

15 Die Rolle der Kliniken im Metaverse

Philipp Köbe

15.1 Virtuelle Versorgung im Metaverse-Klinikum

In der zunehmend digitalisierten Welt gewinnt die Integration virtueller Krankenhausleistungen in das Gesundheitssystem zunehmend an Bedeutung (Köbe u. Bohnet-Joschko 2023a). Diese innovative Entwicklung verspricht nicht nur eine Erweiterung des Zugangs zur Gesundheitsversorgung, sondern auch eine Steigerung der Effizienz und Qualität der medizinischen Dienstleistungen. Virtuelle Krankenhausleistungen bieten die Möglichkeit, medizinische Versorgung flexibler und zugänglicher zu gestalten, indem sie traditionelle Barrieren wie geografische Distanzen und zeitliche Einschränkungen überwinden (Thomason 2021). Darüber hinaus ermöglichen sie eine engere Vernetzung zwischen Patienten und medizinischem Fachpersonal, was zu einer verbesserten Kontinuität der Versorgung und einer früheren Intervention bei Gesundheitsproblemen führen kann. Im Metaverse können virtuelle Krankenhausleistungen auf innovative Weise umgesetzt werden, wodurch eine noch umfassendere Integration in die Gesundheitsversorgung ermöglicht wird (Yang et al. 2022a).

Durch die Schaffung digitaler Umgebungen, die die Realität simulieren oder erweitern, können Patienten und medizinisches Fachpersonal miteinander interagieren, unabhängig von physischen Standorten oder zeitlichen Einschränkungen.

Virtuelle Umgebungen: Eine Möglichkeit besteht darin, virtuelle Krankenhausumgebungen zu schaffen, in denen Patienten medizinische Beratung und Behandlung erhalten können. Diese Umgebungen können verschiedene virtuelle Räume umfassen, von Wartebereichen bis hin zu virtuellen Sprechzimmern, in denen Patienten mit Ärzten in Echtzeit kommunizieren können. Durch die Verwendung von Avataren können Patienten und Ärzte sich in einer digitalen Darstellung treffen und Gespräche führen, wodurch eine immersive und persönliche Erfahrung entsteht. Darüber hinaus ermöglicht das Metaverse die Integration von Virtual-Reality-Technologien, die es Patienten ermöglichen, medizinische Untersuchungen und Behandlungen in einer virtuellen Umgebung durchzuführen (Köbe 2023). Zum Beispiel könnten Patienten mithilfe von VR-Brillen virtuelle Physiotherapiesitzungen absolvieren oder sich in virtuellen Rehabilitationseinrichtungen bewegen, um ihre Genesung zu unterstützen.

Virtuelle Assistenten: Ein weiterer Aspekt ist die Nutzung von KI-gestützten virtuellen Assistenten, die Patienten bei der Überwachung ihrer Gesundheit unterstützen können (Yang et al. 2022b). Diese virtuellen Assistenten können Patienten Erinnerungen an Medikamenteneinnahme und Arzttermine senden, Gesundheitsdaten überwachen und bei Bedarf Warnmeldungen oder Empfehlungen für weitere Schritte geben. Durch die Implementierung virtueller Krankenhausleistungen im Metaverse können die Grenzen der traditionellen Gesundheitsversorgung überwunden werden, indem sie eine immersive, flexible und personalisierte Erfahrung für Patienten schaffen.

Digitale Zwillinge: Zur Nutzung virtueller Umgebungen sind Digitale Zwillinge, sogenannte Digital Twins, oder Avatare notwendig (Qu et al. 2023). Digital Twins sind virtuelle Repräsentationen von realen Objekten oder Personen, die es ermöglichen, deren Verhalten, Eigenschaften und Umgebung in Echtzeit zu modellieren und zu simulieren. Damit Patienten das Metaverse zielführend nutzen können, werden Digital Twins erstellt, die eine genaue Abbildung ihrer physischen Eigenschaften, Bewegungen und Interaktionen bieten. Diese Digital Twins können durch die Integration von Daten aus verschiedenen Quellen erstellt werden, darunter medizinische Bildgebung, Bewegungssensoren und persönliche Gesundheitsdaten. Anhand dieser Daten können die Digital Twins die Bewegungen und Aktivitäten der Patienten in der virtuellen Umgebung genau nachbilden. Die Funktionsweise von Digital Twins basiert auf fortgeschrittenen Modellierungstechniken und Echtzeitdatenverarbeitung. Durch die Verwendung von Algorithmen und KI-Technologien können Digital Twins kontinuierlich aktualisiert und angepasst werden, um Änderungen in den Patientenparametern oder ihrer Umgebung zu berücksichtigen. Dies ermöglicht eine dynamische und realistische Darstellung der Patienten im Metaverse. Darüber hinaus ermöglichen Digital Twins eine personalisierte Erfahrung für die Patienten, da sie es den Gesundheitsdienstleistern ermöglichen, Behandlungen und Therapien auf ihre individuellen Bedürfnisse und Vorlieben abzustimmen. Durch die Analyse von Gesundheitsdaten und Verhaltens-

