



Fraunhofer

IPA

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR PRODUKTIONSTECHNIK UND AUTOMATISIERUNG IPA

KRITERIEN ZUR BEWERTUNG ERGONOMISCHER MAßNAHMEN IN DER
KOSTEN-NUTZEN-ANALYSE

ERGONOMIE-BENEFITS





ERGONOMIE-BENEFITS

Kriterien zur Bewertung ergonomischer Maßnahmen in der Kosten-Nutzen-Analyse

Urban Daub
Alexander Ackermann
Verena Kopp

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und
Automatisierung IPA - Stuttgart
Projektpartner: Ergoswiss AG
Oktober 2019
<https://doi.org/10.24406/ipa-n-559153>

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung	5
2 Betriebswirtschaftliche Auswirkungen arbeitsergonomischer Maßnahmen ..	6
2.1 Vorteile ergonomischer Maßnahmen	6
2.2 Risiken fehlender ergonomischer Maßnahmen	8
3 Ergonomische Potenziale höhenverstellbarer Arbeitstische	10
3.1 Direkte betriebswirtschaftliche Potenziale	10
3.2 Indirekte betriebswirtschaftliche Potenziale	10
4 Zusammenfassung	16
5 Limitationen	18
7 Literaturverzeichnis	20
Impressum	24

1 EINLEITUNG

Muskuloskeletale Erkrankungen sind in Deutschland, Österreich und in der Schweiz die häufigste Ursache für krankheitsbedingte Arbeitsunfähigkeitstage [1,2,3 zit. 4]. Insbesondere ältere Menschen sind hiervon betroffen [5]. Im Zuge des demographischen Wandels und der damit einhergehenden älter werdenden Belegschaft, sollte die nachhaltige betriebliche Arbeitsplatzgestaltung zunehmend präventive, ergonomische Gestaltungsmaßnahmen berücksichtigen.

Auch wenn die grundsätzlichen, positiven Effekte von ergonomischen Gestaltungsmaßnahmen selten angezweifelt werden, sind betriebliche Entscheider in der Regel am besten von einer ergonomischen Gestaltungsmaßnahme zu überzeugen, wenn der betriebliche Nutzen für sie aufgezeigt werden kann.

Wie aus zahlreichen veröffentlichten Studien hervorgeht, kann dieser Nutzen jedoch sehr vielseitige Ausprägungen haben. Die unterschiedlichen Intentionen von Unternehmen und Mitarbeitern orientieren sich dabei stets an den Zielen:

- Gesunderhaltung
- Prestige
- Betriebswirtschaftliches Interesse

Diese Ziele stehen sich dabei selten entgegen. Eine Vielzahl von Studien belegt, dass gesunde und zufriedene Mitarbeiter auch effektiver sind.

Diese Übersichtsarbeit wurde als Erweiterung des Ratgebers „Ergonomische Arbeitsplatzgestaltung: Prinzipien aus Trainings-, Sport- und Arbeitswissenschaft zur Entlastung des Bewegungsapparates“ von der **Ergoswiss AG** beauftragt. Das Ziel dieser Arbeit ist es, veröffentlichte Studienergebnisse zusammenzustellen, welche die Vorteile und den Nutzen („Benefits“) von ergonomischen Gestaltungsmaßnahmen untersucht haben.

Neben der grundsätzlichen Betrachtung von ergonomischen Gestaltungsmaßnahmen zur Entlastung des Bewegungsapparats, wird in dieser Übersichtsarbeit der Fokus auf höhenverstellbare Arbeitstische gesetzt.

2 BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE AUSWIRKUNGEN ARBEITSERGONOMISCHER MAßNAHMEN

Die zwei am häufigsten verwendeten Berechnungsmodelle um den wirtschaftlichen Nutzen von ergonomischen Maßnahmen zu beurteilen sind das Kosten-Nutzen-Verhältnis und die Amortisierungszeit (vgl. [6]).

Die Herausforderung dieser Berechnungen liegt dabei in der Ermittlung der individuellen Werte eines Unternehmens. In diesem Kapitel werden direkte Vorteile ergonomischer Maßnahmen und indirekte Kosten durch fehlende Gesundheitsmaßnahmen aufgeführt. Hieraus lässt sich der Wert, bzw. der Nutzen ermitteln, den eine gesundheitsförderliche Maßnahme hat.

Kosten-Nutzen-Verhältnis

Mit dieser Methode werden die Kosten für die Umsetzung der ergonomischen Lösung ins Verhältnis zu dem Nutzen dieser Maßnahme gestellt.

$$\frac{\text{Kosten für Umsetzung}}{\text{Wert des Nutzens}} = \text{Kosten-Nutzen-Verhältnis}$$

Amortisierungszeit

Mit dieser Methode wird die Zeit ermittelt, die zur Amortisierung der getätigten Investitionen benötigt wird.

Hierfür müssen ebenfalls die Kosten und der Nutzen der ergonomischen Maßnahme kalkuliert werden.

$$\frac{\text{Kosten der Investition}}{\text{Nutzen pro Jahr}} = \text{Amortisierungszeit (in Jahren)}$$

Diese Methoden können sowohl retrospektiv (zurückblickend) als auch prospektiv (Blick in die Zukunft) genutzt werden. Eine prospektive Berechnung wird jedoch dadurch erschwert, dass der zu erwartende positive Effekt (also der Nutzen) geschätzt werden muss.

2.1 VORTEILE ERGONOMISCHER MAßNAHMEN

Finanzielle / betriebswirtschaftliche Effekte

Das positive Kosten-Nutzen-Verhältnis für Maßnahmen der betrieblichen Gesundheitsförderung gilt in der wissenschaftlichen Literatur als unstrittig [7].

Die Ergebnisse einer Vielzahl von Studien belegen die positiven betriebswirtschaftlichen Effekte, die sich zusammen mit gesundheitlichen Verbesserungen ergeben haben.

Diese ökonomischen Effekte ergeben sich durch eine Steigerung der Produktivität und der Reduzierung von Begleitkosten, die aufgrund von Erkrankungen der Mitarbeiter entstehen. Unabhängige US-amerikanische Studien gehen bei ihren Berechnungen von einem Kosten-Nutzen-Verhältnis von 1 : 2,3 bis 1 : 5,9 aus. Das bedeutet, dass für jeden aufgewendeten Dollar 2,3 - 5,9 Dollar durch reduzierte Krankheitskosten eingespart werden [7].

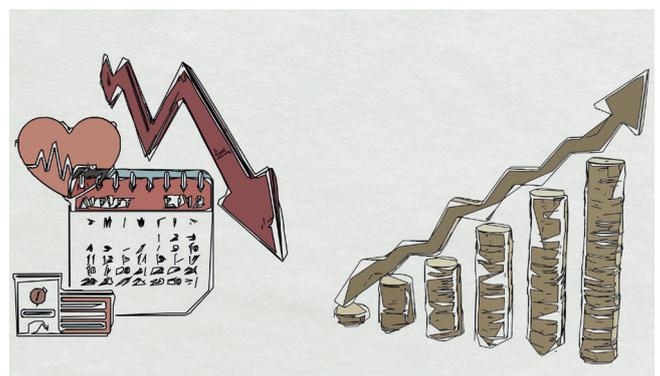


Abbildung 1 Investitionen zur Senkung der Krankentage machen sich bezahlt.

Bei diesen Berechnungen des Kosten-Nutzen-Verhältnisses gilt allerdings zu berücksichtigen, dass die Werte vorwiegend US-amerikanischen Studien entstammen. Dort bestehen teilweise andere rechtliche Bestimmungen und Anstellungsverhältnisse. Aus diesem Grund sind die Werte dieser Effekte

nicht direkt auf europäische Länder übertragbar. In einem umfassenden Review wurden die Ergebnisse aus 250 Fallstudien zusammengefasst, in denen der Nutzen von Investitionen in ergonomische Maßnahmen untersucht wurde [8]. Vergleichbare Parameter wurden extrahiert und dargestellt. Auch wenn die Autoren darauf hinweisen, dass die Ergebnisse mit Vorsicht zu betrachten sind, zeigen sie eine einheitliche Tendenz auf (vgl. Tabelle 1).

*Anmerkung zum Lesen der Tabelle am Beispiel Produktivität: **61** der 250 Studien haben die **Produktivität** untersucht. Im **Durchschnitt** gab es eine Steigerung von **25%**. Der Wert, der Studie, deren Ergebnis in der Mitte lag, war **20%** (= **Median**). Bei 95% der Studien wurde eine Produktivitätsverbesserung von **20-30%** erreicht (errechneter **Konfidenzintervall**). Insgesamt variierte der **Ergebnisbereich** der Studien zwischen sehr geringen negativen Veränderungen von **0,2%** und sehr großen Verbesserungen von **80%**.*

Parameter zur Bestimmung der Effektivität	Anzahl Studien	Durchschnitt	Median	95% Konfidenzintervall	Ergebnisbereich
Produktivität	61	25% ↑	20% ↑	20 - 30%	-0,2 - 80% ↑
Inzidenz* (Anzahl der Neuerkrankungen pro Jahr)	53	65% ↓	67% ↓	57 - 73%	9 - 100% ↓
Anzahl Arbeits-Ausfalltage*	78	75% ↓	80% ↓	70 - 80%	3 - 100% ↓
Anzahl eingeschränkter Arbeitstage	30	53% ↓	58% ↓	42 - 64%	5 - 100% ↓
Anzahl der arbeitsbedingten Erkrankungen des Bewegungsapparates	90	59% ↓	56% ↓	54 - 64%	8 - 100% ↓
Personalkosten	6	43% ↓	32% ↓	17 - 69%	10 - 85% ↓
Ausschuss/ Fehler	8	67% ↓	75% ↓	59 - 85%	8 - 100% ↓
Krankheitsbedingte Fehltage	11	58% ↓	60% ↓	43 - 63%	14 - 98% ↓
Dauer bis zur Amortisierung der Investition**	36	0,7 Jahre	0,4 Jahre	0,4 - 1 Jahr	0,03 - 4,4 Jahre
Kosten-Nutzen-Verhältnis	5	1:18,7	1:6	1:7,6 - 1:45	1:2,5 - 1
* Aufgrund arbeitsbedingter Erkrankungen des Bewegungsapparates					
** Bei den Berechnungen flossen Schadensersatzansprüche der Arbeitnehmer nach US-amerikanischem Recht ein.					

Tabelle 1 Zusammenfassende Ergebnistabelle aus 250 Fallstudien (angepasst nach [2])

Typische Vorteile, die in dem Review benannt wurden, sind die Reduktion von arbeitsbedingten Erkrankungen des Bewegungsapparates oder deren Inzidenzrate. Auch die Reduktion der krankheitsbedingten Arbeitsfehltag oder der eingeschränkten Arbeitstage, also Arbeitstage, an denen die Mitarbeiter nicht voll arbeitsfähig waren. Diese eingeschränkten Arbeitstage können unter anderem auch negative Auswirkungen auf die Anzahl fehlerhafter Produkte in der Produktion haben (steigende Ausschussrate).

→ Auch wenn keine exakten Berechnungsmodelle verfügbar sind, ist der positive Kosten-Nutzen-Effekt von Investitionen in gesundheitsförderliche Maßnahmen wie Ergonomie, sehr umfangreich in der Literatur belegt.

2.2 RISIKEN FEHLENDER ERGONOMISCHER MAßNAHMEN

In Risikoanalysen für krankheitsbedingte Fehltage, werden alle Kosten eingerechnet, die durch den Ausfall eines Mitarbeiters direkt ersichtlich sind. Je nachdem wie ausführlich diese Berechnungsmodelle angelegt sind, existiert darüber hinaus jedoch noch eine Vielzahl weiterer finanzieller Risikofaktoren. Diese indirekten Kosten können dabei einen weitaus größeren Anteil haben. In Kosten-Nutzen-Analysen werden sie möglicherweise deshalb auch nicht berücksichtigt, weil sie besonders spekulativ sind. Dennoch handelt es sich um keine korrekte Abwägung von Kosten und Nutzen, wenn diese Kriterien in der Kalkulation unberücksichtigt unterschlagen werden. Denn wie bei einem Eisberg (vgl. Abbildung 2) befindet sich der größere Anteil der Kosten unter der Oberfläche [9]. Nachfolgend werden einige dieser in der Literatur genannten indirekten Risikofaktoren aufgelistet und erläutert:

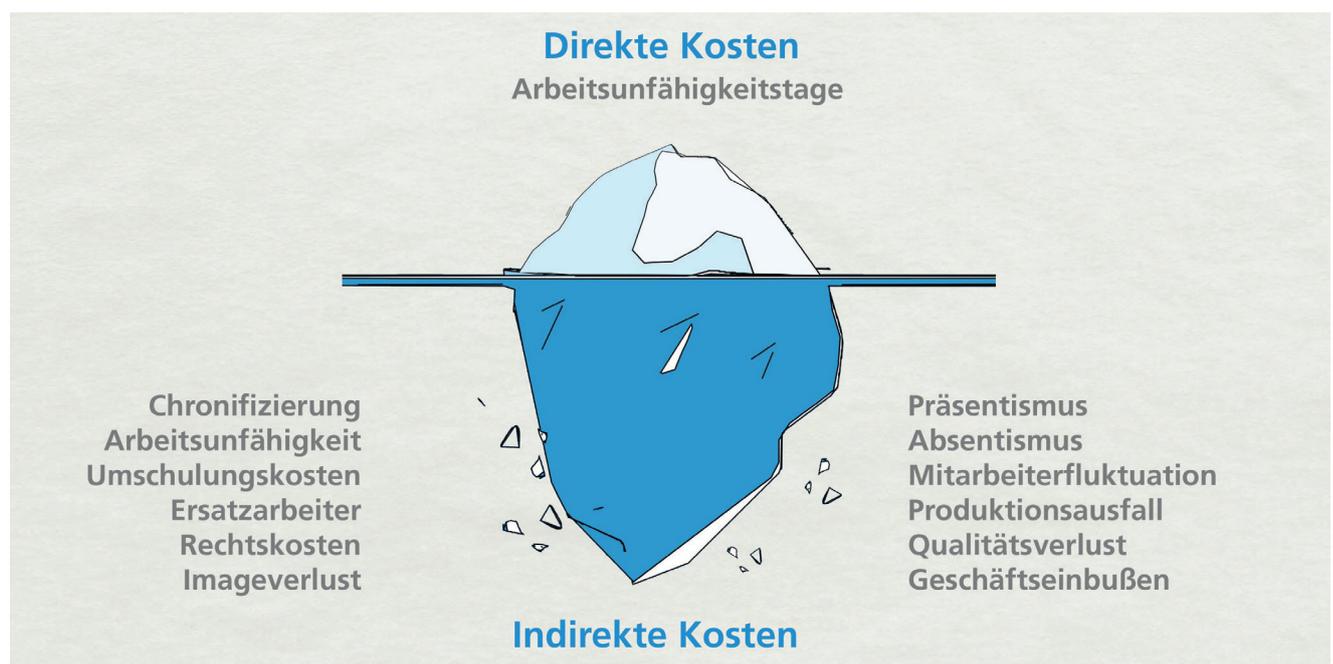


Abbildung 2 Bei Kosten-Nutzen-Analysen bleibt häufig der größere Anteil der indirekten Kosten vernachlässigt.

Absentismus

Krankheitsbedingte Abwesenheiten führen zu erhöhten Kosten, da sowohl das Gehalt der erkrankten Mitarbeiter weitergezahlt werden muss, als auch die Aushilfen oder Überstunden, um die Arbeit abfangen zu können [9]. Muskuloskeletale Beschwerden gelten als häufigste Krankheitsart für Ausfalltage (AU-Tage) in Deutschland, Österreich und in der Schweiz [1,2,3 zit. 4]. Insbesondere Rückenschmerzen, die unter anderem durch ungünstige Körperhaltungen am Arbeitsplatz hervorgerufen werden können, stellen eine der häufigsten körperlichen Beschwerden in der Bevölkerung dar [10, 11].

Präsentismus

Mitarbeiter, die trotz Krankheit zur Arbeit kommen, sind bezogen auf Produktivität und Qualität weniger leistungsfähig. Die finanziellen Verluste durch Präsentismus werden deutlich höher eingeschätzt, als die Verluste durch Abwesenheitszeiten [12, 13]. Die verschlechterte Leistungsfähigkeit und Zufriedenheit kranker Mitarbeiter kann sich zudem auf die Kollegen auswirken und deren Arbeitsmotivation negativ beeinflussen [9].

Produktionseinbußen

Je nach Organisation eines Unternehmens kann eine gesteigerte krankheitsbedingte Abwesenheitsrate zu Produktionsausfällen führen. Erklärt wird dies durch weniger Personal oder fehlende Erfahrung neuer Arbeitskräfte, welche die krankheitsbedingt abwesenden Arbeiter ersetzen müssen. Dadurch sinkt die Produktionsrate, während die Fehlerrate steigt [9].

Zudem können unergonomische Arbeitsplätze früher zu Ermüdung und Konzentrationsverlust führen, was Folgen für die Produktqualität haben kann. Weitere Kosten können durch Retourkosten oder sogar den Imageverlust des Unternehmens entstehen [14].

Chronifizierung von Krankheiten

Muskuloskeletale Beschwerden durch dauerhaft ungünstige Körperhaltungen können sich über die Zeit manifestieren und chronisch werden [15]. Solche langsam entstehenden Krankheiten ziehen in der Regel einen langwierigeren Heilungsprozess mit sich, als Krankheiten mit kurzem Entstehungsprozess. Beispielsweise wird die Anzahl der Krankheitstage bei Berufskrankheiten, die nicht unfallverursacht sind, um 1,6 bis 2,2 Mal höher eingeschätzt [16]. Infolge können weitere Kosten für Umschulungen oder Rehabilitationsmaßnahmen entstehen [9].

Mitarbeiterfluktuation

Schlechte Arbeitsbedingungen führen zu einer erhöhten Fluktuation. Das Einstellungsprozedere für neue Mitarbeiter ist sowohl zeit- als auch kostenaufwendig. Zudem müssen neue Mitarbeiter zunächst eingearbeitet werden und können somit nicht direkt die Produktivität erfahrener Mitarbeiter ersetzen [9, 17].

→ Kosten-Nutzen-Kalkulationen, die nur die direkten Kosten berücksichtigen, sind unvollständig und betrachten nur die „Spitze des Eisbergs“.

3 ERGONOMISCHE POTENZIALE HÖHENVERSTELLBARER ARBEITSTISCHE

In der Literatur finden sich Kennzahlen zur Bewertung der Effektivität ergonomischer Maßnahmen. Darin werden höhenverstellbare Arbeitstische auf ca. 40% eingestuft und stehen zwischen Hebehilfen, welche die Beanspruchung durch schwere Lasten komplett abnehmen (ca. 70%) und Job Rotationen (ca. 15%) [8, 18].

Im nachfolgenden Abschnitt werden die wichtigsten Potenziale höhenverstellbarer Arbeitstische aufgelistet und mit Kennzahlen und Ergebnissen aus der Literatur untermauert.

3.1 DIREKTE BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE POTENZIALE

Produktivität / Produktqualität steigern

Mehrere Studien deuten darauf hin, dass die Produktivität oder die Qualität der Arbeit durch die Einführung von Sitz-Steh-Arbeitsplätzen gesteigert werden kann [19–21]. Neben dem Arbeitsumfeld Büroarbeitsplatz gibt es ebenfalls eine Vielzahl von Fallbeispielen aus der Produktion in denen die Einführung eines höhenverstellbaren Arbeitstisches zu dem gleichen positiven Effekt geführt hat [8, 21]. Negative Auswirkungen auf die Produktivität der Arbeitskräfte zeigten sich durch die Einführung eines Sitz-Steh-Arbeitsplatzes nicht [22–24].



Abbildung 3 Ergonomie kann die Produktivität und die Produktqualität verbessern

Arbeitsunfähigkeitstage reduzieren

Als Risikofaktoren muskuloskelettaler Erkrankungen gelten übermäßige Wiederholungen, unangenehme und ungünstige Körperhaltungen sowie schweres Heben [27]. Höhenverstellbare Arbeitstische können eingesetzt werden, um ungünstige Körperhaltungen zu vermeiden.

Somit konnten in Beispielen aus Produktion und Büroarbeitsplätzen mit Hilfe höhenverstellbarer Arbeitstische, die Anzahl der Krankheitsmeldungen aufgrund muskuloskelettaler Beschwerden um 42 - 50% reduziert werden [25, 26].

Studienergebnisse deuten sogar darauf hin, dass die Einführung von Sitz-Steh-Arbeitsplätzen bei Bürokräften mit chronischen Rückenschmerzen zu einer signifikanten Schmerzreduktion führen können [27].

→ Wie zahlreiche Studien darlegen, bestätigt sich immer wieder das Zitat von H.W. Hendricks "Good Ergonomics is Good Economics" [28]

3.2 INDIREKTE BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE POTENZIALE

Die positiven Auswirkungen einer ergonomischen Optimierung durch höhenverstellbare Arbeitstische sind vielfältig, beeinflussen sich teilweise gegenseitig und betreffen sowohl den Arbeitnehmer als auch den Arbeitgeber. Neben der Anpassung an die individuelle Körperhöhe des Menschen, ermöglichen viele höhenverstellbare Tische auch das wechselnde Arbeiten im Sitzen und im Stehen (Sitz-Steh-Arbeitsplatz).

Sitzzeiten reduzieren

Viele aktuelle Studien zeigen, dass die tägliche Sitzdauer einen Einfluss auf die Gesundheit hat. Darunter fallen muskuloskelettale Beschwerden, Herz-Kreislauf-erkrankungen oder ein erhöhtes Risiko an Typ-2-Diabetes oder Krebs zu erkranken [29, 30]. Diesen Erkenntnissen hat man auch den Slogan „Sitzen ist das neue Rauchen“ zu verdanken, der mittlerweile als Buchtitel [31], für Gesundheitsratgeber oder als Werbeslogan für Gesundheitsprogramme von Krankenkassen genutzt wird.

Die Einführung von Sitz-Steh-Arbeitsplätzen kann Sitzzeiten reduzieren und fördert Variationen der Haltung [32, 33]. Abbildung 4 zeigt Krankheitsbilder, die durch lange Sitzzeiten begünstigt werden können.

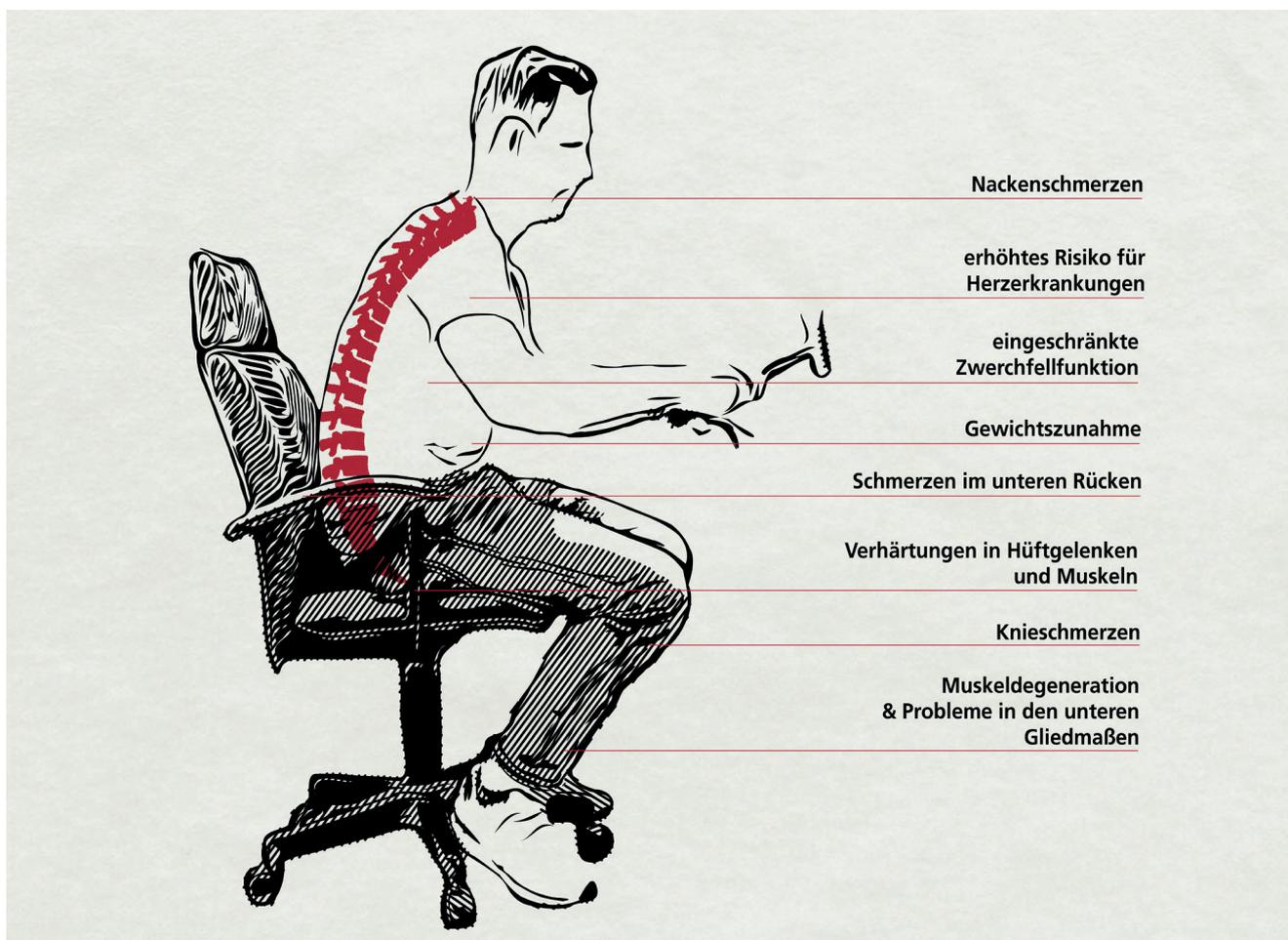


Abbildung 4 Lange Sitzzeiten können diverse Krankheitsbilder begünstigen (vgl. [31])

Haltungsschäden vermeiden

Höhenverstellbare Arbeitstische sind in der Lage sich sowohl im Sitzen als auch im Stehen an die individuelle Körperhöhe des Arbeiters anpassen zu lassen, sodass ungünstige Körperhaltungen vermieden werden. Eine hierdurch eingenommene aufrechte Körperhaltung ist durch Ökonomie, Energieverbrauch und Effizienz gekennzeichnet [34]. Obwohl es nach aktuellen Erkenntnissen nicht die eine optimale Sitzposition gibt [35], wird eine eingesunkene Haltung mit einer erhöhten Flexion der Lendenwirbelsäule als Risikofaktor für Rückenschmerzen angesehen [36]. Durch einen Sitz-Steh-Arbeitsplatz können sowohl ungünstige, wie auch statische Haltungsmuster verringert werden [23, 33].

Kalorienverbrauch steigern

In Anbetracht des aktuellen Interesses an Fitness und Gesundheit, wie sich aus Prognosen zur Verbreitung von Fitness-Tracker oder Apps vermuten lässt [46, 47], mag es insbesondere für Mitarbeiter an Büroarbeitsplätzen interessant sein, dass der Kalorienverbrauch beim Steharbeitsplatz höher ist als beim Sitzen [48–50]. Mehrere Studien konnten aufzeigen, dass der Kalorienverbrauch im Vergleich zu einem Sitzarbeitsplatz um 5-8 % gesteigert wird [48, 49].

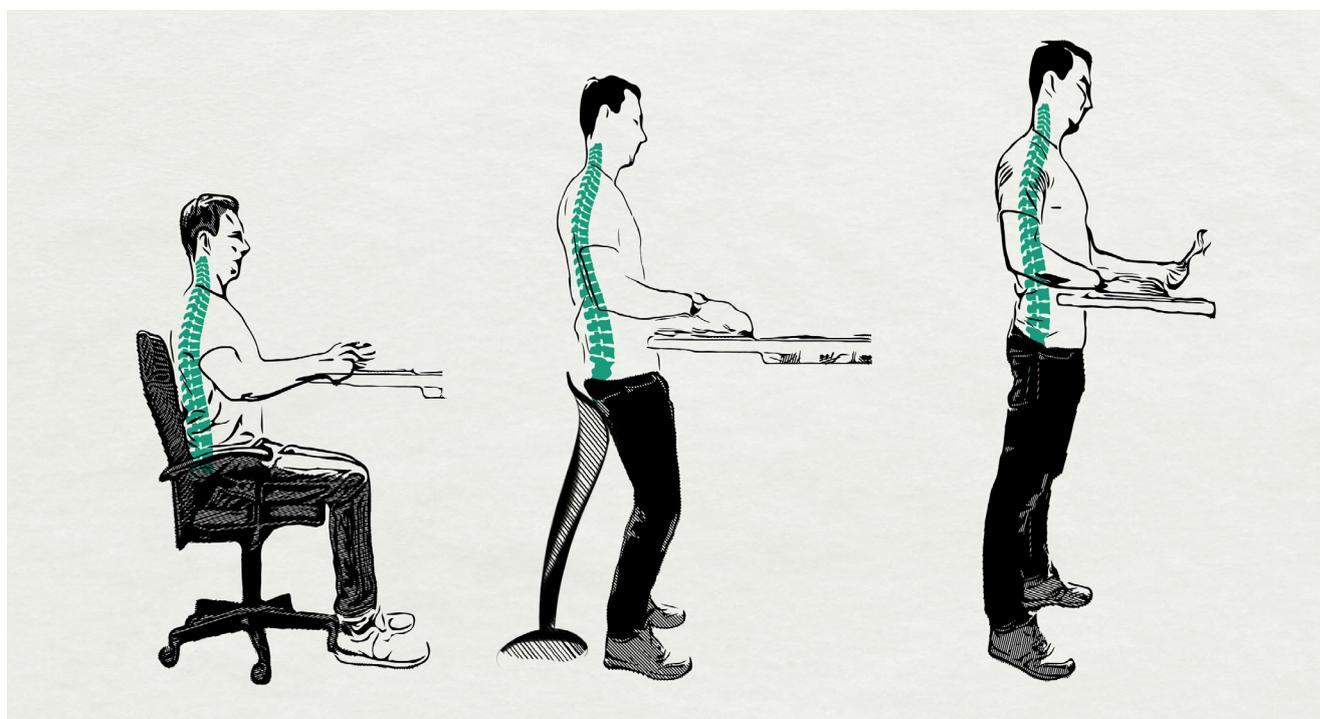


Abbildung 5 Höhenverstellbare Arbeitstische ermöglichen ein flexibles Arbeiten, angepasst an die individuelle Körperhöhe

Diskomfort vermeiden

Eine ergonomische Arbeitsplatzgestaltung, die einen Haltungswechsel fördert (z.B. Sitz-Steh-Arbeitsplätze), senkt den muskulären Diskomfort. In mehreren Studien konnte dies sowohl für Büro-, als auch industrielle Arbeitsplätze gezeigt werden [24, 26, 37–39]. Somit kann ein möglichst geringer muskulärer Diskomfort als relevanter Einflussfaktor für das subjektive Wohlbefinden der Mitarbeiter gewertet werden.



Abbildung 6 Ergonomische Arbeitsplatzgestaltung senkt den muskulären Diskomfort und fördert das subjektive Wohlbefinden

Muskel(ver)spannungen reduzieren

Eine ungünstige Arbeitstischhöhe kann sich negativ auf den Muskel-Skelett-Apparat auswirken. So wird zum Beispiel bei einem zu tief eingestellten Arbeitsplatz eine Vorneigung von Oberkörper und Nacken provoziert, wodurch sich die Muskelanspannung in diesen Bereichen erhöht [40]. Werden solche Haltungen über einen längeren Zeitraum gehalten, kann es im Rücken-, Schulter- und Nackenbereich zu Verspannungen und Muskelverhärtungen kommen.

Dies kann langfristig zu schwerwiegenden Muskel-Erkrankungen oder Spannungs-Kopfschmerzen führen [41].

Eine ergonomische Arbeitsplatzgestaltung kann Muskelverspannungen im Nacken-, Schulter- und Rückenbereich reduzieren. In verschiedenen Studien konnte dies, sowohl bei Büroarbeitsplätzen [42, 43], in der Schule [44] als auch in der Produktion [45] nachgewiesen werden.

Ermüdung vorbeugen

Müdigkeit geht mit einer Senkung der Aufmerksamkeit und Sorgfältigkeit einher und stellt somit einen Risikofaktor für Fehler oder Unfälle dar [51, 52]. Aus Labor- und Feldstudien geht hervor, dass der Einsatz von höhenverstellbaren Tischen, mit deren Hilfe sowohl im Stehen als auch im Sitzen gearbeitet werden kann, dem Gefühl von Müdigkeit am Büroarbeitsplatz entgegenwirkt [20, 53].



Abbildung 7 Im Gegensatz zu einem reinen Sitzarbeitsplatz fördert ein Sitz-Steharbeitsplatz die Aktivität und wirkt dem Gefühl von Müdigkeit entgegen

Mitarbeiterzufriedenheit steigern

Die Zufriedenheit der Arbeitnehmer ist von großer Bedeutung, da sie die Motivation und die Leistung beeinflussen kann [54]. Dieser Effekt wurde in Zusammenhang mit der Einführung von höhenverstellbaren Arbeitstischen im Büro [55] und in der Produktion [56] nachgewiesen. In einem sehr deutlichen Beispiel aus der Produktion wurde durch eine ergonomische Optimierung des Arbeitsplatzes eine Steigerung der Zufriedenheit von 41% erreicht [56].

Attraktivität des Unternehmens hervorheben

In einem zunehmenden Wettbewerb um qualifizierte Facharbeitskräfte – dem sogenannten „War for Talent“ – ist die Attraktivität eines Unternehmens ein entscheidender Faktor zur Neugewinnung und Bindung von Mitarbeitern [57]. Nach der Meinung von Experten [58, 59] und Unternehmen [57], trägt eine professionelle betriebliche Gesundheitsförderung, wie zum Beispiel eine ergonomische Arbeitsplatzgestaltung, dazu bei, die Attraktivität des Unternehmens zu steigern.

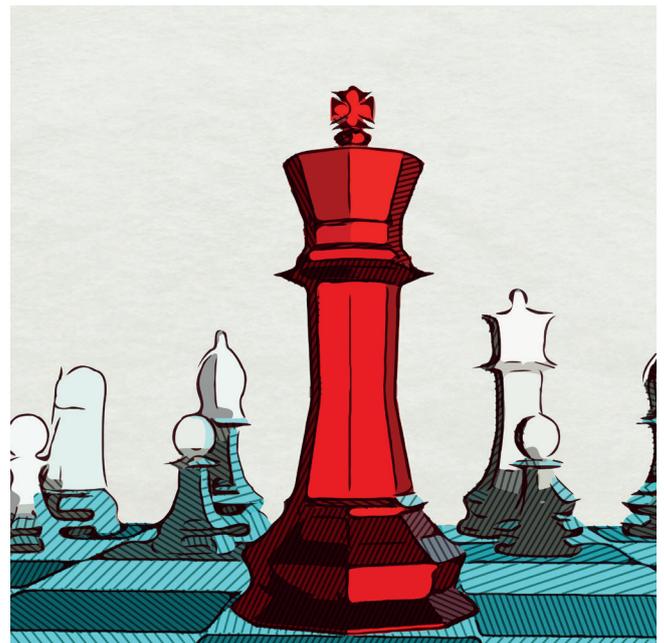


Abbildung 8 Im Wettbewerb um qualifizierte Facharbeitskräfte kann die betriebliche Gesundheitsförderung ein entscheidender Faktor sein.



4 ZUSAMMENFASSUNG

In der Literatur finden sich zahlreiche Belege für die vielseitigen Benefits, die durch ergonomische Maßnahmen entstehen können. Häufig fällt es jedoch schwer diese Kriterien in Kosten-Nutzen-Analysen einfließen zu lassen.

Auch wenn durch die Recherche keine vorgefertigten Berechnungsmodelle zur Verfügung gestellt werden können, zeigt die Studienlage nicht unerwartet, dass gesunde Mitarbeiter zufriedener und effektiver sind.

Im Sinne der Gesundheitsförderung der Mitarbeiter und zur Erleichterung der Argumentation ergonomischer Investitionen, soll diese Übersichtsarbeit dabei unterstützen, relevante Kriterien für den Betrieb zu identifizieren, mit dem der Nutzen ergonomischer Investitionen aufgezeigt werden kann.

Je ganzheitlicher man die Risiken fehlender gesundheitsfördernder Maßnahmen berücksichtigt, desto schneller machen sich Investitionen in diesem Bereich bezahlt. Die Benefits einer betrieblichen Gesundheitsförderung und eines ergonomischen Arbeitsplatzes lassen sich zusammenfassend auch in Vorteile von Arbeitnehmer und Arbeitgeber untergliedern (vgl. Tabelle 2).

Arbeitgeber	Arbeitnehmer
Sicherung der Leistungsfähigkeit aller Mitarbeiter	Reduzierung der Arztbesuche
Erhöhung der Motivation durch Stärkung der Identifikation mit dem Unternehmen	Verbesserung der gesundheitlichen Bedingungen im Unternehmen
Kostensenkung durch weniger Krankheits- und Produktionsausfälle	Verringerung von Belastungen
Steigerung der Produktivität und Qualität	Verbesserung der Lebensqualität
Imageaufwertung des Unternehmens	Erhaltung / Zunahme der eigenen Leistungsfähigkeit
Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit	Erhöhung der Arbeitszufriedenheit und Verbesserung des Betriebsklimas
Resilientere Mitarbeiter auch bei auftragsschwankungsbedingten Mehrbelastungen	Mitgestaltung des Arbeitsplatzes und des Arbeitsablaufs
Flexible Arbeitsplätze für unterschiedlich große Mitarbeiter	Kalorienverbrauch

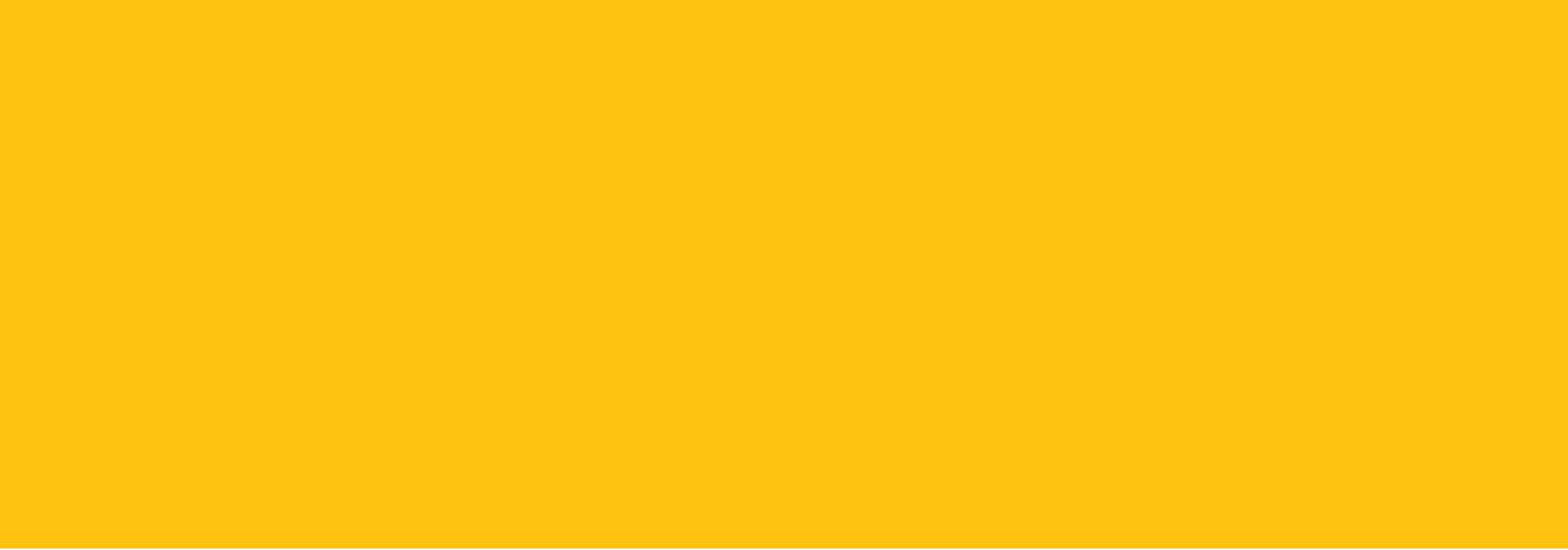
Tabelle 2 Benefits betrieblicher Gesundheitsförderung für Arbeitgeber und Arbeitnehmer

5 LIMITATIONEN

Auch wenn sich in der Literatur ein unstrittig positiver Effekt des Kosten-Nutzen-Verhältnisses darstellt, ist die verallgemeinernde Aussage aufgrund mangelnder Vergleichbarkeit vieler unterschiedlicher Studien und ihrer Designs limitiert. Zudem werden in Studien aus den USA auch immer Schadensersatzkosten in die Kosten-Nutzen-Berechnung miteinbezogen. Diese sind aufgrund unterschiedlicher Rechtssysteme nicht direkt auf europäische Länder übertragbar.

Nicht immer wird in den Studien zwischen rein die Ergonomie betreffenden und weiteren Gesundheitsprogrammen getrennt. So kann nicht immer zwischen den Effekten von Maßnahmen differenziert werden, die rein auf die Entlastung des Bewegungsapparates abzielen und Maßnahmen, wie beispielsweise zur Prävention von Diabetes oder Krebserkrankungen.

Ferner ist zu berücksichtigen, dass ein Verzerrungseffekt in der Datenlage bestehen kann, infolge einer bevorzugten Veröffentlichung von Studien mit positiven bzw. signifikanten Ergebnissen („publication bias“). Das bedeutet, es werden tendenziell mehr Studien publiziert, die einen positiven Effekt einer Maßnahme nachweisen als Studien, die keinen Effekt nachweisen.



7 LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Pharmig, "Verteilung der Arbeitsunfähigkeitstage in Österreich nach Krankheitsgruppen in den Jahren 2012 bis 2017," in Statista.
- [2] DAK-Gesundheit, "DAK-Gesundheitsreport 2018," Hamburg, 2018. [Online]
- [3] T. Läubli and C. Müller, "Arbeitsbedingungen und Erkrankungen des Bewegungsapparates: Geschätzte Fallzahlen und Kosten für die Schweiz," *Die Volkswirtschaft*, vol. 2009, no. 11, pp. 22–25,
- [4] M. Graf et al., 4. Europäische Erhebung über die Arbeitsbedingungen 2005: Ausgewählte Ergebnisse aus Schweizer Perspektive: SECO, 2007.
- [5] BKK Dachverband, "Gesundheit in Bewegung: Schwerpunkt Muskel- und Skeletterkrankungen," Berlin, 2013.
- [6] T. Bellinger, "The Economics of Ergonomics," Haworth, 2009. [Online]
- [7] I. Kramer and W. Bödeker, "Return on Investment im Kontext der betrieblichen Gesundheitsförderung und Prävention," (de),
- [8] R. W. Goggins, P. Spielholz, and G. L. Nothstein, "Estimating the effectiveness of ergonomics interventions through case studies: implications for predictive cost-benefit analysis," (eng), *Journal of safety research*, vol. 39, no. 3, pp. 339–344, 2008.
- [9] C. Berlin and C. Adams, *Production Ergonomics: Designing Work Systems to Support Optimal Human Performance*: Ubiquity Press, 2017.
- [10] A. Strom, Ed., *Anteile der zehn wichtigsten Krankheitsarten an den Arbeitsunfähigkeitstagen in Deutschland in den Jahren 2010 bis 2015: Analyse der Arbeitsunfähigkeitsdaten*, 2017.
- [11] Bundesamt für Statistik BFS, *Schweizerische Gesundheitsbefragung 2012: Übersicht. Gesundheit*. Neuchâtel, 2013.
- [12] D. Iverson, K. L. Lewis, P. Caputi, and S. Knospe, "The cumulative impact and associated costs of multiple health conditions on employee productivity," (eng), *Journal of occupational and environmental medicine*, vol. 52, no. 12, pp. 1206–1211, 2010.
- [13] G. Johns, "Presenteeism in the workplace: A review and research agenda," *J. Organiz. Behav.*, vol. 31, no. 4, pp. 519–542, 2010.
- [14] A.-C. Falck, R. Örtengren, and D. Högberg, "The impact of poor assembly ergonomics on product quality: A cost–benefit analysis in car manufacturing," *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, vol. 20, no. 1, pp. 24–41, 2010.
- [15] E. Grandjean and W. Hünating, "Ergonomics of posture—Review of various problems of standing and sitting posture," *Appl Ergon*, vol. 8, no. 3, pp. 135–140, 1977.
- [16] European Commission, Directorate-General for Employment, Social Affairs and Inclusion Unit B3, *Socio-economic costs of accidents at work and work-related ill health*. Luxemburg, 2011.
- [17] Goetzel, Ozminkowski, Baase, Billotti, "Estimating the Return-on-Investment From Changes in Employee Health Risks on The Dow Chemical Company's Health Care Costs,"
- [18] M. Oxenburgh, *Increasing productivity and profit through health and safety*. North Ryde:

- CCH Australia, 1994.
- [19] A. Hedge and E. J. Ray, "Effects of an Electronic Height-Adjustable Worksurface on Computer Worker Musculoskeletal Discomfort and Productivity," *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, vol. 48, no. 8, pp. 1091–1095, 2004.
- [20] T. Hasegawa, K. Inoue, O. Tsutsue, and M. Kumashiro, "Effects of a sit-stand schedule on a light repetitive task," *International Journal of Industrial Ergonomics*, vol. 28, no. 3-4, pp. 219–224, 2001.
- [21] S. Spilling, J. Eitrheim, and A. Aarås, "Cost-benefit analysis of work environment; investment at STK's telephone plant at Kongsvinger," *The ergonomics of working postures*, pp. 380–397, 1986.
- [22] J. Y. Chau et al., "More standing and just as productive: Effects of a sit-stand desk intervention on call center workers' sitting, standing, and productivity at work in the Opt to Stand pilot study," *Preventive medicine reports*, vol. 3, pp. 68–74, 2016.
- [23] T. Karakolis, J. Barrett, and J. P. Callaghan, "A comparison of trunk biomechanics, musculoskeletal discomfort and productivity during simulated sit-stand office work," *Ergonomics*, vol. 59, no. 10, pp. 1275–1287, 2016.
- [24] T. Karakolis and J. P. Callaghan, "The impact of sit-stand office workstations on worker discomfort and productivity: a review," (eng), *Appl Ergon*, vol. 45, no. 3, pp. 799–806, 2014.
- [25] S. Spilling, J. Eitrheim, and A. Aarås, "Cost-benefit analysis of work environment; investment at STK's telephone plant at Kongsvinger," *The ergonomics of working postures*, pp. 380–397, 1986.
- [26] H. L. Nerhood and S. W. Thompson, "Adjustable Sit-Stand Workstations in the Office," *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, vol. 38, no. 10, pp. 668–672, 1994.
- [27] G. T. Ognibene, W. Torres, R. von Eyben, and K. C. Horst, "Impact of a sit-stand workstation on chronic low back pain: results of a randomized trial," *Journal of occupational and environmental medicine*, vol. 58, no. 3, pp. 287–293, 2016.
- [28] H. W. Hendricks, "Good Ergonomics Is Good Economics," Reprinted with adaptations from *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 40th Annual Meeting.*, 1996.
- [29] J. Y. Chau et al., "Sedentary behaviour and risk of mortality from all-causes and cardiometabolic diseases in adults: evidence from the HUNT3 population cohort," (eng), *Br J Sports Med*, vol. 49, no. 11, pp. 737–742, 2015.
- [30] A. Biswas et al., "Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: a systematic review and meta-analysis," *Ann. Intern. Med.*, vol. 162, no. 2, pp. 123–132, 2015.
- [31] K. Starrett, J. Starrett, and G. Cordoza, *Sitzen ist das neue Rauchen: Das Trainingsprogramm, um Haltungsschäden vorzubeugen und unsere natürliche Mobilität zurückzugewinnen*, 1st ed. München: riva, 2016.

- [32] L. Straker, R. A. Abbott, M. Heiden, S. E. Mathiassen, and A. Toomingas, "Sit-stand desks in call centres: associations of use and ergonomics awareness with sedentary behavior," (eng), *Appl Ergon*, vol. 44, no. 4, pp. 517–522, 2013.
- [33] D. F. Barbieri, D. Srinivasan, S. E. Mathiassen, and A. B. Oliveira, "Variation in upper extremity, neck and trunk postures when performing computer work at a sit-stand station," (eng), *Appl Ergon*, vol. 75, pp. 120–128, 2019.
- [34] S. Klein-Vogelbach, *Funktionelle Bewegungslehre: Bewegung lehren und lernen*, 5th ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2000.
- [35] K. O'Sullivan, P. O'Sullivan, L. O'Sullivan, and W. Dankaerts, "What do physiotherapists consider to be the best sitting spinal posture?," (eng), *Manual therapy*, vol. 17, no. 5, pp. 432–437
- [36] L. Womersley and S. May, "Sitting posture of subjects with postural backache," (eng), *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, vol. 29, no. 3, pp. 213–218, 2006.
- [37] B. Husemann, C. Y. von Mach, D. Borsotto, K. I. Zepf, and J. Scharnbacher, "Comparisons of musculoskeletal complaints and data entry between a sitting and a sit-stand workstation paradigm," (eng), *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, vol. 51, no. 3, pp. 310–320, 2009.
- [38] S. Agarwal, C. Steinmaus, and C. Harris-Adamson, "Sit-stand workstations and impact on low back discomfort: a systematic review and meta-analysis," (eng), *Ergonomics*, vol. 61, no. 4, pp. 538–552, 2018.
- [39] K. G. Davis and S. E. Kotowski, "Postural Variability," *Hum Factors*, vol. 56, no. 7, pp. 1249–1261, 2014.
- [40] D. Zennaro, T. Läubli, D. Krebs, H. Krueger, and A. Klipstein, "Trapezius muscle motor unit activity in symptomatic participants during finger tapping using properly and improperly adjusted desks," *Hum Factors*, vol. 46, no. 2, pp. 252–266, 2004.
- [41] A. Nagasawa, T. Sakakibara, and A. Takahashi, "Roentgenographic findings of the cervical spine in tension-type headache," (eng), *Headache*, vol. 33, no. 2, pp. 90–95, 1993.
- [42] M. Hassaine, A. Hamaoui, and P.-G. Zanone, "Effect of table top slope and height on body posture and muscular activity pattern," (eng), *Ann Phys Rehabil Med*, vol. 58, no. 2, pp. 86–91, 2015.
- [43] E. Dowler, B. Kappes, A. Fenaughty, and G. Pemberton, "Effects of neutral posture on muscle tension during computer use," *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, vol. 7, no. 1, pp. 61–78, 2001.
- [44] R. Koskelo, K. Vuorikari, and O. Hänninen, "Sitting and standing postures are corrected by adjustable furniture with lowered muscle tension in high-school students," (eng), *Ergonomics*, vol. 50, no. 10, pp. 1643–1656, 2007.
- [45] T. Huoviala, "Turning the tables: design change eases sewing strains in Work Health Safety," *Institute of Occupational Health, Finland*, pp. 17–18, 1984.
- [46] Morder Intelligence, *Smart Wearable Market - Growth, Trends, and Forecast (2019 - 2024)*.

- [47] Markets and Markets, *Wearable Fitness Technology Market: Wearable Fitness Technology Market by Product, Category, Component - Global Forecast to 2022*, 2016.
- [48] P. B. Júdice, M. T. Hamilton, L. B. Sardinha, T. W. Zderic, and A. M. Silva, "What is the metabolic and energy cost of sitting, standing and sit/stand transitions?," (eng), *Europ. J. Appl. Physiol.*, vol. 116, no. 2, pp. 263–273, 2016.
- [49] B. B. Gibbs, R. J. Kowalsky, S. J. Perdomo, M. Grier, and J. M. Jakicic, "Energy expenditure of deskwork when sitting, standing or alternating positions," (eng), *Occupational medicine (Oxford, England)*, vol. 67, no. 2, pp. 121–127, 2017.
- [50] A. A. Thorp et al., "Alternating Sitting and Standing Increases the Workplace Energy Expenditure of Overweight Adults," (eng), *Journal of physical activity & health*, vol. 13, no. 1, pp. 24–29, 2016.
- [51] J. Bell and N. Healey, *The Causes of Major Hazard Incidents and How to Improve Risk Control and Health and Safety Management: A Review of the Existing Literature*. Health & Safety Laboratory/2006/117.
- [52] Internationale Atomenergie-Organisation, *Developing safety culture in nuclear activities: Practical suggestions to assist progress*. Vienna, 1998.
- [53] N. Dutta, G. A. Koeppe, S. D. Stovitz, J. A. Levine, and M. A. Pereira, "Using sit-stand workstations to decrease sedentary time in office workers: a randomized crossover trial," (eng), *International journal of environmental research and public health*, vol. 11, no. 7, pp. 6653–6665, 2014.
- [54] S. P. Robbins and T. A. Judge, *Organizational behavior*, 17th ed. Boston: Pearson, 2017.
- [55] N. Nevala and D.-S. Choi, "Ergonomic comparison of a sit-stand workstation with a traditional workstation in visual display unit work," *The Ergonomics Open Journal*, vol. 6, no. 1, 2013.
- [56] A. A. Shikdar and M. A. Al-Hadhrami, "Operator performance and satisfaction in an ergonomically designed assembly workstation," *The Journal of Engineering Research [TJER]*, vol. 2, no. 1, pp. 69–76, 2005.
- [57] Booz & Company, *Vorteil Vorsorge: Die Rolle der betrieblichen Gesundheitsvorsorge für die Zukunftsfähigkeit des Wirtschaftsstandortes Deutschland*. Accessed on: Sep. 04 2015.
- [58] H. W. Hendrick, "Determining the cost–benefits of ergonomics projects and factors that lead to their success," *Appl Ergon*, vol. 34, no. 5, pp. 419–427, 2003.
- [59] H. W. Hendrick, "Applying ergonomics to systems: some documented "lessons learned"," *Appl Ergon*, vol. 39, no. 4, pp. 418–426, 2008.

IMPRESSUM

Kontaktadresse:

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
Abt. Biomechatronische Systeme
Nobelstr. 12
70569 Stuttgart
www.ipa.fraunhofer.de

Urban Daub
Telefon: +49 711 970 – 3645
urban.daub@ipa.fraunhofer.de

Autoren: Urban Daub, Alexander Ackermann, Verena Kopp

Oktober 2019
DOI: 10.24406/ipa-n-559153

Lizenziert unter CC-BY-NC 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de>

Studie erstellt im Auftrag von Ergoswiss AG



