

Preconditions for Ergonomic Working Places '2021

Voraussetzungen für den ergonomischen Arbeitsplatz '2021

Svetla Ivanova-Vassileva

Industrial Design, Technical University of Sofia
Sofia, Bulgaria, vassileva@fdiba.tu-sofia.bg

Abstract — This paper describes the typical preconditions for the ergonomic working place based on the load-stress-concept, paying special attention to physical and psychological aspects. Specific recommendations like modularity, transformability and multifunctionality are introduced as obligatory requirements of great number of online workplaces. The importance of user and functional analyses is emphasized to obtain quality of the working space. Current trends for ergonomic working environment design are presented. An example for ergonomic design of a student dormitory room based on bachelor assignments is given.

Zusammenfassung — Dieser Artikel beschreibt die typischen Voraussetzungen für den ergonomischen Arbeitsplatz nach dem Belastungs-Beanspruchungs-Konzept, indem besondere Aufmerksamkeit auf die physischen und psychischen Aspekte gerichtet wird. Spezifische Empfehlungen wie Modularität, Transformierbarkeit und Multifunktionalität werden als Pflichtenforderungen an eine große Anzahl der Arbeitsplätze für Online-Arbeit vorgestellt. Ein Hinweis auf die Bedeutung von Benutzer- und Funktionsanalyse wird hingewiesen, um eine gute Qualität des Arbeitsumfelds zu erreichen. Es werden aktuelle Tendenzen zur Gestaltung vom ergonomischen Arbeitsumgebung vorgestellt. Es wird ein Beispiel für die ergonomische Gestaltung eines Studentenwohnheimraums anhand von Bachelorarbeiten gegeben.

I. EINFÜHRUNG

Am Anfang der Corona-Pandemie hatte die Telearbeit einschl. der Arbeit im Homeoffice sowie des Online-Lernens und Studierens einen wesentlich niedrigeren Anteil an den menschlichen Tätigkeiten. Dann wurde die extreme Zunahme der Online-Tätigkeiten im Jahr 2020 als eine vorübergehende, zeitlich begrenzte Maßnahme in der Arbeitsorganisation betrachtet. Inzwischen hat sich diese Arbeits- und Bildungsform als ein stabiler Trend erwiesen und ein relevanter Bestandteil unseres Lebens. Infolge dieser Tendenzen sind neben den klassischen ergonomischen Anforderungen an Raum, Lage und Anordnung, Arbeitsmöbel, Arbeitsmittel wie Computer, Arbeitssystem, die von den deutschen Wissenschaftlern und Organisationen gründlich und systematisch analysiert werden [1,2,3], sowie die Berücksichtigung des Belastungs-Beanspruchungs-Konzeptes [1,4] für eine erfolgreiche Arbeitsplatzgestaltung '2021 zu betrachten, aber auch die Behandlung dieses Arbeitsplatzes als Teil des Lebensumfelds des Arbeitnehmers, die Notwendigkeit, den vom jeweiligen Wohn- bzw. Arbeitsraum abzugrenzen und oder zu integrieren sowie gegebenenfalls mit anderen Nutzern dieses Raumes oder Teilen davon zu teilen. Dieses Gebiet hat zunehmende Relevanz in den arbeitswissenschaftlichen Forschungen. Und in der dynamischen Entwicklung der Welt muß sich diese Forschung an die Trends anpassen und ständig auf einen unerwarteten Wandel bereit sein.

