

---

# Assistenzsysteme für die manuelle Handhabung – Herausforderungen und Trends

---

Thüringer Maschinenbautag, 15. Juni 2016

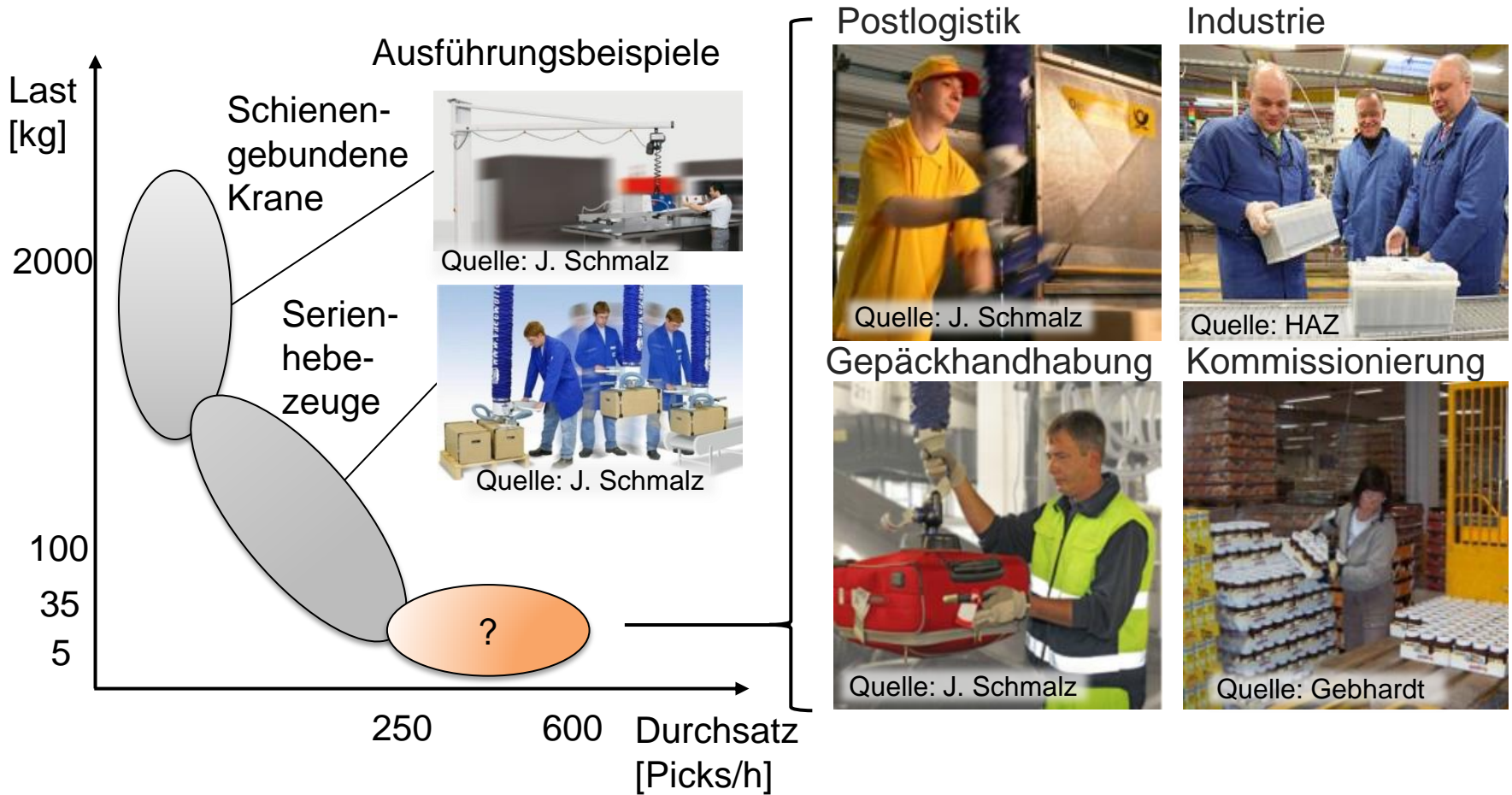
Patrick Stelzer, M.Sc. | Dr. Werner Kraus

