

10

Regula Burri

MRI in der Schweiz. Soziotechnische, institutionelle und medizinische Aspekte der Technikdiffusion eines bildgebenden Verfahrens

Studie im Rahmen des Projekts "Digitalizing the human body. Cultural and institutional contexts of computer based image processing in medical practice. The case of MRI in Switzerland"

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	5
2. Untersuchungsanlage	9
2.1 Projektablauf	9
2.2 Rücklaufanalyse	11
2.3 Datenerfassung und -analyse	13
2.4 Reaktionen auf die Erhebung	14
3. Die Einführung der Magnetresonanztomographie in der Schweiz	17
3.1 Anschlüsse und Verdrängungswettbewerb	17
3.2 Die Routinisierung des Verfahrens	20
3.3 Initiativen und Widerstände	24
3.4 Bedürfnisabklärungen	27
3.5 Die Implementierung der Geräte am Ort der Anwendung	28
4. MR-Anlagen in der Schweiz	29
4.1 Anzahl Geräte	29
4.1.1 Einschätzung der Versorgungsdichte durch die Aerzte und Aerztinnen	32
4.2 Standorte	36
5. Technische, betriebliche und finanzielle Aspekte: einige Kennziffern	40
5.1 Geräteart und Herstellerfirmen	40
5.2 Finanzierung von Anlagen und Bauten	43
5.3 Betriebs- und Untersuchungskosten	49
5.4 Auslastung, Nutzung und Wartung der Geräte	54
5.5 Personalbedarf und -schulung	57
6. MRI in der klinischen Praxis	63
6.1 Indikationen, Anwendungsgebiete und ihre Entwicklung	63
6.1.1 Entwicklungen und Empfehlungen aus der Sicht der Experten	63
6.1.2 Die rechtliche Normierung der Anwendungsgebiete: Pflichtleistungen und ihre Anpassungen	68

6.1.3	Entwicklung der Anwendungsgebiete aus der Sicht der Praktizierenden	69
6.2	Die Überweisungspraxis	73
6.3	Die Praxis der MR-Untersuchungen: Probleme bei der Untersuchung und Vorbereitung der Patienten und Patientinnen	76
7.	Kurzfassung	81
ANHANG		87
	Abkürzungsverzeichnis	87
	Literaturliste	88
	Projekttablauf	90
	Fragebogen	93

1. Einleitung

Seit den Anfängen ihrer Einführung in der Schweiz zu Beginn der 1980er Jahre hat sich die Magnetresonanztomographie inzwischen weit verbreitet und ist ins Alltagsrepertoire der medizinischen Praxis eingeflossen, wo sie sich nebst anderen bildgebenden Verfahren wie der konventionellen Röntgenmethode oder der Computertomographie etabliert hat. Die Diffusion dieser Technik war in der Schweiz besonders erfolgreich; gemessen an der Bevölkerung verfügt diese heute europaweit über die grösste Anzahl MR-Anlagen.¹ Die Einführung der neuen Visualisierungsmethode erregte dabei von Beginn weg grosse Aufmerksamkeit. Obschon noch im klinischen Versuchsstadium, avancierte die magnetische Kernresonanz innerhalb kürzester Zeit zum Schlagwort in der medizinischen Diagnostik.² Vielgepriesen wurden die Vorteile, die die neue Technik mit sich bringe: die Methode sei nicht invasiv, verursache keine schädliche Strahlenbelastung, sei daher "für den Patienten praktisch risikolos", würde aber eine hohe diagnostische Aussagekraft ermöglichen.³ Die skeptischen oder abwägenden Stimmen bezogen sich weniger auf die anerkannte diagnostische Qualität als auf finanzielle Fragen, welche die kostspieligen Geräte aufwarfen.⁴

Das grosse Interesse, welches dem neuen Verfahren entgegengebracht wurde, zeigte sich auch in der Durchführung des "ersten schweizerischen Symposiums über Nuclear Magnetic Resonance Imaging NMR", das im Oktober 1982 Exponenten aus der Wissenschaft, Industrie, Politik und der klinischen Praxis zusammenführte, um aus unterschiedlicher Perspektive über die neuesten Entwicklungen zu informieren.⁵ Die Organisatoren der Tagung waren dabei überzeugt, dass NMR "auf Grund aller wahrscheinlichen Entwicklungen geeignet scheint, einen weiteren, grossen Schritt in der medizinischen Diagnostik einzuleiten."⁶

Gestützt auf das Vorbild der Konsensus-Konferenz, welche 1987 in den USA zu Magnetic Resonance Imaging mit dem Ziel einer Bewertung des Verfahrens durchgeführt worden war, fand 1989 in Bern eine Konferenz nach demselben Muster statt, welche ebenfalls eine wissenschaftliche Beurteilung der neuen Technologie erarbeiten und eine Übereinstimmung

¹ Vgl. Sonntagszeitung, 14.11.1999: 81.

² Vgl. SKI, 1983: 25.

³ Vgl. etwa SKI, 1984: 9.

⁴ Vgl. etwa NZZ, 14.09.1983: 65 oder SKI, 1983: 19f.

⁵ Aufgrund der Referentenliste kamen ausschliesslich männliche Experten zu Wort. In der vorliegenden Studie wird die männliche Bezeichnung dann gewählt, wenn in erster Linie männliche Personen gemeint sind.

⁶ SKI, 1983: 4.

betreffend Sicherheit und Effektivität des MRI erzielen sollte.⁷ Das breit abgestützte Planungskomitee, dem unter anderem auch Vertreter des Bundes und der Krankenversicherer angehörten, zeigt auf, dass die Diskussion möglichst breit abgestützt werden sollte.

Die Implementierung von MRI in der Schweiz wurde also von Beginn weg nicht nur durch ein grosses Interesse der klinischen Anwender begleitet, sondern auch von Seiten der Behörden, der Forschung und Industrie sowie von gesundheitspolitischen Kreisen aufmerksam verfolgt. Im Verlauf der 1990er Jahre fand die Technik immer grössere Verbreitung. Im Zuge der allgemeinen Diskussion der Kostenexplosion im Gesundheitswesen wurde aber die Kritik an der "riesige(n) Überversorgung" mit MR-Geräten immer lauter. Nebst Presse- und Expertenstimmen bemängelte insbesondere ein Chefbeamter des BSV vorhandene Überkapazitäten und unterlegte seine Einschätzung mit der Aussage, dass "allein mit den MRIs, die im Kanton Genf stehen, .. man das ganze Land versorgen (könnte)".⁸

Angesichts dieser Kontroversen stellt sich die Frage, wie sich der Diffusionsprozess dieser medizintechnischen Grossgeräte in der Praxis vollziehen konnte. Um die wichtigsten Entwicklungslinien, aktuellen Implementationsmuster und involvierten Akteurnetzwerke rekonstruieren zu können, müssen zunächst einige grundlegende Aspekte des Feldes beleuchtet werden. Zwar liegen bereits einige Studien zu MRI in der Schweiz vor, jedoch sind keine Berichte vorhanden, welche der Situation aus der heutigen Perspektive gerecht zu werden vermögen. Auch zeigte sich, dass bezüglich der Diffusion von MRI in der Schweiz nur rudimentäre statistische Daten zugänglich sind, die der Fragestellung der Studie nicht zu genügen vermochten.⁹ Dies gab den Ausschlag zur Durchführung einer Befragung sämtlicher Institutionen in der Schweiz, die MRI in der medizinischen Diagnostik anwenden. Die mittels eines strukturierten Fragebogens erfolgte Erhebung, die zwischen Dezember 1999 und März 2000 durchgeführt wurde, hatte zum Ziel, einige elementare institutionelle, technische und medizinische Informationen bezüglich des Diffusionsprozesses und der Anwendung der MR-Technik in der Schweiz zu gewinnen. Die Ergebnisse sind in der vorliegenden Studie dargestellt, wobei in der Präsentation jeweils Bezug auf frühere Untersuchungen genommen wird. Die Studie erhebt nicht

⁷ SKI, 1989: 1.

⁸ Sonntagszeitung, 14.11.1999: 81.

⁹ Bezüglich MRI existieren folgende gesamtschweizerische Statistiken: Das BSV erhob zwischen 1986 - 1996 bei öffentlichen Institutionen (bzw. bei sämtlichen Institutionen, die nicht der Schweizerischen Vereinigung der Privatkliniken SVPK angehören) das Angebot von MRI-Dienstleistungen. Die Daten sind jedoch nicht umfassend, da private Anbieter nicht berücksichtigt sind. Bei H+ umfassen die Angaben zwar öffentliche und private Institutionen, jedoch sind nur noch Daten für die Jahre 1993 – 1996 vorhanden. Seit dem Erhebungsjahr 1997 zeichnet das BFS für die Durchführung der Befragung verantwortlich. Auch hier sind öffentliche und private Institutionen eingeschlossen, jedoch wird nur das Angebot von MR-Dienstleistungen erhoben, nicht jedoch die Anzahl Geräte. Keine der Statistiken gibt ausserdem Auskunft über technische und betriebliche Fragen oder Aspekte des klinischen Einsatzes.

den Anspruch, den Implementationsprozess von MRI in seiner soziotechnischen Vielschichtigkeit zu analysieren. Vielmehr versteht sie sich als Vorarbeit für diesbezüglich weiter-führende Forschungsarbeiten.

Die Erhebung fiel in eine Zeit gesundheitspolitischer Umbrüche. Während der Durchführung der Befragung waren die Verhandlungen und Meinungsbildungen über die Neugestaltung der Arzttarife – das sogenannte Projekt GRAT, welches das schweizerische Gesundheitswesen seit einigen Jahren beschäftigt – noch in vollem Gang. Mit der neuen Tarifstruktur sollte eine gesamtschweizerische Vereinheitlichung von Nomenklatur und Taxpunktzahl der einzelnen medizinischen Leistungen realisiert werden. Von Seiten der Aerzteschaft bestanden jedoch seit längerem Befürchtungen, wonach das neue Tarifsysteem zu einer erheblichen Einkommenseinbusse führen und gar existenzbedrohend werden könnte.¹⁰ In diese Diskussion waren Zugehörige verschiedenster medizinischer Spezialgebiete, auch der Radiologie, involviert.

So gerieten die Radiologen und Radiologinnen nicht nur wegen der Kritik an einer Überversorgung mit zu teuren MR-Geräten unter Druck, sondern sahen sich, wie die gesamte Aerzteschaft, auch durch die laufenden Tarifverhandlungen einem zunehmend eisigeren finanzpolitischen Klima ausgesetzt. Angesichts dieser Situation war es nicht weiter erstaunlich, dass die durchgeführte Befragung teilweise auf Ablehnung stiess.¹¹ Allerdings beschränkte sich diese Haltung auf einige wenige Personen, während die meisten befragten Radiologen und Radiologinnen den Fragebogen ausgefüllt und zu einer insgesamt sehr hohen Rücklaufquote beigetragen haben.

Im folgenden Kapitel wird der Projektablauf und Untersuchungskontext dargestellt. An-schliessend werden im dritten Kapitel zunächst einige allgemeine diffusionsgeschichtliche Aspekte der Magnetresonanztomographie in der Schweiz aufgegriffen. Dabei werden Fragen der Wahrnehmung des Anschlusses an die bestehende CT-Technik, der Konkurrenzierung dieser beiden Verfahren und der Routinisierung von MRI gestreift und untersucht, welche Akteurgruppen für die Initiierung der Einführung der Geräte verantwortlich waren beziehungsweise sich einer solchen entgegengestellt haben. Das darauffolgende vierte Kapitel gibt eine Übersicht über die Versorgungsdichte mit MR-Geräten und deren Bewertung und Begründung durch die Aerzteschaft

¹⁰ Diese Einschätzung teilten insbesondere die Zürcher Belegärztinnen und –ärzte, die zeitweise gar mit einem Austritt aus der FMH drohten (vgl. NZZ, 12.06.1998: 16 und NZZ, 13.01.1998: 49). Gelegentlich riefen die Verhandlungen auch zynische Reaktionen hervor. So schreibt "ein ebenfalls besorgter Kollege, der anonym bleiben möchte" im GRAT-Internetforum der FMH: "Sie sind um Ihre Zukunft als Belegarzt besorgt? Kein Problem, steigen Sie um in den zukunfts-trächtigen Esoterikbereich! Neuerdings vergüten gewisse Krankenkassen neben dem obligaten Fitnesscenter auch Geistheilern, Naturheilpraktikern und Handaufleger. Als Mitglied dieser Gilde .. brauchen Sie dann nicht mehr mittels Tarifpositionen und Taxpunkten abzurechnen, sondern können ohne weiteres Fantasiehonorare verrechnen" (<http://fpsrv.hin.ch/HyperNews/get/grat/28/1.html>, Stand am 5. Juli 2000).

