

1 Problemlage und Zielsetzung

Zur Erhaltung der menschlichen Ressourcen der Arbeit wird der Unternehmer nicht nur zur Vermeidung von arbeitsbedingten Erkrankungen und Arbeitsunfällen, sondern auch zur menschengerechten Gestaltung der Arbeit gemäß Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) verpflichtet. Hierzu zählt sowohl die Gestaltung von schädigungslosen und ausführbaren Arbeitsbedingungen als auch die Gestaltung beeinträchtigungsfreier Arbeit.

Die Umsetzung von ergonomischen Erkenntnissen in die Praxis trägt zur Verwirklichung eines modernen Arbeits- und Gesundheitsschutzes bei. Beanspruchungs- und anforderungsgerecht gestaltete manuelle Tätigkeiten werden durch Berücksichtigung der physiologischen Gegebenheiten des Menschen in der bewegungstechnischen Arbeitsgestaltung und in der ergonomischen Arbeitsplatz- und Arbeitsmittelgestaltung möglich. Entsprechende Analysen vor Ort sind deshalb unabdingbar.

Vor diesem Hintergrund wurde die vorliegende Untersuchung vom Staatlichen Gewerbeaufsichtsamt Zwickau initiiert. Ziel war es, die in der Kabelbaummontage bestehenden Arbeitstätigkeiten, die durch ungünstige Körperhaltungen, monotone Arbeit nach vorgegebenem Fließbandtakt und durch geringfügigen Entscheidungsspielraum gekennzeichnet sind, zu analysieren, zu bewerten und Maßnahmen zu deren Gestaltung abzuleiten.

2 Methode

Zur ergonomischen Bewertung der arbeitsbedingten Belastungen in der Kabelbaummontage wurden in der Zeit vom 24. Januar bis 09. Februar 2001 verschiedene arbeitswissenschaftliche Methoden angewandt. Hierzu gehörten:

- Analyse von Prozessdaten zur Ermittlung der Tätigkeits- und Belastungsstruktur sowie der Arbeitsorganisation im Arbeitsbereich
- Körperhaltungsanalysen mittels computergestütztem Registriersystems (FIT - System) zur Bestimmung der Belastungen durch ungünstige Körperhaltungen
- Klima- und Beleuchtungsmessungen gemäß DIN-Normen zur Beurteilung der Arbeitsumgebungsbedingungen.

3 Charakteristik des Arbeitsbereiches und der Arbeitsaufgaben

Im Bereich Kabelbaummontage werden an zwei getrennten Fließbändern kundenspezifische Kabelbäume für Links- und Rechtslenker für die Automobilproduktion gefertigt.

Den Bandarbeitsplätzen ist ein Kommissionierbereich vorgelagert, in welchem die Zusammenstellung des Basismoduls mit den erforderlichen Zubehörmodulen entsprechend dem Kundenwunsch vorgenommen wird.

Der Transport der kommissionierten Module wird mittels eines an einem Hängebahntransportsystem installierten Förderkorbes realisiert.

Die Ausführung der Arbeiten erfolgt im 3-Schichtsystem, zur Nahrungsaufnahme und Erholung stehen jeweils vier bzw. drei Pausen wie folgt zur Verfügung:

Frühschicht (5.45 – 14.15)	Spätschicht (14.15 – 22.45)	Nachtschicht (22.45 – 5.45)
7.00 – 7.10	15.30 – 15.40	0.30 – 0.40
8.00 – 8.20	17.00 – 17.25	2.00 – 2.30
10.00 – 10.13	19.00 – 19.13	4.00 – 4.10
12.00 – 12.25	20.30 – 20.50	-

Im Normalfall wird das Montageband „Linkslenker“ mit 17 und das Montageband „Rechtslenker“ mit 8 weiblichen Beschäftigten besetzt.

Die Charakterisierung der einzelnen Arbeitstätigkeiten des Bereiches Kabelmontage ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Arbeitstätigkeiten – Bereich Kabelbaummontage

Arbeitsplatz/ Arbeitsstelle – Anordnung der Arbeitsebene	AST-Nr.	Charakteristik der Arbeitstätigkeit	Masse der zu bewegenden Teile (kg)	Körperhaltung (Skalierung modifiziert nach OWAS /Stoffert, 1985/)	Art der Arbeit
Kommissionierung Regalsysteme (4 Etagen)	1	<ul style="list-style-type: none"> - Bildschirmdialog zur Modulabfrage und Anzeige auf dem Handscanner - Kommissionieren: Entnahme der erforderlichen Module aus dem Regalsystem und Einlegen in den Förderkorb der Transport-hängebahn 	bis 2,7	<ul style="list-style-type: none"> - Stehen - Oberkörper aufrecht - Gehen - Oberkörper stark gebeugt bis Überkopparbeit - Stehen - Oberkörper aufrecht 	dynamische Arbeit (Laufarbeit-3,8 km/Schicht)
Basis Baubrett horizontal	2	<ul style="list-style-type: none"> - Vorbereiten: Kabelbaum (Basismodul) aus Förderkorb entnehmen, öffnen und entflechten - Auslegen des Kabelbaumes auf Baubrett und komplettieren mit Modulen (Entnehmen aus dem Förderkorb, Einlegen und Stecken in Kabel- und Gehäuseaufnehmer, z.T. Hänselfband wickeln) 	bis 2,7	<ul style="list-style-type: none"> - Stehen - Oberkörper aufrecht - Stehen - Oberkörper z.T. aufrecht, zumeist leicht bis stark gebeugt 	Statische Arbeit mit motorischen Anteilen im Finger-Hand-System
Variabel Baubrett 60° angestellt	3	<ul style="list-style-type: none"> - Module aus Förderkorb entnehmen, auf Baubrett auslegen u. in Kabel- und Gehäuseaufnehmer stecken, z.T. Hänselfband wickeln - Kabelbinder festsetzen, Abbinder nach Bedarf anbringen 	bis 0,9	<ul style="list-style-type: none"> - Stehen - Oberkörper aufrecht, z.T. Überkopparbeit 	statische Arbeit mit motorischen Anteilen im Finger-Hand-System