15.1 Virtuelle Versorgung im Metaverse-Klinikum

mustern können Digital Twins personalisierte Empfehlungen für Bewegung, Ernährung und Medikation bieten, um die Gesundheit und das Wohlbefinden der Patienten zu verbessern.

Vorteile virtueller Krankenhausleistungen: Durch die Nutzung virtueller Krankenhausleistungen können Ressourcen wie Zeit und Raum effizienter genutzt werden (Shah u. Khang 2023). Zum Beispiel entfallen lange Anfahrtszeiten für Patienten und Wartezeiten in überfüllten Wartezimmern, da Patienten von zu Hause aus auf virtuelle Konsultationen zugreifen können. Dies führt zu einer optimierten Nutzung der Ressourcen in Krankenhäusern, da weniger Zeit für administrative Aufgaben und Wartezeiten aufgewendet werden muss. Darüber hinaus ermöglichen virtuelle Behandlungen eine bessere Überwachung und Kontrolle von Patientendaten. Durch die Integration von Datenanalyse- und KI-Technologien können Gesundheitsdienstleister Patientendaten in Echtzeit überwachen, um Trends zu identifizieren, die auf potenzielle Gesundheitsprobleme hinweisen könnten (Barnett et al. 2019). Dies ermöglicht eine frühzeitige Intervention und eine personalisierte Behandlung, was letztendlich zu verbesserten Gesundheitsergebnissen führen kann. In Bezug auf die Effektivität von Behandlungen bieten virtuelle Krankenhausleistungen eine Reihe von Vorteilen. Erstens ermöglichen sie eine engere Überwachung und Betreuung der Patienten, insbesondere für diejenigen mit chronischen Krankheiten oder langfristigen Genesungsprozessen. Durch regelmäßige virtuelle Konsultationen und Überwachung können Ärzte den Fortschritt ihrer Patienten genau verfolgen und bei Bedarf Anpassungen an der Behandlungsstrategie vornehmen. Darüber hinaus können virtuelle Behandlungen das Patientenengagement verbessern, da sie eine interaktive und personalisierte Erfahrung bieten. Durch die Integration von Gamification-Elementen oder virtuellen Belohnungen können Patienten motiviert werden, ihre Gesundheitsziele zu erreichen und die Empfehlungen ihrer Ärzte zu befolgen.

Abgrenzung virtueller Leistungsbereiche: Abbildung 1 zeigt verschiedene Abgrenzungsaspekte virtueller Krankenhausleistungen (Schwamm et al. 2020). Einerseits kann die Ebene der gleichzeitigen Interaktion unterschieden werden. Bei einer Interaktion in „Real-Time“ findet ein synchroner Kontakt im virtuellen Raum statt. So können unter anderem Patienten direkt mit einem Behandler interagieren, während sie sich im virtuellen Raum befinden. Das könnte ein virtuelles Sprechzimmer sein, in dem Befunde besprochen werden, während alle Beteiligten mittels VR-Brille mit ihren Avataren anwesend sind. Es sind aber auch asynchrone Interaktionen möglich, indem Daten analysiert und verarbeitet werden.

