

Nachhaltige Ergonomie für die Logistik

Willibald A. Günthner und Dennis Walch

Die manuellen Tätigkeiten in der operativen Logistik sind seit jeher als körperlich belastend einzustufen. Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels und der tendenziell sinkenden körperlichen Belastbarkeit älterer Mitarbeiter rückt die Ergonomie in den Fokus bei der Gestaltung von Logistiksystemen. Mit der am Lehrstuhl fml entwickelten Berechnungsmethodik zur fortlaufenden Belastungsermittlung ist ein Personaleinsatz nach dem Prinzip des Belastungsausgleiches möglich. Das Warehouse Management System dokumentiert die Vorgänge der Mitarbeiter beim Umsetzen von Lasten und berechnet während des laufenden Betriebes die körperliche Belastung. Hierdurch lässt sich mit arbeitsorganisatorischen Maßnahmen schnell auf Belastungsspitzen reagieren und ein Beitrag zum Erhalt der Erwerbsfähigkeit der Mitarbeiter leisten.

Demographischer Wandel macht auch vor der Logistik nicht halt

Bis zum Jahr 2020 stellt die Alterung des Erwerbspersonenpotenzials die zentrale Herausforderung dar. Die Zahl der 55- bis 64-Jährigen wird bis dahin um 40 % zunehmen. Im Jahre 2050 wird schließlich jeder dritte Erwerbstätige über 50 Jahre alt sein [1] – auch in der Logistik. Der Wandel der Altersstruktur in den Unternehmen geht einher mit der Zunahme an körperlichen Einschränkungen der Mitarbeiter, insbesondere dann, wenn die Erwerbstätigkeit – wie oftmals in Produktion und Logistik – ein Leben lang durch körperliche Belastungen geprägt ist. In Zeiten der Wertschöpfungsorientierung kommt hinzu, dass die Anforderungen an die Mitarbeiter keinesfalls geringer werden. Die Logistik hat diesbezüglich in doppeltem Maße zu leiden. Während in der Produktion Maßnahmen vorangetrieben werden, um dem demographischen Wandel entgegen zu treten, wird die Logistik als nicht wertschöpfende Tätigkeit eher stiefmütterlich behandelt. Zudem sortieren Unternehmen ihre Mitarbeiter oftmals aufgrund des in der Produktion herrschenden Leistungsdrucks der Takt- und Akkordvorgaben aus, um sie in den vermeintlich weniger belastenden Tätigkeiten der Logistik unterzubringen. Dies wirft die Frage auf, ob eine alternde Belegschaft den zukünftigen Anforderungen gerecht werden kann.

Sinkende Belastbarkeit der Mitarbeiter mit zunehmendem Alter

Nach wie vor nimmt der Anteil an Arbeitsunfähigkeitstagen (AU-Tage) aufgrund von Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE) den Hauptteil des Krankenstandes in den Industriebetrieben ein (Bild 1) [2]. Etwa ein Viertel der AU-Tage fallen auf die MSE, wobei unbestritten ist, dass das Handhaben von Lasten erheblichen Anteil am Krankheitsgeschehen hat. In der operativen Logistik tritt dieses Phänomen häufig zu Tage, da die Kommissionierung und das Verpacken von Waren immer noch stark von körperlicher Arbeit in Form der Lastenhandhabung geprägt sind. Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels beginnen die Unternehmen nach und nach zu realisieren, dass die mit zunehmendem Erwerbsalter tendenziell geringere körperliche Belastbarkeit der Mitarbeiter ein Problem darstellen kann, das für die nahe Zukunft zu lösen ist. Um jedoch adäquat mit technischen oder

arbeitsorganisatorischen Maßnahmen reagieren zu können, ist die Belastungssituation der Mitarbeiter in den Betrieben oft intransparent. Zwar gibt es zahlreiche Arbeitsanalyseverfahren, obgleich werden die vorhandenen Methoden nicht konsequent eingesetzt. Zum einen liegt dies an der fehlenden Praktikabilität der Verfahren, die oft kein optimales Verhältnis zwischen Aufwand und Aussagekraft bieten. Zum anderen sind die existierenden Screening-Verfahren meist auf die Bedürfnisse der Montage zugeschnitten (z.B. ABA-Tech, EWAS, APSA). Das heterogene Spektrum der handzuhabenden Lasten sowie die inhomogenen Abläufe in der Logistik erfordern eine Methodik, die einen Einsatz sowohl in der Planung logistischer Systeme als auch im laufenden Betrieb zur Reaktion auf Belastungsspitzen ermöglicht. Insbesondere Letzteres ist in Form einer fortlaufenden Belastungsermittlung sinnvoll, welche die bisherige Aussagekraft der Momentaufnahmen einer Arbeitsanalyse steigert und die durchzuführenden Beobachtungsinterviews obsolet macht. Die Personaleinsatzplanung kann dadurch neben der Kapazitätsplanung auch eine bessere Zuordnung von Fähigkeitsprofil der Mitarbeiter und Anforderungsprofil des Arbeitsplatzes realisieren.

Das richtige Verfahren für die richtige Ergonomie

Der Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) der TU München beschäftigt sich seit gut zwei Jahren im Rahmen des Bayerischen Forschungsverbundes FitForAge mit der altersgerechten Arbeitsgestaltung. Nach den Erkenntnissen des Verbundes ist eine „gesunde“ Arbeitsbelastung des Mitarbeiters anzustreben, die ihn weder über- noch unterfordert. Eine Reduktion hoher körperlicher Belastung ist zwar immer noch Primärziel, doch darf dies nicht dazu führen, dass der Mitarbeiter als Knopfdrücker zum Bediener von Maschinen wird und keine ausgewogene Bewegung und Arbeitslast mehr erfährt. Den Vorzügen seiner flexiblen Einsetzbarkeit ist es zu verdanken, dass der Logistiker nach wie vor nicht aus den Logistikprozessen wegzudenken ist. Entsprechend wird von Seiten der Unternehmen mehr und mehr nach Lösungen gesucht, die den Logistiker bei ihrer Arbeit unterstützen und nicht durch Automatisierung ersetzen. Die Ergebnisse von FitForAge aus mehr als 40 in der Praxis durchgeführten ingenieurs- und verhaltenswissenschaftlichen Arbeitsanalysen weisen fast durchweg eine hohe körperliche Belastung in der Logistik in Bezug auf das Handhaben von Lasten – als *die* typische Tätigkeit – nach. Die in der Praxis bereits weit verbreitete Leitmerkalmethode [3] zur Analyse der objektiv vorhandenen Arbeitsbelastung beim Heben und Tragen von Lasten ermöglicht genau die Bewertung dieses Aspektes. Für die Berechnung in ihrer Grundform

$$\begin{aligned} & (\text{Lastwichtung} + \text{Haltungswichtung} + \text{Ausführungsbedingungswichtung}) \\ & * \text{Zeitwichtung} = \text{Risikowert} \end{aligned}$$

hat der Analyst bei der Beobachtung des realen Arbeitsprozesses die vier Leitmerkmale (Last-, Handlungs-, Ausführungsbedingungs- und Zeitwichtung) zu charakterisieren. Entsprechend gilt es die typische Körperhaltung sowie die Ausführungsbedingungen (Greifbarkeit etc.) zu identifizieren und die umgesetzte Last und deren Anzahl an Hebevorgängen aufzuwerten. Den Leitmerkmalen sind anschließend Punktwerte nach den Vorgaben der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin zuzuordnen. Als Ergebnis der Methode berechnet der Analyst den Risikowert, der eine Einstufung der am Arbeitsplatz vorherrschenden Belastung ermöglicht (Bild 2). Während sich bei Montagearbeitsplätzen aufgrund des

begrenzten Teilespektrums und Arbeitsbereiches meistens eine einfache Bewertung der Leitmerkmale durchführen lässt, ist eine eindeutige Zuordnung z.B. in der Kommissionierung wegen der breiten Kombinationsmöglichkeiten zwischen eingenommener Haltung und umzusetzenden Lastgewicht nicht möglich.