Arbeitsplatz/ Arbeitsstelle – Anordnung der Arbeitsebene	AST-Nr.	Charakteristik der Arbeitstätigkeit	Masse der zu bewegendenden Teile (kg)	Körperhaltung (Skalierung modifiziert nach OWAS /Stoffert, 1985/)	Art der Arbeit
Clipsen Pufferstation Baubrett 60° angestellt Clipsstation Baubrett 30° angestellt	4	- Zusammenhalten der zu verclipsenden Kabel, Verschneiden der Litzen und Clipsen (Clipshülse aufstecken und mit Clipszange verpressen)	bis 0,2	- Stehen - Oberkörper aufrecht bis mittleres Vorbeugen, z.T. Oberkörper gedreht u./ oder seitlich gebeugt, z.T. Überkopfarbeit	statische Arbeit mit motorischen Anteilen im Finger-Hand-System
	5	- Schutzkappen aufschieben			
Wickeln Wickeln I Baubrett horizontal Wickeln II Baubrett 60° angestellt	6	- Umwickeln von mehreren Einzelkabeln mit unterschiedlichem Wickelband zu einem Kabelstrang	bis 0,2	- Stehen –Oberkörper aufrecht bis stark gebeugt, z.T. mit Überkopfarbeit	statische Arbeit mit motorischen Anteilen im Finger-Hand-System
	7	- Entnahme des fertigen Kabelbaumes aus den Vorrichtungen des Baubretts und Anhängen an Transporthängebahn	bis 6,6		
Prüfen Prüfstation Prüfwind vertikal Sicherungssteckarbeitsplatz Arbeitsfläche horizontal	8	- Kabelbaum aus Förderkorb entnehmen, an Prüfwind feststecken	bis 8,7	- Stehen - Oberkörper aufrecht, z.T. Überkopfarbeit	statische Arbeit
	9	- visuelle und elektrische (computergesteuerte) Funktionsprüfung - ggf. kleinere Fehlerbehebung - Stecken von Sicherungen			

4 Ergebnisse und deren Diskussion

4.1 Belastungen durch ungünstige Körperhaltungen

Für die quantitative Analyse der Tätigkeits- und Belastungsstruktur erfolgte eine Untergliederung der Tätigkeiten unter dem Aspekt physiologisch belastender Körperhaltungen. Bei der Auswahl der zu beobachtenden Beschäftigten wurde auf deren durchschnittliche Körpergröße geachtet.

4.1.1 Arbeitsplatz Basis

Tabelle 2 enthält die vorgefundenen Teiltätigkeiten (unmittelbare Montagetätigkeiten) und deren Differenzierung in verschiedene Körperhaltungen/ Belastungsarten.

Tabelle 2: Teiltätigkeiten und Körperhaltungen am Arbeitsplatz Basis

Anordnung des Baubretts:	horizontal	
Belasteter Körperbereich:	Rücken	
Körperhaltung		Teiltätigkeit/ Zugriffstelle
Überkopfarbeit	– ohne Kraft	Ablage oben
Oberkörper gebeugt (>45°)	– ohne Kraft	hinterer Greifbereich
	– mit Kraft ¹⁾	hinterer Greifbereich
Oberkörper gebeugt (20°-45°)	– ohne Kraft	mittlerer Greifbereich
	– mit Kraft ¹⁾	mittlerer Greifbereich
Oberkörper gebeugt (<20°)	– ohne Kraft	vorderer Greifbereich
	– mit Kraft ¹⁾	vorderer Greifbereich
Oberkörper aufrecht	– ohne Kraft	Vorbereiten der Module am Förderkorb
	– mit Kraft ¹⁾	Halten des Basismoduls beim Entflechten

¹⁾ Kraftaufwendige Einlege- und Steckarbeiten

Aufgrund der unterschiedlichen Lage der Links- bzw. Rechtslenker-Kabelbäume auf dem Baubrett erfolgte für beide Fließbänder jeweils eine gesonderte Registrierung der Tätigkeits- und Belastungsarten. Die Ergebnisse enthalten die Abbildungen 1 und 2.

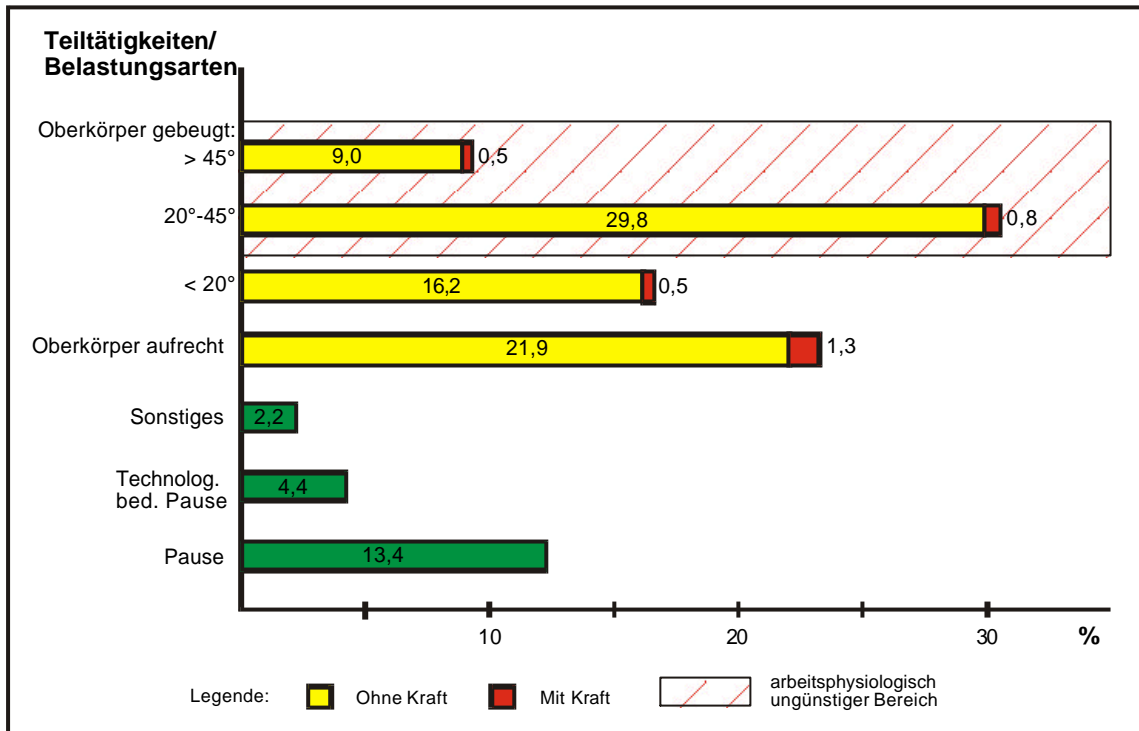


Abbildung 1: Tätigkeits- und Belastungsverteilung am Arbeitsplatz Basis – Linkslenker (Bezugsgröße: Schichtzeit)

