



## Entwicklung und Stand der Teleneurologie aus technischer Sicht

Armin Gärtner

### Einleitung

Unter Telemedizin versteht man im engeren Sinne die elektronische Übertragung medizinischer Information über weite Entfernungen an einen Arzt für diagnostische und therapeutische Zwecke, um die Patientenversorgung und die medizinische Weiterbildung zu verbessern. Telemedizin wird auch als „electronic distance medicine“ definiert.

Mit Hilfe von Kommunikations- und Informationstechnologien können Daten in Form von Bildern und/oder Befunden für Diagnose, Therapie und Prävention von Krankheiten und Verletzungen, für Forschung und Bewertung sowie für die Ausbildung über räumliche Entfernungen übertragen werden.

Die Teleneurologie hat sich mittlerweile neben der Teleradiologie im Krankenhausbereich etabliert und bietet eine deutliche Qualitätsverbesserung insbesondere von Schlaganfallpatienten.

### 1 Telemedizin und Teleneurologie

Der Einsatz telemedizinischer Techniken entwickelte sich vor allem in der Neurologie in Form der Teleneurologie. Teleneurologie darf keinesfalls mit Teleradiologie verwechselt werden. Während bei letzterem Verfahren CT- und/oder MRT-Bilder über eine Datenleitung einem räumlich entfernten Krankenhaus bzw. Teleradiologen übermittelt werden, beinhaltet die Teleneurologie zusätzlich die körperliche Untersuchung des Patienten am Bildschirm. Dazu wird in den miteinander verbundenen Krankenhäusern ein spezielles Videokonferenzsystem installiert, sodass ein Krankenhaus über eine Datenleitung mit entsprechender Bandbreite eine Verbindung zu einem teleneurologischen Zentrum im Bedarfsfall aufbauen kann.

Ein Teleneurologe, z. B. in einem Schlaganfallzentrum eines großen Krankenhauses kann so seinen Kollegen vor Ort bei der Untersuchung beobachten,

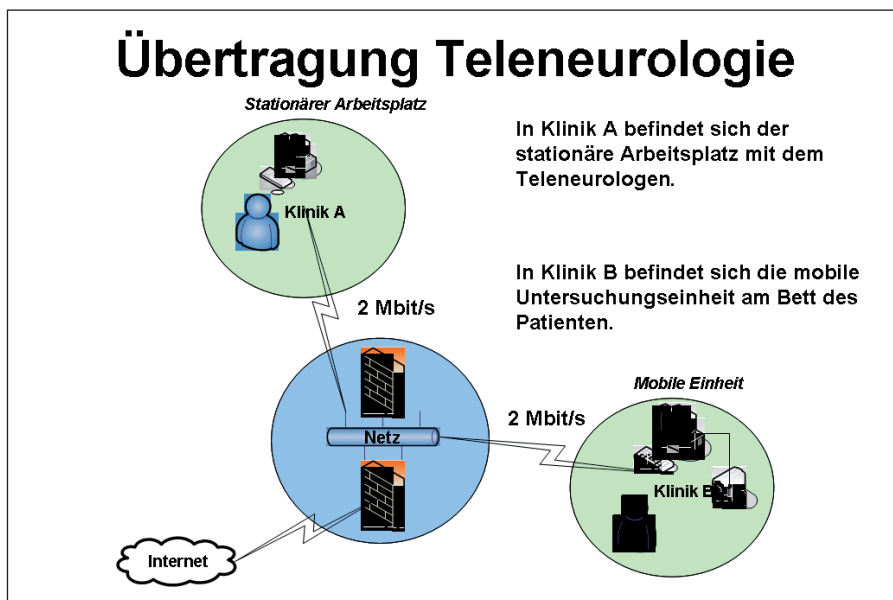


Abbildung 1: Prinzipschaltbild einer Teleneurologischen Übertragung

begleiten und anleiten sowie den Patienten selber und seine Angehörigen befragen.

Die Zielsetzung der Teleneurologie besteht darin, eine Ferndiagnostik von Schlaganfallpatienten mittels Video- und Tonübertragung durchführen zu können:

- primär: Qualitativ bestmögliche Versorgung der Schlaganfallpatienten mit interdisziplinärer Kompetenz, falls von Patientennutzen
- sekundär: weitere Steigerung der Schlaganfallexpertise Benchmarkeffekte für eigene Klinik.

Im Vergleich zu den anderen telemedizinischen Verfahren ist die Teleneurologie neben der Teleradiologie mittlerweile das am weitesten entwickelte und praktizierte Verfahren, Diagnose und Therapie von Schlaganfallpatienten aktiv mit Hilfe von Teleneurologen auch in kleineren Kran-

kenhäusern über weite Entfernungen in kürzest möglicher Zeit zu verbessern.

Die Teleneurologie wird insbesondere für die neurologische Akutexpertise, bei diffizilerem neurologischen Untersuchungsstatus, insbesondere im Bereich der Hirnstammsymptomatik und Differentialdiagnostik eingesetzt.

Ein weiteres Einsatzgebiet stellt die systemische Fibrinolyse vor Ort dar, bei der ein Internist und Neurologe erforderlich sind.

Als Voraussetzungen für Teleneurologie werden aus medizinischer Sicht u. a. angesehen:

- 24/7 zerebrale Bildgebung (Verbindung mit Radiologie und Neurologie)
- Schlaganfallmonitoring
- Schlaganfallexpertise in internistischer Abteilung, Umsetzung HH Schlaganfall, NIHSS-Training
- Interdisziplinäre Kooperation
- Klare Vereinbarung der Teleneurologieauslösung

Autor: Armin Gärtner

Titel: Entwicklung und Stand der Teleneurologie aus technischer Sicht

In: Jäckel (Hrsg.) Telemedizinführer Deutschland, Bad Nauheim, Ausgabe 2009

Seite: 136-142



**Abbildung 2:** Beispiel einer mobilen Aufnahmeinheit (Hersteller Fa. Meytec)

- Kooperationsvereinbarung mit regionaler Neurochirurgie für Blutungen (insbes. auch Lysekomplicationen), Kraniotomien.

Abbildung 1 zeigt das Prinzip der Tele-neurologie. Ein Teleneurologe im Krankenhaus A erhält aus dem Krankenhaus B über eine gesicherte Verbindung Videoaufnahmen des Patienten. Es erfolgt eine audiovisuelle Kommunikation mit dem Patienten und dem Arzt bzw. den Ärzten des Krankenhauses B, in dem eine mobile Aufnahmeinheit an das Bett des Patienten gefahren wurde.

## 2 Apparative Voraussetzungen der Tele-neurologie

Telemedizin in der Tele-neurologie erfordert technische und apparative Voraussetzungen für die erforderliche Video- und Audiokommunikation, wenn möglich mit Kommunikationsaufzeichnung.

Aus technischer Sicht stellt Tele-neurologie eine Fernbeurteilung von neurolo-

gischen Patienten per Videoübertragung und Unterstützung der vor Ort tätigen Mediziner bei der Versorgung der Patienten dar:

- Digitale Videoübertragung ermöglicht die neurologische Beurteilung von Patienten an dezentralen Standorten
- Patient und Neurologe gewinnen wertvolle Zeit im Akutfall
- Verschlüsselte Datenübertragung über das EDV-Datennetzwerk des Krankenhauses, DSL-Leitungen oder breitbandige Internetverbindungen.

Der Teleneurologe sollte den Patient über eine Videoverbindung sehen und mit ihm sprachlich kommunizieren können. Dazu ist eine Videokamera mit guter Auflösung in VHS-Qualität sowie Zoom- und Makromöglichkeit erforderlich, möglichst als mobile Einheit mit Computer und Anschluss an das Netzwerk (Kabel oder WLAN). Abbildung 2 zeigt ein Beispiel einer mobilen Einheit, die am Bett des Patienten positioniert wird. Sie funktioniert als mobile Workstation für eine gleichzeitige Bildübertragung und Videokonferenz und überträgt über eine Kamera Video-Aufnahmen an den zuständigen Teleneurologen.

Die Kommunikation zwischen Arzt und Patient erfolgt standortunabhängig. Die Workstation kann DICOM-Bilder senden und empfangen, sodass sie an ein

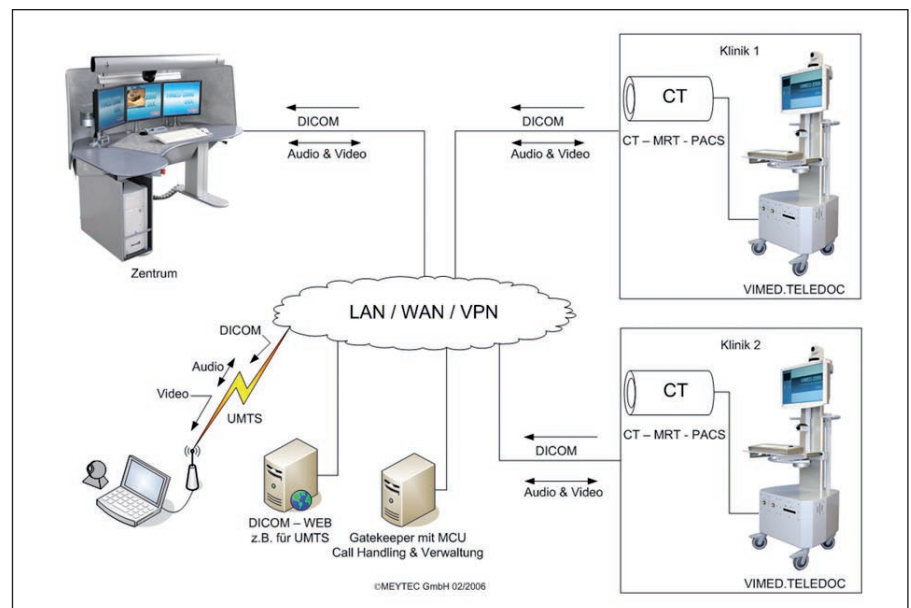
RIS (Radiologie-Informationssystem) oder ein PACS angeschlossen bzw. integriert werden kann. Je nach technischer Lösung besteht ein solches kommerzielles System aus Sender/Empfänger bzw. aus einem Sender, der entsprechende Empfangskomponenten auf der empfangenden Seite benötigt.

Eine solche mobile Einheit unterstützt Diagnose und Therapie und gilt somit als System nach dem Medizinproduktegesetz. Die Konformität mit der EG-Richtlinie Medical Device Directive 93/42/EWG muss nachgewiesen werden; das Produkt muss als Medizinprodukt in Verkehr gebracht werden. Ein solches System muss daher DIN EN 60601-1-2 und die Norm EN 55011 Class A erfüllen.

Da eine solche mobile Einheit in die Patientenumgebung nach DIN EN 60601-1 (3. Edition) hineingefahren wird (Umkreis von 1,5 Meter um das Bett bzw. Patientenstuhl), muss sie über einen Trenntransformator zur Begrenzung des Berührungstroms und eine galvanische Trennung zum Anschluss an das Krankenhausnetzwerk verfügen.

Technische Anforderungen an eine mobile Untersuchungseinheit:

- Videoübertragungsqualität
- mindestens VHS-Qualität
- Zoom- und Makroqualität
- gute Ausleuchtung
- Autofokus



**Abbildung 3:** Darstellung Signalfluss bei Tele-neurologie



- Auslegung des Audio-Systems für Räume mit schlechter Akustik
- hochwertiges Mikrofon für freies Sprechen auch aus größerer Entfernung
- entsprechende Kommunikations- und Informationstechnologien

## 2.1 Technische Voraussetzungen (Infrastruktur)

Teleneurologie setzt eine digitale Radiologie und ein PACS-System sowie ein Netzwerk für den Datentransfer im Krankenhaus voraus. Ein Schlaganfallpatient wird üblicherweise mit einem Computertomographen untersucht, der digitale Bilder erzeugt. Der Radiologe befundet diese Schnittbilder und stellt sie dem teleneurologischen Zentrum auf digitalem Wege über eine Datenleitung zur Verfügung. Aus technischer Sicht benötigt ein Krankenhaus, das eine teleneurologische Verbindung mit einem Zentrum aufbauen will, folgende Voraussetzungen:

- Digitale Radiologie
- Computertomograph
- PACS-RIS-System
- Internes Netzwerk
- Breitbandige externe Verbindung.

Ohne diese technische Infrastruktur kann ein Krankenhaus keine Telemedizin wie Teleneurologie installieren und einführen. Mit anderen Worten, besteht in einem Krankenhaus bereits diese Infrastruktur, so kann die Teleneurologie diese mit nutzen.

Die bei Schlaganfallpatienten aufgenommenen CT-Bilder müssen nach Befundung durch einen Radiologen im Bedarfsfall dem Teleneurologen über eine entsprechende Leitung mit entsprechender Bandbreite zur Verfügung gestellt werden, da in der Regel befundete Bilder in DICOM-Qualität übersandt werden.

Da der Teleneurologe keine Befundung radiologischer Bilder vornimmt, sondern Bild und Befund von einem Radiologen erhält, stellt die Verbindung zwischen dem befundenden Radiologen und dem Teleneurologen keine genehmigungspflichtige Verbindung im Sinne der Röntgenverordnung dar

Die Digitalisierung der Radiologien, die Einführung von PACS-Systemen für die digitalen Bilder und die z. T. beste-

henden teleradiologischen Verbindungen haben die Einführung der Teleneurologie sehr begünstigt.

## 3. Videokonferenztechnologie

Eine Videokonferenz (VC, englisch video conference) stellt eine bidirektionale, audiovisuelle Realtime Telekommunikationstechnologie dar, das bedeutet, sie überträgt (Bewegt-)Bild und Ton sowie optional Anwenderdaten (z. B. Dokumente/PC-Inhalte) zwischen zwei oder mehr Standorten mit geringen Laufzeitverzögerungen <300 ms.

Anders formuliert stellt eine Videokonferenz ein virtuelles Treffen von zwei oder mehreren räumlich getrennten Gesprächspartnern dar, die in Echtzeit über Audio und Video miteinander kommunizieren, bei dem gleichzeitig sämtliche Daten (Audio, Video, Text) digitalisiert, untereinander ausgetauscht und gemeinsam bearbeitet werden können.

Teilnehmer

- hören – werden gehört,
- sehen – werden gesehen

Dies bedeutet, dass in einer Art Duplex-Verfahren alle Beteiligten sprechen und hören können.

Eigenschaften:

- Kamerasteuerungen per Fernbedienung am eigenen und fremden Standort
- Akustiksensoren mit Ortungsmikrofonen (orten Sprecher und zoomen sich auf diesen ein)

Anwendungsgebiete:

- Allgemeines Geschäftsleben - Meetings
- Medizin - Fernunterstützung in Form der second opinion wie z. B. Teleneurologie oder sonstige medizinische Konferenzsysteme.

Videokonferenzanlagen bestehen im Wesentlichen aus Kamera und Mikrofon als Eingabegeräte mit PC sowie Bildschirm und Lautsprecher als Ausgabegeräte ebenfalls mit PC für folgende Funktionen:



**Abbildung 4:** Videokonferenzsystem als technische Grundlage der Teleneurologie (Teleneurologischer Arbeitsplatz)

- Ton
- Bild
- Dateitransfer
- Terminal
- Application Sharing für gemeinsam genutzte Programme.

Da Audio und Video spezifische Codecs verwenden, die unterschiedliche Verzögerungen aufweisen, wird Receive Path Delay eingesetzt, die künstlich den Datenstrom verzögert, um Lippsynchronität zu erreichen.

In der Telemedizin wird zunehmend medizinische Videokommunikation im Standard H.264 eingesetzt, die eine zeitgleiche Übertragung beliebiger medizinischer Bilder und Daten z. B. beliebige Röntgenbilder, Ultraschall- und Herzkatheter-Bilder ermöglicht. Teleneurologie stellt eine für die Anwendung in der Medizin vorgesehene und als Medizinprodukt in den Verkehr gebrachte Form eines Videokonferenzsystems dar. Abbildung 4 zeigt beispielhaft ein derartiges System in der Teleneurologie.

### 3.1 Point-to-Point-Videokonferenzsysteme

Point-to-Point(P2P)-Videokonferenzsysteme stellen einen alternativen Ansatz zu den herkömmlichen zentralistischen Videokonferenzsystemen dar, wie z. B. den H.323-Systemen. Sie verzichten auf einen zentralen Gruppen- und Kommunikationsserver, wie er bei den H.323-Systemen durch den Gatekeeper und die MCU gegeben ist. Stattdessen wird die gesamte Intelligenz in die Endsysteme, d. h. die PC



## Kompetenznetzwerke und integrierte Versorgung

und Workstations, verlagert. P2P-System bedeutet, dass immer nur zwei Systeme an einer Konferenz teilnehmen. Das heißt aber nicht, dass bei dieser Art der Konferenz nur zwei Personen miteinander kommunizieren können sondern dass aus Sicht des Transportnetzes nur zwei Endgeräte miteinander kommunizieren können.

P2P-Konferenzen benötigen ein verteiltes Gruppen- und Dienstgütermanagement. Der große Vorteil von P2P-Video-Konferenzsystemen besteht darin, dass sie die Durchführung von Videokonferenzen unabhängig von einer bestehenden Videokonferenzinfrastruktur (MCU, Gatekeeper) gestatten. Damit werden insbesondere spontane Konferenzen unterstützt. P2P-Video-Konferenzsysteme sind zumeist Desktopsysteme. Sie sind deutlich billiger als herkömmliche Videokonferenzlösungen, was einem größeren Nutzerkreis den Zugang zu dieser Technologie ermöglicht. Sie unterliegen bisher keiner Standardisierung.

### 3.2 MultiPoint-Videokonferenz

An einer MultiPoint-Videokonferenz können drei oder mehr Systeme, die räumlich voneinander getrennt sind, teilnehmen. Die verschiedenen Endgeräte werden durch eine MultiPoint Control Unit (MCU) miteinander verbunden.

Videoübertragungen erzeugen bei normalerweise begrenzter Bandbreite der Übertragungskanäle eine große Datenmenge, sodass Kompressionstechniken als Lösung eingesetzt werden müssen. Die benötigte Bandbreite (Datenmenge in der Zeit) wird durch Leitungskapazitäten/Speicherplatz begrenzt und durch höhere Kompression verringert.

Allerdings wird durch höhere Kompression die Bildqualität in Form von Unschärfen und Störungen verringert. Die Bildfolge Frequenz (Fps) ist durch die Rechengeschwindigkeit der PC begrenzt.

### 3.3 Multipoint Control Unit (MCU)

MCUs sind Sternverteiler – auch als Reflector bezeichnet – für Gruppenkonferenzen. Sie sind immer dann notwendig, wenn Teilnehmer aus mehr als zwei Standorten an einer Konferenz teilnehmen wollen oder aber Fallkonferenzen über mehr als zwei Standorte durchgeführt werden.

Ein MCU wird beispielsweise in tele-neurologischen Zentren eingesetzt, die

### • Point – to – Point Verbindung – 2 Teilnehmer

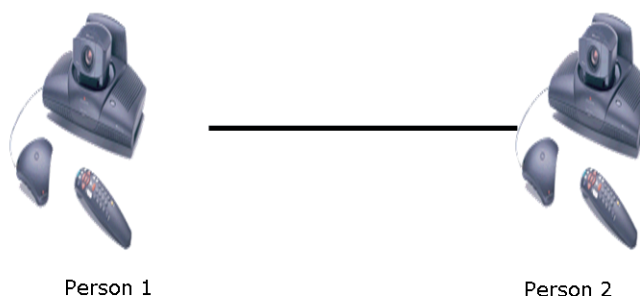


Abbildung 5: Point-to-Point-Verbindungen

gleichzeitig von mehr als einem Krankenhaus bezüglich tele-neurologischer Beratung angesprochen werden. Nur mit einer MCU kann ein Zentrum gleichzeitig mehr als einen Notfall betreuen. Für eine Zweitmeinung wird eine Point-to-Point Verbindung hergestellt.

Es handelt sich um Hard- und/oder Softwarelösungen, die eine oder mehrere Mehr-Pointkonferenzen verwalten und steuern. Die MCU ist mit allen Teilnehmern verbunden. Sie verwaltet und regelt die ein- und ausgehenden Video- und Audiodatenströme. MCUs unterstützen u. a. die Protokolle H.323 und SIP.

### 3.4 Gatekeeper

Der Gatekeeper ist eine zentrale logische Komponente der Videokonferenz, die unter anderem den Verbindungsaufbau zwischen den Endgeräten und der MCU organisieren kann. Er kann auch die Datenströme als Proxy weiterleiten. Ein Proxy, auch Proxy-Server, ist ein Computer/Server mit meist extrem großen Datenspeichern.

Alle Geräte, welche einem Gatekeeper zugeordnet sind, befinden sich in der gleichen Zone (ähnlich den Vorwahlnummern beim Telefon). Mit einem Gatekeeper werden Adressumsetzungen durchgeführt. Er überwacht die Netzlast und weist Bandbreiten zu.

Der Gatekeeper handelt die Endpunkte der Videoverbindung, d. h. die einzelnen Gerätewagen VIMED in den angeschlossenen Krankenhäusern und ermöglicht somit

eine zentrale Verwaltung über Remote Service. Er verwaltet ein zentrales Online-Verzeichnis mit allen im Netzwerk befindlichen Videoendpunkten.

Der Gatekeeper stellt mit der MCU zusammen ein System für Mehrpunkt-Konferenzen dar. Er behält quasi den Überblick über die in einem tele-neurologischen Netzwerk angemeldeten Systeme. Wenn ein neues Gerät im Krankenhaus installiert wird, so wird dieses im Gatekeeper angemeldet, registriert und ist sofort im zentralen Adressbuch verfügbar.

### 3.5 Gateway

Ein Gateway verbindet unterschiedliche Netze miteinander und ist über die OSI-Schichten 4 bis 7 implementiert. Dabei konvertieren Gateway Protokolle ineinander, können aber auch die Kopplung von zwei Netzwerken übernehmen. Bei gemeinsamer Nutzung von ISDN- und TCP/IP-Endgeräten ist der Einsatz eines Gateway zwingend notwendig.

### 3.6 H.264-Standard zur Videokompression und Anwendung

H.264 ist ein Standard zur Videokompression, der im Ansatz mit MPEG vergleichbar ist. H.264 wurde nicht auf einen spezifischen Verwendungszweck zugeschnitten, sondern entfaltet seine Leistung in einem recht breiten Spektrum an Anwendungen wie HDTV, Videokonferenzen u. a. H.264 ist eines der obligatorischen Videokompressionsverfahren des Blu-ray Disc-Standards, sowie für die



Abbildung 6: Gatekeeper und Gateway zwischen ISDN und LAN

hochauflösende Fernsehübertragung verpflichtend.

Videokonferenztechnik: Seit 2005 stehen Anwendern Videokonferenzsysteme mit H.264-Codecs zur Verfügung. So wird beispielsweise H.264 in Videokonferenzsystemen für die Telemedizin in Form der Teleneurologie eingesetzt.

## 5. Teleneurologie in der Praxis

### 5.1. Beispiele für Teleneurologische Projekte

Beispiele für bekannte Teleneurologische Projekte sind:

- TESS-Studie = Telemedizin in der Schlaganfallversorgung in Schwaben
- TEMPiS = Telemedizinisches Pilotprojekt zur integrierten Schlaganfallversorgung in der Region Süd-Ost-Bayern
- Neuronet = Teleneurologie-Projekt der Helios Kliniken
- Schlaganfallnetzwerk mit Telemedizin in Nordbayern (STENO)
- u. a.

### 5.2 Entwicklung teleneurologischer Projekte

Wie die Projektbeschreibungen der angeführten Teleneurologie-Projekte zusammenfassend beschreiben, bestanden der Wunsch und die Notwendigkeit, die neurologische Versorgung von Krankenhäusern ohne eigene Neurologie mittels der IuK-Technologien deutlich zu verbessern. Mittlerweile lassen sich drei Formen teleneurologischer Verbindungen spezifizieren.

### Realisierung bidirektionale Verbindung Krankenhaus – Zentrum

Erste Teleneurologie-Projekte entstanden als bidirektionale Verbindung zwischen zwei Krankenhäusern mit folgendem prinzipiellen Workflow in Form der Point-to-Point Verbindung:

Ein Patient mit Verdacht auf Schlaganfall wird in dem angeschlossenen Krankenhaus untersucht und es werden mit einem Computertomographen Schnittbilder des Schädels angefertigt und befundet. Der behandelnde Arzt (z. B. Internist) meldet sich in einem definierten Verfahren bei dem diensthabenden Teleneurologen im jeweiligen Zentrum und eröffnet die Videokonferenz mit dem fahrbaren Gerätewagen. Der Teleneurologe arbeitet an einem teleneurologischen Arbeitsplatz, an dem er sich auf einem Display die CT-Bilder des

betreffenden Patienten laden und betrachten kann, zugleich kann er über ein zweites Display mit Kameraaufsatz online über die Videokonferenztechnik mit dem angeschlossenen Krankenhaus Kontakt aufnehmen, mit dem Patienten bzw. dem behandelnden Arzt sprechen und sich austauschen.

Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein/werden, damit zwischen zwei Krankenhäusern eine teleneurologische Verbindung aufgebaut werden kann?

Angeschlossenes Krankenhaus

- Computertomograph
- Digitale Radiologie mit RIS-PACS
- Krankenhausinformationssystem
- Internes Netzwerk
- breitbandige externe Anbindung
- mobile Aufnahmeeinheit
- IP-Adressenvergabe.

Teleneurologisches Zentrum

- Teleneurologischer Arbeitsplatz
- internes Netzwerk
- breitbandige externe Anbindung
- IP-Adressenvergabe.

Bei einer bidirektionalen Anbindung eines Krankenhauses an ein Zentrum werden keine weiteren technischen Komponenten benötigt. Bei stand-alone-Verbindungen ist eine VPN-Tunnelung aus Sicherheitsgründen für die entsprechende Datenleitung erforderlich.

Die CT-Bilder werden nach Einrichtung der entsprechenden IP-Adresse auf



Abbildung 7: Teleneurologischer Workflow angeschlossenes Krankenhaus – Zentrum



# Kompetenznetzwerke und integrierte Versorgung

der Befundungsworkstation des Computertomographen auf den Rechner des teleneurologischen Arbeitsplatzes in dem betreffenden Zentrum entweder automatisch oder manuell geroutet, je nach Einstellung bzw. Workflow zwischen den beiden Krankenhäusern.

## Realisierung regionaler Strukturen (Zentrum – angebundene Häuser)

Sind mehrere Krankenhäuser an einem Zentrum angeschlossen, so sind ebenfalls die Voraussetzungen zu erfüllen, die vorstehend genannt sind.

Bei mehreren angeschlossenen Krankenhäusern werden CT-Bilder auf einem Bild- und Befundserver hinterlegt bzw. geschickt, auf den der Teleneurologie zugreift, um die CT-Bilder zu laden und auf dem der Teleneurologe zugleich die Konsile (Befunde) ablegt.

Für eine solche regionale Entwicklung wird ein gemeinsames, abgesichertes Netzwerk oder aber jeweils über eine VPN-Tunnelung gesicherte Verbindung zwischen den einzelnen Krankenhäusern und dem Zentrum benötigt.

Der in Abbildung 8 beschriebene Workflow entspricht definitionsgemäß einem MultiPoint-Videoferenzsystem gemäß Abschnitt 3.2.

## Multizentrale Entwicklung

Für ein überregionales Konzept müssen ein Gatekeeper und eine MCU, wie unter Abschnitt 3.3/3.4 beschrieben, eingesetzt werden.

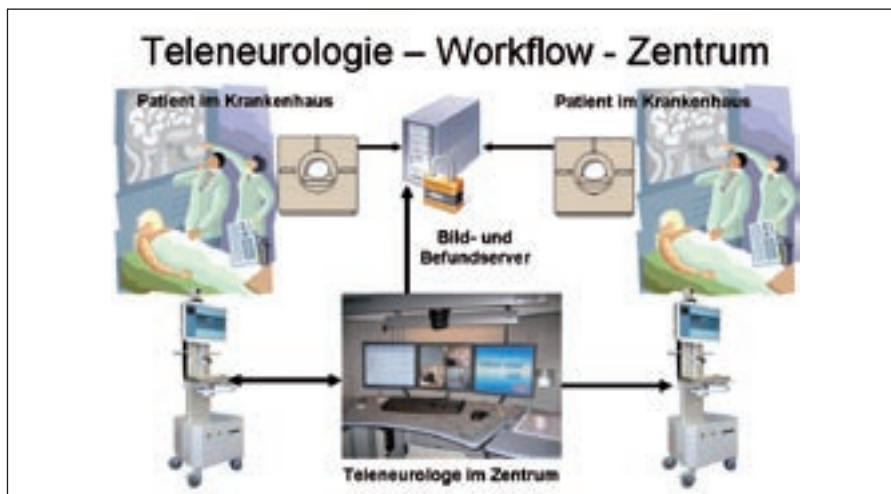


Abbildung 8: Teleneurologischer Workflow Zentrum – angeschlossene Krankenhäuser

Es handelt sich um Hard- und/oder Softwarelösungen, die eine oder mehrere Mehr-Pointkonferenzen verwalten und steuern. Die MCU ist mit allen Teilnehmern verbunden. Sie verwaltet und regelt die ein- und ausgehenden Video- und Audiodatenströme.

Für die konzernübergreifende Realisierung eines teleneurologischen Netzwerkes gemäß Abbildung 9 müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

- Definition Zentren und angeschlossene Krankenhäuser
- Definition Wechsel der Zuständigkeit und Erreichbarkeit für eine permanente teleneurologische Versorgung durch das diensthabende Zentrum

- Zentraler Bilddatenserver
- Zentraler Befundserver
- zentraler Adressdatenserver für die Verwaltung der IP-Adressen und der Erreichbarkeit
- möglichst eigenes, exklusives Netzwerk.

Weitere Voraussetzungen, die für ein konzernübergreifendes Projekt erfüllt sein müssen:

- internes Netz in Form eines konzernübergreifenden Intranet
- getrennte IP-Nummerkreise (IP-Adressen dürfen nicht doppelt vergeben sein)
- zentraler Dokumentenserver für Befunde und Konsile
- zentraler Bildserver für CT-Bilder
- erforderliche Datenübertragungsrate (Bandbreite), um eine schnelle Datenübertragung zu gewährleisten
- zentrale Betreuung und Steuerung durch Medizintechnik und IT



Abbildung 9: Konzernübergreifendes Projekt

## 6. Regularien und Sicherheitsaspekte

Derzeit bestehen keine rechtlichen Vorgaben, Gesetze oder Limitationen bezüglich des Einsatzes der Telemedizin in der beschriebenen Form, mit Ausnahme der Teleradiologie, die an länderspezifische Genehmigungsverfahren gebunden ist.

Ein konzernübergreifendes Konzept unterliegt den Anforderungen an den



Datenschutz, der aufgrund des föderalen Systems in den einzelnen Bundesländern unterschiedlich geregelt ist.

## 7. Qualität des Netzwerkes

Zur Realisierung eines Teleneurologischen Netzwerkes bestehen verschiedene Möglichkeiten.

Aus wirtschaftlichen Gründen kann man vorhandene Breitbandanschlüsse nutzen, wobei die Problematik besteht, dass die benötigte Bandbreite nicht immer garantiert werden kann, sodass die Bildqualität stark zurückgehen kann. Dies führt unter ungünstigen Bedingungen zur deutlichen Beeinträchtigung des Bild- und Datentransfers.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, für die akute Notfallversorgung, die beim akuten Schlaganfall unabdingbar ist, ein eigenes, exklusives Netz zu schaffen. Dies stellt aus Gründen der Sicherstellung der Patientenversorgung (Ausfallsicherung und stabile Qualität der Datenübertragung) die zukunftsreichere und bessere Lösung dar.

In einigen Projekten wie TEMPiS werden die bereitgestellten, symmetrischen Breitbandanschlüsse nur für die Teleneurologie (CT-Bildübertragung, medizinische Videokommunikation und Befundaustausch) genutzt.

Idealerweise erstellt man daher für die Teleneurologie auf Grund des Status der Notfallversorgung ein eigenes Netzwerk mit zugesicherter Bandbreite.

## 8. Zusammenfassung und Ausblick

Teleneurologie erfordert mit der Übertragung von Bild- und Videodaten nicht nur eine entsprechende Bandbreite sondern möglichst auch ein eigenes Netzwerk. Die Videokonferenzsoftware kann zwar eine kurzfristige Reduzierung der Datenübertragungsrate regeln, aber wenn die Datenübertragungsrate zu stark sinkt, kommt es zu erkennbarem Ruckeln der Videobilder, im Extremfall zu einem Absinken bis zu einem Bild pro Sekunde.