II. BELASTUNGS-BEANSPRUCHUNGS-KONZEPT

Das Belastungs-Beanspruchungs-Konzept gehört zu den erfolgreichen arbeitswissenschaftlichen Vorgehensweisen bei der Anpassung der Tätigkeiten an die inter- und intraindividuellen Eigenschaften der Menschen, d.h. die Menschen unterscheiden sich untereinander, aber Faktoren wie Tagesrhythmus, Konstitution usw. spielen auch zentrale Rolle. Dieses Konzept lautet: die Summe aller Belastungen, die auf den Menschen einwirken, die sich aus der Arbeit,

Arbeitsorganisation, Arbeitsmittel und den Umgebungsfaktoren ergeben, verursachen die Beanspruchungen, die mit den individuellen Unterschieden – persönlichen Eigenschaften, Fähigkeiten und Fertigkeiten – zusammenhängen (Abb. 1). Die Belastungen sind nicht nur von der Art, aber auch von der Höhe und Dauer abhängig [1,4,5,6]. Im klassischen Sinne können bei den mehreren Homeoffice-Arbeitsplätzen inkl. dieser in den studentischen Wohnheimen folgende relevante Beanspruchungen in zwei Gruppen systematisiert werden: physische und psychische.

A. Traditionelle physische und psychische Beanspruchungen

Bei der Büroarbeit und beim Online-Lernen werden wie bei den traditionellen Computer-Arbeitsplätzen, beschrieben von Arbeitswissenschaftlern, vor allem Skelett, Muskeln, Sinnesorgane (vorwiegend Sehen), Zentralnervensystem beansprucht [7,8]. Einfluss haben der vorhandene Raum, die Finanzmittel der Firma bzw. der Universität für ergonomische Möbel- und Raumgestaltung. Wesentlicher Faktor ist auch der Informierungsgrad aller Beteiligten. Sowie bei den physischen, könnte es auch bei den psychischen Beanspruchungen positive und negative Folgen geben, die zusätzlich in kurzfristigen und langfristigen Beanspruchungen geteilt werden können. Beispiele sind die Aktivierung, Wohlbefinden, Motivation u.a. bzw. Monotonie, Stress, Unzufriedenheit etc. [9].

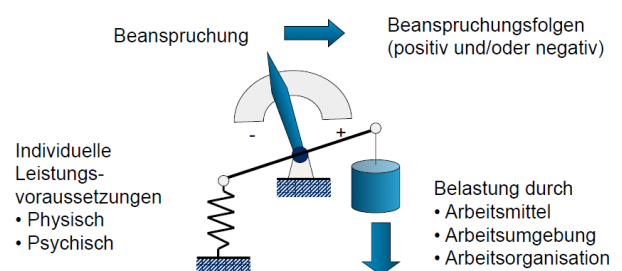


Abb. 1. Belastungs-Beanspruchungs-Konzept nach Rohmert 1984 [7]

B. Trends bei den Belastungs-Beanspruchungs-Faktoren

Manche Belastungs-Beanspruchungs-Faktoren nehmen an Bedeutung zu, z. B. infolge der spezifischen Familien- bzw. Privatleben-Umstände und der rechtlich vorgeschriebenen und personenbezogenen sozialen Distanz, deren Einfluß in den vergangenen zwei Jahren gestiegen ist. Die relevanten Unterschiede, die sich auf die psychische Beanspruchung auswirken, sind individuelle physische und psycho-emotionelle Eigenschaften, wie Motivation, Geschlecht, Alter, Familienumstände, Emotionen, Vorgehensweise etc. Hier ist das Spektrum sehr breit und die Variationen sehr viel.

Die Gestaltung aufgrund des Belastungs-Beanspruchungs-Konzeptes ist eine der Voraussetzungen für einen ergonomischen Arbeitsplatz, da die Berücksichtigung der Auswirkungen physischer und psychischer Belastungen entsprechend der Unterschiede zwischen den einzelnen Benutzern zu weniger negativen Auswirkungen auf die jeweiligen Benutzer führt.

III. RELEVANZ VON BENUTZER- UND FUNKTIONSANALYSE

Um die von der einzelnen Person subjektiv empfundenen Belastungen, die in psychische Beanspruchungen resultieren, zu erforschen, ist die Benutzeranalyse ein passendes Instrument. So kann man die Bedürfnisse und Neigungen, Erwartungen und Bevorzugnisse entdecken, was auch die Basis des UX-Designs zugrunde liegt.

