße Frauen und Männer	150	Maß addieren	
10	Maximalwert der Arbeitstischhöhe (vertikaler Abstand von Boden zur Oberkante Tisch)		Maß = 8+9	



Tabelle 24:

Beispiel für die Vorgehensweise zur Ermittlung der Höhenmaße und Verstellbereiche von Sitzarbeitsplätzen mit Nühtätigkeit (feste Fußpedalhöhe)

Nr.	Berücksichtigte Maße		Maß (mm)	Vorgehensweise	
1	Vertikaler Abstand zwischen Fußpedalmitte und Boden		25	Maß erfassen und eintragen	
2	Minimaler vertikaler Abstand von Fußpedalmitte zur Tischunterkante (Beinraum)		500	Maß addieren (Schritt 8)	
3	Vertikaler Abstand Arbeitstischunterkante zu Arbeitstischoberkante (Tischdicke)		40	Maß erfassen und eintragen	
	Für die Tätigkeit erforderliche(r) Seh- abstand/Genauigkeitsanforderungen		Maß (mm)	Genauigkeitsan- forderungen/ Sehabstand fest- legen und zutref- fendes Maß (aus Zeile 4/5/6/7) addieren	
4	Gering	> 500	50		
5		Mittel	500 bis 400		100
6		Hoch	> 400 bis 300		150
7		Sehr hoch	< 300		200
8	Minimalwert Arbeitstischhöhe (vertikaler Abstand von Boden zu Oberkante Tisch)		715	Maß = 1+2+3+4/5/6/7	
9	Verstellbereich zur Anpassung an die Maße des 5. bis 95. Perzentils der Frauen und Männer		150		
10	Maximalwert Arbeitstischhöhe (vertikaler Abstand vom Boden zur Oberkante Tisch)		865	Maß = 8+9	

Näharbeitsplätze mit Verstellung der Arbeitstischhöhe werden von etlichen Herstellern angeboten. Die Anpassung an Körpermaße und Sehanforderungen bei Nühtätigkeit im Sitzen kann auch mit einer höhenverstellbaren Fußstütze bei konstanter Arbeitstischhöhe realisiert werden.



Die Vorgehensweise zur Bestimmung der konstanten Arbeitshöhe ist in Tabelle 25 (siehe Seite 210) dargestellt. Auch bei dieser Vorgehensweise können unterschiedliche Anforderungen aufgrund der Sehaufgaben an einem Arbeitsplatz durch entsprechende Veränderung der konstanten Arbeitshöhe und Erweiterung des Fußpedalverstellbereiches berücksichtigt werden.

Höhenverstellbare Fußstützen für Näharbeitsplätze werden serienmäßig nicht angeboten, können aber aus Serienbauteilen (z. B. hydraulische Verstelleinrichtungen) relativ einfach entwickelt werden. Diese Lösungsalternative ermöglicht eine kostengünstige Anordnung mehrerer Arbeitsplätze mit gleicher Arbeitshöhe. Bei Einrichtung einer Fließfertigung kann so eine kostengünstige Verkettung mehrerer Arbeitsplätze mit Fördersystemen realisiert werden.

Zur Erfüllung der Anforderung nach Anpassbarkeit an individuelle Körpermaße in Verbindung mit näherarbeitsspezifischen Anforderungen sind unterschiedliche technische Lösungen möglich und verfügbar. Die Entscheidung, welche Verstellmöglichkeit ausgewählt werden soll, muss die Häufigkeit, mit der ein personeller Wechsel an dem Arbeitsplatz erfolgt sowie die unterschiedlichen Genauigkeits- und Sehanforderungen, die an einem Arbeitsplatz realisiert werden sollen, berücksichtigen. Hinweise zur Auswahl geeigneter Lösungen sind Tabelle 26 (siehe Seite 211) zu entnehmen.

Wichtig ist, dass bei häufiger Verstellung der Arbeitsplatzmaße Lösungen gewählt werden, die sicherstellen, dass die Arbeitspersonen den Verstellmechanismus komfortabel benutzen können.

Dazu dient auch eine entsprechende Skala oder ein Datenspeicher, der es gestattet, die jeweils günstigen Einstellmaße schnell und ohne Suchaufwand zu reproduzieren.

Notwendig ist aber auch eine Einweisung der Arbeitspersonen, in der die wichtigsten Regeln zur Einstellung der Maße am Näharbeitsplatz erläutert werden. Darauf wird in Abschnitt 5.8 weiter eingegangen.



Tabelle 25:

Vorgehensweise zur Ermittlung der Höhenmaße und Verstellbereiche von Sitzarbeitsplätzen mit Nüchternheit (feste Tischhöhe)

Nr.	Berücksichtigte Maße	Maß mm	Vorgehensweise	
1	Vertikaler Abstand zwischen Fußpedalmitte und Boden	.....	Maß erfassen und eintragen
2	Verstellbereich zur Anpassung an die Maße des 5. bis 95. Perzentils der Frauen und Männer	150	Maß addieren (Schritt 9)	
3	Minimaler vertikaler Abstand zwischen Fußpedalmitte und Tischunterkante (Beinraum)	500	Maß addieren (Schritt 9)	
4	Vertikaler Abstand von Arbeitstischunterkante zur Arbeitstischoberkante (Tischdicke)	.....	Maß erfassen und eintragen
	Für die Tätigkeit erforderliche(r) Seh- abstand/Genauigkeitsanforderungen	Maß (mm)	Genauigkeitsanforderungen/ Sehabstand festlegen und zutreffendes Maß (aus Zeile 5/6/7/8) in Schritt 9 addieren	
5	Gering	> 500		50
6	Mittel	500 bis 400		100
7	Hoch	< 400 bis 300		150
8	Sehr hoch	<300		200
9	Konstante Tischhöhe (vertikaler Abstand vom Boden zur Oberkante Tisch)		Maß = 1+2+3+4+ /5/6/7/8	



Tabelle 26:

Hinweise zur Auswahl des Verstellmechanismus der Arbeitshöhe von Näharbeitsplätzen in sitzender Körperhaltung

Wechsel der Genauigkeitsanforderungen	Kein Wechsel	Selten ($< 1/\text{Monat}$)	Mittel $> 1/\text{Monat}$ $< 1/\text{Woche}$	Häufig ($> 1/\text{Woche}$)
Wechsel der Arbeitspersonen				
Kein Wechsel	Manuell über Verschraubung			
Selten ($< 1/\text{Monat}$)		Manuell über Verschraubung oder Kurbel		
Mittel ($> 1/\text{Monat}$ $< 1/\text{Woche}$)			Manuell mit Kurbel/ Maschinell	
Häufig $> 1/\text{Woche}$			Maschinell auf Knopfdruck	
Täglich (Schichtarbeit)				Mit Markierung/ Speicher zur schnellen Einstellung der Werte

5.7.2 Der richtige Stuhl am richtigen Platz

Die Anforderungen, die ein Arbeitsstuhl an einem Näharbeitsplatz erfüllen muss, unterscheiden sich teilweise von den Anforderungen, die an einen üblichen Bürodrehstuhl [45] oder Arbeitsdrehstuhl [46] zu stellen sind.



