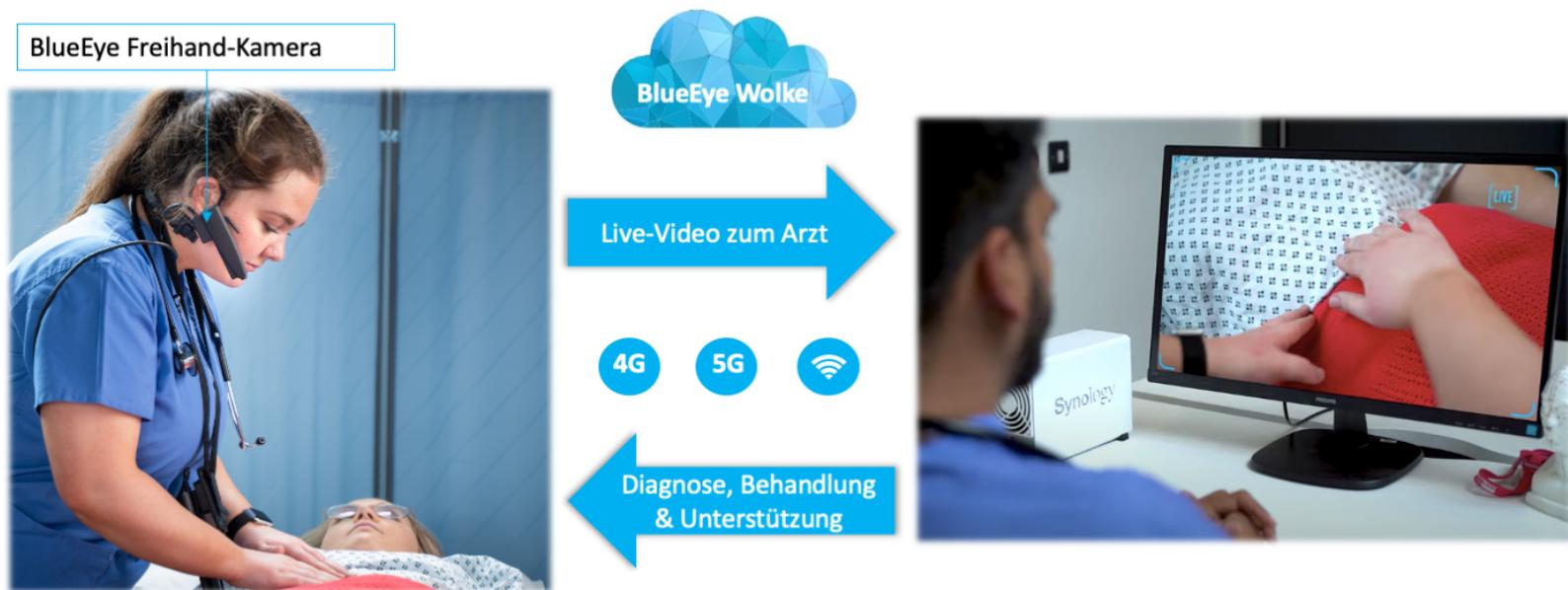


Weißbuch
März 2022

Einsatz mobiler Videotelemedizin für Training und Beratung in Krankenhäusern

Ein Pilotprojekt der tragbaren mobilen Telemedizin BlueEye in der Charité Berlin



Health+5G

Autoren

Svenja Broschag (Charité)
Haley Hartmann (Charité)
Xuan-Thuy Dang (Technische Universität Berlin)
Julia Kolb (Fraunhofer IIS)
Donal Morris (RedZinc)
Jeanne Caffrey (RedZinc)
Lalit Saini (RedZinc)

Kontaktdaten der Projektmitarbeiter

RedZinc Services Ltd

info@redzinc.net

Charité

svenja.broschag@charite.de

haley.hartmann@charite.de

Fraunhofer IIS

communicationsystems@iis.fraunhofer.de

Technische Universität Berlin

xuan-thuy.dang@tu-berlin.de

Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG	4
2	EINLEITUNG	5
2.1	MOTIVATION FÜR DAS PILOTPROJEKT	5
2.2	HERAUSFORDERUNGEN IM GESUNDHEITSWESEN.....	5
3	BLUEEYE MOBILE- TRAGBARE VIDEOTECHNOLOGIE FÜR FERNUNTERRICHT	7
4	5G- UND 5G-NETZE.....	8
4.1	BERLINER TESTBED	9
4.2	CAMPUS 5G TESTBED	9
4.3	ÖFFENTLICHES 5G-NETZ.....	10
5	DSGVO UND DATENSCHUTZ	11
6	PILOTERGEBNISSE	14
6.1	SCHULUNGS- UND BERATUNGSVERANSTALTUNGEN FÜR DEN PÄDAGOGISCHEN ANWENDUNGSFALL	14
6.1	STANDARDARBEITSANWEISUNG FÜR DIE UNTERSTÜTZUNG DER ECHOKARDIOGRAMM-KONSULTATION	15
6.1	STANDARDARBEITSANWEISUNG FÜR DAS ECHOKARDIOGRAMM-TRAINING.....	16
6.2	HERAUSFORDERUNGEN MIT DER SOFTWARE	17
6.3	HERAUSFORDERUNGEN IM 5G-NETZ.....	18
6.4	HARDWARE-HERAUSFORDERUNGEN.....	18
6.5	ERFOLGSFAKTOREN UND USER EXPERIENCE.....	18
7	SCHLUSSFOLGERUNG	20

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Telekommunikation spielt eine entscheidende Rolle bei der Unterstützung des Zugangs zur Gesundheitsversorgung. Die Telemedizin entwickelt sich weiter und trägt zur Verbesserung der Gesundheitsversorgung bei. **5G** - oder drahtlose Netzwerke der fünften Generation bieten schnellere **Geschwindigkeiten, geringere Latenzzeiten und enorme Kapazität** – ideal für die Videokommunikation.

Das **Health5G-Projekt** wollte die Nützlichkeit von mobilen tragbaren Videos für Anwendungen im Gesundheitswesen neben der Leistung von 5G-Netzwerken, die Videodaten übertragen, testen. Fernunterricht wurde als klinischer Bedarf identifiziert, bei dem Videotelemedizin in 5G-Netzwerken mit einem 5G-Campus-Netzwerk im Krankenhaus pilotiert werden konnte. Die Idee war, ein mobiles tragbares Video in der Krankenhausumgebung zu verwenden, um Fernstudierenden Schulungen anzubieten. Ein zweiter klinischer Anwendungsfall der Remote-Notfalldienstunterstützung wurde identifiziert, bei dem ein 5G-Testbed im Freien außerhalb des Krankenhauses benötigt werden.

Die Technische Universität Berlin (TUB) und das Fraunhofer-Institut stellten die privaten 5G-Netze für das Projekt zur Verfügung. Ein öffentliches 5G-Netz war ebenfalls verfügbar. RedZinc Services stellte das tragbare BlueEye-Video und die Charité klinische Ressourcen in Form von Echokardiographie-Aufklärung zur Verfügung.

Das Projekt war im Anwendungsfall Fernunterricht mit dem öffentlichen 5G-Netzwerk und der tragbaren Videotechnologie erfolgreich.

Die Konstellation zwischen der COVID-19-Pandemie und den Problemen der DSGVO in einigen Krankenhäusern bedeutet, dass weitere Arbeiten erforderlich sind, um einen Video-Anwendungsfall innerhalb des Krankenhauses über das 5G-Campusnetz zu pilotieren und die Notfalldienste über das 5G-Testfeld im Freien zu steuern.

2 EINLEITUNG

Dieses Papier basiert auf der Arbeit einiger Partner im HEALTH-5G CELTIC Plus-Projekt¹. *HEALTH-5G ist ein europaweites Forschungs- und Innovationsprojekt, dessen Hauptziel es ist, gesundheitsbezogene Anwendungsfälle zu entwickeln und zu demonstrieren, die die Vorteile von 5G nutzen.* HEALTH-5G hat ein Gesamtbudget von über 7 Millionen Euro und besteht aus 27 Partnern.

