



CHARITÉ CAMPUS BENJAMIN FRANKLIN

Institut für  
**Medizinische Informatik,  
Biometrie und Epidemiologie**

Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Thomas Tolxdorff

# Telemedizin

Prof. Dr. Thomas Tolxdorff

Vorlesung an der Charité - Universitätsmedizin Berlin

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

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.

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



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

## ***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

- ***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
- ***Leichterem Zugriff auf medizinisches Wissen***  
Präventive Gesundheitsinformationen für Patienten

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

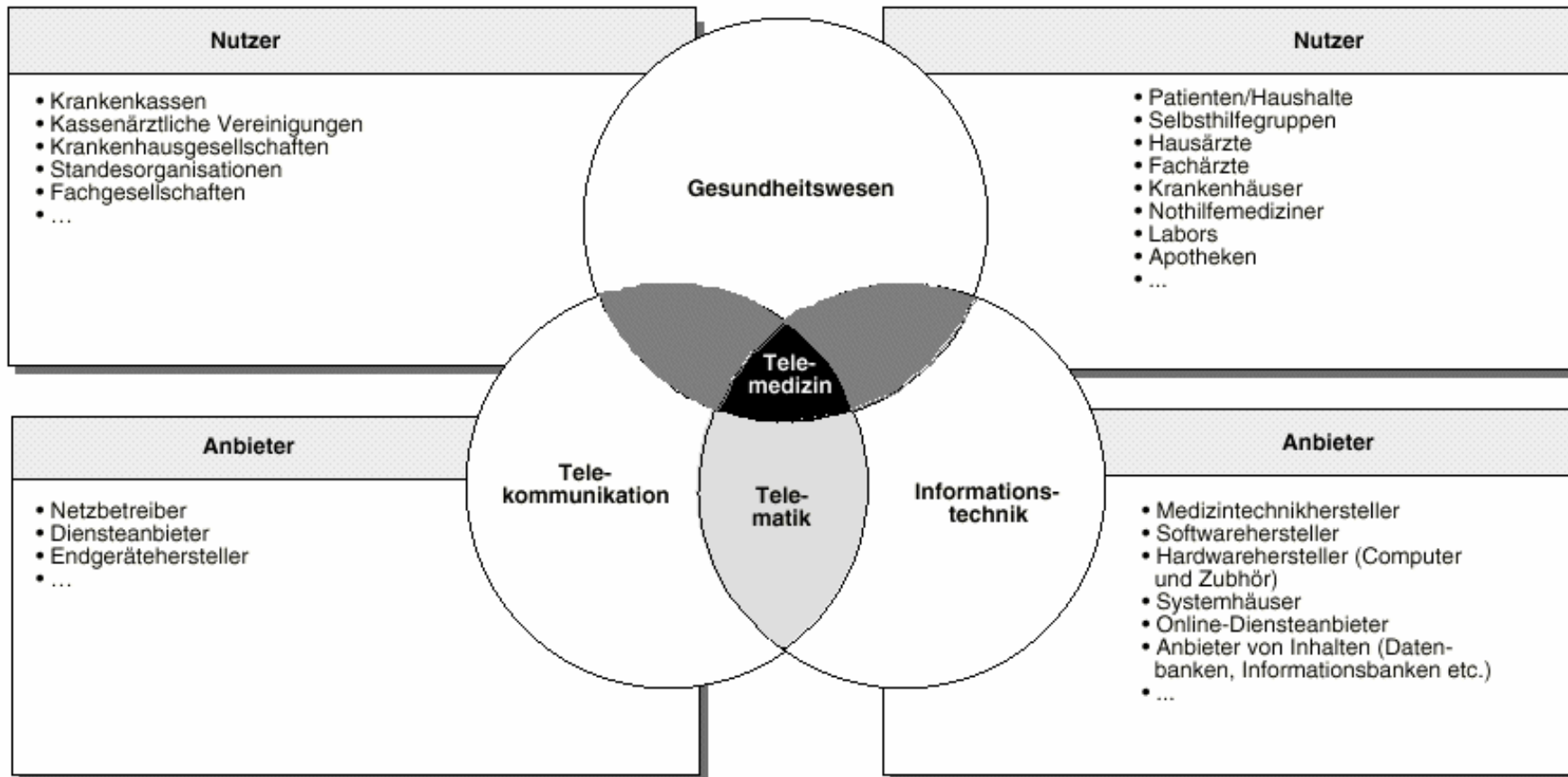
- Gesundheitsmodernisierungsgesetz (2003):
- Elektronische Gesundheitskarte (für alle Bundesbürger) ab 1.1.2006
  - Mikroprozessorkarte
  - Authentifizierung (elektronische Identitätsprüfung)
  - Verschlüsselung und elektronische Signatur
  - Daten zu Untersuchungen, Arzneimittelverordnungen, Impfungen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

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

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

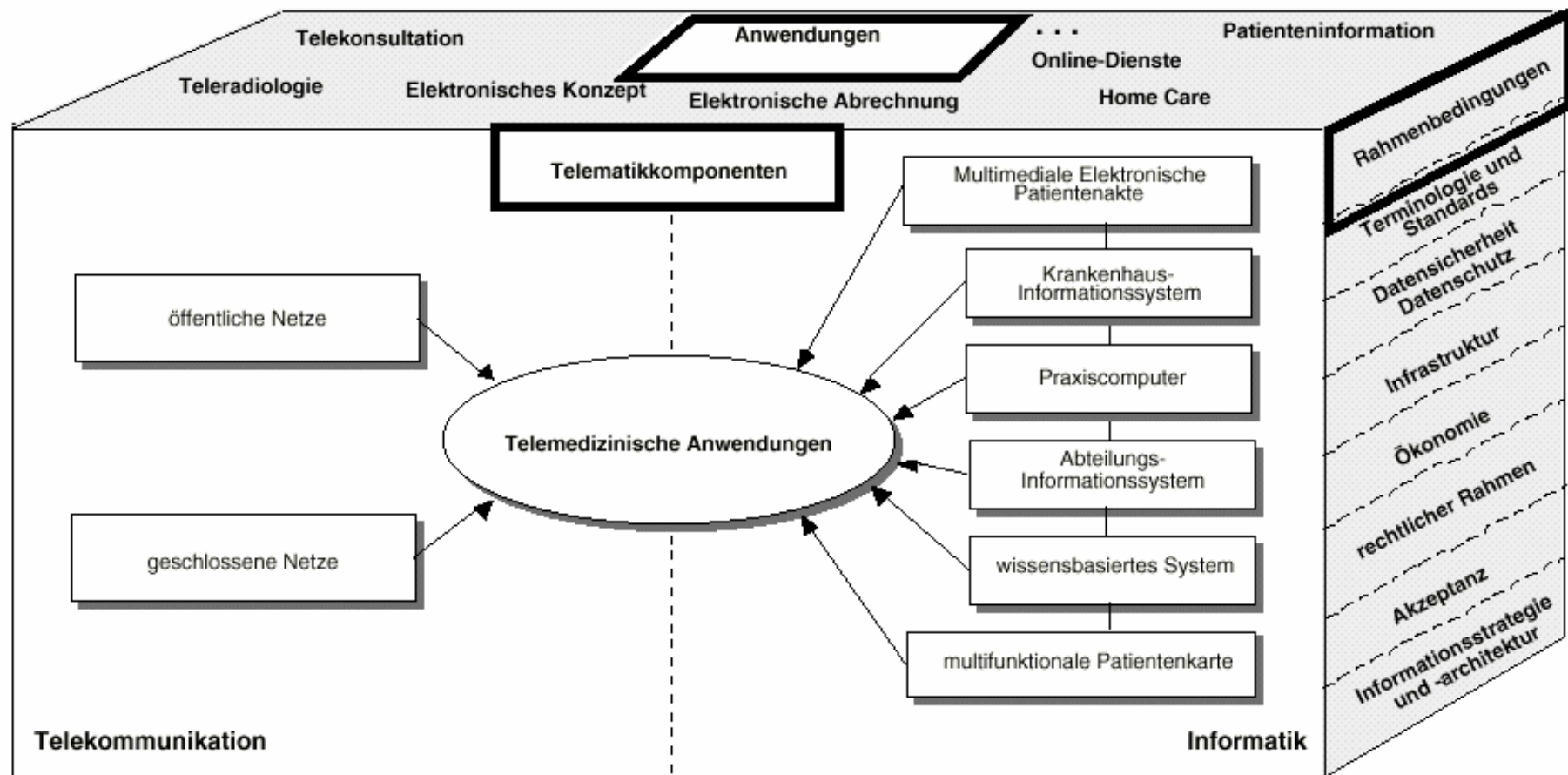
# Telemedizin als Schnittstelle

12



Quelle: Roland Berger & Partner

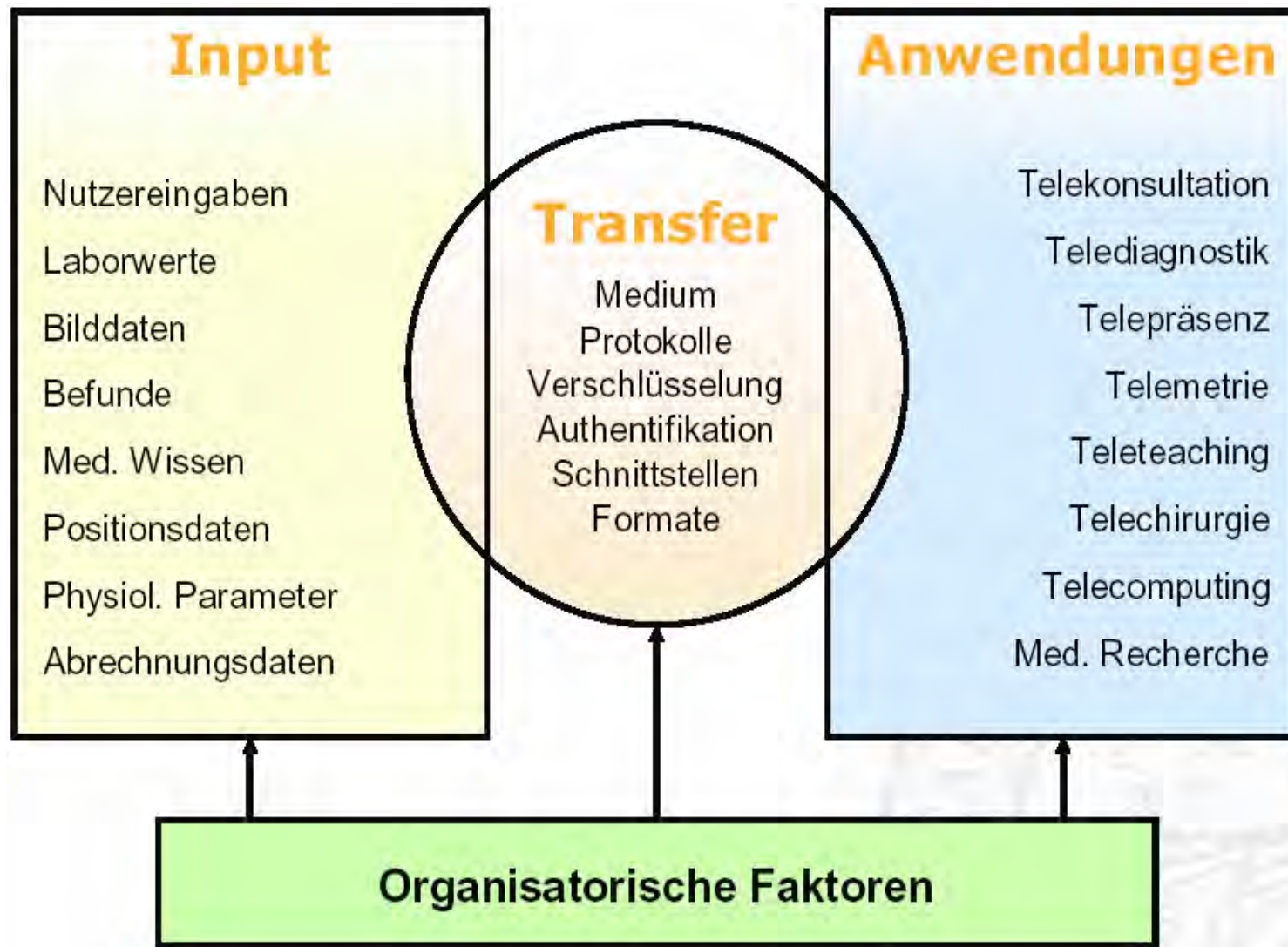
# Telematik & Telemedizin



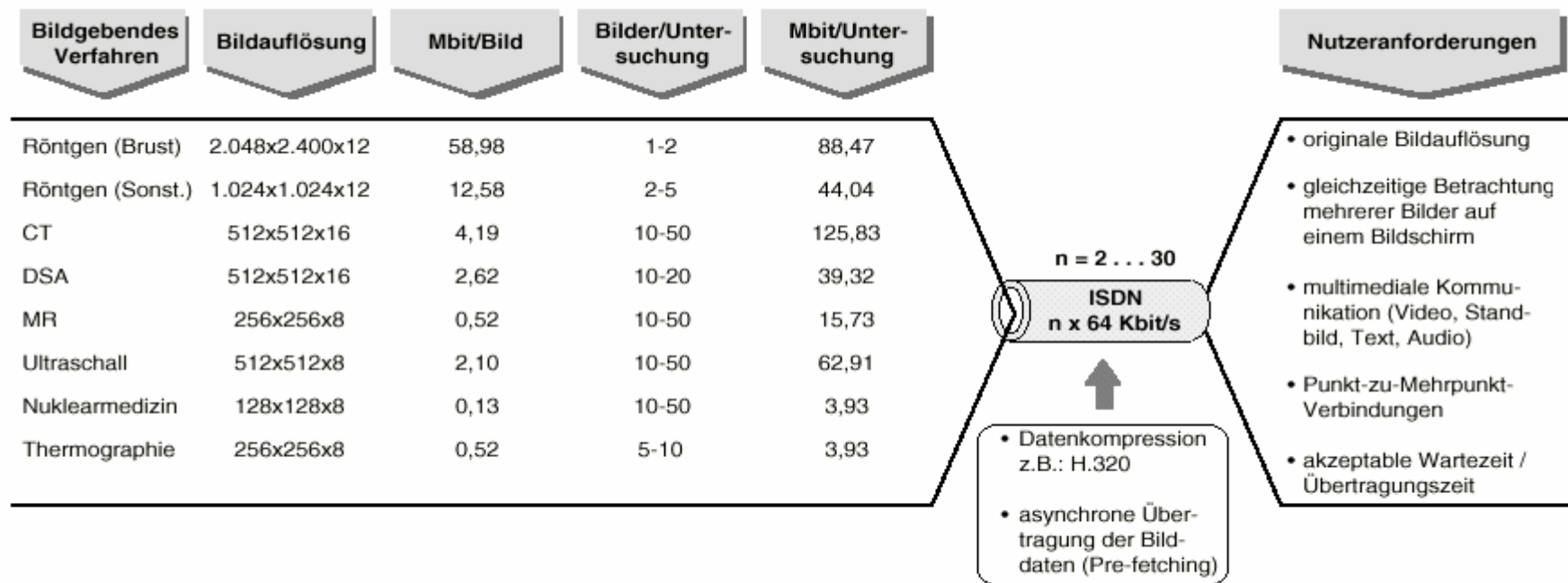
Quelle: Roland Berger & Partner

- **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

- **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



# Technische Anforderungen: Medizinische Datenmengen



Quelle: Roland Berger & Partner

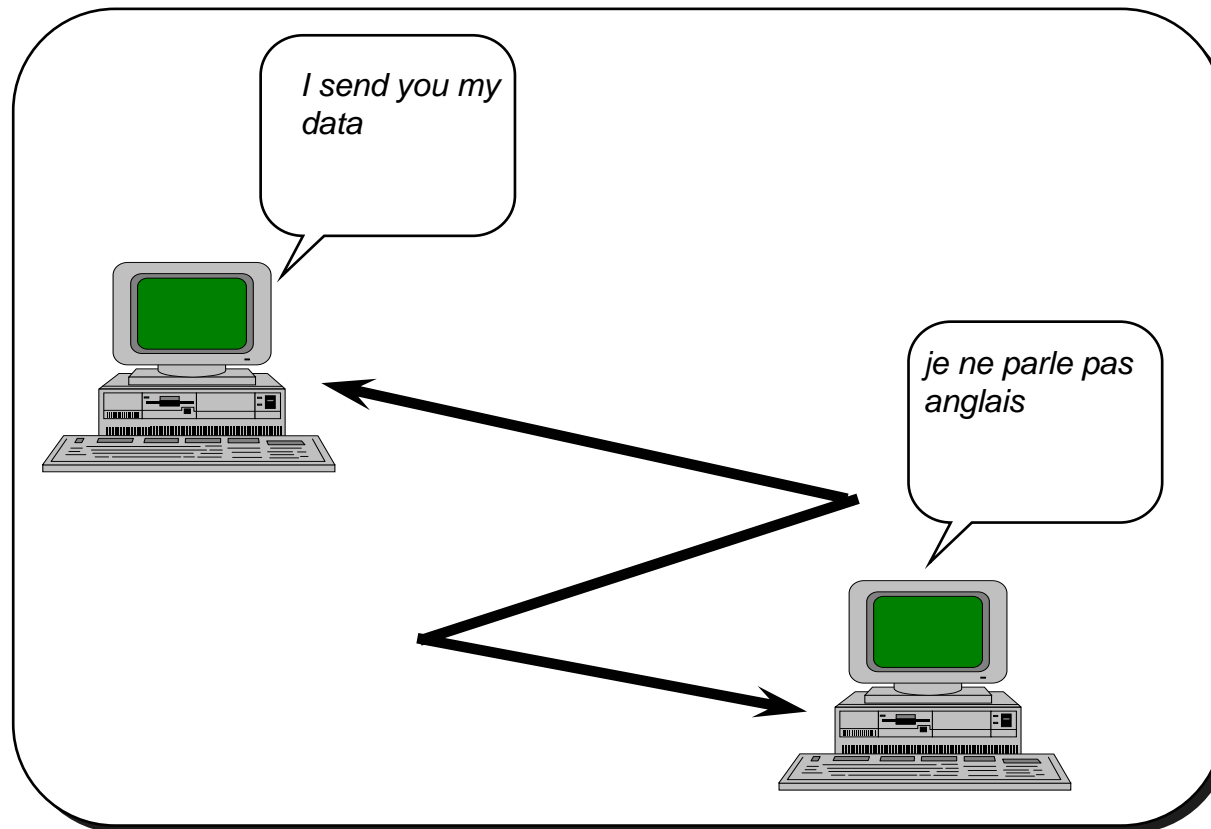
- Kommunikation ist Prozess des Informationsaustauschs
- Kommunikation kann sein:
  - Broadcast Kommunikation (1:N)
  - Punkt zu Punkt Kommunikation (1:1)
  - Analoge oder digitale Kommunikation
- Netzwerk-Kommunikation:
  - LAN's: Local area networks
  - WAN's: Wide area networks
  - Mobile Kommunikation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

