

ZU VIEL GEBÜCKT

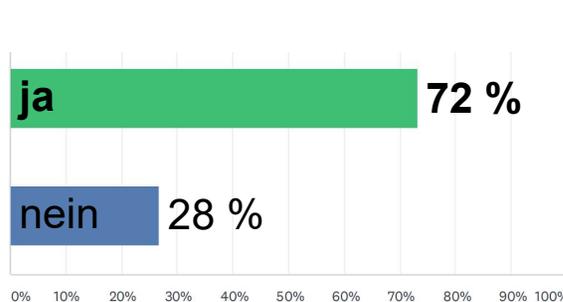
Wie eine App Ihre Körperhaltung mittels KI in Echtzeit bewertet



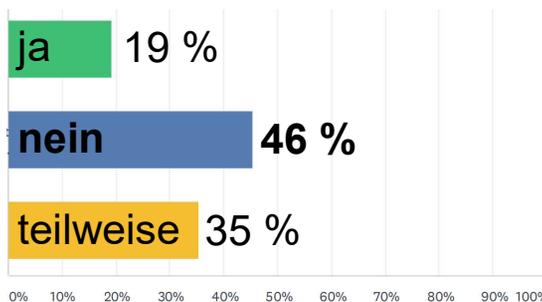
Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner, Dipl.-Ing. Frank Peters
Nabil Toumi, Emin Hasanov, Mohamed Moncif Hakim

STUDIE DER HAW HAMBURG: Weder Wissen noch Betroffenheit leiten bisher Präventives Handeln ein

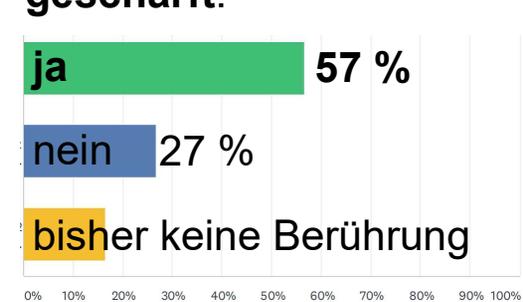
Sie selbst **haben** bis zum heutigen Tag **bereits Probleme** mit dem **Rücken** gehabt?



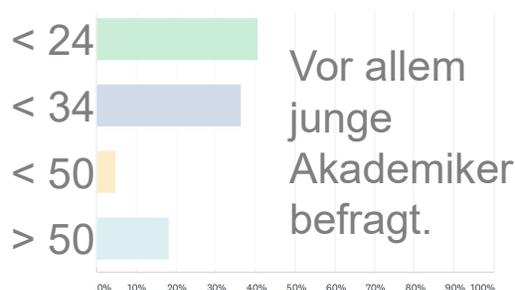
Sie **fühlen sich** über Bandscheibenvorfälle und Verletzungen am Rücken gut **aufgeklärt**.



(Erst) **durch die Diagnose im Bekanntenkreis** oder am eigenen Körper wurde **mein Bewusstsein** über Körperhaltung / Rücken **geschärft**.



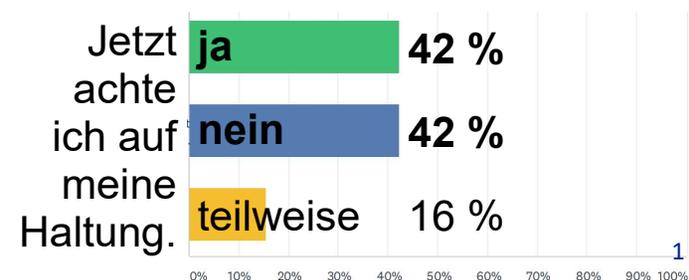
„Alle“ haben „Rücken“.



Sie **fühlen sich** aber **nicht aufgeklärt**.

Es muss immer erst etwas passieren ...

... und auch das reicht nicht:



¹ Stadel, Alexander: Studie mit 187 Teilnehmern, September 2020.

Wie eine App Ihre Körperhaltung mittels KI in Echtzeit bewertet

Zweite Online-Konferenz der HAW Hamburg zum Digitalen Wandel im Produktionsmanagement, 12.1.2021
Dipl.-Ing. Frank Peters, Nabil Toumi, Emin Hasanov, Mohmaed Moncif Hakim, Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner

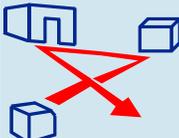


WENN SICH DIE ARBEITSSITUATION VERÄNDERT, SIND AUCH DIE UNTERSUCHUNGSMETHODEN ANZUPASSEN

Bekannt:

-  sich wiederholende Tätigkeitensabfolgen
- 1x** einmalige Arbeitsplatzbewertung ausreichend
-  von außen zugänglich beobachtbar (z. B. Video)

Weitgehend unerforscht:

-  Variantenreiche Produktion zieht **wechselnde Belastung** nach sich
-  Veränderlicher Arbeitsort erfordert **ständige Neubewertung**