In diesem Teil des Projekts arbeiteten mehrere Partner, die mit der Kardiologischen Klinik der Charité in Berlin verbunden sind zusammen, um eine innovative 5G-Lösung für die medizinische Unterstützung und Ausbildung mit Ultraschall zu liefern. RedZinc stellte die tragbare BlueEye-Videoplattform bereit, einschließlich BlueEye-Software, Cloud-Diensten, Kamera-Headset und Smartphone. Die Technische Universität Berlin stellte 5G-Netzunterstützung in Verbindung mit dem 5G-Testfeld in Berlin bereit. Das Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen bot strategische Beratung zu 5G-Anwendungen, Zusammenarbeit mit anderen Krankenhäusern in Deutschland, sowie eine tragbare 5G-Campus-Testumgebung an.

In diesem Whitepaper werden die Pilotziele, die mobile Videotechnologie, der Anwendungsfall im Bildungsbereich, die Pilotergebnisse und die Erkenntnisse aus dem Pilotprojekt beschrieben.

2.1 Motivation für das Pilotprojekt

Ziel des Pilotprojekts war, zu testen, ob tragbares mobiles Video die medizinische Ausbildung verbessern kann, indem es ein Ferntraining mit Video anbietet, das ein wertvolles Lernwerkzeug ist und die Konsultationszeit für den Kardiologen verkürzt.

2.2 Herausforderungen im Gesundheitswesen

Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) können elektronische Gesundheitsdienste die Prävention, Diagnose, Behandlung, Überwachung und Verwaltung verbessern und der gesamten Gemeinschaft zugutekommen lassen, indem sie den Zugang zur Versorgung und die Qualität der Versorgung verbessern und den Gesundheitssektor effizienter machen. Dies umfasst den Informations- und Datenaustausch zwischen Patienten und Gesundheitsdienstleistern, Krankenhäusern, Angehörigen der Gesundheitsberufe und Gesundheitsinformationsnetzen; elektronische Patientenakten; telemedizinische Dienstleistungen; Tragbare Patientenüberwachungsgeräte, Operationsaalplanungssoftware, roboterassistierte Chirurgie und Blue-Sky-Forschung am virtuellen physiologischen Menschen².

Der globale Telemedizinmarkt ist von 9,8 Milliarden US-Dollar im Jahr 2010 auf 11,6 Milliarden US-Dollar im Jahr 2011 gewachsen und expandierte weiter auf 27,3 Milliarden US-Dollar im Jahr 2016, was einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 18,6 % entspricht. Die Konvergenz zwischen drahtlosen Kommunikationstechnologien und Gesundheitsgeräten, sowie zwischen Gesundheits- und Sozialfürsorge, schafft neue Unternehmen. Die Neugestaltung der Gesundheitsversorgung und die "Silver Economy" sind vielversprechende Märkte (eHealth-Aktionsplan 2012-2020)³.

¹ <https://www.celticnext.eu/project-health5g/>

² eHealth-Definition, https://ec.europa.eu/health/ehealth/policy_en

³ Benchmarking Deployment of eHealth among General Practitioners, (2013), <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/benchmarking-deployment-ehealth-among-general-practitioners-2013-smart-20110033>.

Die COVID-19-Pandemie hat im globalen Gesundheitssektor verschiedene Schwierigkeiten zu Tage gebracht. In Deutschland erwies sich der Mangel und die Unterentwicklung der Digitalisierung im Gesundheitswesen im Vergleich zu anderen Ländern als enorm. Während der Pandemie wurde deutlich, dass die Patientenversorgung von der persönlichen Beratung auf Fern- oder Telemedizinlösungen umgestellt werden musste, wann immer dies möglich war⁴.

Telemedizinische Lösungen umfassen auch die Aus- und Weiterbildung von Medizinstudenten. An der Charité sind die Studierenden in der Regel auf dem Campus und nehmen an Visiten in der Klinik teil oder haben persönliche Tutorien mit Patienten und Dozenten auf den Stationen. Die Charité besteht aus vier Standorten in Berlin mit über 3.000 stationären Betten und 100 Ambulanzen. Derzeit hat die Charité 298 Professorinnen und Professoren mit über 8.600 Studierende der Medizin. **Aufgrund der steigenden COVID-19-Fallzahlen in Berlin und Deutschland von 2020 über 2021 bis 2022 hat die Charité Eskalationsstufen in Bezug auf unterschiedliche verfahrenstechnische Anforderungen an allen Standorten. Die Eskalationen verboten die üblichen Studentenklassen, beschränkten die gesamten klinischen Forschungsaktivitäten mit Teilnehmern, die zu regelmäßigen Besuchen kamen, schränkten verschiedene Arbeitsabläufe mit mehr als zwei Mitarbeitern in einem Untersuchungsraum ein und beeinflussten kategorisch den klinischen Tagesablauf.** Darüber hinaus erforderte die Konsultation von Ärzten und Fachleuten bei Untersuchungen und klinischer Diagnostik eine geeignete telemedizinische Lösung, wenn eine große Anzahl von Beratern auf dem Campus anwesend sein konnte. Darüber hinaus bedeutete die Bitte, wann immer möglich von zu Hause aus zu arbeiten, dass einige Mitarbeiter nicht immer auf dem Campus waren.

Das Erlernen des Umgangs mit der mobilen tragbaren Videotechnologie von RedZinc, BlueEye in der Klinischen Forschungseinheit für Kardiologie an der Virchow Klinik machte einen echten Unterschied.

Nach der vollständigen Implementierung an der Charité könnte es eine langfristige Lösung in der Telemedizin, im studentischen Unterricht und im klinischen Alltag geben. Aufgrund des Bedarfs an innovativen Lösungen wollte die Charité an dem Pilotprojekt teilnehmen, bei dem RedZinc BlueEye-Videos in einer realen Umgebung getestet. Es wird nicht nur als Lernwerkzeug verwendet, sondern auch für Echtzeit-Feedback von Professor Edelman. Das Versprechen, ein solches Pilotprojekt abzuschließen, wurde durch die steigenden COVID-19-Zahlen und damit einhergehenden Einschränkungen für die Mitarbeiter vorangetrieben.

⁴ Christina Arentz, Ines Läufer. (2021). Herausforderungen für das deutsche Gesundheitssystem in der COVID-19 Pandemie und darüber hinaus. 1. Abgerufen am 09.12.2021, von <https://www.aicgs.org/2021/11/challenges-for-the-german-healthcare-system-in-the-COVID-19-Pandemie-und-darüber-hinaus/>

3 BLUEEYE MOBILE- TRAGBARE VIDEOTECHNOLOGIE FÜR FERNUNTERRICHT

Die medizinische Ausbildung erfordert oft eine Live-Demonstration eines medizinischen Handgriffs oder eines medizinischen Verfahrens, das einen Lehrprofessor und eine Gruppe von Studierenden oder angehenden Ärzten in einem Krankenhaus erfordert. Studierende der Medizin und Kollegen in Krankenhäusern stehen zahlreichen Herausforderungen gegenüber:

- Ansteckungsrisiken
- Schwierigkeiten bei der Unterbringung großer Gruppen in kleinen Krankenzimmern
- Störung und Unannehmlichkeiten für die Patienten oder anderes Krankenhauspersonal
- Unbefriedigende Sicht auf das Verfahren für die Studierenden

Die BlueEye-Technologie adressiert diese Herausforderungen, indem sie es den medizinischen Ausbildern ermöglicht, Live-Demonstrationen für ortsferne Studierende mit der tragbaren BlueEye-Kamera, der BlueEye-Mobil-App und dem BlueEye-Hotdesk durchzuführen, wie in Abbildung 1 dargestellt.

