



Mensch und Arbeitsplatz

Kontroll-, Überwachungs- und Steuertätigkeiten sicher und gesund gestalten

DGUV Information 209-099

Impressum

Herausgegeben von:	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV) Glinkastraße 40 10117 Berlin Telefon: 030 13001-0 (Zentrale) E-Mail: info@dguv.de Internet: www.dguv.de Sachgebiet Fertigungsgestaltung, Akustik, Lärm und Vibrationen des Fachbereichs Holz und Metall der DGUV
Ausgabe:	Mai 2025
Satz und Layout:	Satzweiss.com Print Web Software GmbH, Saarbrücken
Bildnachweis:	Titelbild © Media Srock - stock.adobe.com Abb. 1, 3, 4, 5: © BGHM Abb. 2: © DIN Media
Copyright:	Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung gestattet.
Bezug:	Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder unter www.dguv.de/publikationen > Webcode: p209099

Mensch und Arbeitsplatz

Kontroll-, Überwachungs- und Steuertätigkeiten sicher und gesund gestalten

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1.	Anwendungsbereich (Zielsetzung)	5
2	Begriffsbestimmungen, Erläuterungen und Fallbeispiele	6
2.1.	Begriffsbestimmung	6
2.2.	Charakteristika von Kontroll-, Überwachungs- und Steuertätigkeiten	6
2.3.	Fallbeispiele	8
3	Belastungen, Gefährdungen und Arbeitsgestaltungsanforderungen	10
3.1.	Auswahl, Anordnung und Benutzung von Bedien- und Stellteilen an Arbeitsmitteln (Interaktionsschnittstelle)	10
3.2.	Gestaltung der Arbeitsaufgaben (Aufgabenschnittstelle)	16
3.3.	Gestaltung von Informationen (Informationsschnittstelle)	18
3.4.	Arbeitsorganisation	21
3.5.	Arbeitsumgebungsbedingungen	23
4	Glossar	24
5	Quellen und Literaturverzeichnis	26

1 Einleitung

1.1. Anwendungsbereich (Zielsetzung)

Die zunehmende Verkettung, Vernetzung, Automatisierung und Digitalisierung von Maschinen und Anlagen, aber auch von Arbeits- und Produktionsprozessen verändert die Rollen und Aufgaben der Beschäftigten im Arbeitssystem. Sie sind zunehmend mit Kontroll-, Überwachungs- und Steuertätigkeiten (nachfolgend KÜST genannt) beschäftigt. Typisch für diese Tätigkeitsarten ist eine räumliche und oft auch zeitlich enge Bindung der Beschäftigten an Maschinen, Anlagen oder an Prozesse. Daraus ergeben sich spezifische Anforderungen an die sichere und gesundheitsgerechte Gestaltung von Arbeitssystemen.

KÜST stellen zum Teil hohe Anforderungen an die körperlichen und geistigen Fähigkeiten der Beschäftigten. Optische und akustische Informationen müssen schnell und fehlerfrei wahrgenommen, bewertet, verarbeitet und in richtige Handlungen umgesetzt werden. Der Grad der Komplexität und die Häufigkeit dieser Anforderungen variiert dabei, abhängig von der Tätigkeitsart und den betrieblichen Rahmenbedingungen.

Störungen, Fehlfunktionen oder Fehlbedienungen können bei KÜST nicht nur mit Gefährdungen für die

Beschäftigten selbst, sondern auch für andere Beschäftigte oder unbeteiligte Dritte verbunden sein. Die ergonomische Gestaltung der Schnittstelle zwischen Arbeitsmittel und Beschäftigten gewinnt in diesem Zusammenhang zusätzlich an Bedeutung für eine sichere und gesundheitsgerechte Bearbeitung von Aufgaben.

Es ist das Ziel dieser DGUV Information, physische (im weiteren Verlauf als „körperliche“ bezeichnet) und psychische Belastung und Gefährdungen, die mit KÜST einhergehen können, aufzuzeigen und geeignete Gestaltungsvorschläge darzustellen. Die KÜST bilden hier den Schwerpunkt der Gesamtaufgabe der Beschäftigten. Teil- oder Nebentätigkeiten außerhalb von KÜST, wie Materialtransport, oder -handling, die wiederum mit spezifischen Belastungen und Gefährdungen verbunden sein können, werden hier nicht explizit betrachtet. Dementsprechend fokussiert diese Schrift körperliche Belastung innerhalb manueller Arbeitsprozesse, bedingt durch Ausübung von Ganzkörperkräften und Körperzwangshaltung, ergänzt um Belastungen durch visuelle Wahrnehmung. Bei den psychischen Belastungsfaktoren liegt der Fokus auf der Aufgaben-, der Interaktions- und der Informationsschnittstelle zwischen den Beschäftigten und dem verwendeten Arbeitsmittel.

2 Begriffsbestimmungen, Erläuterungen und Fallbeispiele

2.1. Begriffsbestimmung

2.1.1. Kontrolltätigkeiten

Während der Kontrolltätigkeiten wird der Ist-Zustand, wie die Qualität oder Quantität eines Produkts oder Objekts, von den Beschäftigten fortlaufend erfasst und mit einem Soll-Zustand (Vorgaben) abgeglichen und bewertet. Die Belastung der Beschäftigten durch ein fortlaufendes Kontrollieren und Vergleichen von Zuständen sowie das Ermitteln und Bewerten von Unterschieden steht im Fokus dieser Tätigkeitsart. Abweichungen zwischen Ist-Zustand und Soll-Zustand erfordern ein Handeln, wie das Markieren eines Unterschieds, oder ein steuerndes Eingreifen der Beschäftigten, zum Beispiel den Prozess zur Entnahme von Kontrollobjekten stoppen.

Typische Kontrolltätigkeiten sind Teil der Qualitätskontrolle, während punktueller oder kontinuierlicher Oberflächenkontrollen, zum Beispiel von Walzblechen, während der Glasflaschenkontrollen am Fließband oder während der Textilkontrollen an Warenschäummaschinen. Bei Aufgaben mit einem hohen Anteil an Handarbeit, wie beim Beziehen von Autositzen, findet neben der Kontrolle gegebenenfalls eine direkte Korrektur des eigenen Handelns statt.

2.1.2. Überwachungstätigkeiten

Überwachungstätigkeiten sind Tätigkeiten, bei denen der Ist-Zustand eines zumeist automatisiert ablaufenden Prozesses oder eines Systems von den Beschäftigten fortlaufend beobachtet und mit einem Sollzustand abgeglichen und bewertet wird. Abweichungen zwischen Ist-Zustand und Soll-Zustand erfordern, abhängig von der Qualität und Quantität der Abweichung, ein steuerndes Eingreifen der Beschäftigten. Neben der kontinuierlichen Bewertung des derzeitigen Zustands müssen die Beschäftigten auch mögliche Entwicklungen gedanklich vorwegnehmen, das Systemverhalten vorhersehen und für Störfälle geeignete Handlungsstrategien ableiten.

Typische Überwachungstätigkeiten sind Teil der Überwachung von automatisierten Steuerungsprozessen in Leitständen von Großanlagen, wie Hochöfen, Stahlwerken, Kraftwerken und chemischen Anlagen, aber auch Teil der Überwachung von Abläufen im Bahn-, Flug- und Straßenverkehr.

2.1.3. Steuertätigkeiten

Während der Steuertätigkeiten greifen Beschäftigte unmittelbar in die Funktionsweise einer Maschine, eines Systems oder eines Prozesses ein. Das steuernde Eingreifen zielt auf das Erreichen eines definierten Soll-Zustands oder die Korrektur eines defizitären Ist-Zustands. Steuertätigkeiten treten häufig in Kombination mit Überwachungs- und Kontrolltätigkeiten auf.

Zu den typischen Steuertätigkeiten gehören die Interaktionen mit Arbeitsmitteln, wie Krane, Maschinen oder Drohen sowie die Handlungen in Leitständen von Großanlagen, wie in Hochöfen, in Stahl- und Kraftwerken und chemischen Anlagen oder Produktionsstraßen.

2.2. Charakteristika von Kontroll-, Überwachungs- und Steuertätigkeiten

KÜST lassen sich in der Praxis oft nicht scharf voneinander abgrenzen. Die Übergänge zwischen den Tätigkeitsarten sind fließend. Steuertätigkeiten treten meist kombiniert mit einer der beiden anderen Tätigkeitsarten auf. Die folgenden Charakteristika ([Tabelle 1](#)) sollen eine Abgrenzung und Einordnung der Tätigkeiten ermöglichen, um die spätere Bewertung körperlicher und psychischer Belastung und Gefährdungen, die mit diesen Tätigkeiten einhergehen können, zu ermöglichen.

Tabelle 1 Charakteristika von KÜST auf den Ebenen Organisation, Aufgabe, Interaktion und Information.

Themen	Kontrolltätigkeiten	Überwachungstätigkeiten	Steuertätigkeiten
Organisation	Einwirkung/Fokus auf Produkt oder Objekt	Fokus auf Prozess oder System	Fokus auf Prozess oder System
	direkter Bezug zu einem Produkt (z. B. bei Qualitätskontrolle)	indirekter Bezug zu einem Prozess/ System (z. B. schematische Darstellung, Anzeige von Parametern)	direkter Bezug zu einer Maschine/ Anlage (z. B. Anpassung von Parametern)
	unterschiedliche Automatisierungsgrade (im Hintergrund)	hoher Automatisierungsgrad (im Hintergrund)	unterschiedliche Automatisierungsgrade
	eigendynamischer Prozess (im Hintergrund)		u. U. eigendynamischer Prozess (im Hintergrund)
	eher schnelle Prozesse	eher langsame Prozesse	Geschwindigkeit der Prozesse wird ggf. selbst gesteuert
Information	große Menge an Informationen		
	geringe Komplexität der Informationen	hohe Komplexität der Informationen	
	Abweichungen i. d. R. definiert (Fehlertypen)	Abweichungen nicht immer definiert (Fehlertypen)	
	Handlungsoptionen i. d. R. definiert	Handlungsoptionen nicht immer definiert	
Interaktion	(sehr) häufige Ereignisse & kognitive Bewertung	seltene Ereignisse, aber häufige kognitive Bewertung	variable Häufigkeit von Ereignissen mit kognitiver Bewertung
	(sehr) häufige Handlungserfordernisse (Eingriff) bei Abweichungen	seltene bis häufige Handlungserfordernisse (Eingriff)	permanente Handlungserfordernisse (Eingriff)
	permanentes Beobachten und aktive Entscheidung (i. O.; n. i. O.) im Ereignisfall		permanentes Beobachten und Agieren (Bedieneingriffe)
Aufgabe	Soll-Ist-Vergleich als Erfassen jedes einzelnen Ist-Werts und Abgleichen mit Soll-Vorgabe	Soll-Ist-Vergleich als Erfassen von Ist-Werten nach Wahl und Vorgabe und Abgleichen mit Soll-Vorgabe	Soll-Ist-Vergleich als Eingriff mit Steuerung nach Vorgabe und nach Systemrückmeldung
	Vergleiche von qualitativen und/oder quantitativen Merkmalen eines realen Produkts (z. B. innerhalb Farbtoleranz, max. ≤ 2 Fehler)	Vergleiche von repräsentativem Abbild eines Prozesses mit Soll-Vorgaben sowie der Plausibilität des Abbilds	Vergleiche von Ausgangslage und Ziel sowie von Eingriff und Systemrückmeldung
	Wahrnehmen (bedeutet: entdecken, erkennen und deuten) und verarbeiten von Informationen (überlegen, denken)		Verarbeiten von Informationen und handeln (z. B. Taster, Hebel, Schalter betätigen); Soll-Ist sowie auf Rückmeldung warten
	Vorgabe von Anzahl und Taktung der Vergleichserfordernisse	Auswahl der Vergleichsanforderungen auf der Basis von Trendwerten oder Erfahrung mit Prozessdynamik	Vergleichsanforderungen auf der Basis der Erfahrung mit Steuerungsdynamik

2.3. Fallbeispiele

Die Bandbreite von KÜST ist schon heute sehr groß und wächst mit zunehmender Automatisierung, Vernetzung und Digitalisierung von Prozessen und Systemen. Die folgenden Beispiele beschreiben typische Anwendungsfälle dieser Tätigkeiten in der Praxis.

2.3.1. Kontrolltätigkeiten

2.3.1.1. Textilkontrolle an einer Warenschaumaschine

Warenschauer und Warenschauerinnen prüfen, ob die Textilien mit den Vorgaben übereinstimmen. Sie messen sie aus und ermitteln das Gewicht der Ware, vergleichen Fadendichte, Bindung, Farbstellung, Musterausführung mit der Mustervorlage und „überschauen“ die Ware, zum Beispiel auf einer Warenschaumaschine, auf Knoten, Verunreinigungen und Fehler. Nach jeder dieser Bewertungen klassifizieren sie ihre Befunde als „ausbesserungsbedürftig“, „ausbesserungsfähig“, und „nicht ausbesserungsfähig“. Anschließend markieren sie die Befunde, ermitteln die voraussichtlichen Ausbesserungskosten, registrieren alle Daten auf der Stückgutkarte und informieren die Fertigung, damit Ursachen der Befunde ermittelt und behoben werden können. Sie führen Befundlisten, zum Beispiel mit Fehlern beziehungsweise mit Mängeln. Sie beheben die Fehler jedoch in der Regel nicht selbst.

2.3.1.2. Felgenkontrolle

Bei der Felgenkontrolle werden Pkw-Felgen auf Produktfehler qualitätsgeprüft. Die Taktzeit beträgt etwa 20 Sekunden. Die Prüfung erfolgt durch Sichtkontrolle bei gleichzeitig manuellem Handling (heranziehen, Stopfen entfernen, ankippen und drehen, weiterschieben). Dabei sind Felgen auf Gussfehler und Fehler in der Beschichtung zu kontrollieren. Die Fehlerbilder sind beispielhaft ausgestellt und die Beschäftigten entsprechend geschult. Fehlerhafte Teile werden ausgeschleust. Eine selbständige Fehlerbehebung findet nicht statt.

2.3.2. Überwachungstätigkeiten

2.3.2.1. Leitwarte von versorgungstechnischen Großanlagen in der Energieversorgung

In Leitwarten automatisierter Großanlagen sind Überwachungstätigkeiten wesentlicher Bestandteil der Arbeitsaufgabe. Beschäftigte beobachten Ist-Zustände eigendynamischer Prozesse kontinuierlich und vergleichen sie mit erforderlichen Soll-Zuständen. Ist die Soll-Ist-Abweichung zu groß, muss die beobachtende Person steuernd eingreifen und, gegebenenfalls auch unter Hinzuziehung Dritter, die Wirksamkeit der eingeleiteten Maßnahmen überwachen. Beispielsweise werden die notwendigen Stromkapazitäten pro Netz überwacht und Zufuhr- und Abnahmeschwankungen ausgeglichen.

2.3.2.2. Sicherheitsdienst

Die Beschäftigten in einer Leitzentrale überwachen mit einem Online-Wächterkontrollsystem über verschiedene Monitore die zu schützenden Objekte und Revierfahrten des Außendienstes. Zusätzlich sind die Beschäftigten Ansprechpersonen für Vorkommnisse im Außendienst und leiten auftretende Alarmer, wie ein Alarmsystem mit Anzeiger auf Monitoren in der Leitzentrale, an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Außendienst per Telefon weiter. Zusätzlich beobachten die Beschäftigten der Leitzentrale bestimmte Objektbereiche per Video, verfolgen die Revierfahrten der Personen im Außendienst anhand der Meldungen über Stechstellen, treffen Absprachen über Telefon und dokumentieren den Einsatz des Außendienstes. Ihre Arbeit besteht also hauptsächlich daraus, die Monitore zu überwachen und gegebenenfalls eine Meldekette „in Gang zu setzen“. Die Interaktionen erfolgen über Bildschirmgeräte und Telefone mit hinterlegten Verteilern zur Meldekette. Zusätzlich erfolgen Absprachen und ein Informationsaustausch mit den im Außendienst beschäftigten Personen.

2.3.3. Steuertätigkeiten

2.3.3.1. Kranbedienung

Beim Steuern eines Krans koordinieren die Beschäftigten das sichere Heben, Transportieren und Absetzen einer Last. Abhängig von der Bauart des Krans geschieht das mit unterschiedlichen Bedienelementen, wie Hebeln, Knöpfen und Joysticks, in einer Bedienkanzel oder per Fernbedienung vom Boden aus. Fahr- und Hebebewegungen müssen von den Beschäftigten vorhergesehen und angepasst werden. Das geschieht häufig in einem unübersichtlichen Umfeld, mit Sichteinschränkungen oder Ablenkungen. Je nach örtlichen Begebenheiten muss mit einer einweisenden Person kommuniziert und deren Anweisungen schnell umgesetzt werden.

2.3.3.2. Steuern eines Walzengerüstes

Die Steuerung des Walzprozesses beinhaltet zum Beispiel das Regulieren verschiedener Faktoren um eine gleichmäßige und vorgegebene Produktqualität zu erzielen. Faktoren können unter anderem die Produktionsgeschwindigkeit, die Spannung und die Temperatur der Walzen sein. Die Faktoren sowie der Materialfluss und die Abmessungen des endgültigen Produkts werden entsprechend beobachtet. Es ist wichtig, dass Beschäftigte des Walzensteuerstands sehr schnell auf Veränderungen reagieren und Korrekturen vornehmen können.

3 Belastungen, Gefährdungen und Arbeitsgestaltungsanforderungen

KÜST stellen spezifische Anforderungen an Beschäftigte. Neben Belastungen und Gefährdungen, wie Lärm aus der Arbeitsumgebung oder dem Umgang mit Gefahrstoffen, spielt vor allem die Gestaltung der Schnittstelle zwischen den Beschäftigten und den Maschinen und Anlagen, beziehungsweise dem Prozess eine große Rolle. Dabei geht es sowohl um die Aufgaben- als auch um die Informations- und Interaktionsschnittstelle. Die im Folgenden dargestellten Belastungen und Gefährdungen, die im Zusammenhang mit KÜST auftreten können, sowie sich daraus ergebende Anforderungen an die Gestaltung der Arbeitsbedingungen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Eine konkrete und vollständige Beurteilung der Arbeitsbedingungen kann nur an konkreten Arbeitsplätzen in Kenntnis der betrieblichen Rahmenbedingungen erfolgen. Die angeführten Beispiele dienen der Veranschaulichung relevanter Aspekte.

3.1. Auswahl, Anordnung und Benutzung von Bedien- und Stellteilen an Arbeitsmitteln (Interaktionsschnittstelle)

Die Interaktionen zwischen den Beschäftigten und dem Arbeitsmittel und die damit verbundenen Belastungen und Gefährdungen werden durch die Gestaltung der Interaktionsschnittstelle bestimmt. Die Auswahl, Anordnung und Benutzung von Bedien- und Stellteilen der Arbeitsmittel müssen so erfolgen, dass die Gestaltung der Schnittstelle die Belastungen optimiert und Gefährdungen vermieden oder minimiert werden. Dazu muss sie den Leistungsvoraussetzungen der Beschäftigten gerecht werden, diese bei der Erfüllung ihrer Arbeitsaufgabe unterstützen, hinreichend zuverlässig und an die Arbeitsumgebung angepasst sein.

3.1.1. Aufgabenangemessenheit

Eine Mensch-Maschine-Schnittstelle (MMS) ist für die Erfüllung einer Aufgabe angemessen, wenn sie die Beschäftigten darin unterstützt, ihre Aufgabe sicher, effizient und wirkungsvoll auszuführen.¹ Beispielsweise sollten den Beschäftigten jeweils nur die Standardauswahlmöglichkeiten angezeigt werden, die zur Erfüllung der aktuellen Aufgabe notwendig sind. Irreführende oder behindernde Auswahlmöglichkeiten sollten vermieden werden.²

3.1.2. Selbstbeschreibungsfähigkeit

Die MMS sollte für die Beschäftigten selbsterklärend sein. Sie sollten Anzeigen und Stellteile mühelos erkennen und den laufenden Prozess verstehen können.³ Den Beschäftigten sollte beispielsweise stets klar sein, an welcher Stelle in der Navigationsstruktur einer Software sie sich befinden und welche Handlungen für sie von dort aus möglich sind.⁴

3.1.3. Steuerbarkeit

Die MMS sollte von den Beschäftigten beherrscht werden.⁵ Es darf aber nicht der umgekehrte Fall eintreten, dass der Eigenrhythmus der Maschine oder des Arbeitsmittels die Beschäftigten beherrscht. Es sollte ihnen vielmehr möglich sein, die laufende Aufgabe zu unterbrechen und die Steuerung zu übernehmen, die Aufgabe zu einem späteren Zeitpunkt fortzusetzen oder die zuletzt ausgeführte Aufgabe rückgängig zu machen.

3.1.4. Lernförderlichkeit

Eine Interaktion zwischen Maschinen, Anlagen oder Prozessen und den Beschäftigten ist lernfördernd, wenn sie angeleitet werden, das interaktive System in seiner Funktionsweise zu nutzen. Den Grad der Unterstützung sollten die Beschäftigten ihren Fertigkeiten entsprechend anpassen können.

¹ vgl. DIN EN 894-1:2009-01 Sicherheit von Maschinen - Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen - Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen

² vgl. DIN EN ISO 9241-110:2020-10 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Interaktionsprinzipien

³ vgl. DIN EN 894-1:2009-01

⁴ vgl. DIN EN ISO 9241-110:2020-10

⁵ vgl. DIN EN ISO 9241-110:2020-10 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Interaktionsprinzipien

3.1.5. Erwartungskonformität

Erwartungen über die Funktionsweise der Schnittstelle zwischen den Beschäftigten und einer Maschine, Anlage oder einem Arbeitsmittel beeinflussen stark die Art und Weise, wie sie Stellteile oder Anzeigen nutzen. In Stresssituationen erfolgt häufig eine Reaktion nach kulturell geprägten und verinnerlichten Mustern, auch wenn eine solche Reaktion in der aktuellen Situation unter Umständen falsch ist.⁶

Werden von den Beschäftigten im Betrieb beispielsweise mehrere Krananlagen unterschiedlicher Herstellfirmen oder Baureihen verwendet, sollte darauf geachtet werden, dass die Bedienung untereinander konsistent ist.⁷ In Stresssituationen kann es dazu kommen, dass die Beschäftigten intuitiv reagieren und durch versehentliches Drücken eines anders positionierten Tasters zum Beispiel eine falsche Fahr- oder Hebebewegung auslösen.

