



Mittelstand 4.0
Kompetenzzentrum
Chemnitz

Betrieb 4.0
machen!



**Leistung
bringen!**



Nachgelesen

Haptische interaktive Assistenzsysteme - Ein Überblick

Mandy Tawalbeh

Mittelstand-
Digital 

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Haptische interaktive Assistenzsysteme unterstützen Unternehmen in den Bereichen der Produktion und Logistik. Nachfolgend erfahren Sie:

- was haptische interaktive Assistenzsysteme sind,
- welche Vor- und Nachteile damit einhergehen und
- für welche konkreten Anwendungsfälle diese beispielsweise geeignet sind.

Einen einführenden Überblick über alle Arten von interaktiven Assistenzsystem erhalten Sie in dem Nachgelesen »Optische interaktive Assistenzsysteme – Ein Überblick«. Darin wird auch erklärt, wie interaktive Assistenzsysteme im Allgemeinen funktionieren und welchen Nutzen sie in den Bereichen Produktion und Logistik haben. Sie finden dieses sowie weitere Nachgelesen zum Thema Assistenzsysteme in unserem Downloadbereich unter <https://www.betrieb-machen.de/medienuebersicht/> oder mit folgendem QR-Code.



Im Nachfolgenden erhalten Sie einen Überblick über die **Umsetzungsmöglichkeiten von haptischen interaktiven Assistenzsystemen**, die hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile beschrieben werden.

Haptische interaktive Assistenzsysteme

Bei haptischen interaktiven Assistenzsystemen bekommt der Mitarbeiter die für ihn relevanten Informationen durch fühlbare Signale übermittelt, sodass er diese Informationen als merkbare Rückmeldung deuten kann. Diese haptischen Informationen unterstützen bei der Bewältigung der alltäglichen Arbeitsaufgaben wie zum Beispiel bei dem:

- Erkennen des Produktstatus,
- Lokalisieren von Objekten und Nachverfolgen von Prozessen
- Erfassen bestimmter Prozesszustände sowie
- dem Erfassen und der Steuerung der Arbeitsbedingungen der Mitarbeiter.

Der Einsatzbereich der haptischen interaktiven Assistenzsysteme ist weitgesteckt. Überall, wo Mitarbeiter Informationen z. B. zu Objektpositionen, Bewegungsabläufen oder Zuständen erfassen, können sie eingesetzt werden. Gerade in Situationen, wo Mitarbeiter nicht visuell in der Lage sind, Informationen zu erfassen – sei es aufgrund von Lagertätigkeiten sperriger Gegenstände oder komplexen Produktionsschritten – eignen sich die haptischen interaktiven Assistenzsysteme. Informationen zu Produkten und Prozessen oder Fehler werden z. B. durch Vibrationen auf haptische Art und Weise an den Produktions- bzw. Logistikmitarbeiter übermittelt,

- ohne zusätzliche Bewegungen,
- ohne Beeinträchtigungen der Arbeitsbedingungen (insbesondere der körperlichen Bewegungsfreiheit),
- ohne zusätzliche Belastungen (z. B. durch schwere Geräte) und bei
- guter Realisierbarkeit unter den vorhandenen Umgebungsbedingungen.

Auf Basis dieser Anforderungen werden die haptischen interaktiven Assistenzsysteme beschrieben. Im Fokus stehen das NFC/RFID-Band, der RFID-Handschuh, der Datenhandschuh und das Sensorarmband und der Magic Shoe. Diese Technologien sind teilweise im industriellen Umfeld und teilweise vorrangig im privaten Lebensbereich etabliert. Besonders das NFC/RFID-Band und der RFID-Handschuh sind bereits häufig in Produktions- und Logistikbereichen anzutreffen. Die folgende Auswahl an optischen interaktiven Assistenzsystemen zeigt Potenziale auf, die bereits durch geringen Aufwand auszuschöpfen sind.

NFC/RFID-Band

Das NFC¹ bzw. RFID²-Band ist ein Sender-Empfänger-System. Es identifiziert Objekte mithilfe von Transpondern (NFC/RFID). Die NFC/RFID-Armbänder werden für die verschiedenen Anwendungssituationen programmiert, wofür NFC-Apps bereits vorgefertigte Bausteine anbieten.

Diese speziellen Armbänder sind kostengünstig und werden in verschiedenen Materialien wie Silikon oder Nylon angeboten. Die Materialauswahl ermöglicht komfortables Tragen ohne Beeinträchtigungen und Störeffahrungen. Zusätzlich sind die NFC/RFID-Armbänder sehr beständig, aber dennoch relativ simple in der Ausführung und Gestaltung.

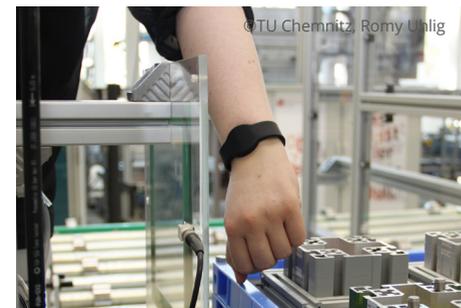


Abbildung 1: RFID-Band für universellen Einsatz

Die erfassten Informationen sowie Daten müssen kontinuierlich durch externe Geräte gespeichert und abgerufen werden. Das NFC/RFID-Armband ist lediglich das Sender-Empfänger-System für diese Informationen. Folglich ist das gesamte Empfänger-System inklusive externer Geräte zu

Informationsspeicherung und -abruf sehr aufwendig in der Umsetzung.

NFC/RFID-Bänder kommen sowohl im industriellen als auch privaten Alltag bereits zum Einsatz. Gerade im Privatleben spielen sie dort eine Rolle, wo schneller Zugang gewährt werden soll und bestimmte Umgebungsbedingungen vorherrschen. Solche Beispiele sind Schwimmbäder oder Fitnessstudios, die ihre Mitglieder zur Identifikation mit einem solchen Armband ausstatten, um Zugang zu bekommen. Im Fitnessstudio können zusätzlich die personenspezifischen Geräteeinstellungen hinterlegt sein, wodurch die automatisierte Geräteeinstellung ermöglicht wird. Aber auch bei Konzerten, Festivals oder anderen Veranstaltungen unterstützen sie den schnellen Zugang und die Ticketkontrolle. Im industriellen Umfeld eignen sich NFC/RFID-Bänder für die **Zugangs- und Zugriffskontrolle** anstelle von Mitarbeiterausweisen oder anderen Identifikationsmöglichkeiten, die die individuellen Berechtigungen der Mitarbeiter enthalten.

Mithilfe der RFID/NFC-Armbänder gelingt es, die **Einstellungen für die Maschine bzw. den Arbeitsplatz**, insbesondere hinsichtlich Ergonomie, mitarbeiterspezifisch zu berücksichtigen. Der Mitarbeiter registriert sich mithilfe des Armbandes, wodurch Körpergröße, Greifraum und ähnliches ausgelesen werden. Der Arbeits-

platz kann diese Eigenschaften autonom umsetzen, indem entsprechende Positionen eingestellt werden. Gleichzeitig werden die **ausgeführten Prozessschritte lückenlos geprüft**. Dabei geht es beispielsweise um die Erfassung der Mitarbeiter, die bereits an der Bearbeitung des Produktes im Rahmen des **Workflow-Managements** beteiligt waren. Es ist also möglich, den Fertigstellungsgrad einzuschätzen. All

diese ermittelten Informationen können durch drahtlose, standardisierte Schnittstellen wie z. B. ZigBee oder Bluetooth zur Dokumentation und Qualitätssicherung an das zentrale Unternehmenssystem übertragen und verwaltet werden. Die Informationseingabe, genau wie das Erkennen von fehlerhaften Eingaben, Status etc. wird durch haptische Signale an den Mitarbeiter übermittelt.

Sensorarmband



Abbildung 2: Beispielhafte Sensorarmbänder

Das Sensorarmband ist ein intelligentes Armband, welches im privaten Alltag zumeist schon in Form eines Fitnessarmbandes zur Normalität gehört. Das Sensorarmband sammelt Daten vom Mitarbeiter und kann im industriellen Kontext dazu dienen, die Arbeitsbedingungen zu erfassen. Das stellt die Basis dafür dar, Arbeitsbedingungen zu optimieren. Folglich ist es möglich, die Arbeitsabläufe hinsichtlich ergonomischer Anforderungen zu verbessern. Die Laufwege können optimiert werden und das bereits bei geringen Investitionskosten. Zu beachten ist, dass die Messungen relativ ungenau sind – was

je nach Anwendungsfall funktionale Einschränkungen bedeutet.

Im privaten Alltag sind die Sensorarmbänder bereits etabliert. Aus diesem Grund ist ihr potentieller Einsatz im industriellen Umfeld zum **Erfassen von Laufwegen und -zeiten** bzw. des **körperlichen Zustands der Mitarbeiter** bei bestimmten Prozessen absehbar. Werden bestimmte Grenzen bei z. B. der Herzfrequenz überschritten, bekommt der Nutzer eine haptische Rückmeldung. Ziel ist es, die körperliche Belastung zu reduzieren und damit den individuellen Gesundheitszustand zu verbessern.

RFID-Handschuh

Der RFID-Handschuh ist ein mobiles Lesesystem für RFID. Durch zusätzliche Schnittstellen wie WLAN oder Bluetooth ist es möglich, die Informationen weiter zu kommunizieren.

Mit dem RFID-Handschuh entfallen zusätzliche Scan-Schritte. Die Ausübung des gewohnten Arbeitsablaufs genügt, um gleichzeitig Daten zu erfassen. Damit gelingt die Verkürzung der Durchlaufzeiten aufgrund der Eliminierung von Hilfsprozessen, wie z. B. dem Objektscannen. Zudem bleibt die vollständige Bewegungsfreiheit des Mitarbeiters erhalten. Zum Teil kommt es jedoch vor, dass die Mitarbeiter manuell RFID-Tags auslesen müssen, da sie von dem Handschuh nicht erfasst werden können. Insbesondere im Logistikbereich unterstützt der RFID-Handschuh dabei, die Transparenz der Logistikkette zu erhöhen. Gleichzeitig wird der Flexibilitätsgrad gesteigert, indem die Kombination verschiedener Kommissioniersysteme und Lagereinrichtungen variabel gestaltbar ist. Der RFID-Handschuh ermöglicht effizientere und ergonomischere Arbeitsabläufe hinsichtlich **Datenerfassung, Überwachung von Materialien, Produkten und Prozessen sowie Sicherheitsabwägungen** (z. B. Zustandserfassung). Ein mobiles RFID-Lesegerät am Handgelenk eignet sich zum **Kommissionieren von Artikeln**, indem das Objekt bereits bei Entnahme automatisch durch Transponder identifiziert wird. Die

dabei gelesene Transponder-ID wird mit der Nummer des Soll-Lagerplatzes abgeglichen. Liegt ein fehlerhafter Zugriff bzw. eine fehlerhafte Ablage vor, so wird eine haptische Rückmeldung über den RFID-Handschuh an den Mitarbeiter übermittelt.

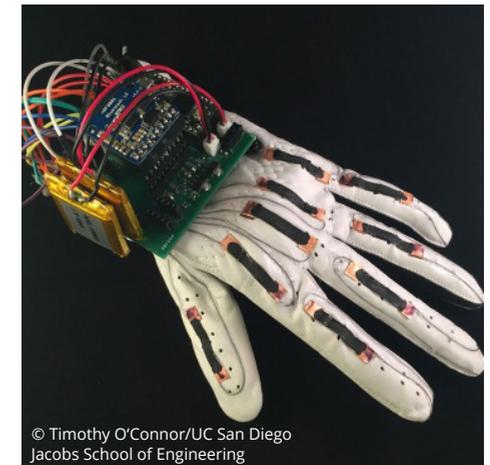


Abbildung 3: Grundaufbau eines Datenhandschuhs

Ähnliche Prozessschritte kommen auch im Produktionsablauf wie z. B. der Montage vor, wodurch der Einsatz eines RFID-Handschuhs zur **Überwachung und Optimierung von Arbeitsabläufen und Durchlaufzeiten** dient. Es ist also mit einem solchen smarten Handschuh möglich, den **Produktionsprozess zu überwachen**. Dabei ist es auch möglich, bestimmte **Zustände zu überwachen** und bei Abweichungen frühzeitige Signale (insbesondere haptische Signale) auszusenden. Der Mitarbei-

ter bekommt direkte Rückkopplungen in Form von Vibrationen zur Verdeutlichung, ob die richtigen Objekte ver-

Datenhandschuh

Der Datenhandschuh ist ein 3D-Eingabegerät in Form eines Handschuhs, das Handbewegungen in Steuersignale für den Computer umsetzt. Das heißt, der Benutzer trägt einen Datenhandschuh wie einen normalen Handschuh. Dabei werden die Bewegungsänderungen als 3D-Steuersignale über ein Verbindungskabel oder eine drahtlose Kommunikationstechnologie wie Bluetooth an den Computer gesendet. Die Voraussetzungen dafür sind die integrierten Sensoren, die zum Erfassen aller Bewegungs-, Beugungs- und Positionsänderungen der Hand dienen.

Der Datenhandschuh ermöglicht die Erfassung von genauen Bewegungen. Durch die direkte Übermittlung dieser Bewegungsabläufe an den Computer wird deren Transparenz erhöht und Prozesse werden besser dokumentiert. Aufgrund der Unabhängigkeit von Umgebungsbedingungen eignet sich der Datenhandschuh auch in lauter Arbeitsatmosphäre. Die Rückkopplungen z. B. zum Bestätigen von Dateneingaben, Prozessbeginn o. ä. werden durch haptische Signale wie Vibrationen an den Benutzer übergeben.

Jedoch muss darauf geachtet werden, dass der Datenhandschuh nicht in feuchter Umgebung verwendet wird.

baut sind. Zudem können **Produktinformationen ein- und ausgelesen** werden.

Außerdem muss eine Verbindung zwischen Handschuh und Computer möglich sein, was einen beschränkten Aktionsradius bedeuten kann. Dieser Aktionsradius ist abhängig von der gewählten Übertragungsform für die Signale. Wird z. B. Bluetooth für die Übertragung gewählt, darf sich der Handschuh nicht außerhalb der Bluetooth-Abdeckung befinden. Daraus ergibt sich in den meisten Fällen die Restriktion, dass der Datenhandschuh nur innerhalb von Gebäuden verwendet werden kann, da dort die Bluetooth-Abdeckung sichergestellt sein sollte. Weiterhin ist zu beachten, dass der Einsatz von Datenhandschuhen einen hohen Anlernaufwand umfasst. Die gezielte Nutzung basiert auf bestimmten Handbewegungen, die korrekt ausgeführt werden müssen. Somit ist der Datenhandschuh nicht ohne Mitarbeiterschulung einzusetzen.

Im industriellen Arbeitsalltag wird der Datenhandschuh bisher nur in wenigen Situationen eingesetzt. Anwendungsgebiete für Datenhandschuhe sind **Tele-Robotik** (Steuerung von Robotern aus der Distanz) und die **Simulation von Bewegungsabläufen** der menschlichen Hand. Dabei können auch benötigte Kräfte berücksichtigt werden. Die Eingabe sowie mögliche Fehler werden dem

Mitarbeiter durch haptische Signale vermittelt. Zum **Abtasten und sensitiven Erfühlen von Objekten** eignet sich der Datenhandschuh, da taktiler Feed die Kontaktkräfte erkennt und an den Benutzer zurückführt.

Der Datenhandschuh eignet sich vor allem als Eingabegerät für Anwendungen im Bereich **virtueller Realität** (Virtual Reality) und **Echtzeit-Animationen**. Er dient zur Orientierung und Navigation im virtuellen Raum. Mithilfe der integrierten Sensoren

werden die einzelnen Hand- und Fingerbewegungen bzw. Gesten interpretiert und umgesetzt. Die erfolgreiche Signalübermittlung wird durch eine haptische Rückkopplung an den Nutzer übermittelt. Die Signale selbst werden an einen Computer zum Interpretieren und Umsetzen übermittelt. Anschließend erfolgt die Ausgabe der virtuellen Realität auf einer Datenmaske, einer Datenbrille, einem Datenhelm oder einem VR-Helm. Typischerweise trägt der Benutzer solch ein Assistenzsystem zusätzlich am Kopf.

Einsatz der interaktiven Assistenzsysteme

Für die Anwendung im industriellen Kontext empfiehlt es sich, die einzelnen interaktiven Assistenzsysteme vergleichend gegenüberzustellen.

Datenhandschuhe, Sensorarmbänder und NFC/RFID-Bänder sind in Produktion und Logistik universell einsetzbar. Der RFID-Handschuh eignet sich hingegen nur im Logistik- und der Magic Shoe nur im Produktionsbereich.

Dabei müssen auch Bedingungen und Restriktionen aus dem Unternehmen in die Betrachtung einbezogen werden. Damit gelingt es die größten Potenziale durch den Einsatz von interaktiven Assistenzsystemen zu erzielen. Durch die Einbeziehung der individuellen Anforderungen ist es zudem möglich, eine wirtschaftlich günstige Entscheidung zu treffen.

Haptische interaktive Assistenzsysteme	Logistik	Produktion	Service	Schulung
NFC/RFID Band				
Sensorarmband				
RFID Handschuh				
Datenhandschuh				

Abbildung 4: Potenzielle Einsatzgebiete haptischer interaktiver Assistenzsysteme

Die vorgestellten haptischen interaktiven Assistenzsysteme eignen sich nicht für den Einsatz in den Bereichen Service und Schulung. Als geeignete interaktive Assistenzsysteme sollte in diesen Bereichen auf die optischen interaktiven Assistenzsysteme wie z. B. Datenbrillen, Datenuhren oder intelligente Kleidung zurückgegriffen werden. Genauere Informationen dazu sind in dem Nachgelesen »Optische interaktive Assistenzsysteme – Ein Überblick« aufgeführt. Das Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum Chemnitz hilft Ihnen gerne dabei, die richtige Entscheidung zu treffen.

Anmerkungen

- ¹ near field communication (Nahfeldkommunikation)
- ² radio-frequency identification (Identifizierung mit Hilfe elektromagnetischer Wellen)
- ³ Kasselmann, S., Willeke, S. (2010): Technologie-Kompendium Interaktive Assistenzsysteme. Online verfügbar: https://www.iph-hannover.de/_media/files/downloads/Projekt_40-Ready_Technologie-Kompendium.pdf

Autoren

Mandy Tawalbeh ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb der Technischen Universität Chemnitz. Im Kompetenzzentrum beschäftigt sie sich mit den Themen Digitalisierung, Industrie 4.0-Selbstcheck, Prozess- und Projektmanagement.

mandy.tawalbeh@betrieb-machen.de

Weitere Informationen

Das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Chemnitz gehört zu Mittelstand-Digital. Mit Mittelstand-Digital unterstützt das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie die Digitalisierung in kleinen und mittleren Unternehmen und dem Handwerk.

Was ist Mittelstand-Digital?

Mittelstand-Digital informiert kleine und mittlere Unternehmen über die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung. Regionale Kompetenzzentren helfen vor Ort dem kleinen Einzelhändler genauso wie dem größeren Produktionsbetrieb mit Expertenwissen, Demonstrationen, Netzwerken zum Erfahrungsaustausch und praktischen Beispielen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie ermöglicht die kostenlose Nutzung aller Angebote von Mittelstand-Digital. Weitere Informationen finden Sie unter www.mittelstand-digital.de

IMPRESSUM:

Herausgeber:

Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Chemnitz
Geschäftsstelle
c/o Technische Universität Chemnitz
Prof. Dr.-Ing. Egon Müller
DE – 09107 Chemnitz
Tel: 0371 531 19935
Fax: 0371 531 819935
E-Mail: info@betrieb-machen.de
Web: www.betrieb-machen.de
www.kompetenzzentrum-chemnitz.digital

Redaktion & Gestaltung

Mandy Tawalbeh, Romy Uhlig

Druck:

WIRmachenDRUCK

Bildnachweis Titel:

TU Chemnitz, Romy Uhlig