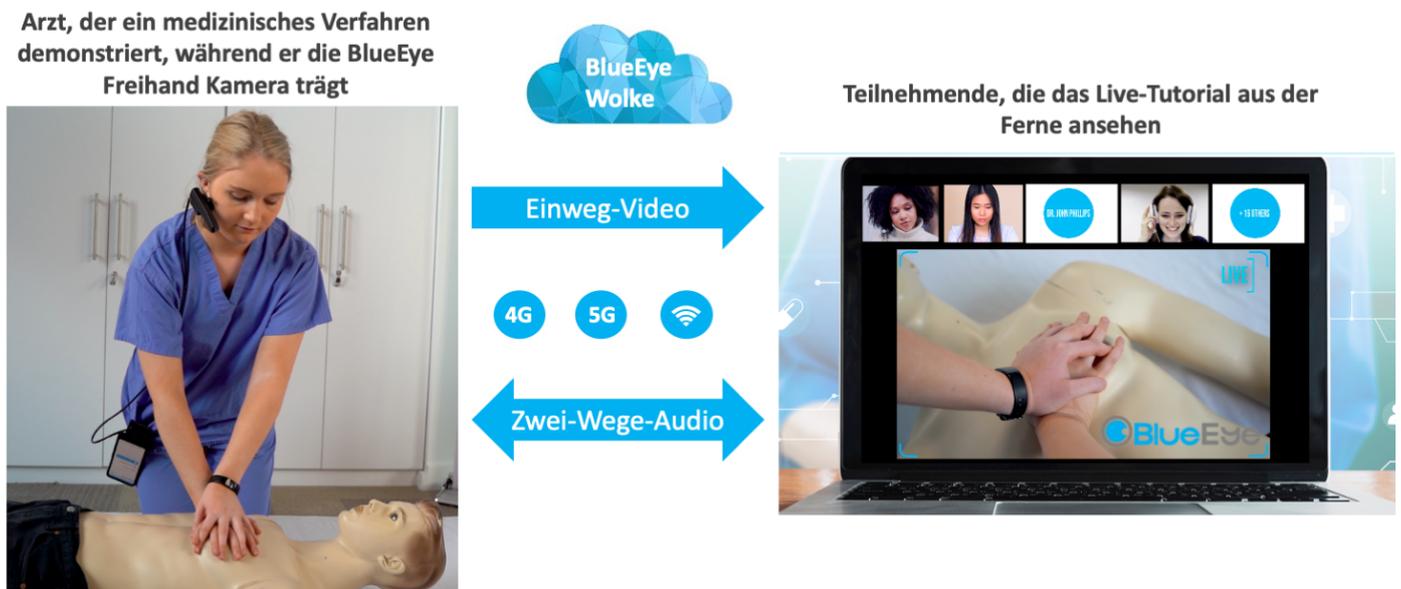


Abbildung 1 Ein Arzt, der Fernstudierenden über die tragbare BlueEye-Videoplattform eine Live-Demonstration eines medizinischen Handgriffs gibt

Zu den wichtigsten Funktionen des BlueEye Classroom gehören

1. **2 Megapixel** drehbare Kamera für optimale Videoqualität
2. Optionen für Schmalwinkel- oder Weitwinkelkameras
3. **Sie müssen keine App oder Software herunterladen**, um an den Kursen teilzunehmen
4. Hochwertiges Video- und Audio-Streaming durch **Priorisierung**
5. **Einweg-Video** und **Zwei-Wege-Audio** für ununterbrochene und interaktive Videositzungen
6. Unterstützt lokales Wi-Fi sowie 4G / 5G-Netzwerke
7. Verwendet AES-256, TLS 1.2 und TLS 1.3 für die Datenverschlüsselung
8. Unterstützt mehrere Betriebssysteme (MacOS, Windows), Webbrowser (Google Chrome, Safari, Mozilla Firefox, Microsoft Edge) und Gerätetypen (Laptop, Personal Computer, Tablet, Smartphone)
9. Entspricht den DSGVO- und Datenschutzbestimmungen

Die tragbare Videolösung unterstützt eine interaktive und kollaborative Lernumgebung und erleichtert vielen Studierenden *die Sicht* auf medizinische Verfahren in Echtzeit.

4 5G- UND 5G-NETZE

5G bietet die Möglichkeit, neue Dienstleistungen für das Gesundheitswesen bereitzustellen. Viele Herausforderungen im Gesundheitswesen könnten heute durch neue digitale Technologien unterstützt werden, wie zum Beispiel:

COVID-19-Pandemie: Die Pandemie hat die Notwendigkeit einer verstärkten Digitalisierung insbesondere im Videobereich zur Verringerung der Ansteckung deutlich gemacht.

Digitale Transformation: Die digitale Transformation ist in vielen Gesundheitsorganisationen ein fortlaufender Prozess und viele Organisationen benötigen Unterstützung für neue Anwendungen.

Verschieben Sie nach links, bleiben Sie links. Das Gesundheitswesen versucht zunehmend, die aushäusige Krankenhausversorgung der Patienten zu unterstützen. Dies bedeutet vorbeugende Pflege und Verbesserung der präklinischen und postklinischen Unterstützung. "Shift left" bedeutet, Patienten zu Hause und damit außerhalb des Krankenhauses zu unterstützen.

Verbesserung der Patientenergebnisse: Das Gesundheitswesen ist ständig bestrebt, das Patientenergebnis zu verbessern. Gesundheitsdienstleister suchen nach evidenzbasierten Ansätzen zur Verbesserung der Patientenergebnisse.

Betriebliche Effizienz: Das Gesundheitswesen arbeitet mit einem festen Budget und die Gesellschaft erwartet von Gesundheitsorganisationen eine hohe Leistung. Hohe Lebenserwartungen stellen enorme Anforderungen an die Effizienz im Gesundheitswesen und CAPEX/OPEX.

Diese Herausforderungen können alle, zum Teil durch neue digitale Techniken, die die Standardarbeitsanweisungen im Gesundheitswesen verbessern, angegangen werden.

5G verspricht schnelles mobiles Breitband, hochzuverlässige Netze mit sehr geringer Latenz sowie eine sehr hohe Dichte an Endgeräten.

eMBB (enhanced Mobile Broadband) bietet höhere Geschwindigkeiten - bis zu 20 Gbit/s im Downlink (DL) und 10 Gbit/s im Uplink (UL). Die zusätzliche Geschwindigkeit kann Anwendungen im Gesundheitswesen wie hochauflösendes Rettungsassistenten-Video, virtuelle Visiten oder virtuelle Live-Realitäten ermöglichen. mMTC (massive Machine Type Communication) soll eine hohe Gerätedichte mit einer Anschlussdichte von bis zu 1 Million Endgeräte pro km² ermöglichen. Für das Gesundheitswesen eröffnet sich damit ein breites Spektrum an Möglichkeiten für Echtzeitsensoren für Heimpatienten. In Verbindung mit künstlicher Intelligenz besteht eine erhebliche Möglichkeit, den Gesundheitszustand zu überwachen und Maßnahmen zur Verbesserung des Patientenwohlbefindens zu ergreifen. URLLC (**Ultra-Reliable and Low-Latency Communication**) garantiert eine sehr zuverlässige Kommunikation mit sehr geringer Latenz (bis zu 1 Millisekunde) und damit eine hohe Verfügbarkeit für kritische Anwendungen im Gesundheitswesen wie die roboter-assistierte Chirurgie, die eine schnelle Reaktionszeit erfordert.

Mit Hilfe von 5G können die unterschiedlichen Anforderungen einer modernen zukunftsorientierten Gesundheitsversorgung adressiert werden.

- Eine deutlich höhere Netzwerkleistung in Bezug auf Übertragungsraten, Zuverlässigkeit und Latenz, aber auch eine größere Flexibilität können beispielsweise für eine bedarfsgerechte und personalisierte Medizin der Zukunft von großem Wert sein.
- 5G erfüllt die priorisierten Anforderungen des Gesundheitswesens, wie erhöhte Datensicherheit, eine garantierte Quality of

Service (QoS) durch Network Slicing und erhöhte Verfügbarkeit.

- Network Slicing bietet Vorteile für verbesserte Privatsphäre und Sicherheit.
- 5G bietet im Vergleich zu 4G eine verbesserte Leistung in Bezug auf eine bessere Latenz, niedrigere Kosten pro Kommunikationseinheit, reduzierte Installations- und Wartungskosten und verbesserte Sicherheit.
- Im Vergleich zu Wi-Fi bietet 5G eine bessere Verwaltung und Organisation von drahtlosen Ressourcen und reduziert Störungen durch andere Benutzer, was für die digitale Transformation im Gesundheitswesen wichtig ist.

4.1 Berliner Testbed

Im Rahmen des Projekts Health-5G wurde in Berlin ein 5G-Testbed für die Erprobung verschiedener telemedizinischer Szenarien im Smart-City-Kontext eingesetzt. Das Testbed umfasst die neueste Entwicklung und Innovation von 5G-Mobilfunknetzen und verteilten Cloud/Fog-Computing-Technologien, die sich aus dem Projekt ergeben. Die Unterstützung anspruchsvoller mobiler Gesundheitsdienstleistungen ist die Hauptmotivation für die Auswahl und Entwicklung von Kerntechnologien im Testbed.