Relevante Einflußfaktoren für die ergonomische Gestaltung sind die Umgebung, die Tätigkeit, die Organisation. Die Funktionsanalyse spielt eine wichtige Rolle für die systematische Untersuchung der Benutzertätigkeiten und deren typischen Reihenfolgen. So werden die Möglichkeiten zur Umstrukturierung der einzelnen Zonen erforscht, sowie die harmonische Verteilung des Raumes zwischen den unterschiedlichen Mitbewohnern entdeckt.

In Tabelle 1 ist ein Beispiel für systematische Liste der verschiedenen Flächen und Räumen dargestellt, die für die Erfüllung der studentischen Aufgaben (Abb. 2, 3, 4 und 6) verteilt wurde. Es wird Fläche vorgesehen, wo einzelnen Möbelstücke oder Arbeitsmittel stehen – 1, Raum für die Möbelbestandteile, die sich bewegen (z.B. Schubladen, Türen usw. - 2). Die Fläche von Raumteilen, verbunden mit den Umgebungsfaktoren – 3, ist auch wichtig. Die Person braucht weiter Platz zum Stehen, Beobachten und Bedienung – 4. Die Zonen, die zum unterschiedlichen Zweck dienen (5), und die Reihenfolgen von typischen Tätigkeiten (6) können mit Farbe oder Strich veranschaulicht werden. Es ist auch wesentlich die Möglichkeiten für Flächentransformation (7) darzustellen. Es wird auch der notwendige Freiraum (8) vorgesehen.

TABELLE I. FUNKTIONSLÄCHENVERTEILUNG

| | Funktionelle Skizzen - Bezeichnungen der Zonen |
|---|--|
| 1 | Standflächen |
| 2 | Funktionsflächen für Maschinen, Ausrichtung, Möbel usw. |
| 3 | Fenster, Lichtquellen, Heizkörper, Klimaanlage usw. |
| 4 | Bedienflächen (Standflächen für die Person vor den Möbeln, Einrichtungen, Fenstern usw.) |
| 5 | Arbeitsflächen, Lebensraum, Erholungsraum (Farben-, Strich- und Kodierung anderer Art) |
| 6 | Lauf- und Bewegungswege Farbenkodierung, Darstellung typischer Funktionsfolgen (-ketten) |
| 7 | Transformierungs- und Umstrukturierungsflächen und -räume (Darstellung der Überlappung) |
| 8 | Freiraum zum Durchgehen |

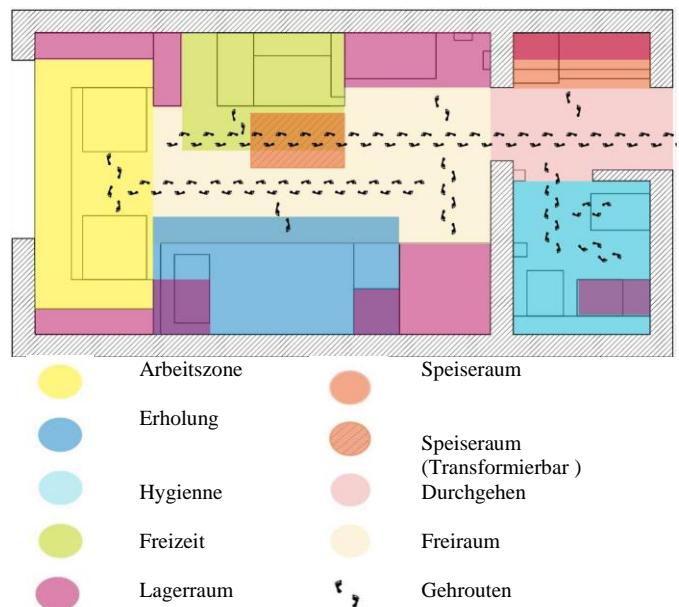


Abb. 2. Funktionsflächen im Studentenwohnheim von TU-Sofia, Aufgabenlösung von Studenten in Fachrichtung Ingenieurdesign, Studienjahr 2020-2021.

