

## Hybrid Work Systems (HWS)

### Platform-based AI System for Human Motion Analysis to optimize Ergonomics of Hybrid Work Systems in Industry

Ein Projekt finanziert im Rahmen der 8. Ausschreibung  
des Programms **IKT der Zukunft**

Vierorts ist ein zunehmender Fachkräftemangel vorhanden. Einen Ansatz zur Bewältigung bieten **Hybride Arbeitswelten**, d.h. die Mischung von Remotearbeiten und vor Ort beim Unternehmen. Mit geeigneter Verknüpfung kann durch Einbindung externer Fachkräfte der Mehrbedarf gedeckt und zusätzliche Expertise ins Unternehmen geholt werden. Das Projekt „Hybrid Work Systems“ erarbeitete Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung von Arbeitsplanenden.

Ziel von HWS ist die Entwicklung eines integrierten IT-Dienstleistungs- und Technologiebündels, mit dem (semi)-automatisch Prozessanalysen nach zeitwirtschaftlichen und ergonomischen Kriterien durchgeführt werden können (vgl. Abbildung 1). Die Plattform fungiert als Vermittler, indem sie die notwendige Infrastruktur bereitstellt, um Arbeitsplanungsdienste zwischen Anbietern und Nachfragern zu ermöglichen (Marktplatz). Zudem werden digitale Methoden und Technologien wie videobasierte Bewegungsanalyse, KI-gestützte Objekterkennung sowie digitale Planungssysteme wie *ema Work Designer* und *TiCon* bereitgestellt und Modelle für deren Zusammenwirken entwickelt. Damit werden die Parteien bei der Durchführung der Analyse und Gestaltung der Arbeitsprozesse unterstützt.

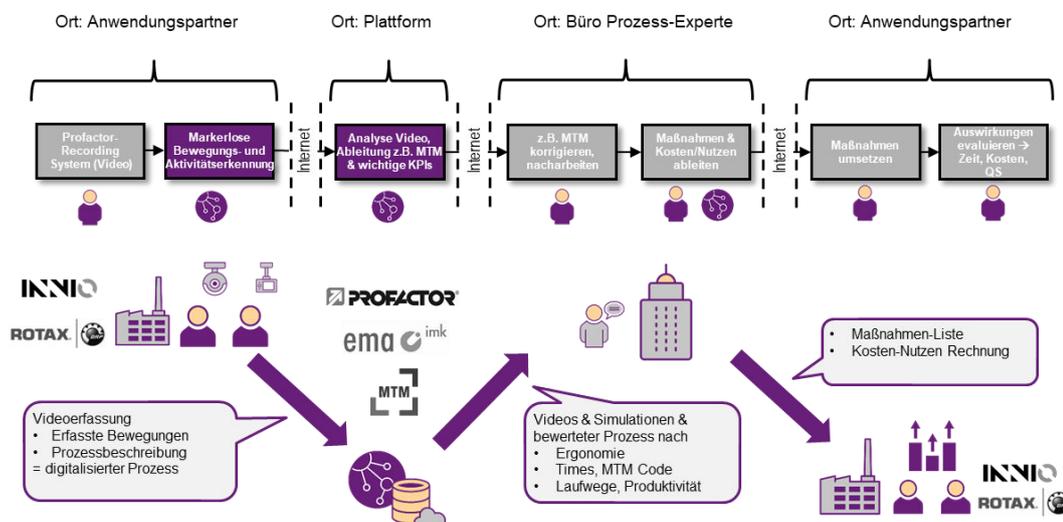


Abbildung 1 Workflow und Kollaboration mittels Plattform für eine Arbeitsplatzoptimierung

Für die Bewegungserfassung und Aktionserkennung kommt ein von **Profactor** entwickeltes **markerloses Videoanalyse-System** (Abbildung 2) zum Einsatz. Dieses besteht aus einer Standardfarbkamera und ermöglicht die gleichzeitige Erfassung von Bewegungen mehrerer Personen aus einzelnen RGB-Bildern. Die aufgenommenen Bewegungen können als Animationsdatei im BVH-Format exportiert werden und stehen damit in weiteren Softwarewerkzeugen, wie dem *ema Work Designer*, zur ergonomischen und zeitlichen Bewertung zur Verfügung. Um relevante Prozessabschnitte zu identifizieren, wurde darüber hinaus eine Aktionserkennung entwickelt, die auf Basis vordefinierter Regionen (Volumes of Interest) relevante Prozessabschnitte wie beispielsweise „Aufnehmen“, „Platzieren einer Kiste“ oder „Verschrauben“ unterstützt zu erkennen.

Digitalisierung in der Industrie erfordert strukturierte Sprachen für Arbeitsanweisungen. Die in HWS entwickelte **Task Description Language (TDL)** und der **TDL-Editor** ermöglicht es Arbeitsvorbereitern, mittels eines vordefinierten, aber erweiterbaren Vokabulars Fertigungsschritte genau zu beschreiben und mittels **TDL-Parser** in maschinenlesbare Arbeitsanweisungen zu überführen (Abbildung 3). Diese können von einer Logik-basierten *Reasoning Engine* interpretiert, dann in eine detaillierte Ablauflogik umgeformt und deren Aussagen durch das o.g. Videoanalyse-System verifiziert werden. Eine solche Aussage wäre z.B. „worker has entered the work cell“ oder „component Einlassventil has been inserted into assembly“. Das dazu notwendige **Steuerungsprogramm für die Reasoning Engine** wurde auf Basis von GOLOG, einer Implementierungssprache für den *Situation Calculus*, erstellt. Die Programmierung des Systems erfolgte in Prolog und ist über ein **JSON-basiertes Web-API** verwendbar und wird in diesem Modus auch von der HWS Kollaborations-Plattform verwendet.

Eine weitere Zeit- und Kostenersparnis in der Arbeitsplatzplanung bietet die **automatisierte Erstellung von Arbeitsanleitungen** (Automatic Content Generation, ACG) anhand von 3D-Modellen und Stücklisten (Abbildung 4). Für neue Produkte und Produktvarianten kann damit die Ramp-Up-Phase drastisch reduziert werden.

Das so entstandene umfassende digitale Abbild des Arbeitsprozesses wurde zur weiteren **ergonomischen und zeitwirtschaftlichen Untersuchung** mit der **Prozesssimulationssoftware *ema Work Designer*** (*emaWD*) der Firma *imk Industrial Intelligence* (Abbildung 5) aufbereitet. Diese ermöglicht die ganzheitliche prospektive Planung, Bewertung und 3D-Simulation sowie Visualisierung menschlicher Arbeit im Kontext der Digitalen Fabrik unter

Berücksichtigung individueller Fähigkeiten des Menschen (z.B. Alter, Beweglichkeiten, Kräfte) mittels digitaler Menschmodelle. Dabei kann die Umgebung digital abgebildet (Import CAD Daten, Prozess-, Objektdaten etc.) und die Prozesse mittels parametrisierten Tätigkeitsbeschreibung nach ergonomischen, zeitwirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Kriterien simuliert und bewertet werden. Verschiedene Use-Cases der Industriepartner wurden im emaWD simuliert. Durch die neu entwickelte Integration von Bewegungsdaten **aus dem Profactor Bewegungserfassungssystem in emaWD** können aufgenommene Bewegungsdaten mit simulierten Bewegungen verknüpft und zeitlich nach MTM (Methods-Time Measurement) sowie ergonomisch u.a. nach EAWS (Ergonomic Assessment Work Sheet) und NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) bewertet werden. Darüber hinaus kann emaWD auch direkt in Virtual Reality (VR) oder in Verbindung mit dem nVidia Omniverse (Industrial Metaverse) genutzt werden, womit Personen ortsunabhängig zusammenarbeiten können.

Mittels **MTM-Motion®** kann unter Hinzunahme weiterführender Prozessinformationen, z.B. aus der Taxonomie der TDL, eine MTM-Simulationsanalyse abgeleitet werden (Abbildung 6).

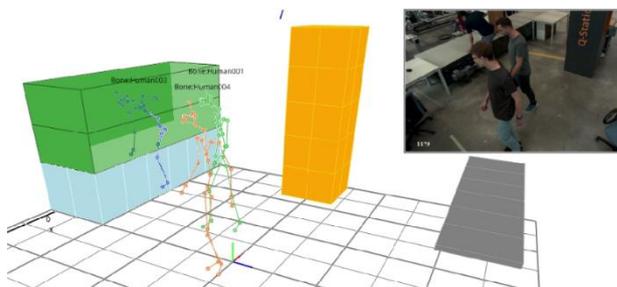


Abbildung 3: Makerlose Videoanalyse ProFactor



Abbildung 2: TDL-Editor (web-basiert)

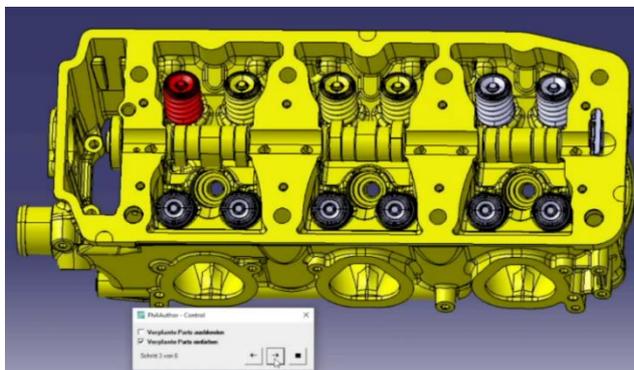
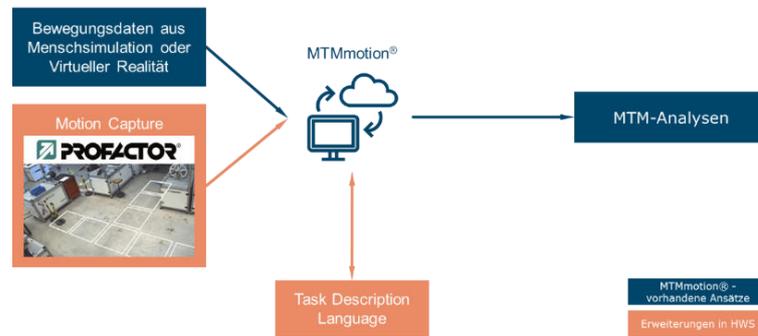


Abbildung 4: Automatic Content Generator (ACG)



Abbildung 5: Arbeitsprozesssimulation zur Zeit- und Ergonomiebewertung mittels emaWD



**Abbildung 6: MTMmotion® Simulationsanalysen**

**Kontaktdaten:**

**Technologie- & Wissenschaftspartner:**

**Salzburg Research Forschungsgesellschaft mbH  
(Projektleitung)**

Jakob-Haringer-Straße 5/III  
5020 Salzburg

<https://www.salzburgresearch.at/projekt/hws/>



**Fraunhofer Austria Research GmbH**

Theresianumgasse 7  
1040 Wien



**imk Industrial Intelligence GmbH**

Amselgrund 30  
09128 Chemnitz

Kontaktperson: michael.spitzhirn@imk-ic.com



**MTM ASSOCIATION e. V.**

Elbchaussee 352  
22609 Hamburg



**Profactor**

Im Stadtgut D  
14407 Steyr-Gleink



**Anwendungspartner:**

**Innio Jenbacher GmbH & Co OG**

Achenseestraße 1-3  
6200 Jenbach



**BRP Rotax GmbH & Co KG**

Rotaxstrasse 1  
4623 Günskirchen

