

## U-Linien-Montagesysteme – Ausgewählte arbeitswissenschaftliche Handlungsempfehlungen zur Arbeitsgestaltung

Sachgebiet Fertigungsgestaltung, Akustik, Lärm und Vibrationen  
Stand: 28.04.2022

Die Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM) und die Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) haben ein Forschungsprojekt „U-Linien-Montagesysteme – Instrumente zur Gefährdungsbeurteilung und arbeitswissenschaftliche Gestaltungsempfehlungen zur Prävention“ gefördert [1], das ausgewählte, in U-Linien auftretende physische und psychische Belastungen und Beanspruchungen und deren Wechselwirkungen untersucht hat.

Diese „Fachbereich AKTUELL“ führt die Erkenntnisse aus diesem Projekt in verkürzter Form zusammen und gibt Hinweise für die Umsetzung in der betrieblichen Praxis.

### Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Ausgewählte Aspekte der Arbeitsplatz- und Arbeitsumgebungsgestaltung</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Ausgewählte Aspekte der Gestaltung von Arbeits-tätigkeiten und Arbeits-abläufen</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen</b> .....	<b>7</b>

### 1 Einleitung

U-Linien-Montagesysteme sind Arbeitssysteme der Fließfertigung. Die einzelnen Arbeitsstationen der Linie einer Fertigungs- oder Montageeinheit sind in einem U-förmigen Profil angeordnet. Die Vorteile dieses Layouts sind beispielsweise:

- die Optimierung der Kommunikation der Beschäftigten innerhalb der Gruppe durch eine größere räumliche Nähe
- die unmittelbare Steuerung der Ausbringung des Arbeitssystems durch die Variation der Anzahl der eingesetzten Beschäftigten
- die Erleichterung der Bedienung mehrerer Arbeitsstationen durch eine oder einen Beschäftigten
- die Reduzierung der Laufwege, besonders bei One-Piece-Flow-Linien

U-Linien-Montagesysteme werden in verschiedenen Unternehmen der Metall- und Elektroindustrie als wirksames Instrument der Effizienzsteigerung und als eine Methode ganzheitlicher Produktionssysteme eingesetzt.

Bei der Gestaltung von U-Linien-Montagesystemen müssen Gefährdungen für Sicherheit und Gesundheit als Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung ausgeschlossen oder minimiert sein.

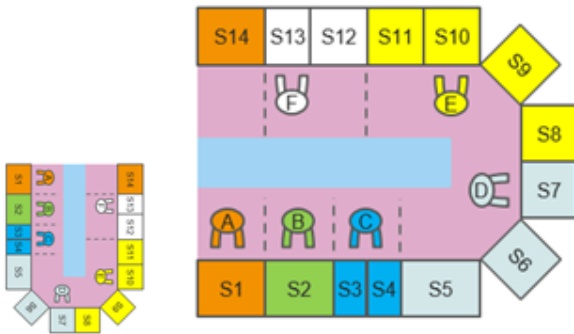


Abbildung 1 – Layout U-Linie mit verschiedenen Arbeitsstationen. Die Arbeitsinhalte der Beschäftigten sind beispielhaft farblich abgegrenzt.

Erläuterungen zu Begriffen sind als Glossar dieser Schrift aufgeführt. Soweit im Einzelfall nicht anders präzisiert, sind im Text mit „die Beschäftigten“ diejenigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gemeint, die in U-Linien-Montagesystemen tätig sind.

## 2 Ausgewählte Aspekte der Arbeitsplatz- und Arbeitsumgebungsgestaltung

### 2.1 U-Linien-Layout und Stationsübergänge

Die Geometrie der U-Linie beeinflusst Körperhaltungen und Körperbewegungen der Beschäftigten.

Die ungünstige Gestaltung des Layouts von U-Linien und der Übergänge zwischen den Arbeitsstationen innerhalb der U-Linie können insbesondere im Karawanenprinzip dazu führen, dass die Beschäftigten ungünstige Körperhaltungen einnehmen. Wiederholte Verdrehungen des Rückens, ungünstige Haltung des Oberkörpers sowie ungünstige Belastungen des Hand-Arm-Systems beanspruchen den Bewegungsapparat.