Im Rahmen des Projekts Health-5G implementieren und erproben die deutschen Partner telemedizinische Gesundheitsdienste für entfernte Patienten oder Notfallszenarien mit dem Smart City Autonomous Driving Testbed Diginet-PS⁵. Das Testbed ermöglicht verschiedene Anwendungsfälle für vernetzte und autonome Mobilität (CAM) für autonome Patiententransportfahrzeuge (PTV) im gemischten und realen Verkehr mit traditionellen Fahrzeugen⁶.

Die klinische Hub-Funktion wird mithilfe von 5G- und Multi-Access-Edge-Computing-Technologien im Testbed bereitgestellt. Dies bietet eine allgegenwärtige Computerinfrastruktur für die Bereitstellung von eHealth-Diensten in der Nähe

von Patienten, die weiter weg leben, z. B. den BlueEye-Videoserver und andere Echtzeitanalysen medizinischer Sensordaten.

Das Testgebiet verfügt über eine vollständige 5G-Abdeckung, die sowohl von einem kommerziellen 5G-Netzwerk als auch vom Campus-5G-Netzwerk auf der Grundlage der OpenAir-Interface-Software bereitgestellt wird. Das Campus-Netzwerk ermöglicht die Integration fortschrittlicher 5G-Technologien, um die einzigartigen Anforderungen von eHealth-Anwendungen zu untersuchen.

Verschiedene von der Charité Berlin entwickelte Use Cases für eHealth mit eHealth-Diensten, wie z.B. das BlueEye HD-Streaming von RedZinc, werden in der Testbed-Infrastruktur untersucht. Dieses Testbed kann verwendet werden, um Rettungsdienste mithilfe von mobilem Video für Remote-Beratung und -Support zu unterstützen.

4.2 Campus 5G Testbed

Krankenhäuser in Deutschland können 5G-Lizenzen beantragen und damit Netzbetreiber für ein eigenes 5G-Campusnetz, auch Non-Public Network (NPN) genannt, werden. Dies wird als **5G-Campus-Netzwerk bezeichnet**. Das medizinische 5G-Campusnetz kann aus vielen Gründen wünschenswert sein, um die Nachfrage nach zukunftsorientierten medizinischen Anwendungsfällen wie den folgenden und weiteren anderen zu erfüllen:

- über den Durchsatz von Video- und Datenquellen aus medizinisch-diagnostischen Bildgebungssystemen
- Vernetzung einer Vielzahl von Endgeräten und Systemen in einem smarten Krankenhaus
- Echtzeitfähigkeit für Telemedizin & Patientenüberwachung
- Hohe Sicherheitsanforderungen, insbesondere Datensicherheit für hochsensible medizinische und personenbezogene Daten

⁵ www.diginet-ps.de

Das Fraunhofer IIS empfiehlt Krankenhäusern aus den folgenden fünf Überlegungen private 5G-Campusnetze:

- i. **Unabhängigkeit vom öffentlichen Netz:** Private Campusnetze können **völlig autonom** betrieben werden und erfordern keine Interaktion mit externen Netzwerkkomponenten. Die IT-Abteilungen des Krankenhauses können den Betrieb des Netzwerks im Falle einer Katastrophe oder einer Umweltkatastrophe durch eine in den Krankenhäusern verfügbare autonome Notstromversorgung fortsetzen. Die Verwendung eines öffentlichen Netzwerks (z. B. eines Netzwerkabschnitts im öffentlichen Netzwerk) in einem solchen Notfall, bietet keine Unabhängigkeit und Sicherheit. In extremen Situationen, wie z.B. Erdbeben oder einer starken Flut steht dem Krankenhaus keine Netzwerkkommunikation zur Verfügung.
- ii. **Hohe Sicherheit:** Sensible Patienten-/Krankenhausdaten bleiben in einem privaten Krankenhausnetzwerk isoliert.
- iii. **Technologische Unabhängigkeit von der Außenwelt:** Die Konfiguration und Wartung des Krankenhausnetzwerks erfolgt durch die IT-Abteilung des Krankenhauses. Das Netzwerk kann für die oben genannten großen 5G-Anwendungsfälle angepasst werden: eMBB, mMTC und URLLC.
- iv. **5G + MEC (Multiple Edge Computing) Fähigkeit:** Die von Diagnosegeräten wie Röntgen, Ultraschall und MRT gesammelten Daten können dank MEC lokal verarbeitet werden. Neben der traditionellen Ausrüstung nimmt der Einsatz von auf künstlicher Intelligenz basierenden Anwendungen, wie maschinengesteuerten Diagnosewerkzeugen, intelligenten Videoendoskopen und vielen anderen, in Krankenhäusern zu. Sie alle erfordern eine erweiterte Verarbeitungskapazität für die Analyse großer Mengen an Bilddaten. **MEC hilft, die Zeit zwischen Datenerfassung und -behandlung zu verkürzen, indem die Daten lokal verarbeitet werden.** Es bietet eine Leistung mit geringer Latenz und beschleunigt die Diagnose.
- v. **Gerätelokalisierung laut Studien:** *Aus einigen Krankenhäusern verbringt medizinisches Personal bis zu 20% seiner Zeit damit, nach Geräten wie Spritzenpumpen und Sauerstoffmonitoren oder sogar Betten und selbst Patienten zu suchen.* Mit der großen Anzahl von Instrumenten und Diagnosegeräten in Krankenhäusern wird die Lokalisierung von Geräten zu einem großen Problem. Das 5G-Campus-Netzwerk löst dieses Problem, indem es Kommunikation und Lokalisierung in einem Netzwerk verbindet. Die Nachverfolgung der Sensordaten aller Geräte, Betten und Patienten im Krankenhaus ist möglich. **Krankenschwestern und Ärzte können viel Zeit sparen, indem sie Geräte auf ihrem mobilen Gerät lokalisieren.**

Darüber hinaus benötigen Krankenhäuser nur ein einziges System für Sprachkommunikation, Datenkommunikation und Lokalisierung, das die Komplexität reduziert und den Betrieb rationalisiert.

4.3 Öffentliches 5G-Netz

Krankenhäuser in Deutschland können 5G-Dienste auch von Anbietern wie der Deutschen Telekom beziehen. Dies ist kein privates Netzwerk und hat nicht den gleichen Grad an Anpassung und Sicherheit wie oben beschrieben.

5 DSGVO UND DATENSCHUTZ

Der Schutz von Patientendaten ist ein komplexer Bereich, da er Datenschutzerfordernungen, rechtliche Anforderungen und Sicherheitsfragen, sowie die offensichtlicheren strukturellen und infrastrukturellen Probleme berührt. Der Austausch von klinischen Versorgungsinformationen, radiologischen Berichten und Medikamentenlisten ist zwar leicht verbessert, bleibt aber ein Thema. Die fehlende Implementierung des Telemonitorings ambulanter Patienten ist zwischen 2010 und 2012 von 89% der fehlenden Implementierung auf 76% fehlender Implementierung gestiegen. Telemedizin wird nur in geringem Umfang implementiert und steht meist für Konsultationen mit anderen Ärzten zur Verfügung (31%)⁷.

Wenn jedoch telemedizinische Fähigkeiten implementiert werden, werden sie meist genutzt (Nutzung in durchschnittlich rund 90% der befragten Krankenhäuser). Dies zeigt, dass die Möglichkeit einen echten Nutzen für medizinisches Fachpersonal bietet. Die europäischen Regulierungsbehörden haben hochrangige Cybersicherheitsempfehlungen für Branchen wie IoT-Medizinprodukte (Internet of Things) veröffentlicht.

Die Transformation des Gesundheitswesens muss Richtlinien haben, um mit der Privatsphäre und der Erlaubnis der Patienten für Videokonsultationen umzugehen. In der Praxis bedeutet dies, dass Krankenhäuser Datenschutzrichtlinien vorbereiten und umsetzen müssen, wenn sie Videos mit Patienten verwenden. Erstens identifiziert und mindert eine Datenschutz-Folgenabschätzung alle datenschutzbezogenen Risiken, die sich aus einem neuen Projekt oder einer neuen Technologie in einem Krankenhaus ergeben. Dann wird ein Auftragsverarbeitungsvertrag unterzeichnet – dies ist ein rechtsverbindlicher Vertrag, der die Rechte und Pflichten des Krankenhauses und des Technologielieferanten in Bezug auf den Schutz von Patienten- und Krankenhausdaten festlegt.