Bei höhenverstellbaren Näharbeits-tischen ist ein Höhenverstellbereich der Arbeitsstühle von 150 mm in der Regel ausreichend. Große wie kleine Personen müssen am Näh-arbeitsplatz mit etwa gleichem Sehabstand arbeiten. Um den Mindeststellbereich des Stuhles zu ermitteln, sollte zur mittleren Höhe des Fußpedals ein Wert von etwa 350 mm addiert werden. Somit erreicht ein Stuhl bei einer mittleren Fußpedalhöhe von 100 mm eine Mindesthöhe von 450 mm. Bei dem empfohlenen Verstellbereich von 150 mm wird damit eine Stuhl-Maximalhöhe von 600 mm erreicht.

Bei nicht höhenverstellbaren Arbeitstischen, an denen die Anpassung an die unter-schiedlichen Körpermaße über eine Verstellung der Fußbedieneinheit erfolgt, müssen etwas höhere Stühle verwendet werden, da eine kleine Arbeitsperson an der gleichen (hohen) Tischhöhe sitzen muss wie eine große Arbeitsperson. Bei gleichem Verstell-bereich (150 mm) wird der Mindeststellbereich des Stuhles errechnet, indem zur mittleren Höhe der Minimalstellung des Fußpedals ein Wert von ca. 500 mm addiert wird. Sollen an einem Arbeitsplatz mit konstanter Arbeitstischhöhe unterschiedliche Sehanforderungen abgedeckt werden, erhöht sich der erforderliche Verstellbereich des Arbeitsstuhls. Aus Gründen der Kippsicherheit sind Stühle ab 650 mm Sitzflächenhöhe nur mit Gleitern, ohne Armlehnen und mit Aufstiegshilfe zu verwenden.

Die Rückenlehne sollte mit einem Mindestverstellbereich von 60 mm höhenverstellbar sein. Sie muss neigungsverstellbar sein mit einem Verstellbereich von 75 bis 115° (15° nach vorne und 25° nach hinten geneigt). Wichtig ist, dass die Rückenlehne auch in der vorderen Sitzhaltung eine ausreichende Abstützung im Bereich der Lendenwir-belsäule bietet.

Der Arbeitsstuhl soll die Möglichkeit des dynamischen Sitzens bieten, d. h. er soll mit einer Synchronmechanik ausgestattet sein, bei der sich die Neigung von Sitzfläche und Rückenlehne bei Gewichtsverlagerung automatisch der Sitzhaltung anpasst. Die Syn-chronmechanik sollte so gestaltet sein, dass die Andruckkräfte der Rückenlehne indivi-duell, vom Körpergewicht abhängig, einstellbar sind und dass bei der Bewegung auf dem Stuhl keine Relativbewegungen zwischen Stuhl und Bekleidung auftreten



(„Hemdauszieheffekt“). Die Sitzvorderkante soll sich beim Zurücklehnen nicht nach oben bewegen (kein Abheben der Füße).

Feste Armstützen am Arbeitsstuhl sind für Nähtätigkeiten nicht zu empfehlen, da sie die Bewegungsausführung und das Heranrücken an den Arbeitstisch behindern können. Dagegen können am Arbeitsplatz angebrachte, individuell einstellbare Armstützen statische Belastungen der Arme reduzieren. Solche Hilfsmittel sollten zum Einsatz kommen, wenn aufgrund hoher Sehanforderungen oder fehlender Möglichkeit der Abstützung auf der Tischfläche, z. B. bei Säulenmaschinen, Oberarm und Schulter stark angehoben bzw. dauerhaft statisch gehalten werden müssen.

Ein drehbarer Arbeitsstuhl kann das Einnehmen von Sitzpositionen, in denen Material bereitgestellt oder abgelegt werden muss, erleichtern. Auch das Hinsetzen und Aufstehen wird dadurch erleichtert. Wichtig ist, dass die Arbeitsperson die Möglichkeit zur Abstützung der Füße behält. Die Verwendung von Stühlen mit Rollen ist dann möglich, wenn aufgrund der Gestaltung der Fußbedieneinheit relativ geringe Kraftkomponenten in Richtung einer möglichen Bewegung des Stuhles wirken. Wenn die Pedale (wie empfohlen) horizontal bzw. unter einem Winkel von etwa 10° angeordnet werden und die Betätigungskräfte Werte von ca. 60 N nicht überschreiten, ist nicht zu befürchten, dass es zu einer instabilen Position kommt.

Wichtig ist, dass weder Gleiter noch Rollen in direkten Kontakt mit der Fußbedieneinheit kommen. Diese Forderung kann leicht erfüllt werden, wenn die Fußbedieneinheit flach ist und in ausreichender Entfernung zum Stuhl unter dem Arbeitstisch positioniert wird.

Ein Arbeitsstuhl mit Rollen muss besonders an einem Steh-Sitz-Arbeitsplatz benutzt werden. Der dort erforderliche Wechsel zwischen Sitzen und Stehen muss schnell und ohne großen Aufwand von Körperkraft durchgeführt werden können.

Eine Verwendung von Stühlen ohne Rückenlehne mit federnd gelagerter Sitzfläche kann nicht empfohlen werden. Als Vorteil dieser Stühle wird herausgestellt, dass zur Einhaltung der Sitzstabilität eine dauernde wechselnde Aktivität der Rumpf- und



Rückenmuskulatur erforderlich ist. Es besteht aber die Gefahr, dass bei Verwendung eines solchen Stuhles die bei Nahatigkeit ohnehin schon übliche vordere Sitzhaltung zur dauerhaft eingenommenen Körperhaltung wird oder dass ohne Lendenwirbelsäulen-Abstützung die Arbeitsperson schon nach kurzer Zeit eine „Rundrücken-Haltung“ einnimmt. Die daraus resultierenden Nachteile (Bandscheibenbelastungen, statische Belastungen im Hals-, Schulter- und Nackenbereich, keine Entspannungsmglichkeit durch Zurücklehnen des Oberkörpers) wiegen die möglichen Vorteile nicht auf.

5.7.3 Maße und Verstellbereiche für den Steh- und Steh-Sitz-Arbeitsplatz

Bei manueller Nahatigkeit ist an Steh- oder Steh-Sitz-Arbeitsplätzen ein höhenverstellbarer Arbeitstisch unabdingbar. Die Schritte zur Ermittlung der Maße des Steharbeitsplatzes sind in Tabelle 27 (siehe Seite 215) dargestellt. In den Abbildungen 109 und 110 (siehe Seite 216) ist die eingestellte Tischhöhe und Körperhaltung einer jeweils gleich großen Person (Mann, 95. Perzentil) bei unterschiedlichen Sehanforderungen dargestellt. Die Tischhöhe wird entsprechend der Vorgehensweise in Tabelle 27 errechnet und ist für hohe und niedrige Sehanforderungen ausgelegt. Ohne einen höhenverstellbaren Tisch müssten die unterschiedlichen Sehanforderungen durch den Einsatz von Podesten ausgeglichen werden. Aus Sicherheits- und Akzeptanzgrnden kann eine solche Lösung nicht befürwortet werden.