Der Wechsel zwischen den Arbeitsstationen erfordert ständige motorische und geistige Anpassungsleistungen. Die weitgehende Berücksichtigung ergonomischer Prinzipien an

den Arbeitsstationen und ihren Übergängen ist eine wesentliche Unterstützung für die Beschäftigten.

#### 2.1.1 Hinweise zur Analyse und Bewertung der Belastung

- Die Stationsübergänge sollten in Bezug auf Anforderungen, die zu zusätzlichen Verdrehungen führen, unter anderem aufgrund der Erfordernisse von Planungsblicken und vorgezogenen Arbeitsinhalten, untersucht werden:

Wenn die Beschäftigten Informationen über den Zustand der kommenden Arbeitsstationen benötigen, versuchen sie, sich bereits vor dem Übergang zu diesen Stationen einen Überblick zu verschaffen. Dabei können ungünstige Körperhaltungen eingenommen werden.

- Muss ein Werkstück z. B. von einer Station zu einer anderen gedreht werden, werden die Beschäftigten diese Drehbewegung zwischen den Stationen (und nicht erst an der folgenden Arbeitsstation) durchführen, weil das dem Arbeitsfluss entspricht.
- Die Effekte von automatisierten Stationen sollten berücksichtigt werden.

Hinweis: Diese Untersuchung kann zum Beispiel in einem „Trockenlauf“ an bestehenden U-Linien oder einem Probeaufbau stattfinden.

#### 2.1.2 Gestaltungshinweise

- U-Linien sollten in 45° Winkeln (Wabenstruktur) oder anderen kreisförmigen Layouts aufgebaut sein, um größere Körperverdrehungen bei den Übergängen zu vermeiden (vgl. Abbildung 1, S6 und S9).
- Material, Arbeitsmittel, Stellteile und Anzeigen sollten an allen Arbeitsstationen erwartungskonform und identisch angeordnet sein. Das reduziert die Notwendigkeit und Intensität von Orientierungshandlungen der Beschäftigten (z. B. Planungsblicke), die

deren Körperhaltung ungünstig beeinflussen. Zum Beispiel sollten gleiche Schrauben an unterschiedlichen Arbeitsstationen an der gleichen Stelle liegen.

- Wichtige Informationen über die nächste Station, wie
  - die Verfügbarkeit,
  - die Anordnung,
  - die Einsatzfähigkeit
 der erforderlichen Arbeitsmittel und Arbeitsgegenstände sollten leicht erfassbar sein.
- Die Beschäftigten sollten arbeitsplatznahe Sitzgelegenheiten erhalten. Das kann auch außerhalb der U-Linie realisiert werden, z. B. bei in die Rotation einbezogenen Arbeitsplätzen zur Nacharbeit oder zu Prüftätigkeiten.
- Der Tätigkeitsablauf und die Übergänge zwischen Arbeitsstationen sollten einen ergonomischen Bewegungsablauf begünstigen, d. h. fließende Bewegungen der Beschäftigten.

### 2.1.3 Informationen zum Weiterlesen

- FB HM-078 „Fließbandarbeit“ [2]
- FBHM-097 „U-Linien-Montagesysteme – Hinweise zur Anwendung der ASR A1.2 „Raumabmessungen und Bewegungsflächen“ [3]

## 2.2 Beleuchtungsstärke, -homogenität und Blendfreiheit

Die Beleuchtung am Arbeitsplatz soll die Sehleistung der Beschäftigten unterstützen und eine starke Beanspruchung der Augen sowie Unfälle vermeiden.

Ausreichende und gleichmäßige Beleuchtungsstärken sowie Blend- und Reflexionsfreiheit für die Beschäftigten sind wesentlich, um Gefährdungen und Fehler zu vermeiden, die auch in Folge physischer und psychischer Ermüdung auftreten können, zum Beispiel durch eine häufige Anpassung der Augen an wechselnde Lichtverhältnisse.

### 2.2.1 Hinweise zur Analyse und Bewertung der Belastung

- Die Beleuchtungsbedarfe und -stärken am Arbeitsplatz (inkl. resultierender Reflexion und Blendung)
  - an den Arbeitsstationen und
  - an den Übergängen dazwischen
 sollten analysiert werden.
- Die Unterschiede der Reflexionsgrade der eingesetzten Arbeitsmittel und Arbeitsflächen sollten berücksichtigt werden.

Hinweis: Bei überwiegend stehenden Tätigkeiten wird die horizontale Beleuchtungsstärke 0,85 m über dem Boden oder auf der vorhandenen Arbeitsfläche gemessen.

### 2.2.2 Gestaltungshinweise

- Die Beleuchtungsstärke sollte innerhalb der U-Linie gleichmäßig sein.
- Die Beleuchtungsstärke sollte an den höchsten Beleuchtungsbedarf innerhalb der U-Linie, entsprechend den erforderlichen Sehaufgaben, angepasst sein.
- Der individuelle Beleuchtungsbedarf älterer Beschäftigter ist oft höher, so dass die Beleuchtungsstärke für sie bei Bedarf weiter angepasst werden muss.
- Stark reflektierende Oberflächen sollten möglichst vermieden werden.
- Stark reflektierende Oberflächen von Arbeitsgegenständen sind bei der Anordnung von Leuchten zur Vermeidung von Blendung zu berücksichtigen.

### 2.2.3 Informationen zum Weiterlesen

- ASR A3.4 „Beleuchtung“, Anhang 1 „Beleuchtungsanforderungen für Arbeitsräume, Arbeitsplätze und Tätigkeiten“ [4]
- DGUV Information 215-210 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“ [5]
- DGUV Information 215-220 „Nichtvisuelle Wirkungen von Licht auf den Menschen“ [6]

## 2.3 Berücksichtigung der körperlichen Voraussetzungen der Beschäftigten

Die Beschäftigten mit ihren Eigenschaften und den daraus resultierenden Fähigkeiten sind der Maßstab für die Festlegung der erforderlichen Maßnahmen zur sicheren und gesundheitsgerechten Arbeitsgestaltung in U-Linien-Montagesystemen.

In einer U-Linie sind die Beschäftigten meist wechselnd an verschiedenen Arbeitsstationen tätig. Die Gestaltung dieser Arbeitssysteme muss die Unterschiede ihrer Leistungsvoraussetzungen berücksichtigen, zum Beispiel Körpergrößen und Körperkräfte. Anders als bei Einzelarbeitsplätzen müssen in der U-Linie alle Beschäftigten einer Arbeitsgruppe die erforderlichen Reichweiten, Bedienkräfte und Lastgewichte bewältigen können.

### 2.3.1 Hinweise zur Analyse und Bewertung der Belastung

- Die Verteilung der Leistungsvoraussetzungen innerhalb einer Arbeitsgruppe, wie Körpermaße, Reichweiten und Körperkräfte, muss berücksichtigt werden.

Hinweis: Die Beschäftigten sollten darüber informiert werden, dass diese Analyse nicht ihrer Leistungsbewertung dient, sondern der Gestaltung optimaler Arbeitsbedingungen (z. B. Arbeitshöhen, Bedienkräfte von Arbeitsmitteln).

### 2.3.2 Gestaltungshinweise

- Die Arbeitshöhe sollte für die ganze Arbeitsgruppe jeweils angepasst, bei Bedarf auch flexibel einstellbar, sein. Um Tätigkeiten ausführbar zu machen, sollten sich Arbeitshöhen und Greifräume an der kleinsten Person orientieren.
- Bei der Auswahl von Arbeitsmitteln (Werkzeuge, Maschinen) sollte auf gute ergonomische Bedienbarkeit geachtet werden (z. B. sollten die Größe der Hände,

die Händigkeit und der Kraftverlauf bei der Werkzeuggestaltung berücksichtigt werden).

- Bei heterogenen Arbeitsgruppen sollte die U-Linie in mehrere separate, ergonomisch unterschiedlich gestaltete Arbeitsbereiche aufgeteilt oder ein Wechsel des Montageprinzips geprüft werden (Handübergabeprinzip statt Karawanenprinzip).
- Lassen sich die einzelnen Arbeitsstationen nicht individuell anpassen, sollte die Gruppenzusammensetzung möglichst homogen sein, d. h. die Unterschiede zwischen den Körpermaßen, den Reichweiten und den Körperkräften der Beschäftigten sollten möglichst gering sein.
- Die Beschäftigten sollten in die Nutzung von Einstellmöglichkeiten der Arbeitsmittel und in ergonomische Arbeitsmethoden am Arbeitsplatz unterwiesen worden sein.

### 2.3.3 Informationen zum Weiterlesen

- BGHM Fachinformation 0030 „Ergonomie – Leistungsvoraussetzungen des Menschen“ [7]
- DGUV Information 209-001 „Handwerkzeuge“ [8]
- DIN EN ISO 14738 „Sicherheit von Maschinen – Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen“ [9]
- DIN EN 1005-1 „Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 1: Begriffe“ [10]
- DIN EN 1005-2 „Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen“ [11]
- DIN EN 1005-3 „Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 3: Empfohlene Kraftgrenzen bei Maschinenbetätigung“ [12]
- DIN EN 1005-4 „Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen“ [13]

### 3 Ausgewählte Aspekte der Gestaltung von Arbeits-tätigkeiten und Arbeits-abläufen

Die Arbeitstätigkeit und die Arbeitsorganisation beziehungsweise der Arbeitsablauf sind wesentliche Merkmalsbereiche psychischer, aber auch physischer Belastung. Die Einflüsse dieser Bereiche sollten so gestaltet werden, dass sie Beschäftigte weder über- noch unterfordern.

Der Arbeitsumfang in U-Linien-Montage-systemen ist häufig begrenzt. Die Gestaltung der Anforderungsvielfalt, der Länge von Arbeitszyklen und der Pausen dazwischen sowie des Handlungsspielraums der Beschäftigten ist deshalb eine besondere Herausforderung.

#### 3.1 Bewegungs- bzw. Umlaufrichtung

Die Bewegungs- und Umlaufrichtung eines U-Linien-Montagesystems hat wesentlichen Einfluss auf die Körperbewegungen der Beschäftigten.

Die aus einem stetigen Fluss in eine Richtung resultierenden einseitigen Körperbewegungen führen zu einer einseitigen Beanspruchung des Muskel-Skelettsystem der Beschäftigten. Beim seitlichen Gehen wird der Körper ungleich-mäßig belastet.

Um langfristig Dysbalancen im Muskel- und Skelettsystem der Beschäftigten zu vermeiden, sollte die Richtung des Arbeitsflusses variieren, um vielfältige Körperbewegungen der Beschäftigten zu fördern.

##### 3.1.1 Hinweise zur Analyse und Bewertung der Belastung

- Zur ergänzenden subjektiven Bewertung der Arbeitsablaufgestaltung und deren Auswirkung können standardisierte Interviews mit Beschäftigten durchgeführt werden.

##### 3.1.2 Gestaltungshinweise

- Die Umlaufrichtung eines U-Linien-Montage-system sollte nach Möglichkeit systematisch variiert werden. (Uhrzeigersinn/Gegenuhr-zeigersinn)
- Ist die Variation der Umlaufrichtung nicht möglich, sollten die Beschäftigten durch regelmäßigen Wechsel zwischen U-Linien-Montage-Systemen mit unterschiedlichen Umlaufrichtungen in der Vielfalt ihrer Körperbewegungen gefördert werden (Job-Rotation)
- Alternativ kann ein systematischer Wechsel zwischen Karawanenprinzip und Hand-übergabepprinzip einförmige Körper-bewegungen der Beschäftigten vermeiden.

#### 3.2 Arbeitsinhalte, Arbeitsfluss, Taktzeiten

Das Arbeiten an verschiedenen Arbeits-stationen in U-Linien-Montage-Systemen kann für die Beschäftigten eine Vielfalt von Anforderungen sowie Tätigkeiten und damit auch einen Belastungswechsel schaffen. Das kann die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Mono-tonie und erhöhten Repetitionsbelastungen reduzieren.

Eine Kombination von zahlreichen und sehr kleinteiligen Arbeitsinhalten, kurzzyklischen Arbeitstakten und engen Geometrien im Karawanenprinzip begünstigt ein seitliches Gehen der Beschäftigten, mit asymmetrischer Belastung der Beinmuskeln. Der Arbeitsfluss sollte so gestaltet sein, dass die Verrichtung einer manuellen Tätigkeit an einer Arbeits-station nur dann erfolgen kann, wenn sich der Körper der Beschäftigten umfanglich aus-gerichtet hat.

##### 3.2.1 Hinweise zur Analyse und Bewertung der Belastung

- Die tatsächlichen Arbeitsabläufe sollten zu unterschiedlichen Zeitpunkten beobachtet werden (Multimomentaufnahmen).



### 3.2.2 Gestaltungshinweise

- Die Schaffung von Arbeitsinhalten mit ausreichender Länge bzw. Dauer
  - erhöht die Verweildauer an den Arbeitsstationen, so dass es zu einer vollständigen Ausrichtung des Körpers kommt und damit die Häufigkeit des seitlichen Gehens reduziert wird
  - reduziert die Repetitionsbelastungen
- Sehr kurze Taktzeiten (< 30 Sekunden) in Verbindung mit zahlreichen oder monotonen Arbeitsoperationen sollten vermieden werden.
- Benachbarte Arbeitsstationen sollten zusammenfasst werden.

## 3.3 Tätigkeitswechsel und Mikropausen

Bei repetitiven Tätigkeiten (permanent wiederkehrende gleichartige bzw. monotone Bewegungen) sind Pausen und Belastungswechsel wichtige Gestaltungsmittel, um langfristige negative Beanspruchungsfolgen zu vermeiden.

In der Pause zwischen zwei aufeinander folgenden Tätigkeiten entspannen sich Muskulatur und Sehnen der Beschäftigten. Sehr kurze oder fehlende Pausen führen zu einer dauerhaften Anspannung.

Gleichzeitig kann eine mangelnde Abwechslung und Komplexität, z. B. durch enge Austaktung der Arbeitsinhalte, auch Monotonie, psychische Ermüdung und psychische Sättigung verursachen.

### 3.3.1 Hinweise zur Analyse und Bewertung der Belastung

- Zur ergänzenden subjektiven Bewertung der Arbeitsablaufgestaltung und deren Auswirkung können standardisierte Interviews mit Beschäftigten durchgeführt werden.

### 3.3.2 Gestaltungshinweise

- Ein erholungswirksamer Belastungswechsel sollte systematisch gestaltet werden.
- Arbeitsinhalte mit
  - wechselnden Rechts-Links Belastungen,
  - einem Wechsel zwischen statischen und dynamischen Belastungen,
  - der Vermeidung von dauerhaftem Stehen durch die systematische Schaffung von Laufwegen
 sollten geschaffen werden.
- Eine Jobrotation mit indirekten Tätigkeiten sollte ermöglicht werden (Kontrolle, Logistik, Wartung).
- Ein hundertprozentiges Ausreizen der Arbeitsaufgaben durch Zeitmanagementsysteme sollte ggf. hinterfragt werden. Der Tätigkeitsablauf sollte so geplant werden, dass fließende Bewegungen zwischen den Arbeitsstationen begünstigt werden.
- Durch ausreichend lange Arbeitsinhalte sollte ermöglicht werden, dass der Körper sich zur Arbeitsstation hin ausrichtet.
- Für Arme und Hände sollten Abstützstellen und Auflageflächen vorgesehen werden; das begünstigt Mikropausen.

### 3.3.3 Informationen zum Weiterlesen

- „Messdatenbasierte Bewertung arbeitsbedingter Hand- und Ellenbogenbelastungen“ DGUV Report 2/2020 7. Fachgespräch Ergonomie 2019 [14]

## 3.4 Automatisierungs- und Mechanisierungsgrad

Der eigene Einfluss auf Arbeitsinhalt, Arbeitspensum, Arbeitsmethoden/-verfahren und auf die Reihenfolge von Tätigkeiten hat für die Leistungsfähigkeit, die Motivation, die Arbeitszufriedenheit und die Gesundheit der Beschäftigten einen hohen Stellenwert. Der Automatisierungs- und Mechanisierungsgrad eines U-Linien-Montagesystems ist dafür wesentlich. In U-Linien-Montagesystemen mit einem hohen Automatisierungsgrad, bei dem die Zykluszeit und -synchronisation von Maschinen oder Robotern bestimmt werden, ist der

Handlungsspielraum der Beschäftigten sehr begrenzt. Das kann sich negativ auf Leistungsfähigkeit, Motivation, Arbeitszufriedenheit und Gesundheit auswirken und muss berücksichtigt werden.

### 3.4.1 Hinweise zur Analyse und Bewertung der Belastung

Zur ergänzenden subjektiven Bewertung der Arbeitsablaufgestaltung und deren Auswirkung können standardisierte Interviews mit Beschäftigten durchgeführt werden.

- Zykluszeiten, Handlungsspielraum und deren Auswirkung sollten einbezogen werden.
- Die tatsächlichen Arbeitsabläufe sollten zu unterschiedlichen Zeitpunkten beobachtet werden (Multimomentaufnahmen), um ablaufbedingte Wartezeiten zu ermitteln.

### 3.4.2 Gestaltungshinweise

- Die Arbeitsinhalte und -abläufe sollten so optimiert werden, dass die zeitlichen bzw. dynamischen Merkmale der Tätigkeit des oder der Beschäftigten nicht ausschließlich durch die Zeitvorgaben der Automation bestimmt werden.
- Die Arbeitsabläufe an den Übergängen zwischen den manuellen Arbeitsstationen und den Automatikstationen sollten an die physischen und psychischen Leistungsvoraussetzungen<sup>1</sup> der Beschäftigten angepasst werden, z. B. Entkopplung und Geschwindigkeitsregelung an Automatikstationen in Abstimmung mit den Beschäftigten (z. B. kann die Arbeitsgeschwindigkeit des kollaborierenden Roboters geändert werden).

### 3.4.3 Informationen zum Weiterlesen

- Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt – Tätigkeitsspielraum in der Arbeit,

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) [15]

## 4 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

Diese „Fachbereich AKTUELL“ beruht auf den Ergebnissen des Forschungsprojekts „U-Linien-Montagesysteme – Instrumente zur Gefährdungsbeurteilung und arbeitswissenschaftliche Gestaltungsempfehlungen zur Prävention“ und auf dem Erfahrungswissen des Fachbereichs Holz und Metall (FBHM), Sachgebiet Fertigungsgestaltung, Akustik, Lärm und Vibrationen (SG FALV) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV).

Die Bestimmungen nach einzelnen Gesetzen und Verordnungen bleiben durch diese „Fachbereich AKTUELL“ unberührt. Die Anforderungen der gesetzlichen Vorschriften gelten uneingeschränkt.

Um vollständige Informationen zu erhalten, ist es erforderlich, die in Frage kommenden Vorschriften einzusehen.

Diese „Fachbereich Aktuell ersetzt die gleichnamige Entwurfsfassung 04/2022.

Der Fachbereich Holz und Metall setzt sich unter anderem zusammen aus Vertretern und Vertreterinnen der Unfallversicherungsträger, staatlichen Stellen, Sozialpartnern, herstellenden und betreibenden Firmen.

Weitere „Fachbereich AKTUELL“ oder Informationsblätter des Fachbereichs Holz und Metall stehen im Internet zum Download bereit [16].

<sup>1</sup> nicht alle Leistungsvoraussetzungen sind arbeitsschutzrelevant

---

## Literaturverzeichnis

[1] Abschlussbericht Forschungsvorhaben „U-Linien-Montagesysteme“; „U-Linien-Montagesysteme – Instrumente zur Gefährdungsbeurteilung und arbeitswissenschaftliche Gestaltungsempfehlungen zur Prävention“, 2018 (intern/aktuell nicht veröffentlicht);

Alternativ: BGHM Fachinformation 0062 „U-Linien-Montagesysteme – Handlungsempfehlungen“ (ausführlicher Bericht), Ausgabe Januar 2019, BGHM, Mainz

[2] FB HM-078 „Fließbandarbeit“, Ausgabe November 2015, DGUV, Berlin

[3] FBHM-097 „U-Linien-Montagesysteme – Hinweise zur Anwendung der ASR A1.2 „Raumabmessungen und Bewegungsflächen“, Ausgabe März 2019, DGUV, Berlin

[4] ASR A3.4 „Beleuchtung“, Anhang 1 „Beleuchtungsanforderungen für Arbeitsräume, Arbeitsplätze und Tätigkeiten“, Ausgabe: April 2011, zuletzt geändert GMBI 2014, S. 287

[5] DGUV Information 215-210 „Natürliche und künstliche Beleuchtung von Arbeitsstätten“, Ausgabe September 2016, DGUV, Berlin

[6] DGUV Information 215-220 „Nichtvisuelle Wirkungen von Licht auf den Menschen“, Ausgabe September 2019, DGUV, Berlin

[7] BGHM Fachinformation 0030 „Ergonomie – Leistungsvoraussetzungen des Menschen“, Ausgabe Februar 2013, BGHM, Mainz

