

Smartphones und Tablets in der Arbeit – Ein Review zu physischer Beanspruchung durch Smart Devices

Patricia TEGTMEIER, Sascha WISCHNIEWSKI

*Gruppe „Human Factors, Ergonomie“, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und
Arbeitsmedizin (BAuA), Friedrich-Henkel-Weg 1-25, D-44149 Dortmund*

Kurzfassung: Smart Mobile Devices wie Tablet-PCs und Smartphones sind vermehrt in verschiedensten Arbeitsbereichen im Büro, im Außendienst und im Zusammenhang mit Industrie 4.0 anzutreffen. Im vorliegenden Review wurde die aktuelle Studienlage zur physischen Beanspruchung mit Smart Devices betrachtet. Der Suchstring für dieses Review umfasste Befinden und Gesundheit, biomechanische Parameter, sowie motorische und visuelle Leistungsaspekte. Anhand von 41 integrierten Studien wurden speziell für den Nacken, die Handgelenke sowie die Daumen ein erhöhtes Potenzial für physische Beanspruchung im Zusammenhang mit der intensiven Nutzung von Smart Devices identifiziert. Daraus wurden eine Reihe von Empfehlungen für die Nutzung von Tablets und Smartphones als Arbeitsmittel abgeleitet.

Schlüsselwörter: Smart Devices, Mobile Devices, Haltung, Texten, physische Beanspruchung, Review

1. Ausgangslage

In den letzten Jahren hat der Gebrauch von Tablet-PCs, Smartphones und weiteren mobilen Smart Devices in der Bevölkerung, erheblich zugenommen. So stieg die Smartphone-Nutzung nach Daten der Bitkom in Deutschland von 36 Prozent Nutzenden in 2012 auf 65 Prozent in 2015. Parallel erhöhte sich der Einsatz von Tablet-PCs von 13 Prozent auf 40 Prozent (Lutter et al. 2015). Mobile Echtzeitinformationen machen Tablet-PCs und Smartphones für den Alltag der Gesellschaft unverzichtbar.

Neben dem privaten Gebrauch steigt auch die Verwendung von Smartphones, Tablets und andere Smart Devices im Büro oder im Außendienst als Ergänzung oder auch als Ersatz für Desktop-PCs und Laptops. Im Zeitalter von Industrie 4.0 kommen Smart Devices auch in der Produktion und Logistik zum Einsatz (Adolph, 2016).

Aus der Integration solcher mobilen Smart Devices in den Arbeitsablauf ergeben sich neuen Möglichkeiten ebenso wie Anforderungen hinsichtlich einer sicheren und menschengerechten Arbeitsgestaltung (Adolph, 2016, Fergen, 2016). Empfehlungen in Bezug auf Bildschirmarbeitsplätze, können aufgrund der Mobilität von Smart Devices nur mit Einschränkungen übertragen werden.

Anders als statische PCs oder Monitore an gewöhnlichen Arbeitsplätzen wurden die zum Einsatz kommenden Arbeitsmittel wie z. B. Smartphones nicht für eine gesundheitsoptimierte Dauernutzung ausgelegt (Welskop-Deffaa, 2016). Hier wachsen Bedenken vor möglichen gesundheitsschädlichen Auswirkungen, vor allem Muskel-Skelett-Erkrankungen, die mit einer (übermäßigen) Nutzung von Smart Devices assoziiert werden können (Dennerlein, 2015).

Wissenschaftliche Untersuchungen zu einzelnen Aspekten von Smart Device Nutzung und Gesundheit haben in den letzten Jahren stark zugenommen. Ziel dieses Reviews war daher, anhand der aktuellen Literatur (bis Januar 2016), die Herausforderungen mit Fokus auf physische Aspekte mobiler Arbeit mit Smart Devices für die Ergonomie zu identifizieren.

2. Methode

Zur Erhebung der aktuellen Studienlage physischer Belastungen durch die Nutzung von Smart Devices wurde ein systematisches Scoping Review durchgeführt. Es erfolgte über die drei Datenbanken EBSCOhost, PubMed und Web of Science sowie den dort inkludierten Datenbanken.

Die erste Kategorie des Suchstrings beinhaltete die Smart Devices selbst. Einbezogen wurden in Anlehnung an Kamp et al. (2015) Smartphones, Mobiltelefone, Tablet-PCs, E-Book-Reader sowie Smartwatches in diversen Schreibweisen. Auf Grund der grundsätzlich anderen Bedienweise wurden Laptops und Datenbrillen nicht in den Suchstring aufgenommen. Die zweite Kategorie umfasste mögliche physische Auswirkungen im Zusammenhang mit der Nutzung. Gesucht wurde nach biomechanischen Parametern, Befinden und Gesundheit (muskulo-skelettale und visuelle Beschwerden) sowie Leistungsaspekte. Durch die dritte Kategorie sollten Studien mit Fokus auf elektromagnetische Strahlung, medizinischen und/oder therapeutischen Behandlungen herausgefiltert werden. Eingegrenzt wurde die Suche auf Veröffentlichungen ab 2007 (Jahr des ersten iPhone am Markt) und eine ausschließlich humane, erwachsene Zielpopulation.

Mit dem finalen Suchstrings wurden die Datenbanken PubMed, EBSCOHOST und Web of Science durchsucht. Die so erhaltenen Treffer wurden auf Basis von Querverweisen und Literaturangaben per Handsuche ergänzt.

3. Ergebnisse

Das ungefilterte Ergebnis der Literatursuche ergab aggregiert über alle Datenbanken N= 1.262 Suchtreffer. 465 Literaturstellen wurden nach Ausschluss von Duplikaten und falschen Treffern auf Grund doppelter Wortbedeutungen weiter basierend auf Titeln, Abstracts und Keywords beurteilt. Auf dieser Ebene wurden Validierungsstudien, Vorstellungen von neuen/modifizierten Messverfahren, Dissertationen sowie Referenzen ohne Beschreibung konkreter empirischer Ergebnisse von der weiteren Bearbeitung ausgeschlossen. In diesem Schritt wurden 84 Studien für ein Volltextscreening identifiziert. Auf Volltextebene wurden Artikel ausgeschlossen, wenn eine andere Studiensprache als Deutsch oder Englisch vorlag, die Fragestellung nicht im Vordergrund der Erhebung stand oder es sich um ein Review oder einen Theoriebeitrag handelte. Weiterhin ausgeklammert wurden Studien, deren Daten deutlich vor 2007 erhoben wurden oder deren Studienqualität nicht nachvollziehbar war. Insgesamt gingen 41 Artikel in die weitere Betrachtung ein. Eine Übersicht über die einzelnen Reviewphasen zeigt Abbildung 1.

Bei den berücksichtigten Volltexten handelte es sich mehrheitlich um Laborstudien mit einem Schwerpunkt auf biomechanischen Parametern. Drei Artikel betrachteten einen Einsatz von Smart Devices im Arbeitskontext und in zwei Beiträgen standen visuelle Auswirkungen der Nutzung von Smart Devices im Fokus.