- 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

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)

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



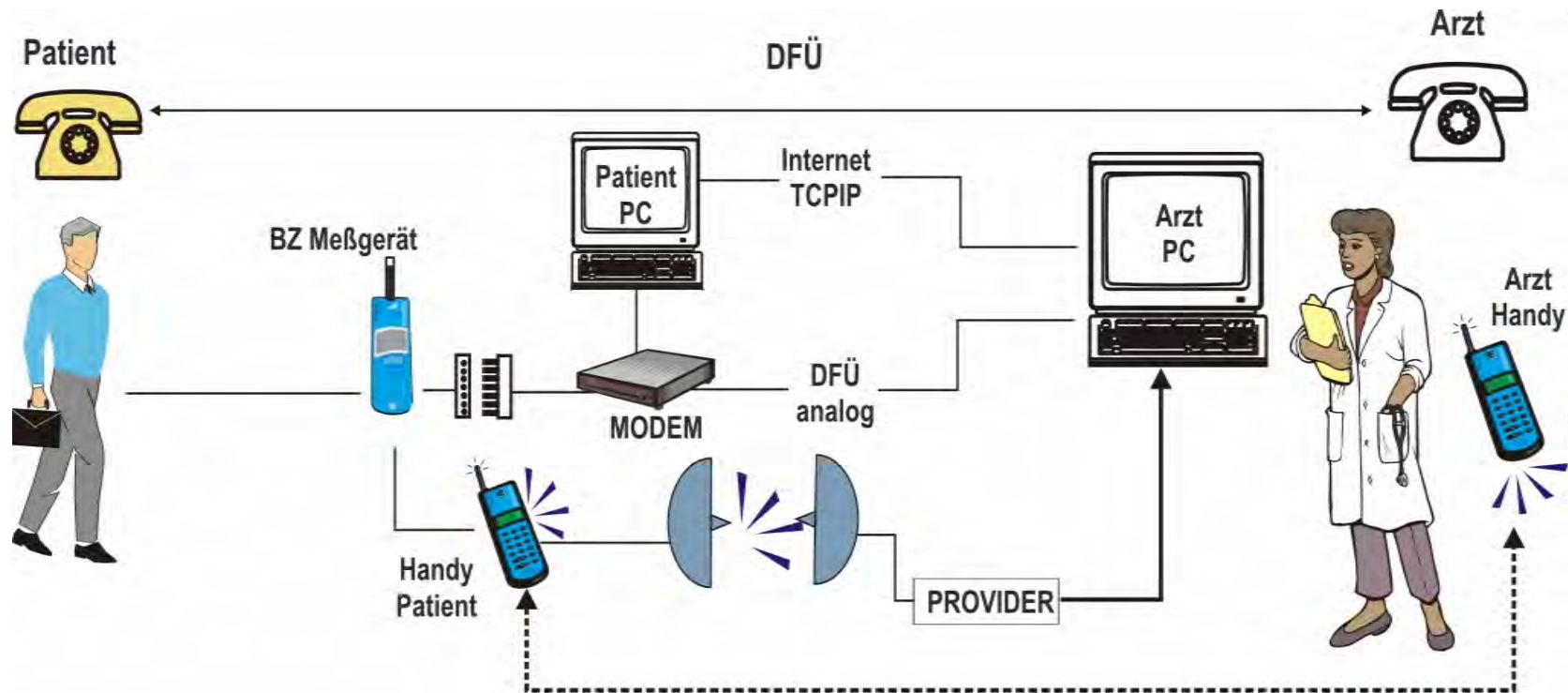
- **Technik:**
  - Chipkarte mit strukturiertem Minimaldatensatz
  - Patientenidentifikation
- **Ablauf:**
  - Einführung 1995
  - Übertragung von Abrechnungsdaten an die Kostenträger
- **Nachteile:**
  - Potential des Mediums bei weitem nicht ausgenutzt
  - nicht fälschungssicher

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

- 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

# 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 Insulindosisschema wird telefonisch erörtert

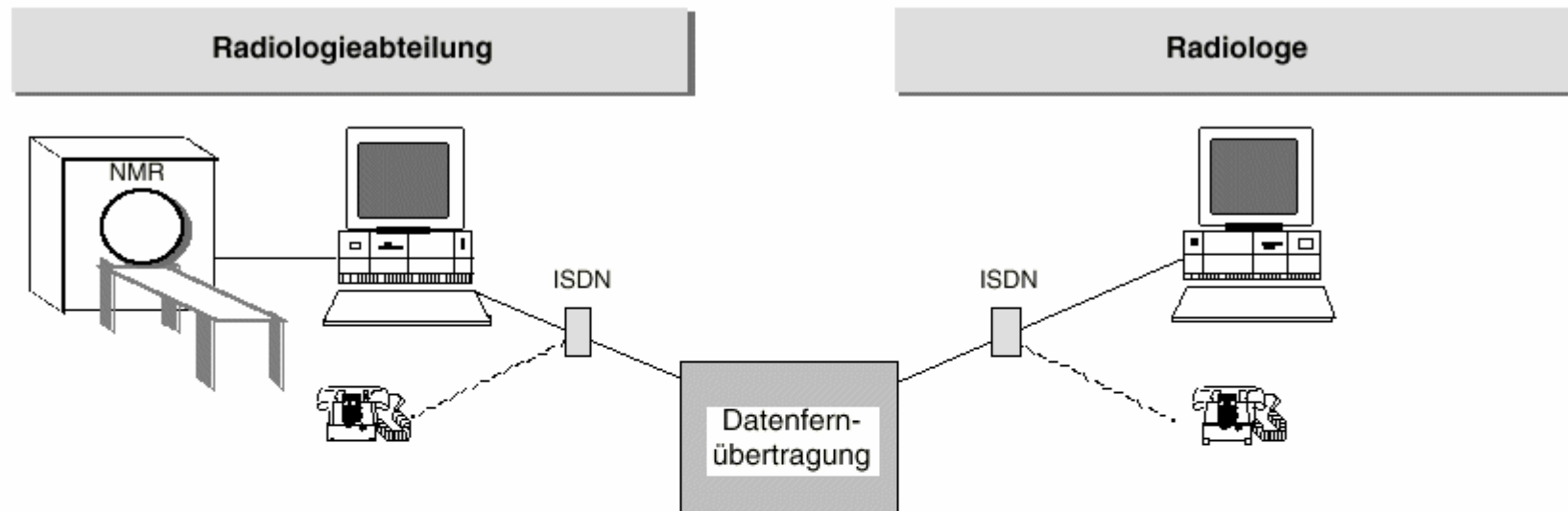
Patient bleibt in Betreuung des Hausarztes, nur die "Insulineinstellung" wird übernommen.

- 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

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

# 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, Auschnitte)

Quelle: Roland Berger & Partner

- 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

- **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

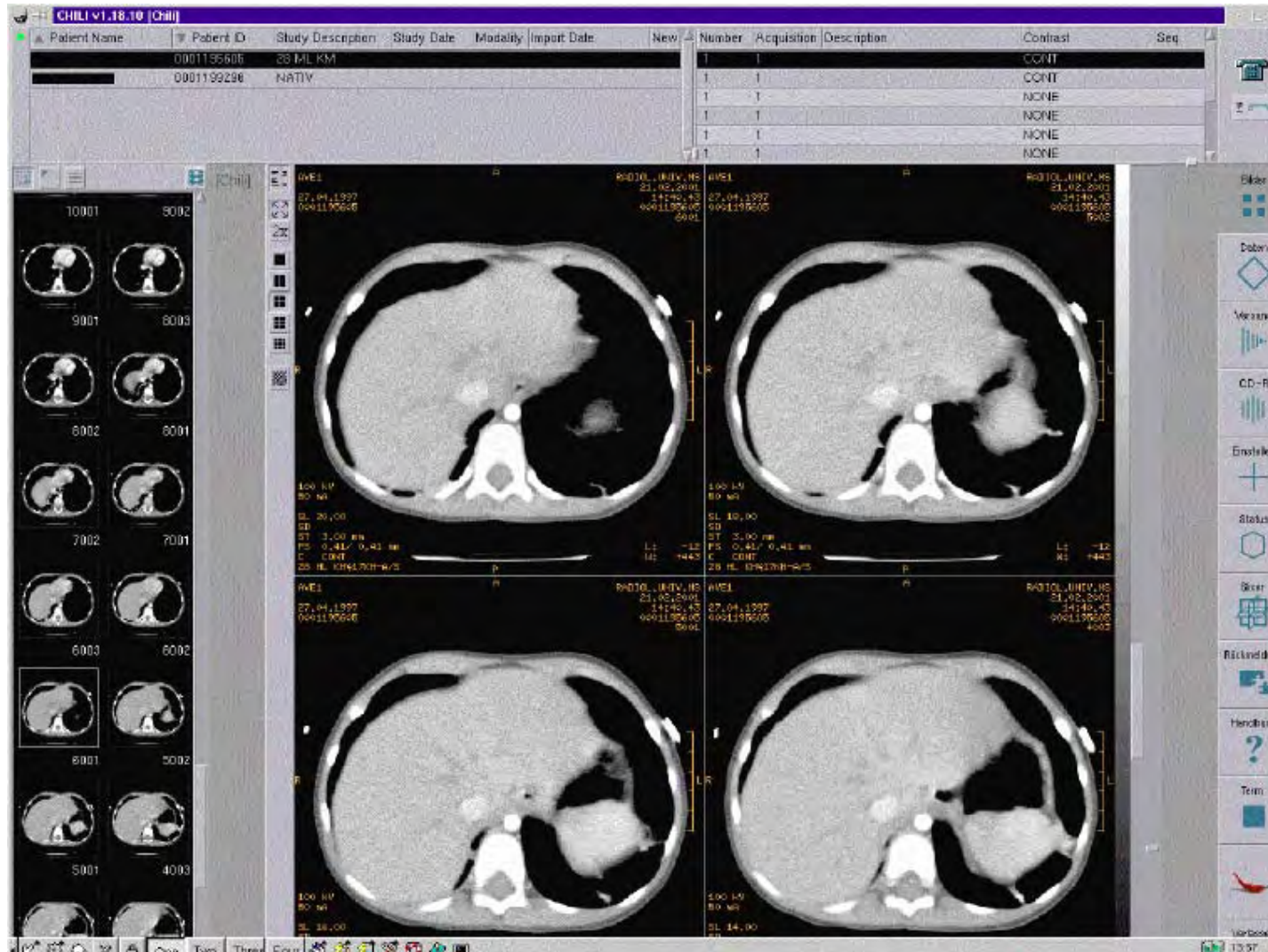
- Digitale Bilder an verschiedenen Orten gleichzeitig:
  - Analysieren
  - Darstellen
  - Diskutieren
- **Geschichte:**
  - 1994 Telekom-Förderprojekt „Medicus 2“
  - Weiterentwicklung am DKFZ Heidelberg
  - An mehr als 60 Standorten im Einsatz
  - Über 12 Millionen medizinische Bilder verarbeitet



- Bild- und Befundungslieferung
- Interdisziplinäre Telekonferenzen
- Radiologitherapieplanung