Adaption der Leitmerkmalmethode auf die Anforderungen der Logistik

Um den Anforderungen der operativen Logistik an eine Arbeitsanalyse gerecht zu werden, wurde die Leitmerkmalmethode für den Logistikeinsatz qualifiziert [4]. Eine Inter- sowie Extrapolation der Zeit- und Lastwichtung ermöglicht eine mathematische Formalisierung, die auch den oft sehr hohen Pickzahlen in der Kommissionierung Rechnung trägt. Nach der Grundform der Leitmerkmalmethode ist das für die Tätigkeit repräsentative Lastgewicht zur Belastungsberechnung zu wählen. Für die am Lehrstuhl fml eingesetzte Methodik lässt sich jeder Hub als eine eigene Tätigkeit betrachten, der durch das Gewicht der Greifeinheit, die eingenommene Körperhaltung und die jeweiligen Ausführungsbedingungen beschrieben ist. Jede Teiltätigkeit wird schließlich auf einen Vorgang mit definierter Haltung, Last und Ausführungsbedingung normiert, sodass die Belastung des realen Umsetzvorgangs dem normierten Vorgang (NV) äquivalent ist.

1. $(\text{Lastwi.} + \text{Haltungswi.} + \text{Ausführungswi.}) * \text{Zeitwichtung} =$
Risikowert der Teiltätigkeit
 $= (\text{Lastwi.}_{NV} + \text{Haltungswi.}_{NV} + \text{Ausführungswi.}_{NV}) * \text{Zeitwichtung}_{NV}$
2. $\text{Zeitwichtung}_{NV} \rightarrow \text{Häufigkeit der normierten Teiltätigkeit (Hübe)}$
3. $\sum \text{normierte Teiltätigkeit}_{NV} \rightarrow \text{Gesamtrisikowert}$

Die Summe der normierten Teiltätigkeiten entspricht dann einem Gesamtrisikowert, die die Belastung der heterogenen Teiltätigkeiten wie beispielsweise in der Kommissionierung widerspiegelt (Bild 3). Aufgrund der informationstechnischen Abbildbarkeit der entstandenen Berechnungsmethodik für die Leitmerkmalmethode lassen sich zahlreiche Einsatzfälle erschließen.

Nachhaltige Ergonomie

Mit der Berechnungsmethodik steht das erste Mal ein Ansatz zur Verfügung, Arbeitsanalyseverfahren nachhaltig in die operative Logistik zu implementieren. Bereits in der Planungsphase logistischer Systeme lässt sich in Kombination mit Prozessbeschreibungen wie z.B. über MTM die Mitarbeiterbelastung vor der Realisierung von Kommissionierlagern und -prozessen abschätzen [5]. Der Planer erhält frühzeitig Transparenz über die spätere körperliche Belastung und kann die Kommissioniersystemgestaltung besser unter dem Aspekt der Ergonomie durchführen. Ist das Logistiksystem einmal in Betrieb sind meist nur noch schwer oder mit hohem Aufwand ergonomische Anforderungen integrier- bzw. wirtschaftlich realisierbar. Mit dem beschriebenen Ansatz wird damit zunächst der Präventivgedanke verfolgt, hohe körperliche Belastung zu vermeiden. Anschließend an die Systemrealisierung ist die Transparenz über die Belastungssituation der Mitarbeiter durch den realen Arbeitsprozess gefragt. Auftragschwankungen, inhomogene Prozesse und große Variation an Haltungen und Lastgewichten in den als Tagesdosis vorkommenden Umsetzvorgängen erfordern eine stetige Ermittlung, um auf Belastungsspitzen schnellstmöglich reagieren zu können. Während technische Hilfsmittel den Arbeitsprozess grundsätzlich erleichtern können, können

hier arbeitsorganisatorische Maßnahmen nach dem Prinzip der Job Rotation für eine Belastungsverteilung über die Mitarbeiter sorgen. Das folgende Szenario zeigt einen möglichen Verlauf des Arbeitstages eines Logistikers.