¹¹ Vgl. hierzu Kapitel 2.4.

und erläutert Standortfragen. Im fünften Kapitel werden verschiedene technische, betriebliche und finanzielle Kennziffern herausgearbeitet. Die Entwicklung der klinischen Anwendung von MRI ist Gegenstand des sechsten Kapitels, wobei insbesondere auf die Anpassungen der Indikationenlisten eingegangen wird. Das letzte Kapitel stellt eine Kurzfassung der Ergebnisse dar. Im Anhang finden sich nebst Abkürzungsverzeichnis und Literaturliste auch eine Übersicht zum Projektablauf sowie der Fragebogen in deutscher und französischer Version vor.

2. Untersuchungsanlage

Die vorliegende Studie ist Bestandteil des ETH-finanzierten Forschungsprojekts "Digitalizing the human body. Cultural and institutional contexts of computer based image processing in medical practice. The case of MRI in Switzerland". Die Untersuchung wurde am Institut für Geschichte, Abteilung Technikgeschichte der ETH Zürich zwischen dem 1. Juni 1999 und dem 15. August 2000 realisiert.

2.1 Projektablauf¹²

In einer ersten Projektphase erfolgten Abklärungen zur bestehenden Daten- und Literaturlage. Insbesondere wurden Recherchen bei einzelnen Bundesstellen (BFS, BSV, BAG) und der Konferenz der kantonalen Gesundheitsdirektoren (SDK) sowie bei verschiedenen gesamtschweizerischen Dach- oder Landesorganisationen und Verbänden (H+, FMH, KSK) vorgenommen.

Ein nächster Schritt bestand in der Bestimmung der Grundgesamtheit für die durchzuführende schriftliche Befragung. Diese wurde als Vollerhebung sämtlicher öffentlicher und privater Institutionen in der Schweiz, die zum Befragungszeitpunkt oder zu einem vorangegangenen Zeitpunkt Standort eines MRI gewesen waren, konzipiert.¹³ Die Standortbestimmung stützte sich in erster Linie auf eine entsprechende Umfrage bei den kantonalen Aerztegesellschaften im Juni 1999.¹⁴ Ergänzt wurden diese Informationen durch eine informelle Liste des Präsidenten der SGMR, Angaben aus einem Verzeichnis der Schweizerischen Vereinigung der Privatkliniken,¹⁵ Statistiken des Bundes und der H+¹⁶ sowie telefonischen Recherchen. Insgesamt konnten 93 Standort-Adressen bzw. Institutionen (die teilweise mehrere MRI-Anlagen betreiben) ausfindig gemacht werden. Diese bilden die Grundgesamtheit der Befragung.

¹² Eine Darstellung des Projektablaufs mit einzelnen Arbeitsschritten findet sich im Anhang.

¹³ Institutionen mit ausschliesslich nicht-humanmedizinischen Forschungsanlagen waren nicht Untersuchungsgegenstand.

¹⁴ Bei dieser Umfrage zeigten sich grosse Unterschiede in den Reaktionen. Während einige kantonale Aerztegesellschaften eine komplette Liste der in ihrem Kanton vorhandenen Magnetresonanztomographen inklusive Adressen und Namen der zuständigen Aerzte/-innen zustellten, übten andere grösste Zurückhaltung in der Herausgabe ihrer Informationen. (Vgl. auch Kapitel 2.4).

¹⁵ Schweiz. Vereinigung der Privatkliniken, (ohne Jahresangabe) (Hg.): Privatkliniken in der Schweiz. Bern: Haupt.

¹⁶ Die Statistiken decken die folgenden Zeitperioden ab: BSV: 1986-96, BFS: 1997, H+: 1993-96.

Die Untersuchung erfolgte methodisch mittels eines strukturierten Fragebogens (vgl. Anhang). Der Fragebogen umfasste drei Teile: Teil A betraf institutionelle, betriebliche und finanzielle Fragen, Teil B bestand aus einem Frageblatt zu den einzelnen Magnetresonanztomographen, wobei für jedes MRI-Gerät, welches sich jemals in der betreffenden Institution befunden hatte, ein separates Frageblatt auszufüllen war und Teil C schliesslich fragte nach medizinischen Aspekten rund um den Einsatz von MRI in der klinischen Praxis.¹⁷ Die drei Teile richteten sich nicht an eine spezifische Person. Vielmehr wurde dazu aufgefordert, die einzelnen Fragebogen-Teile von jeweils derjenigen Person beantworten zu lassen, welche sich in den entsprechenden Fragen an der betreffenden Institution besonders gut auskennt.¹⁸

Ende August 1999 wurde ein Pretest an einem der Universitätsspitäler durchgeführt. Ausschlaggebend für die Wahl dieser Institution waren nebst der Grösse der Institution, die über mehrere MRI-Anlagen verfügt, das vorhandene Wissen über die Entwicklung der Magnetresonanztomographie und die Bereitschaft des angefragten Institutsdirektors, den Pretest durchzuführen.¹⁹ Aufgrund dieses Pretests wurden einige Adaptationen des Fragebogens vorgenommen. Die definitive Version wurde in die französische Sprache übersetzt.

Vor dem eigentlichen Versand wurden sämtliche Institutionen, die aufgrund der Recherchen als aktuelle oder ehemalige Standorte eines MRI identifiziert werden konnten, telefonisch kontaktiert. In der Regel erfolgte der Kontakt über den Institutsdirektor oder die leitenden Aerzte (und einige wenige Aerztinnen) der Abteilungen Radiologie in den öffentlichen Institutionen beziehungsweise über die Aerzte oder Aerztinnen in den privaten Praxen.²⁰ Die telefonische Kontaktaufnahme verfolgte grundsätzlich vier Ziele: die betreffenden Personen kurz über die Realisierung der Umfrage zu informieren, den Namen der zuständigen Person zu eruieren,²¹ deren Bereitschaft zur Entgegennahme und Durchsicht des Fragebogens abzuklären und, sofern nicht evident, die Präferenzen für die deutsche oder französische Version des Fragebogens zu erkunden. Nur eine Person war aufgrund dieser telefonischen Anfrage grundsätzlich nicht bereit, an der Erhebung teilzunehmen.

Der Versand des Fragebogens erfolgte zwischen dem 16. und dem 20. Dezember 1999

¹⁷ Die einzelnen Teile waren unter anderem durch unterschiedliche Farbgebung der Frageblätter gekennzeichnet.

¹⁸ In der Regel wurden jedoch sämtliche drei Teile des Fragebogens von derselben Person – in den meisten Fällen der/die Institutsdirektor/in oder Praxisinhaber/in mit medizinischer Ausbildung – ausgefüllt.

¹⁹ Der Pretest erstreckte sich über einen Zeitraum von annähernd 12 Wochen, was einerseits durch eine Auslandsabwesenheit der die Studie durchführenden Projektmitarbeiterin, andererseits durch zeitliche Engpässe bei der teilnehmenden Institution bedingt war.

²⁰ Mit einigen wenigen Ausnahmen waren sämtliche dieser Personen männlich (vgl. auch Kapitel 2.4).

²¹ In den meisten Fällen war diese mit dem/der Gesprächspartner/-in identisch.

unmittelbar in Anschluss an die Telefongespräche. Beigelegt war dem Fragebogen jeweils ein persönlich adressierter, deutsch oder französisch abgefasster Begleitbrief. Der Rückgabetermin war auf den 20. Januar 2000 festgesetzt.

Gesamthaft wurden 92 Fragebogen verschickt, die sich wie folgt auf die Sprachregionen verteilen: 57 Fragebogen auf die Deutschschweiz, 28 auf die Romandie (Kantone FR, GE, JU, NE, VD, VS) und 7 auf den Kanton Tessin. Die Begleitbriefe waren an insgesamt 85 Personen gerichtet, darunter 81 Männer und 4 Frauen.

Insgesamt wurde gut die Hälfte der verschickten Fragebogen, nämlich 48 Fragebogen, termingerecht zurückgeschickt. Einige weitere trafen mit geringer Verspätung ein. Am 4. Februar 2000 wurden die säumigen Institutionen telefonisch gemahnt und eine neue, endgültige Rückgabefrist auf den 31. März 2000 festgesetzt. Zwischen Mitte Februar und Anfang März 2000 erfolgten weitere telefonische Aufforderungen zur Rücksendung des Fragebogens.

2.2 Rücklaufanalyse

Die Analyse des definitiven Rücklaufs ergibt eine Rücklaufquote von 71.7% (66 Fragebogen), die als sehr hoch bewertet werden kann.²² 39 (59.1%) der eingegangenen Fragebogen stammen aus der Deutschschweiz, 24 (36.4%) aus der Romandie und 3 (4.5%) aus dem Kanton Tessin. Gut zwei Drittel (67.2% der materiell Antwortenden) der retournierten Fragebogen stammen aus Institutionen mit privater Trägerschaft, knapp ein Drittel (32.8% der materiell Antwortenden) von

²² Als Vergleichsbasis kann zur Einschätzung die Teilnahmequote an der Krankenhausstatistik des BFS herangezogen werden. Die Teilnahme an dieser Erhebung ist für die Spitäler von Rechts wegen obligatorisch (vgl. Verordnung über die Durchführung von statistischen Erhebungen des Bundes vom 30. Juni 1993 (Stand am 16. Mai 2000). SR 431.012.1). Die Partizipationsrate betrug für das zur Zeit aktuellste ausgewertete Durchführungsjahr - das Jahr 1997 - total 72% (vgl. Angaben zur Teilnahmequote http://www.statistik.admin.ch/stat_ch/ber14/statsant/dffr1408.htm; Stand am 10. Juli 2000). Die Teilnahmequote ist damit (gerundet) genau gleich gross wie diejenige der vorliegenden Studie. Zieht man in Betracht, dass die Partizipation an der vorliegenden Erhebung nicht obligatorisch war, dass die ablehnende Haltung der SGMR eine geringe Beteiligung erwarten liess (vgl. Kapitel 2.4) und dass sich schliesslich auch eine erhebliche Anzahl von selbständigen Radiologen, entgegen einer erwarteten zurückhaltenderen Informationspolitik von dieser Seite, beteiligt haben, so erscheint die Rücklaufquote von 71.7% als äusserst gutes Resultat.

öffentlichen Institutionen.²³ Von den 85 angeschriebenen Personen sind insgesamt 64 der Aufforderung zur Rücksendung des Fragebogens gefolgt, davon 60 Männer und 4 Frauen.²⁴

Tabelle 1: Rücklaufanalyse der Befragung (per 31.3.2000)

Rücklaufquote	Absolut*	in Prozent
Anzahl retournierte Fragebogen	66 (92)	71.7%
Rücklaufanalyse nach Sprachregionen	Absolut*	in Prozent des Rücklaufs (n=66)
Deutschschweiz	39 (57)	59.1%
Romandie (Kantone FR, GE, JU, NE, VD, VS)	24 (28)	36.4%
Tessin	3 (7)	4.5%
Rücklaufanalyse nach Trägerschaft	Absolut**	in Prozent der materiell Antwortenden (n=64)
öffentlich	21	32.8%
privat	43	67.2%

* Die angegebene Anzahl in der Klammer bezieht sich auf den Versand.

** Die Trägerschaft der nicht-antwortenden Institutionen ist nicht bekannt.

© ETH-TG 2000

Von den zurückgesandten Fragebogen wurden 64 ganz oder teilweise beantwortet. Die beiden Institutionen, die keine materiellen Antworten gaben, führten als Grund die Länge des Fragebogens beziehungsweise das fehlende Vorhandensein eines MRI an.