Beispiele



Ausliefern



Baustelle



Windkraftanlage



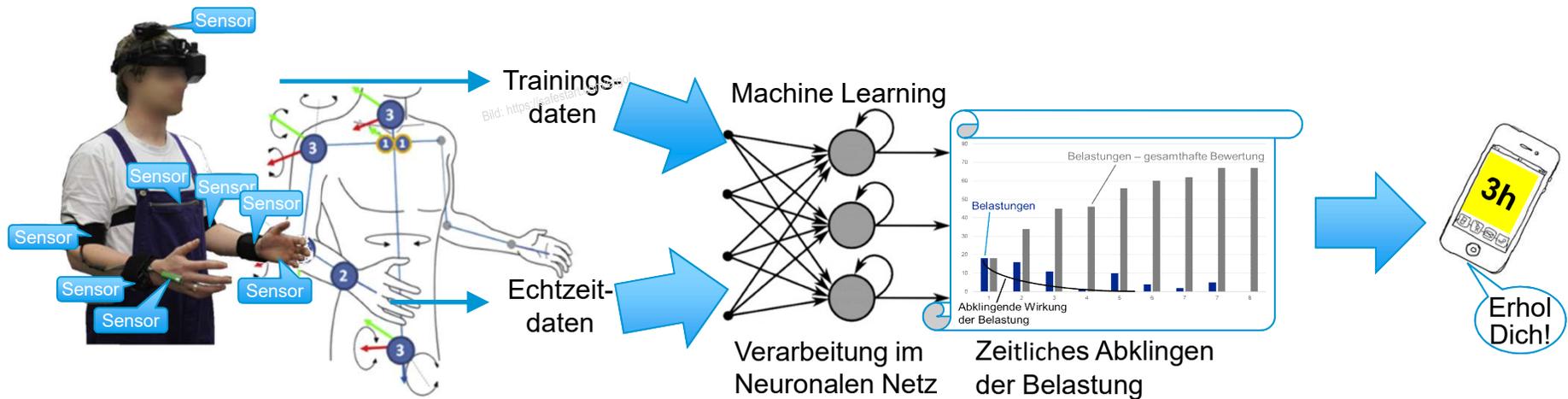
Kanalisation



Instandhaltung

SYSTEMISCHER ZUSAMMENHANG

Wie eine App Ihre Körperhaltung mittels KI in Echtzeit bewertet



Bildquellen: Anforderungs-Kontroll-Modell: Doef und Maes (1999); Anzug: Fraunhofer IPK (2018)

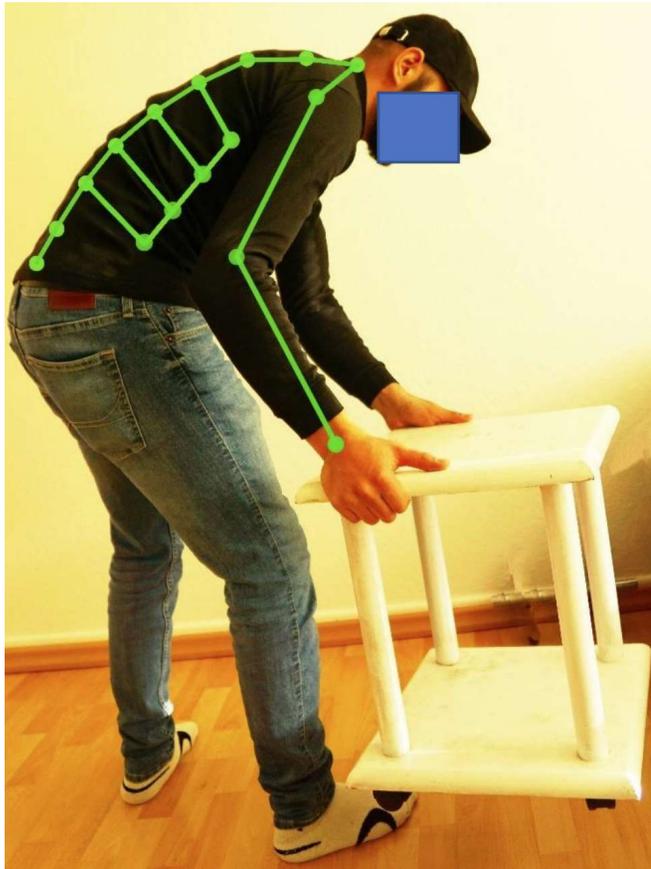
Wie eine App Ihre Körperhaltung mittels KI in Echtzeit bewertet

Zweite Online-Konferenz der HAW Hamburg zum Digitalen Wandel im Produktionsmanagement, 12.1.2021
Dipl.-Ing. Frank Peters, Nabil Toumi, Emin Hasanov, Mohmaed Moncif Hakim, Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner



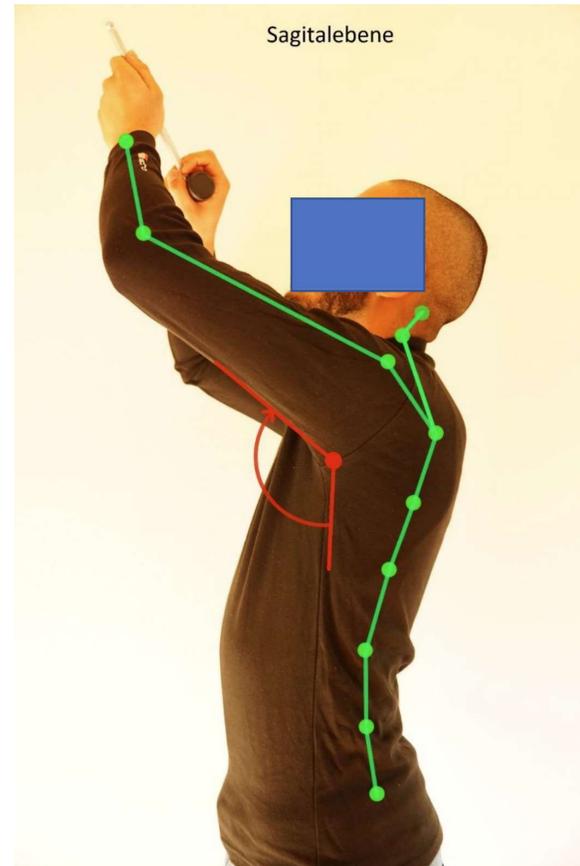
GERADE SELBSTÄNDIGEN UND KLEINEN UNTERNEHMEN FEHLT DIE UNTERSTÜTZUNG

Wenn bücken, verdrehen und heben zusammenkommen



ca. 512.000 Beschäftigte
in der Paket-Zustellung¹

Überkopfarbeit stark schädigend
z. B. in der Auto-Werkstatt



ca. 290.000 Beschäftigte
in der Kfz-Instandhaltung²

4

¹ Bundesverband Paket- und Expresslogistik e. V.: KEP-Studie 2019 – Analyse des Marktes in Deutschland. Biek.de, 2019, S. 28.

² Hans-Böckler-Stiftung (Hrsg.): Branchenanalyse Kraftfahrzeug-Gewerbe. 2017, S. 26f.

Wie eine App Ihre Körperhaltung mittels KI in Echtzeit bewertet

Zweite Online-Konferenz der HAW Hamburg zum Digitalen Wandel im Produktionsmanagement, 12.1.2021
Dipl.-Ing. Frank Peters, Nabil Toumi, Emin Hasanov, Mohmaed Moncif Hakim, Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner

ERSTE VERSUCHE

The screenshot shows the Arduino IDE interface. The code in the editor is as follows:

```
MPU6050_V1
double y;
double z;

void setup(){
  Wire.begin(4);
  Wire.beginTransmission(MPU_addr);
  Wire.write(0x6B);
  Wire.write(0);
  Wire.endTransmission(true);
  Serial.begin(9600);
}

void loop(){
  Wire.beginTransmission(MPU_addr);
  Wire.write(0x3B);
  Wire.endTransmission(false);
  Wire.requestFrom(MPU_addr,14,true);
  AcX=Wire.read()<<8|Wire.read();
  AcY=Wire.read()<<8|Wire.read();
  AcZ=Wire.read()<<8|Wire.read();
  int xAng = map(AcX,minVal,maxVal,-90,90);
  int yAng = map(AcY,minVal,maxVal,-90,90);
  int zAng = map(AcZ,minVal,maxVal,-90,90);

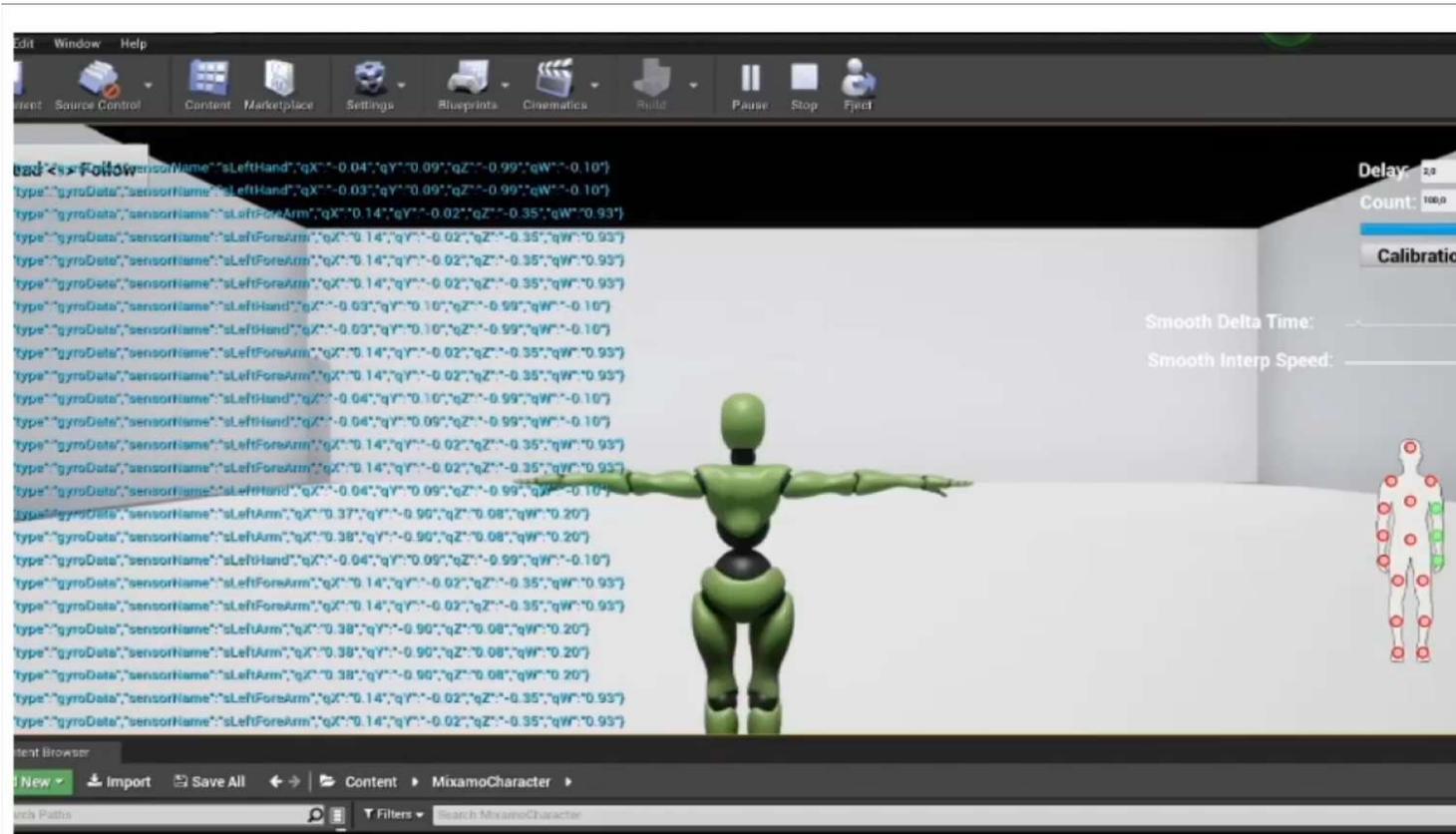
  x= RAD_TO_DEG * (atan2(-yAng, -zAng)+PI);
  y= RAD_TO_DEG * (atan2(-xAng, -zAng)+PI);
  z= RAD_TO_DEG * (atan2(-yAng, -xAng)+PI);

  Serial.print("AngleX= ");
  Serial.println(x);
}
```

The serial monitor displays the following output:

```
AngleX= 90.01
-----
AngleX= 90.10
-----
AngleX= 80.85
-----
AngleX= 73.66
-----
AngleX= 64.41
-----
AngleX= 53.60
-----
AngleX= 49.14
```

The video player interface shows a progress bar at 00:00:02 and a volume icon. The video title is "Wie eine App Ihre Körperhaltung mittels KI in Echtzeit bewertet".



```

Begin
receivedData93.73, 62.85
receivedData93.87, 62.87
receivedData93.82, 62.89
receivedData93.89, 62.86
receivedData94.31, 62.86
receivedData94.19, 62.94
receivedData94.16, 62.82
receivedData93.93, 62.91
receivedData93.72, 62.88
receivedData93.77, 62.86
receivedData93.58, 62.78
receivedData93.47, 62.83
receivedData93.50, 62.74
receivedData93.52, 62.74
receivedData93.60, 62.69
receivedData93.61, 62.64
receivedData93.64, 62.58
receivedData93.75, 62.57
receivedData93.67, 62.57
receivedData93.71, 62.57
receivedData93.87, 62.47
receivedData93.85, 62.50
receivedData93.90, 62.51
receivedData94.01, 62.45
receivedData94.00, 62.51
receivedData94.27, 62.44
receivedData94.23, 62.45
receivedData94.14, 62.45
receivedData94.37, 62.47
receivedData94.30, 62.41
receivedData94.26, 62.43
receivedData94.25, 62.34
receivedData94.08, 62.32

```

SMARTE KLEIDUNG: SENSOREN ERFASSEN BEWEGUNGEN

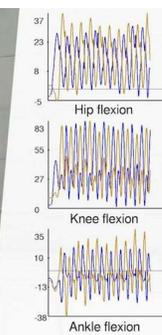
WEARABLES:
meist verstanden als
Fitnessarmbänder
oder Computer-Uhren



INTELLIGENTE ARBEITSKLEIDUNG:



Arbeitskleidung:
Chip überwacht
Hebetechnik



Sensorik-Hose

Fotos: liverpool.ac.uk, 13.2.2020. Berufsbekleidungshersteller HAVEP, Sensorik-Hose von Xenoma, wearIHEALTH

Wie eine App Ihre Körperhaltung mittels KI in Echtzeit bewertet

Zweite Online-Konferenz der HAW Hamburg zum Digitalen Wandel im Produktionsmanagement, 12.1.2021
Dipl.-Ing. Frank Peters, Nabil Toumi, Emin Hasanov, Mohmaed Moncif Hakim, Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner

SMARTE KLEIDUNG: SENSOREN ERFASSEN BEWEGUNGEN

WEARABLES:

meist verstanden als
Fitnessarmbänder
oder Computer-Uhren



*intelligente Sensoren
erfassen Bewegungsdaten
und Bio-Daten*

INTELLIGENTE ARBEITSKLEIDUNG:



Daten ausgewertet durch *Microcontroller*
Bluetooth o. ä. überträgt die Daten

Problem: Sensoren sitzen nicht immer
an der gleichen Position

- Sensoren liefern nicht eindeutige
reproduzierende Bewegungsdaten
- Sensordaten sind zu „bereinigen“



Lösungs-Ansatz:

- Algorithmen aus dem Bereich
„des maschinellen Lernens“
- Autoencoder

8

Clipart: wearable-technologies.com, 1.8.2019. Fotos rechts: Foto: Pascal Stahr mit Sensorweste, fotografiert von Henner Gärtner, 2020.

Wie eine App Ihre Körperhaltung mittels KI in Echtzeit bewertet

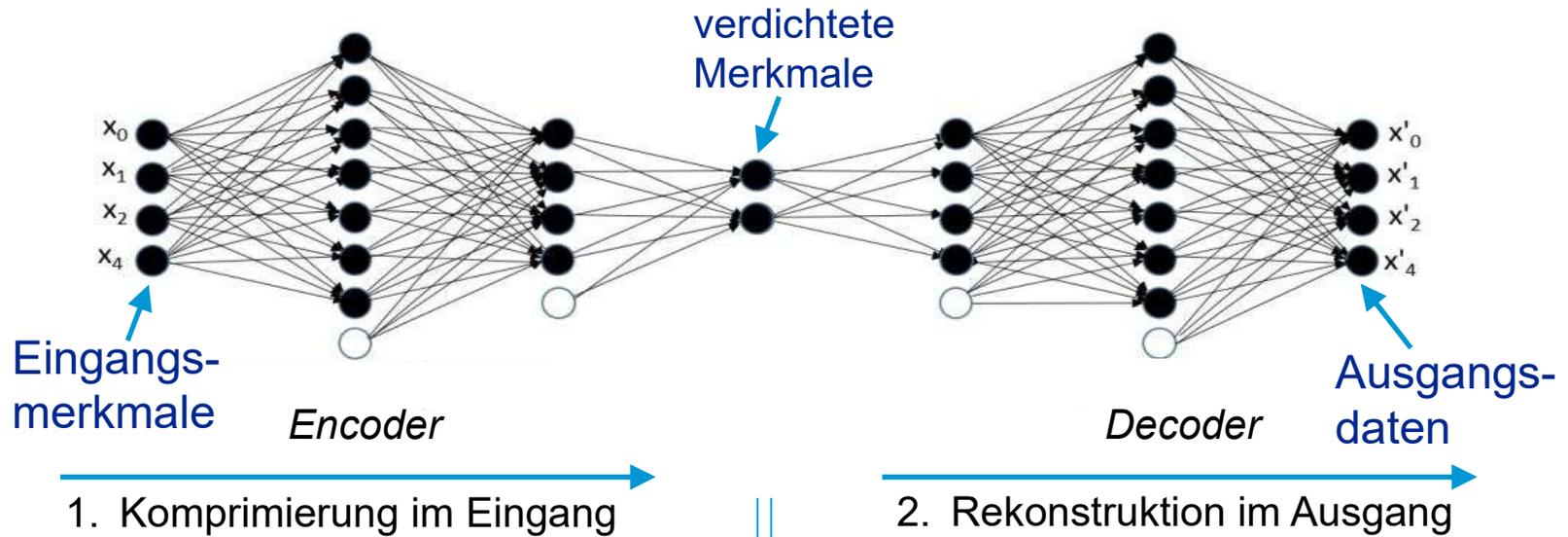
Zweite Online-Konferenz der HAW Hamburg zum Digitalen Wandel im Produktionsmanagement, 12.1.2021
Dipl.-Ing. Frank Peters, Nabil Toumi, Emin Hasanov, Mohmaed Moncif Hakim, Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner

SMARTE KLEIDUNG: SENSOREN ERFASSEN BEWEGUNGEN

Autoencoder (spezielles neuronales Netz)

versucht die **Eingangsmerkmale** zu komprimieren und ...

... mit den **verdichteten Merkmalen im Ausgang** wieder korrekt nachzubilden.



Voraussetzung

Das „Training“ benötigt wir für Eingangsmerkmale *„bereinigte“* Ausgangsdaten

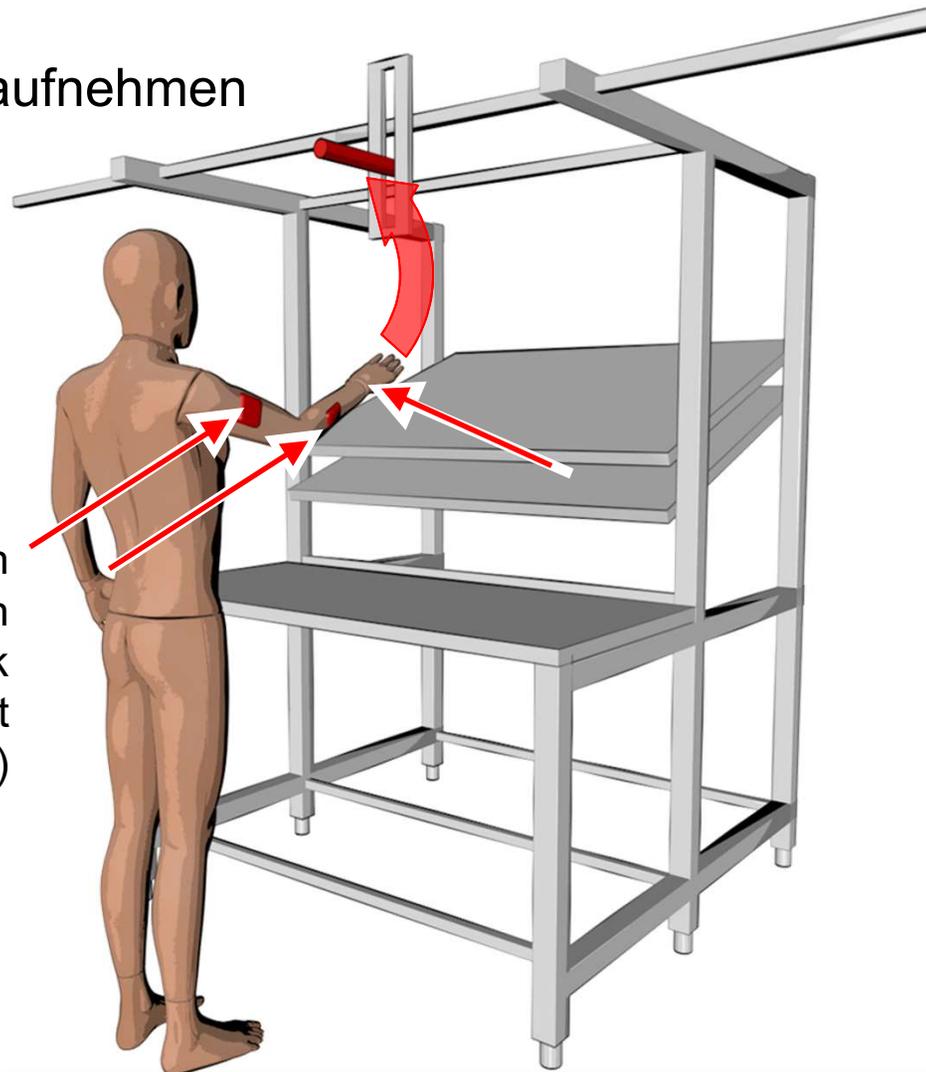
Wie eine App Ihre Körperhaltung mittels KI in Echtzeit bewertet

Zweite Online-Konferenz der HAW Hamburg zum Digitalen Wandel im Produktionsmanagement, 12.1.2021
Dipl.-Ing. Frank Peters, Nabil Toumi, Emin Hasanov, Mohmaed Moncif Hakim, Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner

VERSUCHSAUFBAU FÜR DAS ERSTE BEWEGUNGSMUSTER „ÜBERKOPFARBEIT“

Trainingsdaten aufnehmen

Sensoren
sind in ein
Oberbekleidungsstück
eingebracht
(z.B. Arbeitskleidung)



10

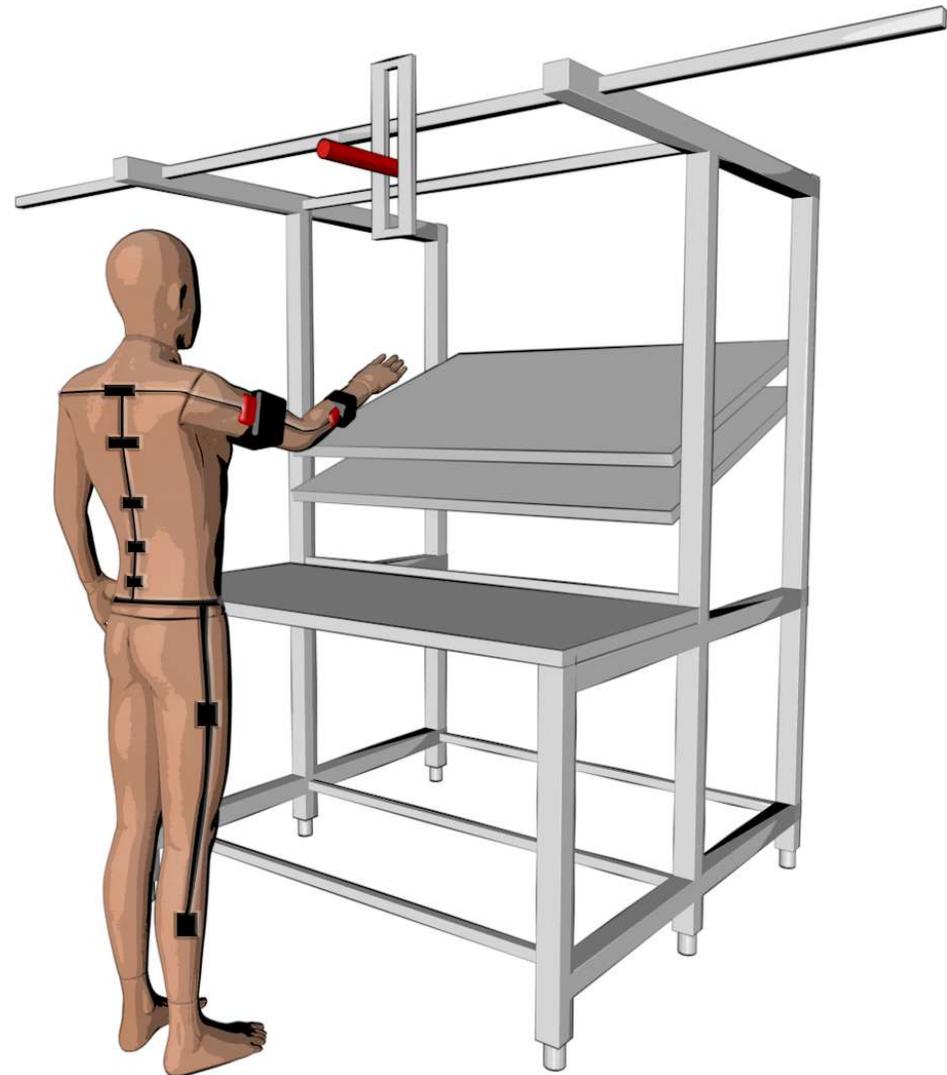
Wie eine App Ihre Körperhaltung mittels KI in Echtzeit bewertet

Zweite Online-Konferenz der HAW Hamburg zum Digitalen Wandel im Produktionsmanagement, 12.1.2021
Dipl.-Ing. Frank Peters, Nabil Toumi, Emin Hasanov, Mohmaed Moncif Hakim, Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner

MÖGLICHKEITEN ZUR ERFASSUNG DER MODELL-DATEN (1/3)

Modell-Daten

lassen sich über ein **CUELA-Messsystem** aufnehmen, es erfasst Körper-/Gelenkbewegungen mithilfe von Bewegungssensoren.

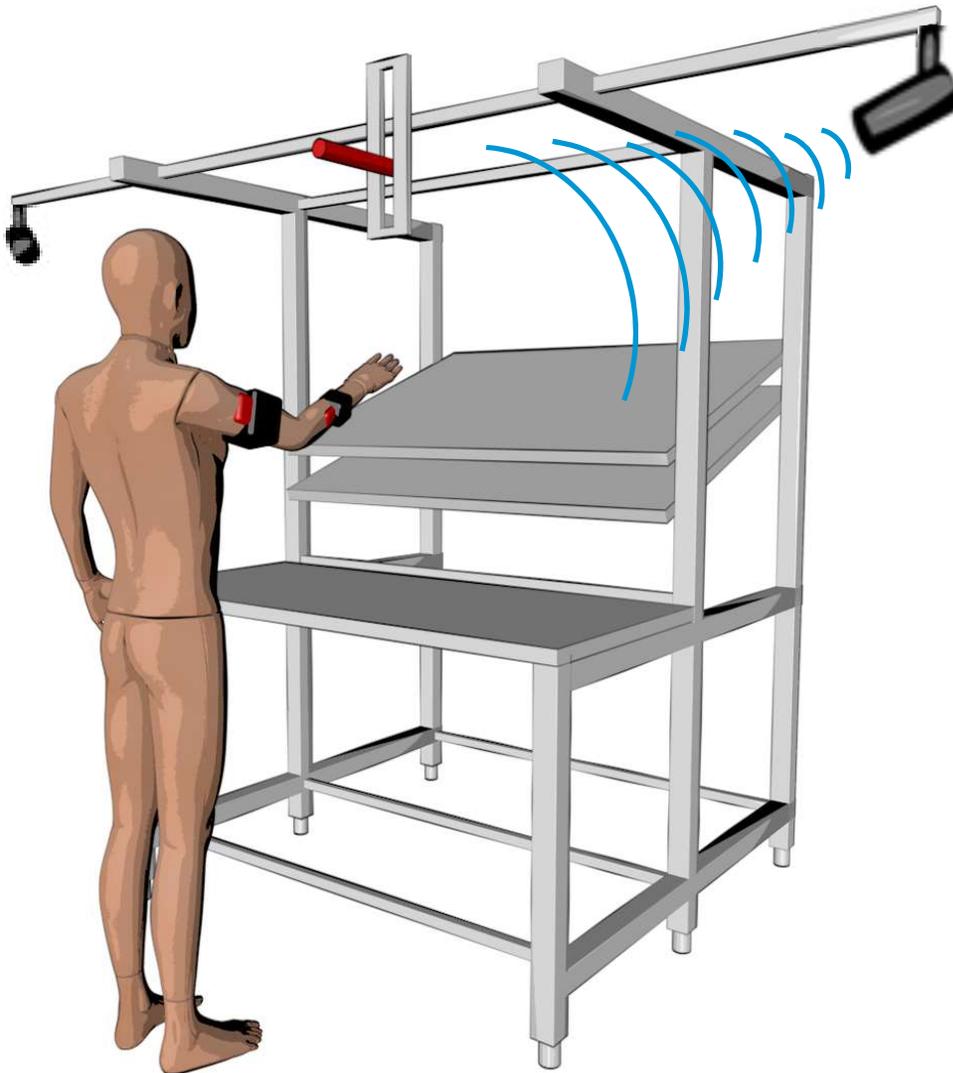


11

Wie eine App Ihre Körperhaltung mittels KI in Echtzeit bewertet

Zweite Online-Konferenz der HAW Hamburg zum Digitalen Wandel im Produktionsmanagement, 12.1.2021
Dipl.-Ing. Frank Peters, Nabil Toumi, Emin Hasanov, Mohmaed Moncif Hakim, Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner

MÖGLICHKEITEN ZUR ERFASSUNG DER MODELL-DATEN (2/3)



Modell-Daten
lassen sich über ein
HTC Vive Lighthouse-System
aufnehmen

Zwei HTC Vive Tracker
werden zur Aufnahme
der Armbewegung genutzt.

12

Wie eine App Ihre Körperhaltung mittels KI in Echtzeit bewertet

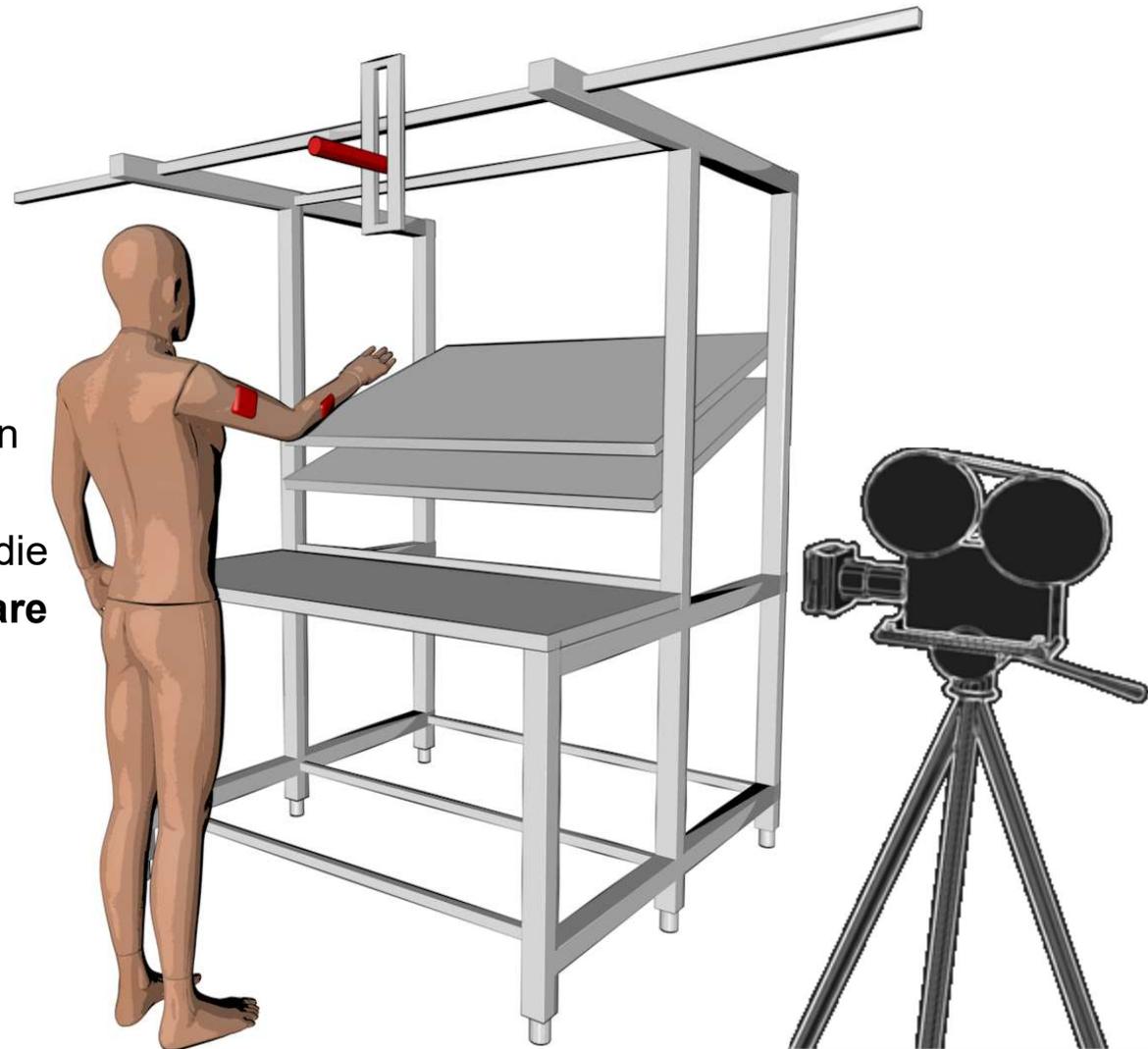
Zweite Online-Konferenz der HAW Hamburg zum Digitalen Wandel im Produktionsmanagement, 12.1.2021
Dipl.-Ing. Frank Peters, Nabil Toumi, Emin Hasanov, Mohmaed Moncif Hakim, Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner

MÖGLICHKEITEN ZUR ERFASSUNG DER MODELL-DATEN (3/3)

Modell-Daten

lassen sich per
Videoaufnahme aufnehmen

mit Nachverarbeitung über die
Bewegungsanalysesoftware
Kinovea



Wie eine App Ihre Körperhaltung mittels KI in Echtzeit bewertet

Zweite Online-Konferenz der HAW Hamburg zum Digitalen Wandel im Produktionsmanagement, 12.1.2021
Dipl.-Ing. Frank Peters, Nabil Toumi, Emin Hasanov, Mohmaed Moncif Hakim, Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner

WIE AUSSAGEKRÄFTIGE BEANSPRUCHUNGEN ERMITTELN?

► 1. IM TRADITIONELLEN ANSATZ

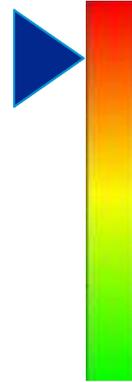


a) Belastungen ermitteln

- Körperhaltungen
- Zeitanteile
- ...

Lastwichtung	4
+	
Haltungswichtung	2
+	
Ausführungsbedingungs-wichtung	1
=	
Summe	7
X	
Zeitwichtung	8
=	
Punktwert	7

c) Beurteilen

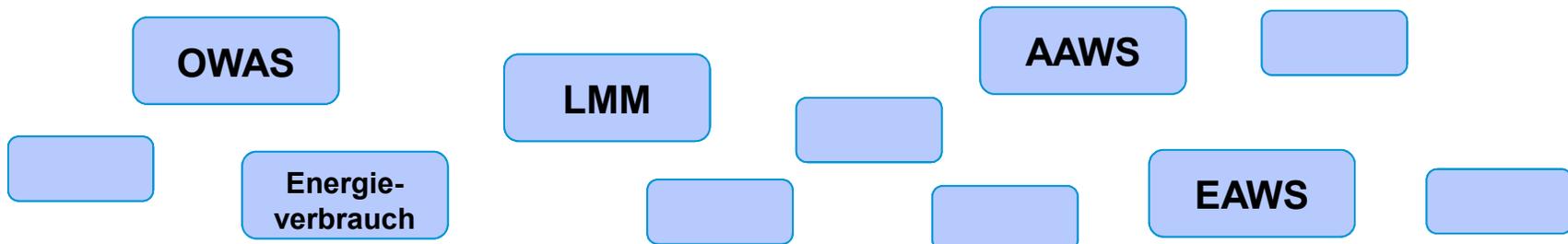


b) Ergonomisches Beurteilungsmodell schaffen

Probleme:

- Komplexes Beurteilungsmodell
- Beurteilung von individuellen Belastungen
- Echtzeit - Beurteilungen

Bewertungsverfahren



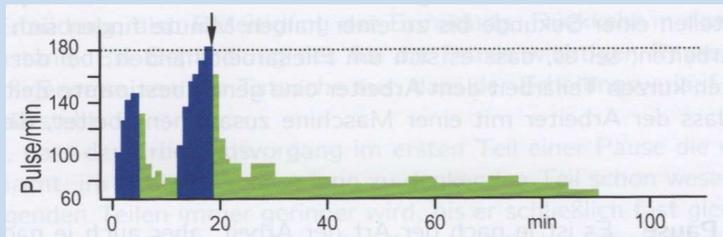
Piktogramme Mensch: Bundesamt für Arbeitsschutz (Hrsg.): Leitmerkalmethode, Arbeitsbogen 1.

Zeitverlauf von Arbeit und Pause

Verrichtete Arbeit [KJ]

Zeit Arbeit [min]

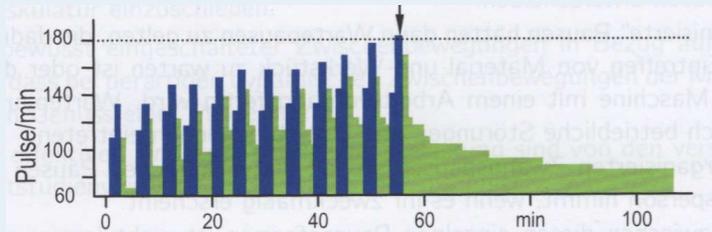
Zeit Erholung [min]



nur **120 KJ**
bis zum Erreichen der
Dauerleistungsgrenze

je **5**

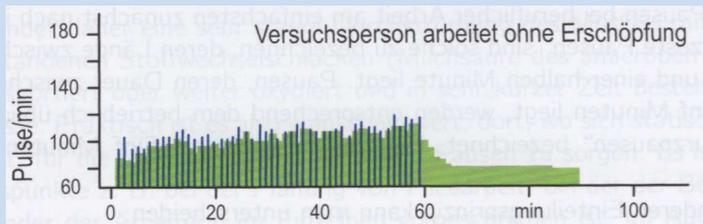
je **7½**



288 KJ Arbeit verrichtet

je **2**

je **3**



Dauerleistungs-grenze
wird
bei dieser Arbeitsweise
nicht mehr erreicht

je **½**

je **¾**

ERHOLUNG BEI DYNAMISCHER BELASTUNG

BISHER KAUM BERÜCKSICHTIGT

Bilder: Schmauder, Martin; Spanner-Ulmer, Birgit: Grundlagen zur Interaktion von Mensch, Technik und Organisation, 2014, S. 221

Wie eine App Ihre Körperhaltung mittels KI in Echtzeit bewertet

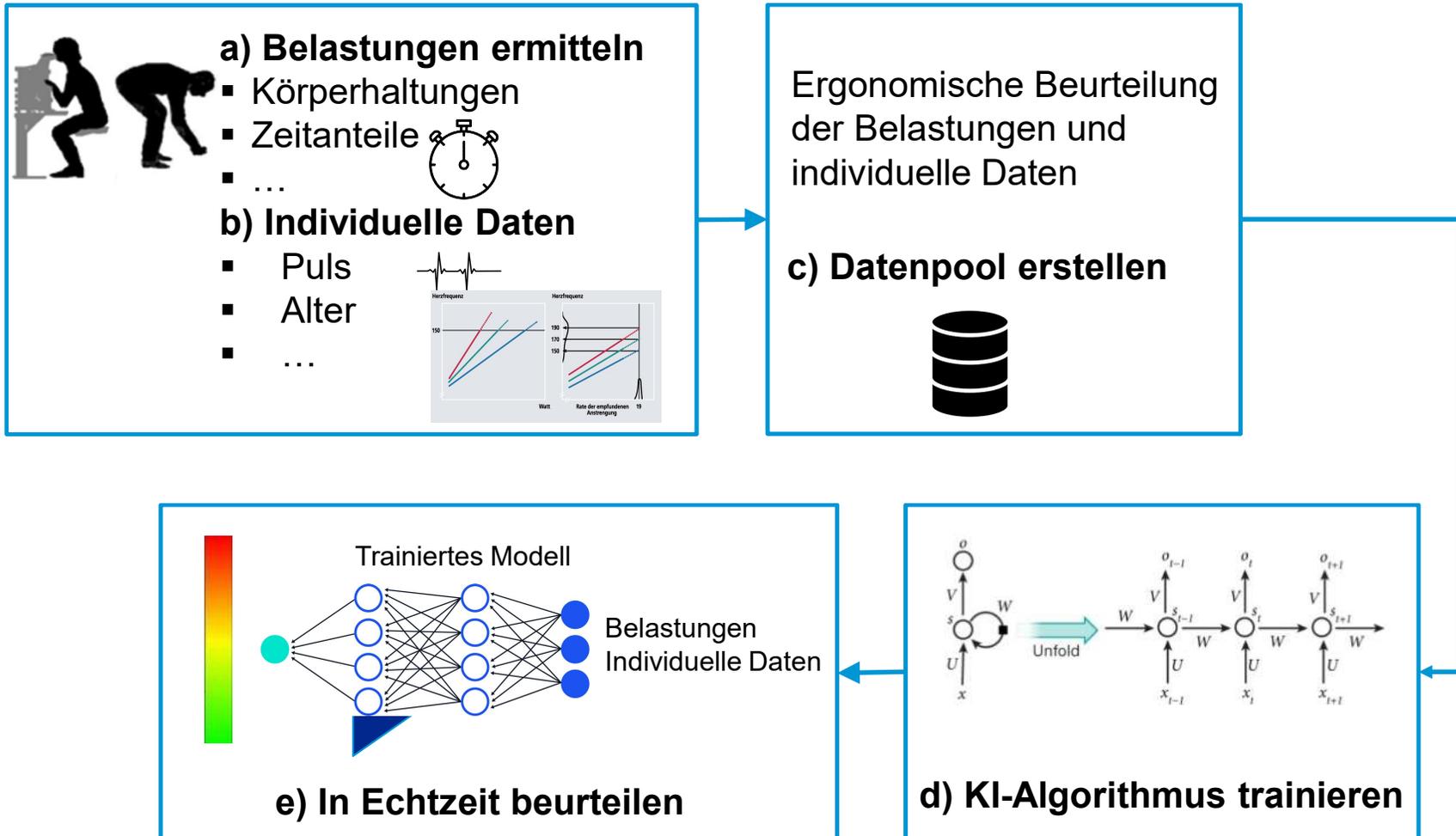


Zweite Online-Konferenz der HAW Hamburg zum Digitalen Wandel im Produktionsmanagement, 12.1.2021

Dipl.-Ing. Frank Peters, Nabil Toumi, Emin Hasanov, Mohmaed Moncif Hakim, Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner

WIE AUSSAGEKRÄFTIGE BEANSPRUCHUNGEN ERMITTELN?

► 2. BEIM KI-ANSATZ



Wie eine App Ihre Körperhaltung mittels KI in Echtzeit bewertet

Zweite Online-Konferenz der HAW Hamburg zum Digitalen Wandel im Produktionsmanagement, 12.1.2021
Dipl.-Ing. Frank Peters, Nabil Toumi, Emin Hasanov, Mohmaed Moncif Hakim, Prof. Dr.-Ing. Henner Gärtner

ZU VIEL GEBÜCKT

Wie eine App Ihre Körperhaltung mittels KI in Echtzeit bewertet

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

