



Telemedizin

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff

Vorlesung an der Charité - Universitätsmedizin Berlin

Überblick Telemedizin

- Einführung
- Definition
- Gesetzliche Grundlagen
- Zielsetzungen
- Technische Anforderungen
- Anwendungsfelder
- Vorteile und Probleme
- Ausblick und Zusammenfassung

2

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Inhalt und Ziele der Veranstaltung

Wenn Sie diese Vorlesung absolviert haben, dann werden Sie:


- verstanden haben, welche technischen Anforderungen an die Telemedizin gestellt werden,
- die Telemedizin als interdisziplinäre Schnittstelle wahrnehmen,
- die verschiedenen Anwendungsfelder der Telemedizin kennen,
- die Vorteile und Probleme der Telemedizin erklären können.

3

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Einführung

- Steigender Bedarf an Grundbetreuung, Gemeinschaftsbetreuung und häuslicher Betreuung
- Demographische Entwicklung führt zum Anstieg chronisch Kranker
- Notwendigkeit der Fernbetreuung von Patienten
- Verteilung von medizinischer Arbeit



4

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Definition: Telemedizin

- **Definition *Telemedizin*:** Erbringung von **Gesundheitsdienstleistungen** durch Berufstätige im Gesundheitswesen unter Verwendung von **Informations- und Kommunikationstechnologien** für:
 - Gesundheitsförderung
 - Krankenversorgung
 - Ausbildung
 - Management
 - Forschung

5

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Zielsetzungen der Telemedizin

Move the information, not the patient

- ***Ortsunabhängige Versorgungsqualität***
Medizinische Versorgung auch in strukturschwachen Regionen in höchster Qualität
- ***Verbesserte Patientendatenverfügbarkeit***
Verbesserung der Qualität medizinischer Entscheidungen durch existierende Informationen
- ***Qualitativ bessere medizinische Dienstleistungen***
Patienten sollten mehr Informationen und bessere Dienstleistung bekommen

6

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Zielsetzung der Telemedizin

7

- **Effizientere Erbringung med. Dienstleistungen**
Reduktion unnötiger Verwaltungsarbeit, wie Mehrfachdatenerfassung & Aufgabenverteilung auf verschiedene Institutionen und Mitarbeiter
- **Sicherheit und Vertraulichkeit**
Berücksichtigung der Sicherheit und Vertraulichkeit gegenüber Patienten
- **Leichter Zugriff auf medizinisches Wissen**
Präventive Gesundheitsinformationen für Patienten

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Bereiche telemedizinischer Anwendungen

8

- Patientenversorgung
- Ausbildung (Lehre)
- Medizinische Forschung
- Gesundheitsmanagement

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Gesetzliche Grundlagen

9

- Gesundheitsmodernisierungsgesetz (2003):
- Elektronische Gesundheitskarte (für alle Bundesbürger) ab 1.1.2006
 - Mikroprozessorkarte
 - Authentifizierung (elektronische Identitätsprüfung)
 - Verschlüsselung und elektronische Signatur
 - Daten zu Untersuchungen, Arzneimittelverordnungen, Impfungen & Notfalldaten
 - Patient entscheidet selbst, ob er alle Funktionalitäten nutzen will

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Gesetzliche Grundlagen

10

- Elektronischer Heilberufsausweis (HPC, Health Professional Card)
 - Standardisierungsvorschlag patientenbezogener Daten:
 - Aufbau
 - Verschlüsselung & Entschlüsselung
 - Versand, Empfang, Weiterleitung und Beantwortung

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Gesetzliche Grundlagen

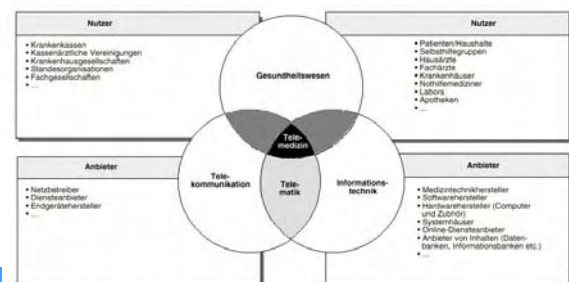
11

- Elektronischer Heilberufsausweis (HPC, Health Professional Card)
 - Elemente:
 - Authentifizierung der Kommunikationspartner mittels HPC (Health Professional Card)
 - Transportverschlüsselung und digitale Unterschrift mit Integritätsbeweis

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Telemedizin als Schnittstelle

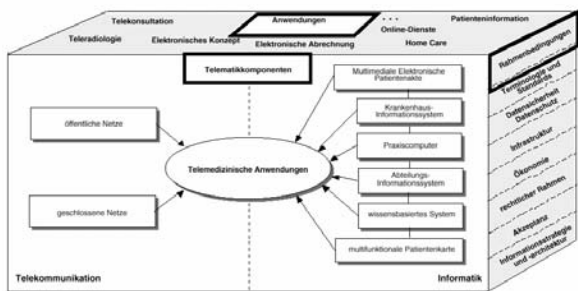
12



Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Telematik & Telemedizin

13



Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Geschichte der Telemedizin

14

- **60er – 70er Jahre**
 - Analoge Videoübertragung
 - Synchron
 - Spezialisierte Systeme
 - Punkt-zu-Punkt
- **80er**
 - Digitale Videokonferenzsysteme
- **90er – jetzt**
 - PC-basierte Systeme
 - Strukturierter Datenaustausch
 - Punkt-zu-Mehrpunkt, asynchrone Kommunikation
 - Telepräsenz

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Telemedizin-Programme

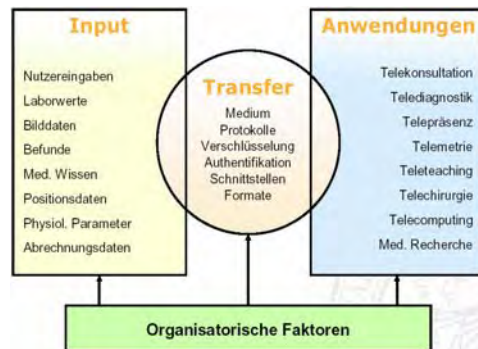
15

- **1989-90 - AIM Erkundungsphase**
Advanced Informatics in Medicine (AIM)
(42 Europäische Projekte - 20 Mill. €)
- **1994-1998: IV. Rahmenprogramm:**
"Telematics applications", 898 Mill. €
- **1999-2002: V. Rahmenprogramm:**
Gegenwärtig untersucht die Kommission die Gesamtstruktur und spezifische Programme

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Technische Anforderungen: Transfer

16



Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Technische Anforderungen: Medizinische Datenmengen

17

Bildgebendes Verfahren	Bildauflösung	MultBild	Bilder/Untersuchung	Mult/Untersuchung	Nutzeranforderungen
Förötgen (Brust)	2.048x2.400x12	98,98	1-2	88,47	<ul style="list-style-type: none"> • originale Bildauflösung • gleichzeitige Betrachtung mehrerer Bilder auf einem Bildschirm • multimediale Kommunikation (Video, Standbild, Text, Audio) • Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindungen • akzeptable Wartezeit / Übertragungszeit
CT	512x512x16	4,19	2-5	44,04	
DSA	512x512x16	2,62	10-30	39,32	
MRI	256x256x8	0,52	10-50	15,73	
Ultraschall	512x512x8	2,10	10-50	62,91	
Nuklearmedizin	128x128x8	0,13	10-50	3,93	
Thermographie	256x256x8	0,52	5-10	3,93	

Quelle: Roland Berger & Partner

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Technische Anforderungen

18

- Kommunikation ist Prozess des Informationsaustauschs
- Kommunikation kann sein:
 - Broadcast Kommunikation (1:N)
 - Punkt zu Punkt Kommunikation (1:1)
 - Analoge oder digitale Kommunikation
- Netzwerk-Kommunikation:
 - LAN's: Local area networks
 - WAN's: Wide area networks
 - Mobile Kommunikation
 - Satellitenkommunikation