Nach der Benutzer- und Funktionsanalyse ist vorteilhaft, Skizzen der funktionellen Zonen (inkl. des Freiraumes) im Raum (Abb. 2) für Arbeiten, Hygiene, Essen, Erholen, Haushaltstätigkeiten, Lagern, Durchgehen etc. vorzubereiten. Ein relevanter Bestandteil der Arbeitsplatzgestaltung ist die Umgebungsfaktorenanalyse. Es werden die wichtigsten Umgebungsfaktoren anhand verschiedener Darstellungen der Beleuchtung (Tages- und künstliches Licht), Lärm (Quellen und Behebung), Lüftung (Luftzüge, Geruch- und Schimmelbehebung, Vorrichtungen, einschl. Isolierung) (Abb. 3) analysiert, optimiert und geplant.

IV. TRENDS ZUR GESTALTUNG ERGONOMISCHER ARBEITSUMGEBUNG

Aufgrund der neueren Trends zur Gestaltung ergonomischer Arbeitsumgebung und Empfehlungen von Fachleuten und Unternehmen für das Homeoffice [10, 11] sind neue Vorgehensweisen wie der UX-Design- und der spekulative Design-Ansatz [12] einzusetzen. Dabei sind folgende relevante Komponente benutzerspezifisch zu betrachten: Raum, Fläche und Umgebung, Tisch, Sitz, Monitor und Eingabemittel.

A. Raum und Umgebung

In Bezug auf den Raum lassen sich drei Hauptvarianten zusammenfassen:

- Ein separater Raum für Büro oder ähnliche geistige oder kreative Arbeit (z. B. Büro, Atelier usw.)
- Freistehendes Zimmer für andere Zwecke (z. B. Mansarde, Keller, Wohnzimmer, etc.)
- Teil eines anderen Zimmers (vorwiegend Wohnzimmer). Das ist auch der Fall in einem Studentenwohnheim in Bulgarien (Abb. 4 und 6).

Wichtig für den Erfolg der Gestaltung sind die Untersuchung der Funktionsbereiche bezüglich der Größe und Lage, die Analyse der typischen Tätigkeitsreihenfolgen, die Optimierung der Umgebungseinflüsse wie Beleuchtung, Lärm und Luftqualität besonders bei Multizweckräumen.

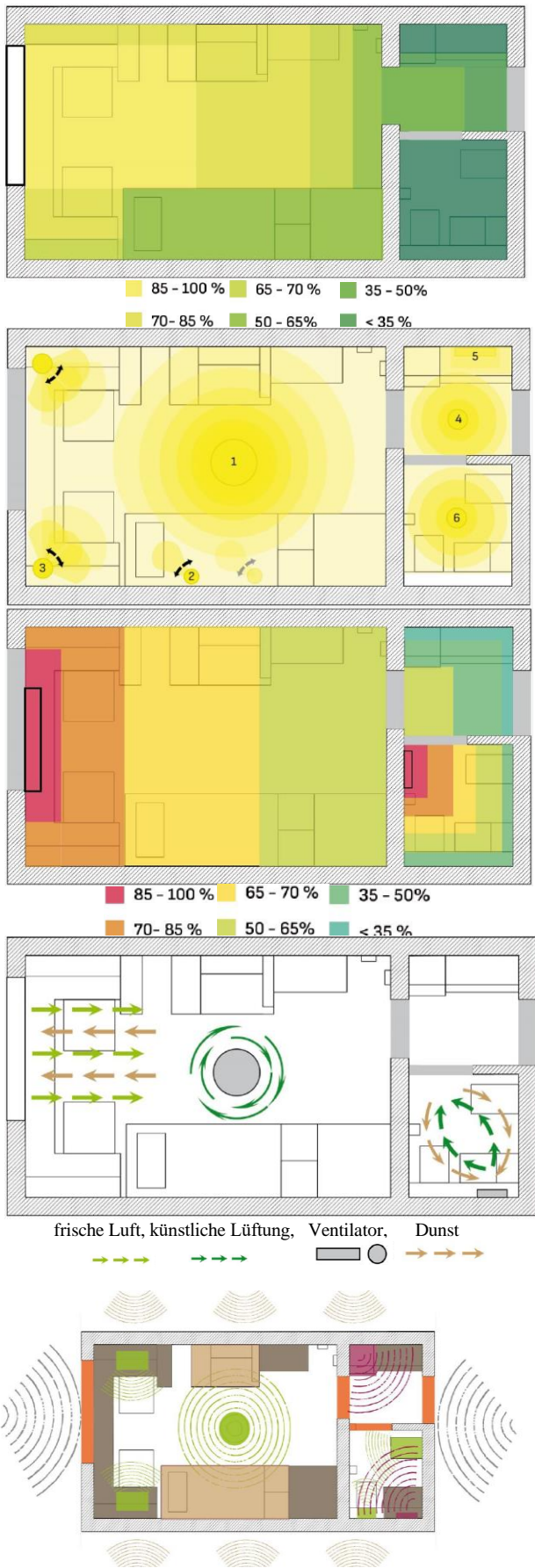


Abb. 3. Skizzen - Tageslicht, künstliche Lichtquellen, Wärmeverteilung, Luftbewegung, Lärm in einem Studentenwohnheim von TU-Sofia, Aufgabenlösung von Studenten in Fachrichtung Ingenieurdesign, Studienjahr 2020-2021.



Abb. 4. Beispiele 3D-Visualisierung von Studentenräumen, Entwurf für einen Studentenwohnheim von TU-Sofia, Aufgabenlösung von Bachelor-Studenten in Fachrichtung Ingenieurdesign, Studienjahr 2020-2021.

Bei der Analyse und Gestaltung ergonomischer Arbeitsplätze in menschengerechtem und motivierendem Milieu, die immer im Fokus der wissenschaftlichen Untersuchungen bleiben, sind außer der Umgebungs- und Raumplanung auch die Möbelstücke und die Arbeitsmittel im Vordergrund [12,13], da die Ergonomien die gesunde Körperhaltung, ausreichend physische Aktivitäten, verbesserte Leistung, positive Emotionen anstreben, d.h. auch vorwiegend positive Beanspruchungen als Endergebnis.

B. Arbeitsmöbel und Arbeitsmittel

Die wichtigsten ergonomischen Empfehlungen bei Online-Arbeit, die die gute Arbeitsposition einschl. der Abwechslungsmöglichkeit unterstützen, betreffen den Arbeitstisch und den Sitz. Gesundheitsfördernde Lösungen sind nicht nur der traditionelle Computertisch und -stuhl, die das dynamische Sitzen unterstützen, aber auch der elektrisch verstellbare Tisch für Abwechslung der Steh- und Sitzposition von Benutzern verschiedener Körpergröße (Abb. 5). Bei den aktuellen Arbeits- und Lebensbedingungen der Büroarbeit werden eingebaute Sportfunktionen in den Tischen empfohlen, um die gesundheitliche Bewegung im Alltag zu ermöglichen (Abb. 5: Hamster Wheel Standing Desk). Weitere gute Lösungen sind die Fitnessbälle als Sitz. Es gibt auch Dissertationen über die Geschlechtsunterschiede bei den Sitzanforderungen [14].

Arbeitsraum und -umgebung, -möbel und mittel sind heutzutage auch von der ökologischen Perspektive zu betrachten.

V. EMPFEHLUNGEN ODER OBLIGATORISCHE ANFORDERUNGEN

Neben Komponenten wie der Raum und die Arbeitsmöbel erfordern relevante für die Ergonomie Faktoren wie Modularität, Wandlungsfähigkeit, Multifunktionalität besondere Aufmerksamkeit, indem sie für eine Vielzahl von Online-Jobs zu Pflichtenforderungen werden müssen. In Bezug zu der ergonomischen Gestaltung ist diese Empfehlung in Tabelle 2 vorgestellt.

TABELLE II. ERGONOMISCHE ANFORDERUNGEN TRANSFORMIERBARKEIT-MODULARITÄT-MULTIFUNKTIONALITÄT

| Transformierbarkeit | | Modularität |
|---------------------|--------|-------------|
| Raum | Fläche | Möbel |
| Multifunktionalität | | |

A. Multifunktionalität

Bei geringem Raum ist die Multifunktionalität der Fläche, der Möbelstücke und Arbeitsmittel die Lösung der Gestaltungsaufgabe (Abb. 6).

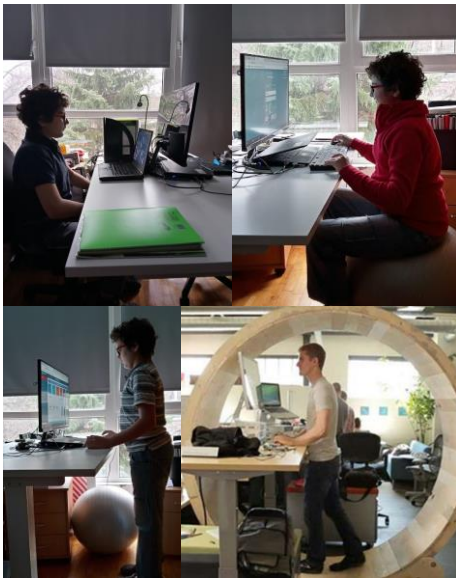


Abb. 5. Home-Office Arbeitsplatz, Hamster wheel standing desk

B. Modularität

Das Modulprinzip ist eine wirtschaftliche und individualisierbare Lösung. In einem Studentenwohnheim ist das eine praktische Vorgehensweise für die Aufgabenlösung aufgrund der verschiedenen Räume und Wohnungen (Einzelzimmer, Familienwohnungen, Behindertenzimmer etc.) in unterschiedlichen Gebäuden (Abb. 6).

C. Transformierbarkeit

Nicht nur bei der Multifunktionalität könnte der geringe Raum auch für die Transformierbarkeit der Möbelstücke und Arbeitsmittel ein Argument sein. Weiterhin ist die Transformation der funktionellen Zonen bzw. die Änderung der räumlichen Verteilung eine Lösung der Optimierungsaufgabe. Auf diese Weise kann man bessere Designalternativen nach den individuellen Benutzerbedürfnissen und Neigungen bieten.



Abb. 6. Beispiel 3D-Visualisierung von Arbeitstisch und Bett für ein Studentenzimmer an der TU-Sofia, Entwurf, Aufgabenlösung von Bachelor-Studenten in Fachrichtung Ingenieurdesign, Studienjahr 2020-2021.

Die Empfehlungen für multifunktionale, transformierbare und auf Modulprinzip gestaltete Arbeitsfläche, -möbel und -mittel in Regeln und Pflichteigenschaften zu wandeln ist nicht nur infolge der begrenzten Räumlichkeiten im Homeoffice und bei Online-Bildungstätigkeiten, aber auch wegen ökologischen Gestaltungsprinzipien.

VI. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die Benutzer- und Funktionsanalyse und die Berücksichtigung des Belastungs-Beanspruchungs-Konzeptes können zur besseren Qualität in der Gestaltung ergonomischer Arbeitsplätze in ergonomischer Umgebung führen. Die

Modularität, Multifunktionalität, Transformierbarkeit, Umweltfreundlichkeit stehen im Mittelpunkt auch auf dem Gebiet der Ergonomie. Ein Algorithmus zur ergonomischen Gestaltung von Home-Office-Arbeitsplätzen ist empfehlenswert und ein Vorhaben in zukünftigen Forschungen. Die Selbstbewertung mit einem Fragebogen und daraus resultierenden Gestaltungsempfehlungen könnten ein Vorteil bringen. Aufgrund der vorhandenen Varianten [15] kann eine erweiterte Checkliste bezüglich der Arbeitsplätze für Online-Tätigkeiten erstellt werden.

ACKNOWLEDGMENT

Dank der 3-D-Visualisierungen von Bachelor-Studenten (Betina Blagoeva, Gergana Velkova, Nevena Pavlova, Manola Atanasova, Radost Tudjarska, Alexandrina Buchukova) in Fachrichtung Ingenieurdesign, TU-Sofia, Studienjahr 2020-2021, könnte eine Vorgehensweise der ergonomischen Gestaltung vorgestellt werden.

REFERENCES

- [1] Schlick, Ch.M., Bruder, R., Luczak, H., 2010, Arbeitswissenschaft, Springer
- [2] REFA, 1991, Methodenlehre der Betriebsorganisation. Grundlagen der Arbeitsgestaltung, Carl Hanser Verlag GmbH, München
- [3] Kubitscheck, St., Kirchner JH, 2005, Kleines Handbuch der praktischen Arbeitsgestaltung: Grundsätzliches - Gestaltungshinweise - Gesetze, Vorschriften und Regelwerke - Weiterführende Literatur, Carl Hanser Verlag GmbH & Co., München, Wien
- [4] Kirchner JH, 1986, Belastungen und Beanspruchungen — Einige begriffliche Klärungen zum Belastungs- Beanspruchungs-Konzept. In: Hackstein R., Heeg FJ., von Below F. (eds) Arbeitsorganisation und Neue Technologien. Springer, Berlin, Heidelberg
- [5] Laurig, W., 1990, Grundzüge der Ergonomie, Beuth Verlag GmbH, Berlin, Köln
- [6] DIN EN ISO 26800, Belastungs-Beanspruchungs-Konzept
- [7] Stowasser S., 2014, Vorlesungen in Arbeitswissenschaft, Sofia
- [8] Luczak, H., Wolf, M., Mühlfelder, M. 2001, Arbeitswissenschaft in CSCW -Kompendium, Lehr- und Handbuch zum computerunterstützten kooperativen Arbeiten, Springer
- [9] Baua, 2010, Psychische Belastung und Beanspruchung im Berufsleben: Erkennen – Gestalten, ISBN 978-3-88261-539-5, https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Praxis/A45.pdf?_blob=publicationFile (September 2021)
- [10] Landes, M., Steiner, E., Wittmann, R., Utz, T. 2020, Führung von Mitarbeitenden im Home Office. Umgang mit dem Heimarbeitsplatz aus psychologischer und ökonomischer Perspektive, Springer-Gabler Verlag
- [11] Oracle and Workplace Intelligence, LLC, Besorgt, verunsichert, gestresst – haben, Mitarbeiter einen kritischen Punkt erreicht? 2020, <https://www.oracle.com/a/ocom/docs/applications/hcm/2020-hcm-ai-at-work-study-de.pdf> (September 2021)
- [12] Ivanova-Vassileva, S., Usability of Speculative Design Products Conference Proceedings of the 15th International Conference “Standardization, Prototypes and Quality: A Means of Balkan Countries’ collaboration” (October 24 - 25, 2019), Edime, Turkey, in cooperation with BCC, pp. 261-265
- [13] Anguelova, S., New Perspectives On Ergonomics From HF to UX, Avangard Prima, Sofia, 2021, pp. 39-65, ISBN 978-619-239-626-8, (in Bulgarian: Ангелова, С., Нови перспективи в ергономията от човешкия фактор до потребителското изживяване, Авангард Прима, София, 2021, ISBN 978-619-239-626-8)
- [14] Nikolova, N., 2021, Untersuchung von Möglichkeiten zur Anwendung wissenschaftlicher Studien, einschließlich bioinspirierter, im Sitzvorrichtungen-Design (in Bulgarian: Изследване на възможности за приложение на научни разработки, включително бионспирирани, в дизайна на средства за сядене), Dissertation, TU-Sofia
- [15] DGUV, CHECK-UP Homeoffice - Langversion <https://publikationen.dguv.de/forschung/iag/weitere-informationen/4018/check-up-homeoffice-langversion>