



**Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg**  
**Fakultät für Klinische Medizin Mannheim**  
**Dissertations-Kurzfassung**

**Untersuchungen zur Stereowiedergabe von Magnetresonanz-Angiographien**

Autor: Hartwig Denkel  
Einrichtung: Institut für Klinische Radiologie  
Doktorvater: Prof. Dr. M. Georgi

Die Angiographie dient im Rahmen der Röntgendiagnostik der Darstellung der Gefäße durch Einbringung kontrastierender Flüssigkeiten. Sie erlaubt die Früherkennung morphologischer Veränderungen von Gefäßen nach Ort und Ausdehnung, von Gefäßabbrüchen oder -verdrängungen, von pathologischen Gefäßen und Kontrastmittelaustritten bei Blutungen.

Die Angiographie stellt räumliche Strukturen nur zweidimensional dar, die in alle Richtungen verzweigenden Gefäße eignen sich aber gut für die dreidimensionale Darstellung. Die Beurteilung von zwei Aufnahmen in rechtwinklig zueinander stehenden Ebenen stellt hohe Ansprüche an das räumliche Vorstellungsvermögen des Betrachters. Es liegt deshalb nahe, die Stereotechnik in der Angiographie anzuwenden.

Die Entwicklung der Röntgen-Stereo-Technik ist fast so alt, wie die Entdeckung der Röntgenstrahlen selbst. 1897 zeigte LEVI-DORN bereits stereoskopische Röntgenbilder, basierend auf Methoden der Fotografie, deren Wert frühzeitig für die Lokalisation röntgenshattengebender Fremdkörper und für Messungen am Skelettsystem erkannt wurde.

Nach ersten Stereodarstellungen des arteriellen Gefäßsystems an Kinderleichen 1904 durch HILDEBRAND et. al., konnte sich die Angiographie erst mit der Entwicklung verträglicher Jodkontrastmittel durchsetzen. Trotz frühem Einsatzes der Stereo-Technik erschwerte der hohe Aufwand bei der Erstellung der Bildsätze und ihrer Betrachtung die Verbreitung der Stereoangiographie. Auch spätere Verbesserungen wie der Einsatz der Stereo-Vergrößerungsangiographie oder der Digitalen Subtraktions-Angiographie konnten den Einzug in die klinische Routine nicht bewirken.

Neue Untersuchungsverfahren wie die CT- und besonders die MR-Angiographie bieten nun die Möglichkeit, durch Bereitstellung von digitalen Datensätzen, ohne großen technischen Aufwand Stereobildpaare für die klinische Anwendung zu erstellen.

Mit dem Ganzkörper-System Magnetom Vision der Fa. Siemens AG, Erlangen wurden in den letzten 2,5 Jahren ca. 500 Patienten unter Verwendung von nur wenigen Millilitern des Kontrastmittels Gadolinium-DTPA in Atem-Anhaltetechnik untersucht. Als Pulssequenz diente eine ultraschnelle 3D-Sequenz vom Typ Flash (TR= 5msec, TE= 2msec, Flipwinkel 40°, Bandbreite 488Hz/Pixel) mit einer durchschnittlichen Atemhaltezeit von 26 – 29 sec. In der Abdominalangiographie wurde die portalvenöse Phase durch eine weitere Sequenz nach 10 – 15 sec erfaßt. Die Daten wurden mit der Systemsoftware in etwa 10 –15 Minuten nachbearbeitet.

Die Ausgabe der Bilder erfolgt über einen Laser-Imager auf Filme von 35x43 cm Größe in einer Zwölfachteilung mit 4 x 3 Bildern. Die Einzelbilder eines Bildpaares werden in definiertem Winkelabstand von ca. 15° abgelichtet, da hier der Stereoeffekt am besten ist. Zusätzlich werden die Datensätze auf CD-ROM dauerhaft dokumentiert.

Für die Betrachtung der 3D-MR-Angiographien bietet sich als einfachste Lösung dem darin geübten Untersucher die freie Stereobetrachtung der Bildpaare an, die jederzeit und an jedem Ort ohne Hilfsmittel, nur mit den o.g. Filmen, eine umfassende virtuelle räumliche Information liefert.

Im Rahmen eines einfachen Tests mit 20 Ärzten der radiologischen Abteilung wurde erprobt, wieweit sich das freie 3D-Sehen trainieren läßt. Nach einer kurzen Übungsphase von nicht mehr als 20 Minuten waren über 80 % der Probanden in der Lage, ohne Instrument die vorgelegten 3D-Stereoangiographien räumlich zu sehen.

Als Alternative bieten sich mehrere Möglichkeiten der 3D-Stereobetrachtung durch die Verwendung von Hilfsmitteln wie dem Stereobinokel nach Pl. Stumpf, dem Spiegelteleskop des Stereolix-Systems der Firma Siemens, Erlangen oder einfach unter Nutzung einer billigen Binokularlupe. Elektronische Lösungen wie Workstations mit angeschlossener Shutter-Brille, die in rascher Frequenz mal dem

einen, dann dem anderen Auge das korrespondierende Bild anbietet, sind, da zu aufwendig und teuer, Spezialanwendungen vorbehalten.

Für die Präsentation der 3D-Stereoangiographien vor größerem Auditorium bietet sich die Projektion der Bilder an. Zu nennen sind hier einmal die direkte Wiedergabe der Stereoalbbilder im 100 mm-Format des Laserfilms in geeigneten Pappmasken mit Hilfe eines Stereo-Overheadprojektors, zum anderen, nach Umkopieren auf Diapositiv-Format, unter Nutzung eines passenden Doppelprojektors. In beiden Fällen ist die Verwendung von horizontal und vertikal polarisierenden Filtern vor den Objektiven erforderlich, damit mit entsprechenden Polarisationsbrillen jedem Auge das adäquate Halbbild zugewiesen werden kann.

Schließlich drängen zur Zeit Verfahren auf den Markt, bei denen die digitalen 3D-Datensätze von potenten Workstations mit Hilfe von Laserstrahlen in Bilder umgesetzt werden. Hier ist aber der apparative Aufwand noch sehr hoch.

Die Beispiele der 3D-NMR-Angiographien aus dem reichen Untersuchungsgut einer großen radiologischen Klinik machen deutlich, daß es zu keiner Zeit einfacher war, aussagekräftige in der räumlichen Tiefe eindeutige anatomische Strukturen aufzuzeigen. Die Fähigkeit der modernen Schnittbild-Untersuchungsverfahren, problemlos digitale Datensätze bereitzustellen, erleichtert die Anfertigung von 3D-Bildern in unterschiedlichen Ausgabeformen erheblich. Die teilweise sehr einfache Technik des Stereosehens bietet in der klinischen Routine einen nicht zu unterschätzenden Vorteil. Der Raumeindruck liefert vor allem bei Angiographien des portalvenösen Systems erhebliche Vorteile in der Diagnostik und auch der präoperativen Planung, da die dreidimensionale Betrachtungsweise eine genauere Auflösung räumlicher Strukturen erlaubt, die sich möglicherweise im zweidimensionalen Bild gegenseitig verdecken.

Im Vergleich bietet die 3D-MR-Angiographie eindeutig das patientenschonendere Vorgehen, da hier im Gegensatz zu anderen Untersuchungstechniken die geringere Invasivität, die fehlende Belastung durch Röntgenstrahlung, die nur minimale Kontrastmittelapplikation und letztlich die nur kurze Untersuchungsdauer eine erheblich niedrigere Belastung des Patienten bedeutet.

Es ist zu erwarten, daß nach fast einem Jahrhundert der Stereoangiographie, diese in ihrer modernsten und patientenfreundlichsten Anwendungsform, der 3D-MR-Angiographie, endlich ihren Platz in der klinischen Routine findet.