²³ Die sprachregionale Verteilung kann in bezug auf die Grundgesamtheit als relativ repräsentativ angesehen werden, allerdings bei einer Untervertretung der Tessiner Institutionen und einer gewissen Übervertretung der Institutionen in der Romandie. Eine nur sehr geringe, vernachlässigbare Verzerrung (bei einer minimalen Übervertretung der öffentlichen Institutionen) ergibt sich aufgrund einer qualitativen Analyse bei der Trägerschaft (diese ist quantitativ nur für die partizipierenden Institutionen erfasst).

²⁴ Diese Angabe ist allerdings mit Vorsicht zu behandeln. Da nicht nach dem Geschlecht der antwortenden Person gefragt wurde und nicht eindeutig bestimmt werden kann, ob der Fragebogen von einer oder mehreren Personen ausgefüllt wurde, liegen diesen Zahlen die Annahme zugrunde, dass die Fragebogen jeweils nur von einer Person ausgefüllt wurden und dass diese mit der angeschriebenen Person identisch ist. Die Grundgesamtheit der Erhebung bezieht sich jedoch nicht auf Personen, sondern auf MRI-Standortinstitutionen.

Tabelle 2: Partizipierende, aber materiell nicht Antwortende

genannte Gründe	Anzahl Institutionen	Anzahl Personen
Zeitgründe (Länge des Fragebogens)	1	1
Nichtzugehörigkeit zur Grundgesamtheit (kein MRI) ²⁵	1	1

2.3 Datenerfassung und -analyse

Die Datenerfassung und -auswertung erfolgte mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS (Version 9.0).²⁶ Die verwendete Statistik ist rein deskriptiv. Aufgrund der kleinen Grundgesamtheit – insgesamt wurden 93 Institutionen mit MRI in der Schweiz identifiziert – tritt in einigen Kreuztabellen der Fall ein, dass Zellen unterbesetzt sind ("cells with expected counts < 5"). Betrifft dies zuviele Zellen, können keine inferenzstatistischen Schlüsse gezogen werden und damit keine Verallgemeinerungen über die Partizipierenden hinaus erfolgen. Da dies bei mehreren Kreuztabellen der Fall ist, wird allgemein auf inferenzstatistische Beschreibungen verzichtet. Die angegebenen Werte gelten nur für das Sample der ausgewerteten Fragebogen. Für Interessierte werden trotzdem jeweils die entsprechenden Zusammenhangsmasse angegeben.

²⁵ Diese Institution figuriert jedoch in einer BSV-Statistik, welche Institutionen mit MRI im Jahr 1991 aufführt (Quelle: Datei "exPOLY91.xls", zugestellt durch das BSV / Abteilung Mathematik und Statistik, 30.07.1999).

²⁶ Für das Coaching bei methodischen Fragen möchte ich lic.phil. F. Dörig, Zürich, herzlich danken.

2.4 Reaktionen auf die Erhebung

Während der Durchführung der Befragung waren die Verhandlungen im Rahmen der gesamtschweizerischen Revision der Arzttarife in vollem Gange. Viele Mediziner befürchteten, dass die Neugestaltung des Tarifsystems mit Einkommenseinbussen verbunden sein könnte. Vor diesem politisch sensibilisierten Hintergrund erstaunte es deshalb nicht, dass die Erhebung nicht durchwegs positiv aufgenommen wurde. Die ansatzweise Zurückhaltung einzelner Vertreter der Aerzteschaft zeigte sich bereits bei der Zusammenstellung der Standorte der MR-Geräte. Allerdings reagierten nach mehrmaliger Nachfrage mit einer Ausnahme, die eher durch zeitliche Überlastung begründet schien, sämtliche kantonalen Aerztegesellschaften auf die Bitte, die Standorte der vorhandenen Magnetresonanztomographen in ihrem Kanton bekanntzugeben. Eine dieser Gesellschaften gab die Adressen unter Hinweis auf das Datenschutzgesetz allerdings erst nach Einholung einer entsprechenden Einwilligung bei ihren Mitgliedern bekannt und eine weitere Liste enthielt den Zusatz, der Verwendungszweck sei auf die wissenschaftliche Untersuchung zu beschränken.

Bei der anschliessenden telefonischen Kontaktierung der betreffenden Institutionen erklärten sich die meisten Radiologen und Radiologinnen umgehend einverstanden, den Fragebogen zur Geschichte der Magnetresonanztomographie anzusehen. Allerdings machten einige wenige der Angerufenen auf die politisch heikle Situation und die Möglichkeiten einer Instrumentalisierung der Daten durch die Politik, konkret durch das BSV, aufmerksam. Keine dieser Personen lehnte jedoch die Teilnahme an der Untersuchung grundsätzlich ab. Dies betraf nur den Fall einer weiteren Person, welche die Gründe ihrer Verweigerung nicht nannte.²⁷

(Tarif-)politisch motivierte Reaktionen blieben auch bei den telefonischen Mahnungen eher die Ausnahme. Die grosse Mehrheit der Aerztinnen und Aerzte machte vielmehr knappe Zeitressourcen als Hauptgrund für die nicht-termingerechte Rücksendung geltend und versprach, den ausgefüllten Bogen nachzuliefern.²⁸

Dies erstaunt insofern, als die Erhebung durch eine Intervention des Präsidenten der Schweizerischen Gesellschaft für Medizinische Radiologie SGMR gefährdet schien. Dieser war frühzeitig über die Durchführung der Studie informiert worden, stand jedoch dem Fragebogen schliesslich ablehnend gegenüber. Gemäss Aussagen eines Mitglieds der Gesellschaft²⁹ hatte der Präsident in einem email-Rundschreiben sämtliche Mitglieder der SGMR aufgefordert, nicht an

²⁷ Da sie aus demselben Kanton stammt, in welcher die Aerztegesellschaft ihre Mitglieder bereits hinsichtlich der Herausgabe der Standortadressen angeschrieben hatte, hatte sie schon Kenntnis von der Durchführung der Studie und war, so schien es, bereits skeptisch eingestellt.

²⁸ Die angegebenen Gründe müssen evidenterweise nicht den effektiv ausschlaggebenden entsprechen.

²⁹ Mündliche Auskunft vom 13.01.2000.

der Umfrage teilzunehmen. Offenbar hatte sich auch der Vorstand der SGMR an einer seiner Sitzungen entsprechend geäussert.³⁰ Das Verhalten der Vorstandsmitglieder steht allerdings im Widerspruch zu diesen Vorfällen. Von den 6 angeschriebenen Vorstandsmitgliedern und Beisitzenden verweigerte nur eine Person die Teilnahme an der Umfrage.³¹ Auch die insgesamt sehr hohe Partizipationsrate – die Rücklaufquote beträgt wie oben ausgeführt rund 72% – zeigt auf, dass der Aufruf zur Nicht-Beteiligung jedenfalls nicht in grösserem Umfang befolgt wurde.

Dass generell das standespolitische Engagement der involvierten Personen keinen wesentlichen Einfluss auf das Beteiligungsverhalten hatte, ist eine Einschätzung, die sich auch aufgrund der geführten Telefongespräche ergibt. Meist ging aus den Aussagen klar hervor, wer standespolitisch aktiv ist, jedoch zeichnet sich daraus kein Trend zu einer eindeutigen Ausprägung der Partizipationsbereitschaft dieser Personen ab.

Aufgrund dieser Telefongespräche lassen sich auch die Hauptgründe für die Nicht-Beteiligung rekonstruieren. Analysiert man die Motive derjenigen, die nicht partizipierten, so zeichnet sich ab, dass vor allem Zeitprobleme der Auslöser für die Nicht-Beteiligung an der Umfrage waren.

Eine qualitative Analyse der Gründe³² der Nicht-Partizipierenden ergibt folgendes Bild: 18 Institutionen (15 angeschriebene Personen) erklärten, dass sie aus terminlichen Gründen den Fragebogen nicht beantworteten,³³ 5 Institutionen wiesen explizit auf die politische Sensibilität der Daten hin und 3 weitere nannten keine speziellen Gründe.³⁴

Tabelle 3: Gründe für die Nicht-Partizipation

genannte Gründe	Anzahl Institutionen	Anzahl angeschriebene
-----------------	----------------------	-----------------------

³⁰ Gemäss Aussage eines Teilnehmers der betreffenden Vorstandssitzung.

³¹ Diese Personen repräsentieren je eine MRI-Standort-Institution, welche die eigentliche Referenzgrösse der Vollerhebung sind. Die Angaben beziehen sich dabei auf die Zusammensetzung des Vorstands 1999 gemäss SGMR (1998): Mitgliederverzeichnis 1998/99. ohne Ortsangabe.

³² Die Gründe wurden während den telefonischen Mahnungen erfragt, beziehen sich also eigentlich auf den Umstand der nicht-termingerechten Rücksendung. Da jedoch die hier genannten Befragten den Fragebogen nicht retournierten, ist davon auszugehen, dass hierfür die gleichen Gründe ausschlaggebend waren. Allerdings muss gleichzeitig angenommen werden, dass hier Verschleierungseffekte - den effektiven politisch oder anderweitig motivierten Gründen werden Zeitmotive vorgeschoben - zum Tragen kamen.

³³ Die meisten versprachen gleichzeitig, den Fragebogen noch zu schicken, was dann aber in den genannten Fällen nicht eintraf. 3 dieser Personen gaben bei der telefonischen Nachfrage zwar Zeitmangel an, haben den Fragebogen jedoch, da sie einem Verbund zugehörig sind, an eine für den ganzen Verbund zuständige Person weitergeleitet.

³⁴ Zwei weitere Institutionen, die den Fragebogen allerdings teilweise ausfüllten, brachten nebst Zeit-/Kostengründen und politischen Argumenten auch grundsätzliche Einwände gegen die Erhebung aktueller Daten im Rahmen eines historischen Forschungsprojekts vor.

		Personen
Zeitgründe	18	15
tarifpolitische Situation, Sensibilität der Daten, Aufruf der SGMR	5	3
keine Angabe von Gründen	3	3
TOTAL	26	21

Weiter oben wurde bereits angesprochen, dass nur wenige Frauen in die Studie involviert sind. Zwar wurde das Geschlecht der Antwortenden nicht erhoben, jedoch waren es insgesamt nur fünf Radiologinnen, die als Ansprechpartnerinnen kontaktiert werden konnten. Interessanterweise zeigten sich diese überproportional kritisch. So war nicht nur diejenige Person, die die Durchsicht des Fragebogens prinzipiell verweigerte, weiblich. Eine weitere Aerztin füllte den Fragebogen mit dem Hinweis auf die Sensibilität der Daten nur teilweise aus und eine Radiologin verzichtete auf das Ausfüllen mit der Begründung, der Fragebogen sei zu lang. Es ist evident, dass aufgrund der kleinen Anzahl keine verallgemeinerbaren Schlüsse gezogen werden können, jedoch wäre zu untersuchen, ob und inwieweit die Vorsicht der Radiologinnen auf ihre Erfahrungen in einem männlich geprägten Arbeitsumfeld zurückzuführen sind.

Wie in der Rücklaufanalyse dargestellt, hat ein Drittel der partizipierenden Institutionen eine öffentliche Trägerschaft, während die privaten Institute und Praxen rund zwei Drittel der Fragebogen stellen. Es erstaunt, dass sich die privaten Institutionen verhältnismässig im gleichen Ausmass an der Befragung beteiligt haben.³⁵ Es wäre zu erwarten gewesen, dass die Privaten eher befürchteten, neue Daten könnten die laufenden Tarifverhandlungen negativ beeinflussen und der bezüglich Gerätedichte kritischen Sicht des BSV eine zusätzliche Argumentationsbasis verleihen. Insbesondere die selbständigen Aerztinnen und Aerzte wären durch solche Entwicklungen direkt betroffen, da sie keine Löhne beziehen und auf kostendeckende Umsätze angewiesen sind.

³⁵ Die relativen Anteile der eingegangenen Antworten von privaten wie öffentlichen Institutionen sind in bezug auf die Grundgesamtheit repräsentativ, wie die Rücklaufanalyse ergeben hat (vgl. Fussnote 23).

