

■ WHITEPAPER

Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management

# HERAUSFORDERUNGEN DER MENSCH-TECHNIK- INTERAKTION IN DER INTRALOGISTIK



WHITEPAPER

HERAUSFORDERUNGEN DER MENSCH-TECHNIK-  
INTERAKTION IN DER INTRALOGISTIK

■ WHITEPAPER

# HERAUSFORDERUNGEN DER MENSCH-TECHNIK-INTERAKTION IN DER INTRALOGISTIK

Der technische Fortschritt führt zu flexibleren, dynamischen Prozessen, deren Komplexität immens steigt. Der Mensch mit seinen vielseitigen Fähigkeiten wird weiterhin ein wesentlicher Bestandteil dieser Systeme sein. Es bedarf jedoch neuer Formen der Mensch-Technik-Interaktion. Techniksysteme müssen sich an den Menschen dynamisch anpassen, um so die Stärken beider Seiten optimal zu nutzen.

## FUTURE CHALLENGES IN LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Die Schriftenreihe »Future Challenges in Logistics and Supply Chain Management« greift aktuelle Herausforderungen auf, beleuchtet Trends und fokussiert neuartige Technologien sowie Geschäftsmodelle.

Die verschiedenen Ausgaben der Schriftenreihe zeichnen das Zukunftsbild einer innovativen Branche, das von Forschung und Praxis gestaltet und gelebt wird.

### AUTOREN

Jana Jost, Fraunhofer IML  
Thomas Kirks, Fraunhofer IML

### DOI

10.24406/IML-N-462114

### HERAUSGEBER

Prof. Dr. Dr. h. c. Michael ten Hompel  
Prof. Dr. Michael Henke  
Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen

### KONTAKT

Fraunhofer-Institut für Materialfluss  
und Logistik IML

Joseph-von-Fraunhofer-Str. 2–4  
44227 Dortmund

schriftenreihe@iml.fraunhofer.de  
+49 231 9743-285



WHITEPAPER

HERAUSFORDERUNGEN DER MENSCH-TECHNIK-  
INTERAKTION IN DER INTRALOGISTIK

■ WHITEPAPER

# HERAUSFORDERUNGEN DER MENSCH-TECHNIK-INTERAKTION IN DER INTRALOGISTIK

Relevanz der Mensch-Technik-Interaktion für die Logistik . . . . .	4
Methoden und wissenschaftliche Disziplinen im Bereich der Mensch-Technik-Interaktion . . . . .	6
Forschungsgegenstände der Mensch-Technik-Interaktion . . . . .	6
Stand der Wissenschaft . . . . .	12
Gesellschaftliche Entwicklungen aus dieser Perspektive . . . . .	12
Literaturverzeichnis . . . . .	13

## Logistik als zentrale Wissenschaft der industriellen Zukunft etablieren

Der Wissenschaftsstandort Dortmund erfährt durch die Aktivitäten des **Leistungszentrums Logistik und IT** eine nachhaltige Weiterentwicklung, indem die Zukunftsfragen der Logistik und der Informationslogistik adressiert und deren Forschungsstand am Standort reflektiert werden. Dabei werden aktuelle Forschungsfelder und -fragen aufgezeigt und auf neue verwiesen.

Dazu tauchen die Akteure des Leistungszentrums Logistik und IT in unterschiedliche Rollen, indem sie die aktuellen sowie zukünftigen Herausforderungen des Themenfeldes aus vier verschiedenen Perspektiven betrachten. Der folgende Beitrag aus dem Bereich der kognitiven Ergonomie ist ein Beispiel für die Untersuchung der Logistik und Informationslogistik aus der Perspektive Mensch.

Das Leistungszentrum Logistik und IT ist eine Initiative der Fraunhofer-Gesellschaft und wird mit Mitteln der Fraunhofer-Gesellschaft und des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert. Das strategisch aufgehängte Forschungsprojekt ist ein Verbundvorhaben von EffizienzCluster LogistikRuhr, TU Dortmund, Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund, Fraunhofer IML, Fraunhofer ISST und Boehringer Ingelheim.

### Die Perspektiven



#### PERSPEKTIVE MENSCH

Die Interaktion von Mensch und Maschine ist in der Logistik ein wichtiger Bestandteil heutiger Systeme. Jetzt gilt es, die Stärke von Mensch und Technik zu kombinieren.



#### PERSPEKTIVE PROZESSE UND SYSTEME

Die Digitalisierung stellt Herausforderungen an die Ausführung und das Management von Prozessen – auf Ebene der Geschäftsprozesse wie auf Ebene des Shop-Floors.



#### PERSPEKTIVE PLANUNG, SIMULATION & STEUERUNG

Um eine effiziente Planung und Steuerung der logistischen Systeme entlang der Liefernetze zu gewährleisten, ist eine stringente Verknüpfung von Logistik und IT unabdingbar.



#### PERSPEKTIVE DATEN

Daten sind das neue Öl: Im Zeitalter der Digitalisierung besitzen sie einen immer größeren Anteil am Wertschöpfungsprozess von Produkten und Dienstleistungen.

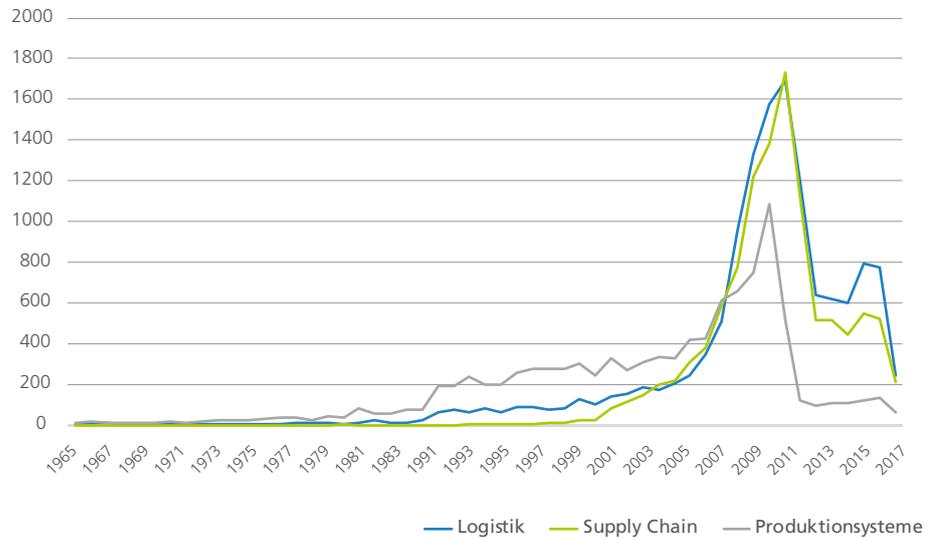
# HERAUSFORDERUNGEN DER MENSCH-TECHNIK-INTERAKTION IN DER INTRALOGISTIK

## Relevanz der Mensch-Technik-Interaktion für die Logistik

Die Interaktion von Mensch und Maschine ist in der Logistik ein wichtiger Bestandteil heutiger Systeme, die allerdings häufig an starre und festinstallierte Systeme gebunden ist. Die Entwicklung von innovativen Systemen, die dynamisch die Stärken der menschlichen Kollegen, wie Flexibilität und kreative Problemlösungen, mit den Stärken der Maschinen, wie eine hohe Genauigkeit und Leistung, kombinieren, wird zukünftig im Fokus stehen. Die bisher rein technologischen Systeme wandeln sich somit zu einem sozio-technischen System, das aus den Elementen Mensch, Technologie und Organisation besteht. Diese können nicht unabhängig voneinander betrachtet werden und erfordern völlig neue Wege für die Kommunikation und Interaktion zwischen Menschen und Maschinen. Darüber hinaus wird die Relevanz über Recherchetätigkeiten einschlägiger Literatur erfolgen. Des Weiteren werden quantitative und qualitative Auswertungen zu Forschungsgebieten der Mensch-Technik-Interaktion (MTI) im Kontext Logistik und Produktion durchgeführt. So kann eine Feststellung der Zunahme von Veröffentlichungen in bestimmten Forschungsfeldern bezogen auf die Logistik andeuten, dass die Relevanz der MTI in den letzten Jahren intrinsisch gestiegen ist. Eine Vorgehensweise ist dabei die Untersuchung der IEEE-Bibliothek für Veröffentlichungen unter Verwendung von Schlagwörtern mit Bezug zu Logistik, Produktion und MTI. Das Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) vergibt und pflegt seit 1965 eine Liste mit Begriffen, die zur Einordnung von Veröffentlichungen herangezogen wird. Im Bereich der MTI haben sich vor allem die Themengebiete Visualisierung, Benutzerdetektion, Bildverarbeitung, Klassifikation, Schnittstellen, Künstliche Intelligenz, Software Architektur, Programmierung/Algorithmik, Sensorik, Hardware, Soziotechnologie und Robotik etabliert. Diese Begriffe werden primär bei der Recherche zur MTI verwendet. So konnte in einem ersten Versuch festgestellt werden, dass, obwohl die Gesamtanzahl der Veröffentlichungen im Produktionsumfeld in den letzten sieben Jahren zurückgegangen ist, der prozentuale Anteil der Paper mit Forschungsfeldern der MTI, wie Spracherkennung, Eye-Tracking, künstliche Intelligenz, Benutzerschnittstellen und Mensch-Maschine-Systeme, prozentual gleich geblieben ist.

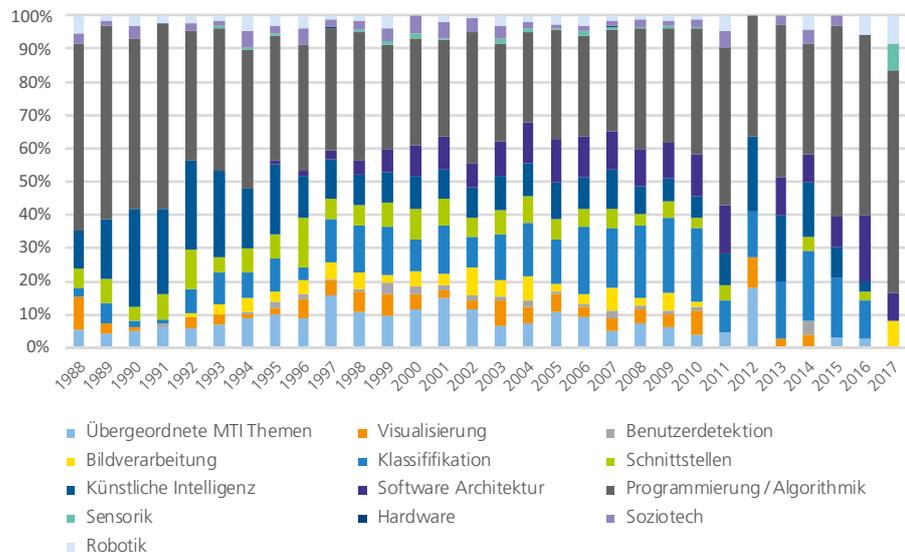
Anzahl der Veröffentlichungen im Fachgebiet

Abbildung 1  
Anzahl der Paper im  
jeweiligen Fachgebiet  
(Gesamt: Logistik = 12.560,  
Produktionssysteme = 7323,  
Supply Chain = 11053)



MTI im Themenfeld Produktionssysteme

Abbildung 2  
Technologieentwicklung der  
MTI in der Produktion



# Methoden und wissenschaftliche Disziplinen im Bereich der Mensch-Technik-Interaktion

Die Entwicklung von Mensch-Maschine-Systemen und die Interaktion in diesen Systemen, welche innerhalb der Perspektive Mensch näher betrachtet und evaluiert werden, stellen ein interdisziplinäres Forschungsfeld dar. Dieses lässt sich nach Johannsen [1] in die drei Methodenbereiche Systemtechnik, Softwaretechnik sowie Ergonomie und kognitive Wissenschaften unterteilen. Der erste Bereich befasst sich mit Aufgaben der Systemplanung, Entwurfsverfahren, Simulation und Modellbildung, Regelungstechnik sowie Organisation und Kommunikation. Im Bereich der Softwaretechnik werden Methoden der Prozessdatenverarbeitung, Expertensysteme, Mustererkennung, graphischen Datenverarbeitung, Dialog-Spezifikationswerkzeuge, natürlichsprachlichen Systeme und schnellen Prototypenerstellung angewandt. Neben den in den ersten beiden Bereichen vertretenen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Ansätzen werden im letzten Bereich vorwiegend soziologische und psychologische Betrachtungen durchgeführt. Diese umfassen die Gestaltung der Anzeige, der Bedienelemente und der Arbeit sowie Ein- und Ausgabemöglichkeiten und damit verbunden die Wahrnehmung des Menschen, das Gedächtnis und die Verarbeitung sowie Handlungen des Menschen von der Sprache, über Gesten bis hin zu komplexen Handlungsabläufen. Erfolgreiche Mensch-Maschine-Systeme bedürfen somit eines interdisziplinären Austauschs über die gesamten Lebensphasen des Systems.

Auf Basis der bereits vorhandenen Arbeiten und der Demonstratoren am Standort Dortmund zu den Bereichen adaptive Benutzerschnittstellen, Arbeitsplatzgestaltung und kontextbezogene Informationsvisualisierung werden grundlegende Funktionen der neuen Mensch-Maschine-Interaktion abgeleitet und fortgeschrieben. Insbesondere die Ergebnisse aus den interdisziplinären Kooperationen mit den Soziologen, Arbeitspsychologen sowie Arbeitsphysiologen sollen innerhalb der Forschungsgruppe konsolidiert und in einen Leitfaden zur Gestaltung von sozio-technischen Systemen zusammengefasst werden.

## Forschungsgegenstände der Mensch- Technik-Interaktion

Für die Entwicklung neuer, innovativer sozio-technischer Systeme zur Interaktion zwischen Mensch und Maschine bedarf es eines einheitlichen Verständnisses der MTI. Hierzu werden zunächst Demonstratoren im Bereich MTI am Fraunhofer IML und der TU Dortmund näher betrachtet und die am Markt verfügbaren MTI im Bereich der Logistik und Produktion mit ihrer sozio-technischen Vorgehensweise zusammengetragen.

Am Fraunhofer IML wurden in den letzten Jahren Fahrerlose Transportfahrzeuge, intelligente Ladungsträger und Displays entwickelt und darüber hinaus neue Technologien zur Unterstützung von Menschen in Prozessen in Logistik und Produktion integriert.

Fahrerlose Transportfahrzeuge werden zunehmend intelligenter bzw. autonom. Für den Menschen ist es schwierig das Verhalten von autonom handelnden Fahrzeugen einzuschätzen, da sie beispielsweise frei navigieren und die Fahrwege nicht vorhersehbar sind. Um weiterhin mit diesen Fahrzeugen in derselben Umgebung zusammenzuarbeiten, bedarf es technischer Anpassungen an den Fahrzeugen, um eine intuitive Interaktion und Kommunikation zu ermöglichen. Die Evolution von einfachen hin zu intelligenten Transportfahrzeugen kann an den folgenden Beispielen dargelegt werden.

Das LOCATIVE, ein kostengünstiges, spurgeführtes Transportfahrzeug für die Intralogistik, bietet Interaktionsmöglichkeiten für den Menschen. Hier ist jedoch der Fahrweg für den Menschen sofort ersichtlich, da es einer klar erkennbaren Spur auf dem Boden folgt.

Die Zellularen Transportfahrzeuge (ZTF) sind autonom fahrende Transportroboter, die im Kollektiv Aufgaben abarbeiten können und selbstständig ihre Wege planen und diese in der Folge abfahren. Diese ZTF navigieren nicht klar erkennbar auf vorgegebenen Fahrwegen, sondern frei von diesen und sind zusätzlich in der Lage Hindernissen auszuweichen, wodurch unerwartete Alternativwege abgefahren werden können. Der Mensch ist in der Nähe nicht in der Lage eindeutig vorherzusagen, wohin das Fahrzeug sich bewegen wird. Die ZTF sind zusätzlich mit Unterboden-LED-Streifen ausgestattet, die dem Menschen Grundzustände (beispielsweise Bereitschaftsmodus, Ausweichmodus) des Fahrzeugs mitteilen können. So kann der Mensch nur im geringen Maße abschätzen, was das ZTF als nächstes machen wird.

Eine weitere Entwicklung ist EMILI – ein ergonomischer mobiler interaktiver Ladungsträger für die Intralogistik. EMILI kann Kleinladungsträger transportieren, kann selbst von Fördertechnik oder anderen Transportrobotern transportiert werden, verfügt über einen Laderaum und kann auf ihr abgestellte Behälter auf eine für den Menschen ergonomische Höhe verfahren. Des Weiteren verfügt sie über ein großes E-Ink-Display, welches ihre aktuellen Zustände (»Auftrag in Bearbeitung«, »Neuer Auftrag kann nicht angenommen werden«, »Drahtlose Kommunikation nicht möglich« etc.) widerspiegeln kann. Dies geschieht mit Hilfe von dargestelltem Text, Piktogrammen und stilisierten Gesichtsausdrücken. Schließlich ist es für den Menschen möglich sie mit natürlichen Gesten zu steuern.

An diesem Beispiel wird deutlich, wie Mensch-Technik-Interaktion vollzogen werden kann. Intelligente Behälter, also Kleinladungsträger (KLT) mit integrierter autarker Stromversorgung, Interaktionsmöglichkeit (LCD-Display und Eingabetasten), Kommunikationstechnologien und Informationsverarbeitungseinrichtungen (wie der inBin) sind erste Versuche intelligente MTI im logistischen Umfeld umzusetzen. Aber auch flexibel einsetzbare intelligente Lagerplatzbeschriftungen wie P-INK, eine elektronische Steckkarte für Kleinladungsträger mit veränderlicher Darstellung und integrierter Kommunikationsschnittstelle zu IT-Systemen, ermöglichen einfache Informationsaufnahme und -eingabe im Umgang mit KLT.

Ein weiterer Forschungs- und Entwicklungsgegenstand ist die Verbesserung von Prozessen mit Hilfe von Augmented Reality mit Datenbrillen. Hierbei werden virtuelle Objekte und Anweisungen im Sichtfeld des Arbeiters perspektivisch korrekt auf realen Gegenständen überlagert. So kann beispielsweise in der Verpackung zielgenau angegeben werden, wo Packstücke in Behälter optimal abgelegt werden müssen, um den Volumennutzungsgrad zu erhöhen. Hierbei ist es wichtig, die Darstellung so zu gestalten, dass der Arbeiter nicht mit visuellen Informationen überlastet wird und trotzdem eine vorteilhafte Anleitung gegeben werden kann. In der Instandhaltung kann so eine Schritt-für-Schritt-Anleitung auch für ungelernetes Personal ermöglicht werden. Gleichzeitig ist das Personal in der Lage mit beiden Händen komplexere Aufgaben zu erledigen, da der Arbeitsfluss nicht durch das Lesen von Anleitungen (z.B. auf Papier) unterbrochen werden muss. Dies erfordert eine genaue Analyse der herkömmlichen Prozesse und eine adäquate Umsetzung unter Betrachtung ergonomischer und kognitiver Randbedingungen. Diese sehr unterschiedlichen Technologien bieten eine geeignete Grundlage zur Untersuchung von Vor- und Nachteilen unterschiedlich ausgeprägter MTI.

Für eine genauere Untersuchung bestehender Mensch-Technik-Systeme und Mensch-Technik-Interaktionen sowie die Ableitung von Handlungsempfehlungen für die Entwicklung dieser, bedarf es zunächst einer Definition des Begriffs »Mensch-Technik-Interaktion«. Im Zusammenhang der Mensch-Technik-Interaktion existiert eine Vielzahl an Begriffen, welche teilweise in unterschiedlichen Sachverhalten auftreten, teilweise auch im selbigen Sachverhalt verschieden ausgelegt werden. Aufgrund der Notwendigkeit klarer Begrifflichkeiten wird trotz der Menge an unterschiedlichen Begriffen nachfolgend kurz auf die wesentlichen Begriffe eingegangen, diese in Bezug zueinander gesetzt, so dass eine Definition abgeleitet werden kann, welche eine möglichst hohe Allgemeingültigkeit mit sich bringt.

Werden die Prozesse bei der Arbeit von Menschen mit Technik näher betrachtet, so werden diese in der Literatur fast immer als Kommunikation oder Interaktion zwischen Mensch und Technik bezeichnet. Für eine genauere Abgrenzung beider Begrifflichkeiten werden diese zunächst einzeln in ihren Ursprüngen und in Bezug zu Mensch-Technik-Prozessen näher betrachtet.

Der Terminus »Kommunikation« wird ebenfalls in verschiedensten Sachverhalten und mit unterschiedlichen Bedeutungen verwendet. Schon 1977 existierten laut Mertens [2] 170 Definitionen. Seine ursprüngliche Bedeutung findet sich in der Nachrichtentechnik, speziell in der Übertragung von Nachrichten wieder. So postulierte Shannon [3] die störungsfreie Übertragung einer Nachricht als gelungene Kommunikation. Die Bedeutung oder gar Interpretation der Nachricht auf Sender- und Empfängerseite lagen hierbei nicht im Fokus. Dennoch stellt es die Basis für verschiedene Kommunikationsmodelle dar. Anpassungen des rein technischen Modells führten zu einer Aufweichung des Begriffs der Kommunikation. So bezieht sich Weaver [4] mit Kommunikation auf Vorgänge, mittels derer eine Beeinflussung gedanklicher Vorstellungen erfolgen kann. Allen Kommunikationsmodellen ist ein irgendwie gearteter Austausch gemein, sei es von Informationen, biochemischen Substanzen oder aber Sprachen, welche in der Humankommunikation Betrachtung finden.

Im Vergleich hierzu kann der Begriff »Interaktion«, der als wechselseitiges aufeinander bezogenes Handeln zwischen Akteuren definiert ist, als Spezifizierung von Kommunikation angesehen werden. Die Akteure vollziehen nicht nur einen irgendwie gearteten Austausch, sondern die Interpretation des empfangenen Ausgetauschten steht für sie im Fokus, so dass sich das weitere Handeln auf diese Interpretation bezieht. Nach Meads [5] Theorie des Interaktionismus kann Interaktion als ein aufeinander bezogenes Handeln, welches die Kooperation von mehr als einem Individuum darstellt, definiert werden. Interaktion findet mittels Symbolen,

welche es zu interpretieren gilt, statt und ist die Bedingung für das Entstehen von Gesellschaft, Kultur und Identität. Bei Betrachtung dieser Definition kann Interaktion auch als der wechselseitige Interpretationsprozess zwischen Mensch und Technik angesehen werden. Blumer [6] sieht Interaktion bezogen auf die Mensch-Maschine-Kommunikation als Betätigung von Interaktionsmedien sowie Anwendungsaktionen. Generell kann zwischen direkter und indirekter differenziert werden. Die direkte Interaktion findet als Dialog mit Feedback statt, währenddessen beide Akteure den Verlauf kontrollieren. Die indirekte Interaktion hingegen erfolgt im Hintergrund, teils unbewusst.

Geht zukünftig die Steuerung nicht allein vom Menschen aus und werden immer mehr Maschinen intelligenter, besteht die Möglichkeit Systeme adaptiv zu gestalten. Diese adaptiven Systeme sind in der Lage ihre Umwelt wahrzunehmen und auf Änderungen adäquat zu reagieren. Dies kann für den Menschen vorteilig genutzt werden. Da nicht alle Menschen die gleichen Bedürfnisse und Eigenschaften haben, können Maschinen und Technologien konfigurierbar gestaltet werden um sie für den Menschen individuell anpassbar zu machen. Bedient eine große Person eine Maschine, kann so das Bedienelement auf eine höhere Position gefahren werden als es bei einer kleineren Person nötig wäre (vgl. höhenverstellbarer Tisch). Diese Funktion ist schon länger in der Industrie in verschiedensten Kontexten und Ausprägungen implementiert. Ist nun jedoch die Maschine in der Lage durch Sensorik festzustellen, dass eben diese größere Person die Absicht hat die Maschine zu bedienen und verfügt sie über Aktorik das Bedienelement in der Höhe auch zu verfahren, so kann die Maschine sich adaptiv auf ein Individuum einstellen.

Nach Betrachtung der Begriffe Kommunikation und Interaktion, welche im Kontext von Mensch-Maschine-Systeme genutzt werden, kann die Kommunikation mit der Bedeutung des irgendwie gearteten Austauschs als Grundbestandteil der Interaktion gewertet werden. Letztere berücksichtigt zudem die wechselseitigen Auswirkungen der beteiligten Akteure während der Kommunikation und stellt somit die Grundlage der hier verwendeten Begriffsdefinition dar. Um Mensch-Technik-Interaktion zu definieren, wird ein kurzer Überblick über die gängigen, oftmals nicht eindeutig definierten Begriffe Mensch-Computer-Interaktion, Mensch-Roboter-Interaktion und Mensch-Maschine-Interaktion gegeben. Die Anfänge der Mensch-Maschine-Interaktion liegen im Beginn des Industriezeitalters, zu deren Zeit die verbesserte Bedienbarkeit von Maschinen im Fokus stand sowie im zweiten Weltkrieg, in dem die Effektivität von Waffensystemen und der Umgang mit ihnen betrachtet wurde.

Nach Norman [7] umfasst die Mensch-Maschine-Interaktion sieben Phasen:

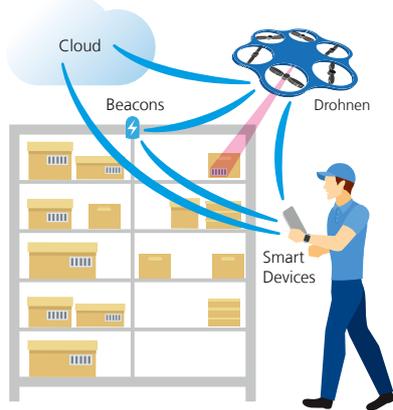
- ▷ Das Ziel formulieren
- ▷ Die Intention formulieren
- ▷ Eine Handlung spezifizieren
- ▷ Die Handlung ausführen
- ▷ Den Zustand der Welt wahrnehmen
- ▷ Den Zustand der Welt interpretieren
- ▷ Das Ergebnis auswerten

Diese Phasen lassen sich auch auf die Gebiete der Mensch-Roboter-Interaktion und Mensch-Computer-Interaktion anwenden. Das Themengebiet der Mensch-Computer-Interaktion beschäftigt sich mit dem Design, der Evaluierung und Implementierung interaktiver Computersysteme für den menschlichen Gebrauch und der Untersuchung der begleitenden Phänomene. Der effektive Umgang mit Computern durch den Menschen wird hierbei durch entsprechende Gestaltungsregeln beispielsweise die acht Regeln zur Gestaltung von Shneidermans [8] oder Bedienbarkeitsregeln wie die zehn Usability Heuristiken nach Niensens gesichert [9]. Die Mensch-Roboter-Interaktion wird oftmals als Subdisziplin der Mensch-Computer-Interaktion oder des so genannten Computer-Supported Cooperative Work (CSCW) bezeichnet [10], verfolgt aber auch Ziele des Gebiets der Künstlichen Intelligenz (KI), so dass Roboter nach Hausser [11] die neue KI darstellen. Weiterhin wird die Mensch-Roboter-Interaktion in direkten Bezug zur Mensch-Maschine-Interaktion gesetzt, wobei der wesentliche Unterschied im Dependenzfaktor liegt. So behält der Mensch gegenüber einer Maschine seine eindeutige Machtposition, da er diese beispielsweise steuert. Roboter oder auch Agenten handeln hingegen in unterschiedlichen Graden autonom [12]. Da im Zuge der Industrie 4.0 Maschinen zu intelligenten Cyber-physischen Systemen (CPS) entwickelt werden und sogar ein einzelner Sensor oder Motor als CPS angesehen werden kann, schwindet der Dependenzfaktor zwischen Mensch und Maschine, so dass auch die Differenzierung zwischen Mensch-Maschine-Interaktion und Mensch-Roboter-Interaktion obsolet ist.

Aus obiger Recherche lässt sich der Begriff »Mensch-Technik-Interaktion« als Oberbegriff für die Zusammenarbeit von Menschen mit technischen Einrichtungen zur Unterstützung und Ermöglichung von logistischen Prozessen ableiten. Technische Einrichtungen bezeichnen Geräte, die zur Interaktion, also zum aufeinander bezogenen Handeln mit einem oder mehreren Interaktionspartnern bzw. Akteuren fähig sind. Grundvoraussetzung für Interaktion ist die Fähigkeit zur Kommunikation, d.h. zum Senden und Empfangen von Nachrichten, auf wenigstens einem

Informationskanal (visuell, akustisch etc.) und beinhaltet darüber hinaus aus soziologischer Sicht das Reagieren, miteinander Umgehen sowie einander Beeinflussen und ggf. sogar Steuern. Interaktion kann verschiedene Ausprägungen aufweisen. Dies kann zum Beispiel Geräte umfassen, die über eine grafische Benutzeroberfläche

**INFORMATIONSAUSTAUSCH**  
Datenfluss in vernetzten Systemen



**REAGIEREN**  
Reflexartiges Reagieren / Umgang miteinander



**STEUERUNG**  
Gut bedienbare Interfaces



**ADAPTIVITÄT**  
Sich anpassende, lernende Systeme

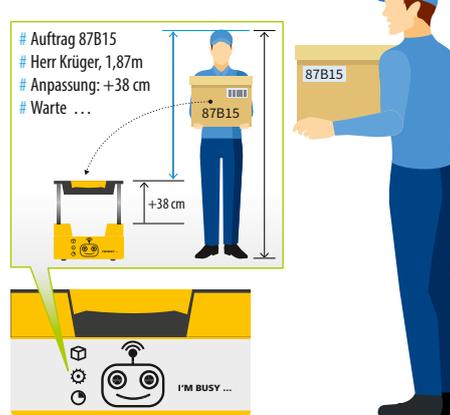


Abbildung 3  
Gestaltungsformen der Mensch-Technik-Interaktion

che verfügen und schließt ebenfalls Geräte ein, welche die Lage oder den Zustand eines Betriebsmittels verändern sowie Kräfte und Momente aufnehmen können. Neben den verschiedenen Ausprägungen der Interaktion selbst, können bei der Mensch-Technik-Interaktion auch das Verhalten und die Vorgänge des einzelnen Akteurs differieren. So kann sich beispielsweise Technik in unterschiedlichen Weisen an den Menschen anpassen. Angefangen bei fest definierten, reflexartigen Aktionen über komplexe Reaktionen auf die unterschiedlichen Rollen des Menschen bis hin zu selbstlernenden Systemen, welche sich an das Individuum und sogar an dessen aktuelle Verfassung anpassen.

Der im Leistungszentrum Logistik und IT verwendete Begriff »Mensch-Technik-Interaktion« beinhaltet die gängigen, aber oft nicht eindeutig definierten und

synonym verwendeten Bezeichnungen »Mensch-Maschine-Interaktion«, »Mensch-Maschine-Kommunikation«, »Mensch-Roboter-Interaktion« und »Mensch-Computer-Interaktion«. Somit werden alle notwendigen technischen Einrichtungen, die der oben genannten Definition entsprechen und die für die Ausübung eines manuellen logistischen Teilprozesses notwendig sind, berücksichtigt. Dies ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung von zukünftigen Arbeitssystemen und deren menschenzentrierte Gestaltung.

Für einen strukturierten Vergleich und zur Einordnung von derzeit verfügbaren und neuen Systemen zur Mensch-Technik-Interaktion, welche in einer immensen Vielfalt auftreten, ist eine Taxonomie notwendig, die einerseits generisch genug ist, um auf die unterschiedlichsten Mensch-Technik-Interaktionsformen angewendet zu werden und andererseits so spezifisch ist, dass eine Analyse übergeordneter Merkmale erfolgen kann. Bestehende Taxonomien zur Mensch-Technik-Interaktion im industriellen Umfeld, vor allem in der Logistik (vgl. Taxonomie nach Agah [13], Robotik-Taxonomie nach Scholtz [14], Taxonomie von Thrun [15]), werden näher betrachtet und hinsichtlich der Erfüllung beider Kriterien evaluiert. Darauf aufbauend fließen die Ergebnisse nach einer erweiterten hardware- und softwareseitigen Analyse der zusammengetragenen Technologien in eine angepasste Taxonomie ein.

## Stand der Wissenschaft

Aktuell gibt es im Kontext der Zusammenarbeit von Menschen und Maschinen Normen bzw. Richtlinien, die die Ausstattung der Maschinen betreffen um sie sicher zu gestalten. So ist beispielsweise der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG zu entnehmen, welche Sicherheitsbestimmungen erfüllt werden müssen, um eine Maschine sicher zu gestalten. Die Norm DIN EN ISO 9241 beschreibt die ergonomische Gestaltung von Systemen, mit denen der Mensch umgeht. Hier wird z. B. beschrieben, wie Software zugänglich gemacht werden kann, Arbeitsplätze gestaltet werden können, Benutzerschnittstellen ausgelegt werden sollen, interaktive Systeme erstellt werden und Eingabemittel und Ausgabemittel optimalerweise gestaltet werden. Dies sind nur einige Beispiele, wie die Mensch-Technik-Interaktion gestaltet werden kann. In Zukunft werden uns neue Technologien begegnen, für die diese Normen bzw. Richtlinien nicht ausreichen werden. Folglich muss die Gesamtheit der gesetzlichen Vorgaben ermittelt und mit dem aktuellen Stand der Technik von MTI in Zusammenhang gebracht werden. Denn haben Roboter bisher eher allein für sich gearbeitet, wird in Zukunft beispielsweise der Roboter mit dem Menschen zusammenarbeiten und es müssen Normen abgeändert werden oder ggf. neue Richtlinien erarbeitet werden.

## Gesellschaftliche Entwicklungen aus dieser Perspektive

Es ist zu erwarten, dass sich durch den Einsatz von unterstützenden Technologien der Mensch-Technik-Interaktion Arbeitsgebiete, -prozesse und -gewohnheiten ändern werden. Der Mensch wird immer enger mit Maschinen zusammen arbeiten, die Maschinen sich mit dem Menschen über Aufgaben abstimmen und beide zusammen Aufgaben erledigen. Auf Seite der Maschinen ist zu erwarten, dass diese sich kognitiv verhalten, also lernen und intelligent handeln. Hier wird sich der Mensch umstellen müssen. Kann er aktuell relativ gut abschätzen, wie Maschinen mit ihrer »starr« Programmierung agieren, wird sich in Zukunft das Verhältnis aus Aktion und Reaktion verändern. Durch die Lernfähigkeit werden Maschinen schneller und effizienter. Es kann so aber auch vorkommen, dass der Mensch die Aktionen nicht sofort nachvollziehen kann. Diese Veränderung kann sich jedoch nur positiv auswirken, wenn Maschinen und Menschen miteinander kommunizieren und sich über ihre Vorhaben bzw. Absichten austauschen, also kommunizieren.

Diese Kommunikation wird durch diverse Technologien realisiert werden. Derzeit sind dies Maus und Tastatur oder auch Wearables wie Tablets und Datenbrillen. Forscher arbeiten an viel weitreichenderen Technologien wie Mikrochips, die implantiert werden können – unter die Haut oder auch in das Gehirn [16]. Somit soll eine direkte Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine geschaffen werden. Sicherlich ist der Einsatz dieser Art von Technologie noch nicht so richtig für jedermann vorstellbar. Dennoch muss darüber diskutiert werden, welche Auswirkungen diese Art von Entwicklung hat.



# Literaturverzeichnis

- [1] Gunnar Johannsen, "Mensch-Maschine-Systeme", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1993
- [2] Klaus Merten, »Kommunikation«, Opladen, 1977
- [3] C. E. Shannon, »A Mathematical Theory of Communication« in Bell Labs Technical Journal Vol 27, Issue 4, October 1948, pp. 623 - 656
- [4] Warren Weaver, »Recent Contributions to the Mathematical Theory of Communication« in ETC: A Review of General Semantics Vol 10, No.4, Special Issue on Information Theory, 1953, pp. 261-281
- [5] George Herbert Mead, »Geist, Identität und Gesellschaft aus Sicht des Sozialbehaviorismus«, Frankfurt am Main, 1973
- [6] Herbert Blumer, »Symbolic Interactionism. Perspective and method«, New Jersey, 1969
- [7] Donald Norman, »Dinge des Alltags. Gutes Design und Psychologie für Gebrauchsgenstände«, Frankfurt am Main u.a., 1989
- [8] B. Shneiderman, »Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction«, Boston, MA:Addison-Wesley, 1987
- [9] Jakob Nielsen, »Heuristic evaluation«, Eds.: J. Nielsen, R.L. Mack in Usability Inspection Methods, John Wiley & Sons, New York, 1994b
- [10] J. Yanko, K. S. Futoshi Naya, »Effect of Shared-Attention on Human-Robot Communication« in Proceedings of ACM/CHI 2004 Workshop Shaping Human-Robot Interaction, Understanding the Social Aspects of Intelligent Robotic Products, Vienna, 2004
- [11] R. Hausser, »Grundlagen der Computerlinguistik. Mensch-Maschine-Kommunikation in natürlicher Sprache«, Berlin: Springer-Verlag, 2000
- [12] Frauke Zeller, »Mensch-Roboter Interaktion: Eine sprachwissenschaftliche Perspektive«, Dissertation, Universität Kassel, kassel university press GmbH, 2005
- [13] A. Agah, »Human Interactions with Intelligent Systems: Research Taxonomy« in Computers and Electrical Engineering Vol. 27, 2001, pp. 71-107
- [14] J. Scholtz, »Theory and Evaluation of Human Robot-Interaction« in Proceedings of the 36th Hawaii International Conference on System Sciences –HICSS, 2003
- [15] S. Thrun, »Towards a Framework for Human-Robot Interaction« in Human-Computer Interaction, Vol. 19, 2004, pp. 9-24
- [16] Defense Advanced Research Projects Agency, <https://www.darpa.mil/program/electrical-prescriptions>, abgerufen am 23.08.2017

WHITEPAPER

HERAUSFORDERUNGEN DER MENSCH-TECHNIK-  
INTERAKTION IN DER INTRALOGISTIK

IN KOOPERATION MIT



**EffizienzCluster**  
LogistikRuhr