Heben verboten – Job Rotation bis zur Belastungsgrenze

Herr Mayer ist 52 Jahre und arbeitet seit 10 Jahren bei einem Logistikdienstleister als Kommissionierer. In seiner Vorzeit ursprünglich als Landwirt tätig, war sein Arbeitsleben schon immer durch körperliche Belastung geprägt. Durch seine hohe Trainiertheit war Herr Mayer die Belastungen in seinem Arbeitsumfeld gewöhnt, klagt aber nach und nach mehr über Rückenschmerzen. Das Unternehmen seinerseits merkt, dass Herr Mayer ungewollt hinsichtlich seiner Pickleistung abfällt und ab und zu etwas Erholung braucht. Als gewissenhafter Mitarbeiter, der sich sehr gut im Lager auskennt, steht derzeit jedoch keine andere Beschäftigungsmöglichkeit für Herrn Mayer parat, die einerseits seiner Qualifikation gerecht wird und andererseits die notwendige Entlastung bringt.

Unabhängig davon hat das Unternehmen festgestellt, dass die Anzahl an AU-Tagen seit Jahren zunimmt. Auch der Altersschnitt steigt, da aufgrund der angespannten wirtschaftlichen Situation der Branche weniger Mitarbeiter im Unternehmen eingestellt wurden. So wurde nach neuen Lösungen gesucht, um die Arbeit ergonomischer zu gestalten ohne hohe Investitionen zu tätigen. Eine Prozess- und Arbeitsplatzoptimierung hat immerhin prozessbedingte Mehrfachhübe von Artikeln eliminiert. Dennoch herrscht keine Transparenz über die tatsächliche Belastungssituation der vorwiegend körperlich tätigen Mitarbeiter. Mit der Einführung der fortlaufenden Belastungsermittlung steht dem Personaleinsatzplaner ein Werkzeug zur Verfügung, um die Arbeitsbelastung in der Kommissionierung adäquat zu verteilen. Zu jedem Pick, den Herr Mayer macht, wird vom Warehouse Management System ein Risikowert berechnet. Dieser setzt sich aus dem umgesetzten Gewicht und den Ausführungsbedingungen am Entnahme- sowie Abgabeort zusammen. Die typische Körperhaltung, die Herr Mayer beim Kommissionieren des jeweiligen Artikels einnimmt, definiert sich über Aufnahme- und Abgabehöhe des Lagerfachs bzw. seines Kommissionierwagens. Dem Lagerfach ist hierzu systemseitig die Körperhaltung zugeordnet. Durch den Auftragsforcast lässt sich Herrn Mayers Endbelastung am Arbeitstag vorhersehen. Der Personaleinsatzplaner sieht, dass Herr Mayer heute den für ihn festgesetzten Gesamtrisikowert überschreiten wird. Ihm bleibt nun die Option, Herrn Mayer in einen Kommissionierbereich niederer Belastung zuzuteilen oder Herrn Mayer mit Aufträgen mit geringerem Lastgewicht, besserer ergonomischer Zugänglichkeit und geringerer Anzahl an Positionen zu versorgen. Zudem kann Herr Mayer zeitweise mit einem Mitarbeiter aus der Verpackung tauschen, da dort weniger Gewichte umzuheben sind. Langfristig gesehen verspricht sich das Unternehmen zum Erhalt der Erwerbsfähigkeit seiner Mitarbeiter beizutragen. Das heißt auch, die Mitarbeiter hinsichtlich der richtigen Körperhaltung beim Umsetzen von Lasten zu schulen, sodass das Heben und Tragen auf die richtige Weise durchgeführt wird.

Belastungsdosimeter im Pick-by-Vision

Der Lehrstuhl fml hat zu Demonstrationszwecken die Berechnungsmethodik nach der Leitmerkmalmethode für die operative Logistik in das am Lehrstuhl entwickelte Pick-by-Vision [6] integriert (Bild 4). Während der Kommissionierung trägt der Mitarbeiter in Head Mounted Display, das ihm alle für die Kommissionierung erforderlichen

Daten situativ zur Verfügung stellt. Dabei hat der Mitarbeiter beide Hände für die Kommissionierung frei. Zusätzlich zu den Auftragsdaten bekommt der Mitarbeiter seinen aktuellen Risikowert in Bezug auf die Belastung beim Handhaben von Lasten mitgeteilt. Am Lehrstuhl fml wurden hierzu verschiedene Darstellungsarten realisiert (Bild 5). Die Darstellung lässt sich ebenso an jedem anderen Bildschirm visualisieren. Im Fall des Pick-by-Vision legt nicht der Personaleinsatzplaner oder Meister die Job Rotation fest, sondern der Kommissionierer organisiert sich mit seinen Kollegen selbst, wann ein Wechsel der Arbeit erforderlich ist.

Die weiteren Schritte zur Online-Belastungsermittlung

Mit der beschriebenen Berechnungsmethodik nach der Leitmerkmalmethode für das Heben von Lasten und dem im Pick-by-Vision dargestellten Beispiel einer Online-Belastungsermittlung und -visualisierung ist der erste Schritt zu einem Belastungsausgleich für manuelle Tätigkeiten getan. Der Einsatzfall für den laufenden Betrieb wird Denkanstöße für die Arbeitswelt liefern, z.B. ein belastungsorientiertes Entlohnungs- oder Arbeitszeitmodell zu entwickeln. In einem weiterführenden Forschungsprojekt gilt es ein neues Verfahren zur Arbeitsanalyse in der operativen Logistik zu entwickeln, das zusätzlich zum Handhaben von Lasten weitere für die Tätigkeiten in der Logistik relevanten Belastungsparameter definiert und Möglichkeiten einer aufwandsarmen Erfassung im laufenden Betrieb gewährleistet. Dabei soll in Abhängigkeit von für die Industrie relevanten Kommissionierszenarios der Einsatz von Tracking-Technologien zur Erfassung von Belastungsparametern geprüft werden. Ziel ist es,

- die Akzeptanz von Arbeitsanalysen für die Belastungsermittlung von Tätigkeiten der operativen Logistik zu steigern,
- die Transparenz über die Belastungssituation und -verläufe der Mitarbeiter durch technische Integration und Visualisierung zur Abschätzung einer langfristigen Schädigung der Mitarbeiter zu erhöhen,
- zur Reduktion von typischen in der Logistik auftretenden Berufskrankheiten (wie MSE) und damit einhergehend der Verringerung von AU-Tagen und Vermeidung von langfristig gesundheitlichen Schädigungen beizutragen.

Langfristig soll so der Erhalt der Erwerbsfähigkeit der Logistiker unterstützt werden, sodass auch in Zukunft unabhängig von der Altersstruktur eine leistungsfähige Belegschaft zur Verfügung steht, die in Zeiten der Wertschöpfungsorientierung die an sie gestellten Anforderungen erfüllen kann.

Bild 1: Prozentuale Anteile der Ursachen für Arbeitsunfähigkeitstage nach [2]

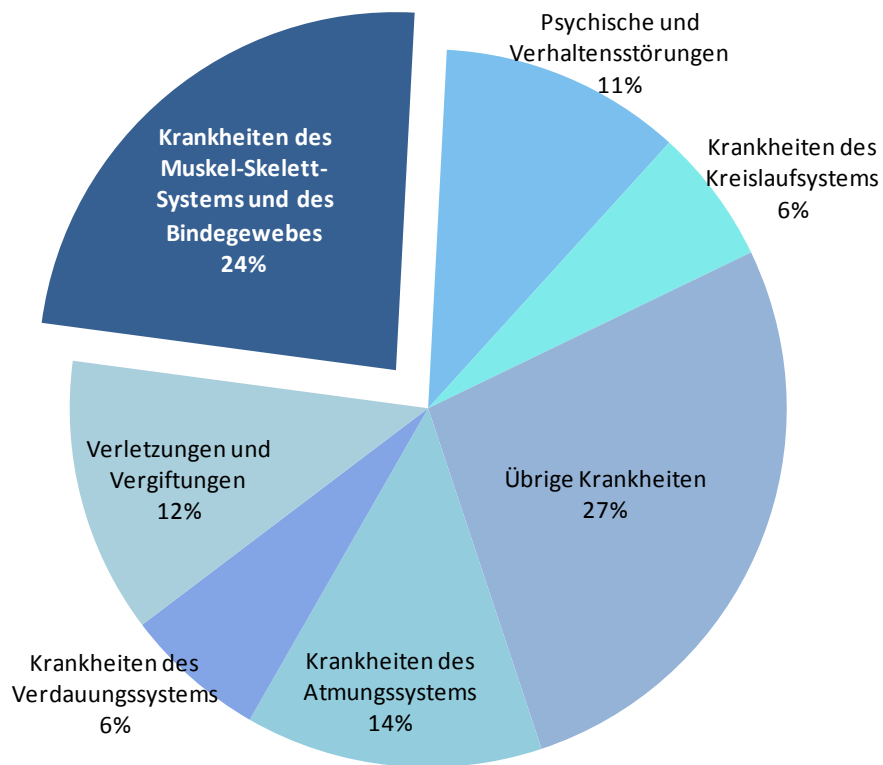


Bild 2: Interpretation des Gesamtrisikowerts nach der Leitmerkmalmethode [3]

Risiko-bereich	Punktwert	Beschreibung
1	<10	Geringe Belastung, Gesundheitsgefährdung durch körperliche Überbeanspruchung ist unwahrscheinlich.
2	10 bis <25	Erhöhte Belastung, eine körperliche Überbeanspruchung ist bei vermindert belastbaren Personen möglich.
3	25 bis <50	Wesentlich erhöhte Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist auch für normalbelastbare Personen möglich.
4	≥50	Hohe Belastung, körperliche Überbeanspruchung ist wahrscheinlich. Gestaltungsmaßnahmen sind erforderlich.