3.1.6. Individualisierbarkeit

Ein System sollte so flexibel gestaltet sein, dass es eine Anpassung an persönliche Bedürfnisse, an die physiologischen und psychologischen Fähigkeiten und das Lernvermögen der Beschäftigten ermöglicht.⁸ Eine Software sollte es den Beschäftigten beispielsweise erlauben, Nutzungshilfen oder die Menge angezeigter Informationen individuell einzustellen.

3.1.7. Fehlerrobustheit

Fehlerrobustheit bezieht sich darauf, ob ein System oder ein Prozess so gestaltet ist, dass das angestrebte Ergebnis mit wenigen oder ohne Korrekturen erzielt werden kann, obwohl Bedienungsfehler aufgetreten sind.⁹ Das bedeutet zum Beispiel, dass Beschäftigte Meldungen in Bezug auf die zugelassenen Eingabebereiche erhalten, wenn Eingaben außerhalb der definierten Grenzwerte getätigt werden.

3.1.8. Körperliche Belastung

Gefährdungen durch körperliche Belastung entstehen unter anderem, wenn die Informations- und Bedienelemente des Arbeitsmittels so gestaltet und angeordnet sind, dass es bei ihrer Verwendung zu beeinträchtigenden Auswirkungen, besonders durch folgende Belastungsarten, kommt: Körperzwangshaltung, manuelle Arbeitsprozesse und (aufzubringende) Ganzkörperkräfte.¹⁰ Bei KÜST spielt darüber hinaus Belastung durch visuelle Wahrnehmung eine Rolle. Zur Belastungsoptimierung sind bei der Auswahl, Anordnung und Bedienung des Arbeitsmittels die individuellen Leistungsvoraussetzungen der Beschäftigten und ihre Variabilität, wie Körpergröße, Körperkräfte, Sehschärfe, Lichtbedarf, Händigkeit sowie Reaktionsgeschwindigkeit, zu beachten.

Um geeignete Gestaltungsmaßnahmen abzuleiten, sind zunächst die Arbeitsaufgaben der Beschäftigten zu bewerten. Dabei ist auch auf die Bedingungen einzugehen, unter denen diese Aufgaben bearbeitet werden müssen. Durch Umgestaltung sollte erreicht werden, dass die körperliche Belastung der Beschäftigten bei KÜST optimiert wird. Die Bewertung der Gefährdung durch körperliche Belastung kann zum Beispiel über die Verfahren aus dem Anhang 2 der [DGVU Information 208-033](#) „Muskel-Skelett-Belastungen – erkennen und beurteilen“ erfolgen.

3.1.8.1. Körperzwangshaltung

Körperzwangshaltungen sind anstrengende Körperhaltungen, die durch den Arbeitsprozess vorgegeben sind und langanhaltend eingenommen werden müssen, zum Beispiel:

- Knien während der Kontrolltätigkeiten
- Vorgebeugtes Arbeiten während der Steuerungstätigkeit in Krankabinnen
- Arbeiten über Schulterniveau und langandauerndes Stehen während der Materialkontrolle
- Haltearbeiten während der Steuerung von Drohnen mit mobiler Handsteuerung, das Halten von Bildschirmgeräten, wie Tablets
- Sitzen am Steuerstand

⁶ vgl. DIN EN 894-1:2009-01 Sicherheit von Maschinen — Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen — Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen

⁷ vgl. DIN EN ISO 9241-110:2020

⁸ vgl. DIN EN 894-1:2009-01

⁹ vgl. DIN EN 894-1:2009-01

¹⁰ Vgl. [BAuA - Belastungsarten - Belastungsarten - Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin](#) Zugriff: 21.02.2024

Zur Vermeidung von Körperzwangshaltungen muss der Arbeitsplatz so eingerichtet sein, dass Beschäftigten bei Verwendung der Arbeitsmittel ausreichend Raum für wechselnde Körperhaltungen zur Verfügung steht. Arbeitsmittel sollten die Bewegungsfreiheit nicht einschränken. Gegebenenfalls ist Bewegungsraum für Ausgleichsbewegungen in unmittelbarer Nähe des Arbeitsplatzes zu schaffen. Die diesbezüglichen Anforderungen sind in der [ASR A1.2](#) „Raumabmessungen und Bewegungsflächen“ konkretisiert.

3.1.8.1.1. Gestaltung des Greifraums

Außerdem ist es wichtig, ein Arbeiten in ergonomisch günstiger Körperhaltung zu ermöglichen, indem der Arbeitsplatz maßlich gestaltet wird – in Bezug auf Erreichbarkeit und Anordnung der Arbeitsmittel, Stellteile und Anzeigen. Dabei sind der Greifraum und das Blickfeld der Beschäftigten zu berücksichtigen.

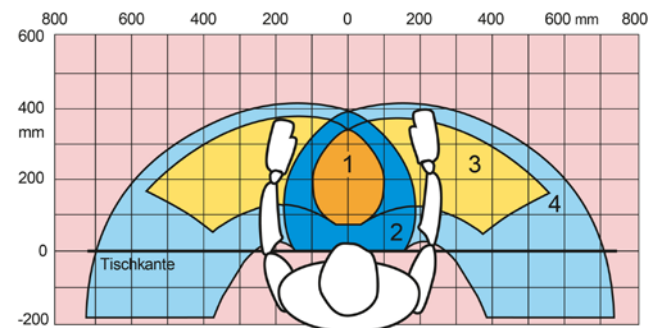
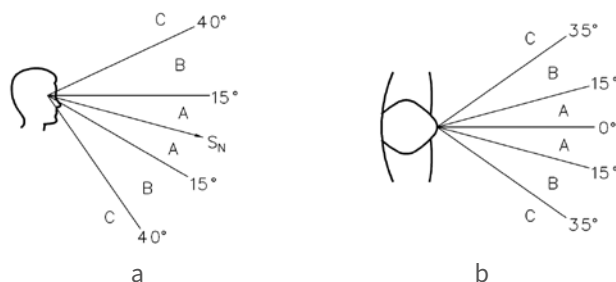


Abb. 1 Greifflächen in der Tischebene

Häufig verwendete Arbeitsmittel, Bedienelemente, Fernsteuerungen (z. B. Einrichtbetrieb von Fertigungsmaschinen) und sonstige Stellteile sind im erweiterten Arbeitszentrum (2), idealerweise im Arbeitszentrum (1) anzuordnen (siehe Abbildung 1).

3.1.8.1.2. Gestaltung des Blickfelds

Anzeigen und sonstige Informationselemente, die im Kontext der Arbeitsaufgabe eine hohe Aufmerksamkeit erfordern bzw. häufig fixiert werden, sind im zentralen Blickfeld (ca. 15° nach rechts und ca. 15° nach links von der Blicklinie sowie über und unter der Blicklinie in aufrechter Körperhaltung) anzuordnen, sodass sie in einer ergonomisch günstigen Körperhaltung erfasst werden können, ohne von anderen Informationen überdeckt zu werden (s. Abbildung 2 b).



a Vertikales Sehfeld für die Überwachungsaufgabe
b Horizontales Sehfeld für die Überwachungsaufgabe
S_N: Normale Sehachse, 15° bis 30° unter der Horizontalen

Abb. 2 Vertikales und horizontales Sehfeld zur Bearbeitung von Überwachungsaufgaben

3.1.8.1.3. Gestaltung von Sitz- und Steharbeitsplätzen

Arbeitsplätze sind so zu gestalten, dass langandauerndes Stehen vermieden wird. Ist das nicht möglich, ist eine Gefährdungsminimierung durch den Einsatz von Stehhilfen zu prüfen (s. Abbildung 3).

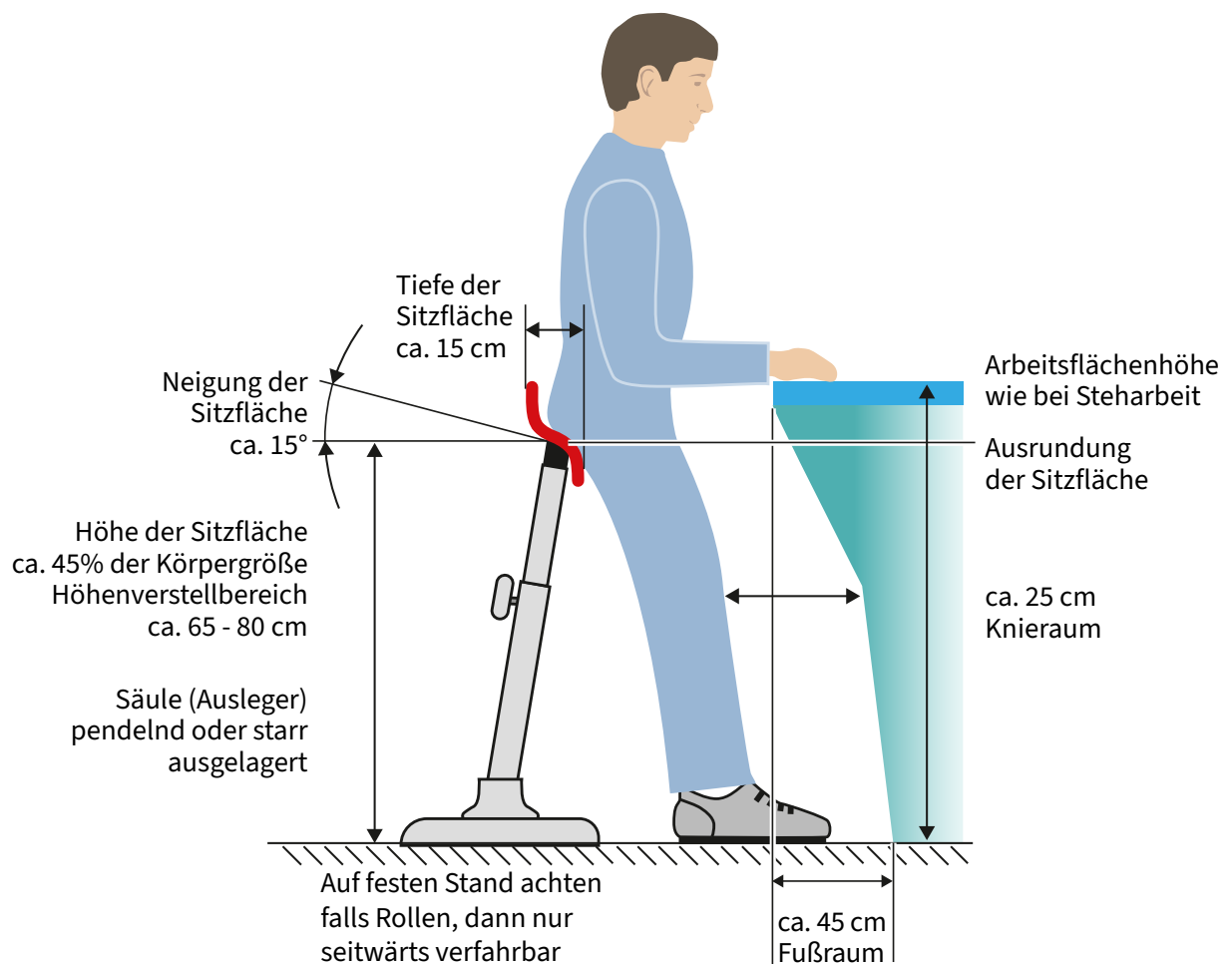


Abb. 3 Stehhilfen

Um wechselnde Arbeitshaltungen zu ermöglichen, ist sowohl bei Arbeiten im Sitzen (Krankkabinen) als auch im Stehen (Maschinenbedienung) auf ausreichende Beinfreiheit zu achten.

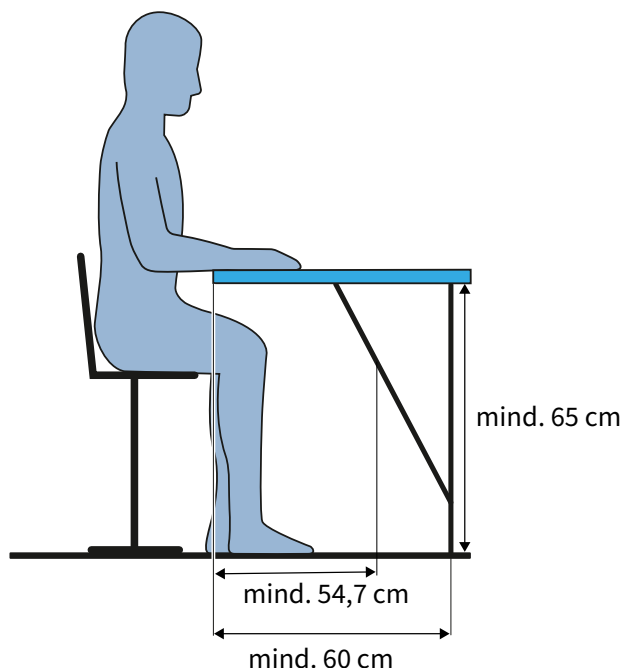


Abb. 4 Maße zur Beinfreiheit

Arbeitsstühle und, wenn möglich, auch Arbeitsflächen sollten individuell auf die Arbeitshöhe eingestellt werden können. Für langandauernde Haltearbeiten während der Nutzung mobiler Steuergeräte und tragbarer Bildschirmgeräte sollten Ablageflächen, Haltegurte, Taschen oder Armauflagen zur Entlastung des Hand-Arm-Bereichs bereitgestellt werden.

An Arbeitsplätzen, an denen eine hohe Belastung durch Körperzwangshaltung nicht durch technische Maßnahmen vermieden werden kann, sollten Belastungswechsel durch Rotation mit anderen Tätigkeiten erfolgen (z. B. Security: Beobachtung am Bildschirm und Kontrollgang; Warenschaumaschine: Kontrollieren der Stoffbahn und Justage der Anlage). Um eine Unterforderungen durch andauernde bewegungsarme Tätigkeiten zu vermeiden, sind Unterbrechungen durch Belastungswechsel zu ermöglichen.

3.1.8.2. Manuelle Arbeitsprozesse

Während manueller Arbeitsprozesse wird körperliche Belastung durch gleichförmige, sich wiederholende Bewegungsabläufe und Kraftaufwendungen der oberen Extremitäten, meist stationär, im Sitzen oder Stehen betrachtet. Sie treten zum Beispiel während der manuellen Kontrolle von Arbeitsgegenständen auf oder während der Steuerung von Maschinen und Anlagen über Stellteile, wie Touchscreens, mechanische Stellräder und Hebel, Joysticks etc. und durch das Halten von Tablets oder flurbetriebenen Kransteuerungen.

Um erhöhte Belastung durch manuelle Arbeitsprozesse, wie langandauernde Haltearbeiten, zu vermeiden, sollten die Stellteile optimal angeordnet sein.

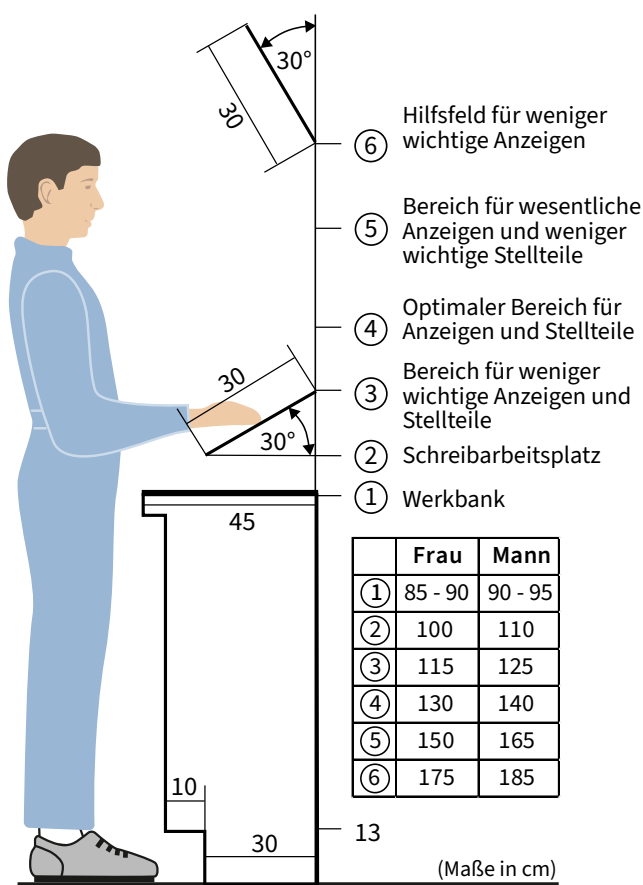


Abb. 5 Ergonomischer Steharbeitsplatz

Darüber hinaus sind mechanische Stellteile zur optimalen Kraftübertragung und Justierung von Werten aufgabenadäquat auszuwählen. (vgl. DIN EN 894-3)

Bei der Steuerung von Anlagen und Maschinen über Bildschirmgeräte sind die Eingabegeräte nach der Art der Eingaben auszuwählen. Für größere Texteingaben sollten externe Tastaturen zur Verfügung gestellt werden. Touchscreens eignen sich eher für Formulareingaben und Eingaben über Schaltflächen. Die Eingabe über kapazitive Touchscreens mit Schutzhandschuhen ohne Eingabestift ist nicht möglich. Alternativen sind in diesem Fall resistive Bildschirme oder Druckschalter.

Bei der Positionierung der Stellteile und Schaltflächen sind neutrale Haltungen anzustreben, sodass bei ihrer Betätigung geringe Gelenkwinkel in der Hand und in den Fingern eingenommen werden. Zur sicheren Bedienung müssen die Abstände zwischen den Stellteilen und den Schaltflächen – gegebenenfalls für die Nutzung mit Handschuhen – groß genug sein (vgl. DIN EN 894-4 Tabelle 1 – Abstände für Stellteile auf Pulten oder ähnlichen Oberflächen).

Für Schaltflächen auf Touchscreen ohne Eingabestift werden Abstände von min. 0,6 cm und Schaltflächengrößen von rund 5 cm² empfohlen (vgl. ASM Consortium Guidelines: Effective Operator Display Design).

Um eine Belastung durch wiederkehrende Bewegungsabläufe innerhalb kurzer Zeitabschnitte zu reduzieren, sollte die Taktgeschwindigkeit für Kontroll- und Steuertätigkeiten, der Leitmerkmalmethode manuelle Arbeitsprozesse (LMM-MA) entsprechend, sicher und gesund gestaltet werden. Erholungswirksame Belastungswechsel können durch unterschiedliche planende, umsetzende, überwachende, eingreifende, systematisierende oder übertragende Tätigkeitseinheiten erreicht werden (siehe Abschnitt 2.2). Das sollte bei der Gestaltung der Arbeitsaufgabe oder bei der Arbeitsorganisation berücksichtigt werden.

Folgende Details, die Bildschirmgeräte betreffend, sollten individuell einstellbar/auswählbar sein: zum Beispiel Händigkeit, Auswahl der Eingabegeräte, Mauszeigergeschwindigkeit, Einsatz von Sprachsteuerung.

Um unnötige Handlungsschritte zu vermeiden und um den Workflow zu unterstützen, sollten Handlungsabläufe

optimiert, Belastungsspitzen ausgeglichen und deren belastungsoptimierter Ablauf trainiert werden.

3.1.8.3. Ganzkörperkräfte

Ganzkörperkräfte treten während der Tätigkeiten mit überwiegend statischer Kraftausübung auf. Dazu gehört zum Beispiel die manuelle Betätigung großer Stellteile, wie Absperrschieber, das Halten und Bewegen von Handwerkzeugen und Arbeitsgegenständen bei Kontrolltätigkeiten, zum Beispiel in der Polsterei.

Erfordert die Ausübung einer Tätigkeit das Aufbringen von Ganzkörperkräften, sollten die Arbeitsmittel, wie Handwerkzeuge, aber auch Stellteile zur optimalen Kraftübertragung mit ergonomischen Griffen (in Bezug auf Kraftrichtung, Ausformung, Oberfläche) gestaltet und sicher bedienbar sein.

Bei der Auswahl geeigneter Arbeitsverfahren/Arbeitsmittel sollte auf einen Kraftverlauf ohne Spitzen geachtet werden. Empfehlenswert sind zum Beispiel Schrauber mit Rutschkupplung, um einen Gegenmoment („Schlag ins Handgelenk“) zu vermeiden.

Die höchste aufzubringende Kraft ist von der Richtung und der Körperhaltung abhängig. Günstig kann die Kraft aufrechtstehend oder mit leichter Vorneigung (< 20°) unterhalb der Schulterhöhe aufgebracht werden. Ausreichender Bewegungsraum und Standsicherheit sind wichtig. Eine gute Körperhaltung kann zum Beispiel durch Verstellmöglichkeiten für Höhe und Drehung des Arbeitsgegenstands oder mit einem Podest für die Beschäftigten erreicht werden. Außerdem sollten erholungswirksame Belastungswechsel ermöglicht werden, was bereits während der Gestaltung der Arbeitsaufgabe beziehungsweise der Arbeitsorganisation berücksichtigt werden sollte.

3.1.8.4. Belastung durch visuelle Wahrnehmung

Die meisten Informationen während der KÜST werden visuell über Anzeigen und zu prüfende Gegenstände wahrgenommen. Das Auge reagiert auf visuelle Reize wie Helligkeit, Dunkelheit und Farben. Dazu muss sich die damit beschäftigte Person zum Sehobjekt wenden und es mit den Augen fokussieren. Bei Kontrolltätigkeiten von z. B. Felgen, lackierten Oberflächen, Möbelfurnieren, an Warenausmachmaschinen und während der Betrachtung von Anzeigen besteht eine hohe Anforderung an die Beschäftigten, Abweichungen zu erkennen.

Die Belastung der Augen ist deshalb die relevanteste sensorische Belastung, die zu psychischer und körperlicher Ermüdung führen kann. Daraus können wiederum Gefährdungen durch Handlungsfehler entstehen. Die Beleuchtung muss die Anforderungen erfüllen, die für die Erledigung der Sehaufgabe, auch unter der Berücksichtigung der Leistungsvoraussetzungen der Beschäftigten, notwendig sind. Die Anforderungen an das Einrichten und Betreiben der Beleuchtung von Arbeitsstätten sind in der [ASR A3.4](#) „Beleuchtung und Sichtverbindung“ konkretisiert. Für Tätigkeiten in Steuerwarten, Kontrollräumen und Schaltwarten wird zum Beispiel eine Beleuchtungsstärke von mindestens 500 lx mit einem Farbwiedergabeindex von $R_a \geq 80$ gefordert; für Farbprüfung und Kontrolle 1000 lx und $R_a \geq 90$.