Im Rahmen dieses Projekts wandte sich das Health5G-Konsortium an drei deutsche Krankenhäuser, um zu fragen, ob sie Anwendungsfälle für Bildungs- und Notfalldienste im Gesundheitswesen auf der Grundlage der Basistechnologien von RedZinc (BlueEye Wearable Video Platform) und TU-Berlin und Fraunhofer IIS (5G-Infrastruktur) pilotieren würden.

- Universitätsklinikum Erlangen (Kontakt zu Dr. Cornelia Erfurt-Berge, Dermatologische Klinik). Das Datenschutzteam im Klinikum Erlangen in Nürnberg benötigte mehr Ressourcen, um Videokonsultationen als potenziellen Anwendungsfall zu bewerten. Der webbasierte Patientenkontakt wird weiterhin von ihrem Datensicherheitsteam ausgewertet.
- Klinikum rechts der Isar in München (Kontakte zu PD Dr. Michael Kranzfelder, Klinik und Poliklinik für Chirurgie und Isabelle Kirchbauer, Team Entwicklung & eLearning). Das Münchner Klinikum hatte DSGVO-Bedenken, die im Rahmen des Projekts nicht überwunden werden konnten. Ihr Ansatz bestand darin, die Zustimmung jedes Patienten einzuholen, was sehr schwer zu erfüllen ist. Es wurde auch erwähnt, dass die Patienten sich der Auswirkungen von Livestreams nicht bewusst sein würden, so dass es schwierig sei, alles in der Einverständniserklärung des Patienten rechtlich abzudecken.
- Charité Universitätsklinikum Berlin (Medizinische Klinik für Kardiologie). Die Charité-DSGVO-Gruppe war davon überzeugt, dass **Datenschutz kein Thema ist, indem sie anstelle von echten Patienten Puppen für das Video verwendet und keine Patientendaten erfasst.**

Da die Studierenden aus der Ferne an der Patientenuntersuchung teilnehmen, hat unser Konsortium folgende Patientendatenschutzmaßnahmen für diesen Anwendungsfall vorbereitet:

- 5G privates, nicht-öffentliches Campusnetz mit eigener Benutzerverwaltung.

⁷ ([European Hospital Survey: Benchmarking Deployment of eHealth Services \(2012-2013\)](https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-hospital-survey-benchmarking-deployment-chealth-services-2012-2013), [https://ec.europa.eu/digital-single-](https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-hospital-survey-benchmarking-deployment-chealth-services-2012-2013)

[market/en/news/european-hospital-survey-benchmarking-deployment-chealth-services-2012-2013](https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/european-hospital-survey-benchmarking-deployment-chealth-services-2012-2013)).

- Die Bildungsplattform befindet sich im deutschen Rechenzentrum und fällt unter das deutsche Datenschutzrecht. Dies bedeutet, dass die Videorouter, Medienrelais und andere Infrastrukturen der EU-DSGVO und den deutschen Datenschutzgesetzen unterliegen. Die DSGVO-Herausforderungen bei der Verwendung einer Hyperscale-Infrastruktur bestehen nicht, da das Rechenzentrum über eine deutsche Corporate Governance verfügt.
- Die Teilnehmenden stimmen den Regeln zu, die die Datenschutzvereinbarung unterstützen, wenn sie das virtuelle Klassenzimmer betreten.
- Die Teilnehmenden erhalten ein zeitkritisches einmaliges Login mit PIN, um Zugriff auf den Dienst über einen Browser für das Klassenzimmer zu erhalten.
- Der Dienst enthält keine Aufzeichnungsfunktion und den Teilnehmenden ist es durch die Regeln untersagt, das Video in eine Datei zu "kopieren" oder Screenshots zu machen.

Die erste Servicevorführung kam sehr gut an. Sowohl Ärzte als auch Klinikpersonal, die an der studentischen Lehre beteiligt sind, zeigten große Begeisterung für die Implementierung der Lernplattform im klinischen Umfeld und erste Studien. Zum Beispiel kommentierte ein Teilnehmer, der an der medizinischen Ausbildung beteiligt war, dass

"Die tragbare Videoplattform BlueEye ein sehr spannendes Produkt und ein interessanter Ansatz unseres Konsortiums ist."

Leider konnten die Datensicherheitsteams der Kliniken in München und Erlangen die vom Konsortium vorbereiteten Patientendatenschutzmaßnahmen nicht rechtzeitig zum Pilotprojekt absegnen.

Die Datenschutzbestimmungen waren ein erhebliches Hindernis für das Health 5G-Konsortium, um in der COVID-19-Pandemie

wesentliche technologische Unterstützung zu leisten. Die Datenverarbeitungsverordnung muss von den deutschen Gesundheitsbehörden und den Krankenhäusern selbst während der Digitalisierung angegangen werden, um flexibler und offener für die neuen Technologien zu sein.

Das Endergebnis in Bezug auf DSGVO und Datenschutz war, dass das Pilotprojekt in der Charité – Universitätsmedizin Berlin mit Test-Puppen in der Herzklinik durchgeführt wurde.

Darüber hinaus wurde ein Schwester-5G HEALTH-Pilot in Schweden angenommen. Eine Datenverarbeitungsvereinbarung wurde von RedZinc und der Gemeindeschwesternorganisation in Schweden unterzeichnet.

Um ein DSGVO-Datenschutzhindernis für die Videotelemedizin zu minimieren oder zu überwinden, wurden die folgenden Bedingungen vereinbart

- Keine Speicherung oder Aufzeichnung von Videos
- Keine Verarbeitung von Patientennamen oder anderen Informationen
- Keine Verarbeitung von Patientenakten oder anderen medizinischen Datensätzen
- Informieren Sie den Patienten und zeigen Sie dem Patienten die Vorteile auf
- Verwenden Sie ein Rechenzentrum unter deutscher Verwaltung, um alle Daten lokal und sicher zu halten

In einem nächsten Schritt stellen wir der Rechts- und IT-Abteilung der Charité – Universitätsmedizin Berlin einen Auftragsverarbeitungsvertrag zur Verfügung, um festzustellen, dass er ihren Anforderungen entspricht. Der Anhang enthält: i) Liste der verarbeiteten Daten; ii) Liste der Unterbeauftragten; iii) Sicherheitsmerkmale, iv) Folgenabschätzung für die Datenverarbeitung.

Es gibt noch mehr zu tun, um den Datenschutz für den Einsatz von Telemedizin zu erreichen. Die Vorteile verbesserter Patientenergebnisse und Kosteneinsparungen sind greifbare Vorteile für den Einsatz der Telemedizin, die dies zu einer lohnenden Herausforderung machen, die auf Regierungspolitischer Ebene angegangen werden

muss. Strenge Sicherheits- und Datenschutzmaßnahmen werden den Schutz der Patientendaten gewährleisten und das Vertrauen der Gesundheitsdienstleister in den Einsatz neuer Technologien stärken.

Wir werden uns in den folgenden anwenderorientierteren Projekten, wie EU SNS Stream D mit vielen externen Nutzern und

Partnern, mehr um die rechtlichen Themen bemühen. Dennoch braucht Deutschland mit 80 Millionen Einwohnern, einem riesigen Medizinmarkt und viel Bürokratie, mehr Zeit, um sein Rechtssystem an die neuen digitalen Technologien anzupassen. Die Situation ist hier nicht vergleichbar mit der in Irland, mit 5 Millionen Einwohnern, in dem BlueEye bereits etabliert ist.