3. Die Einführung der Magnetresonanztomographie in der Schweiz

3.1 Anschlüsse und Verdrängungswettbewerb

Seit der Installierung einer ersten MR-Pilotanlage am Zürcher Universitätsspital im Jahr 1982³⁶ ist die Magnetresonanztomographie in der Schweiz zu einem vielgenutzten Verfahren in der radiologischen Praxis geworden. Ging man ursprünglich von einem gesamtschweizerischen Bedarf an 10 MRI-Geräten aus,³⁷ belegt die Schweiz inzwischen mit 14 MR-Anlagen pro eine Million Einwohnende gemäss inoffiziellen Quellen den europäischen Spitzenplatz.³⁸

Diese intensive Ausbreitung des Magnetic Resonance Imaging, die vor allem in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre vor sich ging, ist im Kontext des allgemein hohen medizintechnischen Niveaus zu sehen, welches schon während der ersten Phase der Einführung der Magnetresonanztomographie in der Schweiz vorhanden war. Die Radiologie konnte dabei auf ein dichtes Versorgungsnetz bildgebender Technologien zurückgreifen. Insbesondere hatte sich die Computertomographie in den 1980er Jahren in ähnlichem Ausmass verbreitet wie es zehn Jahre später die Magnetresonanztomographie tun sollte, eine Entwicklung, die in einer Festschrift der SGRNM von 1989 als "Siegeszug der Computer-assistierten-Tomographie" bewertet und damit erklärt wurde, dass "eine solche Anlage zu haben oder nicht zu haben .. mit der Zeit zur Gretchenfrage" geworden sei.³⁹ Gleich wie später bei MRI war auch bei der Computertomographie vergeblich eine Beschränkung der Zahl der CT-Scanner auf gesamtschweizerisch 10 – 15 Einheiten gefordert worden.⁴⁰

³⁶ Wellauer, in: Wieser et al., 1989: 158.

³⁷ SKI, 1984: 88.

³⁸ Vgl. Sonntagszeitung, 14.11.1999: 81. Die insgesamt hohe Dichte von MR-Anlagen in der Schweiz ist auch beim medizinischen Personal, welches täglich mit bildgebenden Verfahren arbeitet, bekannt. So berichtete etwa eine medizinisch-technische Röntgenassistentin, die aus dem Elsass stammt und in der Schweiz arbeitet, dass es in Frankreich normal sei, als Patientin 6 Wochen auf einen Scan warten zu müssen (mündliche Information vom 17.01.2000).

³⁹ Vgl. Wellauer, in: Wieser et al., 1989: 151. Offenbar waren 1986 55 CT-Geräte in Betrieb und 1988 wurden bereits 70 CT-Anlagen gezählt.

⁴⁰ Vgl. Wellauer, in: Wieser et al., 1989: 151.

Die Vertrautheit mit bildgebenden Verfahren und insbesondere mit den Methoden der Computertomographie wurde in der Anfangsphase der Einführung von MRI denn auch als Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz der MR-Technik gewertet. In seiner Vorstellung eines idealen Teams für die Arbeit mit MRI betonte ein Radiologieprofessor am 1982 durchgeführten NMR-Symposium die Wichtigkeit der praktischen Erfahrung mit CT, die sowohl der Teamchef wie seine Mitarbeitenden mitzubringen hätten.⁴¹ Gleichzeitig könnte sein Argument, dass sich Radiologen mit CT-Erfahrung "leichter und schneller in das NMR-System einarbeiten" und dass sie "die Anatomie des Menschen in Quer-, Frontal- und Sagittalschnitten besser als irgendwer sonst (kennen), was natürlich eine wesentliche Grundlage ist" auch als Versuch gewertet werden, die Radiologen bereits zu einem frühen Zeitpunkt – in einer Phase ohne entsprechende formalisierte Bildungstitel – zur allein legitimen ärztlichen Berufsgruppe im Umgang mit MRI zu deklarieren. Zwar scheint die Nähe von MRI zu anderen bildgebenden Verfahren und damit die Subsumtion unter das Fachgebiet der Radiologie aus heutiger Sicht evident, jedoch lässt die Tatsache, dass die behauptete spezifische Eignung der Radiologen überhaupt explizit begründet wurde, darauf schliessen, dass die Kompetenzverteilungen zum damaligen Zeitpunkt noch nicht abschliessend ausgehandelt waren.

Das spezifische Wissen, die besonderen Fähigkeiten und damit die besondere Eignung der Angehörigen dieses Professionsstands für den Einsatz von MRI begründet der Ordinarius mit deren solider Ausbildung sowie den technischen Eigenschaften des MR-Verfahrens, welche "direkt von den in der CT benutzten Methoden abgeleitet" seien. Folgerichtig relativiert er denn auch die allgemeine Feststellung, dass "gerne .. immer wieder betont (wird), dass die NMR eine ganz neue Methode sei".⁴²

Umstritten war von Anfang an auch, ob und in welcher Form die neue Technik des Magnetic Resonance Imaging bestehende bildgebende Techniken verdrängen werde. In der Anfangsphase lassen sich Stimmen finden, die MRI eher als Ergänzung denn Substitution der bestehenden Verfahren einschätzten. Sie argumentierten, dass auch mit anderen bildgebenden Techniken wie etwa der Röntgendiagnostik grosse Fortschritte erzielt worden seien und verwiesen andererseits auf die historische Erfahrung, dass es "bisher .. noch nie so (war), dass ein neues bildgebendes Verfahren andere bereits eingeführte verdrängt" hätte.⁴³ Anfang der 1990er Jahre, als sich die Computertomographie weitgehend etabliert hatte und das Magnetresonanzverfahren in eine Phase der breiteren Diffundierung trat, war nun von einem "Verdrängungswettbewerb zwischen den digitalisierten Röntgengeräten, dem CT und dem MRI" die Rede, mit welchem bei der "Modernisierung der Radiologieinstitute" zu rechnen sei. Obschon der Ausgang dieses

⁴¹ SKI, 1983: 88.

⁴² SKI, 1983: 87.

⁴³ SKI, 1983: 6/9.

Substitutionsprozesses als unklar eingeschätzt wurde, ging man davon aus, dass die "preislich interessanter werdenden und leistungsfähigeren MRI-Geräte .. mit der Zeit die weitere Verbreitung der CT-Apparate beschränken" würden. Insbesondere rechnete man angesichts der Installierung vieler CT-Geräte in Regionalspitälern mit einem zunehmenden Qualitätswettbewerb zwischen Spitälern und Privatinstituten und einer damit verbundenen Spezialisierung.⁴⁴ Mitte der 1990er Jahre schliesslich, als die Aufrüstung mit MR-Geräten in vollem Gang war, urteilte eine Studie, dass "mit der Inbetriebnahme einer MRI-Anlage .. sich die Anzahl durchgeführter Untersuchungen in anderen Bereichen (konventionelles Röntgen, CT) mehr oder weniger stark verringern" würde.⁴⁵

Aufgrund der vorliegenden Befragung bestätigen sich im grossen und ganzen eher die anlässlich des Symposiums 1982 formulierten Beurteilungen, wonach MRI vielmehr als ergänzende denn andere Techniken substituierende Methode anzusehen sei. Auch wenn die absolute Anzahl CT-Geräte, die sich zum aktuellen Zeitpunkt in den Spitälern und Kliniken, welche sich an der Studie beteiligt haben, aufgrund einer fehlenden Vergleichsbasis wenig aussagekräftig ist – es handelt sich um 68 CT-Anlagen – so spricht doch eine Analyse des kombinierten Vorhandenseins der beiden Maschinentypen für sich. Von den partizipierenden MRI-Standort-Institutionen verfügen heute nur deren 3 (4.8%) über keinen Computertomographen, während die überwiegende Mehrheit (95.2%) der MR-Institute und –Praxen gleichzeitig mindestens einen CT betreibt. Mit Abstand die üblichste Kombination ist der Betrieb von je einem CT- und einem MR-Gerät. Dass in den meisten Spitälern und Praxen sowohl MR- wie CT-Anlagen gleichzeitig vorhanden sind, weist darauf hin, dass zumindest bis zum jetzigen Zeitpunkt die beiden Verfahren ergänzend oder additiv eingesetzt werden.

⁴⁴ Vgl. SKI, 1990: 1-2.

⁴⁵ IBG, 1994: 11.

Tabelle 4: Anzahl MR-Geräte (nach Institutionen mit CT)

Anzahl MR-Anlagen zum aktuellen Zeitpunkt an einer Institution	Total Institutionen mit CT-Anlagen zum aktuellen Zeitpunkt <i>n=62, md=2</i>				
	Institutionen mit 0 CT <i>n=3</i>	Institutionen mit 1 CT <i>n=52</i>	Institutionen mit 2 CT <i>n=6</i>	Institutionen mit 4 CT <i>n=1</i>	
1	50	2	45	3	0
2	9	1	6	2	0
3	2	0	0	1	1
4	1	0	1	0	0

Lesebeispiel: Von 50 Institutionen mit einem im Einsatz stehenden MR-Gerät verfügen 45 gleichzeitig über ein CT-Gerät und 3 dieser Institutionen haben 2 CT-Apparate in Betrieb.

Kendall's tau-b = .254, p = .174; Kendall's tau-c = .103, p = .174.

© ETH-TG 2000

3.2 Die Routinisierung des Verfahrens

Die in der Schweiz bestehende hohe Versorgungsdichte mit MR-Geräten könnte als Indikator dafür gewertet werden, dass die Anwendung von MRI hier inzwischen zu einem Routineverfahren geworden ist. Schon zu einem frühen Zeitpunkt der Einführung der Magnetresonanztomographie wurde empfohlen, diesen Status für einige Anwendungsgebiete herbeizuführen. So befand eine Expertengruppe 1984, dass "es schon heute angezeigt (sei), gewisse Untersuchungen von bestimmten Körperregionen und Organen in der Routine vorzunehmen, obwohl die MRI-Methode als solche noch in den Anfängen der klinischen Erprobung steht."⁴⁶ Dass diese Empfehlung trotz des Eingeständnisses, dass "die MRI-Methode noch nicht ausgereift" und "selber noch Objekt der Forschung"⁴⁷ sei, abgegeben wurde, deutet trotz ihrer Beschränkung auf bestimmte Untersuchungen auf den vorhandenen Willen hin, dieses Verfahren in der Radiologie zu etablieren. Dieser Wille war institutionell breit abgestützt, wie die Zusammensetzung der betreffenden Expertengruppe aufzeigt, die aus Vertretern des Bundes, der Krankenkassen, der Verbindung der Schweizer Aerztinnen und Aerzte sowie mehreren praktizierenden Wissenschaftlern und Radiologen bestand.⁴⁸ Ihre Empfehlung, die noch in der klinischen Erprobung stehende Magnetresonanztomographie für gewisse Indikationen bereits in der Routine anzuwenden, ebnete zumindest von Expertenseite ein Terrain, welches sich für die spätere breite

⁴⁶ SKI, 1984: 118.

⁴⁷ SKI, 1984: 88/87.

⁴⁸ Folgende Institutionen waren vertreten: BSV, SUVA, FMH, KSK, SKI, sowie mehrere universitäre und private radiologische Institute (vgl. SKI, 1984: 1-2). Der Bericht mit dem Titel "Entwicklungsstand, Bedarf und Betrieb" war im Auftrag der Sanitätsdirektorenkonferenz und unter der Federführung des Schweizerischen Krankenhausinstituts entstanden.

Diffundierung der Technik und die Etablierung des Verfahrens im klinischen Alltag als günstig erweisen sollte.

Eine Routinisierung stellte sich in der Praxis allerdings trotz der erwähnten Empfehlung nicht unverzüglich ein. Die MRI-Konsensus-Konferenz von 1989 urteilte rückwirkend, dass in den Jahren 1987 und 1988 "2 von 10 Instituten noch in der Einführungsphase der Anwendung" gewesen seien.⁴⁹ 1990 allerdings rechnete man "in Zukunft mit einem steigenden Bedarf an MRI-Geräten für die Routinediagnostik"⁵⁰ und damit mit einer endgültigen Verankerung dieses bildgebenden Verfahrens im Normalbetrieb der klinischen Anwendung. Die Integration von MRI in das FMH-Weiterbildungsprogramm zur Erlangung des Spezialarztstitels für Medizinische Radiologie 1992⁵¹ ist als wichtiger Schritt der Institutionalisierung und Normalisierung von MRI zu werten, die sich in so unterschiedlichen Formen wie etwa einer allgemeinen Zugänglichkeit zu MR-Geräten, einer etablierten Position von MRI im diagnostischen Gesamtarsenal der Spitäler oder in einer standardisierten Vorbereitung der Patienten und Patientinnen auf die MR-Untersuchung äussern.