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Verfügbare Bandbreiten

19

- Modem 56 kBit/s
- ISDN 128 kBit/s
- ADSL 0,8 –8 MBit/s
- Bluetooth 1 MBit/s
- UMTS 2 MBit/s
- Ethernet 10 MBit/s
- WLAN 11 - 54 MBit/s
- Fast Ethernet 100 MBit/s
- WDDM 2 Terabit/s

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik CHARITÉ CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Übertragungszeiten

20

Größe	Technik	Geschwindigkeit	Dauer
CT-Bild (512 kB)	Modem	~5 kB/s	100 s
	ISDN	(~12 kB/s)	42 s
	Ethernet	~1 MB/s	0.5 s
	Fast Ethernet	~10 MB/s	0.05 s

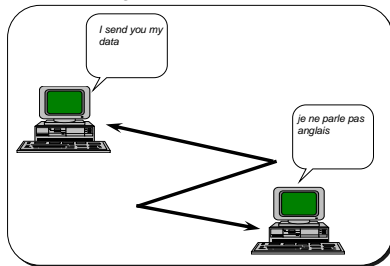
- Übertragung in vertretbarer Qualität nur im Ethernet Bandbreite sparen ->
- Kompression:
 - Verlustbehaftete (JPEG)
 - Unverlustbehaftete (Laufängenkodierung)

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik CHARITÉ CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Daten-Kommunikation

21

- Kommunikation zwischen PC's benötigt formale Standardisierung z.B. durch TCP/IP



Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik CHARITÉ CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Krankenversicherungskarte

22

- **Technik:**
 - Chipkarte mit strukturiertem Minimaldatensatz
 - Patientenidentifikation
- **Ablauf:**
 - Einführung 1995
 - Übertragung von Abrechnungsdaten an die Kostenträger
- **Nachteile:**
 - Potential des Mediums bei weitem nicht ausgenutzt
 - nicht fälschungssicher

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik CHARITÉ CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Häusliche Betreuung

23

- **Konzept:**
Telemedizin-Dienstleistungen, die Patienten zu Hause oder in einer Nicht-Krankenhaus-umgebung gewährt werden
- **Telemedizin-Dienstleistungen:**
Fernüberwachung und Fernbetreuung
- **Anwendungsbeispiele:**
Fernalarne und Fernbetreuung von Diabetikern

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik CHARITÉ CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Telemonitoring

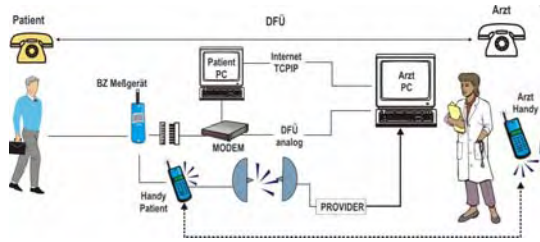
24

- **Ziel:**
 - Optimierung der Anzahl von Krankenhausvisiten
 - Verbesserung der Qualität und Quantität der Patientenüberwachungsdaten
- Einrichtung eines "geführten Überwachungsprozesses" durch Arzt-Patient-Interaktion
- Bereitstellung automatisierter Entscheidungshilfen zur Datenanalyse und -interpretation
- Problem der Evaluation der Fernbetreuung:
Patienten sind in einer nicht kontrollierten Umgebung

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik CHARITÉ CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Beispiel: Diabeteszentrum

25



Beispiel: Diabeteszentrum

1. Patienten kommen zur Aufnahmeuntersuchung / Einweisung in die Technik
2. Teilnehmer bekommen die notwendige Hardware (Modem, Software, etc.) geliehen
3. Übertragung der Selbstkontrollwerte (z.B. wöchentlich)
4. Neues Insulindosischema wird telefonisch erörtert

Patient bleibt in Betreuung des Hausarztes, nur die "Insulineinstellung" wird übernommen.

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Telekonsultation, Telepräsenz

26

- Bestätigung von Diagnosen durch „second opinion“ vom Spezialisten
- Vorstellung akuter Fälle durch Standardkrankenhäuser an Zentralkrankenhäusern
- Vermeidung unnötiger Patiententransporte und Fehlleitungen von Patienten
- Fernzugriff auf das Wissen oder die Erfahrung eines Spezialisten

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Teleradiologie

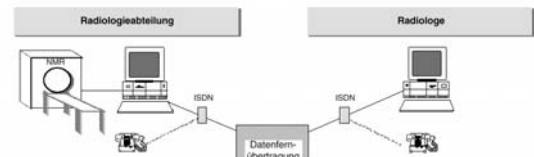
27

- **Definition:** Bereitstellung radiologischer Dienste für entfernte Orte und Fernübertragung radiologischer Bildmaterial
- Übermittlung von Röntgenbildern, CT-Bildern, US-Bildern, MRT-Bildern, Befunden
- Konsultationen:
 - Notfallkonsultation
 - Expertenkonsultation

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Teleradiologie - Schematisch

28



- 1 Mit einem abbildenden digitalen System werden Aufnahmen des Patienten erstellt
- 2 Die Daten werden zum Versenden vorbereitet (Verschlüsseln, Komprimieren, Passworteingabe)
- 3 Beim Experten wird die Datenübertragung angemeldet und die Daten versendet
- 4 Der Radiologe begutachtet die in seinem Rechner angekommenen und auf dem Bildschirm dargestellten Aufnahmen und stellt (in Kommunikation mit dem Absender) seine Diagnose
- 5 Eventuell sind mathematische Operationen in der Bilddatei möglich (z. B. Zoom, Ausschnitte)

Quelle: Roland Berger & Partner

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Vorteile der Teleradiologie

29

- Austausch von Bildmaterial für wissenschaftliche Kooperationen
- Zugriff auf Bildmaterial bei Notfallpatienten
- Zugriff und Austausch von Bilddaten in ländlichen Gebieten
- Bilddatentransfer vom Allgemeinmediziner zum Spezialisten und umgekehrt
- Vermeidung Mehrfachuntersuchungen: Reduktion gesundheitlicher Belastungen und Transportkosten

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine)

30

- **Standard** für Speicherung und Austausch medizinischer Bilddaten
- **Geschichte:**
 - 1985 von ACR und NEMA entwickelt
 - 1992 Umbenennung zu DICOM
 - ständige Weiterentwicklung
- Dateiformat mit Header- und Bilddaten
- **Netzwerkprotokoll** mit Dateiübertragung
- Befundungsfunktionen

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Teleradiologie Krefeld/Dinslaken

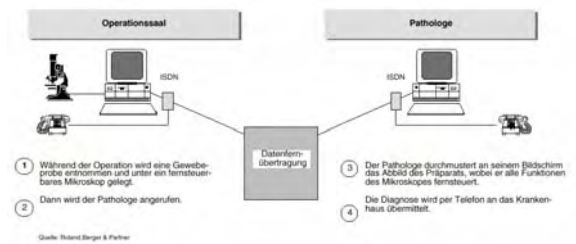
37

- **St. Vincenz Krankenhaus Dinslaken**
 - Regelkrankenhaus
- **Klinikum Krefeld**
 - Großklinikum mit breitem Spektrum an Spezialkliniken
- **Technik:**
 - CHILI-Teleradiologiesystem
 - 6 gebündelte ISDN-Kanäle
 - Anbindung an RIS/PACS in Krefeld
- **Ablauf:**
 - CT in Dinslaken
 - Untersuchungen in Absprache mit Krefeld
 - Automatische Übertragung, asynchrone Befundung
 - Spezialistenkonsultation in Krefeld

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Telepathologie

38



Quelle: Roland Berger & Partner

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Telepathologie Charité (Dietel & Hufnagl)

39

- Telepathologie: ATM-basierte Audio-/Video-Übertragung
- Verbindung der Pathologie: Campus Mitte, Virchow, Schnellschnittlabor im OP-Trakt Mitte, Onkologische Chirurgie in Buch