6 PILOTERGEBNISSE

Das mobile tragbare Video wurde für zwei Anwendungsfälle in der Herzabteilung der Charité eingesetzt:

- (a) für Schulungen oder
Bildungsveranstaltungen
- (b) zur beratenden oder kollegialen
Unterstützung

Die Herzabteilung verwendet Echokardiogramme als Teil ihrer Arbeit. Ein Echokardiogramm oder "Echo" ist ein diagnostisches Verfahren mit Ultraschall, um die Bewegung des Herzens zu untersuchen, die Herzkammern und die vier Herzklappen während der klinischen Routine abzubilden, um die physiologische Funktion zu beurteilen. Zusätzlich werden Farbdoppler- und Doppler-Ultraschall angewendet, um den spezifischen Blutfluss durch die entsprechenden Ventile zu bewerten und zu beurteilen. Mit der Echountersuchung sind Ärzte in der Lage, vielfältige strukturierte Herzerkrankungen, wie Klappenerkrankungen und verschiedene Arten von Herzerkrankungen zu diagnostizieren, aber auch Krankheiten oder strukturelle Veränderungen im Laufe der Zeit zu verfolgen. Es ist auch ein guter Indikator, ob eine bestimmte Behandlung funktioniert und eine tatsächliche Wirkung hat. (Cleveland Klinik, 2019)

6.1 Schulungs- und Beratungsveranstaltungen für den pädagogischen Anwendungsfall

Eine Reihe von Schulungsveranstaltungen und Beratungen nutzten mobiles tragbares Video in der Charité wie folgt:

Reanimationsschulung

Das Reanimationstraining ist eine jährlich erforderliche Schulung für Mitarbeiter der Charité, darunter Krankenschwestern, Ärzte, Wissenschaftler und Studenten. Aufgrund von COVID-19 war es nicht möglich, diese Schulungsveranstaltung mit hoher Teilnehmerzahl auszurichten. Somit war es die erste Gelegenheit, die BlueEye-Plattform auszuprobieren. Die

Veranstaltung fand in einem großen Auditorium statt, das unter Berücksichtigung der COVID-19-Einschränkungen Platz für eine bestimmte Anzahl von Teilnehmern bot. Sieben Teilnehmer waren physisch anwesend, und vier Teilnehmer verfolgten die Schulung aus der Ferne durch BlueEye.

Ausbildung von Echokardiographie-Krankenschwestern

Der zweite Einsatz von BlueEye kombinierte die reguläre Echokardiographie-Ausbildung von CRU und BIH (Berlin Institute of Health). Normalerweise nehmen etwa 5-10 Krankenschwestern und 1-2 Ärzte für mehrere Stunden an einem Kurs teil. Der Untersuchungsraum muss ständig dunkel sein, damit die Echokardiographie-Bilder und Aufnahmen in hoher Qualität sichtbar sind. Andernfalls wäre es eine Fehlerquelle und eine Diagnose wäre nicht möglich. Daher sind die Anforderungen an die Kameraeigenschaften von großer Bedeutung. In diesem Pilotprojekt waren zwei Krankenschwestern und ein Arzt im Untersuchungsraum anwesend, um die Schulung durchzuführen, während drei Krankenschwestern den Kurs aus der Ferne durch BlueEye Klassenzimmer verfolgten.

Echokardiographie-Beratung bei Prof. Dr. Frank Edelmann (Charité)

Wenn Prof. Dr. Edelmann nicht auf dem Campus war, wurde BlueEye für die Fernkonsultation zu verschiedenen diagnostischen Untersuchungen und Echokardiographie-Bildern und -Schleifen von Patienten verwendet, wie in Abbildung 2 gezeigt.



Abbildung 2: Ein Arzt, der mit der BlueEye-Kamera und der mobilen App ein Echtzeitvideo eines Echokardiogramms an den ortsfernen Prof. Dr. Edelmann sendet

Teamsitzung der Klinischen Forschungseinheit

Die BlueEye-Plattform wurde für wöchentliche Teambesprechungen als Feldversuch verwendet. Bei diesen Veranstaltungen waren vier Studienkrankenschwestern und Prof. Dr. Edelmann in einem Raum anwesend, während zwei Krankenschwestern und zwei Ärzte aus der Ferne teilnahmen.

Echokardiographie-Untersuchungstraining

BlueEye wurde in der Cardiac Clinical Research Unit für das routinemäßige Echokardiographie-Training, bisher sechsmal, eingesetzt.

6.1 Standardarbeitsanweisung für die Unterstützung der Echokardiogramm-Konsultation

Für eine Echokardiogramm-Konsultation wird ein Patient angesehen und ein Echokardiogramm wird von einem qualifizierten medizinischen Fachpersonal durchgeführt. **Wenn es ein Problem gibt, wird der Berater hinzugezogen, um den Patienten und das Echokardiogramm zu überprüfen. Dies bedeutet, dass der Berater von einem nahegelegenen oder entfernten Orten anreisen muss, um den Patienten und die Testergebnisse zu sehen.** Die Verwendung von Live-Video ändert die Standardarbeitsanweisung für eine Konsultation, wie in Abbildung 3 dargestellt.

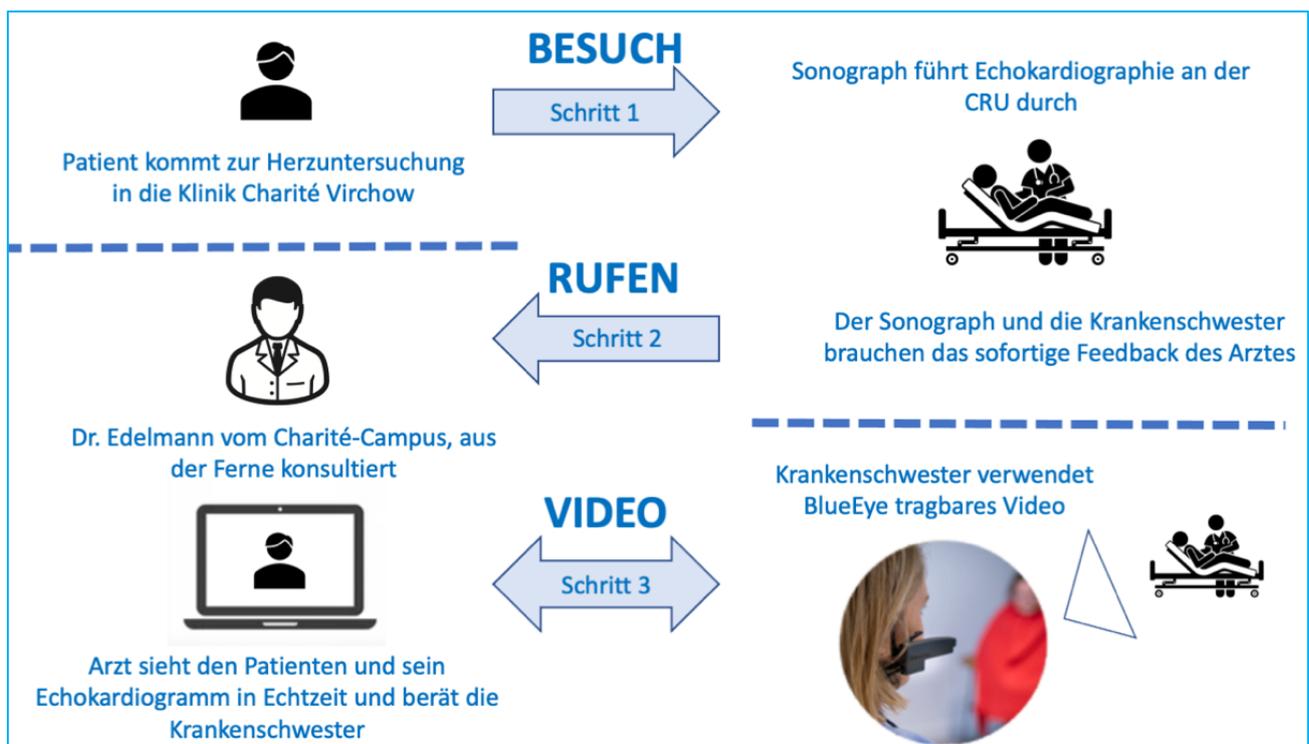


Abbildung 3: Standardarbeitsanweisung für die kardiologische Beurteilung mit Video

BlueEye Klassenzimmer mit ortsferner Video Echokardiogramm Beratung

Die untenstehende Tabelle 1 beschreibt die Standardarbeitsanweisung der Echokardiogramm-Konsultation mit und ohne BlueEye-Video

	Kein Video	Mit Video
Situation	Die Unterstützung von Beratern ist aufgrund des Standorts auf dem Krankenhauscampus eine Herausforderung. Vor der COVID-19-Pandemie sehen Sie 5 bis 7 Patienten täglich. Der Berater kam einmal am Tag.	Der Beratersupport kann aufgrund von Remote-Video sofort erfolgen