In der vorliegenden Studie interessierte, ob der zunehmende Normalisierungsprozess von den Radiologen und Radiologinnen aus heutiger Perspektive auch als solcher wahrgenommen wird und auf welche Argumente sie ihre diesbezügliche Einschätzung stützen.⁵² Weitaus die meisten Aerzte und Aerztinnen, nämlich 94.9%, sind denn der Ansicht, dass MRI heute zu einer Routinediagnose geworden ist. Nur ein Arzt konnte sich dieser Meinung nicht anschliessen und zwei weitere Befragte antworteten mit der nicht vorgesehenen Kategorie "ja und nein".

⁴⁹ SKI, 1989, Beilage 2, S.1.

⁵⁰ SKI, 1990: 1.

⁵¹ Telefonische Auskunft des Chefs der Abteilung Kommunikation der FMH vom 18.11.1999. Vgl. auch http://www.fmh.ch/d/13/obj_72/medradi.htm, Stand am 07. August 2000.

⁵² Wie in Kapitel 2 dargestellt, bildeten nicht Personen, sondern Institutionen die Grundgesamtheit der Erhebung. Trotzdem sind Antworten auf Einschätzungsfragen eher als persönliche Wahrnehmungen und Meinungen der antwortenden Aerzte und Aerztinnen denn als offizielle Stellungnahmen der jeweiligen Institutionen zu interpretieren. Die die medizinischen Fragen beantwortenden Personen haben dabei folgende Stellung inne: rund 68% sind Institutsdirektoren/-innen mit medizinischer Ausbildung, 23% arbeiten als Oberärzte oder –ärztinnen und 9% sind in anderer ärztlicher Stellung tätig. Da davon ausgegangen werden kann, dass der Teil C des Fragebogens jeweils nur von einer Person ausgefüllt wurde, werden hier Personen mit Institutionen analytisch gleichgesetzt.

Tabelle 5: MRI als Routinediagnose (recodiert)

Was denken Sie: Ist die Magnetresonanztomographie heute zu einer Routinediagnose geworden?	Total Institutionen n=64, md=5	Valid Percent total=100%
ja	56	94.9
nein	1	1.7
ja und nein	2	3.4

Lesebeispiel: 94.9% der Antwortenden (Vertreter/-innen von 56 Institutionen) sind der Ansicht, dass MRI heute zur Routinediagnose geworden ist.

© ETH-TG 2000

Nach der Begründung für ihre diesbezügliche Meinung gefragt, antworteten die Radiologen und Radiologinnen – abgesehen von wenigen Ausnahmen – nicht mit Kriterien, die sich als Indikatoren für eine tatsächlich stattgefundene Routinisierung interpretieren liessen. Mögliche Antworten hätten etwa die erwähnte Integration von MRI in die FMH Facharzt-Weiterbildungen für Medizinische Radiologie und deren Spezialisierungen,⁵³ die Abgeltung von MRI-Untersuchungen durch die Krankenkassen, den regelmässigen Einsatz von MRI bei bestimmten Indikationen, die bestehende Versorgungsdichte mit MR-Geräten oder die zunehmende Bekanntheit und allgemeine Akzeptanz des Verfahrens bei Patienten und Aerztinnen ansprechen können. Stattdessen wurde vielmehr nach Ursachen gesucht, *weshalb* sich MRI als Routinemethode in der Praxis durchsetzen konnte. An erster Stelle wird dabei auf die diagnostische Qualität von MRI verwiesen: Zwei Fünftel der Antworten (39.5%) betonen die Zuverlässigkeit, Präzision und hohe Aussagekraft dieser Methode, die eine abschliessende Beantwortung von Problemstellungen ermögliche. Auf die viel zitierte Patientenfreundlichkeit des Verfahrens (nicht oder minimal invasiv, nicht ionisierend) bezieht sich ein knappes Viertel (23.7%) der vorgebrachten Argumente. Jede zehnte Nennung (9.2%) unterstreicht die Bedeutung der guten Qualität der MR-Bilder und 7.9% der Antworten weisen darauf hin, dass MRI bei gewissen Indikationen die einzig mögliche bildgebende Anwendungsmethode sei. Weitere, weniger stark gewichtete Gründe für die Routinisierung werden in Effizienz- und Effektivitätssteigerungen, in der Akzeptanz, Verbreitung und Verfügbarkeit der Technik sowie in der Bedienungs- und Anwendungsfreundlichkeit derselben gesehen.

Tabelle 6: MRI als Routinediagnose: Argumente*

⁵³ Zur Zeit gibt es drei Ausrichtungen des Spezialarzttitels FMH für Medizinische Radiologie: Medizinische Radiologie/Radiodiagnostik, Medizinische Radiologie/Nuklearmedizin, Medizinische Radiologie/Radio-Onkologie. Die Richtung Radiodiagnostik erlaubt weitere Spezialisierungen zum Erwerb des Untertitels Neuroradiologie bzw. Pädiatrische Radiologie (vgl. http://www.fmh.ch/d/13/obj_72/medradi.htm, http://www.fmh.ch/d/13/obj_77/neurora.htm, http://www.fmh.ch/d/13/obj_84/paediat.htm, alle Stand 07.08.2000.

<i>Argumente</i>	<i>Total Nennungen</i> <i>r=76, md=1⁵⁴</i>	<i>Valid Percent</i> <i>total=100%</i>
<ul style="list-style-type: none"> • diagnostische Qualität hohe Aussagekraft / Zuverlässigkeit / Präzision / umfassende Diagnostik / abschliessende Beantwortung vieler Fragen / beste Methode 	30	39.5
<ul style="list-style-type: none"> • Vorteile für Patienten/innen nicht oder minimal invasiv / keine ionisierende Strahlung / erspart Operationen 	18	23.7
<ul style="list-style-type: none"> • Bildqualität gute Auflösung / hoher Weichteilkontrast / brillante Bildgebung 	7	9.2
<ul style="list-style-type: none"> • ausschliessliche Methode für viele Problemstellungen einzige Methode 	6	7.9
<ul style="list-style-type: none"> • Effizienz / Effektivität Kosten- und Zeitersparnis / führt direkt zum Ziel 	4	5.3
<ul style="list-style-type: none"> • Akzeptanz allgemein anerkannt und weit verbreitet / Standard of care 	3	3.9
<ul style="list-style-type: none"> • Verfügbarkeit hohe Verfügbarkeit 	2	2.6
<ul style="list-style-type: none"> • Bedienungs-/Anwendungsfreundlichkeit hohe Bedienungs- und Anwendungsfreundlichkeit 	1	1.3
<ul style="list-style-type: none"> • übrige diverses 	5	6.6

Lesebeispiel: 39.5% (30 Nennungen) der insgesamt 76 Nennungen beziehen sich auf die hohe diagnostische Qualität.
*qualitative Auswertung

© ETH-TG 2000

Auffallend ist, dass sich die häufigst vorgebrachten Argumente auf die technische und diagnostische Leistung der Apparate beziehen. Dies mag damit zusammenhängen, dass die Antwortenden in erster Linie aus der Optik des alltagspraktischen Umgangs mit MRI argumentieren, wo den genannten Vorteilen der Methode besondere Bedeutung zukommt.

⁵⁴ Das Total der Nennungen bezieht sich hier nur auf die JA-Antworten, welche davon ausgehen, dass MRI heute als Routinediagnose bezeichnet werden kann. (Als verneinenden Argumente werden die Zeit- und Kostenintensivität sowie eine fehlende Verfügbarkeit von MR-Geräten erwähnt.)

Als Missing wird in der Tabelle eine Antwort klassiert, welche die entsprechende Frage als nicht zutreffend einstuft und betont, dass MRI keine Diagnose, sondern eine Methode sei.

3.3 Initiativen und Widerstände

Die Ausbreitung der Magnetresonanztomographie in der Schweiz vollzog sich, wie weiter oben ausgeführt, seit Ende der 1980er Jahre in zunehmendem Tempo, was zu einer Verdopplung der vorhandenen Anlagen zwischen Mitte und Ende der 1990er Jahre führte. Die rasche Diffusion der MR-Technik in dieser Zeitperiode war unter anderem nur aufgrund eines aktiven Engagements einzelner Institutionen und Personenkreise möglich. Dabei waren es verschiedene Akteurgruppen, die die Initiative zur Anschaffung der MR-Geräte ergriffen.

Am häufigsten wurde der Kauf eines MR-Scanners von privater Seite in die Wege geleitet. Die selbständigen Aerzte und Radiologinnen ergriffen bei annähernd der Hälfte (46.4%) der je getätigten Ankäufe, nämlich bei 45 Maschinen, die Initiative.⁵⁵ Dies ist angesichts der Tatsache, dass die Mehrheit der Anlagen in privaten Institutionen installiert wurde, nicht weiter erstaunlich. Sehr aktiv bei der Initiierung der Anschaffung eines MR-Geräts waren die (öffentlichen oder privaten) Spital- und Klinikverwaltungen. Sie waren bei zwei Fünfteln der Geräte (40.2% bzw. 39 Apparate) treibende Antriebskraft, wobei hier Institutionen mit privater Trägerschaft anteilmässig aktiver waren: Diese waren motivierender Faktor bei 25 Maschinen, während die öffentlichen Spitalverwaltungen die Einführung von 14 Geräten initiierten.

Während das Engagement dieser beiden Gruppierungen sich zumindest vordergründig durch deren institutionelle Stellung erklären lässt – beide sind für die Anschaffungspolitik und das Management ihrer Betriebe verantwortlich⁵⁶ – ist es eher erstaunlich, dass angestellte Spitalärzte und –ärztinnen als dritte wichtige Gruppierung tätig wurden. Mehr als ein Viertel (28.%) der gesamten MR-Anlagen geht auf ihre Anregung zurück, wobei sie vor allem bei Anschaffungen der Maschinen in öffentlichen Institutionen eine wichtige Rolle spielten.⁵⁷ Der Kanton, die öffentliche Verwaltung sowie die Spitalverbände können dagegen kaum als ursprünglicher Motor für die Akquisition der MR-Anlagen bezeichnet werden; sie haben nur in einigen wenigen Fällen einen Kauf angeregt. In Einzelfällen schlugen auch Universitäten oder medizinische Fakultäten den Kauf eines Tomographen vor. Bei einem Apparat war ein Wirtschaftsunternehmen Anlass zu dessen Installierung; er wurde von einer Bank anlässlich deren Jubiläums gespendet.

Tabelle 7: Initiativen zur Anschaffung der MR-Anlage

⁵⁵ Insgesamt sind in der Studie 97 MR-Geräte erfasst, die je in einer Institution in Betrieb gewesen sind (vgl. Kapitel 4.1).

⁵⁶ Damit ist natürlich nicht erklärt, warum sie die Initiative für die Anschaffung eines MR-Geräts (und nicht eines anderen Apparats) ergriffen, sondern bloss, dass sie sich mit der Frage der medizintechnischen Ausrüstung aufgrund ihrer spezifischen Stellung auseinandersetzen müssen.

⁵⁷ Von den 28 Geräten, bei denen sie (Mit-)Initianten waren, wurden 18 in öffentlichen Institutionen installiert, was 64.3% dieser Anlagen entspricht.

