

## Radiologen arbeiten mit der Technik von morgen

**Das filmlose digitale Röntgeninstitut gibt es im Donaushospital des StMZ der Stadt Wien bereits seit 1992.**

Unter Leitung von Prim. Univ.-Prof. Dr. W. Hruby entwickelte ein Expertenteam aus Medizintechnikern von Siemens und Radiologen ein Picture Archiving and Communications System, im Jargon schlicht PACS genannt. Dieses System überträgt Patientendaten, archiviert sie und koordiniert den Bilderfluß – alles digital.

In den ersten 15 Monaten wurden damit 375.494 Bilder generiert und abgespeichert. Dies entspricht laut Hruby einem Datenvolumen von 924.203 Megabyte - in anderen Worten: einer Bibliothek von mehr als zwei Millionen Büchern von jeweils 300 Seiten.

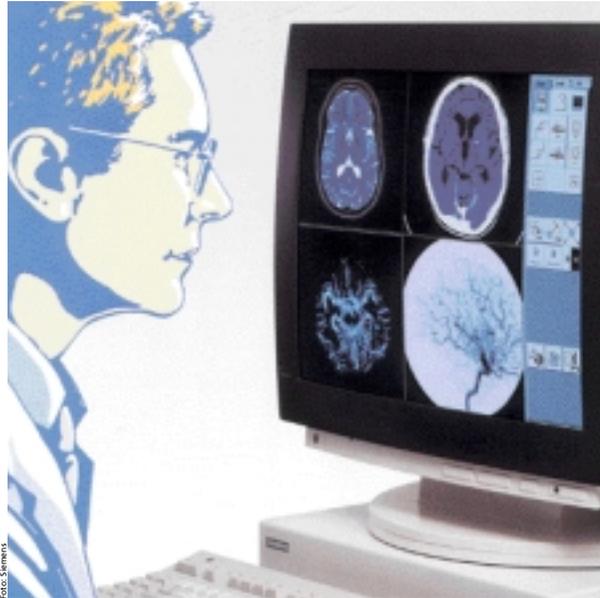
Dieses Datenvolumen gliedert sich folgendermaßen:

- 87.086 DLR-Bilder und
- 4.757 CT-Untersuchungen, welche sich aus
- 232.542 Bildern zusammensetzen;
- 3.485 digitale Durchleuchtungsuntersuchungen, bestehend aus
- 43.798 Einzelbildern,
- 2.662 digitalisierte Bilder sowie
- 618 Ultraschalluntersuchungen.

Hruby kommt zu dem Schluß, daß der enorme Dynamikbereich digitaler Modalitäten und die damit verbundene weitgehende Unempfindlichkeit gegenüber Fehlbelichtungen zu einem drastischen Rückgang von Wiederholungsaufnahmen führt. Das bedeutet: eine Reduktion der Strahlendosis.

### Archivierung leicht gemacht

Auch das leidige Thema der spurlos verschwundenen Bilder gehört der Vergangenheit an, denn mit einem PACS sind auch alte Digitalbilder uneingeschränkt verfügbar. Damit können Voruntersuchungen jederzeit problemlos zum Vergleich herangezogen werden. Weiters lassen sich Bilder und deren Befunde an andere Stationen oder weiterbehandelnde



**Mit moderner Technologie kann die individuelle Patientenversorgung weiter optimiert werden.**

Ärzte verschicken. Auf diese Weise können Kollegen gleichzeitig an verschiedenen Orten dieselben Bilder aufrufen und diskutieren.

Mit dem MultiMedia Reporting Tool der Firma Siemens kann man sogar ausgewählte Bilder mit einem Kurzbefund schnell und selbsterklärend weitergeben: Der Zuweiser öffnet aus seiner Mailbox Ihre Nachricht, hört Ihre Stimme und sieht das Bild mit Ihren Markierungen als Film.