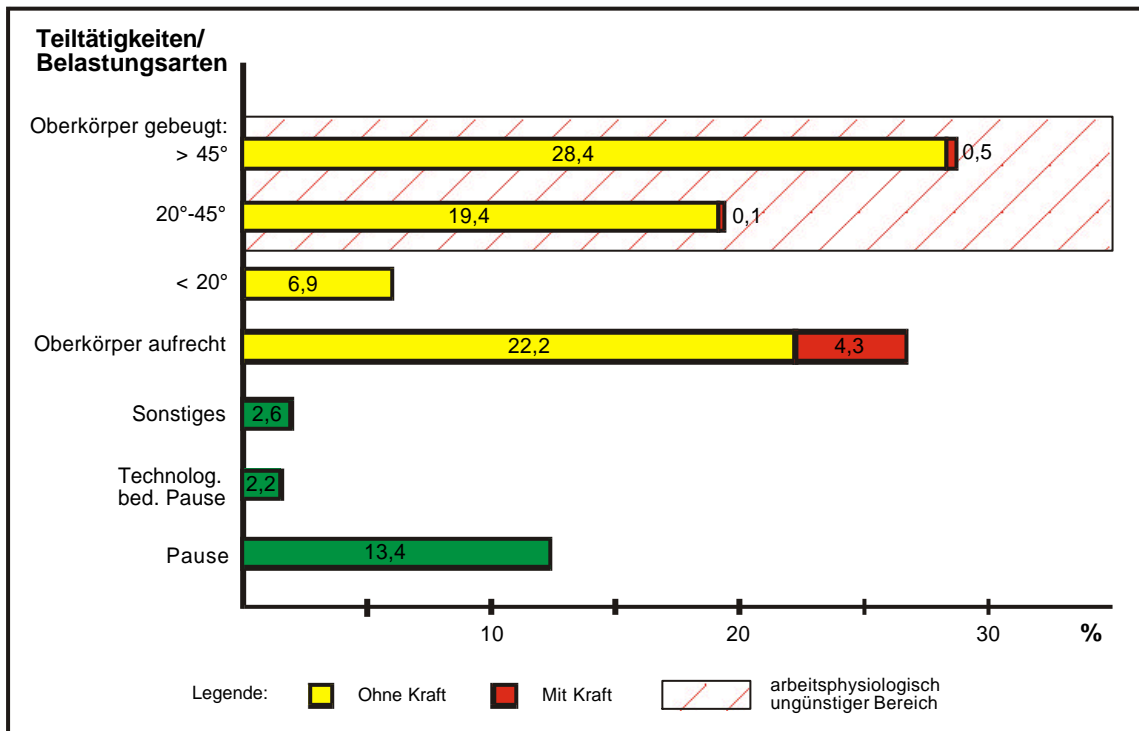


Abbildung 2: Tätigkeits- und Belastungsverteilung am Arbeitsplatz Basis – Rechtslenker (Bezugsgröße: Schichtzeit)

Sonstiges: Materialbesorgung, Säuberungsarbeiten, Wechsel der Arbeitsstelle während des Bandvorschubes

Technologisch

bedingte Pause: Taktzeitbedingtes Warten und Produktionsausfallzeit gemäß Fertigungsinformation

Deutlich wird, dass in 40 % bis nahezu 50% der Schichtzeit der Oberkörper mit mittlerer (20°-45°) bzw. starker Beugung (>45°) gehalten werden muss. Besonders auffällig ist der große Anteil der stark gebeugten Körperhaltung in fast einem Drittel der Schichtzeit am Fließband „Rechtslenker“, worin sich die von den Beschäftigten erlebten gesundheitlichen Beschwerden begründen. Die Ursachen hierfür liegen an beiden Arbeitsplätzen in ergonomischen Gestaltungsfehlern des Fließbandes. Im einzelnen zählen hierzu: fehlender Fußraum, eine dem Greifbereich vorgelagerte, nicht nutzbare Arbeitsfläche von 13 cm Tiefe (Platzbedarf für Bandvorschubvorrichtung) und die horizontale Lage des Baubrettes. Für den Arbeitsplatz „Rechtslenker“ kommt die ungünstige Anordnung des Kabelbaumes auf dem Baubrett erschwerend hinzu.

Zur Vermeidung von Rückenbeschwerden sind Gestaltungsmaßnahmen erforderlich.

4.1.2 Arbeitsplatz Clipsen

Der Arbeitsplatz Clipsen besteht aus zwei Arbeitsstellen, der Pufferstation und der Clipsstation. Die Beschäftigten an diesem Arbeitsplatz führen ihre Arbeitstätigkeit an beiden Arbeitsstellen entsprechend dem technologischen Ablauf im Wechsel aus. Die Körperhaltungsanalyse erfolgte für beide Arbeitsstellen getrennt, die Zuordnung der Teiltätigkeiten/ Zugriffstellen zur Körperhaltung enthält Tabelle 3.