[8] DGUV Information 209-001 „Handwerkzeuge“, Ausgabe 2007-001, BGHM, Mainz  
[9] DIN EN ISO 14738:2009-07 „Sicherheit von Maschinen – Anthropometrische Anforderungen an die Gestaltung von Maschinenarbeitsplätzen“, Beuth-Verlag, Berlin

[10] DIN EN 1005-1:2009-04 „Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 1: Begriffe“, Beuth-Verlag, Berlin

[11] DIN EN 1005-2:2009-05 „Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 2: Manuelle Handhabung von Gegenständen in Verbindung mit Maschinen und Maschinenteilen“, Beuth-Verlag, Berlin

[12] DIN EN 1005-3:2009-01 „Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 3: Empfohlene Kraftgrenzen bei Maschinenbetätigung“, Beuth-Verlag, Berlin

[13] DIN EN 1005-4:2009-01 „Sicherheit von Maschinen – Menschliche körperliche Leistung – Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen“, Beuth-Verlag, Berlin]

[14] „Messdatenbasierte Bewertung arbeitsbedingter Hand- und Ellenbogenbelastungen“ DGUV Report 2/2020 7. Fachgespräch Ergonomie 2019, DGUV, Berlin

[15] „Psychische Gesundheit in der Arbeitswelt – Tätigkeitsspielraum in der Arbeit“, Bericht, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund, Berlin, Dresden 2016

[16] Internet: <https://www.dguv.de/fb-holzundmetall/publikationen/index.jsp> oder <https://www.bghm.de/homeWebcode: <626>>

[17] VDI 2870 Blatt 2 Ganzheitliche Produktionssysteme – Methodenkatalog (S. 80), Ausgabe 02/2013, VDI, Düsseldorf

---

## Bildnachweis

Das gezeigte Bild wurde freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

Abbildung 1

BGHM

---



## Glossar

### Handübergabeprinzip

Prinzip der Montage/Fertigung/Arbeitsteilung, bei dem die Beschäftigten an einer oder wenigen Arbeitsstationen ihre Arbeitsaufgabe erfüllen und dort bleiben (fixe Zuweisung). Die Arbeitsgegenstände (das Material oder das Produkt) werden von Station zu Station weitergegeben.

### Karawanenprinzip

Prinzip der Montage/ Fertigung/Arbeitsteilung, bei dem die Beschäftigten alle Arbeitsstationen innerhalb einer Linie gemeinsam mit dem Arbeitsgegenstand (das Material oder das Produkt) in der Folge durchlaufen, die Arbeitsaufgaben der einzelnen Stationen erfüllen und damit eine komplette Montageeinheit herstellen.

### Leistungsvoraussetzungen

Jeder Mensch verfügt über spezifische individuelle körperliche und psychische Leistungsvoraussetzungen, die ihn in die Lage versetzen, eine Leistung zu erbringen (zum Beispiel im Arbeitsprozess).

Diese Voraussetzungen werden durch Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft bestimmt.

### Planungsblick

Intensive visuelle Orientierung auf die Gegebenheiten der nächsten Arbeitsstation, um sich motorisch und gedanklich darauf einstellen zu können.

### U-Linie

Bei U-Linien-Montagesystemen „sind für eine festgelegte Fertigungs- oder Montageeinheit die einzelnen Stationen in einem in der Draufsicht U-förmigen Profil angeordnet, sodass sich Anfang und Ende des Material- und Produktionsflusses gegenüberliegen“ (VDI 2870- 2) [17]. Durch die Anzahl der eingesetzten Beschäftigten kann die Ausbringung gesteuert werden.

### Herausgeber

Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung e.V. (DGUV)

Glinkastraße 40  
10117 Berlin  
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)  
Fax: 030 13001-9876  
E-Mail: [info@dguv.de](mailto:info@dguv.de)  
Internet: [www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Sachgebiet Fertigungsgestaltung, Akustik,  
Lärm und Vibrationen  
im Fachbereich Holz und Metall  
der DGUV [www.dguv.de](http://www.dguv.de)  
Webcode: d544763

Die Fachbereiche der DGUV werden von den Unfallkassen, den branchenbezogenen Berufsgenossenschaften sowie dem Spitzenverband DGUV selbst getragen. Für den Fachbereich Holz und Metall ist die Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM) der federführende Unfallversicherungsträger und damit auf Bundesebene erster Ansprechpartner in Sachen Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit für Fragen zu diesem Gebiet.