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik  
und Automatisierung IPA  
Stuttgart  
patrick.stelzer@ipa.fraunhofer.de  
werner.kraus@ipa.fraunhofer.de



# Manuelle Handhabung

## Anforderungen und Einsatzgebiete



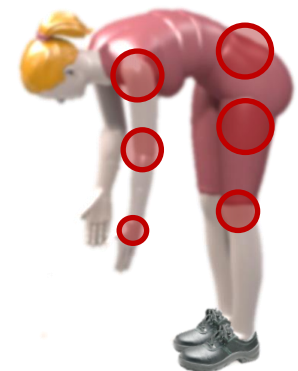
# Herausforderungen

## Produktkomplexität und Demografischer Wandel

- Zunehmende Produktpersonalisierung
  - Hohe Variantenvielfalt
  - Geringe Losgrößen
- Muskel-Skelett-Erkrankungen sind mit einem Spitzenwert von 23,1% die häufigste Ursache krankheitsbedingter Fehltage
- Altersgruppe 60+ im Vergleich zu den 24 bis 29-Jährigen:
  - Krankenstand ca. doppelt so hoch
  - relative Anteil von Muskel-Skelett-Erkrankungen steigt von 14% auf 29%

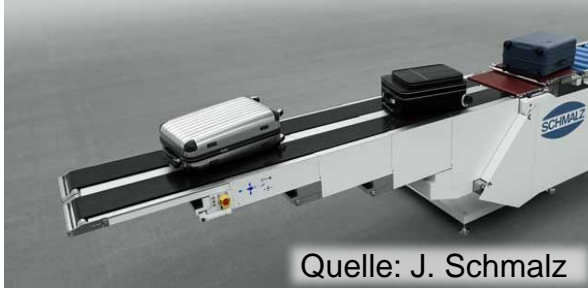


**Gefährdete  
Körper-  
regionen**



# Technische Assistenzsysteme

## Zunehmender Einbindungsgrad des Menschen



Kraft, Ausdauer, Präzision

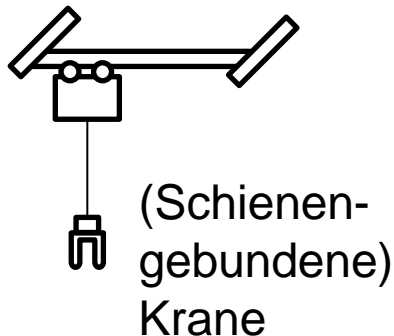
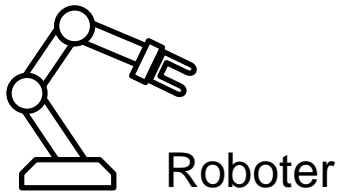


Flexibilität, Mobilität, Kognitive Fähigkeiten

# Technische Assistenzsysteme

## Unterscheidung nach Einbindungsgrad des Menschen

Keine/Geringe  
Kollaboration

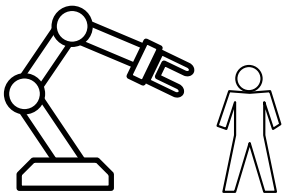


- (Vollständige) Automatisierung
- Feste Programmierung bzw. Steuerung
- Räumliche Trennung zwischen Mensch und Maschine
- Keine/Geringe Flexibilität der Werkstücke
- Für standardisierte, wiederholbare Aufgaben
- stationär

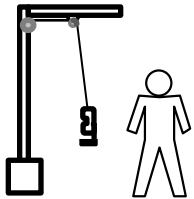
# Technische Assistenzsysteme

## Unterscheidung nach Einbindungsgrad des Menschen

### Moderate Kollaboration



Mensch-Roboter-  
Kollaboration



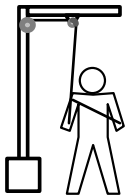
Seilbalancer

- Assistenzroboter, Assistenzsystem
- Direkte Mensch-Maschine Interaktion
- Gemeinsamer Arbeitsraum
- ‚Feinfühlig‘ Sensorik
- Feste Programmierung oder manuelle Führung durch Nutzer
- Arbeitsteilung zwischen Mensch und Roboter
- Keine/Geringe Flexibilität der Werkstücke
- stationär

# Technische Assistenzsysteme

## Unterscheidung nach Einbindungsgrad des Menschen

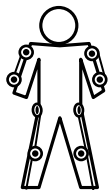
### Hohe Kollaboration



Seilbasierte  
Hebehilfe

- Direkter Kontakt Mensch und Werkstück
- Manuelle Führung
- Hohe Flexibilität bei der Werkstückhandhabung
- stationär

### Mensch-Maschine Integration



Körpergetragene  
Systeme (Exoskelette)

- Volle Einbindung des Menschen
- Kombination menschlicher kognitiver und sozialer Fähigkeiten mit Kraft und Ausdauer des Roboters
- Hohe Flexibilität
- Hohe Mobilität

# Exoskelette

## Stand der Technik und Forschung



Quelle: Kobalab



Quelle: Cyberdyne Inc.



Quelle: Raytheon



Quelle: RoboMate Newsletter



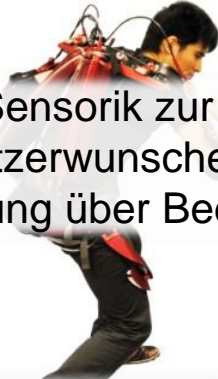
Quelle: StrongArm



# Exoskelette

## Stand der Technik und Forschung

- Keine Sensorik zur Erfassung des Nutzerwunsches
- Steuerung über Bedienteil



Quelle: Kobalab

- EMG Sensorik zur Messung der Muskelaktivität
- Erfordert aufwendige Anpassung an verschiedene Nutzer



Quelle: Cyberdyne Inc.

- Kraftsensorik im Handgriff
- Kraftfluss über System



Quelle: Raytheon

- Keine Sensorik zur Erfassung des Nutzerwunsches



Quelle: RoboMate Newsletter

- Passive Weste, keine Sensorik oder Aktorik



Quelle: StrongArm

# Exoskelette

## Körpergetragene Hebehilfen

- Armkinematik ZeroG
  - Unterstützung beim Halten schwerer Werkzeuge
  - Nicht aktuiert, keine Sensorik
  - Statische Unterstützung über Kraftableitung in den Boden  
⇒ Kraftfluss über das System
- Innophys<sup>®</sup>
  - Kommerziell erhältlich, ca. 5000 USD
  - Pneumatische Aktuatoren, Kraftübertragung mittels Seilriemen
  - Ansteuerung über Mundschlauch



# Exoskelette

## Körpergetragene Hebehilfen

- Strongarm Vest
  - Start-Up aus den USA
  - Rein passive Stabilisierung des Oberkörpers für ergonomisch korrektes Heben



Quelle: StrongArm

- Nonee chairless chair
  - Entlastung an Arbeitsplätzen, die bisher im Stehen ausgeführt werden
  - Flexibler „Sitzwinkel“ einstellbar
  - Auslieferung in 2016 geplant

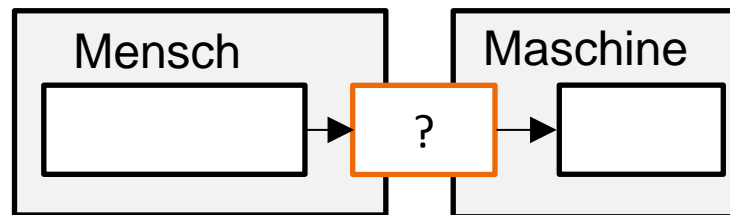


Quelle: Audi AG

# Exoskelette

## Herausforderungen für den Einsatz in der Produktion

- Realisierung einer intuitiven Mensch-Maschine Schnittstelle zur Ansteuerung des Systems  $\Rightarrow$  essentiell für Nutzerakzeptanz



- Adaptierbarkeit auf verschiedene Nutzer (sowohl konstruktiv als auch softwareseitig) und Ergonomie
- Eigengewicht (Antriebstechnik)
- Kraftableitung in den Boden
- Sicherheitstechnik und Normierung  
(bisher nur ISO 13482, 'Safety requirements for personal care robots')

# Exoskelette

## Entwicklungen am Fraunhofer IPA

- Oberkörperkonstruktion zur Unterstützung bei manuellen Handhabungsaufgaben
- Fokus auf der ergonomischen und konstruktiven Umsetzung
- Zwei Antriebe pro Arm mit jeweils 35 Nm Drehmoment am Gelenk
- Schulterkinematik mit sechs Freiheitsgraden
- Schulter- und Beckenbreite sowie Rückenlänge verstellbar



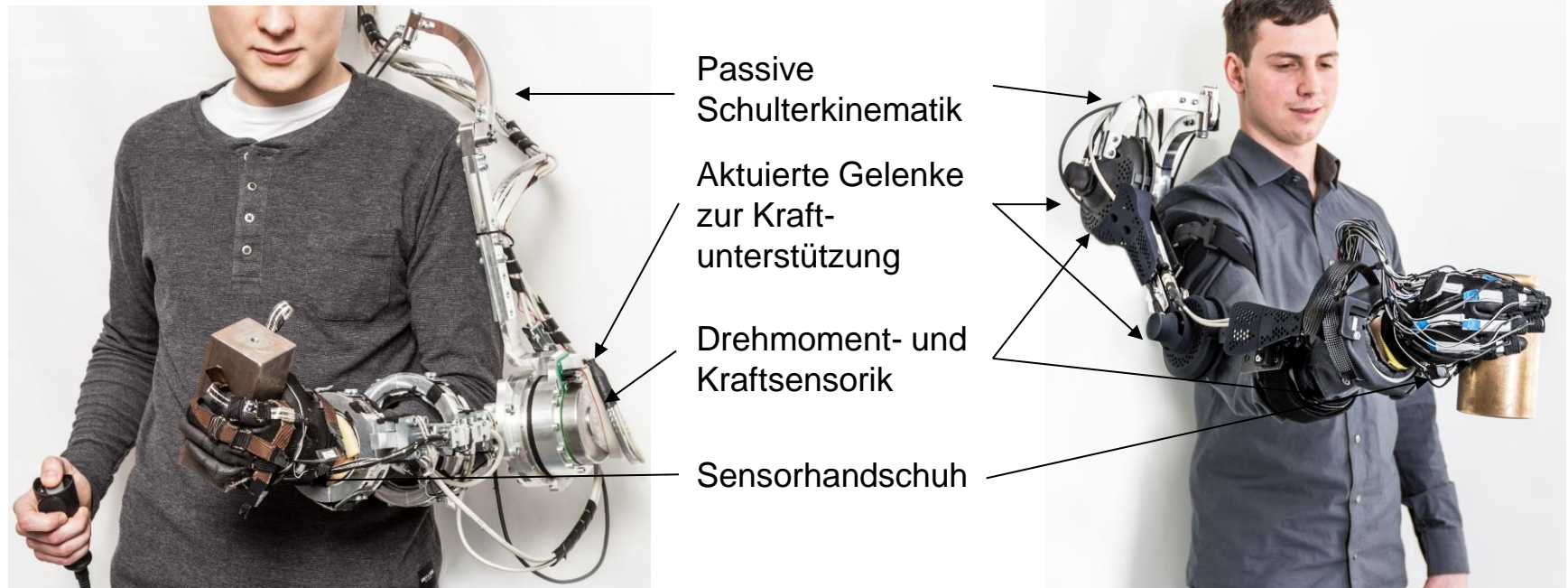
# Exoskelette

## Entwicklungen am Fraunhofer IPA

E<sup>3</sup>-PRODUKTION



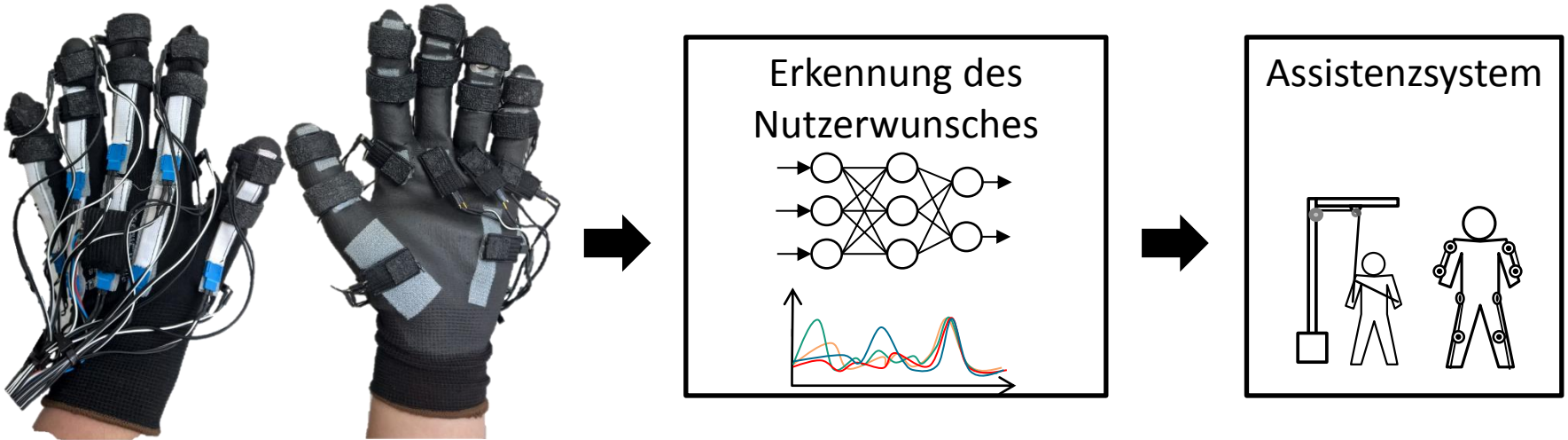
- Wandgetragene Versuchsplattform zur Sensor- und Algorithmenentwicklung
- Ziel: Entwicklung einer intuitiven Mensch-Maschine Schnittstelle



# Intuitive Bedienschnittstelle

## Entwicklungen am Fraunhofer IPA

- Sensorhandschuh als intuitive Mensch-Maschine Schnittstelle

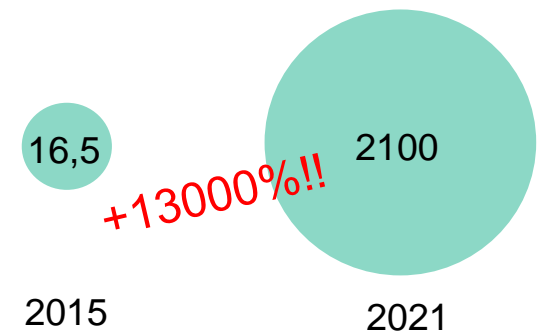


# Assistenzsysteme für die manuelle Handhabung

## Zusammenfassung und Ausblick

- Demografischer Wandel erfordert Unterstützungssysteme zur Aufrechterhaltung von Gesundheit und Produktivität
- Zunehmende Einbindung des Menschen in Handhabungs- und Produktionsprozesse als Reaktion auf gestiegene Produktkomplexität
- Exoskelette ermöglichen maximale Einbindung des Menschen und damit optimale Nutzung seiner Fähigkeiten
- Intuitive Bedienschnittstelle wesentliches Kernelement für die Nutzerakzeptanz solcher Systeme

Marktvolumen Exoskelette in mio. USD weltweit, Prognose\*



\*Quelle: Winter Green Research: Wearable Robots, Exoskeletons: Market Shares, Strategy, and Forecasts, Worldwide, 2015 to 2021.



**Vielen Dank!**

## **Kontakt**

Patrick Stelzer, M.Sc.

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik  
und Automatisierung IPA  
Abteilung Roboter- und Assistenzsysteme

Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart

E-Mail: [patrick.stelzer@ipa.fraunhofer.de](mailto:patrick.stelzer@ipa.fraunhofer.de)

Tel: 0711/ 970 - 1345

BACKUP

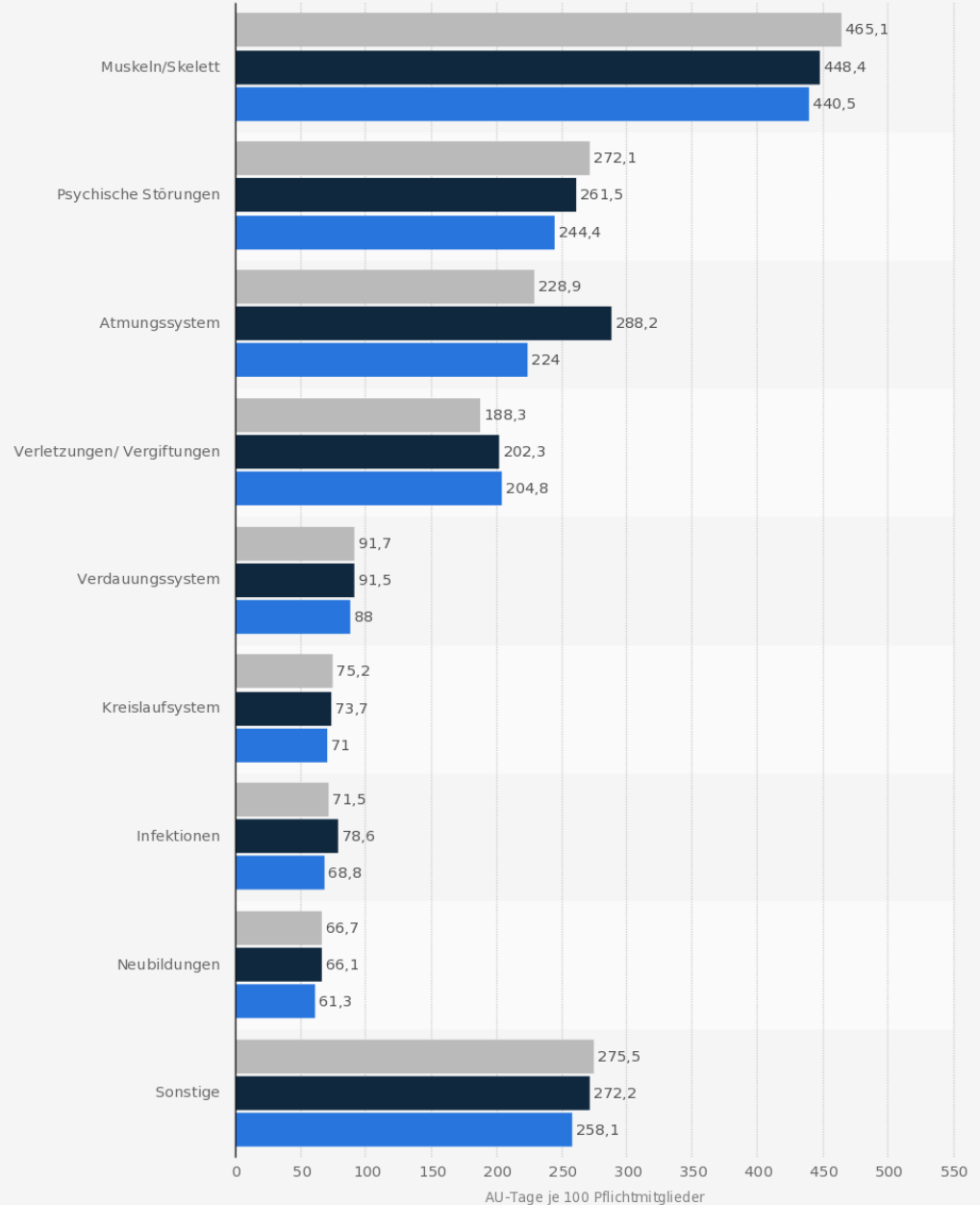
**Hebezeuge**  
- Fördermittel für vorwiegend senkrechte Hubbewegungen  
- teilweise räumlicher Arbeitsbereich durch Überlagerung der Hubbewegung mit andere Bewegungen

**Serienhebezeuge**  
- reine Hubbewegung

**Schiengebundene Krane**  
- zusätzlich Horizontalbewegung

**Fahrzeugkrane**  
- können sich freizügig auf dem Gelände bewegen

### Wichtigste Krankheitsarten für Arbeitsunfähigkeit in Deutschland in den Jahren 2012 bis 2014 (AU-Tage je 100 Pflichtmitglieder)



# Eco-Pick, Fa. Gebhardt