Tabelle 3: Teiltätigkeiten und Körperhaltungen am Arbeitsplatz Clipsen

Arbeitsstelle: Pufferstation	
Anordnung des Baubretts: 60° angestellt	
Belasteter Körperbereich: Arm-Schulter-Nacken	
Körperhaltung	Teiltätigkeit/ Zugriffstelle
Überkopfarbeit – ohne Kraft	Abisolierzange
Oberarme über Schulter ¹⁾ – ohne Kraft	oberer Greifbereich
Oberarme bis Schulter ¹⁾ – ohne Kraft	mittlerer Greifbereich
Oberarme unten ¹⁾ – ohne Kraft	unterer Greifbereich, Ablage vor dem Baubrett
Arbeitsstelle: Clipsstation	
Anordnung des Baubretts: 30° angestellt	
Belasteter Körperbereich: Arm-Schulter-Nacken und Rücken	
Körperhaltung	Teiltätigkeit/ Zugriffstelle
Überkopfarbeit – ohne Kraft	Clipsmaschine, Schutzkappenbehälter
Oberarme über Schulter ²⁾ – ohne Kraft	oberer Greifbereich
Oberarme bis Schulter ²⁾ – ohne Kraft	mittlerer Greifbereich
– mit Kraft	mittlerer Greifbereich, Zusammenfassen und Halten der Kabel zum Clipsen (abhängig von Stärke und Anzahl der Kabel)
Oberarme unten ³⁾ – ohne Kraft	unterer Greifbereich
Oberkörper aufrecht – ohne Kraft	Ablage Clipshülsen
Oberkörper seitlich gebeugt u./ o. gedreht – ohne Kraft	Ablage Clipshülsen

¹⁾ Oberkörper aufrecht; ²⁾ Oberkörper gebeugt (20°-45°); ³⁾ Oberkörper gebeugt (<20°)

Die Ergebnisse in Abbildung 3 verdeutlichen, dass an der Arbeitsstelle Clipsstation fast die Hälfte der Schichtzeit (47,2%) eine statische Haltearbeit der Arme bei gleichzeitigem mittelstarkem Beugen des Oberkörpers erforderlich ist. Auffällig dabei ist der relativ hohe Anteil an kraftaufwendiger Fingerarbeit für das gleichzeitige Zusammenfassen und Halten von dicken bzw. vielen Kabeln während des Clipvorganges (nahezu 10%). Mehrfach wurden von den Beschäftigten hierzu gesundheitliche Beschwerden in der Fingerbeere beklagt.

Kritisch zu betrachten ist ebenfalls das wiederholt seitliche Beugen und/ oder Drehen des Oberkörpers bei der Entnahme von Clipshülsen aus den Behältern vor dem Baubrett. Obwohl der Anteil von 6% gering erscheint, verbirgt sich dahinter eine Häufigkeit von fast 450 Körperbewegungen pro Schicht. Bewegungen dieser Art haben für die Abnutzung der Bandscheiben eine nicht zu unterschätzende Bedeutung. Neben der gesundheitsschädigenden Wirkung führt die unzureichende Anordnung der Clipshülsenbehälter auch zur Beeinträchtigung der Bewegungsfreiheit der Beschäftigten. So werden durch das Hängenbleiben der Arbeitskleidung des öfteren Clipshülsen aus den offenen Behältern gezogen.

Zur Verminderung der genannten körperlichen Belastungen sind sowohl ergonomische als auch arbeitsorganisatorische Gestaltungsmaßnahmen notwendig.

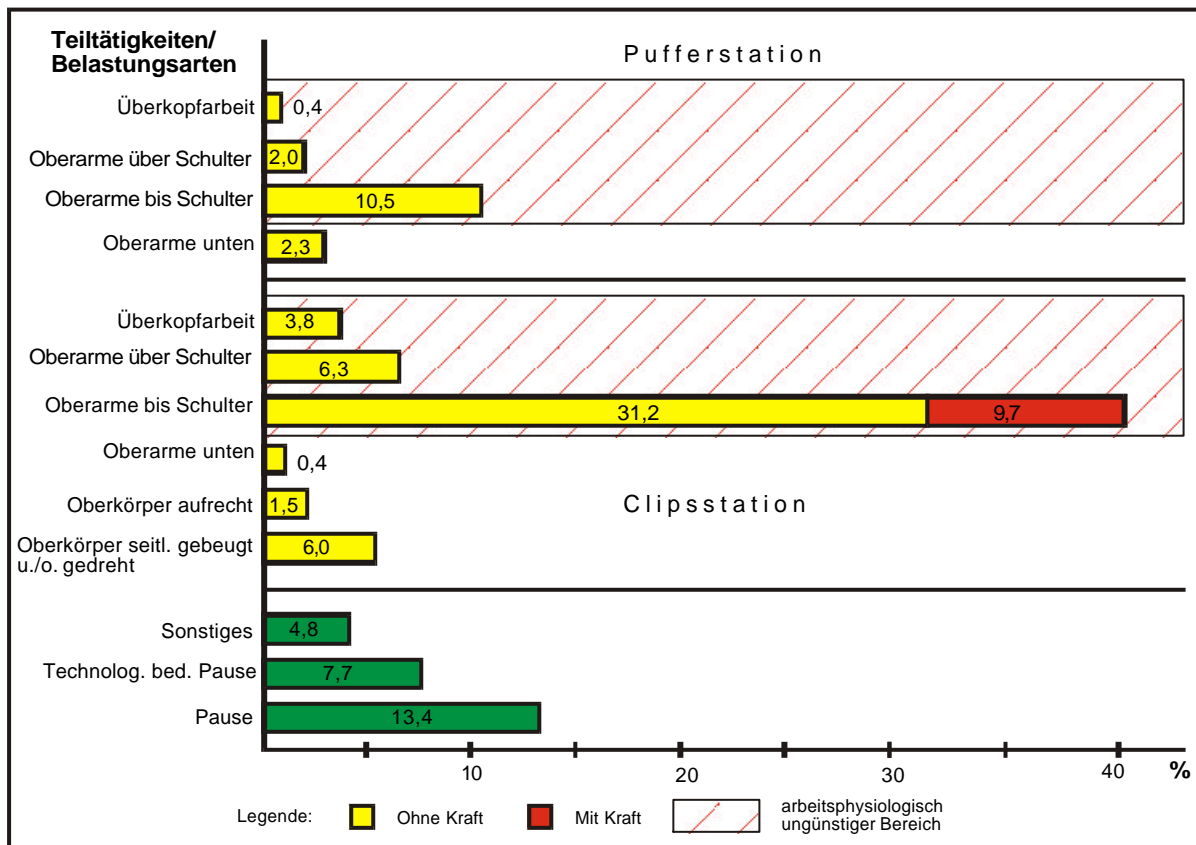


Abbildung 3: Tätigkeits- und Belastungsverteilung am Arbeitsplatz Clipsen– Linkslenker (Bezugsgröße: Schichtzeit)

4.1.3 Arbeitsplatz Wickeln

Zum Arbeitsplatz Wickeln gehören die Arbeitsstellen Wickeln I und Wickeln II, wobei die Beschäftigten an beiden Arbeitsstellen im taktweisen Wechsel tätig sind. Die Körperhaltungsanalyse wurde für beide jeweils getrennt durchgeführt, Tabelle 4 ist die Zuordnung der Teiltätigkeiten/ Zugriffstellen zur Körperhaltung zu entnehmen.