	Speichern Sie die Bilder im SAP-Patientenaktensystem des Krankenhauses (Arztnotizen, Patientenakten)	
Aufgabe	Echokardiogramm-Beratungsunterstützung	Fernunterstützung bei der Echokardiogramm-Beratung
Aktion	Rufen Sie Prof. Dr. Edelman an, wenn ein Problem vermutet wird (ca. einmal täglich). Der Berater kommt einmal täglich vorbei, um komplizierte Echokardiogramm-Ergebnisse und Patienten zu sehen. Der Berater erhält vollständige kontextbezogene Informationen über den Patienten, einschließlich des Dialogs darüber, wie sich der Patient fühlt, der Vorgeschichte des Patienten und des aktuellen Echokardiogramms.	Rufen Sie Prof. Dr. Edelman an, wenn ein Problem vermutet wird. Der Berater kann den Patienten aus der Ferne sehen, ohne zu reisen. Remote-Berater können Patienten- und Echokardiogramme mithilfe von BlueEye-Videos austauschen und sehen und auf Patientenakten aus der Ferne auf SAP zugreifen.
Befund	Der Berater verbringt viel Zeit auf Reisen, um täglich Beratungsunterstützung zu geben. Mögliche Verzögerung bei der Behandlung und Nachsorge des Patienten, z. B. Patienten auf die Station schicken, neue Medikamente beginnen, in die Notaufnahme schicken, weitere Diagnose.	Schnellere Patientenversorgung/-behandlung. Optimale Nutzung der Remote-Beraterzeit. Keine Notwendigkeit zu reisen.

Tabelle 1: BlueEye Remote-Video Echokardiogramm SOP Schritte

6.1 Standardarbeitsanweisung für das Echokardiogramm-Training

Für das Echokardiogrammtraining wird ein Echokardiogramm von einem qualifizierten medizinischen Fachpersonal durchgeführt. Die Teilnehmenden sind im Raum neben der Maschine und stellen Fragen. Mit Video können die Teilnehmenden aus der Ferne lernen. Dies ist in Bild 4 unten zusammengefasst.

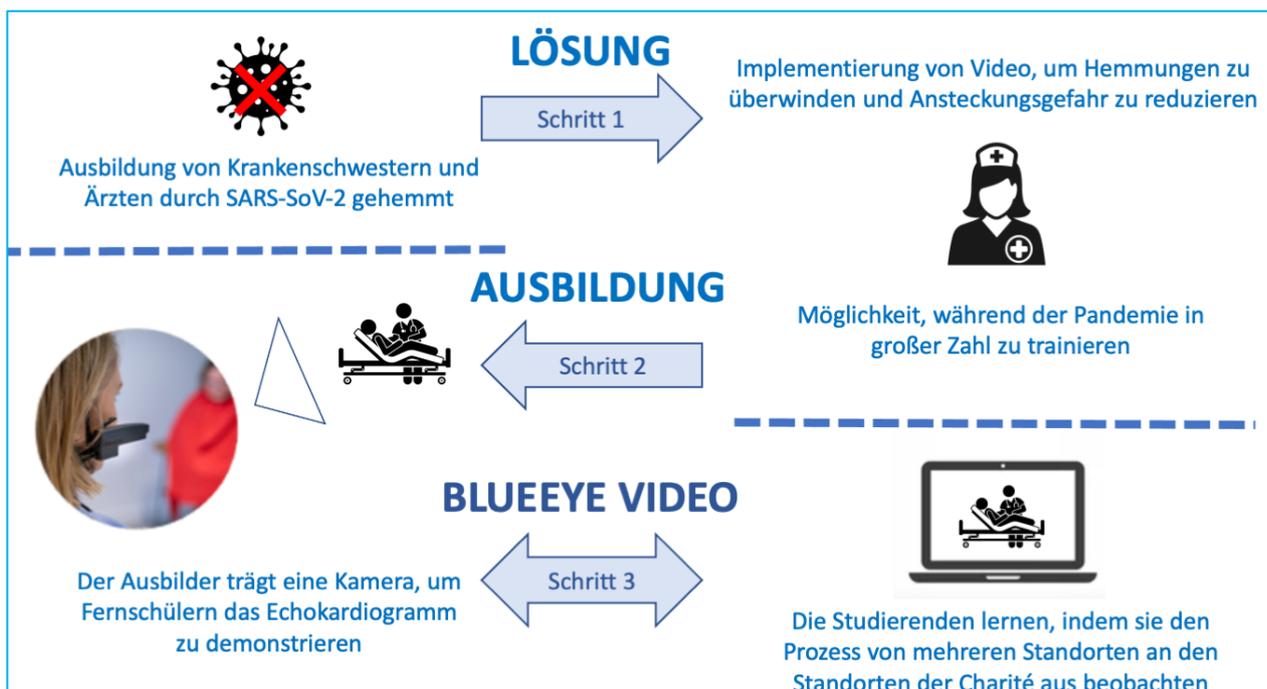


Abbildung 4 Echokardiogrammtraining Standardarbeitsablauf mit Video

	Aktuelles Verfahren	Neues Verfahren mit Video
Situation	Training wurde durch die COVID-19-Pandemie gehemmt	Hinzufügen von Videos zum Trainingsprozess, um das Ansteckungsrisiko zu reduzieren
Aufgabe	Training in begrenzter Anzahl an verschiedenen Standorten	Training größerer Teilnehmerzahlen gleichzeitig
Aktion	<ol style="list-style-type: none"> 1. Schauspieler als Patient 2. Experte als Lehrer für Ultraschall demonstriert den Teilnehmern das Echokardiogramm 3. Die Teilnehmenden lernen, indem sie den Prozess im selben Raum beobachten 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Schauspieler als Patient 2. Der Experte als Lehrer trägt eine Videokamera und das Video wird an ortsferne Teilnehmenden gesendet, um das Echokardiogramm zu demonstrieren 3. Die Teilnehmenden lernen, indem sie den Prozess von mehreren Standorten in den Kliniken der Charité aus beobachten
Befund	Geringes Volumen (reduziert von 5 bis 10 Teilnehmenden auf 1 bis 2 Teilnehmenden während der Pandemie). Zusätzliche Schulungen erforderlich Rückstand in der Ausbildung.	Höheres Volumen. Weniger Trainings erforderlich. Kein Rückstand bei der Ausbildung.

Tabelle 2: BlueEye Klassenzimmer Remote-SchulungSoftware-Herausforderungen

6.2 Herausforderungen mit der Software

Wie bei den meisten Pilotprojekten gibt es Hürden und Hindernisse, die man überwinden muss, um das Projekt abzuschließen und beim Health 5G-Pilotprojekt war dies keine Ausnahme. Während des Projekts stießen wir auf die folgenden softwarebezogenen Herausforderungen.

Logins und Ausrüstung

Die Mitarbeiter hatten manchmal Schwierigkeiten, genau zu wissen, welches Login für welche Aufgabe ausgeführt werden sollte. Neben dem Problem zu wissen, welches Gerät beim Versenden einer Einladung zu einer Schulung zu verwenden ist, erfuhren die Mitarbeiter, dass sie vor dem Versenden der Einladung einen Laptop mit Video- und Audiofunktionen verwenden mussten.

RedZinc hat dies durch die Implementierung einer neuen Funktion behoben, mit der Benutzer-E-Mail-Adressen zum Erstellen von Klassenzimmer- und Freisprech-Anmelde-IDs verwendet werden können. Dies wird dazu beitragen, jegliche Login-Verwirrung zu beseitigen. Für die Geräteverwendung können Benutzer jetzt den

Gerätenamen in der App ändern, um festzustellen, welches Gerät für den BlueEye-Unterricht verwendet werden soll. Um zu sehen, ob ein Laptop über Video- und Audiofunktionen verfügt, schlug RedZinc vor, einen Testanruf auf dem Laptop-Servicedesk durchzuführen, bevor er für Schulungssitzungen verwendet wird. Es ist immer wichtig, vor dem eigentlichen Aufruf einen Testaufruf durchzuführen.

Software-Upgrades

Ein weiteres technologisches Problem war, dass die Upgrades nicht automatisch installiert wurden. Zum Zeitpunkt der Sitzung, als ein Schulungsleiter versuchte, sich anzumelden, forderte das System ihn auf, die App zu aktualisieren. Dies führte zu Verzögerungen. Eine hilfreiche automatische Aktualisierung oder Benachrichtigung könnte in einem solchen Szenario nützlich sein.

Um dies zu beheben, hat RedZinc automatische Updates der BlueEye-App zur Produkt-Roadmap hinzugefügt.

6.3 Herausforderungen im 5G-Netz

5G-Netzdienst

Ein weiteres Problem, das während des Projekts auftrat, war die Nichtverfügbarkeit von 5G-Diensten mit SIM-Karten. Wenn sie in einem großen Krankenhaus arbeiten, kann es Einschränkungen für den Kauf einer bestimmten SIM-Karte von einem Netzbetreiber geben, der über die 5G-Fähigkeit verfügt. Um sich fortzubewegen, lieh sich diese Charité eine SIM-Karte von der TU Berlin aus, um den Qualitätsunterschied zu sehen. Später wurde auf dem Campus Wi-Fi verwendet. Die Charité konnte aufgrund zahlreicher Firewalls und Datenschutzmaßnahmen keine 5G-SIM-Karte von einem Anbieter erwerben, den der Universitätscampus erkennt.

Krankenhäuser sollten in der Lage sein, 5G für eine schnellere Übertragung von Video und Ton zu empfangen, so dass Studenten und Ärzte sofort ein klares Bild und eine gute Tonqualität erhalten oder noch Framings erhalten. Die Qualität des Videos ist sehr wichtig, besonders während des Echokardiographie-Unterrichts. Die Ärzte müssen in der Lage sein, das Bild zu analysieren und den Studierenden beibringen, was sie sehen, und die Position des Ultraschallgeräts muss geändert werden, um verschiedene Teile des Herzens aus bestimmten Winkeln zu sehen.

6.4 Hardware-Herausforderungen

Ergonomie

Ein Schlüsselaspekt der tragbaren Kamera ist der Komfort beim Tragen, die erste Version der BlueEye-Kamera war unbequem. Sie war steif und der Träger fühlte sich unwohl, insbesondere wenn er sie über einen längeren Zeitraum trug. RedZinc lieferte später ein neues Kopfstück, das sehr bequem und einfach zu tragen ist. Das Stirnband ist

flexibel, kann über lange Zeit getragen werden und passt zu jeglichen Kopfformen.

RedZinc hat ein neues Design der Kamerahalterung mit einer verstellbaren elastischen Stirnbandhalterung eingeführt.

Kameraobjektivwinkel

Die Bildqualität der Kamera ist gut, aber in einigen Fällen ist eine bessere Auflösung erforderlich, z. B. für die direkte Visualisierung spezifischer Messungen, die für die Echokardiographie erforderlich sind. Eine Zoomfunktion wäre in einem solchen Szenario sinnvoll.

RedZinc hat die Zoom-Funktion in der Produkt-Roadmap hinzugefügt.

6.5 Erfolgsfaktoren und User Experience

Erfolgsfaktoren

Ziel des Pilotprojekts war es, zu testen, ob mobiles Video die medizinische Ausbildung verbessern und die in der Herzabteilung notwendige Konsultationszeit verkürzen kann. Es wurde festgestellt, dass die **Technologie ein nützliches Werkzeug für war, insbesondere wenn große Gruppen nicht untergebracht werden konnten. Es verbesserte die Fähigkeit des Beraters, beratende Unterstützung zu leisten, auch wenn er weit von der Abteilung entfernt ist. Es war auch nützlich für ein Echtzeit-Feedback vom Berater während eines Echokardiogramms.**

Dies zeigt, dass die Trainingseinheiten mit Video und die Anzahl der mit Video zu schulenden Studenten zugenommen haben. Es gab eine Verkürzung der Zeit für Prof. Dr. Edelmann bei der Anreise in die Klinik und eine Zeitverkürzung für die Patientenversorgung durch den Einsatz von Video.

Die folgende Tabelle 3 zeigt die Metriken, die ohne Video und mit Video notiert wurden.

Metrik	Ohne Video	Mit Video
Anzahl der durchgeführten Trainingseinheiten pro Woche	1/Woche	3/Woche
Anzahl der Teilnehmenden, die mit/ohne Video geschult werden	1-2 Teilnehmende	5-6 Teilnehmende
Zeitersparnis für Prof. Dr. Edelmann bei der Anreise	0	25- 30 Minuten / Beratung
Zeitersparnis für die Patientenversorgung	0	25- 30 Minuten / Beratung

Tabelle 3: Metriken, die die medizinische Ausbildung mit und ohne Video vergleichen

Benutzererfahrung

Eine Reihe von Fragebögen wurde ausgefüllt, um Feedback zur Videotechnologie zu erhalten. Diese Fragebögen hatten mit der Benutzerfreundlichkeit und dem Komfort der BlueEye-Technologie zu tun und lassen sich wie folgt zusammenfassen (Tabelle 4):

Funktionen	Teilnehmenden befürworteten	Verbesserungsvorschlag	Lösung/Ergebnis
Kamera	Gut, um die Größe anzupassen	Komfortablere Montage am Kopf	Neugestaltung der Kopfmontage – Stirnbandkamera jetzt verfügbar
		Zoom-Option	In der Produkt-Roadmap
		Unterschiedliches Objektiv für Nahaufnahmen	Schmalwinkel- und Weitwinkelobjektivoptionen jetzt verfügbar
Smartphone	Gut, zum Anklipsen	Verbesserung von Audio/Echo Längeres Kabel	Audio-Umschalter zwischen Smartphone-Lautsprecher und Kopfhörer verfügbar
BlueEye App	Snapshot-Funktion nützlich	Automatische Updates	In der Produkt-Roadmap
BlueEye Servicedesk	Gut zu verwenden	Individualisierung	In der Produkt-Roadmap

Tabelle 4: Vorschläge zur Verbesserung der tragbaren BlueEye-Videolösung

Im Allgemeinen erwies sich der Einsatz von Video in der Fernausbildung und -beratung in der Herzabteilung als vorteilhaft. Insgesamt wurde der Rückstand bei der Ausbildung reduziert, da die Schulungen mit Fernschulungen erneut geplant werden konnten. Manchmal waren während COVID-19 keine Trainingseinheiten erlaubt und dies änderte sich mit dem Einsatz von mobilem Video.

Krankenhäuser, die tragbare Videos verwenden, um Echtzeit-Videos von einem klinischen Szenario an einen medizinischen Remote-Experten zur Unterstützung zu senden, können viele Vorteile bieten, wie z. B.:

- Beschleunigung der Behandlung und das Lernen durch sofortige Fernunterstützung durch einen Experten
- Verbesserung der Patientenergebnisse
- Eliminierung des Ansteckungsrisikos
- Verbesserung der betrieblichen Effizienz
- Remoteschulung ermöglichen
- Ermöglichen Sie die Videoübertragung aus verschiedenen Blickwinkeln, ohne den Blickwinkel des Trägers zu beeinträchtigen
- Vermeiden Sie unnötige Reisekosten- und Zeiteinsparungen
- Beseitigung geografischer Barrieren bei der Unterstützung durch medizinische Experten

7 SCHLUSSFOLGERUNG

Der Einsatz von mobilem Video für Bildung und Beratung erwies sich als vorteilhaft, um die Anzahl der **Schulungen und die Anzahl der zu schulenden** Studenten zu erhöhen. Video gab auch die Möglichkeit, **Fernunterstützung** von einem Kollegen während der Ultraschall-Echokardiographie-Untersuchung zu erhalten, um **eine schnellere Entscheidungsfindung** zu unterstützen. Mobiles Video kann Remote-Support und Echtzeit-Feedback bieten und letztendlich die Patientenbehandlung verbessern und Kosten für das Krankenhaus sparen. Es gab die Möglichkeit, Studierende aus der Ferne zum Sachgebiet Sonografie zu trainieren. Dieses Ferntraining war zu dieser Zeit aufgrund des COVID-19-Ansteckungsrisikos notwendig, kann aber unter anderen Umständen eingesetzt werden, in denen Studierende oder Ausbilder voneinander entfernt sind.

Ein tragbares Video bietet viele Anwendungsmöglichkeiten im Krankenhaus, außerhalb des Krankenhauses, wie in Notfallsituationen oder virtuelle Visiten, sowie allgemein in der Aufklärung und Beratung.

Ein integrierter mobiler Videodienst wird dazu beitragen, den Zugang zur Gesundheitsversorgung zu verbessern, die Qualität der Gesundheitsversorgung zu erhöhen und die Kosten der Gesundheitsversorgung zu senken, während er gleichzeitig eine einfach zu bedienende Lösung für medizinisches Fachpersonal bietet.