Industrie 4.0 + Wearable Computing =

Arbeitsplatz 4.0 ?

FOM Management-Forum Bremen

30.05.2016

Prof. Dr. Peter Hoffmann

Prof. Dr. Peter Hoffmann

bremer institut für organisation und prozesse
bifoup

Kurzvita

Studium:

Studium der Sicherheitstechnik, BUGH Wuppertal
Brand- & Explosionsschutz

Promotion:

Institut für Multimediale und Interaktive Systeme
Universität zu Lübeck
„Narrative Realität“

Stationen:

ZGDV e.V., Zentrum für Graphische Datenverarbeitung, Darmstadt
Institut für Multimediale und Interaktive Systeme, Universität zu Lübeck
mrc/ TZI, Universität Bremen
form-i * Büro für Informations- & Interaktionsgestaltung
bifoup, Bremer Institut für Organisation und Prozesse (i.G.)

An der FOM Hochschule seit 2013

Forschungsschwerpunkte

Ambient Intelligence & Wearable Computing
Geschäftsmodelle für ambiente und interaktive Medien
Usability & Software-Ergonomie ambienter, interaktiver Medien

Industrie 4.0 + Wearable Computing =

Arbeitsplatz 4.0 ?

wiwo.de, 15.11.2015

Industrie 4.0: So sieht der Arbeitsplatz der Zukunft aus

http://www.arbeitenviernull.de/aktuelles/videos/forschen-fuer-die-arbeitswelt-40.html

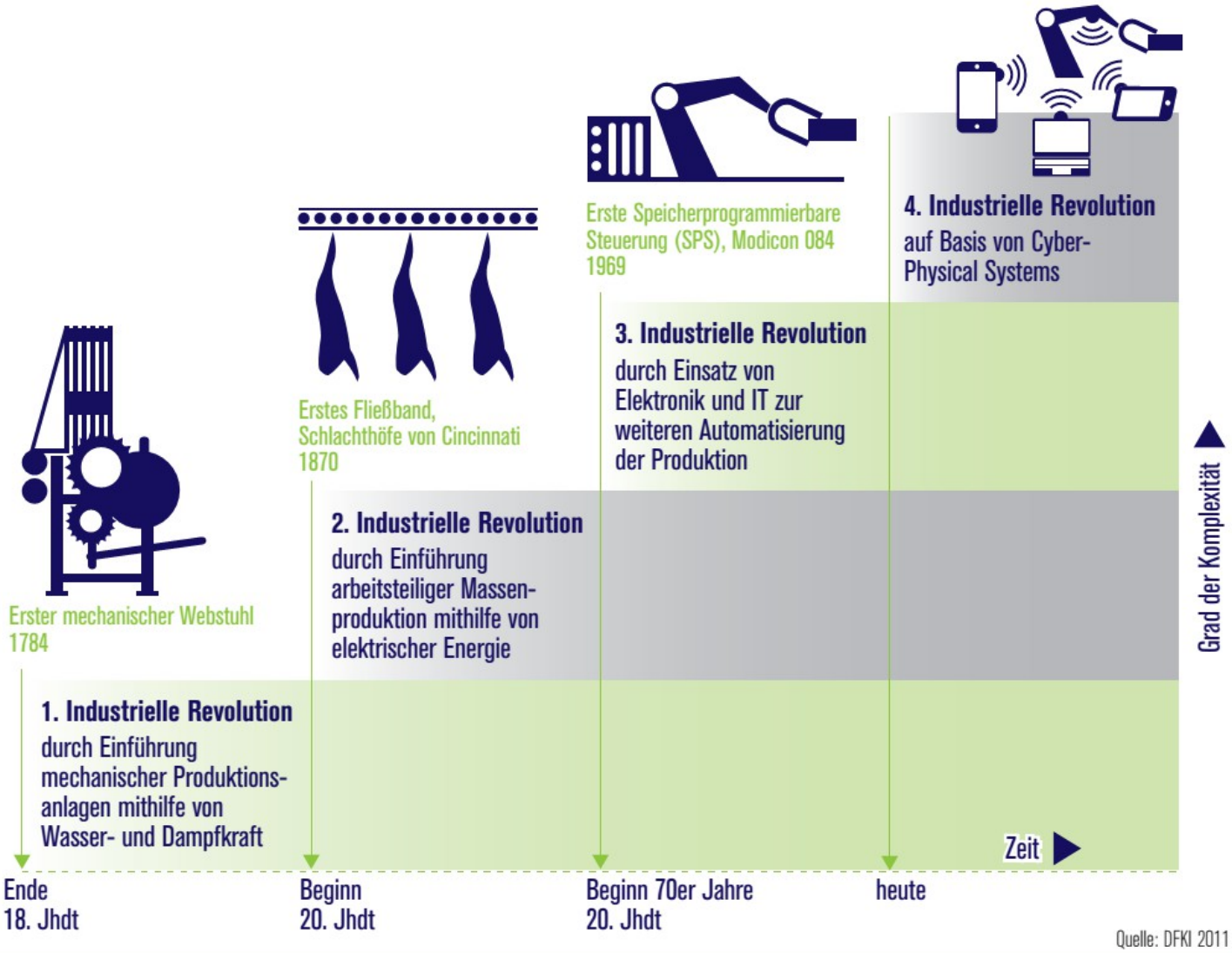
Arbeitsplatz 4.0 ?

- Begriffsbestimmung
  - Industrie 4.0
  - Wearable Computing
- Wearable Computing am Arbeitsplatz
  - Interaktion
  - Sicherheit
- Arbeitsplatz 4.0?

http://www.arbeitenviernull.de/aktuelles/videos/forschen-fuer-die-arbeitswelt-40.html

Industrie 4.0

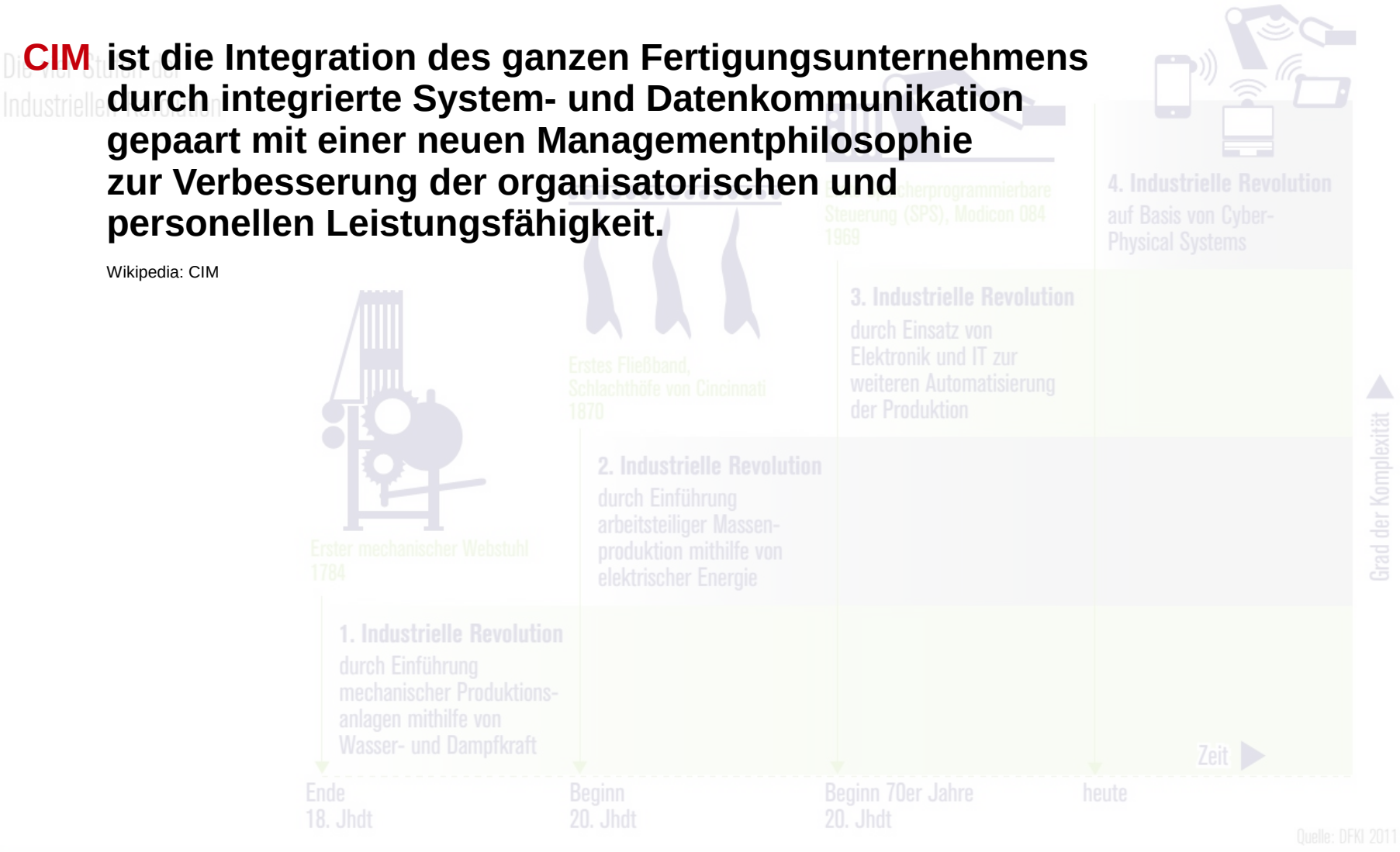
Die vier Stufen der Industriellen Revolution



Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0
acatech (im Auftrag des BMBF), 2013

CIM ist die Integration des ganzen Fertigungsunternehmens durch integrierte System- und Datenkommunikation gepaart mit einer neuen Managementphilosophie zur Verbesserung der organisatorischen und personellen Leistungsfähigkeit.

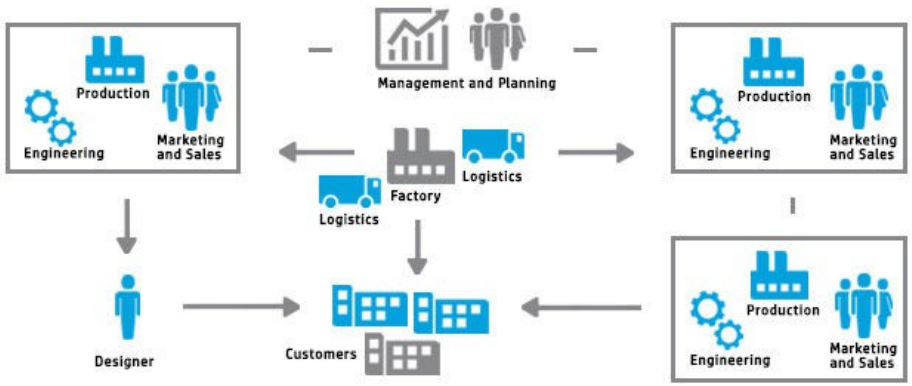
Wikipedia: CIM

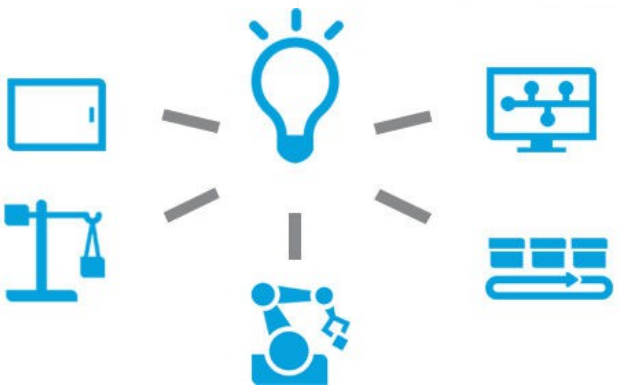


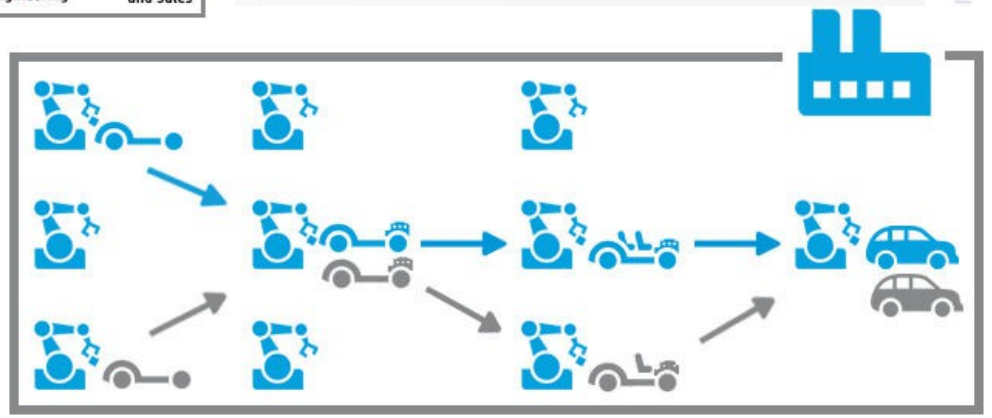
Industrie 4.0

Das Gute an Industrie 4.0 ist, dass dieser Ansatz heute eher aus der grundsätzlich verfügbaren Technologie getrieben wird und nicht auf einer rein organisatorischen Idee, die ohne Rücksicht auf die verfügbaren Technologien entwickelt wurde, fußt.

http://www.august-wilhelm-scheer.com/2012/02/08/industrie-4-0-alter-wein-in-neuen-schlauchen/



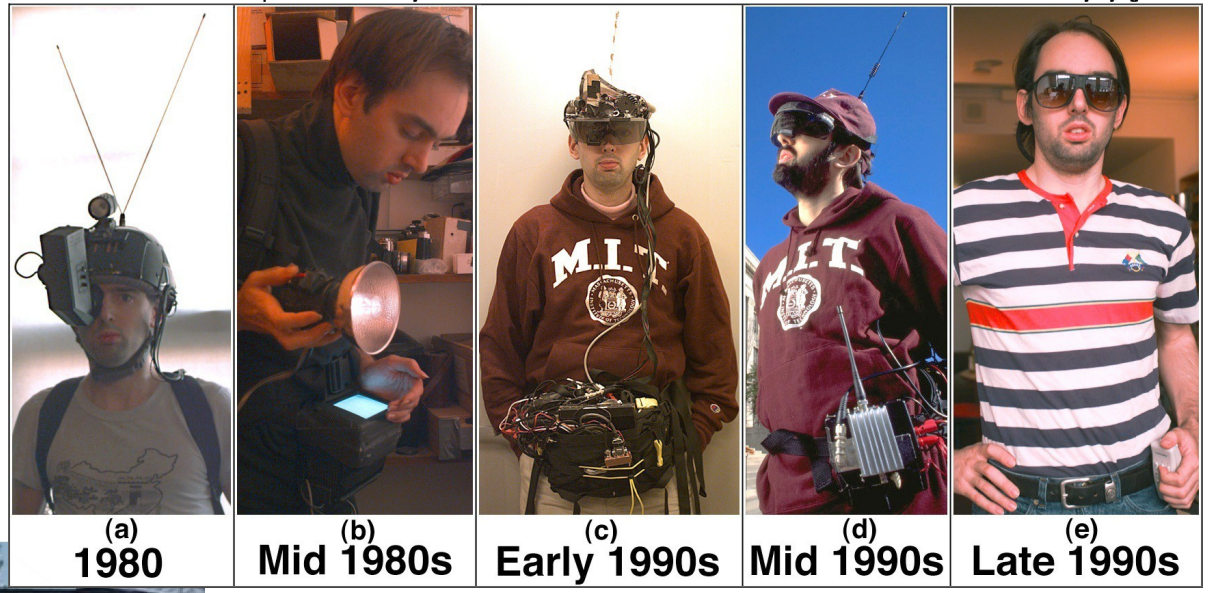




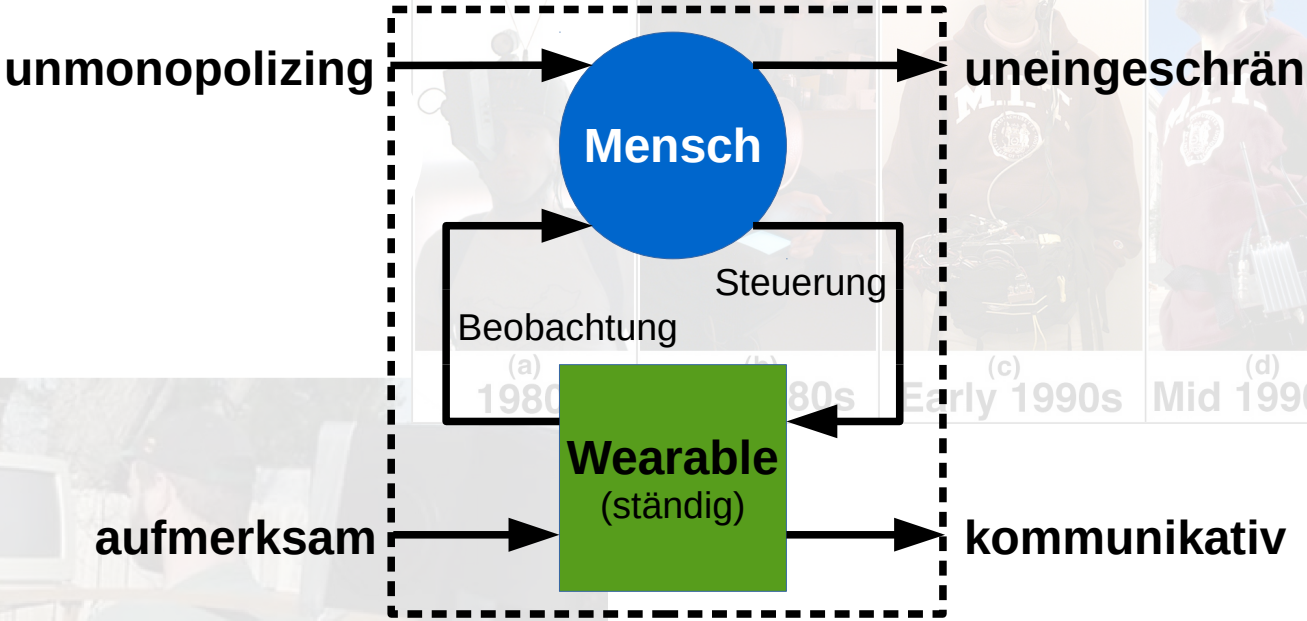
Abbildungen: www.hp.de

Wearable Computing

Steve Mann's "wearable computer" and "reality mediator" inventions of the 1970s have evolved into what looks like ordinary eyeglasses.



Wearable Computing



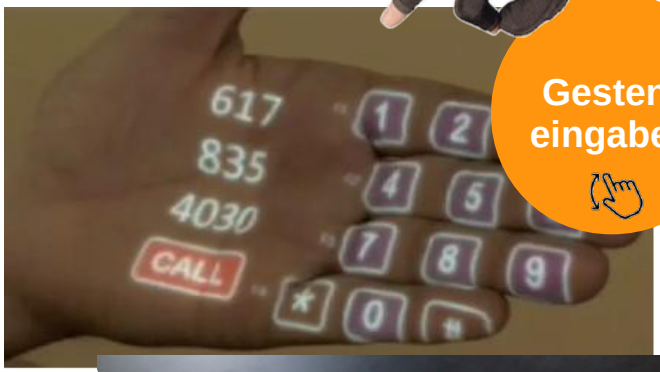
Wearable Computing

Steve Mann's "wearable computer" and "reality mediator" inventions of the 1970s have evolved into what looks like ordinary eyeglasses.

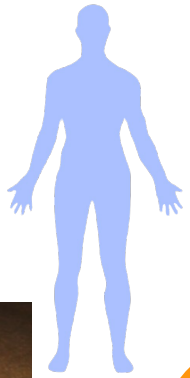
(e)
Late 1990s

… am Arbeitsplatz: Alles eine Frage der Interaktion!

Sprach-eingaben



Gesten-eingaben

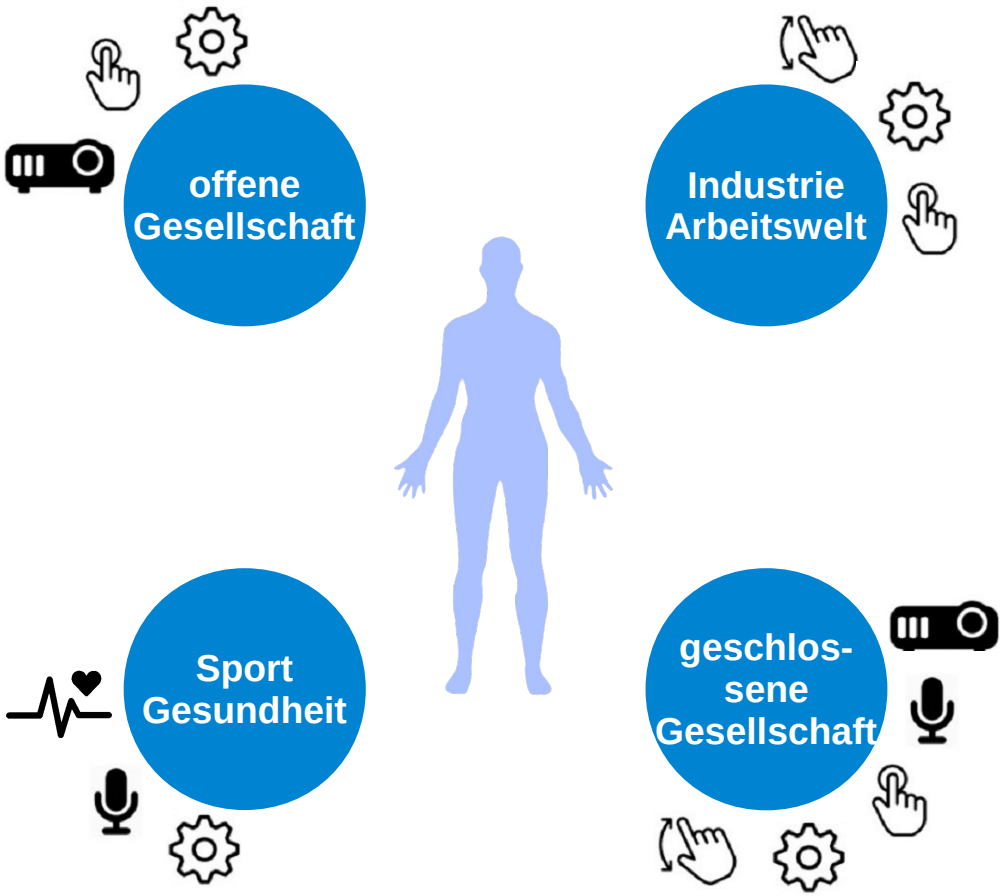


Mechanische Eingaben

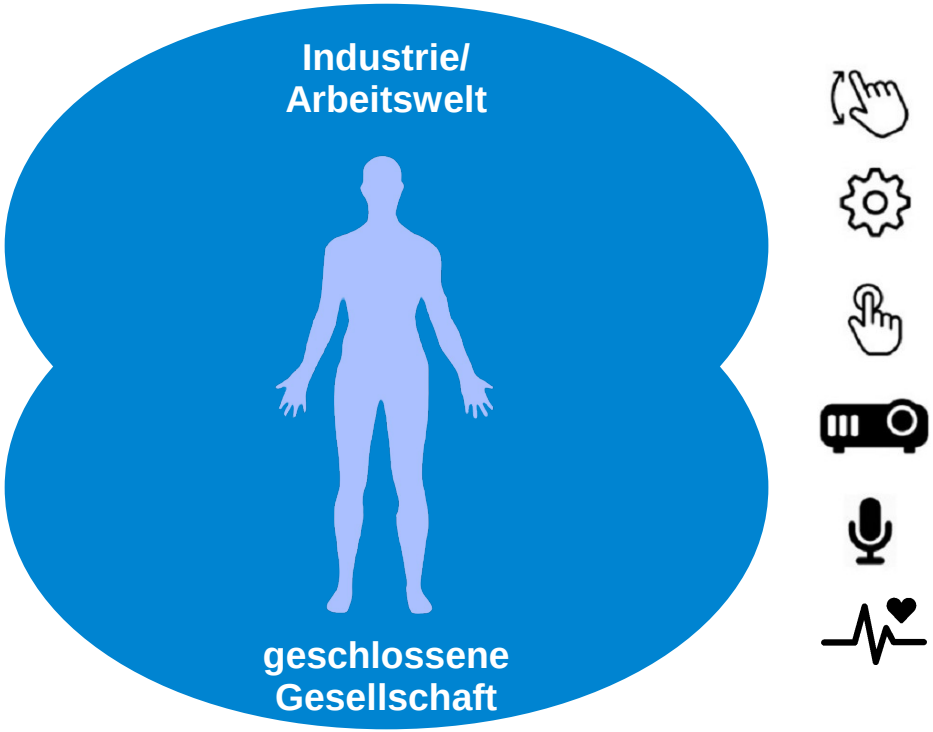
Projektions-eingaben

„Touch“-Eingaben

… am Arbeitsplatz: Alles eine Frage der Interaktion!

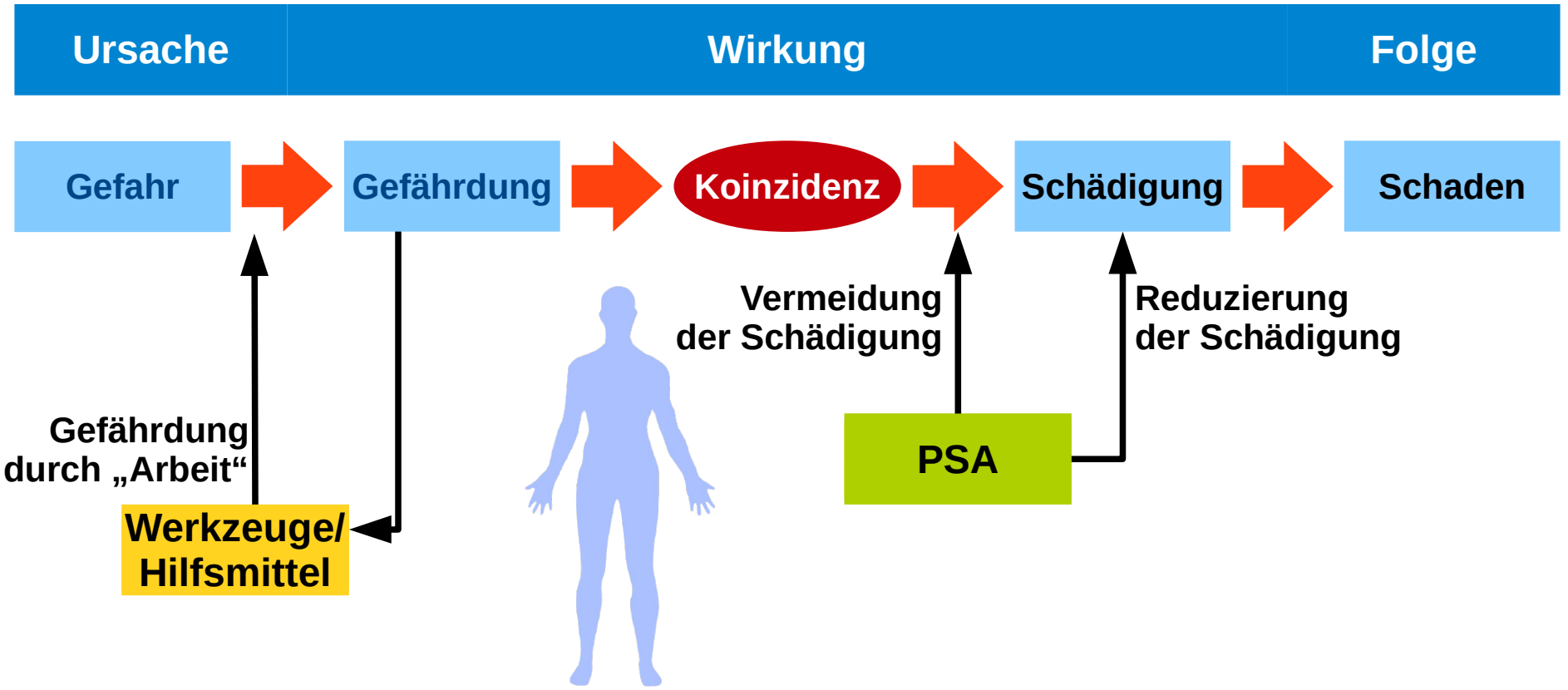


… am Arbeitsplatz: Alles eine Frage der Interaktion!

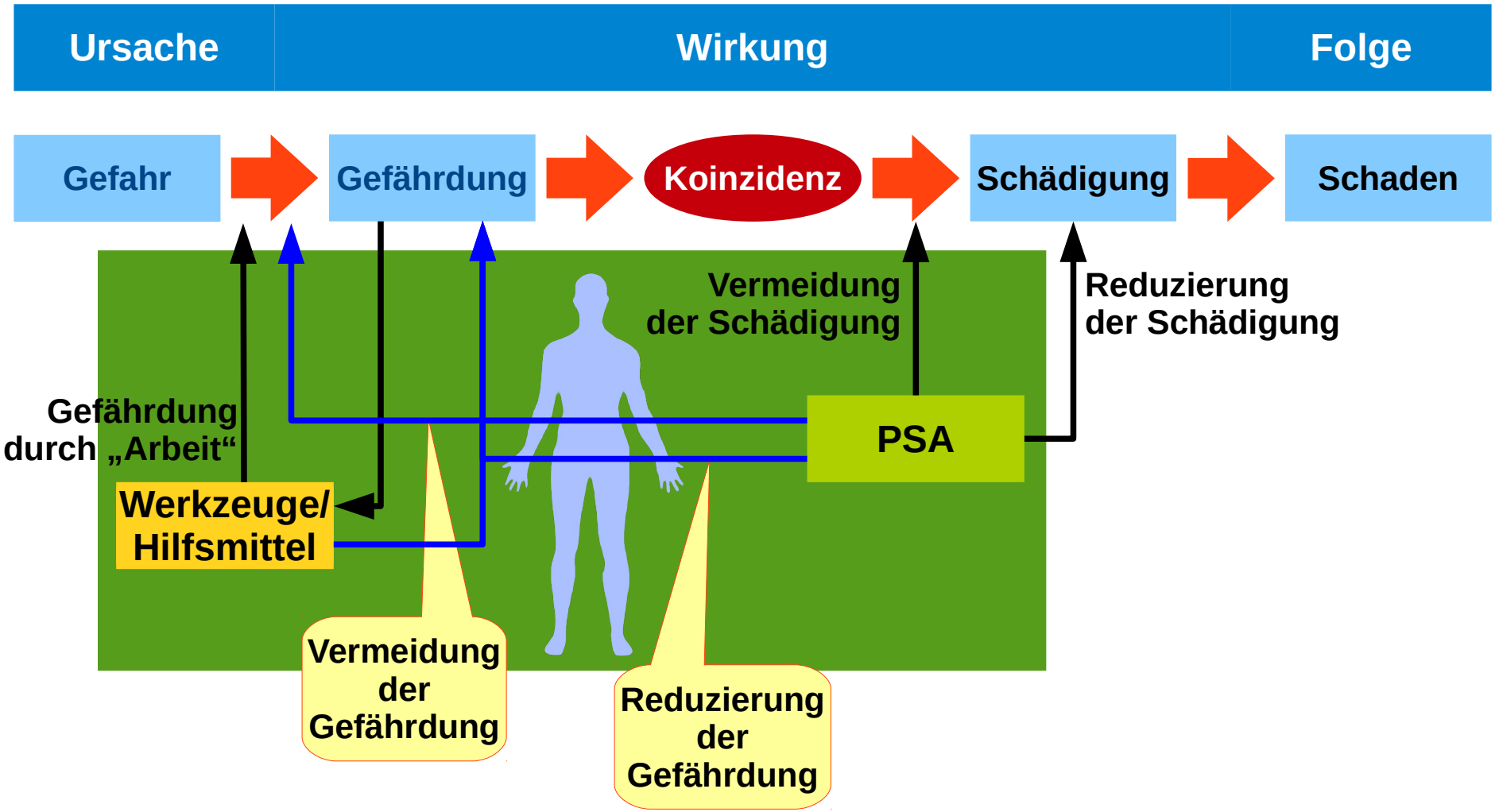


… am Arbeitsplatz: Alles eine Frage der Interaktion!