Tabelle 4: Teiltätigkeiten und Körperhaltungen am Arbeitsplatz Wickeln

Arbeitsstelle: Wickeln I		
Anordnung des Baubretts: horizontal		
Belasteter Körperbereich: Rücken		
Körperhaltung		Teiltätigkeit/ Zugriffstelle
Überkopfarbeit	– ohne Kraft	Ablage oben
Oberkörper gebeugt (>45°)	– mit Kraft	hinterer Greifbereich
Oberkörper gebeugt (20°-45°)	– mit Kraft	mittlerer Greifbereich
Oberkörper gebeugt (<20°)	– mit Kraft	vorderer Greifbereich
Oberkörper aufrecht	– ohne Kraft	Ablage vor dem Baubrett
Arbeitsstelle: Wickeln II		
Anordnung des Baubretts: 60° angestellt		
Belasteter Körperbereich: Arm-Schulter-Nacken		
Körperhaltung		Teiltätigkeit/ Zugriffstelle
Überkopfarbeit	– ohne Kraft	Ablage oben, Kabelbinderzange
Oberarme über Schulter ¹⁾	– mit Kraft	oberer Greifbereich
Oberarme bis Schulter ¹⁾	– mit Kraft	mittlerer Greifbereich
Oberarme unten ¹⁾	– ohne Kraft	Ablage vor dem Baubrett
	– mit Kraft	unterer Greifbereich
Oberkörper aufrecht	– mit Kraft	Entnahme des Kabelbaumes

¹⁾ Oberkörper aufrecht

Am Beobachtungstag (vgl. Abbildung 4) umfassten die Arbeiten am horizontal angeordneten Baubrett 41 % der Schichtzeit, eine Rückenbelastung durch mittleres bzw. starkes Beugen (>20°) des Oberkörpers war dabei in 36 %, d.h. in mehr als drei Stunden, zu verzeichnen. Der Anteil der Arbeit am 60° angestellten Baubrett betrug 23 %, zu 20 % war eine statische Haltearbeit der Arme erforderlich. Deutlich wird, dass an beiden Arbeitsstellen fast ausschließlich unter Kraftaufwand gewickelt werden muss. Am Beobachtungstag entsprach das einem Zeitumfang von fünf Stunden. Als Folge erleben die Beschäftigten gesundheitliche Beschwerden in Form eingeschlafener Hände.

Auch wenn die betrieblicherseits jüngst eingeführte Gestaltungsmaßnahme (60°- Anordnung des bisher horizontal gelagerten Baubretts am Wickelplatz II und regelmäßiger Tätigkeitswechsel zwischen beiden Arbeitsstellen) zur Belastungsminderung beigetragen hat, **müssen weitere Gestaltungsempfehlungen zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen umgesetzt werden.**