Wer ergriff die Initiative zur Anschaffung dieser MR-Anlage?	Anzahl Nennungen <i>r=123, md=0⁵⁸</i>	Valid Percent total <i>r=100%</i>	Valid Percent <i>n=100%</i> <i>total=127%*</i> <i>n=97, md=0</i>	MRT in öffentlichen Institutionen in % der jeweiligen Kategorie
	<i>(in Klammer: Angabe bezüglich MRT in öffentlichen Institutionen)</i>			
Spital-/Klinikverwaltung	39 (14)	31.7	40.2	35.9
Spitalverband	1 (1)	0.8	1	100
angestellte	28 (18)	22.8	28.9	64.3
Spitalärzte/innen				
selbständige Aerzte/innen	45 (1)	36.6	46.4	2.2
privates Institut oder Praxis				
Kanton / öffentliche Verwaltung	3 (3)	2.4	3.1	100
andere	7 (7)	5.7	7.2	100

Lesebeispiel: Bei zwei Fünftel (40.2%) der angeschafften Geräte, d.h. bei 39 Anlagen, wurde die Initiative zu deren Anschaffung (unter anderem**) von der Spital- oder Klinikverwaltung ergriffen. Dies entspricht 31.7% aller Nennungen. Von denjenigen Geräten, bei denen die Spital-/Klinikverwaltung als Initiatorin agierte, wurden 14 (=35.9% von 39 Geräten) durch Institutionen mit öffentlicher Trägerschaft angekauft.

*gerundet.

**Da Mehrfachnennungen möglich waren, kann die Initiative zum Kauf auch von mehreren Seiten her gekommen sein.

© ETH-TG 2000

Die Einführung der MR-Geräte war insbesondere im Fall deren öffentlicher Finanzierung teilweise umstritten, wobei die Auseinandersetzungen nicht nur in städtischen und kantonalen Parlamenten, sondern auch in den Medien geführt wurden. Kritik manifestierte sich jedoch nicht nur in diesen öffentlich ausgetragenen Debatten, sondern äusserte sich auch in der ablehnenden Haltung von Akteuren, die nicht direkt am öffentlichen Diskurs beteiligt waren. Aus der vorliegenden Befragung geht hervor, dass bei rund einem Drittel der je installierten MR-Anlagen (34.4% bzw. 33 der Geräte) Widerstände gegen deren Einführung auftauchten oder als solche wahrgenommen wurden. Dabei waren die in öffentlichen Institutionen je implementierten Geräte umstrittener als diejenigen, die von Privaten eingerichtet wurden: Bei genau jeder zweiten Maschine (50% der insgesamt 30 Geräte) in öffentlichen Institutionen regte sich anfänglich Widerstand, während dies bei den privaten nur bei gut jeder vierten (27.3%) Anlage der Fall war.

⁵⁸ Die Antworten der Kategorie "weiss nicht" werden als Missings der Anzahl Nennungen (r) behandelt.

Tabelle 8: Widerstände gegen die Einführung der MR-Anlage (nach Trägerschaft)
(Angaben absolut und in Prozent)

Gab es Widerstände gegen die Einführung dieser MR-Anlage?	Total MR-Anlagen n=96, md=1	öffentlich n=30	privat n=66
	(Valid Percent total=100%)	(Valid Percent total=100%)	(Valid Percent total=100%)
ja	33 (34.4%)	15 (50%)	18 (27.3%)
nein	63 (65.6%)	15 (50%)	48 (72.7%)

Lesebeispiel: Die Antwortenden trafen bei 34.4% der MR-Anlagen (bzw. bei 33 von 96 Geräten) auf Widerstände gegen deren Einführung. Widerstand regte sich bei genau jedem zweiten MR-Gerät, das in einer Institution mit öffentlicher Trägerschaft installiert wurde (50% der insgesamt 30 Anlagen in öffentlichen Institutionen).

Cramer's V = .222, p = .030

© ETH-TG 2000

Am häufigsten wurde dabei von öffentlicher wie privater Seite (8 bzw. 11 Nennungen) der jeweilige Kanton oder seine Verwaltung als Hemmnis für die Einführung des Magnetresonanztomographen genannt. Deutlich weniger Erwähnung fand die nächstgrössere Gruppe der Kritiker und Kritikerinnen: Bei insgesamt 10 Maschinen wurde Widerstand von Seiten der selbständigen Aerzteschaft oder Privatpraxen geortet, wobei diesen in erster Linie die öffentlichen Institutionen (bei 8 ihrer Geräte) zu spüren bekamen. Spital- und Klinikverwaltungen wurden als weiterer potentieller Verhinderungsfaktor wahrgenommen; sie wehrten sich gegen die Einführung von 3 Maschinen in öffentlichen und 5 Anlagen in privaten Institutionen. Auch stiessen einige der Betreiber und Betreiberinnen auf eine abwehrende Haltung der Krankenkassen. Diese zeigten sich bei 6 der implementierten Tomographen ablehnend.⁵⁹ Vereinzelter Widerstand wurde auch von der Bevölkerung (3 Nennungen), den Spitalverbänden (2 Nennungen) und einem angestellten Spitalarzt (1 Nennung) wahrgenommen. Bemerkenswert ist, dass in zwei Fällen auch Journalisten erwähnt wurden.⁶⁰

⁵⁹ Die Krankenkassen wurden unter der Kategorie "andere" explizit genannt.

⁶⁰ Diese fanden in der Kategorie "andere" Erwähnung.

Tabelle 9: Widerstände gegen die Einführung der MR-Anlage

Widerstände gegen die Einführung der MR-Anlage gab es von	Anzahl Nennungen <i>r=118, md=1⁶¹</i>	Valid Percent total <i>r=100%</i>	Valid Percent <i>n=100%</i> <i>total=123%*</i> <i>n=96, md=1</i>	MRT in öffentlichen Institutionen in % der jeweiligen Kategorie
Spital-/Klinikverwaltung	8 (3)	6.8	8.3	37.5
Spitalverband	2 (2)	1.7	2.1	100
angestellte Spitalärzte/innen	1 (0)	0.8	1	0
selbständige Aerzte/innen privates Institut oder Praxis	10 (8)	8.5	10.4	80
Kanton / öffentliche Verwaltung	19 (8)	16.1	19.8	42.1
Öffentlichkeit / Bevölkerung	3 (1)	2.5	3.1	33.3
andere	12 (4)	10.2	12.5	33.3
nein , es gab von niemandem Widerstände	63 (15)	53.4	65.6	23.8

Lesebeispiel: Bei der Einführung von 8 MR-Geräten oder 8.3% der je installierten Anlagen gab es Widerstände von Seiten der Spital-/Klinikverwaltung. Diese Kategorie macht 6.8% aller Nennungen aus. Von denjenigen MRT, bei denen die Spital-/Klinikverwaltung Widerstand leistete, stehen 37.5% (3 Geräte) in öffentlichen Institutionen.

*gerundet.

© ETH-TG 2000

3.4 Bedürfnisabklärungen

Angesichts der im Laufe der Jahre stets zunehmenden Versorgungsdichte und des relativ hohen wahrgenommenen Widerstandspotentials stellt sich die Frage, ob der Einführung der Tomographen jeweils eine Bedürfnisabklärung voranging. Tatsächlich wurde eine solche in den meisten Fällen vorgenommen; sie erfolgte bei gut vier von fünf MR-Geräten (insgesamt bei 83.5%). Dabei wurde die Situation bei Geräten, die in öffentlichen Spitälern und Kliniken platziert wurden, durchschnittlich häufiger exploriert: bei 92% dieser Tomographen wurde der Kauf auf eine vorgängige Bedarfsanalyse gestützt, während die privaten Institutionen bei rund vier Fünfteln (80.3%) der Akquisitionen auf eine solche zurückgreifen konnten.

⁶¹ Die Antworten der Kategorie "weiss nicht" werden als Missings der Anzahl Nennungen (r) behandelt.

Tabelle 10: Bedarfsanalyse (nach Trägerschaft) (Angaben in Prozent)

<i>Wurde vor der Anschaffung dieser MR-Anlage eine Bedarfsanalyse gemacht?</i>	<i>Total MR-Anlagen n=91, md=6</i>	<i>öffentlich n=30</i>	<i>privat n=66</i>
ja	83.5	92	80.3
nein	16.5	8	19.7

Lesebeispiel: Bei 83.5% der je installierten MRT wurde eine Bedarfsanalyse gemacht. Bei den in öffentlichen Institutionen eingeführten Anlagen war dies bei 92% der Geräte der Fall.

Kendall's tau-b = .141, p = .115 / Kendall's tau-c = .093, p = .115

© ETH-TG 2000

3.5 Die Implementierung der Geräte am Ort der Anwendung

Die gekauften MR-Tomographen wurden in der Regel in die allgemeine radiologische Abteilung der Spitäler und Institute integriert. Vier Fünftel (80%) der je installierten Geräte fanden dort ihren Bestimmungsort. Ein guter Sechstel (17.9%) der Apparate wurde in speziellen MR-Abteilungen oder –Zentren eingesetzt. Bei den übrigen Tomographen handelt es sich in einem Fall um einen fahrbaren Container; der andere wurde in einer Forschungseinrichtung in Betrieb genommen.

Tabelle 11: Implementierungsort (recodiert)

<i>Wo / in welcher Abteilung stand diese MRI-Anlage bei Inbetriebnahme?</i>	<i>Total MR-Anlagen n=95, md=2⁶²</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>
spezielle MR-Abteilung / MR-Zentrum	17	17.9
allgemeine radiologische Abteilung / Privatpraxis ⁶³	76	80
anderswo	2	2.1

Lesebeispiel: 17.9% der je angeschafften Geräte, für die Angaben vorliegen, bzw. 17 MRT wurden in speziellen MR-Abteilungen oder –Zentren installiert.

© ETH-TG 2000

⁶² "Weiss nicht"-Antworten sind als Missings klassiert.

⁶³ Diejenigen Privatpraxen, welche die Antwortkategorie "anderswo" ankreuzten, wurden hier subsumiert.

4. MR-Anlagen in der Schweiz

4.1 Anzahl Geräte

Die Vorabklärungen zur vorliegenden Studie liessen erwarten, dass sich in der Schweiz zur Zeit rund einhundert Magnetresonanztomographen im Einsatz befinden.⁶⁴ Die an der Befragung teilnehmenden Institutionen machen dazu folgende Angaben: 52 Spitäler oder Institute verfügen zum jetzigen Zeitpunkt über je ein MR-Gerät, 9 Kliniken oder Privatpraxen haben 2 MR-Anlagen, in 2 Institutionen stehen 3 Magnetresonanztomographen und ein Spital besitzt nach eigenen Angaben 4 dieser Geräte. Insgesamt können aufgrund der Befragung also Angaben zu 80 gegenwärtig im Einsatz stehenden MR-Anlagen gemacht werden, wobei davon auszugehen ist, dass die effektive Anzahl der vorhandenen MR-Geräte in der Schweiz rund einhundert Magnetresonanztomographen umfasst. Damit hat sich die Anzahl an MR-Anlagen innerhalb von gut 5 Jahren verdoppelt.⁶⁵

Tabelle 12: Anzahl MR-Anlagen je Institution

<i>Wieviele MR-Anlagen gibt es zum jetzigen Zeitpunkt an Ihrer Institution?</i>	<i>Total Institutionen n=64, md=0</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>
1	52	81.3
2	9	14.1
3	2	3.1
4	1	1.6

Lesebeispiel: 52 Institutionen (81.3% der 64 antwortenden Institutionen) verfügen zum aktuellen Zeitpunkt über eine MR-Anlage, 9 Institutionen (14.1%) über 2 Geräte.