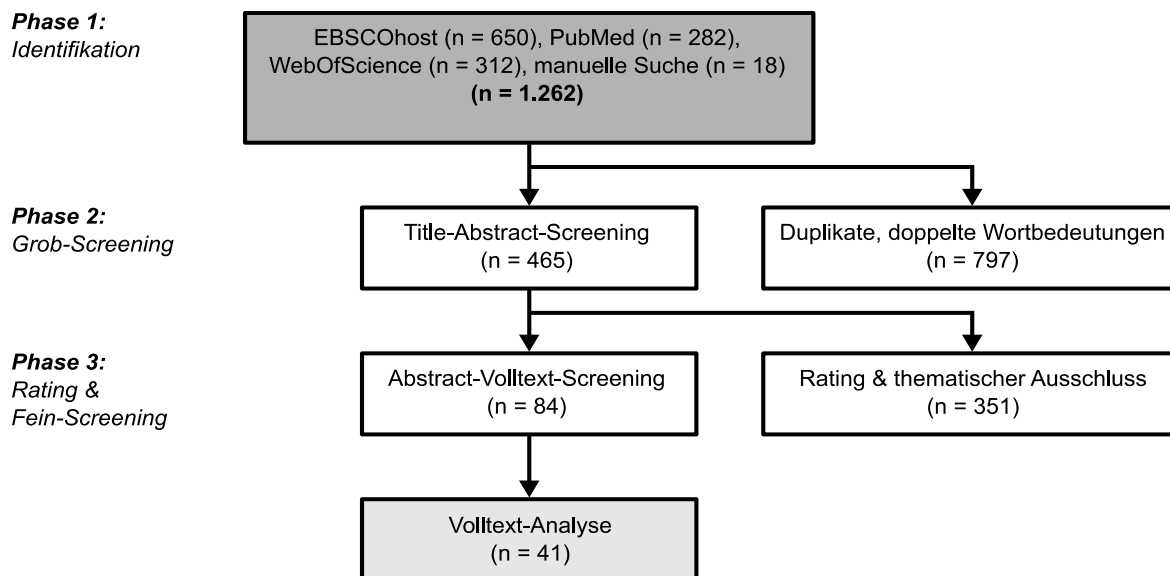


Abbildung 1: Ergebnisse der einzelnen Reviewphasen

3.1 Biomechanische Parameter: Gelenkwinkel

Ergebnisse aus den betrachteten Studien mit Fokus auf verschiedene Gelenkwinkel wurden im Hinblick auf die Einzelrisikobewertungen des Rapid Upper Limb Assessment (RULA) von McAtamney und Corlett (1993) analysiert. Eine höhere Punktzahl spiegelt ein höheres Risiko wider. Die berichteten Gelenkwinkelneigungen wurden hierfür in Relation zu einer neutral Null Stellung gesetzt. In dieser Null-Stellung ist der Rücken gerade aufgerichtet. Der Kopf und Nacken sind nicht gebeugt oder gedreht; der Blick ist geradeaus gerichtet. Oberarme und Unterarme hängen seitlich neben dem Körper. Die Handgelenke sind gerade und in Linie mit dem Unterarm. Die Daumen sind seitlich neben der Handfläche positioniert. Anders angegebene Winkel wie z. B. die Kopfneigung als Frankfurter Horizontale für einzelne Studien umgerechnet.

Im Wesentlichen wurden spezifische Winkel für den Nacken, die Schultern sowie das Handgelenk in den Studien berichtet. Tabelle 1 zeigt die entsprechenden Gruppierungen nach RULA. Wurden in einer Studie mehrere Positionen und oder Devices genutzt, die in spezifisch unterschiedlichen Haltungen resultierten, wurden diese getrennt bewertet. Gelenkwinkelstellungen des Daumens werden im RULA nicht berücksichtigt.

Tabelle 1: Häufigkeit berichteter Gelenkwinkel nach Risikokategorien

	Risikostufe 1	Risikostufe 2	Risikostufe 3	weitere Risikopunkte
Kopf/Nacken Flexion	0-9°= 4	10-20°= 2	20°+= 20	
Schulter Flexion	0-19°= 4	20-44°= 4	45-90°= 0	Elevation: 2 seitliche Abduktion:7
Handgelenk Flexion/Extension	0°= 1	1-14°= 10	15°+= 8	seitliche Auslenkung (ulnar oder radial): 13
Daumen Flexion IP	0-19°= 1	20-39°= 7	40°+= 6	

Alternativ wurden in Anlehnung an Drury (1987) unter zu Hilfenahme von Werten von Barakat et al. (2013) Werte für eine mittelstarke und eine hohe Exposition festgelegt.

Verschiedene Untersuchungen zeigten, dass auf Grund des funktionalen Bereichs des Daumens, nicht alle Bereiche des Displays gleich gut zu bedienen sind. Je weiter unten rechts Bedienfelder angeordnet waren, desto steiler wurden diese mit der Spitze des Daumens bedient. Insbesondere für Personen mit langen Daumen war diese untere rechte Ecke nur großen Winkeln im oberen Daumen- und im Daumengrundgelenk zu erreichen. Umgekehrt wurde der obere linke Bereich des Touchscreens nur mit sehr stark gestrecktem Daumen und/oder in der Hand gedrehtem Gerät erreicht. Wurde das Gerät in der Hand flexibel gehandhabt, wurde häufig ein Abknicken des Handgelenks verzeichnet. Speziell Personen mit kleineren Händen zeigten hier stärkere Streckung des Daumens im Bereich der maximalen Reichweite.

3.2 Biomechanische Parameter: Muskelspannung

In 12 Artikeln wurden Muskelaktivitäten während der Interaktion mit den Smart Devices als Parameter der physiologischen Beanspruchung angegeben. Geringere andauernde bzw. wiederholte Muskelaktivitäten werden dabei mit einem geringeren Risiko für Muskel-Skelett-Erkrankungen assoziiert. Die Literaturlage zu spezifischen Grenzen der Muskelaktivität in Relation zur maximalen freiwilligen Muskelkontraktion (MVC) für ein geringes Risiko ist uneinheitlich. Die Ergebnisse der integrierten Artikel wurden in Bezug gesetzt zu einem Grenzwert von 10 Prozent MVC (Jørgensen et al. 1988), 5 Prozent MVC (Jonsson, 1982) und speziell mit Blick auf die Aktivität in den Schulter- und Nackenmuskeln von 1 Prozent MVC (Aarås, 1990, 1994). Die Verteilung der berichteten Ergebnisse für die dominante, interagierende Körperhälfte ist in Tabelle 2 wiedergegeben. Dabei wurden spezifisch unterschiedliche Bedingungen wieder getrennt aufgenommen.