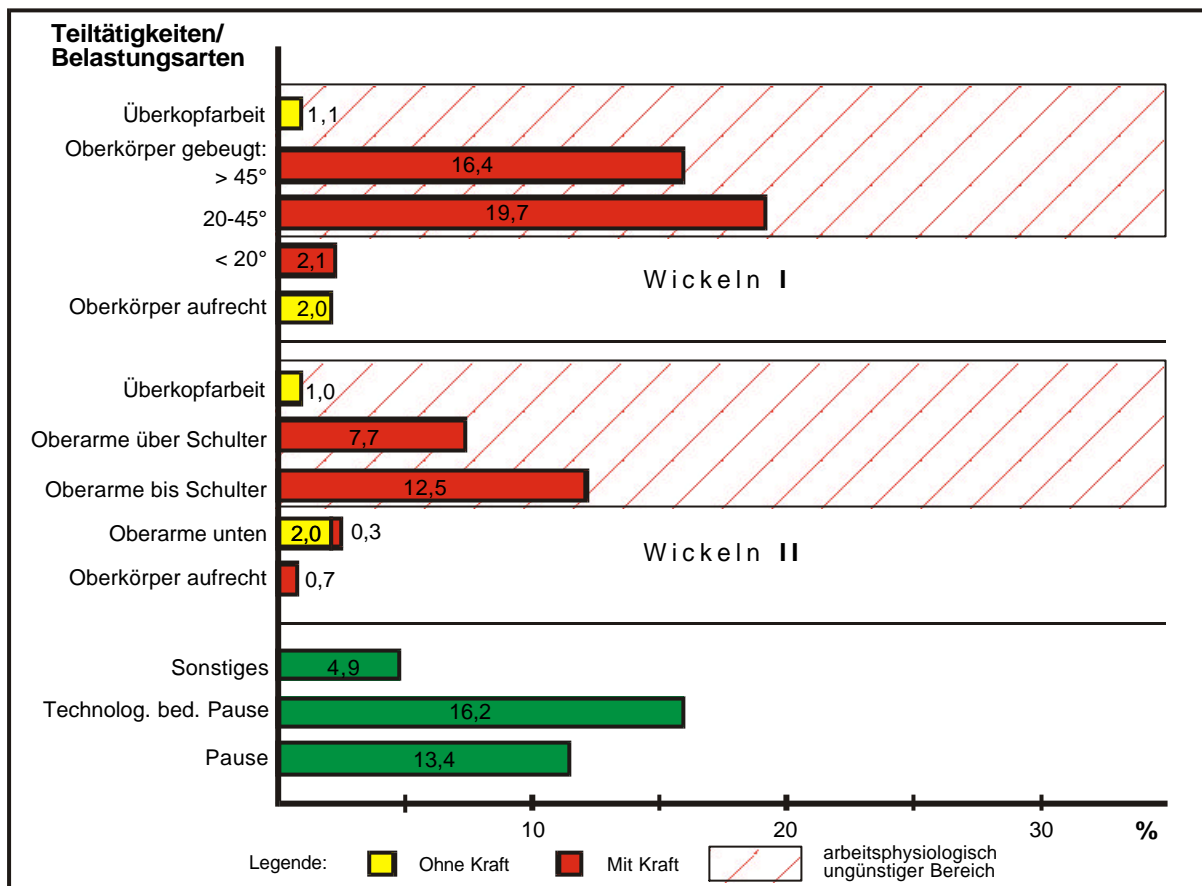


Abbildung 4: Tätigkeits- und Belastungsverteilung am Arbeitsplatz Wickeln– Linkslenker (Bezugsgröße: Schichtzeit)

4.2 Arbeitsbedingte Expositionen

4.2.1 Klima

Die Registrierung der thermisch wirksamen Grundparameter Lufttemperatur, relative Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit wurde über vier Tage (06.02.2001 bis 09.02.2001) im Übergangsbereich zwischen kalter und warmer Jahreszeit vorgenommen. Die Außenlufttemperatur schwankte dabei zwischen +3°C (nachts) und +14°C (tags). Der Messort befand sich im Gang zwischen Fließband 1 und 2 inmitten der Arbeitsplätze Variabel und Clipsen. Tabelle 5 enthält eine zusammenfassende Übersicht der Messergebnisse.

Tabelle 5: Lufttemperatur, relative Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit nach Tagen

		Lufttemperatur °C	rel. Luftfeuchte %	Luftgeschwindigkeit m/s
1. Tag	Mittelwert	20,37	37,26	0,06
	Maximum	21,90	42,56	0,23
	Minimum	18,90	32,62	0,00
2. Tag	Mittelwert	20,06	33,36	0,09
	Maximum	21,20	36,56	0,35
	Minimum	19,00	30,23	0,00
3. Tag	Mittelwert	19,71	30,93	0,06
	Maximum	20,70	34,71	0,21
	Minimum	18,40	28,64	0,00
4. Tag	Mittelwert	19,30	32,61	0,06
	Maximum	20,20	36,88	0,38
	Minimum	18,10	29,43	0,00

Lufttemperatur:

Nach Arbeitsstättenrichtlinie ASR 6/1,3 soll die Raumtemperatur bei überwiegend nicht sitzender Tätigkeit minimal 17 °C betragen. **Diese Forderung wird unter den an den Untersuchungstagen herrschenden Bedingungen eingehalten.**

Relative Luftfeuchte:

Über die untere Grenze der relativen Luftfeuchte liegen gemäß DIN 1946 Teil 2 keine gesicherten Erkenntnisse vor. Als Behaglichkeitsgrenze können - weitgehend unabhängig von der Lufttemperatur - 30 % relative Luftfeuchte gelten; gelegentliche Unterschreitungen sind vertretbar. Während der viertägigen Messung traten geringfügige Unterschreitungen über längere Zeiträume auf. Welche Auswirkungen sommerliche Temperaturen auf die relative Luftfeuchte haben, kann aus den Messungen nicht abgeleitet werden; niedrigere Werte sind jedoch nicht ausgeschlossen. **Die Durchführung von Luftbefeuchtungsmaßnahmen kann zur Verbesserung der Situation beitragen.**

Luftgeschwindigkeit:

Nach ASR 5 tritt bei Temperaturen von bis zu 20 °C üblicherweise keine Zugluft bei einer Luftgeschwindigkeit unter 0,2 m/s auf. Während der Messungen wurde die genannte Grenze zeitweise überschritten (auch bei Lufttemperaturen unter 20°C). Ein Zusammenhang zur Öffnung der Hallentore konnte jedoch nicht hergestellt werden. Obwohl in diesen Fällen in der Kommissionierung Luftgeschwindigkeiten von 0,4 m/s und mehr auftraten, lagen die Luftbewegungen an den Bandarbeitsplätzen deutlich unter 0,2 m/s. Eine Erklärung für die Luftgeschwindigkeiten von mehr als 0,2 m/s könnte an den Bandarbeitsplätzen bei starken Außenluftbewegungen und der Kombination Dachentlüftung / Hallentoröffnung liegen. **Zur Reduzierung wird der Einbau einer Einfahrschleuse empfohlen.**

4.2.2 Beleuchtung

Die Messung der Beleuchtungsstärke erfolgte entsprechend DIN 5035 Teil 6 an den Arbeitsplätzen Basis, Variabel, Clipsen, Wickeln und Prüfen des Fließbandes 1. An den Arbeitsplätzen - außer am Arbeitsplatz Variabel - befinden sich über den Arbeitsflächen zwei Leuchtenbänder. Jede Leuchte ist mit einer Leuchtstofflampe vom Typ Osram L 58 W /21-840 bestückt (Lichtfarbe: neutralweiß, Stufe der Farbwiedergabe: 1B). Die Hälfte der Arbeitsfläche im Bereich Variabel hat eine Zusatzbeleuchtung.

Tabelle 6: Mittelwerte der Beleuchtungsstärke für Band 1 nach Bereichen

Arbeitsplatz	E lx	$E_{\min} : \bar{E}$ $\approx 1:1,5$
Basis	1015	erfüllt
Variabel mit Zusatzbeleuchtung	1249	nicht erfüllt
Variabel ohne Zusatzbeleuchtung	550	erfüllt
Clipsen	1007	erfüllt
Wickeln	1174	erfüllt
Prüfen	388	erfüllt

Die Bewertung erfolgt gemäß ArbStättV in Verbindung mit ASR 7/3 und DIN 5035 Teil 2. Danach darf der arithmetische Mittelwert der Beleuchtungsstärke das 0,8fache der Nennbeleuchtungsstärke E_n nicht unterschreiten ($E_n = 300$ lx nach DIN 5035 Teil 2, Punkt 9.1. - Elektrotechnische Industrie: Kabel und Leitungsherstellung). Diese Forderung wurde bei dem am Messtag praktizierten Beleuchtungsregime an allen Arbeitsplätzen erfüllt.