Entsprechend der [DGUV Information 215-410](#) „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze“ ist auf eine ausgewogene Leuchtdichte Verteilung im Arbeitsraum zu achten. Direkt- und Reflexblendungen sind zu vermeiden.

Vibrierende Anzeigen mit Frequenzen von 3 Hz bis 20 Hz führen zu Ablesefehlern und sollten der Norm DIN EN 894-2 entsprechend vermieden werden.

Zur ausgewogenen bildlichen und leserlichen Erfassung sollten Anzeigen beim vorgesehenen Sehabstand eine räumliche Auflösung von weniger als 1 Bogenminute besitzen und die Schriftgröße mindestens 22 Bogenminuten betragen.

Es ist generell davon auszugehen, dass mit heutiger Anzeigetechnologie von der für die Beschäftigten vorgesehenen Arbeitsposition aus gleichzeitig höchstens vier Anzeigeeinheiten (bis zu 25 Zoll diagonal) zufriedenstellend überwacht und bedient werden können (DIN EN ISO 11064).

Während KÜST können auch andere Sinne, wie Tastsinn und Gehör, zur Aufgabenerfüllung einbezogen werden und deshalb besonderer Belastung ausgesetzt sein. Diese Belastungen müssen bei der Arbeitsgestaltung berücksichtigt werden, das gilt besonders dann, wenn es sich um sicherheitsrelevante Arbeitsschritte handelt.

3.2. Gestaltung der Arbeitsaufgaben (Aufgabenschnittstelle)

Bei KÜST kommt es häufig zu einer engen Bindung der Beschäftigten an die Maschine oder Anlage bzw. an einen ablaufenden Prozess. Diese Kopplung beeinflusst auch die psychische Belastung der Beschäftigten bei der Bearbeitung von Arbeitsaufgaben. Art, Ausmaß und Intensität der Teilaufgaben und die Funktionen, die Beschäftigte bei diesen KÜST übernehmen, sind Bestandteil der Beurteilung von Belastungen und Gefährdungen:

- **Planen** der auszuführenden Aufgaben nach Art und Menge
- **Umsetzen** der Planung im Prozess bzw. System durch das Definieren von Zielzuständen
- **Überwachen** der Systemzustände, um gegebenenfalls Fehler und deren Ursache zu erkennen und festzustellen
- **Eingreifen** bei Abweichungen und Störungen, um automatische Vorgänge zu korrigieren bzw. abubrechen
- **Systematisieren und Übertragen** von Erfahrungswissen über die Funktionsweisen der Prozesse bzw. des Systems

Führen Beschäftigte beispielsweise während ihres Arbeitstages ausschließlich Kontrolltätigkeiten am Fließband einer Glasflaschenkontrolle durch, dann beinhalten ihre Tätigkeiten zur Erfüllung der Aufgabe kaum unterschiedliche planende, umsetzende, überwachende, eingreifende, systematisierende bzw. übertragende Handlungsabläufe.

In der Folge kann die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten einerseits durch langfristige psychische Beanspruchungsfolgen beeinträchtigt werden. Andererseits kann es beispielsweise durch Stressreaktionen, ermüdungsähnliche Zustände und herabgesetzte Wachsamkeit zu Fehlhandlungen kommen. Ungünstige Ausprägungen psychischer Belastungsfaktoren müssen daher identifiziert und im Sinne der Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten gestaltet werden.

3.2.1. Vollständigkeit

Insbesondere Kontroll- und Überwachungstätigkeiten sind häufig durch unvollständige, stark arbeitsteilige Arbeitsaufgaben für die einzelnen Beschäftigten geprägt. Sie umfassen i. d. R. keinen vollständigen Tätigkeitszyklus mit vorbereiten, organisierenden, ausführenden und kontrollierenden Aufgaben. In stark automatisierten Prozessen übernehmen die Beschäftigten häufig nur noch die Funktionen, die der Maschine nicht zugeordnet werden können, indem sie bspw. das Arbeitsergebnis einer Maschine oder Anlage überprüfen und nur bei Bedarf nachsteuern.

Um eine Vollständigkeit der Arbeitsaufgaben zu erreichen, sollte Art und Umfang der Funktionsteilung und Aufgabenverteilung zwischen den Beschäftigten und den verwendeten Arbeitsmitteln betrachtet und gestaltet werden. Die Beschäftigten sollten möglichst planende, ausführende und kontrollierende Tätigkeiten mit unterschiedlichen Anforderungen ausführen. Die Aufgaben sollten so gestaltet sein, dass sie von Beschäftigten als sinnhaft empfunden werden können. Ihnen sollte zu jedem Zeitpunkt klar sein, welche Ziele und Bedeutung das eigene Handeln hat und welche Rolle sie im gesamten Arbeitssystem einnehmen. Die ausschließliche Reduzierung des Handelns der Beschäftigten auf Restfunktionen, die vom Arbeitsmittel nicht automatisiert ausgeführt werden können, sollte vermieden werden.

3.2.2. Tätigkeits- und Handlungsspielraum

Stark automatisierte Prozesse sind durch einen hohen Standardisierungsgrad geprägt, was wiederum zur Folge hat, dass die Beschäftigten wenig bis keinen Einfluss auf die Arbeitsinhalte, die Arbeitsmenge, das verwendete Arbeitsmittel oder die Reihenfolge der Arbeitsschritte haben. Außerdem sind Arbeitsunterbrechungen und Pausen in der betrieblichen Praxis – aufgrund der engen Prozessbindung – oft nur schwer zu gewährleisten.

Um Tätigkeits- und Handlungsspielräume zu ermöglichen, sollte die Funktionsteilung zwischen Beschäftigten und Arbeitsmitteln so gestaltet werden, dass diese Teilung große inhaltliche und zeitliche Freiheitsgrade zulässt. Dabei sollte sowohl die Komplexität der Arbeitsaufgabe als auch die Qualifikation der Beschäftigten berücksichtigt werden, um Unter- und Überforderung zu vermeiden. Eine zu enge

technologische Kopplung sollte ebenso vermieden werden wie ein Zwang zur Daueraufmerksamkeit. Die vollständige Kontrolle über den Prozess der Aufgabenerledigung sollte, auch bei automatisierten Prozessen, durch die Beschäftigten erfolgen (können). Individuelle kurzzeitige Tätigkeitsunterbrechungen sollten durch technische oder organisatorische Maßnahmen ermöglicht werden.

3.2.3. Variabilität und Abwechslung

KÜST können in stark automatisierten Systemen mit abwechslungsarmen, sich häufig wiederholenden Tätigkeiten mit einseitigen Anforderungen einhergehen. Besonders während gefährlicher oder sicherheitsrelevanter Aufgaben können sich daraus zusätzliche Gefährdungen für die Beschäftigten selbst oder Dritte ergeben.

Um eine angemessene Variabilität und Abwechslung zu gewährleisten, sollte die Funktionsteilung zwischen Beschäftigten und Arbeitsmitteln so gestaltet werden, dass unterschiedliche Fähigkeiten und Fertigkeiten der Beschäftigten zum Einsatz kommen (müssen). In diesem Zusammenhang sollte auf eine angemessene Varianz von Arbeitsinhalten, Arbeitsgegenständen, Arbeitsmitteln und Arbeitsverfahren geachtet werden. Darüber hinaus sollte, zum Beispiel durch systematische Rotation, für körperliche und geistige Abwechslung gesorgt werden.

3.2.4. Zuständigkeit und Verantwortung

Die Arbeit an stark automatisierten Systemen mit einem hohen Grad an Assistenz für die Beschäftigten kann zur Folge haben, dass Zuständigkeiten und Verantwortungen im Rahmen der Funktionsteilung zwischen Beschäftigten und Arbeitsmitteln nicht klar sind und es zu Fehlhandlungen kommt. Zum Beispiel, wenn Beschäftigte an verschiedenen Anlagen mit unterschiedlichen Automatisierungsgraden eingesetzt werden. Besonders während der Ausübung gefährlicher oder sicherheitsrelevanter Aufgaben können sich daraus zusätzliche Gefährdungen für die Beschäftigten selbst oder für Dritte ergeben.

Um eine verständliche Funktionsteilung zu gewährleisten, sollte die Verantwortung eindeutig geregelt und im Bedienkonzept für das Arbeitsmittel hinterlegt sein. Den Beschäftigten muss in Bezug auf jedes Arbeitsmittel / jede Anlage die Funktionsteilung und damit ihre eigene Rolle bekannt sein.

3.2.5. Qualifikation / Passung

KÜST sind in stark automatisierten Prozessen einerseits mit oft einseitigen Anforderungen an die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Beschäftigten verbunden. Andererseits führt eine Verkettung, Automatisierung oder Digitalisierung von Maschinen und Anlagen oder Prozessen aber auch häufig zu einer deutlichen Veränderung von qualifikatorischen Anforderungen (z. B. konventionelle Drehbank vs. CNC-Bearbeitungszentrum). Je nach Komplexität der neuen/verbleibenden Aufgaben kann es zu Über- oder Unterforderung der Beschäftigten kommen. Der Passung zwischen den Anforderungen der Arbeitsaufgabe und der Qualifikation der Beschäftigten kommt daher eine zentrale Bedeutung zu.

Mit dem Ziel, die Fähigkeiten und Fertigkeiten zu erhalten und weiterzuentwickeln, sollte auf ein ausgewogenes Aufgabenprofil geachtet werden, das die individuellen Leistungsvoraussetzungen der Beschäftigten berücksichtigt. Sind die Beschäftigten hingegen überqualifiziert, sollte die Tätigkeit angereichert werden. Für zu gering qualifizierte Beschäftigte sollten Ressourcen zum Kompetenzerwerb in die Arbeitsplanung integriert werden.

3.3. Gestaltung von Informationen (Informationsschnittstelle)

Tätigkeiten zum Kontrollieren, Überwachen und Steuern von Prozessen technischer Systeme und Anlagen können dann von den Beschäftigten sicher und gesund ausgeübt werden, wenn die MMS den Prozess der Informationsverarbeitung des Menschen optimal unterstützen.

Eine mangelnde Berücksichtigung ergonomischer Anforderungen kann zu Gefährdungen der Beschäftigten selbst und anderer Personen führen. In der Folge sind auch

Beeinträchtigungen der Leistung und eine unzuverlässige Ausübung der Tätigkeiten möglich:

- psychische Ermüdung, z. B. durch hohe Inanspruchnahme des Gedächtnisses, der Aufmerksamkeit und Konzentration; damit muss gerechnet werden, wenn die Informationsmenge und -qualität, die das Arbeitsmittel erfordert, die Informationsverarbeitung des Beschäftigten überfordert.
- Monotonie, z. B. durch wiederkehrende Arbeitsschritte oder Aufgaben
- psychische Sättigung, z. B. durch erwartungswidrige und widersprüchliche Funktionsweise der Arbeitsmittel
- herabgesetzte Wachsamkeit (Vigilanz), z. B. durch eine dauerhafte Beanspruchung der Aufmerksamkeit; in der Folge kann auf kritische Signale fehlerhaft, zeitverzögert oder gar nicht mehr reagiert werden.
- Stress, z. B. durch Orientierungsmangel bei fehlender Softwarestrukturierung oder bei Fehlfunktionen der Arbeitsmittel

Nachfolgend gelistete Faktoren können die Informationsverarbeitung des Menschen zusätzlich beeinträchtigen und daher zu Gefährdungen führen:

- Beeinträchtigungen der Augen und der Sehleistung durch schlecht entspiegelte oder nicht ergonomisch angeordnete Bildschirme, durch unscharf oder zu klein dargestellte Zeichen und durch ein nicht ausgewogenes Helligkeitsverhältnis im Gesichtsfeld
- Zwangs- oder Fehlhaltungen durch nicht höhenangepasste Anzeigen und Stellteile (z. B. Bildschirmgeräte), zu klein bzw. groß dargestellte Zeichen und Symbole oder nicht mit der Aufgabenbearbeitung abgestimmte Lage und Anordnung mehrerer Anzeigen und Stellteile (z. B. Bildschirmgeräte)
- Umgebungsbedingungen, wie Klima, Akustik und Beleuchtung, die die Informationsverarbeitung des Menschen bei KÜST beeinträchtigen können (z. B. Konzentrationsmangel durch zu hohe Raumtemperaturen, Ablenkung von der Aufgabenzuwendung durch hohe Schalldruckpegel, Kontrastveränderungen, Blendung und Reflexionen auf Bildschirmgeräten durch hohe Leuchtdichten)

Ergonomische Prinzipien zur Gestaltung von Informationen und Elementen sollten für MMS genutzt werden, damit die Beschäftigten Informationen zur Bearbeitung ihrer Aufgaben optimal nutzen können. Eine Auswahl dieser Prinzipien wird im Folgenden vorgestellt (siehe auch DIN EN 894-1, VDI 3850-1).

Die Gestaltung der Informationsschnittstelle bezieht sich auf die Sinne des Menschen (z. B. visuell, auditiv, haptisch), auf vorhandene Objekte (z. B. Text, Grafik, Liste, Display) und kann passiv oder aktiv sein (z. B. Beschriftung, Steuerung, Feedback). Sie ist eng mit der menschlichen Informationsverarbeitung verknüpft, da sie das Denken und die Entscheidungsfindung beeinflusst und direkt mit der Wahrnehmung (z. B. Information erkennen) und der Handlungsausführung (z. B. Stellteil bewegen) verbunden ist. Die Informationsdarstellung stellt dem Beschäftigten Informationen selbstbeschreibend bereit, unterstützt den Informationsfluss, indem sie die Aufmerksamkeit des Beschäftigten zu Schritten der Aufgabenbearbeitung leitet und das Risiko von Fehlinterpretationen reduziert.

3.3.1. Entdeckbarkeit

Informationen und Elemente sind so zu gestalten, dass sie gut und schnell entdeckt werden können. Wenn sie zu kurz, zu klein oder in unerwarteten Bereichen des Displays angezeigt werden, können die Beschäftigten sie nicht wahrnehmen, erkennen, lesen und verstehen.

Beispiel: Eine Statuszeile zeigt an, welche Information gespeichert wird. Dieser angezeigte Hinweis ist so lange sichtbar, bis die Beschäftigten ihn entdecken, lesen und verstehen können. Kann die Information nicht vollständig dargestellt werden, sollte mindestens mit geeigneten Elementen („...“, Laufleiste (Scrollbar), „<“, „>“) darauf hingewiesen werden. Ebenso können geeignete dynamische Elemente wie Tooltips oder Textlaufleisten sinnvoll sein ([vgl. DGUV Information 215-450 \(2021\)](#)).

3.3.2. Ablenkungsfreiheit

Informationen und Elemente sind so zu gestalten, dass sie nicht von anderen wichtigen Informationen und Elementen ablenken.

Beispiel: Ein Arbeitsprozess im Hintergrund (z. B. Synchronisation) wird durch einen kleinen Fortschrittsbalken unten in der Statuszeile angezeigt und nicht durch animierte Anzeigen oder akustische Signale dargestellt, die mit Warnsignalen verwechselt oder von der eigentlichen Arbeitsaufgabe ablenken können ([vgl. DGUV Information 215-450 \(2021\)](#)). Wichtige Informationen können durch Elemente gekennzeichnet werden, die hohe Aufmerksamkeit hervorheben (z. B. große Schrift, Blinken, Animation, vgl. dazu VDI/VDE 3850-1 (2014, 41)).

3.3.3. Unterscheidbarkeit

Elemente der Benutzungsschnittstelle und Informationen können durch ihre Darstellung voneinander unterschieden werden, zum Beispiel nach Farbe, Form und Größe. Ebenso dienen Attribute der Anordnung, zum Beispiel nach logischen Gruppen, und Strukturierung, zum Beispiel in Zeilen und Spalten, der Unterscheidbarkeit ([vgl. DGUV Information 215-450 \(2021\)](#)).

Beispiel: Der Status einer Maschine wird durch eine Signalsäule gekennzeichnet, sodass anhand der jeweils angeschalteten Farbleuchte und Lage der Leuchte in der Säule der Status klar unterschieden werden kann.

3.3.4. Eindeutige Interpretierbarkeit

Informationen und Elemente sind eindeutig interpretierbar, wenn sie gut verstanden werden. Dargestellte Informationen sowie Texte und Elemente – mit ihrer Beschriftung – entsprechen dem Wissensstand, dem Vokabular und den Fähigkeiten der Beschäftigten ([vgl. DGUV Information 215-450 \(2021\)](#)).

Beispiel: Der Name einer gewählten Betriebsart, zum Beispiel „Reinigung“, bleibt nicht wie in Form von Zahlenangaben („1“, „2“) unbestimmt, sondern unterscheidet sich eindeutig und verständlich von anderen verfügbaren Betriebsarten, zum Beispiel „Wartung“.

3.3.5. Kompaktheit

Es werden nur die wichtigen und notwendigen Informationen für die Aufgabe dargestellt ([vgl. DGUV Information 215-450 \(2021\)](#)).

Beispiel: Alle sicherheits- und leistungskritischen Prozessparameter werden auf einem einzelnen Prozessschaubild als Übersicht gekennzeichnet. Die Beschäftigten können über ein Schnittstellenelement oder ein Stellteil weitere Erläuterungen oder Detailinformationen abfragen.

3.3.6. Interne und externe Konsistenz

Informationen und Elemente sind konsistent, wenn sie in allen interaktiven Systemen, die die Beschäftigten verwenden, mit ähnlichem Zweck ähnlich dargestellt werden. Das betrifft zum Beispiel Bezeichnungen der Objekte, Aktionen, Ereignisse, Steuerelemente, Befehle, Abkürzungen und Fehlermeldungen. Eine interne Konsistenz bezieht sich dabei auf die Informationen und Elemente innerhalb einer Anwendung, zum Beispiel Software. Die externe Konsistenz bezieht sich auf Informationen und Elemente über verschiedene Anwendungen hinweg ([vgl. DGUV Information 215-450 \(2021\)](#)).

Beispiel: Alle dargestellten Prozessparameter sind mit grafischen Elementen versehen, die kritische Abweichungen vom Ist-Zustand auch farblich kennzeichnen. Detailinformationen werden immer auf Anforderung angeboten. Diese Informationsdarstellung ist, auch über verschiedene Maschinen hinweg, vergleichbar.

Dabei ist die Beachtung folgender Gestaltungshinweise erforderlich:

- Die dargebotene Informationsmenge ist auf ein Mindestmaß zu begrenzen, aber sie sollte das Verständnis bei den Beschäftigten für den Arbeitsvorgang und dessen Funktionsweise fördern, der dem Arbeitsmittel zugrunde liegt. Der Einsatz akustischer Signale sollte, unter der Einhaltung der Vorgaben in den TRLV Lärm¹¹, auf ein Mindestmaß begrenzt werden.
- Informationselemente sind nach Funktion und Bedeutung zu priorisieren, zu gruppieren und idealerweise filterbar.

- Die für die Arbeitsaufgabe erforderlichen Informationen müssen Beschäftigte so aufbereitet erhalten, dass sie in Bezug auf Menge und Qualität erfasst, bewertet und verarbeitet werden können.
- Informationselemente, die im Kontext der Arbeitsaufgabe eine hohe Aufmerksamkeit erfordern, sind im zentralen Blickfeld anzuordnen, sodass sie in einer ergonomisch günstigen Körperhaltung erfasst werden können, ohne von anderen Informationen überdeckt zu werden.
- Informationsflüsse sind transparent zu gestalten (z. B. zum Systemstatus des Arbeitsmittels).
- Für die Darstellung der Informationen sind angemessene Zeichengrößen, -schärfe und Kontrast zu beachten, idealerweise individualisiert zu gestalten.
- Es sind eindeutige Codierungsverfahren für Informationen des Arbeitsmittels und seiner Betriebszustände (z. B. Achtung, Gefährdung, Notfall, Warnung) zu verwenden.
- Die Bedienelemente und -funktionen des Arbeitsmittels müssen Beschäftigte bei der Erfüllung ihrer Arbeitsaufgabe erwartungskonform unterstützen, das bedeutet, es sollte – unter der Berücksichtigung von Nutzungskontext, den bisherigen Arbeitserfahrungen, der Qualifizierungen und der üblichen Praxis – ein vorhersehbarer Ablauf bleiben. Die Bewegungsrichtung von Steuerungen zum Aktivieren der Funktionen und Anzeigen muss zum Beispiel, so oft wie möglich mit der vorgesehenen Wirkung kompatibel sein.
- Eingabe- oder Bedienfehler seitens der Beschäftigten dürfen während der Verwendung von Arbeitsmitteln nicht zu Betriebszuständen führen, die die Sicherheit und Gesundheit der Personen gefährden. Das Arbeitsmittel sollte, abhängig von seiner Komplexität, Maßnahmen für den Umgang mit Fehlern vorgeben, beziehungsweise die beabsichtigte Erfüllung der Arbeitsaufgabe trotz Fehler ermöglichen.

¹¹ [Technische Regeln zur Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung](#)

3.3.7. Informationsmenge

Informationselemente von Arbeitsmitteln, wie Kennzeichnungen und Anzeigen, müssen alle Informationen, die zur Ausführung der Arbeitsaufgabe erforderlich sind, so darstellen, dass sie für Beschäftigte unter Berücksichtigung der Leistungsgrenzen menschlicher Informationsverarbeitung und der Arbeitsumgebung

- leicht zugänglich,
- eindeutig wahrnehmbar,
- leicht verständlich sind.

3.3.8. Informationskategorien

Nach Kategorien zusammengefasste Informationen unterstützen die Beschäftigten in der Interpretation, Bewertung und Nutzung der Informationen für die Aufgabenbearbeitung und können Gefährdungen durch Überforderung oder Fehleinschätzungen abwenden. Unterschieden werden folgende Kategorien:

- reaktionspflichtige Informationen:
Beschäftigte sind aufgefordert, Maßnahmen einzuleiten, die das technische System beeinflussen.
- bestätigungspflichtige Informationen:
Beschäftigte sind aufgefordert zu bestätigen, dass die Information erkannt und verstanden wurde.
- nicht bestätigungspflichtige Informationen:
Beschäftigten ist freigestellt, ob sie diese Informationen zur Kenntnis nehmen, nutzen möchten oder nicht.

Da die Möglichkeit, Informationen zu verarbeiten für die Beschäftigten begrenzt sind, sollten Merkmale, wie inhaltliche Zusammengehörigkeit, zeitliche Ordnung, Schweregrad möglicher Konsequenzen, festgelegt sein, nach denen Informationen zu bearbeiten sind. Dafür stehen Ordnungssysteme zur Verfügung, wie Hintergrundfarbe, Umrahmungen, Blinken, zusätzliche Audiosignale (vgl. VDI/VDE 3850-1 (2014, 41)).

3.3.9. Handlungsfehler

Gefährdungen der Sicherheit entstehen durch Handlungsfehler (Detektions-, Eingabe- und Benutzungsfehler), wenn

- erforderliche Informationen objektiv fehlen, nicht wahrgenommen, verwechselt oder falsch wahrgenommen werden (Detektionsfehler),

- Stellteile oder Benutzungselemente verwechselt, nicht, falsch oder unbeabsichtigt betätigt werden (Eingabe- oder Benutzungsfehler),
- gefahrbringende Bedingungen zu ungünstigen Reflexhandlungen der Beschäftigten führen.

3.4. Arbeitsorganisation

Ungünstigen Ausprägungen von Aspekten der Arbeitsorganisation, wie Arbeitsintensität oder Störungen und Unterbrechungen, kommt bei KÜST aufgrund der engen technologischen Kopplung eine besondere Bedeutung zu. Soweit die Arbeitsorganisation keine Unterbrechung der Kontroll-, Überwachungs- und Steuerungstätigkeit zulässt, wie in Abschnitt 2.1.1 beschrieben, kann die Person zum Beispiel ihren Arbeitsplatz zur Flaschenkontrolle am Fließband oder in Leitständen, wie in Kranfahrkabinen, nicht verlassen.

In der Folge kann die Gesundheit der Beschäftigten einerseits durch langfristige psychische Beanspruchungsfolgen beeinträchtigt werden. Andererseits kann es unter anderem zu kurzfristigen Fehlhandlungen kommen, die aus Stressreaktionen und ermüdungsähnlichen Zuständen resultieren. In diesem Zusammenhang liegt wiederum ein besonderes Augenmerk auf den gefährlichen und sicherheitsrelevanten Tätigkeiten. Ungünstige Ausprägungen psychischer Belastungsfaktoren aus der Arbeitsorganisation sollten daher identifiziert und mit Blick auf die Sicherheit und die Gesundheit der Beschäftigten gestaltet werden.

3.4.1. Arbeitsintensität

Das Verhältnis zwischen der zur Verfügung stehenden Zeit und der geforderten Arbeitsmenge, der Arbeitskomplexität und der Qualität ist im Zusammenhang mit KÜST von großer Bedeutung. Eine kritische Ausprägung liegt vor, wenn die Arbeit regelmäßig nur mit einem stark erhöhten Aufwand, also mit einer hohen Arbeitsintensität oder mit zusätzlichem Zeitaufwand, bewältigt werden kann. Die technische Bindung bei diesen Tätigkeitsformen sorgt wiederum dafür, dass Beschäftigte wenig bis keinen Einfluss auf die Situation nehmen können (s. Abschnitt 3.2.2 Tätigkeits- und Handlungsspielraum).

Die zur Verfügung stehende Zeit zur Bewältigung der Arbeitsmenge, der Arbeitskomplexität, und zur Erreichung der geforderten Qualität sollte realistisch geplant werden. Bei der Planung sollten nicht nur Sollzustände (Normalbetrieb) berücksichtigt werden, sondern auch Puffer zur Bewältigung von Störungen und Unterbrechungen eingeplant werden. Es empfiehlt sich, die Beschäftigten in die Planung einzubeziehen, um deren „tatsächliche Arbeitsweise“ zu berücksichtigen. Individuelle Leistungsvoraussetzungen können ebenfalls ein wichtiger zu berücksichtigender Faktor sein.

3.4.2. Störungen und Unterbrechungen

Störungen und Unterbrechungen behindern allgemein das Erreichen geforderter Arbeitsergebnisse. Treten sie regelmäßig oder langanhaltend auf, erhöhen sie häufig die Arbeitsintensität, da geplante Ergebnisse dennoch erreicht werden müssen. KÜST finden häufig in komplexen, verketteten Anlagen statt. Hier wirken sich Störungen und Unterbrechungen an einzelnen Positionen im Arbeitsprozess schnell auf den gesamten Prozess aus. Fehlen zeitliche Puffer, kann es zu einer starken zusätzlichen Belastung der Beschäftigten kommen.

Durch die Gestaltung der Arbeitsorganisation sollte darauf hingewirkt werden, dass Beschäftigte ihre Arbeitsaufgaben möglichst störungsfrei ausführen können. Beschäftigte sollten über geplante Arbeitsunterbrechungen frühzeitig informiert werden. Bei unvorhergesehenen Störungen oder Unterbrechungen sollten die Beschäftigten über Handlungs- und Entscheidungsspielräume verfügen, um selbst angemessen zu reagieren. Zur Vermeidung ungeplanter Störungen und Unterbrechungen kann es sinnvoll sein, gemeinsam mit den Beschäftigten zu besprechen, in welchen Situationen bestimmte Störungszustände auftreten, zu analysieren und vorbeugende Maßnahmen abzuleiten.

3.4.3. Taktung

Durch die enge Bindung an den Arbeitsprozess oder an eine Maschine oder Anlage wirkt sich die Taktung der zu verrichtenden Tätigkeiten bei KÜST unmittelbar auf die Beschäftigten aus. Eine ungünstige Bedingung liegt vor, wenn (dauerhaft) zeitlich eng getaktet, kurze, sich häufig

wiederholende, gleichförmige Tätigkeiten ausgeführt werden müssen. Bei der Gestaltung der Arbeitsorganisation sollte zum Beispiel durch das gezielte Einplanen alternativer Tätigkeiten die technologische Bindung der Beschäftigten möglichst geringgehalten und gleichförmige, kurzzyklische Wiederholungen sollten vermieden werden.

3.4.4. Formelle und informelle Kontaktmöglichkeiten, Kooperation

Die enge örtliche und zeitliche Bindung an eine Maschine, Anlage oder einen Prozess erschwert bei KÜST formelle und informelle Kontaktmöglichkeiten. Die Pflege sozialer Kontakte im Betrieb ist deshalb ebenso erschwert wie die Möglichkeit, sich fachlich mit anderen Beschäftigten auszutauschen. Die Funktionsteilung zwischen Beschäftigten und Arbeitsmittel einerseits und die Arbeitsintensität andererseits sollten so gestaltet sein, dass bei der Aufgabenerfüllung regelmäßig Kommunikation mit anderen Beschäftigten möglich ist. Der fachliche Austausch mit anderen Beschäftigten sollte gefördert und gezielt in der Arbeitsplanung berücksichtigt und Isolation vermieden werden.

3.4.5. Arbeitszeit

Die Planbarkeit, die Lage und die Verteilung von Arbeitszeit stellt allgemein einen wichtigen Faktor für die körperliche und psychische Gesundheit von Beschäftigten dar. Im Zusammenhang mit KÜST spielen vor allem psychische Aspekte eine Rolle. Wenig Abwechslungsreichtum bei Kontrolltätigkeiten oder der Zwang zu Daueraufmerksamkeit bei Überwachungstätigkeiten können in Kombination, beispielsweise mit Dauernachtschicht oder langen Schichten, besonders kritisch sein. Die enge technologische Bindung kann besonders in der Nachtschicht zu Problemen beim Einhalten von Pausenzeiten führen.

Vorgaben des Arbeitsgesetzes in Bezug auf die Länge und Lage von Arbeitszeiten, Ruhe- und Pausenzeiten müssen generell eingehalten werden. Die Arbeitszeitgestaltung der Nacht- und Schichtarbeit hat nach gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen über die menschengerechte Gestaltung der Arbeit zu erfolgen. Ein besonderes Augenmerk sollte auf Tätigkeiten mit hoher Taktbindung oder langandauernd hohen Konzentrationsanforderungen gelegt werden.

3.5. Arbeitsumgebungsbedingungen

3.5.1. Klima

Bei den KÜST handelt es sich – bedingt durch die enge Bindung an die Maschine oder Anlage – meist um eher bewegungsarme Tätigkeiten mit leichter Handarbeit, besonders wenn die Steuerung nicht mehr über schwergängige Schalthebel, sondern über Schaltflächen und Tastaturen im Sitzen oder Stehen erfolgt. Bei der Regulierung der Raumtemperatur ist auch die Wärmebelastung, die von den Arbeitsmitteln ausgeht, zu berücksichtigen. Die Vorgaben der [ASR A3.5 Raumtemperatur](#) und [ASR A3.6 Lüftung](#) sind zu beachten.

3.5.2. Beleuchtung

Das Beleuchtungskonzept im Arbeitsraum sollte der Sehaufgabe entsprechend gestaltet werden, wie in Abschnitt 4.1.8.4 „Belastung durch visuelle Wahrnehmung“ beschrieben.

3.5.3. Lärm

Hinsichtlich der Einstufung der zulässigen **Lärmbelastung** (extra-auraler Lärmwirkungen) lassen sich nach der [ASR A3.7](#) folgende Tätigkeiten zuordnen:

- „Treffen von Entscheidungen mit hoher Tragweite“, die einen maximalen Beurteilungspegel von 55 dB(A) aufweisen
- „Bedienen von Beobachtungs-, Steuerungs- und Überwachungsanlagen in geschlossenen Messwarten und Prozessleitwärtender“ mit einem maximalen Beurteilungspegel von 70 dB(A)
- „Bedienen von Bearbeitungsmaschinen für Metall, Holz und dergleichen“, bei denen der Beurteilungspegel – unter Berücksichtigung betrieblicher Lärminderungsmaßnahmen – so weit wie möglich zu reduzieren ist

Akustische Gefahrensignale sollten auf ein maximal notwendiges Maß begrenzt werden. Zur Hörbarkeit sind Informationen/Anhaltspunkte/Angaben in der DIN EN ISO 7731 „Ergonomie – Gefahrensignale für öffentliche Bereiche und Arbeitsstätten – Akustische Gefahrensignale“ zu finden.

4 Glossar

Belastung

Belastung ist die Gesamtheit aller erfassbaren Einflüsse, die von außen auf den Menschen einwirkt

- und ihn körperlich beeinflusst, indem sie insbesondere zu einer Reaktion des Herz-Kreislauf-, Muskel- und Skelettsystems und/oder Stoffwechsels führt (körperliche Belastung).
- und ihn psychisch beeinflusst, indem sie insbesondere zu kognitiven (z. B. informationsverarbeitenden) und emotionalen Prozessen führt (psychische Belastung).

Beanspruchung

Beanspruchung ist die unmittelbare Auswirkung der Belastung im Menschen, abhängig von seinen Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie von Eigenschaften, wie Körpergröße, Alter und Konstitution.

Beanspruchungsfolgen

Die Beanspruchung des Menschen führt zu kurz- und langfristigen Folgen. Beanspruchungsfolgen können, abhängig von Qualität und Dauer, die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten beeinflussen, indem sie sie fördern oder beeinträchtigen. Beanspruchungsfolgen sind kurz- oder langfristig, wirken positiv oder negativ und können in körperliche und psychische Folgen unterteilt werden. Der Begriff Fehlbeanspruchung (vgl. BetrSichV) meint Beanspruchungen, die zu beeinträchtigenden Beanspruchungsfolgen führen.

Körperliche Beanspruchungsfolgen

- kurzfristige positive Auswirkungen in Koordination, Beweglichkeit, Kraft, Schnelligkeit und Ausdauer, wie Aufwärmeeffekt, Aktivierung
- langfristige positive Auswirkungen in Koordination, Beweglichkeit, Kraft, Schnelligkeit und Ausdauer, wie Trainingseffekt, Übungseffekt
- kurzfristige negative Auswirkungen, wie körperliche Ermüdung, Muskel- und Gelenkschmerzen, Überdehnung der Sehnen und Bänder,

- langfristige negative, hemmende bzw. beeinträchtigende Auswirkungen, wie Arthrosen, Degeneration, Beeinträchtigungen des Herz-Kreislauf-Systems, Durchblutungsstörungen, Empfindungsstörungen, Stoffwechselstörungen

Psychische Beanspruchungsfolgen

- kurzfristige positive bzw. fördernde Auswirkungen, wie Aufwärmeeffekt, Aktivierung, Lernen
- langfristige positive bzw. fördernde Auswirkungen, wie Übungseffekt, Kompetenzentwicklung
- kurzfristige negative bzw. beeinträchtigende Auswirkungen, wie psychische Ermüdung, ermüdungsähnliche Zustände, Monotoniezustand, herabgesetzte Wachheit, psychische Sättigung, Stressreaktion
- langfristige negative bzw. beeinträchtigende Auswirkungen, wie Erkrankungen

Psychische Ermüdung

- entsteht durch Missverhältnis zwischen Arbeitsanforderungen und Erholungsmöglichkeiten bei vorwiegend geistig anstrengenden Tätigkeiten
- geht einher mit Müdigkeitsempfinden, Leistungsabfall oder -schwankung, zunehmender Fehlerhäufigkeit, steigender Anstrengung, um die geforderte Leistung zu erbringen
- wird bspw. begünstigt durch Länge und Intensivität der Tätigkeit, Höhe des Verantwortungsdrucks, ungünstige Arbeitszeiten und ungünstige Umgebungsbedingungen
- kann durch angemessene Erholungszeiten weitestgehend kompensiert werden

Psychische Sättigung

- entsteht vornehmlich bei abwechslungsarmen Tätigkeiten oder in Situationen, die sich (scheinbar) stetig wiederholen und dabei keine Fortschritte in der Aufgabenerfüllung erkennen lassen; teilw. bei abwechslungsreichen Tätigkeiten, wenn kein Fortkommen erlebt wird
- besteht in der Ablehnung einer sich wiederholenden Tätigkeit oder Situation. Sie wird begleitet von Wut, Ärger und Unlust sowie dem Erlebnis des Nicht-weiter-Kommens

- löst eine unangenehm gesteigerte Aktiviertheit aus (nervöse Unruhe, emotional aufgewühlt sein), Leistungsabfall oder -schwankung, vermehrte Fehler, Müdigkeitsempfinden
- wird bspw. begünstigt durch die Länge der Tätigkeit, nicht erkennbares Vorankommen, persönliche Einstellung
- kann durch sinnvolle Teilaufgaben, Rückmeldungen über die schon geleistete Arbeit oder Tätigkeitswechsel kompensiert werden

Monotonie

- entsteht in reizarmen Situationen, bei denen gleichartige, einförmige Tätigkeiten über längere Zeit wiederholt werden, sodass nur wenig Aufmerksamkeit gebunden ist und der Kopf „abschaltet“
- geht einher mit Interessenlosigkeit, innerer Gleichgültigkeit, Langeweile mit Müdigkeit/Schläfrigkeit, Abfall der psychischen Wachheit und erhöhter Fehlerhäufigkeit
- geht einher mit erhöhter Unfallgefahr durch herabgesetzte Reaktionsfähigkeit vor allem bei Ereignissen jenseits der Routine
- wird beispielsweise begünstigt durch Dauer der Tätigkeit, Durchführung weniger Handgriffe, bis man wieder von vorne beginnt und schnell eintretendes individuelles Müdigkeitsempfinden
- kann durch Abwechslung, Anforderungsvielfalt und Beanspruchungswechsel kompensiert werden

Herabgesetzte Wachsamkeit (Vigilanz)

- entsteht durch abwechslungsarme Beobachtungstätigkeiten, welche Daueraufmerksamkeit erfordern und keine bzw. kaum körperliche Aktivitäten erfordern
- wird begünstigt durch die Anforderung zu konstanter Aufmerksamkeit und Reaktionsbereitschaft bei gleichzeitig seltenen, nicht vorhersehbaren Signalen (Kofferkontrolle, lange Autofahrten)
- geht einher mit vermehrten Fehlern, wie Übersehen wichtiger Signale oder Fehlreaktionen auf unwichtige Signale, Gefährdung der Sicherheit wegen des Ausbleibens notwendiger Reaktionen bzw. des Auftretens von Fehlalarmen

- kann durch systematische Tätigkeitswechsel und Arbeitsanreicherung der Tätigkeit, häufige Kurzpausen, auffälligere Signale, Vergrößerung der körperlichen Aktivität kompensiert werden

Stress

- entsteht wenn man negative Konsequenzen befürchtet, falls subjektiv (zu) hohe Anforderungen nicht erfüllt werden können
- ist eine unspezifische Reaktion des Körpers auf sogenannte Stressoren zur Bewältigung einer subjektiv bedrohlichen Situation (ursprünglich durch Kampf oder Flucht)
- kann auch in einer anhaltenden geistigen/seelischen/ körperlichen Anspannung durch Überforderung entstehen
- geht einher mit Veränderungen im Körper, in Gedanken und Gefühlen und im Verhalten
- ist bspw. abhängig von der Höhe und Dauer der Belastung, bspw. der Anzahl von Störungen und Unterbrechungen
- kann bspw. durch realistische Gestaltung von Arbeitsbelastung, soziale Unterstützung, Sport und Entspannung kompensiert werden

5 Quellen und Literaturverzeichnis

Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

Bezugsquelle: Buchhandel und Internet:
z. B. www.gesetze-im-internet.de, www.baua.de

Gesetze, Verordnungen

- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)
- Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz ProdSG)
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV)

Technische Regeln für Arbeitsstätten

- Technische Regeln für Arbeitsstätten, insbesondere ASR A1.2, ASR A3.4, ASR A3.7 und ASR A6

Technische Regeln für Betriebssicherheit

- Technische Regeln für Betriebssicherheit, insbesondere TRBS 1151 Gefährdungen an der Schnittstelle Mensch – Arbeitsmittel – physische und psychische Faktoren
- Empfehlungen des Ausschusses für Betriebssicherheit, insbesondere EmpfBS 1113 Beschaffung von Arbeitsmitteln

DGUV Vorschriften- und Regelwerk

Bezugsquelle: Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger und unter www.dguv.de/publikationen

DGUV Vorschriften

- DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ (Webcode: p000941)

DGUV Informationen

- DGUV Information 209-023 „Lärm am Arbeitsplatz“
- DGUV Information 211-040 „Einsatz mobiler Informations- und Kommunikationstechnologie“

- DGUV Information 209-069 „Ergonomische Maschinengestaltung von Werkzeugmaschinen der Metallbearbeitung“
- DGUV Information 208-033 „Muskel-Skelett-Belastungen – erkennen und beurteilen“
- DGUV Information 215-410 „Bildschirm- und Büroarbeitsplätze“
- DGUV Information 215-450 „Softwareergonomie“

Normen

Bezugsquelle: DIN Media GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin und VDE-Verlag, Bismarckstraße 33, 10625 Berlin

- DIN EN 894-1:2009-01 Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 1: Allgemeine Leitsätze für Benutzer-Interaktion mit Anzeigen und Stellteilen; Deutsche Fassung EN 894-1:1997+A1:2008
- DIN EN 894-2:2009-02 Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 2: Anzeigen; Deutsche Fassung EN 894-2:1997+A1:2008
- DIN EN 894-3:2010-01 Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 3: Stellteile; Deutsche Fassung EN 894-3:2000+A1:2008
- DIN EN 894-4:2010-11 Sicherheit von Maschinen – Ergonomische Anforderungen an die Gestaltung von Anzeigen und Stellteilen – Teil 4: Lage und Anordnung von Anzeigen und Stellteilen; Deutsche Fassung EN 894-4:2010
- DIN EN ISO 6385:2016-12 Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen (ISO 6385:2016); Deutsche Fassung EN ISO 6385:2016
- DIN EN ISO 7731:2008 Ergonomie – Gefahrensignale für öffentliche Bereiche und Arbeitsstätten – Akustische Gefahrensignale (ISO 7731:2003); Deutsche Fassung EN ISO 7731:2008
- DIN EN ISO 9241-110:2020-10 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 110: Interaktionsprinzipien (ISO 9241-110:2020); Deutsche Fassung EN ISO 9241-110:2020

- DIN EN ISO 9241-112:2017-08 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 112: Grundsätze der Informationsdarstellung (ISO 9241-112:2017); Deutsche Fassung EN ISO 9241-112:2017
- DIN EN ISO 9241-125:2018-05 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion – Teil 125: Empfehlungen zur visuellen Informationsdarstellung (ISO 9241-125:2017); Deutsche Fassung EN ISO 9241-125:2017
- DIN EN ISO 10075-1 Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 1: Allgemeine Aspekte und Konzepte und Begriffe (ISO 10075-1:2017); Deutsche Fassung EN ISO 10075-1:2017
- DIN EN ISO 10075-2 Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 2: Gestaltungsgrundsätze (ISO/DIS 10075-2:2023); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 10075-2:2023
- DIN EN ISO 10075-3 Ergonomische Grundlagen bezüglich psychischer Arbeitsbelastung – Teil 3: Grundsätze und Anforderungen an Verfahren zur Messung und Erfassung psychischer Arbeitsbelastung (ISO 10075-3:2004); Deutsche Fassung EN ISO 10075-3:2004, Ausgabe 2004-12
- DIN EN ISO 11064-1:2001-08 Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 1: Grundsätze für die Gestaltung von Leitzentralen (ISO 11064-1:2000); Deutsche Fassung EN ISO 11064-1:2000
- DIN EN ISO 11064-2:2001-08 Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 2: Grundsätze für die Anordnung von Warten mit Nebenräumen (ISO 11064-2:2000); Deutsche Fassung EN ISO 11064-2:2000
- DIN EN ISO 11064-3:2000-09 Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 3: Auslegung von Wartenräumen (ISO 11064-3:1999); Deutsche Fassung EN ISO 11064-3:1999
- DIN EN ISO 11064-4:2014-03 Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 4: Auslegung und Maße von Arbeitsplätzen (ISO 11064-4:2013); Deutsche Fassung EN ISO 11064-4:2013
- DIN EN ISO 11064-5:2008-10 Ergonomische Gestaltung von Leitzentralen – Teil 5: Anzeigen und Stellteile (ISO 11064-5:2008); Deutsche Fassung EN ISO 11064-5:2008
- DIN EN ISO 12100:2011-03 Sicherheit von Maschinen – Allgemeine Gestaltungsgrundsätze – Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010); Deutsche Fassung EN ISO 12100:2010
- VDI/VDE 3850-1 „Gebrauchstaugliche Gestaltung von Benutzungsschnittstellen für technische Anlagen – Konzepte, Prinzipien und grundsätzliche Empfehlungen

Sonstige Schriften

- ASM Consortium Guidelines: Effective Operator Display Design

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40

10117 Berlin

Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)

E-Mail: info@dguv.de

Internet: www.dguv.de

A large, solid blue rectangular area that occupies the bottom two-thirds of the page, likely serving as a design element or placeholder for a logo or image.