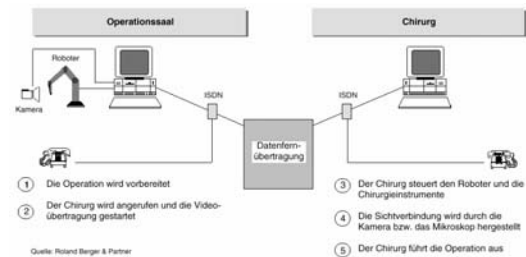


Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Telechirurgie

40

- **Definition:** Operationsdurchführung durch ferngesteuerte Roboter



Quelle: Roland Berger & Partner

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Teleteaching und eLearning

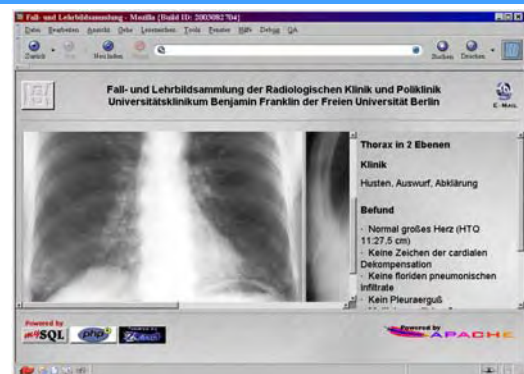
41

- **Teleausbildung im Gesundheitswesen:**
 - Dynamischer Prozess (Wissenszuwachs)
 - Adaption der angebotenen Information in Abhängigkeit des Vorwissens und der Vorkenntnisse des Lernenden
 - Verbesserte Gesundheitsförderung für Verbraucher und Gesundheitsberufstätige

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Beispiel: Teaching-File-Server

42



Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Telemedizin in der Luftfahrt

43

- Pilotprojekt zwischen Lufthansa und Charité
- Vermeidung von Ausweichlandungen
- Breitband-Internetübertragung an Bord
- Übertragung der Daten an Arzt am Boden
 - Patient mit Internetkamera in Augenschein nehmen
 - per Ferndiagnose Behandlungsempfehlungen oder Anordnung einer Ausweichlandung
- Überwachung der physiologischen Funktionen
 - Z.B. EKG, Blutdruck
- seit 17. Mai 2004 auf Strecke München-Los Angeles



Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Probleme: Technische Aspekte

44

- Fehlende Infrastruktur
 - Vernetzung
 - Bandbreitenbedarf (bottle-neck)
- Mangelnde Stabilität
 - Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit
 - Latenzzeiten
- Mangelnde Interoperabilität
 - Fehlende Standards
 - Proprietäre Systeme

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Probleme: Rechtliche Aspekte

45

- Indikationsstellung, Methodenfestlegung und Anordnungs-kompetenz
- Persönliche Leistungserbringung & Copyright
- Haftung
 - Wer trägt Verantwortung bei Befund?
- Datenschutz
 - Fremdzugriff

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Probleme: Organisatorische Aspekte

46

- Modifikation der klinischen Routine durch neue Dienste
- Erhöhung der Arbeitsbelastung in der ersten Stufe der Implementierung
- Annahme des Systems durch die Mitarbeiter

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Vorteile: Telemedizin

47

- Verbesserung von Diagnosen und Therapien durch interdisziplinären Austausch
- Kostenreduktion
- Wegekosten- und Zeitaufwandsreduktion
- Synergieeffekte durch kooperative Beziehungen
- Vermeidung unnötiger Untersuchungen durch verbesserte Diagnoseplanung
- Verkürzung der Befund- und Liegezeit

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Ausblick

48

- Telemedizin im Notarztwesen
- Home-Monitoring
 - Dialyse
- Fernbefund im Nachtdienst



Prof. Dr. Thomas Tolxdorff - Medizinische Informatik | CHARITÉ | CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Zusammenfassung

49

- Telemedizin besitzt stark interdisziplinären Charakter
- verbesserte Patientenversorgung in strukturschwachen Regionen
- Kostenreduktion im Gesundheitswesen
- verbesserte Qualität von Diagnosen
- Effizienzsteigerung
- Telemedizin steht erst am Anfang der Entwicklung