Bild 3: Berechnung der Leitmerkmalmethode über normierte Teiltätigkeiten

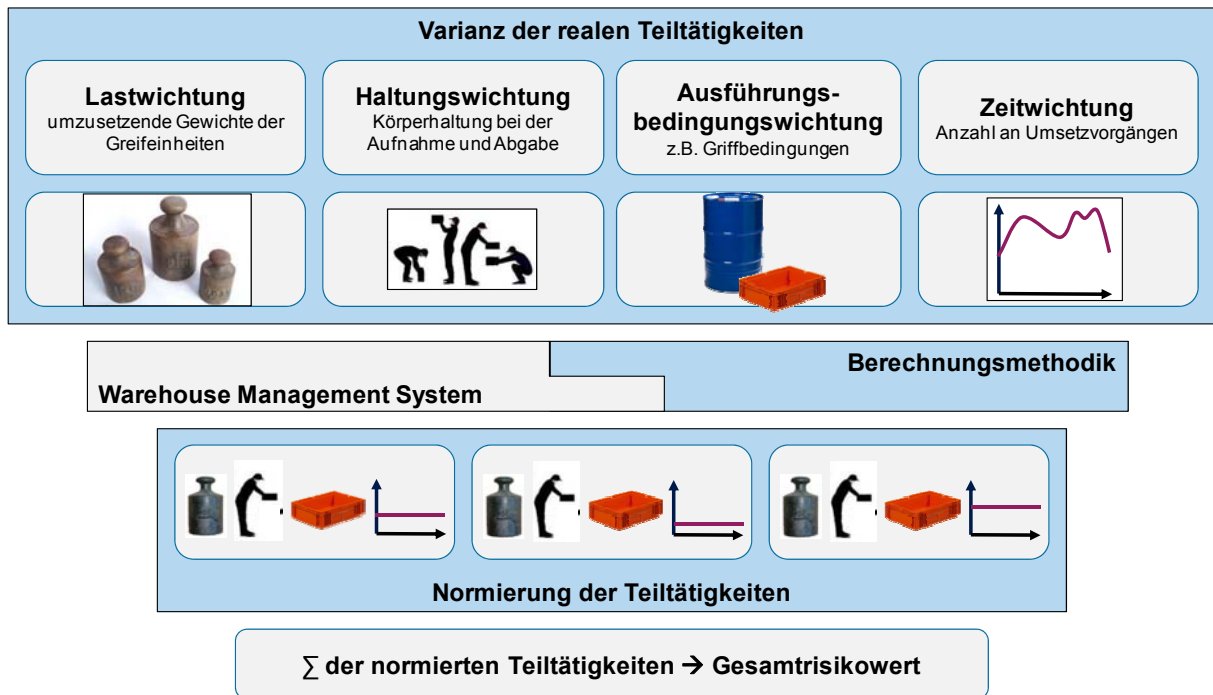


Bild 4: Beispiel eines Belastungsdosimeters, integriert im Pick-by-Vision

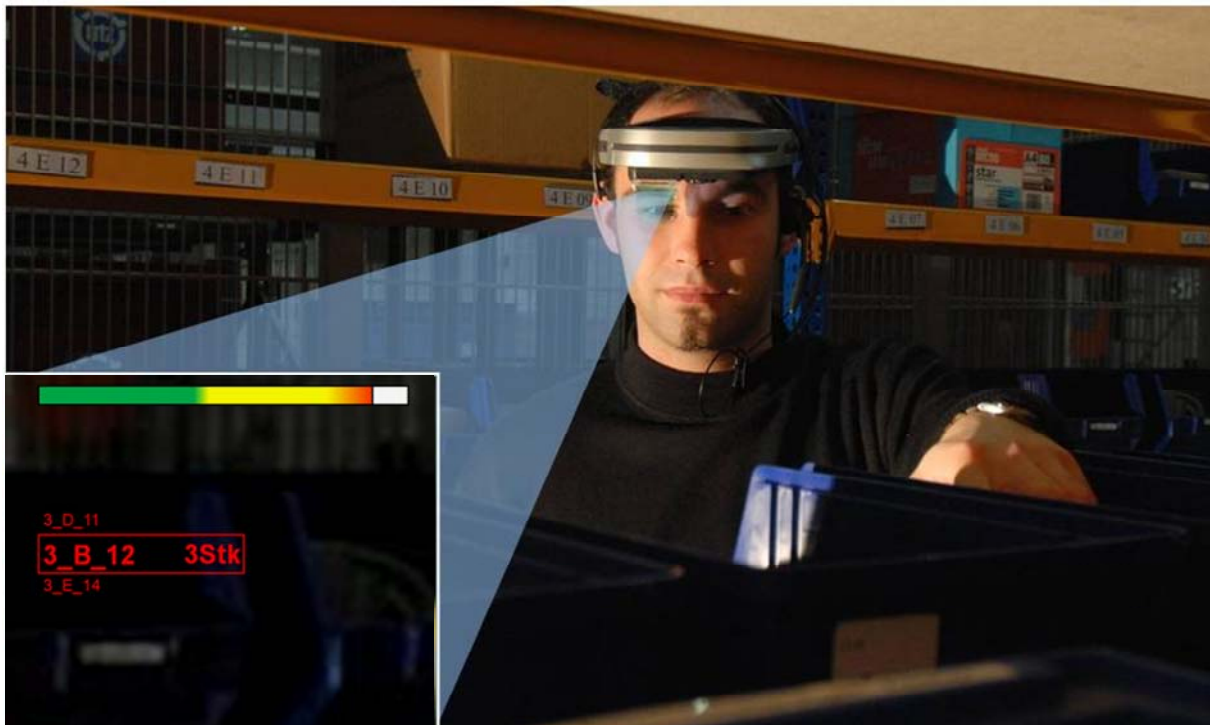
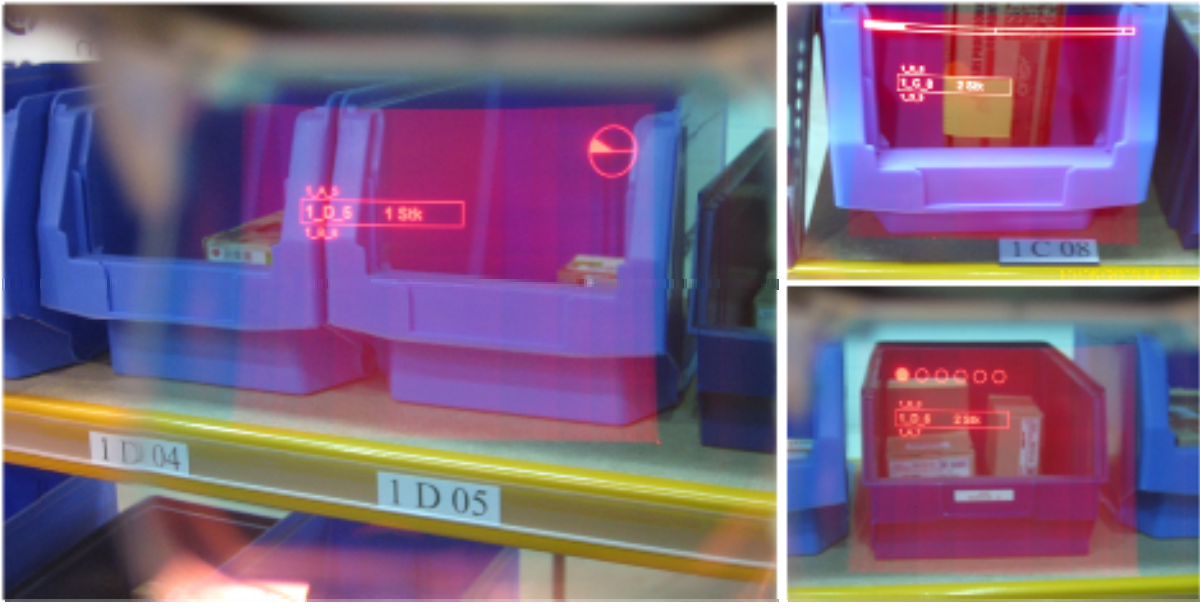


Bild 5: Am Lehrstuhl fml realisierte Varianten der Belastungsvisualisierung in einem monochromen Head Mounted Display



Autorenvita:

Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik
Technische Universität München
Boltzmannstraße 15
85748 Garching b. München

Dipl.-Ing. Dennis Walch

Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Projektbearbeiter im Bayerischen Forschungsverbund
FitForAge

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wi.-Ing. Willibald A. Günthner
Ordinarius/Lehrstuhlinhaber

Literatur:

[1] Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB): Materialsammlung
Fachkräftebedarf der Wirtschaft, 2007.

[2] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA): Volkswirtschaftliche
Kosten durch Arbeitsunfähigkeit 2007, 2007.

[3] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) und Länderausschuss
für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI): Handlungsanleitung zur Beurteilung
der Arbeitsbedingungen beim Heben und Tragen von Lasten. Schergow:
Druckhaus Schergow, 2001.

[4] Walch, D.; Günthner, W. A.: Belastungsermittlung für Handhabungsprozesse in
der Logistik – Ein Beitrag zur alternsgerechten Arbeitsgestaltung. In: Industrial
Engineering – Fachzeitschrift des REFA-Verbandes, 62.Jahrgang, Ausgabe 3-2009,
Darmstadt, ISSN 1866-2269; S. 30-33.

[5] Walch, D.; Galka, S.; Günthner, W. A.: Zwei auf einen Streich – Integrative
Planung von Kommissionierprozessen durch die Kombination von MTM und der
Leitmerkalmethode. In: Landau, K. (Hrsg.): Produktivität im Betrieb. Stuttgart:
Ergonomia Verlag, 2009, ISBN 978-3-93509-15-5; S.249-253.

[6] Reif, R., Günthner, W. A.: Pick-by-Vision: Augmented Reality supported Order
Picking. In: The Visual Computer - International Journal of Computer Graphics,
Volume 25, Number 5-7, Mai 2009; S. 461-467.