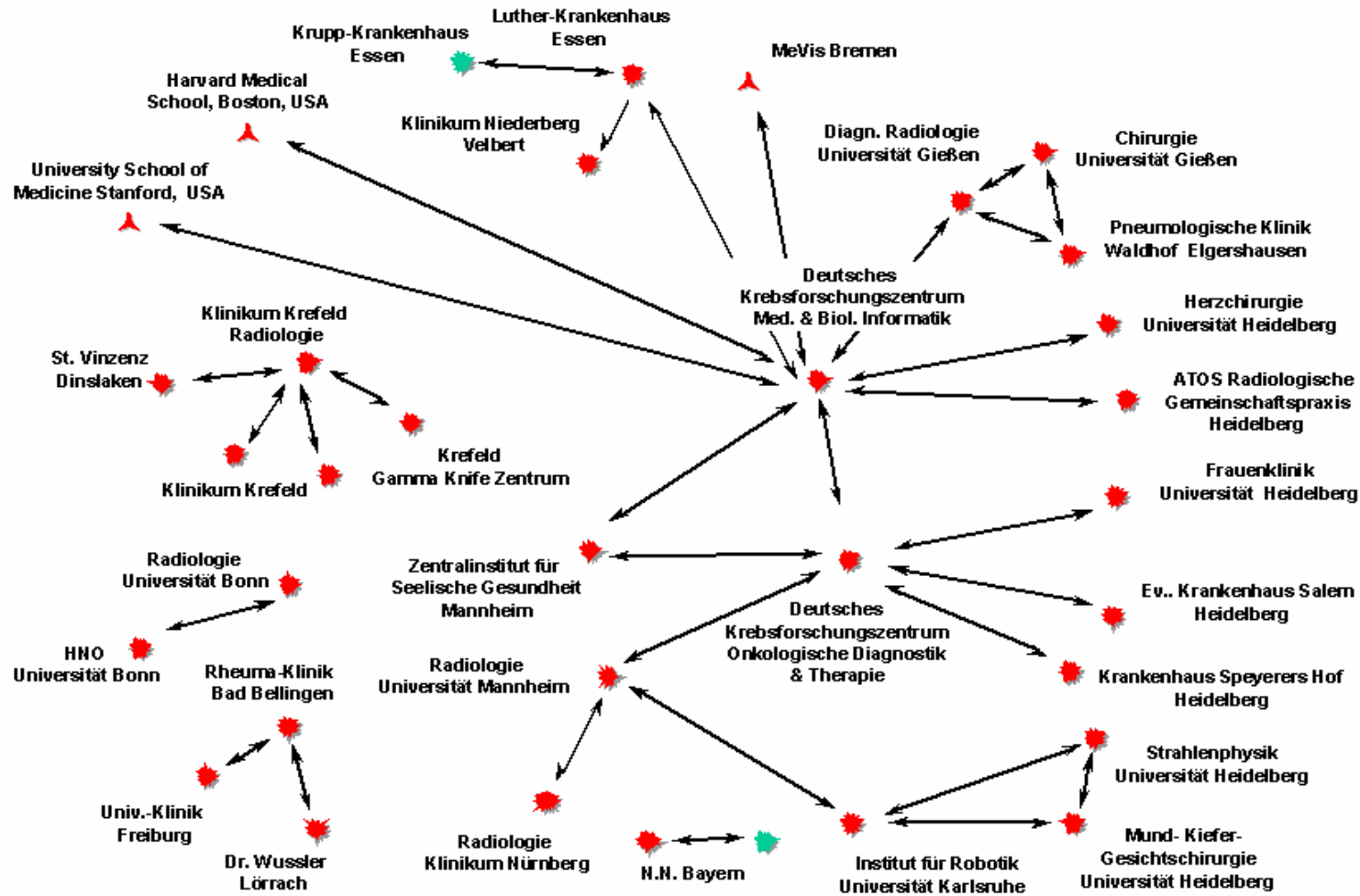
# Benutzeroberfläche von CHILI

33



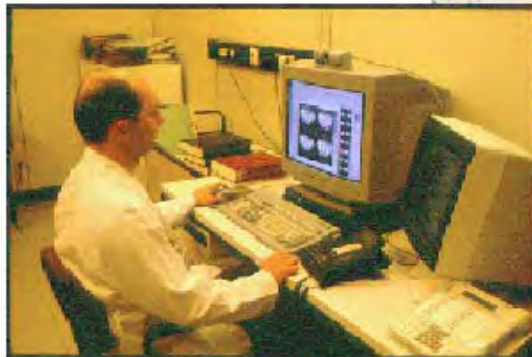
- Erfolgsfaktoren
  - Linux-basiert
  - Standardkonform
  - Flexibel
  - Aktive Öffentlichkeitsarbeit
- Übertragungsverschlüsselung: Public Key Kryptographie-System PGP



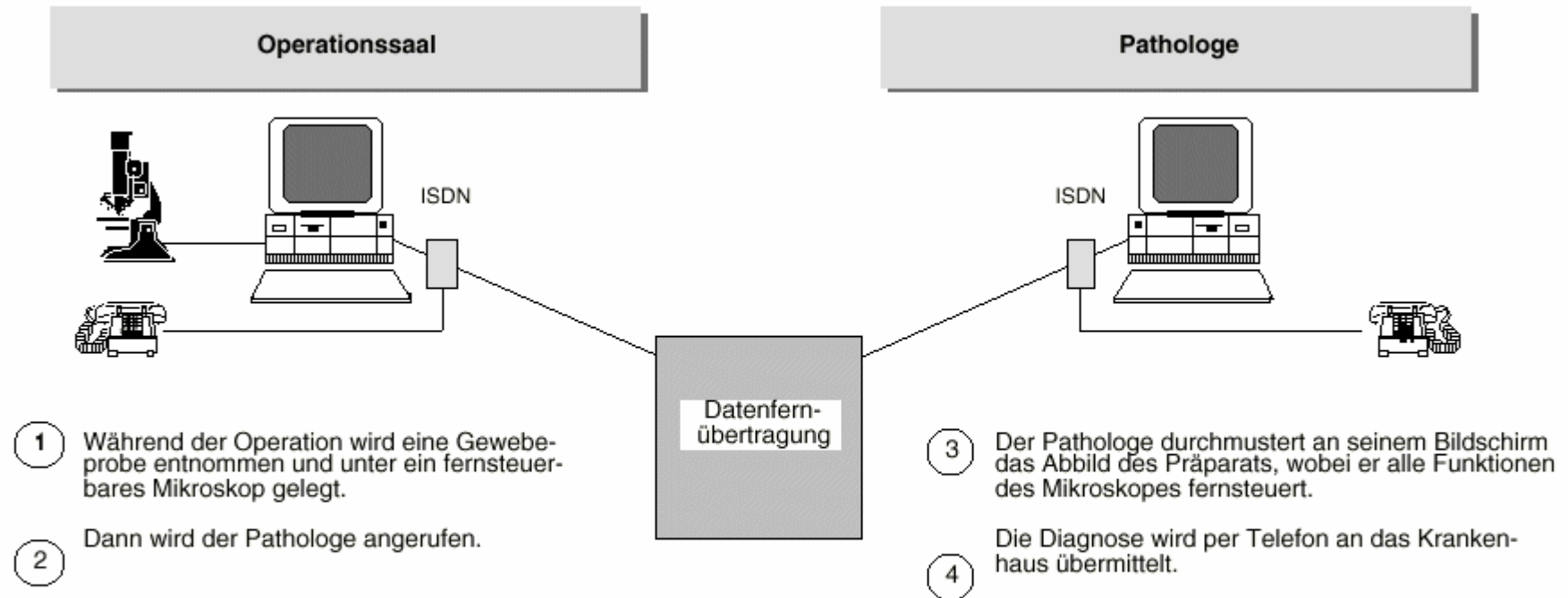


# Teleradiologie Krefeld/Dinslaken

36



- **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

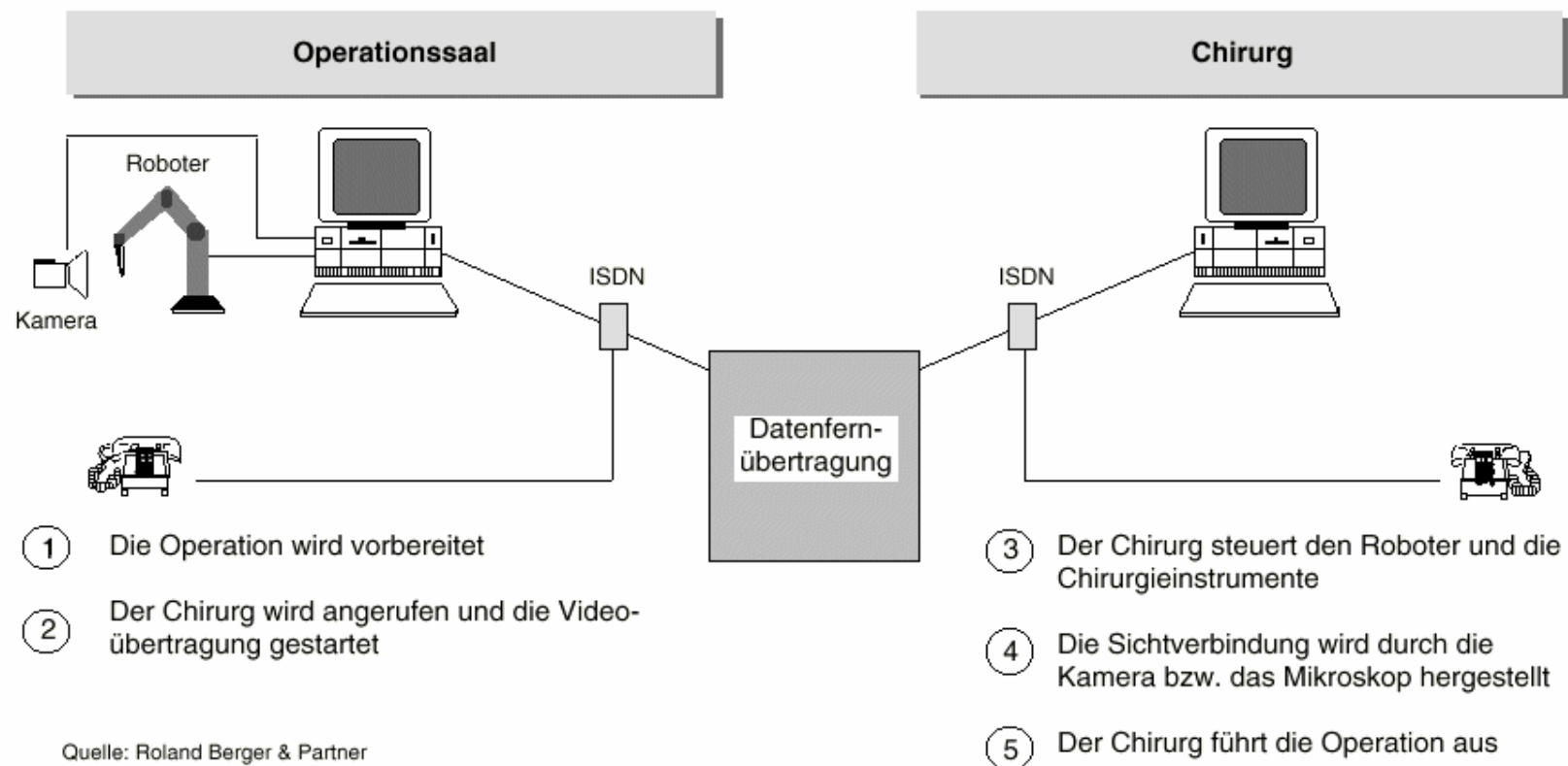


Quelle: Roland Berger & Partner

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



- **Definition:** Operationsdurchführung durch ferngesteuerte Roboter



Quelle: Roland Berger & Partner

- **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

# Beispiel: Teaching-File-Server

42

The screenshot shows a Mozilla browser window titled "Fall- und Lehrbildsammlung - Mozilla {Build ID: 2003082704}". The browser's address bar is empty, and the main content area displays the following information:

**Fall- und Lehrbildsammlung der Radiologischen Klinik und Poliklinik  
Universitätsklinikum Benjamin Franklin der Freien Universität Berlin**

On the left, there is a large X-ray image of a human thorax. On the right, there is a sidebar with the following text:

**Thorax in 2 Ebenen**

**Klinik**  
Husten, Auswurf, Abklärung

**Befund**

- Normal großes Herz (HTQ 11:27,5 cm)
- Keine Zeichen der cardialen Dekompensation
- Keine floriden pneumonischen Infiltrate
- Kein Pleuraerguß

At the bottom of the page, there are logos for "Powered by MySQL", "Powered by php", "Powered by Zend", and "Powered by APACHE". The browser's taskbar at the bottom shows several icons, including a red one, a blue one, a green one, and a yellow one.

- 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



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

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

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

- 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

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



- 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