Beteiligte Personen: Andererseits kann die Ebene der beteiligten Personen unterschieden werden. Neben der Interaktion zwischen Health Professionals und Patienten ist auch der Austausch unter Leistungserbringern der Gesundheitsversorgung möglich. So können sich nicht nur Patienten oder Angehörige im virtuellen Raum zusammenfinden, sondern auch weltweite vernetzte Teams von Ärzten, um beispielsweise sehr komplexe Fälle zu besprechen oder Zweit-





		Real-Time	Store & Forward
		synchron	asynchron
Behandlung	Klinik zu Patient	 <p>virtuelle Behandlung</p> <p>direkte Interaktion zwischen Health Professionals und Patienten in Echtzeit mittels VR <i>Exemplarisch: Vor- und Nachbehandlung von Klinikaufenthalten</i></p>	 <p>e-Behandlung</p> <p>Austausch medizinischer Daten zwischen Health Professionals und Patienten <i>Exemplarisch: Medikationsüberwachung mittels virtueller Assistenten</i></p>
Konsultation	Klinik zu Klinik	 <p>virtuelle Konsultation</p> <p>direkte Interaktion zwischen Health Professionals einer oder verschiedener Kliniken <i>Exemplarisch: Interprofessionelle Therapieplanung mittels AR oder VR</i></p>	 <p>e-Konsultation</p> <p>Konsil, Zweitmeinung oder fachlicher Austausch anhand medizinischer Daten <i>Exemplarisch: Befundungsabgleich mit internationalen Health Professionals</i></p>

Abb. 1 Abgrenzung virtueller Leistungsbereiche im Krankenhaus, (eigene Darstellung in Anlehnung an Schwamm et al. 2020)

meinungen zu Befunden oder sonstigen Daten einzuholen. Auch hier können sich die Health Professionals zeitgleich im Metaverse bzw. im virtuellen Raum treffen oder den Digital Twin des Patienten in ihrem virtuellen Raum mit allen verfügbaren Daten begutachten. Die Zusammenarbeit von Health Professionals umfasst dabei internationale Teams genauso wie interprofessionelle Teams vor Ort, die sich jedoch nicht in einem physischen Raum einfinden müssen, sondern im virtuellen Raum den Digital Twin in der Projektion besprechen können.

Datenplattformen: Im Metaverse spielen Daten eine zentrale Rolle, da sie die Grundlage für die Erstellung und das Funktionieren virtueller Umgebungen sowie für die Bereitstellung von virtuellen Krankenhausleistungen bilden (Chen u. Zhang 2022). Datenplattformen im Metaverse sind daher entscheidend, um eine reibungslose Integration und Nutzung virtueller Behandlungen zu gewährleisten. Eine wichtige Komponente von Datenplattformen im Metaverse ist die Verfügbarkeit von Patientendaten in einem sicheren und zugänglichen Format. Dies umfasst medizinische Akten, Diagnosen, Behandlungsverläufe und andere relevante Gesundheitsdaten, die für die Bereitstellung von virtuellen Krankenhausleistungen von entscheidender Bedeutung sind. Diese Daten müssen in einer interoperablen Form vorliegen, um den Austausch zwischen verschiedenen Gesundheitsdienstleistern und virtuellen Plattformen zu ermöglichen. KI-Technologien können dazu beitragen, Muster und Trends in den Daten zu identifizieren, potenzielle Gesundheitsprobleme frühzeitig zu erkennen und personalisierte Behandlungsstrategien zu entwickeln. Datenplattformen müssen daher leistungsstarke Analysewerkzeuge bereitstellen, die es den Gesundheitsdienstleistern ermöglichen, die Daten effektiv zu nutzen.

15.2 Internationale Use Cases virtueller Krankenhausleistungen

Bisher gibt es kein Metaverse, in dem eine umfassende Gesundheitsversorgung abgebildet werden kann. Die Vorstufe der Behandlung im Metaverse sind virtuelle Krankenhäuser, die in verschiedenen Projekten weltweit getestet und ausgebaut werden. Nachfolgend sind einige interessante Praxisbeispiele genannt, um ein breites Spektrum der Möglichkeiten virtueller Krankenhausleistungen darzustellen. Eine zusammenfassende Gegenüberstellung befindet sich in Tabelle 1.

Australiens RPA Virtual Hospital ist das erste virtuelle Krankenhaus in Australien (<https://slhd.health.nsw.gov.au/rpavirtual>). Es umfasst ein Team aus Ärzten, Krankenpflegepersonal und anderen medizinischen Fachkräften, die rund um die Uhr für die virtuelle Gesundheitsversorgung zur Verfügung stehen. Die Gesundheitsleistungen werden durch das Virtual Care Centre, die Sydney District Nursing und die Integrated Chronic Care erbracht. Im Virtual Care Centre bieten Ärzte telemedizinische Leistungen auf Krankenhausniveau. Es werden auch Anweisungen zur Anwendung von Devices gegeben, die Patienten selbst zu Hause einsetzen, um Vitalparameter zu erfassen und zu übermitteln. Ein besonderer Bestandteil ist der Krankenpflegedienst mit dem Programm Hospital in The Home (HiTH), und dem integrierten Dienst für chronische Krankheiten. Zudem sind Aborigine-Gesundheitshelfer Teil der Pflorgeteams.

Finlands Virtual Hospital 2.0 wurde als gemeinsames Projekt aller Universitätskliniken in Finnland geschaffen (www.terveyskyla.fi/en/information-about-health-village/start-of-health-village-virtual-hospital-2-0-project). Das finnische Ministerium für Soziales und Gesundheit bewilligte zwölf Millionen Euro für das Projekt „Virtual Hospital 2.0“ für den Zeitraum 2016–2018. Nach der Projektlaufzeit haben die Universitätsklinikbezirke das Konzept der Health Villages weiterentwickelt. Darüber hinaus wurde die Zusammenarbeit mit der primären Gesundheitsversorgung, den Krankenhausbezirken, Forschungsinstituten, dem Privatsektor sowie den Patienten und Patientenorganisationen fortgesetzt. Aus dem Projekt Virtual Hospital 2.0 sind zahlreiche Erkenntnisse gewonnen worden, die in fortlaufenden wissenschaftlichen Untersuchungen zentraler Gegenstand der Weiterentwicklung virtueller Krankenhausleistungen sind. Besonders relevant sind unter anderem die Anpassung der Gesundheitsberufe an die eHealth-Umgebung, eine Intensivierung der Zusammenarbeit beim Innovationsmanagement mit Industrie- und Digitalunternehmen sowie eine hinreichende Evidenzsammlung zur Wirksamkeit von eHealth-Leistungsangeboten.

Israels Beyond Virtual Hospital bietet mit der MPCheck-Plattform fortschrittliche Ferntests und Screenings zu Hause oder am Arbeitsplatz an, die auf die Krankengeschichte und die Risikofaktoren der einzelnen Patienten zugeschnitten sind und zur Erkennung und Diagnose von Krankheiten und anderen Risikofaktoren beitragen können (<https://sheba-global.com/beyond-virtual-hospital-global-services/>). Beyonds Remote Diabetes Management Service ermög-

licht es medizinischen Einrichtungen und Versicherern, die Behandlungspläne lokaler Ärzte durch Konsultationen mit Shebas Experten mithilfe fortschrittlicher Telemedizinstechnologien zu ergänzen und zu unterstützen. Dank der neuesten Fortschritte in der Telemedizin können die erstklassigen Ärzte von Sheba medizinische Kollegen aus der ganzen Welt bei verschiedenen Problemen fachkundig beraten. Bei Bedarf können zusätzliche Spezialisten zur weiteren Beratung hinzugezogen und eine Fernuntersuchung des Patienten durchgeführt werden.

MyMercy Amerikas erster vollständig online basierter Gesundheitsdienstleister Mercy Virtual verändert die Gesundheitsversorgung, indem es neue Versorgungsmodelle schafft, die von telemedizinischen Teams und Technologien unterstützt werden (www.mercy.net/service/virtual-care/). Die Patienten müssen nicht mehr physisch zur Behandlung kommen oder ihr Leben völlig umstellen, um Zugang zu Spezialisten zu erhalten. Die Zusammenarbeit erfolgt direkt mit Ärzten am Krankenbett, Primärversorgern und Spezialisten zusammen, um die Patientendaten in Echtzeit zu optimieren. Dies ermöglicht eine schnellere Diagnosestellung und frühere Interventionen. Es werden Systeme wie vAlert zur visuellen und akustischen Überwachung von Patienten in Echtzeit eingesetzt oder mit vICU virtuelle Intensivpflegedienste mit einem Team virtueller Ärzte und Kliniker von Mercy betrieben. Der Mercy Virtual Critical Care Service bringt die Informationssysteme des Kunden, die Mercy-Virtual-Technologieplattform und die Echtzeit-Audio- und Videobewertungsmöglichkeiten direkt in das Patientenzimmer. Die Ärzte von Mercy arbeiten mit den Teams am Krankenbett zusammen und konzentrieren sich dabei auf die Einhaltung von Kernmaßnahmen, sowohl auf der Intensivstation als auch gegebenenfalls in der gesamten Einrichtung. Eine weitere Lösung ist vSepsis zur Identifikation einer drohenden Sepsis. Dies geschieht durch Datenaggregation, Analyse und die proprietären Algorithmen zur Erkennung und Bekämpfung von Sepsis im Frühstadium.

Saudi-Arabiens SEHA Virtual Hospital ist ein Versorgungsprojekt, das weltweit entwickelt wird und darauf abzielt, das Modell der Gesundheitsversorgung fundamental umzugestalten (Kingdom of Saudi Arabia Ministry of Health 2024). Es zielt auf eine massive Verringerung der Verweildauer im Krankenhaus ab. Die Anmeldung erfolgt beispielsweise durch eine virtuelle Empfangsdame oder einen KI-gestützten Chatbot. Ärzte oder Pflegepersonal können als realistische virtuelle Avatare oder als ihr tatsächliches Ich über ein hochauflösendes Video erscheinen. Mithilfe von Devices werden Patienten zu Hause zu virtuellen Untersuchungen angeleitet. Wenn der Zustand Medikamente erfordert, kann der Arzt Rezepte elektronisch an eine Apotheke in der Nähe schicken und eine Lieferung nach Hause organisieren. Das virtuelle SEHA-Krankenhaus kann Versorgungslücken schließen, indem es Fernkonsultationen, Diagnosedienste, Spezialkonsultationen und kritische Einsatzfelder für fast 166 regionale Einrichtungen bereitstellt. Patienten in abgelegenen Gebieten können auf medizinisches Fachpersonal und Dienstleistungen zugreifen, die ihnen zuvor

15.2 Internationale Use Cases virtueller Krankenhausleistungen

Tab. 1 Use Cases virtueller Krankenhausprojekte

Land	Projektpartner	Fokus des virtuellen Klinikservice	Charakteristika
Australien	RPA Virtual Hospital, Sydney Local Health District	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bereitstellung umfassender Gesundheits- und Pflegedienste für Zuhause ■ Besonderer Fokus auf Gemeindepflege (Nachsorge) ■ Nutzung telemedizinischer Technologien und IoMT 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pflege als Konzept „Hospital in The Home“ ■ Support von Pflegeleistungen via Gemeindepflege (Community Nursing Care), u.a. bei Palliativ- und Wundversorgung ■ Integrierter Dienst für chronische Krankheiten (Herz- und Atemwegserkrankungen)
Finnland	Helsinki and Uusimaa Hospital District HUS, Health Village	<ul style="list-style-type: none"> ■ Verbundprojekt aller Universitätsklinika in Finnland ■ Digitalisierung der öffentlichen Gesundheitsdienste ■ besondere Aufmerksamkeit auf Erforschung und Prüfung evidenzbasierter eHealth-Konzepte 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausbau virtueller Angebote zur Deckung von Versorgungslücken auf dem Land ■ Überwachung der Wirksamkeit von eHealth Anwendungen ■ Notwendigkeit der Weiterentwicklung von Gesundheitsberufen ■ Partnerschaftliche Entwicklung von Innovationen mit Unternehmen
Israel	Sheba Medical Center, Beyond Virtual Hospital	<ul style="list-style-type: none"> ■ Ausbau medizinischer Dienstleistungen von jedem Ort (Screening, Ferntests usw.) ■ Schließung ungedeckter Versorgungslücken ■ Nutzung fortschrittlicher telemedizinischer Lösungen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Remote Diabetes Management ■ Arzt-zu-Arzt Remote Beratung ■ Management und Bereitstellung umfangreicher Leistungsangebote eines virtuellen Krankenhauses für alle nachfragenden Stakeholder der Gesundheitsversorgung ■ Konzeption und Durchführung von Aus- und Weiterbildungsprogrammen

Land	Projektpartner	Fokus des virtuellen Klinikservice	Charakteristika
Saudi-Arabien	Seha Virtual Hospital, Ministry of Health	<ul style="list-style-type: none"> ■ Innovation im Gesundheitssektor ■ Verbreitung von klinischen Spitzenleistungen ■ Förderung von Fachwissen und Wissenstransfer 	<ul style="list-style-type: none"> ■ erleichterter und zeitnaher Zugang zu spezialisierter medizinischer Versorgung trotz geografischer Entfernung ■ Überbrückung der Lücke an Fachpersonal und dessen bestmögliche Nutzung ■ Steigerung der Effizienz der erbrachten Gesundheitsdienste
USA	Mercy (MyMercy)	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bereitstellung von Diensten für Patienten weltweit ■ Unterstützung von Kliniken durch virtuelle Kompetenzen ■ Lösungen basieren auf hoher Datenaggregation 	<ul style="list-style-type: none"> ■ vAlert zur visuellen und akustischen 24/7-Überwachung ■ vICU als virtuellen Intensivpflegedienst ■ vNeuro zur neurologischen Beratung ■ vSepsis zur Vorhersage drohender Sepsis

nicht zur Verfügung stehen. Das Projekt zeigte bisher, dass die Aufenthaltsdauer der Patienten um 40 Prozent verkürzt werden und die Zahl der Wiederaufnahmen um 25 Prozent gesenkt werden konnte (ICT & health 2023). Außerdem wurde durch die Tele-Schlaganfall-Dienste der Zugang zu Schlaganfall-Spezialisten um 30 Prozent verbessert. Nahezu 15 Prozent der Tumorfälle werden durch Tele-Tumorausschüsse behandelt, da die virtuellen Krankenhäuser von SEHA eine bessere Koordinierung und Kommunikation zwischen den Leistungserbringern im Gesundheitswesen ermöglichen, sodass die Ärzte auf Patientenakten zugreifen, Informationen nahtlos austauschen und die Kontinuität der Versorgung auch über verschiedene Gesundheitseinrichtungen hinweg sicherstellen können.

15.3 Neue Geschäftsmodelle der Kliniken im Metaverse

Virtuelle Kliniken können in Teilen neue Geschäftsfelder erschließen und ihre Geschäftsmodelle an das neue Versorgungssetting anpassen (Köbe u. Bohnet-Joschko 2023b). Inwieweit die virtuellen Leistungsangebote kostendeckend erbracht werden können, hängt jedoch stark von den Vergütungsparadigmen in den Gesundheitssystemen ab. Ein Vergütungssystem mit wenig Flexibilität und einer starken Orientierung an physischen Gesundheitsdiensten könnte jedoch keine hinreichenden Anreize für die virtuelle Leistungserbringung bieten. Hier könnten die Interessen einer flächendeckenden Versorgung der Bevölkerung den Zwängen regulierter Planungs- und Vergütungsregime ent-

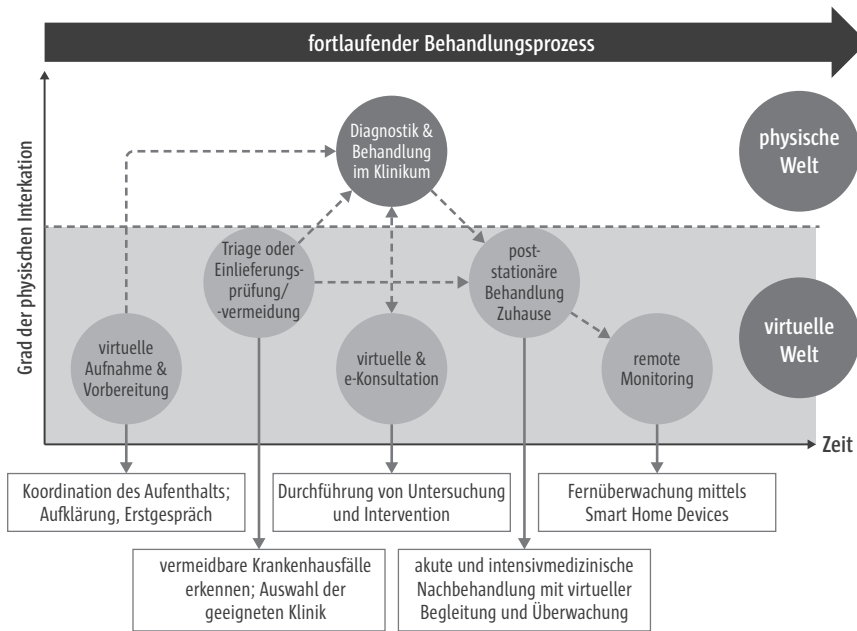


Abb. 2 Krankenhäuser im virtuellen Versorgungssetting (eigene Darstellung)

gegenstehen. Hinzu kommt die Substitution eigener Dienste. Sofern virtuelle Leistungen geringer vergütet werden als physische Leistungen, könnten die Kliniken keine Anreize haben, ihr bestehendes Geschäftsmodell zu kannibalisieren, während zuvor in neue Technologien und die Weiterqualifizierung des Personals investiert werden muss. Um das virtuelle Krankenhaus als nachhaltiges Geschäftsmodell in den Gesundheitssystemen zu etablieren, werden die Institution einen geeigneten Rahmen schaffen müssen.

In Abbildung 2 ist das virtuelle Versorgungssetting von Kliniken schematisch dargestellt. Der gesamte administrative Aufnahmeprozess kann hier virtuell verfolgen, idealerweise durch einen hochstandardisierten Prozess mithilfe von Tools wie Chatbots. In diesem Schritt könnten auch virtuelle Aufklärungsgespräche stattfinden. An dieser Schnittstelle werden spätestens auch alle verfügbaren Daten in das System eingespeist, um volle Informationstransparenz herzustellen. Wenn es sich nicht um einen elektiven Krankenhausaufenthalt handelt, können vor der Einlieferung ebenfalls alle verfügbaren Daten in einem System gesammelt werden, um die beste Klinik zur Behandlung des Falls auszuwählen. Die Auswahl kann dabei von verschiedenen Faktoren abhängen, wie der Verfügbarkeit notwendiger Geräte und im Dienst befindlichen Fachpersonals sowie der derzeitigen Triage-Situation. Hinzu kommt die Abwägung, ob eine Aufnahme im Krankenhaus überhaupt notwendig ist oder die Datenlage einen anderen Versorgungspfad einleiten können.

Die physische Behandlung kann durch virtuelle Konsultationen internationaler Fachkollegen oder interprofessioneller Teams im Versorgungsverbund unterstützt werden. Dabei spielt der Einsatz der Digital Twins und die Verwendung aller relevanten Patientendaten, beispielsweise mittels der elektronischen Patientenakte, eine entscheidende Rolle. Die poststationäre Behandlung ist geprägt durch eine frühe Entlassung mit einer umfassenden virtuellen Betreuung zu Hause. Dabei ist es notwendig, dass entsprechende Health Professionals in ambulanten Versorgungsmodellen bereitstehen. Dadurch kann einerseits die Verweildauer stark reduziert werden und können andererseits die knappen, hochtechnisierten Krankenhauskapazitäten besser genutzt werden. Bei zunehmend multimorbiden Patienten mit komplexen Krankheits- und Behandlungsverläufen ist es unabdingbar, dass auch über die poststationäre Versorgung hinaus das Monitoring über virtuelle Kanäle weiterhin sichergestellt ist. Dabei können Devices aus dem Smart-Home-Bereich zum Einsatz kommen.

Für die Weiterentwicklung des virtuellen Krankenhauses zu einer vollumfänglichen klinischen Gesundheitsversorgung im Metaverse sollten die nachfolgenden Faktoren beachtet werden:

- Schaffung von Akzeptanz und Vertrauen für virtuelle Versorgungsprozesse und -dienste, insbesondere durch eine gute Digitalkompetenz in der Bevölkerung und eine hohe Transparenz des Versorgungsgeschehens
- Etablierung geeigneter Datenräume und Schnittstellen zur Datennutzung, insbesondere in Echtzeit interagierender Systeme
- Qualifizierung aller Gesundheitsfach- und Assistenzberufe im Hinblick auf digitale Anwendungen und Systeme der Zukunft, insbesondere Anpassung der Curricula in der Ausbildung
- Senkung der Markteintrittsbarrieren für virtuelle Leistungsanbieter zur Bereitstellung innovativer Gesundheitsdienste, insbesondere unter Berücksichtigung regionaler Engpässe
- Vermeidung einzelner großer Anbieter mit einer Tendenz zur Monopolbildung, wobei Digitalunternehmen die ersten Anbieter eines Metaverse sein könnten
- Sicherstellung eines hinreichenden Schutzes aller eingesetzten technischen Geräte im Hinblick auf Cyberrisiken und den personenbezogenen Daten (aller Beteiligten)

15.4 Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Integration von Krankenhäusern ins Metaverse eine wegweisende Entwicklung für die Zukunft der Gesundheitsversorgung darstellt. Durch die Schaffung virtueller Krankenhausumgebungen, die auf Daten, Digital Twins und fortschrittlichen Technologien basieren, wird eine neue Dimension der Patientenversorgung erreicht. Diese