Tabelle 2: Häufigkeit berichteter Muskelaktivitäten in Relation zur maximalen freiwilligen Muskelkontraktion (MVC) nur für die dominante Körperhälfte

	< 1% MVC	1 - 4,9% MVC	5 - 9,9% MVC	10% MVC+
Rückenstrecker				6
Trapezmuskel	1	13	6	1
vorderer Deltamuskel		1	2	
Oberarmmuskel		2	2	
Handgelenk-Strecker		3	2	
Handgelenk-Beuger	1	1		
Fingerbeuger		7	9	1
Fingerstrecker		4	11	1
Daumenspreizer + Handgelenk-Abduktion			7	
Daumenspreizer + Oppositionsbewegung		2	8	4
Daumenbeuger		1	3	
Daumenstrecker				2

Abhängig von der Positionierung der Smart Devices zum Körper wurden insbesondere für die oberen Rückenmuskeln und die Oberarmmuskeln sehr diverse Muskelaktivitäten gemessen. Dabei wurden vor allem in Bedingungen, in denen die Geräte ohne Ablagemöglichkeit und näher am Gesicht gehalten wurden, Werte über 5 % MVC berichtet. Die für die Finger und Daumen berichteten Muskelaktivitäten lagen mehrheitlich über 5 % MVC.

3.3 Weitere untersuchte Aspekte

Schmerzen und klinische Diagnosen im Zusammenhang mit der Nutzung von Smart Devices waren Untersuchungsgegenstand in 10 Artikeln. Beschwerden im Zusammenhang mit der Nutzung von Smart Devices wurden dabei vorwiegend im Nacken und oberen Rücken sowie der dominanten Hand verortet. Im Vordergrund standen hier Vergleiche zwischen Intensivnutzern und Personen die Smart Devices in geringerem Umfang verwenden. Die Intensität der Nutzung wurde unterschiedlich als gesamte Nutzungsdauer pro Tag oder durch die Anzahl geschriebener Textnachrichten operationalisiert. Klinische Studien mit speziellem Fokus auf Muskel-Skelett-Beschwerden der Hand deuten auf ein erhöhtes Risiko für hochfrequente, intensive Nutzung von Smart Devices hin. Vergleiche zwischen Personen mit und ohne Muskel-Skelett-Beschwerden zeigten weiterhin, dass beschwerdefreie Personen signifikant langsamer und mit geringerer Nackenneigung texteten.

Beeinträchtigungen des visuellen Systems infolge der Nutzung von Smart Devices ließen sich anhand der integrierten Studien nicht belegen. Dagegen zeigte sich ein deutlicher Einfluss des Umgebungsfaktors Beleuchtung. Unter Beleuchtungsbedingungen von mehr als 1000 Lux war die Diskriminationsfähigkeit auf Grund von Kontrastverlusten sowie Reflektion und Blendung stark beeinträchtigt. Berichtet wurde in diesem Zusammenhang, dass die Untersuchten unter solchen Bedingungen versuchten, die ungünstigen Beleuchtungsverhältnisse durch die Nutzung des eigenen Körpers zur Abschattung der Geräte auszugleichen.

4. Diskussion

Die Dauer und Intensität der Benutzung der Smart Mobile Devices ist ein entscheidender Faktor besonders im Hinblick auf die biomechanische Belastung.

Aus verschiedenen Untersuchungen lässt sich anhand der gemessenen Muskelaktivitäten und berichteten Winkeln in den Gelenken eine physische Belastung der Daumen insbesondere für einhändiges und schnelles Texten ableiten. Mit Blick auf eine Reduktion der muskulo-skelettale Belastung der Daumen sollte daher das Verfassen längerer zusammenhängender Texte in mäßigem Tempo und mit beiden Händen erfolgen. Auf Grund der kleinen Interaktionsflächen werden dadurch allerdings die Hände nah aneinander gehalten, wodurch seitliche Abweichungen der Handgelenke und vorgezogene Schultern begünstigt werden. Externe breitere Tastaturen könnten während langer Texteingaben Schultern, Handgelenke und Daumen entlasten. Allerdings geht die Verwendung solcher externen Eingabemittel mit Mobilitätseinschränkungen der Smart Devices einher.

Anhand der berichteten Nackenwinkel und Muskelaktivitäten ist eine längere ununterbrochene Verwendung von Tablet-PCs und Smartphones als biomechanisch belastend einzustufen. Reflektierende Blendung oder inadäquate Umgebungsbeleuchtung können dabei ungünstige Körperhaltungen bei Nutzung der Smart

Devices zusätzlich begünstigen. Als Arbeitsmittel erscheinen Smart Devices daher insgesamt eher für einen kurzzeitigen Einsatz geeignet.

Sollen Smart Devices ohne Entlastung für Arme und Rücken über längere Zeit gehalten werden, empfehlen sich eher kleinere und leichtere Varianten, so dass die erforderliche Muskelaktivität möglichst gering gehalten wird. Ist die für die Aufgaben dagegen die sichtbare Bildschirmfläche ausschlaggebend, sind größere Geräte sinnvoller. Gewicht und Größe der Smart Devices sollten daher entsprechend der Aufgabe gegeneinander abgewogen werden.

5. Quellen

- Aarås, A. (1990). Acceptable muscle load on the neck and shoulder regions assessed in relation to the incidence of musculoskeletal sick leave: Implications for human-computer interaction. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 2, 29-39.
- Aarås, A. (1994). Relationship between trapezius load and the incidence of musculoskeletal illness in the neck and shoulder. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 14, 341-348.
- Adolph, L. (2016). Menschengerechte Arbeit in der digitalen Arbeitswelt. Herausforderungen auf dem Weg zur guten Gestaltung. In L. Schröder & H.-J. Urban (Eds.), *Gute Arbeit. Digitale Arbeitswelt: Trends und Anforderungen*. Frankfurt am Main: Bund-Verl.
- Barakat, M., Field, J., & Taylor, J. (2013). The range of movement of the thumb. *Hand*, 8, 179-182.
- Dennerlein, J. T. (2015). The state of ergonomics for mobile computing technology. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 52, 269-277.
- Drury, C. G. (1987). A biomechanical evaluation of the repetitive motion injury potential of industrial jobs. *Seminars in occupational medicine*, 2, 41-49.
- Fergen A. (2016). Digitalisierung und Arbeitsschutz: Entwicklungen und Herausforderungen. In L. Schröder & H.-J. Urban (Eds.), *Gute Arbeit. Digitale Arbeitswelt: Trends und Anforderungen*. Frankfurt am Main: Bund-Verl.
- Jonsson, B. (1982). Measurement and evaluation of local muscular strain in the shoulder during constrained work. *Journal of Human Ergology*, 11, 73-88.
- Jørgensen, K., Fallentin, N., Krogh-Lund, C., & Jensen, B. (1988). Electromyography and fatigue during prolonged, low-level static contractions. *European Journal of Applied Physiology*, 57, 316-321.
- Kamp, I., Van Veen, S. A. T., & Vink, P. (2015). Comfortable mobile offices: A literature review of the ergonomic aspects of mobile device use in transportation settings. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 52, 279-287.
- Lutter, T., Pentsi, A., Poguntke, M., Böhm, K., & Esser, R. (2015). Zukunft der Consumer Electronics – 2015. Marktentwicklung, Schlüsselrends, Mediennutzung, Konsumentenverhalten, Neue Technologien. In: Berlin: Bitkom e.V.
- McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24, 91-99.
- Welskop-Deffaa, E. M. (2016). Die Gestaltung des Arbeitsschutzes in der Arbeitswelt 4.0. In L. Schröder & H.-J. Urban (Eds.), *Gute Arbeit. Digitale Arbeitswelt: Trends und Anforderungen* (Ausg. 2016 ed., pp. 410). Frankfurt am Main: Bund-Verl.

Danksagung: Ein ganz besonderer Dank gilt Herrn Dominik Bonin für intensive Gespräche zu diversen Gelenkwinkeln und Frau Verena Höser für die Unterstützung bei der Manuskript-Erstellung.

Hinweis:

Teile dieses Berichtes entstanden im Rahmen des Projektes MyCPS. Dieses Forschungs- und Entwicklungsprojekt wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) in der Fördermaßnahme „Industrie 4.0 – Forschung auf den betrieblichen Hallenböden“ gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut.



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Soziotechnische Gestaltung des digitalen Wandels – kreativ, innovativ, sinnhaft

63. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

FHNW Brugg-Windisch, Schweiz

15. – 17. Februar 2017

GfA Press

Bericht zum 63. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 15. – 17. Februar 2017

FHNW Brugg-Windisch, Schweiz

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Dortmund: GfA-Press, 2017

ISBN 978-3-936804-22-5

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet, den Kongressband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen.

USB-Print: Dr. Philipp Baumann, Olten

Screen design und Umsetzung

© 2017 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de