

# White paper

## Track & Trace im Krankenhaus

By: umlaut



# Inhaltsverzeichnis

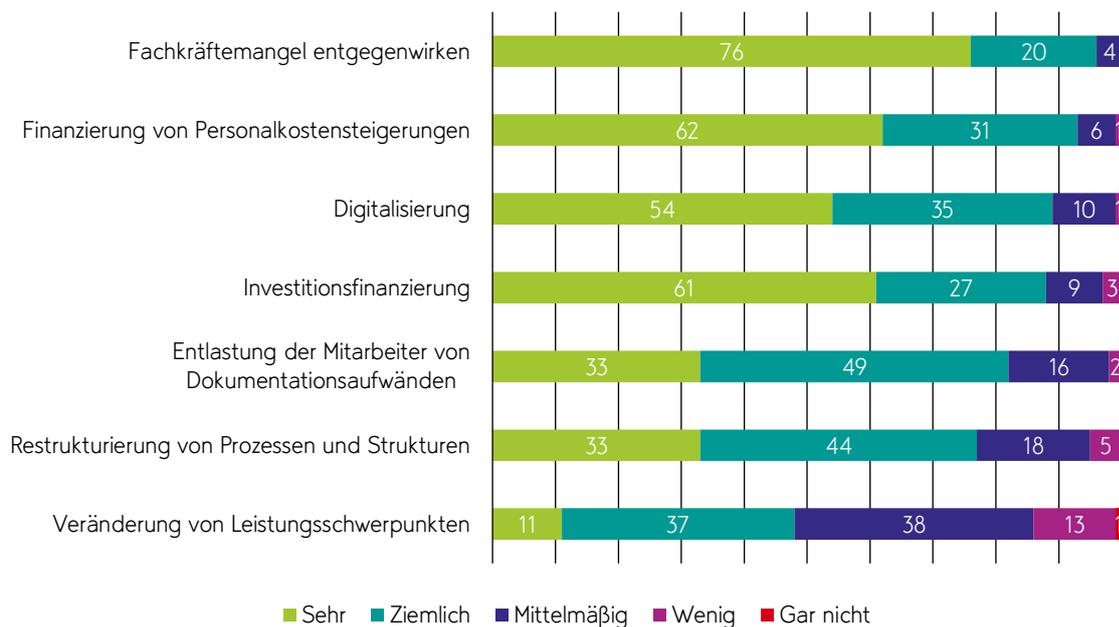
<b>1. Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2. Anwendungsfälle</b>	<b>8</b>
Top 5 Use Cases	9
Weitere Anwendungsfälle	14
<b>3. Track &amp; Trace Systeme</b>	<b>16</b>
Beschreibung der Technologien	16
Notwendige Infrastruktur	19
Fazit	20
<b>4. Umsetzung und Lösungsansätze</b>	<b>23</b>
Anforderungen an die Daten(qualität)	23
Anwendungsbeispiel umlaut Demonstrator	25
Anforderung an die Implementierung	26
Wertschöpfung mittels T&T	27
<b>5. Ausblick</b>	<b>29</b>
Call-to-Action	32
<b>6. Literatur</b>	<b>33</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Zukünftige Herausforderungen in Krankenhäusern nach DKI [1] .....	4
Abbildung 1.2: Zunehmende Anwendung von RTLS [6] .....	6
Abbildung 2.1: Bewertungskriterien für Anwendungsfälle .....	8
Abbildung 2.2: Stationsdashboard mit getrackten Geräten und Betten .....	9
Abbildung 2.3: Stationsdashboard Patientenverteilung .....	10
Abbildung 2.4: App-gesteuerte Indoor Navigation mit Hilfe eines RTLS .....	11
Abbildung 2.5: Beispiel eines Wartungsdashboards zur Abwicklung des Gerätemanagements.....	12
Abbildung 2.6: Mock-up eines Patienten-Informationssystem .....	13
Abbildung 3.1: Technologievergleich .....	19
Abbildung 3.2: Schematische Darstellung Funktionsweise TDOA.....	20
Abbildung 3.3: Anforderungsabgleich zwischen Anwendungsfällen und Technologien .....	22
Abbildung 4.1: INTRANAV Tests zur Positionsgenauigkeit von UWB.....	24
Abbildung 4.2: Stationsdashboard .....	27
Abbildung 4.3: Wertschöpfung durch Kenntnis der Bewegungsprofile.....	28
Abbildung 4.4: Wertschöpfung durch Auslastungserfassung .....	28
Abbildung 5.1: omlox Hub .....	30

# 1. Einleitung

Auch der Gesundheitssektor steht vor der Herausforderung der digitalen Transformation. Vor allem innerhalb eines Krankenhauses und dessen Ökosystem, bestehend aus verschiedenen Kliniken, rettungsdienstlicher Versorgung, Patienten und Besuchern, ergeben sich zentrale Herausforderungen in der alltäglichen Arbeit. Zu diesen Herausforderungen zählen die Bewältigung des bestehenden Fachkräftemangels sowie die komplexen Prozesse mit vielen Schnittstellen und den beteiligten Stakeholdern. Als Institution ist das Krankenhaus außerdem vom demografischen Wandel innerhalb der deutschen Gesellschaft betroffen, der bereits in den vergangenen Jahren für steigende Patientenzahlen verantwortlich ist. Dadurch werden steigende Pflegeaufwände und eine erhöhte Anzahl der stationären Aufenthalte unvermeidlich. Der Krankenhaus Barometer 2019 des Deutschen Krankenhaus Instituts (DKI) verdeutlicht, inwieweit zentrale Aspekte wie der Fachkräftemangel, die Finanzierungsmöglichkeiten oder die Digitalisierung eine Herausforderung für die Krankenhäuser in Deutschland darstellen [1].



**Abbildung 1.1: Zukünftige Herausforderungen in Krankenhäusern nach DKI [1]**

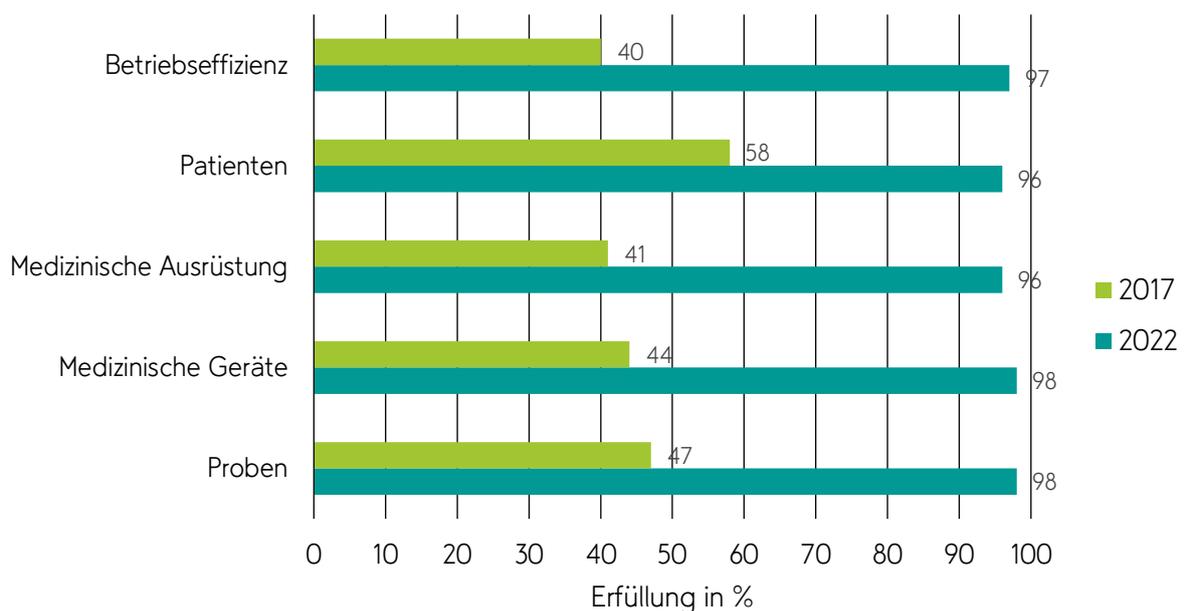
Der deutsche Gesundheitssektor sowie die beteiligten Träger der Krankenhäuser müssen eine flächendeckende Gesundheitsversorgung sicherstellen. Dabei gilt es, die genannten Herausforderungen aus Abbildung 1.1 langfristig zu bewältigen. Prozessoptimierungen der bisherigen Abläufe innerhalb des Krankenhauses stellen eine Schlüsselösung dar. So ergeben sich laut einer Studie zum Thema „Digitalisierung in deutschen Krankenhäusern“ bis

zu 34 Mrd. € Einsparpotenzial im gesamten Gesundheitswesen durch Prozessoptimierungen mithilfe digitaler Technologien. 47 % davon entstehen im Bereich der stationären Versorgung in Krankenhäusern [2]. Der Wandel von traditionellen, analogen Arbeitsmethoden hin zur digitalen Prozessunterstützung ist deshalb ein zentrales Thema für viele Klinikleitungen. Teilweise fehlt jedoch noch die notwendige Infrastruktur zur Umsetzung und damit die Grundlage für digitale Vorhaben. So gaben im Jahr 2017 in einer Studie 91 % der befragten Krankenhäuser in Deutschland an, weniger als 2 % ihres Umsatzes für den IT-Bereich auszugeben [3]. Dies bestätigt eine Umfrage unter Vertretern deutscher Krankenhäuser im Report Gesundheitswesen 2020. Basierend auf dieser Umfrage steht in 25,6 % der Einrichtungen kein drahtloses lokales Netzwerk zur Verfügung. Im Vergleich zu Österreich und der Schweiz (5,3 % sowie 6,0 %) zeigt sich in Deutschland darin ein klares Defizit [4].

Die meisten Krankenhäuser weisen jedoch bereits eine Digitalisierungsstrategie vor und versuchen, diese zu implementieren. Mithilfe eines ganzheitlichen Ansatzes kann die stückweise Digitalisierung von einzelnen Arbeitsschritten auf Grundlage einer Prozessoptimierung für das gesamte Krankenhaus vorangetrieben werden. So können verschiedene Maßnahmen dabei unterstützen, nicht-wertschöpfende Zeiten zu reduzieren und die Gesamteffizienz zu steigern. Beispielsweise verbringt das Pflegepersonal im Krankenhaus bis zu 72 Minuten pro Schicht mit der Suche nach der aktuell benötigten Ausrüstung [2]. Um solche Aufwände für die Mitarbeitenden zu reduzieren kann ein Track & Trace (T&T) System zur Positionsverfolgung von relevanten medizinischen Geräten zum Einsatz kommen. Dieses Asset Tracking ist aber nur ein Bestandteil der Vision für eine Station in einem Krankenhaus der Zukunft. Weitere Möglichkeiten der Prozessoptimierung sind die digitale, anonymisierte Erfassung der Bettenbelegung und des zugehörigen Patientenstatus oder auch die automatisierte Bereitstellung von Essen und Medikamenten. Ziel dieser Optimierungen ist, das Pflegepersonal bei den nicht-therapeutischen Prozessen zu entlasten.

Zentraler Baustein ist hierbei die echtzeitfähige Bestimmung von Asset-Positionen, sogenannte Real Time Locating Systems (RTLS). Diese finden aktuell im Gesundheitssektor noch selten Anwendung. Mithilfe von T&T Systemen, die als RTLS kategorisiert werden, können flächendeckend sowie kontinuierlich innerhalb eines Krankenhauses Daten aufgenommen und sicher verarbeitet werden [5]. Die Daten aus dem RTLS können nicht nur zur Standortbestimmung und damit Verkürzung von Suchzeiten genutzt werden, sondern bieten die Möglichkeit datengestützte betriebliche Entscheidungen, wie z.B. Investitionsentscheidungen für neue Geräte, basierend auf Erkenntnissen zu Auslastung und Engpässen zu treffen. Dabei gilt es, den Verwaltungsaufwand zu reduzieren und Prozesse effizienter aufeinander abzustimmen, um in der Klinik dem Personal mehr Zeit für therapeutische Tätigkeiten zu ermöglichen.

Eine Studie des Technologieanbieters Zebra Technologies, die in Krankenhäusern in den USA, Großbritannien, Brasilien, China und anderen Staaten mit mehr als 1500 Verantwortlichen für das Pflegepersonal, mit IT-Verantwortlichen und mit Patienten durchgeführt wurde, zeigt, dass 97 % der Krankenhäuser erwarten, dass bis 2022 dynamisch Benachrichtigungen zum Arbeitsfortschritt an mobile Endgeräte gesendet werden [6]. Außerdem zeigt die Studie deutlich, dass für die betrachteten Anwendungen von RTLS zur Positionsverfolgung von Proben, medizinischen Geräten und Ausrüstungen, von Patienten und zur Steuerung der Betriebseffizienz des Personals bis 2022 ein nahezu flächendeckender Einsatz im Krankenhaus erwartet wird.



**Abbildung 1.2: Zunehmende Anwendung von RTLS [6]**

Bisherige Anwendungen von RTLS in Krankenhäusern haben einen starken Fokus auf der Lokalisierung von teuren medizinischen Geräten, um das Verschwinden dieser Geräte zu vermeiden. Mit der Weiterentwicklung der Technologien und resultierender günstigerer Hardware, wird eine steigende Positionsgenauigkeit ermöglicht und breitere Anwendungsfelder realisiert. Durch die Kombination der Positionsdaten mit Auswertungen von Auslastungszeiten, zurückgelegten Strecken und Personenbewegungen kann ein besseres Prozessverständnis entwickelt und Optimierungspotentiale abgeleitet werden. Die breitere Verwendung und Erfassung von RTLS Daten können zukünftig Einfluss auf die Planung und Steuerung des Klinikbetriebs haben. Zumal eine Zunahme von digitalen Patientenakten eine weitere Anbindung solcher Daten ermöglicht [7]. Die Anwendungsmöglichkeiten und technischen Rahmenbedingungen für T&T Systeme im Krankenhausumfeld werden im Folgenden genauer betrachtet. Dazu werden zunächst die häufigsten Anwendungsfälle mit RTLS sowie deren Mehrwert für bestehende Prozesse im Krankenhaus beschrieben. Im



nächsten Schritt werden die verschiedenen RTLS Technologien gegenübergestellt sowie die technischen Anforderungen und die notwendige Infrastruktur betrachtet. Anschließend werden die RTLS Technologien mit den Use Cases in einem Anforderungsabgleich gegenübergestellt und Technologieempfehlungen abgeleitet. Abschließend wird mithilfe eines Demonstrators ein konkreter Anwendungsfall und dessen Wertschöpfung simuliert.

## 2 Anwendungsfälle

Im Bereich des Gesundheitswesens liegt der Fokus zur Digitalisierung bei nicht-therapeutischen Prozessen stark auf der Reduzierung von Verwaltungsaufgaben und dem Maximieren von wertschöpfenden Tätigkeiten für die Patienten. Im Folgenden werden dazu fünf zentrale Anwendungsfälle (Use Cases) eines T&T Systems dargestellt, die nicht-wertschöpfende Zeiten reduzieren können.

An ein RTLS werden abhängig von Einsatzort und geplanter Nutzung verschiedene Anforderungen gestellt. Diese umfassen neben dem verfügbaren Budget auch die zuverlässige Funktionsweise unter den Umgebungsbedingungen sowie die technischen Richtlinien für das System. Weitere relevante Kriterien zur Anwendbarkeit von RTLS für Use Cases im Krankenhaus sind die benötigte Positionsgenauigkeit des T&T System zur zielführenden Erhebung der Daten sowie der möglichst geringe Aufwand zur Installation und Integration der Infrastruktur in die Krankenhausumgebung. Die Technologiekomplexität, die Möglichkeit zur einfachen Dateneinbindung sowie der notwendige technische Aufwand zur Realisierung des Anwendungsfalls mit einem RTLS sind Kriterien, die in der technischen Umsetzung bewertet werden. Anhand dieser Parameter wird für die folgenden Anwendungsfälle unter Betracht der verfügbaren und geeigneten Übertragungstechnologien eine Technologieempfehlung aufgestellt.



Abbildung 2.1: Bewertungskriterien für Anwendungsfälle

## Top 5 Use Cases

### Use Case 1: Tracking von medizinischen Geräten und Betten

Die Positionsverfolgung von Krankenhausbetten und medizinischer Ausrüstung innerhalb des Gebäudes ermöglicht ein schnelles Auffinden von benötigten Materialien. Eine typenspezifische Suche nach notwendiger Ausrüstung ist für jeden Standort und einzelne Bereiche (bspw. Stationen) möglich. So können wichtige Geräte mithilfe einer Kartenansicht schnell im Gebäude lokalisiert werden und Mitarbeitende sparen damit Suchaufwand und somit Zeit, die sie für andere Aufgaben aufbringen können. Es lassen sich weiterhin Bereiche definieren, wobei die Geräte bei Betreten, Verlassen oder bestimmter Aufenthaltsdauer innerhalb des Bereichs einen Alarm oder eine Nachricht an eine zentrale Station senden können. Insbesondere für teure medizinische Apparaturen wird so zusätzlich ein Diebstahlschutz implementiert. Weiterhin kann damit am Ende einer Schicht überprüft werden, ob alle Geräte am vorgesehenen Platz wieder vorhanden sind.

**Mehrwert:** Verkürzung von Suchzeiten, sodass dem Pflegepersonal mehr Zeit für anstehende Aufgaben und für Patienten bleibt. Jegliche Bewegungen von medizinischen Geräten lassen sich nachvollziehen, sodass Diebstahl und unbekannte Abstellorte reduziert werden können.

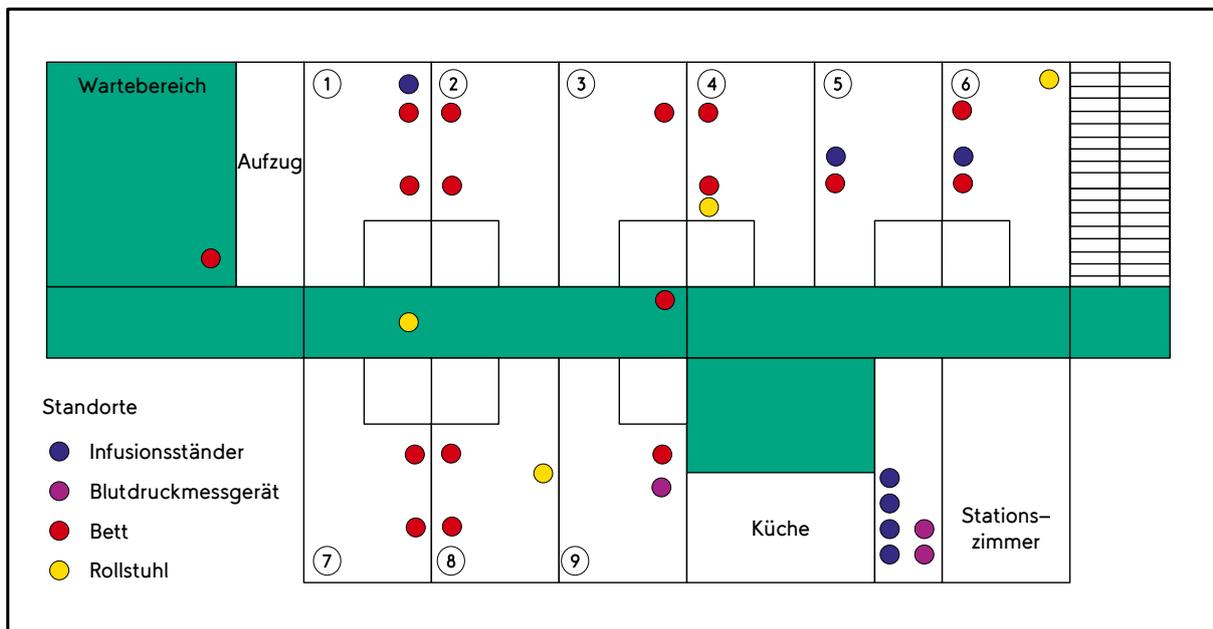


Abbildung 2.2: Stationsdashboard mit getrackten Geräten und Betten

## Use Case 2: Patientenverteilung

Patienten können mit tragbaren, anonymisierten Sendern ausgestattet werden, um sie unter Berücksichtigung des Datenschutzes innerhalb des Krankenhauses schnell lokalisieren zu können. Betritt oder verlässt ein Patient einen vordefinierten Bereich, kann ein Alarm oder eine Nachricht an die Verantwortlichen gesendet werden. Relevant ist dies für Sicherheitsbereiche innerhalb des Krankenhauses sowie insbesondere bei der Betreuung von Demenzerkrankten oder Kindern.

**Mehrwert:** Vereinfachte Arbeitsprozesse für das Pflegepersonal. Alarme weisen automatisch auf Ausnahmesituationen hin.

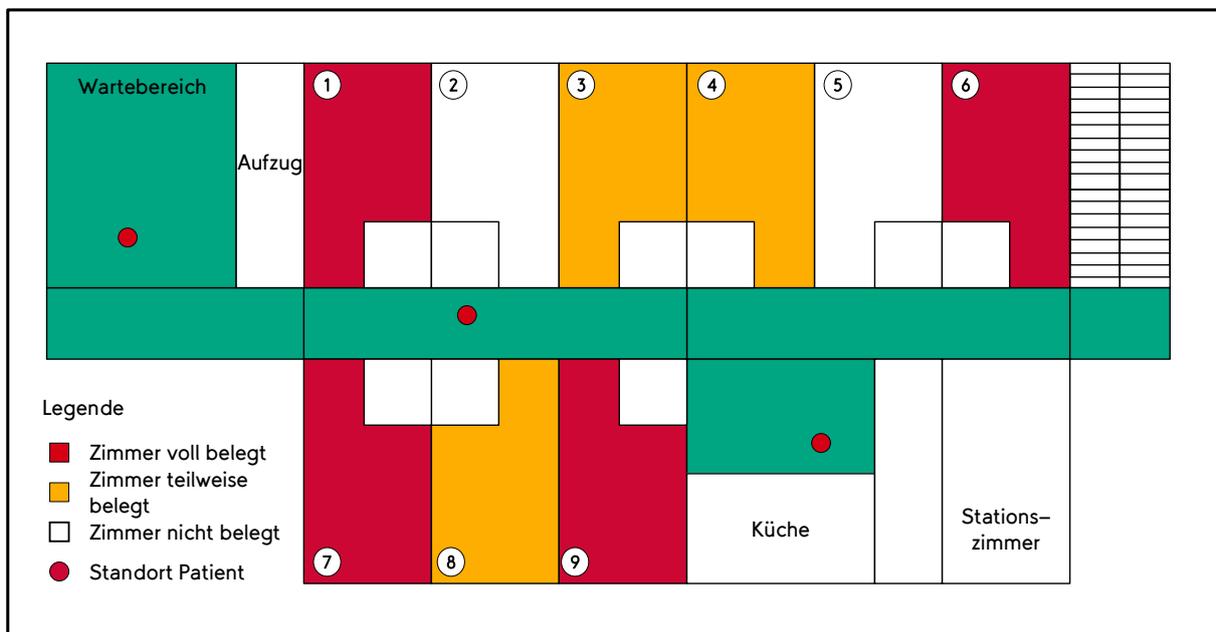


Abbildung 2.3: Stationsdashboard Patientenverteilung

### Use Case 3: Indoor Navigation

Krankenhäuser sind oftmals sehr große Einrichtungen und verlangen einen guten Orientierungssinn von Patienten und Besuchern. Mithilfe eines Track & Trace Systems kann über eine mobile App die Navigation innerhalb des Gebäudes zu Behandlungs- oder Stationszimmern erfolgen. Die Betroffenen finden so zielstrebig über eine App und ohne aufwendiges Suchen den richtigen Weg zur gewünschten Position.

Weiterhin kann die Indoor Navigation Besucher zu den richtigen Räumen leiten und somit spontane Raum- oder Stationswechsel von Patienten abbilden ohne Wartezeiten an den Rezeptionen zu verursachen. Auch in Zeiten der Corona-Pandemie können somit Infektionsketten nachvollzogen und Kontaktpersonen ausfindig gemacht werden.

**Mehrwert:** Erhöhte Servicequalität für Patienten und Besucher sowie reduzierter Verwaltungsaufwand.

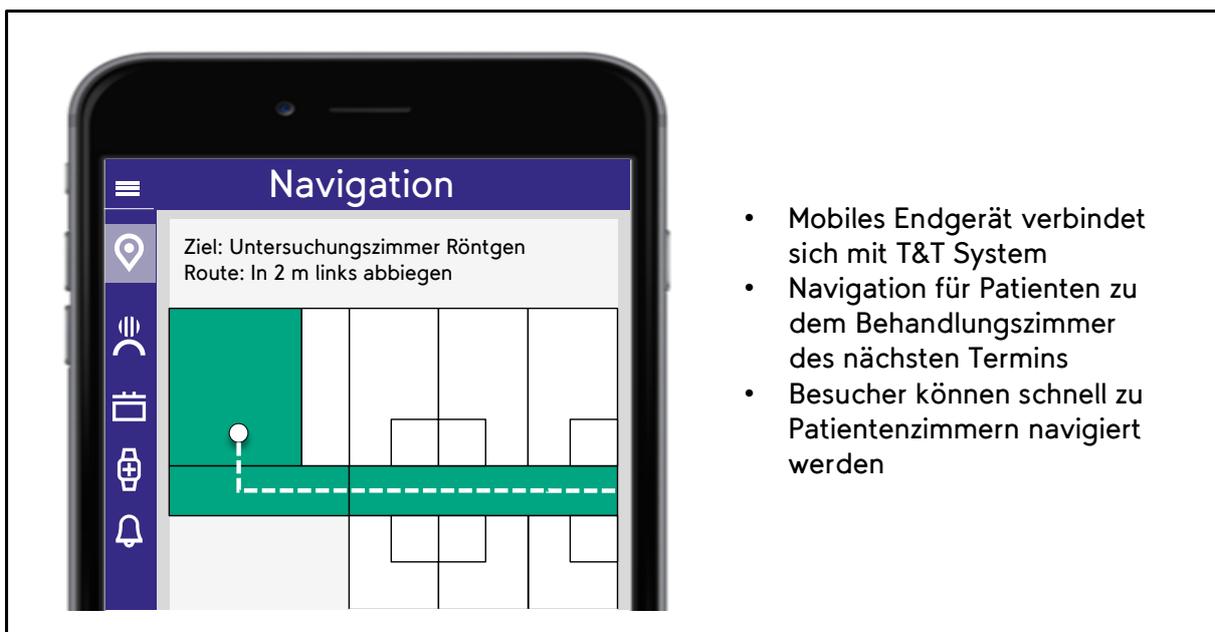


Abbildung 2.4: App-gesteuerte Indoor Navigation mit Hilfe eines RTLS



## Use Case 5: Automatisiertes Informationssystem

Ein Track & Trace System kann ein wichtiger Baustein im Aufbau eines Informationssystems für Patienten sein. Beispielsweise über eine mobile App lassen sich personenspezifische Behandlungsdetails oder auch positionsbezogene Informationen vom Patienten abrufen. Die Terminsteuerung zwischen Station und Fachklinik kann so direkt an den Patienten weitergegeben werden und lässt sich mit der Indoor Navigation zum richtigen Behandlungszimmer innerhalb der App verknüpfen. Die Daten aus dem T&T System werden mit weiteren Daten aus dem bestehenden Krankenhausinformationssystem angereichert. Vereint werden alle Informationen innerhalb einer App, die von Patienten und Besuchern genutzt werden kann.

**Mehrwert:** Informationen und Entscheidungsprozesse werden dem Patienten transparent und immer wieder abrufbar zur Verfügung gestellt.

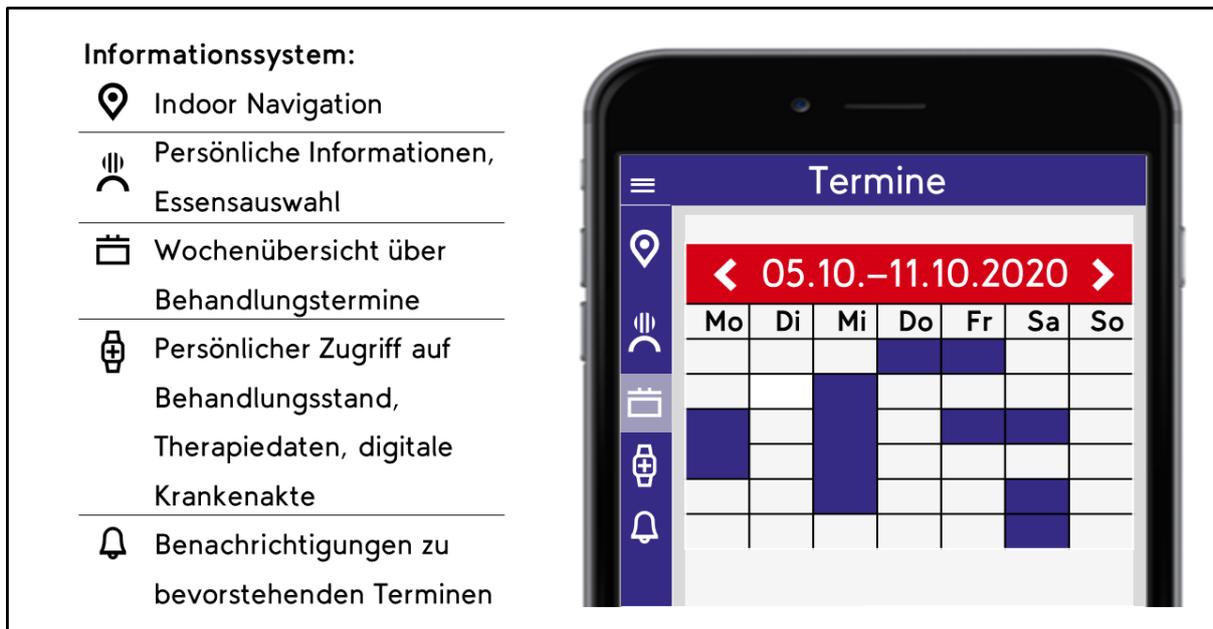


Abbildung 2.6: Mock-up eines Patienten-Informationssystem

## Weitere Anwendungsfälle

### Use Case 6: Abstandsbestimmung und Social Distancing

In Zeiten einer globalen Pandemie ist die Einhaltung eines Sicherheitsabstands zum Infektionsschutz ein wichtiger Bestandteil der Bekämpfung von COVID-19 geworden. Mithilfe eines Track & Trace Systems und der Ausstattung von Patienten, Besuchern und Krankenhauspersonal mit anonymisierten, tragbaren Tags kann der Abstand zwischen den Personen kontinuierlich gemessen werden. Während der Begegnungsdauer werden randomisierte Codes zwischen den Tags ausgetauscht. So kann über die freiwillige Angabe von positiven Testergebnissen das Infektionsrisiko für alle betroffenen Begegnungen bestimmt werden.

**Mehrwert:** Einfaches und schnelles Sicherstellen von ausreichendem Sicherheitsabstand, um das Infektionsrisiko so gering wie möglich zu halten.

### Use Case 7: Sicherstellen ausreichender Handhygiene

Nicht nur die Covid-19 Pandemie hat nochmals verdeutlicht, dass die Handhygiene einen großen Anteil an der Reduktion der Virenverbreitung hat. Schätzungen zu Folge gibt es in Deutschland jährlich bis zu 600.000 Krankenhausinfektionen. Die durch Krankenhauskeime verursachten Todesfälle belaufen sich dabei auf ca. 10.000 bis 15.000 Patienten [8]. Zur Minimierung der Keim- und Virenverbreitung und zum Schutz der geschwächten und anfälligen Patienten ist die Einhaltung von Hygienerichtlinien dauerhaft zu überprüfen. Eine zentrale Bedeutung kommt dabei der Handhygiene und -desinfektion zu. Zum Tracking dieser Desinfektionsvorgänge können Personal und Desinfektionsmittelspender mit anonymisierten Sensormodulen ausgestattet werden. Das NosoEx-Sensorsystem der Firma GWA Hygiene bietet eine Nachverfolgbarkeit der Abgabemengen von Desinfektionsmittel und verfolgt somit das Desinfektionsverhalten je Station und Berufsgruppe. Die Sensormodule bieten ebenfalls die Möglichkeit direktes Feedback an die Träger der Tags zu geben und somit eine ausreichende Mengentnahme und Einwirkzeit des Desinfektionsmittels einzuhalten. Die durch die Tracking-Daten erzeugte Transparenz kann dazu beitragen, gezielte Maßnahmen abzuleiten und die Keimübertragung im Krankenhaus zu minimieren.

**Mehrwert:** Nachverfolgbarkeit des Hygienestatus der Stationen sowie der Desinfektionsspender-Füllstände. Ableitung von Schulungsbedarfen und Auswahl von Spender-Positionen.

## **Use Case 8: Aufenthalts- und Auslastungsanalyse**

Anhand der kontinuierlichen Lokalisierung von Betten und medizinischen Geräten im Krankenhaus lassen sich Heatmaps erstellen. Diese zeigen auf, an welchen Stellen besonders häufig Geräte positioniert werden, welche Ausrüstungen hoch frequentiert genutzt oder kaum benötigt werden und auch wie lange durchschnittliche Nutzungszeiten sind. Dadurch können Bedarfe und Engpässe identifiziert und bewertet werden. Bei einer anonymisierten Auswertung können ebenfalls Orte identifiziert werden, an denen sich viele Patienten oder Besucher aufhalten.

**Mehrwert:** Verbesserte Auslastung von Geräten und Erkennung von Engstellen.

## **Use Case 9: Auslastungssteuerung in der Notaufnahme**

Die Notaufnahme ist ein relevanter Teil eines Krankenhauses, in dem ein reibungsloser Ablauf sichergestellt werden muss. Dieser Funktionsbereich stellt eine zentrale Schnittstelle zwischen Stationen, OP-Bereich und externen Instanzen, wie z.B. dem Rettungsdienst, dar. Mithilfe des Einsatzes von bspw. RFID-Armbändern lässt sich die Auslastung der Notaufnahme in Behandlungsräumen sowie im Wartezimmer anonymisiert erfassen. Diese Informationen können auf der Website des Krankenhauses live veröffentlicht werden, sodass sich Patienten bereits im Vorhinein über die aktuelle Auslastung informieren können.

**Mehrwert:** Steuerung von Patienten mit leichten bis schwere Notfälle anhand der freien Kapazität. Häufig wird die Notaufnahme von Patienten beansprucht, die auch von anderen Einrichtungen behandelt werden könnten. Kann der mögliche Patient bereits im Vorhinein die aktuelle Auslastung einsehen, lassen sich lange Wartezeiten in der Notaufnahme verhindern.

Zusätzlich zu den Beschreibungen der einzelnen Anwendungsfälle müssen die Anforderungen an die Technik für das Vorhaben definiert werden. Im Bereich von RTLS Systemen werden häufig die Parameter Genauigkeit, Reichweite, Batterielaufzeit der Tags, Infrastrukturaufwand und Kosten betrachtet. Nach Abgleich der Anforderungen je Anwendungsfall mit den Anforderungen der einzelnen Technologien kann eine Technologieauswahl erfolgen. Im Folgenden werden die möglichen Technologien erläutert und eine Übersicht bereitgestellt. Danach können für die o.g. Anwendungsfälle Zuordnungen anhand der technischen Anforderungen vorgenommen werden. In Kapitel vier wird die Umsetzung in einem Demonstrator beschrieben, um das Vorgehen vom Anwendungsfall bis zur Wertschöpfung darzustellen.

## 3. Track & Trace Systeme

Nachfolgend werden die einzelnen RTLS Technologien vorgestellt und die Anwendbarkeit für die einzelnen Use Cases bewertet. Zur datenschutzkonformen Ortung und kontinuierlichen Erfassung der Positionsdaten von Objekten und Personen in Echtzeit können verschiedene Funktechnologien im Innenbereich von Gebäuden eingesetzt werden. Dabei werden passive und aktive Technologien unterschieden. Passive Technologien vermitteln ein sehr lückenhaftes Bild der sich bewegenden Objekte, da die verwendeten Sender nur registrieren und Informationen zur Verfügung stellen, wenn sie einen Bereich mit für den Zweck entworfenen Empfängern durchlaufen. Die geläufigste passive Technologie ist Radio Frequency Identification (RFID).

Im Gegensatz zu passiven Technologien senden aktive Technologien zyklisch ein Signal, das zur Ortung und Positionsverfolgung genutzt werden kann. Der Anwender erhält in Echtzeit eine nahezu lückenlose Spur der mit der Technologie ausgestatteten Objekte, solange sich diese innerhalb des Ausleuchtungsbereichs befinden. Drei aktive Ortungstechnologien haben sich in den letzten Jahren innerhalb von geschlossenen Räumen bewährt: Wireless Local Area Network (WLAN), Bluetooth Low Energy (BLE) inkl. BLE Mesh sowie Ultrawide Band (UWB).

RTLS ermöglicht die Verfolgung von Objekten sowie von Personengruppen unter Berücksichtigung strenger Datenschutzvorkehrungen innerhalb eines Raumes in Echtzeit mithilfe bestimmter Hardware. Dazu gehören die Tags (UWB, WLAN, RFID) oder Beacons (BLE), die als Sender an das Objekt montiert werden und Daten an die als Empfänger eingesetzten Nodes (Anker) senden. Anhand der gesendeten Daten wird die Position des Senders berechnet und kann über ein Frontend zugänglich gemacht werden.

### Beschreibung der Technologien

#### RFID

RFID umfasst ein System, das basierend auf einem Sender–Empfänger–System Informationen über elektromagnetische Wellen austauscht. Ein solches System setzt sich aus RFID Lesegeräten und Sendern zusammen, die untereinander und in der Nähe zueinander über Funkwellen Informationen übermitteln. Aufgrund dessen eignet sich diese Tracking Technologie insbesondere bei einem engen Netz aus Lesegeräten und vielen Tags. Die Sender bestehen aus einem Mikrochip und einer Antenne, die an unterschiedlichste Objekte angebracht werden können. Die Positionsgenauigkeit ist aufgrund der direkten Erfassung der

Objekte in der Nähe eines RFID-Lesegerätes sehr hoch. Die Tags benötigen keine eigene Energieversorgung und können dadurch in vielen verschiedenen Bereichen implementiert werden. Insbesondere der starke Einsatz von anderen Funktechnologien im zu überwachenden Innenraum schadet der Genauigkeit nicht, da die RFID Technologie nicht anfällig für Signalinterferenzen ist. Allerdings ist ein Einsatz zur Lokalisierung in größerer Reichweite nicht möglich, sondern nur bei geringem Abstand von bis zu 1 m zwischen RFID-Lesegerät und Tag. Zur Nutzung dieser Positionstechnologie und zur Lokalisierung von Tags an den gewünschten Stellen muss der Aufbau der notwendigen Infrastruktur detailliert geplant werden. Der Einsatz dieser Infrastruktur kann kostenintensiv sein.

## WLAN

WLAN ist eine wichtige und häufig verwendete Übertragungstechnologie für Indoor T&T, da die benötigten WLAN-Zugangspunkte heutzutage bereits in vielen Einrichtungen installiert sind. Deshalb liegt es nahe, diesen Standard zur Positionsbestimmung zu nutzen. Mit einer Reichweite des Signals von 100 m bis 150 m muss keine dauerhafte Sichtbarkeit zwischen Sender und Empfänger bestehen. Es können dabei alle Geräte mit aktiviertem WLAN erfasst werden, z.B. Smartphones, Tablets und zusätzliche Tags. So lassen sich besonders gut die Auslastung und das Besucherverhalten im Gebäude analysieren und die Informationen verarbeiten. Abhängig von den Umgebungsbedingungen kann eine Genauigkeit von bis zu 8 m erreicht werden. Hohe Latenzzeiten können durch eine starke Auslastung des Netzwerks entstehen. Zusätzlich problematisch bei dem Einsatz von WLAN als Übertragungstechnologie ist die Störanfälligkeit bei vielen beweglichen Objekten im Raum. Kleine Veränderungen können die Signalstärke bereits beeinflussen. Ein weiterer Nachteil stellen die aufwändige Zugriffskontrolle und damit einhergehende mögliche Sicherheitsprobleme dar.

## BLE

Bluetooth ist ein Übertragungsstandard auf kurzer Distanz. BLE ist eine Spezifikation des neuesten Bluetooth 4.0 Standards und speziell für den Betrieb mit sehr geringem Energieverbrauch ausgelegt. Ein BLE System besteht aus vielen Transmittern, sogenannte Beacons. Die Signale werden mithilfe von BLE über die Beacons, die als kleine drahtlose Funksender agieren, an eine Hardware oder zu einem Smartphone bzw. Tablet innerhalb eines Radius von bis zu 75 m übertragen. Sie benötigen wenig Energie und sind kostengünstig. Zur Lokalisierung der Beacons wird der Received Signal Strength Indicator (RSSI) zur Bestimmung der Signalstärke verwendet. Je stärker das Signal eines Beacons bei einem Empfänger ankommt, umso geringer die Distanz zwischen Beacon und Empfänger. Die

Lokalisierungsgenauigkeit über Bluetooth beträgt bis zu 3 m. Der neue BLE 5.1 Standard erreicht sogar höhere Genauigkeiten. Nachteile bei der Datenübertragung mit BLE entstehen, wenn die Werkstoffe in der Umgebung zu starke Dämpfungseigenschaften aufweisen. Zusätzlich sind die Interferenzen zwischen BLE und WLAN zu beachten, da diese Störungen und Ungenauigkeiten bei der Positionsbestimmung verursachen können.

Zusätzlich zur konventionellen Tracking-Lösung, bei der die Beacons jeweils nur direkt mit dem Gateway kommunizieren können, kann seit Bluetooth 5.1 auch ein Bluetooth Mesh zum Einsatz kommen. Das Bluetooth Mesh ist eine Betriebsart, die mehrere Bluetooth-Geräte zu einem Funknetzwerk zusammenschließt, in dem alle Knoten untereinander kommunizieren können. Dies ist besonders geeignet, wenn die Geräte sich nicht direkt zueinander in Funk-Reichweite befinden. Für die Übertragung ist es ausreichend, wenn sich ein Relay Node in der Nähe befindet und die Datenpakete weiterreicht. Ein Relay Node ist ein Knoten, der Nachrichten, die von anderen Knoten gesendet wurden, übertragen kann. Dadurch kann die Reichweite der Nachrichten erweitert werden und die Nachrichten können das gesamte Netzwerk über die Reichweite des ursprünglichen Sendeknotens hinaus durchlaufen. Mit dem Bluetooth Mesh etabliert sich BLE im Bereich der Gebäudeautomation, Heimautomatisierung und dem Internet der Dinge als Konkurrenz zu anderen Technologien. Ein weiterer Vorteil von Bluetooth ist die herstellerübergreifende Interoperabilität, auch mit Smartphones, da diese in der Regel BLE unterstützen.

## Ultrawide Band (UWB)

UWB ist eine weitere mögliche Übertragungstechnologie für RTLS. Die Kurzstrecken-Funktechnik ist durch eine hohe Datenrate und eine geringe Beeinträchtigung von der Existenz anderer Funkverbindungen im Raum gekennzeichnet. UWB eignet sich insbesondere aufgrund der hohen Präzision für den Einsatz in der Industrie. Die Positionsgenauigkeit von eingesetzten Tags liegt bei unter 30 cm und ist damit die Tracking-Lösung mit der höchsten Genauigkeit. Niedrige Latenzzeiten im Austausch der Datenpakete ermöglichen bis zu 100 Positionsupdates pro Sekunde. Weiterhin muss bei der Verwendung von UWB kaum auf vorliegende Interferenzen mit anderen Funktechnologien geachtet werden. Insbesondere in Hochregallagern oder bei anderen Anwendungen mit relevanter Höhe kann UWB überzeugen, da sich die Position des Tags im dreidimensionalen Raum angeben lässt. Die Verwendung von UWB als Tracking-Lösung ist jedoch mit höheren Investitionskosten als bspw. BLE, verbunden. Im Vergleich zu WLAN oder BLE ist die benötigte Hardware für UWB teurer und weniger weit verbreitet. Die Tags weisen bei einer höheren Update-Rate eine kürzere Lebensdauer als BLE Beacons auf. Trotzdem gilt diese Technologie als Hoffnungsträger für effiziente

Positionsbestimmung, da der Standard immer stärker Anwendung findet und weiterentwickelt wird.

Die für die vorangehende Beschreibung der einzelnen Übertragungstechnologien verwendeten Parameter Genauigkeit, Reichweite, Infrastrukturaufwand und Kosten sowie die Batterielaufzeit der Tags und deren Ausprägung sind in Abbildung 3.1 zusammengefasst dargestellt.

Technologie	Genauigkeit	Reichweite	Infrastruktur- und Hardwarekosten	Batterie-lebensdauer
RFID	Direkte Präsenz	< 1 m	Gering	–
WLAN	5 – 15 m	< 150 m	Mittel	1 – 3 Jahre
BLE 4.0	3 – 8 m	< 75 m	Gering	3 – 5 Jahre
BLE 5.1 (Mesh)	1 – 3 m	< 75 m	Gering	3 – 5 Jahre
UWB	0,1 – 1 m	< 150 m	Mittel-Hoch	1 – 3 Jahre

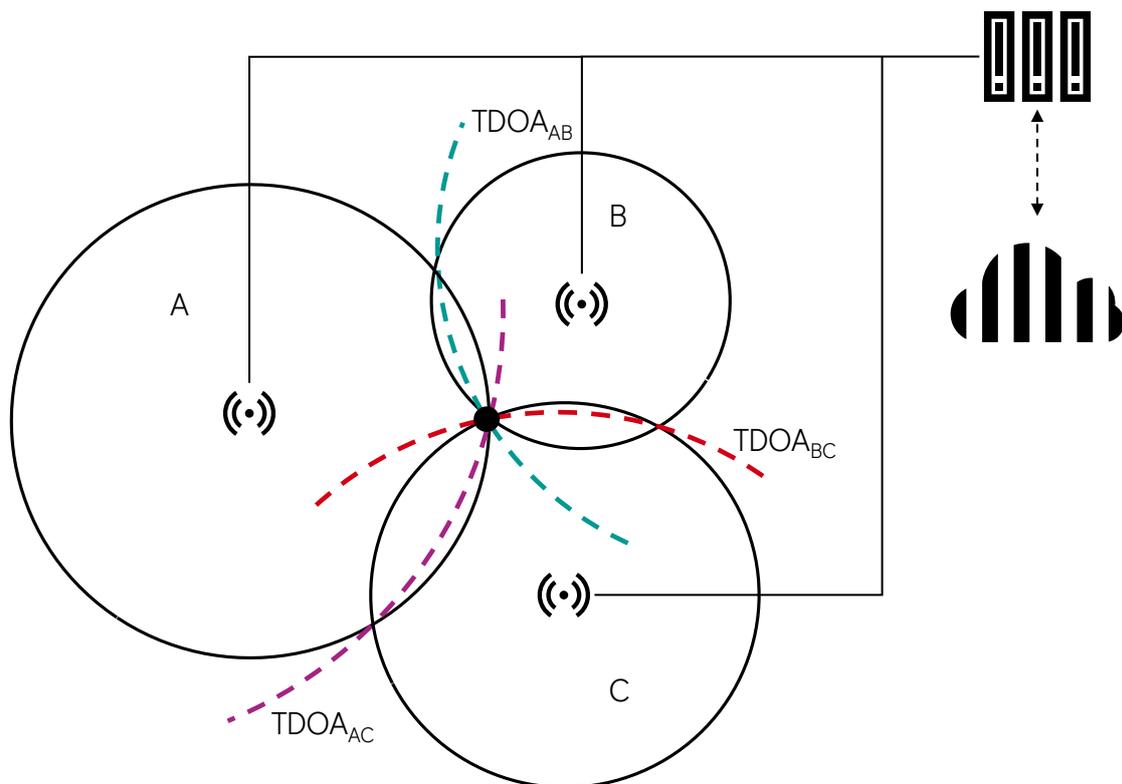
**Abbildung 3.1: Technologievergleich**

## Notwendige Infrastruktur

Für die Anwendung der vorangehend vorgestellten Übertragungstechnologien bedarf es jeweils der Ausstattung mit der für ein RTLS notwendigen Infrastruktur. Dazu gehört neben den entsprechenden Sendern und Empfängern auch die Software zur Positionsberechnung. Als häufigste Methode zur Positionsbestimmung wird bei BLE und WLAN die Trilateration mit dem Received Signal Strength Indicator (RSSI) eingesetzt, bei UWB werden zeitabhängige Algorithmen, bspw. Time Difference of Arrival (TDOA), verwendet [9]. Das Signal eines Senders wird dabei über mehrere Empfänger aufgenommen. Auf Basis der Zeitunterschiede, in denen ein Signal bei den Empfängern ankommt, berechnet der TDOA-Algorithmus den Abstand zwischen Sender und jedem Empfänger. Der Abstand dient als Radius eines Kreises, auf dem sich der Sender befinden kann. Dies wird bei mehreren Empfängern gleichzeitig errechnet, sodass der Schnittpunkt der Kreise die Position des Tags darstellt. Wichtig ist hierbei die Synchronisation der Zeit für alle Sender und Empfänger, damit es zu einer zuverlässigen Übermittlung der Übertragungszeit kommt. Um die Tags in einer zweidimensionalen Ebene

zu lokalisieren, sind mindestens drei Anker im Raum notwendig. Soll mit UWB zusätzlich auch die Höhe des Tags bestimmt werden, müssen mindestens vier Anker im Raum auf unterschiedlichen Höhen installiert werden. Zur alleinigen Anwesenheitskontrolle können auch weniger Anker pro Raum ausreichend sein.

Abhängig von der Übertragungstechnologie werden die Anker häufig via Power over Ethernet (PoE) angeschlossen, sodass die Verkabelung bei der Installation der Infrastruktur berücksichtigt werden muss. Eine Kommunikation über WLAN wird als weitere Möglichkeit angestrebt und zeitnah auf dem Markt eingeführt.



**Abbildung 3.2: Schematische Darstellung Funktionsweise TDOA**

Zur weiteren Infrastruktur eines T&T Systems gehören die Tags, also die Sender, deren Position anschließend vom System bestimmt wird. Die Tags müssen sicher und stabil am, zu lokalisierenden, Objekt angebracht werden, sind desinfektionsfähig und bewegen sich im Idealfall nur im Sichtbereich der Anker.

## Fazit

Für den abschließenden Anforderungsvergleich wurden als relevante Bewertungskriterien die Positionsgenauigkeit, der notwendige Aufwand für die Installation der Infrastruktur sowie die

Komplexität und Möglichkeiten zur technischen Umsetzung identifiziert. Anhand der drei genannten Parameter werden in Abbildung 3.3 die identifizierten Anwendungsfälle bewertet und abschließend eine Technologieempfehlung aufgestellt. Dabei orientiert sich die Bewertung für die notwendige Genauigkeit des Systems an den Mindestanforderungen zur Sicherstellung der zuverlässigen Funktionsweise der einzelnen Anwendungsfälle. So empfiehlt sich für hochpräzise Use Cases häufig ein UWB System.

Der Installationsaufwand für die Infrastruktur ist insbesondere von der Anzahl der notwendigen Anker abhängig. Je höher die geforderte Positionsgenauigkeit für einen Anwendungsfall, umso mehr Anker müssen für eine vollständige und zuverlässige Abdeckung in den Räumen installiert werden. Deshalb steigt der Aufwand bei genaueren Anwendungsfällen zusätzlich. Neben den Installationsarbeiten der Infrastruktur müssen die T&T Systeme, abhängig von den Anwendungsfällen, in die bestehende IT-Infrastruktur integriert oder gegebenenfalls neue IT-Services entwickelt werden. Der Aufwand für die technische Umsetzung ist dabei für eine reine Lokalisierung von Assets geringer als für komplexe Systeme, wie bspw. für die Indoor Navigation. Hier muss eine Vielzahl von Informationen aus unterschiedlichen Bereichen des Krankenhauses zusammen verarbeitet werden, um das gewünschte Ergebnis des Anwendungsfalls erzielen zu können.

Die Beschreibung der unterschiedlichen Übertragungstechnologien sowie der in Abbildung 3.1 dargestellte Vergleich dieser Technologien anhand der relevanten Kriterien Genauigkeit, Reichweite, Infrastruktur- und Hardwarekosten sowie die Batterielebensdauer der Tags zeigt, dass BLE und UWB nach aktuellem Standard die geeignetsten Technologien für ein RTLS im Krankenhaus sind. Die Verwendung von BLE für die Umsetzung eines Use Cases, insbesondere ein BLE Mesh, ermöglicht einen geringeren Installationsaufwand der Infrastruktur. Zusätzlich sind solche Systeme günstiger als UWB. Trotzdem ist UWB als Übertragungstechnologie in vielen Anwendungsfällen eine geeignete Technologie, da sie durch die hohe Positionsgenauigkeit den Anforderungen der präzisen Use Cases gerecht werden kann.

Nr.	Anwendungsfall	Notwendige Genauigkeit	Aufwand Infrastruktur	Technische Umsetzung	Empfohlene Technologie
1	Tracking von medizinischen Geräten und Betten	<1 m	Mittel	Gering – Mittel	BLE (Mesh)
2	Patientenverteilung	<0,5 m	Mittel–Hoch	Mittel	UWB
3	Indoor Navigation	<0,5 m	Mittel–Hoch	Mittel–Hoch	UWB
4	Inventar- und Wartungssteuerung	<1 m	Mittel	Gering – Mittel	BLE (Mesh)
5	Automatisiertes Informationssystem	<1 m	Mittel	Hoch	BLE (Mesh)
6	Abstandsbestimmung und Social Distancing	<0,5 m	Mittel–Hoch	Mittel–Hoch	UWB
7	Sicherstellen ausreichender Handhygiene	<1 m	Mittel	Mittel	BLE
8	Aufenthalts- und Auslastungsanalyse	<0,5 m	Mittel–Hoch	Mittel	UWB
9	Auslastungssteuerung in der Notaufnahme	<1 m	Mittel	Mittel	BLE (Mesh)

**Abbildung 3.3: Anforderungsabgleich zwischen Anwendungsfällen und Technologien**

## 4 Umsetzung und Lösungsansätze

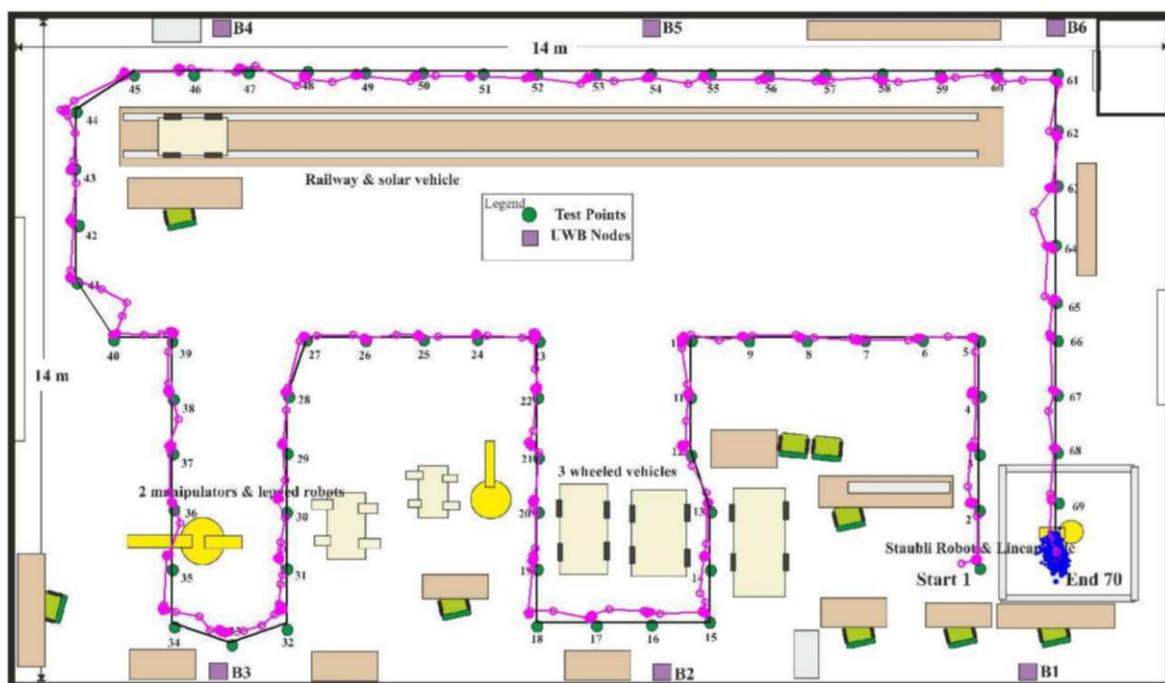
Ziel von Digitalisierungsmaßnahmen im Krankenhaus ist die Entlastung des Personals sowie der Zeitgewinn für therapeutische Maßnahmen. Wie durch die vorangehenden Anwendungsfälle verdeutlicht, kann die Positionsverfolgung sowie die Kenntnis der aktuellen Standorte von Betten, Rollstühlen und anderen medizinischen Geräten den Stationsmitarbeitenden einen großen Mehrwert bieten. Für die Umsetzung ist eine anforderungsgerechte Infrastruktur im IT-Bereich sowie die notwendige Ausstattung der Räume mit Nodes und das Anbringen von Tags an die zu lokalisierenden Objekte relevant.

### Anforderungen an die Daten(qualität)

Bei der Verwendung eines T&T Systems sind die Positionsgenauigkeit und –zuverlässigkeit zwei relevante Bewertungskriterien für die Datenqualität des Systems. Unter der Positionsgenauigkeit wird dabei die möglichst geringe Differenz zwischen der tatsächlichen Position des Tags in realer Umgebung und der vom System berechneten Position verstanden. Die Positionszuverlässigkeit beschreibt die verlässliche Lokalisierung des Tags über die gesamte Nutzungsdauer. Dabei können in den einzelnen Anwendungsgebieten unterschiedliche Umgebungsbedingungen Einfluss auf beide Parameter nehmen. Mit einem UWB T&T System der Firma **INTRANAV** wurden Tests in Bezug auf die Positionsgenauigkeit und –zuverlässigkeit durchgeführt. Durch die Interoperabilität der Plattform können auch andere Funktionen und Technologien integriert werden.

Die quantitative Erfassung zur Bestimmung der Zuverlässigkeit der Positionsberechnung des UWB-Systems erfolgt durch das wiederholte Bewegen des Tags auf definierte Messpunkte. Nach der Positionierung des Tags an dem jeweiligen Messpunkt werden die vom T&T System berechneten Koordinaten mit der tatsächlichen Position des Senders verglichen. Anschließend wird der Tag vom Messpunkt in die Mitte des Messbereichs bewegt und von dort aus wieder neu auf demselben Punkt positioniert. Über die Versuchsreihen kann so eine durchschnittliche Streuung von 9 cm um die verschiedenen Messpunkte erfasst werden. Es zeigt sich bei den Tags eine Korrelation zwischen dem überprüften Messpunkt und der Positionszuverlässigkeit. Dabei ist zu erkennen, dass die Streuung der berechneten Positionen zunimmt, je weiter die Messpunkte vom Zentrum des Messbereichs entfernt sind. Folglich gilt, dass die Positionsbestimmung der Tags am zuverlässigsten funktioniert, wenn sich dieser im idealen Sichtbereich von mindestens drei Ankern befindet.

Die höchste Positionsgenauigkeit von T&T Systemen erreicht UWB im Vergleich zu anderen Übertragungstechnologien und ist damit für hochpräzise Lokalisierung der Tags besonders geeignet. Die Abweichungen zwischen berechneter und tatsächlicher Position sind nach Herstellerangaben mit durchschnittlich bis zu 10 cm sehr gering (vgl. Abbildung 4.1). In klinischen Anwendungsgebieten finden sich jedoch auch andere Funksignale, die Interferenzen und damit Ungenauigkeiten beeinflussen können. Weiterhin kann die Positionsgenauigkeit durch Werkstoffe, wie bspw. Metall, beeinflusst werden. Ungenauigkeiten in der Positionsbestimmung werden durch Reflexion und Dämpfung der Signale verursacht. Dies muss bei der Einführung eines solchen T&T Systems zwingend berücksichtigt werden.



**Abbildung 4.1: INTRANAV Tests zur Positionsgenauigkeit von UWB**

Die UWB T&T Systeme werden bisher hauptsächlich in der industriellen Fertigung zur Prozessoptimierung und verbesserten Steuerung eingesetzt. Für Anwendungen von UWB im Krankenhaus gibt es noch keine umfassenden Studien zur erfolgreichen Implementierung und Umsetzung. Aufgrund dessen wurde der im Folgenden beschriebene Demonstrator entwickelt, um einen Überblick über die Machbarkeit und Einschränkungen von UWB T&T im Krankenhaus zu erhalten sowie Ergebnisse zur Positionsgenauigkeit zu sammeln.

## Anwendungsbeispiel umlaut Demonstrator

Im Folgenden soll mithilfe eines Demonstrators aufgezeigt werden, dass die Positionsbestimmung von Assets innerhalb mehrerer Zimmer einer beispielhaften Station eines Krankenhauses möglich ist. Als Übertragungstechnologie zur Positionsbestimmung kommt Ultrawide Band zum Einsatz. Da die Infrastruktur für diese Technologie noch mit höheren Investitionskosten verbunden ist als BLE und WLAN, wird versucht mit so wenig Hardware wie möglich ein funktionierendes System zur Positionserkennung aufzubauen. Der Demonstrator stellt einen kleinen Ausschnitt einer Krankenhausstation mit Flur und zwei Behandlungszimmern dar. So kann jeweils ein Anker im beispielhaften Flur und den beiden Behandlungszimmern installiert werden. Die Tags lassen sich in den Räumen des Demonstrators frei bewegen und simulieren so die Möglichkeit zur Lokalisierung von Assets wie Betten oder anderen medizinischen Geräten.

Der Aufbau des Krankenhaus 4.0 Demonstrators erfolgt mit dem UWB Track & Trace System von **INTRANAV**. Dabei werden drei Anker an den Wänden in einer Höhe von 2,50 m montiert, jeweils ein Anker in jedem Raum. Die räumliche Trennung zwischen den beiden Zimmern ist eine blickdichte Wand, die Zimmer und der Flur werden von Glaswänden und -türen getrennt. Alle drei Anker werden über Power-over-Ethernet (PoE) an einen Switch angeschlossen, sodass die Daten darüber an eine Computing-Unit geleitet werden. Die Positionsdaten der Assets werden hier verarbeitet und die berechnete Position in einem Dashboard angezeigt. Jeder der drei Bereiche ist mit einem eigenen Geofence im T&T System hinterlegt, sodass für jede Statusänderung des Assets, wie Betreten oder Verlassen eines Geofences, ein eigenes Event mit allen notwendigen Details generiert wird. Damit lässt sich folglich erfassen, wann welches Gerät in ein Zimmer bewegt oder wieder herausgeholt wurde und wo es sich zum aktuellen Zeitpunkt befindet.

Die Anwendung des Demonstrators verdeutlicht, dass die Positionsbestimmung von Assets auf Zimmerebene sehr gut und zuverlässig funktioniert. So lassen sich Betten oder andere medizinische Geräte schnell und einfach vom Pflegepersonal innerhalb des Gebäudes lokalisieren. Bisher bestehende Suchzeiten können mithilfe einer solchen Technologie drastisch reduziert werden. In Bezug auf eine reale Anwendung unterliegt der Demonstrator jedoch Einschränkungen in der hier dargestellten Nutzung. Die vorhandenen äußerlichen Bedingungen, wie die Glaswände zwischen dem Flur und den Zimmern sind in einer realen Krankenhausumgebung meist nicht gegeben. Blickdichte Wände erschweren die Lokalisierung durch die Übertragungstechnologie erheblich, sodass ein Anker pro Raum kaum ausreichen wird, um eine flächendeckende Nachverfolgung zu garantieren. Im Idealfall sollten folglich jeweils drei Anker pro Raum installiert werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Anwendung von UWB zur Positionsverfolgung von Assets im Krankenhaus sehr gut möglich ist. Darstellungen in einem zentralen Dashboard erleichtern somit nicht-therapeutische Arbeitsprozesse des Pflegepersonals. Insbesondere für hochpräzise Anwendungen ist UWB die beste verfügbare Technologie. Trotzdem stellt sich die Frage nach der passenden Übertragungstechnologie. Als Alternative steht für eine solche Anwendung BLE zur Verfügung.

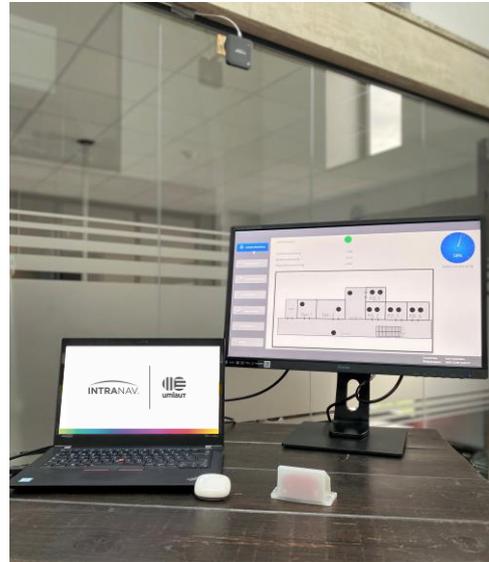
## **Anforderung an die Implementierung**

Für die erfolgreiche Implementierung eines funktionierenden T&T Systems im Krankenhaus ist die Kompatibilität mit bereits bestehenden Strukturen und Prozessen ein zentraler Baustein. Die Einführung der technisch-unterstützten Positionsbestimmung sowie deren unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten muss dabei von einem Großteil der Belegschaft mitgetragen werden. Da der Einsatz von T&T Systemen die Arbeitsprozesse des Pflegepersonals verändert, ist eine große Akzeptanz gegenüber den Technologien besonders wichtig. Mithilfe einer klaren Definition von Kontext und messbaren Zielgrößen kann diese Akzeptanz bereits vor der Implementierung geschaffen werden.

Damit das T&T System nach der Installation vollumfänglich genutzt werden kann, muss rechtzeitig mit der Schulung der Mitarbeitenden begonnen werden. Wichtig ist ein sicherer Umgang mit dem Stationsdashboard, um die Potenziale der Use Cases zu nutzen und die Zeit des Pflegepersonals für therapeutische Prozesse zu erhöhen.

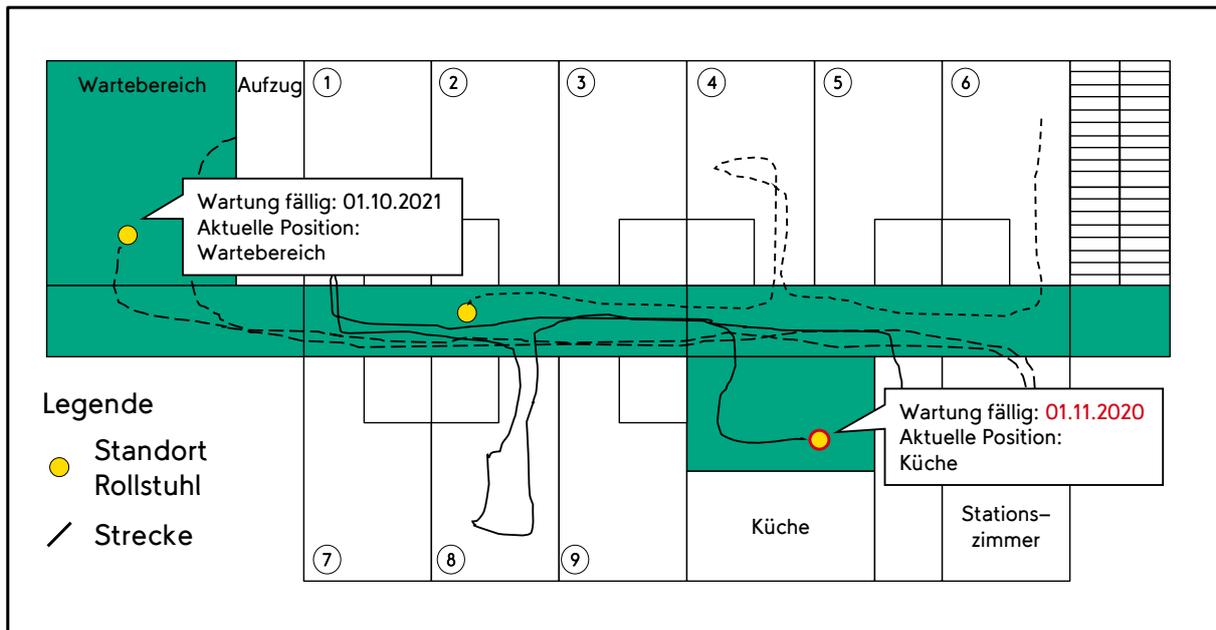
## Wertschöpfung mittels T&T

Mithilfe der zur Verfügung stehenden Übertragungstechnologien können T&T Systeme dafür sorgen, die Aufwände von Pflegepersonal für nicht-therapeutische Prozesse zu minimieren. Um die notwendige Transparenz und Anwendbarkeit des T&T Systems für das Personal zu schaffen, werden alle erfassten Daten in einem Dashboard zusammengeführt und verarbeitet. Hier kann die Zimmerauslastung der einzelnen Stationen abgelesen werden, die Position von einem benötigten medizinischen Gerät überprüft werden oder das Fälligkeitsdatum der nächsten Instandhaltung eines Assets bestimmt werden. Der umlaut Demonstrator zeigt, dass bereits jetzt Systeme dieser Art in Krankenhäusern installiert werden können. Damit lässt sich die Wertschöpfung einzelner Prozesse deutlich erhöhen, wie die zwei folgenden Beispiele verdeutlichen.



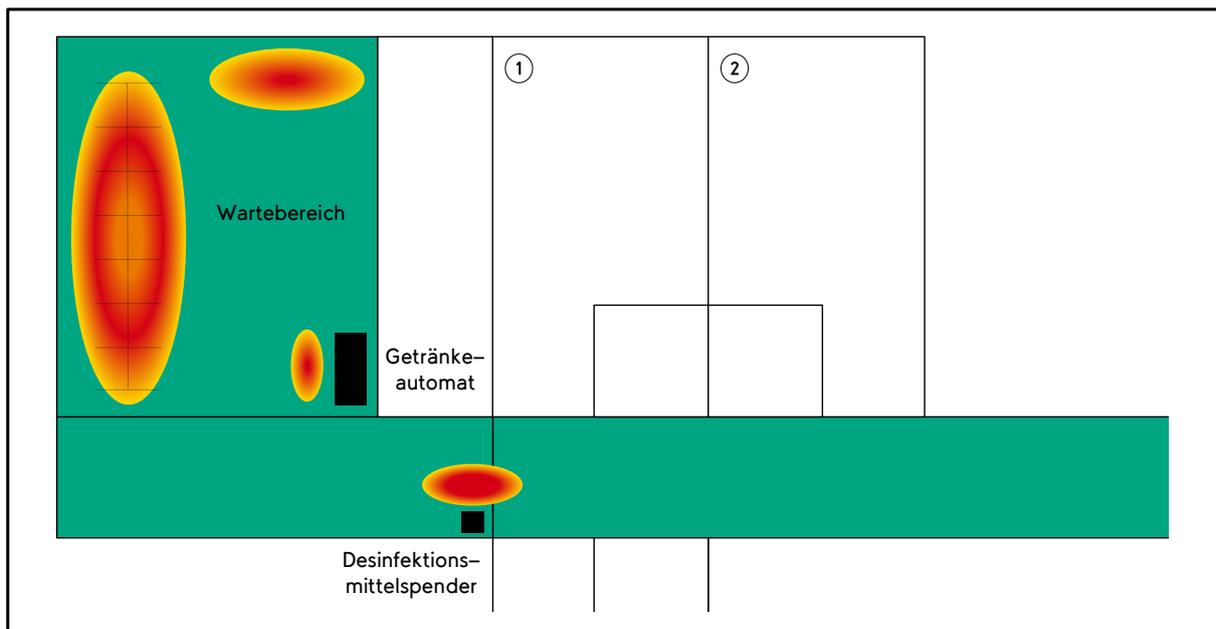
**Abbildung 4.2: Stationsdashboard**

Beispielhaft lässt sich das Bewegungsprofil eines Rollstuhls innerhalb einer Station nachvollziehen, die mit einem T&T System ausgestattet ist. Der Rollstuhl wird in der Regel an einem zentralen Ort abgestellt und bei Bedarf von dort aus verwendet. Anhand der Einsatzzeiten und des Bewegungsprofils lässt sich erkennen, wie groß die Auslastung des Assets ist. So lange sich der Rollstuhl im durch das T&T System abgedeckten Bereich befindet, kann dieser schnell lokalisiert werden und es entstehen weniger Wartezeiten. Die Integration von Wartungszyklen benachrichtigt die Anwender rechtzeitig über anstehende Instandhaltungsarbeiten und führt damit zu Prozessoptimierungen. Es stehen folglich immer einsatzfähige Rollstühle bereit.



**Abbildung 4.3: Wertschöpfung durch Kenntnis der Bewegungsprofile**

Außerdem kann ein T&T System zu mehr Wertschöpfung für das hausinterne Bistro führen. Tragen Besucher oder Patienten einen Tag anonymisiert sogenannte Wearables am Körper, kann bspw. die Auslastung verschiedener Bereiche ausgewertet werden. Dafür können Heatmaps in Wartebereichen oder Sozialräumen eingesetzt und analysiert werden. Die Analyse zeigt auf, dass ein Wartebereich in der Station häufig von Besuchern frequentiert ist, sodass sich hier das Aufstellen eines Getränkeautomaten lohnen kann.

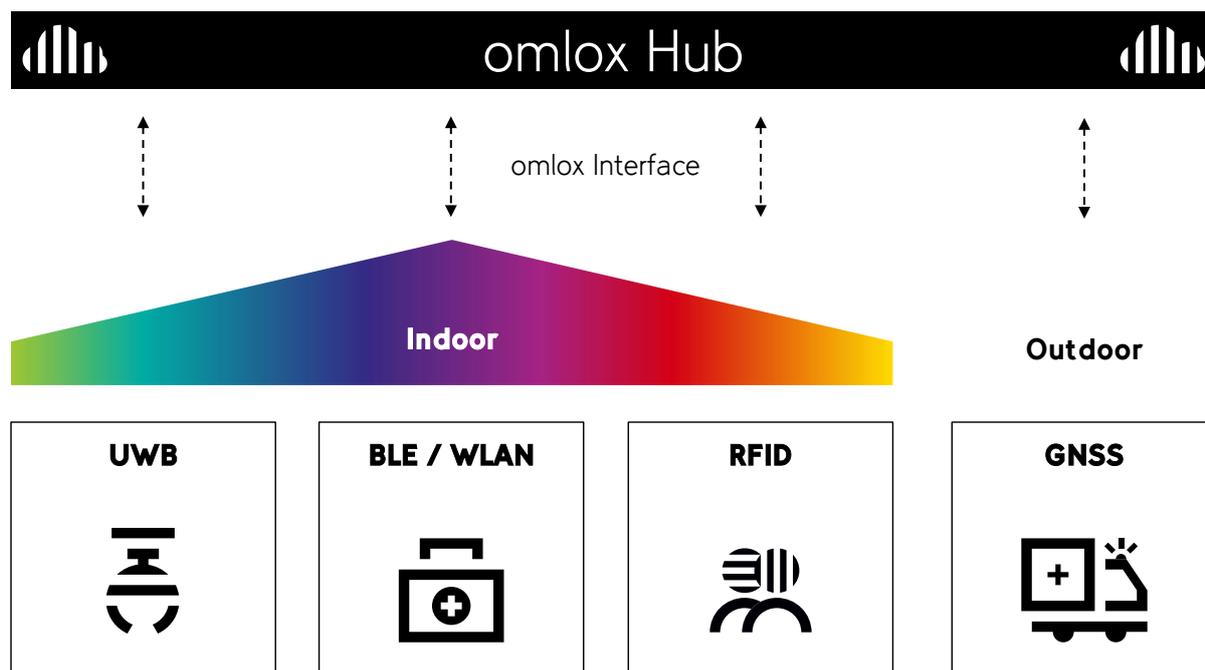


**Abbildung 4.4: Wertschöpfung durch Auslastungserfassung**

## 5. Ausblick

Wie die Anwendungen des umlaut Demonstrators sowie die vorangehenden Beispiele zur Wertschöpfung mit T&T Systemen zeigen, kann die Positionsbestimmung von Assets im Krankenhaus zu relevanten Prozessoptimierungen führen. Die gegenwärtigen Pilotprojekte in den Kliniken machen deutlich, dass sich bereits jetzt vereinzelt mit der Einführung eines T&T Systems beschäftigt wird. Zukünftig wird dieses Thema immer präsenter werden, da im Rahmen der Digitalisierung und auf dem Weg zu einem Krankenhaus 4.0 die Implementierung eines T&T Systems ein zentraler Baustein ist. Die unterschiedlichen Übertragungstechnologien bieten verschiedene Möglichkeiten und bereits bestehende Infrastruktur kann bei der Auswahl einer geeigneten Technologie berücksichtigt werden.

Um in Zukunft die Vielzahl von verwendeten Übertragungstechnologien zu vereinen, haben sich Industriepartner zusammengeschlossen und arbeiten am 3D-Lokalisierungsstandard omlox. Der omlox Hub ermöglicht es, verschiedene Technologien von unterschiedlichen Herstellern durch generelle Schnittstellen in einem Standard zu integrieren. Als offenes Ökosystem bietet der omlox Hub für eine Vielzahl von Lösungsansätzen der Industriepartner die Möglichkeit, Positionsdaten aus einem breiten Anwendungsfeld zu verarbeiten. Im Innenbereich können Daten mittels UWB, BLE, WLAN oder auch RFID in der omlox Core Zone in einem RTLS erfasst werden. Zusätzlich ist ein problemloser Übergang zur Positionsverfolgung im Außenbereich über das globale Navigationssatellitensystem (GNSS) möglich.



**Abbildung 5.1: omlox Hub**

So lässt sich in verschiedenen Bereichen jeweils die passende Technologie installieren, die unterschiedlichen Daten werden jedoch alle im omlox Hub gebündelt und können daraufhin standardisiert verarbeitet werden.

Neben omlox bietet auch **INTRANAV.IO** die Abbildung mehrerer Technologien (UWB, BLW, WLNA und RFID) und kann Daten aufnehmen und verwalten. Die gesammelten Daten der unterschiedlichen Technologien werden hierbei über die proprietäre **INTRANAV** Plattform gesammelt und verarbeitet.

Für die Anwendung im Gesundheitswesen haben sich Leuchtmittel-Hersteller zur Aufgabe gemacht, die Empfänger für den Standard in ihren Leuchten zu integrieren, sodass in Zukunft keine zusätzliche Infrastruktur geschaffen werden muss, sondern diese direkt im Gebäude über die Leuchten zur Verfügung steht. Gerade die Unabhängigkeit von Technologie und Anbieter kann für den Gesundheitssektor von hoher Bedeutung sein, um die idealste Lösung für unterschiedliche Use Cases mit wenig infrastrukturellem Aufwand zu installieren.

Zu den Wegbereitern des Krankenhaus 4.0 zählen in Deutschland auch die neusten Entwicklungen und Möglichkeiten durch das Krankenhauszukunftsgesetz (KHZG). 4 Milliarden Euro sollen in die Digitalisierung und IT-Sicherheit von Krankenhäusern investiert werden. Zu den Hauptaspekten gehört die Förderung von Patientenportalen, elektronischer Dokumentation von Pflege- und Behandlungsleistungen, digitalem Medikationsmanagement, Maßnahmen zur IT-Sicherheit sowie sektoren-übergreifenden telemedizinischen Netzwerkstrukturen. Die Verbesserung und Weiterentwicklung der IT und Systeme im



Krankenhaus kann Möglichkeiten schaffen, neue Technologien wie T&T Systeme zu implementieren und so prozessorientierte Mehrwerte für Mitarbeitende und Patienten zu realisieren.

## Call-to-Action

Im Rahmen der angehenden Digitalisierungsprozesse innerhalb eines Krankenhauses nimmt ein vollumfängliches T&T System eine wichtige Rolle ein. Hiermit kann mehr Zeit für nicht-therapeutische Prozesse geschaffen werden. Die verschiedenen Übertragungstechnologien ermöglichen einzel- oder auch vollintegrierte Lösungen für definierte Bereiche sowie das gesamte Krankenhaus. Vereint im omlox Hub, kann über eine Plattform auf alle Daten zugegriffen werden.

Sollen einzelne Technologien zur kontinuierlichen Lokalisierung von Objekten im Krankenhaus eingesetzt werden, ist die Auswahl der geeignetsten Übertragungstechnologie ein wichtiger Baustein zur erfolgreichen Implementierung. Es gilt dabei, bestehende Infrastruktur einzubinden und die Investitionskosten unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen so gering wie möglich zu halten. Als strategischer Partner begleitet Sie umlaut bei der Umsetzung eines T&T Systems von der Prozessaufnahme und Entscheidung für die bestmögliche Technologieauswahl über die Beschaffung und Installation der Hard- und Software bis hin zum Support während des Live-Betriebs.

Bei Interesse kontaktieren Sie uns gerne:



**Julius Mennig**

[julius.mennig@umlaut.com](mailto:julius.mennig@umlaut.com)



**Christoph Storm**

[christoph.storm@umlaut.com](mailto:christoph.storm@umlaut.com)

## 6. Literatur

- [1] Krankenhaus Barometer 2019. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.dki.de/sites/default/files/2019-12/2019\\_Bericht%20KH%20Barometer\\_final.pdf](https://www.dki.de/sites/default/files/2019-12/2019_Bericht%20KH%20Barometer_final.pdf).
- [2] McKinsey & Company, „Digitalisierung in deutschen Krankenhäusern: Eine Chance mit Milliardenpotenzial für das Gesundheitssystem“, 2018.
- [3] Roland Berger, „Krankenhausstudie 2017“, München, 2017.
- [4] U. Hübner, M. Esdar, J. Hüser, J. Liebe und J. Weiß, IT-Report Gesundheitswesen 2020 – Wie reif ist die Gesundheits-IT aus Anwender-Perspektive? Befragung ärztlicher und pflegerischer Krankenhaus-Direktoren\*innen in Deutschland, Österreich und der Schweiz, 2020.
- [5] M. Bauer, B. Bienzeisler und M. Rohm, „Track and Trace Technologien im Überblick“, Stuttgart, 2019.
- [6] Zebra Technologies, The Future of Healthcare: 2022 Hospital Vision Study. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.zebra.com/content/dam/zebra\\_new\\_ia/en-us/solutions-verticals/vertical-solutions/healthcare/white-paper/2022-hospital-vision-study-en-global.pdf](https://www.zebra.com/content/dam/zebra_new_ia/en-us/solutions-verticals/vertical-solutions/healthcare/white-paper/2022-hospital-vision-study-en-global.pdf) (Zugriff am: 8. September 2020).
- [7] B. Berg, G. Longley und J. Dunitz, „Improving Clinic Operational Efficiency and Utilization with RTLS“ (eng), Journal of medical systems, Jg. 43, Nr. 3, S. 56, 2019, doi: 10.1007/s10916-019-1174-z.
- [8] Robert Koch Institut, Antibiotic Resistance and Hospital Infections. [Online]. Verfügbar unter: [https://www.rki.de/EN/Content/infections/antibiotic/antibiotic\\_node.html](https://www.rki.de/EN/Content/infections/antibiotic/antibiotic_node.html) (Zugriff am: 17. September 2020).
- [9] A. Alarifi et al., „Ultra Wideband Indoor Positioning Technologies: Analysis and Recent Advances“ (eng), Sensors (Basel, Switzerland), Jg. 16, Nr. 5, 2016, doi: 10.3390/s16050707.



Mit freundlicher Unterstützung von:





umlaut SE  
Am Kraftversorgungsturm 3  
52070 Aachen  
Germany

[www.umlaut.com](http://www.umlaut.com)  
[beyond@umlaut.com](mailto:beyond@umlaut.com)  
Veröffentlicht am 18.12.2020