Das Gütekriterium Gleichmäßigkeit ist am Arbeitsplatz Variabel mit Zusatzbeleuchtung verletzt. Es tritt eine störende Adaptation durch den Wechsel von „hellen“ (3000 - 4000 lx) und „dunklen“ (500 lx) Flächen auf. Zu deren Vermeidung sollte die Arbeitsfläche gleichmäßiger ausgeleuchtet werden.

Die Lichtfarbe und die Farbwiedergabeeigenschaften der Lampen entsprechen den Vorgaben der DIN 5035 Teil 2, Punkt 9.1.

5 Schlussfolgerungen und Maßnahmen

1. Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse verdeutlichen, dass die Beschäftigten in der Kabelbaummontage 40 % (in Einzelfällen bis zu 50 %) der Schichtzeit unter arbeitsphysiologisch ungünstigen Körperhaltungen arbeiten. Damit sind die Ursachen für die subjektiv geäußerten gesundheitlichen Beschwerden der Beschäftigten (Schulter- und Rückenschmerzen) objektiviert. **An den Arbeitsplätzen bestehen arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren.** Diese gründen sich auf Verstöße gegen folgende „Allgemeine Grundsätze“ gemäß §4 ArbSchG:
 - die Arbeit ist so zu gestalten, dass eine Gefährdung für Leben und **Gesundheit möglichst vermieden** und die verbleibende Gefährdung möglichst gering gehalten wird;
 - bei den Maßnahmen sind der **Stand von Technik, Arbeitsmedizin und Hygiene sowie sonstige gesicherte arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse** zu berücksichtigen;
 - Maßnahmen sind mit dem Ziel zu planen, **Technik, Arbeitsorganisation, sonstige Arbeitsbedingungen, soziale Beziehungen und Einfluss der Umwelt auf den Arbeitsplatz sachgerecht zu verknüpfen**;
 - spezielle Gefahren für besonders schutzbedürftige Beschäftigtengruppen sind zu berücksichtigen.

Folglich ergibt sich die arbeitsschutzrechtliche Notwendigkeit von Gestaltungsmaßnahmen.

2. Zusätzlich ergibt sich eine Begründung von Gestaltungsmaßnahmen auch aus betriebs- und volkswirtschaftlichen Erwägungen. Muskel- und Skeletterkrankungen stellen mit 28,7% die häufigste Ursache krankheitsbedingter Fehlzeiten dar. Die damit einhergehenden Kosten belaufen sich auf ca. 23 Milliarden DM jährlich BAuA, 1999/. Der durch die Arbeit verursachte Anteil wird auf 33% geschätzt. Somit sind allein 7,65 Milliarden DM/ Jahr arbeitsbedingter Verursachung der Diagnosegruppe Muskel- und Skeletterkrankungen zuzurechnen.
3. Gestaltungsmaßnahmen:

Zur Verminderung der gesundheitsschädigenden Belastungen des Rückens und Arm-Schulter-Nackensbereiches werden folgende technische und arbeitsorganisatorische Maßnahmen unter Beachtung der o. g. Grundsätze empfohlen:

Ergonomische Arbeitsplatzgestaltung:

- I Abbau der Rückenbelastung am Arbeitsplatz Basis und den Arbeitsstellen Wickeln I und Clipsstation durch Aufstellung der Baubretter mit 60° Neigung gegen die Horizontale.
- II Einrichtung eines ausreichenden Fußraumes unter dem gesamten Fließband gemäß DIN 33406 zur Gewährleistung eines körpernahen Greifbereiches (Höhe: ≥ 12 cm, Tiefe: ≥ 15 cm). Der bevorzugte Arbeitsbereich hat eine Tiefe von 45 cm, der maximale Arbeitsbereich eine Tiefe von 57 cm ab Fließbandvorderkante bei einem Vorbeugen bis zu 20° /BAU, 1995/.
- III Verminderung der statischen Haltearbeit im Hand-Arm-Schulterbereich durch Absenkung des Fließbandes oder Einbau eines durchgängigen Podestes. Die Arbeitshöhe

soll sich etwa im Bereich der Ellbogenhöhe befinden. In Abhängigkeit von den visuellen und motorischen Arbeitsanforderungen kann bei Montagetätigkeiten die Arbeitshöhe für Frauen zwischen 100 und 115 cm schwanken /DIN 33406/. Da eine individuelle Arbeitsplatzanpassung nicht möglich ist, muss von einer durchschnittlichen Arbeitshöhe von 108 cm ausgegangen werden. Auf dieser Höhe muss sich demzufolge die mittlere Höhe des vertikalen Greifbereiches befinden.

- IV Reduzierung des seitlichen Beugens und/ oder Drehens des Oberkörpers durch Installation eines beweglichen geschlossenen Clipshülsenbehälters mit selbstregulierbarer Nachschuböffnung. Ähnlich dem Prinzip der schwenkbaren federnden Aufhängung der Clipsmaschinen sind diese Clipshülsenbehälter über eine zusätzlich anzubringende Schiene frei beweglich zu installieren.
- V Optimierung der Hauptzugriffstellen am Kommissionierarbeitsplatz. Das Untersuchungsergebnis zeigte, dass der Zugriff in die 2. Etage des Regalsystems (leicht gebeugte Körperhaltung) häufiger als in die 3. Etage (aufrechte Körperhaltung) erfolgt. Ein Behältertausch zwischen diesen Etagen ermöglicht eine Belastungsreduzierung.
- VI Bezüglich des Raumklimas kann eingeschätzt werden, dass die Lufttemperatur den Forderungen der Arbeitsstättenverordnung §5 in Verbindung mit der Arbeitsstättenrichtlinie ASR 5 entspricht. Die relative Luftfeuchte lag nicht zu jedem Messzeitpunkt oberhalb der Behaglichkeitsgrenze von 30 %. Da insbesondere bei sommerlichen Temperaturen mit noch niedrigeren Werten zu rechnen ist, sollten Luftbefeuchtungsmaßnahmen zur Erhöhung der Luftfeuchte in Betracht gezogen werden. Zuglufterscheinungen mit einer Luftgeschwindigkeit oberhalb von 0,2 m/s wurden nur gelegentlich gemessen. Da diese bei starken Außenluftbewegungen in Verbindung mit der Dachentlüftung/ Hallentoröffnung auftreten können, wird eine Einfahrtschleuse empfohlen.
- VII Die Beleuchtungsverhältnisse entsprachen unter dem am Messtag praktizierten Leuchtenbetrieb den Forderungen der fachspezifischen Normen bzw. Richtlinien. Am Arbeitsplatz Variabel ist zur Vermeidung von störenden Adaptionen (Hell-Dunkel-Anpassung des Auges) eine gleichmäßige Ausleuchtung der Arbeitsfläche zu sichern.

