

2 Problemstellung

“Design is a response to a specific problem. You are given a problem to solve, and then you let the problem itself tell you what your solution is”. (Chip Kidd)

Mobile Interaktionsgeräte werden nur bedingt im Einklang mit den Anforderungen des Anwenders und den Besonderheiten seiner Arbeitsumgebung entwickelt [Rügge 2007, S.3]. Zu diesen Anforderungen und Besonderheiten gehören alle Aspekte des Anwenders und seiner Umgebung, die einen direkten oder indirekten Einfluss auf die technischen Eigenschaften eines mobilen Interaktionsgerätes haben können. Explizit schließt der Kontext „Aufgaben“, „Rollen“ und „Interaktionen“ des Anwenders, aber auch die technische Beschaffenheit beteiligter Objekte, physikalische Umgebungsbedingungen, und Informations- und Kommunikationsinfrastrukturen in der Arbeitsumgebung ein. Aufgrund der Vielfalt, der örtlichen Verteilung und der Unvorhersehbarkeit der Situationen bei Serviceprozessen in heutigen Produktionsumgebungen, entsteht eine Dynamik und Komplexität, die von Entwicklern technischer Systeme schwer systematisch zu erfassen sind [Kirisci und Thoben 2008, S.248]. In der nächsten Generation von Produktionsumgebungen kommt hinzu, dass neue Möglichkeiten der Interaktion zwischen menschlichen Akteuren und ihrer Arbeitsumgebung entstehen [Kirisci, Kluge, u. a. 2011]. Heutige mobile Interaktionsgeräte unterstützen diese nur bedingt ganzheitlich. Eine Möglichkeit zur Bedienung dieser Herausforderung ist die Einführung mobiler Interaktionsgeräte, die den Kontext berücksichtigen und die neuen Möglichkeiten der Interaktion angemessen unterstützen. Dies kann nur dann sichergestellt werden, wenn mobile Interaktionsgeräte bereits frühzeitig unter der Einbeziehung des Kontextes spezifiziert und realisiert werden. Verwendet man den benutzerzentrischen Gestaltungsprozess nach DIN EN ISO 9241-210:2011 um den Kontext einzubeziehen, dann stellt man fest, dass dieser lediglich den groben Gestaltungsrahmen vorgibt, aber nicht auf die einzelnen evolutionären Stufen des zu entwickelnden Produktes eingeht. Es fehlen vor allem geeignete Techniken und Werkzeuge, die sicherstellen, dass der potenzielle Kontext einer Produktionsumgebung bereitgestellt und im Gestaltungsprozess

effizient genutzt wird. Die Bedeutung von Werkzeugen, welche den Gestaltungsprozess mobiler Interaktionsgeräte in einer frühen Phase unterstützen wurde bereits in [Davidoff 2005] erkannt.

Vor diesem Hintergrund wird in dieser Arbeit die Ansicht vertreten, dass eine Methode zur frühzeitigen Unterstützung des Gestaltungsprozesses mobiler Interaktionsgeräte für intelligente Produktionsumgebungen notwendig ist, wenn es das Ziel ist angemessene mobile Interaktionsgeräte für intelligente Produktionsumgebungen umzusetzen. Die Gestaltungsmethode sollte allerdings nicht nur deklarativ sein, sondern auch Techniken und Werkzeuge bereitstellen, die in der Lage sind, alle relevanten Aspekte einer intelligenten Produktionsumgebung zu modellieren und miteinander zu verknüpfen. Die Modellierung der Aspekte einer intelligenten Produktionsumgebung ist erforderlich um die Eigenschaften einer intelligenten Produktionsumgebung hinreichend zu beschreiben. Diese wiederum hat einen Einfluss auf die Eigenschaften der einzusetzenden mobilen Interaktionsgeräte. Vor dem Hintergrund der Konfiguration verschiedener Arbeitssituationen, stellt die logische Verknüpfung der Aspekte einer intelligenten Produktionsumgebung die Grundlage dar um angemessene Gestaltungsempfehlungen zu erhalten.

2.1 Detaillierte Problembeschreibung

Serviceprozesse in intelligenten Produktionsumgebungen sind dynamische Prozesse, die von einer Vielzahl örtlich verteilter Tätigkeiten geprägt sind [Kirisci, Kluge, u. a. 2011]. Da durch das Vorhandensein ubiquitärer Technologien neue Möglichkeiten der Interaktion entstehen, können Serviceprozesse eine hohe Komplexität erreichen. Diese neuen Interaktionsmöglichkeiten gilt es bei der Konzeption mobiler Interaktionsgeräte vollständig zu berücksichtigen [Luyten et al. 2005]. Ohne unterstützende Methoden und Werkzeuge, ist es nicht praktikabel im Entwurfsprozess sämtliche Aspekte der Arbeitssituation zu berücksichtigen. Folglich existiert ein Bedarf an Methoden, welche die Konzeption mobiler Hardwarekomponenten zu den verschiedenen Gestaltungsphasen unterstützen.

Dies trifft insbesondere in den frühen Gestaltungsphasen zu [Davidoff 2005]. Wie in Kapitel 1.2 angesprochen, konzentriert sich die Methodenentwicklung in

dieser Arbeit auf die Unterstützung der frühen Gestaltungsphasen, d.h. der ersten beiden Phasen des benutzerzentrischen Gestaltungsprozesses laut der DIN EN ISO 9241-210:2011. Dies entspricht der Tätigkeits- und Benutzeranalyse. Insbesondere in diesen frühen Phasen der Produktentwicklung herrscht ein Defizit an Werkzeugen und Modellen, die eine vollständige und hinreichende Dokumentation, Analyse und Kommunikation des Kontextes komplexer Arbeitssituationen ermöglichen.

Im Hinblick auf die Notwendigkeit eines Modells, das den Kontext einer intelligenten Produktionsumgebung beschreibt, ist noch nicht hinreichend untersucht, welche konstituierenden Elemente den Kontext einer intelligenten Produktionsumgebung ausmachen [Kirisci und Thoben 2008]. Vor allem nach welchen Kriterien und Regeln die Modellelemente miteinander zu verknüpfen sind, damit dem Produktentwickler Gestaltungsempfehlungen für mobile Interaktionsgeräte vorgeschlagen werden, stellt eine wesentliche Herausforderung dar. In Anknüpfung hieran lässt sich eine Analogie zu dem „Mapping Problem“ (Verknüpfungproblem) innerhalb der modellbasierten Entwicklung von Software Benutzungsschnittstellen herstellen [Clerckx et al. 2004, S.34]. Innerhalb dieser Domäne wird das Mapping Problem als die Menge der Transformationsregeln angesehen, die notwendig sind, um von einem abstrakten Modell auf ein konkretes Modell zu kommen. Ein abstraktes Modell kann dabei die Repräsentation der Aufgabe oder des Anwenders sein, wobei ein konkretes Modell die Zielplattform repräsentiert. Das Mapping Problem entstammt ursprünglich der Modalitätstheorie und wurde von Bernsen als „General Information Mapping Problem“ bezeichnet [Bernsen 1994, S.35]: *„Für jede Information, die zwischen einem Anwender und einem System während der Ausführung einer Aufgabe ausgetauscht wird, sind die Eingabe- und Ausgabemodalitäten zu identifizieren, die eine optimale Lösung für die Repräsentation und des Austauschs dieser Information bieten“*. Diese Aussage kann in der Hinsicht interpretiert werden, dass die technischen Funktionalitäten mobiler Interaktionsgeräte mit dem Kontext der Arbeitssituation (Aufgaben, Interaktionen, Umgebungsbedingungen, usw.) im Einklang stehen. Anknüpfend an die Problembeschreibung, geht das nächste Unterkapitel auf die wichtigsten Begriffe der Dissertation ein.

2.2 Begriffsbestimmung und Definitionen

In diesem Kapitel werden für das weitere Verständnis der Arbeit notwendige Begriffe und Grundlagen eingeführt.

Kontext und Kontextinformationen

Es existieren verschiedene Definitionen des Begriffs „Kontext“ in der Literatur. Diese sind teilweise sehr spezifisch, da sie von dem individuellen Fokus der jeweiligen Forscher geprägt sind. Einige Definitionen, die vorgeschlagen wurden, gründen sich auf Beispielen oder Synonymen. Die anerkanntesten Definitionen gehen auf Chen, Dey und Schilit, zurück [Chen & Kotz 2000; Dey 1999; Schilit u. a. 1994]. Dey und Abowd haben eine systematische Untersuchung von Kontext durchgeführt, wobei sie die anerkanntesten Sichtweisen und Definitionen zu Kontext berücksichtigt haben. In [Dey und Abowd 1999, S.306] definieren sie Kontext als: *“Context is any information that can be used to characterize the situation of an entity. An entity is a person, place, or object that is considered relevant to the interaction between a user and an application, including the user and application themselves”*. Die Absicht von Dey et al. war es, eine allgemeine, zu jedem denkbaren Umfeld passende Definition bereitzustellen. Weitere Definitionen von Kontext benutzen Synonyme, wie „Umgebung“ oder „Situation“.

In der vorliegenden Arbeit wird die Definition von Hull et al. herangezogen, da sich diese nicht nur auf Informationen bezieht, sondern auch weitere Aspekte einschließt. Hull definiert Kontext als: *„Aspekte der aktuellen Situation“* [Hull et al. 1997, S.147]. Da der Fokus der Dissertation auf Kontext in Produktionsumgebungen liegt, wird Kontext folgendermaßen definiert: *Kontext beschreibt die Aspekte der aktuellen Situation des Anwenders in einer Produktionsumgebung*. Wenn davon ausgegangen wird, dass sich Kontext aus Informationen zusammensetzt, können diese Informationen als „Kontextinformationen“ bezeichnet werden. Hull’s Definition stellt des Weiteren den Ausgangspunkt zur Erarbeitung eines für diese Arbeit gültigen Kategorisierungsschemata dar.

Methode und Modellierung

Unter einer Methode ein planmäßiges angewandtes Verfahren zur Erreichung eines festgelegten Ziels verstanden [vgl. Müller 1990, S. 17]. Die Modellierung ist ein Vorgang, bei dem ein Modellierer, der einen Sachverhalt in der realen oder gedachten Welt wahrnimmt, ein Abbild dieses Sachverhaltes mit Hilfe geeigneter Modelle konstruiert. Das heißt, es wird ein Prozess beschrieben, der auf einem Modell beruht, mit dessen Hilfe Schritt für Schritt – von den abstrakteren bis hinunter zu den konkreteren Ebenen – Anforderungen, Architektur, Spezifikation der konkreten Softwaremodule oder Hardwarekomponenten erfasst werden. Dabei ist ein Modell ein immaterielles Abbild der realen Welt für Zwecke eines Subjekts [Becker et al. 1995, S.435].

Eine Methode zur Modellierung bzw. eine Modellierungsmethode legt die im Rahmen der entsprechenden Entwicklungsphase zu erstellenden Modelle des betrachteten Gegenstandsbereiches fest, und definiert logische (und zeitliche) Abhängigkeiten zwischen diesen. In Anlehnung an John und Holten, beinhaltet eine Modellierungsmethode folgende Schritte [John 2000; Holton 2000]:

- 1 Zusammenstellung eines interdisziplinären Modellierungsteams,
- 2 Definition von Ziel, Umfang und Struktur des zu entwickelnden Modells,
- 3 Festlegung geeigneter Modellierungsprinzipien (z.B. Sprachen und Werkzeuge),
- 4 Validierung und Integration von Teilmodellen,
- 5 Abbildung des zu modellierenden Gegenstandsbereichs, dessen Attribute Abhängigkeiten, unter Berücksichtigung von Regeln und Funktionen,
- 6 Validierung und Implementierung des Gesamtmodells

Technik und Werkzeug

Der Rahmen, den eine Methode definiert, umfasst die Beschreibung der zu verwendenden Techniken als konstituierende Elemente der Methode. In der Literatur wird oft auf die Schwierigkeiten der begrifflichen Unterscheidung von Technik und Methode hingewiesen [Balzert 1996], [Weber 2007]. Im Rahmen dieser Arbeit werden die Begriffe „Methode“ und „Technik“ voneinander abgegrenzt.

So kann es in einer Methode, während der einzelnen Phasen des Entwicklungsprozesses nützlich sein, sich weiterer „Methoden“ als Hilfsmittel zu bedienen. Diese Methoden werden als „Techniken“ oder als „Modellierungstechniken“ bezeichnet. Eine Modellierungstechnik umfasst wesentliche Aspekte einer Sprache, in der das Modell zu formulieren ist, sowie eine Handlungsanweisung, die angibt, wie unter Verwendung dieser Sprache ein Modell zu erstellen ist. Holton bezeichnet eine Technik als einen operationalisierten Ansatz zur Modellerstellung [Holton 2000, S.6]. Nach John, besteht eine Modellierungstechnik aus einer methodischen Vorgehensweise, einer formalen Modellierungssprache, und unterstützende „Softwarewerkzeuge“ [John 2000].

Nach Weber ist ein Werkzeug ein Hilfsmittel, das eine optimierte und vielfach auch automatisierte Anwendung einer Methode oder einer Technik unterstützt [Weber 2007, S.45]. Es liefert z. B. Unterstützung bei der Datenerhebung, Analyse und Berechnung, Simulation, Visualisierung und Präsentation oder Dokumentation und Speicherung der Methodenschritte oder -ergebnisse. Die wichtigste Gruppe von Werkzeugen sind die Softwarewerkzeuge. Daneben gelten aber auch Fragebögen, Formblätter, Checklisten, Metaplanblätter und Schulungsunterlagen als Werkzeuge [Weber 2007, S.45].

Intelligente Objekte

In der Literatur existieren verschiedene Begriffe mit unterschiedlichen Definitionen zum Themengebiet „intelligente Objekte“. Die Begriffe „intelligent“ und „smart“ werden in ähnlicher Bedeutung verwendet.

Laut [Fleisch und Mattern 2005] sind intelligente Objekte, hybride Objekte, die aus einer physikalischen (Atome) und einer datenverarbeitenden (Bits) Komponente bestehen. Mattern verwendet den Begriff „Smart Objects“, als Dinge, die sich durch eine Speicherfunktionalität, ein kontextorientiertes Verhalten, und die Fähigkeit zu kommunizieren auszeichnen [Mattern 2010].

Der Daten verarbeitende Teil eines „intelligenten Objektes“ verbirgt sich im Hintergrund, das heißt er wird vom Nutzer nicht offensichtlich wahrgenommen. Mittels der Daten verarbeitenden Komponente wird die Lücke zwischen realer

und digitaler Welt geschlossen, indem Daten des „intelligenten Objektes“ direkt in Informationssysteme übertragen werden und damit manuelle Eingaben vermieden werden.

In dieser Arbeit werden „intelligente Objekte“ *als Instanzen definiert, die neben ihrer eigentlichen Funktion, die technische Fähigkeit besitzen müssen Daten zu erfassen, zu speichern, zu verarbeiten und zu kommunizieren*. Intelligente Objekte bilden die Grundlage für „intelligente Produktion“ und „intelligente Produktionsumgebungen“, welche im nachfolgenden Kapitel erläutert werden.

Intelligente Produktion und intelligente Produktionsumgebungen

Das Konzept der „intelligenten Produktion“ bezeichnet ein Produktionskonzept einer umfassend wertschöpfungsorientierten Prozessgestaltung mit einem integrierten, zeitnahen Informationsmanagement von der Planung bis zur Ergebnisdokumentation, unter Einbeziehung ubiquitärer Technologien [Birkhahn 2007].

Westkämper, Bauer und Jendoubi benutzen zur Umschreibung einer intelligenten Produktionsumgebung in ihren Veröffentlichungen den Begriff „Smart Factory“. In [Bauer 2003], [Westkämper und Jendoubi 2003] schreiben sie, dass das Ziel einer „Smart Factory“ darin besteht, ein transparentes, optimiertes Produktionsressourcenmanagement zu realisieren, in dem hochdynamische Sensorinformationen in ein kontextbezogenes Umgebungsmodell integriert werden. Lucke et al. definiert „Smart Factory“ als eine Fabrik, die Menschen und Maschinen in der Ausführung ihrer Aufgaben kontextbezogen unterstützt [Lucke u. a. 2008]. Kontextbezogen bedeutet, dass Informationen, welche ein Fabrikobjekt charakterisieren und die Zusammenhänge, wie der derzeitige Ort oder Zustand, in der Informationsbereitstellung berücksichtigt werden können. Ein Fabrikobjekt kann dabei jedes Objekt in einer Fabrik sein wie beispielsweise die Produkte, die Ressourcen, die Prozesse und Aufträge [Westkämper u. a. 2013, S. 254]. Abbildung 4 verdeutlicht das Konzept und den Informationsaustausch in einer Smart Factory in Anlehnung an Westkämper [vgl. Westkämper u. a. 2013, S. 255]. Es wird zwischen der physischen Welt und der digitalen Welt unterschieden. Zu der physischen Welt gehören der Mensch, physische Benutzungsschnittstellen, hochmobile Ressourcen (z.B. Fahrzeuge und Werkzeuge) und niedrigmobile Ressourcen (z.B. Maschinen/Anlagen, etc.). Zu der digitalen Welt gehören die

virtuellen Informationsressourcen, die aus den PLM (Produktlebenszyklusmanagement) /PDM (Produktdatenmanagement) und ERP (Enterprise Resource Planning) /MES (Manufacturing Execution System) Systemen bestehen. Sämtliche Ressourcen der physischen und der digitalen Welt übermitteln Informationen mit Hilfe unterstützender Technologien an eine Middleware, die einen Datenaustausch mit einem übergeordneten Informationsmodell - dem Umgebungsmodell der „Smart Factory“ durchführt. Somit wird auf die dezentral, verteilten Informationen über eine gemeinsame, zentrale Schnittstelle zugegriffen. Unterstützende Technologien sind u.a. Navigations- und Positionierungssysteme, Transponder, und drahtlose Kommunikationstechnologien [Lucke et al. 2008].

Berger sieht intelligente Produktionsumgebungen in unmittelbarer Beziehung zu drei Trends der Informationstechnologie [Berger et al. 2005]. Neben der Einbettung von Sensoren, Aktuatoren, und Mikroprozessoren in unterschiedliche Objekte der Umgebung, setzt Berger zwei weitere Aspekte voraus, nämlich die Einbeziehung der kontextadäquaten Informationen und die Integration agentenorientierter Systeme.

Pohlmann und Zühlke hingegen sprechen von der „intelligenten Fabrik der Zukunft“, und beschreiben diese durch das Vorhandensein folgender Eigenschaften [Pohlmann 2005]:

- Flexibel: ist beliebig modifizierbar und erweiterbar
- Vernetzt: verbindet Komponenten verschiedener Hersteller
- Selbstorganisierend: ermöglicht ihren Komponenten, kontextbezogene Aufgaben selbstständig zu übernehmen
- Nutzerorientiert: legt Wert auf die Nutzerfreundlichkeit der Systeme

Damit menschliche Akteure in intelligenten Umgebungen handlungsfähig sind bzw. das Potenzial vorhandener Möglichkeiten vollständig erschließen können, werden als intermediäre Einheiten zwischen dem Menschen und seiner Umgebung, „mobile Interaktionsgeräte benötigt. Das nächste Unterkapitel trägt zum besseren Verständnis des Begriffs „mobile Interaktionsgeräte“ und deren Notwendigkeit für intelligente Produktionsumgebungen bei.

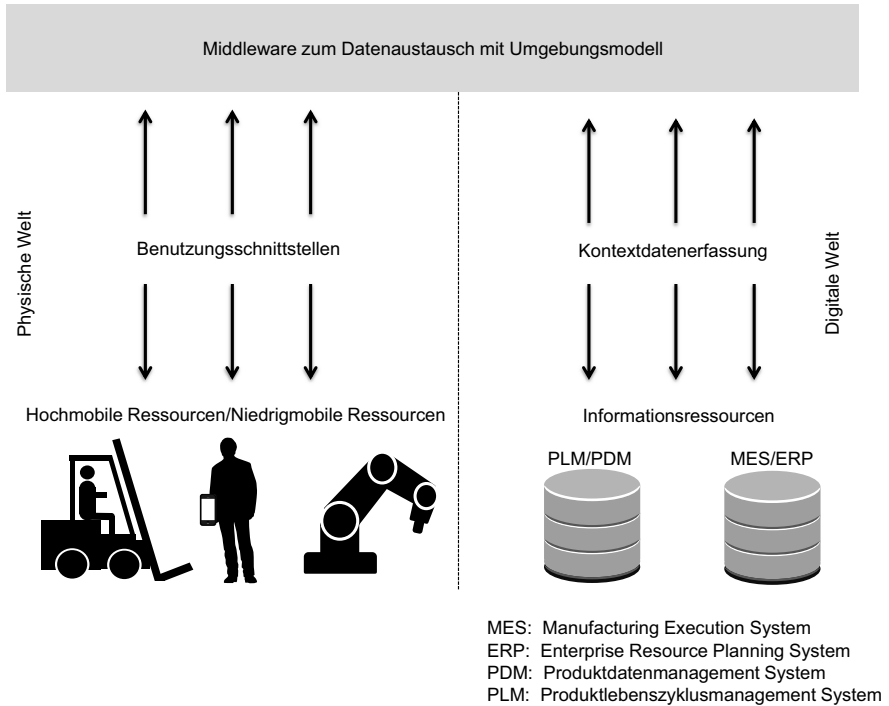


Abbildung 4: Konzept und Informationsaustausch in einer Smart Factory

Interaktionsgeräte und mobile Interaktionsgeräte

Ein Interaktionsgerät kennzeichnet sich durch die Möglichkeit zur Interaktion mit seiner Umgebung. Laut Hinckley, wird ein Gerät dann zu einem Interaktionsgerät, wenn es zu einer der folgenden Klassen gehört [Hinckley 2003]:

- **Eingabegerät:** Ein Eingabegerät nimmt Informationen von einem Menschen auf und leitet diese an einen Computer weiter. Ein Sonderfall der Eingabegeräte stellen Sensoren dar. Ein Sensor ist in der Lage, seine Umgebung wahrzunehmen und kann somit mit ihr interagieren. Zu dieser Klasse gehören u.a. physikalische Sensoren und Positionierungssysteme.

- **Ausgabegerät:** Ein Ausgabegerät nimmt Informationen von einem Computer auf und leitet diese an einen Menschen weiter.
- **Kommunikationsgerät:** Ein Kommunikationsgerät dient dem Informationsaustausch zwischen zwei oder mehreren Computern.

Luyten et. al. führen in ihrer Arbeit zwei Klassen von Interaktionsgeräten ein [Luyten et al. 2005, S.87]:

- Interaktionsressource
- Interaktionscluster

Zu Interaktionsressourcen zählen Ein- und Ausgabegeräte, wobei Interaktionscluster die Recheneinheit oder das Kommunikationsgerät darstellen mit dem die jeweilige Interaktionsressource verbunden ist.

Im Rahmen dieser Arbeit werden Interaktionsgeräte als intermediäre Hardware-Komponenten definiert, die den Menschen bei der Interaktion mit seiner Umgebung unterstützen und zu einer oder mehrerer der folgenden Klassen gehören: Eingabegerät, Ausgabegerät, Kommunikationsgerät.

Zur Unterstützung mobiler Tätigkeiten, jener Tätigkeiten, die nicht an einen Ort gebunden sind [Rügge 2007, S.7–8] und ein erhöhtes Maß an Bewegungsfreiheit voraussetzen, müssen Interaktionsgeräte zusätzliche Anforderungen erfüllen:

- Das Interaktionsgerät muss in der Lage sein, Anpassungen an einem neuen Standort bzw. an neue Standortbedingungen vorzunehmen.
- Das Interaktionsgerät muss Interaktionen unterstützen, die den Anwender in seiner eigentlichen Tätigkeit nicht einschränken.
- Das Interaktionsgerät muss eine unmittelbare bzw. unverzügliche Interaktion mit dem Anwender unterstützen, da der Anwender oft nicht vorhersagen kann, wann und in welchen Situationen er mit dem Gerät interagieren muss.
- Das Interaktionsgerät muss in der Lage sein, eine unterbrochene Interaktion des Anwenders erneut aufzugreifen.

Vor diesem Hintergrund werden Interaktionsgeräte, die zusätzlich die Anforderung der Mobilität erfüllen, als „mobile Interaktionsgeräte“ (MIG) bezeichnet. Wie in Abbildung 5 veranschaulicht wird, schließen mobile Interaktionsgeräte die Lücke zwischen dem menschlichen Anwender und der physischen Welt. Mobile Interaktionsgeräte ermöglichen die Interaktion mit der Umgebung bzw. mit intelligenten Objekten der Umgebung. Aufgrund der mobilen und flexiblen Eigenschaften mobiler Interaktionsgeräte können diese nahtloser in die Umgebung eindringen als stationäre Computersysteme.

Auf Grundlage der erläuterten Begrifflichkeiten, wird im nächsten Kapitel der Stand der Technik analysiert.

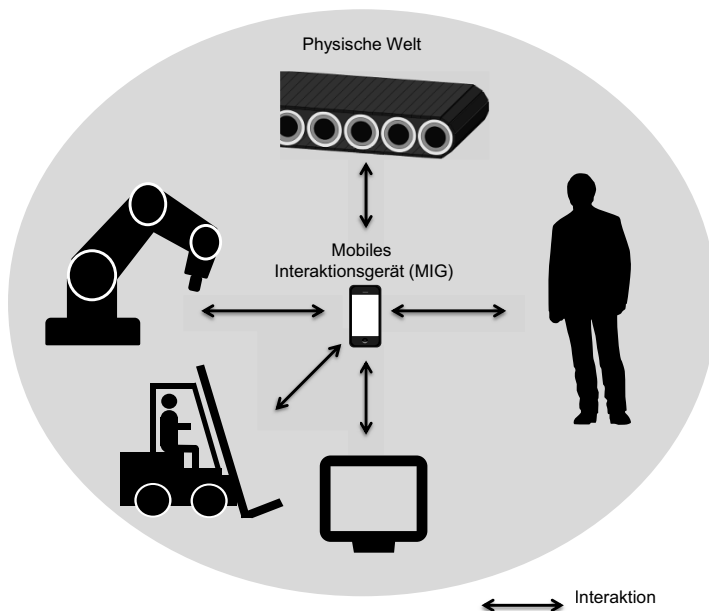


Abbildung 5: Mobile Interaktionsgeräte (MIG) schließen die Lücke zwischen dem Anwender und der physischen Welt.

Gestaltung mobiler Interaktionsgeräte
Modellierung für intelligente Produktionsumgebungen

Kirisci, P.T.

2016, XVII, 216 S. 78 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-13246-0