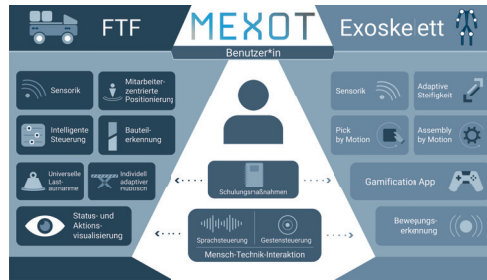


# MEXOT

Intelligente Arbeitsergonomie mittels sensorischer Exoskelette und autonomen Transportsystemen für die erweiterte Mensch-Technik-Interaktion im Automobilumschlag



Links: MEXOT System im Feldeinsatz | Oben: Teilsysteme des MEXOT-Konzeptes, Foto und Grafik: BIBA GmbH

## Motivation

Das Hafenumfeld zeichnet sich durch den Umschlag großer Lasten aus, in dem der Mensch trotz fortschreitender Automatisierung unerlässlich ist. Im Anwendungsfall des Automobilumschlags werden in Technikcentern die Fahrzeuge für den jeweiligen Zielmarkt aufbereitet. Das repetitive Tragen schwerer Lasten führt zu starken körperlichen Belastungen, hohen Personalausfallquoten und geringer Arbeitsattraktivität. Zudem bedingt die aktuell manuelle Materialbereitstellung hohe Zeitaufwände für nicht-wertschöpfende Tätigkeiten. Um dem resultierenden Fachkräftemangel entgegenzuwirken, bedarf es einer ergonomischeren und effizienteren Ausgestaltung der Arbeitsplätze.

## Vorgehen

Ziel von MEXOT war die Entwicklung eines Gesamtsystems für eine ergonomischere und produktivere Arbeitsplatzgestaltung durch den kombinierten Einsatz von sensorischen Exoskeletten und einer mitarbeiterspezifischen Materialzuführung mittels autonomen mobilen Robotern (AMR). Dabei wurde ein menschenzentrierter Unterstützungs- und Automatisierungsansatz im Sinne des Operator 5.0 verfolgt: Passive Exoskelette wurden durch schaltbare Elastomere und integrierte Sensorik erweitert, um die Unterstützungsleistung des Exoskeletts kontextabhängig anzupassen und die Körperhaltung in Echtzeit zu analysieren.

Eine entwickelte Smartphone-Anwendung ermöglicht die Prozesssteuerung und integriert ein Gamification-Anreizsystem zur Förderung von Akzeptanz und ergonomischer Arbeitsweise. Die AMR wurden um einen Follow-Me-Modus und einen adaptiven Hubtisch für eine ergonomische Materialübergabe erweitert. Mit dem Software-Framework ComFlow werden alle Teilsysteme koordiniert und Prozessanpassungen durch intuitive No-Code-Programmierung ermöglicht.

## Ergebnis

Das Gesamtsystem wurde in Feldtests bei der BLG AutoTec in Bremerhaven über einen Zeitraum von 2 Monaten im Lager und in den Technikcentern umfangreich getestet. Die Ergebnisse der Evaluation zeigten zum einen, dass sich die ergonomischen Arbeitsbedingungen durch die Nutzung der Systeme verbessern lassen und das Bewusstsein für ergonomische Arbeit durch die Ergonomie-Anreizplattform gestärkt wird. Zum anderen werden durch die AMR Zeitanteile für nicht-wertschöpfende Wegstrecken reduziert.

## Ausgewählte Publikation:

Niermann, D.; Petzoldt, C.; Freitag, M.: Intuitive and Flexible Process Control for Autonomous Mobile Robots: A Case Study in a Large Logistics Enterprise. In: Procedia CIRP 120 (2023). Elsevier, Amsterdam, 2023, pp. 153-158, DOI 10.1016/j.procir.2023.08.028

GEFÖRDERT DURCH:



FÖRDERPROGRAMM:



PROJEKTPARTNER:



LAUFZEIT:

01.2022 - 12.2024

ANSPRECHPARTNER:

Christoph Petzoldt, M.Sc.  
E-Mail: ptz@biba.uni-bremen.de  
Tel.: +49 421 218 50 119

www.mexot-projekt.de/

ADRESSE:

BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH  
Hochschulring 20  
28359 Bremen



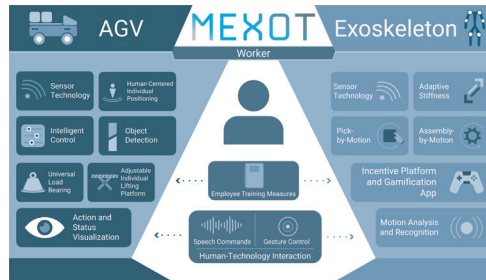
Das BIBA ist ein ingenieurwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität Bremen. Es forscht in den Bereichen Produktion und Logistik und verbindet dabei die prozessorientierte mit der produktorientierten Sicht. Durch die organisatorische und inhaltliche Verknüpfung mit dem universitären Fachbereich Produktionstechnik engagiert sich das BIBA sowohl in der Grundlagenforschung als auch in anwendungsorientierten Verbundprojekten sowie der industriellen Auftragsforschung.

Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Dieter Thoben  
Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag

WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE

# MEXOT

Intelligent work ergonomics using sensory exoskeletons and autonomous transport systems for enhanced human-technology interaction in automotive cargo handling



Left: MEXOT system in field test | Above: Subsystems of the MEXOT concept, Photo and Figure: BIBA GmbH

**DURATION:**

01.2022 - 12.2024

**CONTACT:**

Christoph Petzoldt, M. Sc.  
E-mail: ptz@biba.uni-bremen.de  
Tel.: +49 421 218 50 119

[www.mexot-projekt.de/](http://www.mexot-projekt.de/)

**Motivation**

The port environment is characterized by the handling of large loads, where humans remain indispensable despite advancing automation. In automobile handling, vehicles are prepared for their respective target markets in technical centers. Repetitive carrying of heavy loads results in significant physical strain, high absenteeism rates, and reduced job attractiveness. Additionally, the current manual provisioning of materials involves considerable time for non-value-adding activities. To address the resulting shortage of skilled workers, more ergonomic and efficient workplace design is essential.

**Approach**

The goal of MEXOT was to develop an integrated system for more ergonomic and productive workplace design through the combined use of sensory exoskeletons and employee-specific material provisioning via autonomous mobile robots (AMRs). A human-centered support and automation approach, aligned with the Operator 5.0 concept, was pursued: Passive exoskeletons were enhanced with switchable elastomers and integrated sensors to enable context-dependent support adjustment and real-

time body posture analysis. A developed smartphone application allows intuitive process control and integrates a gamification incentive system to promote ergonomic practices and user acceptance. The AMR was enhanced with a follow-me mode and an adaptive lift table for ergonomic material handovers. The ComFlow software framework coordinates all subsystems and facilitates process adjustments through intuitive no-code programming.

**Results**

The developed system was tested in field trials at BLG AutoTec in Bremerhaven over two months in the warehouse and technical centers. The evaluation results demonstrated that the system improves ergonomic working conditions and strengthens awareness of ergonomic practices through the incentive platform. Additionally, the AMR reduces time spent on non-value-adding material transport tasks.

**Selected Publikation:**

Niermann, D.; Petzoldt, C.; Freitag, M.: Intuitive and Flexible Process Control for Autonomous Mobile Robots: A Case Study in a Large Logistics Enterprise. In: Procedia CIRP 120 (2023). Elsevier, Amsterdam, 2023, pp. 153-158, DOI 10.1016/j.procir.2023.08.028

**POSTAL ADDRESS:**

BIBA – Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH  
Hochschulring 20  
28359 Bremen



BIBA is an engineering research institute located at the University of Bremen. It is committed to basic research as well as to application-oriented development projects and engages itself in practice-oriented implementations, whereby it relies on cross-national, institutional and interdisciplinary cooperation and transfer. BIBA always considers the entire value-added chain: from the idea, concept and production, through to the use and the end recycling of a product.

Prof. Dr.-Ing. habil. Klaus-Dieter Thoben  
Prof. Dr.-Ing. Michael Freitag

[WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE](http://WWW.BIBA.UNI-BREMEN.DE)

**FUNDED BY:**



**PROGRAM:**



**PROJECT PARTNERS:**