© ETH-TG 2000

Die Entwicklung der Gerätedichte setzte dabei allmählich ein. Während der 1980er Jahre wurden bei den partizipierenden Institutionen jährlich nur ein bis zwei Neuinstallationen vorgenommen. Anfang der 1990er Jahre rechnete jedoch eine Arbeitsgruppe von Experten, die sich mit gesundheitspolitischen und technischen Aspekten von MRI befasste, "mit einem steigenden Bedarf an MRI-Geräten für die Routinediagnostik".⁶⁶ Tatsächlich erfolgte ab 1990 ein kontinuierlicher Anstieg von Neuanschaffungen, der im Jahr 1995 einen Höhepunkt erreichte – 16 MR-Anlagen wurden in diesem Jahr von den an der Umfrage teilnehmenden Institutionen neu in

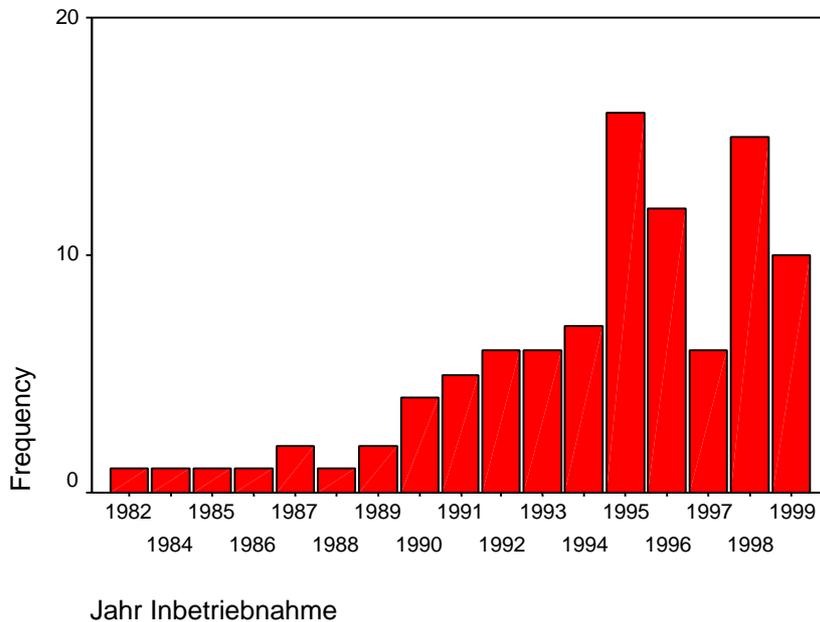
⁶⁴ Insgesamt konnten zunächst 93 Institutionen mit MRI eruiert werden (vgl. Kapitel 2), wobei sich später entgegen offiziellen Angaben herausstellte, dass eine nicht zur Grundgesamtheit gehörte (vgl. Fussnote 25). Von einer anderen war bekannt, dass sie nur in der Vergangenheit über ein Gerät verfügte. Andererseits war vorauszusetzen, dass einige Institutionen, insbesondere die Universitätsspitäler, gleichzeitig mehrere MRI besitzen.

⁶⁵ 1994 waren in der Schweiz 51 MR-Anlagen vorhanden (vgl. IBG, 1994: 2).

⁶⁶ SKI, 1990:1.

Betrieb genommen. Nach einem leichten Rückgang in den darauffolgenden zwei Jahren nahm die Gerätedichte Ende der 1990er Jahre nochmals beträchtlich zu.⁶⁷

Abb. 1: Jahr der Inbetriebnahme



n=96, md=1

© ETH-TG 2000

Insgesamt sind es 97 MR-Geräte, die im Verlauf dieser beiden Dekaden bei den antwortenden Institutionen installiert wurden. Etwa ein Viertel dieser Geräte wurde im Laufe der Zeit ausser Betrieb gesetzt oder ersetzt.⁶⁸

Tabelle 13: Betriebsstatus MR-Anlagen

--	--

⁶⁷ Folgende Anzahl Magnetresonanztomographen wurden jährlich von den antwortenden Institutionen während der 1980er und 1990er Jahre neu in Betrieb genommen: 1982 – 1986: jährlich je 1 MRT, 1987: 2, 1988: 1, 1989: 2, 1990: 4, 1991: 5, 1992 – 1993: je 6, 1994: 7, 1995: 16, 1996: 12, 1997: 6, 1998: 15, 1999: 10.

⁶⁸ Die Tab. 13 zeigt, dass 26.4% der 87 MR-Anlagen, für welche auf die entsprechende Frage Angaben gemacht wurden, im Laufe der Zeit ausser Betrieb gesetzt oder ersetzt wurden. Für 10 weitere MR-Geräte liegen keine Informationen vor. Hier zeigt sich allerdings ein Widerspruch im Antwortverhalten. Nach diesen Angaben könnten heute höchstens 74 Geräte in Betrieb sein (64 in Betrieb stehende Maschinen plus 10 Geräte, von denen keine Angaben vorliegen). Aus Tab. 12 geht jedoch hervor, dass zur Zeit 80 MR-Anlagen in den befragten Institutionen vorhanden sind. Damit ergibt sich eine Differenz in der Gesamtzahl der in Betrieb stehenden Anlagen. Diese ist vermutlich damit zu erklären, dass nicht für alle aktuell im Einsatz stehenden Maschinen das entsprechende Frageblatt (Teil B des Fragebogens) ausgefüllt worden ist. Im folgenden wird deshalb wo möglich von 80 aktuell im Einsatz stehenden Maschinen bzw. von 97 je installierten Geräten ausgegangen. Wo diese Umrechnung nicht möglich ist, wie etwa bei der Berechnung der Feldstärken (vgl. Tab. 23) weicht das Total der in Betrieb stehenden MR-Anlagen deshalb ab.

<i>Betriebsstatus</i>	<i>Total MR-Anlagen n=87, md=10</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>
ersetzt / ausser Betrieb	23	26.4
in Betrieb	64	73.6

Lesebeispiel: 25.3% von 87 MR-Anlagen, für welche diese Information vorliegt, wurden im Verlauf der Zeit ersetzt oder ausser Betrieb gesetzt.

© ETH-TG 2000

Auf die Frage nach den Ursachen für die Ausserbetriebsetzung oder Ersetzung der MR-Geräte wurde in erster Linie eine obsoleete Technik angeführt. 91.3% der ausser Betrieb gesetzten Geräte waren technisch veraltet und wurden deshalb stillgelegt. Als weitere Auslöser wurden etwa Kostengründe oder der Umzug ins Ausland genannt.⁶⁹

Tabelle 14: Gründe für die Ausserbetriebsetzung

<i>Gründe</i>	<i>Anzahl Nennungen r=26, md=0⁷⁰</i>	<i>Valid Percent total r=100%</i>	<i>Valid Percent n=100% total=113% n=23, md=74</i>
veraltete Technik	21	80.8	91.3
Funktionsuntüchtigkeit	0	0	0
andere	5	19.2	21.7

Lesebeispiel: 91.3% von 23 Geräten wurden wegen einer überholten Technik ausser Betrieb gesetzt. Diesen Grund bezeichnen 80.8% aller Nennungen.

© ETH-TG 2000

⁶⁹ Letztere fallen unter die Kategorie "andere". Mehrfachnennungen waren möglich.

⁷⁰ "Weiss nicht"-Antworten sind als Missings der Nennungen (r) definiert.

4.1.1 Einschätzung der Versorgungsdichte durch die Aerzte und Aerztinnen

Die Diffusion der MR-Anlagen, die zur heutigen hohen Versorgungsdichte führte, schloss an einen bereits bestehenden sehr hohen medizintechnischen Standard der Radiologie in der Schweiz an. So stellte der Leiter der Abteilung Medizin-Technik des Schweizerischen Krankenhauses in Aarau bereits im Hinblick auf die Computertomographie zu Beginn der 1980er Jahre fest, dass die Anzahl vorhandener Computertomographen im Vergleich zur Bevölkerungsgrösse ein Verhältnis aufweise, welches "in den modernen Industriestaaten annähernd einmalig" sei.⁷¹ Mehr als fünfzehn Jahre später ist heute auch im Zusammenhang mit der vorhandenen Anzahl MR-Geräte von Überversorgung und teuren Überkapazitäten die Rede.

Angesichts dieser Situation interessierte, wie die Aerztinnen und Aerzte⁷² ihrerseits die Versorgung mit Magnetresonanztomographen in der Schweiz einschätzen. Zunächst wurden sie nach den Gründen für die hohe Versorgungsdichte gefragt.⁷³

Als wichtigste Ursache für die hohe Versorgungsdichte führen die Radiologen und Radiologinnen Gründe an, die sich auf die wirtschaftliche Situation beziehen. 21.7% aller Nennungen betreffen Stichworte wie allgemeiner Wohlstand, finanzielle Möglichkeiten oder hoher Lebensstandard. Annähernd gleichviele Nennungen entfallen auf die politisch-institutionellen Rahmenbedingungen in der Schweiz: rund ein Fünftel der Antworten (20.3%) weisen auf das Fehlen einer staatlichen Regulierung der Anschaffungspolitik, auf die Gewerbefreiheit, die föderalistischen Rahmenbedingungen sowie auf die tarifpolitische Situation und die Absenz von Rentabilitätskontrollen hin. Ein weiteres, knappes Fünftel der Nennungen (18.8%) führt den qualitativ hohen Standard der Medizin in der Schweiz als Grund für die hohe Versorgungsdichte mit MR-Anlagen an.

Neben diesen drei eher allgemein-strukturellen Gründen nennen die Aerztinnen und Aerzte an vierter Stelle die Ansprüche der Patienten und Patientinnen; fast jede sechste Antwort (15.9% der Nennungen) stellt deren Erwartungshaltungen in einen direkten Zusammenhang mit der vorhandenen Anzahl MR-Anlagen. Weniger stark gewichteten die Radiologen und Radiologinnen als Grund für die Versorgungsdichte dagegen ihre eigenen Ansprüche und die Möglichkeit, sich mit den MR-Geräten Prestige zu verschaffen oder gegen die Konkurrenz durchzusetzen. Dass aber immerhin jede zehnte Nennung (10.2%) diese ärztlichen Interessen anführt, zeigt, dass diesbezüglich eine Sensibilisierung vorhanden ist. Als weitere Ursache (7.3% der Nennungen)

⁷¹ SKI, 1983: 1.

⁷² Der Fragebogen richtete sich wie in Kapitel 2 erläutert nicht an Personen, sondern an Institutionen. Die Antworten auf Einschätzungsfragen sind jedoch eher als persönliche Ansichten der Radiologen und Radiologinnen denn als offizielle Statements der Institutionen zu interpretieren. (vgl. auch Fussnote 52).

⁷³ Die Frage war offen gestellt. Die Kategorisierung der Antworten erfolgte in der qualitativen Auswertung.

wird das Verhalten der Privatkliniken genannt, deren Initiativen und Marketingstrategien zu einer erhöhten Gerätedichte geführt hätten. Schliesslich wird auf die medizin-technische Qualität des MR-Verfahrens als weiterer Erklärungsfaktor für die Anzahl der vorhandenen MR-Anlagen in der Schweiz hingewiesen (5.8% der Nennungen).

Tabelle 15: Begründung der Versorgungsdichte mit MR-Anlagen*

Gründe	Total Nennungen <i>r=69, md=8⁷⁴</i>	Valid Percent <i>total=100%</i>
<ul style="list-style-type: none"> • wirtschaftliche Situation Wohlstand / Reichtum / Lebensstandard 	15	21.7
<ul style="list-style-type: none"> • politisch-institutionelle Rahmenbedingungen Fehlende staatliche Regulierung / Föderalismus / Handels- und Gewerbebefreiheit / Tarifierungspolitik / fehlende Rentabilitätskontrolle 	14	20.3
<ul style="list-style-type: none"> • medizinischer Standard Qualität der CH-Medizin / hoher Standard / optimale Gesundheitsversorgung / sehr gute Grundversorgung 	13	18.8
<ul style="list-style-type: none"> • Ansprüche Patienten Ansprüche / Erwartungen der Patienten/-innen 	11	15.9
<ul style="list-style-type: none"> • Ansprüche Aerzte Ansprüche / Prestige der Aerzte/-innen / Konkurrenzdruck 	7	10.2
<ul style="list-style-type: none"> • Auftritt Privatkliniken hoher Anteil / Initiativen / Investitionen / aggressives Marketing der Privatkliniken 	5	7.3
<ul style="list-style-type: none"> • medizin-technische Qualität Qualität / Präzision des MR-Verfahrens 	4	5.8

Lesebeispiel: 21.7% (15 Nennungen) der insgesamt 69 Nennungen betreffen die wirtschaftliche Situation.

**qualitative Auswertung*

© ETH-TG 2000

Nebst ihren Erklärungsmodellen für die aktuelle Versorgungsdichte mit MR-Anlagen wurden die Aerzte und Aerztinnen nach ihrer Bewertung dieser Versorgungslage gefragt.

