

# Krankenhaus 4.0

Hospital IT 4.0

Medizintechnik 4.0

Klinische Prozesse 4.0

Facility Management 4.0



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**13. - 14. Oktober 2017**  
Audimax Lübeck

# Krankenhaus 4.0

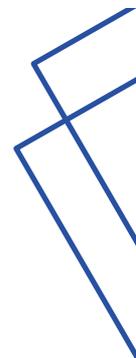
Die Bezeichnung „Krankenhaus 4.0“ basiert auf dem von der Bundesregierung für ein Projekt der Hightech-Strategie verwendeten Begriff der Industrie 4.0. Seinerseits bezieht sich dieser auf die drei vorangegangenen Revolutionen in der industriellen Fertigung und definiert nach der Mechanisierung mit Dampf- und Wasserkraft, der Massenproduktion durch Fließbandfertigung und Elektrifizierung, sowie der digitalen Revolution bzw. dem Einsatz von Elektronik und IT den vierten Abschnitt als die Verzahnung aller Teilnehmer eines Produktlebenszyklus, wie Menschen, Maschinen, Anlagen, Logistik und das Produkt selbst, die durch moderne Informations- und Kommunikationstechnologie kooperieren und cyber-physische Systeme sich selbst steuern und optimieren.

Auch wenn die Nummerierung in Bezug auf das Gesundheitswesen allgemein oder speziell bezüglich des Krankenhauses keine direkte Entsprechung hat, beschreibt der Zusatz „4.0“ die Verwendung gleicher Konzepte, Methoden und Technologien aus der Industrie im Gesundheitssektor. Dies betrifft jedoch nicht nur Bereiche, die sich mit industriellen Aufgaben überschneiden, wie der Gebäude- und Anlagen-instandhaltung, sowie der Organisation von Lieferketten, sondern auch spezifische Bereiche der medizinischen Gesundheitsversorgung wie Diagnose, Therapie und Pflege. Durch die Vielseitigkeit der Aufgaben und Unterschiede in den technischen Voraussetzungen ist die Entwicklung hin zum Krankenhaus 4.0 besonders bei der Integration in schon bestehende Strukturen kein abrupter Umbruch, sondern ein evolutiver Prozess, der aber mit einem Blick auf ganzheitliche Konzepte

und neue technologische Möglichkeiten begleitet werden sollte.

Das Krankenhaus 4.0 zeichnet sich durch den Aufbruch von Grenzen aus. Informationen werden abteilungs- und einrichtungsübergreifend zugänglich, Telemedizin erlaubt eine vom Standort unabhängige medizinische Versorgung, medizinische Geräte kommunizieren untereinander und bieten dem Personal Unterstützung bei Diagnose und Therapie. Durch Medical Apps erhält der Patient einen besseren Überblick über die eigene Behandlung, eine automatisierte Logistik erlaubt eine schnelle Anpassung an sich ändernde Bedingungen und die Nutzung umfassend entstehender Daten erlaubt die ganzheitliche Optimierung von Prozessen im Krankenhaus. Dies schafft die Basis für einen effizienteren Krankenhausbetrieb, der die Aspekte der Qualität der medizinischen Versorgung, der Patienten- und Personalzufriedenheit, sowie der Nachhaltigkeit umfassend einbezieht.

In den folgenden Kapiteln dieser Broschüre erhalten Sie einen Überblick über die verschiedenen Aspekte und Einsatzmöglichkeiten von 4.0-Technologien im Umfeld Krankenhaus und Gesundheit. Aufgeteilt in die Themenbereiche Hospital IT, Medizintechnik, Klinische Prozesse und Facility Management-Diese werden Ihnen ein Einblick in den aktuellen Stand der Technik, Problemstellungen, neue Entwicklungen und mögliche Potentiale gegeben.



# Inhaltsverzeichnis

## Hospital IT 4.0 ..... 4 - 13

Cloud / IT-Service / BigData  
Mobile Anwendungen  
Daten- / Dokumentenaustausch  
Cyber-Security and Privacy

## Medizintechnik 4.0 ..... 14 - 23

Interoperabilität / Vernetzung  
Assistenzsysteme  
Wartung & Service  
Usability

## Klinische Prozesse 4.0 ..... 24 - 33

e-Health / Medical Apps  
Clinical Unified Collaboration  
Qualität / Leistung / Effizienz  
Integrierte Prozesse

## Facility Management 4.0 ..... 34 - 43

IT gestützte Instandhaltung  
IoT im Krankenhaus  
Sustainability / Blue-Green-Hospital  
Supply-Chain-Management

# Hospital IT 4.0

Cloud / IT-Service / BigData

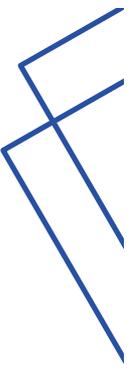
Mobile Anwendungen

Daten- / Dokumentenaustausch

Cyber-Security and Privacy



# Hospital IT 4.0



Der Einsatz von moderner Informationstechnik im Krankenhaus gewinnt immer mehr an Bedeutung. Während die Digitalisierung zunächst darauf abzielt, bestehende Prozesse wie Datenaustausch und Dokumentation zu erleichtern, ergeben sich durch Technologien wie Cloud Computing, Big Data Analysen und medizinische Anwendungen auf mobilen Endgeräten ganz neue Möglichkeiten in der medizinischen Versorgung, der Forschung und der Administration. Durch die Sensibilität medizinischer personenbezogener Patientendaten ergeben sich jedoch durch zunehmende Vernetzung auch neue Herausforderungen an die Sicherheit der Systeme und den Datenschutz.

Cloud-Dienste erlauben es Einrichtungen, den eigenen Bedarf an IT-Infrastruktur, Plattformen oder spezieller Software von außen zu beziehen, was zunächst anfallende Anschaffungskosten, aber auch Wartungs- und Verwaltungsaufwand minimiert. Doch Cloud-Technologien können auch allein innerhalb der eigenen Einrichtung etabliert werden, um verteilte Krankenhausinformationssysteme, Anlagen und Geräte miteinander zu verbinden. Sie erlauben auch die Organisation von großen Datenmengen und deren Nutzung z.B. für eine personalisierte medizinische Behandlung durch Big Data-Analysen.

Durch die Vernetzung mobiler Endgeräte wie Smartphones oder Tablets mit dem Krankenhausinformationssystem ist es den Ärzten und Pflegekräften, aber auch dem Patienten möglich, Zugriff auf die für Sie wichtigen und freigegebenen Daten zu haben und umgekehrt Vorgänge wie die Eintragung von Medikation und

weiteren Daten vor Ort durchzuführen. Damit ergeben sich auch Anwendungen der Telemedizin und der medizinischen Überwachung von Patienten zuhause. Grundlage für diese Anwendungen ist ein strukturierter Datenaustausch, der nach standardisierten Profilen abläuft und Dokumente nach einheitlichen Terminologien erstellt. In einzelnen Bereichen wie der medizinischen Bildgebung werden schon herstellerübergreifende Standards verwendet. Im Falle von Patientendaten bieten Formate wie die elektronische Fallakte eine kontinuierliche Dokumentation zum Beispiel zwischen Praxis und Klinik.

Ziel dieser Entwicklungen ist eine elektronische Patientenakte, in der alle Daten wie Medikation und Befunde hinterlegt sind und dem Arzt, aber auch dem Patienten zur Verfügung stehen. Doch auch bei Vernetzung und Verfügbarkeit muss der Schutz der Daten gewährleistet sein. Dabei ist es wichtig, dass Einrichtungen wie Krankenhäuser Konzepte und Maßnahmen für alle Abteilungen gemeinsam umsetzen, so dass gerade im durch Geräte und Systeme verschiedener Hersteller mit unterschiedlichem Alter und Netzwerkfähigkeiten sehr heterogenen Umfeld Krankenhaus keine Sicherheitslücken entstehen.

Moderne Informationstechnik bietet im Krankenhaus 4.0 viele Möglichkeiten zur Optimierung von Prozessen und Etablierung neuer Anwendungen und Methoden, sowie eine verbesserte Transparenz für den Patienten, der durch die Verfügbarkeit seiner Daten in den Behandlungsablauf mit einbezogen wird.



## Cloud / IT-Service / Big Data

Der Begriff „Cloud Computing“, im deutschen auch „Rechnerwolke“ genannt, bezeichnet die Bereitstellung von IT-Infrastruktur und – Diensten über das Internet bzw. über Rechnernetzwerke.

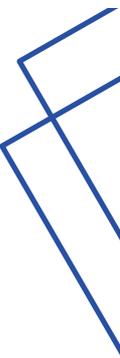
Cloud-Dienste können dabei in drei Kategorien eingeteilt werden. Zunächst das „Infrastructure as a Service“ Modell, kurz IaaS. Mit diesem Service können sich Kunden selbst virtualisierte Computerhardware passend zu ihrem aktuellen Bedarf an Ressourcen wie Speicher und Rechenleistung zusammenstellen und auf dieser dann selbstverantwortlich arbeiten.

Dieses Mieten von Rechnerinfrastruktur hat gegenüber dem direkten Kauf einige Vorteile. Die mit der Anschaffung verbundenen Kosten und Aufwände werden vermieden, seltene Nutzung wird bezahlbar, Bedarfschwankungen, sowohl kurzfristige wie Belastungsspitzen als auch langfristiges Wachstum, können abgefangen werden. Durch die nötige Virtualisierungstechnologie werden weitere Möglichkeiten wie Softwaretests auf unterschiedlichen Plattformen erleichtert.

Möchte ein Anwender Software entwickeln, kann er die dafür benötigten Plattformen wie Laufzeit- und Entwicklungsumgebung ebenfalls ohne die Anschaffung der benötigten Hard- und Software über die Cloud beziehen (Platform as a Service, PaaS). Aber Software kann nicht nur entwickelt, sondern auch als Cloud-Dienst angeboten werden.

Beim „Software as a Service“ Modell (SaaS) betreibt ein externer IT-Dienstleister die Software und die dafür nötige Infrastruktur und der Anwender nutzt diese als Dienstleistung. Hier ist ebenfalls die Kostenersparnis ein bedeutender Vorteil, da Wartung und Aktualisierung an den Dienstleister ausgelagert sind und der Anwender sich auf sein Kerngeschäft konzentrieren kann.

Wie bei jeder Auslagerung begibt sich der Nutzer dieser Services damit in Abhängigkeit zum Anbieter und nimmt einen Grad an Kontrollverlust in Kauf. Daher muss sorgfältig geprüft werden, welche Dienste über die Cloud bezogen werden sollen.



## Public und Private Cloud

Doch Cloud ist nicht gleich Cloud. Denn neben den genannten Service-Modellen gibt es auch verschiedene Liefermodelle. Die beiden Hauptkonzepte sind die Public Cloud, in der einer breiten Öffentlichkeit über das Internet abstrahierte IT-Dienste angeboten werden. Am anderen Ende steht die Private Cloud, die nur einer begrenzten Gruppe Zugang ermöglicht und deren Hardware sich innerhalb („on premises“) der jeweiligen Organisation befindet. Dazwischen gibt es verschiedene Kombinations- bzw. Misch-Modelle. Hier sind u.a. die Hybrid-Cloud zu erwähnen, die auf den Nutzer zugeschnittenen kombinierten Zugang sowohl zu Public als auch Private Cloud-Diensten bietet und die Virtual Private Cloud, die öffentliche IT-Infrastruktur nutzt, aber durch geeignete Sicherheitsmaßnahmen wie VPN einen „privaten Bereich“ ermöglicht.

Aus diesem Katalog an Möglichkeiten bieten sich nicht nur für die Industrie, sondern auch in Krankenhäusern viele Einsatzmöglichkeiten. Neben den erwähnten Vorteilen der Einsparungen von Kosten und Einrichtungsaufwand durch Auslagerung kann die Cloud bzw. Cloud-Dienste dazu genutzt werden, große anfallende Datenmengen, die mit klassischen Methoden kaum zu analysieren sind (Big Data) strukturiert auszuwerten. Die so neu gewonnen Erkenntnisse fließen wieder direkt in die eigene Wertschöpfungskette. Die Nutzung dieser Massendaten kann zusätzlich dazu verwendet werden, die eigene Produktion bzw. im Falle eines Krankenhauses die eigene Logistik und weitere Abläufe mit Partnern wie Zulieferern abzustimmen und frühzeitig auf Veränderungen wie Lieferengpässe zu reagieren.

## Datenschutz durch Firewalls und Sealed Cloud

In der Industrie, aber im Besonderen auch im Gesundheitsbereich muss die Sicherheit der Daten gewährleistet sein. Gerade bei der Nutzung von Public Cloud-Diensten ist es oft schwer nachvollziehbar, wo genau die jeweiligen Daten gespeichert werden und wer dort Zugriff besitzt bzw. erlangen könnte. Neben Verschlüsselungsmaßnahmen, die verhindern sollen, dass Daten während der Übertragung eingesehen werden können, ist eine besondere

Herausforderung für die Sicherheit, dass der Anbieter der genutzten Cloud-Dienste bzw. der genutzten IT-Infrastruktur grundsätzlich Zugang zu den Daten hat. Die Sealed Cloud (versiegelte Wolke) ermöglicht es durch eine Reihe an organisatorischen und technischen Maßnahmen, dass während der Übermittlung, Verarbeitung und Speicherung von Daten selbst der Betreiber der Infrastruktur keinen Zugriff auf die Daten hat. Diese Technologie wurde u.a. im Zuge des Trusted Cloud Programm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie weiterentwickelt. Teil dieses Programms ist auch die „HealthCloud“, die dazu dienen soll, medizinische Rohdaten datenschutzgerecht für Fragestellungen aus Forschung, Entwicklung und Gesundheitsökonomie auszuwerten.

Mögliche Anwendungen sind die Auswertung aus anonymisierten Patientendaten, Wirtschaftlichkeitsprüfungen medizinischer Behandlungen und frühzeitige Erkennung von Nebenwirkungen neu eingeführter Medikamente durch automatisierte Verfahren. Diese Services können über eine öffentliche, aber auch über eine private Cloud bereitgestellt werden. Auch über eine interne, durch die eigene Firewall geschützte private Cloud ergeben sich viele weitere Anwendungsmöglichkeiten für Krankenhäuser, wie das Verwalten und die Analyse sowohl medizinischer Daten aus Medical Apps, aber auch logistisch relevanter Daten, wie Raumauslastung und Materialverbrauch durch den Einsatz von IoT-Technologie, über die sogenannte „smart devices“ selbstständig Daten über Gateways an Cloud-Dienste weitergeben können. Auch im Gesundheitswesen spielt „Big Data“ eine Rolle. Neben der erwähnten Nutzung der anonymisierten Daten als Grundlage zur Forschung und Entwicklung können die von einem Patienten anfallenden Daten aus der elektronischen Patientenakte genutzt werden, die Behandlung auf eine personalisierte medizinische Versorgung auszurichten.

Cloud IT im Krankenhaus bietet viele Möglichkeiten, die Digitalisierung und Vernetzung voranzubringen und ganz neue Anwendungen umzusetzen. Dabei ist es jedoch besonders wichtig zu entscheiden, welche Dienste intern über eine sicherere private Cloud bereitgestellt oder über die Public Cloud bezogen werden sollen und wie man diese Systeme miteinander verbindet.



## Mobile Anwendungen

Die Digitalisierung und der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) im Gesundheitswesen, oft als eHealth bezeichnet, umfasst die Bereiche der Vorbeugung, Diagnose, Therapie, Überwachung und auch der Verwaltung. Dabei werden zunehmend auch mobile Endgeräte wie Smartphones und Tablets, sowie tragbare „smart devices“ eingesetzt, um IT-Applikationen am „Point of Care“, also direkt am Patienten, nutzen zu können. Aber auch in den nicht medizinischen Bereichen wie der Logistik und Instandhaltung finden Anwendungen auf mobilen Geräten Verwendung.

### Mobile Health

Mobile IKT, wie Smartphones und Tablets, die nicht als Medizingeräte entwickelt wurden, können durch die Verwendung von sogenannten Medical Apps trotzdem als solche fungieren. Dies kann der Darstellung von Röntgenaufnahmen am Krankenbett, der direkten Nachbestellungen von Medikamenten oder aber auch der Unterstützung von medizinischen Entscheidungen durch je nach Anwender festgelegten und sicheren Zugriff auf

weitreichende Daten dienen. Da die mobilen Geräte selbst nur Zugriff auf diese Daten benötigen und sie nicht selbst speichern und verwalten können, bieten sich Cloud-Plattformen zur zentralen Verwaltung der Datenmengen an. Auch die Medical Apps selbst können als Cloud-Dienste dem Anwender zur Verfügung gestellt werden.

Der Bereich der mobilen Anwendungen im Gesundheitswesen, inzwischen auch mit mHealth für „Mobile Health“ bezeichnet, kann in mehrere Einsatzgebiete bzgl. der Anwendergruppen unterteilt werden. So bezeichnet der „Bürgerbereich“ Anwendungen ohne direkten medizinischen Zweck, die freiwillig verwendet werden können und der Wellness und Fitness dienen, wie Laufcomputer oder Ernährungs-Apps. Erfüllt die Anwendungen einen medizinischen Zweck müssen Qualitäts- und Sicherheitsstandards erfüllt werden. Anwender hier sind Patienten mit akuten oder chronischen Erkrankungen, die mit Hilfe der mobilen und tragbaren Geräte Vitalparameter wie z.B. Herzfrequenz und Blutzucker aufzeichnen oder auch direkt

weiterleiten im Rahmen eines „Remote Monitoring“, also der medizinischen Überwachung aus der Ferne.

Abgesehen von den so aufgezeichneten Daten kann das medizinische Fachpersonal ebenfalls von mobilen Anwendungen profitieren. Stehen ein Krankenhausinformationssystem (KIS) und/oder eine elektronische Patientenakte (EPA) zur Verfügung, kann diese vom jeweiligen Endgerät abgerufen oder auch bearbeitet werden. So wird vermieden, dass Patientenakten in bestimmten Situationen nicht zugänglich sind und Lücken durch fehlende Dokumentation oder wechselnde Einrichtungen entstehen. Hierdurch kann der Behandlungspfad besser dokumentiert und organisiert und das Krankenhaus bzw. Praxis-Management unterstützt werden.

## Apps als Medizinprodukt

Ein Vorteil vieler mobiler medizinischer Anwendungen ist es, auf schon bestehende Technologien wie dem mobilen Internet zurückgreifen zu können, wodurch die Einführungskosten gesenkt und trotzdem eine Verbesserung der Arbeitsabläufe und der Patientenversorgung erreicht werden kann.

Doch nutzt man schon vorhandene Technologien, muss genau geprüft werden, ob diese den besonderen Anforderungen im medizinischen Kontext an funktioneller Sicherheit und Datenschutz genügen. Denn der Schutz der medizinischen und personenbezogenen Informationen ist eine der Hauptherausforderungen bei der Einführung von mHealth-Anwendungen. Nicht nur aus technischer Sicht, sondern auch als vertrauensbildende Maßnahme gegenüber den Patienten, die oft nicht nachvollziehen können, wo die Daten wirklich gespeichert werden und wer wann Zugriff auf sie hat.

Hilfreich wären Zertifizierungen und Qualitätssiegel. Hier gibt es schon einige Ansätze wie das European Directory of Health Apps, welches über 200 von europäischen Patientengruppen empfohlenen mHealth-Anwendungen auflistet. Zum Thema mHealth veröffentlichte zudem die Europäische

Kommission ein Grünbuch über Mobile-Health-Dienste, in dem der aktuelle rechtliche Rahmen, Potentiale und nächste Schritte behandelt werden.

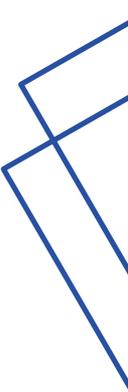
## Einbeziehung des Patienten

Durch mobile Anwendungen und die Verwendung von Medical Apps werden Patienten besser in den Behandlungsprozess mit einbezogen und haben eine bessere Übersicht über die vom Arzt getroffenen Maßnahmen. Besonders chronisch Erkrankte können von Möglichkeiten wie dem Remote Monitoring profitieren, um die Anzahl nötiger Kontrolltermine zu reduzieren.

Mit Blick auf den demografischen Wandel und die steigende Zahl chronischer Erkrankungen könnten diese und weitere telemedizinischen Anwendungen Versorgungsengpässen entgegenwirken. Aber nicht nur für den Patienten, sondern auch für das medizinische Fachpersonal bringen mobile Anwendungen Vorteile. Bei Visiten können Ärzte direkt neueste Ergebnisse abrufen, dem Patienten visualisieren und sind bei der Einpflege eigener Maßnahmen und Daten nicht mehr auf einen festen Arbeitsplatz und Desktop-Computer angewiesen.

Neben den medizinischen Anwendungen können auch andere Bereiche im Krankenhaus wie die Logistik und die Instandhaltung von mehr Mobilität profitieren. So kann der Verbrauch bestimmter Bedarfsgüter direkt vor Ort eingegeben und an die Lagerbestandsverwaltung weitergeleitet werden. Wartungstechniker können mit geeigneten Schnittstellen an den jeweiligen Geräten Zugriff auf relevante Daten wie Fehlermeldungen oder Störungen erhalten, um nötige Maßnahmen effizienter zu koordinieren und durchführen zu können.

Insgesamt stellen mobile Anwendungen auf Endgeräten wie Smartphones und Tablets eine der Hauptschnittstellen zwischen dem „Krankenhaus 4.0“ und den Anwendern, dem Personal und den Patienten dar und können so seine Vorteile direkt zugänglich machen.





## Daten- / Dokumentenaustausch

Im klinischen Umfeld entstehen eine Vielzahl von Daten an, die eine funktionierende Dokumentation unabdingbar machen. Diese dient dabei nicht nur der medizinischen Versorgung direkt, wie Patienteninformationen, Medikation, Arztbriefe, Laborergebnisse, Röntgenaufnahmen etc., sondern ist auch notwendig für die Qualitäts- und Leistungserfassung, die Forschung, sowie für die Patienten- und Personalsicherheit.

### Fehlende Standards / Medienbrüche

Durch fehlende Standards und Medienbrüche während der Dokumentation kann es zu Lücken und auch zu Fehlern kommen. Im Gesundheitswesen ist besonders die Vielfältigkeit der anfallenden Informationen eine Herausforderung, um Normen und Standards für verschiedene Einrichtungen dieses Sektors zu erstellen. Doch genau diese sind notwendig und wichtig bei einer fortschreitenden Digitalisierung und Vernetzung, denn die Übermittlung bzw. der Austausch von Informationen bildet die Grundlage für das Krankenhaus 4.0.

Allerdings wird in vielen Bereichen die Dokumentation derzeit noch papierbasiert umgesetzt. Dies kann einige Nachteile nach sich ziehen, wie Übertragungsfehler durch unleserliche Schrift, Unzugänglichkeit durch fehlerhafte Ablage oder lange Wartezeiten bei Anfragen. Innerhalb eines Krankenhauses bieten Krankenhausinformationssysteme (kurz KIS) die Möglichkeit, anfallende Daten und Dokumente zu verwalten und jedem befugten Mitarbeiter Zugang (mobile Anwendungen) zu den für ihn relevanten Informationen zu gewährleisten. Nicht nur medizinische Informationen wie Krankheitsdaten und Arztbriefe, sondern auch administrative und logistische Daten können erfasst werden. Doch bei der Integration von KIS-Strukturen gibt es kaum Standards, nur bei der konkreten Datenübermittlung sind Protokolle und Normen vorhanden, wie HL7 (Health Level 7) oder in Bezug auf die medizinische Bildgebung der offene Standard DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine), der zumindest in diesem Umfeld

herstellerübergreifende Interoperabilität ermöglicht.

## Von der Fallakte zur EPA

Beim Austausch von Informationen verschiedener Einrichtungen, wie zwischen der Praxis des Hausarztes und der Klinik ergeben sich zudem weitere Schwierigkeiten. So können bei der Überweisung von Patienten Informationen zur Medikation, der Krankheitsgeschichte und der bisher stattgefundenen Behandlung fehlen, was zu Doppeluntersuchungen, Wartezeiten durch angeforderte Informationen oder sogar zu Behandlungsfehlern wie Fehlmedikation führen kann.

Um Vollständigkeit und Kontinuität der zu übermittelnden Information zu gewährleisten, gibt es für Ärzte die Möglichkeit, für den Patienten bzw. seinen konkreten Behandlungsfall eine elektronische Fallakte (EFA) anzulegen. Diese ersetzt nicht die Dokumentation innerhalb der eigenen Einrichtung, sondern stellt ein Bindeglied zwischen den einzelnen Einrichtungen und Leistungsträgern dar. In ihr vermerkt bzw. überträgt der Arzt mit der Einverständniserklärung des Patienten alle relevanten Informationen, die für eine Weiterbehandlung nötig sind, erstellt Zugangsberechtigungen für die jeweiligen Fachabteilungen und übermittelt die Akte über die EFA-Plattform an die Einrichtung, an die der Patient überwiesen wird.

Die dafür nötige Infrastruktur können die beteiligten Einrichtungen selbst aufbauen oder inzwischen über EFA-Provider beziehen, wodurch sich sowohl technischer als auch finanzieller Aufwand reduzieren. Über standardisierte EFA-Schnittstellen ist die Übertragung unabhängig von den jeweiligen IT-Systemen vor Ort. Unterstützung bei der Integration eines solchen Systems bietet der Verein Elektronische FallAkte e.V.

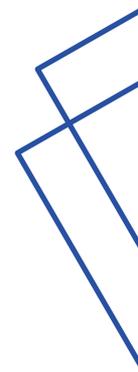
Durch die Kooperation mit weiteren Organisationen und Initiativen zur Einführung von Standards beim Daten- und Dokumentenaustausch im Gesundheitswesen wie dem IHE (Integrating the Healthcare Enterprise) und HL7

werden die Einsatzmöglichkeiten und die Verbreitung weiter vorangetrieben.

Über das Konzept der EFA hinaus könnten zukünftig alle anfallenden Patientendaten zentral in einer elektronischen Patientenakte (EPA) hinterlegt werden. In ihr würden alle Informationen des Patienten, von aktueller Medikation und Unverträglichkeiten bis hin zu einzelnen Befunden erfasst und durch gesteuerte Zugriffsrechte dem Arzt, der Pflegekraft oder dem Patienten selbst jederzeit und unabhängig vom Ort zur Verfügung gestellt werden. Dies ermöglicht einen reibungsloseren Ablauf bei Einweisung und Entlassung sowie bei der Behandlung selbst und sorgt für mehr Transparenz, was sowohl der Qualitäts- und Leistungskontrolle als auch der Sicherheit zu Gute kommt. Auf der anderen Seite ergeben sich mit der EPA neue Anforderungen an den Schutz der Daten.

## Basis für die Forschung

Insgesamt bietet die Standardisierung von Erfassung, Dokumentation und Austausch medizinischer Daten die Möglichkeit, klinikübergreifende Datenbanken anzulegen. Auf dieser Menge an Daten (Big Data) könnten z.B. Algorithmen und Data Scientists arbeiten, um Ärzten Behandlungsempfehlungen zu geben oder Studien bzgl. neu eingeführter Medikamente durchgeführt werden. Durch eine gemeinsame Dokumentation und Nutzung der Daten können besonders kleinere Einrichtungen vom Expertenwissen anderer profitieren, wird dem Patienten eine auf ihn besser angepasste, personalisierte medizinische Behandlung ermöglicht und die Grenze zwischen medizinischer Versorgung und Forschung überwunden.





## Cyber – Security and Privacy

Bei der Betrachtung von Fragestellungen der IT-Sicherheit müssen mehrere unterschiedliche Aspekte berücksichtigt werden. Zum einen gibt es die sogenannte Funktionssicherheit (Safety), die gewährleisten soll, dass Systeme gemäß ihrer erwarteten Funktion arbeiten. Daneben beschreibt die Informations- bzw. die Datensicherheit den Schutz der Informationen vor unautorisiertem Zugriff (Security). Darauf aufbauend bezieht sich der Datenschutz auf die Sicherheit von Personen, die Kontrolle über die eigenen persönlichen Daten zu behalten (Privacy).

### Sicherheit in der Industrie

Eine der am weitesten verbreiteten Bedenken bei der Einführung von neuer Technologie im Rahmen „Industrie 4.0“ ist die Security, also die Datensicherheit. Laut einer Umfrage des VDE unter Entscheidern in der Industrie ist für 7 von 10 Befragten die IT-Sicherheit das größte Hindernis der Industrie 4.0 in Deutschland. Daher kommt der IT-Sicherheit eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung hin zur Industrie, aber auch dem Krankenhaus 4.0 zu. Die entsprechenden

Maßnahmen erfüllen damit nicht nur ihren technischen Zweck, sondern wirken vertrauensbildend als Wegbereiter neuer Technologien.

Wenn immer mehr Systeme vernetzt werden und somit einen breiter verteilten Zugang erlauben, steigt auch das Risiko von unautorisierten Zugriffen. Dies gilt für Anlagen wie Kraftwerke, Strom- und Telefonnetze, aber auch für Fabriken, Krankenhäuser und Privathaushalte.

Die Sicherheit von Anlagen wie einer „Smart Factory“ der Industrie 4.0 ist durch die Vernetzung im Unternehmen selbst und die Vernetzung nach außen, sowie durch die Heterogenität der Teilnehmer wie cyber-physischer Systeme (CPS) eine besondere Herausforderung. Dies gilt ebenso für das "Krankenhaus 4.0", das durch die Vielzahl unterschiedlicher Anwender, Geräte und Systeme, sowie die Sensibilität der Informationen besonders geschützt werden muss.

Doch der Einsatz von neuen Technologien im Zusammenhang mit "4.0" bedeutet nicht automatisch den potentiell öffentlichen Zugang zu den eigenen Daten. So können z.B. Cloud-Strukturen auch als „private cloud“ nur innerhalb des eigenen Unternehmens etabliert werden, physisch getrennt oder durch Firewalls und weitere Systeme und Module geschützt werden.

## Security Engineering

Um diese Sicherheit der IT in sogenannten soziotechnischen Systemen, in denen die IT verschiedenste Zwecke erfüllt und die Anwender bzw. Mitarbeiter über unterschiedliches Know-How verfügen zu gewährleisten, bedarf es eines methodischen und systematischen Vorgehens (Security Engineering). Um Unternehmen bei Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit wie Bedrohungsanalyse, Modellierung und Bewertung zu unterstützen, hat das Bundesministerium für Sicherheit und Informationstechnik (BSI) mehrere Ansätze entwickelt. Das „ICS-Security-Kompodium“ (ICS für Industrial Control Systems) stellt eine Art Grundlagenwerk für die IT-Sicherheit in Automatisierungs-, Prozesssteuerungs- und Prozessleitsystemen dar und richtet sich an IT-Sicherheitsexperten, aber auch als Informationsquelle für Betreiber mit weniger Erfahrung. Ergänzend steht mit dem „Light and Right Security ICS, kurz LARS ICS ein Werkzeug für einen einfachen Einstieg für kleinere und mittlere Unternehmen in das Thema der Cyber-Security zur Verfügung.

## Sicherheit im Krankenhaus

Im Krankenhaus 4.0 ergeben sich ähnliche Probleme bezüglich vernetzter Systeme. Doch hier können Angriffe auf die IT eines Krankenhauses mehr als nur wirtschaftlichen Schaden, sondern auch direkt gesundheitliche Konsequenzen für die Patienten bedeuten. Laut einer IBM Studie war das Gesundheitswesen 2015 der am häufigsten von Cyber-Angriffen betroffene Sektor. Über verbundene Medizingeräte wie Messgeräte auf der Intensivstation kann Zugriff auf das Krankenhausnetzwerk erlangt und Malware eingeschleust werden. Ziele der Hacker sind oft die Patientendaten und weitere wichtige und vertrauliche Daten

des Krankenhauses, um diese weiter zu verkaufen oder zu sperren, um das Krankenhaus zu erpressen. Auch nach einem Angriff kann die verwendete Malware zu Fehlfunktionen der infizierten Geräte führen.

Ein Grund für erfolgreiche Angriffe ist oft die veraltete Software der Geräte, die durch vernachlässigte oder durch rechtliche Hürden blockierte Updates für neue Bedrohungen angreifbar werden. Daher ist es besonders wichtig, genau zu wissen, welche Geräte verbunden sind und über welche Sicherheitsmaßnahmen diese verfügen, um so das Krankenhaus sowohl im Sinne der Funktionssicherheit als auch der Informationssicherheit und des Datenschutzes zu schützen.

## Die elektronische Gesundheitskarte

Ein prominentes Beispiel bezüglich des Datenschutzes im Gesundheitswesen ist die deutsche elektronische Gesundheitskarte (eGK). Auf dieser Smartcard sind neben dem Namen und Adressdaten des Versicherten auch Informationen gespeichert, die besonderen Schutz vor unautorisiertem Zugriff bedürfen, wie Daten über den sozialen Status, Rezepte oder zukünftig auch weitere medizinische Daten. Die eGK verfügt über verschiedene Verschlüsselungsverfahren und -Ebenen. Neben einer sechs- bis achtstelligen PIN unterstützt die eGK zur Erstellung digitaler Signaturen und Zertifikate das RSA-Verfahren, den X.509 Standard und verwendet Verschlüsselungsalgorithmen wie SHA-1 und 3DES.

Ein wichtiger Schritt hin zu mehr IT-Sicherheit ist die Sensibilisierung der Hersteller, Betreiber und Anwender für das Thema Cyber-Security. Zudem ist es wichtig, dass Abteilungen, die bisher eigenständig agierten, wie Office-, Infrastruktur- und Medizingeräte-IT ein gemeinsames Sicherheitskonzept etablieren, um Schwachstellen in der umfassenden Vernetzung des Krankenhauses zu verhindern.



# Medizintechnik 4.0

Interoperabilität / Vernetzung

Assistenzsysteme

Wartung & Service

Usability





# Medizintechnik 4.0

Die Medizingeräte des Krankenhauses 4.0 zeichnen sich durch die Möglichkeit zur Vernetzung und Kommunikation aus. Die physische Verbindung untereinander erlaubt es den Geräten, ihre Funktionen und Eigenschaften als digitale Dienste (Services) bereitzustellen. Hierfür ist eine Geräte- und Herstellerübergreifende Interoperabilität und Orchestrierung der einzelnen Systeme durch gemeinsame Standards notwendig. Die dadurch zugänglichen Informationen, wie zum Beispiel körpernahe Sensordaten, können wiederum von regelbasierten Assistenz- und theragnostischen Systemen zur Unterstützung einer individuellen Diagnose und Therapie genutzt werden. Die Nutzung von bzw. der Zugriff auf große Datenmengen erlaubt es den Geräten, Regelgrößen wie die Medikation bei einem Anästhesiegerät individuell an den Patienten anzupassen.

Der Netzwerkzugang von Medizingeräten erlaubt zudem neue Möglichkeiten der Wartung bzw. des technischen Services, da die Funktionalität eines Gerätes durch die Übermittlung von relevanten Daten auch vom Hersteller selbst und nicht nur vor Ort überwacht werden kann, um Störungen frühzeitig zu erkennen oder sogar vorherzusagen und rechtzeitig Maßnahmen

einzuweisen. Die direkte Verbindung zum Wartungsservice erlaubt aber auch dem Personal vor Ort durch entsprechende Anwendungen, kleinere Maßnahmen sofort auszuführen. Insgesamt lassen sich dadurch kostenintensive und auch riskante Systemausfälle vermeiden.

Zusätzlich ermöglicht die Vernetzung mehrerer Geräte über Services neue Konzepte der Usability, also der Gebrauchstauglichkeit für den Anwender. So können Datenbrillen dem Chirurgen relevante Daten in sein Sichtfeld liefern, wodurch er seinen Blick nicht mehr auf die Monitore wenden muss. Darüber hinaus erlauben die Möglichkeiten der Augmented Reality die Einblendungen von Simulationen und in Echtzeit aufbereiteter Daten, um direkt beim Eingriff zu unterstützen.

Vernetzte und untereinander selbstständig kommunizierende medizinischer Geräte ermöglichen eine Vielzahl neuer Möglichkeiten in allen medizinischen Bereichen, stellen aber auch neue Anforderungen an die Sicherheit der IT-Systeme, was eine genaue Überprüfung aller beteiligten Geräte, aber auch übergreifende Sicherheitskonzepte nötig macht.



## Interoperabilität / Vernetzung

Im Kontext von Medizingeräten bezeichnet Interoperabilität die Fähigkeit unabhängiger, heterogener Systeme hinsichtlich physischer oder virtueller Schnittstellen verwertbare Informationen auszutauschen. Durch intelligente Menüführung, Vernetzung und Belegung verschiedener Geräte mit dem gleichen bzw. einem gemeinsamen User-Interface kann die Komplexität der Geräte gemanagt und Abläufe automatisiert und verbessert werden.

Da beispielsweise im OP eine Vielzahl hochmoderner Geräte, wie Maschinen für die Anästhesie und Blutgasanalyse, elektronische Schneidinstrumente, Operationsmikroskope, 3D-Navigations- und Endoskopiegeräte, mobile Röntgengeräte und viele weitere zum Einsatz kommen, werden gegenseitige Überwachung und automatisierte Wechselwirkungen zwischen den Geräten immer wichtiger. Das OP-Personal ist

zunehmend mit der Bedienung der Geräte und Beobachtung der Monitore beschäftigt. Durch Vernetzung der Geräte über dasselbe User-Interface wird für den Operateur eine Bedienung verschiedener elektrochirurgischer Geräte und Navigationssysteme über ein einziges Bediensystem ermöglicht. Hierdurch kann die Komplexität der Bediensysteme reduziert und Fehler in der Bedienung verhindert werden, was schließlich die Effektivität sowie die Patientensicherheit erhöht.



## Datenaustausch

Eine Vernetzung der Geräte beinhaltet die Möglichkeit des Datenaustausches zwischen ihnen. Durch geräteübergreifende Verbindungen könnten die Systeme untereinander kommunizieren. Stehen einem Gerät somit zusätzliche Informationen und Daten aus dem Netzwerk zur Verfügung, entstehen hierbei neue Möglichkeiten für lernfähige Geräte. Von den gemeinsamen Daten können die Geräte profitieren und benötigen beispielsweise weniger Eingreifen seitens des Personals. So können Abläufe automatisiert und vereinfacht werden. Zudem wird die Grundlage für ein intelligentes, an verschiedene Situationen angepasstes Verhalten der Geräte geschaffen.

Allerdings unterliegen Systeme vernetzter Medizingeräte dem Medizinproduktegesetz und müssen daher auch entsprechende Auflagen bzgl. Sicherheit und Qualität erfüllen, um zugelassen zu werden. Dies gilt ebenfalls, wenn beispielsweise bestehende Systeme mit dem Ziel einer besseren Interoperabilität verändert und umgebaut werden. Es müssen u.a. klinische- und Leistungsbewertungen vorgenommen, sowie Sicherheitsaspekte betrachtet werden. Zudem muss das Produkt eine CE-Kennzeichnung erhalten.

## Kompatibilität und neue Standards

Die technischen Möglichkeiten für interoperabel vernetzte Medizingeräte sind zwar gegeben, konkrete Lösungen scheitern jedoch vor allem daran, dass meist Geräte unterschiedlicher Hersteller zum Einsatz kommen und diese unterschiedliche Kommunikationsprotokolle und Datenformate verwenden. National wie international existieren hierfür kaum umfassend

verbreiteten Standards. Voraussetzung für eine erfolgreiche Vernetzung und den damit einhergehenden Vorteilen ist somit eine auf Standards beruhende Geräteschnittstelle für die Einbindung in klinische IT-Netzwerke. Momentan bestehen die Möglichkeiten hauptsächlich aus Insellösungen oder Komplettlösungen, wie ein vollständig vernetzter OP-Saal eines Herstellers. Dieser kann demnach interoperabel agieren, lässt jedoch nur bedingt Produkte anderer Hersteller zu.

Ein anderer kritischer Punkt ist die Sicherheit. Je mehr vernetzte Geräte und WLAN-Schnittstellen es gibt, desto mehr Angriffsflächen ergeben sich. Folglich müssen Sicherheitsaspekte schon bei der Herstellung der Geräte mitbedacht werden. Dennoch existieren Mittel, die zur Bewältigung dieser Schwierigkeiten beitragen können. Ein Beispiel bildet die neue Technologiegeneration OPC Unified Architecture aus der Industrie 4.0. Diese ist ein M2M-Kommunikationsprotokoll und soll für einen sicheren, plattformunabhängigen, zuverlässigen Informations- und Datenaustausch zwischen Produkten verschiedener Hersteller sorgen.

Solche Standards erfüllen die wichtigsten Anforderungen, die auch in der Medizin bei der Vernetzung von Geräten entstehen. Wenn solche Ansätze zu einer sicheren Interoperabilität verschiedener Medizingeräte und intelligenter Systeme führen könnten, bringt die Zukunft die Möglichkeiten, neue Medizingeräte genauso schnell an die IT-Infrastruktur im Krankenhaus einzubinden, wie ein USB-Gerät an einen Computer.



## Assistenzsysteme

Assistenzsysteme dienen der Unterstützung des Krankenhauspersonals in bestimmten Situationen und bei speziellen Abläufen. Dabei reicht die Assistenz von der automatisierten Überwachung der Vital-Parameter eines Patienten über sich selbst regelnde Beatmungsgeräte bis hin zu intelligenten Systemen, die durch Auswertung umfassender Daten das Personal bei medizinischen Entscheidungen unterstützen. Voraussetzung für ein intelligentes und auch lernfähiges System ist dabei die selbständige Analyse aktueller aber auch zurückliegender Daten, sodass es sich mit Hilfe von Software, Sensoren und Aktuatoren an neue Gegebenheiten anpassen kann. Sogenannte theragnostische Systeme stellen als Assistenz eine Verknüpfung zwischen Diagnostik und Therapie her. So können mit Hilfe eines einzigen Gerätes oder Systems Diagnosen gestellt bzw. unterstützt und Patienten zugleich therapiert werden.

### Automatisierung und Assistenz

Assistenzsysteme sollen in bestimmten Situationen Automatisierungen oder Teilautomatisierungen eines Ablaufes ermöglichen und sich währenddessen selbst regeln. Wenn sich beispielsweise Überwachungsgeräte oder chirurgische Instrumente entsprechend anpassen können, sodass sie sich bestmöglich auf veränderte Lagen während einer OP einstellen, kann der Operationsablauf sowohl effizienter und einfacher, als auch sicherer für Patienten werden. Denkbar für ein Assistenzsystem wäre zum Beispiel eine in OP-Tische eingebaute Temperaturregelung. Das System könnte die Körpertemperatur des Patienten während der OP selbstständig überwachen und die Temperatur des Tisches entsprechend automatisch anpassen. Robotik-gestützte Assistenz- bzw. Operationssysteme ermöglichen es Chirurgen hoch präzise Operationen durchzuführen, in dem u.a. menschliche



Bewegungsschwankungen ausgeglichen werden.

Neuartige Beatmungsgeräte, die die Atmung des Patienten überwachen und sich daran anpassen, stellen ein theragnostisches System dar, welches sich durch eigenständiges Handeln und somit durch eine gewisse Intelligenz auszeichnet.

Während das Gerät den Atmungszustand des Patienten kontinuierlich überwacht, passt es die eigenen Parameter an, um die Atmung ständig im optimalen Bereich zu halten. Es kann sich auf verschiedene Lungenbedingungen anpassen und den Patienten basierend auf dem vom Pflegepersonal eingegebener Zielwerte vom passiven in den spontanen Atmungsmodus steuern. So ist das System zum einen in der Lage, durch die Überwachung des Patientenzustandes Diagnosen zu stellen und zum anderen auf diese zu reagieren und sie durch Anpassung der Parameter zu therapieren. Auf ähnliche Weise funktionieren automatisierte externe Defibrillatoren. Diese können den Herzrhythmus selbstständig analysieren und bei Bedarf einen Stromimpuls abgeben. Durch akustische und optische Signale, sowie gesprochene Anweisungen können die Geräte auch Laien durch den Reanimationsvorgang führen.

Doch nicht nur das medizinische Personal kann von Assistenzsystemen profitieren. Roboter-gestützte Assistenzsysteme bieten z.B. Schlaganfall-Patienten die Möglichkeit, Bewegungsabläufe neu zu erlernen bzw. zu trainieren, um teilweise ihre Bewegungsfreiheit wieder zu erlangen. Vielen dieser Systeme ist gemein, dass sie Daten, selbst erfasst oder von externen Quellen zugänglich gemacht, nutzen, um eine für jeden Patienten optimierte Anwendung zu ermöglichen. Erkenntnisse aus der Analyse von großen Datenmengen (Big Data) von vielen schon durchgeführten Vorgängen

helfen dabei, Prozesse immer weiter zu optimieren. So kann z.B. ein intelligentes Anästhesiesystem, das zusätzlich mit anderen Überwachungsgeräten vernetzt ist, Reaktionen des Patienten auf eine Anpassung der Dosierung besser abschätzen und entsprechend reagieren.

## Neue Technologien

Viele Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich aus Erkenntnissen anderer Bereiche der Technik, wie beispielsweise der Service-robotik oder dem Automobil- und Flugzeugbau oder speziell aus dem Bereich der Industrie 4.0 bzgl. cyber-physischen Systemen. Diese werden auf medizinische Anwendungen übertragen und dort angepasst und weiterentwickelt, sodass neuartige Assistenzsysteme entstehen, die moderne Behandlungsmethoden ermöglichen.

Chirurgische Assistenzsysteme sollen zukünftig besser in den Handlungsalltag integriert werden, indem sie dem Benutzer dabei helfen, chirurgische Interventionen präziser und sicherer durchzuführen. Dabei können zum Beispiel sensorische Assistenzsysteme, die hand- oder konsolengesteuert als sogenannte „smart instruments“ zum Einsatz kommen, den Operateur unterstützen. Vernetzte Überwachungsgeräte können das medizinische Personal entlasten und gezielt relevante Informationen verarbeiten und durch neue Usability Konzepte wie Augmented Reality bereitstellen. Durch neue Formen der Mensch-Maschine-Kooperation ergeben sich viele Szenarien, in denen medizinische Geräte assistieren können, sowohl bei Diagnose, Therapie als auch in der Rehabilitation.



## Wartung & Service

Der Einsatz medizinischer Geräte bei der Behandlung von Patienten ist heutzutage nicht mehr weg zu denken. Diese Geräte benötigen jedoch in gewissen zeitlichen Abständen Wartungsmaßnahmen, um nach wie vor einwandfrei funktionieren zu können und sowohl Qualitäts- als auch Sicherheitsstandards zu erfüllen. Wartungsmaßnahmen sind ein fester Bestandteil des Produkt-Lebenszyklus und sollen die Betriebssicherheit und den vollen Funktionsumfang des Gerätes gewährleisten. Auftretende Fehler sollen frühzeitig erkannt und behoben werden können.

Wartungsarbeiten von Medizingeräten werden momentan überwiegend in medizinischen Einrichtungen vor Ort durchgeführt, manchmal müssen die entsprechenden Geräte aber auch eingeschickt werden. Um die Wartung von medizinischen Geräten einfacher zu gestalten lässt sich durch den Einsatz moderner IT ein

Tele-Wartungs-System einführen, über das der aktuelle technische Stand des Medizingeräts einsehbar ist und entsprechende Maßnahmen im Zuge einer „predictive maintenance“, also einer vorausschauenden Wartung ergriffen werden können. Dies würde Zeit und Kosten sparen, sowie die Instandhaltungsmaßnahmen der Geräte flexibler gestalten, sodass diese schneller wieder in Betrieb genommen werden können.

### Tele-Wartung

Ein Ablauf eines solchen Tele-Wartungs-Systems anhand am Beispiel eines Beatmungsgerätes könnte wie folgt aussehen: Dadurch, dass das Beatmungsgerät seine Daten wie Logfiles nicht nur intern speichert, sondern direkt an den Hersteller bzw. Wartungs-Service sendet, kann dieser an zuvor festgelegten Störungsparametern ein Problem des



Gerätes unmittelbar nach Auftreten erkennen oder durch Analyse vorheriger Daten vorhersagen. Bei dem Beatmungsgerät könnte ein solches Problem zum Beispiel der Ausfall der Monitoranzeige sein, sowie im schlimmsten Fall der Ausfall der Beatmungsfunktion selbst. Falls es trotz der Überwachung des Gerätes zu Problemen kommt, werden Fehlermeldungen vom Gerät an das Wartungs-System weitergeleitet, woraufhin eine Fehlerkategorisierung erfolgt, bei der ermittelt wird, ob das Gerät automatisch handeln kann bzw. über die Vernetzung mit dem Wartungs-Service repariert werden kann oder bei schwerwiegenderen Problemen der Wartungsservice das Gerät vor Ort untersuchen muss.

Zurzeit gibt es für die jeweiligen Geräte überwiegend nur feste Wartungstermine, von denen zwecks Planungssicherheit nicht abgewichen wird, wodurch Geräte-Probleme ggf. meist erst spät erkannt werden und es so zu ungeplanten und längeren Ausfällen des Gerätes kommen kann, die sowohl kostenintensiv sind und die Sicherheit des Patienten gefährden können.

## Gerät und Service verknüpfen

Wenn technische Geräte zum Einsatz kommen ist es zudem wichtig, auf technischen Service, auch unabhängig von der Wartung des Geräts, zurückgreifen zu können. Fragen bezüglich der Bedienung bzw. Analyse des Gerätes müssen besonders in der Medizintechnik zeitnahe beantwortet werden können. Ein automatisches Service-System für Medizingeräte kann als Hilfe für allgemeine bzw. oft gestellte Fragen zum Einsatz kommen und sowohl am Gerät selbst oder auch als Anwendung auf mobilen Endgeräten als Apps zur Verfügung stehen, sodass der Anwender selbst einfachere Wartungsarbeiten durchführen kann.

Darüber hinaus könnten diese Systeme die Möglichkeit einer direkten Verknüpfung mit dem Wartungsservice bieten, auf die im Falle schwieriger Fragen zurückgegriffen werden kann.

Die Vernetzung von Medizingeräten über moderne Technologien wie dem Internet der Dinge erlauben auch neue Formen der Wartung und des technischen Service. Ein Tele-Wartungs-System ist in der Lage, Fehler und Störungen frühzeitig zu erkennen, Systemausfällen somit vorzubeugen und einen automatisierten Ablauf von Standard-Wartungsarbeiten zu gewährleisten. Dadurch, dass technisch relevante Daten der Medizingeräte nicht mehr vor Ort ausgelesen werden müssen, sondern auch extern einsehbar sind, wird wertvolle Wartungszeit gespart und Stillstände vermieden.

Teilweise sind Online-Wartungssysteme bereits in Benutzung, jedoch noch nicht ausreichend gut gegenüber Cyberattacken geschützt. Der technische Service für Medizingeräte wird nach wie vor noch per Telefon-Hotline oder vor Ort angeboten. Eine sichere Vernetzung der Geräte mit dem Wartungs-Service und eine Bereitstellung von mobilen Anwendungen zur eigenständigen Überprüfung ermöglichen flexiblere und Zeit sparende Maßnahmen für einen effizienteren Krankenhausbetrieb.



## Usability

Medizinische Geräte und Maschinen werden in immer mehr Bereichen eingesetzt, übernehmen neue Aufgaben und zeichnen sich durch eine zunehmende Komplexität aus. Für eine optimale Nutzung der Geräte, sowie eine intuitive, sichere und fehlerfreie Bedienung, werden daher neue Usability Technologien benötigt, die Bedienbarkeit und Benutzerfreundlichkeit gewährleisten.

Dabei stehen für den Informationsaustausch und die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine immer mehr Möglichkeiten zur Verfügung. Von einfachen Tasten, Reglern und Monitoren über Touch Screens erstreckt sich das Spektrum bis hin zu neuen „Human Machine Interfaces“, die Technologien für Gestenerkennung, Spracherkennung oder Augmented Reality verwenden. Diese Technologien gewinnen zunehmend an Bedeutung in Situationen, in denen sich das medizinische Personal um die Behandlung des Patienten kümmern muss, gleichzeitig jedoch

auch die Bedienung eines Gerätes, zum Beispiel zur Eingabe oder zum Erhalt von Informationen oder der unterstützenden Behandlung des Patienten, handhaben muss.

In Monitoring Situationen, in denen der Blick ständig zwischen Patient und Monitor wechselt, kann beispielsweise ein Audio-Design helfen, welches akustische Signale abgibt. Diese können Informationen über relevante Patientendaten enthalten, sodass der Blick zu einem Monitor entfällt und das Personal sich besser auf andere Dinge konzentrieren kann. In ähnlicher Weise können auch Sprach- oder Gestenerkennung Behandlungssituationen vereinfachen.

### Benutzerfreundlichkeit für den Patienten

Neben dem Nutzen für das medizinische Personal ist Usability aber auch für den Patienten selbst wichtig. Viele Patienten möchten aktiv an ihrer Behandlung mitwirken



und sich an Behandlungsentscheidungen beteiligen. Voraussetzung dafür ist, dass sie die Behandlungsabläufe verstehen. Beispielsweise wird einigen Patienten durch Medical Apps die Möglichkeit gegeben selber bestimmte Teile der Behandlung zu übernehmen. Damit dies für die Patienten möglich ist, ist vor allem dort die Benutzerfreundlichkeit für ein sicheres Verständnis von Bedeutung.

## Feste Richtlinien

Die Gestaltung der Usability eines Produktes unterliegt allgemeinen Festlegungen für Sicherheit, Prüfungen und Richtlinien der Gebrauchstauglichkeit, die generell durch Normen, wie DIN EN 60601-1-6 und DIN EN 6236 geregelt werden. Für die Untersuchung der Gebrauchstauglichkeit werden beispielsweise Dokumentationen über Anforderungen an den Anwender, Spezifikationen über den Anwenderkreis und die Anwendungsumgebung oder vorhersehbare Fehlhandlungen gefordert.

## Wahrnehmungsgesteuerte Interfaces

Die zunehmende Autonomie technischer Systeme verändert das Zusammenspiel zwischen Mensch und Technik. Maschinen übernehmen immer mehr Aufgaben, um den Menschen zu unterstützen und Fehlverhalten zu minimieren. Hierfür muss der Nutzer der Maschine Informationen geben, die diese wiederum verwenden kann, um sich dem Nutzer anzupassen und entsprechend zu handeln. Diese Informationen können bewusst oder auch unbewusst, zum Beispiel durch einen hohen Puls, einen abgewandten Blick etc. mitgeteilt werden. Durch solche Signale kann die Maschine Schlüsse ziehen und anhand des menschlichen Verhaltens lernen, wie sie in bestimmten Situationen handeln muss. Insgesamt soll die Mensch-Maschine-

Interaktion natürlicher und einfacher bzw. intuitiver gestaltet werden, sodass die Maschine ein menschenähnliches Verhalten annimmt. Dies ist auch das Ziel des Perceptual User Interface, der wahrnehmungsgesteuerten Benutzerschnittstelle. Sie konzentriert sich auf die Bedienung mehrere Sinne des Nutzers und unterstützt mehrere Eingabemodalitäten, sodass Mensch und Maschine unabhängig von Tastatur und Maus interagieren können. Dies soll hauptsächlich perzeptiv ablaufen, sodass Wahrnehmung und Informationsverarbeitung unbewusst von statten gehen und eine menschenähnliche Kommunikation geschaffen wird.

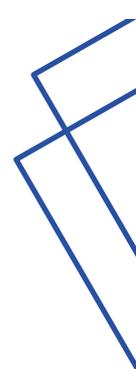
## Augmented Reality

Insgesamt gewinnt somit eine multimodale Bedienung, also eine Steuerung durch mehrere Sinneskanäle des Menschen, an Bedeutung. Mit Hilfe der Augmented Reality können zukünftig „Head-up-Displays“ für verschiedenste Informationen eingesetzt werden. Hierdurch können beispielsweise Informationen und Bilder in das Sichtfeld eines Operateurs projiziert werden, sodass dieser den Kopf nicht in Richtung eines Monitors drehen muss. Neben der Effizienzsteigerung und Vermeidung von Fehlern werden bestimmte Behandlungsmethoden durch solche neuartigen Usability-Technologien überhaupt erst ermöglicht.

# Klinische Prozesse 4.0

e-Health / Medical Apps  
Clinical Unified Collaboration  
Qualität / Leistung / Effizienz  
Integrierte Prozesse





# Klinische Prozesse 4.0

Klinische Prozesse umfassen im Krankenhaus sowohl administrative wie gesundheits-versorgende Abläufe. Durch den Einsatz von 4.0 Technologien können diese mit interoperablen, IT-gestützten Systemen genau erfasst und geregelt werden, damit die unterschiedlichen Abteilungen und Gruppen wie Ärzteschaft, Pfleger und Verwaltung effizient und erfolgreich kooperieren und kommunizieren können. Durch e-Health, also den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien im Gesundheitswesen ergeben sich neue Möglichkeiten für medizinische Behandlungen und administrative Abläufe, wie zum Beispiel durch die Verwendung einer elektronischen Patientenakte oder den Einsatz telemedizinischer Maßnahmen.

Softwareprodukte wie Medical Apps können Ärzte dabei unterstützen, Informationen vor Ort abzurufen und einzugeben oder erlauben ein „Remote Monitoring“ von Patienten außerhalb der Klinik, um unter anderem alltagsnahe Langzeit-Analysen für eine bessere Diagnostik zu erhalten. Dies erlaubt auch den Patienten selbst, aktiver an der eigenen Behandlung teilzunehmen. Einheitliche Kommunikationswege und digitale Plattformen

im Sinne einer Clinical Unified Collaboration steigern die Effizienz von Arbeitsabläufen durch synchronisierte Informationen für und über die Mitarbeiter, um standortunabhängig Behandlungen zu koordinieren.

Die digitale Erfassung und Weiterleitung von Informationen benötigt eine klar definierte und standardisierte Dokumentation, die ihrerseits eine transparentere Qualitäts- und Leistungserfassung erlauben, wodurch Behandlungen und auch gesamte klinische Behandlungspfade u.a. mit Hilfe von Big Data-Auswertungen genauer auf Kosten und Qualität analysiert und entsprechend optimiert werden können. Die Digitalisierung von internen Prozessen wie der medizinischen Dokumentation, sowie administrativer und logistischer Aufgaben bildet die Grundlage für neue Verknüpfungen auch mit anderen Einrichtungen des Gesundheitswesens, um ein ganzheitliches und transparentes Prozessmanagement zu ermöglichen, aber auch für den Einsatz neuer Möglichkeiten der Automatisierung der Erfassung und Auswertung von Informationen.



## e-Health / Medical Apps

Der Begriff e-Health ist ein Ausdruck der Digitalisierung in der Medizin und bezeichnet die elektronische Abwicklung von Kommunikation, Information und Datenerfassung zur Erfüllung jeglicher Aufgaben im Gesundheitswesen. Im Zuge dessen bieten Medical Apps, also medizinische Softwareprodukte und Anwendungen für mobile Endgeräte, eine Unterstützung des Arztes oder des Patienten in Diagnose, Therapie und Überwachung von Krankheiten. Mit solch einer medizinischen Zweckbestimmung gelten diese Apps als Medizinprodukte und müssen somit den Vorgaben des Medizinproduktegesetzes bezüglich Risiko, Sicherheit, Qualität und Überwachung entsprechen.

Eine automatische Analyse erfasster Daten und deren Nutzung durch adaptive, intelligente Software solcher Apps können während einer Behandlung die Effektivität der Behandlungsprozesse steigern. Im Sinne einer intelligenten Anwendung können dem Personal bestimmte Arbeitsschritte abgenommen und für die Behandlung relevante Informationen herausgefiltert werden. Die Verknüpfung moderner IT-Strukturen in klinischen Instituten

mit direkter Vernetzung und Anbindung des Patienten soll zu einer Verbesserung der Arbeitsabläufe und einer Vereinfachung des Arbeitsalltags führen.

### Vielfältiger Einsatz

Die Einsatzmöglichkeiten von Medical Apps sind sehr vielfältig. So besteht bei tragbaren Kleingeräten wie Smartphones und Tablets der Nutzen vor allem darin, unabhängig von einem festen Arbeitsplatz jederzeit beliebige Informationen zu einem Patienten wie der elektronischen Patientenakte (EPA) aufzurufen, zu erfassen, zu visualisieren und als Entscheidungsunterstützung zu nutzen.

Weiterhin können Anforderungen und Auftragserteilungen gesteuert und koordiniert werden, um somit die Arbeitsabläufe im Team aufeinander abzustimmen und zu verbessern. Die Vernetzung und Nutzung der Informationen und Daten an unterschiedlichen Orten wird erheblich vereinfacht. Konkrete Anwendungen, bei denen Medical Apps genutzt werden können, sind beispielsweise der mobile



Empfang von Meldungen, wenn neue Befunde oder Ergebnisse vorliegen, ein OP-Plan mit aktuellem Status, das Diktieren von Arztbriefen mit digitaler Spracherkennung, automatisierte Auswertung von Vital-Parametern und Patienteninformationen, Raum- und Bettenbelegungsübersichten, das Erfassen von Patientenbewegungen und vieles mehr. Viele analoge Prozesse können so digitalisiert werden, um den Alltag von Patienten, sowie Ärzten und Pflegern zu erleichtern und Therapien zu verbessern.

## Apps für den Patienten

Durch bestimmte Anwendungen kann es dem Patienten ermöglicht werden, mehr Einsicht auf seine medizinische Daten zu erhalten und somit bessere Einblicke in den Krankheitsverlauf, den Behandlungsprozess, Therapien oder ähnliches zu bekommen. Eine Software könnte hierbei durch vorläufige Auswertungen dem Patienten automatisch darüber Rückmeldung geben, ob er sich im Zuge der Behandlung richtig verhält und alles planmäßig verläuft. Im Gegenzug kann klinischen Institutionen mehr Einsicht in den Alltag des Patienten zur Unterstützung der Diagnostik gewährt werden. Weiterhin verhilft es zu einer individualisierten Therapie und infolgedessen zu einer auf den Patienten abgestimmten, personalisierten Medizin.

## Telemedizin

Ein Aspekt von e-Health ist zudem die Telemedizin, also die medizinische Betreuung, unabhängig davon, wo sich Patient, Arzt oder auch medizinische Geräte befinden. Hierdurch wird beispielsweise eine Fernbetreuung und -Überwachung eines Patienten ermöglicht, der sich nicht im Krankenhaus befindet (Remote Monitoring). Weiterhin können durch Telekonsultationen und die Übertragung medizinischer Daten und Bilder medizinisches Wissen ausgetauscht und Ferndiagnosen gestellt werden. Eine breite Anwendung von Telemedizin ist in Deutschland jedoch noch nicht geschaffen und bisher vor allem an den kleinteiligen Organisationsstrukturen im Bereich der stationären und ambulanten Versorgung gescheitert.

## Nächste Schritte

Der Bereich von e-Health und Medical Apps bietet großes Potential für neue Anwendungen und innovative Entwicklungen. Deutsche Krankenhäuser zeigen in der IT-basierten Unterstützung bislang noch Lücken auf und könnten die Chancen der Digitalisierung und Vernetzung besser ausnutzen. Dennoch werden die Anwendungsfelder der Medical Apps immer vielfältiger und breiten sich zunehmend im professionellen Bereich aus. Dabei sollte jedoch zusätzlich ein Datenschutzkonzept entwickelt werden, mit welchem gewährleistet werden kann, dass nur die am Behandlungsprozess beteiligten Personen Zugriff auf die Daten haben, da Gesundheitsdaten generell ein großes Missbrauchspotential bieten.

Die Digitalisierung des Gesundheitswesens ist die Grundlage für den Einsatz von 4.0-Technologie. e-Health und im Speziellen die Verwendung von Medical Apps ermöglichen den standortunabhängigen Zugriff auf medizinische Daten, was eine Vielzahl neuer Anwendungen erlaubt. Medizinisches Personal kann durch abgestimmte Prozesse und verfügbare Informationen die eigenen Arbeitsabläufe effektiver gestalten, Patienten wiederum werden durch Medical Apps mehr in die eigene Behandlung mit einbezogen. Somit werden die Grenzen einzelner Standorte, vom Arbeitsplatz des Arztes über verschiedene Stationen bis hin zum Behandlungsort des Patienten zunehmend verbunden und somit Teil des Krankenhaus 4.0.



## Clinical Unified Collaboration

Unter dem Begriff „Unified Collaboration“ der auch oft zusammen mit dem Begriff „Unified Communication“ genannt wird, versteht man die Integration von verschiedenen Kommunikationsmethoden wie Audio und Video Konferenzen, virtuellen white boards und erweiterten Kommunikationsmethoden auf eine einheitliche Anwendungsumgebung bzw. eine einzelne Plattform.

Neben der Zusammenführung und Organisation mehrerer Medien ist die Bereitstellung von Präsenzinformationen über die einzelnen Mitarbeiter besonders in einem verteilten Arbeitsumfeld von Bedeutung, sowie die Integration und Verfügbarkeit von Kontextinformationen.

Diese Plattformen haben schon in Unternehmen und Firmennetzwerken Einzug gehalten und sich dort inzwischen in den Arbeitsalltag integriert und etabliert. Diese Erfahrungswerte können genutzt werden, um so eine Plattform auch in den klinischen Alltag, mit allen seinen spezifischen Eigenschaften und Schwierigkeiten, zu etablieren.

### Vereinfachte Kommunikation

In der heutigen Zeit haben Krankenhäuser zunehmend mit steigenden Kosten und Personalmangel zu kämpfen. Deswegen muss zusehends darauf geachtet werden, die Effizienz der Abläufe im Krankenhaus zu steigern. Ein großer zeitraubender Faktor im klinischen Arbeitsalltag sind die Kontaktversuche von Mitarbeitern untereinander oder mit anderen Stellen, teilweise ist in Studien von bis zu 30 Minuten pro Tag die Rede.

Durch eine allgemein eingesetzte und standardisierte Kommunikationsplattform soll dieser Zeitaufwand für Kontaktversuche durch Präsenzinformation inklusive des verfügbaren Mediums reduziert werden. Generell soll die Kommunikation komplett Softwarebasiert und nicht über mehrere unterschiedliche Kanäle verlaufen. Dadurch ist es schon dem einzelnen Anwendenden möglich, die aktuelle Verfügbarkeit des gewünschten Kontaktes schnell zu ermitteln, den Zeitpunkt der nächsten möglichen Kontaktaufnahme zu planen oder nach anderen verfügbaren Mitarbeitern zu suchen.

Durch das Einstellen der eigenen Erreichbarkeit bzgl. Zeit und Medium wird es dem einzelnen erlaubt, Zeiten kund zu tun an denen seine Erreichbarkeit eingeschränkt ist.

## Tele-Zusammenarbeit

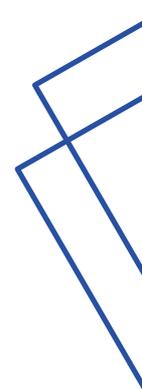
Diese allgemein eingesetzte Plattform kann es zudem ermöglichen, Videokonferenzen zu schalten oder Bildschirmhalte zu teilen oder zu bearbeiten, was jederzeit und an jedem Ort möglich sein soll. Somit können sich solche Plattformen auch über Anwendungen auf mobilen Endgeräten in den Workflow des klinischen Fachpersonals wie z.B. Ärzten bei Visiten eingliedern. Es können unterschiedliche Gruppen miteinander in Echtzeit kommunizieren und somit auch Informationen auf direktem Wege geteilt werden, wie z.B. das Versenden von Labordaten direkt an das Pflegepersonal des Patienten. Dadurch, dass viele Anwendende in so einem System gleichzeitig aktiv sein können, wird es auch multimandantenfähig genannt.

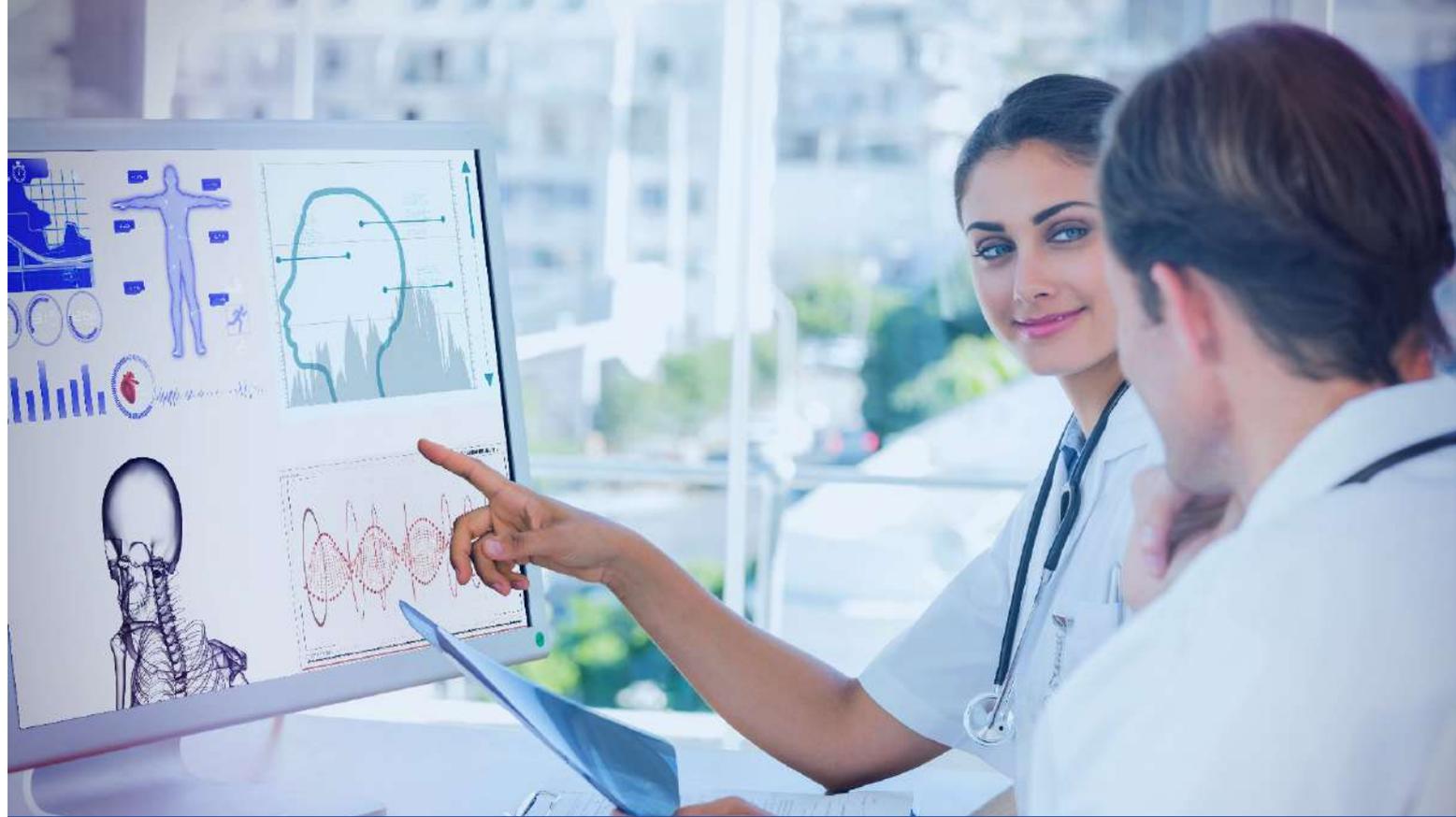
## Umsetzungen

Bei den ersten Umsetzungen werden dual-mode Mobiltelefone eingesetzt die sich wahlweise in das Hauseigene WLAN verbinden oder über mobiles Internet laufen. Dadurch wird eine möglichst lückenlose Erreichbarkeit gewährleistet. Auch durch die Vernetzung mit dem Patienten eigenen Smartphone kann das Pflegepersonal sich Arbeitswege sparen, da diese nicht mehr gezwungen sind, persönlich nach deren Wünschen zu fragen, sondern es per Text-Message erfragen können. Inzwischen gibt es jedoch auch schon weitreichendere Angebote für einheitliche Kollaborations- und Kommunikations-Plattformen, je nach jeweiligen Voraussetzungen und Kontext, wie dem Einsatzgebiet Krankenhaus mit spezifischen Umsetzungsmöglichkeiten und Hosting-Lösungen.

Durch die Integration einer Unified Collaboration and Communication Plattform würden sich die Erfolge aus dem betrieblichen Umfeld auf das Krankenhaus übertragen und somit auch dort zu einer einfacheren und direkteren Kommunikation führen. Neben der Effizienzsteigerung bei der Kommunikation des

Personals untereinander erleichtert dies auch, relevante Informationen an den Patienten weiterzugeben, um ihn damit mehr in die eigene Behandlung zu integrieren und mehr Transparenz zu gewährleisten. Eine gemeinsame Anwendungsumgebung macht es möglich, modernste Kommunikationstechnologie nutzen, aber besonders im klinischen Alltag nicht durch die Komplexität der verschiedenen Medien eingeschränkt zu werden.





## Qualität / Leistung / Effizienz

Dokumentation spielt in allen Bereichen des Krankenhaus-Alltags eine wesentliche Rolle. Die Erfassung der Patientendaten-zum einen und die Dokumentation jeglicher Arbeitshandlungen zum anderen ist dadurch fest in den klinischen Prozessen integriert. Eine zuverlässige Dokumentation klinischer Leistungen ist wichtig für die Transparenz von Abläufen, ein funktionierendes Qualitätsmanagement und weitere administrative Aufgaben. Das damit gesammelte Wissen kann für weitere Zwecke, wie Forschung und auch Lehre verwendet werden. Um eine zuverlässige Dokumentation zwischen verschiedenen Einrichtungen zu ermöglichen ist eine intelligente Vernetzung zwischen Krankenhäusern, Ausbildungs- und Forschungseinrichtungen nötig, die mit 4.0 Technologien erreicht werden soll. Im Zuge einer vernetzten und intelligent gesteuerten Datenerfassung wird versucht, den Zeitaufwand der Erfassung zu reduzieren. Auch hier soll mit mobilen Anwendungen die Dokumentation möglichst automatisiert stattfinden und somit das Personal bei der Erfassung der Leistung unterstützen. Bei entsprechend guter Implementierung der Dokumentation in die Arbeitsprozesse können zudem Rückschlüsse

auf die Qualität der Leistungen gezogen werden. Dies ermöglicht eine flexiblere bzw. transparentere Bewertung der Leistungen und auch genauere Abrechnungsmöglichkeiten.

### Medienbrüche

Um eine ständige Datenverfügbarkeit zu gewährleisten, findet die Dokumentation in medizinischen Einrichtungen, wie Arztpraxen, Reha-Kliniken und bei Therapeuten inzwischen überwiegend EDV-gestützt statt. Jedoch fehlt es dort noch an geeigneten Schnittstellen, sodass ohne große Schwierigkeiten von anderen Institutionen auf diese Daten zugegriffen werden kann. In den Krankenhäusern werden aktuell verschiedene Systeme zur Datenerfassung genutzt. Zudem gibt es viele Bereiche, in denen die Dokumentation noch nicht komplett digitalisiert, sondern teils per Papier erfolgt. Papierdokumente sind jedoch nur bedingt für andere Einrichtungen verfügbar, können verloren gehen bzw. falsch registriert werden, durch Berührung mit Flüssigkeiten unlesbar werden, oder gar aufgrund von schlechter Handschrift anderer Mitarbeiter teils nicht entzifferbar sein. Für eine

Behandlung des Patienten wesentliche Informationen können somit fehlerhaft weitergeleitet werden. Eine weitere Fehlerquelle sind Medienbrüche zwischen Papierdokumenten und digitaler Erfassung, da auch hier Informationen falsch bzw. gar nicht übertragen werden können.

## Nutzen für die Forschung

Auch für die Forschung stellt die verbesserte Datenverfügbarkeit eine Erleichterung dar. Medizinische Studien können von zugänglicher Dokumentation bestimmter Behandlungsabläufe profitieren, wie die Erfassung von Nebenwirkungen neu eingeführter Medikamente weit über die Erfahrungen der eigenen Einrichtung hinaus. Dies kann wiederum auch Auswirkungen auf die Ausbildung medizinischer Fachkräfte haben. Um solch eine Vernetzung bzw. einen einrichtungsübergreifenden Zugriff auf Datenbanken zu ermöglichen, bieten sich verschiedene Cloud-Services an. Um auf diesen großen Datenmengen (Big Data) erfolgreich, aber auch anonymisiert Erkenntnisse zu gewinnen, sind weitere intelligente Services nötig und ebenfalls als Cloud-Dienst integrierbar. Hier sind neben dem Schutz persönlicher Daten auch weitere Sicherheitsaspekte wie Ausfallschutz und Cyber-Sicherheit zu beachten.

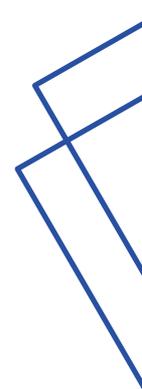
## Patientensicherheit und Qualität

Die Dokumentation dient der Patientensicherheit. Damit Patienten eine bestmögliche Behandlung bekommen, benötigt ein Krankenhaus ein Qualitätsmanagement-System, welches behandelnde Maßnahmen überwacht, Verbesserungspotentiale erkennt und umsetzt. Sowohl im Gesundheitswesen, als auch im Krankenhaus hat sich das Qualitätsmanagement-System nach internationaler DIN EN ISO 9001 etabliert. Der gemeinsame Bundesausschuss schreibt Richtlinien für ein QM-System vor. Innerhalb dieser Normen werden Mindestanforderungen an Struktur- bzw. Prozess- und Ergebnisqualität erbrachter Leistungen und der Qualitätssicherung geregelt. Als Maßnahmen der Qualitätssicherung werden dort unter anderem Fortbildungsverpflichtungen aufgeführt.

Das Qualitätsmanagement-System ist im Allgemeinen in Aufbauorganisation und

Ablauforganisation unterteilt. Die Aufbauorganisation stellt eine klare Regelung bezüglich der Verantwortungsverteilung auf, die Ablauforganisation hingegen verläuft nach dem sogenannten PDCA-Zyklus: Plan - Do - Check - Act. Der Ablauforganisations-Prozess lässt sich mit Hilfe von smarter Vernetzung bezüglich der einzelnen Schnittstellen automatisieren. Bei der Ablauforganisation wird im ersten Schritt ein Problem, bzw. nicht idealer Ablauf identifiziert, danach werden Lösungsvorschläge gefunden, Ergebnisse präsentiert und Lösungsvorschläge umgesetzt, Abläufe überwacht und ggf. angepasst. Unterstützende Qualitätsmanagement-System-Softwares erlauben es, diese Prozesse zu automatisieren und somit Qualitätsanforderungen zu erreichen und Normen einzuhalten.

In Zukunft soll die Dokumentation in Einrichtungen des Gesundheitswesens immer weiter digitalisiert und auch automatisiert werden, um einerseits die Nachteile einer papierbasierten Dokumentation zu umgehen und andererseits durch neue Technologien die so gesammelten Daten als Wissensquelle nutzbar zu machen. Dies setzt voraus, dass über gemeinsame Datenschnittstellen zwischen den einzelnen Einrichtungen, Systemen und Programmen für die Benutzenden eine einfache Integration in den Prozessalltag stattfindet. In Hinblick auf das Qualitätsmanagement lässt sich neben der durch zugängliche Informationen erhöhte Transparenz besonders die Ablauforganisation mit den Möglichkeiten einer Qualitätsmanagement-Software automatisieren, sodass klinische Prozesse und medizinische Abläufe automatisch überwacht und ggf. im Zuge des Qualitätssicherungszyklus angepasst werden können. Aus den so gewonnenen Daten lassen sich weitere Qualitäts-Regelabläufe etablieren, Prozesse verbessern und insgesamt die Effizienz des Krankenhauses erhöhen.





## Integrierte Prozesse

Integrierte klinische Prozesse sorgen in einem Krankenhaus für effektivere Behandlungsabläufe. Automatisierte Vorgänge werden nicht einzeln betrachtet, sondern miteinander verbunden und über gesamte Prozesse integriert. Dies ermöglicht reibungslose Abläufe zwischen einzelnen Abteilungen und versorgenden Institutionen und schafft letztendlich die Voraussetzung für eine durchgehende kompetente Versorgung der Patienten ohne Informationslücken. Eine automatische Adaption an neue oder sich verändernde Gegebenheiten mithilfe von Prozessmanagementsystemen stellt ein intelligentes Werkzeug zur Erfüllung der medizinischen Behandlungsprozesse dar.

### Verfügbarkeit und Übersicht

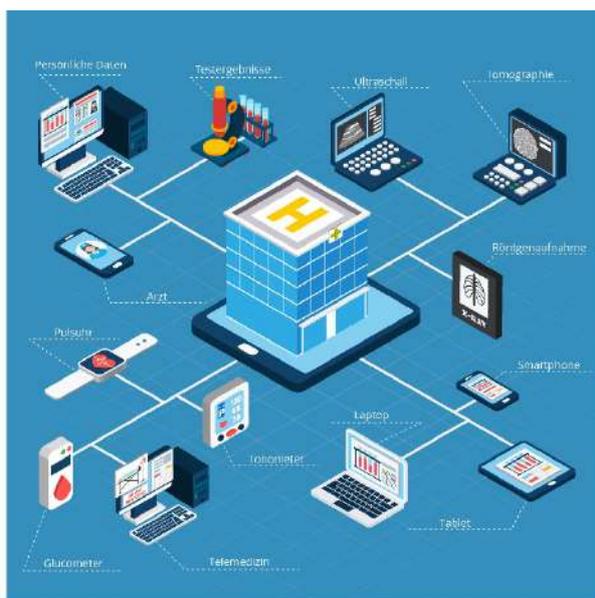
Die meisten Krankenhäuser besitzen Systeme für die Leistungsanforderung und Befundrückmeldung, zum Beispiel im Zuge der Stationskommunikation mit dem Labor. So kann das Personal von der Station aus elektronisch eine Untersuchung im Labor anfordern und bekommt anschließend automatisch den Befund zurückgemeldet. Auch sollten Leistungs-

anforderungen und Befunde überall abrufbar sein, beispielsweise bei der Visite, der OP-Vor- und Nachbereitung, bei Entlassung eines Patienten oder mobil über Medical Apps.

Infolge solch einer bereichsüberschreitenden Vernetzung und der abteilungsübergreifenden Datenverfügbarkeit wird zeitsparender gearbeitet und eine nahtlose Patientenversorgung gewährleistet. Durch die Datenintegration über eine einheitliche elektronische Patientenakte (EPA), deren Verbreitung in der letzten Zeit sichtbar zugenommen hat, werden alle notwendigen Informationen über einen Patienten an einem Ort zusammengestellt. Die EPA kann umfassende Funktionsunterstützung liefern und als Basis für ein gezieltes, übergreifendes Behandlungsmanagement dienen. Voraussetzung dafür sind gemeinsame Standards, sowohl bzgl. Datei- und Informationsformaten, als auch für die Definition klinischer Prozesse selbst.

## Clinical Pathways

Sogenannte integrierte klinische Behandlungspfade oder Clinical Pathways sind ein Werkzeug für optimierte, transparente und klar definierte Behandlungsprozesse. Sie stellen den optimalen Ablauf eines Falltyps mit allen für Fälle dieser Art wichtigen diagnostischen und therapeutischen Leistungen sowie deren zeitlicher Reihenfolge, dar. Clinical Pathways bieten somit eine fallbezogene Ablaufstandardisierung, die den Weg eines Patienten von der Aufnahme bis zur Entlassung vergleichbar abbildet.



Um zu überwachen, ob dieser Ablauf eingehalten wird, können moderne Trackingtechnologie und sogenannte „Smart Devices“ eingesetzt werden, damit die Vorgänge eine digitale Entsprechung erhalten. Hierdurch haben sowohl die Ärzte als auch die Patienten einen transparenten Überblick über den gesamten Behandlungsprozess. Zudem werden beispielsweise doppelte Untersuchungen vermieden. Es kommt zu einem minimalen Ressourceneinsatz, einer Verkürzung der Verweildauer des Patienten und somit zu einer Kostenersparnis und mehr Nachhaltigkeit. Der Aufwand einer Implementierung und Integration solcher Pfade ist zwar relativ hoch, sie wirken sich jedoch bewiesenermaßen positiv auf die Prozessqualität aus. Während sie in den USA und Australien schon seit längerem als Instrument des Prozessmanagements eingesetzt werden, ist der Einsatz der Clinical Pathways in deutschen Krankenhäusern noch nicht

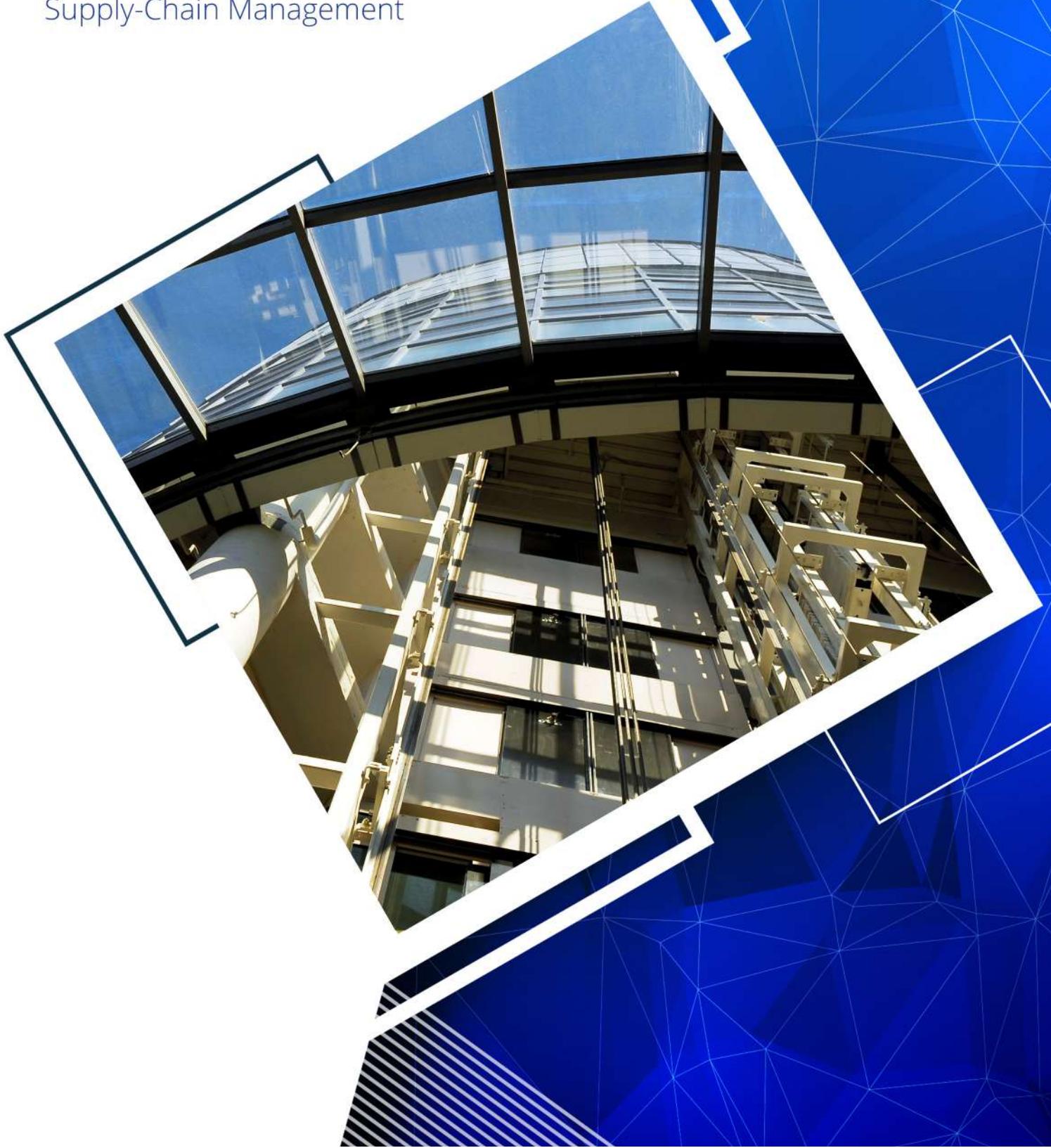
besonders weit entwickelt und bietet somit noch viel Potential.

## Integration in bestehende Prozesse

Eine Schwierigkeit bei der Entwicklung neuer integrierter klinischer Prozesse liegt darin, dass bestehende Prozesse und Behandlungsroutinen oft sehr komplex sind. Um neue Prozesse in die bestehenden Systeme zu integrieren, muss häufig ein erheblicher Aufwand betrieben werden. Dennoch lohnt es sich in vielen Fällen, diesen Aufwand zu betreiben, um letztendlich dem Personal im Krankenhaus die Möglichkeit zu geben, die Effektivität ihrer Abläufe zu steigern und untereinander erfolgreich zu kooperieren. Zudem werden den Patienten die bestmöglichen Versorgungsabläufe ermöglicht. Entscheidend für die erfolgreiche Organisation integrierter Prozesse ist die umfassende Integration einheitlicher IT-Systeme, um Informationsbrüche zu vermeiden und eine digitale Vernetzung und Kommunikation zu ermöglichen, nicht nur innerhalb einer Klinik, sondern auch nach außen, zu anderen Kliniken oder Praxen.

# Facility Management 4.0

IT gestützte Instandhaltung  
IoT im Krankenhaus  
Sustainability / Blue-Green-Hospital  
Supply-Chain Management



# Facility Management 4.0

Das Facility Management im Krankenhaus 4.0 nutzt die Möglichkeiten von Cloud-Technologien und des „Internet der Dinge“ um Prozesse wie Wartung und Instandhaltung, sowie das Organisieren von Warenströmen und Personen zu digitalisieren und zu optimieren. Gerade im Bereich der Instandhaltung von Gebäudeanlagen bieten sich Möglichkeiten, durch Erfassung von Sensordaten im Zuge einer „predictive maintenance“ Störungen zu vermeiden bzw. frühzeitig zu erkennen und damit kostenintensive Stillstandzeiten zu minimieren. Moderne, IT-gestützte Instandhaltungsplanungs- und Steuerungssysteme erlauben es, anfallende Informationen zentral zu verwalten. Eine Vernetzung der Anlagen mit dem jeweiligen Wartungsservice ermöglicht zudem zeit- und kostensparende Telewartungsmaßnahmen.

Bei der Wartung und Instandhaltung, aber auch in anderen Bereichen der Logistik im Krankenhaus, spielt das „Internet der Dinge“ eine zunehmende Rolle. In diesem erhalten physische Objekte durch Sensorik, eine eindeutige Identifizierung und eine digitale Repräsentation, einen sogenannten „digital twin“. Über ihn können die „Dinge“ Daten bereitstellen und selbständig miteinander kommunizieren. Dies kann u.a. dazu genutzt werden Warenströme zu verfolgen, Lagerbestände automatisch zu verwalten, sowie Raumauslastungen zu analysieren. Die so gewonnenen Erkenntnisse können verwendet werden, um schon bei der Planung von Gebäuden und Einrichtungen Arbeitsabläufe zu optimieren, um einerseits Zeit

und Ressourcen zu sparen, aber auch die Arbeit des Personals und das Befinden der Patienten zu verbessern. Dies ist ein wichtiger Schritt zu mehr Nachhaltigkeit und Teil des Konzeptes „Blue Hospital“, das einen umfassenden Ansatz zur Effizienzsteigerung, sowohl im ökologischen als auch im ökonomischen Sinne beschreibt.

Teil dieses Optimierungsprozesses ist auch die Organisation der Wertschöpfungskette bzw. das Supply-Chain-Management. Neben der internen Erfassung von Verbrauch und Bedarf an bestimmten Ressourcen erlaubt die zunehmende Vernetzung auch die einrichtungsübergreifende Betrachtung und Steuerung, um mögliche Engpässe rechtzeitig zu erkennen und zu umgehen, sowie die Transparenz der einzelnen Prozesse zu erhöhen. Insgesamt bietet die Modernisierung des Facility Managements die Möglichkeit, dieses aktiver in die Prozesse des Krankenhauses zu integrieren und damit seine Bedeutung in der Wertschöpfung zu vergrößern.



## IT gestützte Instandhaltung

Neben der Kernaufgabe eines Krankenhauses, der medizinischen und pflegerischen Betreuung von Patienten, muss ein Krankenhaus auch viele sekundäre Leistungen erbringen, ohne die die primäre Aufgabe gar nicht möglich wäre. Zu diesen sekundären Leistungen gehört die Wartung und Instandhaltung sowohl der medizinischen, als auch nicht medizinischen Infra- und auch Suprastruktur. Dazu zählen u.a. Geräte, Anlagen z.B. zur Strom- und Wasserversorgung, weitere Gebäudetechnik und die Gebäude und Räume selbst.

### Instandhaltung in der Wertschöpfungskette

So wie die Bereiche vielfältig sind, in denen Wartung und Instandhaltung notwendig ist, so ist auch die Durchführung der Maßnahmen und ihre Dokumentation oft unterschiedlich und nicht zentral überschaubar. Sobald eine Anlage oder Gerät installiert ist, endet oft auch die Kommunikation mit dem Hersteller. Die Anwender verfügen jedoch nur selten über die Expertise, kleinere Störungen, die aber schließlich zu einem Ausfall führen könnten, rechtzeitig zu erkennen und Maßnahmen zu

ergreifen. Die so entstehenden Stillstände ziehen Kosten nach sich und können besonders im Umfeld Krankenhaus zu weitreichenden Konsequenzen führen.

Dabei wird der Bereich der Instandhaltung oft nur als Kostenstelle betrachtet, ohne mögliche Potentiale der Einsparung, aber auch der Unterstützung und Verbesserung anderer sekundärer und primärer Leistungen durch Optimierung von Wartungs- und Instandhaltungsprozessen zu berücksichtigen. Grund hierfür sind oft veraltete Systeme und lückenhafte Digitalisierung, sowie fehlende Kommunikation und Datenaustausch zwischen Anwendern, Betreiber und Hersteller. Hier könnten moderne, IT-gestützte Instandhaltungsplanungs- und Steuerungssysteme, (kurz IPS) helfen, im Zuge eines umfassenden Facility Managements die Instandhaltung als Teil der Wertschöpfungskette zu erfassen und zu verbessern.

## Condition Monitoring und Predictive Maintenance

Oft besteht die IT-Unterstützung noch allein darin, dass relevante Daten mit Office-Programmen erfasst und dokumentiert werden. Doch inkompatible Formate und Versionen können potentielle Fehlerquellen bei der Übertragung darstellen sowie zu Intransparenz zwischen den einzelnen Vorgängen führen. Nicht nur bei der Dokumentation kann IT helfen, sondern auch bei der Optimierung der Wartungs- und Instandhaltungsprozessen selbst. Was, wenn Anlagen von allein melden, ob Wartungsbedarf besteht und wenn ja, wo die Störung liegt? Das sogenannte „Condition Monitoring“ erlaubt es, durch integrierte Sensoren den Zustand von Geräten bzw. kritischen Bauteilen in Anlagen zu erfassen und diesen nicht nur vor Ort dem Anwender sichtbar zu machen, sondern die Daten direkt an den Hersteller bzw. Instandhalter zu schicken, um möglichen Wartungsbedarf rechtzeitig zu erkennen. Ein Beispiel hierfür aus dem Anwendungsfeld Krankenhaus sind die Anlagen der Raumluftechnik in Operationssälen. Bei den besonderen Anforderungen an Hygiene und Keimfreiheit in diesem Bereich müssen die Filter der Anlage rechtzeitig gewechselt werden. Dies geschieht im Allgemeinen nicht mehr in vorher festgelegten Abständen, sondern anhand der Daten, die über eine Differenzdruckmessung vor und hinter dem Filter Informationen über den Grad der Verschmutzung liefern. So kann der aufwendige Austausch vorher geplant und der Stillstand im OP-Saal verkürzt werden.

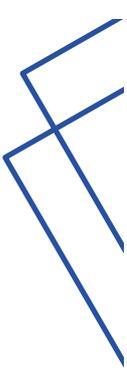
Durch diese vorausschauende Instandhaltung (predictive maintenance) können Unterschreitungen von Hygiene- und Sicherheitsstandards rechtzeitig vermieden werden. Um die Menge an für die Instandhaltung relevanten Daten verwalten zu können, gibt es spezielle Instandhaltungsplanungs- und Steuerungssysteme (IPS oder auch CMMS für Computerized Maintenance Management System), die dabei helfen, alle Information wie Anleitungen, Protokolle, Statistiken und Auswertungen zentral zu verwalten.

## Analyse und Nutzung der Daten

Von Geräten, die selbstständig Daten über sich erfassen und weitergeben („smart devices“) profitiert aber nicht nur der Anwender durch eine reibungslosere Wartung. Der Instandhalter kann analysieren, wo die Schwächen der Anlagen liegen, den Bedarf an Ersatzteilen besser planen und seine eigenen Abläufe optimieren. Die gesammelten Daten können über Cloud-Plattformen den einzelnen Parteien bereitgestellt werden. Über dieses „Internet der Dinge“ vernetzt sich die Instandhaltung auch mit anderen Bereichen des Facility Managements, wie der Logistik durch automatisierte Lagerverwaltung und dem Supply-Chain-Management um ganzheitliche Prozessoptimierungen auch im Sinne eines nachhaltigen Betriebs zu ermöglichen.

Die „Instandhaltung 4.0“ hat das Potential, einen bedeutenderen Anteil an der Wertschöpfungskette in der Industrie, aber auch im Bereich des Facility Managements im Krankenhaus einzunehmen. Durch die Erfassung betriebswirtschaftlich relevanter Daten wird mit "predictive maintenance" die Anzahl ungeplanter und damit kostenintensiver Stillstände reduziert, Fehlerquellen und Aufwand werden durch manuelle Kommunikation und Dokumentation vermindert und die Auslagerung von Instandhaltungsleistungen erleichtert. Durch Vernetzung können Inspektionen vorgenommen werden, ohne dass jemand direkt vor Ort ist oder der Anwender kann selbst durch zugängliche Daten und mobile Wartungsgeräte selbst leichtere Instandhaltungsmaßnahmen übernehmen.

Aber auch die Frage nach der Sicherheit der Systeme muss gestellt werden, wem soll wann welcher Zugang möglich sein? Insgesamt ergeben sich durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie in der Instandhaltung viele neue Möglichkeiten der Optimierung, sowohl im Bereich der sekundären, als auch der primären Leistungen im Krankenhaus.





zugänglich gemacht werden. Besonders hier stellt sich die Frage der Sicherheit. Nicht nur der gesammelten Daten, sondern der vernetzten Geräte selbst, die durch unautorisierten Zugang manipuliert oder sogar zum Absturz gebracht werden können.

## Logistik und Instandhaltung

In den nicht medizinischen Bereichen des Krankenhauses, wie der Instandhaltung, Gebäudetechnik und der Logistik, gibt es stetig wachsenden Bedarf an IoT-Technologien, um Prozesse zu überwachen und zu automatisieren. Lagersysteme können fehlende Utensilien rechtzeitig von selbst nachbestellen, Anlagen und Geräte melden automatisch Wartungstermine oder senden Fehlermeldungen direkt an den Hersteller. Durch im Gebäude verteilte, intelligente Regelungssysteme wird der Heiz- und Stromverbrauch reduziert. Insgesamt ermöglicht die Optimierung der Prozesse im Bereich „Facility Management“ einen Ressourcen schonenden und nachhaltigeren Betrieb im Sinne des „Blue Hospital“ Konzeptes.

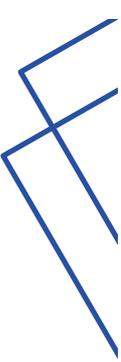
## Klinische Anwendungen

Im klinischen Betrieb können „smarte“ Betten automatisch Information über die aktuelle Auslastung liefern, Tracking des Personals innerhalb des Krankenhauses kann Arbeitsabläufe optimieren und in Notfällen dafür sorgen, dass Hilfe schneller am Patienten ist. In Bezug auf die Entwicklung hin zur elektronischen Patientenakte (EPA) können mit ihr verbundene Geräte diese direkt mit neuen Ergebnissen und weiteren Daten ergänzen, wodurch die Vollständigkeit, Genauigkeit und Aktualität der verfügbaren Daten die von manuellen Aufzeichnungen bei weitem übertrifft. Verbundene medizinische Geräte (connected medical devices, CMD) ermöglichen zusätzlich die Reduzierung von Fehlern in vielen Bereichen der Arbeitsprozesse von Ärzten und Pflegepersonal. So sollte jedes vernetzte Gerät eine Zeitersparnis für den jeweiligen Anwender darstellen und Fehler bei der manuellen Eingabe von Daten verhindern.

Eine weitere Fehlerquelle liegt in der Überwachung von Patienten, bei der

verschiedene Geräte unabhängig voneinander arbeiten. Werden bestimmte Werte isoliert überwacht, kann dies zu Fehlalarmen führen. Diese können wiederum Fehler in der Nachjustierung der Geräte oder der Medikamentengabe nach sich ziehen. Eine „intelligente“ Überwachung, die die Gesamtheit der Daten aus der EPA sowie weiterer Datenbanken aus Cloud-Diensten zur Verfügung hat, könnte diese Fehlerquelle minimieren. Die gesammelten Daten können zusätzlich von Funktionen zur Unterstützung klinischer Entscheidungen (clinical decision support, CDS), wie z.B. die Auswahl und Dosierung von Medikamenten verwendet werden. Auch in den Bereichen e-Health und Telemedizin ergeben sich durch vernetzte „smart devices“ neue Möglichkeiten. Tragbare Geräte („wearables“), wie Herzmonitore ermöglichen die Überwachung des Gesundheitszustands des Patienten auch nach Verlassen der Klinik.

Durch die Übertragung der Daten von „smart devices“ und speziell CMDs ist es möglich, dass Ärzte Patienten behandeln können, die sich an einem anderen Ort befinden, was die ärztliche Versorgung in ländlichen Gebieten verbessern könnte oder es erlaubt, Experten bei bestimmten Behandlungen zuzuschalten. Es wird davon ausgegangen, dass die Anzahl der CMDs in Krankenhäusern in absehbarer Zeit massiv anwachsen wird. Allgemein wird vorausgesagt, dass die Anzahl an teilnehmenden „smart devices“ im Internet der Dinge bis 2020 sehr stark ansteigen wird.





## Sustainability / Blue-Green-Hospital

Im Zuge der Modernisierung von Krankenhäusern spielen neben der Verbesserung der Behandlungs- und Versorgungsabläufe sowie der Wirtschaftlichkeit zunehmend auch ökologische Gesichtspunkte eine Rolle. Bei der Digitalisierung im Krankenhaus stand zunächst die Verbesserung der Betriebsabläufe durch papierlose Kommunikation und Dokumentation im Vordergrund.

Daneben bzw. darüber hinaus zielt der Ansatz des sogenannten „Green Hospital“ darauf ab, durch die Berücksichtigung von Umweltaspekten schon bei der Planung eines Krankenhauses, bei der Sanierung schon bestehender Einrichtung oder Umrüstungen mit neuen Technologien im Bereich des Facility Managements den Ressourcenverbrauch und die Umweltbelastung zu minimieren. Bei der Planung neuer Anlagen werden zudem auch die Aspekte der verbesserten Patientenversorgung und des Wohlbefindens, Mitarbeiterfreundlichkeit, Kommunikation und Vernetzung, sowie wirtschaftliche Effizienz mit einbezogen. Das Konzept „Blue Hospital“ fasst all diese Bestrebungen in den verschiedenen Bereichen

zusammen und steht damit für einen Umwelt und Ressourcen schonenderen und insgesamt nachhaltigeren und effizienteren Betrieb des Krankenhauses.

### Energie und Umwelt

Der Verbrauch an Strom, Wärme, Wasser und Licht ist in Krankenhäusern besonders hoch. Zum Beispiel kann ein größeres Klinikum fast den Energiebedarf einer Kleinstadt erreichen, da im Gegensatz zu vielen anderen Einrichtungen ein durchgängiger Betrieb gewährleistet sein muss und die Medizintechnik oft einen hohen Strombedarf aufweist. Oft aber hat der hohe Energieverbrauch seine Ursache nicht im tatsächlichen Bedarf, sondern in veralteten Anlagen und Gebäudetechnik. Auch hier könnten Technologien, die schon in Bereichen der Industrie 4.0 zu Verbesserungen und Einsparungen führen, eingesetzt werden. Wird zum Beispiel eine alte Heizanlage durch eine neue Anlage mit Blockheizkraftwerk und smarten Regelungssystemen ersetzt und zudem die Isolierung erneuert, führt dies zu einem deutlich geringeren Verbrauch sowohl im ökologischen, als auch im



ökonomischen Sinn, sowie zu einer erhöhten Kostentransparenz.

Auch bietet sich für Krankenhäuser die Möglichkeit, einen Teil ihres Energiebedarfs selbst zu decken, z.B. durch die Aufstellung von Photovoltaik-Anlagen oder der Aufbereitung der eigenen Abfälle und Abwässer zur Gewinnung von Biogas. Letzteres könnte zudem genutzt werden, um die Belastung des Grundwassers mit Medikamentenrückständen zu reduzieren. Zudem kann überprüft werden, ob bestimmte, bisher als Einwegprodukte genutzte Materialien wiederverwendet werden können, ohne dabei Standards an die Hygiene zu verletzen. Insgesamt lässt sich die ökologische Nachhaltigkeit von Kliniken in vielen Bereichen wie intelligentem Energie- und Gebäudemanagement, modernen Beleuchtungskonzepten, sparsamen Umgang mit Ressourcen wie Wasser und der Verwendung umweltfreundlicher Baustoffe optimieren.

## Effizienz und Wohlbefinden

Doch Nachhaltigkeit umfasst nicht nur die Verbesserung der Umweltfreundlichkeit. Auch die Optimierung der Betriebsabläufe ist Teil des Konzeptes. Dabei spielen Aspekte wie intelligente Flächen- und Raumnutzung, sowohl in der Planung, als auch im laufenden Betrieb, aber auch Kommunikation und Vernetzung zwischen den einzelnen Bereichen des Krankenhauses eine Rolle. Aber bei der Optimierung der Abläufe darf auch nicht das Wohlbefinden der Patienten und des Personals außer Acht gelassen werden. Oft lassen sich die verschiedenen Aspekte jedoch gemeinsam umsetzen. So könnte eine intelligente anpassungsfähige, regelbare LED-Beleuchtung zum einen Energie sparen, zum anderen durch warme Lichttöne und von der Tageszeit abhängige Intensitäten einen natürlichen Schlafrhythmus der Patienten unterstützen. In allen Aspekten finden sich Anwendungsfelder für sogenannte IoT-Technologie (Internet of Things), die es erlaubt, Informationen aus ganz unterschiedlichen Bereichen, von Raumtemperatur und Ressourcenverbrauch, über Patientenbettenauslastung bis hin zu medizinischen Daten zu sammeln, zu analysieren und für weitere Anwendungen nutzbar zu machen .

## Überprüfung und Umsetzung

Um herauszufinden, wie nachhaltig Krankenhäuser in ihrem jetzigen Status sind und in welchen Bereichen Verbesserungsmöglichkeiten liegen, können die Einrichtungen anhand von Vorgaben wie dem BUND-Gütesiegel „Energiesparendes Krankenhaus“ oder dem darüber hinausgehenden „Green+ Check“ von Siemens Healthcare überprüft werden. Letzterer umfasst nicht nur Kennzahlen zu Energieeffizienz und Gebäudeinfrastruktur, sondern auch den Stand der Kommunikation, Medizintechnik und der Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter im Vergleich zu anderen Krankenhäusern. Der Verein der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik (VDE) hat in seinem Positionspapier „Blue Hospital – Nachhaltigkeit im Krankenhaus“ diese Ansätze aufgenommen, erweitert und zu einer firmenunabhängigen Anwendungsregel weiterentwickelt.

Das Konzept „Blue Hospital“ bietet die Möglichkeit, ungenutzte Einsparoptionen auszuschöpfen, sowohl im ökologischen, als auch ökonomischen Sinn, gleichzeitig aber auch die Effizienz und Qualität der Prozesse, sowie die Patienten- und Personalzufriedenheit zu steigern und so die Wettbewerbsfähigkeit der Einrichtung zu erhöhen. Als nächster Schritt könnte das „Smart Hospital“ stehen, das die Entwicklungen und Maßnahmen des „Blue Hospitals“ aufnimmt, erweitert und in dem intelligente Technologien für höchste Sicherheit der Patienten und Mitarbeiter, sowie für schnellere Kommunikation und abgestimmte Abläufe sorgt.



# Supply-Chain-Management

Das Supply-Chain-Management (SCM) bezeichnet den Ansatz, Wertschöpfungs- und Lieferketten ganzheitlich vom Rohstoff zum Anwender über Unternehmens- und Einrichtungsgrenzen hinweg zu organisieren und zu steuern. Im Gesundheitswesen werden damit u.a. die Abläufe von der Herstellung von Arzneimitteln bis zu ihrem Einsatz am Patienten betrachtet.

## Smart Supply Chain

Wenn in der Industrie und der Konsumgüterwirtschaft die Rede von 4.0 ist, wird oft nur der Fokus auf Fertigungsprozesse innerhalb einer Fabrik bzw. eines Unternehmens gelegt. Durch den Einsatz von moderner IT, „smart devices“ und cyber-physischen Systemen (CPS) sollen Prozesse automatisiert, Daten gesammelt und analysiert, sowie insgesamt die Abläufe effizienter und transparenter werden.

In dieser „smart factory“ sollen zukünftig Fertigungs- und Logistiksysteme miteinander über das „Internet der Dinge“ (Internet of Things, IoT) selbstständig kommunizieren, Lagerbestände automatisch verwalten und das

Produkt auf seinem Weg durch die Fertigung lückenlos verfolgen.

Doch die Verwendung von IoT-Technologie kann nicht nur dazu verwendet werden, Warenflüsse innerhalb einer Fabrik zu überwachen und zu steuern. Die erfassten und bereitgestellten Daten können über Cloud-Technologie Partnern wie Zulieferern und Abnehmern weltweit zur Verfügung gestellt werden, wodurch diese besser und schneller auf Änderung von Angebot und Nachfrage reagieren können.

Der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) erlaubt es, physische Güterflüsse für das SCM durch Informationsflüsse zu ergänzen. Durch dieses digitale SCM ergeben sich eine bessere Übersicht über die gesamte Wertschöpfungskette und eine erhöhte Transparenz der einzelnen Abläufe.



## Digitale Dokumentation und Logistik

Im Bereich Krankenhaus ist diese Transparenz oft noch nicht möglich. Die Beschaffungsprozesse in Kliniken unterscheiden sich teilweise deutlich von denen in der Industrie. Die Gründe hierfür sind vielfältig, wie fehlende Standards und Regelungen, aber auch die individuelle Ausstattung und historisch gewachsene Strukturen der einzelnen Häuser. Als Besonderheit im Bereich Krankenhaus kommt die einzuhaltende Versorgungsqualität der Patienten hinzu, sowie der nur begrenzt planbare Bedarf an Medikamenten und Medikalprodukten in Abhängigkeit zu durchgeführten Behandlungen und Behandlungsverläufen. Ein weiteres Problem sind Medienbrüche innerhalb der Abläufe, wie die Übertragung handschriftlicher Notizen in digitale Form. Durch Übertragungsfehler kann es zu Fehlbestellungen oder sogar falscher Medikation des Patienten führen. Eine durchgehend elektronische Dokumentation würde diese Fehlerquellen reduzieren, für mehr Transparenz sorgen und damit ein digitales SCM ermöglichen.

Die Digitalisierung von Dokumentation und Kommunikation allein eröffnet schon viele Optimierungspotentiale, sowohl in Bezug auf Versorgungsqualität und Patientensicherheit, als auch in der Kostenreduzierung. Doch der Einsatz von „smarter“ Technologie, wie sie in der Industrie schon Anwendung findet, könnte darüber hinausgehen. Lagersysteme mit „intelligenten Behältern“ könnten ihre Bestände durch Scannen der eingelieferten und entnommenen Produkte selbst verwalten und rechtzeitig und automatisch Nachbestellungen vornehmen. Anwender wie Ärzte könnten mit dem Einsatz von Medical Apps verabreichte Medikamente digital vermerken und damit an die Station, die Krankenhaus-Apotheke und das Lager die Information weiterleiten. Die so gesammelten Daten können auch vom Zulieferer genutzt werden, um bedarfsgerechter zu produzieren und durch die Vernetzung und Transparenz der Vorgänge Engpässe rechtzeitig zu erkennen und Maßnahmen zu ergreifen.

## Supply Network

Die immer weitergehende Digitalisierung und Vernetzung von Lieferketten allgemein könnte zu der Entwicklung von digitalen Liefernetzwerken (Digital Supply Networks, DSN) führen. In so einem Netzwerk würden die Prozesse der Lieferkette nicht mehr linear ablaufen, sondern die einzelnen Prozesse dynamisch aufeinander reagieren. Durch erhöhte Transparenz und die Übermittlung von Daten in Echtzeit wäre es möglich, das Risiko zu vermindern, dass Ineffizienzen in einer Phase der Lieferkette Auswirkungen auf die folgenden hätten. Die dafür nötigen Standardisierungen von Daten und Kommunikation würde nicht nur dem Endverbraucher, sondern allen an der Wertschöpfungskette Beteiligten Vorteile bringen.

Im Krankenhaus führt die Digitalisierung und Optimierung des SCM und speziell der Logistik nicht nur zu Einsparungen bei Transport und Energieverbrauch, sondern auch zur Verbesserung der Patientensicherheit und Behandlungsqualität. Insgesamt wird das Personal entlastet und kann sich besser auf die primäre Aufgabe, die medizinische Versorgung, konzentrieren.

## Partner



UNIVERSITÄTSKLINIKUM  
Schleswig-Holstein



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK



BioMedTec  
Wissenschaftscampus

Innovationsforen  
Mittelstand

### Impressum

UniTransferKlinik Lübeck  
Maria-Goeppert-Straße 1  
23562 Lübeck  
E-Mail: [info@unitransferklinik.de](mailto:info@unitransferklinik.de)

### Autoren der Arbeitsgruppe Innovationsforum Krankenhaus 4.0

Dr. Raimund Mildner  
Prof. Dr. J.-Uwe Meyer  
Nils Eckardt  
Lina Hartung  
Julia Kahlisch  
Juljan Bouchagiar  
Martin Mildner

### Gestaltung

Niclas Apitz  
Bjarne Andersen

### Bildnachweis

in chronologischer Reihenfolge:  
Great Bergens, stokkete, Yastremska,  
Kaspars Grinvalds, sudok1,  
Foto-event, TanyaLovus, Great Bergens,  
[www.BillionPhotos.com](http://www.BillionPhotos.com), Sergey Nivens,  
dolgachov, pandpstock001, Khakimullin,  
Great Bergens, [www.BillionPhotos.com](http://www.BillionPhotos.com),  
AndreyPopov, vectorfusionart,  
Wavebreak Media Ltd, Macrovector,  
Great Bergens, elenathewise, theerapong28,  
Macrovector, elenabsl, toons17  
– alle Bigstock.com.

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung