

# Bildverarbeitung in der Medizin (Prof. Schuster)

Inoffizieller Fragenkatalog, ausgearbeitet von Murrel ([Murrel.vienna@gmx.at](mailto:Murrel.vienna@gmx.at)), Stand: SS 2004

## Skriptum 1 (Digitale Bilder in der Medizin)

### 1. Was wissen Sie zu Röntgenstrahlung, was ist die Alternative? (S. 3) Wodurch kommt es beim Röntgen zu Artefakten? (S. 10)

Die Röntgenstrahlung wurde 1895 von Konrad Wilhelm Röntgen entdeckt. Sie zeigt die Knochen kontrastreich und hochauflösend, die Weichteile kontrastarm dar. Ein mehrfaches Aussetzen des Patienten der hochenergetischen ionisierenden Röntgenstrahlung kann selbst in geringen Dosen extrem gefährlich sein.

Mögliche Alternative ist die MRT (Magnetresonanztomographie, Kernspintomographie), welche eine hohe räumliche Auflösung hat und ausgezeichnet zwischen den Weichteilen unterscheiden lässt.

Beim Röntgen kommt es durch stark absorbierende Materialien (zB Eisen, Kobalt, Nickel, Chrom, Titan) zu Datenlücken, die im Bild zu Störstreifen und oft vollständigem Informationsverlust um den Metallkörper führen.

### 2. Welche zwei Hauptgruppen von bildgebenden Verfahren unterscheidet man, welche Methoden umfassen sie? (S.3)

Man unterscheidet:

- Ionisierende Methoden (invasiv):
  - Röntgen (herkömmlich oder digital)
  - Röntgen-Computertomographie
  - Nuklearmedizin
- Nicht-Ionisierende Methoden (nicht-invasiv)
  - Ultraschall
  - Kernspintomographie

### 3. Welche Hauptachsen und welche sich daraus ergebenden Hauptebenen differenziert man? (S. 4-5) Was sollte auf dem Bildschirm bei Darstellung dieser Ebenen angezeigt werden? (S. 6)

An Hauptachsen differenziert man:

- Longitudinalachse (Füße -> Kopf)
- Transversalachse (linker Arm -> rechter Arm)
- Sagittalachse (Rücken -> Bauch)

Daraus ergeben sich an Hauptebenen:

- Mediansagittalebene (aus longitudinal und sagittal, teilt damit Körper in 2 gleiche Hälften)
- Sagittalebene (detto, damit jede zur Mediansagittalebene parallele Ebene)
- Frontalebene (=koronale Ebene, aus longitudinal und transversal, parallel zur Stirn, teilt damit Patienten in Vorder- und Rückseite)
- Transversalebene (aus transversal und sagittal, teilt damit Patienten in kopfwärts und bauchwärts)

Hierbei sollte angezeigt werden, wo die Schicht liegt:

- rechts (R) oder links (L)
- superior (S) oder inferior (I)
- anterior (A) oder posterior (P)

#### 4. In welche Teile gliedert sich der menschliche Körper? (S. 7)

Der menschliche Körper gliedert sich in:

- Stamm mit
  - o Kopf (caput)
  - o Hals (collum)
  - o Rumpf (truncus)
- Obere Gliedmaßen
- Untere Gliedmaßen

Die obere Extremität ist durch den Schultergürtel, die untere Extremität durch den Beckengürtel vom Stamm abgegrenzt.

#### 5. Welche Patientenbewegungen können zu Artefakten führen? Wie lang sind deren Zyklen? Welches Hilfsmittel kann dagegen eingesetzt werden und was sind die Probleme dabei? (S. 8-9)

Zu Artefakten können Herzschlag (Zyklus: 1 Sekunde), Peristaltik (=Bewegung in Hohlorganen infolge ringförmiger Einschnürungen durch Muskelkontraktion, Zyklus: 2-5 S.) und Atmung (Zyklus: 5 Sekunden) führen. Ist die Bildaufnahmezeit größer als der Zyklus, kommt es zu einem Verschmieren.

Hilfsmittel dagegen ist das synchronisierte Gating, d.h. zu bestimmten Zeitpunkten des entsprechenden Zyklus werden bestimmte Aktionen gesetzt, wodurch Auswirkungen der Bewegung eingefroren werden. (Beispiel: EKG triggert Bildgebungszyklen).

Ein gated Bild kann statisch (wiederholt zur gleichen Phase des Zyklus abgenommen) oder ein Cine (=Schmalfilm, zu verschiedenen Phasen des Zyklus gebildet) sein.

Probleme beim Gating sind, dass die Wiederholungen der Zyklen nicht immer völlig identisch sind und dass die Daten-Aquirierungszeit oft sehr lang und damit vielen Patienten nicht zumutbar ist (Bsp: Herzbilder -> 2 Min/Bild!).

#### 6. Wodurch tritt der partial volume effect auf? Welche Übergänge sind aufgrund ihres Dichteunterschieds gut im RCT erfassbar?

Der partial volume effect tritt dann auf, wenn das darzustellende Organ in einem Bereich kleiner als die Pixel- bzw. Voxelgröße ist. Daraus ergibt sich für das Voxel eine falsche Maßzahl, sodass dieses Voxel falsch klassifiziert, also nicht zum Objekt gehörig visualisiert wird.

Gut erfassbar aufgrund ihres Dichteunterschieds sind im RCT:

Objekt	Übergang
Knochen	Knochen ⇔ Weichteile
Haut	Haut ⇔ Luft
Lunge	Lungengewebe ⇔ Luft
Gefäße	Kontrastmittel ⇔ Weichteile

#### 7. Welche Bilder sind im Vergleich am größten / werden am Häufigsten erstellt? (S. 12)

Am meisten Platz verbrauchen Röntgen (Film) [24 MB/Bild], Röntgen (Speicherfolie) [6 MB/Bild] und digitale Subtraktionsangiographie (DSA) [1,5 MB/Bild]. Am Häufigsten erstellt werden Röntgen (Speicherfolie) [273 K mal pro 1000 Betten 1987], Röntgen-CT [176 K], DSA [134 K] und Nuklearmedizin [100 K]

#### 8. Was wird zur Reduktion der Menge der Bilddaten getan? Geben Sie ein Beispiel der Effektivität eines Systems in diesem Bereich. (S. 13)

Es werden effiziente Komprimierungsverfahren genutzt (wichtig: keine Relevante Information darf verloren gehen!). Beispiel: ARGUS verwendet eine Kombi aus Waveletverfahren und Glättungsfilter, die auf weniger als 2% der ursprünglichen Größe komprimiert.

## **9. Was haben Diagnose/Befundungssysteme zu leisten? Wie funktioniert der Import/Export damit? (S. 15-16)**

Befundungssysteme werden zur Erstdiagnose benutzt und haben bis zu 8 Bildschirme (-> hohe Auflösung, 4 Bilder zu 1024\*1024 oder 1 Bild zu 2048\*2048). Features sind unter anderem:

- Multi-modalität (CT, MR, US, SPECT, PET...)
- Anatomie (RCT, MR) vs Körperfunktionen (PET, US)
- 2D, 2 ½ D, 3D, Filmgenerierung
- Anzeige von Patienteninfos, User-ID, Patienten-ID
- Indirekte Kontrasteinstellung bei Teilbildern, Unschärfemaske
- Randbemerkungen (Ton, Text) auf Bildern möglich
- Aufblenden von Körperfunktionen auf CTs, farbige 2D Vektorüberlagerung (region of interest)
- Entfernungs, Winkel und Flächenberechnung
- Maßstab, Rotation, Vergrößerung, Messung, Spiegelung, Addition, Subtraktion, Bildsortierung

Die Aufnahme von externen Bilddaten in das PACS wird über Import-spooler abgewickelt (= Scanner für photographische Bilder wie Röntgen). Der Export erfolgt über die Belichtung auf Röntgenplatten in einer optisch abgeschlossenen Kammer mit Monochrom-Monitor.

## **10. Nennen Sie einige Beispiele für medizinische Untersuchungen, die solche Systeme benötigen. (S. 20-21)**

- Ventrikulographie (Analyse der regionalen Kontraktion Diastole-Systole)
- Angiographie (Quantisierung der Stenose mit klinische relevanten Parametern)
- Doppler-Echographie (Geschwindigkeitsverteilung entlang einer beliebigen Linie)
- Echokardiographie (Analyse der Bewegung der Herzwand)

## **Skriptum 2 (Digitale BV in der Medizin)**

### **11. Was ist der Vorteil rechnergestützter Bildauswertung? In welche 2 Prozesse gliedert sie sich? Wie werden diese noch genannt? Wie sieht es in der Praxis in der Medizin damit aus? (S. 4)**

Vorteil der rechnergestützten Auswertung ist: das Ergebnis ist eine quantifizierte, wiederholbare Beschreibung des Bildinhalts.

Die Auswertung gliedert sich in Segmentierung (=Bildvorverarbeitung, Verbesserung der Bilddarstellung) und Analyse (=Mustererkennung, Gewinnung formaler Repräsentationen).

Theoretisch treten klassische Bildverarbeitung und Bildverstehen getrennt auf, in den Anwendungen der medizinischen Bildverarbeitung handelt es sich aber um Mischverfahren. Man will in der Medizin automatisieren, um stereotype Arbeiten zu erleichtern, die Versorgung zu verbessern und Methoden anzuwenden, die manuell nicht möglich sind.

### **12. Wie nimmt ein Mensch Bilder biologisch auf? Wie psychologisch? Was ist daher wichtig bei der multimedialen Darstellung? (S. 5)**

Der Mensch sieht mittels auf der Retina liegender Stäbchen (Schwarz-weiss) und Zapfen (Farben), die als rezeptive Felder Signale weitergeben.

Er teilt das Bild psychologisch in Vordergrund und Hintergrund ein, das Weitere ist abhängig von Vorkenntnissen und Kontext.

Wichtig ist also:

- sowohl Bilder als auch Bildgruppen darzustellen
- Bildsequenzen (alles einstellbar)
- Interaktive Operationen (Filter, Kontrast, Lupe...)
- 3D-Rekonstruktion von Schnittaufnahmen
- Überlagerte Darstellung von Befundungsergebnissen bzw Übertragung von sprachlich aufgezeichneten Befundungshinweisen

### **13. Wodurch ist die Bildverarbeitung in der Medizin geprägt? Was ist wichtig bei minimal-invasiver Medizin und was bei Therapieplanung? (S. 6)**

Die BV in der Medizin ist geprägt durch hohe Interdisziplinarität und hohe Komplexität. Bei der minimal-invasiven Medizin will man den Patienten so wenig wie möglich verletzen (vA Neurochirurgie!), daher muss genauer gearbeitet werden. Hierzu muss dem Arzt mittels 3D-Repräsentationen ein Einblick ins Körperinnere des Patienten gewährt werden. (prä- und/oder interoperativ). In der Therapieplanung kann die Bildverarbeitung zur Analyse des Bildmaterials (Bsp: Bestrahlungsfeld bei Krebspatienten erfordert Segmentierung des Tumors und umliegender Risikoorgane) herangezogen werden.

### **14. Wie entwickeln sich die bildgebenden Verfahren derzeit weiter, was sind ihre Ziele, was die Trends? (S.6-7)**

US und PET ermöglichen bewegte Bilder von Organen und Funktionsüberprüfungen, benötigen aber auch immer mehr Hauptspeicher und Rechenzeit. Wichtig hierbei ist das Zusammenspiel der großen Systeme (KIS, RIS und PACS), Entwicklungen laufen auch Richtung Telemedizin.

Ziele:

- Computerunterstützte Bestrahlung (Erstellung von Bestrahlungsplänen und optimale Durchführung)
- Computergestütztes Operieren (Planung und Durchführung)
- Computerunterstütztes Screening (automatische Klassifikation in „verdächtig“ und „ohne Befund“)
- Computerunterstützte Diagnose (Unterstützung des Arztes bei Beurteilung)

Trends sind 3D (-operationen), virtual reality, Lehrsimulatoren und Telemedizin.

### **15. Was ist das Ziel der Bildgebung, was sind die Besonderheiten der Bildverarbeitung innerhalb der Medizin? Welche Verfahren gibt es? (S. 8-14)**

Ziel von medizinischen Bildgebungsverfahren ist das Sichtbarmachen, nicht das Sichtbare zu rekonstruieren. Die Besonderheit ergibt sich aus dem Risiko schädigender Nebenwirkungen bei der Anwendung dieser Verfahren. Es müssen Messungen durchgeführt werden, welche sich durch hohe Variabilität und einen komplizierten Aufbau charakterisieren und mit den Zuständen des Patienten (Atmung, EKG...) synchronisiert werden müssen.

Man unterscheidet die folgenden Typen von Verfahren:

- Nuklearmedizin (=Szintigraphie, Positronen-emissions-tomographie [PET], single photon emission computed tomography [SPECT]) seit 1970
- Digitale Lumineszenzradiographie [DLR] (= Röntgen, Mammographie)
- Digitale Subtraktionsangiographie [DSA] Darstellung der Schlagadern
- Computertomographie [CT] erzeugt mittels Rückprojektion aus Einzelbildern neue Schnittbilder
- Ultraschall [US]
- Magnetresonanz [MRI für magnetic resonance imaging, auch Kernspintomographie] erlaubt vA aus radiologisch kontrastarmen Bereichen kontrastreiche Bilder

### **16. Wodurch charakterisieren sich Videoaufnahmen eines Untersuchungsvorganges? Was ist Stroboskopie? Was versteht man unter spezieller Bildverarbeitung (+Beispiele)? (S. 15)**

Videos dienen zum Zugänglichmachen des Materials für einen größeren Personenkreis, sind aber meist von suboptimaler Qualität. Sie können durch digitale Bildverarbeitung optimiert werden.

Stroboskopie ermöglicht Bilder von Vorgängen, die das menschliche Auge wegen ihrer schnellen Abfolge nicht unmittelbar aufnehmen kann (z.B.: Sichtbarmachen der Stimmlippenbewegung zur Diagnostik oder Rückkopplung [Sprachstörungen, Taube]). Spezielle Bildverarbeitung ist gekoppelt an das Verfahren, die Medizintechnik und die verfügbare Hardware.

Beispiele:

- CT ist ohne Prozessoren und optimierte Software nicht möglich
- Die Sonographie erzielte durch Computereinsatz beträchtliche Fortschritte
- zB in Nuklearmedizin oder Ultraschall oft suboptimale Qualität -> Möglichkeit der Bildrestauration via PC

### **17. Worin verbleibt durch die Geräteautomatisierung die Aufgabe des Menschen? Was sind die Hauptgründe für digitale Bildarchivierung und Kommunikation? (S. 18-19)**

Der Arzt muss die Informationen dem Krankheitsprozess zuordnen, sie bewerten und Rückschlüsse auf Ursache und weiteren Verlauf ziehen.

Hauptgründe für die digitale Bildarchivierung und Kommunikation:

- beträchtliche Datenmengen, aber wesentlich weniger Platzbedarf als herkömmlich
- Datensicherheit: Handarchiv hat 20% Verlust / Jahr
- Lebensbegleitende Krankengeschichte -> Archivierung
- Kosten und Effizienzdruck – da neue Geräte teuer, müssen sie auch verwendet werden
- Anwendung steigt durch drastisch niedrigere Kosten der Aufnahmen und höhere Anwendungsfrequenz (weil bei Spitalswechsel neue Bilder nötig)
- Später mittels Speicherkarte Übertragung der Patientendaten inkl Bilder von einem Arzt zum Anderen

### **18. Weshalb ist die Intranet-Vernetzung wichtig? Welche Projekte sind die wichtigsten im Internet? Wozu dient die Teleradiologie? (S. 19-20)**

Informationsverbund ist wegen der Interdisziplinarität der med. BV wichtig.

Wichtigste Projekte:

- visible human project
- medical illustrator (3D-Bilder von kleinsten Strukturen bis zu Prozeduren)
- virtual hospital patient simulation (erlaubt virtuelle Patientenuntersuchung)

Teleradiologie dient der Vermeidung von unnötigen Transporten.

### **19. Wie laufen Bildüberlagerungen ab? Wie kategorisiert man diese Bildabgleichverfahren? (S. 21-23)**

Die Bildüberlagerung wird über Datenfusion erreicht. Nach der Transformation können segmentierte Objekte aus dem MRT-Datensatz im CT Bild abgebildet werden oder aus den CT-Daten Knochen dargestellt werden. Die Verfahren gliedern sich in

- prospektiv (auf Markierungen basierend)
- retrospektiv (anwendbare Prozeduren)
  - o automatisiert (für bestimmte Bildkombinationen)
  - o interaktiv (visuell-interaktiver Abgleich)

### **20. Welche Arten von Image-Matching gibt es? (S. 23-25)**

Man unterscheidet:

- Multi-modales matching - Integration von Bildern, die durch unterschiedliche Verfahren aufgenommen wurden, aber von derselben Person stammen
- Mono-modales matching - verarbeitet Bilder nur einer Modalität, gegliedert in:
  - o Temporales matching - Herausfinden von Unterschieden zwischen Bildern unterschiedlicher Zeitpunkte zw Bedingungen (zB präoperativ, interoperativ und postoperativ)
  - o Viewpoint matching – Interpretation von 3D-Information, bei der sich Objekt oder Kamera bewegt haben (zB US, Stereomapping oder DSA)
- Template matching – Patientenbilder werden mit Bildern aus einem Anatomieatlas gematcht, welcher künstlich, statistisch oder von einem Referenzpatienten ist.
- Physikalisches Matchen – Bestimmung der genauen physischen (Welt-)Koordinaten der region of interest, wichtig in der automatisierten Operation (CAS)

## **21. Was sind die wichtigsten Typen von Matching-Algorithmen, was ihre Vor- und Nachteile? (S. 25-26)**

Man unterscheidet:

- Grauwertkorrelation und Korrelation des Merkmalraums – Ähnlichkeit zwischen 2 Bildern wird mittels Kreuzkorrelationberechnung der beiden Bilder für alle erlaubten Transformationen des Suchraums maximiert.
  - Vorteil: keine aufwendige Segmentierung
  - Nachteil: Grauwerte in Bildern unterschiedlicher Modalität stimmen nicht überein, Suche nach geeigneter Grauwerttransformation genau so schwer.
- Punktmatching – Kontrollpunkte werden durch interne oder externe Marker definiert (unabhängig von Modalität, können zumindest interaktiv immer bestimmt werden)
  - Nachteil: Ungenauigkeit, da Marker weder interaktiv noch automatisch exakt lokalisiert werden können. Manchmal ist die Punktextraktion unmöglich.
- Oberflächen und Konturen
  - Vorteil: keine pixelgenaue Bestimmung notwendig, selten Angabe von Korrespondenzen. In manchen anatomischen Gebieten einfacher, automatisch eine Kante zu segmentieren, als einen Punkt möglich exakt anzugeben.
  - Nachteil: hoher Aufwand durch Oberflächensegmentierung
- Volumen – selten (generell Aufteilung in Punktmatching, Oberflächen und Volumen schwer weil Merkmale oft auf Punkte und Linien reduziert und selten alle Grauwerte benutzt)

## **22. Wieso will man 3D-Visualisierung? Was ist das Hauptproblem? Welche Arten von Bildfolgen differenziert man und wie charakterisieren sie sich? (S. 27-29)**

Man will 3D-Visualisierung, weil die mentale Rekonstruktion aufgrund von Schnittbildern für viele Fragestellungen (ZB Operation, Prothesen, Therapieverlauf) unzureichend ist.

Hauptproblem ist die Notwendigkeit funktionell-morphologisch zusammengehörige Bereiche zu identifizieren, eine automatische Segmentierung ist daher notwendig.

Man unterscheidet:

- Zeitliche Bildfolgen – Ziel der Bewertung der Dynamik der Organe (zB Kontraktion des Herzens) Im einfachsten Fall räumliche Integration zur Bestimmung der Intensitätsänderung.
- Räumliche Bildfolgen (Form, Gestalt, Volumen) gegliedert in
  - Oberflächenorientiert – einfacher, CAD-Technik, gut für Darstellung fester Objekte
  - Volumensorientiert – braucht mehr Computerleistung und mehr Speicher, gut für Darstellung gasförmiger Objekte

## **23. Wozu will man 3D-Bestrahlungsplanung? Was muss hierbei betrachtet werden und wie läuft sie ab? Was versteht man unter Konformationstherapie? (S. 31-34)**

Die Dosiometrie dient der Fokussierung von Strahlenfeldern zur Zerstörung von Tumoren, wobei gesundes Gewebe bzw Risikoorgane möglichst wenig beschädigt werden sollen.

Es gilt daher, die Dosis sehr fein zu verteilen, weshalb die Dosisberechnung sehr wichtig ist.

Hierbei werden geometrische Aspekte und physikalische Modelle betrachtet.

Intensitätsmodulierende Teilstrahlenfelder verteilen die Dosis entsprechend geometrischer Form von Tumor und kritischen Organen. Auf Querschnittsbildern definiert der Strahlentherapeut die Lage des Tumors und die zu bestrahlenden Regionen und entwickelt so ein 3D-Bild der zu bestrahlenden Region. Die Grundlage hierfür sind CT-Aufnahmen, auf welchen im Bestrahlungsplanungsrechner ein optimaler Bestrahlungsplan entwickelt wird.

Unter Konformationstherapie versteht man, dass die Dosisverteilung an das Zielvolumen anzupassen. Durch eine Anpassung an die Gestalt erreicht man hier eine bessere Tumorkontrolle bei gleichzeitiger Reduzierung von Nebenwirkungen.

## 24. Was für Möglichkeiten der 3-D Visualisierung existieren und wie funktionieren sie? (S. 35-42)

Auf die aus den Schnittbildmethoden (CT/MRT/Sonographie) gelieferten Bilder können folgende Methoden angewandt werden:

- Multi-planar-reconstructions (MPR) – ermöglicht aus den in eine Richtung angefertigten Schnittbilder Rekonstruktion von Bildern in einer anderen Schnittrichtung, ganz ohne Informationsverlust
- Maximum Intensity Projection (MIP) – der Schichtstapel wird aus einer bestimmten Richtung betrachtet. Es wird jeweils nur der hellste Punkt genommen, der zwischen Betrachter und gedachter Projektionsfläche liegt (-> Informationsverlust der Tiefe). Dabei bleibt die Dichte-Information erhalten und die Tiefeninformation geht verloren, was zB bei MR-Angiographien nützlich ist, weil man hier an den hellsten Flecken interessiert ist.
- Shaded Surface Display (SSD) – ähnlich MIP, nur dass statt dem hellsten Voxel das erste Voxel zwischen Auge des Betrachters und Leinwand genommen wird. Durch Bestimmung von Schwellwerte lassen sich so nur bestimmte Dichtebereiche erfassen, wodurch zB nur Knochen oder Organe dargestellt werden können. Die dargestellten Strukturen sind zwar nur weiß (-> Informationsverlust der Dichte), dafür bleibt die Tiefeninformation erhalten -> schöne Methode um Knochen darzustellen.
- Volume Rendering (VR) – Betrachter schaut aus bestimmter Richtung auf Schichtstapel (=Raycasting). Abhängig von Dichte (CT) und Signalintensität (MR) wird jedem Voxel eine Farbe und Opazität (Durchsichtigkeit) zugeordnet. So kann man Objekte durchsichtig darstellen (zB Blutgefäß im Knochen). Dabei geht keine Information verloren. Diese Technik ist Grundlage für die virtuelle Endoskopie und ist besonders geeignet für die Darstellung von PET-, SPECT- aber auch CT- und MRT-Datensätzen. Vorteil ist die einfachere Bewertung der räumlichen Struktur ohne Vorverarbeitung (Segmentierung), Nachteil die hohen Systemanforderungen und die schlechte räumliche Interpretierbarkeit der Ergebnisse.
- Surface Rendering – undurchsichtige 3D-Oberflächendarstellung mittels herkömmlicher Methoden (Segmentierung). Ist im Vergleich zu VR schneller.
- Hybrid Rendering – kombiniert Volume Rendering und Surface Rendering. Man unterscheidet:
  - Visualisierungsmethoden zur Beschleunigung der Beurteilung der Daten
  - Bildanalysemethoden zur automatischen Auswertung auf 3 Ebenen:
    - Datenebene – einheitliche Berechnung mit den Bilddaten
    - Funktionalebene – Analyse durch komplexe mathematische Modelle
    - Gestaltebene – Analyse mittels Anwendungsprogramm (dh durch Menschen gesteuert)

## 25. Welche beiden Visualisierungssoftwares kennen Sie? Wozu dienen diese genau? (S. 43-48)

Medview wurde in Zürich entwickelt und berechnet anhand von Tomographiedaten 3D-Modelle, welche interaktiv und in Echtzeit gedreht, vergrößert, verkleinert, beliebig geschnitten und aus jeder beliebigen Perspektive betrachtet werden.

So können Organe virtuell untersucht werden (virtuelle Endoskopie ohne manuelle Untersuchung, Fly-through) oder auch Gefäßprothesen hergestellt werden oder Organe mittels Stereobrille räumlich betrachtet werden.

Einsatzgebiete: Kolonoskopie (zB Diagnose von Polypen), Vermessung von Hohlorganen, Bronchoskopie (Lunge), Knochen, Verarbeitung industrieller CT-Bilder (zB Motoren)

Beim Navigator beginnt die virtuelle Endoskopie mit einem Segmentierungsprozess (Einteilung der Volumendaten einer diskreten Grauwertfunktion in disjunkte in sich geschlossene Regionen nach Einheitlichkeitskriterium) nach benutzerdefinierten Schwellwerten. Das Programm verlangt die Angabe, ob das virtuelle Lumen im Vergleich zur Umgebung

- hypodens (black in white, stellt Dichtewerte  $>$  Schwellwert dar, für luftgefüllte Hohlräume) oder
- hyperdens (white in black, stellt Dichtewerte  $<$  Schwellwert dar, für Strukturen, die sich zur Umgebung durch erhöhten Dichtewert unterscheiden)

Mittels Raycasting (=Volume Rendering) wird dann das Bild visualisiert.

## **26. Bei welchen Organen ist 3D-Visualisierung nützlich und wieso? (S. 48-51)**

3D-Visualisierung ist zB nützlich bei:

- Leber/Galle – vor Operation, da kompakte Darstellung anatomischer Info
- Knochen – einfach mittels Oberflächenkonstruktion da hoher Dichteunterschied
- Zahnchirurgie – es werden Rapid Prototyping Verfahren eingesetzt. Bei kieferchirurgischen Eingriffen, besonders Stereolithographie. Ist allerdings kaum zur Erreichung korrekter Okklusion (Schlussbissstellung) geeignet. Hier sind Gipsabdrücke besser, die allerdings nicht das Kiefergelenk abbilden.

## **27. Was für Zusatzkomponenten können bei der 3D-Visualisierung zum Einsatz kommen? Was sind ihre Vor- und Nachteile? (S. 51-52)**

Shutter-Brillen nutzen die Trägheit des menschlichen Auges aus, um ihm durch die unterschiedliche Stellung der 2 Augen Illusionen vorzutäuschen. Nachteile sind gesundheitliche Aspekte (Schwindel, Kopfschmerz, Nasen/Ohrenschmerzen) und technische Probleme (Brille dunkelt Teil des Monitors durch Polarisationsfilter der LCDs ab).

Rot-grün Brillen trennen die Bilder für das jeweilige Auge mit einer roten bzw grünen Folie.

## **28. Geben Sie einige Beispiele von Software für die Anwendung der 3D-Computergraphik in der medizinischen Lehre. Wozu noch? (S. 54)**

Beispiele wären:

- Die Wiener Mischung, eine Sammlung von Bildern zum Vergleich und zur Lehre (+Quizmodus)
- Anatomische Atlanten wie DIGIHOM 3D, welcher auch zu Diagnose und Operationsplanung weiterentwickelt wird
- Voxel-man (ebenfalls Atlas)

Ebenfalls zur Erzeugung individueller Prothesen.

## **29. Was ist Stereolithographie? Was ist Rapid Prototyping? (S. 56-57)**

Stereolithographie ist ein laserunterstütztes Verfahren zur Herstellung dreidimensionaler Kunststoffteile ohne Werkzeuge und Formen, um Objekte zu erzeugen, die zB Nerven und Blutgefäße haben, was hauptsächlich der Geometrieüberprüfung dient. Sie erfolgt Schicht für Schicht mit Hilfe eines UV-Lasers an einem Harz-Modell, welches danach noch in den Ofen kommt.

Unter Rapid Prototyping versteht man die schnelle Herstellung von Musterbauteilen ausgehend von Konstruktionsdaten. Rapid-Prototyping-Verfahren sind somit Fertigungsverfahren, die das Ziel haben, vorhandene CAD-Daten möglichst ohne manuelle Umwege direkt und schnell in Werkstücke umzusetzen.

## **30. Was wissen sie über Robotersysteme in der Medizin? (S. 59-60)**

ZEUS wurde im LKH Graz eingesetzt, um eine Gallenblase zu entfernen.

Mit Hilfe von DAVINCI wurde in Innsbruck eine Bypass-OP durchgeführt. Die Beweglichkeit der Roboterarme und eine ausgefeilte Nahttechnik erlaubt eine präzise Operationsweise. Sensoren übertragen damit die Bewegungen des Operators auf die Instrumente. Roboterarme bewegen Greifer, Pinzette und Skalpell, ein Tremorfilter gleicht Zitterbewegungen aus. Mit den Füßen wird eine Kamera gesteuert. Lässt der Operator die Instrumente los, verharren sie in der zuletzt ausgeführten Position.

DAVINCI macht auch im AKH-Wien die minimal invasive Chirurgie möglich.

### **31. Was ist eine Endoskopie? Wie kann sie virtuell erfolgen? (S. 61-62)**

Endoskopie ist das Betrachten der menschlichen Hohlorgane, Gefäße und Knochenstrukturen durch Spiegelungsinstrumente, meist mit Glasfaseroptik. Es ist also die Untersuchung bestimmter Hohlorgane wie Magen, Darm, Speiseröhre und Bronchien. Die häufigsten Verfahren sind Magen- und Darmspiegelung und Bronchoskopie. Dabei werden Endoskope in die entsprechenden Hohlorgane eingeführt und krankhafte Veränderungen erkannt. Solche Eingriffe dauern lange, sind teuer, unangenehm und nicht risikofrei.

Bei der virtuellen Endoskopie werden durch ein (Spiral-)CT oder MRT innere Oberflächen von Strukturen oder Organen erfasst und virtuell rekonstruiert, um den Eindruck einer realen Endoskopie zu erzielen. Sie ergibt sich aus der Methodik der Datenerhebung dreidimensionaler Schnittbildverfahren und erlaubt 3D-Einsicht und virtuelle Fortbewegung. Dabei werden aus dem 3D-Datensatz hohle Anteile des Körperinneren rechnerisch segmentiert und erhalten eine Oberflächenstruktur.

Es ist manchmal von Bedeutung, ob man CT oder MRT-Daten benutzt. So ist zB die virtuelle Endoskopie des Dickdarms besser mittels MRT, weil sie keine Strahlenbelastung für den Patienten verursacht und Gewebekontraste deutlich gezeigt werden.

### **32. Was ist eine Bronchoskopie? Was sind die Vor- und Nachteile der virtuellen Bronchoskopie? (S. 63-64)**

Bronchoskopie ist eine Spiegelung der Luftwege. Bei der virtuellen Bronchoskopie wird eine (Spiral-) CT als Bildgebungssystem verwendet, bei der eine relativ einfache Differenzierung des belüfteten Bronchialsystems von umgebendem Gewebe möglich ist. Besonders eignet sich das für die Suche nach Tumoren, da in der CT Atemwege mit großer Präzision abgebildet werden. Es lassen sich jedoch weder Gewebsdifferenzierungen noch Farbeigenschaften darstellen. Man kann nicht auf die herkömmliche Bronchoskopie verzichten, besonders zum Entnehmen von Gewebeproben.

### **33. Was ist eine Stenose, welche drei endoskopischen Behandlungsmöglichkeiten existieren? (S. 65)**

Stenosen sind Engstellen von Hohlraumsystemen jeglicher Art, die eine normale Passage des Inhalts behindern. Mögliche Ursachen dafür sind eine Kompression von aussen, eine nach Entzündungen narbig geschrumpfte Darmwand oder ein in das Darmlumen einwachsender Tumor.

Es gibt verschiedene endoskopische Möglichkeiten, Stenosen aufzudehnen, um eine Passage wiederherzustellen:

- pneumatische Dilatation: ein auf einen dünnen Katheter aufgezogener Ballon wird in die Stenose eingeführt und sprengt diese durch druckkontrolliertes Aufblasen.
- Bougierung: feste, konisch zulaufende Kautschuk Katheter (Bougies) mit unterschiedlichen Durchmessern werden der Größe nach in die Stenose eingeführt, bis die gewünschte Größe erreicht ist.
- Endoprothesen: Auch Stents, sind tunnelartige Katheter, die gefaltet in die Stenose eingeführt werden, um sie offen zu halten (indem sie sich dann auffalten), d.h. sie sind Gefäßstützen aus Kunststoff oder einem Metallgitternetz.

### **34. Wie sind die Nasennebenhöhlen aufgebaut, was ist der Unterschied zwischen akuter/chronischer Entzündung der Nebenhöhlen und wie wird bei Sinusoperationen vorgegangen? (S. 66-67)**

Die Nasennebenhöhlen sind luftgefüllte Ausbuchtungen der Nasenhaupthöhlen. Die mit Flimmerepithel besetzte Schleimhaut transportiert das Sekret über kleine Verbindungsgänge in die Nase. Über diese Öffnungen erfolgt der Luftaustausch zwischen Nasenhaupthöhle und Nebenhöhlen. Entsprechend dem Atemstrom ändert sich der Druck im Nebenhöhlensystem.

Arten von Sinusitis:

- Eine akute Entzündung kann eine Begleitung von Erkältungskrankheiten sein und kann folgenlos abheilen.
- Die chronische Entzündung der Nase ist oft auf anatomische Besonderheiten zurückzuführen (zB Verkrümmung -> Wucherungen). Wichtig ist eine schnelle Behandlung, denn die Entzündung kann auf Augenhöhlen, Gehirn oder Hirnhäute übergreifen.

Die präoperative koronale CT-Untersuchung ist heute als Standardmethode anerkannt. Die virtuelle Endoskopie hilft vA bei der Planung der endoskopischen Operation.

### **35. Was sind die Vorteile der virtuellen Endoskopie im Dickdarm? (S. 68)**

Die virtuelle Endoskopie wird vA bei Tumoren des Dickdarms eingesetzt. Stärken:

- reelle endoskopische Untersuchung schwierig wegen ständiger Bewegung des Darmes (virtuelle = Momentaufnahme)
- Überwindung von Verklebungen oder Verengungen leicht möglich
- Einzige Möglichkeit bei Kontraindikationen (zB Divertikulitis)

### **36. Was sind die generellen Vor- und Nachteile der virtuellen Endoskopie? (S. 69)**

Die virtuelle Endoskopie hat folgende Eigenschaften:

Vorteile:

- Große Bewegungsfreiheit (Engstellen sind kein Hindernis, störende Strukturen können durchsichtig dargestellt oder durchquert werden)
- Geringe Operationsbelastung, kurzer Spitalsaufenthalt und rasche Erholung des Patienten
- Leicht wiederholbar, weil Daten gespeichert
- Bildverbesserungen sind möglich

Nachteile:

- Hohe Strahlenbelastung beim Einsatz von CTs
- Meist nur Schwarz-weiß -> Schwierigkeit eine Darmverschmutzung von zB einem Polypen abzugrenzen
- Im Gegensatz zur optischen Endoskopie kann man keine Verschmutzungen wegspülen, keine Gewebeproben entnehmen, keine Stenosen auflösen
- Kostenintensiv durch Gerätekosten und Zeitbedarf des Radiologen

### **37. Wie kamen die Bilder des Visible-human Projekts zustande? Woraus besteht der Datensatz? Wozu dient das Projekt? Welche Projekte sind daraus hervorgegangen? (S. 70-76 und 85)**

Die Bilder wurden von der Leiche eines Texaners gemacht, welcher zur Todesstrafe verurteilt worden war und seinen Körper der Wissenschaft vermacht hat. Er wurde erstellt, indem der Körper eingefroren wurde und dann 4 Monate lang Schicht für Schicht zersägt und fotografiert. Neben den herkömmlichen Bildern enthält der Datensatz auch CT- und MRI-Bilder. Er ist zum freien Download im Netz verfügbar. Später kam auch der visible human female Datensatz dazu.

Mögliche Anwendungen sind ein „gold standard“ und die Lehrfunktion, namentlich:

- Virtual-reality Simulationen, um Ärzte und speziell Chirurgen zu trainieren (zB Programme zum Üben gefährlicher Operationen für Chirurgen)
- Techniker benutzen den Datensatz zum Erstellen besserer Schutzkleidung
- Hollywood hat die Daten für die Erstellung eines computeranimierten Charakters in „Das fünfte Element“ verwendet
- Bewertung und Vergleich von neuen Systemen und Softwareprodukten mithilfe der VH-Datensätze

Hauptziel des Visible Human Project ist allerdings ein digitaler Atlas eines Menschen, welcher auch ein gutes Basismaterial für Computer-modelle darstellt.

Daraus hervorgegangen sind Voxel-man, Vesalius und CHARM.

### **38. Was ist Voxel-man und welche Funktionalitäten hat es? (S. 77-84)**

Voxel Man ist ein multimediales Lehrbuch, bestehend auf einem volumensbasierten Darstellungsmodell aus CT- und MRI-Aufnahmen. Neben dieser Lehrfunktion für Studenten ist es damit auch ein elektronisches Nachschlagewerk für Ärzte.

Es ist nämlich nicht nur ein anatomisch-radiologischer Atlas sondern hat auch Zusatzdaten gespeichert. Unterbricht man einen Nerv oder durchtrennt eine Arterie, so kann einem das System die Folgen mitteilen. Alle Namen enthält das System auf latein, englisch, deutsch und japanisch.

### **39. Welche Ziele hat das Vesalius-Projekt? (S. 86-87)**

Ziele des Vesalius-Projektes sind:

- Extraktion von 3D-bildern aus den 2D-bildern des VH-Projekts
- Erstellen von Labels -> Annotation
- Entwerfen der Software, die als Fokus vA die Lungen hat.

### **40. Was sind die Probleme der virtuellen Endoskopie, die es noch zu überwinden gilt? (S. 88-90)**

Probleme der Endoskopie im Visible Human Project sind:

- 3D-Bildauflösung (Hautveränderungen werden aufgrund schlechter Auflösung von CT und MRI kaum erkannt)
- Korrektes Rendern von Oberflächen (s. Hautveränderungen)
- Automatische Segmentierung
- Robuste Zusammenführung von Bildern
- Gute virtuelle Präparation

### **41. Was stellt CHARM dar und was sind seine Ziele? Wie wurde dies realisiert? (S. 92-95)**

CHARM (comprehensive human animation resource model) will einen strukturierten und dynamischen Körper nachbilden, d.h. die Strukturen interagieren nach einem mechanischem Modell und sind dynamisch so verformbar, wie es die wirklichen Strukturen wären.

Bei der Realisierung hat man sich auf den linken oberen Arm beschränkt. Der Vorgang gliedert sich in:

- Vorverarbeitung der Bilder aus CT und MRI
- Beschriftung und Identifikation der interessierenden Organe
- Erstellung einer 3D-Oberfläche
- Eine Datenstruktur für strukturelle und topologische Information wird erstellt

## **Skriptum 3 (PACS)**

### **42. Was versteht man unter PACS/IMACS und in welche Funktionseinheiten gliedert es sich? (S. 2)**

Ein PACS (picture archiving and communication system) bzw IMACS (image management and communication system) ist ein EDV-System, das Bilddaten von Geräten übernehmen, archivieren, abrufen und manipulieren kann. Seine Funktionseinheiten sind:

- Bildaquirierung (Bildgenerierung [CT,MR...], und Bildeingabe [Filmdigitalisierer])
- Bildkommunikation (=Übertragungssystem)
- Bilddarstellung und Manipulation
- Bildverarbeitung
- Befundung
- Bildarchivierung und Bildverwaltung
- Bildausgabesysteme (Filmkopiergeräte)

#### **43. Was sind die Probleme bei herkömmlicher Bildarchivierung? (S. 3)**

Die Probleme sind:

- Filme sind leicht zu verlegen, verlieren oder falsch einzuordnen
- Filme haben ein gewisses Gewicht und sind ein single-user medium, die Vervielfältigung ist teuer und fehleranfällig
- Ist die Archivierung dezentral (dh auf der benutzenden Station) nimmt sie Platz für Patienten weg, ist sie zentral ist sie schwerer zugreifbar
- Es ist keine nachträgliche Bildverarbeitung möglich!

#### **44. Was sind die verschiedenen Gründe für ein PACS? (S. 4-7)**

Allgemein ermöglicht ein PACS Kosten- und Zeitersparnis durch Elimination von Redundanz, einfacherer Suche, Kompaktheit der Daten und einen Zugriff von mehreren Orten.

Die digitale Speicherung verbraucht kaum Platz, ist keinem Alterungsprozeß unterworfen und ist jederzeit abrufbar. Außerdem ermöglicht das PACS digitale Bildverarbeitung, was dynamische Bilddarstellung, automatisierte Bildauswertung und Bildverbesserung ermöglicht. Besonders in Spitälern ist das PACS die Grundlage für Telemedizin und ermöglicht eine interaktive Arbeitsweise durch Überlagerung von Bildern. Für den Patienten ergibt sich daraus eine verbesserte Diagnose und eine effizientere Therapie, aber auch kürzere Wartezeiten und ein abnehmendes generelles Risiko.

Auch organisatorisch ergibt sich dadurch eine bessere Prozessverkettung, welche so auch maschinell möglich ist. Bilder können einfach und schnell abgerufen werden und zB auch in Vorlesungen weiterverwendet werden, ohne sie aus einer Mappe zu entfernen.

Auch zur Erstellung von Statistiken eignet sich das PACS gut (zB für wissenschaftliche Zwecke oder zur Qualitätskontrolle).

#### **45. Was sind die Probleme, welche beim PACS auftreten können? (S. 7)**

Probleme sind:

- fehlende Standardisierung (->DICOM 3?) wichtig, da Datenaquisition von verschiedenen Systemen
- Geschwindigkeit: Man braucht Hochgeschwindigkeitsleitungen mit min 1 MB/s. Um die Zugriffszeiten zu Minimieren, trennt man meist in Kurzzeit (=Magnetspeicher, bei häufigem Zugriff also wenn Patient noch im Krankenhaus), on- (=optischer Speicher, rezente Bilder) und offline Speicher (=optischer Speicher, Langzeitarchiv)
- Speicherkapazität hängt ab von Größe des Krankenhauses und Größe und Anzahl der Bilder

#### **46. Welche Features bieten PACS-Systeme derzeit im Bezug auf Datenträger und Suchabfragen? (S. 8)**

Die Speicherung erfolgt auf WORM Platten (zw 0,6 und 6 GB), welche in einer Jukebox verwaltet werden (diese kann bis zu 100 enthalten). Die Daten werden meist doppelt abgelegt (Sicherheit) und sind komprimiert. Abfragesprachen wie ISQL ermöglichen gezieltes Abrufen von Bilddaten..

#### **47. Was sind die Anforderungen an die Bilddarstellung aus Benutzersicht? Was ist zu den Leistungsmerkmalen von Bildschirmen, zum Datenschutz und den Kosten zu sagen? (S. 8-9)**

Anforderungen sind die Qualität der Bilder und Bildschirme, die Anordnung der Bedienelemente und deren Vereinheitlichung, die Darstellung von Bildern, welche sich in Ursprung, Größe und Auflösung unterscheiden, eine Trennung in aktuelle und archivierte Bilder und die Integration von Daten (Labor) und Text (Befund) neben den Bildern.

Bildschirme sind entweder bei Befundungseinheiten (müssen höchste Qualität sein, da zur Aufbereitung des Bildes) und Betrachtungseinheiten (hier reicht gute Qualität zur Demonstration).

Das Problem des Datenschutzes ist die Frage der Zugriffsberechtigung: Darf der Arzt direkt Bilder aus dem PACS-Speicher holen oder müssen diese aktiv versendet werden?

Die Kosten für ein PACS sind beträchtlich, es ist nicht immer ersichtlich, dass die Kosten (Technikerkosten, Wartungszeit) durch die erzielten Vorteile (Material/Raum/Personal/Zeitkosten verringert) aufgewogen werden

**48. Was spricht in der Praxis gegen die Realisierung? Was ist die Folge davon? Wie sind aktuelle Systeme zu bewerten? (S. 10)**

Die technische Realisierung von PACS Systemen ist immer noch sehr schwierig, da Normung, Bildqualität und hohe Datenkapazitäten sie sehr komplex machen. Außerdem ist die Wirtschaftlichkeit immer noch fraglich, es besteht nur geringe klinische Notwendigkeit. Ihre Anwendung hat auch enormen Organisationsaufwand zur Folge, da das Krankenhaus dadurch reorganisiert werden muss.

Die Folge ist, dass PACS nur in Teilbereichen eingesetzt wird, was technisch-organisatorische Probleme vermindert. Man hat krankenhausspezifische Strategien zu deren Einführung.

Durch PACS Systeme nimmt in der Praxis der Nicht-find-Faktor ab, genauso wie der Speicherplatzbedarf und die Retrieval-Dauer. Die Software ist eher nicht vertraut, dafür sind periphere Abteilungen damit gut ausgestattet und Bilder anderer Modalitäten sind leichter erhältlich.

**49. Was ist datenschutzrechtlich bei PACS zu bedenken (S. 11-12)**

In einem verteilten Informationssystem wie dem PACS ist es nicht vorhersehbar, ob dies der informationellen Selbstbestimmungspflicht einer Person widerspricht. Die ärztliche Schweigepflicht wird aber eingehalten, solange nur interne Mitarbeiter und Ärzte Zugriff darauf haben (-> keine externen Dokumentationsstellen!).

Die Ordnungsmäßigkeit der Dokumentation ist durch ihren Zweck bestimmt, ein Arzt muss immer so dokumentieren dass ein Außenstehender sich damit ein Bild über den Gesundheitszustand des Patienten machen kann. Diese Dokumentation muss also vollständig und richtig sein.

**50. Was waren die Ziele des DICOM-Standards und was beschreibt er? Was enthält ein DICOM-Bild?(S. 13)**

Der DICOM (digital imaging and communications in medicine) Standard wurde zur Interoperabilität von DICOM-kompatiblen Geräten und Programmen und zum Einsatz in PACS-Netzwerken geschaffen.

DICOM beschreibt Datenstrukturen, Netzwerkdienste (zB Bildübertragung, PACS...), Formate für Datenträgeraustausch und Anforderungen an konforme Geräte und Programme. DICOM enthält Informationen über Patient (Name, GebDat, ID...), Modalität und Aufnahme und das Bild selbst (Auflösung, Fensterung...). Hierbei wird für jedes Attribut definiert, ob es (evtl nur unter bestimmten Bedingungen) Pflichtangabe oder optional ist. Dies ist allerdings auch eine Schwäche, denn meist sind Bilder unvollständig oder falsch annotiert.

**51. Wie funktionieren die DICOM-Netzwerkdienste und welche davon existieren? Welche Anwendungsgebiete hat der DICOM-Datenträgeraustausch und was beschreiben seine Anwendungsprofile? Was ist die DICOM-Konformitätserklärung? (S.14-15)**

Die DICOM-Netzwerkdienste entsprechen dem Client/Server Konzept. Es existieren:

- DICOM Bildarchiv-Dienst (PACS Bildsuche)
- DICOM Druckdienst (Drucker über Netzwerk)
- DICOM „Modality Worklist“ Dienst (übernimmt Arbeitsaufträge inkl Patientendaten von Informationssystemen)

Der Datenträgeraustausch wird zur Archivierung von Herzkatheterfilmen auf CD und zur Speicherung von Ultraschallbildern verwendet. Die Anwendungsprofile besagen, Bilder welcher Modalitäten in welcher Kompression auf welchem Typ von Datenträger gespeichert sein dürfen.

Jedes Standard-konforme Programm oder Gerät im DICOM Standard muss eine Konformitätserklärung besitzen, welche beschreibt, welche DICOM Dienste unterstützt werden, welche Besonderheiten implementiert sind und wie das Gerät mit anderen Systemen kommuniziert. In der Praxis sind diese Erklärungen allerdings nur für Experten verständlich und auch meist nur minimal dokumentiert.

## **Skriptum 4 (Telemedizin)**

### **52. Wie ist Telemedizin entstanden? Was sind die technischen Voraussetzungen?(S.4-5)**

Telemedizin kam zunächst in der NASA zur Fernbehandlung von Astronauten auf, später auch zur Behandlung von Indianern in deren Reservat.

Voraussetzungen sind die Qualität der Aufnahmegeräte (Auflösung, Farbqualität), der Übertragungsmedien (analog/digital) und der Signalwiedergabe.

### **53. Nennen Sie mögliche Anwendungsfelder der Telemedizin (S. 5-6)**

Anwendungsfelder der Telemedizin sind zB:

- Regionale und überregionale Vernetzung (v. Kliniken, Privatärzten und Labors)
- Versorgung entlegener Gebiete
- Ferngesteuerte Eingriffe (mittels leistungsfähiger Übertragung und Robotersystem)
- Mobile Patientenüberwachung (zur Beobachtung unter Alltagsbedingungen, Vermeidung langer Aufenthalte und Optimierung von Diagnose und Therapie)
- Netzwerk Umwelt und Gesundheit (zB weltweite Beobachtung der UV-Belastung)

### **54. Was sind die Ziele der Telemedizin? Was sind die Einsatzbereiche der Telekommunikation in der Medizin und wodurch charakterisieren sie sich? (S. 6-8)**

Ziele sind die Verbesserung des Verhältnisses Arzt/Patient, die bessere Kommunikation zwischen behandelndem und konsultierendem Arzt und die weiter verbreitete Nutzung spezieller diagnostischer Geräte.

Einsatzbereiche sind:

- Bildübertragung ohne begleitende Interaktion (Bilder werden später analysiert, sei es zu Expertenkonsultation, zur Archivierung oder für die Lehre)
- Bildübertragung mit interaktiver Diskussion (Bilder werden möglichst schnell übertragen und diskutiert, zB schnelle Expertenmeinung oder Lehrfunktion)
- Ferngesteuerte Bildselektion (Empfänger selektiert Bilder, vA in der Pathologie wichtig)

### **55. Was sind die sozialen und wirtschaftlichen Konsequenzen der Telemedizin? Was ist Telekonsultation? Telediagnostik? Tele-learning? Telepräsenz? (S. 8-10)**

Durch die Überbrückung von Zeit und Raum könnte die Telemedizin die Tendenz zur Konzentration von medizinischen Institutionen verstärken. Dies würde auch zum Verlust von Arbeitsplätzen führen.

Telekonsultation ist die Konsultation eines Arztes mittels Kommunikationstechnik, in vielen Fällen ist eine Konsultation nämlich nur mit gleichzeitiger optischer Information (zB Röntgenbild) möglich.

Bei der Telediagnostik wird der Patient am Bildschirm via Videokonferenz über Therapien und Risiken aufgeklärt. Dies lässt sich auch in der Lehre einsetzen.

Beim Tele-learning werden interaktive, multimediale Lernprogramme zur Wissensvermittlung eingesetzt.

Telepräsenz ermöglicht es, an zwei Orten gleichzeitig zu sein.

**56. Was ist Teleradiologie? Wieso ist gerade die Radiologie so wichtig als Bindeglied zwischen Medizin und Technik? Was sind die Einsatzgebiete der Teleradiologie? (S. 10-11)**

Unter Teleradiologie versteht man die Übertragung radiologischer Bilddaten (CT, MR usw...) über Kommunikationsnetze. Durch die Anforderungen der neuen Weiterbildung und die zunehmende Spezialisierung treten Aspekte der Lehre, der Weiterbildung und der Spezialistenkonsultation hier in den Vordergrund.

Einsatzgebiete sind vor Allem:

- Konsultationen in Notfällen
- Expertenkonsultationen
- Demonstrationen und Diskussionen zur Weiterbildung
- Bildverteilungsservice

Aber auch Zugang zu Hochtechnologie, Qualitätssicherung, Betreuung während der Produkteinführung, Kenntnisbereitstellung in entlegenen Gebieten und die Bildung von Referenzdatenbanken spielen eine Rolle.

**57. Was sind die Anforderungen an das System und die Netzkapazität in der Teleradiologie? (S. 12)**

Wichtig für das System sind Standardisierung, Datenschutz und Sicherung der Datenidentität. Außerdem sollte das System einfach und schnell sein, wichtige Features wie Synchronisationsfunktionen, Drucker, Scanner, Kameraanschluss besitzen, benutzerfreundlich und ausfallsicher sein sowie systemunabhängig und preiswert.

Aufgrund der großen Datenmengen benötigt die Teleradiologie eine hohe Netzkapazität.

**58. Welche Kostenaspekte gibt es in der Teleradiologie? (S. 12-13)**

Durch die Forderung der Krankenkassen auf Verkürzung der Liegezeiten und die Einführung von Pauschalen entsteht ein Kostendruck.

Durch Telemedizin können Kosten gesenkt werden durch Wegfall von Transportkosten und Vorhaltekosten (zB Rettungshubschrauber) sowie Organisationsoptimierung, Zeitersparnis und Qualitätsoptimierung (durch Referenzdatenbanken).

**59. Was sind die Ziele, Vorteile und Vorraussetzungen einer Telekooperation mit medizinischen Bildern? (S. 14)**

Ziel ist die direkte Unterstützung und Verbesserung von Diagnose, Therapie, Lehre und Forschung.

Vorteile:

- Entfernungen spielen keine Rolle
- Die Bilder gehen nicht mehr verloren
- Durch Analyse leistungsfähigerer Analyseprogramme besser genutzte Bilder
- Zusätzliche Untersuchungen werden den Patienten erspart

Voraussetzungen sind schnelle Netze und die digitale Verwaltung aller Bilder.

**60. Was ist ein Informationssystem? Was ein Krankenhaus-Informationssystem? Was ein Radiologie Informationssystem? Was ist der Unterschied zwischen KIS und PACS? (S. 14-16)**

Ein Informationssystem ist ein Abbild einer Institution, bei dem allein die gespeicherten Informationen und Informationsprozesse betrachtet werden. Ein rechnergestütztes IS verwendet hierzu unter anderem Rechner als Werkzeuge.

Ein Krankenhausinformationssystem ist also ein IS für die Institution Krankenhaus. Ziele sind die Qualitätssicherung (Sicherheit und Entscheidungsunterstützung), die Unterstützung des Krankenhausmanagements und die Verbesserung der Kommunikation.

Ein Radiologieinformationssystem (RIS) ist ein IS für die Fachabteilung Radiologie eines Krankenhauses. Es wird zur Patienten Anmeldung, zur Abteilungsorganisation und zur Dokumentation der Patientendaten genutzt.

Im Gegensatz zum KIS sind die Daten in einem PACS um ein Vielfaches größer. Es ist daher um einiges teurer und hat höhere Kapazitäten.