

# A II-1 Belastungs- und Beanspruchungskonzept

B. ROBBACH, K.I. LÖFFLER, O. MAYER-POPKEN, J. KONIETZKO, H. DUPUIS

## Zusammenfassung

In dem Belastungs-Beanspruchungskonzept nach Rohmert (1984) versteht man aus arbeitsmedizinischer Sicht unter Belastungen die Gesamtheit aller Bedingungen, die bei der Arbeit auf den Menschen einwirken können. Hierbei kann zwischen verschiedenen beruflichen Belastungsarten wie z.B. physikalischen Belastungen (Lärm, Schwingungen, Kräfte etc.), chemischen Belastungen (Lösungsmittel, Reizgase etc.) oder psychosozialen Belastungen (Zeitdruck, Monotonie etc.) unterschieden werden. Von der Belastung sind Beanspruchungen zu differenzieren, wobei sich Beanspruchungen auf die Gesamtheit aller Auswirkungen der bei der Arbeit auftretenden Belastungen beziehen. In Abhängigkeit von individuellen Einflussfaktoren und Gegebenheiten kann jedoch eine gleich hohe Belastung bei verschiedenen Personen zu unter-

schiedlich hoher Beanspruchung führen. Die verantwortlichen individuellen Voraussetzungen beziehen sich u.a. auf intellektuelle und somatische Fähigkeiten und Eigenschaften, auf die subjektive Einstellung zur Arbeit oder auf den Gesundheitsstatus. Im Folgenden wird detailliert und beispielhaft auf die Anwendung des Belastungs-Beanspruchungskonzepts bei physikalischen, psychosozialen und chemisch-toxischen Einwirkungen eingegangen. In der arbeitsmedizinischen Tätigkeit sollte berücksichtigt werden, dass zwar aus didaktischen Gründen zwischen verschiedenen Belastungsarten unterschieden wird, diese jedoch zusammenwirken und darüber hinaus der arbeitende Mensch aufgrund seiner individuellen Gegebenheiten aktiv in die Beziehung zwischen Belastung und Beanspruchung einwirkt.

## Einleitung

Die durch das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) geforderte prospektive wie kontinuierliche Ermittlung von Gefährdungen am Arbeitsplatz („Gefährdungsbeurteilung“) stellt eine wesentliche Voraussetzung zur Vermeidung arbeitsbedingter Unfälle und Gesundheitsgefahren dar. Die Ermittlung und Bewertung tätigkeitsbedingter Gefährdungen aus medizinischer Sicht ist eine der zentralen Aufgaben des Betriebsarztes. Für eine kompetente Bewertung sind Kenntnisse sowohl über den speziellen Arbeitsplatz als auch über den an diesem Arbeitsplatz beschäftigten Menschen unerlässlich. Eine pauschale, etwa ausschließlich am klassischen Berufsbild ausgerichtete Ableitung von möglichen Gefährdungen wird der Situation dabei in den seltensten Fällen gerecht. So führten insbesondere in den letzten Jahren Veränderungen bezüglich der gesellschaftlichen, technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen im Bereich der Erwerbsarbeit zu neuen Aufgabenfeldern, Arbeitsanforderungen und Belastungsstrukturen (Wieland 2000). Das Belastungs-

spektrum hat sich in den neuen Arbeits- und Organisationsformen (Anstieg kommunikativer und kooperativer Arbeitsformen, Verlagerung von rein industriellen Tätigkeiten zu stärker dienstleistungs- und kommunikationsorientierten Arbeitsinhalten) erheblich erweitert und macht somit eine stets aktuelle, individuelle und ganzheitliche Betrachtungsweise der auf den Menschen einwirkenden Arbeitsplatzinflüsse notwendig.

Da es sich bei der Betrachtung des „arbeitenden Menschen“ nicht stets um das gleiche Individuum handelt, ergeben sich zwangsläufig Unterschiede in Bezug auf die individuellen Voraussetzungen zur Verrichtung menschlicher Arbeit. Diese Unterschiede können sowohl zwischen verschiedenen Personen (interindividuell), aber auch innerhalb ein und derselben Person (intraindividuell) zu verschiedenen Zeitpunkten bestehen. Sie betreffen u.a. Eigenschaften, Fähigkeiten, Fertigkeiten, Motivation und den gesundheitlichen Status. Für diese indivi-

duellen Voraussetzungen wird in der neueren Literatur auch der Begriff der individuellen Ressourcen verwendet (Hobfoll 1989).

Bei der Betrachtung des Prozesses menschlicher Arbeit und möglicher damit einhergehender Gefährdungen ist es sinnvoll, Ursachen und Wirkungen auch begrifflich voneinander zu trennen, um deren Beziehungen klar zu verdeutlichen.

Mit dem Belastungs-Beanspruchungskonzept hat Rohmert (1984) für die Zusammenhänge zwischen Arbeitsaufgabe und Arbeitsumgebung auf der einen und Auswirkungen auf den Menschen auf der anderen Seite einige allgemeingültige begriffliche Definitionen vorgeschlagen. Diese wurden zwischenzeitlich in weiten Bereichen der Arbeitsmedizin und Arbeitswissenschaft eingeführt und aufgrund der Veränderungen der Anforderungs- und Belastungsstrukturen in neuen Arbeits- und Organisationsformen kontinuierlich erweitert. In dem ursprünglichen Belastungs-Beanspruchungsmodell nach Rohmert (1984) wurden die Begriffe „Belastung“ und „Beanspruchung“ in Analogie zur Terminologie der Mechanik abgeleitet. *Abbildung 1* soll dies veranschaulichen.

Wird auf ein bestimmtes Material, z. B. auf ein Stahlblech, ein bestimmtes Gewicht aufgelegt, kommt es zu einer „äußeren“ Belastung dieses Materials. Als Folge dieser Belastung treten in Abhängigkeit von der „inneren“ Qualität (Eigenschaften) des Materials strukturelle Veränderungen innerhalb dieses Materials auf, die in diesem Falle zur Durchbiegung des Blechs führen und die als „Beanspruchung“ des Materials bezeichnet werden. In Abhängigkeit von individuellen Voraussetzungen und Gegebenheiten kann die gleiche Belastung zu unterschiedlichen Beanspruchungen führen (*Abb. 1*).

Diese Betrachtungsweise lässt sich auf das „System“ Mensch am Arbeitsplatz übertragen. Als Belastung gilt in diesem Zusammenhang die Gesamtheit aller Bedingungen, die bei der Arbeit auf den Menschen einwirken. Die individuellen Auswirkungen dieser Belastung im Menschen in Abhängigkeit von dessen Eigenschaften und Fähigkeiten werden dagegen als „Beanspruchungen“ bezeichnet. Eine entsprechende Begriffsdefinition findet sich auch unter DIN 33400. Von zentraler Bedeutung ist hierbei die Differenzierung zwischen den Ursachen (Belastung) und Wirkungen (Beanspruchung) der Arbeitsprozesse.

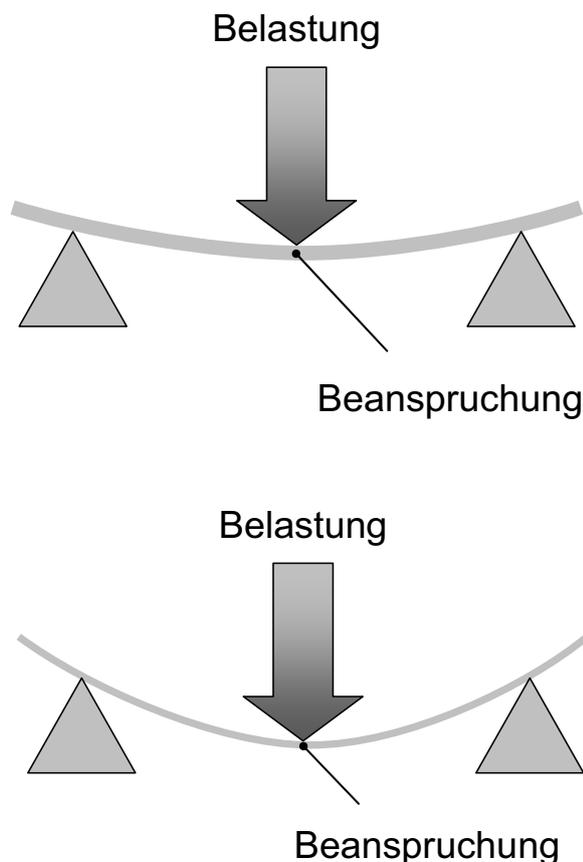


Abb. 1: Belastung bewirkt Beanspruchung (Terminologie beider Begriffe)

Diese Zusammenhänge sind in *Abbildung 2* schematisch dargestellt, wobei dieses Modell als Grundmodell für alle weiteren Betrachtungen gelten kann. Wenn in dem Grundmodell die Begriffe „Belastung“ und „Beanspruchung“ in der Pluralform verwendet werden, so soll damit zum Ausdruck kommen, dass es sich um eine Vielzahl von Ursachen und Wirkungen handelt. Sinngemäß ähnliche begriffliche Formulierungen sind von verschiedenen Autoren geprägt worden. So bedeutet nach Laurig (1979) *Belastung* „die Gesamtheit der bei einer Arbeit direkt oder indirekt bestehenden oder entstehenden Bedingungen, die Auswirkungen auf den Menschen haben können“. *Beanspruchung* bedeutet dagegen „die Gesamtheit der durch die individuellen Eigenschaften des einzelnen Menschen bedingten, in diesem und für diesen entstehenden Auswirkungen der Arbeit und Situation“. Beanspruchung bezeichnet demnach die spezifische Inanspruchnahme des Menschen durch die Arbeit und die Situation. Im

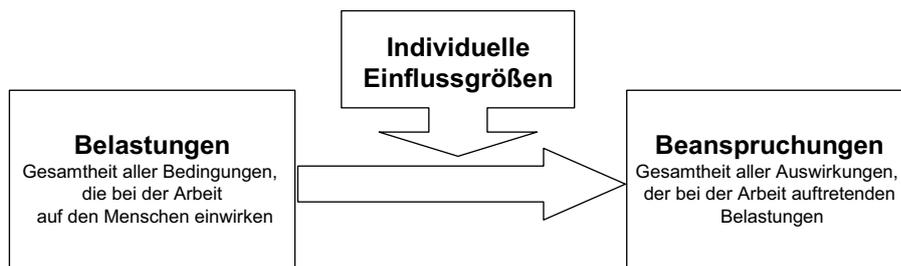


Abb. 2: Grundmodell zu dem Zusammenhang zwischen Belastungen, individuellen Einflussgrößen und Beanspruchungen

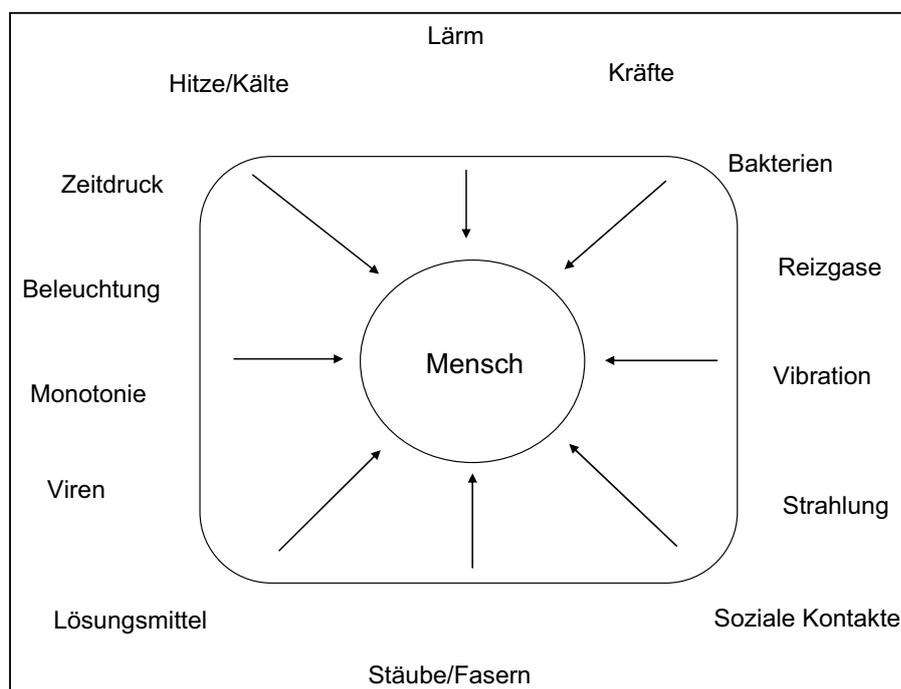


Abb. 3: Ausgewählte Belastungen am Arbeitsplatz

Englischen finden die Bezeichnungen „stress“ für die Belastung und „strain“ für die Beanspruchung Anwendung.

## Belastungen

Hinsichtlich der Belastungen ergibt sich, dass alle Einflüsse aus den Gebieten der Arbeitsaufgabe, einschließlich Arbeitsgegenstand, Arbeitsorganisation und Arbeitsmittel sowie der Arbeitsumgebung Berücksichtigung finden müssen. Die zumeist vielfältigen und oftmals gleichzeitig auftretenden Teilbelastungen lassen sich jedoch, zumal sie mit verschiede-

nen Dimensionen erfasst werden, in der Regel nicht zu einer quantifizierbaren Gesamtbelastung bündeln (Abb. 3).

Nicht zuletzt die Vielzahl potenzieller Einwirkungen am Arbeitsplatz unterstreicht die Bedeutung einer differenzierten Analyse der individuell auftretenden Belastungen. Über die Betrachtung von rein arbeitsbedingten Einflüssen hinaus sollten in einer entsprechenden ärztlichen Beurteilung auch relevante außerberufliche Einflussfaktoren wie z.B. familiäre Probleme Berücksichtigung finden.

## Berufliche Belastungsarten

Eine Kategorisierung der am Arbeitsplatz auftretenden Teilbelastungen ist auf verschiedene Weisen denkbar. So findet sich häufig eine Gruppierung von Belastungen nach der Art der Einwirkung. Ein Beispiel hierfür wäre etwa die Unterscheidung u. a. in chemische, physikalische oder psychosoziale Belastungen.

Nach Rohmert (1983, 1984) können Belastungen aber auch hinsichtlich ihrer Quantifizierbarkeit unterschieden werden. So gibt es Belastungen, die mit naturwissenschaftlich-technischen Methoden quantitativ erfassbar und an der Stelle ihrer Einwirkung auf den Menschen zu messen sind. Hierzu zählen z. B. Lufttemperatur, akustische (Lärm) und mechanische (Vibrationen) Schwingungen und chemische Substanzen. Zur Erfassung dieser Belastungsfaktoren kommen daher vorwiegend physikalische oder chemische Messgrößen (z. B. Lux,  $\text{cd/m}^2$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{m/s}^2$ , ppm) in Frage. Manche Messgrößen sind bereits im Hinblick auf die Wirkung auf den Menschen korrigiert worden, z. B. dB(A) als der gemäß der frequenzabhängigen Wirkung auf den Menschen bewertete Schalldruckpegel oder Sievert (Sv) als Maß der Strahlenäquivalentdosis. Belastungsgrößen, die den Arbeitsumweltbedingungen zuzuordnen sind, werden im Bereich des Umweltschutzes auch „Immissionen“ genannt.

Weiter gibt es Belastungen, die keiner naturwissenschaftlich-technischen Analyse zugänglich sind. Sie treten in Bereichen der Arbeitsorganisation – wie etwa bei der Arbeit unter Zeitdruck – der sozialen Umwelt – wie etwa bei den Problemen der Gruppenarbeit – und bei Arbeitsaufgaben auf, die mit Informationsaufnahme, -verarbeitung und -umsetzung verbunden sind.

Eine weitere Möglichkeit der Kategorisierung ergibt sich aus der Unterscheidung in aufgabenspezifische und situationsspezifische Teilbelastungen. Als aufgabenspezifisch werden dabei alle Ausprägungen von energetischer und informatorischer Arbeit angesehen, während die chemische, die physikalische und die soziale Umgebung situationsspezifische Teilbelastungen darstellen (Rohmert 1983, 1984).

## Belastungshöhe und Belastungsdauer

Für eine Beschreibung von Teilbelastungen müssen sowohl die „Belastungshöhe“ H (Intensität) als auch „Belastungsdauer“ T (Zeit) in Betracht gezogen werden (Laurig 1992). Allgemein lässt sich formulieren, dass jede Teilbelastung eine Funktion der Belastungshöhe und der Belastungsdauer ist. Die Verknüpfung von Belastungshöhe H und Belastungsdauer T zur Ermittlung einer äquivalenten Belastung ist für viele Belastungsgrößen bzw. Belastungsfaktoren noch nicht bekannt, für eine Reihe von chemischen Schadstoffen dagegen immerhin soweit untersucht, dass sich zeitabhängige maximale Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK-Werte) ableiten lassen. Treten an einem Arbeitsplatz mehrere Teilbelastungen auf, so ist neben den Größen H und T auch die durch die Uhrzeit bestimmte Belastungszeit von Bedeutung. Diese entscheidet darüber, ob es zum gleichzeitigen Auftreten von Teilbelastungen kommt, wobei prinzipiell indifferente, kompensatorische oder kumulative Effekte denkbar sind (Bokranz u. Landau 1991, zitiert aus ILO-Enzyklopädie). Während die Wirkungen einzelner Teilbelastungen auf den Menschen seit vielen Jahren Gegenstand intensiver Forschungen im Bereich der Arbeitsmedizin sind, wurden die komplexeren Auswirkungen von Kombinationsbelastungen bisher nur in Ansätzen untersucht.

## Beanspruchungen

Der menschliche Organismus reagiert auf Belastungen mit Umstellungsprozessen. Man kann in diesen Umstellungsprozessen Anpassungs- und/oder Abwehrvorgänge sehen. Sie haben ihre biologischen Grenzen. Werden diese überschritten, dekompensieren die jeweiligen Organe. Es entstehen Organschäden bzw. Krankheiten. In *Abbildung 4* wird dieser Prozess von Umstellung und Dekompensation deutlich.

Grundsätzlich lassen sich alle Formen der Beanspruchung in dieses Schema einordnen: Knochenbrüche durch traumatische Belastungen, Stimmungslagen bei seelischen Belastungen, Herzfrequenzen bei Muskelarbeit, biochemische Parameter bei Schadstoffbelastungen usw. In jedem Fall wird der Organismus zunächst versuchen, sich mit der Belastung auseinanderzusetzen und erst nach ausreichend hoch dosierter Weiterwirkung dekompensieren.