Arbeitsorganisatorische Gestaltungsmaßnahmen:

- VIII Zur Verminderung der einseitigen Körperhaltungen und zum Belastungsausgleich von kraftaufwendigen Arbeitstätigkeiten ist ein regelmäßiger Tätigkeitswechsel zwischen den Arbeitsplätzen im **gesamten Arbeitsbereich** zu fordern. Durch den möglichen Bewegungswechsel können nicht nur einseitige körperliche Belastungen abgebaut, sondern auch der persönlichkeitsförderliche Anteil der Arbeitstätigkeit erhöht werden. So wird mit der Erweiterung des bisherigen Handlungsspielraumes dem Entstehen von einförmigen Belastungen und Monotonie vorgebeugt.

Der systematische Tätigkeitswechsel sollte unter dem Aspekt wechselnder Belastungen vorgenommen werden. Dabei ist auch die Arbeitstätigkeit Kommissionieren einzubeziehen. Zur schrittweisen Einführung könnte zunächst ein Wechsel mit den benachbarten Arbeitsstellen erfolgen. Der schon praktizierte Arbeitsstellenwechsel an den Arbeitsplätzen Clipsen und Wickeln und der gelegentlich durchgeführte Wechsel zwischen den Arbeitsplätzen Basis und Variabel bieten hierfür eine günstige Ausgangsbasis.

IX Aufgrund des breiten und ständig wechselnden Kabelbaumsortiments beruht die gegenwärtig praktizierte Taktung auf einer durchschnittlichen Taktzeit. Dadurch entstehen zwangsläufig

- technologisch bedingte Abstimmungsverluste, hervorgerufen durch die Schwierigkeit, den einzelnen Arbeitsstationen die gleichen operativen Zeiten zuzuordnen,
- Verluste, hervorgerufen durch intra- und interindividuelle Leistungsunterschiede, die in der Fließmontage nur beschränkt berücksichtigt werden können.

Es liegen zeitliche Reserven brach.

Zusätzlich zu den technologischen Nachteilen, die infolge häufigen Typwechsels mit unterschiedlichen Gesamtzeiten besondere Bedeutung für eine wirtschaftliche Montage erlangen, wirken die beschriebenen ergonomischen Nachteile, woraus Gesundheitsgefahren für die Beschäftigten erwachsen.

Es gibt daher zwei Begründungen für grundsätzliche technologisch/ organisatorische Änderungen

- Ineffizienz der technologischen Gestaltung des Montageprozesses als Fließband
- fehlende bzw. unzureichende Berücksichtigung der „Allgemeinen Grundsätze“ aus § 4 ArbSchG.

6 Literatur

- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Amtliche Mitteilungen Nr. 4/1999
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz: Broschüre: „Gesundheitsschutz von früh bis spät. Stehen-Frauen in Stehberufen“, 1998
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz: Anforderungen an Arbeitsplätze im Non-Food-Bereich. 1995
- Grandjean, E.: Physiologische Arbeitsgestaltung. 4. Aufl. Thun: Ott Verlag, 1991
- Kössler, F.: Arbeitsbedingte Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE) – eine interdisziplinäre Herausforderung. In: ErgoMed 22 (1998), Nr. 5, S. 220-235
- Lange, W.: Kleine ergonomische Datensammlung. 6., überarb. Aufl. Köln: Verl. TÜV Rheinland, 1991
- Luczak, H.: Arbeitswissenschaft. 2., vollst. neubearb. Aufl. Berlin Heidelberg New York, Springer-Verl., 1998
- Rohmert, W.; Schaub, K.-H.; Wakula, J.: Entwicklung und Anwendung der Körper-haltungs-Studie (KhS) als Methode zur differenzierten Körperhaltungsanalyse, dargestellt am Beispiel von Fliesenlegertätigkeiten. In: W. Rohmert: Stand und Zukunft arbeits-wissenschaftlicher Forschung und Anwendung. Carl Hanser Verl. München, 1993
- Steinberg, U.: Arbeitsbedingte Körperhaltungen. Sonderschrift 5 der Bundesanstalt für Arbeitsmedizin Berlin. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 1994
- Stoffert, G.: Analyse und Einstufung von Körperhaltungen bei der Arbeit nach der OWAS - Methode. In: Z. Arb. wiss. 39 (1985) 1, S. 31-38

Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Vorschriften und Regeln

Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit vom 07. August 1996 (BGBl. I S. 1246), zuletzt geändert durch Artikel 6c des Gesetzes vom 19. Dezember 1998 (BGBl. I S. 3843)

Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV

Verordnung über Arbeitsstätten vom 20. März 1975 (BGBl. I S. 729), zuletzt geändert durch Artikel 4 der Verordnung vom 4. Dezember 1996 (BGBl. I S. 1841)

DIN 1946 Teil 2, 01.1994, Raumlufttechnik; Gesundheitstechnische Anforderungen

DIN 33406, 07.1988 Arbeitsplatzmaße im Produktionsbereich, Begriffe, Arbeitsplatztypen, Arbeitsplatzmaße; Teil Steharbeitsplätze

DIN 5035 Teil 2, 09.1990, Beleuchtung mit künstlichem Licht; Richtwerte für Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien