



TELEMEDIZINISCHE ASSISTENZSYSTEME

Technik, Markt, Geschäftsmodelle



Vorwort

Telemedizinische Ansätze weisen ein erhebliches Potential auf, die Qualität der Patientenversorgung in der gesamten Kette von der Prävention über die Diagnose bis hin zur Rehabilitation zu erhöhen, die Kosten zu senken sowie die ärztliche Versorgung in strukturschwachen ländlichen Regionen uneingeschränkt aufrecht zu erhalten. Angesichts der rasanten Durchdringung aller Wirtschafts- und Lebensbereiche mit Informations- und Kommunikationstechnik sowie der verfügbaren Sensorik ist es an der Zeit, die offensichtlichen Nutzenpotentiale auszuschöpfen. Dafür sind der Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik der TU München und das Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn eine Partnerschaft eingegangen. In dieser Partnerschaft bringt der Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik seine Expertise auf dem Gebiet der bioelektrischen Diagnose- und Therapiesysteme ein. Das Heinz Nixdorf Institut blickt u.a. auf fundierte Erfahrungen auf dem Gebiet der strategischen Geschäfts-, Produkt- und Technologieplanung zurück.

In dem vorliegenden Projekt konzentrieren wir uns auf das kurzfristig Machbare, wohlwissend, dass sich noch weitere Nutzenpotentiale in der Zukunft, wie die automatische Diagnose auf der Basis von künstlicher Intelligenz, abzeichnen. Derartige avantgardistische Ansätze stehen nicht im Fokus des vorliegenden Berichts. Aber auch die Konzentration auf das kurzfristig Machbare wirft eine Reihe von Fragen auf: Wie kann eine größere Anzahl von Sensoren in ein Endgerät integriert werden, das auf dem jeweiligen Stand der Entwicklung von Smartphones beruht und benutzungsfreundlich ist? Welche Stakeholder fördern die Verbreitung von telemedizinischen Assistenzsystemen und welche behindern die Verbreitung? Wie entwickeln sich Märkte und Geschäftsumfelder bis zum Jahr 2030 und welche Anforderungen ergeben sich daraus? Was sind erfolgversprechende Geschäftsmodelle? Derartige Fragen fundiert zu beantworten bedeutet viel Arbeit. Im Rahmen einer großzügigen Projektförderung hat es uns die Heinz Nixdorf Stiftung ermöglicht, diese Arbeit zu bewältigen. Wir danken der Heinz Nixdorf Stiftung herzlich für die gewährte Unterstützung und die sehr wohlwollende Begleitung dieses anspruchsvollen Projekts.

Es bedarf nicht besonders viel Expertise, um zu erkennen, dass Deutschland aus der Sicht eines potentiellen Investors in die Telemedizin ein ausgesprochen unfreundliches Terrain ist, voller Vorbehalte und hoher Markteintrittsbarrieren. Wir hoffen aber, dass sich aus der Beantwortung vorstehender Fragen wichtige Impulse für den baldigen Einsatz telemedizinischer Assistenzsysteme ergeben, denen sich die Stakeholder kaum noch verschließen können. Unserer Ansicht nach ist es nur eine Frage der Zeit, ob sich Telemedizin durchsetzt; es geht eigentlich nur noch darum, ob wir in Deutschland zu den Gestaltern der Zukunft auf diesem faszinierenden Gebiet gehören oder von der sich abzeichnenden Entwicklung überrollt werden.

Sehr geehrte Leserinnen und Leser, wir wünschen Ihnen eine anregende Lektüre des vorliegenden Berichts. Über Ihre geschätzte Meinung würden wir uns sehr freuen.

Jürgen Gausemeier

Bernhard Wolf

im Oktober 2014



Inhalt

Seite 7	Einleitung
Seite 10	Management Summary
Seite 15	1 Der Markt für telemedizinische Assistenzsysteme in Deutschland <ul style="list-style-type: none">1.1 Wettbewerbsanalyse1.2 Erfolgsfaktoren1.3 Trends1.4 Stakeholder
Seite 24	2 Die Zukunft des Geschäfts mit telemedizinischen Assistenzsystemen <ul style="list-style-type: none">2.1 Einführung in die Szenario-Technik2.2 Szenarien für das Geschäft mit telemedizinischen Assistenzsystemen im Jahr 20302.3 Analyse der Szenarien
Seite 35	3 Geschäftsmodelle für telemedizinische Assistenzsysteme <ul style="list-style-type: none">3.1 Entwicklung von wertschöpfungsketten-orientierten Geschäftsmodellen3.2 Vorstellung der Geschäftsmodelle3.3 Analyse der Geschäftsmodelle
Seite 51	4 Konzipierung und Realisierung eines telemedizinischen Assistenzsystems <ul style="list-style-type: none">4.1 Krankheitsbilder4.2 Anwendungsfelder4.3 COMES[®]-System4.4 Telemedizinisches Endgerät4.5 Informationsmanagement
Seite 73	5 Resümee und Ausblick
Seite 75	Literaturverzeichnis
Seite 78	Autorenverzeichnis



Einleitung

Das deutsche Gesundheitswesen ist geprägt von einer stetigen Zunahme der Gesundheitsausgaben bei geringer Kostentransparenz und verbesserungswürdiger Versorgungsqualität [RTW11]. Im internationalen Vergleich der OECD liegt Deutschland bei den jährlichen Pro-Kopf-Gesundheitsausgaben an vierter Stelle. Dem gegenüber liegt die durchschnittliche Lebenserwartung von Frauen und Männern nur auf dem neunzehnten Platz [Oec12-01], [Oec12]. Gleichzeitig altert die deutsche Gesellschaft rapide. Chronische Erkrankungen wie Stoffwechselkrankheiten und Herz-Kreislauf-Erkrankungen werden dementsprechend stark zunehmen. Insbesondere die Überalterung der Gesellschaft wird zu einer Steigerung der Gesundheitsausgaben führen. Ein weiterer wesentlicher Kostentreiber wird der zunehmende Bedarf an Pflege sein. Darüber hinaus stellt die ärztliche Versorgung in strukturschwachen Regionen eine Herausforderung dar [RTW11].

Telemedizinische Ansätze¹ haben das Potential diesen Herausforderungen wirkungsvoll zu begegnen. Durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik zum Austausch valider Informationen für Diagnose, Therapie und Prävention von Krankheiten können räumliche Distanzen überwunden werden. Es werden zwei Anwendungsbereiche unterschieden: die Interaktion zwischen Ärzten (D2D) und die Interaktion zwischen Ärzten und Patienten (D2P) [DBR10]. In dieser Studie wollen wir auf die Interaktion zwischen Ärzten und Patienten eingehen. Bei diesem Anwendungsbereich ist das wichtigste Segment das Telemonitoring. Hier nehmen Sensoren Parameter wie Blutdruck oder Blutzucker auf und übermitteln diese über

das Internet an eine Datenbank. Über diese Datenbank können behandelnde Ärzte und Patienten sowie gegebenenfalls autorisierte Verwandte auf das Monitoring zugreifen und so den Verlauf einer Therapie verfolgen. Auf Basis der kontinuierlich erhobenen Daten können an den Patienten angepasste Therapiekonzepte generiert werden. Gleichzeitig können solche Systeme auch zur Prävention, Rehabilitation oder zu Wellness- und Fitnesszwecken eingesetzt werden [WCF+09], [BMBo8].

Die Telemedizin bietet ein erhebliches Kosteneinsparungspotential. Bereits heute existieren eine Reihe von Telemedizinlösungen [Krü09], viele befinden sich allerdings noch im Erprobungsstadium [BMBo9]. Dies liegt u.a. an den mangelnden politischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen [DBR10], aber auch an den konfliktären Zielen einiger einflussreicher Stakeholder (Anspruchsgruppen).

Die vorliegende Studie beruht auf den Ergebnissen des Projektes KOMPASS (Kognitives Medizinisches Personalisiertes Assistenzsystem), das der Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik (Ordinarius: Prof. Dr. Bernhard Wolf) der Technischen Universität München und der Lehrstuhl für Produktentstehung (Ordinarius: Prof. Dr. Jürgen Gausemeier) des Heinz Nixdorf Instituts der Universität Paderborn zusammen durchgeführt haben. Im Rahmen des gemeinsamen Projektes untersuchte das Projektteam den Einsatz modernster Sensoren sowie Kommunikations- und Informationssysteme, die die Patientenversorgung verbessern sollen. Durch diese evidenzbasierte telemedizinische Intervention ist gleichzeitig auch

Telemedizinische Assistenzsysteme weisen ein erhebliches Nutspotential auf.

¹ Nach Definition der WHO ist „Telemedizin die Erbringung von Gesundheitsdienstleistungen unter Verwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien zum Austausch gültiger Informationen für Diagnose, Therapie und Prävention von Krankheiten, wenn dabei die räumliche Entfernung einen kritischen Faktor darstellt.“ [WHO98]



Ziele des Projektes KOMPASS sind ein Demonstrator eines telemedizinischen Assistenzsystems sowie zukunftsfähige Geschäftsmodelle.

ein Beitrag zur Senkung der Kosten im Gesundheitswesen zu erwarten. Die vorliegende Studie beruht auf den Ergebnissen des Projektes.

Das Projekt KOMPASS

Ziele des Projektes KOMPASS sind ein Demonstrator eines telemedizinischen Assistenzsystems zur Prävention, Diagnostik und Therapie sowie zukunftsfähige Geschäftsmodelle. Das Assistenzsystem besteht aus Sensorik, Datenübertragung und -verarbeitung. Die Geschäftsmodelle sollen darlegen, wie sich die Nutzenpotentiale telemedizinischer Assistenzsysteme wirtschaftlich erschließen lassen. Das entsprechende Arbeitsprogramm ist in Bild 1 dargestellt.

Das Arbeitsprogramm gliedert sich in sechs Arbeitspakete, die vom Lehrstuhl Produktentstehung des Heinz Nixdorf Instituts und dem Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik bearbeitet

wurden. Im Folgenden werden die Arbeitspakete (AP) erläutert:

AP 1 Analyse der Ausgangssituation: Dies umfasst die Analyse der Wettbewerbssituation, die Identifikation von Erfolgsfaktoren für telemedizinische Assistenzsysteme, die Ermittlung von Trends sowie eine Analyse der relevanten Anspruchsgruppen (Stakeholder) ihrer Ziele und ihrer Einflussstärke.

AP 2 Experimentelle Phase: Das zweite Arbeitspaket dient der Erhebung von Patientendaten. Zudem werden die entwickelten Algorithmen (AP 3) und der Prototyp des telemedizinischen Assistenzsystems (AP 5) erprobt.

AP 3 Entwicklung der Algorithmen: Dies umfasst die Entwicklung der Algorithmen zur Datenspeicherung und -analyse. Im Fokus steht hierbei die Erarbeitung einer Analysekomponente zur Erkennung von Mustern in den in AP 2 erhobenen Patientendaten.

AP 4 Markt- und Umfeldszenarien: Wir gehen von der Annahme aus, dass das heutige vernetzte System von Stakeholdern die Verbreitung von telemedizinischen Assistenzsystemen hemmt. Daher denken wir in diesem Arbeitspaket die Zukunft telemedizinischer Assistenzsysteme in der Erwartung voraus, dass sich das Geschäftsumfeld für die betrachteten Systeme positiv entwickelt. Ferner dienen die Zukunftsszenarien der Ableitung von Anforderungen an Produkte und Dienstleistungen sowie an Geschäftsmodelle.

AP 5 Entwicklung Endgerät: Hier wird ein Prototyp eines telemedizinischen Assistenzsystems entwickelt. Dies beruht auf einem verbreiteten Smartphone und umfasst die Integration innovativer

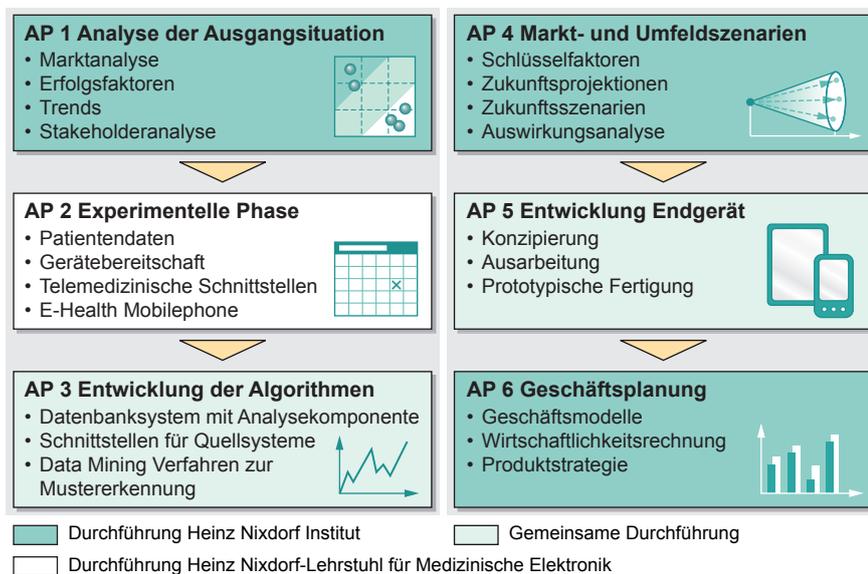


Bild 1: Arbeitsprogramm

Sensoren und einige Design-Varianten für das Endgerät.

AP 6 Geschäftsplanung: Ziel des Arbeitspakets sind zukunftsfähige Geschäftsmodelle für telemedizinische Assistenzsysteme. Diese treffen Aussagen zu den angebotenen Marktleistungen, den Kundensegmenten sowie den Kosten und Erlösen.

Struktur der Studie

Die vorliegende Studie besteht aus vier Kapiteln.

Kapitel 1: Hier wird der Markt für telemedizinische Assistenzsysteme in Deutschland aus heutiger Sicht charakterisiert. Dies umfasst eine Analyse der aktuellen Wettbewerbssituation, die Ermittlung von Erfolgsfaktoren für telemedizinische Assistenzsysteme, eine Trend- sowie eine Stakeholderanalyse.

Kapitel 2: Im zweiten Kapitel wird die Zukunft des Geschäfts mit telemedizinischen Assistenzsystemen vorausgedacht. Das Kapitel beginnt mit einer kurzen Einführung in die Szenario-Technik. Anschließend folgen eine Beschreibung der entwickelten Szenarien sowie die Darstellung der aus den Szenarien resultierenden Chancen, Gefahren und Anforderungen.

Kapitel 3: Dies befasst sich mit der Entwicklung von Geschäftsmodellen für telemedizinische Assistenzsysteme. Zunächst wird das Vorgehen zur Entwicklung wertschöpfungsketten-orientierter Geschäftsmodelle erläutert. Anschließend werden neun entwickelte Geschäftsmodelle vorgestellt und hinsichtlich ihrer Konformität zu den Stakeholder-Zielen und den Markt- und Umfeldszenarien bewertet.

Kapitel 4: Im vierten Kapitel werden mögliche Einsatzgebiete, das primär adressierte Krankheitsbild sowie die Ergebnisse erster Tests an Probanden vorgestellt. Davon ausgehend wird das Endgerät sowie das dazugehörige Informationsmanagement dargelegt.

Abschließend werden ein Resümee gezogen und ein Ausblick auf weitere Forschungs- und Handlungsbedarfe gegeben.

Lesehinweise

Die vorliegende Studie ist so aufgebaut, dass das Wesentliche rasch erfasst werden kann. Dazu reicht es, die Grafiken und die fettabgesetzten Zusammenfassungen zu lesen. Zusätzlich werden die Zusammenfassungen in dem Management Summary aufgegriffen, das unmittelbar nach dieser Einleitung folgt. Ferner dienen die an den Seitenrändern hervorgehobenen Statements der raschen Orientierung und Erfassung der Inhalte.

Ausschließlich aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit wird in der Studie die maskuline Form verwendet. Wenn bspw. von Ärzten gesprochen wird, sind damit selbstredend auch Ärztinnen gemeint.

Die heutigen Rahmenbedingungen der Gesundheitswirtschaft behindern die Verbreitung von telemedizinischen Assistenzsystemen. Daher wird untersucht, ob sich dies in der Zukunft ändern wird.

Die Durchdringung aller Lebensbereiche mit Informations- und Kommunikationstechnik eröffnet Alternativen für das Ausschöpfen der offensichtlichen Nutzenpotentiale und für erfolgversprechende Geschäftsmodelle.



Management Summary

Kapitel 1 – Der Markt für telemedizinische Assistenzsysteme in Deutschland

Der **Markt** für telemedizinische Assistenzsysteme ist sehr vielschichtig: Viele Unternehmen haben bereits die Chancen der Telemedizin erkannt und bieten eine Vielzahl unterschiedlicher Geräte und Dienstleistungen an. Die Marktleistungen erstrecken sich vom Angebot eines telemedizinischen Produkts (z.B. Blutdruckmessgeräte) über das kombinierte Angebot von Produkt und Dienstleistung (z.B. ein EKG-Gerät mit einer Rund-um-die-Uhr-Betreuung durch ein telemedizinisches Zentrum) bis zum Angebot von reinen telemedizinischen Dienstleistungen (z.B. eine medizinische Notruf-Hotline). Eine Differenzierung der Unternehmen anhand der Distributionskanäle und der Art der Leistungsverrechnung befindet sich erst in den Anfängen.

Wesentliche **Erfolgsfaktoren** für das Geschäft mit telemedizinischen Assistenzsystemen sind die Bedienfreundlichkeit, die Online-Erfassung und Abbildung von Parametern in einer Datenbank sowie die Messung dieser Parameter mit einem Gerät. Diese Faktoren weisen eine hohe Bedeutung für den Erfolg eines Produktes auf; gleichzeitig sind die Hersteller von telemedizinischen Assistenzsystemen auf diesem Gebiet noch nicht stark genug. Hier besteht folglich noch Handlungsbedarf.

Zahlreiche **Trends** prägen den Markt für telemedizinische Assistenzsysteme. Besonders relevante Trends sind die wachsende Bedeutung von Home Care und E-Health, die zunehmende Verbreitung von Smartphones, die Überalterung der Gesellschaft sowie die Zunahme der Volkskrankheiten Diabetes und Hypertonie. Die aufgeführten Trends zeichnen sich insbesondere durch eine hohe Eintrittswahrscheinlichkeit sowie starke Auswirkungen auf das Geschäft mit telemedizinischen Assistenzsystemen aus.

Der Markt für telemedizinische Assistenzsysteme ist charakterisiert durch eine Vielzahl verschiedener **Stakeholder**. Neben der Relevanz unterscheiden sich die Stakeholder anhand ihres Einflusses und ihrer Ziele. Insgesamt nimmt ein Großteil der Stakeholder eine kooperative Haltung gegenüber der Telemedizin ein. Es existieren allerdings auch einige Stakeholder, die über eine mittlere bis hohe Relevanz verfügen und konfliktäre Ziele gegenüber telemedizinischen Assistenzsystemen verfolgen. Zu dieser Gruppe gehören Pharmaunternehmen, die kassenärztliche Bundesvereinigung und niedergelassene Ärzte.

Kapitel 2 – Die Zukunft des Geschäfts mit telemedizinischen Assistenzsystemen

Das gegenwärtige ökonomische, gesellschaftliche und politische Umfeld fördert nicht unbedingt eine weitere Verbreitung von Telemedizin. Daher wurden mit Hilfe der **Szenario-Technik** zukünftige Entwicklungen des Marktes und Geschäftsumfelds systematisch vorausgedacht.



Für das Geschäft mit telemedizinischen Assistenzsystemen im Jahr 2030 ergeben sich drei **Szenarien**. Szenario 1 zeichnet sich durch eine hohe Akzeptanz der Stakeholder aus. Patienten, niedergelassene Ärzte und Kliniken/Krankenhäuser stehen telemedizinischen Assistenzsystemen positiv gegenüber. Zudem haben die Krankenversicherungen die Potentiale der Telemedizin erkannt: Telemedizinische Leistungen sind fester Bestandteil des Leistungskatalogs. In Szenario 2 blockieren insbesondere mangelnder Datenschutz und fehlende Standards den Durchbruch der Telemedizin. Die Akzeptanz bei Patienten und Ärzten ist dementsprechend niedrig. Im Leistungskatalog der Krankenkassen sind telemedizinische Leistungen allerdings ein fester Bestandteil. Der Einsatz telemedizinischer Leistungen beruht daher auf einer erzwungenen Akzeptanz. In Szenario 3 bleibt die Telemedizin in einem konfliktären Umfeld in den Kinderschuhen. Die Akzeptanz telemedizinischer Leistungen ist bei Patienten, Ärzten und Krankenversicherungen gering. Primäre Ursachen sind mangelnder Datenschutz, fehlende Standards und eine unzureichende Integration in den Praxisalltag.

Aus den entwickelten Szenarien lassen sich **Chancen, Gefahren und Anforderungen** an telemedizinische Assistenzsysteme und Geschäftsmodelle ableiten. Um nicht unnötig Ressourcen zu vergeuden, wurde hierfür das Szenario 1 „Hohe Akzeptanz der Stakeholder“ als Referenzszenario ausgewählt. Dieses Szenario zeichnet sich durch eine relativ hohe Eintrittswahrscheinlichkeit und das mit Abstand höchste Nutzenpotential aus. Chancen des Referenzszenarios ergeben sich vor allem aus der hohen Akzeptanz der Stakeholder, die vielfältige Anwendungsmöglichkeiten eröffnet. Gefahren bestehen durch die zunehmende „Loslösung“ des Patienten von der ärztlichen Betreuung und der steigenden Anzahl an Wettbewerbern. Aus den Chancen und Gefahren resultieren Anforderungen an das telemedizinische Assistenzsystem und die Geschäftsmodelle: Wesentliche Anforderung an das Endgerät ist die nahtlose Einbindung in die integrierte Versorgungskette sowie ein hoher Datenschutz. Die wesentliche Anforderung an das Geschäftsmodell ist die Berücksichtigung aller Stakeholder und insbesondere die Einbindung der Krankenversicherungen als Kostenträger.

Kapitel 3 – Geschäftsmodelle für telemedizinische Assistenzsysteme

Ein **Geschäftsmodell** beschreibt, wer die Kunden eines Unternehmens sind, welche Marktleistung ein Unternehmen anbietet, welchen Nutzen es dem Kunden verspricht und welche Kosten und Erlöse durch die Marktleistung beim Unternehmen entstehen. Die Herausforderung bei der Entwicklung von Geschäftsmodellen für telemedizinische Assistenzsysteme ist, alle an der Wertschöpfungskette beteiligten Stakeholder zu berücksichtigen. Daher wurden wertschöpfungsketten-orientierte Geschäftsmodelle entwickelt. Diese berücksichtigen die Vernetzungen, den Waren- und Dienstleistungsfluss sowie den Geldfluss zwischen den beteiligten Stakeholdern.



Insgesamt sind neun **wertschöpfungsketten-orientierte Geschäftsmodelle** für telemedizinische Assistenzsysteme entwickelt worden:

Geschäftsmodell 1: Pharmaunternehmen stellen Chronikern telemedizinische Assistenzsysteme kostenfrei oder gegen eine Beteiligung zur Verfügung. Auf diese Weise versuchen sie die Bindung ihrer Kunden zu erhöhen und gleichzeitig eine breite Basis an Patientendaten für ihre Forschung und Entwicklung aufzubauen.

Geschäftsmodell 2: Niedergelassene Ärzte bieten ihren Patienten telemedizinische Leistungen gegen eine geringe Kostenübernahme an. Durch den Einsatz von telemedizinischen Assistenzsystemen erhoffen sich die Ärzte, die Patientenbindung zu erhöhen und auch Patienten in weiter entfernt liegenden Regionen gewinnen und betreuen zu können.

Geschäftsmodell 3: Pflegeheime und Kliniken/Krankenhäuser setzen telemedizinische Assistenzsysteme zur Kostenreduktion ein. Die Marktleistung zeichnet sich durch ein stationäres telemedizinische Endgerät und eine Dienstleistung aus, die von den Einrichtungen selbst erbracht wird.

Geschäftsmodell 4: Telemedizinische Leistungen werden von Kliniken und Krankenhäusern bei der Anschlussheilbehandlung eingesetzt. So sollen die Therapiequalität erhöht und gleichzeitig die Kosten auf Grund einer geringeren Verweildauer im Krankenhaus bzw. in der Klinik reduziert werden.

Geschäftsmodell 5: Wohlfahrtseinrichtungen bieten telemedizinische Assistenzsysteme ambulant gepflegten Senioren an. Dies ermöglicht eine Reduktion der Kosten bei den Wohlfahrtseinrichtungen und eine Erhöhung der Sicherheit im Alltag für den Endanwender.

Geschäftsmodelle 6 und 7: Über verschiedene Anbieter, wie Apotheken, Kommunikationsunternehmen oder telemedizinische Zentren, werden den Endanwendern telemedizinische Leistungen angeboten. Die Geschäftsmodelle 6 und 7 unterscheiden sich anhand des Nutzenversprechens und der angebotenen Marktleistungen. Während im Geschäftsmodell 6 reflektierten Endanwendern Marktleistungen zur eigenverantwortlichen Prävention angeboten werden, zielt das Geschäftsmodell 7 auf chronisch kranke Endanwender ab, denen Marktleistungen zur Erhöhung der Sicherheit im Alltag angeboten werden. In beiden Geschäftsmodellen kommt der Endanwender für die Kosten auf.

Geschäftsmodelle 8 und 9: Im Vordergrund der Geschäftsmodelle steht die Krankenversicherung, die die Kosten für telemedizinische Assistenzsysteme übernimmt. Im Geschäftsmodell 8 bietet die Krankenversicherung reflektierten Endanwendern telemedizinische Leistungen in Form eines Bonusprogramms an. So erhoffen sich die Krankenversicherungen, gesündere Kunden und damit geringere Ausgaben. Das Geschäftsmodell 9 fokussiert chronisch kranke Kunden. Bei diesem Endanwender-Segment sollen telemedizinische Systeme zur Reduktion der Krankenhausaufenthalte, zur Erhöhung der Compliance und damit zur Steigerung des Therapieerfolgs eingesetzt werden.

Der Erfolg eines Geschäftsmodells im Markt für telemedizinische Assistenzsysteme ist abhängig von dem **strategischen Fit zum Geschäftsmodell-Umfeld** sowie von der **Konformität zu den Stakeholder-Zielen**. Der strategische Fit zum Geschäftsmodell-Umfeld (Referenzszenario) ist bei allen Geschäftsmodellen relativ hoch. Den höchsten Fit weisen



die Geschäftsmodelle 4, 7 und 9 auf. Durch die Einbindung von Ärzten und Krankenversicherungen profitieren diese Geschäftsmodelle am stärksten vom telemedizinfreundlichen Geschäftsmodell-Umfeld. Die höchste Konformität zu den Stakeholder-Zielen zeigt das Geschäftsmodell 9. Durch die Berücksichtigung und Vergütung der niedergelassenen Ärzte erhöht sich die Akzeptanz bei Ärzten und Patienten. Zudem ist die Akzeptanz bei Krankenversicherungen hoch, da insbesondere beim angesprochenen Endanwender-Segment Kosteneinsparungen erzielt werden können.

Kapitel 4 – Konzept und Realisierung eines telemedizinischen Assistenzsystems

Telemedizinische Assistenzsysteme können bei der Diagnose und Therapie verschiedener **Krankheitsbilder** eingesetzt werden. Bei einer Reihe von Krankheiten, wie dem metabolischen Syndrom, ist es allerdings erforderlich, mehrere Parameter über den Zeitverlauf zu monitoren. Bestehende Systeme bieten in der Regel nur die Möglichkeit einen Parameter zu erfassen. Betroffene Patienten benötigen daher eine Reihe verschiedener Endgeräte. Hierdurch wird die Mobilität des Patienten und damit die Akzeptanz telemedizinischer Assistenzsysteme erheblich eingeschränkt.

Die **Anwendungsfelder** für telemedizinische Assistenzsysteme sind heterogen. Die Systeme können bspw. bei der stationären und ambulanten Therapie sowie zur Prävention eingesetzt werden. Eine ortsunabhängige Datenübertragung via 3G und die einfache Handhabung der Endgeräte fördern ein lückenloses Monitoring, das der Anwender eigenständig durchführen kann. Die Integration des telemedizinischen Assistenzsystems in den Klinikbetrieb und in den Alltag des Anwenders bei ambulanter Therapie führt zu einer Entlastung von Pflegepersonal und Ärzten. Das regelmäßige Monitoring gesunder Menschen unterstützt das frühzeitige Erkennen sich verändernder Parameter.

Den **Ausgangspunkt** für das Konzept und die Realisierung bildet das am Heinz Nixdorf Lehrstuhl für Medizinische Elektronik entwickelte telemedizinische Assistenzsystem COMES®. Das System umfasst verschiedene Messgeräte zur Erfassung von Patientenparametern, wie Blutdruck oder Glukose, eine Datenbank zur Speicherung und Analyse der Messwerte sowie ein handelsübliches Smartphone zur Übertragung der Messwerte an eine Datenbank.

Unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen, wie Einsatzgebiete und Krankheitsbilder, wurde ein **telemedizinisches Assistenzsystem** entwickelt, welches dem Anwender einen hohen Grad an Mobilität und zugleich umfangreiche Interaktionen z.B. mit einem Arzt ermöglicht. Es besteht im Kern aus zwei wesentlichen Elementen: Dem telemedizinischen Endgerät mit der dazugehörigen Software und dem Informationsmanagement zur Aufbereitung und Analyse der Messdaten. Das Endgerät verfügt über Sensorik zur Messung von Blutdruck, Puls, Sauerstoffsättigung, Hautleitfähigkeit und Glukose. Zur Messung des Gewichts kann eine Personenwaage via Bluetooth angekoppelt werden. Durch



die Integration verschiedener Messfunktionen in einem Gerät ist es möglich, mit einer Messung ein Cluster an Parametern zu erfassen. So eignet sich das Endgerät zur Anwendung bei unterschiedlichen Krankheitsbildern wie z.B. dem metabolischen Syndrom.

Das **Informationsmanagement** der COMES[®]-Plattform wurde um Möglichkeiten der Datenanalyse erweitert. Es stehen dem Arzt manuelle Analysemöglichkeiten sowie Suchfunktionen bereit. Diese dienen dem Arzt auf seine bisher getroffenen Therapieentscheidungen zurückzugreifen. Ferner stehen automatisierte Datenanalysen zur Unterstützung des Arztes beruhend auf Data Mining-Algorithmen zur Verfügung. Dazu müssen die Algorithmen kontinuierlich mit der Expertise der Ärzte trainiert werden. Das wird mit einer Feedback Management Komponente realisiert. Der Arzt bekommt einen Vorschlag, den er verifizieren muss. Das Ergebnis dient als Lernmenge für zukünftige Analysen. Für einen flächendeckenden Einsatz von Data Mining-Analysen sind organisatorische und technische Voraussetzungen zu erfüllen. Technische Voraussetzungen betreffen vornehmlich das Thema Datenintegrität. Als organisatorische Voraussetzung wird das fehlende Personal gesehen, das sowohl medizinischen Sachverstand als auch Fähigkeiten in der Datenanalyse hat und diese neuen Möglichkeiten annimmt. Zudem muss die Vereinbarkeit mit dem deutschen Gesetz bezüglich automatisierter Diagnosen geklärt werden.

Kapitel 5 – Resümee und Ausblick

Aus technologischer Sicht sind telemedizinische Assistenzsysteme reif für den praktischen Einsatz. Allerdings behindern die bestehenden gesundheitspolitischen Rahmenbedingungen und insbesondere das vernetzte System der Stakeholder die Verbreitung. In Zukunft sind verschiedene Entwicklungen des Geschäfts mit telemedizinischen Assistenzsystemen denkbar: In dem aus heutiger Sicht als sehr wahrscheinlich angesehenen Referenzszenario ziehen Ärzte, Krankenversicherungen und Patienten an einem Strang und helfen so der integrierten Gesundheitsversorgung zum Durchbruch. Zukünftig erfolgversprechende Geschäftsmodelle zeichnen sich durch eine enge Zusammenarbeit der Stakeholder aus. Die hierfür benötigten Endgeräte sollten eine einfache Handhabung und eine hohe Bediensicherheit aufweisen. Das entwickelte Endgerät charakterisiert sich dementsprechend durch einen hohen Grad der Funktionsintegration und eine ergonomische Bedienung. Das Informationsmanagement ermöglicht zudem einen direkten Austausch zwischen Patienten und Arzt sowie die Entwicklung von Diagnose und Therapieempfehlungen basierend auf einer großen Basis von Patientendaten. Es sollte also nur noch eine Frage der Zeit sein, bis sich telemedizinische Lösungen auch in Deutschland durchgesetzt haben.



1 Der Markt für telemedizinische Assistenzsysteme in Deutschland

Die erste dokumentierte Anwendung von Telemedizin fand im Jahr 1959 in Montreal statt, wo zwei Krankenhäuser mit einem Koaxialkabel verbunden wurden, um Röntgenbilder zu übertragen [FH03]. Im größeren Stil wurden telemedizinische Verfahren aber erst seit den 1980er Jahren eingesetzt. Zu dieser Zeit wurde die Telemedizin zur gesundheitlichen Überwachung von Astronauten im Weltraum, von Arbeitern auf Bohrinseln oder von Expeditionsteilnehmern genutzt. Kurz gesagt: Telemedizin wurde dort eingesetzt, wo medizinisches Personal nicht verfügbar oder der Einsatz zu gefährlich war.

Der Markt für Telemedizin in Europa ist dementsprechend noch klein: 2010 betrug der Umsatz mit Telemedizin in Europa ca. 5 Mrd. Euro. Allerdings zeigt eine Analyse der Umsatzentwicklung, ausgehend von 2006, eine stark steigende Tendenz. Es wird davon ausgegangen, dass der Umsatz mit Telemedizin bis 2020 um ca. 10 % pro Jahr steigen könnte (vgl. Bild 1-1) [DBR10].

Im Folgenden werden die Wettbewerbssituation, Erfolgsfaktoren, Trends und Stakeholder auf dem Markt für telemedizinische Assistenzsysteme untersucht. Dazu werden in Kapitel 1.1 Anbieter von telemedizinischen Assistenzsystemen identifiziert und anhand ihrer Geschäftsmodelle

charakterisiert. In Kapitel 1.2 werden Faktoren, die den Erfolg des Geschäftes mit telemedizinischen Assistenzsystemen beeinflussen, identifiziert. Mit Hilfe der Trendanalyse wird in Kapitel 1.3 untersucht,

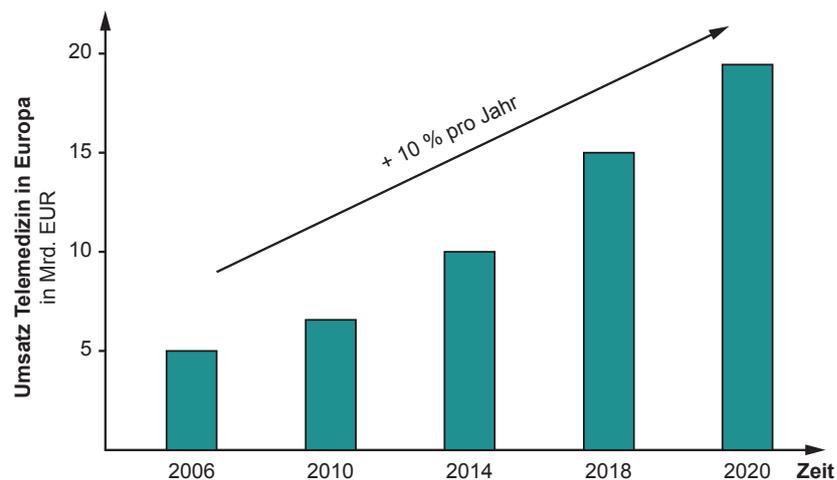


Bild 1-1: Entwicklung Marktvolumen für Telemedizin in Europa [DBR10]

welche zukünftigen Entwicklungen in der Medizintechnik sich heute schon abzeichnen. Abschließend richten wir in Kapitel 1.4 im Rahmen einer Stakeholder-Analyse den Blick auf die verschiedenen Interessengruppen im Bereich telemedizinischer Assistenzsysteme und untersuchen deren Einflussmöglichkeiten und Ziele.

1.1 Wettbewerbsanalyse

Mittlerweile gibt es eine Reihe von Telemedizin-Anbietern, die die Chancen des Marktes erkannt haben und bereits eine Vielzahl unterschiedlicher Geräte und Dienstleistungen anbieten. Die angebotenen Marktleistungen ähneln sich aber nur auf den ersten Blick. Daher haben wir die

Geschäftsmodelle der einzelnen Wettbewerber analysiert. Dazu wurde eine Reihe von Variablen und Ausprägungen für den Markt für telemedizinische Assistenzsysteme erarbeitet. Bild 1-2 zeigt einen Auszug der Variablen mit ihren Ausprägungen. So ist bspw. relevant, welchen Endanwender

Angesichts des Marktwachstums von 10 % p.a. engagieren sich bereits viele Anbieter.



der betrachtete Wettbewerber anspricht. Dies kann bspw. ein „Chroniker“, ein „Gesundheitsbewusster Bürger“ oder ein „Sportler“ sein.

In der folgenden Wettbewerbsanalyse wird ermittelt, wie die Wettbewerber diese Variablen ausprägen. Die Kombination der ausgeprägten Variablen entspricht dem Geschäftsmodell des Wettbewerbers. Insgesamt haben wir 16 Wettbewerber analysiert. Das Bild 1-3 zeigt eine Übersicht der momentan verfolgten Geschäftsmodelle der Wettbewerber auf Basis der Ausprägungen der Variablen mit Hilfe einer multidimensionalen Skalierung (MDS).

Die Wettbewerbsarena im Bereich der Telemedizin ist offensichtlich sehr diversifiziert. Dies ist zunächst an den Umsatzzahlen der Wettbewerber zu erkennen. So hat die 4sigma GmbH einen Umsatz von etwa drei Million Euro und das umsatzstärkste Unternehmen SHL Telemedizin einen weltweiten Umsatz von 34,97 Millionen Euro. Hauptunterscheidungsmerkmal der betrachteten Wettbewerber ist die

angebotene Marktleistung. Diese erstreckt sich vom Angebot eines telemedizinischen Produkts über das gemeinsame Angebot von Produkten und Dienstleistungen bis zum Angebot von reinen telemedizinischen Dienstleistungen. Im Folgenden werden zwei Geschäftsmodelle beispielhaft vorgestellt:

Medisana bietet telemedizinische Produkte, wie Blutdruckmessgeräte, Glukosemessgeräte, Thermometer und Personenwaagen an. Telemedizinische Dienstleistungen werden von Medisana nicht angeboten. Die Produkte werden über Kommunikationsunternehmen, wie T-Systems, Apotheken, Sanitätshäuser, Einzelhandelsketten und einen Online-Shop vertrieben. Die Kunden von Medisana sind Erwachsene und junge Erwachsene, die einen besonderen Stellenwert auf das Design der angebotenen Produkte legen. Erlöse erzielt Medisana durch den Verkauf der Endgeräte. Die Kosten werden vom Endanwender/Patienten selbst übernommen.

Ein Anbieter von telemedizinischen Dienstleistungen und Produkten ist die **SHL Telemedicine Ltd.** Neben Produkten, wie Blutdruckmessgeräten und Elektrokardiographen, bietet das Unternehmen eine ärztliche Beratung rund um die Uhr an. SHL vertreibt seine Produkte und Dienstleistungen über das Internet, Krankenversicherungen, Krankenhäuser sowie medizinische Versorgungsanbieter/Dienstleister. Mit den angebotenen Leistungen spricht SHL insbesondere ältere und chronisch kranke Personen an, die einen hohen Stellenwert auf ein umfassendes Dienstleistungsangebot legen. Der Erlöstreiber bei SHL ist die telemedizinische Dienstleistung. Diese wird über Verträge mit

Markt- und Anbieterlandschaft sind sehr heterogen.

Variable	Alternative Ausprägungen
Endanwender	A Chroniker (Diabetiker, Hypertoniker etc.) B Gesundheitsbewusster Bürger C Sportler
Kunde	A Ärzte B Firmen C Kliniken/Krankenhäuser D Krankenversicherungen E Pflegeeinrichtungen F Pharmaunternehmen G Privatperson H Telemedizinischer Dienstleister
Angebotsumfang Dienstleistung	A Rund-um-die-Uhr-Betreuung B Betreuung zu Sprechzeiten C Keine Dienstleistung
Erlösmodell Dienstleistung	A Bei Inanspruchnahme B Pauschal je Zeitraum C Keine Erlöse

Bild 1-2: Variablen und Ausprägungen (Auszug)



festgelegter Laufzeit angeboten. Die Kosten hierfür übernimmt in der Regel der Patient. Je nach Anwendungsfall ist auch eine Übernahme der Kosten durch die Krankenversicherung möglich. In Israel betreibt SHL zudem eine eigene Rettungswagenflotte.

Insgesamt werden von den Telemedizin-Anbietern sieben **Geschäftsmodellgruppen** verfolgt: „Produktangebot Lifestyle“, „Produktangebot Professional“, „B2B-Dienstleistungen und Beratung“, „B2C-Dienstleistung mit Servicecenter und Ärzteteam“, „Lösungsangebot“, „B2C-Dienstleistungen und Produkte“ und „Erlöstreiber Nebenleistung“. Einer besonderen Erläuterung bedarf das Geschäftsmodell „Erlöstreiber Nebenleistung“ von Sanofi-Aventis. Der Anbieter setzt nicht auf den Verkauf des Produktes (BGStar® bzw. iBGStar®), sondern auf den Verkauf von Messstreifen zur Glukosemessung (Nebenleistung).²

Die identifizierten Geschäftsmodelltypen unterscheiden sich vor allem anhand der angebotenen Marktleistung. Es lässt sich aber auch eine Differenzierung anhand der Distributionskanäle und Leistungsverrechnung feststellen:

Anbieter von telemedizinischen Assistenzsystemen nutzen verschiedene **Distributionswege**, um ihre Produkte zu vermarkten: Ein Großteil der Anbieter von telemedizinischen Assistenzsystemen wählt als Distributionskanal den anonymen Internetvertrieb, den Vertrieb über Fachhändler für Medizintechnik oder den Direktvertrieb. Nur wenige Anbieter vertreiben ihre Produkte über Krankenversicherungen, niedergelassene Ärzte, Krankenhäuser, Apotheken, Sanitätshäuser und Kommunikationsunternehmen. Ein

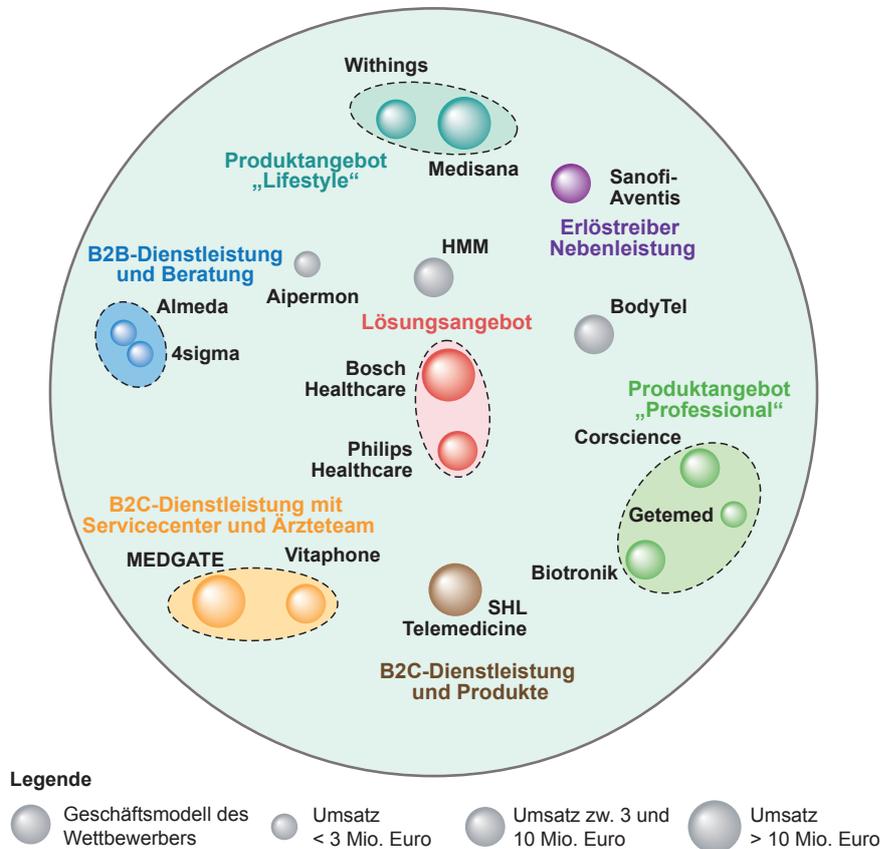


Bild 1-3: Wettbewerbsarena im Bereich Telemedizin dargestellt in einer multidimensionalen Skalierung (MDS)

Vertrieb über Pharmaunternehmen, Pflegeeinrichtungen oder Unternehmen mit betrieblichem Versorgungsmanagement ist derzeit noch nicht bekannt.

Die **Leistungsverrechnung** beschreibt, wie Ärzte, Patienten oder Pfleger die im Zusammenhang mit dem telemedizinischen Assistenzsystem erbrachte Leistung verrechnen können. Bei einem Großteil der analysierten Geschäftsmodelle werden die Kosten vom Patienten bzw. Endanwender selbst übernommen; nur wenige Angebote werden von der Krankenversicherung finanziert. Die Kosten für

Die Geschäftsmodelle unterscheiden sich vor allem anhand der angebotenen Marktleistungen.

² In der Literatur wird dieser Geschäftsmodelltyp in der Regel als „Razor and Blades“ bezeichnet. Den größten Teil des Gewinns erzielen Anbieter von Rasierern nicht durch den Rasierer selbst, sondern durch den Verkauf von Rasierklingen [GFC13, S. 203 ff.].



telemedizinische Produkte fallen einmalig durch den Verkaufspreis an. Einen Verleih oder ein Leasing von Geräten bietet bisher keiner der untersuchten Anbieter an. Die Dienstleistung wird in der Regel im Rahmen einer Dienstleistungs-Flatrate mit gegebener Vertragslaufzeit angeboten.

Einige Anbieter bieten auch Dienstleistungen an, die lediglich bei der Inanspruchnahme Geld kosten. Die Preise sind bei Sachleistungen meist pauschal; bei Dienstleistungen abhängig vom Funktionsumfang und der Risikoklasse des Patienten.

Der Markt ist noch klein, aber er wächst pro Jahr mit 10 %. In der Wettbewerbsarena agiert bereits eine große Anzahl von Anbietern. Eine Differenzierung der Wettbewerber findet derzeit primär anhand der Marktleistung statt. Diese erstreckt sich vom Angebot eines telemedizinischen Produkts (z.B. Blutdruckmessgeräte von Medisana) über das kombinierte Angebot von Produkt und Dienstleistung (z.B. EKG-Gerät und Rund-um-die-Uhr Betreuung durch SHL) bis zum Angebot von reinen telemedizinischen Dienstleistungen (z.B. medizinische Rund-um-die-Uhr-Betreuung von Almeda). Eine Differenzierung anhand der Distributionskanäle und der Leistungsverrechnung befindet sich erst in den Anfängen.

1.2 Erfolgsfaktoren

Wesentliche Erfolgsfaktoren für das Geschäft sind die Bedienfreundlichkeit, die Online-Erfassung und Abbildung von Parametern in eine Datenbank sowie die Messung dieser Parameter in einem Gerät.

Der Erfolg oder Misserfolg eines Produktes entscheidet sich häufig anhand weniger kaufentscheidender Faktoren. Diese Faktoren werden im Folgenden als Erfolgsfaktoren bezeichnet. Zur Identifikation von Erfolgsfaktoren für telemedizinische Assistenzsysteme wurde im Rahmen des Projektes KOMPASS eine Erfolgsfaktorenanalyse durchgeführt.

Basierend auf einer Befragung von Ärzten, Krankenversicherungen und Herstellern von telemedizinischen Assistenzsystemen, wie Siemens, Bosch und vitaphone, wurden insgesamt 14 Erfolgsfaktoren ermittelt. Beispiele für Erfolgsfaktoren im Bereich telemedizinischer Assistenzsysteme sind das Design, die Produktqualität, die Bedienfreundlichkeit oder die Lebensdauer. Die identifizierten Faktoren wurden anschließend von den Experten bewertet. Es wurde bestimmt,

wie wichtig ein Faktor für den Erfolg einer Marktleistung ist und inwieweit der Faktor von den bestehenden Herstellern von telemedizinischen Assistenzsystemen erfüllt wird. Die Ergebnisse der Erfolgsfaktorenbefragung sind im Erfolgsfaktorenportfolio in Bild 1-4 zusammengefasst.

Das Erfolgsfaktorenportfolio weist als Achsen die Bedeutung des Erfolgsfaktors (Ordinate) und die derzeitige Position der Hersteller von telemedizinischen Assistenzsystemen (Abszisse) auf. Es gliedert sich in drei Bereiche:

- **Kritische Erfolgsfaktoren:** Die Hersteller sind in Bereichen nicht stark genug, die eine hohe Bedeutung im Wettbewerb haben. Hier ergibt sich ganz offensichtlich Handlungsbedarf. Dies trifft u.a. auf die Faktoren „Erfassung von Parametern in einer Datenbank“, „Bedien-



- freundlichkeit“ und die „Messung von Parametern mit einem Gerät“ zu.
- **Ausgeglichene Erfolgsfaktoren:** Hier besteht eine Balance zwischen der Bedeutung im Wettbewerb und der Position der Hersteller. Beispiele sind „Lebensdauer“, „Design“ und „Marke“.
 - **Überbewertete Erfolgsfaktoren:** Die Hersteller sind auf Gebieten stark, die im Wettbewerb keine große Rolle spielen. Eine solche Positionierung konnte bei der Befragung nicht ermittelt werden.

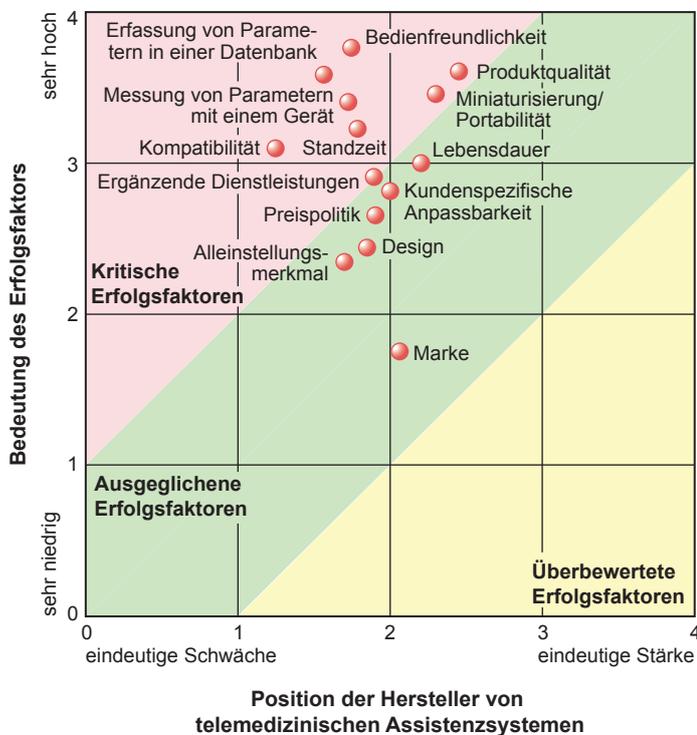


Bild 1-4: Erfolgsfaktorenportfolio „Telemedizinische Assistenzsysteme“

Im Rahmen der Erfolgsfaktorenanalyse wurde die Bedeutung und die Position der Hersteller von telemedizinischen Assistenzsystemen bezüglich 14 Erfolgsfaktoren bewertet. Die Analyse hat gezeigt, dass die wesentlichen Erfolgsfaktoren für das Geschäft mit telemedizinischen Assistenzsystemen die Bedienfreundlichkeit, die Online-Erfassung und Abbildung von Parametern in einer Datenbank sowie die Messung dieser Parameter mit einem Gerät sind. Diese Faktoren weisen eine hohe Bedeutung auf; wohingegen die Hersteller auf diesem Gebiet noch nicht stark genug sind. Hier besteht also Handlungsbedarf. Zudem zeigt die Befragung, dass eine Positionierung über starke Marken im Wettbewerb noch nicht stattgefunden hat.



1.3 Trends

Wesentliche Trends sind die wachsende Bedeutung von Home Care und E-Health, die zunehmende Verbreitung von Smartphones, die Überalterung der Gesellschaft sowie die Zunahme der Volkskrankheiten Diabetes und Hypertonie.

Trends prägen den Markt für telemedizinische Assistenzsysteme. Die im Folgenden betrachteten Trends beschreiben bereits heute erkennbare Entwicklungen des Umfelds, die das Geschäft mit telemedizinischen Assistenzsystemen besonders beeinflussen. Die identifizierten Trends stammen aus verschiedenen Bereichen, wie Politik, Gesellschaft, Technologie und Umwelt. Ein Beispiel für einen Trend aus dem Bereich Gesellschaft ist die Zunahme von Diabetes-Erkrankungen oder der Wandel zur Informationsgesellschaft.

Im Rahmen des Projektes KOMPASS wurden in Expertenbefragungen und Litera-

turrecherchen insgesamt 23 Trends identifiziert. Alle identifizierten Trends sind in Steckbriefen dokumentiert. Diese enthalten eine Trendbeschreibung, eine Darstellung der Auswirkungen des Trends sowie Aussagen zu möglichen Chancen und Gefahren.

Darüber hinaus wurden die Trends hinsichtlich ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit, der Auswirkungsstärke auf das Geschäft mit telemedizinischen Assistenzsystemen und des zu erwartenden Marktpotentials bewertet. Die Ergebnisse der Befragung sind zusammenfassend in einem Trendradar dargestellt (vgl. Bild 1-5).

Jeder Kreis im Trendradar repräsentiert einen Trend. Je näher die Kreise am Zentrum des Radars liegen, desto höher ist die Eintrittswahrscheinlichkeit des Trends. Rot markierte Trends haben eine hohe Auswirkung auf telemedizinische Assistenzsysteme. Grün markierte Trends haben dagegen eine geringe Auswirkung. Somit sind alle zentral gelegenen roten Trends von hoher Bedeutung für das Geschäft mit telemedizinischen Assistenzsystemen.

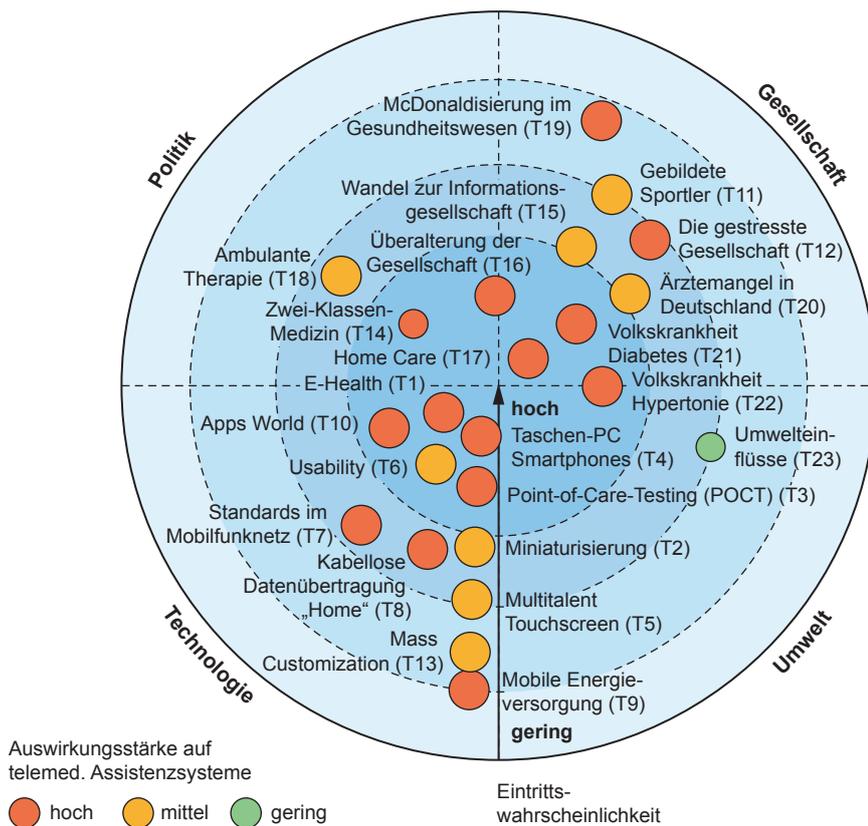


Bild 1-5: Trendradar „Telemedizinische Assistenzsysteme“



Es wurden 23 Trends aus den Bereichen Politik, Gesellschaft, Umwelt und Technologie für telemedizinische Assistenzsysteme identifiziert. Die Trends wurden anhand der Eintrittswahrscheinlichkeit sowie der Auswirkungsstärke auf telemedizinische Assistenzsysteme bewertet. Die wesentlichen Trends im Bereich telemedizinischer Assistenzsysteme sind die wachsende Bedeutung von Home Care und E-Health, die zunehmende Verbreitung von Smartphones, die Überalterung der Gesellschaft sowie die Zunahme der Volkskrankheiten Diabetes und Hypertonie.

1.4 Stakeholder

Stakeholder sind Personen bzw. Interessensgruppen, die den Markt für telemedizinische Assistenzsysteme beeinflussen oder die vom Markt beeinflusst werden. Beispiele für Stakeholder im Markt für telemedizinische Assistenzsysteme sind Patienten, Ärzte und Pharmaunternehmen. Die verschiedenen Stakeholder weisen eine unterschiedliche Relevanz für das Geschäft mit telemedizinischen Assistenzsystemen auf. Daher wurde in einem paarweisen Vergleich bewertet, welcher Stakeholder für das Geschäft relevanter ist. Zudem wurden die Beziehungen zwischen den identifizierten Stakeholdern untersucht. Dazu wurde analysiert, wie stark ein Stakeholder die jeweils anderen Stakeholder beeinflusst und wie stark er von den anderen Stakeholdern beeinflusst wird. Die Ergebnisse sind in Bild 1-6 zusammenfassend dargestellt.

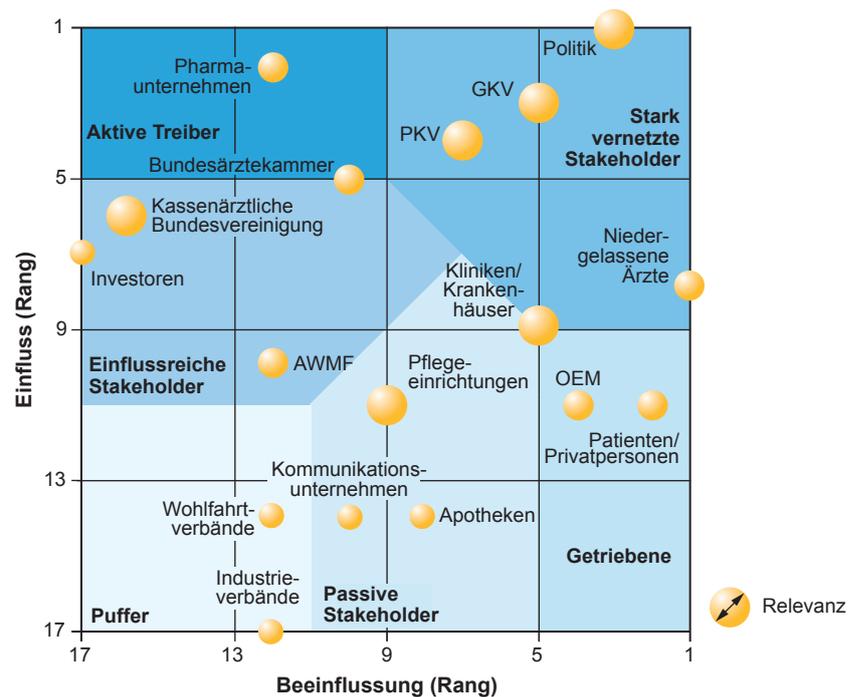
Auf der Ordinate ist für jeden Stakeholder der Grad der Einflussnahme auf andere Stakeholder und auf der Abszisse die Beeinflussung durch andere Stakeholder abgetragen. Die Relevanz wird durch den Durchmesser der Kugeln dargestellt. Die identifizierten Stakeholder lassen sich in 6 Kategorien einordnen:

- **Stark vernetzte Stakeholder:** Diese Stakeholder haben einen hohen Einfluss auf andere Stakeholder; sie werden

allerdings auch von anderen Stakeholdern stark beeinflusst. Dazu gehören bspw. gesetzliche und private Krankenversicherungen sowie die Politik.

- **Aktive Treiber:** Stakeholder, die dieser Kategorie angehören, haben einen hohen Einfluss auf andere Stakeholder; sie werden jedoch von

Der Markt für telemedizinische Assistenzsysteme ist geprägt durch ein vernetztes System an Stakeholdern, das die Verbreitung von telemedizinischen Assistenzsystemen nicht fördert.



AWMF Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
GKV Gesetzliche Krankenversicherung
PKV Private Krankenversicherung
OEM Original Equipment Manufacturer

Bild 1-6: Einfluss-Beeinflussungs-Portfolio



Konfliktionäre Stakeholder sind Pharmaunternehmen, die kassenärztliche Bundesvereinigung und niedergelassene Ärzte.

anderen Stakeholdern kaum beeinflusst. Dadurch besitzen diese Stakeholder nachhaltige Einflussmöglichkeiten auf den Markt für telemedizinische Assistenzsysteme. Zu dieser Kategorie gehören bspw. Pharmaunternehmen.

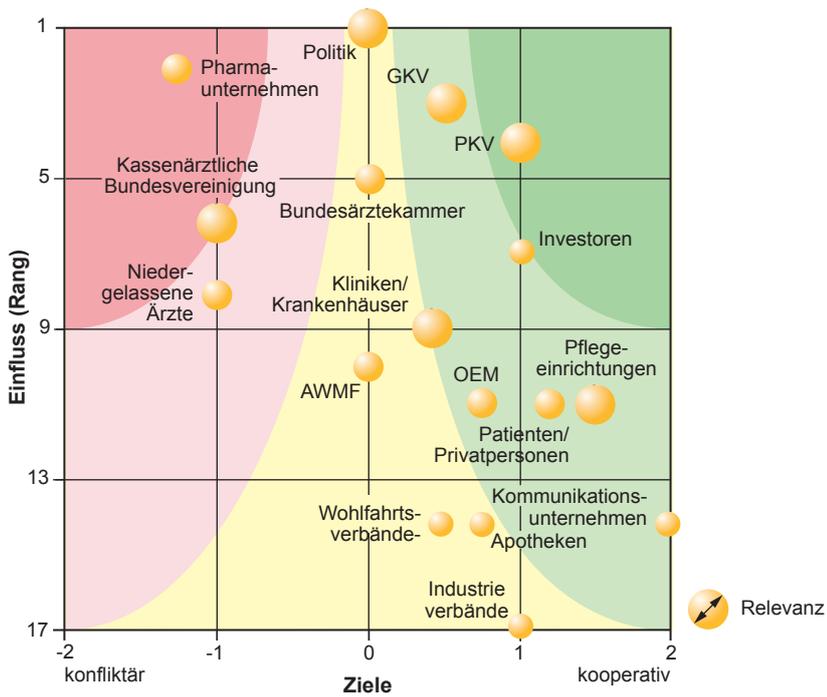
- **Einflussreiche Stakeholder:** Diese Stakeholder zeichnen sich durch einen moderaten Einfluss auf andere Stakeholder aus. Die Beeinflussung von anderen Stakeholdern ist niedrig. Zu den einflussreichen Stakeholdern zählen bspw. Investoren und die Ärztekammer.
- **Getriebene:** Diese Stakeholder haben einen geringen Einfluss auf andere Stakeholder des Markts für telemedizinische Assistenzsysteme; sie werden

jedoch von anderen Stakeholdern stark beeinflusst. Zu dieser Gruppe gehören bspw. Patienten und Privatpersonen.

- **Passive Stakeholder:** Diese Stakeholder werden weniger stark von anderen Stakeholdern beeinflusst als die Getriebenen; der Einfluss auf andere Stakeholder ist allerdings vergleichbar niedrig. Zu den passiven Stakeholdern zählen bspw. Pflegeeinrichtungen.
- **Puffer:** Diese Stakeholder werden weder stark von anderen Stakeholdern beeinflusst noch haben sie einen hohen Einfluss auf andere Stakeholder. Stakeholder, die dieser Kategorie angehören, sind für den Markt daher nur von geringer Relevanz und sind bei der späteren Entwicklung von Geschäftsmodellen nicht zwingend zu berücksichtigen. Hierzu zählen bspw. Wohlfahrts- und Industrieverbände.

Neben dem Einfluss unterscheiden sich die Stakeholder auch anhand ihrer Ziele hinsichtlich telemedizinischer Assistenzsysteme. Es wird zwischen kooperativen Zielen (der Stakeholder fördert die Verbreitung telemedizinischer Assistenzsysteme) und konfliktären Zielen (der Stakeholder hemmt die Verbreitung telemedizinischer Assistenzsysteme) unterschieden. Das Ergebnis dieser Analyse zeigt Bild 1-7.

Anhand der Ergebnisse in Bild 1-7 wird deutlich, dass die Mehrheit der Stakeholder eine relativ kooperative Haltung zur Telemedizin einnimmt. Mit Pharmaunternehmen, der kassenärztlichen Bundesvereinigung sowie niedergelassenen Ärzten sind jedoch Stakeholder mittlerer bis hoher Relevanz auszumachen, die konfliktäre Ziele verfolgen und gleichzeitig einen hohen Einfluss auf andere



AWMF Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
GKV Gesetzliche Krankenversicherung
PKV Private Krankenversicherung
OEM Original Equipment Manufacturer

Bild 1-7: Einfluss-Ziele-Portfolio



Stakeholder ausüben. Insgesamt gesehen fördern die heute festzustellenden Rahmenbedingungen nicht die Verbreitung von telemedizinischen Assistenzsystemen. Die Politik hat den wirksamsten Hebel dies zu ändern.

Der Markt für telemedizinische Assistenzsysteme ist geprägt durch eine Vielzahl verschiedener Stakeholder. Neben der Relevanz unterscheiden sich die Stakeholder anhand ihres Einflusses und ihrer Ziele. Ein Großteil der betrachteten Stakeholder nimmt eine relativ kooperative Haltung gegenüber der Telemedizin ein. Es existieren allerdings auch einige Stakeholder, die über eine hohe Relevanz verfügen und konfliktäre Ziele gegenüber telemedizinischen Assistenzsystemen verfolgen. Zu dieser Gruppe gehören Pharmaunternehmen, die kassenärztliche Bundesvereinigung und niedergelassene Ärzte. Anbieter von telemedizinischen Assistenzsystemen stoßen in Deutschland auf hohe Markteintrittsbarrieren.



2 Die Zukunft des Geschäfts mit telemedizinischen Assistenzsystemen

Der Markt für telemedizinische Assistenzsysteme ist in den vergangenen Jahren stark gewachsen. Wie sich der Markt zukünftig entwickeln wird, hängt insbesondere von den zukünftigen ökonomischen, gesellschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen ab. Die Analyse der Ausgangssituation hat gezeigt, dass schon eine Reihe von Telemedizin-Anbietern auf dem Markt existiert; die Rahmenbedingungen allerdings nicht unbedingt eine weitere Verbreitung von Telemedizin fördern. Die Ursache hierfür sind u.a. einige einflussreiche Stakeholder, die die Ziele der Telemedizin nur bedingt bis gar nicht unterstützen und so die weitere Verbreitung verhindern.

Durch den Einsatz der Szenario-Technik werden im Folgenden Entwicklungen des Markt- und Geschäftsumfelds vorausgedacht, um Anforderungen an erfolgversprechende telemedizinische Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle für das Jahr 2030 abzuleiten.

Nach einer kurzen Einführung in die Szenario-Technik in Kapitel 2.1 steht in Kapitel 2.2 die Entwicklung von Szenarien für das Geschäft mit telemedizinischen Assistenzsystemen im Vordergrund. Die Analyse der Szenarien bezüglich des weiteren Geschäfts mit telemedizinischen Assistenzsystemen wird in Kapitel 2.3 beschrieben.

Mit der Szenario-Technik wird die Zukunft des Geschäfts mit telemedizinischen Assistenzsystemen vorausgedacht.

2.1 Einführung in die Szenario-Technik

Auf der Suche nach den Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen von morgen ist die Szenario-Technik ein geeignetes Werkzeug, um zukünftige Erfolgspotentiale aufzuspüren [aca12]. Nach KURT SONTHEIMER geht es bei der Szenario-Technik weniger um das Vorhersagen als um das Vorausdenken der Zukunft [Son70]. Ein Szenario ist eine allgemeinverständliche und nachvollziehbare Beschreibung einer möglichen Situation in der Zukunft, die auf einem komplexen Netz von Ausprägungen (Projektionen) von Einflussfaktoren beruht. Der Blick in die Zukunft führt zu mehreren Szenarien, weil mehrere Entwicklungsmöglichkeiten je Einflussfaktor ins Kalkül gezogen werden. Die Entwicklung und Auswertung der Szenarien erfolgt im Rahmen des Szenario-Managements in fünf Phasen. Drei der vier Phasen der Szenario-Erstellung sind in Bild 2-1 dargestellt [GP14].

- Die **Szenario-Vorbereitung** (Phase 1) umfasst die Feststellung der Projektzielsetzung und der Projektorganisation sowie die Definition und Analyse des Gestaltungsfeldes. Ist dies wie in Bild 2-1 das Unternehmen, beschreiben die Szenarien das globale Umfeld, das Branchenumfeld (Kunden/Märkte, Lieferanten, Komplementäre) und die Branche (Mitbewerber).
- In der **Szenariofeld-Analyse** (Phase 2) wird das Szenariofeld durch Einflussfaktoren beschrieben. Hier werden das systemische Verhalten der Einflussfaktoren und die Relevanz der Einflussfaktoren hinsichtlich ihrer Wirkung auf das Gestaltungsfeld analysiert. Daraus ergeben sich die wesentlichen Einflussfaktoren, die so genannten Schlüsselfaktoren.



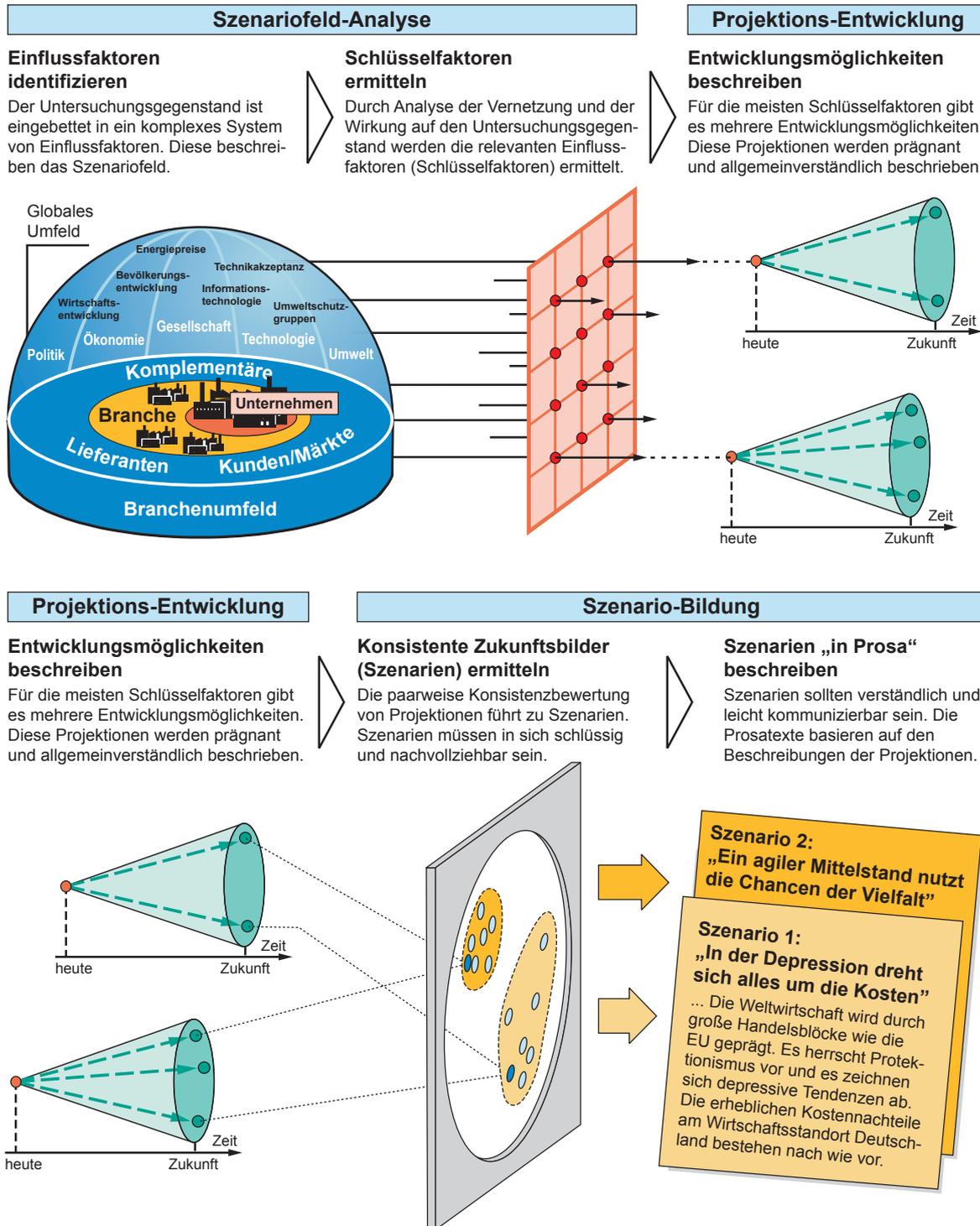


Bild 2-1: Szenario-Erstellung: Von den Einflussfaktoren über Zukunftsprojektionen zu den Szenarien [GP14, S. 49]



Mehrere denkbare Entwicklungen je Schlüsselfaktor führen zu mehreren Szenarien, die Markt und Umfeld charakterisieren, in der Zukunft.

- In der **Projektions-Entwicklung** (Phase 3) werden nach dem Prinzip der multiplen Zukunft alternative Entwicklungsmöglichkeiten (Projektionen) der zuvor festgelegten Schlüsselfaktoren erarbeitet. Dabei sollte auch das „Undenkbare“ in Betracht gezogen werden. Die Erfahrung zeigt, dass oft nicht das vermeintlich Wahrscheinliche, sondern das „Undenkbare“ Realität geworden ist. Beispiele sind der Siegeszug des Personal Computers und der Zusammenbruch des Ostblocks.
- In der **Szenario-Bildung** (Phase 4) werden aus den Zukunftsprojektionen der Schlüsselfaktoren Szenarien generiert. Grundlage sind die paarweise Bewertung der Konsistenz von Zukunftsprojektionen in einer Konsistenzmatrix und die anschließende Konsistenzanalyse. Diese liefert konsistente Projektionsbündel; das sind Kombinationen von Projektionen, und zwar genau eine je Schlüsselfaktor. Viele dieser Bündel ähneln sich, daher werden sie mit Hilfe der Clusteranalyse zusammengefasst. Am Ende führt die Clusteranalyse zu drei bis fünf Clustern von jeweils ähnlichen Projektionsbündeln. Da je Cluster klar ist, welche Projektionen in ihm vorkommen und die Projektionen in der vorangegangenen Phase beschrieben worden sind, ergibt sich der Prosatext für jedes Szenario.
- Im **Szenario-Transfer** (Phase 5) werden die Auswirkungen der Szenarien auf das Gestaltungsfeld untersucht. Das mündet für jedes Szenario in eine Aufzählung von Erfolgspotentialen sowie von Bedrohungen für das etablierte Geschäft. Daraus wird je Szenario eine strategische Stoßrichtung ermittelt.

Mit Hilfe der Szenario-Technik werden zukünftige Entwicklungen systematisch antizipiert. Ein Szenario beruht auf der konsistenten Kombination von denkbaren Entwicklungen von Einflussfaktoren (sogenannten Projektionen). Da je Einflussfaktor mehrere Projektionen ins Kalkül gezogen werden, ergeben sich mehrere Szenarien. Aus der Analyse der Szenarien resultieren Chancen und Risiken für den Betrachtungsbereich; deren Analyse führt zu Anforderungen an das Produkt und das Geschäftsmodell.



2.2 Szenarien für das Geschäft mit telemedizinischen Assistenzsystemen im Jahr 2030

Für das Geschäft mit telemedizinischen Assistenzsystemen im Jahr 2030 wurden durch den Einsatz der Szenario-Technik drei Szenarien entwickelt. Den Ausgangspunkt für die Szenarien bilden die Einflussbereiche des weiteren Umfeldes (Ökonomie, Politik und Gesellschaft), des Branchen Umfeldes (Markt, Regulierung, Stakeholder) sowie die in den jeweiligen Bereichen identifizierten Schlüsselfaktoren. Bild 2-2 zeigt eine Übersicht der erarbeiteten Einflussbereiche und Schlüsselfaktoren.

Für jeden Schlüsselfaktor wurden im Rahmen eines Workshops mit Branchenexperten und Ärzten alternative Entwicklungsmöglichkeiten erarbeitet – die so genannten Projektionen. Jede Projektion wurde detailliert beschrieben. Beispielsweise ist für den Faktor „Positionierung von Patienten“ denkbar, dass Patienten telemedizinischen Angeboten zukünftig kritisch gegenüberstehen; gleichzeitig allerdings telemedizinische Produkte immer mehr von Ärzten und Krankenkassen gefordert werden. Es entsteht eine erzwungene Akzeptanz (Projektion A). Andererseits ist es auch vorstellbar, dass telemedizinische Angebote gut von Patienten angenommen werden. Sie werden sowohl zum Therapiemonitoring als auch zur Prävention oder Wellness- und Fitnesszwecken eingesetzt (Projektion B). Eine dritte mögliche Projektion ist, dass ein mangelnder Datenschutz zur Ablehnung von Telemedizin bei Patienten führt (Projektion C). Zudem ist eine Entwicklung möglich, bei der auf Grund sehr komplexer Systeme der Mehrwert von

Telemedizin für den Patienten unklar bleibt (Projektion D), (Bild 2-3).

Die erarbeiteten Projektionen wurden in einem nächsten Schritt zu konsistenten Zukunftsbildern zusammengeführt. Dazu wurde zunächst in einer Konsistenzmatrix eine paarweise Konsistenzbewertung einzelner Projektionen vorgenommen. Die Bewertungsskala erstreckt sich von 1 (totale Inkonsistenz) bis 5 (starke gegenseitige Unterstützung). Bild 2-4 zeigt das Beispiel einer Konsistenzbewertung der Faktoren „Datenschutz“ und „Positionierung von Patienten“. Die Projektionen „Der gläserne Patient“ und „Mangelnder Datenschutz führt zur Ablehnung“ begünstigen sich stark. Daher können sie gut in einem Szenario vorkommen. Ein „Patientenorientierter Datenschutz“ und „Mangelnder Datenschutz führt zur Ablehnung“ sind da-

Die Zukunft des Geschäfts wird mit 20 Schlüsselfaktoren aus 5 Einflussbereichen charakterisiert.

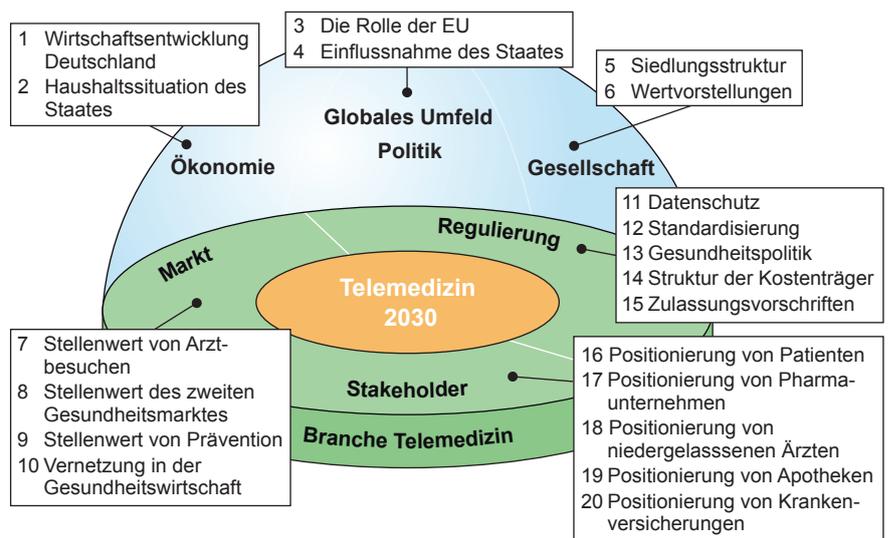


Bild 2-2: Einflussbereiche und Schlüsselfaktoren für die Telemedizin

	<p>Projektion A Erzwungene Akzeptanz Die Patienten stehen telemedizinischen Angeboten kritisch gegenüber. Durch einen breiten Einsatz befürchten sie, den persönlichen Kontakt zum Hausarzt zu verlieren. Von den Ärzten werden allerdings vermehrt telemedizinische Produkte eingesetzt – telemedizinische Anwendungen sind zum festen Bestandteil von Disease-Management-Programmen für Diabetes mellitus und zur Beobachtung von Hypertonie geworden. Diese Programme werden politisch und von den Kostenträgern gefördert.</p>
	<p>Projektion B Hohe Nachfrage nach Telemedizin Telemedizinische Produkte werden von den Patienten gut angenommen und nachgefragt. Im Vordergrund steht dabei nicht nur der medizinische Einsatz von Telemedizin-Produkten bei Hypertonikern oder Diabetes-Patienten, sondern zunehmend auch der Einsatz von telemedizinischen Systemen als Life-Style-Produkt. Ausschlaggebend für diese Kundengruppe ist das hohe Gesundheitsbewusstsein und Sicherheitsbedürfnis, das durch telemedizinische Produkte erfüllt werden soll.</p>
	<p>Projektion C Mangelnder Datenschutz führt zur Ablehnung Ein Großteil der Bevölkerung lehnt den Einsatz von Telemedizintechnik ab, obwohl die Nutzenpotentiale offensichtlich sind. Dies ist vor allem einer Serie von Datenmissbrauchsfällen zuzuschreiben, bei denen persönliche Daten von Patienten an private Krankenkassen, Lebensversicherungen und Personalabteilungen übermittelt wurden. Das Vertrauen in den Schutz von persönlichen Daten ist erheblich gestört.</p>
	<p>Projektion D Mehrwert von Telemedizin bleibt unklar Ein Großteil der Bevölkerung lehnt Telemedizin ab, weil der Nutzen von Telemedizin-Produkten nicht gesehen wird. Die auf dem Markt verfügbaren Systeme sind sehr komplex und wenig benutzungsfreundlich. Nur einige Technikverliebte finden Gefallen an den Systemen.</p>

Bild 2-3: Projektionen des Schlüsselfaktors „Positionierung von Patienten“. Bildquellen siehe Bildnachweise (Impressum)

gegen inkonsistent und können daher nicht in einem gemeinsamen Szenario auftreten.

Anschließend werden in der Konsistenzanalyse konsistente Projektionsbündel bestimmt; das sind Kombinationen von Projektionen, die besonders gut zueinander passen. Im Rahmen einer Clusteranalyse werden die 100 konsistentesten Projektionsbündel drei Szenarien zugeordnet. Bild 2-5 zeigt das Ergebnis der Clusteranalyse – die Ausprägungsliste der drei Szenarien. Sie enthält die Schlüsselfaktoren mit ihren Projektionen und Angaben über die Häufigkeit des Auftretens der Projektionen in den Szenarien. Aus dieser Verteilung ergibt sich eine Charakterisierung der Szenarien bezüglich der enthaltenen Projektionen. Die Projektion 11A „Patientenorientierter Datenschutz“ ist beispielsweise in 100 % der Projektionsbündel von Szenario 1 enthalten.

Auf Basis der Ausprägungsliste werden Titel für die einzelnen Szenarien abgeleitet: Szenario 1) „Hohe Akzeptanz der Interessengruppen führt zu flächendeckendem Einsatz von Telemedizin“, Szenario 2) „Mangelnder Datenschutz und fehlende Standards blockieren den Durchbruch von Telemedizin“ und Szenario 3) „Telemedizin bleibt in einem konfliktären Umfeld in den Kinderschuhen“. Anschließend werden die Szenarien in Prosa beschrieben. Den Ausgangspunkt hierfür bilden die Ausprägungsliste sowie die je Schlüsselfaktor beschriebenen Projektionen, die jeweils je nach Erklärungsbedarf etwa eine Viertel Seite umfassen. Das führt bei 20 Projektionen je Szenario zu fünf Seiten. Im Folgenden charakterisieren wir daher die Szenarien mit einigen wenigen Sätzen.

Konsistenzmatrix		16 Positionierung von Patienten				
Fragestellung: „Wie verträgt sich Zukunftsprojektion i (Zeile) mit Zukunftsprojektion j (Spalte)?“						
Bewertungsskala: 1 = totale Inkonsistenz 2 = partielle Inkonsistenz 3 = neutral oder voneinander unabhängig 4 = gegenseitige Unterstützung 5 = starke gegenseitige Unterstützung						
Schlüsselfaktor	Projektion	Projektion	Erzwungene Akzeptanz	Hohe Nachfrage nach Telemedizin	Mangelnder Datenschutz führt zur Ablehnung	Mehrwert von Telemedizin bleibt unklar
						
11 Datenschutz	Patientenorientierter Datenschutz 	11A	2	4	1	3
	Der gläserne Patient 	11B	4	2	5	3

Bild 2-4: Auszug aus der Konsistenzmatrix zur paarweisen Konsistenzbewertung von Projektionen. Bildquellen siehe Bildnachweise (Impressum)



Szenario 1: „Hohe Akzeptanz der Interessengruppen führt zu flächendeckendem Einsatz von Telemedizin“

- Der Staat fördert strukturschwache Gebiete sowie innovative Branchen und Technologien wie die Medizintechnik.

- Deutschland hat einen ausgeglichenen Haushalt. Durch eine strenge Ausgabendisziplin konnte der Jahresfehlbetrag sukzessive reduziert werden.
- Patienten gehen durchschnittlich 14-mal im Jahr zum Arzt. Die erste Anlaufstelle bei Gesundheitsfragen ist das Internet.

Schlüsselfaktoren	Projektionen	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3
SF 1: Wirtschaftsentwicklung Deutschland	A Starkes, organisches Wirtschaftswachstum	87	65	0
	B Moderates Wirtschaftswachstum	0	30	0
	C Angeschlagene Wirtschaftsmacht	12	3	100
SF 2: Haussituation des Staates	A Ausgeglichener Haushalt	37	50	0
	B Großes Haushaltsdefizit, hohe Neuverschuldung	0	0	100
	C Haushaltsüberschuss dient der Schuldentilgung	62	50	0
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
SF 7: Stellenwert von Arztbesuchen	A Anzahl von Arztbesuchen steigt	3	0	100
	B Vielfältiger Zugang	43	100	0
	C Selbst-Diagnosen auf dem Vormarsch	52	0	0
SF 8: Stellenwert des zweiten Gesundheitsmarktes	A Patientennachfrage lässt zweiten Gesundheitsmarkt wachsen	50	66	11
	B Ärzte forcieren Zusammenwachsen des ersten und zweiten G.	46	33	33
	C Stagnation des zweiten Gesundheitsmarktes	3	0	55
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
SF 11: Datenschutz	A Patientenorientierter Datenschutz	100	0	0
	B Der gläserne Patient	0	100	100
SF 12: Standardisierung	A Standards sind definiert	100	0	0
	B Wildwuchs bei der Standardisierung	0	100	100
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
SF 16: Positionierung von Patienten	A Erzwungene Akzeptanz	15	22	33
	B Hohe Nachfrage nach Telemedizin	84	22	0
	C Mangelnder Datenschutz führt zur Ablehnung	0	55	11
	D Mehrwert von Telemedizin bleibt unklar	0	0	55
SF 17: Positionierung von Pharmaunternehmen	A Kampf mit stumpfen Mitteln	0	0	0
	B Pharmaunternehmen bekämpfen Telemedizintechnik	20	0	100
	C Geschäftserweiterung	80	55	0
	D Einflussverlust zwingt Pharmaunternehmen zum Umdenken	0	44	0

84 in 84 % der Projektionsbündel des Szenarios kommt diese Projektion vor.

eindeutige Ausprägung
 alternative Ausprägung

dominante Ausprägung
 Projektion tritt nicht auf

Bild 2-5: Ausprägungsliste der drei Szenarien



Hier informiert sich der Patient über Krankheiten und mögliche Therapien.

- Der Patient ist aufgeklärt und emanzipiert und nimmt seine Gesundheit selbst in die Hand. Dazu sichert er sich mit privaten Zusatzversicherungen ab.
- Telemedizinische Produkte werden von den Patienten gut angenommen. Im Vordergrund steht neben dem Einsatz von Telemedizin-Produkten bei Hypertonikern oder Diabetes-Patienten auch der Einsatz von telemedizinischen Systemen als Life-Style-Produkt.
- Telemedizinische Leistungen sind fester Bestandteil des Leistungskatalogs der Krankenversicherungen.
- Die Akzeptanz der Ärzteschaft ist hoch. Durch die einfache Integration in bestehende Praxisverwaltungs-Systeme und die einfache Benutzungsoberfläche gliedert sich die Telemedizin unkompliziert in den ärztlichen Arbeitsalltag ein.
- Die Patientendaten werden in einer „Cloud“ gespeichert. Der Patient kann aber bestimmen, welcher Arzt auf welche Daten zugreifen darf.
- Standards im Bereich der Telemedizin-technik sind definiert.

Szenario 2: „Mangelnder Datenschutz und fehlende Standards blockieren den Durchbruch von Telemedizin“

- Der Staat fördert strukturschwache Gebiete, darüber hinaus auch innovative Branchen und Technologien wie die Medizintechnik. Die Gesetzgebung wurde auf das Nötigste reduziert: Entscheidungswege sind transparent geworden.
- Deutschland hat einen ausgeglichenen Haushalt. Durch eine strenge

Ausgabendisziplin konnte der Jahresfehlbetrag sukzessive reduziert werden.

- Patienten gehen durchschnittlich 12-mal im Jahr zum Arzt. Anstelle eines Arztbesuchs werden von den Patienten vermehrt medizinische Dienstleistungen von Apotheken, hochqualifizierten Pflegekräften oder Telekonsultations-Centern in Anspruch genommen.
- Mangelnder Datenschutz führt zur Ablehnung telemedizinischer Produkte von den Patienten; sie sind allerdings fester Bestandteil des Leistungskatalogs der Krankenversicherungen.
- Die Akzeptanz der Ärzteschaft bezüglich telemedizinischer Assistenzsysteme ist gering. Allerdings wird die Anwendung von telemedizinischen Produkten vom Gesetzgeber bei verschiedenen medizinischen Indikationen wie Hypertonie oder Diabetes mellitus vorgeschrieben.
- Die Patientendaten werden in einem „Medizinnetz“ gespeichert, an das ein Großteil der Leistungserbringer und Kostenträger angeschlossen ist. Der Patient hat keinen Einfluss, welcher Arzt auf welche Daten zugreifen kann.
- Standards im Bereich der Telemedizin-technik sind nicht definiert.

Szenario 3: „Telemedizin bleibt in einem konfliktären Umfeld in den Kinderschuhen“

- Der Staat gewährt Finanzhilfen in großem Umfang, obwohl er sich diese kaum noch leisten kann. Die Subventionen versickern ohne nachhaltige Wirkung, die Gesetzesdichte ist so hoch wie nie. Die Bürokratie wuchert.
- Deutschlands Haushaltsdefizit ist so hoch wie noch nie. Trotz zwischenzeitlich guter Konjunktorentwicklung



- konnte die hohe Schuldenlast aus der Finanz- und Eurokrise nicht abgebaut werden.
- Patienten gehen durchschnittlich 23-mal im Jahr zum Arzt. Der Arzt steht im Zentrum der medizinischen Versorgung. Eine Substitution von Arztbesuchen durch telemedizinische Angebote erfolgt nur in Ausnahmefällen.
 - Das Gesundheitsbewusstsein der Bevölkerung ist relativ niedrig, die meisten Bürger nutzen lediglich von den Krankenversicherungen bezahlte medizinische Leistungen. Viele Therapien scheitern an der unzureichenden Mitarbeit der Patienten.
 - Ein Großteil der Bevölkerung lehnt Telemedizin ab. Der Mehrwert bleibt durch die komplexen und wenig benutzungsfreundlichen Geräte einem Großteil der Bevölkerung unklar.
 - Die Ärzteschaft, insbesondere die Hausärzte, lehnen Telemedizin ab. Die ungeklärte Abrechnungsfrage, die hohen Anfangsinvestitionen und das mangelnde Technikvertrauen behindern die Akzeptanz.
 - Die Vernetzung in der Gesundheitswirtschaft ist auf Grund der verschiedenen Interessen von Patienten, Ärzten und Krankenversicherungen gering.
 - Standards im Bereich der Telemedizin-technik sind nicht definiert.

Für das Geschäft mit telemedizinischen Assistenzsystemen im Jahr 2030 ergeben sich drei Szenarien. Szenario 1 zeichnet sich durch eine hohe Akzeptanz der Stakeholder aus. Patienten, niedergelassene Ärzte und Kliniken/Krankenhäuser stehen telemedizinischen Assistenzsystemen positiv gegenüber. Zudem haben die Krankenversicherungen die Potentiale der Telemedizin erkannt: Telemedizinische Leistungen sind fester Bestandteil des Leistungskatalogs. In Szenario 2 blockieren insbesondere mangelnder Datenschutz und fehlende Standards den Durchbruch der Telemedizin. Die Akzeptanz bei Patienten und Ärzten ist dementsprechend niedrig. Im Leistungskatalog der Krankenkassen sind telemedizinische Leistungen allerdings ein fester Bestandteil. Der Einsatz telemedizinischer Leistungen beruht daher auf einer erzwungenen Akzeptanz. In Szenario 3 bleibt die Telemedizin in einem konfliktären Umfeld in den Kinderschuhen. Die Akzeptanz telemedizinischer Leistungen ist bei Patienten, Ärzten und Krankenversicherungen gering. Primäre Ursachen sind mangelnder Datenschutz, fehlende Standards und eine unzureichende Integration in den Praxisalltag.



2.3 Analyse der Szenarien

Die entwickelten Szenarien bilden eine solide Grundlage für die Entwicklung von telemedizinischen Assistenzsystemen und zukunftsfähigen Geschäftsmodellen. Dabei ist es im Allgemeinen sinnvoll, sich auf eins der entwickelten Szenarien zu konzentrieren, um nicht unnötig Ressourcen zu vergeuden. Das ausgewählte Szenario wird als Referenzszenario bezeichnet. Zur Auswahl des Referenzszenarios sind die Szenarien anhand ihrer Eintrittswahrscheinlichkeit und ihrer Auswirkungen auf das Geschäft mit Telemedizin zu bewerten. Die Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit erfolgt anhand der identifizierten Trends (vgl. Kapitel 1.3). Es wird bewertet, wie stark die Trends das Eintreten eines

Szenarios fördern. Das Ergebnis der Analyse zeigt Bild 2-6.

Das Eintreten von Szenario 1 „Hohe Akzeptanz der Interessengruppen führt zu flächendeckendem Einsatz von Telemedizin“ bedeutet einen fundamentalen Wandel des Geschäfts mit telemedizinischen Assistenzsystemen; zudem erscheint das Eintreten des Szenarios basierend auf der Trendbewertung durchaus wahrscheinlich. Damit hat das Szenario 1 eine hohe Bedeutung für die Entwicklung von zukünftigen Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen und wurde als Referenzszenario ausgewählt.

Aus den Szenarien ergeben sich Chancen und Gefahren für das Geschäft mit telemedizinischen Assistenzsystemen: Das ausgewählte Referenzszenario zeichnet sich durch ein signifikantes Wirtschaftswachstum aus, wodurch der Einsatz von telemedizinischen Assistenzsystemen zur Prävention, als auch zu Wellness- und Fitnesszwecken zunehmen wird. Es wird eine neue Kundengruppe entstehen; diese fordert neben der Funktionalität ein ansprechendes Design der Geräte. Eine Übersicht der ermittelten Chancen und Gefahren für das Referenzszenario zeigt Bild 2-7.

Für die Entwicklung zukunftsfähiger Produktkonzepte und Geschäftsmodelle gilt es die ermittelten Chancen bestmöglich zu nutzen und die Gefahren zu umgehen. Dazu wurden die Auswirkungen auf telemedizinische Assistenzsysteme und Geschäftsmodelle abgeleitet. Bild 2-8 zeigt eine Übersicht der Auswirkungen basierend auf dem Referenzszenario. Im Referenzszenario haben sich Standards

Die heute festzustellenden Trends deuten darauf hin, dass Szenario 1 eintritt.

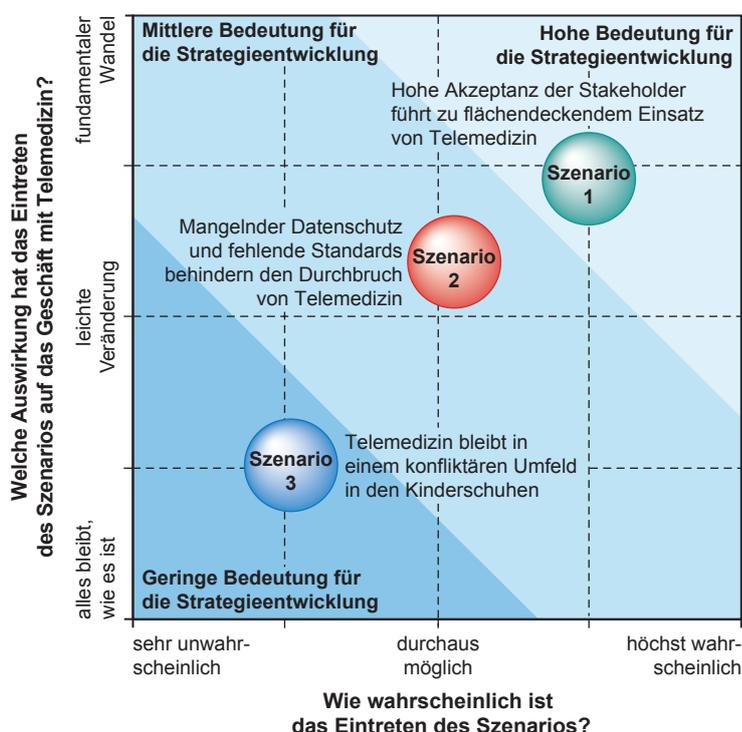


Bild 2-6: Auswahl des Referenzszenarios



im Bereich Telemedizin durchgesetzt und ein patientenorientierter Datenschutz ist von hoher Priorität. Als Auswirkung für die Telemedizin ergibt sich, dass aufkommende Standards zu berücksichtigen sind und eine hohe Datensicherheit durch den Einsatz von entsprechenden Informations- und Kommunikations-Technologien zu

gewährleisten ist. Zudem zeichnet sich das Referenzszenario durch eine hohe Akzeptanz der Stakeholder aus. Diese gilt es als Schlüsselpartner oder als Kunden bei der Entwicklung von Geschäftsmodellen zu berücksichtigen.

Aus dem Szenario 1 werden Anforderungen an telemedizinische Assistenzsysteme und Geschäftsmodelle abgeleitet.

Chancen	Gefahren
<ul style="list-style-type: none"> • Staatliche Förderungen erleichtern Unternehmen den Eintritt in den Markt für Telemedizinintehnik • Gute Absatzchancen für telemedizinische Anwendungen durch ein positives Innovationsklima (moderates Wirtschaftswachstum, niedriges Haushaltsdefizit) • Tendenz zu einer höheren Eigenverantwortung des Patienten unterstützt die Verbreitung telemedizinischer Produkte und Dienstleistungen • Breite Akzeptanz der Telemedizin eröffnet vielfältige Anwendungsmöglichkeiten telemedizinischer Produkte (Prävention, Therapie, Life-Style) und damit gleichzeitig gute Differenzierungsmöglichkeiten für Unternehmen • Verbesserte Versorgungsmöglichkeiten, insbesondere für Patienten in ländlichen Regionen, durch hohe Akzeptanz der Ärzteschaft • Kosteneinsparungsmöglichkeiten für Krankenversicherungen durch eine geringere Anzahl an Hospitalisierungen und eine Vermeidung von „Übertherapien“ • Steigende Nachfrage eröffnet neue Geschäftsfelder für Pharmaunternehmen und Apotheken 	<ul style="list-style-type: none"> • Zunehmende „Loslösung“ des Patienten von der ärztlichen Betreuung kann zu falschen Eigendiagnosen und -therapien führen • „Blindes Vertrauen“ in die Telemedizin kann eine Verschlechterung der Versorgungsqualität bedeuten (z.B. nicht ausreichende Beachtung von Begleiterkrankungen, wie das diabetische Fußsyndrom etc.) • Speicherung aller Patientendaten in einer „Cloud“ birgt ein latentes Risiko (falls z.B. eine Entschlüsselung der Daten gelingen sollte) • Weniger technikversierte Patienten können mit dem Einsatz von Telemedizinintehnik überfordert werden • Durch die hohe Akzeptanz von Telemedizinintehnik können Billigprodukte mit minderwertiger Qualität ihren Weg auf den Markt finden und fatale Folgen für den Patienten haben • Telemedizinischen Dienstleistungen, die überwiegend durch medizinisches Fachpersonal und nicht durch Ärzte erbracht werden, kann es an Qualität mangeln

Bild 2-7: Chancen und Gefahren auf der Basis des Referenzszenarios (Szenario 1)

Telemedizinisches Assistenzsysteme	Geschäftsmodelle
<ul style="list-style-type: none"> • Eine Vergrößerung des Marktangebots führt zu einer steigenden Bedeutung differenzierender Produktmerkmale, wie z.B. Design • Standards im Bereich Telemedizinintehnik sind zu berücksichtigen • Unterschiedliche Anwendungszwecke (Diagnose, Therapie, Life-style) und damit einhergehende Anforderungen an Funktionalität, Handhabung und Optik sind entsprechend des anvisierten Kundensegments zu beachten • Übertragungstechnologien und Datenbank müssen einen umfassenden Datenschutz ermöglichen • Das Produkt muss sich nahtlos in die integrierte Versorgungskette zwischen Ärzten, Krankenhäusern, Vorsorge- und Reha-Kliniken etc. einfügen • Es muss eine Feedback-Funktion für den Arzt berücksichtigt werden, um eine direkte Kommunikation zwischen Arzt und Patient zu gewährleisten • Intuitive Anwendbarkeit und automatische Datenspeicherung sind erforderlich 	<ul style="list-style-type: none"> • Durch die hohe Verbreitung der Telemedizin ist ein breites Kundenspektrum adressierbar (Prävention, Therapie, Lifesyle) • Krankenversicherungen sind als Kostenträger für telemedizinische Leistungen zu berücksichtigen • Durch die günstige wirtschaftliche Lage ist eine erhöhte Zahlungsbereitschaft der Kunden zu erwarten • Angesichts des vielfältigen Zugangs zu Gesundheitsleistungen kommt der telemedizinischen Dienstleistung eine erhöhte Bedeutung zu • Auf Grund der breiten Akzeptanz von Telemedizin können Endanwender über vielfältige Vertriebskanäle erreicht werden (Ärzte, Krankenkassen, Apotheken) • Als Grundlage für die Erfassung und Pflege der Patientendaten ist eine zuverlässige Datenbankstruktur erforderlich • Ärzte, Apotheken und insbesondere auch Pharmaunternehmen stellen potentielle Schlüsselpartner dar und signalisieren Bereitschaft zur Zusammenarbeit

Bild 2-8: Ableitung von Anforderungen an telemedizinische Assistenzsysteme und Geschäftsmodelle aus dem Referenzszenario (Szenario 1)



Aus den entwickelten Szenarien lassen sich Anforderungen an telemedizinische Assistenzsysteme und Geschäftsmodelle ableiten. Das Szenario 1 „Hohe Akzeptanz der Stakeholder führt zu flächendeckendem Einsatz von Telemedizin“ hat eine hohe Eintrittswahrscheinlichkeit und das mit Abstand höchste Nutzenpotential. Es wird davon ausgegangen, dass die wesentlichen Stakeholder sich entschließen bzw. entschließen müssen, diese Nutzenpotentiale auszuschöpfen. Chancen des Referenzszenarios ergeben sich vor allem aus der hohen Akzeptanz der Stakeholder, die vielfältige Anwendungsmöglichkeiten eröffnet. Gefahren bestehen beispielsweise durch die zunehmende „Loslösung“ des Patienten von der ärztlichen Betreuung und der steigenden Anzahl an Wettbewerbern. Ferner resultieren aus dem Szenario Anforderungen an telemedizinische Assistenzsysteme und Geschäftsmodelle: Wesentliche Anforderung an das Endgerät ist die nahtlose Einbindung in die integrierte Versorgungskette sowie ein hoher Datenschutz. Eine wesentliche Anforderung an das Geschäftsmodell ist die Einbindung der Krankenversicherungen als Kostenträger.



3 Geschäftsmodelle für telemedizinische Assistenzsysteme

Die vorangegangenen Kapitel haben gezeigt, dass schon eine Reihe von Telemedizin-Anbietern auf dem Markt existieren; die Rahmenbedingungen allerdings nicht unbedingt eine weitere Verbreitung von Telemedizin fördern. Die Ursache hierfür sind u.a. einige einflussreiche Stakeholder, die die Ziele der Telemedizin nur bedingt bis gar nicht unterstützen und so die weitere Verbreitung verhindern können. Der Blick in die Zukunft hat allerdings auch gezeigt, dass sich Rahmenbedingungen ändern können und so ein weitaus

freundlicheres Umfeld für telemedizinische Assistenzsysteme entstehen kann. Für das ausgewählte Referenzszenario werden im Folgenden mögliche Geschäftsmodelle entwickelt. Dazu wird in Kapitel 3.1 das Vorgehen zur Entwicklung von wertschöpfungsketten-orientierten Geschäftsmodellen erläutert. Im Kapitel 3.2 werden die neun entwickelten Geschäftsmodelle vorgestellt. Eine Bewertung der entwickelten Geschäftsmodelle findet in Kapitel 3.3 statt.

3.1 Entwicklung von wertschöpfungsketten-orientierten Geschäftsmodellen

Geschäftsmodelle beschreiben, wer die Kunden eines Unternehmens sind, welche Marktleistungen ein Unternehmen anbietet, welchen Nutzen diese dem Kunden stiftet und welche Kosten und Erlöse mit der Marktleistung erzielt werden können [GFC13]; [OP10]. Kurz gesagt: Ein Geschäftsmodell beschreibt, wie ein Unternehmen Werte schafft und vertreibt. Zur Entwicklung von Geschäftsmodellen wurde im vorliegenden Projekt eine vereinfachte Geschäftsmodell-Canvas in Anlehnung an GASSMANN UND OSTERWALDER UND PIGNEUR verwendet. Die Canvas³ besteht aus fünf Geschäftsmodell-Elementen mit jeweils einer spezifischen Fragestellung. Bild 3-1 zeigt die Canvas mit den fünf Geschäftsmodell-Elementen.

- **Was:** Das Geschäftsmodell-Element „Was“ charakterisiert die angebotene Marktleistung. Die Marktleistung kann eine Sachleistung, eine Dienstleistung oder eine Kombination aus Markt- und

Dienstleistung sein. Beispiele für eine Marktleistung sind ein stationäres Gerät mit geringem Funktionsumfang oder eine Rund-um-die-Uhr-Betreuung durch medizinisches Fachpersonal sein.

- **Wer:** Das Geschäftsmodellelement „Wer“ beschreibt das Kundensegment, welches mit der Marktleistung

Ein Geschäftsmodell beschreibt, wie ein Unternehmen Werte schafft und vertreibt.

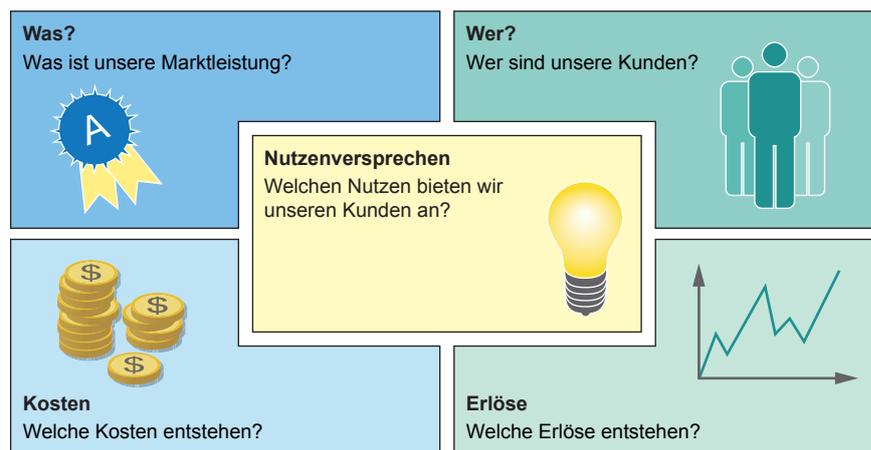


Bild 3-1: Geschäftsmodell-Canvas in Anlehnung an GASSMANN [GFC13], OSTERWALDER und PIGNEUR [OP10]

³ Eine Geschäftsmodell-Canvas ist eine bildliche Darstellung eines Geschäftsmodells. In der Regel wird ein Geschäftsmodell in der Canvas in Geschäftsmodell-Elemente unterteilt, die dann getrennt voneinander visualisiert werden.

Bei der Entwicklung zukunfts-fähiger Geschäftsmodelle gilt es alle an der Leistungserstellung beteiligten Stakeholder zu berücksichtigen.

angesprochen werden soll. Kundensegmente für einen Anbieter telemedizinischer Assistenzsysteme sind z.B. Patienten in Kliniken/Krankenhäusern oder Eltern chronisch kranker Kinder.

- **Nutzenversprechen:** Das Geschäftsmodell-Element „Nutzenversprechen“ beschreibt den Nutzen oder Mehrwert den die Marktleistung dem Kunden bietet. Mögliche Nutzenversprechen für einen Endanwender sind z.B. ein längeres und gesünderes Leben. Ein Nutzenversprechen an Krankenversicherungen wäre z.B. eine Reduktion der Kosten.
- **Kosten:** Das Geschäftsmodell-Element „Kosten“ umfasst alle Kosten, die für den Geschäftsmodell-Betreiber entstehen. Dies können z.B. Entwicklungs- und Produktionskosten für den Produkthersteller oder Kosten für die Nutzung einer Dienstleistung für den Endanwender sein.
- **Erlöse:** Das Geschäftsmodell-Element „Erlöse“ umfasst alle Erlöse, die in Verbindung mit der Marktleistung entstehen. Erlöse für den Anbieter von telemedizinischen Assistenzsystemen

können z.B. ein Produktverkauf oder eine Vermietung/Leasing sein.

Die Herausforderung bei der Entwicklung von Geschäftsmodellen für telemedizinische Assistenzsysteme ist, dass verschiedene Stakeholder an der Leistungserstellung beteiligt sind, die es entsprechend zu berücksichtigen gilt. Damit ein Geschäftsmodell zukünftig Erfolg versprechend ist, sollten alle beteiligten Stakeholder von dem Geschäftsmodell profitieren bzw. die Ziele des Geschäftsmodells unterstützen. Es reicht dementsprechend nicht aus, Geschäftsmodelle für nur einen Stakeholder zu entwickeln: Es werden wertschöpfungsketten-orientierte Geschäftsmodelle benötigt, die die verschiedenen Stakeholder miteinbeziehen.

Bild 3-2 zeigt eine vereinfachte Darstellung der Wertschöpfungskette für telemedizinische Assistenzsysteme. Das vereinfachte Modell setzt sich aus sechs Stufen zusammen. Jede Stufe kann von verschiedenen Stakeholdern eingenommen werden, wie die im Bild 3-2 aufgeführten Beispiele zeigen. Die Leistungserbringung kann bspw. durch einen Arzt, ein telemedizinisches Zentrum oder durch Pflegepersonal erfolgen. Zudem kann ein Stakeholder gleichzeitig verschiedene Stufen übernehmen. Es ist bspw. möglich, dass der Leistungserbringer auch der Anbieter ist.

In der Darstellung der Wertschöpfungskette fällt auf, dass zwischen Kostenträgern und Endanwendern unterschieden wird. Dies ist erforderlich, da der Kostenträger nicht zwangsläufig der Endanwender von telemedizinischen Assistenzsystemen ist: Es ist bspw. möglich, dass Krankenversicherungen für telemedizinische Leistungen aufkommen und damit der Kostenträger,

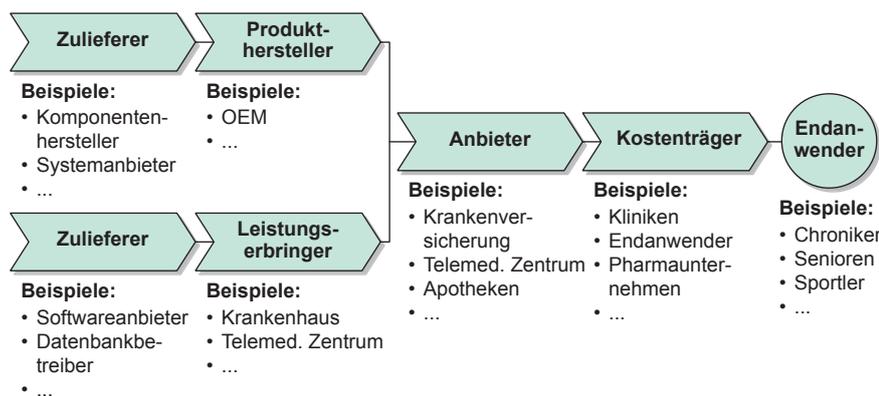


Bild 3-2: Sechs Stufen der Wertschöpfungskette Telemedizin (Vereinfachte Darstellung)



gleichzeitig aber nicht der Endanwender sind. Der Endanwender wäre in diesem Fall bspw. ein Chroniker.

Für jede Stufe der Wertschöpfungskette ist es möglich, ein eigenes Geschäftsmodell zu entwickeln. Die einzelnen Geschäftsmodelle sind untereinander allerdings hochgradig vernetzt: Der Kunde des Zulieferers ist bspw. der Produkthersteller; die Erlöse des Produktherstellers finden sich bspw. als Kosten beim Anbieter wieder. Bild 3-3 zeigt exemplarisch die Zusammenhänge zwischen den Geschäftsmodellen entlang der Wertschöpfungskette. In der vereinfachten Darstellung sind der Waren- und Dienstleistungsfluss sowie der Geldfluss zwischen zwei Geschäftsmodellen visualisiert.

Bei der Entwicklung wertschöpfungsketten-orientierter Geschäftsmodelle werden diese Vernetzungen berücksichtigt: Dazu werden die Geschäftsmodell-Elemente (Wer, Was, Nutzenversprechen, Kosten und Erlöse) je Stufe betrachtet. Zur Reduktion der Komplexität werden die Geschäftsmodelle für die Stufen Zulieferer nicht weiter betrachtet (vgl. Bild 3-2). Im Folgenden werden ausgehend von der Geschäftsmodell-Canvas die fünf Schlüsselfragen beantwortet:

- Wer sind die Endanwender?
- Wer sind die am Geschäftsmodell beteiligten Stakeholder?
- Was bieten die Stakeholder an?
- Welches Nutzenversprechen wird den Stakeholdern geboten?
- Welche Kosten entstehen bzw. welche Erlöse erzielen die Stakeholder?

Wer sind die Endanwender?

Ein Endanwender ist die Person, die das telemedizinische Assistenzsystem im täglichen Gebrauch anwendet. Zur Identifikation verschiedener Endanwender-Segmente sind Segmentierungsvariablen bestimmt worden. Eine Segmentierungsvariable ist bspw. das Alter, die Wohnsituation oder die Zahlungsbereitschaft. Für jede Variable existieren verschiedene Ausprägungen. Der Variable Alter sind bspw. die Ausprägungen Kind/Jugendlicher, Erwachsener und Senior zugewiesen. Eine Übersicht aller Segmentierungsvariablen und Ausprägungen zeigt Bild 3-4. Mit Hilfe einer Konsistenz- und Clusteranalyse (vgl. Szenario-Technik in Kapitel 2.1) sind zehn Endanwender-Segmente identifiziert worden. Beispiele für Endanwender-Segmente sind chronisch kranke Kinder, Sportler oder stationär gepflegte Senioren.

Die Entwicklung wertschöpfungsketten-orientierter Geschäftsmodelle berücksichtigt die Vernetzungen zwischen den Stakeholdern.

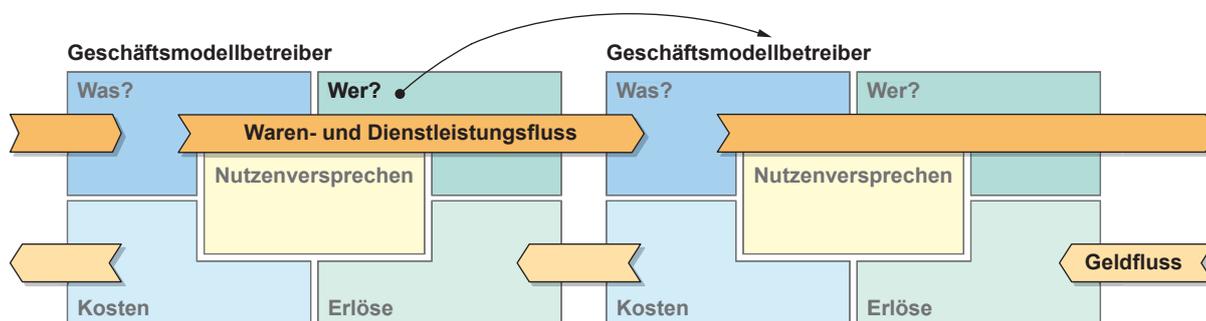


Bild 3-3: Vernetzung der Geschäftsmodelle entlang der Wertschöpfungskette

Wer sind die am Geschäftsmodell beteiligten Stakeholder?

Den Ausgangspunkt für die Beantwortung dieser Frage bildet die in Kapitel 1.4 vorgestellte Stakeholder-Analyse. Ein Großteil

der dort identifizierten Stakeholder sind potentielle Akteure der Wertschöpfungskette. Zur Ermittlung der beteiligten Stakeholder ergeben sich folgende Fragen:

- Wer stellt telemedizinische Produkte her (Produkthersteller)?
- Wer erbringt telemedizinische Leistungen (Leistungserbringer)?
- Wer bietet telemedizinische Systeme an (Anbieter)?
- Wer zahlt für telemedizinische Assistenzsysteme (Kostenträger)?

Das Ergebnis der vier Fragestellungen zeigt Bild 3-5. Potentielle Leistungserbringer sind bspw. alle Stakeholder, die über medizinisches Personal, wie Ärzte, Krankenschwestern oder Pflegepersonal, verfügen. Beispiele für Leistungserbringer sind demnach telemedizinische Zentren, Arztpraxen oder Pflegeeinrichtungen. Mögliche Kostenträger sind z.B. Krankenversicherungen, Kliniken oder der Endanwender selbst.

Was bieten die Stakeholder an?

Die Antwort dieser Frage beschreibt die Marktleistung, die von den Akteuren der Wertschöpfungskette angeboten wird. Im Allgemeinen untergliedert sie sich in eine Sachleistung (Produkthersteller) und eine Dienstleistung (Leistungserbringer). Die Marktleistung des Anbieters ergibt sich aus den möglichen Kombinationen der Marktleistungen von Produkthersteller und Leistungserbringer. Die angebotenen Marktleistungen des Produktherstellers unterscheiden sich bspw. durch die Mobilität des Geräts, die angebotenen Zusatzfunktionen, wie Ortungs-, Notruf- und Feedbackfunktion sowie durch den Umfang der Mess- und Visualisierungsmöglichkeiten. Die angebotenen Dienstleistungen

Segmentierungsvariable	Ausprägungen
Altersgruppe	A Kinder/Jugendlicher B Erwachsener C Senior
Gesundheitszustand	A Krank B Gesund
Selbstreflexion	A Reflektierter Endanwender B Unreflektierter Endanwender
Aktivität	A Sportler B Kein Sportler
Nutzenpräferenzen	A Preis B Qualität C Image/Lifestyle/Design D Service/Dienstleistung
Innovationsakzeptanz	A Aufgeschlossen ggü. Neuem B Unaufgeschlossen ggü. Neuem
Betreuungsbedarf	A Ambulant B Stationär C Nicht erforderlich
Zahlungsbereitschaft	A Hoch B Gering
Wohnsituation	A Land B Stadt

Endanwender

- Ambulant gepflegte Senioren
- Chronisch kranke Kinder
- Chroniker mit Selbstreflexion
- Chroniker ohne Selbstreflexion
- Gesunde (Prävention)
- Landbürger (Prävention)
- Landbürger (Chroniker)
- Patienten in Kliniken/Krankenhäusern
- Sportler
- Stationär gepflegte Senioren

Bild 3-4: Übersicht der Endanwender-Segmente

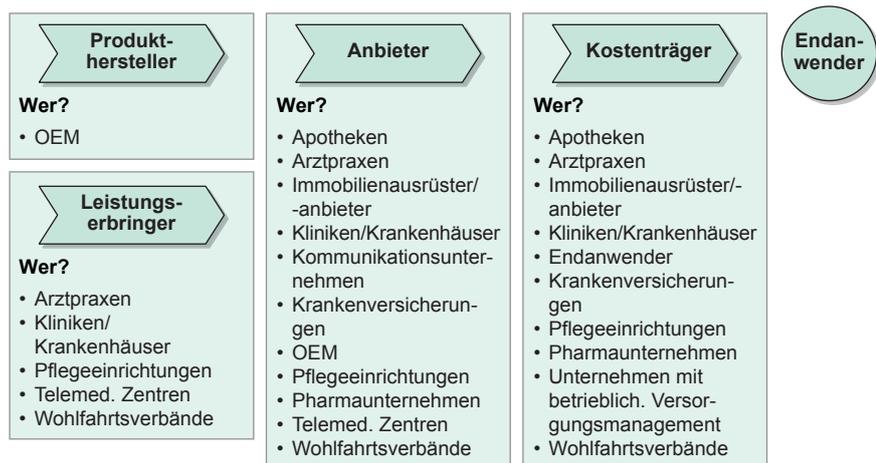


Bild 3-5: Übersicht der beteiligten Stakeholder (Wer?)



charakterisieren sich anhand des Leistungserbringers (Ärzte oder medizinisches Fachpersonal) und anhand des Umfangs (Betreuung zu Sprechzeiten oder Rund-um-die-Uhr-Betreuung). Bild 3-6 zeigt eine Übersicht möglicher Marktleistungen des Produktherstellers, Leistungserbringers und des Anbieters.

Welches Nutzenversprechen wird den Stakeholdern geboten?

Das Nutzenversprechen beschreibt den Nutzen bzw. den Mehrwert der angebotenen Marktleistung für den Kunden; es ist auf die spezifischen Wünsche und Bedürfnisse des Kunden ausgerichtet. Bild 3-7 zeigt die identifizierten Nutzenversprechen je Stufe der Wertschöpfungskette. Nutzenversprechen für einen Anbieter können bspw. neben einer Erhöhung des Umsatzes auch eine Differenzierung vom Wettbewerb oder eine Erhöhung der Kundenbindung sein. Für einen Kostenträger sind bspw. mögliche Nutzenversprechen ein längeres, gesünderes Leben oder eine Erhöhung der Sicherheit im Alltag.

Welche Kosten entstehen bzw. welche Erlöse erzielen die Stakeholder??

Die Antwort auf diese Frage erläutert, auf Basis welcher Kosten und Erlöse die einzelnen Stakeholder Gewinne erzielen. Ein Anbieter kann bspw. Erlöse erzielen, indem er seine Marktleistungen verkauft oder vermietet/verleast. Darüber hinaus ist vorstellbar, dass er Erlöse durch eine Erfolgsbeteiligung erzielt. In diesem Fall erhält der Anbieter eine anteilige Beteiligung an der Kostenreduktion beim Kostenträger. Spart ein Krankenhaus bspw. 10% der Kosten des Pflegepersonals

durch telemedizinische Assistenzsysteme ein, gibt es einen Teil der eingesparten Kosten an den Anbieter weiter. Bild 3-8 zeigt eine Übersicht möglicher Kosten

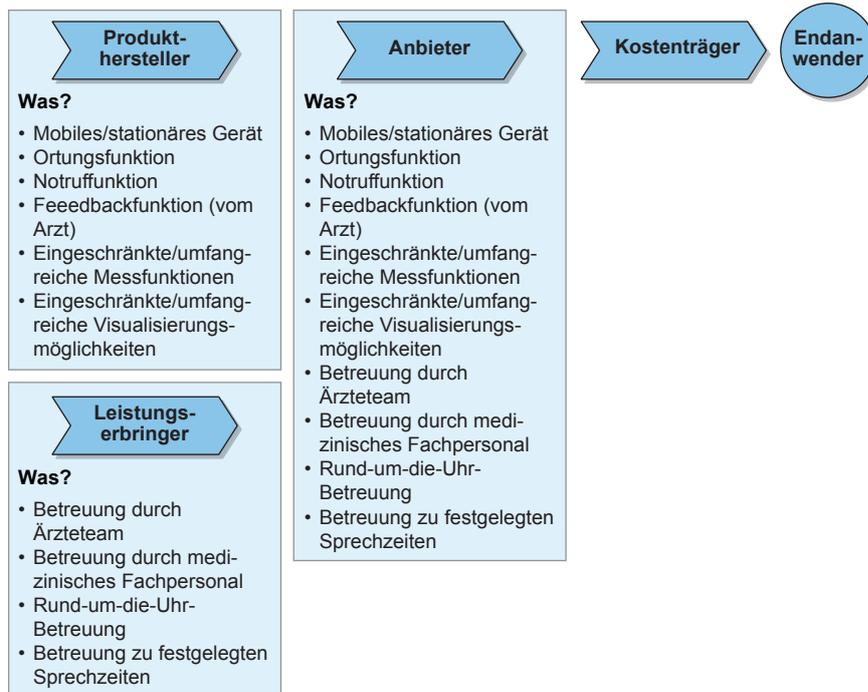


Bild 3-6: Übersicht möglicher Marktleistungen (Was?)



Bild 3-7: Übersicht möglicher Nutzenversprechen



und Erlöse der Stakeholder entlang der Wertschöpfungskette.

Wertschöpfungsketten-orientierte Geschäftsmodelle

Basierend auf den Ausprägungen der Geschäftsmodell-Elemente werden im Folgenden wertschöpfungsketten-orientierte Geschäftsmodelle gebildet. Dazu werden zunächst die Zusammenhänge innerhalb der einzelnen Geschäftsmodell-Elemente (Wer, Was, Nutzenversprechen, Kosten und Erlöse) und anschließend zwischen den einzelnen Elementen analysiert. Bild 3-9 zeigt beispielhaft das Vorgehen innerhalb des Geschäftsmodell-Elements „Wer“. Durch die Analyse der Zusammenhänge über die verschiedenen Stufen der Wertschöpfungsketten entstehen Stakeholder-Ketten. Eine Stakeholder-Kette beschreibt eine konsistente Kombination an Stakeholdern, Marktleistungen, Nutzenversprechen sowie Kosten und Erlösen über die Stufen

der Wertschöpfungskette. Bild 3-9 zeigt drei denkbare Stakeholder-Ketten:

Stakeholder-Kette 1: Der OEM produziert telemedizinische Assistenzsysteme und bietet diese Kliniken und Krankenhäusern zum Kauf an. Die telemedizinische Dienstleistung wird vom medizinischen (Fach-)personal in den Kliniken und Krankenhäusern erbracht. Die Endanwender sind die Patienten der Kliniken und Krankenhäusern.

Stakeholder-Kette 2: Kommunikationsunternehmen beziehen telemedizinische Marktleistungen vom OEM (Sachleistung) und telemedizinischen Zentrum (Dienstleistung). Die Marktleistungen werden dem Endanwender angeboten. Der Endanwender trägt die Kosten selbst.

Stakeholder-Kette 3: Der OEM produziert telemedizinische Assistenzsysteme; die Wohlfahrtseinrichtung erbringt die telemedizinische Dienstleistung. Beide Marktleistungen werden von den Wohlfahrtseinrichtungen Endanwendern, wie ambulant gepflegten Senioren, angeboten.

Neben dieser Kombination gibt es selbstverständlich noch eine Reihe weiterer konsistenter Kombinationen, die denkbar sind. Zur Identifikation aller möglichen Kombinationen in und zwischen den Geschäftsmodell-Elementen wurde eine Software eingesetzt. Allein im Geschäftsmodell-Element „Wer“ existieren über 150 potentielle Stakeholder-Ketten. Durch das Clustern aller Kombinationen über alle Geschäftsmodell-Elemente sind insgesamt neun wertschöpfungsketten-orientierte Geschäftsmodelle entwickelt worden, die im folgenden Kapitel detailliert vorgestellt werden.

Mit Hilfe einer Software werden konsistente Kombinationen der Ausprägungen der Geschäftsmodellelemente gebildet.

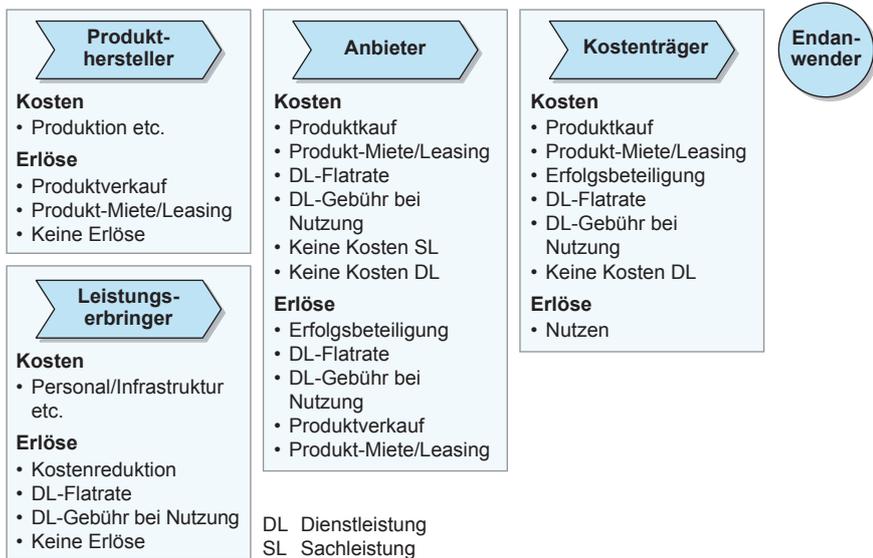


Bild 3-8: Übersicht möglicher Kosten und Erlöse



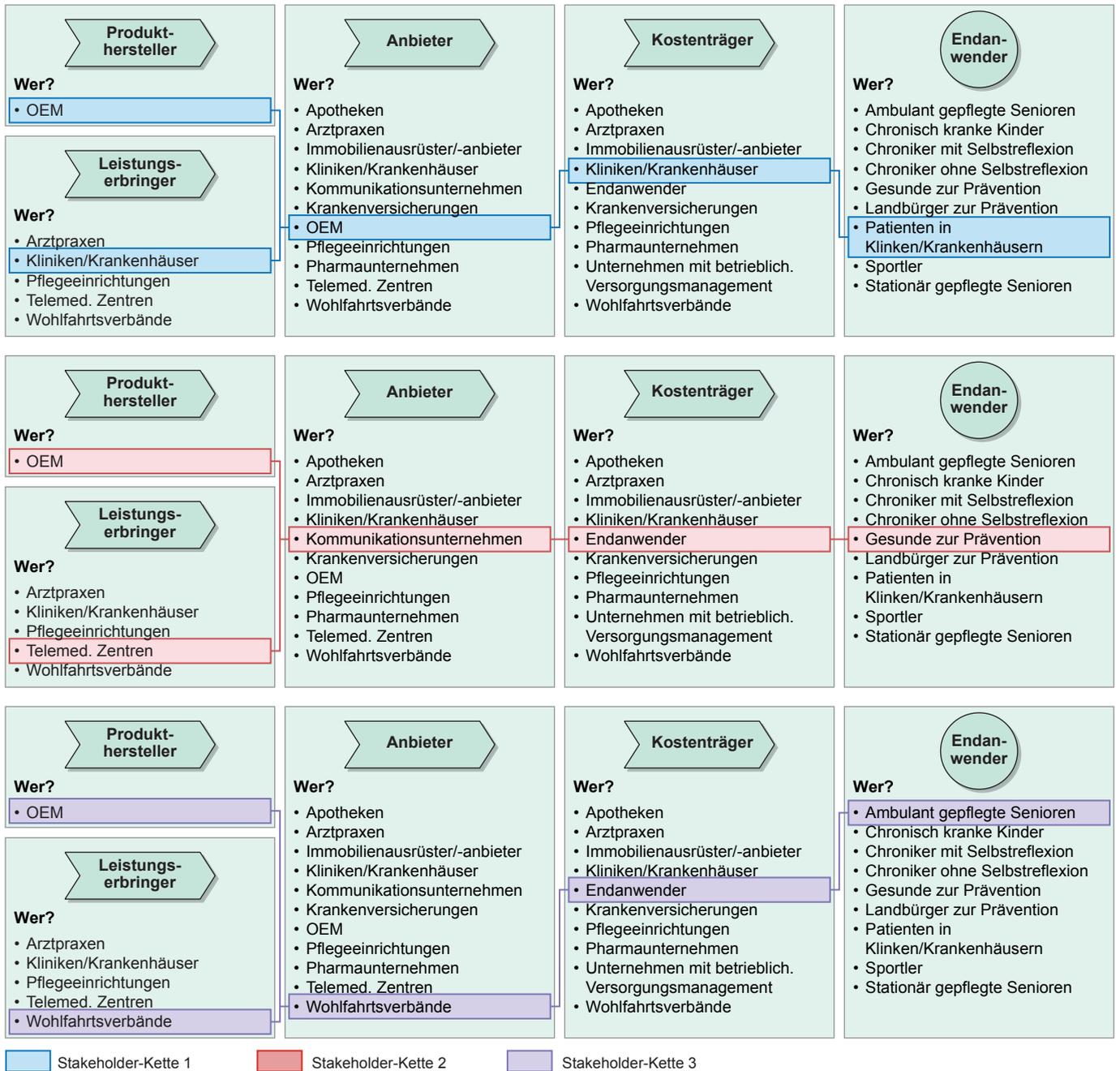


Bild 3-9: Mögliche konsistente Stakeholder-Ketten innerhalb des Geschäftsmodell-Elements „Wer“



Ein Geschäftsmodell beschreibt, wer die Kunden eines Unternehmens sind, welche Marktleistung ein Unternehmen anbietet, welchen Nutzen es dem Kunden verspricht und welche Kosten und Erlöse durch die Marktleistung beim Unternehmen entstehen. Die Herausforderung bei der Entwicklung von Geschäftsmodellen für telemedizinische Assistenzsysteme ist, alle an der Wertschöpfungskette beteiligten Stakeholder zu berücksichtigen. Daher wurden im Projekt wertschöpfungsketten-orientierte Geschäftsmodelle entwickelt. Diese berücksichtigen die Vernetzungen, wie den Waren- und Dienstleistungsfluss sowie den Geldfluss, zwischen den beteiligten Stakeholdern.

3.2 Vorstellung der Geschäftsmodelle

Die wertschöpfungsketten-orientierten Geschäftsmodelle beschreiben, welche Stakeholder an der Wertschöpfungskette beteiligt sind, welche Marktleistungen und damit verbundene Nutzenversprechen die Stakeholder anbieten und welche Kosten/ Erlöse die Stakeholder erzielen. Vereinfacht gesagt: Sie beschreiben den Waren-, Dienstleistungs- und Geldfluss entlang der Wertschöpfungskette.

Bild 3-10 und Bild 3-11 zeigen eine Übersicht der neun entwickelten Geschäftsmodelle. Im Folgenden werden die Geschäftsmodelle im Detail vorgestellt:

Hilfsmitteln steigern. Die Marktleistung besteht aus einem mobilen Gerät mit wenigen Zusatzfunktionen. Der Dienstleistungsumfang ist gering: Um die Kosten minimal zu halten, wird nur eine Hotline angeboten, bei der zu festgelegten Sprechzeiten mit medizinischem Fachpersonal gesprochen werden kann. Für den Endanwender fallen keine Kosten an. Das Pharmaunternehmen kommt für die Sachleistung (Produktkauf) und die Dienstleistung (Dienstleistungs-Flatrate) auf. Direkte Erlöse durch das telemedizinische Assistenzsystem entstehen beim Pharmaunternehmen nicht.

Insgesamt wurden 9 wertschöpfungsketten-orientierte Geschäftsmodelle entwickelt.

Geschäftsmodell 1: „Pharmaunternehmen nutzen telemedizinische Assistenzsysteme zur Kundenbindung und Datengewinnung“

OEM bieten Pharmaunternehmen telemedizinische Assistenzsysteme zum Kauf an. Die Pharmaunternehmen versprechen sich durch die Weitergabe der telemedizinischen Assistenzsysteme an ihre Kunden eine breite Basis an Patientendaten für Forschung und Entwicklung. Gleichzeitig können die Pharmaunternehmen die telemedizinischen Assistenzsysteme zur Kundenbindung nutzen und damit bspw. ihren Umsatz an Medikamenten oder weiteren

Geschäftsmodell 2: „Niedergelassene Ärzte nutzen telemedizinische Assistenzsysteme zur Patientenbindung und zur Erhöhung der Therapiequalität“

OEM bieten niedergelassenen Ärzten telemedizinische Assistenzsysteme zum Kauf oder zur Miete an. Die Ärzte versprechen sich durch den Einsatz eine stärkere Patientenbindung, eine Erhöhung der Therapiequalität und die Ansprache von Patienten in weiter entlegenen Regionen. Dazu geben die niedergelassenen Ärzte die telemedizinischen Assistenzsysteme an ihre Patienten weiter. Die Leistungserbringung erfolgt durch den Arzt selbst. Lediglich in



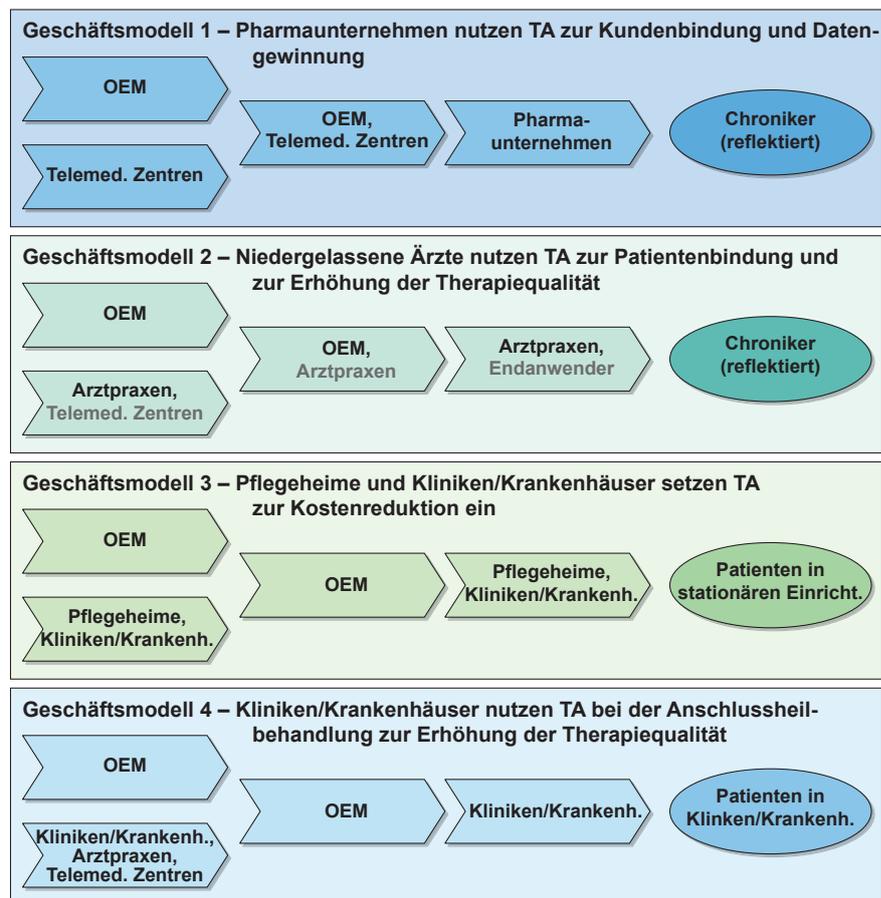
Fällen, in denen der Patient eine intensive medizinische Betreuung benötigt oder wünscht, arbeitet der Arzt mit einem telemedizinischen Zentrum zusammen. In diesen Fällen wird auch der Kunde an den Kosten des telemedizinischen Assistenzsystems beteiligt. Je nach erforderlichem Leistungsumfang ist die Marktleistung gestaltet. Es sind verschiedene Konfigurationen, wie stationäres Produkt mit geringem Marktleistungsumfang bis mobiles Produkt mit vielen Zusatzfunktionen, vorstellbar. Direkte Erlöse entstehen dem Arzt nicht. Die entstehenden Kosten trägt der Arzt in der Regel selbst.

Geschäftsmodell 3: „Pflegeheime und Kliniken/Krankenhäuser setzen telemedizinische Assistenzsysteme zur Kostenreduktion ein“

OEM bieten Pflegeheimen und Kliniken/Krankenhäusern telemedizinische Assistenzsysteme zum Kauf an. Die Pflegeheime und Kliniken/Krankenhäuser versprechen sich durch den Einsatz eine Reduktion der Personalkosten sowie eine bessere Versorgungsqualität. Die vom OEM angebotene Marktleistung ist ein stationäres Gerät ohne Dienstleistung. Die Dienstleistung wird von den Pflegeheimen und Kliniken/Krankenhäusern selbst übernommen. Da diese Einrichtungen per se über eine Rund-um-die-Uhr-Betreuung verfügen, ist kein externer Leistungserbringer erforderlich. Dem Pflegeheim bzw. der Klinik/Krankenhäuser entstehen daher nur Kosten durch die notwendige Infrastruktur (Systeme und Software).

Geschäftsmodell 4: „Kliniken/Krankenhäuser nutzen telemedizinische Assistenzsysteme zur Erhöhung der Therapiequalität bei der Anschlussheilbehandlung“

Kliniken und Krankenhäusern werden telemedizinische Assistenzsysteme zur Erhöhung der Therapiequalität und -effizienz bei der Anschlussheilbehandlung angeboten. Durch den Einsatz telemedizinischer Leistungen soll die Verweildauer der Patienten in Kliniken und Krankenhäusern verringert und gleichzeitig die Therapiequalität erhöht werden. Die eingesetzte



TA Telemedizinisches Assistenzsystem Dominante Ausprägung | Alternative Ausprägung

Bild 3-10: Übersicht der neun entwickelten Geschäftsmodelle (Teil 1 von 2)



Marktleistung zeichnet sich durch umfangreiche Messfunktionen und eine Rund-um-die-Uhr-Betreuung aus. Die Betreuung wird in der Regel von der Klinik bzw. dem Krankenhaus selbst angeboten. Es ist allerdings auch möglich, dass der Hausarzt und oder ein telemedizinisches Zentrum

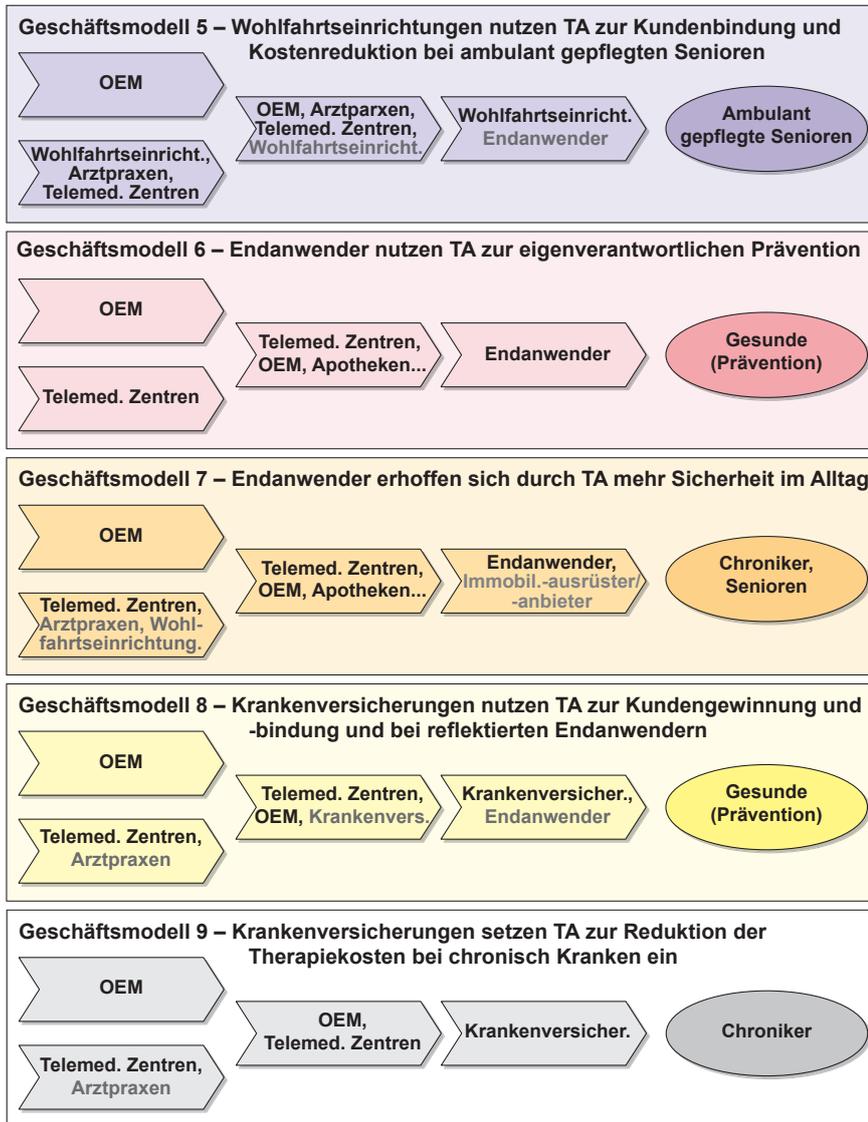
die Betreuung zusätzlich unterstützt. Die Kosten für die telemedizinische Anschlussheilbehandlung werden von den Kliniken/Krankenhäusern bzw. auch teilweise von den Krankenversicherungen getragen. Durch die kürzere Verweildauer im Krankenhaus/Klinik erhoffen sich die Kostenträger Einsparungen erzielen zu können.

Geschäftsmodell 5: „Wohlfahrtseinrichtungen nutzen telemedizinische Assistenzsysteme zur Kundenbindung und Kostenreduktion bei ambulant gepflegten Senioren“

Wohlfahrtseinrichtungen werden über verschiedene Anbieter telemedizinische Assistenzsysteme zur Kundenbindung und Kostenreduktion angeboten. Durch den Einsatz von telemedizinischen Assistenzsystemen können sich die Einrichtungen von ihren Wettbewerbern differenzieren; gleichzeitig haben die Einrichtungen so einen besseren Überblick über den Gesundheitszustand ihrer Kunden. Die telemedizinische Dienstleistung wird von den Wohlfahrtseinrichtungen selbst und bei Bedarf, wenn eine Rund-um-die-Uhr-Betreuung gewünscht ist, von telemedizinischen Zentren übernommen. Die Kosten für das Gerät und die Dienstleistung übernimmt in der Regel die Wohlfahrtseinrichtung. Bei einem gewünschten Zusatzservice, wie einer Rund-um-die-Uhr-Betreuung, wird allerdings der Endanwender an den Kosten beteiligt.

Geschäftsmodell 6: „Endanwender nutzen telemedizinische Assistenzsysteme zur eigenverantwortlichen Prävention“

Telemedizinische Leistungen werden über verschiedene Anbieter, wie Apotheken,



TA Telemedizinisches Assistenzsystem Dominante Ausprägung | Alternative Ausprägung

Bild 3-11: Übersicht der neun entwickelten Geschäftsmodelle (Teil 2 von 2)



telemedizinische Zentren, OEM oder Kommunikationsunternehmen, dem Endanwender angeboten. Bei den Endanwendern handelt es sich um Personen mit einem hohen Gesundheitsbewusstsein, mit Vorerkrankungen in der Familie oder auch Sportler, die ihren Gesundheitszustand regelmäßig monitoren wollen. Die Endanwender erhoffen sich durch den Einsatz, Erkrankungen frühzeitiger festzustellen und somit länger und gesünder zu leben.

Auf Grund der hohen intrinsischen Motivation der Endanwender kommen diese für die entstehenden Kosten selbst auf. Es entstehen Kosten durch den Kauf des telemedizinischen Assistenzsystems und durch die Nutzung der telemedizinischen Dienstleistung. Da in der Regel beim Endanwender keine Vorerkrankungen vorliegen, reicht eine Betreuung durch medizinisches Fachpersonal zu festgelegten Uhrzeiten. Die Bezahlung der Dienstleistung erfolgt nutzungsabhängig.

Geschäftsmodell 7: „Endanwender erhoffen sich durch Telemedizin mehr Sicherheit im Alltag“

Telemedizinische Leistungen werden über verschiedene Anbieter, wie Apotheken, telemedizinische Zentren, OEM oder Kommunikationsunternehmen, dem Endanwender angeboten. Die Endanwender sind in der Regel chronisch erkrankte Patienten oder deren Eltern und Kinder, die sich durch den Einsatz von telemedizinischen Assistenzsystemen mehr Sicherheit im Alltag sowie eine verbesserte Therapiequalität erhoffen. Zudem zeichnen sich die Endanwender durch eine hohe Zahlungsbereitschaft aus. Die dem Endanwender angebotene Marktleistung ist ein mobiles

Produkt mit einer hohen Funktionalität. Um das Sicherheitsbedürfnis der Anwender zu befriedigen, wird das Produkt mit einer Rund-um-die-Uhr-Betreuung durch medizinisches Fachpersonal und Ärzte angeboten. Kosten für den Endanwender entstehen durch den Kauf des Geräts und durch eine monatliche Nutzungsgebühr für die Dienstleistung (Flatrate).

Geschäftsmodell 8: „Krankenversicherungen nutzen telemedizinische Leistungen zur Kundengewinnung und -bindung bei reflektierten Endanwendern“

Telemedizinische Zentren und OEM bieten Krankenversicherungen telemedizinische Leistungen an. Diese geben die Systeme an reflektierte Kunden zum kontinuierlichen Monitoring ihres Gesundheitszustands weiter. Durch den Einsatz von telemedizinischen Assistenzsystemen erhofft sich die Krankenversicherung bestehende Kunden zu binden und neue Kunden zu gewinnen. Dazu werden telemedizinische Assistenzsysteme interessierten Kunden kostenfrei oder gegen eine geringe Kostenbeteiligung im Rahmen eines Bonusprogramms zur Verfügung gestellt. Bei entsprechendem, gesundheitsbewusstem Verhalten (z.B. Einhaltung von Zielen zur Gewichtsreduktion oder Bewegung) wird dem Kunden ein Anteil der Krankenversicherungsbeiträge zurückerstattet.

Geschäftsmodell 9: „Krankenversicherungen setzen telemedizinische Assistenzsysteme zur Reduktion der Therapiekosten bei chronisch Kranken ein“

Telemedizinische Zentren und OEM bieten Krankenversicherungen telemedizinische Leistungen zur Kostenreduktion bei



chronisch erkrankten Kunden an. Durch den Einsatz von telemedizinischen Assistenzsystemen soll die Compliance (Therapietreue) der Patienten erhöht, die Verweildauer in Krankenhäusern reduziert und der Therapieerfolg insgesamt verbessert werden. Dem Endanwender wird hierzu ein mobiles Gerät mit umfangreicher Messfunktionalität sowie Ortungs- und Notruffunktion zur Verfügung gestellt. Die Leistungserbringung erfolgt durch das telemedizinische Zentrum in enger Abstimmung mit dem Hausarzt. Für die Verrechnung der Leistung sind in diesem Geschäftsmodell zwei Möglichkeiten vorstellbar:

1) Zur Reduktion des Risikos für die Krankenversicherungen werden die telemedizinischen Assistenzsysteme in Form

einer Erfolgsbeteiligung angeboten. Das heißt, dass der Krankenversicherung zunächst keine Kosten durch den Einsatz telemedizinischer Assistenzsysteme entstehen. Die Erlöse des Anbieters belaufen sich auf eine anteilige Beteiligung an der Kostenreduktion bei der Krankenversicherung.

2) Die Verrechnung erfolgt über die Krankenversicherung. Die Krankenversicherungen tragen das volle Risiko und kommen direkt für das telemedizinische Assistenzsystem sowie die Leistungserbringung durch das telemedizinische Zentrum und den niedergelassenen Arzt auf.

Insgesamt sind neun wertschöpfungsketten-orientierte Geschäftsmodelle für telemedizinische Assistenzsysteme entwickelt worden:

Geschäftsmodell 1: Pharmaunternehmen stellen Chronikern telemedizinische Assistenzsysteme kostenfrei oder gegen eine gewisse Beteiligung zur Verfügung. Auf diese Weise versuchen sie die Bindung ihrer Kunden zu erhöhen und gleichzeitig eine breite Basis an Patientendaten für ihre Forschung und Entwicklung aufzubauen.

Geschäftsmodell 2: Niedergelassene Ärzte bieten ihren Patienten telemedizinische Leistungen gegen eine geringe Kostenübernahme an. Durch den Einsatz von telemedizinischen Assistenzsystemen erhoffen sich die Ärzte, die Patientenbindung zu erhöhen und auch Patienten in weiter entfernt liegenden Regionen gewinnen und betreuen zu können.

Geschäftsmodell 3: Pflegeheime und Kliniken/Krankenhäuser setzen telemedizinische Assistenzsysteme zur Kostenreduktion ein. Das verwendete telemedizinische Assistenzsystem ist stationär; die Dienstleistung ist eine Rund-um-die-Uhr-Betreuung, die von den Einrichtungen selbst durchgeführt wird.

Geschäftsmodell 4: Telemedizinische Leistungen werden von Kliniken und Krankenhäusern bei der Anschlussheilbehandlung eingesetzt. So sollen die Therapiequalität erhöht



und gleichzeitig die Kosten auf Grund einer geringeren Verweildauer im Krankenhaus bzw. in der Klinik reduziert werden.

Geschäftsmodell 5: Wohlfahrtseinrichtungen bieten telemedizinische Assistenzsysteme ambulant gepflegten Senioren an. Dies ermöglicht eine Reduktion der Kosten bei den Wohlfahrtseinrichtungen und eine Erhöhung der Sicherheit im Alltag für den Endanwender.

Geschäftsmodelle 6 und 7: Über verschiedene Anbieter, wie Apotheken, Kommunikationsunternehmen oder telemedizinische Zentren werden den Endanwendern telemedizinische Leistungen angeboten. Die Geschäftsmodelle 6 und 7 unterscheiden sich anhand des Nutzenversprechens und der angebotenen Marktleistungen. Während im Geschäftsmodell 6 reflektierten Endanwendern Marktleistungen zur eigenverantwortlichen Prävention angeboten werden, zielt das Geschäftsmodell 7 auf chronisch kranke Endanwender ab, denen Marktleistungen zur Erhöhung der Sicherheit im Alltag angeboten werden. In beiden Geschäftsmodellen kommt der Endanwender für die Kosten auf.

Geschäftsmodelle 8 und 9: Im Vordergrund der Geschäftsmodelle steht die Krankenversicherung, die die Kosten für telemedizinische Assistenzsysteme übernimmt. Im Geschäftsmodell 8 bietet die Krankenversicherung reflektierten Endanwendern telemedizinische Leistungen in Form eines Bonusprogramms an. So erhoffen sich die Krankenversicherungen, gesündere Kunden und damit geringere Ausgaben. Das Geschäftsmodell 9 fokussiert chronisch kranke Kunden. Bei diesem Endanwender-Segment sollen telemedizinische Systeme zur Reduktion der Krankenhausaufenthalte, zur Erhöhung der Compliance und damit zur Steigerung des Therapieerfolgs eingesetzt werden.



3.3 Analyse der Geschäftsmodelle

Die Geschäftsmodelle 4 und 9 weisen die höchste Konformität zu den Stakeholder-Zielen auf.

Die Analyse der Ausgangssituation in Kapitel 1 hat gezeigt, dass der Erfolg eines Geschäftsmodells für telemedizinische Assistenzsysteme insbesondere von der Akzeptanz der Stakeholder abhängt. Dies gilt vor allem für die Stakeholder, die einen hohen Einfluss haben und der Telemedizin

kritisch gegenüberstehen. Gleichzeitig ist deutlich geworden, dass eine starke Abhängigkeit zwischen den Geschäftsmodellen und der Geschäftsmodell-Umwelt besteht. Daher wird im Folgenden die Konformität der entwickelten Geschäftsmodelle zu den Stakeholder-Zielen sowie der strategische Fit zum Geschäftsmodell-Umfeld bewertet.

Stakeholder Geschäftsmodell	Stakeholder											
	Apotheken	Arztpraxen	Endanwender	Kliniken/ Krankenhäuser	Kommunikations- unternehmen	Kranken- versicherungen	OEM	Pflege- einrichtungen	Pharma- unternehmen	Telemedizinische Zentren	Wohlfahrts- verbände	Summe
Gewichtung (Relevanz)	1	2	3	3	1	3	2	2	2	2	1	
Geschäftsmodell 1 Pharmaunternehmen zur Kundenbindung und Datengewinnung	2	-1	0	0	0	0	2	0	2	1	0	12
Geschäftsmodell 2 Niedergelassene Ärzte zur Patientenbindung	1	1	1	0	0	0	2	0	0	-1	0	8
Geschäftsmodell 3 Pflegeheime und Krankenhäuser zur Kostenreduktion	0	0	0	2	0	0	2	2	0	-1	0	12
Geschäftsmodell 4 Kliniken/Krankenhäus. zur Erhöhung der Therapiequalität	1	1	2	2	0	1	2	0	0	1	0	24
Geschäftsmodell 5 Wohlfahrtseinricht. zur Kostenreduktion und Kundenbindung	1	1	1	0	0	0	2	0	0	1	2	11
Geschäftsmodell 6 Endanwender zur eigenverantwortlichen Prävention	1	-1	1	0	2	1	2	0	0	1	0	11
Geschäftsmodell 7 Endanwender zur Erhöhung der Sicherheit im Alltag	1	-1	1	0	1	1	2	0	0	2	1	13
Geschäftsmodell 8 Krankenversicher. als Bonusprogramm bei Gesunden	1	1	1	0	0	1	2	0	0	1	0	15
Geschäftsmodell 9 Krankenversicher. zur Kostenreduktion bei Chronikern	1	2	2	1	0	2	2	0	0	2	0	28

-2: Stakeholder hemmt das Geschäftsmodell 0: neutral 2: Stakeholder fördert das Geschäftsmodell

Bild 3-12: Bewertung der Konformität zu den Stakeholder-Zielen

Bewertung der Konformität zu den Stakeholder-Zielen

Den Ausgangspunkt für die Bewertung der Konformität zu den Stakeholder-Zielen bildet die Stakeholder-Analyse in Kapitel 1.4. Es wird bewertet, wie hoch die Konformität der Geschäftsmodelle zu den heutigen Stakeholder-Zielen ist (vgl. Bild 3-10 und Bild 3-11). Die Bewertungsskala erstreckt sich von -2 (Stakeholder verfolgt konfliktäre Ziele bezüglich des Geschäftsmodells) bis 2 (Stakeholder verfolgt kooperative Ziele bezüglich des Geschäftsmodells). Bild 3-12 zeigt die Bewertung der Konformität der Geschäftsmodelle in den Zeilen zu den Stakeholdern bzw. deren Zielen in den Spalten. Die Zeilensumme gibt an, wie konform ein Geschäftsmodell zu allen Stakeholdern-Zielen ist. Zur Berechnung der Zeilensumme werden die einzelnen Bewertungen mit der Relevanz der Stakeholder (vgl. Kapitel 1.4) gewichtet.

Insgesamt fällt auf, dass alle Geschäftsmodelle eine hohe Konformität zu den Stakeholder-Zielen aufweisen. Das Geschäftsmodell 9 erreicht die höchste Konformität; dies liegt vor allem an der Übernahme der Kosten durch die Krankenversicherungen sowie an der Einbindung des Arztes als



Leistungserbringer neben den telemedizinischen Zentren.

Bewertung des strategischen Fit zum Geschäftsmodell-Umfeld

Den Ausgangspunkt für die Bewertung des strategischen Fit bilden die in Kapitel 2 vorgestellten Markt- und Umfeldszenarien. Es wird bewertet, wie konsistent die entwickelten Geschäftsmodelle zu den Szenarien sind. Die Bewertungsskala reicht von ++ (sehr hohe Konsistenz) bis -- (sehr hohe Inkonsistenz). Sehr hohe Konsistenz bedeutet, dass das entsprechende Geschäftsmodell sehr gut in diesem Zukunftsszenario vorstellbar ist. Das Gegenteil ist der Fall, wenn die Gegenüberstellung mit sehr hoher Inkonsistenz bewertet wird. Hier ist das entsprechende Geschäftsmodell bei Eintreten des Zukunftsszenarios nicht sinnvoll. Bild 3-13 zeigt die Gegenüberstellung der neun entwickelten Geschäftsmodelle in den Zeilen mit den drei Zukunftsszenarien in den Spalten.

Für das weitere Vorgehen sind die Geschäftsmodelle von besonderer Relevanz, die eine hohe Konsistenz zum ausgewählten Referenzszenario (Szenario 1) aufweisen. Dies sind insbesondere die Geschäftsmodelle 4, 7 und 9, da sie besonders von der Kostenübernahme durch die Krankenversicherungen profitieren.

Eine zusammenfassende Darstellung der Bewertungen zeigt Bild 3-14. Auf der Abszisse des Portfolios ist die Konformität zu den Stakeholder-Zielen aufgetragen; auf der Ordinate der strategische Fit zum Geschäftsmodell-Umfeld. Mit Hilfe des Portfolios kann die Geschäftsmodellpriorität bestimmt werden. Je weiter oben

rechts ein Geschäftsmodell im Portfolio angeordnet ist, desto höher ist dessen Geschäftsmodellpriorität.

Die Geschäftsmodelle 4, 7 und 9 weisen eine hohe Konsistenz zum Referenzszenario auf.

 Markt- und Umfeldszenario  Geschäftsmodell	Szenario 1 (Referenzszenar.) Hohe Akzeptanz der Stakeholder führt zu flächendeckendem Einsatz von Telemedizin 	Szenario 2 Mangelnder Datenschutz und fehlende Standards behindern den Durchbruch von Telemedizin 	Szenario 3 Telemedizin bleibt in einem konfliktären Umfeld in den Kinderschuhen 
Geschäftsmodell 1 Pharmaunternehmen zur Kundenbindung und Datengewinnung			
Geschäftsmodell 2 Niedergelassene Ärzte zur Patientenbindung			 
Geschäftsmodell 3 Pflegeheime und Krankenhäuser zur Kostenreduktion			
Geschäftsmodell 4 Kliniken/Krankenhäus. zur Erhöhung der Therapiequalität	 		
Geschäftsmodell 5 Wohlfahrtseinricht. zur Kostenreduktion und Kundenbindung			
Geschäftsmodell 6 Endanwender zur eigenverantwortlichen Prävention			
Geschäftsmodell 7 Endanwender zur Erhöhung der Sicherheit im Alltag	 		
Geschäftsmodell 8 Krankenversicher. als Bonusprogramm bei Gesunden			 
Geschäftsmodell 9 Krankenversicher. zur Kostenreduktion bei Chronikern	 		 

  sehr hohe Konsistenz
  neutral
   sehr hohe Inkonsistenz

Bild 3-13: Bewertung des strategischen Fit zum Geschäftsmodell-Umfeld



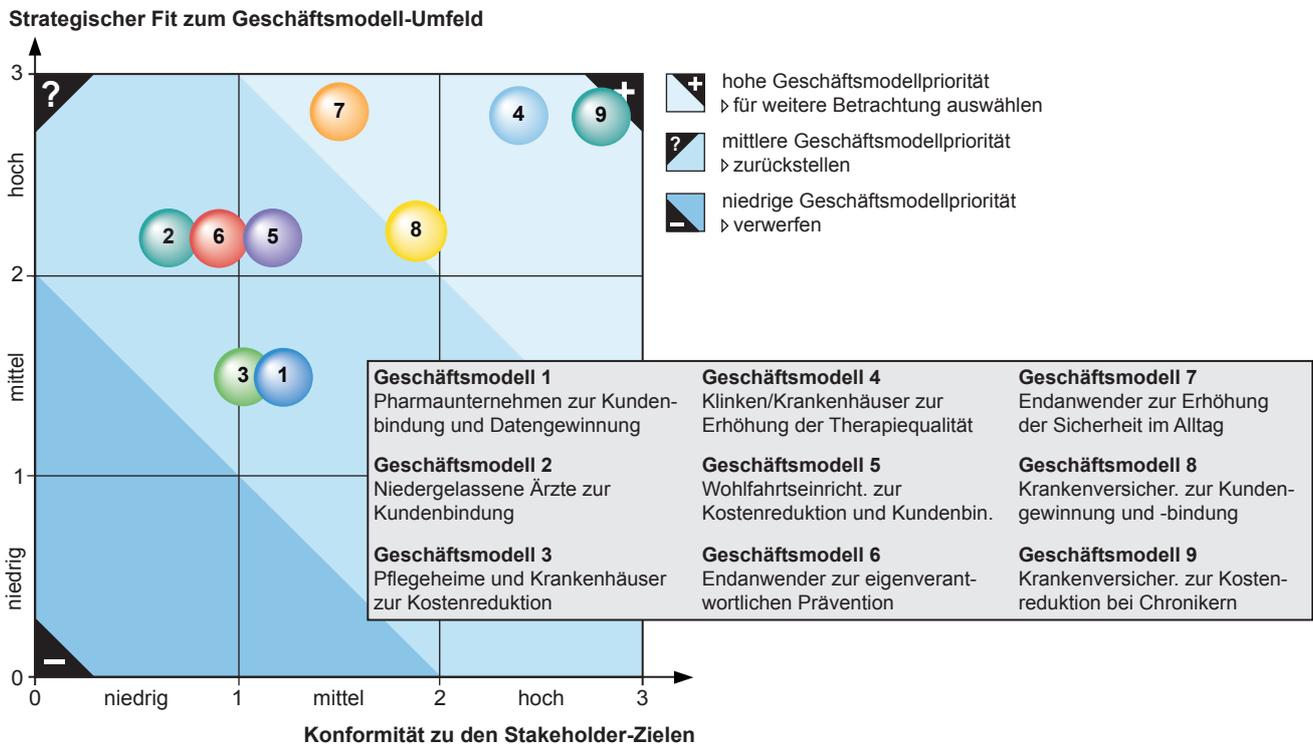


Bild 3-14: Portfolio zur Bewertung der Geschäftsmodellpriorität

Der Erfolg eines Geschäftsmodells im Markt für telemedizinische Assistenzsysteme ist abhängig von dem strategischen Fit zum Geschäftsmodell-Umfeld sowie von der Konformität zu den Stakeholder-Zielen. Der strategische Fit zum Geschäftsmodell-Umfeld (Referenzszenario) ist bei allen Geschäftsmodellen relativ hoch. Den höchsten Fit weisen die Geschäftsmodelle 4, 7 und 9 auf. Durch die Einbindung von Ärzten und Krankenversicherungen nutzen sie am besten das Geschäftsmodell-Umfeld. Die höchste Konformität zu den Stakeholder-Zielen zeigt das Geschäftsmodell 9. Durch die Berücksichtigung und Vergütung der niedergelassenen Ärzte erhöht sich die Akzeptanz bei Ärzten und Patienten. Zudem ist die Akzeptanz bei Krankenversicherungen hoch, da das angesprochene Endanwender-Segment hohe Kosteneinsparungspotentiale aufweist.



4 Konzipierung und Realisierung eines telemedizinischen Assistenzsystems

Telemedizinische Assistenzsysteme unterstützen die orts- und zeitunabhängige Kommunikation zwischen Arzt und Patienten. Dazu erheben Patienten ihre Parameter selbst und speichern diese mit Hilfe einer App auf ihrem Smartphone oder Tablet. Die erhobenen Daten können bei einem Besuch in der Praxis mitgebracht oder direkt über das Internet an einen Arzt versandt werden. Telemedizinische Assistenzsysteme bestehen in der Regel aus einem Endgerät, welches die Parameter aufnimmt, einem Datenbanksystem, in dem die gemessenen Parameterdaten gespeichert werden, und einem Informationsmanagement, welches die Analyse der erhobenen Parameter unterstützt (Bild 4-1).

Die Marktanalyse für telemedizinische Assistenzsysteme hat gezeigt, dass bereits eine Reihe von Systemen existiert. Charakteristisch für die angebotenen Systeme ist, dass sie in der Regel nur einen Parameter, wie Blutzucker, Blutdruck oder Temperatur, aufnehmen und dessen zeitlichen Verlauf in einer Datenbank speichern. Bei vielen Krankheitsbildern, z.B. dem metabolischen Syndrom, müssen allerdings verschiedene Parameter, wie Gewicht, Blutdruck und Blutzuckerspiegel, zueinander in Beziehung gesetzt werden, um belastbare Aussagen über den Gesundheitszustand eines Patienten treffen zu können. Dementsprechend benötigt ein Patient mit dem metabolischen Syndrom heute eine Reihe verschiedener Endgeräte zur Messung der erforderlichen Parameter. Die Mobilität des Patienten wird so erheblich eingeschränkt.

Darüber hinaus gibt es derzeit Bestrebungen, die eingesetzten Apps so zu konfigurieren, dass diese die erfassten Daten

eigenständig interpretieren und medizinische Empfehlungen geben [HHP13]: Das Informationsmanagement dient hier nicht nur der Dokumentation der gemessenen Parameter, sondern es gibt dem Patienten zusätzlich Empfehlungen, wie er sich basierend auf den erhobenen Werten verhalten soll. Empfehlungen des Systems können bspw. sein, sich mehr zu bewegen, einen Arzt aufzusuchen oder etwas zu essen.

Vor diesem Hintergrund ergeben sich zwei Zielrichtungen für die Weiterentwicklung telemedizinischer Assistenzsysteme: Zum einen die Funktionsintegration verschiedener Sensoren in ein Endgerät, um die Erfassung mehrerer Parameter zu ermöglichen. Zum anderen die Erweiterung des Informationsmanagements hinsichtlich einer automatisierten Analyse der Daten, um bspw. Therapieempfehlungen abzuleiten.

In den folgenden Kapiteln wird das entwickelte telemedizinische Assistenzsystem vorgestellt. Zunächst werden in Kapitel 4.1 mögliche Krankheitsbilder für den Einsatz telemedizinischer Assistenzsysteme aufgeführt und beispielhaft das metabolische Syndrom erläutert. Darauf aufbauend werden in Kapitel 4.2 mögliche

Heutige Produkte bieten einen geringen Funktionsumfang.

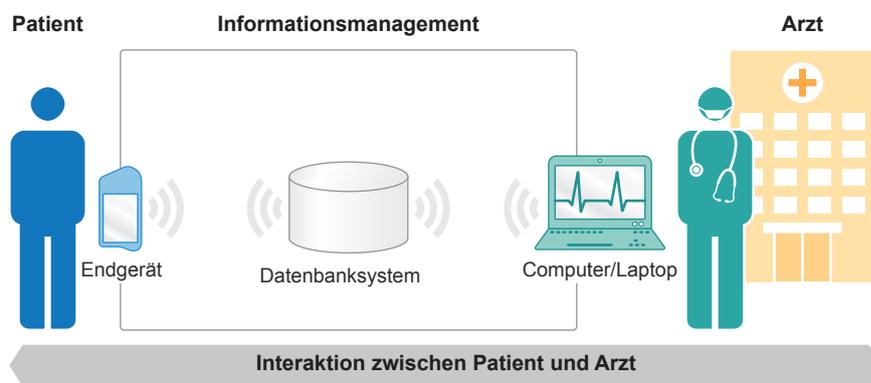


Bild 4-1: Schematische Darstellung des telemedizinischen Assistenzsystems

Anwendungsfelder für telemedizinische Assistenzsysteme beschrieben. In Kapitel 4.3 wird das Assistenzsystem COMES[®] und dessen erste Anwendungen an Patienten und privaten Nutzern vorgestellt. Dies wurde am Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik konzipiert und dient als

Ausgangspunkt für die Entwicklung des telemedizinischen Assistenzsystems im Projekt. In den Kapiteln 4.4 und 4.5 werden das Endgerät und das zugehörige Informationsmanagement detailliert erläutert.

4.1 Krankheitsbilder

Telemedizinische Assistenzsysteme können für eine Reihe von Krankheitsbildern, wie Herzinsuffizienz, Diabetes mellitus, das metabolische Syndrom sowie chronisch-obstruktive Lungenerkrankungen (COPD) eingesetzt werden [VDE13]. Für die Diagnose und Therapie vieler dieser Krankheiten ist es erforderlich, mehrere Parameter eines Patienten über den Zeitverlauf zu beobachten. Ein Krankheitsbild bei dem dies besonders deutlich wird, ist das metabolische Syndrom: Daher werden das metabolische Syndrom im Folgenden kurz erläutert sowie die Diagnose und Therapiemöglichkeiten vorgestellt.

Das metabolische Syndrom beschreibt ein Cluster von Stoffwechselkrankheiten und Bluthochdruck, das mit einem erhöhten Risiko für Typ-2-Diabetes und Herz-Kreislauf-Erkrankungen verbunden ist. Aktuelle Definitionen von Organisationen, wie der Weltgesundheitsorganisation oder der International Diabetes Foundation, legen als wesentliche Komponenten für die Diagnose eine zentrale Adipositas, eine gestörte Glukosetoleranz, Dyslipidämie (Lipidstoffwechselstörung) sowie Bluthochdruck zugrunde. Patienten mit dem metabolischen Syndrom weisen ein erhöhtes

Diabetes- und Gefäßrisiko auf und haben damit eine zweimal so hohe Sterblichkeitsrate sowie eine dreimal so hohe Herzinfarkt- und Schlaganfallrate [WPS+06].

Die Verbreitung des metabolischen Syndroms hat in den letzten Jahren stark zugenommen [HSC07]. Falsche Ernährung, abnehmende körperliche Belastung, Stress sowie Alkohol- und Zigarettenkonsum begünstigen diese Entwicklung. Therapiemaßnahmen zur Behebung oder Verminderung des Syndroms umfassen eine Umstellung der Ernährung, des Bewegungs- und Konsumverhaltens [WPS+06].

Am Beispiel des metabolischen Syndroms wird deutlich, dass oft eine Vielzahl verschiedener Parameter zu Erkrankungen führt. Daher ist es wichtig, bspw. mit Hilfe telemedizinischer Assistenzsysteme, mehrere Parameter über den Zeitverlauf zu beobachten. Am Markt verfügbare Messgeräte erfassen allerdings in der Regel nur einen Parameter. Somit benötigen Patienten mehrere Messgeräte, um alle zentralen Parameter zu erfassen. Die Integration mehrerer Sensoren in einem Gerät erleichtert das regelmäßige Monitoring und fördert so die Bereitschaft von Patienten, Therapien aktiv zu unterstützen.

Krankheitsbilder, wie das metabolische Syndrom, erfordern die Aufnahme mehrerer Parameter. Die entsprechenden Sensoren sind in einem Gerät zu integrieren.



Telemedizinische Assistenzsysteme können bei der Diagnose und Therapie verschiedener Krankheitsbilder eingesetzt werden. Bei einer Reihe von Krankheiten, wie dem metabolischen Syndrom, sind mehrere Parameter über den Zeitverlauf zu beobachten. Im Hinblick auf die Gewährleistung der Mobilität der Patienten und die Steigerung der Akzeptanz durch die Patienten ist es erforderlich, die Aufnahme der relevanten Parameter in einem Gerät zu integrieren.

4.2 Anwendungsfelder

Die Anwendungsfelder für telemedizinische Assistenzsysteme sind heterogen. Je nach Anwendungsfeld ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an das telemedizinische Endgerät und das zugehörige Informationsmanagement. Im Folgenden werden drei typische Anwendungsfelder beispielhaft vorgestellt:

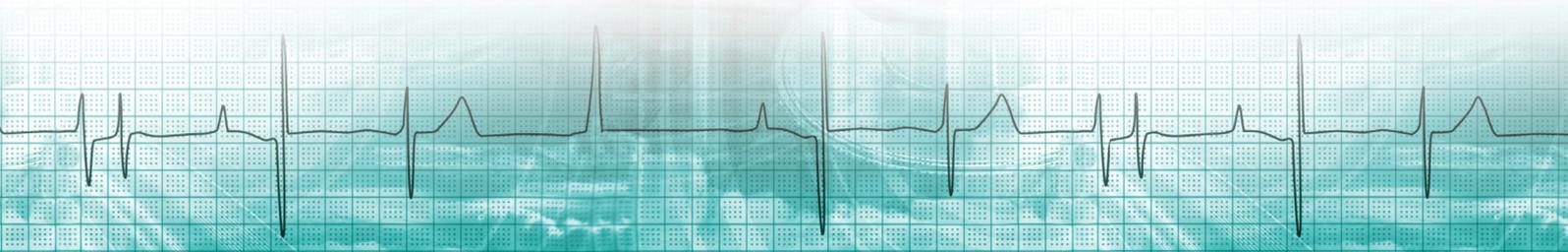
Stationäre Therapie: Messwerte werden automatisch an ein Datenbanksystem übermittelt und dort weiter verarbeitet. Dadurch ermöglicht das telemedizinische Assistenzsystem ein lückenloses Monitoring während des gesamten Aufenthalts. Die Analysefunktionen des Datenbanksystems unterstützen Ärzte und Therapeuten bei der individuellen Gestaltung von Therapiemaßnahmen und deren Anpassung in Abhängigkeit des Rehabilitationsfortschritts. Eine einfache Handhabung des Endgeräts ermöglicht dem Patienten, Parameter wie Blutdruck, Puls und Blutzucker selbstständig zu messen. Das entlastet das Pflegepersonal.

Ambulante Therapie: Die ortsunabhängige Datenübertragung mit dem Mobilfunkstandard 3G ermöglicht den Einsatz des telemedizinischen Assistenzsystems auch bei einer ambulanten Therapie. Dabei misst der Patient seine Parameter eigenständig von zu Hause aus. Der

behandelnde Arzt kann den Therapieverlauf durch Zugriff auf das Datenbanksystem kontrollieren und analysieren, ohne den Patienten zur Untersuchung einberufen zu müssen. Somit kann sich der Patient während der Therapie im häuslichen Umfeld aufhalten und muss den behandelnden Arzt nur zu vereinbarten Kontrollterminen oder bei einer kritischen Veränderung seiner Parameter aufsuchen. Dies reduziert die Anzahl der Arztbesuche ohne die Qualität der Therapie zu mindern. Insbesondere in ländlichen Regionen mit einer geringen Dichte an Arztpraxen erleichtert das telemedizinische Assistenzsystem die Arbeit der Ärzte und den Alltag der Patienten erheblich.

Prävention: Die Ortsunabhängigkeit des Endgeräts und die Übertragungsmöglichkeit der Messdaten erleichtern eine regelmäßige Parameteraufnahme im Alltag des Anwenders. Im häuslichen Bereich, bei der Arbeit oder bei Freizeitaktivitäten kann das Endgerät eingesetzt werden, um orts- und situationsunabhängig Werte zu erfassen und an das Datenbanksystem zu übermitteln. Die Messdaten können durch den Zugriff auf das Datenbanksystem ebenfalls ortsunabhängig abgerufen werden. Der Einsatz zur Prävention ermöglicht gesunden Menschen, Veränderungen

Typische Anwendungsfelder von telemedizinischen Assistenzsystemen sind die stationäre Therapie, die ambulante Therapie und die Prävention.



der Parameter festzustellen und Ärzte frühzeitig zu konsultieren. Maßnahmen, wie das Anpassen der Ernährung oder die

Veränderung des Bewegungsverhaltens, können so vorbeugend eingeleitet und Erkrankungen vermieden werden.

Die Anwendungsfelder für telemedizinische Assistenzsysteme sind heterogen. Die Systeme können bspw. bei der stationären und ambulanten Therapie sowie in der Prävention eingesetzt werden. Eine ortsunabhängige Datenübertragung mit dem Mobilfunkstandard 3G und die einfache Handhabung der Endgeräte fördern ein lückenloses Monitoring, das der Anwender eigenständig durchführen kann. Die Integration des telemedizinischen Assistenzsystems in den Klinikbetrieb und in den Alltag des Anwenders bei ambulanter Therapie führt zu einer Entlastung von Pflegepersonal und Ärzten. Der Einsatz bei gesunden Menschen unterstützt das frühzeitige Erkennen abweichender Parameter.

4.3 COMES[®]-System

Den Ausgangspunkt für das im Projekt entwickelte telemedizinische Assistenzsystem bildet das am Heinz Nixdorf-Lehrstuhl

für Medizinische Elektronik konzipierte COMES[®]-System (COgnitive MEDizinische Systeme). Mit mehreren medizinischen Messgeräten unterstützt COMES[®] in Verbindung mit einer medizinischen Datenbank die Diagnose und Therapie unterschiedlicher Krankheitsbilder.

Bild 4-2 zeigt das Gesamtsystem bestehend aus den fünf Komponenten: Sensorik, Schnittstelle, COMES[®]-Datenbank, externe Datenbanken und medizinisches Call-Center. Die einzelnen Komponenten des Systems werden im Folgenden erläutert:

Sensorik: An das COMES[®]-System können je nach Krankheitsbild oder Therapieziel verschiedene sensor-gestützte Messgeräte angebunden werden. Hierzu zählen ein Blutdruckmessgerät (Oberarm und Handgelenk), eine Waage, ein Aktivitätssensor und ein Glukosemessgerät. Weitere Sensoren werden zurzeit für die Anbindung an COMES[®] vorbereitet. Generell unterstützt COMES[®] Messgeräte mit den Funkstandards Bluetooth, NFC und ANT+, wodurch die Palette an medizinischen

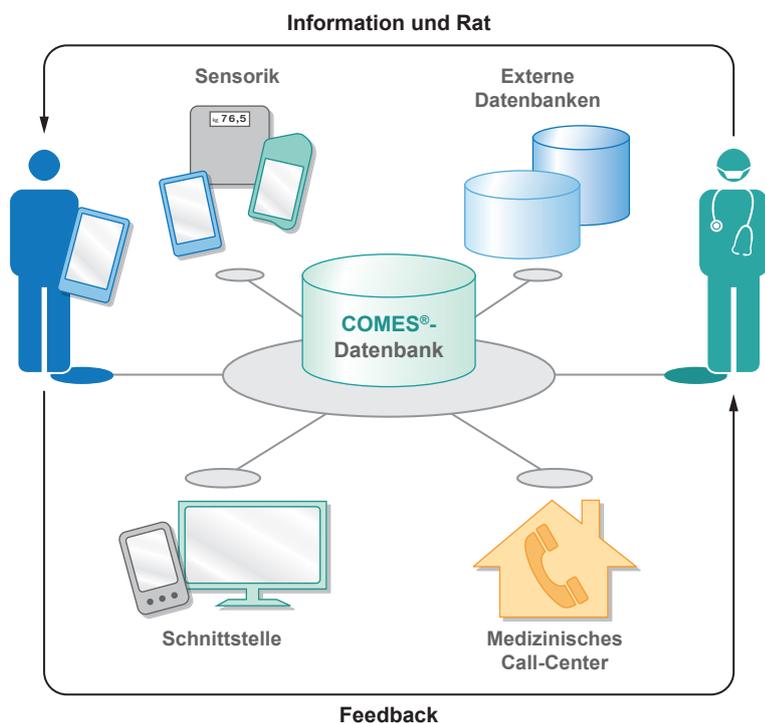


Bild 4-2: Das COMES[®] Gesamtsystem für die telemedizinisch gestützte Diagnose und Therapie

Sensoren beliebig ausgebaut werden kann. Eine mögliche Ausstattung der COMES[®]-Sensorik zeigt Bild 4-3: Oberarmblutdruckmessgerät, Waage, Blutzucker-messgerät, Aktivitätssensor und Smartphone. Der Anwender erhält die einzelnen Geräte zusammengepackt in einem Koffer.

Schnittstelle: Als Schnittstelle zwischen medizinischem Sensor, Datenbank und Patienten dient ein handelsübliches Smartphone. Derzeit werden die Betriebssysteme BlackBerry OS und Android verwendet. Zu Anfang des Projektes wurden Geräte des Modells BlackBerry[®] Curve 9300 eingesetzt. Nach dem Messen werden die Parameter automatisch per Bluetooth an das persönliche Smartphone des Nutzers übermittelt und über das Mobilfunknetz gemäß der aktuellen Übertragungsstandards (GPRS, EDGE, UMTS, LTE) in die Datenbank übertragen.

COMES[®]-Datenbank: Die COMES[®]-Datenbank ist in ein Trust Center integriert, welches über alle bekannten Funktionalitäten und Sicherheitsmechanismen eines modernen Rechenzentrums verfügt. Alle autorisierten Personen, wie z.B. der behandelnde Arzt und der Patient selbst, erhalten nach einer entsprechenden Authentifizierung einen gesicherten Zugriff auf die persönlichen Datenverläufe. Diese können jederzeit in der COMES[®] Webanwendung am PC oder auf dem persönlichen Smartphone eingesehen und bearbeitet werden.

Externe Datenbanken: Das COMES[®]-System bietet die Möglichkeit in Rücksprache mit Experten, wie dem Hausarzt oder Spezialisten, die persönlichen Datenverläufe über externe Wissensdatenbanken, wie beispielsweise der evimed Wissensdatenbank des Horten-Zentrums

für praxisorientierte Forschung und Wissenstransfer abzugleichen. Als Ergebnis dieser Analyse werden dem Nutzer über das COMES[®]-System individuelle therapeutische Maßnahmen vorgeschlagen.

Medizinisches Call-Center: Für die Betreuung können zusätzlich medizinische Call-Center, wie bspw. Medgate⁴ in der Schweiz, eingebunden werden. Diese erlauben im Falle der Abwesenheit des Hausarztes eine Rund-um-die-Uhr Betreuung oder aber sie treten selbst als Basisversorger auf. Damit kann der Patient einen abgestuften Beratungs- und Behandlungsweg auswählen. Dies ist auch ergänzend zur hausärztlichen Leistung möglich.

Technik: Grundlegende Voraussetzung für die Akzeptanz eines telemedizinischen Assistenzsystems ist ein fehlerfreies Funktionieren der Technik. Aus diesem Grund wird das Zusammenspiel zwischen der Sensorik und den Schnittstellen des



Bild 4-3: Mögliche COMES[®] Sensorik in einem handlichen Koffer zusammengestellt

4 Schweizer Zentrum für Telemedizin MEDGATE, www.medgate.ch

Eine Reihe von Feldtests belegen die Funktionstüchtigkeit von COMES®. Die Kommunikation zwischen Sensoren und Smartphone funktioniert nicht immer fehlerfrei.

Systems genauer untersucht. Dafür wurden verschiedene medizinische Messgeräte in Kombination mit unterschiedlichen Smartphones mit einem Android Betriebssystem überprüft. Es hat sich gezeigt, dass bereits Kombinationen aus medizinischen Sensoren, Smartphones und Android-Versionen existieren, womit auf Grundlage marktüblicher Funkstandards, wie Bluetooth, ANT+ oder NFC, eine stabile Datenkommunikation zwischen den Geräten möglich ist. Zum Nachweis erfordert dies jedoch eine ausreichende Anzahl an Tests. Andererseits war auch zu erkennen, dass eine Vielzahl von Fehlerquellen besteht. Zum einen werden Datenverbindungen nicht aufgebaut oder während der Datenübertragung abgebrochen. Zum anderen scheinen sich die Funkstandards Bluetooth und ANT+ bei manchen Smartphones gegenseitig auf Softwareebene zu stören. Schließlich ist deutlich geworden, dass die verwendete Android-Version eine entscheidende Rolle, vor allem in Bezug auf die Bluetooth-Verbindung, hinsichtlich der Stabilität, spielt. Aufgrund der Ergebnisse ist eine Android-Version von 4.2 und größer zu empfehlen. Diese technischen Gegebenheiten wurden zudem ausgehend von den im folgenden Absatz beschriebenen Anwenderuntersuchungen ausgebaut. Die Nutzer sollten neben den Faktoren Usability und Compliance auch die Systemstabilität beurteilen. Diese Untersuchungen werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

In der „Experimentellen Phase“, dem Arbeitspaket 2 unseres Projektes, wurden Patienten mit unterschiedlichen Krankheitsbildern und verschiedenartigen metabolischen Verhalten in einer klinischen

Testphase untersucht. Ziel des Arbeitspaketes war es, anhand der durch die Patienten erhobenen Daten, die wichtigsten medizinisch relevanten Parameter für Hypertonie und gegebenenfalls Diabetes mellitus zu erfassen. Zum Nachweis der Wirksamkeit von COMES® wurden unterschiedliche Feldtests durchgeführt. Im Folgenden sind exemplarisch einige beschrieben.

Hypertonie und Übergewicht im Test

Während der Projektlaufzeit nahmen 32 Probanden im klinischen und 25 Probanden im häuslichen Umfeld an unseren Erhebungen teil. Diese wurden in zwei unterschiedliche Beobachtungen unterteilt: Einerseits in Untersuchungen zur Systemstabilität, Usability und Compliance und andererseits in Untersuchungen zur Motivation der Probanden, mit dem Ziel der Steigerung Ihres Bewegungspensums.

In die ersten Tests wurden überwiegend Patienten mit den Indikationen Hypertonie und/oder Übergewicht einbezogen. Die Teilnehmer wurden mit der Aufgabe betraut, morgens und abends Blutdruck und Gewicht zu messen sowie den Schrittzähler ganztägig mitzuführen. Als Kommunikationsschnittstelle erhielten sie das Smartphone BlackBerry® Curve 9300. Während der Testdurchführung sollten die Probanden mittels Fragebogen besondere Vorkommnisse und Probleme dokumentieren sowie zum Abschluss ihre Erfahrungen und Meinungen zu dem System und zur Telemedizin im Allgemeinen, wiedergeben.

Die in Bild 4-4 dargestellten Ergebnisse zeigen, dass sowohl die Bedienbarkeit als auch die Zuverlässigkeit der eingesetzten Geräte durchweg mit „sehr gut“ bewertet wurde. Das BlackBerry® hat in puncto



Bedienbarkeit, das Handgelenkblutdruckmessgerät wie auch das Glukosemessgerät in puncto Zuverlässigkeit, nur mäßig abgeschnitten. Dies korreliert mit der Aussage, dass die Probanden lediglich den Messungen des Oberarmblutdruckmessgerätes Vertrauen schenken (siehe Bild 4-4). Allgemeine Fragen zur Telemedizin (Meinung, Vorteile, Akzeptanz) wurden von den Probanden als sehr positiv bewertet, wie es in der Grafik in Bild 4-4 zu sehen ist.

Telemedizinisch gestützte bioakustische Hypertonie-Therapie mit COMES®

Der hohe Verbreitungsgrad von Bluthochdruck bzw. der primären Hypertonie und den damit verbundenen Risiken erfordert neue Therapiekonzepte. Akustische Signale können metabolische und zentralnervöse Funktionen modulieren und rufen physiologische Wirkungen beim Menschen hervor [SD92], [BMO06], [WBD13]. Daher liegt der Schritt zu einer interventionsgesteuerten nichtinvasiven musikalischen Feedback-Therapie als telemedizinische Anwendung nahe. Speziell die blutdrucksenkende Wirkung bestimmter iterativer Klangmuster als Interventionsmöglichkeit bei primärer Hypertonie wird mit dem telemedizinischen Assistenzsystem COMES® untersucht.

Erste Ergebnisse konnten im Rahmen einer prospektiven Beobachtungsstudie an 20 hypertonen Patienten ermittelt werden. Hier wurde die Wirkungsweise verschiedener Klangmuster, sowie deren Eignung für die systemischen Interventionen untersucht. Zusammenfassend konnte ein sehr positiver, signifikanter Effekt der Musik auf den Blutdruck (RR sys 1,3%, dia 0,3%) bei der Hälfte aller der Patienten festgestellt werden. Im Mittel sank der Blutdruck

um -2,57 mmHg% (Sys) und -1,54 mmHg% (Dia) [FWM+06].

Diese klinische Untersuchung sowie weitere Messserien haben gezeigt, dass Messungen im authentischen Umfeld eine präzise Zuordnung der Messdaten zur jeweiligen Umgebung ermöglichen

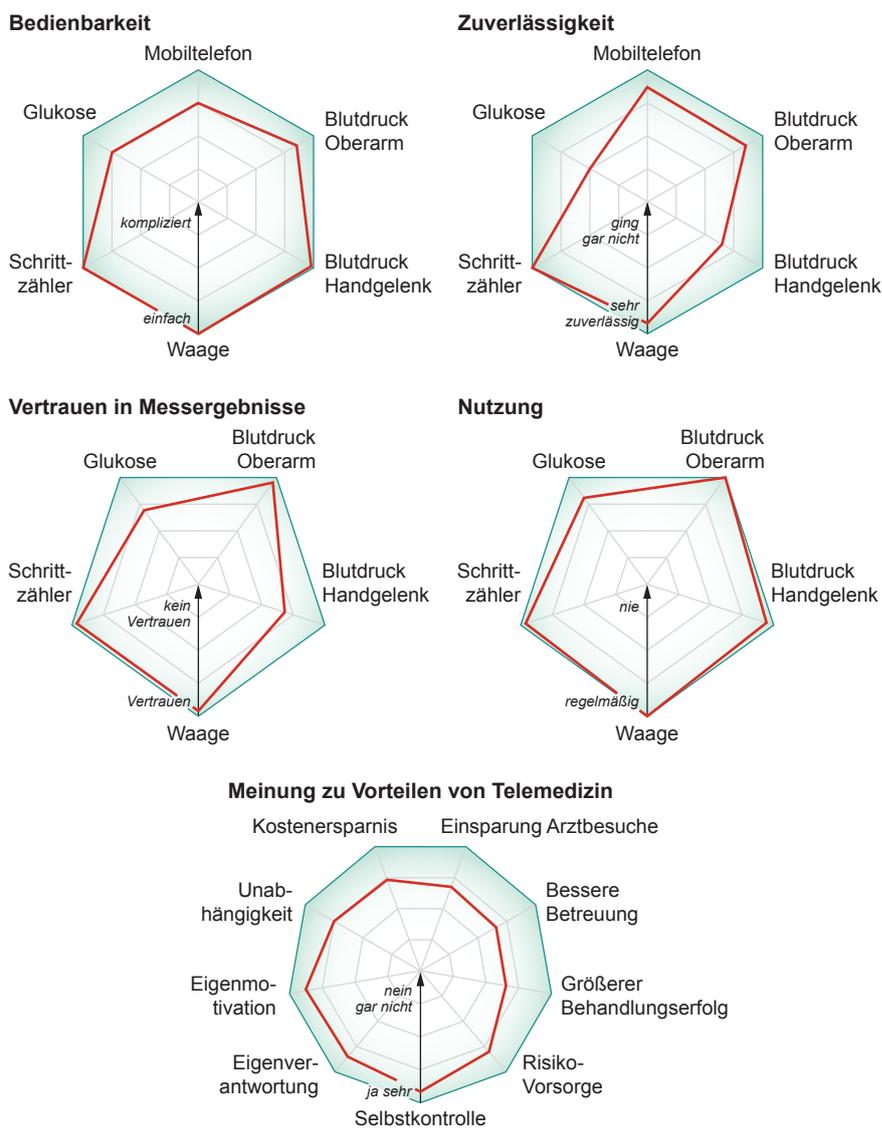


Bild 4-4: Das Resultat der Meinungsumfrage von 47 Patienten zu den Vorteilen von Telemedizin



Musik hilft bei der Therapie von Hyperthonie.

[FWM+o6]. Die Akzeptanz bei den Versuchspersonen war sehr gut. Es ist möglich, authentische Datenmuster in personalisierter Umgebung der Patienten zu erheben und damit erstmals einen unmittelbaren wirklichkeitsgetreuen Eindruck von beliebigen Interventionsstrukturen zu erhalten. Das COMES[®] System als „Virtual Lab“ stellt somit eine ideale Entwicklungs- und Erprobungsplattform für personalisierte Therapien sowie weiterer musiktherapeutischer Konzepte dar.

Das COMES[®] System im Messeinsatz zur Blutdrucksenkung

Das telemedizinische Assistenzsystem COMES[®] wurde unter realen Bedingungen erfolgreich eingesetzt. Insgesamt erprobten 18 rein zufällig ausgewählte, fremde und unbekannte Personen, verteilt auf drei Veranstaltungen, das System:

- 1) Medica 2013, am 23.11.2013 in Düsseldorf: 6 Teilnehmer, davon Blutdrucksenkung 100 %
- 2) Wissenschaftl. Symposium am 9.12.13 in Paderborn, 5 Teilnehmer, davon 60 % erfolgreich
- 3) Arzt-Patientenforum im Hotel Bayerischer Hof am 18.3.14 in München, 7 Teilnehmer, davon 86 % erfolgreiche Blutdrucksenkung.

Von 15 dieser Personen konnten die Messdaten sinnvoll ausgewertet werden. Sie erhielten nur eine kurze Einweisung in die Bedienung der Messgeräte sowie der COMES[®]-WebApp. Als Intervention hörten Sie das Stück „Der Schwan“ von Camille Saint-Saëns aus dem Karneval der Tiere mit 2:55 Minuten Dauer. Bei allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern war eine sofortige Blutdrucksenkung nachweisbar.

Die Resultate zeigen einerseits, dass das COMES[®] System einfach und intuitiv zu bedienen ist und es an allen Orten mit Netzverfügbarkeit jederzeit einwandfrei funktioniert. Andererseits bestätigen sie die außerordentlich positive Wirkung der musikalischen Feedback-Therapie auf den Bluthochdruck.

Bewegung im Test

Bewegungsmangel wird mitunter als Ursache oder Erhöhung des Schweregrads verschiedenster Erkrankungen, wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Adipositas, verantwortlich gemacht. Um diesen Kreislauf beginnend mit der Bewegungsarmut zu entkommen, bedarf es einer hohen Motivation, die erkrankte Patienten nur selten erreichen. Auch hierbei ist es das Ziel von COMES[®], den Patienten in seiner Therapie zu begleiten und zu unterstützen.

In einem Feldtest wurden zehn Personen im Alter zwischen 40 und 67 Jahren mit einem Schrittzähler und einem Smartphone mit installierter COMES[®]-Applikation ausgestattet. Aufgabe der Probanden war es, den Schrittzähler täglich bei sich zu tragen, die Daten abends zu übertragen und morgens COMES[®]-Motivationsnachrichten zu lesen. Der Feldtest dauerte drei Wochen. In der ersten Woche wurde der Schrittzähler verblindet, d.h. die Probanden konnten nicht sehen, wie viele Schritte sie laufen. Ab der zweiten Woche erhielten die Probanden Motivationsnachrichten. Als Ergebnis konnte festgehalten werden, dass die Probanden in der ersten Woche etwa 4.690 Schritte pro Tag mit einer Standardabweichung von 1.625 Schritten pro Tag gegangen sind. Nach der dritten Woche



mit den COMES[®]-Motivationsnachrichten hat sich die Schrittzahl um 2.240 auf 6.930 mit einer Standardabweichung von 1.970

Schritten pro Tag erhöht. Dieses Ergebnis ist mit einem p-Wert von $p = 0,008$ statistisch valide.

Das telemedizinische Assistenzsystem COMES[®] kann bei der Diagnose und Therapie unterschiedlicher Krankheitsbilder unterstützend eingesetzt werden. Das System besteht aus verschiedenen Messgeräten, einem Smartphone und einer Datenbank. Darüber hinaus können weitere externe Datenbanken oder Dienstleister, wie ein medizinisches Call-Center, in das System integriert werden. In verschiedenen Anwendertests wurde das System erfolgreich validiert.

4.4 Telemedizinisches Endgerät

Im Folgenden wird ein telemedizinisches Assistenzsystem vorgestellt, welches dem Patienten einen hohen Grad an Mobilität und zugleich umfangreiche Interaktionen zwischen Patient und Arzt ermöglicht. Aus den zuvor beschriebenen Anwendungsfeldern ergibt sich zusätzlich eine Reihe von Anforderungen für das Endgerät: Der klinische Einsatz erfordert ein robustes Gehäuse, das äußeren Einflüssen wie Spritzwasser, Staub und Blut standhält und leicht zu reinigen ist. Ferner muss das Endgerät von verschiedenen Patientengruppen, insbesondere von älteren Personen, genutzt werden können. Dies erfordert eine einfache und intuitive Handhabung. Wie in Kapitel 4.1 beschrieben, ist bei Krankheitsbildern wie dem metabolischen Syndrom das Erfassen mehrerer Parameter für die Diagnose notwendig. Basierend auf diesen und weiteren Anforderungen wurde das COMES[®]-System weiterentwickelt. In Kapitel 4.4.1 wird zunächst die Handhabung erläutert. Anschließend werden in Kapitel 4.4.2 die erfassbaren Parameter und deren Messtechnik näher beschrieben. Im abschließenden Kapitel 4.4.3 werden Designvarianten des Endgeräts vorgestellt.

4.4.1 Handhabung

Die ergonomische Handhabung des Endgeräts ist ein wesentlicher Faktor für den erfolgreichen Einsatz in der Praxis. Im Folgenden wird auf die drei Bereiche Bedienung, Mobilität und Software eingegangen. Bild 4-5 zeigt beispielhaft Funktionselemente der genannten Bereiche.

Bedienung: Chronisch kranke Menschen, sind auf eine regelmäßige ärztliche Beobachtung angewiesen und resignieren oft im Umgang mit ihrer Krankheit. Dies



Bild 4-5: Funktionselemente des telemedizinischen Endgeräts



Eine einfache und intuitive Bedienung ist unerlässlich.

mündet häufig in einer geringen Bereitschaft zur aktiven Mitarbeit bei der Therapie. Eine intuitive Bedienung ohne lange Einarbeitungszeit motiviert den Patienten zur aktiven Unterstützung der Therapie. Zur einfachen und intuitiven Bedienung wurde auf physische Tasten weitgehend verzichtet. Lediglich auf der Oberseite befindet sich eine Taste zum Ein- und Ausschalten des Endgeräts. Der Anwender bedient das Gerät über einen 4,3“ großen Touchscreen. Auf dem Bildschirm können die Schaltflächen und Messwerte individuell in ausreichender Größe dargestellt werden.

Mobilität: Die drahtlose Übertragung der Messdaten via 3G und der Lithium-Ionen-Akku ermöglichen einen ortsunabhängigen Einsatz des Endgeräts. Somit kann das Assistenzsystem problemlos in den Alltag der Anwender integriert werden. Geladen wird der Akku des Endgeräts über einen handelsüblichen Micro-USB-Anschluss, der sich leicht zugänglich an der Gehäuseseite befindet. Durch die Integration verschiedener Sensoren in die Fingermanschette benötigt der Anwender

zudem nur noch ein Endgerät, wodurch die Mobilität zusätzlich erhöht wird.

Software: Die Software ist intuitiv und leicht zu bedienen. Je nach Wunsch kann zwischen zwei Ansichten gewählt werden: der „einfachen Ansicht“ und der „Expertenansicht“. Die einfache Ansicht bietet die Möglichkeit den letzten sowie den aktuellen Messwert anzuzeigen. Des Weiteren kann über eine Notruftaste eine vorher individuell festgelegte Telefonnummer (z.B. Rettungsdienst, Hausarzt oder Angehöriger) gewählt werden. Weiter kann der Anwender auf Nachrichten zugreifen, die z.B. vom Hausarzt übermittelt wurden. Bild 4-6 zeigt die Expertenansicht: In dieser Ansicht können die Messdatenverläufe in Form von Graphen visualisiert werden. Zudem können Nachrichten an den Arzt versandt sowie an Umfragen teilgenommen werden. Die Software ist so aufgebaut, dass sie sich nicht nur auf das Endgerät beschränkt, sondern plattformunabhängig von jedem beliebigen Anzeigegerät wie Tablet oder PC mit Internetzugang aufgerufen werden kann.



Bild 4-6: Expertenansicht im Endgerät

4.4.2 Parameter und Messtechnik

Das Endgerät verfügt über Sensorik zur Messung von Blutdruck, Puls, Sauerstoffsättigung, Hautleitfähigkeit und Blutzucker. Zur Kontrolle des Gewichts kann eine Personenwaage via Bluetooth angeköpelt werden. Somit können z.B. wesentliche Parameter zur Diagnose des metabolischen Syndroms (Blutdruck, Blutzucker und Gewicht) mit dem Endgerät erfasst werden. Bild 4-7 zeigt die Sensoreinheiten des Endgeräts. Die Messung der Parameter Blutdruck, Puls, Sauerstoffsättigung und Hautleitfähigkeit erfolgt über eine

Fingermanschette. Diese befindet sich auf der Rückseite des Geräts und kann platzsparend eingeklappt werden. Zur Erfassung des Blutzuckerwerts werden Messstreifen eingesetzt, die seitlich in das Gehäuse eingeführt werden. Die Parameter und die Messtechnik werden im Folgenden näher beschrieben.

Blutdruck und Puls: Der Blutdruck wird in der Regel mit der Einheit mmHg (Millimeter-Quecksilbersäule) angegeben. Es werden dabei zwei Messwerte erfasst: der systolische und der diastolische Blutdruck. Der systolische Blutdruck beschreibt den Zeitpunkt in dem der Herzmuskel zusammengezogen ist. Bei Entspannung des Herzmuskels sinkt der Blutdruck ab (diastolischer Blutdruck). Der „normale“ Blutdruck wird von der deutschen Hochdruckliga e.V. mit 120/80 mmHg angegeben. Werte bis 139/89 mmHg gelten als „normal hoch“ [DHL-0]. Im Endgerät wird der Blutdruck oszillometrisch, d.h. durch Aufpumpen einer Druckmanschette am Finger, ermittelt.

Sauerstoffsättigung des Blutes: Die Sauerstoffsättigung wird in % angegeben. Sie gibt Aufschluss über die Lungenfunktion. Normale Werte liegen zwischen 96% und 100% Sauerstoffsättigung. Bei starken Rauchern oder bestimmten Krankheiten kann die Sättigung auch deutlich darunter liegen. Die Sauerstoffsättigung wird optisch mittels Pulsoxymetrie ermittelt. Dieses Verfahren basiert auf dem spezifischen Dämpfungsverhalten von sauerstoffgesättigtem und ungesättigtem Blut bei unterschiedlichen Lichtwellenlängen.

Hautleitfähigkeit: Die Hautleitfähigkeit ist ein Maß für die physiologische Erregung des Patienten und kann außerdem

auch als Aktivitätssensor dienen. Gemessen wird im Wesentlichen die Aktivität der Schweißdrüsen. Die Messung erfolgt über Hautelektroden mittels einer schwachen Wechselspannung. Der Hautleitwert wird in μS (Mikrosiemens) angegeben und in der Regel über einen bestimmten Zeitraum erfasst (Veränderung der physiologischen Erregung).

Blutzucker: Bei einem chronisch erhöhten Blutzuckerspiegel zeigt sich Diabetes mellitus. Für die Blutzuckermessung ist die Entnahme eines Blutropfens notwendig. Die Messung selbst erfolgt mittels amperometrischer Messmethode auf einem Messstreifen. Normalwerte liegen unter 100 mmol/l. Nach dem Essen steigt der Wert nicht über 140 mmol/l an. Bei Diabetikern liegen im Normalzustand über 126 mmol/l vor (bzw. über 200 mmol/l nach dem Essen).

Gewicht: Das Gewicht wird mittels einer konventionellen Waage erfasst, die zusätzlich über eine drahtlose Kommunikationsschnittstelle (Bluetooth) verfügt.

Die Fingermanschette integriert umfangreiche Sensorik und ermöglicht die Aufnahme mehrerer Parameter mit nur einer Messung.

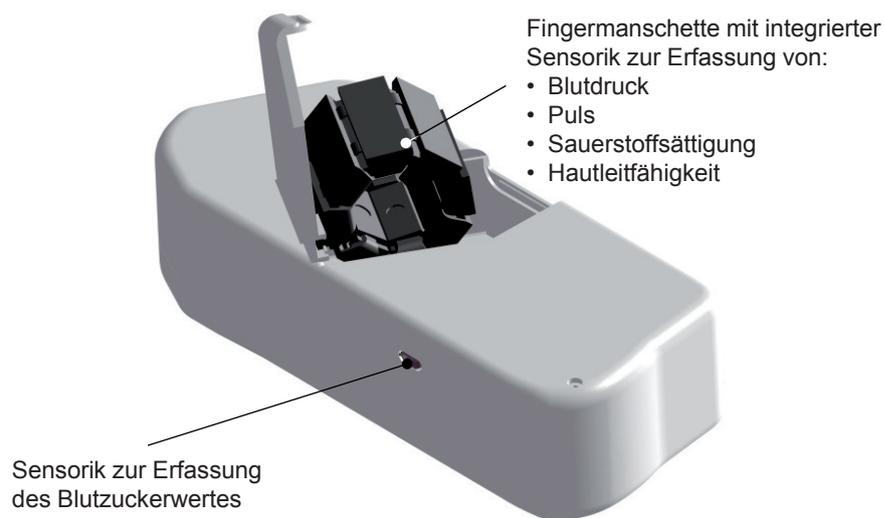


Bild 4-7: Übersicht der Sensoreinheiten des telemedizinischen Assistenzsystems



Ansprechendes Produktdesign fördert die Akzeptanz, mindert den „Medizincharakter“.

Die Daten werden automatisch an das Endgerät übertragen. Das Gewicht wird in kg erfasst. Kritische Werte müssen in Abhängigkeit von der Körpergröße und dem Alter des Patienten bestimmt werden.

Die Messelektronik des Endgerätes wurde durch eine von einem Mikrocontroller gesteuerte Platine realisiert, an die alle notwendigen Sensoren angeschlossen werden. Eine über USB angeschlossene Android Embedded Plattform stellt das User-Interface über einen Touch-Screen dar und bietet ferner die mobile Datenverbindung und die Energieversorgung des Systems.

4.4.3 Designvarianten

Ein wesentlicher Aspekt zur Steigerung der Akzeptanz telemedizinischer Endgeräte ist ein funktionsorientiertes, ansprechendes

Design. Eine Vielzahl der auf dem Markt existierenden Geräte weist einen ausgeprägten Medizincharakter auf. Daher wurden für das neue Assistenzsystem zusätzliche Designvarianten entwickelt (Bild 4-8).

Alle drei Varianten haben eine starre Fingermanschette und unterscheiden sich im Wesentlichen durch deren Anordnung. Bei Variante a) ist die Fingermanschette unterhalb des Displays positioniert. Bei Variante b) ist die Fingermanschette hinter dem Display positioniert. Durch die Geometrie dieser Variante ist es möglich das Gerät auf dem Tisch zu bedienen und gleichzeitig eine gute Lesbarkeit des Displays zu erzielen. Bei Variante c) ist die Fingermanschette oberhalb des Displays angebracht. Die linke Seite ist etwas abgechrägt, dies begünstigt eine gute Handhabung während der Messung in der Hand.



Bild 4-8: Designvarianten für das telemedizinische Endgerät. Die Designvarianten sind in der Abteilung Industrial Design scionic® von Prof. Axel Thallemer an der Kunstuniversität Linz entstanden.



Das telemedizinische Endgerät zeichnet sich durch eine einfache und intuitive Bedienung über ein Touchdisplay aus. Mit Hilfe der Software kann individuell auf die Bedürfnisse des Patienten eingegangen werden, indem eine für ihn geeignete Ansicht angeboten wird. Die Sensorik ermöglicht, mit einer Messung ein Cluster von Parametern zu erfassen. So eignet sich das Endgerät zur Anwendung für Krankheitsbilder wie z.B. das metabolische Syndrom.

4.5 Informationsmanagement

Beim Einsatz eines telemedizinischen Assistenzsystems fällt eine große Menge Daten an. Um aus diesen Daten Erkenntnisse, beispielsweise über den Therapieverlauf zu erlangen, werden Methoden aus der Statistik, Mathematik und der künstlichen Intelligenz genutzt [NEM09]. In der Industrie und im Handel sind diese Methoden bereits etabliert [SCH12].

Aktuell sind Begriffe wie Big Data, Smart Data und Data Analytics populär [McK13] [TSy12]. Sie umfassen Konzepte und Methoden, die es ermöglichen riesige, teils unstrukturierte Datenmengen aus heterogenen Datenquellen zu verarbeiten. Das Ziel sind neue Erkenntnisse, um einen wirtschaftlichen Nutzen zu erlangen [Bit12]. In der Medizin steht ein anderer Nutzen im Vordergrund: Hier gilt es, die Entscheidungen des Arztes zu unterstützen (und daraus personalisierte Therapieempfehlungen abzuleiten). Im Folgenden werden zwei Beispiele vorgestellt:

Beispiel 1: IBM entwickelte in Zusammenarbeit mit der University of Ontario ein Analysesystem, das mit Hilfe von Sensordaten medizinischer Überwachungsgeräte Infektionskrankheiten von Frühgeborenen vorab erkennen kann. Dazu werden kontinuierlich relevante Patientenparameter sowie bestimmte Symptome überwacht. Mit Hilfe einer Mustererkennung auf diesen

Daten können lebensbedrohliche Situationen 24 Stunden vorab erkannt werden [Kri13], [IBM11].

Beispiel 2: Datenanalysemethoden sind in der Medizin bei der Vorhersage von Überlebenschancen für Brustkrebspatientinnen im Einsatz. Dabei findet eine Einordnung in Risikogruppen statt. Für jede Patientin wird eine Reihe von Parametern in einer Datenbank gespeichert. Anschließend wird eine manuelle Klassifizierung in Risikogruppen vorgenommen. Ein Klassifizierungsalgorithmus identifiziert die Faktoren, die ausschlaggebend für eine bestimmte Risikogruppe sind. Die Daten neuer Patientinnen werden mit den identifizierten Faktoren abgeglichen. Durch die standardisierte Aufnahme sowie den Einsatz von Klassifizierungsalgorithmen, können Vorhersagegenauigkeiten von über 90% erzielt werden [AGV+10], [DWK04].

Beide Beispiele haben eines gemeinsam: Die Daten werden stationär vom Arzt erhoben und anschließend mit Hilfe von Algorithmen analysiert und klassifiziert. Beim Einsatz von telemedizinischen Assistenzsystemen kann der Patient seine Messgeräte jederzeit mit sich führen. Die erfassten Daten können ebenso analysiert werden wie die stationär gemessenen. Aufgrund der diskreten Messungen können auch diese Daten mit bewährten Data

Die automatisierte Analyse großer, teils unstrukturierter Datenmengen eröffnet auch für die Medizin neue Nutzenpotentiale.



Eine Herausforderung stellt die zielgruppenorientierte Aufbereitung der Analyseergebnisse dar.

Mining-Methoden analysiert werden. Die Nutzung von Big Data Methoden ist noch nicht erforderlich.

Die Analyseergebnisse sowie die erhobenen Messungen müssen dem medizinischen Personal in prägnanter Form präsentiert werden. Liegen die Daten bereits in einer Datenbank vor, sind aussagekräftige Darstellungen auf Web-Oberflächen, Filter- und Suchfunktionen sowie die Geräteverwaltung wichtige Anforderungen.

In den folgenden Kapiteln wird beschrieben, wie ein Informationsmanagement für ein telemedizinisches Assistenzsystem aussehen kann. Dazu werden zunächst in Kapitel 4.5.1 Anforderungen an eine Erweiterung von COMES[®] zur Verwaltung der Geräte und zur Kommunikation

mit den Patienten erläutert. In den Kapiteln 4.5.2 bis 4.5.5 werden Vorgehensweisen für eine Datenanalyse mit telemedizinischen Daten erläutert. Abschließend werden in Kapitel 4.5.6 organisatorische und technische Voraussetzungen für den Einsatz eines solchen Systems beschrieben.

4.5.1 Erweiterung der COMES[®]-Plattform Ausgangspunkt für die Entwicklung des Informationsmanagement bildet das in Kapitel 4.3 beschriebene COMES[®]-System. Auf Grundlage von Gesprächen und Interviews mit Ärzten wurden Anforderungen zur Weiterentwicklung der Webanwendung des bestehenden COMES[®]-Systems aufgenommen. Im Vordergrund für die Weiterentwicklung der COMES[®]-Plattform stand die einfache, intuitive Bedienung des Systems. Im Folgenden werden die Erweiterungen des Systems detailliert vorgestellt:

Dashboard: Das Dashboard ist eine Art Übersichtsseite für den Arzt, die ihn nach der Anmeldung mit den wichtigsten Informationen versorgt. Auf dem weiterentwickelten Dashboard werden dem Arzt alle Patienten mit kritischen Parametern übersichtlich darstellt. Bei Klick auf einen Patienten werden weitergehende Informationen angezeigt, wie z.B. die Kontaktdaten (Patienteninfo) sowie die Darstellung kritischer Parameterverläufe in tabellarischer Form oder als Graph. Das Dashboard ist in Bild 4-9 als Bildschirmfoto dargestellt.

Fragebögen: Eine zusätzliche Erweiterung des Systems ist das Erstellen, Versenden und die automatisierte Auswertung von Fragebögen. Fragebögen, wie der ICD⁵ 10 Fragebogen, können zur Speicherung der Diagnose über die COMES[®] Oberfläche einfach erstellt und verteilt werden. Dabei

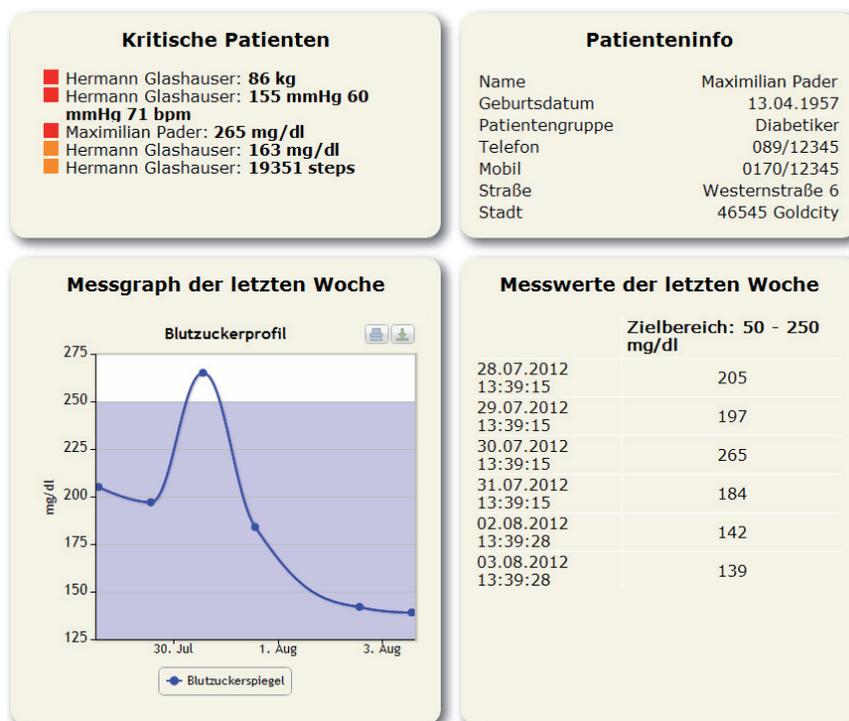


Bild 4-9: Detailansicht des Dashboards für den Arzt, Screenshot aus COMES[®] (Bildschirmfoto)

ist auf ein möglichst universell einsetzbares Tool Wert gelegt worden, so dass eine große Anzahl unterschiedlichster Fragebögen angelegt und ausgewertet werden kann.

Benutzungsoberfläche für den Patienten: Die neue Version des Systems/Gerätes enthält eine informationsreduzierte Darstellung für den Patienten. Diese ist für die Anzeige auf mobilen Geräten mit Touchscreen optimiert. So kann die Informationsflut und damit die Überforderung des Patienten minimiert werden. Die neue Benutzungsoberfläche liefert dem Patienten einen schnellen Überblick über Mitteilungen des Systems oder des Arztes. Zudem werden auszufüllende Fragebögen sowie die aktuell gemessenen Werte dargestellt. Bild 4-10 zeigt ausgewählte Ansichten der COMES® Smartphone-Anwendung.

- Im linken Bild ist eine Nachricht an den Patienten dargestellt, die besagt, dass der WHtR⁶ gesenkt werden soll. Dazu werden ihm Ernährungstipps gegeben.
- Das mittlere Bild zeigt die Blutdruck- und Puls-Werte der letzten Messung und den Messverlauf der letzten sieben Tage als Graph an.
- Das rechte Bild zeigt einen Fragebogen an den Patienten, um weitergehende Informationen zu erlangen.

Zudem werden die Parameterverläufe optimiert dargestellt. Bild 4-11 zeigt den Verlauf der systolischen und diastolischen Werte sowie den Puls eines Patienten über einen Zeitraum von fünf Wochen. Neben der Möglichkeit des Ein- und Ausblendens der Messlinien können auch Trendkurven angezeigt werden, die die Tendenz während des Messzeitraums verdeutlichen.

Die Erweiterungen und Optimierungen des COMES®-Systems haben zu einem intuitiv bedienbaren und patientenorientierten telemedizinischen Assistenzsystem geführt und berücksichtigen konkrete Wünsche seitens der Ärzteschaft. Eine intuitive Benutzungsoberfläche, Fragebögen sowie deren automatisierte Auswertung und Anzeige in Form der COMES®-Webanwendung führen zu einer Akzeptanzsteigerung. Insbesondere der Einsatz eines Moduls

Über eine intuitive Benutzungsoberfläche wird der Patient über seine Gesundheitsparameter informiert.



Bild 4-10: COMES® Web-Oberfläche

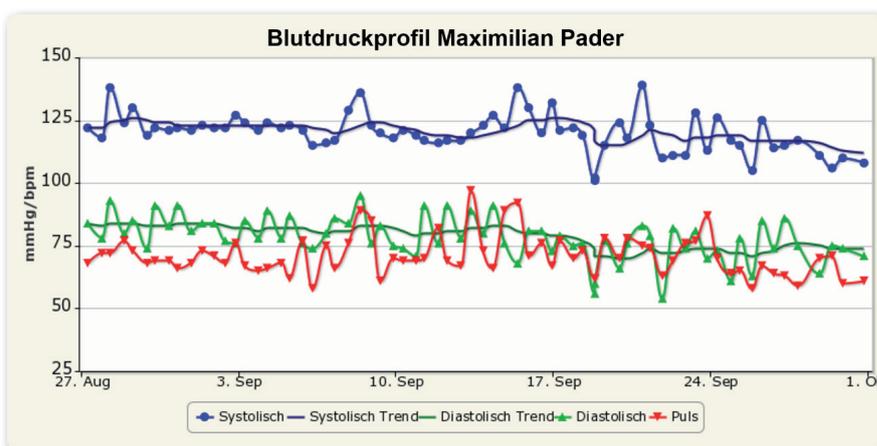


Bild 4-11: Darstellung der Messwerte, Blutdruckprofil Maximilian Pader (Bildschirmfoto)

6 Waist to Height Ratio



Die Datenanalyse erfolgt manuell durch den Arzt oder automatisch mittels Data Mining.

zur besseren Therapieverfolgung in der COMES® Webanwendung bietet einen Mehrwert für Ärzte und Patienten. Dies ermöglicht, den Behandlungsfortschritt von Patienten im klinischen Umfeld einfach zu erfassen, zu dokumentieren und eine automatisierte Auswertung für den Arzt zu generieren.

Die beschriebene erweiterte COMES®-Plattform stellt die Ausgangsbasis für die Integration von Analysemöglichkeiten zur Verfügung. Dabei werden im Folgenden zwei unterschiedliche Herangehensweisen näher betrachtet: die manuelle Datenanalyse durch den Arzt (vgl. Kapitel 4.5.2) und die automatisierte Datenanalyse mit Hilfe von Data Mining-Algorithmen (vgl. Kapitel 4.5.3).

4.5.2 Manuelle Datenanalyse

Für die manuelle Analyse werden dem Arzt Erweiterungen in der Webanwendung zur Verfügung gestellt. Dies umfasst die Suche bzw. das Filtern von Patienten mit ähnlichen Parametern sowie das Definieren von Therapiezielen. Diese Funktionen ermöglichen es dem Arzt, Therapieziele ähnlicher Patienten zu suchen, Therapieziele für den aktuellen Patienten abzuleiten und dessen weiteren Verlauf der Therapie zu beobachten. Der Patient kann seine Therapieziele ebenfalls einsehen und erhält Informationen bei Erreichen und Nichterreichen dieser Ziele. Zudem werden ihm Motivationshilfen sowie allgemeine Informationen zu seiner Erkrankung bereitgestellt. Die Vorgabe von Therapiezielen wird technisch bspw. mit der Visualisierung von Zielkorridoren realisiert, die in der Webanwendung angezeigt werden. Bild 4-12 zeigt einen solchen Korridor sowie konkrete Blutzuckerwerte. Wird ein Korridor von Patienten über- bzw. unterschritten, bekommt der Arzt auf der Startseite die Patienten mit kritischen Parametern angezeigt. Dazu kann ein Ampelsystem eingesetzt werden, wie es in Bild 4-9 links oben dargestellt ist.

Ferner ermöglicht die digitale Ablage der Patientenparameter und der Therapieverläufe den Vergleich mit ähnlichen Patienten, die bereits vom Arzt behandelt wurden. Dazu wird eine Suchfunktion nach Patienten anhand definierter Parameter angeboten. Bild 4-13 zeigt eine Auswahl von Patienten, bei denen das metabolische Syndrom diagnostiziert worden ist und deren Eltern eine Vorerkrankung hatten. Es besteht die Möglichkeit, die Messwerte sowie den Therapieverlauf zu betrachten. Somit kann der Arzt die COMES®-Plattform

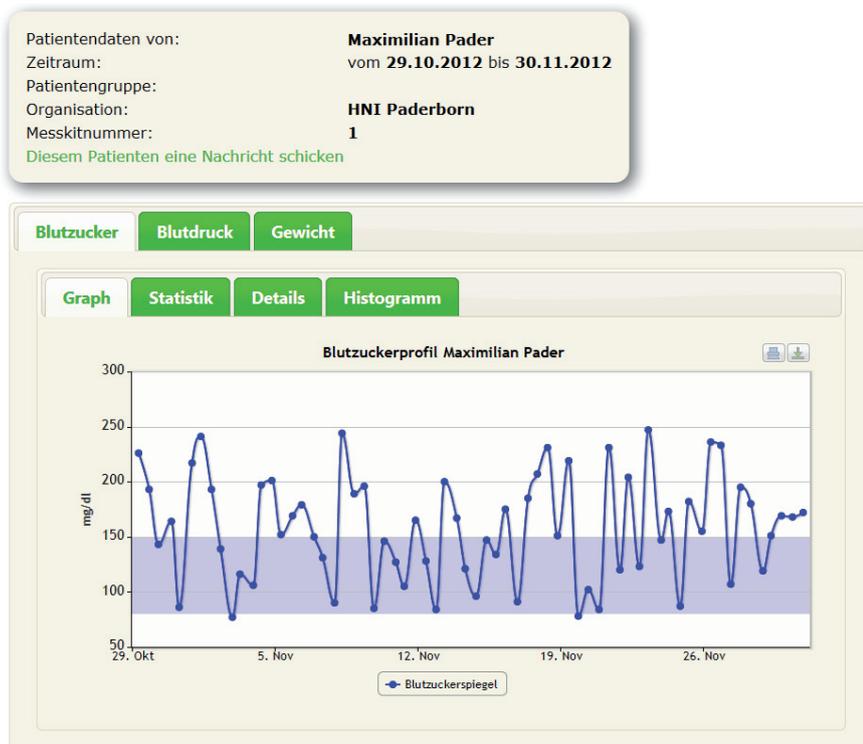


Bild 4-12: Visualisierung des Zielkorridors eines Parameters (Bildschirmfoto)



als Wissensmanagementplattform nutzen, indem er seine bisher behandelten Patienten einsehen kann. Anhand der Informationen kann die Ermittlung einer optimalen, patientenindividuellen Behandlungsstrategie unterstützt werden.

Diese Instrumente nützen dem Arzt und dem Patienten. Der Patient wird durch ständiges Anpassen der Ziele motiviert. Liegen Werte in einem kritischen Bereich, kann der Arzt einschreiten. Das Konzept ermöglicht dem Arzt allerdings aus Datenschutzgründen nur auf die Patienten zurückzugreifen, die er selbst behandelt hat. Die Daten sind dezentral gespeichert, d.h. sie liegen ausschließlich beim jeweiligen Arzt.

4.5.3 Automatische Datenanalyse mit der COMES®-Plattform

Die automatisierte Datenanalyse mit Data Mining-Algorithmen ermittelt Abhängigkeiten sowie Zusammenhänge in den Daten und klassifiziert Datensätze. Für die Anwendung von Data Mining-Algorithmen ist eine vorherige Definition der Eingangsgrößen (z.B. Blutdruck, Puls, Gewicht) und Ausgangsgröße (z.B. Diagnose, Therapieempfehlung) durch Experten notwendig. Bild 4-14 zeigt dies an einem konkreten Beispiel. Es wurde vorab definiert, dass das Geschlecht, der systolische und diastolische Blutdruck, der Blutglukosewert, der Bauchumfang u.a. ausschlaggebend für die Definition der Therapieziele sind. In diesem konkreten Beispiel wird das Bewegungspensum (Anzahl Schritte) empfohlen.

Data Mining-Algorithmen benötigen zum Anlernen der Algorithmen Datensätze, die bereits das Ergebnis enthalten, also vorab vom Arzt definiert wurden. Im vorliegenden Beispiel werden dementsprechend

Datensätze benötigt, die bereits die vom Arzt empfohlene Anzahl an Schritten beinhalten. Für eine differenziertere Vorhersage ist es dabei notwendig, arztübergreifende Daten zu analysieren. Je heterogener die Daten sind, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass auch Spezialfälle abgedeckt werden. Für die Data Mining-Analysen muss kein Bezug zum Patienten hergestellt werden. Patientenbezogene Daten, wie der Name, die Anschrift etc. werden bei den Analysen nicht benötigt.

Bei der automatischen Datenanalyse müssen zunächst Ein- und Ausgangsgrößen durch Experten definiert werden.

Filter wählen

Diagnose **Vorerkrankungen bei Eltern**

Geschlecht Männlich Weiblich **Alter** von: bis: **Größe (cm)** von: bis:

Messwertfilter

Gewicht liegt im Bereich von bis für aufeinanderfolgende Messungen

Systolischer Blutdruck liegt im Bereich von bis für aufeinanderfolgende Messungen

Diastolischer Blutdruck liegt im Bereich von bis für aufeinanderfolgende Messungen

keiner liegt im Bereich von bis für aufeinanderfolgende Messungen

keiner liegt im Bereich von bis für aufeinanderfolgende Messungen

Patientenliste **Diagnose** **Eltern** **Geschlecht** **Alter** **Größe**

Patient (101)	Diagnose	Optionen
Koch, Renate		vergleichen <input type="checkbox"/> Messwerte Therapieverlauf
Neumann, Helmut	Metabolisches Syndrom	vergleichen <input type="checkbox"/> Messwerte Therapieverlauf
Fischer, Karin		vergleichen <input type="checkbox"/> Messwerte Therapieverlauf
Wagner, Günter	Metabolisches Syndrom	vergleichen <input type="checkbox"/> Messwerte Therapieverlauf
Weber, Wolfgang	Metabolisches Syndrom	vergleichen <input type="checkbox"/> Messwerte Therapieverlauf
Hartmann, Michael	Metabolisches Syndrom	vergleichen <input type="checkbox"/> Messwerte Therapieverlauf

Bild 4-13: Patientenfilter für definierte Parameter (Bildschirmfoto)

ID	m/w	Sys. Blutdruck [mmHg]	Dias. Blutdruck [mmHg]	Blutglukose [mg/dl]	Bauchumfang [cm]	Anzahl Schritte
123456	m	160	95	130	95	8000

Pseudonymisierter Identifikator eines Datensatzes

Empfohlener Wert

Bild 4-14: Beispiel einer Klassifikation von Therapieempfehlungen für das tägliche Bewegungspensum (Anzahl Schritte)



Mithilfe von Data Mining-Algorithmen ergeben sich Handlungsempfehlungen für den Arzt.

Umfassende Tests sowie Erkenntnisse aus der Literatur bestätigen, dass pauschal nicht gesagt werden kann, welcher Algorithmus für welche Fragestellung die besten Ergebnisse liefert [BZo8], [LYZ11]. Dies hängt sehr stark von dem Datensatz ab und muss vorab getestet werden. Da in der Lernmenge bereits Datensätze existieren, bei denen das Ergebnis bekannt ist, kann für einige dieser Datensätze das Ergebnis gelöscht⁷ werden. Diese Daten dienen zur Validierung der verschiedenen Algorithmen. Der Algorithmus mit der höchsten validierten Vorhersagegenauigkeit sollte ausgewählt werden.

Nach der Auswahl des Data Mining-Algorithmus kann dieser in die COMES®-Webanwendung integriert werden.

Anschließend stehen die Analysemöglichkeiten den Ärzten zur Verfügung. Bild 4-15 zeigt schematisch den anschließenden Regelbetrieb der automatischen Datenanalyse. Die definierten Eingangsgrößen der Patienten werden automatisch an den Data Mining-Algorithmus weitergeleitet. Dieser wertet die Eingangsgrößen aus und stellt das Ergebnis in Form einer Ausgangsgröße zur Verfügung. Der Arzt hat die Aufgabe, dieses Ergebnis zu verifizieren und freizugeben. Durch das stetige Lernen des Algorithmus wird eine kontinuierliche Verbesserung der Analyseergebnisse erreicht.

Innerhalb der Verifizierung werden sowohl die richtigen, als auch die falschen Vorhersagen entsprechend markiert. Das Ergebnis wird zurück in das Data Warehouse geschrieben. Dadurch wird das Data Mining-Modell trainiert und mit zunehmenden Datensätzen genauer. Bild 4-16 stellt den Vorgang der evidenzbasierten Verifizierung innerhalb der COMES®-Webanwendung an einem konkreten Beispiel dar.

Beispiel: Herr Pader muss für die Senkung seines Blutdrucks und seines Gewichts eine definierte Anzahl an Schritten pro Tag zurücklegen. Als Unterstützung für den Arzt werden die tagesaktuellen Daten vorab an ein Data Mining-Modell geschickt und mit den Therapie-Vorschlägen und Parameterentwicklungen anderer Patienten verglichen. Bild 4-16 zeigt den Vorschlag des Systems: Herr Pader soll 4.000 Schritte gehen. Aufgrund des eingesetzten Algorithmus und der Daten der anderen Patienten, kann dies mit 77%iger Wahrscheinlichkeit empfohlen werden. Der Arzt hat nun die Möglichkeit die Empfehlung zu übernehmen und zu speichern oder diese

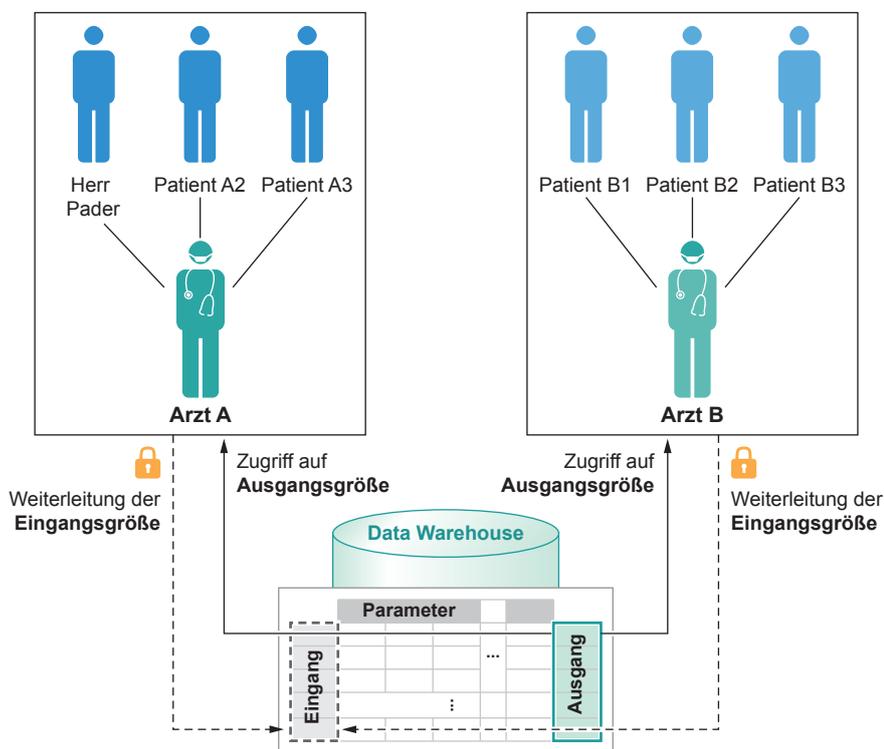


Bild 4-15: Schematische Darstellung des Regelbetriebs für Data Mining Analysen

⁷ In der Praxis hat sich eine Aufteilung der Lernmenge in 70% Trainingsdaten und 30% Validierungsdaten etabliert.



zu korrigieren. In beiden Fällen wird die Empfehlung an Herrn Pader weitergeleitet und für zukünftige Analysen als Lernmenge im Data Warehouse aufgenommen.

Zur Motivation kann Herr Pader seine Empfehlungen und seine aktuellen Werte jederzeit einsehen. Bild 4-17 zeigt das Bewegungsprofil von Herrn Pader über einen Zeitraum von knapp zwei Wochen. Die blauen Balken zeigen die erfolgten Schritte und die grünen Balken die empfohlenen Schritte; die Diskrepanz ist offensichtlich.

4.5.4 Systemarchitektur für das Data Mining auf der COMES® Plattform

Für den effizienten Ablauf der Data Mining-Analyse wird eine Infrastruktur benötigt, die einen zentralen Zwischenspeicher bereitstellt. Dieser Zwischenspeicher, auch Data Warehouse genannt, unterstützt die in Kapitel 4.5.3 und insbesondere in Bild 4-15 beschriebene ärzteübergreifende Zusammenführung der Patientenparameter. Die Data Warehouse-Infrastruktur hat sich als Zwischenspeicher für Data Mining-Analysen bewährt [SRHo1]. Zentral gespeicherte Patientenparameter werden an einer zentralen Stelle gebündelt, pseudonymisiert und für die Datenanalyse vorbereitet. Für die Analyse wird eine hohe Rechenkapazität benötigt. Von einer direkten Analyse auf den Quell-Datenbanken wird daher abgeraten.

Bild 4-18 verdeutlicht das Konzept der Anbindung des COMES®-Systems an eine Data Warehouse-Infrastruktur. Die Patienten messen an diskreten Zeitpunkten ihre Parameter, welche über das Smartphone an die COMES®-Datenbank geschickt werden. Dieses Vorgehen wurde bereits in Kapitel 4.3 beschrieben.

Die COMES®-Webanwendung beinhaltet die Funktionen, die in Kapitel 4.5.1, 4.5.2 und 4.5.3 beschrieben werden. Insbesondere die Erweiterung um das Feedback Management ist für die Durchführung der Datenanalyse relevant. Die Kommunikation zwischen der COMES®-Webanwendung und der COMES®-Datenbank geschieht mittels eines **Web Service A**.

Für jede Datenanalyse wird ein **Data Mining-Modell** benötigt. Dieses Modell beinhaltet die Definition der Eingangsgrößen, der Ausgangsgröße und des ausgewählten Algorithmus. Diese Modelle werden über Nacht mit den verifizierten Daten des Arztes neu berechnet. Dieses Vorgehen ist Kapitel 4.5.3 näher erläutert.

Das Data Mining-Modell greift auf die Daten aus dem **Data Warehouse** zu,

Die analysierbaren Daten werden pseudonymisiert in einem Data Warehouse aufbereitet und dem Data Mining-Modell zur Verfügung gestellt.

Patient: **Maximilian Pader**
 Zeitraum: vom **01.11.2013** bis **08.12.2013**
 Patientengruppe:
 Organisation: **HNI Paderborn**
 Messkitnummer: **1000**
[Patientenmessdaten für diesen Zeitraum anzeigen](#)

Bisherige Empfehlungen
Bewegungsprofil
Vorgeschlagene Empfehlung

Auf der Grundlage unten aufgeführter Werte der letzten Messung, wurde ein Vorschlag für die Empfehlung an den Patienten ermittelt

Systolischer Blutdruck: 152 mmHg
 Diastolischer Blutdruck: 102 mmHg
 Puls: 93 bpm
 BMI des Patienten: 27
 Alter des Patienten: 50 Jahre

Vorschlag

| **Bewegen Sie sich mindestens 4000 Schritte (Vorhersagesicherheit: 77.2 %)**

Alternative Möglichkeiten

- Bewegen Sie sich mindestens 6000 Schritte**
- Bewegen Sie sich mindestens 8000 Schritte**
- Bewegen Sie sich mindestens 10000 Schritte**

Bild 4-16: Feedback Management für die evidenzbasierte Verifizierung (Bildschirmfoto)

Die Daten werden mit Hilfe einer Transformationskomponente für die Datenanalyse aufbereitet und pseudonymisiert.

welche dort bereits in der für die Analyse benötigten Form vorliegen. Die Daten werden aus den vorhandenen Datensätzen in der COMES[®]-Datenbank dupliziert. Es werden allerdings ausschließlich die Daten abgelegt, die für die Analyse wirklich benötigt werden.

Die Ablage im Data Warehouse und die Reduktion der Daten auf die wesentlichen Eingangsparameter wird automatisiert in der **Transformationskomponente** durchgeführt. Dazu werden die Patientenparameter an definierten Zeitpunkten aus der COMES[®]-Datenbank geladen und anhand von Regeln in das Data Warehouse gespeichert. Das bedeutet, dass der Datensatz aus der COMES[®]-Datenbank in das Datenbankschema des Data Warehouse transformiert wird.

Neben dem Aufbau der Architektur ist in Bild 4-18 auch der Ablauf in Form von Abfragen und Datenflüssen dargestellt. Für

die bessere Verständlichkeit wird dies an dem konkreten Beispiel aus Kapitel 4.5.3 erläutert:

Beispiel: Herr Pader misst täglich jeweils morgens und abends seine Parameter, um seinen Therapieverlauf zu dokumentieren. Diese Messungen werden an die COMES[®]-Datenbank übertragen und können in der COMES[®]-Webanwendung visualisiert werden. Über Nacht werden die Daten von Herrn Pader mit der Transformationskomponente in das Data Warehouse übertragen und gespeichert. Das Data Mining-Modell analysiert nun diesen neuen Datensatz und schickt das Ergebnis über den Web Service B an das Feedback Management seines Arztes. Sein Arzt bekommt als Therapieempfehlung für Herrn Pader die Anzahl der Schritte vorgegeben, die Herr Pader idealerweise durchführen sollte. Der Arzt stimmt der Anzahl der Schritte zu und gibt die Empfehlung frei. Dies wird automatisch in das Data Warehouse zurückgeschrieben, um für zukünftige Analysen als Lernmenge zu dienen. Gleichzeitig wird das Ergebnis Herrn Pader angezeigt.

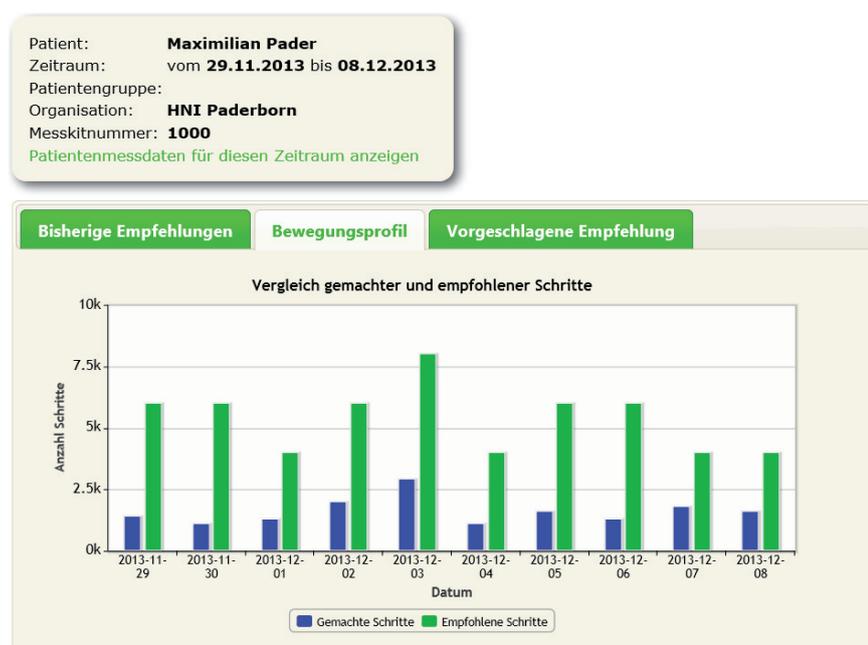


Bild 4-17: Darstellung des Bewegungsprofils eines Patienten (Bildschirmfoto)

4.5.5 Organisatorische und technische Voraussetzungen von Data Mining-Analysen in der Telemedizin

Durch den Einsatz von Telemedizin-Infrastrukturen nimmt die Anzahl der Daten zu, die verarbeitet werden. Auf der einen Seite ergeben sich Chancen zur Unterstützung des Arztes in der Betreuung von Patienten und bei Therapieempfehlungen. Auf der anderen Seite sind noch einige organisatorische und technische Defizite zu überwinden, um einen erfolgreichen flächendeckenden Einsatz dieser Technologien zu realisieren.

Für den flächendeckenden Einsatz muss die Datenintegrität gewährleistet werden. Diese besteht aus den Aspekten Datenschutz, Datensicherheit und Datenkonsistenz.

Im Rahmen des **Datenschutzes** müssen organisatorische Maßnahmen zur Verhinderung missbräuchlicher bzw. widerrechtlicher Verwendung der Daten definiert werden. Es ist zu gewährleisten, dass die Daten ausschließlich für Datenanalysen verwendet werden. Es ist auf Grundlage von Gesetzen sicherzustellen, dass kein Dritter Zugang zu diesen Daten hat und diese zweckentfremdet einsetzt.

Die **Datensicherheit** beinhaltet technische Maßnahmen zur Vermeidung von Verlust oder Verfälschung von Daten. Innerhalb des COMES® Trust Center werden die Daten bereits in einem Rechenzentrum gespeichert, das höchsten Sicherheitsanforderungen genügt. Der Zugriff auf die Daten geschieht über ein Authentifizierungsverfahren. Sollten weitere Datenbanken an die Analysekomponente angeschlossen werden, ist sicherzustellen, dass diese ähnliche Sicherheitsvorkehrungen enthalten.

Die **Datenkonsistenz** spielt insbesondere im Data Warehouse eine große Rolle. Hierbei muss die logische Richtigkeit und Widerspruchsfreiheit der Daten gewährleistet sein, um die Analyseergebnisse nicht zu verfälschen. Die Transformationskomponente dient neben der reinen Transformation der Daten auch der Einhaltung der Datenkonsistenz. Die Herausforderung ist, dass für jede neue Analyse ein neuer Transformationsvorgang durchgeführt werden muss. Dieser sollte sich an dem CRISP-DM⁸ Vorgehen orientieren [Bru13].

ACATECH regt in seiner Positionen zur Privatheit im Internet an, dass Nutzer selbst frei bestimmen können, „wann man sich wem und wie viel man von sich zeigt oder verbirgt [aca13]. Dies umfasst eine Reihe von technischen Maßnahmen, die für ein telemedizinisches System ebenfalls relevant sind. Beispielsweise sind eine hohe Nutzerfreundlichkeit, die informierte und bewusste Einwilligung von Nutzern sowie die anonyme und pseudonyme Nutzung von Diensten zu beachten. Insbesondere Letzteres ist für die Datenanalyse mit Data Mining-Verfahren zu berücksichtigen, da pseudonymisierte Daten vollkommen ausreichen, wie in Bild 4-14 bereits erwähnt wurde. Dennoch besteht weiterhin Potential, um das „Methodenspektrum zur innovationsorientierten Datenauswertung gezielt [zu] erweitern“ [Len12, S.23]. Dies betrifft die Zusammenführung verteilter kleiner Datenbanken mit dem Ziel, diese effizient zu verschmelzen und eine „themenbezogene

Informationelle Selbstbestimmung ist in der Telemedizin zwingend erforderlich.

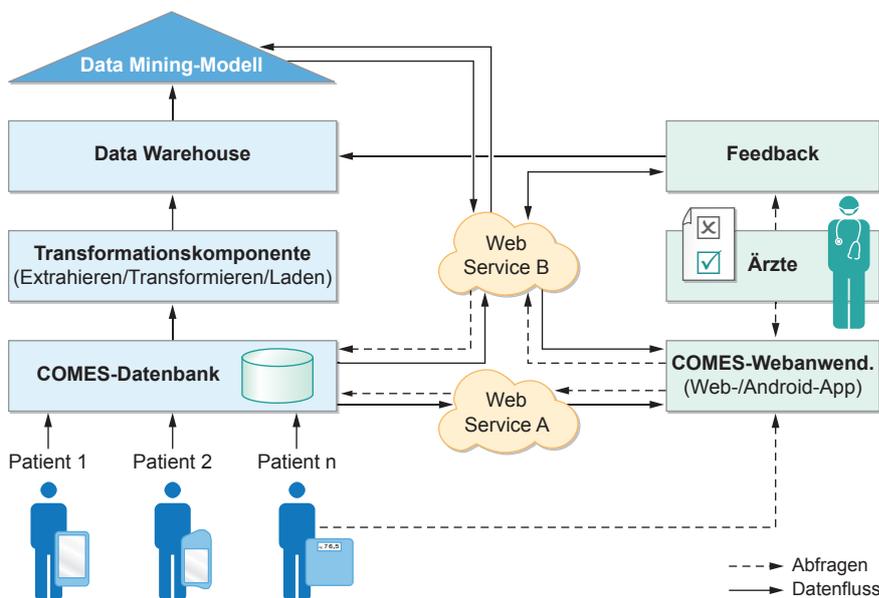


Bild 4-18: Aufbau des Data Warehouse-Systems

8 Cross Industry Standard Process for Data Mining [CCK+oo]



Wesentliche Barrieren sind Datenstandards, Interoperabilität, qualifiziertes Personal sowie Akzeptanz durch das Personal.

Datensuche mit intelligenten Algorithmen“ durchzuführen. Dazu ist die Durchsetzung bestehender bzw. die Entwicklung noch fehlender Datenstandards sowie die Interoperabilität der Systeme zu gewährleisten [aca14a].

Organisatorische Voraussetzungen sind zum einen Personal mit medizinischem Sachverstand sowie mit Expertise in der Datenaufbereitung und -analyse. Das medizinische Personal muss die neuen Möglichkeiten der Datenanalyse annehmen, ihnen aber nicht blind vertrauen. Es ist also

eine neue Rolle notwendig: der Mediziner als informierter Skeptiker mit analytischen Fähigkeiten. Zum anderen ist neben einer automatisierten Analyse für Therapieempfehlungen und zur Therapieunterstützung auch das automatisierte Stellen von Diagnosen denkbar. Dazu muss allerdings die Vereinbarkeit mit der Berufsordnung der in Deutschland tätigen Ärztinnen und Ärzte [BÄK11-01, §7, Abs.3] geprüft werden. ACATECH empfiehlt dazu, die Medizintechnik bei der Weiterbildungsordnung in der Medizin stärker in den Fokus zu rücken [aca14b].

Das Informationsmanagement der COMES®-Plattform wurde um Möglichkeiten der Datenanalyse erweitert. Es stellt dem Arzt manuelle Analysemöglichkeiten sowie Suchfunktionen bereit. Diese erlauben es dem Arzt auf seine bisher getroffenen Therapieentscheidungen zurückzugreifen. Ferner stehen automatisierte Datenanalysen zur Unterstützung des Arztes zur Verfügung, die auf Data Mining-Algorithmen beruhen. Dazu müssen die Algorithmen kontinuierlich mit der Expertise der Ärzte trainiert werden. Das wird mit einer Feedback Management-Komponente realisiert. Der Arzt bekommt einen Vorschlag, den er verifizieren muss. Das Ergebnis dient als Lernmenge für zukünftige Analysen. Für einen flächendeckenden Einsatz von Data Mining-Analysen sind organisatorische und technische Voraussetzungen zu erfüllen. Technische Voraussetzungen betreffen vornehmlich das Thema Datenintegrität. Als organisatorische Voraussetzung wird das fehlende Personal gesehen, das sowohl medizinischen Sachverstand als auch Fähigkeiten in der Datenanalyse hat und diese neuen Möglichkeiten annimmt. Zudem muss die Vereinbarkeit mit der Berufsordnung der in Deutschland tätigen Ärztinnen und Ärzte geklärt werden.



5 Resümee und Ausblick

Aus technologischer Sicht sind telemedizinische Assistenzsysteme reif für den praktischen Einsatz. Allerdings behindern die bestehenden gesundheitspolitischen Rahmenbedingungen und insbesondere das vernetzte System der Stakeholder die Verbreitung, obwohl die Nutzenpotentiale im Großen und Ganzen offensichtlich sind. Eine Ursache ist u.a. die mangelnde Akzeptanz einiger einflussreicher Stakeholder, wie z.B. der niedergelassenen Ärzte oder der kassenärztlichen Bundesvereinigung. Diese gilt es, in Zukunft von den Vorteilen der Telemedizin zu überzeugen.

Viele Anbieter von telemedizinischen Leistungen haben die Geschäftschancen erkannt. Neben reinen Produkten, wie Blutdruckmessgeräten, werden auch Marktleistungen, wie eine medizinische Rund-um-die-Uhr-Betreuung in Kombination mit einem telemedizinischen Endgerät, angeboten. Hierbei handelt es sich allerdings um Insellösungen. Für einen Durchbruch der Telemedizin fehlen auch erfolgversprechende, umfassendere Marktleistungen und entsprechende Geschäftsmodelle.

In Zukunft sind verschiedene Entwicklungen des Geschäfts mit telemedizinischen Assistenzsystemen vorstellbar: Die entwickelten Markt- und Umfeldszenarien zeigen drei mögliche Situationen in der Zukunft auf. In dem aus heutiger Sicht als sehr wahrscheinlich angesehenen Referenzszenario werden insbesondere die hohen Nutzenpotentiale der Telemedizin deutlich. In diesem Szenario ziehen Ärzte, Krankenversicherungen und Patienten an einem Strang und geben so der integrierten Gesundheitsversorgung einen wichtigen Impuls.

Zukünftige erfolgversprechende Geschäftsmodelle beruhen auf der engen Zusammenarbeit von telemedizinischen Zentrum, behandelndem Arzt, Krankenhaus/Klinik, Patient und Krankenversicherung. Dies gilt zum einen für die Entwicklung von Diagnosen und Therapieempfehlungen, aber auch für die Trägerschaft der durch den Einsatz von Telemedizin entstehenden Kosten.

Um die hohen Nutzenpotentiale der Telemedizin zu erschließen, gilt es darüber hinaus, die hohen Anforderungen an die Handhabung und die Bediensicherheit von telemedizinischen Geräten und Systemen zu erfüllen: Telemedizinische Lösungen sind nahtlos in den Praxisalltag zu integrieren. Nur so kann die Akzeptanz der Telemedizin beispielsweise bei niedergelassenen Ärzten gefördert werden. Zudem wird ein regelmäßiges Therapie-Feedback ein gewichtiger Erfolgsfaktor sein. Es wird den Patienten nicht ausreichen, regelmäßig die Parameter zu messen und sich die Werte lediglich anzeigen zu lassen.

Das entwickelte telemedizinische Assistenzsystem (Endgerät und Informationsmanagement) greift diese Anforderungen auf. Das Endgerät zeichnet sich durch einen hohen Grad der Funktionsintegration aus. Durch die Integration verschiedener Messfunktionen in ein Gerät und die ergonomische Bedienung ist das System in den unterschiedlichsten Lebenssituationen von Personen mit verschiedenen Hintergründen (z.B. Alter und Bildung) einsetzbar. Die einfache Messung verschiedener Parameter über den Zeitverlauf unterstützt den Arzt bei der Diagnose und der Entwicklung individueller Therapieempfehlungen.



Darüber hinaus ermöglicht das zugehörige Informationsmanagement den direkten Austausch zwischen Patienten und Arzt. Der Arzt kann jeder Zeit auf die erhobenen Messwerte seiner Patienten zugreifen und bei Bedarf mit Hilfe der integrierten Feedback-Funktion sofort reagieren. Zudem hat der Arzt die Möglichkeit, seine Patienten mit einem großen Kollektiv ähnlicher Patienten zu vergleichen. Durch den Einsatz der Analysekomponente können so Diagnose und Therapieempfehlungen basierend auf einer großen Basis an Patienten abgeleitet werden.

Die vorangegangenen Ausführungen unterstreichen die hohen Nutzenpotentiale der Telemedizin: Es wird daher nur eine Frage der Zeit sein, bis sich telemedizinische Lösungen auch in Deutschland durchgesetzt haben. Bis hierhin gilt es, die konfliktären Stakeholder von den Vorteilen der Technologie zu überzeugen und so ein telemedizinfreundliches Umfeld in der Politik und Gesellschaft zu schaffen sowie die offenen Fragen bezüglich der Finanzierung, des Datenschutzes und der rechtlichen Gestaltung zu klären. Zudem ist durch die Durchsetzung bestehender bzw. die Entwicklung noch fehlender Datenstandards die Interoperabilität der Systeme zu gewährleisten.



Literaturverzeichnis

- [aca12] ACATECH (HRSG.): Technikzukünfte. Vorausdenken – Erstellen – Bewerten (acatech IMPULS), Heidelberg, u.a.: Springer Verlag 2012
- [aca13] ACATECH (HRSG.): Privatheit im Internet. Chancen wahrnehmen, Risiken einschätzen, Vertrauen gestalten. (acatech POSITION), Heidelberg u.a.: Springer Verlag 2013
- [aca14a] ARBEITSKREIS SMART SERVICE WELT / ACATECH (HRSG.): Smart Service Welt. Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Internetbasierte Dienste für die Wirtschaft, Berlin, März 2014
- [aca14b] ACATECH (HRSG.): Innovationskraft der Gesundheitstechnologien. Neue Empfehlungen zur Förderung innovativer Medizintechnik. (acatech POSITION), München: Herbert Utz Verlag 2014
- [AGV+10] ANUNCIACÃO, O.; GOMES, B.C.; VINGA, S.; GASPAR, J.; OLIVEIRA, A.L.; RUEFF, J.: A Data Mining Approach for the Detection of High-Risk Breast Cancer Groups. *Advances in Bioinformatics* (74), 4th International Workshop on Practical Applications of Computational Biology and Bioinformatics 2010, S.43-51, Springer Verlag 2010
- [BÄK11-01] BUNDESÄRZTEKAMMER: (Muster-)Berufsordnung für die in Deutschland tätigen Ärztinnen und Ärzte, MBO-Ä 1997, in der Fassung der Beschlüsse des 114. Deutschen Ärztetages 2011 in Kiel, 2011. Unter: www.bundesaerztekammer.de/downloads/MBO_o8_20112.pdf, letzter Zugriff am 01.09.2014
- [Bit12] BITKOM BUNDESVERBAND INFORMATIONSWIRTSCHAFT, TELEKOMMUNIKATION UND NEUE MEDIEN e.V.: Big Data im Praxiseinsatz – Szenarien, Beispiele, Effekte. BITKOM Studie, Berlin, 2012
- [BMBo8] BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG: Studie zum Thema: Identifizierung von Innovationshürden in der Medizintechnik. In Zusammenarbeit mit VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Deutsche Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT) im VDE, IGM Institut Gesundheitsökonomie und Medizinmanagement, Hochschule Neubrandenburg, Berlin, 2008
- [BMB09] BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG: Ambient Assisted Living - Innovationsfeld im Rahmenprogramm „Mikrosysteme“ (2004-2009). Unter: www.aal-deutschland.de, 2009
- [BMO06] BRANDES V, MAIER W, OTTOWITZ G : Funktionelle Musik zur Therapie essentieller Hypertonie - Bericht über eine Studie an der Paracelsus Medizinischen Privatuniversität Salzburg, Musik-, Tanz- und Kunsttherapie, 17 (2) (2006), 62-67
- [Bru13] BRUNE, B.: Entwicklung einer Methode zur Mustererkennung für die Analyse von medizinischen Parametern mit Hilfe von maschinellen Lernverfahren. Bachelorarbeit, Universität Paderborn, Heinz Nixdorf Institut, 2013
- [BZo8] BELLAZZI, R.; ZUPAN B.: PREDICTIVE DATA MINING IN CLINICAL MEDICINE: current issues and guidelines. *International Journal of Medical Informatics* 77.2 (2008): 81-97
- [CCK+00] CHAPMAN, P.; CLINTON, J.; KERBER, R.; KHABAZA, T.; REINHARTZ, T.; SHEARER, C.; WIRTH, R.: CRISP-DM 1.0 – Step-by-step data mining guide, SPSS Inc., USA, 2000



- [DBR10] DEUTSCHE BANK RESEARCH (HRSG.): Telemedizin verbessert Patientenversorgung. Deutsche Bank Research, Aktuelle Themen 472, Frankfurt am Main, 2010
- [DHL-01] DEUTSCHE HOCHDRUCKLIGA E.V.: www.hochdruckliga.de, letzter Zugriff: 8. November 2013
- [DWKo4] DELEN, D.; WALKER, G.; KADAM, A.: Predicting breast cancer survivability: a comparison of three data mining methods. Artificial Intelligence in Medicine, Elsevier Verlag, 2004
- [FHo3] HOFKIRCHNER, W.; FUCHS, C.: Studienbuch Informatik und Gesellschaft. Books on Demand GmbH, 1. Auflage, 2003
- [FWM+06] P. FRIEDRICH, R. WEBER, A. MESSMER, G. KLEIN, B. WOLF: Erprobung einer personalisierten Biofeedback-Therapie im Rahmen eines virtuellen Labs am Beispiel der essentiellen Hypertonie, 30. wissenschaftlicher Kongress „Hypertonie 2006“, München, DMW 131. Jahrgang, 46, Supplement Nr. 6 mit dem Erscheinungstag 17.11.2006, S.169
- [GFC13] GASSMANN, O.; FRANKENBERGER, K.; CSIK, M.: Geschäftsmodelle entwickeln – 55 innovative Konzepte mit dem St. Galler Business Model Navigator. Carl Hanser Verlag, München, 2013
- [GP14] GAUSEMEIER, J.; PLASS, C.: Zukunftsorientierte Unternehmensgestaltung – Strategien, Geschäftsprozesse und IT-Systeme für die Produktion von morgen. 2. Überarbeitete Auflage, Carl Hanser Verlag, München, Wien, 2014
- [HHP13] HEISE, C.; HEISE, A.; PIETSCHMANN, M. (HRSG): Fokus – Dr. Ich. In: Technology Review, Heft 11/2013, Heise Zeitschriften Verlag, Hannover, 2013
- [HSC07] HANEFELD, M.; SCHAPER, F.; CERIELLO, A.: Geschichte und Definition(en) des metabolischen Syndroms. Der Internist. Volume 48, Issue 2, Springer Medizin Verlag, Heidelberg
- [IBM11] IBM: Big Data Success Stories. IBM Studie, S.28-33, Oktober 2011
- [Kri13] KRISHNAN, K.: Data Warehousing in the Age of Big Data. Elsevier Verlag, Waltham, 2013
- [Krü09] KRÜGER, H. E.: Ambient Assisted Living – Assistenzsysteme: Technik hilft auf Schritt und Tritt. In Deutsches Ärzteblatt, Jahrgang 106, Heft 7, Deutscher Ärzte Verlag, 2009
- [Len12] LENKUNGSKREIS FÜR DEN NATIONALEN STRATEGIEPROZESS „INNOVATIONEN IN DER MEDIZINTECHNIK“: Nationaler Strategieprozess „Innovationen in der Medizintechnik“ (Schlussbericht). Eigene Produktion, Berlin, 2012
- [LYZ11] LI, J.; YU, H.; ZHANG, X.: Data Mining in Hospital Information System. New Fundamental Technologies in Data Mining, Prof. Kimito Funatsu (Ed.), ISBN: 978-953-307-547-1, InTech
- [McK13] MCKINSEY & COMPANY: Big Data – Werte schöpfen aus dem Datenmeer. In: Consumer Industries & Retail Group – Akzente, Heft 1/2013, Köln, 2013
- [NEM09] NISBET, R.; ELDER, J.; MINER, G.: Handbook of Statistical Analysis & Data Mining Applications. Elsevier Verlag, Burlington, San Diego, London, 2009



- [Oec12] OECD: OECD Factbook 2011-2012: Economic, Environmental and Social Statistics. OECD Publishing, 2012
- [Oec12-01] OECD: OECD-Gesundheitsdaten 2012 – Deutschland im Vergleich. Unter: www.oecd.org/dataoecd/15/1/39001235.pdf, letzter Zugriff 2. September 2012
- [OP10] OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y.: Business Model Generation – A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. John Wiley & Sons Inc., Hoboken, 2010
- [RTW11] REITER, B.; TUREK, J.; WEIDENFELD, W.: Telemedizin – Zukunftsgut im Gesundheitswesen – Gesundheitspolitik und Gesundheitsökonomie zwischen Markt und Staat. Centrum für angewandte Politikforschung, CAP Analyse, Ausgabe 1, München, 2011
- [SCH12] SHAH, S.; HORNE, A.; CAPELLÁ, J.: Verloren im Datenmeer. Harvard Business Manager, Juli 2012
- [SD92] SPINTGE R., DROH R.: MusicMedicine, Barcelona Publishers 1992
- [Son70] SONTHEIMER, K.: Voraussage als Ziel und Problem moderner Sozialwissenschaft. In: Klages, H.: Möglichkeiten und Grenzen der Zukunftsforschung. Herder, Wien, Freiburg, 1970
- [SRH01] SCHÜTTE, R.; ROTTHOWE, T.; HOLTEN, R.: Data Warehouse Managementhandbuch – Konzepte, Software, Erfahrungen, Springer Verlag, Deutschland, 2001
- [Tsy12] T-SYSTEMS: Mach mich schlau! Big Data gibt Antworten auf Fragen, die noch gar nicht gestellt wurden. In: Best Practice – Das Kundenmagazin von T-Systems, Heft 3/2012, Bonn, 2012
- [VDE13] VERBAND DER ELEKTRONTECHNIK ELEKTRONIK UND INFORMATIONSTECHNIK (VDE): Pro TeleMonitoring – Technik, Nutzen, Erstattung, Frankfurt am Main, 2013
- [WBD13] WILLIAM T.H. TO ET AL., T. BERTOLO, V. DINH ET AL.: Mozart Piano Sonatas as a Nonpharmacological Adjunct to Facilitate Sedation Vacation in Critically Ill Patients. Music and Medicine. 2013; 5(2): 119-127
- [WCF+09] WOLF, B.; CLAUSS, J.; FRIEDRICH, P.; GRUBER, H.-G.; SCHOLZ, A.: Telematische medizinische Systeme für die individualisierte und personalisierte Assistenz. In: ntz – Fachzeitschrift für Informations- und Kommunikationstechnik, Heft 1/2009, Heft 2/2009, VDE Verlag, Berlin
- [WHO98] WORLD HEALTH ORGANIZATION WHO (HRSG.): A health telematics policy in support of WHO's Health-For-All strategy for global health development. In: Report of the WHO group consultation on health telematics, 11-16 December 1997, Geneva, World Health Organization, Geneva, 1998
- [WPS+06] WIRTH, A.; PFEIFFER, A.; STEINMETZ, A.: Das Metabolische Syndrom – Empfehlungen für die kardiologische Rehabilitation. Herzmedizin 23, Nr. 4, Jürgen Hartmann Verlag, Heßdorf-Klebheim



Autorenverzeichnis

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier



ist Seniorprofessor am Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn. Er promovierte am Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik der TU Berlin bei Prof. Spur. In seiner zwölfjährigen Industrietätigkeit war Dr. Gausemeier Entwicklungschef für CAD/CAM-Systeme und zuletzt Leiter des Produktbereiches Prozessleitsysteme bei einem namhaften schweizer Unternehmen. Herr Gausemeier ist Initiator und Aufsichtsratsvorsitzender des Beratungsunternehmens UNITY AG. Seit 2003 ist er Mitglied von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften und seit 2012 Vizepräsident. 2012 wurde er erneut in den Wissenschaftsrat berufen. Ferner ist er Vorsitzender des Clusterboards des BMBF-Spitzenclusters „Intelligente Technische Systeme Ostwestfalen-Lippe (it’s OWL)“.

Prof. Dr. rer. nat. habil. Bernhard Wolf



ist Ordinarius am Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik an der Technischen Universität München. Nach dem Studium der Biologie, Physik und Chemie an der Universität Freiburg, promovierte er dort in Biologie und machte später noch das Staatsexamen für das höhere Lehramt an Gymnasien im Fach Physik. Zunächst baute er in Heidelberg und später in Freiburg elektronenstrahlmikroanalytische Arbeitsgruppen für die histopathologische Diagnostik auf, entwickelte dann ein Tieftemperatur-Kryopräparationssystem in Zusammenarbeit mit der schwedischen Firma LKB Bromma und begann mit der Entwicklung biohybrider Sensoren. Nach seiner Habilitation lehrte er in Freiburg sowie an der Ecole supérieure de Biotechnologie Strasbourg und hatte eine Professur für Biophysik an der Universität Rostock. Prof. Wolf ist Mitglied in zahlreichen Gesellschaften, u. a. der acatech (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften) und ist im Wissenschaftlichen Beirat des TÜV Südbayern tätig. Zudem ist er der wissenschaftliche Leiter des Arbeitskreises Medizintechnik im VDE und Leiter des Steinbeis Transferzentrums Zell-Chip-Technologien.



Dr.-Ing. Johannes Clauss

Jahrgang 1978, studierte Elektrotechnik an der Technischen Universität München und an der Universität Politècnica de Catalunya in Barcelona. Seine Promotion über sensorische Implantate schloss Herr Clauss 2011 am Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik der TU München ab. 2006 gründete er die Sense Inside GmbH, die eine intelligente Zahnschiene als zugelassenes Medizinprodukt auf den deutschen Markt brachte. Seit 2012 ist er Leiter des Forschungsbereiches Intelligente Implantate am Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik an der TU München.



Prof. Dr.-Ing. Petra Friedrich

war nach ihrem Studium der Elektrotechnik, Fachrichtung Nachrichtentechnik an der RWTH Aachen von 1992 bis 2004 in verschiedenen Positionen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik bei der Siemens AG in München tätig. Von Ende 2004 bis August 2011 arbeitete sie als wissenschaftliche Assistentin und promovierte am Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik der TU München im Bereich Ambient Medicine® über die „Etablierung einer telemedizinisch gestützten bioakustischen Hypertonie-Therapie mittels Virtual Lab“. Im September 2011 folgte sie dem Ruf der Hochschule für angewandte Wissenschaften Kempten. Als Professorin vertritt sie die Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik mit dem Forschungs- und Lehrgebiet Ambient Assisted Living im Studiengang Mechatronik der Fakultät Elektrotechnik. Ferner hat sie einen Lehrauftrag an der Hochschule München (Akustik) und am Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik der TU München (Telemedizin). Des Weiteren ist sie Vorsitzende des VDE Bezirksvereins Südbayern e.V. sowie aktives Mitglied in verschiedenen weiteren Gremien der ITG und DGBMT im VDE.



M.A. Karolin Herzog

Jahrgang 1979, studierte Romanische Kulturwissenschaft und Interkulturelle Kommunikation an der Universität des Saarlandes und an der Scuola Normale Superiore di Pisa in Italien. . Sie arbeitete zwischen 2006 und 2011 im Bereich der Kultur- und Unternehmenskommunikation in Deutschland und Italien. Seit Februar 2011 ist sie in der Wissenschaftskommunikation und Projektkoordination am Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik an der TU München, tätig.



Dipl.-Wirt.-Ing. Anne-Christin Lehner



Jahrgang 1985, studierte Wirtschaftsingenieurwesen mit der Fachrichtung Elektrotechnik an der Universität Paderborn und an der University of Ottawa (Kanada). Seit 2010 ist Frau Lehner wissenschaftliche Mitarbeiterin von Herrn Prof. Gausemeier am Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn. Ihre Arbeitsschwerpunkte liegen in der Strategischen Planung und dem Innovationsmanagement. Weiterhin unterstützt Frau Lehner die Arbeiten von Herrn Prof. Gausemeier im Rahmen seiner Tätigkeit von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.

Dr.-Ing. Markus Lehner



Jahrgang 1982, studierte Wirtschaftsingenieurwesen mit der Fachrichtung Maschinenbau an der Universität Paderborn. Bis Juli 2013 war Herr Lehner wissenschaftlicher Mitarbeiter von Herrn Prof. Gausemeier am Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn. Seine Arbeitsschwerpunkte lagen in der Strategischen Planung und dem Innovationsmanagement. Im Rahmen seiner Dissertation setzt er sich mit geschäftsmodell-orientierten Diversifikationsstrategien auseinander. Seit August 2013 ist Herr Lehner Managementassistent bei einem führenden Hersteller für elektrische Verbindungstechnik.

M.Sc. Markus Placzek



Jahrgang 1986, studierte Wirtschaftsinformatik mit der Fachrichtung Operations Research und Entscheidungsunterstützungssysteme an den Universitäten Paderborn und Stockholm. Im August 2009 wurde er in das studentische Förderprogramm der Firma Micro-soft aufgenommen. Seit 2011 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn. Seine Tätigkeitsschwerpunkte liegen im Team Strategische Planung und Innovationsmanagement am Lehrstuhl für Produktentstehung von Prof. Gausemeier. Dabei beschäftigt er sich mit dem Einsatz von IT in die frühen Phasen des Produktentstehungsprozesses mechatronischer Systeme. Ferner unterstützt Herr Placzek Herrn Prof. Gausemeier bei der Wahrnehmung seiner Aufgaben im Wissenschaftsrat der Bundesregierung.



Dipl.-Wirt.-Ing. Thomas Schierbaum

Jahrgang 1985, studierte Wirtschaftsingenieurwesen mit der Fachrichtung Maschinenbau an der Universität Paderborn und der Qingdao University of Science and Technology (China). Seit 2010 ist Herr Schierbaum wissenschaftlicher Mitarbeiter von Herrn Prof. Gausemeier am Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Systems Engineering, Entwicklungsmethodik Mechatronik sowie Molded Interconnect Devices (MID).



Dipl.-Ing. Thomas Spittler

Jahrgang 1982, hat Elektrotechnik an der Technischen Universität München und an der Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet Trondheim (Norwegen) studiert. Seit 2009 ist Herr Spittler wissenschaftlicher Mitarbeiter von Herrn Prof. Wolf am Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik der TU München. Sein Arbeitsschwerpunkt liegt im Aufbau der Infrastruktur sowie der technischen Weiterentwicklung und Erprobung des am Heinz Nixdorf-Lehrstuhl entwickelte telemedizinischen Assistenzsystems COMES®.



M.Sc. Thorsten Westermann

Jahrgang 1986, studierte Wirtschaftsingenieurwesen mit Fachrichtung Maschinenbau an der Universität Paderborn. Seit 2013 ist Herr Westermann wissenschaftlicher Mitarbeiter von Herrn Prof. Gausemeier am Heinz Nixdorf Institut der Universität Paderborn. Seine Arbeitsschwerpunkte liegen in den Bereichen Systems Engineering sowie Entwicklungsmethodik Mechatronik.



Impressum

Erscheinungsjahr 2014

Erscheinungsort Paderborn/München

Herausgeber

Heinz Nixdorf Institut, Universität Paderborn

Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik, Technische Universität München

Verfasser

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier

Prof. Dr. rer. nat. habil. Bernhard Wolf

Dr.-Ing. Johannes Clauss

Prof. Dr.-Ing. Petra Friedrich

M.A. Karolin Herzog

Dipl.-Wirt.-Ing. Anne-Christin Lehner

Dr.-Ing. Markus Lehner

M.Sc. Markus Placzek

Dipl.-Wirt.-Ing. Thomas Schierbaum

Dipl.-Ing. Thomas Spittler

M.Sc. Thorsten Westermann

Gestaltung Kristin Bardehle

Druck W.V. Westfalia Druck GmbH

Bildnachweise

Cover: © apops (Fotolia); © INFINITY (Fotolia)

Seite 28: © theogott (Fotolia); © artSILENCEcom (Fotolia); © Sven Bähren (Fotolia);

© S. John (Fotolia); © Tyler Olson (Fotolia); © demarco (Fotolia)

©2014



Heinz Nixdorf Institut
Universität Paderborn
Fürstenallee 11
33102 Paderborn
Telefon +49 (0) 5251 | 60 62 67
Telefax +49 (0) 5251 | 60 62 68
www.hni.uni-paderborn.de



Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für
Medizinische Elektronik
Prof. Dr. rer. nat. Bernhard Wolf
Technische Universität München



Heinz Nixdorf-Lehrstuhl für Medizinische Elektronik
Technische Universität München
Theresienstraße 90
80333 München
Telefon +49 (0) 89 | 289 22948
Telefax +49 (0) 89 | 289 22950
www.lme.ei.tum.de