

## Konzept zur Gestaltung standardisierter Arbeitsplätze für leistungsgewandelte Mitarbeiter

Sascha ULLMANN<sup>1</sup>, Lars FRITZSCHE<sup>1</sup>, Ricardo SCHÖNHERR<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *imk automotive GmbH, Fachbereich Ergonomie  
Amselgrund 30, D-09128 Chemnitz*

<sup>2</sup> *Volkswagen Sachsen GmbH, Motorenwerk Chemnitz, Industrial Engineering  
Kauffahrtei 47, D-09120 Chemnitz*

**Kurzfassung:** Mit der steigenden Anzahl von Mitarbeitern mit physischen und psychischen Einschränkungen werden konkrete Vorschläge für eine individuelle Arbeitsplatzgestaltung notwendig. Unter Einbeziehung von technischen und organisatorischen Faktoren ist eine Standardisierung von Arbeitsplätzen unter den Prämissen des leistungsgerechten Einsatzes anzustreben. Der Beitrag beschreibt eine Möglichkeit zur wertschöpfenden Integration leistungsgewandelter Mitarbeiter auf Ebene der Arbeitsplatzgestaltung.

**Schlüsselwörter:** Arbeitsplatzgestaltung, Leistungswandlung, demographischer Wandel, Montagesysteme

### 1. Einleitung

Neben dem Einfluss des demografischen Wandels auf die Altersstruktur stehen Unternehmen, insbesondere im produzierenden Gewerbe, vor der zunehmenden Herausforderung der (Re-)integration leistungsgewandelter Mitarbeiter. Diese Mitarbeiter haben körperliche oder psychische Einschränkungen und können nur noch einen Teil der allgemeinen Arbeitsanforderungen bewältigen. Mit der Zielstellung der Schaffung standardisierter Arbeitssysteme und -prozesse, vor allem in der Automobilindustrie, sind auch die leistungsgewandelten Mitarbeiter in diesen Gestaltungsprozess einzubeziehen. Das Ziel ist dabei, die Mitarbeiter nicht nur an sogenannten „Schonarbeitsplätzen“ einzusetzen, sondern sie soweit zu fördern und zu fordern, dass sie weiterhin direkt zur Wertschöpfung beitragen können.

Zur Zielerreichung ist dabei ein Konzept notwendig, welches eine enge Verzahnung zwischen den Voraussetzungen der leistungsgewandelten Mitarbeiter und dem Arbeitsplatz, unabhängig der durchzuführenden Arbeitsaufgabe, ermöglicht. Hierzu wurde ein Projekt mit dem Schwerpunkt der definierten und standardisierten Vorgabe für die Gestaltung einer Arbeitszelle zur Ausführung von Montageaufgaben realisiert.

### 2. Grundanforderungen

#### 2.1 Anforderungen aus Sicht der leistungsgewandelten Mitarbeiter

Leistungsgewandelte Mitarbeiter sind Arbeitnehmer, welche temporär (beispielsweise nach einem Unfall beziehungsweise Krankheit) oder langfristig Einschränkungen der Leistungsfähigkeit aufweisen mit denen sie ihre Arbeitstätigkeit nicht mehr vollständig ausführen können (Rudow et al. 2007). Diese Einschränkungen sind viel-

fällig und treten häufig in Kombinationen auf. Insbesondere ältere Arbeitnehmer sind häufiger von auftretenden Leistungseinschränkungen betroffen (Reinhart & Egbers 2012). Gleichzeitig zeigen Studien, dass ergonomisch günstige Arbeitsgestaltung besonders bei älteren Mitarbeitern mit geringeren krankheitsbedingten Fehlzeiten und Fehlerquoten bei der Montage einhergeht (Fritzsche et al. 2014). Die Tabelle 1 zeigt eine Auswahl der im untersuchten Automobilunternehmen definierten Leistungseinschränkungen und deren Einordnung in drei arbeitswissenschaftlich relevante Gestaltungsebenen.

**Tabelle 1:** Auswahl unterschiedlicher Leistungseinschränkungen und deren Einordnung.

Mögliche Einschränkungen	Gestaltungsebene
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechsel zwischen Sitzen/Gehen/Stehen notwendig</li> <li>• Kein schweres Heben/Tragen</li> <li>• Kein häufiges Beugen/Bücken</li> <li>• Keine Tätigkeiten über Schulterniveau</li> </ul>	Arbeitsplatz
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schichtform (keine Nachtschicht, keine Wechselschicht)</li> <li>• Keine starre Taktbindung</li> </ul>	Arbeitsorganisation
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kein erhöhter Lärmpegel</li> <li>• Keine Vibrationen (Körper, Hand/Arm)</li> </ul>	Arbeitsumgebung

Psychische Einschränkungen (Konzentrationsschwäche, Tätigkeiten ohne Druck/Verantwortung) können nur geringfügig über die Arbeitsplatzgestaltung berücksichtigt werden und sind daher gesondert zu betrachten. Der Einfluss von Umweltfaktoren ist überwiegend arbeitsaufgabenabhängig und muss bereits während der Arbeitsprozessgestaltung einbezogen werden. Im Mittelpunkt des Konzeptes stehen daher die physischen Leistungseinschränkungen, welche durch die Arbeitsplatzgestaltung beeinflusst werden können. Mit dem Ziel, den überwiegenden Teil der leistungsgewandelten Mitarbeiter wieder effizient in Arbeitsprozesse zu integrieren, sind die körperlichen Belastungen am Arbeitsplatz weitestgehend zu reduzieren.

## 2.2 Organisatorische Anforderungen

In Anbetracht der Vielzahl möglicher Montageprozesse und entsprechender Formen der Arbeitsorganisation (Einzelplatzmontage bis hin zu einer verketteten Montagelinie) ist eine hohe Flexibilität der angestrebten standardisierten Arbeitszelle und des zugrundeliegenden Layouts notwendig. Das Ziel ist daher ein modularer Aufbau zur Abbildung unterschiedlicher Formen der Arbeitsorganisation. Hierbei ist auch eine entsprechende Pufferbildung zur Reduzierung der Taktabhängigkeit zu berücksichtigen, da die Einschränkung „keine starre Taktbindung“ häufig auftritt.

## 2.3 Technische Anforderungen

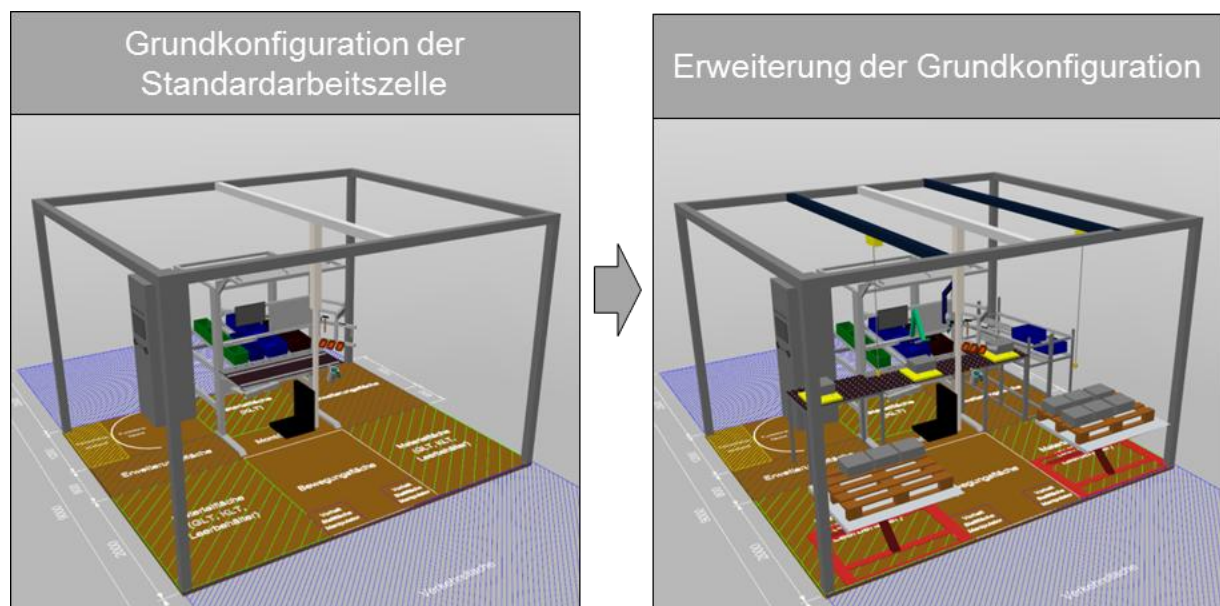
Zur Sicherstellung der Einsatzmöglichkeiten in unterschiedlichen Produktionsbereichen ist ein hoher Standardisierungsgrad notwendig. Die Hauptanforderung ist die Gestaltung des Arbeitsplatzes unabhängig von einer spezifischen Arbeitsaufgabe. Der Arbeitsplatz soll damit universell genutzt werden können. Zusätzlich ist die Integration der Arbeitszelle in die vorhandenen Schnittstellen, beispielsweise die Versorgung mit Medien (Druckluft etc.), an dem jeweiligen Aufstellort zu gewährleisten.

Weitere Vorgaben ergeben sich aus den Anforderungen der Arbeitssicherheit, technischer Normen und Richtlinien (z.B. Arbeitsstättenrichtlinie) sowie weiterer unternehmensspezifischer Standards.

### 3. Ergebnis

Ergebnis der Konzeptionsphase ist ein umfangreiches Lastenheft, das die Bestandteile einer standardisierten Arbeitszelle für leistungsgewandelte Mitarbeiter beschreibt und mögliche Lieferanten benennt. Das entstandene Handbuch dient als Leitfaden für die operative Umsetzung von Arbeitsplätzen zur Integration dieser Mitarbeiter in die Produktionsprozesse. Der Fokus liegt auf den physischen Leistungseinschränkungen und den technischen und arbeitsorganisatorischen Anforderungen (hohe Bauteilvariation, Flexibilität in der Arbeitsaufgabe).

Die standardisierte Arbeitszelle besteht in ihrer grundlegenden Konfiguration aus einem definierten Layout (4.000 x 4.700 mm ohne Verkehrswege), welches mit prozessrelevanten Komponenten modular erweitert werden kann. Die Abbildung 1 zeigt beispielhaft die Erweiterung der grundlegenden Arbeitszelle mit Komponenten zur Durchführung einer Montage mit einem Werkstückträger und entsprechenden Hilfsmitteln (u.a. Hubtisch für Materialeingang und -ausgang) zur Belastungsreduzierung.

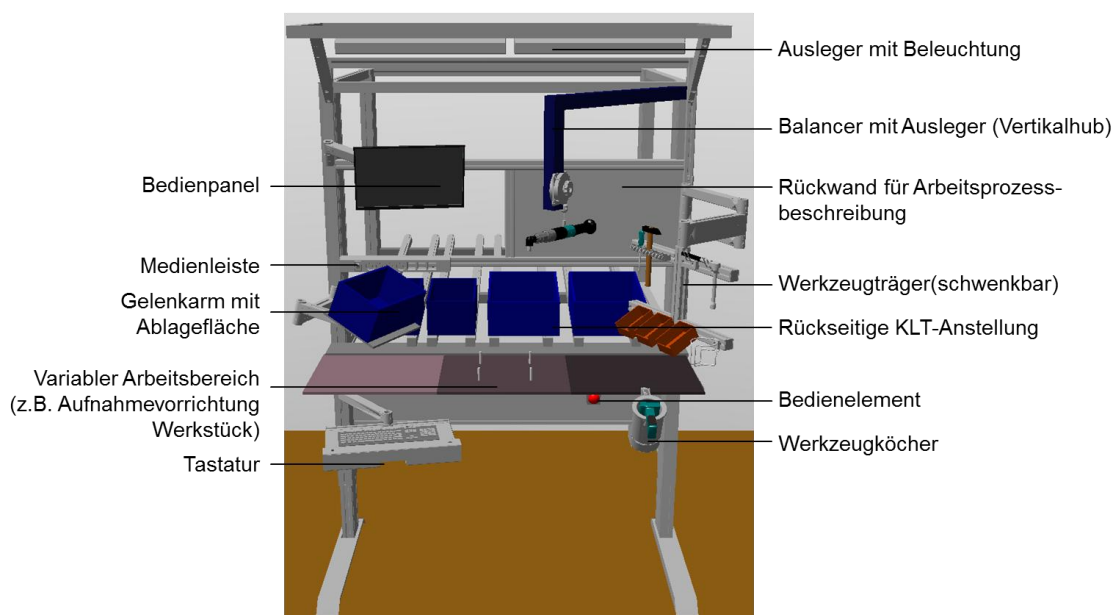


**Abbildung 1:** Grundkonfiguration der Standardarbeitszelle und beispielhafte Erweiterung.

Das Grundlayout der Arbeitszelle stellt bereits die Grundfunktionalität für die Durchführung von Montageaufgaben sicher. Jede standardisierte Arbeitszelle ist mit eigenen Medienanschlüssen, elektrischer Versorgung mit notwendiger Ansteuerung von Schraubtechnik sowie einer arbeitsplatzbezogenen Beleuchtung ausgestattet. Dies gewährleistet eine, von anderen Arbeitsplätzen unabhängige, individuelle Arbeitsplatzkonfiguration. Mit den im Layout vorgesehenen Materialanstell- und Erweiterungsflächen können, je nach Arbeitsaufgabe, weitere Komponenten der Arbeitszelle hinzugefügt werden. Zur Gewährleistung einer Taktunabhängigkeit sind zum Beispiel Pufferflächen für teil- und endmontierte Werkstücke im Layout definiert.

Das Kernelement der Arbeitszelle bildet dabei ein individuell höhenverstellbarer Montagetisch. In Verbindung mit einem portalgeführten Arbeitssitz ist die Arbeitszelle

als kombinierter Steh-/Sitzarbeitsplatz ausgeführt. Eine Integration von Rollenbahnen in das Tischgestell mit der Kombination austauschbarer Modulplatten (z.B. Werkstückaufnahme, Kugelrollenbahnen, Drehteller) ermöglicht eine an die Arbeitsaufgabe individuell angepasste Arbeitsfläche. Alternativ kann die integrierte Rollenbahn den Werkstückträgertransport bei einer vorgegebenen Verkettung von Arbeitszellen sicherstellen. Eine rückseitig an den Montagetisch angebrachte Materialanstellung (höhenverstellbar) gewährleistet eine ergonomisch günstige Entnahmehöhe und Greifweite für Kleinteile. In der Grundkonfiguration ist der Montagetisch mit Werkzeugköchern sowie mit Gelenkarmen für zusätzliche Werkzeug- und Kleineteileablagen ausgestattet. Je nach Anforderung, kann dieser mit zusätzlichen Erweiterungselementen ergänzt werden, zum Beispiel mit Drehmomentabstützungen für Schraubfälle oder zusätzlichen Ablagemöglichkeiten. In der Abbildung 2 ist ein mit Zusatzelementen ausgestatteter Einzelarbeitsplatz zur Montage von kleineren Bauteilen ohne Werkstückträger dargestellt.

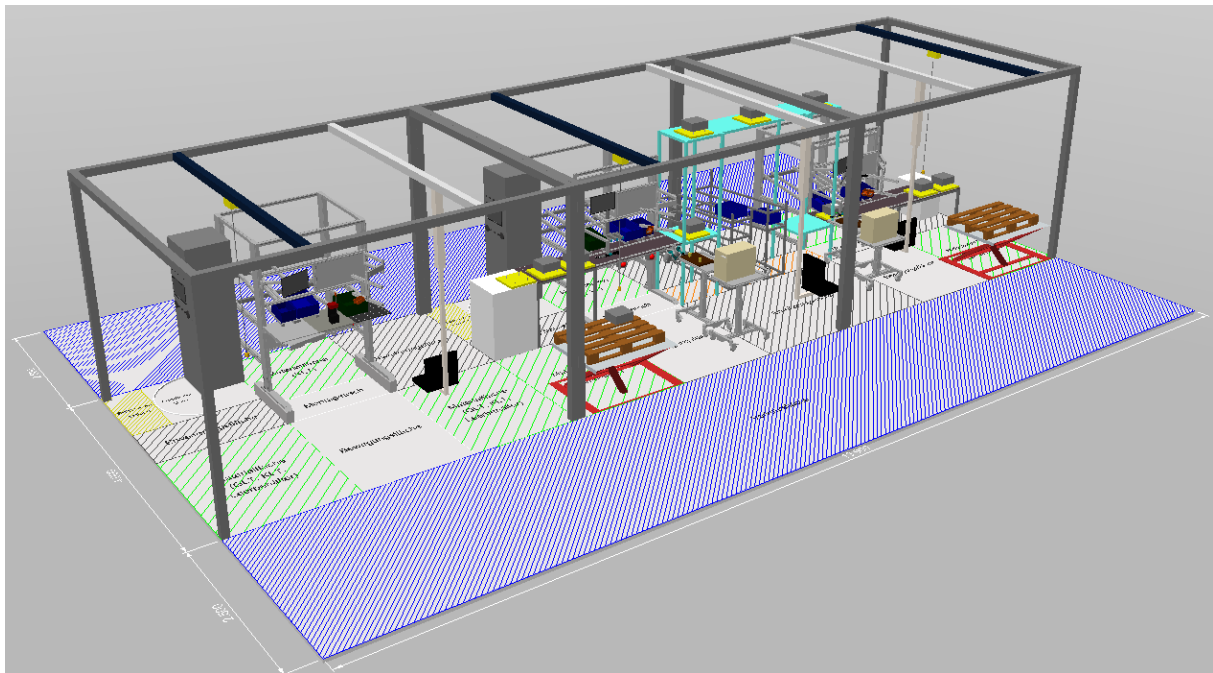


**Abbildung 2:** Beispielhafte Konfiguration des Montagetisches.

Im Konzept sind weitere Gestaltungsempfehlungen definiert, um physische Belastungen prospektiv zu vermeiden. Grundlage bildet hierbei das Screening-Verfahren „Ergonomic Assessment Worksheet“ in der Version 1.3.3 (EAWS, Schaub et al. 2013). Lasten mit einem Gewicht über 3 Kilogramm sind grundsätzlich mit einem Manipulator oder Balancer zu handhaben. Diese können zum Beispiel an der Stahlkonstruktion (Portalbauweise) des Arbeitssitzes befestigt oder an den dafür vorgehaltenen Flächen im Layout säulengebunden ausgeführt werden. Zur Reduzierung stark gebeugter Körperhaltungen wird der Einsatz von Hubtischen/Hubneigegeräten im Materialeingang/-ausgang empfohlen. Belastungen des Hand-Arm-Apparates, insbesondere durch Schraubprozesse mit hohem Drehmoment, sind mit einer geeigneten Abstützung zu verringern. Weitere Empfehlungen betreffen die Materialanstellung mit Durch- und Rücklaufregalen, welche mit zwei Materialzuführebenen ausgestattet sind, die eine Entnahme in ergonomisch günstiger Höhe im Stehen und im Sitzen gewährleisten.

Die Grundkonfiguration und das Layout ermöglichen neben einer Einzelplatzgestaltung auch eine Verkettung von Arbeitsplätzen für komplexere Montageprozesse.

Die Arbeitsplätze können dabei über eine entsprechende Förderstrecke, zum Beispiel mit Hilfe eines Vertikalförderers, verbunden werden. Die folgende Abbildung 3 zeigt ein Beispiel aus der Vormontage von Zylinderköpfen.



**Abbildung 3:** Vormontage Zylinderkopf mit Einspritzventilen in einem verketteten Prozess.

Der erste Arbeitsplatz ist als Einzelplatz für eine Vormontage ausgelegt. Die Förderstrecke zwischen dem zweiten und dritten Arbeitsplatz ermöglicht einen definierten Puffer an Werkstückträgern. Hiermit kann, trotz einer festgelegten Montagereihenfolge über zwei Takte, zwischen den verketteten Arbeitsplätzen eine überwiegende Taktunabhängigkeit gewährleistet werden. Der Umlauf der Werkstückträger kann über eine Rücklaufstrecke oder eingebunden in Logistikprozesse erfolgen.

Alle drei Arbeitsplätze und deren Montageprozesse wurden mit der Planungsmethodik „Editor Menschlicher Arbeit“ digital simuliert und validiert (Fritzsche et al. 2011). Hierbei zeigt die aus dem Menschmodell generierte EAWS-Analyse für alle Arbeitsplätze eine geringe Belastung im niedrigen „grünen“ Bereich (< 10 Punkte). Durch die konsequente Reduktion der Belastungen können an diesem Arbeitsplatz, mit entsprechendem Schutz vor gegebenenfalls vorhandenen negativen Umgebungsbedingungen, nahezu alle leistungsgewandelten Mitarbeiter wertschöpfend eingesetzt werden.

#### 4. Schlussbemerkung

Das beschriebene Konzept definiert einen möglichen Standard für die Gestaltung von Arbeitsplätzen zum wertschöpfenden Einsatz leistungsgewandelter Mitarbeiter in Montageprozessen. Dabei ist die Verwendung nicht nur auf leistungsgewandelte Mitarbeiter beschränkt. Die Arbeitszelle stellt sicher, dass die physischen Belastungen am Arbeitsplatz weitestgehend reduziert und somit auch Mitarbeiter ohne bestehende Leistungswandlung an den Arbeitsplätzen effizient eingesetzt werden können. Auf diese Weise kann der Entstehung von neuen Leistungseinschränkungen, gerade bei gesunden älteren Mitarbeitern, präventiv vorgebeugt werden.

Im nächsten Schritt werden eine prototypische Umsetzung der Standardarbeitszelle und eine Validierung der Vorgaben aus dem Lastenheft angestrebt. Darüber hinaus sollten die Gestaltungsmöglichkeiten und Anforderungen für weitere Gefährdungsfaktoren unternehmens- und branchenunabhängig definiert werden.

## 5. Literatur

- Fritzsche L, Wegge J, Schmauder M, Kliegel M, Schmidt KH (2014) Good ergonomics and team diversity reduce absenteeism and errors in car manufacturing. *Ergonomics* 57 (2): 148-161.
- Fritzsche L, Jendrusch R, Leidholdt W, Bauer S, Jäckel T, Pirger A (2011) Introducing ema (Editor for Manual Work Activities) - A New Tool for Enhancing Accuracy and Efficiency of Human Simulations in Digital Production Planning. In: Duffy V (Ed.) *Digital Human Modeling, HCII 2011, LNCS 6777*. Berlin: Springer, 272-281.
- Reinhart G, Egbers J (2012). Integrating Ability Limitations into Assembly System Design. In: EIMaraghy E (Ed) *Enabling Manufacturing Competitiveness and Economic Sustainability - Proceedings of the 4th International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV2011)*. Berlin: Springer, 35-40.
- Rudow B, Neubauer W, Krüger W, Bürmann C, Paeth L (2007) Die betriebliche Integration leistungsgewandelter Mitarbeiter – ein Arbeits- und Personalprojekt aus der Automobilindustrie. *Arbeit: Zeitschrift für Arbeitsforschung, Arbeitsgestaltung und Arbeitspolitik* 16: 118-131.
- Schaub K, Caragnano G, Britzke B, Bruder R (2013) The European assembly worksheet. *Theoretical Issues in Ergonomics Science* 14 (6): 616-639.