



# Fraunhofer

IML

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR MATERIALFLUSS UND LOGISTIK IML

DR.-ING. SEBASTIAN WIBBELING  
ANDREA RAIDÀ M.SC.

## **KRANKENHAUS 4.0 – DIGITALISIERUNG IM KRANKENHAUS UNTERSTÜTZT DURCH SMART DEVICES**

POSITIONSPAPIER





DR.-ING. SEBASTIAN WIBBELING  
ANDREA RAIDÀ M.SC.

**KRANKENHAUS 4.0 –  
DIGITALISIERUNG IM KRANKENHAUS  
UNTERSTÜTZT DURCH SMART DEVICES**

POSITIONSPAPIER

JUNI 2019

# ABSTRACT

Im Mittelpunkt eines jeden Krankenhauses steht die Sicherstellung der Versorgungssicherheit der Patienten. Um dies zu gewährleisten, ist die sogenannte Mensch-zu-Mensch-Kommunikation unerlässlich. Dennoch müssen Krankenhäuser neben den medizinischen und gesellschaftlichen Anforderungen auch die Entwicklung in Richtung eines digitalen Krankenhauses der Zukunft vorantreiben.

In Deutschland herrscht derzeit ein stark heterogener digitaler Entwicklungsstand, der insbesondere in Krankenhäusern zu einem Nachholbedarf hinsichtlich integrierter Systeme führt. Viele Krankenhäuser gehen bereits mit der Einführung einer elektronischen Patientenakte erste Schritte in Richtung Krankenhaus 4.0. Jedoch sind weitaus größere Potentiale vorhanden. Krankenhäuser stehen erst am Anfang der Automatisierung und Digitalisierung von Geräten, Maschinen und Hilfsmitteln. Um diese Potentiale vollständig abzurufen, dient die Erfassung und Analyse des aktuellen Entwicklungsstands angesichts eines Krankenhauses 4.0 als Grundlage.

In Form von Smart Devices und Smart Label haben Krankenhäuser und Medizintechnik-/Medizinproduktehersteller erste Lösungsansätze auf dem Weg zum digitalen Krankenhaus der Zukunft für sich identifiziert. Die Smart Devices und Smart Label haben die Fähigkeit zur Kommunikation und Informationsverarbeitung und können so verschiedenen Prozesse optimieren. Dazu gehört die Optimierung von Bestellungen, Beständen, Transporten und weiteren Service- und Planungsprozessen. Insgesamt leisten Smart Devices und Smart Label einen wesentlichen Beitrag zur Transparenz, Prozessqualität, Prozesssicherheit und zur Entlastung der Pflegekräfte.

# EINLEITUNG

Das deutsche Gesundheitssystem und damit insbesondere die deutschen Krankenhäuser sind einem stetigen Wandel ausgesetzt. Soziale und technische Entwicklungen führen vielfach zu einem gravierenden Anpassungs- und Änderungsbedarf innerhalb des Gesundheitswesens. Neben den bereits häufig thematisierten medizinischen und gesellschaftlichen Trends, sind es insbesondere die organisatorischen Veränderungen und technischen Innovationen, welche bereits heute aber auch zukünftig einen enormen Einfluss auf das Gesundheitssystem ausüben werden (vgl. Abbildung 1).

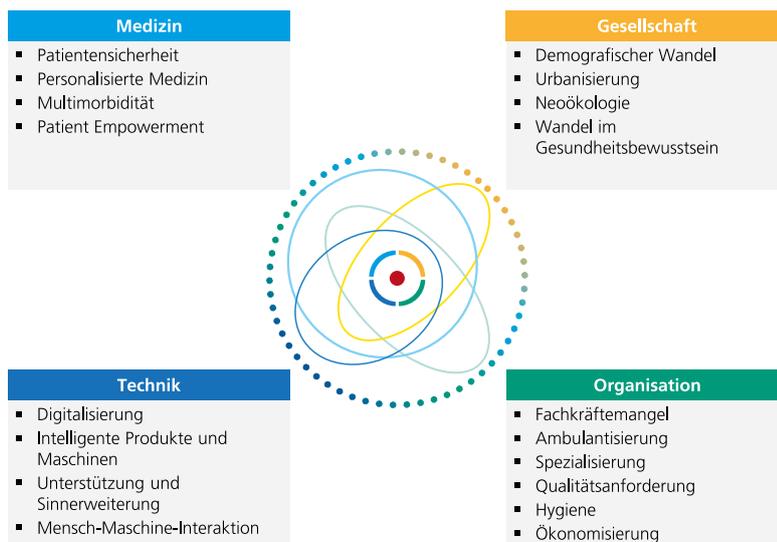


Abbildung 1: Einflussfaktoren Krankenhaus der Zukunft

Der demografische Wandel ist bereits seit vielen Jahren einer der Haupttreiber für Veränderungen im deutschen Gesundheitswesen. Eine immer weiter zunehmende Zahl an Patienten muss im fortgeschrittenen Alter (50 - 80 Jahre) [DES18] mit einer Vielzahl an Erkrankungen (Stichwort Multimorbidität) in den Krankenhäusern medizinisch und pflegerisch versorgt werden. Hinzu kommt, dass sich das Gesundheitsbewusstsein der deutschen Bevölkerung in den letzten Jahren gewandelt hat. Patienten möchten selbstbestimmter über Maßnahmen und Behandlungen mitentscheiden.

Zur Bewältigung der stark ansteigenden Fallzahlen in den Krankenhäusern steht jedoch durch den akuten Fachkräftemangel auf Seiten der Pflegekräfte immer weniger Personal zur Verfügung. Der fehlende Nachwuchs führt parallel dazu, dass das Durchschnittsalter der Belegschaft im Bereich der Pflegekräfte deutlich ansteigt. Gleichzeitig sehen sich die Mitarbeiter in den Krankenhäusern steigenden Qualitäts- und Dokumentationsanforderungen gegenüber, welche unter Beachtung der Kostenminimierung erfüllt werden müssen. Neben diesen gesellschaftlichen, medizinischen und organisatorischen Trends verändern insbesondere technische Innovationen die Rahmenbedingungen und Prozesse im Gesundheitswesen und in den Krankenhäusern. Die Digitalisierung und Vernetzung von intelligenten Produkten und Devices sowie die Mensch-Maschine-Interaktion (MMI) bestimmen heute im Zeitalter der vierten industriellen Revolution die Prozesse und Strukturen in Industrieunternehmen. So liegt es nur Nahe, dass diese Elemente der Industrie 4.0 auch im Krankenhaus der Zukunft eine wesentliche Rolle bei der Unterstützung von Pflegekräften und Mitarbeitern im Krankenhaus spielen. Zusammengefasst werden diese Aspekte dann unter dem Begriff »Krankenhaus 4.0«.

[DES18] Destatis, statistisches Bundesamt. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Demografischer-Wandel/demografie-mitten-im-wandel.html>, 02. Mai 2019

## DEFINITION KRANKENHAUS 4.0

Auf der Basis der neuen Technologien und Lösungen im Zusammenhang mit der Industrie 4.0 können im Krankenhaus neue Prozesse, Strukturen und Wertschöpfungsketten realisiert werden. Zu beachten ist jedoch, dass im Krankenhaus im Gegensatz zur Industrie kein Produktionsprozess, sondern ein Diagnose- und Therapieprozess mit dezentraler Entscheidungsstruktur im Vordergrund steht. Kernaufgabe eines solchen Prozesses ist die Sicherstellung der Versorgungssicherheit der Patienten in Form von stationären und ambulanten Behandlungen im Krankenhaus. Ärzte und Pflegekräfte kümmern sich um die Patienten, untersuchen und behandeln diese, um auf Basis dieser Informationen weitere Therapieprozesse anzustoßen. Somit liegt der Fokus auf einer direkten Mensch-zu-Mensch-Kommunikation, welche durch intelligente und dezentrale Assistenz- und Unterstützungssysteme gefördert werden kann.

Gleichwohl gibt es im Rahmen der Supportprozesse (z.B. Speisenversorgung, Arzneimittelversorgung, Wäscheversorgung, Reinigung) bereits heute erste technische Unterstützungssysteme. Die Entwicklung von intelligenter Medizintechnik, welche mit den IT-Systemen verbunden ist, ist heute bereits unübersehbar vorangeschritten. So kommen bereits intelligente Implantate, die zu einer Verbesserung der Therapie von chronischen Erkrankungen führen, sowie intelligente Unterstützungssysteme für die Intensivstation oder den OP-Bereich zum Einsatz. Durch Informations- und Kommunikationsinfrastrukturen können Unterstützungssysteme im Zuge der Digitalisierung zukünftig stärker vernetzt werden und so im Rahmen des Krankenhaus 4.0 zu autonomen, selbstorganisierten Handlungen befähigt werden (vgl. Abbildung 2)

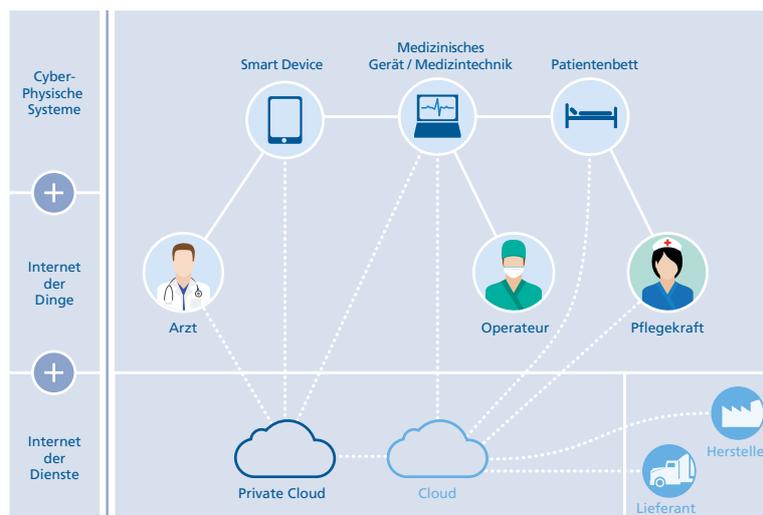


Abbildung 2: Das Krankenhaus 4.0

Das Krankenhaus 4.0 ist die Vernetzung intelligenter Behandlungs- und Versorgungsressourcen infolge der Digitalisierung und Automatisierung von Unterstützungssystemen (z.B. Medizingeräte, Transportroboter, Betriebsmittel) für den Menschen im Krankenhaus.

Hieraus ergibt sich die Frage, wie sich die deutschen Krankenhäuser aufstellen müssen, um zu einem Krankenhaus 4.0 zu werden und die damit einhergehenden Synergien zu erzielen. Der aktuelle Stand zeigt, dass die meisten Krankenhäuser, zum Beispiel mit der Einführung einer elektronischen Patientenakte, bereits die ersten Schritte in Richtung eines Krankenhaus 4.0 gehen bzw. gegangen sind. Um zudem weitere Handlungsfelder aufzeigen zu können, sollten die Krankenhäuser zunächst ihren aktuellen Entwicklungsstand hinsichtlich eines Krankenhaus 4.0 erfassen und analysieren. Bei der darauffolgenden Erarbeitung von Lösungsansätzen, mit welchen die Potentiale für ein Krankenhaus 4.0 innerhalb der Handlungsfelder erreicht werden sollen, können auf bereits vorhandene Ansätze im Sinne eines digitalen Krankenhauses und dem Krankenhaus 4.0 zurück-

gegriffen werden. Ähnlich wie in der Industrie steht die Autonomisierung und Digitalisierung von Geräten, Maschinen und Hilfsmitteln im Gesundheitswesen jedoch erst am Anfang. Die Nutzung einer elektronischen Patientenakte oder die Aufnahme und Verarbeitung von (medizinischen) Daten und Informationen über mobile Endgeräte sind erste Schritte hin zu einem Krankenhaus 4.0. Die alles übergreifende Herausforderung für deutsche Krankenhäuser liegt, ähnlich wie für andere Branchen, in der Erarbeitung eines ganzheitlichen, strategischen Managementkonzepts für den Weg zum Krankenhaus 4.0.

## KRANKENHAUS 4.0 AM BEISPIEL SMART DEVICES

Ein wesentlicher Bestandteil des Krankenhaus 4.0 sind, wie beschrieben, die Smart Devices. Hierbei handelt es sich um elektronische Hilfsmittel, die kabellos mit Hilfe von Sensoren und Aktoren sowie einem eingebauten embedded System (Mikroprozessor) über das Internet der Dinge miteinander oder mit einem Nutzer kommunizieren. Smart Devices besitzen demnach die Fähigkeit zur Kommunikation und Informationsverarbeitung, um Personen zu unterstützen. Prozesse können durch die Smart Devices angestoßen, gesteuert und organisiert werden. Im Krankenhaus bedeutet dies speziell eine Unterstützung der Mitarbeiter in der Ausübung ihrer Tätigkeiten (Pflege, Versorgung, Reinigung, Service etc.).

Ausgangsbasis für jeden Einsatz von Smart Devices im Krankenhaus ist eine anforderungsgerechte IT-Infrastruktur. Je nach Anwendungsbereich handelt es sich hierbei beispielsweise um das Materialwirtschafts-, das Krankenhausinformationssystem oder um eine Task-Management-Software in der Transport- und Terminplanung. Parallel hierzu muss sichergestellt werden, dass über eine geeignete Funktechnologie (z.B. WLAN, Bluetooth) eine Verbindung zwischen dieser IT-Infrastruktur und den Smart Devices hergestellt werden kann (vgl. Abbildung 3). Je nach Einsatzgebiet können weitere hardwareseitige Eigenschaften wie Ortungstechnologien o.ä. für die Smart Devices notwendig und sinnvoll sein.

Ein logistisches Smart Device selbst kann wiederum sehr vielfältige Formen annehmen, um dem Nutzer die im jeweiligen Use Case benötigten Informationen bereitzustellen oder um seine Arbeitsabläufe zu erleichtern. Exemplarisch seien hier in Anlehnung an die Grafik intelligente Container, Mobile Devices, Smart Label aber auch Augmented Reality-Lösungen genannt. Insgesamt greifen die Smart Devices in der Kommunikation mit dem Nutzer auf die mit ihnen vernetzten IT-Systeme zu und bildet somit eine Mensch-Maschine-Schnittstelle.

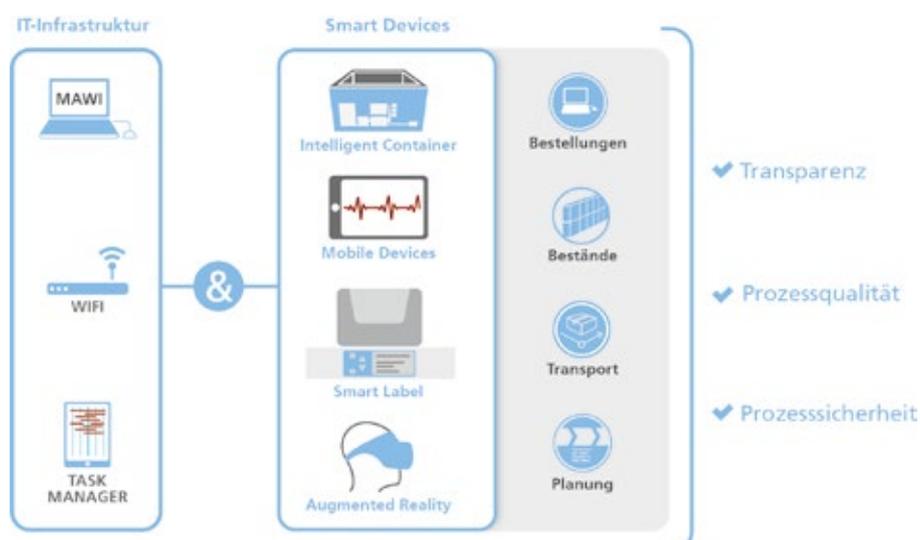


Abbildung 3: Logistische Smart Devices

Mit dem Gedanken „logistics as a service“ können verschiedene Einsatzfelder und –formen für logistische Smart Devices im Krankenhaus erdacht werden. Gerade für Hersteller von Geräten und Produkten, welche im Krankenhaus Verwendung finden, bietet sich hierdurch eine gute Möglichkeit ihr Produktportfolio um eine Servicedienstleistung zu ergänzen. Neben der primären Nutzung der Geräte und Produkte, wie bspw. dem Modulschrank als Bevorratungseinrichtung für medizinisches Verbrauchsmaterial, werden zusätzliche Dienstleistungen mit digitalen Zusatzapplikationen angeboten. Logistische Smart Devices bieten durch den Einsatz im Krankenhaus eine Optimierung von Bestellungen, Beständen, aber auch von diversen Transporten sowie weiteren Service- und Planungsprozessen. Diese Funktionen können alle wiederum Teil eines hybriden Leistungsbündels eines Herstellers oder Lieferanten sein. Insgesamt können mit Hilfe der logistischen Smart Devices im Krankenhaus wesentliche Beiträge zur Transparenz, zur Prozessqualität sowie zur Prozesssicherheit geleistet und somit ein Mehrwert für die Krankenhäuser generiert werden. Die Ausgestaltungsmöglichkeiten für Smart Devices im Krankenhaus sind ebenso vielfältig wie ihre technischen Eigenschaften und Einsatzzwecke. Das Fraunhofer IML hat in Analogie zu diesen Einsatzzwecken verschiedene Use Cases für das Gesundheitswesen und speziell für das Krankenhaus erarbeitet. Mit dem Gedanken der Logistik als Servicedienstleistung sind für verschiedene Hersteller und Produktlieferanten im Krankenhaus logistische Smart Devices als Leistungsbündel denkbar. Exemplarisch seien im Folgenden zwei Projektbeispiele vorgestellt, in welchen Smart Devices als Systemlösung zur Prozessoptimierung entwickelt wurden. Hierbei handelt es sich zum einen um eine eButton-Lösung zur Automatisierung der Bestellvorgänge und zum anderen um ein Smart Label für den Anforderungsprozess zur Bettenaufbereitung.

## PROJEKTBEISPIEL EBUTTON

Die fortschreitende Digitalisierung und Automatisierung in der Produktion und im Gesundheitswesen bewirkt auch bei Medizinprodukte-Herstellern ein Umdenken hinsichtlich ihres Produktportfolios und ihrer Prozesse. Infolgedessen setzte sich einer der international führenden Hersteller für Medizin- und Pflegeprodukte mit der Einführung einer Einweg-Bereichskleidung für den OP sowie einer dazugehörigen Servicedienstleistung auseinander, um auf diese Weise Kundenbedürfnisse sowohl durch das Kleidungsstück an sich als auch durch den Serviceprozess zu begegnen.

Auf Basis der initialen Analysen in zwei deutschen Pilotkrankenhäusern (ein städtisches Klinikum mit 400 Betten und ein Universitätsklinikum mit 1.500 Betten) konnten diverse produktbezogene sowie prozessuale Schwachstellen aufgedeckt werden. Hierzu zählten bspw. aufgerissene Nähte durch Verschleiß, eine chaotische Lagerung innerhalb der Kleiderregale mit hohen Suchaufwänden nach der richtigen Kleidergröße sowie die Nicht-Verfügbarkeit einzelner Kleidergrößen. Im Projekt wurde dann beziehungsweise auf die zuvor erhobenen Anforderungen an das Produkt bzw. den Versorgungsprozess durch den Medizinprodukte-Hersteller eine Einweg-Bereichskleidung für den OP, welche in einer farblich markierten Dispenserbox ausgeliefert werden soll, entwickelt. Kombiniert wurde diese Entwicklung mit einer durch das Fraunhofer IML erarbeiteten innovativen Lösung zur Prozessunterstützung, einem eButton zur elektronischen Bestellunterstützung (vgl. Abbildung 4).



Abbildung 4: eButton für Einweg-Bereichskleidung im OP

Die eButton bilden ein vorkonfiguriertes System zur Bestellauslösung für ein Krankenhaus (als Kunde des Medizinprodukte-Herstellers). Sie werden mit direktem Bezug zu einer Dispenserbox am Regal befestigt. Auf diese Weise kann ein innovativer, automatisierter Supportprozess zur Anforderung und Bereitstellung von Einweg-Bereichskleidung per Knopfdruck realisiert werden. Die digitale Vernetzung kann hierbei zu einer Eliminierung von Ineffizienzen im Prozess und zu möglichen Einsparungen innerhalb der Prozesskosten führen.

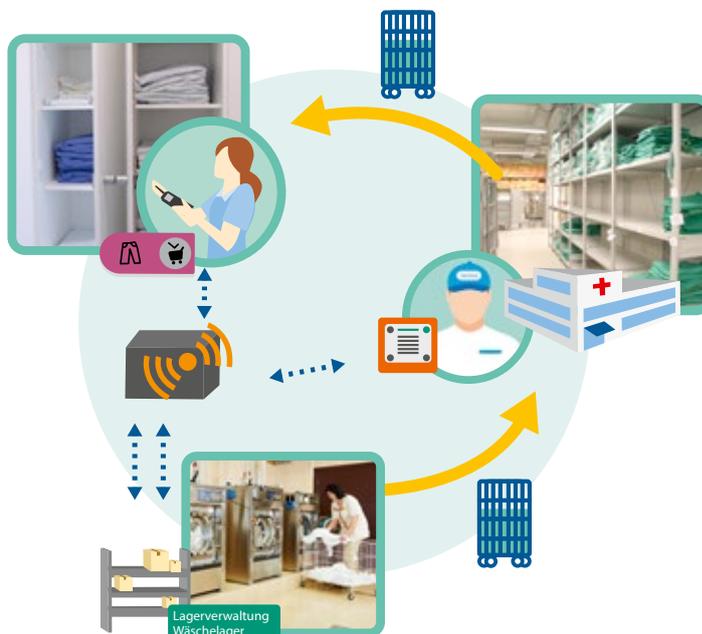


Abbildung 5: eButton Anforderungs- und Bereitstellungsprozess

Im Rahmen des Projektes erfolgte eine prototypische Realisierung der eButton inklusive der zugehörigen Hardwareinfrastruktur und einer Kommissionier-App. Diese Prototypen wurden in einer einwöchigen Pilotphase in einem deutschen Krankenhaus getestet und positiv aufgenommen.

## PROJEKTBEISPIEL SMART BED

20 Millionen Menschen liegen jedes Jahr in einem der 500.000 in Deutschland aufgestellten Krankhausbetten [DES17]. Diese Betten müssen gereinigt und als Medizingerät regelmäßig gewartet und geprüft werden. Die Optimierung der Logistikprozesse rund um das Krankbett mit Hilfe der Digitalisierung und der Ansätze des Krankenhaus 4.0 rückt daher zunehmend in den Fokus. Die Organisation der Bettenaufbereitung (Reinigung) sowie der Prüfung, Wartung und Reparatur von Betten in Krankenhäusern erfolgt vielfach durch Pflegekräfte per Telefon oder durch die Medizintechniker. Aktuell treten in diesem Prozess Herausforderungen bei der Ortung der Betten im Krankenhaus und bei der Dokumentation des Reinigungsprozesses und des Wartungs-/ Prüfzyklus auf.

Im Transferprojekt „Smart Labels für Krankbetten – Smart Bed“ des Innovationslabors „Hybride Dienstleistungen in der Logistik“ gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung wurde deshalb ein elektronisches Smart Label für Krankhausbetten entwickelt, welches Informationen visualisiert und somit die Logistikprozesse digital unterstützt (vgl. Abbildung 6). Mit Hilfe der Vernetzung des Smart Labels mit einer dazugehörigen IT-Infrastruktur können die Prüfungs-, Wartungs- sowie Reinigungsprozesse transparenter und effizienter gestaltet werden.

[DES17] Destatis, statistisches Bundesamt. [https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2017/08/PD17\\_276\\_231.html](https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2017/08/PD17_276_231.html), 02. Mai 2019



Abbildung 6: Smart Label für Krankenhausbetten

Eine Pflegekraft kann am Smart Label verschiedenen Funktionalitäten auswählen, wie z.B. einen Reinigungs- oder Transportbedarf melden. Das Smart Label am Krankenhaus leitet diese Anfragen über die vernetzten IT-Infrastrukturen an eine Service-App weiter (vgl. Abbildung 7). Hierbei kann das Smart Label geortet werden, so dass über die Service-App zum Beispiel die Reinigungskraft oder der Transportdienst das Krankenhausbett direkt nach Erhalt des Arbeits- oder Transportauftrags findet. Die Service-App fungiert gleichzeitig als Task-Management-Tool für die Service-Bereiche (Reinigungsdienst, Transportdienst, Wartungsdienst) des jeweiligen Krankenhauses.

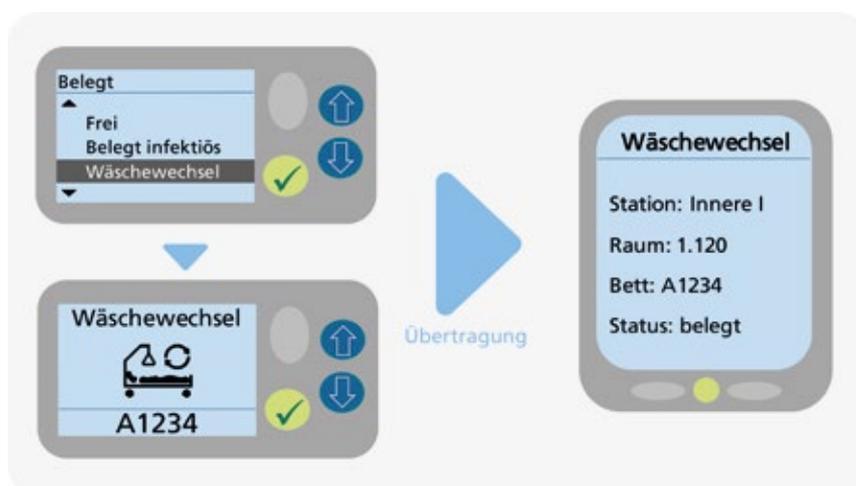


Abbildung 7: Smart Label Übertragungsprozess

Im Rahmen des Transferprojekts wurde ein Smart Label für Krankenhausbetten inklusive der zugehörigen IT-Infrastruktur und App prototypisch realisiert. Der Prototyp wird in der ersten Phase in einer Testumgebung des mitwirkenden Bettenherstellers getestet und daraufhin in einer Pilotphase im realen Betrieb erprobt.

# FAZIT

Die gesellschaftlichen Trends und die zunehmenden Entwicklungen zu einer digitalen Welt stellen Krankenhäuser gegenwärtig und zukünftig vor weitere Herausforderungen. Bereits seit einigen Jahren beschäftigen sich Entscheider im Gesundheits- und Krankenhauswesen deshalb mit dem Begriff des Krankenhaus 4.0. Durch die Implementierung neuer digitaler und autonomer Lösungen in die Versorgungsprozesse sollen den Herausforderungen begegnet werden.

In Form von Smart Devices und Smart Label haben Krankenhäuser und Medizintechnik-/Medizinproduktehersteller erste Lösungsansätze auf dem Weg zum digitalen Krankenhaus der Zukunft für sich identifiziert. Der Gedanke »logistics as a service« bietet die Möglichkeit den primären Nutzen von Geräten und Produkten um zusätzliche Dienstleistungen mit digitalen Zusatzapplikationen zu ergänzen und so einen Mehrwert für die Krankenhäuser zu generieren.



## **Ansprechpartner**

Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik  
Health Care Logistics

Dr.-Ing. Sebastian Wibbeling  
Telefon +49 231 9743-431  
E-Mail [sebastian.wibbeling@iml.fraunhofer.de](mailto:sebastian.wibbeling@iml.fraunhofer.de)  
Web [www.iml.fraunhofer.de/healthcare](http://www.iml.fraunhofer.de/healthcare)

## **Bildquellen**

Abbildungen: Fraunhofer IML  
Titelbild © kras99 / Fotolia