### Hoher Speicherbedarf

Bei der Einführung eines PACS muß in der Regel parallel gearbeitet und für Voruntersuchungen auf Filme zurückgegriffen werden. Das „konventionelle“ Filmarchiv wird erst langsam überflüssig. Ausgewählte Filmbilder, die beispielsweise Krankheitsverläufe dokumentieren, können aber auch nachträglich digitalisiert und in das PACS integriert werden. Durch Auslagern der zeitaufwendigen Nachver-

arbeitung radiologischer Bilder wird jedenfalls der Patientendurchsatz und damit auch die Rentabilität des bildgebenden Systems erhöht.

Durch den Bilddatenaustausch kann auch eine qualitative Verbesserung der extramuralen Patientenbetreuung sowie der Kooperation zwischen den niedergelassenen Ärzten untereinander und den Spitalern erreicht werden. Weiters haben die Spitäler den Vorteil, daß sie auch über die Bilder der niedergelassenen Ärzten verfügen können. Gleiches verbessert umgekehrt auch die Situation im extramuralen Bereich. Ein ungelöstes Problem ist allerdings noch die Frage, wer soll, was, wo und wie speichern, und vor allem, wer soll die dafür notwendigen Datenspeicher betreiben. Betrachtet man die Entwicklung des Speichervolumens im Donaushospital, wo in den ersten 15 Monaten bereits 924.203 Megabyte angefallen sind, zieht dies zwangsläufig die Frage nach sich: wer soll das bezahlen?



**Univ.-Doz. Dr. Franz Frühwald  
Präsident des VBDÖ**

**C**omputertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) waren anfangs vergleichsweise teure Untersuchungen und unterliegen deshalb noch immer einer Bedarfsplanung im Rahmen des österreichischen Krankenanstalten- und Großgeräteplans. Mittlerweile haben sich aber die Untersuchungskosten soweit verringert, daß sie mit üblichen Röntgenuntersuchungen durchwegs vergleichbar sind. Es stellt sich also die Frage, inwieweit eine zentrale Planung für Untersuchungsgeräte, deren Einsatz heute medizinische Routine bedeutet, auch in Zukunft sinnvoll ist. Im Zuge der Großgeräteplanung ist darüber hinaus in den vergangenen Jahren eine klare Tendenz zu beobachten: Während man versucht, die bereits existierenden, extramuralen Einrichtungen zurückzudrängen, werden gleichzeitig intramurale Einrichtungen mit Steuergeldern ausgeweitet. Volkswirtschaftlich erscheint dies wenig sinnvoll.

Der VBDÖ setzt sich deshalb für eine ausgewogene Versorgung der Bevölkerung mit intra- und extramuralen CT- und MRT-Einrichtungen ein. Eine besonders schwierige Situation ergibt sich dabei in Kärnten, wo seitens ÖBIG im Bereich der CT-Einrichtungen eine Verteilung von zwölf intramuralen zu lediglich fünf extramuralen Anlagen gefordert wird. Eine ausgewogene Versorgung der Kärntner Bevölkerung erfordert aber nach Ansicht des VBDÖ einen Aufteilungsschlüssel von zehn intramuralen zu sieben extramuralen Geräten. Nachdem eine Beschlussfassung der Bundesstrukturkommission erst gegen Ende dieses Jahres geplant ist, besteht noch Hoffnung, daß dieses Problem auf vernünftige Art und Weise gelöst werden kann.

*Univ.-Doz. Dr. Franz Frühwald*

**Die Magnetresonanztomographie** wurde bereits Ende der vierziger Jahre eingesetzt. Heute wie damals macht man sich dabei die Eigenschaft des magnetischen Moments und des Kernspins von Atomkernen des Wasserstoffs zunutze und verwendet diese Protonen als bildgebende Quelle.

**Die Bedeutung der CT** für die Nasennebenhöhlenchirurgie beleuchtet A.o. Univ.-Prof. Dr. Klaus Böheim. Für ihn ist das Vorliegen einer Computertomographie für alle operativen Eingriffe eine sine qua non. CT wird ein integraler Bestandteil bei funktionell endoskopischen Eingriffen.

**Der Österreichische Radiologietag** war ein voller Erfolg. Bundesweit nahmen 37 Bilddiagnostikinstanzen an dem gemeinsam mit der Österreichischen Krebshilfe veranstalteten Tag der offenen Tür teil. Die Bevölkerung setzte sich intensiv mit modernsten Diagnoseverfahren auseinander.

# ABC der Magnetresonanztomographie

**Bereits Ende der vierziger Jahre wurden mit der heutigen Magnetresonanztomographie (MRT) verwandte Verfahren in physikalischen und chemischen Laboratorien eingesetzt. Felix Bloch und Edward Mills Purcell arbeiteten unabhängig voneinander an deren Entwicklung und erhielten beide dafür 1952 den Nobelpreis für Physik.**

Aufgrund der verschiedenen Entwicklungsstränge der MRT gibt es zahlreiche Synonyme für dasselbe Prinzip, beispielsweise Magnetische Kernspinresonanztomographie, Nuclear Magnetic Resonance oder Magnetic Resonance Imaging. Als Grundlage für bildgebende Verfahren wurde die Kernspinresonanz erst ab 1973 wieder aufgegriffen und in den achtziger Jahren von entsprechenden Firmen weiterentwickelt.

## Das physikalische Prinzip

Die MRT macht sich die Eigenschaft des magnetischen Moments und des Kernspins von Atomkernen des Wasserstoffs (Protonen) zunutze und verwendet diese Protonen als bildgebende Quelle. Normalerweise sind die magnetischen Momente des Wasserstoffs (z.B. in den Wassermolekülen eines Patienten) völlig ungeordnet. Deshalb wird ein starkes magnetisches Feld eingesetzt, das eine Ausrichtung der Kernmomente in Feldrichtung bewirkt und zu einer meßbaren Magnetisierung führt. Dieser Vorgang bewirkt auch eine Präzisionsbewegung der Kernspins mit einer genau definierten Frequenz um die Feldrichtung des Magnetens.

## Resonanzanregung und -messung

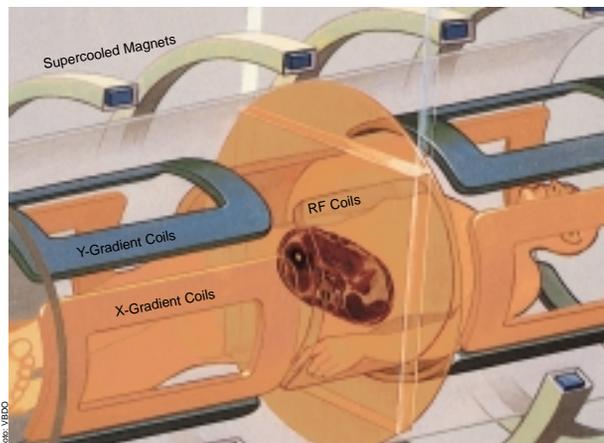
Wird der im Magnetfeld liegende Patient (d.h. seine Wasserstoff-Atomkerne) in Übereinstimmung mit der oben erwähnten physikalisch vorgegebenen Fre-

quenz über eine Spule mit einem Hochfrequenzimpuls bestrahlt, kommt es zur Kernresonanz. Die Wasserstoff-Atomkerne werden aus ihrer ursprünglichen Ausrichtung abgelenkt und „gekippt“. In welchem Maße und in welcher Richtung die Wasserstoff-Atomkerne abgelenkt werden, ist abhängig von der Dauer und der Stärke des Hochfrequenzimpulses. Nach Abschalten dieses Impulses kehren sämtliche Atomkerne in ihre ursprüngliche Lage zurück und geben dabei das Kernresonanzsignal ab, welches zur Bildgebung benutzt wird. Dieser Vorgang läuft nach genauen physikalischen Gesetzmäßigkeiten ab und kann mit verschiedensten Meßsequenzen definiert und ausgelesen werden.

## Bestandteile eines MR-Tomographen

Ein MR-Tomograph besteht aus:

1. einem Magneten (zumeist einem supra-leitenden Magneten mit einer Feldstärke von 0,5 bis 1,5 Tesla),
2. Gradientenspulen, die im Magneten eingebracht sind und zur Lokalisierung der gemessenen Kernspinresonanzen dienen,
3. einer Hochfrequenzspule, die als Sender des Hochfrequenzimpulses sowie als Empfänger des von den Protonen im Körper des Patienten ausgesendeten MR-Signale dient,
4. einem Computer, der die MR-Bilder nach Verstärkung der gemessenen MR-Signale errechnet und
5. einer Patientenliege.



**Der große Vorteil der MRT ist, daß nicht nur die „Konzentration“ von Wasserstoff-Atomkernen gemessen wird, sondern auch die Geschwindigkeit, mit der die Kerne in ihre Ausgangslage zurückkehren.**

## Kontrast der verschiedenen Körpergewebe

Der enorme Vorteil der MRT besteht darin, daß nicht nur die „Konzentration“ von Wasserstoff-Atomkernen gemessen wird, sondern auch die Geschwindigkeit, mit der die Kerne in ihre Ausgangslage der Magnetisierung zurückkehren. Je nach Körpergewebe werden konstante Relaxationszeiten meßbar und für den optimalen Bildkontrast zur Unterscheidung von gesundem und erkranktem Gewebe im Körper herangezogen. Auch Blutgefäße mit dem sie durchströmenden Blut verursachen eigene Bildkontraste, die sogar für spezielle, nicht invasive Gefäßuntersuchungen (MR-Angiographien) herangezogen werden können.

Nebenwirkungen jeglicher Natur sind zur Zeit bei den zugelassenen Feldstärken und Gradientenstärken nicht bekannt. Auch die eingestrahlten Hochfrequenzfelder bewegen sich in Größenordnungen, die im üblichen Toleranzbereich liegen. Patienten mit Herzschrittmachern, Insulinpumpen oder anderen Biostimulatoren sollten nicht mittels MRT untersucht werden. Gleiches gilt für Patienten im Frühstadium nach der Operation mit chirurgisch gesetzten Gefäßclips beziehungsweise für Patienten mit Materialien, die nicht für die MRT geeignet sind. Sämtliche anderen Metallimplantate müssen vor der MRT bekanntgegeben werden, um im Einzelfall über die Untersuchung zu entscheiden.

(dt)

## Service

# Indikationstabelle HNO

**Speziell als Service für überweisende Ärzte bringen wir an dieser Stelle in loser Reihenfolge nach Körperregionen aufgeteilte Indikationstabellen. Für allfällige Fragen stehen Ihnen Experten des VBDO zur Verfügung. Sie erreichen uns unter der Telefonnummer 02742/341-122.**

### HNO

	Primäruntersuchung	Sekundäruntersuchung	Tertiäruntersuchung
Mittelohr	HR-CT	-	-
Innenohr	MRT	(HR-CT)	-
Trauma des Felsenbeins	HR-CT	(MRT)	-
Schädelbasis	HR-CT	-	-
Craniofaciales Skelett und Nasennebenhöhlen	HR-CT	MRT	-
Orbita	HR-CT/MRT	-	-
Epipharynx	MRT	CT	-
Oropharynx, Mund, Zunge	Sono	CT/MRT	-
Hypopharynx, Larynx	CT/MRT	-	-
Halsweichteile (LK, Nebenschilddrüse)	Sono	CT	MRT
Schilddrüse (Tumorstaging)	Sono/Szinti	MRT	CT (nativ)

# Die Bedeutung der Computertomographie für die funktionelle endonasale Nasennebenhöhlenchirurgie



**Die moderne, funktionell endonasale Nasennebenhöhlenchirurgie beruht auf der Erkenntnis, daß erstens die meisten Erkrankungen der großen Nasennebenhöhlen, wie der Kieferhöhlen und der Stirnhöhlen, rhinogen entstehen und zweitens die zugrunde liegenden Veränderungen meist in den vorgeschalteten Spalten und Engstellen der lateralen Nasenwand und im Siebbeinlabyrinth gelegen sind.**  
**Von A.o. Univ.-Prof. Dr. Klaus Böheim**

**D**iesen Engstellen kommt eine Schlüsselrolle in der Pathophysiologie der entzündlichen Nebenhöhlenerkrankungen zu, da durch sie die Ventilation und Drainage der nachgeordneten Siebbeinzellen und der großen Höhlen erfolgt. Die funktionell endoskopische Chirurgie dementsprechend hat die operative Erweiterung dieser Engstellen zum Ziel.

Der nachhaltige Aufschwung dieser endoskopisch beziehungsweise mikroskopisch durchgeführten Chirurgie führte zu weiteren Anwendungsmöglichkeiten bei folgenden Indikationen:

- Diffus polypöse Rhinosinupathien,
- Mukozele aller Nebenhöhlen,
- Kieferhöhlenmykosen,
- Dekompression von Orbita und Sehnerv,
- Versorgung von Liquorzysteln,
- Dacryocystorhinostomie sowie
- Benigne und maligne Tumoren der Nasennebenhöhlen und der Schädelbasis.

Die effiziente Planung und Durchführung des endonasalen Eingriffs erfordert präoperativ eine präzise Beurteilung der pathologischen Veränderungen in Relation zur funktionellen und chirurgischen

Anatomie. Da die diagnostisch endoskopische Sicht auf die laterale Nasenwand begrenzt ist (siehe Abb. 1), muß vor jedem Eingriff auch eine Computertomographie (CT) der Nasennebenhöhlen in coronarer und gegebenenfalls axialer Schnittführung vorliegen.

Die coronare Schnittführung ist für viele Indikationen ausreichend und aus Gründen der erleichterten räumlichen Orientierung zur Schädelbasis der axialen, die bei speziellen Indikationen und Eingriffen zusätzliche Information bringt, vorzuziehen. Ausreichend ist in der Regel eine Schichtung mit fünf Millimeter Abstand.

Eine Checkliste zur Beurteilung der CT soll neben Sitz und Ausmaß der Erkrankung folgendes berücksichtigen:

- funktionell wichtige Regionen,
- anatomische Varianten sowie
- Risikozonen mit umgebenden Strukturen.

## Funktionelle Anatomie: Infundibulum ethmoidale, Recessus frontalis, Ostium maxillare

Funktionell am bedeutendsten – und deshalb in der CT zu identifizieren – ist das Infundibulum ethmoidale, das medial vom processus uncinatus, lateral von der lamina papyracea und cranial von der Unterfläche der bulla ethmoidalis begrenzt wird. Lage und Form des processus uncinatus bestimmen die Weite des Infundibulum. Entzündungen des vorderen Siebbeins nehmen von hier ihren Ausgang – vor allem bei engen Verhältnissen – und breiten sich über den recessus frontalis in die Stirnhöhle aus. Dieser vorderste oberste Abschnitt des vorderen Siebbeins, der zum Stirnhöhlenostium führt, ist besonders bei Einengung durch eine vorspringende Agger nasi-Zelle funktionell relevant. Im hinteren Abschnitt

des Infundibulum kann die Position und der Zustand des Kieferhöhlenostiums beurteilt werden (siehe Abb. 2).

Die Grundlamelle der mittleren Nasenmuschel, die vorne vertikal an der Schädelbasis, hinten horizontal lateral an der lamina papyracea inseriert, ist in der coronaren CT eine sich verlässlich darstellende Landmarke als Grenze zwischen dem vorderen und dem hinteren Siebbein.

Als eine anatomische Variante mit pathophysiologischer Bedeutung ist die pneumatisierte mittlere Nasenmuschel in der CT zu identifizieren. Eine Concha bullosa ist zwar kein pathologischer Prozess per se, kann aber zur Unterhaltung pathologischer Prozesse beisteuern. Ähnlich können bei Nachweis der anatomischen Variante von infraorbitalen Zellen (Haller'sche Zellen) pathophysiologische Mechanismen durch Einengung des Infundibulum ethmoidale und des Kieferhöhlenostiums wirksam sein (siehe Abb. 3 u. 4).

## Gefährliches Siebbeindach bei tiefer Riechrinne, gefährliches hinteres Siebbein bei ausgedehnter Pneumatisation

Die coronare CT der Nasennebenhöhlen informiert über die Konfiguration des Siebbeindaches. Die Klassifikation nach Keros beschreibt als Typ I eine flache, als Typ II eine vier bis sieben Millimeter tiefe und als Typ III eine mehr als sieben Millimeter tiefe Riechrinne. Bei tiefer Fossa olfactoria besteht Perforationsgefahr durch die dünne Lamina cribrosa bei endoskopischer Operation am Siebbeindach (siehe Abb. 2).

Von großer klinisch-chirurgischer Bedeutung ist eine übermäßige Pneumatisation der hinteren Siebbeinzellen nach lateral und dorsal. In ein solcherart erweitertes hinteres Siebbeinlumen, auch als Onodi-

Zellen bezeichnet, kann der Nervus opticus und Arteria carotis interna weit vorragen.

## CT als Basis für eine computerassistierte Chirurgie

Für alle operativen Eingriffe an den Nasennebenhöhlen ist das Vorliegen einer CT eine *conditio sine qua non*. Ihre zuverlässige Beurteilung ist Voraussetzung für effizientes und sicheres Operieren und sie dient letztendlich auch der medikolegalen Absicherung bei diesen technisch oft herausfordernden Eingriffen. Mit der breiten Einführung der computerassistierten Chirurgie auch der Nasennebenhöhlen wird die CT in Zukunft integraler Bestandteil bei funktionell endoskopischen Eingriffen sein.

### LITERATUR

H. Stammberger / W. Hosemann / W. Draf: *Anatomische Terminologie und Nomenklatur für die Nebenhöhlenchirurgie. Laryngo-Rhino-Otol (1997), Seite 435-449.*

## Wichtige Fachbegriffe

### Magnetresonanztomographie (MRT)

Medizinisches Untersuchungsverfahren unter Ausnutzung des physikalischen Prinzips der Kernspinresonanz.

### Kernspin

Atomkerne mit ungerader Anzahl von Protonen und/oder Neutronen weisen einen Drehimpuls auf.

### Magnetisches Moment

Gerichtete Kraft der o.a. Atomkerne.

### Protonen

Wasserstoff-Atomkerne, die in der MRT zur Bildgebung verwendet werden, da der Mensch in Form von Wasser (H<sub>2</sub>O) eine große Anzahl im Körper aufweist.

### Hochfrequenzimpuls

Wellen, bspw. Radiowellen, welche zur Erzeugung der Kernresonanz in den Patienten eingestrahlt werden.

### Kernresonanz

Bei richtiger Frequenz eines eingestrahnten Hochfrequenzimpulses im Magneten kommt es zum Auslenken der ausgerichteten Atomkerne. (dt)



**Abb. 1: Sagittalschnitt durch die Nasennebenhöhlen (siehe Ausschnitt). Der Lichtkegel des Endoskops ist auf den Processus uncinatus (1), den hiatus semilunaris (2) und die vordere caudale Lamelle der bulla ethmoidalis (3) gerichtet.**



**Abb. 2: Coronare CT durch das vordere Siebbein. Verschattung im linken ostiomeatalen Komplex (mittlerer Nasengang, Infundibulum ethmoidale, Ostium maxillare) (rot). Rechtes Ostium maxillare offen. Gefährliches Siebbeindach bei tiefer Riechrinne (grün).**



**Abb. 3: Haller'sche Zelle (grün) mit Einengung des Infundibulum maxillare (rot) der linken Kieferhöhle (gelb).**



**Abb. 4: Concha bullosa (rosa) und verschattete Haller'sche Zelle rechts (grün). Septumdeviation (braun) mit kompletter Verschattung der linken Kieferhöhle, teilweise Verschattung der rechten Kieferhöhle (gelb).**