Die bisherige Erfahrung aus den teleneurologischen Projekten zeigt, dass in den „Hauptverkehrszeiten“ des Datentransfers über die normalen Arbeitsstunden Verbindungen von 2 aber auch 3 MB/s nicht

mehr ausreichen, um eine suffiziente teleneurologische Videoverbindung sicher zustellen. Um kurz- bis mittelfristig die Funktionsfähigkeit telemedizinischer Verbindungen zu bewahren und sogar weiter zu optimieren, müssen die erforderlichen Datenübertragungsraten (auch als Bandbreite bezeichnet) erhöht werden. Die zu übertragende Datenrate steigt permanent, weil auch andere telemedizinische Verfahren wie Teleradiologie zunehmen und somit auch außerhalb der regulären Arbeitszeit die nutzbare Datenübertragungsrate reduzieren. Idealerweise schafft man daher ein eigenes Telemedizinnetzwerk, um die geschilderten Probleme zu vermeiden.

Teleneurologie wird zunehmend in regionalen Netzwerken und überregional in den privaten Krankenhausketten betrieben. Als wesentlicher Erfolgsfaktor für die Teleneurologie erweist sich, dass sie auf bereits vorhandenen Netzwerken etabliert werden kann, wobei aus den geschilderten Gründen ein eigenes Netzwerk zu empfehlen ist. Parallel erfolgte bzw. erfolgt in den meisten Krankenhäusern bereits die Umstellung der Radiologie auf digitalen Betrieb mit RIS-PACS-Systemen, sodass die erforderliche Netzwerk-Infrastruktur und digitale Bilderzeugung/verarbeitung/weiterleitung bereits bestanden bzw. aufgebaut wurden.

Die Teleneurologie wird zukünftig auch von der Weiterentwicklung der Videokonferenztechnologie und HDTV-Technologie profitieren.

Die Technologie und Technik der Teleneurologie ist mittlerweile ausgereift und wird in der Praxis problemlos eingesetzt. Sie wird sich in den nächsten fünf Jahren flächendeckend verbreiten und zu einer spürbaren Qualitätsverbesserung in Krankenhäusern ohne eigene Neurologie führen.

## 9. Literatur und Quellenangaben

- 1 Gärtner, A.; Band 3 Telemedizin und computerunterstützte Medizin, Reihe Medizintechnik und Informationstechnologie, TÜV Media Verlag Köln 2006, ISBN 978-3-8249-1004-7
- 2 Schwing, C.; Teleradiologie: Umfassende Schlaganfalldiagnostik mit CT möglich, Trends in der Medizintechnik, KU spezial Nr. 31 – 10/2005, Baumann Fachverlage, S. 19 – S. 22,

- 3 Schwing, C.; Virtuelle Stroke Unit, Trends in der Medizintechnik, KU spezial Nr. 31 – 10/2005, Baumann Fachverlage, S. 25 – 27
- 4 <http://www.aerztezeitung.de/docs/2004/01/28/015a0402.asp>
- 5 <http://www.stmas.bayern.de/cgi-bin/pm.pl?PM=0309-674.htm>
- 6 <http://www.blackwell.de/journale/mr/0327.pdf>
- 7 <http://www.aerztezeitung.de/docs/2004/01/28/015a0402.asp>
- 8 [http://www.neurologie.med.uni-erlangen.de/images/JB-Neurologie\\_2002.pdf](http://www.neurologie.med.uni-erlangen.de/images/JB-Neurologie_2002.pdf)
- 9 [http://www.bkh-guenzburg.de/Jahresbericht\\_2003.pdf](http://www.bkh-guenzburg.de/Jahresbericht_2003.pdf)
- 10 <http://iospress.metapress.com/GUWWVYRVKH26X749W9H/Contributions/7/R/3/M/7R3MD96NTC5FCAGC.pdf>
- 11 [http://www.medreports.de/medpdf/medrev2\\_Internet.pdf](http://www.medreports.de/medpdf/medrev2_Internet.pdf)
- 12 <http://www.tempis.de/downloads/projektbeschreibung.pdf>
- 13 Presseveröffentlichung der Helios Kliniken Neuronet
- 14 [http://www.klinikum.uni-erlangen.de/e467/e583/e8231/e8918/index\\_ger.html](http://www.klinikum.uni-erlangen.de/e467/e583/e8231/e8918/index_ger.html)

### Kontakt

**Armin Gärtner**

*Dipl.-Ing. Medizintechnik*

*ö. b. u. v. Sachverständiger für Medizintechnik und Telemedizin der IHK Wuppertal Remscheid Solingen*

*Ingenieurbüro für Medizintechnik*

*Edith-Stein-Weg 8*

*40699 Erkrath*

*Tel.: +49 (0) 21 04 / 3 55 19*

*Armin.gaertner@t-online.de*