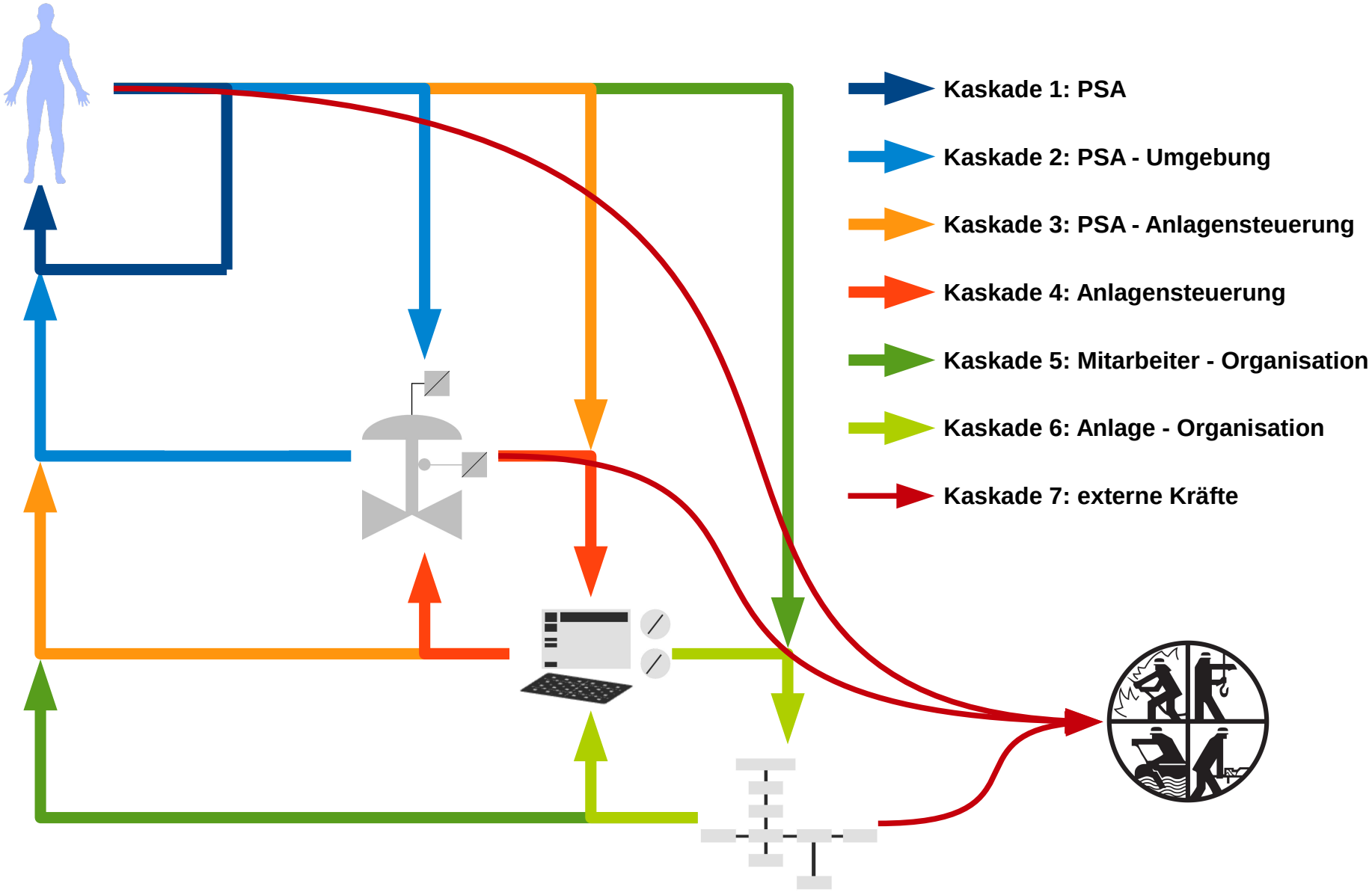
… am Arbeitsplatz: Chance(n) zur verbesserten (Arbeits-)Sicherheit



… am Arbeitsplatz: Chance(n) zur verbesserten (Arbeits-)Sicherheit



… am Arbeitsplatz: Chance(n) zur verbesserten (Arbeits-)Sicherheit



… am Arbeitsplatz: Chance(n) zur verbesserten (Arbeits-)Sicherheit

Kaskade 1: PSA

www.bechtle.de

… am Arbeitsplatz: Chance(n) zur verbesserten (Arbeits-)Sicherheit

Abbildung 2: Ansatzpunkte einer humanorientierten Systemgestaltung

Quelle: TU Dortmund

Arbeiten in der digitalen Welt: Mensch |Organisation |Technik
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), www.bmwi.de

… Arbeitsplatz 4.0

Alles einfach schön, hilfreich, sicher …

… oder doch nicht so schön einfach?

… Arbeitsplatz 4.0

Alles einfach schön, hilfreich, sicher …

… oder doch nicht so schön einfach?

… Arbeitsplatz 4.0

Alles einfach schön, hilfreich, sicher …

… oder doch nicht so schön einfach?

… Arbeitsplatz 4.0

Alles einfach schön, hilfreich, sicher …

… oder doch nicht so schön einfach?

… Arbeitsplatz 4.0

Alles einfach schön, hilfreich, sicher …

… oder doch nicht so schön einfach?

Stoffbeispiele	Einteilung	Art der Gefahr	Gasgruppe (Group)
Class I Gase, Dämpfe, Nebel	Division 1 (Zone 0 oder 1)	Gefährliche explosionsgefährdete Atmosphäre ist **ständig oder gelegentlich** vorhanden.	A, B, C, D
	Division 2 (Zone 2)	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ist bei Normalbetrieb **nicht vorhanden**.	
Class II Staub	Division 1 (Zone 20 oder 21)	Gefährliche explosionsgefährdete Atmosphäre ist **ständig oder gelegentlich** vorhanden.	E, F, G
	Division 2 (Zone 22)	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ist bei Normalbetrieb **nicht vorhanden**.	E, F
Class III Fasern, Flusen	Division 1 (Zone 20 oder 21)	Gefährliche explosionsgefährdete Atmosphäre ist **ständig oder gelegentlich** vorhanden.	-
	Division 2 (Zone 22)	Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ist bei Normalbetrieb **nicht vorhanden**.	-

Abgestrahlte Funksignale, die auf metallische Objekte treffen oder in unzureichend EMV-geschützte elektronische Schaltungen induziert werden, können dort prinzipiell zu Erwärmung und Funkenbildung führen. Aufgrund dieser Gefahr begrenzt die IEC 60079-0 2008 bzw. die kommende EN 60079-0 für kontinuierliche Hochfrequenzquellen die maximal zulässige Sendeleistung in drahtlosen Netzen, wenn diese in explosionsgefährdeten Bereichen betrieben werden.

Ob der Installationsort eines Netzteilnehmers in Zone 0, 1 oder 2 liegt, bleibt für den zulässigen Grenzwert außer Betracht. Er liegt zwischen sechs Watt und – bei einer Atmosphäre mit explosionsgefährdeten Gasen der Gruppe IIC, wie zum Beispiel Wasserstoff oder Acetylen – zwei Watt abgestrahlter Leistung. [...]

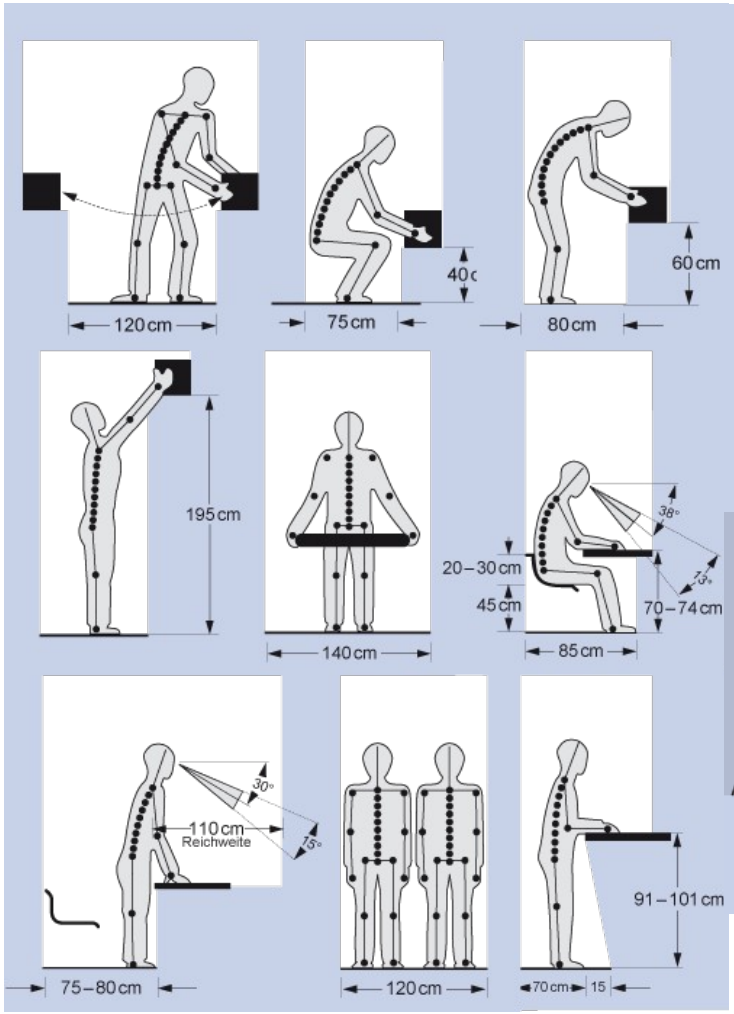
Für die meisten marktgängigen Funkkomponenten liegt allerdings keine Zulassung für die Installation in Zone 1 vor. Einen üblichen Ausweg stellt der Einbau konventioneller Funktechnik ohne Zulassung in Gehäuse dar, die der Zündschutzart Ex d (Druckfeste Kapselung) oder vergleichbaren Zündschutzarten entsprechen. Solche gekapselten Gehäuse aber bestehen meist aus Metall, das die elektromagnetische Strahlung einer innen angebrachten Antenne stark abschirmen würde. Für die deshalb überwiegend eingesetzten externen Antennen wiederum war bislang eine ATEX-gerechte Ausführung Pflicht. Oft wurde diese in Form von Konstruktionen in der Zündschutzart Ex e (erhöhte Sicherheit) implementiert. Erst in Zukunft wird es voraussichtlich spezielle Antennendurchführungen geben, die dank Schutzart Ex ib (Eigensicher) die gefahrlose Verwendung einer beliebigen Standardantenne am Wireless-Gerät möglich machen.

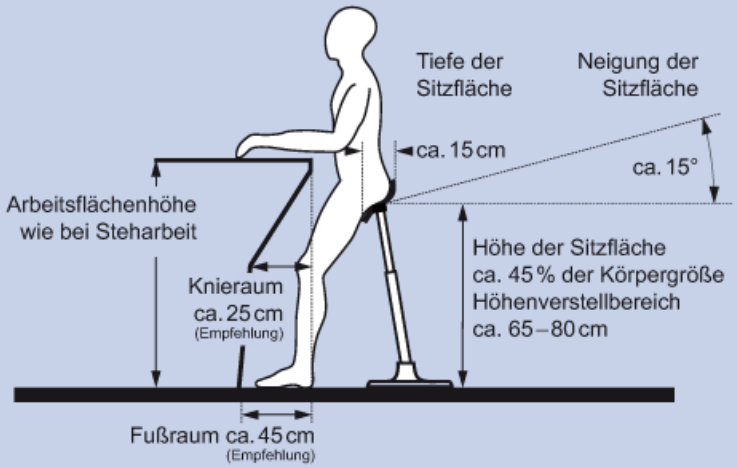
http://www.elektrotechnik.vogel.de/wireless-technik-und-ex-schutz-in-der-prozessautomation-a-179189/index2.html

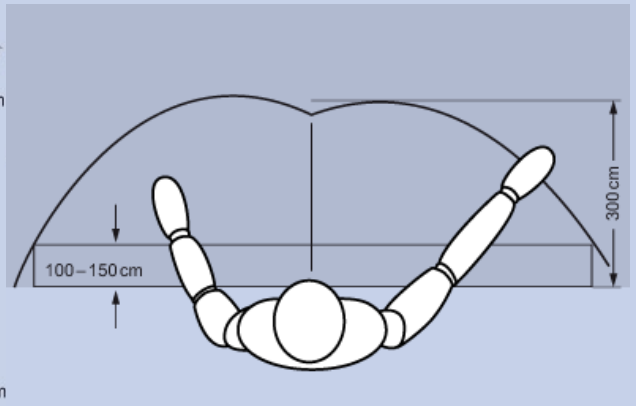
… Arbeitsplatz 4.0

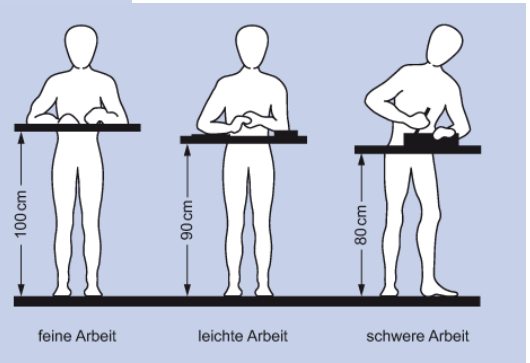
Alles einfach schön, hilfreich, sicher …

… oder doch nicht so schön einfach?





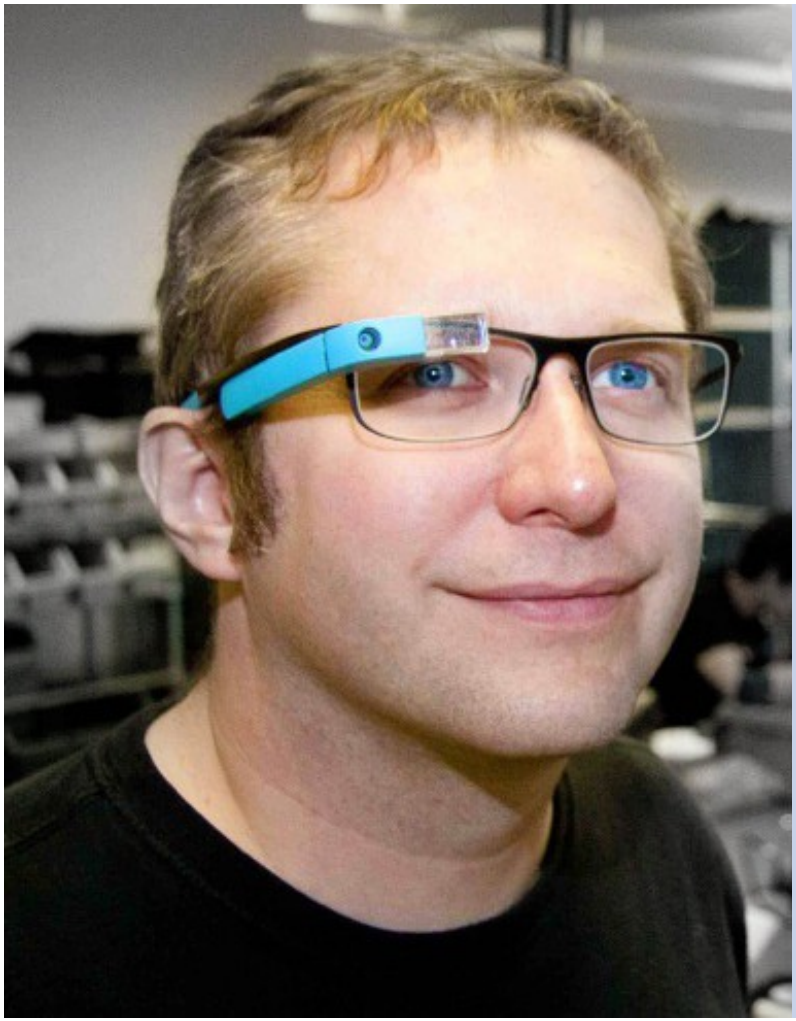


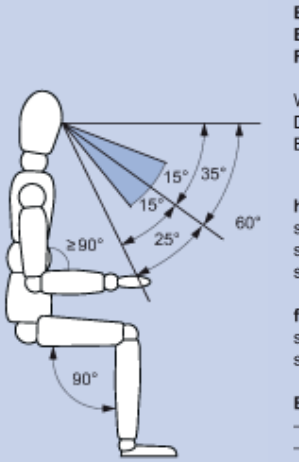


… Arbeitsplatz 4.0

Alles einfach schön, hilfreich, sicher …

… oder doch nicht so schön einfach?



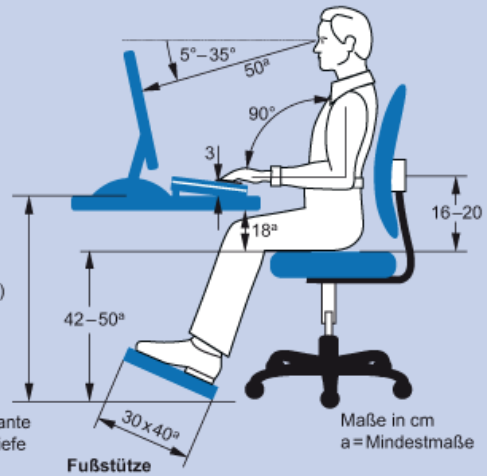


Büro-Arbeitsstuhl: DIN EN 1335
Büro-Arbeitstisch: DIN EN 527
Fußstütze: DIN EN 4556

Weiter Details:
DIN EN ISO 9241-5
BGI 650

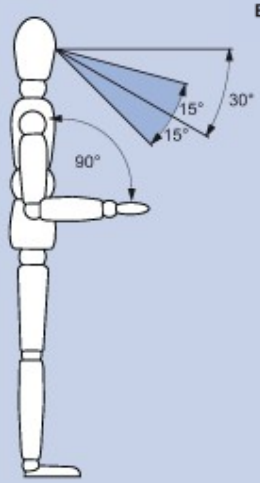
höhenverstellbar
sitzend: 68–76 (empf. <62–82)
stehend: 95–118 (empf. 95–120)
sitzend und stehend:
68–118 (empf. <62–120)
fest
sitzend: 72 (± 1,5)
stehend: 103–106 (empf. 105 ± 5)

Beinraumhöhe
– 62[a] (empf. 69[a]) gem. an Arbeitskante
– 62[a] (empf. 67[a]) gem. bei 20 cm Tiefe ab Arbeitskante
Beinraumbreite/Beinraumtiefe: 60[a]



Maße in cm
a = Mindestmaße

Fußstütze
Höhenverstellbereich: 0–16,5



… Arbeitsplatz 4.0

Ein Arbeitnehmer an einem Bildschirmarbeitsplatz ist jeder, der gewöhnlich bei einem nicht unwesentlichen Teil seiner normalen Arbeit ein Bildschirmgerät benutzt.

http://www.wilms-transport.de/zusatzdienste/kommissionierung/

§ 1 Bildschirmarbeitsverordnung – Anwendungsbereich

Beschäftigte an Bildschirmarbeitsplätzen sind Versicherte, die gewöhnlich bei einem nicht unwesentlichen Teil ihrer normalen Arbeit ein Bildschirmgerät benutzen.
Diese Voraussetzungen können gegeben sein, wenn mindestens drei der nachstehenden Kriterien zutreffen:

- **Der Versicherte benötigt zur Durchführung seiner Arbeit ein Bildschirmgerät, da zur Erzielung des Arbeitsergebnisses kein anderes Arbeitsmittel zur Verfügung steht.**
- **Der Versicherte benötigt zur Durchführung seiner Arbeit mit dem Bildschirmgerät besondere Kenntnisse und Fertigkeiten.**
- **Der Versicherte benutzt in der Regel arbeitstäglich ein Bildschirmgerät.**
- **Die Arbeit am Bildschirmgerät verlangt von dem Versicherten hohe Aufmerksamkeit und Konzentration, weil Fehler zu wesentlichen Konsequenzen führen können.**

§ 1 Bildschirmarbeitsverordnung – Anwendungsbereich

(1) Diese Verordnung gilt für die Arbeit an Bildschirmgeräten.

(2) Diese Verordnung gilt nicht für die Arbeit an

1. Bedienerplätzen von Maschinen oder an Fahrerplätzen von Fahrzeugen mit Bildschirmgeräten,
2. Bildschirmgeräten an Bord von Verkehrsmitteln,
3. Datenverarbeitungsanlagen, die hauptsächlich zur Benutzung durch die Öffentlichkeit bestimmt sind,
4. Bildschirmgeräten für den ortsveränderlichen Gebrauch, sofern sie nicht regelmäßig an einem Arbeitsplatz eingesetzt werden,*
5. Rechenmaschinen, Registrierkassen oder anderen Arbeitsmitteln mit einer kleinen Daten- oder Messwertanzeigevorrichtung, die zur unmittelbaren Benutzung des Arbeitsmittels erforderlich ist, sowie
6. Schreibmaschinen klassischer Bauart mit einem Display.

* Bei Bildschirmgeräten für den ortsveränderlichen Gebrauch handelt es sich in der Regel um Notebooks.

… Arbeitsplatz 4.0

Head Mounted Displays (HMDs) und andere innovative Technologien eröffnen neue Möglichkeiten der Leistungsunterstützung und Fehlervermeidung bei der Ausführung komplexer Aufgaben. Informationen können bedarfsgerecht, ortsunabhängig und hands-free dargestellt werden.

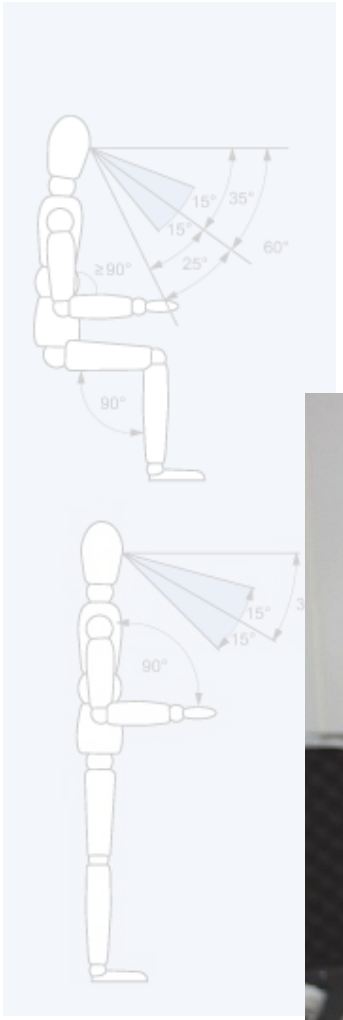
Arbeitshilfen sind jedoch nicht immer sinnvoll, sondern können bei geringer Passung von Arbeitshilfe und Aufgabe auch unerwünschte Effekte hervorrufen.

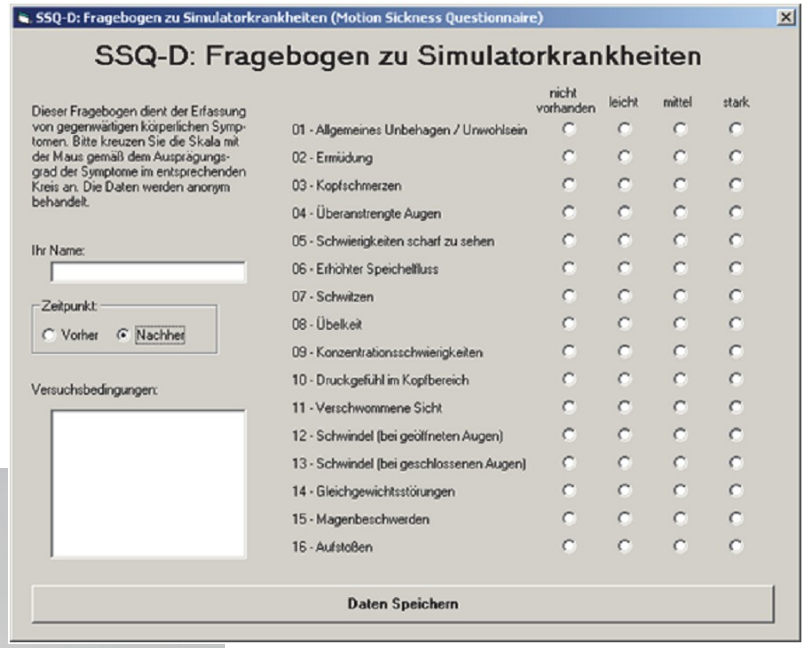
Eine detaillierte Analyse infrage kommender Aufgaben ist daher notwendig, um eine Entscheidung treffen zu können, welche Aufgaben unterstützt werden sollten *und wie Informationen dargestellt werden sollten.*

Komplexe Umgebungen, wie z. B. bei der Instandhaltung inder Stahlindustrie oder auf OffshoreWindkraftanlagen stellen zusätzlich bestimmte Anforderungen an die Technologie, welche beachtet werden sollten.

Grauel, Wille, Adolph (BAuA):
Vorausgehende Bedingungen für den Einsatz von Head Mounted Displays zur Unterstützung komplexer Aufgaben

… Arbeitsplatz 4.0

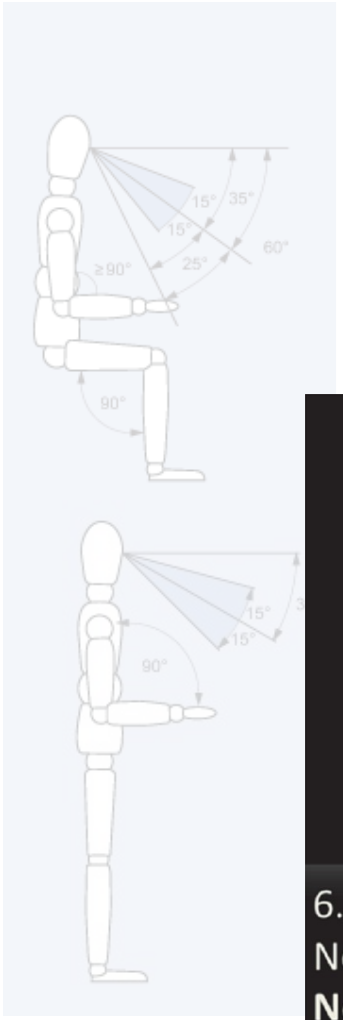




Simulator Sickness Questionnaire (oben)
EMG-Elektroden zur Untersuchung der Nackenmuskulatur (links)

Head-Mounted Displays – Bedingungen des sicheren und beanspruchungsoptimalen Einsatzes:
Physische Beanspruchung beim Einsatz von HMDs
Forschung Projekt F 2288, BAuA

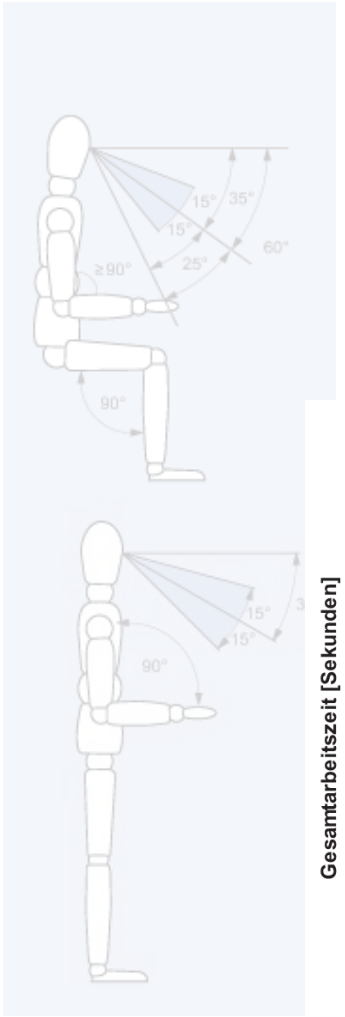
… Arbeitsplatz 4.0

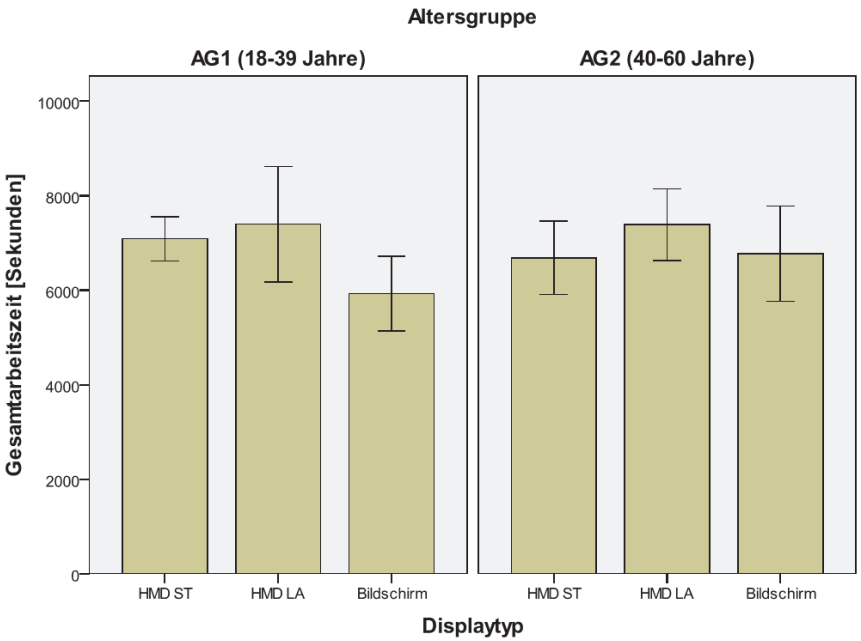


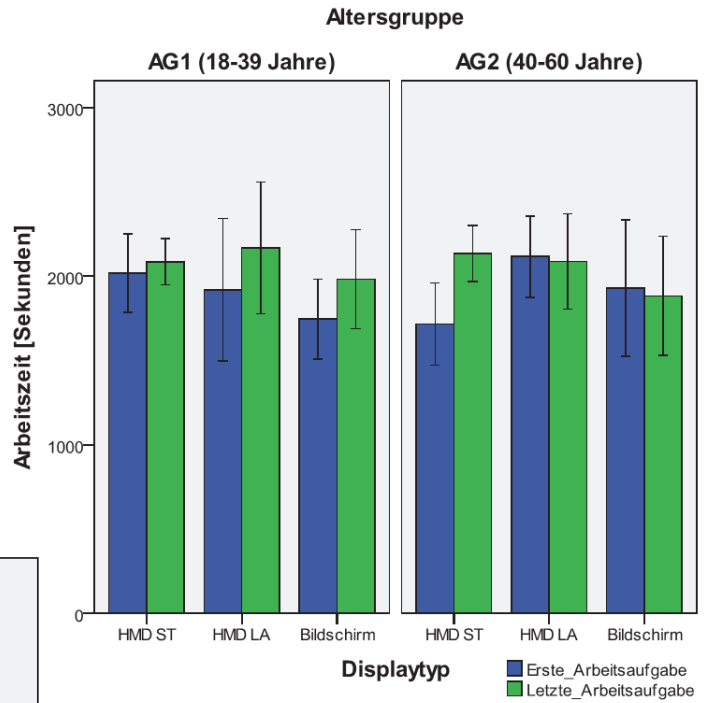
Versuchsaufbau (oben)
Montageaufgabe (links)

Head-Mounted Displays – Bedingungen des sicheren und beanspruchungsoptimalen Einsatzes: Physische Beanspruchung beim Einsatz von HMDs
Forschung Projekt F 2288, BAuA

… Arbeitsplatz 4.0





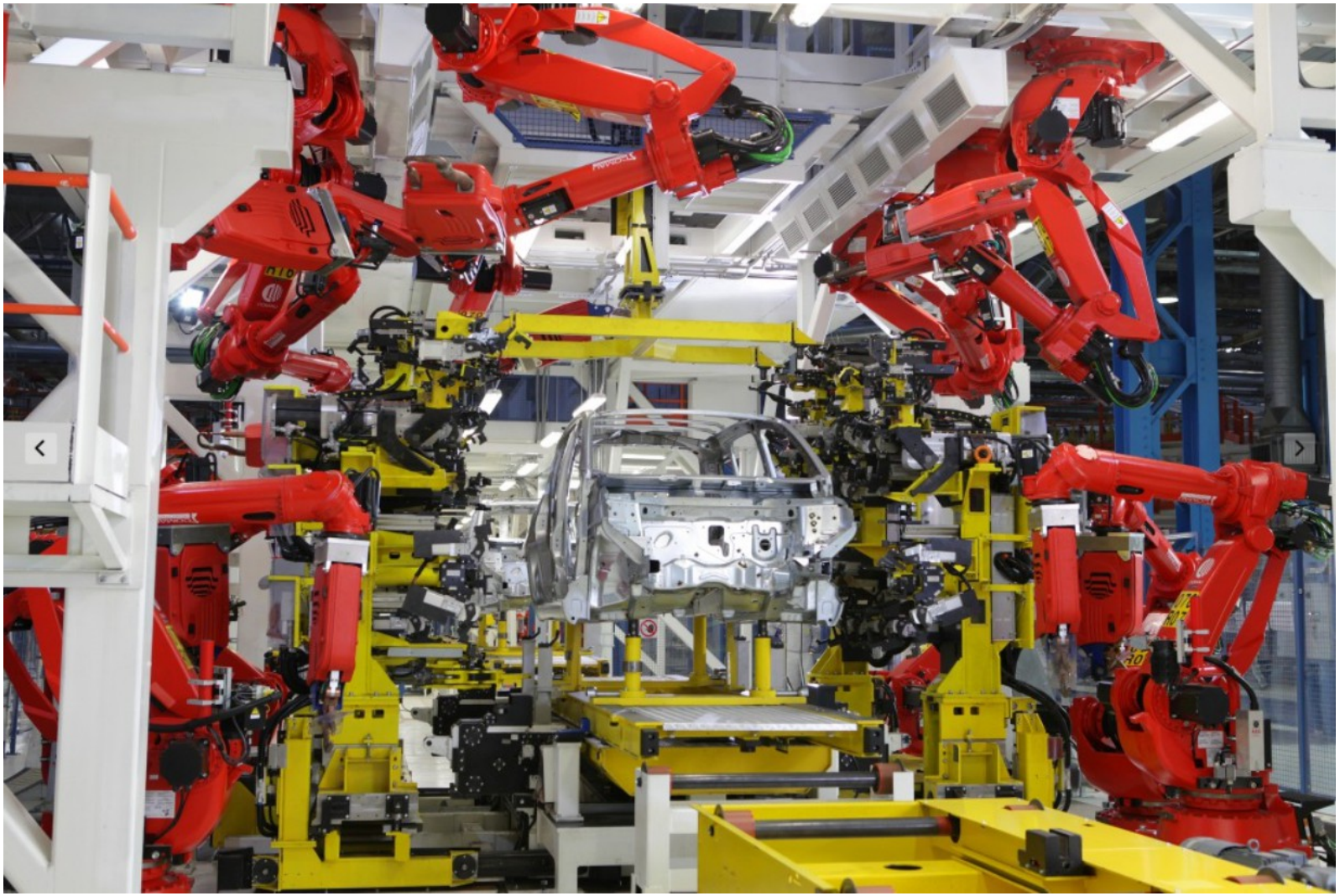


Mittlere Zeit zur Durchführung der ersten und letzten Arbeitsaufgabe, differenziert nach Altersgruppe und Displaytyp in Sekunden (oben)

Mittlere Zeit zur Durchführung der gesamten Arbeitsaufgabe, differenziert nach Displaytyp und Altersgruppe (links)

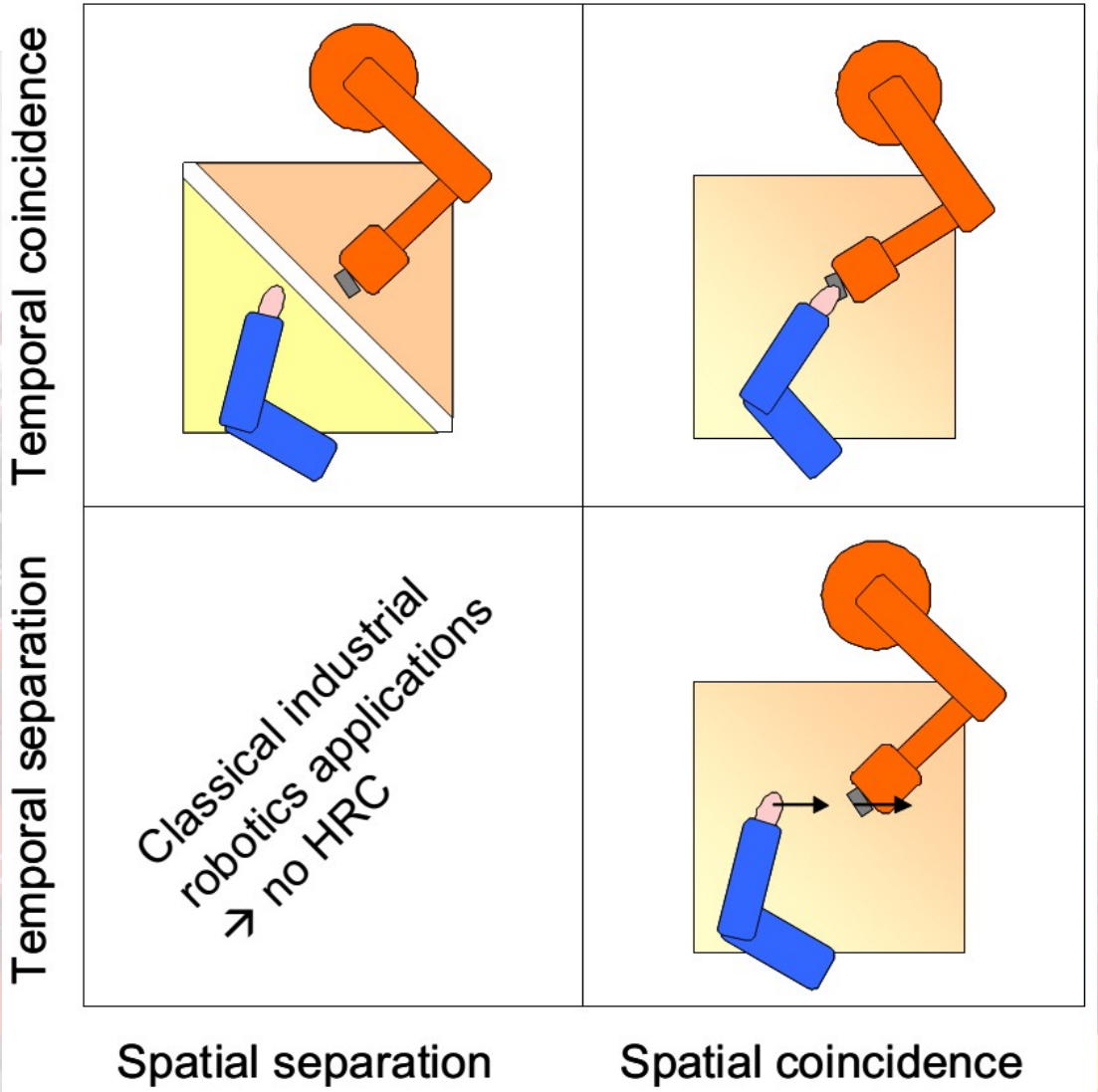
Head-Mounted Displays – Bedingungen des sicheren und beanspruchungsoptimalen Einsatzes:
Physische Beanspruchung beim Einsatz von HMDs
Forschung Projekt F 2288, BAuA

… Arbeitsplatz 4.0



http://www.satisfactory-project.eu/pilot-sites/

… Arbeitsplatz 4.0



Björn Matthias, ABB AG Forschungszentrum:
Sicherheit, Akzeptanz und Produktivität
bei der Mensch-Roboter-Zusammenarbeit

… Arbeitsplatz 4.0

Klassisch:	DIN EN ISO 10218	Industrieroboter
Aktuell:	ISO/ TS 15066	Robots and robotic devices (Collaborative robots)

→ 4 Ansätze für die Realisierung von MRK-Arbeitsplätzen

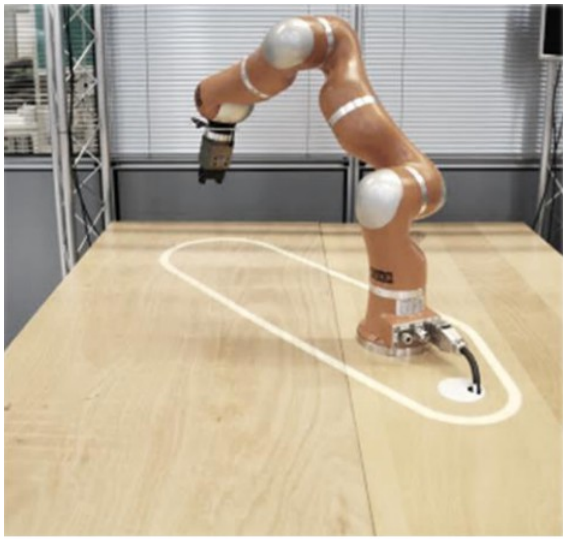
→ Handführung
(Robot motion only through direct input of operator)

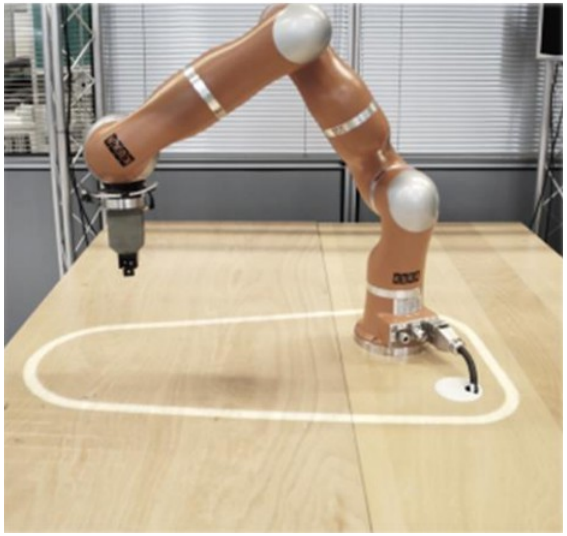
→ sicherheitsgerichteter überwachter Halt
(No robot motion when operator is in collaborative work space)

→ Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung
(Robot motion only when separation distance above minimum separation distance)

→ Leistungs- und Kraftbegrenzung
(In contact events, robot can only impart limited static and dynamics forces)

… Arbeitsplatz 4.0



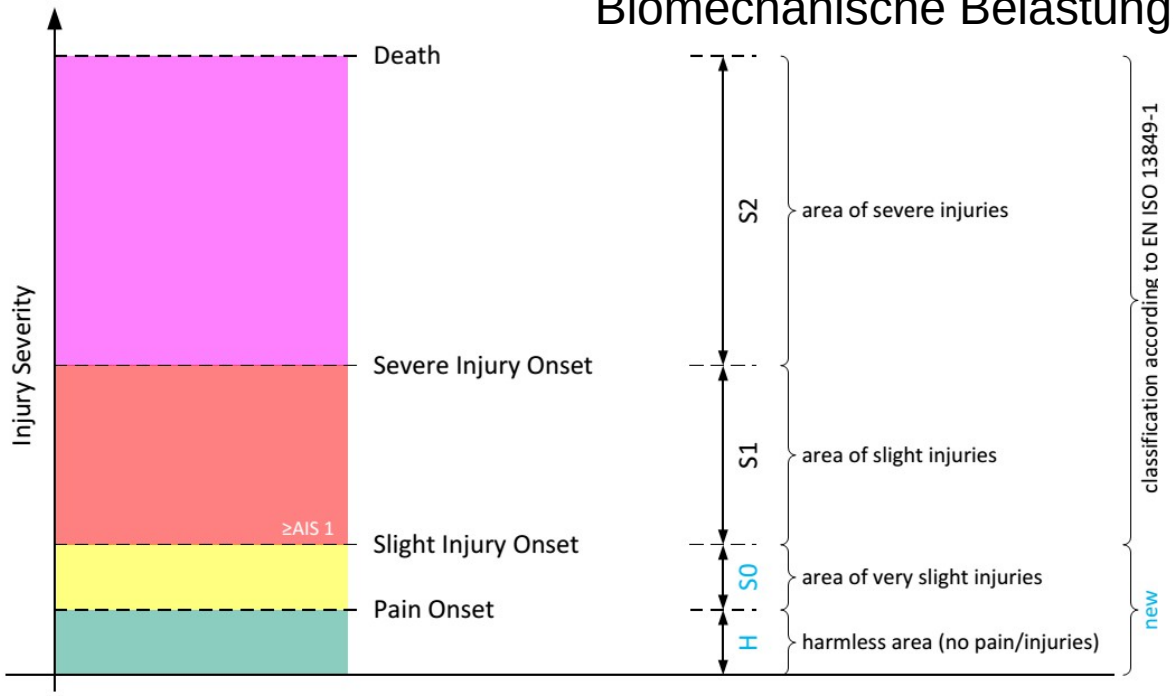


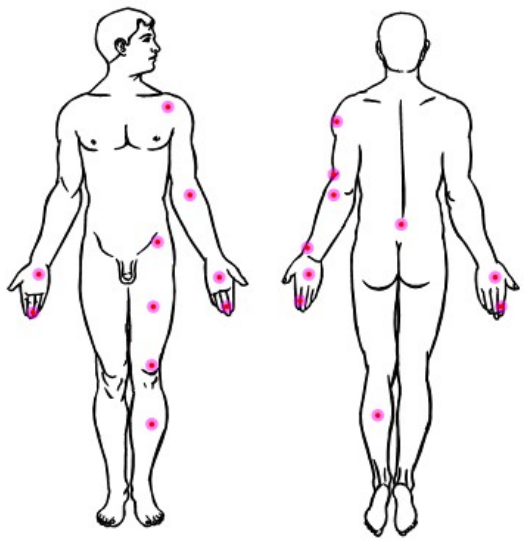
„Dynamische Änderung der Schutzräume in Form, Position und Größe“

Dr. Norbert Elkmann:
Mensch-Roboter -Kollaboration am Fraunhofer IFF

Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM): „Kollaborierende Roboter - Ermittlung von Schmerzeintrittsschwellen an der Mensch-MaschineSchnittstelle“

KAN-Studie 52:
Biomechanische Belastungsgrenzen

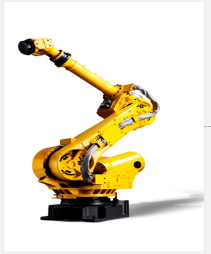




Einordnung Verletzungsschwerekategorien:
Schmerzeintritt: H, Verletzungseintritt: S0

… Arbeitsplatz 4.0

Roboter & Steuerung



Roboter: **FANUC** R2000iB 165F

Robotersteuerung: **FANUC** R-30iA

PROFISAFE

virtuelle Inbetriebnahme

IPC: **SIEMENS** SIMATIC IPC627D

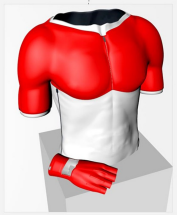
Display: **SIEMENS** SIMATIC IFP1900 19" Touch

Simulation

CIROS Studio Educational Version

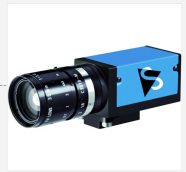
Virtuelle Simulation des Mensch-Roboter-Kollaborationsszenarios / Virtuelle Inbetriebnahme

Schutzanzug



Lagesensoren (IMU):
Accelometer
Gyroskop
Magnetsensor

Sensoren



Industriekamera

Laserscanner

Notausschalter

Injury Severity

Einordnung Verletzungsschwerekategorien:
Schmerzeintritt: H, Verletzungseintritt: S0

http://www.dil.biba.uni-bremen.de/91.html

… Arbeitsplatz 4.0

Roboter & Steuerung

golem.de
IT-NEWS FÜR PROFIS

HOME TICKER VIDEO

TOP-THEMEN: Google I/O Anleitung Auto Security

SERVICES: PREISVERGLEICH STELLENMARKT TOP-ANGEBOTE

Display:
SIEMENS
SIMATIC
IFP1900
19" Touch

SINDELFINGEN

Mercedes entlässt Roboter

Mercedes Benz will viele Fließband-Roboter in seinem größten Werk abschaffen und mehr durch Arbeitskräfte erledigen lassen. Der Grund sind die vielen Individualisierungsmöglichkeiten der Fahrzeuge.

"Roboter können mit dem hohen Individualisierungsgrad und den vielen Varianten, die wir heute haben, nicht umgehen", sagte Markus Schäfer, Produktionschef von Mercedes Benz der Nachrichtenagentur Bloomberg. *"Wir sparen Geld und sichern unsere Zukunft, in dem wir mehr Menschen einstellen."*

Injury Severity

Lagesensoren
(IMU):
Accelometer
Gyroskop
Magnetsensor

Notausschalter

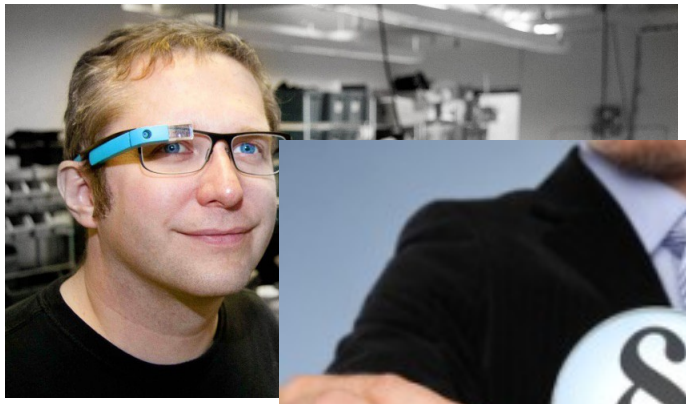
Einordnung Verletzungsschwerekategorien:
Schmerzeintritt: H, Verletzungseintritt: S0

http://www.dil.biba.uni-bremen.de/91.html

… Arbeitsplatz 4.0

Alles einfach schön, hilfreich, sicher …

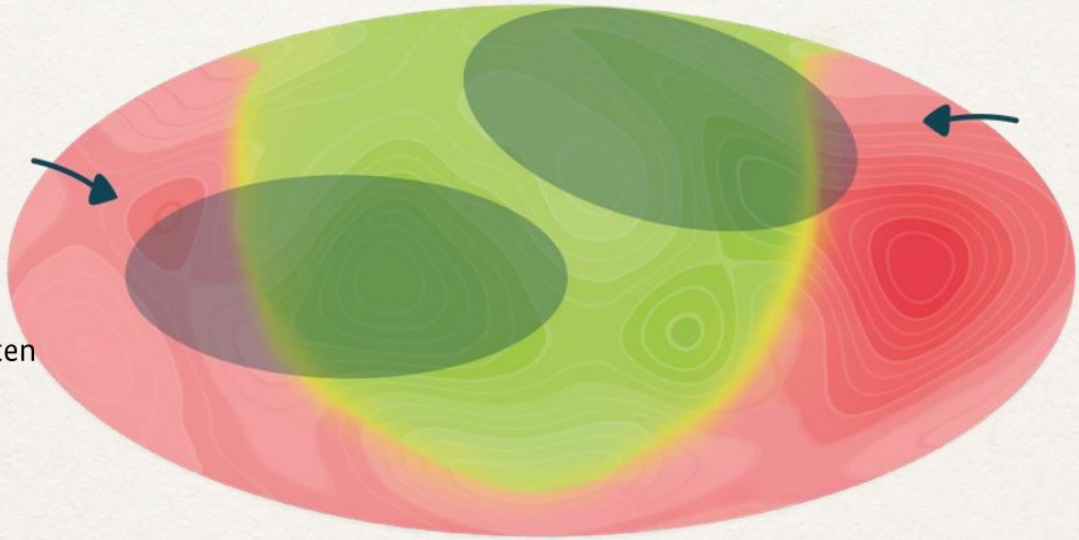
… oder doch nicht so schön einfach?



ARBEITSZEITGESTALTUNG – ZWEI MODELLE

ABGEGRENZTE ARBEITSZEITEN

- Familiär
- Gelassenheit
- Planbarkeit
- geregelte Arbeitszeiten
- Sorgenfrei

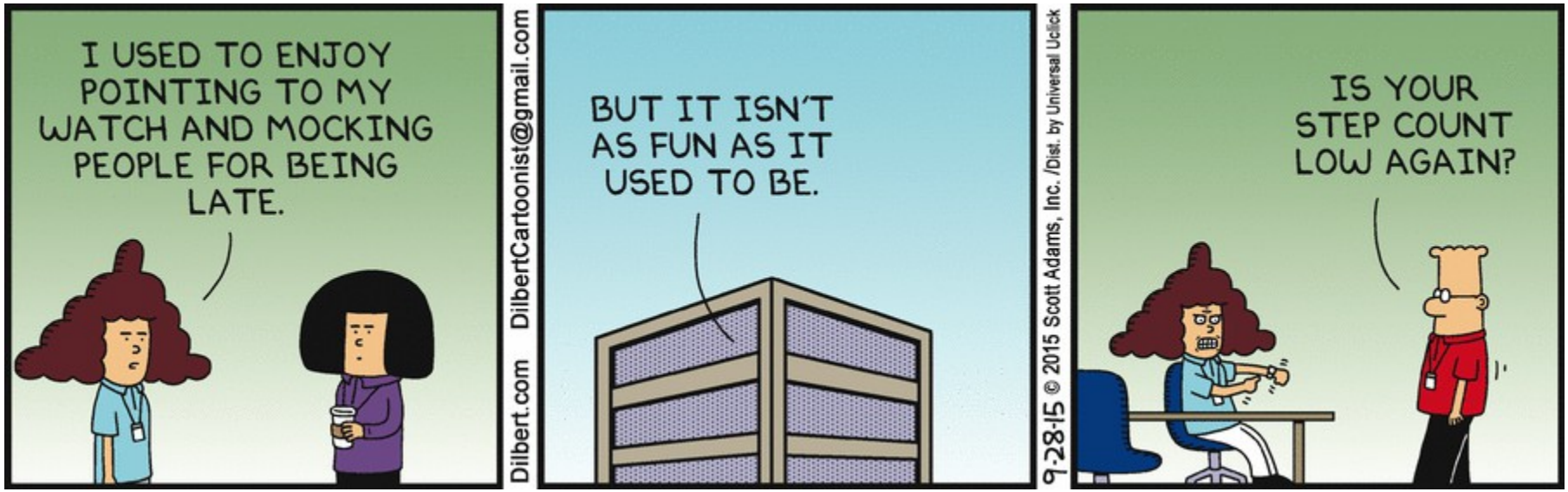


INDIVIDUALISIERUNG DER ARBEITSZEITEN

- Eigeninitiative
- freie Zeiteinteilung
- Selbstverwirklichung
- Gestaltung
- Eustress
- Flexibilität

Eine Gruppe strebt nach der **Individualisierung** ihrer Arbeitszeiten, um Arbeit und Freizeit zu **integrieren**. **Flexibilität** bedeutet für sie **Selbstbestimmtheit** und ist positiv. Eine andere Gruppe bevorzugt **abgegrenzte Arbeitszeiten**, um Arbeit und Freizeit zu trennen. **Flexibilität** bedeutet für sie **Fremdbestimmtheit** und ist negativ.

Studienergebnisse „Wertewelten Arbeiten 4.0“



Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit

Peter Hoffmann
ph @ form-i.de