Ist das Unternehmen davon überzeugt, dass eine maximale Körperhöhe von ca. 175 cm bei den dort eingesetzten Arbeitspersonen nicht überschritten wird, so kann das in Zeile 9 festgelegte Maß von 300 mm durch ein Maß von 200 mm ersetzt werden. Soll der Näharbeitsplatz als Steh-Sitz-Arbeitsplatz ausgelegt werden, wird die maximale Arbeitstischhöhe entsprechend der Vorgehensweise in Tabelle 27 bestimmt. Die minimale Arbeitstischhöhe wird nach der Vorgehensweise in Tabelle 23 errechnet, wobei mit Schritt 8 der entsprechende Wert vorliegt.

Stehhilfen sind an Näharbeitsplätzen mit kontinuierlicher Fußbetätigung nicht sinnvoll. Kommt Fupedalbedienung nur gelegentlich vor und der Hauptanteil der Tätigkeit besteht aus Überwachungsfunktionen, kann der Körper durch eine Stehhilfe entlastet werden.



Tabelle 27:

Vorgehensweise zur Ermittlung des Höhenmaßes des Arbeitstisches bei Steharbeitsplätzen mit Nüchternheit (Höhe der Fußauslösung < 50 mm)

Nr.	Berücksichtigte Maße	Maß in mm	Vorgehensweise	
1	Vertikaler Abstand vom Boden zur Arbeitstischunterkante	900	Ausgangswert	
2	Vertikaler Abstand von der Arbeitstischunterkante zu Arbeitstischoberkante (Tischdicke)	.....	Maß erfassen, zum Ausgangswert addieren
	Für die Tätigkeit erforderliche(r) Seh-abstand/Genauigkeitsanforderungen	Maß (mm)		
3	Gering	> 500	50	Genauigkeitsanforderungen/ Sehabstand festlegen und zutreffendes Maß (Zeile 4/5/6/7) addieren
4	Mittel	500 bis 400	100	
5	Hoch	< 400 bis 300	150	
6	Sehr hoch	< 300	200	
8	Minimalwert Arbeitstischhöhe (vertikaler Abstand Boden Oberkante Tisch)		Maß aus 1 + 2 + 3/4/5/6 errechnen, eintragen	
9	Verstellbereich zur Anpassung an die Maße des 5. bis 95. Perzentils der Frauen und Männer	300	Maß addieren	
10	Maximalwert Arbeitstischhöhe (vertikaler Abstand vom Boden zur Oberkante Tisch)		Maß aus 1 + 2 + 3/4/5/6 + 8 + 9 errechnen und eintragen	



Abbildung 109:
Tischeinstellung und Körperhaltung am Sitz-Steh-Arbeitsplatz, 300 mm
Sehabstand (95. Perzentil der Männer), Tischhöhe ca. 1 450 mm

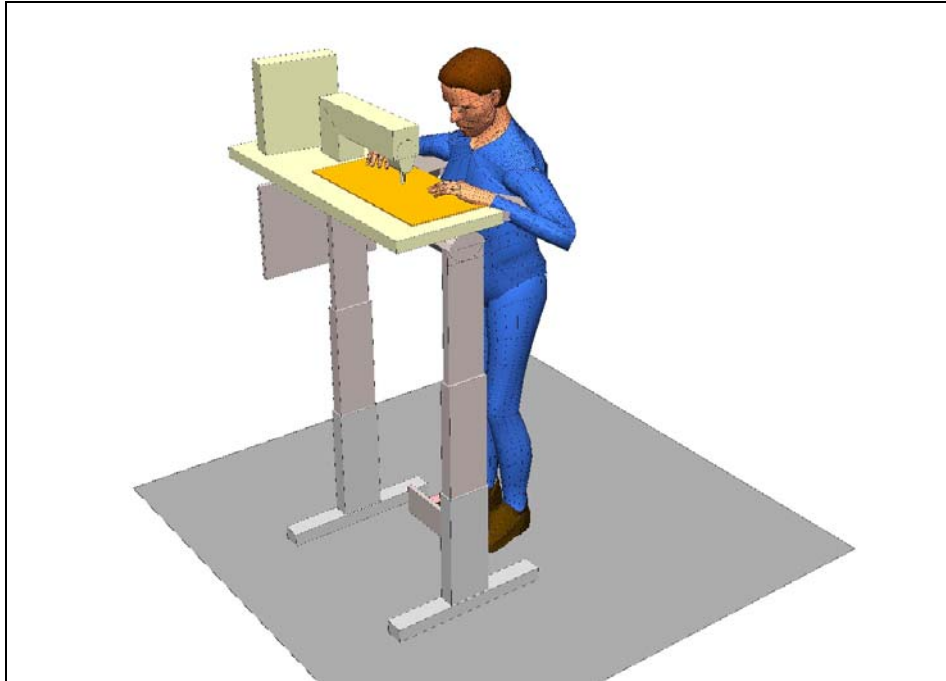
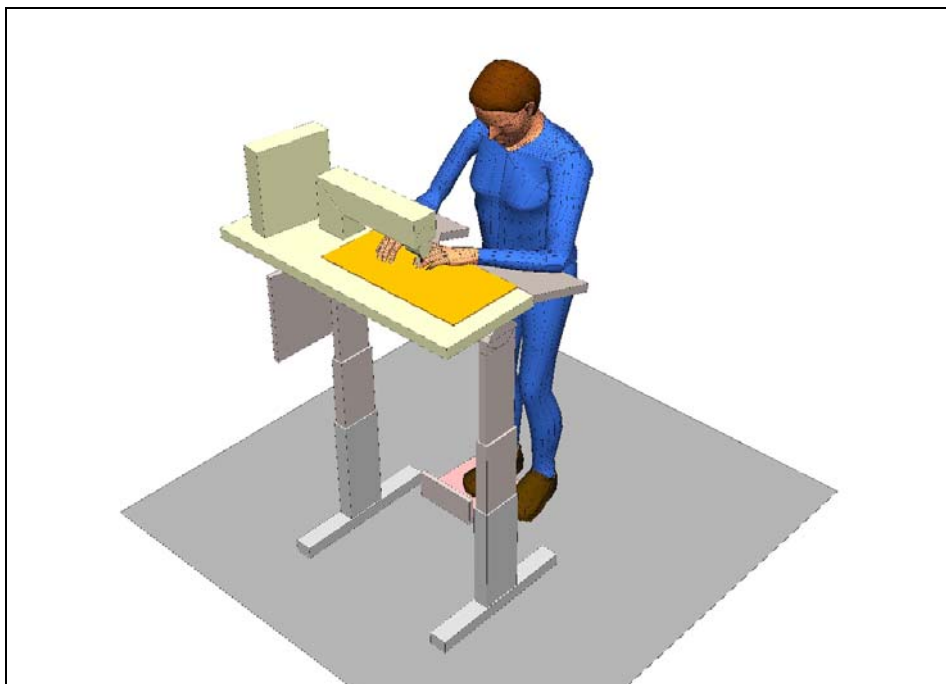


Abbildung 110:
Tischeinstellung und Körperhaltung am Sitz-Steh-Arbeitsplatz, 500 mm
Sehabstand (95. Perzentil der Männer), Tischhöhe ca. 1 250 mm





5.8 Information und Qualifikation – Voraussetzung für erfolgreiche Arbeitsgestaltung

Jede Maßnahme zur Verbesserung der Ergonomie und der Arbeitssicherheit kann nur dann als erfolgreich bewertet werden, wenn die Menschen, die an dem umgestalteten Arbeitsplatz arbeiten, den Nutzen der Maßnahme erkennen und ihr persönliches Verhalten am Arbeitsplatz ändern. Ein individuell höhenverstellbarer Arbeitstisch kann auch auf eine völlig falsche Höhe eingestellt werden. Ein guter Arbeitsstuhl mit „dynamischer“ Rückenlehne ist dann nicht richtig eingesetzt, wenn die Rückenlehne dauerhaft in einer Stellung fixiert wird.

Daher ist es wichtig, jeder Arbeitsperson, die an einem geänderten oder neuen verbesserten Arbeitsplatz tätig werden soll, zu erklären, warum z. B. die Tischhöhe verstellbar gemacht wurde. Die Information über die Hintergründe der Veränderung dient dazu, Verständnis dafür zu wecken, dass jetzt auch von der Arbeitsperson selbst eine andere Verhaltensweise gefordert wird.

Es ist nicht in jedem Fall zu erwarten, dass eine objektiv gesündere oder bewegungsangereicherte Körperhaltung von jedem Menschen begrüßt wird. Langjährige Gewöhnung an einen ergonomisch ungünstig gestalteten Arbeitsplatz kann nicht durch einen kurzen Test an einem verbesserten Arbeitsplatz ausgelöscht werden. Daher ist gerade die Information am Beginn einer Verbesserungsmaßnahme sehr wichtig. In dieser Information sollte kurz auf die arbeitsmedizinischen und ergonomischen Hintergründe eingegangen werden, die als Ursache für Probleme an einem Näharbeitsplatz bekannt sind. Dann sollten die Ziele genannt werden, die mit der Umgestaltung verfolgt werden. Im letzten Schritt müssen dann konkrete Hinweise gegeben werden, wie die Arbeitsperson den Arbeitsplatz nutzen soll.

Diese Hinweise sollten so exakt wie möglich, am besten in ganz konkreter, auf die jeweilige Person bezogene Form gegeben werden, indem z. B. die Verstellmöglichkeiten des Arbeitsstuhls gezeigt werden und die Verwendung der „dynamischen“ Rückenlehne sofort am Arbeitsplatz selbst erprobt wird. Bei der Tischhöhenverstellung kann durch Anbringen der persönlichen Einstellwerte sichergestellt werden, dass jede



Person, die diesen Arbeitstisch verwendet, ihre eigene Arbeitshöhe schnell finden und einstellen kann.

Wichtig ist, dass diese erste Einweisung mit einem zeitlich befristeten Trainingsprozess verknüpft wird. Jedem Mitarbeiter muss klar sein, wie er sich zukünftig zu verhalten hat, und es muss ihm eine gewisse Zeit eingeräumt werden, in der er diesen Umgewöhnungsprozess bewältigt.

Nach Ablauf dieses Zeitraumes muss in einer zweiten kurzen Besprechung geklärt werden, wie der Mitarbeiter mit den vorgenommenen Veränderungen zurechtgekommen ist. Dabei müssen positive und negative Rückmeldungen aufgenommen und besprochen werden. Die für die Einführung verantwortliche Person muss erkennen, ob die Mitarbeiter den Lösungsvorschlag akzeptiert haben oder ob sie die neuen Mittel in althergebrachter Weise nutzen. Aufbauend auf diese Erkenntnis müssen die Mitarbeiter weiter ermuntert werden, die gewünschten Veränderungen nachzuvollziehen. Bei dieser Vorgehensweise sollte versucht werden, aus den Reihen der Mitarbeiter Promotoren zu finden, die dann vor Ort den Einführungsprozess auch durch ihr eigenes Beispiel weiter unterstützen.

5.9 Veränderung der Arbeitsorganisation – Chancen für wirtschaftliche und humane Vorteile

Industrielle Arbeit war und ist seit langer Zeit dadurch gekennzeichnet, dass Arbeitsinhalte in viele kleine Teilumfänge aufgeteilt werden und Arbeitspersonen einzelne, kurzzyklische und inhaltsarme Tätigkeiten mit sehr hoher Wiederholungshäufigkeit ausführen. Die wirtschaftlichen Vorteile dieser Art der Produktion kommen dann ganz besonders zum Tragen, wenn Teile in großen Stückzahlen und mit geringen Variationen hergestellt werden. Nachteilige Wirkungen dieser Arbeitsorganisation können aus einseitigen körperlichen Belastungen und auch zu geringen Anforderungen an das geistige Leistungsvermögen des Menschen resultieren. Monotonie, Anforderungsarmut und Isolation sind oft kennzeichnend für Arbeitsplätze, an denen eine hohe Arbeitsteilung vorliegt.



Seit einigen Jahren verändern sich nicht nur die Bedingungen, unter denen Industrieprodukte erzeugt und nachgefragt werden, sondern auch die Produktwünsche der Kunden. Einheitliche Massenprodukte sind weniger gefragt, individuellere und möglichst den persönlichen Wünschen entsprechende Produkte liegen im Trend. Die Unternehmen sind gezwungen, ihre Produkte den Kundenwünschen entsprechend zu verändern, wenn sie konkurrenzfähig bleiben wollen. Das hat zur Folge, dass kleinere Stückzahlen, eine höhere Variantenvielfalt und eine Fertigung, die ausgehend vom Kundenauftrag produziert, Erfolg am Markt verspricht.

Diese vielfältigen Veränderungen, der auch die Branchen unterliegen, in denen Produkte mittels Nähtechnik erzeugt werden, haben direkte Rückwirkungen auf die Organisation der Arbeit. Können Großserien mehr nicht gefertigt werden, macht es weniger Sinn, einzelne Arbeitsgänge auf spezialisierte Arbeitsplätze und Arbeitspersonen zu verteilen. Der Aufwand für die Fertigungssteuerung, für den Transport und für die Rüstvorgänge wird im Vergleich zum Aufwand für die eigentliche Fertigung immer weiter ansteigen, je kleiner die Losgrößen werden.

Als eine Lösungsmöglichkeit für diese Probleme hat sich in vielen Unternehmen in ganz unterschiedlichen Branchen eine Form der Arbeitsorganisation erwiesen, die mit den Begriffen der „Teamarbeit“, „Gruppenarbeit“ oder auch der „Fertigungsinsel“ gekennzeichnet ist. Im Zusammenwirken mit den Veränderungen, die unter dem Begriff der „schlanken Produktion“ (lean-production) bekannt geworden sind, ist es vielen Unternehmen gelungen, Verbesserungen der Wirtschaftlichkeit mit für die Mitarbeiter abwechslungsreicheren und interessanteren Tätigkeiten zu verbinden.

Ohne die Konzepte hier ausführlich zu erläutern, sollen einige der im Rahmen der vorgenommenen Veränderungen in der Organisation von Fertigungen erklärt und in ihren Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit und Erfüllung mitarbeiterbezogener Anforderungen besprochen werden. Tabelle 28 (siehe Seite 220) gibt entsprechende Hinweise für die Entwicklung eigener Veränderungen. Als wichtige Erfahrung der Unternehmen, die solche Veränderungen mit Erfolg durchgeführt haben, ist zu konsta-



tieren, dass der Veränderungsprozess ohne intensive Vorbereitung und Unterstützung durch die Unternehmensleitung ein hohes Risiko des Scheiterns beinhaltet.

Die dargestellten Maßnahmen können nur einen kleinen Ausschnitt der vielfältigen Möglichkeiten organisatorischer Veränderungen darstellen. Damit soll verdeutlicht werden, dass die Bewältigung neuer Anforderungen durchaus im Sinne der Weiterentwicklung von Mitarbeitern und Unternehmen genutzt werden kann.

Zur weiteren Vertiefung in diese Thematik seien die Veröffentlichungen von *Antoni, Becker et al.* und *Adenauer et al.* [47 bis 49] empfohlen.

Tabelle 28:
Mögliche kosten- und mitarbeiterbezogene Folgen von organisatorischen Veränderungen im Unternehmen

Organisatorische Veränderung	Erhöhung der Wirtschaftlichkeit für den Betrieb	Verbesserung für den Mitarbeiter
Zusammenfassung einzelner Arbeitsabschnitte zu einem inhaltlich und anforderungsbezogen vergrößerten Arbeitsabschnitt	Entfall von Transport- und Kontrollvorgängen, Entfall von Wartezeiten bei verknüpften Prozessen, kürzere Durchlaufzeiten	Größere Vielfalt an Anforderungen, Reduzierung einseitiger körperlicher Belastungen
Zusammenfassung einzelner Arbeitsabschnitte und Tätigkeiten, die im Umfeld des Arbeitsplatzes ausgeführt wurden (indirekte Tätigkeiten) an einem Arbeitsplatz	Ausfall- und Wartezeiten werden für indirekte Tätigkeiten nutzbar. Größere Verantwortung, geringere Störungsempfindlichkeit, Reduzierung indirekte Aufgaben	Größere Vielfalt an Anforderungen, Reduzierung einseitiger körperlicher Belastungen und Erweiterung des Tätigkeitsspektrums mit Abbau von Monotonie
Vorgegebener oder selbst organisierter Wechsel der Tätigkeit von Arbeitspersonen an inhaltlich unveränderten Arbeitsplätzen	Höhere Flexibilität ermöglicht besseren Ausgleich von Fehlzeiten und schnellere Anpassung an Produktionsveränderungen.	Größere Vielfalt von Anforderungen, Reduzierung einseitiger körperlicher Belastungen und Erweiterung des Tätigkeitsspektrums



Tabelle 28, Fortsetzung

Organisatorische Veränderung	Verbesserung der Wirtschaftlichkeit	Verbesserung für den Mitarbeiter
Einrichtung von Fertigungsinseln, in denen eine Gruppe von Arbeitspersonen ein Produkt oder Teilprodukt mit allen erforderlichen Fertigungstechnologien herstellt. Steuerung der Gruppe durch Vorgesetzte	Geringer Transport- und Steuerungsaufwand, hohe Flexibilität, kurze Durchlaufzeiten, geringe Wartezeiten, hohe Produktverantwortung	Größere Vielfalt von Anforderungen, Reduzierung einseitiger körperlicher Belastungen und Erweiterung des Tätigkeitsspektrums
Zuordnung aller wesentlichen Aufgaben in einem produkt- oder teilproduktbezogenen Fertigungsprozess (direkte und indirekte Tätigkeiten) zu einer Gruppe von Arbeitspersonen, Eigensteuerung der Gruppe durch Gruppensprecher, Zielvereinbarungen zwischen Vorgesetztem und Gruppe	Ausfall- und Wartezeiten werden für indirekte Tätigkeiten nutzbar. Hohe Flexibilität, guter Ausgleich bei Fehlständen, schnelle Reaktionsmöglichkeit bei Störungen und Veränderungen, geringerer Führungsaufwand, hohe Produktverantwortung, Anreiz zu Eigenoptimierung, Reduzierung indirekter Aufgaben	Größere Vielfalt von Anforderungen, Reduzierung einseitiger körperlicher Belastungen und Erweiterung des Tätigkeitsspektrums Aufgabe der Eigensteuerung erweitert Kompetenz und Verantwortungsumfang, höhere Qualifikationsanforderungen und Anforderungen an Konfliktbewältigungsvermögen
Verselbstständigung einer Produktionseinheit in Form eines eigenen Unternehmens, volle Verantwortung der Mitarbeiter für den eigenen wirtschaftlichen Erfolg, Zuordnung aller für ein Unternehmen erforderlichen Aufgaben	Höchste Stufe eigenverantwortlicher Tätigkeit, hohe Flexibilität und schnelles Reaktionsvermögen auf Kundenwünsche, Eigenoptimierung, hohe Produktverantwortung, Erfolg direkt am Ergebnis erkennbar	Große Vielfalt von Anforderungen, Reduzierung einseitiger körperlicher Belastungen, starke Erweiterung des Tätigkeitsspektrums, erweiterter Kompetenz- und Verantwortungsumfang, hohe Qualifikationsanforderung



5.10 Betroffene zu Beteiligten machen – ohne Mitwirkung geht gar nichts!

Eine hierarchisch von oben vorgegebene Veränderung wird von dem Menschen, der davon betroffen ist, in vielen Fällen als Belastung, Eingriff in seinen Wirkungskreis oder gar als Bedrohung angesehen. Auch wenn diese Veränderung positive Zielsetzungen verfolgt (z. B. die Reduzierung statischer Haltearbeit), reagieren viele Menschen darauf zunächst mit Ablehnung. Gerade bei Verbesserungen der Ergonomie, deren positive Wirkungen erst erkannt werden können, wenn man sich darauf eingelassen hat, ist es wichtig, den Menschen für die geplante Veränderung zu gewinnen.

Eine sehr gute Möglichkeit, die Mitarbeiter für die Verbesserung der Arbeitsgestaltung und auch für die Verbesserung der Fehlstandssituation in einem Unternehmen zu gewinnen, ist die Durchführung eines Gesundheitszirkels. In einem Gesundheitszirkel [50] analysieren Mitarbeiter und Führungskräfte unter fachlicher Anleitung die gesundheitliche Situation ihrer Tätigkeit. Dabei werden alle Faktoren besprochen, die dazu führen können, dass aus Belastungen Beschwerden, Erkrankungen und unter Umständen auch dauerhafte Schädigungen entstehen. Ausgehend von den erkannten Problemen werden Lösungen vorgeschlagen und eingeführt, die dazu führen, dass ungünstige Belastungen reduziert werden. In Verbindung mit der Einführung von ergonomischen oder organisatorischen Verbesserungen können auch Vereinbarungen über Verbesserungen des Fehlstandes getroffen werden. Wichtig ist daher die Mitwirkung des Betriebsarztes, der Sicherheitsfachkraft und der Personen, die für die Umsetzung von Umgestaltungsmaßnahmen im Betrieb verantwortlich sind.

Neben dieser in Form einer längeren Projektarbeit durchzuführenden Art der Mitarbeiterbeteiligung gibt es weitere einfache Mittel, um die Mitarbeiter für die ergonomische Verbesserung von Arbeitsplätzen und Arbeitsorganisation zu gewinnen.

Dazu zählt z. B. die aktive Nutzung des innerbetrieblichen Vorschlagswesens. Durch gezielte Aktionen können Themen vorgegeben werden, die Mitarbeiter dazu anregen, sich eigene Gedanken um die Verbesserung ihres Arbeitsplatzes zu machen. Dabei kann die angestrebte Verbesserung der wirtschaftlichen Situation des Unternehmens durchaus in Verbindung gebracht werden zur Verbesserung der ergonomischen und



gesundheitlichen Situation am Arbeitsplatz. Über Prämien oder kleine Präsente können Mitarbeiter motiviert werden, sich im Rahmen einer solchen Aktion zu engagieren. Werden Verbesserungsideen möglichst schnell umgesetzt, kann eine solche Aktion der Auslöser für eine dauerhafte und intensive Beteiligung der Mitarbeiter werden.

Eine weitere Möglichkeit der Mitarbeiterbeteiligung besteht darin, dass über Mitarbeiterbefragungen mögliche Ursachen für Probleme am Arbeitsplatz ermittelt werden. Solche Befragungen können sich rein auf gesundheitsbedingte Probleme beziehen, aber auch weitergehende Fragen (z. B. zur Zufriedenheit am Arbeitsplatz, zum Betriebsklima usw.) beinhalten. Inhalt und Form einer solchen Befragung sollte mit der Mitarbeitervertretung abgestimmt werden. Rückschlüsse auf die Meinung einzelner Personen sollten nicht ableitbar sein. Das Ergebnis einer entsprechenden Befragung kann wertvolle Erkenntnisse über die Verbesserungspotenziale im Betrieb liefern.

Ein Fragebogen, mit dem Beschwerden aufgrund von Nühtätigkeit erfasst werden können, ist in Tabelle 29 (siehe Seite 224) dargestellt. Mithilfe dieses Fragebogens, der auch im Rahmen dieses Forschungsprojektes eingesetzt wurde, können Erkenntnisse über die Gesundheitssituation der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Nähbetrieb auf schnelle und einfache Weise gewonnen werden.

Tabelle 30 (siehe Seite 225) beinhaltet eine Checkliste zur Überprüfung der Ergonomie an einem bestehenden Näharbeitsplatz. Diese Liste beinhaltet 18 Prüffragen, die dazu dienen sollen, den Ist-Zustand einer Nähaufgabe zu beurteilen. Die Checkliste wird durch Beantwortung jeder einzelnen Prüffrage abgearbeitet. Lautet die Antwort auf die Frage „ja“, so ist von einem ergonomisch unkritischen Zustand auszugehen. Kann die Frage nur mit „teilweise“ oder „nein“ beantwortet werden, sollte man sich um das Abstellen bzw. Verringern der erkannten Probleme kümmern.

Hinweise zu möglichen Lösungen finden sich im Forschungsbericht, mit Schwerpunkt im Kapitel 5, sowie in der einschlägigen ergonomischen Literatur. Die Berufsgenossenschaften der Textil- und Bekleidungsindustrie sowie der Lederindustrie unterstützen die bei ihnen versicherten Betriebe durch die Beantwortung konkreter ergonomischer Fragestellungen sowie durch weiterführendes Informationsmaterial.



Tabelle 29:
Fragebogen zur Erfassung tätigkeitsbedingter Beschwerden.

Zuordnung/Ausprägung von Beschwerden bei Nähtätigkeit	Keine	Manch- mal	Häufig
Oberkörper			
Nacken	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Schulter	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Arme	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Obere Wirbelsäule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Brustkorb	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Finger, Hände	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Unterkörper			
Hüfte	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Untere Wirbelsäule	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Beine	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Füße	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kopf			
Augen	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ohren	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Kopfschmerzen	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Sonstige Beschwerden			
Herz-/Kreislauf-Beschwerden	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Hauterkrankungen	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Atemwegsbeschwerden	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Schlafstörungen	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



Tabelle 30:
Checkliste zur Überprüfung und Verbesserung von Näharbeitsplätzen

Beurteilung des Ist-Zustandes von NÄhtätigkeit in überwiegend sitzender Körperhaltung durch Prüffragen	Ja	Teilweise	Nein	Maßnahmen zur Verbesserung des Ist-Zustandes
Ist die Tätigkeit in wechselnder Körperhaltung (Stehen und Sitzen) auszuführen?				
Kann die Tätigkeit ohne starke Vorbeugung des Oberkörpers ausgeführt werden?				
Kann im Bereich des günstigen Greifraums (geringer Abstand von Tischkante zu Nadel) gearbeitet werden?				
Sind Belastungen durch statische Muskelarbeit gering?				
Können günstige Gelenkwinkel eingenommen werden?				
Kann der Arbeitstisch selbständig in der Höhe verstellt werden?				
Ist der Beinraum frei von behindernden Einbauten?				
Sind Abstellflächen für beide Füße vorhanden?				
Sind die Abstellflächen für die Füße ausreichend groß?				
Kann die Position des Pedals verändert werden?				
Wird ein Arbeitsstuhl mit dynamischer Rückenlehne verwendet?				
Ist der Arbeitsstuhl richtig eingestellt (Höhe der Sitzfläche und Lehne)?				



Tabelle 30, Fortsetzung

Beurteilung des Ist-Zustandes von Näh­tätigkeit in überwiegend sitzender Körperhaltung durch Prüffragen	Ja	Teilweise	Nein	Maßnahmen zur Verbesserung des Ist-Zustandes
Ist die Tätigkeit mit entlastenden Arbeitsinhalten angereichert?				
Kann ein günstiger Blickwinkel eingehalten werden?				
Ist eine ausreichende Beleuchtungsstärke gewährleistet?				
Wird Blendung/Schattenbildung vermieden?				
Wird die „optimale Nahmethode“ eingesetzt?				
Ist die Arbeitsperson über die ergonomisch richtige Arbeitsweise informiert?				
Ist bekannt, wer für ergonomische Fragen zuständig ist?				



6 Literaturverzeichnis

- [1] *Halpern, C. A.; Sauer, D.*: Comprehensive ergonomics approach to reduce musculoskeletal disorders: a case study from the sewing industry. In: Advances in Occupational Ergonomics and Safety I, Proceedings of the 11th Annual International Conference, Vol. 1, Zürich, 1996, S. 473-478
- [2] *Chan, L.; Yueng, K.; Evans, J. H.; Evans, W. A.*: A survey of the factors which may bring about back discomfort of sewing machine operators. J. China Textile Univ. 12 (1995) Suppl., S. 95-102
- [3] *Brisson, C.; Vezina, M.; Vinet, A.*: Health problems of women employed in jobs involving psychological and ergonomic stressors: the case of garment workers in Quebec. Women and health 18 (1992) Nr. 3, S. 49-65
- [4] *Vezina, N.; Tierney, D.; Messing, K.*: When is light work heavy? Components of the physical workload of sewing machine operators working at piecework rates. Appl. Ergonomics 23 (1992) Nr. 4, S. 268-276
- [5] *Czech, C.; Czech, R.; Seibt, A.; Freude, A. D.*: Funktionelle Veränderungen der Halswirbelsäule und Schulter-Nacken-Region bei Textilnäherinnen. Z. ges. Hyg. Grenzgeb. 36 (1990) Nr. 1, S. 61-64
- [6] *Westgaard, R. H.; Jansen, T.*: Individual and work related factors associated with symptoms of musculoskeletal complaints. Different risk factors among sewing machine operators. Br. J. Indust. Med. 49 (1992) Nr. 3, S. 154-162
- [7] *Schibye, B.; Skov, T.; Ekner, D.; Christiansen, J. U.; Sjogaard, G.*: Musculo-skeletal symptoms among sewing machine operators. Scand. J. Work Environm. Health 21 (1995) Nr. 6, S. 427-434
- [8] *Blader, S.; Barck-Holst, U.; Danielsson, S.; Ferhme, E.; Kalpamaa, M.; Leijon, M.; Lindh, M.; Markhede, G.*: Neck and shoulder complaints among sewing-machine operators. Appl. Ergonomics 22 (1991) Nr. 4, S. 251-257



- [9] *Schwan, H. W.*: Modellarbeitsplatz Nähmaschine. Nähen kritisch betrachtet. *Schuhtechnik* 92 (1998) Nr. 3, S.12-16
- [10] *Chan, L.; Yueng, K.; Evans, J. H.; Evans, W. A.*: Evaluation of the sewing workstation setting with ergonomic consideration. *Niches in the world of Textiles, 77th World Conference of the Textil Institute, Tampere Univ. of Technol., Tampere, Finland, May 22-24, Bd. 2 (1997) S. 270-271*
- [11] *Li, G.; Haslegrave, C. M.; Corlett, E. N.*: Factors affecting posture for machine sewing tasks. *Appl. Ergonomics* 26 (1995) Nr. 1, S.35-46
- [12] *Adler, U.; Gloger, S.; Korsten, U.; Moll, P.; Rohmert, W.; Schul, S.*: Tips und Tricks zur Arbeitsgestaltung – Ergonomische Gestaltung der Arbeitsplätze. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben „Ergonomische Untersuchungen des Mensch-Maschine-Systems bei Näh- und Bügelarbeiten im Sitzen/Stehen in Verbindung mit Gehen bei hochflexibler Bekleidungsfertigung“. *Bekleidungstechnische Schriftenreihe Band 107. Hrsg.: Forschungsgemeinschaft Bekleidungsindustrie, Köln 1995*
- [13] *Schwan, H. W.*: Automatisierung am Arbeitsplatz Nähen. *Schuhtechnik* 89 (1995) Nr. 4, S. 18-21
- [14] Richtlinie 89/655/EWG des Rates vom 30. November 1989 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit. *ABl. EG Nr. L 393 vom 30.12.1989, S. 13*; geändert durch Richtlinie 95/63/EG des Rates vom 5. Dezember 1995 zur Änderung der Richtlinie 89/655/EWG über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit. *ABl. EG Nr. L 335 vom 30.12.1995, S. 28-36*
- [15] *Rohmert, W.*: Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept. *Z. Arb. Wiss.* 38 (1984) Nr. 4, S. 193-200
- [16] *Rohmert, W.*: Untersuchungen über Muskelermüdung und Arbeitsgestaltung. *Beuth, Berlin 1962*



- [17] *Laurig, W.*: Beurteilung einseitig dynamischer Muskelarbeit. Beuth, Berlin 1974
- [18] *Lesser, W.*: Ergonomische Untersuchung der Gestaltung antriebsrelevanter Einflussgrößen beim Rollstuhl mit Handantrieb. Fortschritt-Berichte, Reihe 17, Biotechnik Nr. 28. VDI, Düsseldorf 1986
- [19] *Zipp, P.*: Optimierung der Oberflächenableitung bioelektrischer Signale. Fortschritt-Berichte, Reihe 17, Biotechnik Nr. 45. VDI, Düsseldorf 1988
- [20] *Ellegast, R.*: Ermittlung und Bewertung der Belastung des Muskel-Skelettsystems bei beruflichen Tätigkeiten. Arbeitsmed. Arbeitsschutz aktuell 47 (2000), S. 57-70
- [21] *Ellegast, R.*: Personengebundenes Messsystem zur automatisierten Erfassung von Wirbelsäulenbelastungen bei beruflichen Tätigkeiten (BIA-Report 5/98). Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Sankt Augustin 1998
- [22] *Herda, C.*: Entwicklung eines personengebundenen Systems zur Erfassung komplexer Haltungen und Bewegungen der Schulter-Arm-Region bei beruflichen Tätigkeiten. Dissertation Johannes Gutenberg-Universität Mainz, Fachbereich Medizin 2002
- [23] *Karhu, O.; Kansj, P.; Kourinka, I.*: Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. Appl. Ergonomics (1977) Nr. 8, S. 199-201
- [24] *Bernard, B. P.* (Hrsg.): Musculoskeletal disorders and work place factors – A critical review of epidemiologic evidence for workrelated musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity and low back. Hrsg.: Departement of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati 1998
- [25] *Hague, J.; Oxborrow, L.; McAtamney, L.*: Musculoskeletal disorders (MSD) and work organisation in the European clothing industry. Hrsg.: European Trade Union Technical Bureau for Health and Safety, Brussels 2001.
http://www.etuc.org/tutb/uk/publication_resume16.html



- [26] *Punnet, L.; Robins, J. M.; Wegman, D. H.; Keyserling, W. M.*: Soft tissue disorders on the upper limbs of female garment workers. *Scand. J. Work Environm. Health* 11 (1985), S. 417-425
- [27] ISO/CD 11226: Ergonomics – Evaluation of working posture (7/95). Hrsg.: International Organization of Standardization 1995
- [28] *Drury, C. G.*: A biomechanical evaluation of the repetitive motion injury potential of industrial jobs. *Seminars Occup. Med.* 2 (1987) Nr. 1, S. 41-49
- [29] *Cramer, J.; Ellegast, R.; Heyden, T.; Liedtke, M.; Pfeiffer, W.; Stamm, R.*: Arbeitsumgebung und Ergonomie. CCall Report 4. Hrsg.: Verwaltungs-Berufsgenossenschaft, Hamburg 2001
- [30] *Benninghoff, A.*: Anatomie. Band 2. *Drenckhahn, D.; Zenker, W.* (Hrsg.), 15. Aufl. Urban & Schwarzenberg, 1994
- [31] *McAtamney, L.; Corlett; E. N.*: RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Appl. Ergonomics* 24 (1993) Nr. 2, S.91-99
- [32] prEN 1005-4: Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen (05/2002). Beuth, Berlin 2002
- [33] DIN EN 1005-1: Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 1: Begriffe (02/2002). Beuth, Berlin 2002
- [34] *Silverstein, B. A.; Fine, L. J.; Armstrong, T. J.*: Hand wrist cumulative trauma disorders in industry. *Br. J. Indust. Med.* 43 (1986), S. 779-784
- [35] *Kilbom, Å.*: Repetitive work of the upper extremity: Part I – Guidelines for the practitioner. *Int. J. Indust. Ergonom.* 14 (1994), S. 51-57
- [36] *Stegemann, J.*: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Thieme, Stuttgart 1991



- [37] *Kraus, G.*: Auswertung des Arbeitsunfallgeschehens. Kooperation mit der DAK. Sicherheitsschirm. Zeitschrift für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (2002) Nr. 4, S. 37-38
- [38] *Deseyve, A.; Hopf, H.; Liekweg, D.; Schleicher, H.*: Optimale Nähmethoden. Bekleidungstechnische Schriftenreihe Bd. 30. Hrsg.: Forschungsgemeinschaft Bekleidungsindustrie, Berlin 1981
- [39] Berufsgenossenschaftliche Informationen: Ergonomie am Näharbeitsplatz (BGI 804, bisher ZH1/239). Ausgabe:5/01. Hrsg.: Lederindustrie-Berufsgenossenschaft, Mainz 2001
- [40] *Lange, W.; Windel, A.*: Kleine Ergonomische Datensammlung. Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. TÜV, Köln 2003
- [41] *Jenner, R. D.; Kaufmann, H.*: BOSCH Arbeitshilfen für die ergonomische Arbeitsplatzgestaltung. Eigenverlag BOSCH, 1985
- [42] *Grandjean, E.*: Physiologische Arbeitsgestaltung. Ott, Thun 1967
- [43] DIN 33402-2: Körpermaße des Menschen; Werte (10/86). Beuth, Berlin 1986
- [44] *Kirchner, J.-H.; Baum, E.*: Mensch-Maschine-Umwelt. Ergonomie für Konstrukteure, Designer, Planer und Arbeitsgestalter. Beuth, Köln 1986
- [45] DIN 4551: Büromöbel; Bürodrehstühle und Bürodrehsessel; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung (06/88). Beuth, Berlin 1988
- [46] DIN 68877: Arbeitsdrehstuhl; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung (07/81). Beuth, Berlin 1981
- [47] *Antoni, C. H.* (Hrsg.): Gruppenarbeit in Unternehmen. Konzepte, Erfahrungen, Perspektiven. Belz Psychologie Verlags Union, Weinheim 1994



[48] *Becker, K.; Eyer, E.; Fremmer, H.; Hofmann, A.*: Einführung von Gruppenarbeit. Ein Leitfaden für Führungskräfte. Hrsg.: Institut für angewandte Arbeitswissenschaft. Wirtschaftsverlag Bachem, Köln 1995

[49] *Adenauer, S.; Becker, K.; Eyer, E.; Hofmann, A.*: Fit für Gruppenarbeit. Ein Qualifizierungsleitfaden – nicht nur für Führungskräfte. Hrsg.: Institut für angewandte Arbeitswissenschaft. Wirtschaftsverlag Bachem, Köln 1997

[50] *Slesina, W.*: Der betriebliche Gesundheitszirkel: Konzept und Praxisbeispiele. In: Fachtagung: Produktivitätsverbesserung durch unternehmensbezogene Gesundheitspolitik. Hrsg.: Rationalisierungskomitee der Wirtschaft (RKW), Eschborn 1994, S. 47-57



Anhang 1: Erfassung persönlicher Daten

Name:

.....

Alter:	<input type="text"/>	Jahre
Dauer der Nähtätigkeit allgemein:	<input type="text"/>	Jahre
Dauer der Nähtätigkeit am Arbeitsplatz:	<input type="text"/>	Jahre
Körpergröße:	<input type="text"/>	cm
Körpergewicht:	<input type="text"/>	kg
Wird eine Sehhilfe am Arbeitsplatz verwendet?	<input type="text"/>	

Einstufung des körperlichen Beanspruchungsgrades bei der Nähtätigkeit

Die körperliche Beanspruchung bei der Nähtätigkeit wird empfunden als

Leicht	<input type="text"/>
Mittelschwer	<input type="text"/>
Schwer	<input type="text"/>
Sehr schwer	<input type="text"/>

Vorschläge zur Verbesserung der Gestaltung des Näh-arbeitsplatzes

Frage: Was kann am Näh-arbeitsplatz verbessert werden?

Nähmaschine:

.....

Arbeitstisch:

.....

Fußraum:

.....



Bedienelemente:

.....

Materialbereitstellung:

.....

Arbeitsstuhl:

.....

Beleuchtung:

.....

Sonstiges:

.....



Anhang 2: Erhebungsbögen zum Vergleich von Ist- und Soll-Zustand

Erhebungsbogen 1/1

Name: Vergleich der Beanspruchung im Ist-Zustand (alt) mit dem Soll-Zustand (neu)

Datum:

Ist-Zustand (alt)					Zu beurteilende Merkmale/ Beanspruchung im Bereich:	Soll-Zustand (neu)				
Note 5 sehr hoch	Note 4 hoch	Note 3 mittel	Note 2 gering	Note 1 sehr gering		Note 5 sehr hoch	Note 4 hoch	Note 3 mittel	Note 2 gering	Note 1 sehr gering
					Finger rechts					
					Finger links					
					Hand rechts					
					Hand links					
					Unterarm rechts					
					Unterarm links					
					Oberarm rechts					
					Oberarm links					
					Schulter rechts					
					Schulter links					
					Hals/Nacken					
					Rücken (Bereich Brustkorb)					
					Rücken (Bereich Lende)					
					Oberschenkel rechts					
					Oberschenkel links					
					Unterschenkel rechts					
					Unterschenkel links					
					Fuß rechts					
					Fuß links					
					Augen					



Erhebungsbogen 1/2

Name: **Vergleich der Beanspruchung im Ist-Zustand (alt) mit dem Soll-Zustand (neu)**

Datum:

Ist-Zustand (alt)					Zu beurteilende Merkmale Beanspruchung im Bereich:	Soll-Zustand (neu)				
Note 5 sehr hoch	Note 4 hoch	Note 3 mittel	Note 2 gering	Note 1 sehr gering		Note 5 sehr hoch	Note 4 hoch	Note 3 mittel	Note 2 gering	Note 1 sehr gering
					Gehör					
					Kraft/Gewicht					
					Geschwindigkeit					
					Genauigkeit					
					Aufmerksamkeit					
					Konzentration					



Erhebungsbogen 1/3

Name: **Vergleich der Beurteilung im Ist-Zustand (alt) mit der Beurteilung im Soll-Zustand (neu)**

Datum:

Ist-Zustand (alt)		Sitzend:		Stehend:		Zu beurteilende Merkmale:	Soll-Zustand		Sitzend:		Stehend:	
Note 5 man- gelhaft	Note 4 ausrei- chend	Note 3 befrie- digend	Note 2 gut	Note 1 sehr gut	Note 5 Man- gelhaft		Note 4 ausrei- chend	Note 3 befrie- digend	Note 2 gut	Note 1 sehr gut		
						Fußraum Größe des Pedals						
						Fußraum Position des Pedals						
						Fußraum Neigung des Pedals						
						Fußraum Körperhaltungswechsel						
						Fußraum nutzbarer Freiraum						
						Sitzposition Abstützung Oberschenkel						
						Sitzposition Abstützung Rücken						
						Sitzposition Höhe der Sitzfläche						
						Tisch Höhe des Tisches						
						Tisch Neigung der Tischfläche						
						Armablage Position						
						Armablage Höhe der Armablage						
						Armablage Verstellbereich						
						Einsehbarkeit						
						Beleuchtung						