Es zeigt sich, dass knapp zwei Drittel der Antwortenden (64.3%) der Ansicht sind, die Versorgung mit MR-Anlagen sei in der Schweiz genügend, während ein knappes Viertel (23.2%) die Gerätedichte als unzureichend einstuft. Jede achte radiologische Fachperson (12.5%) nimmt eine ambivalente Haltung ein und antwortet mit "ja und nein".⁷⁵

Die Begründungen dieser Einschätzungen sind relativ homogen. Die meisten Aerzte und Aerztinnen, welche die Anzahl an MR-Geräten zur Zeit als genügend erachten, führen an, dass viele der Anlagen nicht ausgelastet seien. Ausserdem gebe es in dringenden Fällen "praktisch

⁷⁴ Als Missings werden hier diejenigen Antworten codiert, welche die entsprechende Frage als nicht zutreffend einstufen und auf die höhere Versorgungsdichte mit MR-Anlagen in den USA und Japan hinweisen.

⁷⁵ Eine solche Antwortoption war im Fragebogen nicht vorgesehen.

keine Wartezeiten", wie ein Radiologe schreibt. Diejenigen Mediziner, welche die Versorgung als ungenügend deklarieren, weisen in erster Linie auf die Ausweitung der Indikationen, für welche MR angezeigt ist, hin. Eine ambivalente Haltung wird in den meisten Fällen mit einer in der Gesamtzahl zwar ausreichenden, jedoch unausgeglichenen regionalen Verteilung der Geräte – zuviele in den Zentren und zuwenige in der Peripherie – begründet.⁷⁶

Analysiert man die Antworten nach Sprachregion, so fällt auf, dass die Deutschschweizer mit der Versorgungssituation besser zufrieden sind als ihre Kollegen in der West- und Südschweiz. Annähernd drei Viertel (72.7%) der antwortenden Deutschschweizer Radiologen und Radiologinnen erachten die vorhandene Anzahl an MR-Geräten als genügend, während in der Westschweiz nur gut die Hälfte (55%) der Antwortenden diese Einschätzung teilen.⁷⁷

Tabelle 16: Einschätzung der MR-Versorgungsdichte nach Region (Angaben in Prozent)

<i>aktuelle Versorgung in der Schweiz genügend?</i>	<i>Total Institutionen n=56, md=8</i>	<i>Deutschschweiz n=33</i>	<i>Romandie⁷⁸ n=20</i>	<i>TI n=3</i>
ja	64.3	72.7	55	33.3
nein	23.2	18.2	35	0
ja und nein	12.5	9.1	10	66.7

Lesebeispiel: 72.7% der Antwortenden in der Deutschschweiz und 55% in der Romandie erachten die Gerätedichte als genügend.

Cramer's V = .310, p = .029

© ETH-TG 2000

Interessant ist die Aufschlüsselung der Antworten nach der Trägerschaft der entsprechenden Institution. Es zeigt sich, dass die Radiologen und Radiologinnen aus Institutionen mit privater Trägerschaft in grösserem relativem Ausmass als die Vertreter und Vertreterinnen der öffentlichen Spitäler der Ansicht sind, die Versorgung mit Magnetresonanztomographen in der Schweiz sei genügend – gut zwei Drittel der Privaten (68.3% der antwortenden Privaten) haben sich entsprechend geäußert, während bei den öffentlichen Institutionen nur rund die Hälfte der Antwortenden (53.3%) diese Ansicht teilt. Dieses Resultat ist auf den ersten Blick erstaunlich, weil zunächst anzunehmen war, dass sich die mit eigenem unternehmerischem Risiko behafteten Privaten eher auf den Standpunkt stellen würden, die Versorgung sei noch unzureichend, um sich im Hinblick auf eine allfällige Installierung eines Zweit- oder Ersatzgeräts alle Optionen offenzuhalten, die beispielsweise durch die Einführung einer Bewilligungspflicht eingeschränkt

⁷⁶ Zwei Antwortende weisen auch auf eine ungleiche Verteilung zwischen öffentlichen und privaten Institutionen hin, welche sich zu Ungunsten der öffentlichen Spitäler auswirke. (Vgl. dazu Schluss dieses Kapitels und Kapitel 4.2. Zur Auslastung der Geräte vgl. Kapitel 5.4.)

⁷⁷ Aussagen zum Tessin sind aufgrund der kleinen Fallzahl nur mit äusserster Vorsicht zu machen.

⁷⁸ Zur Romandie werden die Institutionen der Kantone FR, GE, JU, NE, VD und VS gerechnet.

werden könnten.⁷⁹

Tabelle 17: Einschätzung der MR-Versorgungsdichte nach Trägerschaft (Angaben in Prozent)

<i>aktuelle Versorgung in der Schweiz genügend?</i>	<i>Total Institutionen n=56, md=8</i>	<i>öffentlich n=15</i>	<i>privat n=41</i>
ja	64.3	53.3	68.3
nein	23.2	33.3	19.5
ja und nein	12.5	13.3	12.2

Lesebeispiel: 53.3% der antwortenden öffentlichen und 68.3% der privaten Institutionen erachten die Versorgung mit MR-Geräten in der Schweiz als genügend.

Cramer's V = .152, p = .523

© ETH-TG 2000

Um dieses Ergebnis der besseren Zufriedenheit der Privaten zu interpretieren, muss zunächst untersucht werden, ob unter diesen besonders viele (mit der Versorgungslage zufriedener) Deutschschweizer anzutreffen sind. Aus Tab. 18 ist ersichtlich, dass dies nicht zutrifft. Im Vergleich ist der relative Anteil der Institutionen aus der Romandie (82.6%) und dem Tessin (66.7%) an den privaten Kliniken und Praxen um einiges grösser als derjenige aus der Deutschschweiz (57.9%).

Tabelle 18: Anteile der Regionen an Trägerschaft (Angaben in Prozent)

<i>Trägerschaft</i>	<i>Total n=64, md=0</i>	<i>Deutschschweiz n=38</i>	<i>Romandie n=23</i>	<i>TI n=3</i>
öffentlich	32.8	42.1	17.4	33.3
privat	67.2	57.9	82.6	66.7

Lesebeispiel: Von den antwortenden Institutionen der Deutschschweiz haben 42.1 eine öffentliche und 57.9% eine private Trägerschaft.

Cramer's V = .249, p = .137

© ETH-TG 2000

⁷⁹ Es ist zwar denkbar, dass einige der aus Institutionen mit privater Trägerschaft stammenden Radiologen und Radiologinnen nicht selbständig, sondern angestellt sind und daher kein unternehmerisches Risiko tragen. In der Regel handelt es sich bei den Institutionen mit privater Trägerschaft jedoch um Arztpraxen oder Röntgeninstitute mit einem oder wenigen auf eigene Rechnung arbeitenden Medizinern. Deshalb wird hier nicht zwischen "Institutionen mit privater Trägerschaft" und freiberuflich arbeitenden Aerztinnen und Aerzten unterschieden. (Zur Gleichsetzung von Institutionen und Personen bei Einschätzungsfragen vgl. Fussnote 52.)

Ein weiterer möglicher, naheliegender Erklärungsgrund für die divergierenden Ansichten könnte deshalb die Richtigkeit des Eindrucks zweier Antwortender sein, die davon ausgehen, dass die privaten Institutionen besser mit MR-Anlagen ausgerüstet seien als die öffentlichen Spitäler. Dieser Erklärungsansatz wird jedoch durch die Daten nicht gestützt.⁸⁰

Ausschlaggebend für die Einschätzung der Privaten war deshalb vermutlich die Befürchtung, dass im Fall einer mengenmässigen Ausweitung des gesamtschweizerischen Gerätebestands die eigene Patientenzahl eingeschränkt werden könnte, was angesichts der heute insgesamt nur mittel ausgelasteten Anlagen verständlich wäre.⁸¹

4.2 Standorte

Die regionale Verteilung der zur Zeit in Betrieb stehenden MR-Anlagen ergibt folgendes Bild: gut drei Fünftel (62.5% beziehungsweise 50 Geräte) der die Studie umfassenden aktuellen Anlagen befinden sich in der Deutschschweiz, ein Drittel (33.8% beziehungsweise 27 MRT) in der Romandie und die restlichen 3 Geräte im Kanton Tessin.⁸²

Tabelle 19: Standorte der MR-Anlagen nach Region

<i>Standorte</i>	<i>Total MR-Anlagen in Betrieb n=80, md=0</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>
Deutschschweiz	50	62.5
Romandie	27	33.8
Tessin	3	3.7

Lesebeispiel: Von den die Studie umfassenden, im Einsatz stehenden 80 MR-Anlagen stehen 50 (62.5%) in der Deutschschweiz.

© ETH-TG 2000

Differenziert man die Standorte der sich zur Zeit im Einsatz befindenden MR-Anlagen nach ihrer Trägerschaft, so zeigt sich folgendes: ein Drittel dieser MR-Anlagen (33.7% oder 27 Geräte) steht

⁸⁰ Vgl. dazu Fussnote 76 und folgendes Kapitel 4.2.

⁸¹ Vgl. dazu Kapitel 5.4.

⁸² In Relation zur Teilnahmequote der Institutionen (vgl. Rücklaufanalyse Kapitel 2.2; die Prozentangaben für die materiell Antwortenden lauten wie folgt: Deutschschweiz: 59.4% der materiell Antwortenden, Romandie: 35.9%, Tessin: 4.7%) ergibt sich, dass die Spitäler und Praxen der Deutschschweiz im relativen Vergleich etwas besser mit Magnetresonanztomographen ausgestattet sind als diejenigen in der West- und Südschweiz. Die Besserstellung der Deutschschweizer Institutionen ist jedoch gering und vermag die grössere Zufriedenheit der Deutschschweizer Aerzte und Aerztinnen in bezug auf die Versorgungsdichte (vgl. Kapitel 4.1.1) nicht hinreichend zu erklären.

in Spitälern oder Kliniken mit öffentlicher Trägerschaft, die übrigen 53 Anlagen (66.3%) sind in privaten Instituten und Praxen untergebracht.

Tabelle 20: Standorte der MR-Anlagen nach Trägerschaft

<i>Träger</i>	<i>Total MR-Anlagen in Betrieb n=80, md=0</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>
öffentlich	27	33.7
privat	53	66.3

Lesebeispiel: Von den die Studie umfassenden, im Einsatz stehenden 80 MR-Anlagen stehen 27 (33.7%) in öffentlichen Institutionen.

© ETH-TG 2000

Im Vergleich zu den relativen Anteilen der partizipierenden Institutionen zeigt sich damit, dass die privaten Institute und Praxen in bezug auf die erfassten, zur Zeit in Betrieb stehenden Anlagen nicht besser mit MR-Geräten ausgestattet sind als die öffentlichen Spitälern und Kliniken. Während letztere ein knappes Drittel der Grundgesamtheit und des Samples ausmachen,⁸³ verfügen sie auch über ein Drittel der MR-Anlagen.⁸⁴

In ihrer Einschätzung der Versorgungsdichte haben die Aerzte und Aerztinnen mehrfach auf Ungleichverteilungen zwischen Zentrumsanlagen und peripheren Standorten hingewiesen.

Aus Tab. 21 ist ersichtlich, dass eine Mehrheit der aktuell in Betrieb stehenden MR-Anlagen sich tatsächlich in grossen Gemeinden befinden. Über die Hälfte der Magnetresonanztomographen, nämlich 56.2%, stehen in Zentren mit 100'000 und mehr Einwohnenden.

⁸³ Vgl. Rücklaufanalyse Kapitel 2.2. Mit 32.8% der materiell Antwortenden sind die öffentlichen Institutionen in bezug auf die Grundgesamtheit zwar leicht übervertreten, jedoch fällt diese leichte Verzerrung für die Interpretation nicht ins Gewicht.

⁸⁴ Bezieht man auch die inzwischen stillgelegten Maschinen in die Rechnung ein, so ergibt sich hier eine minime Begünstigung der privaten Institutionen: 30.9% (30 Geräte) aller erfassten, je installierten MR-Anlagen standen in öffentlichen Spitälern oder Kliniken, während die übrigen 69.1% (67 Tomographen) bis heute von privaten Kliniken und Praxen betrieben wurden. (n=97, md=0 / Cramer's V = 1.000, p = .452).

Tabelle 21: Standorte der MR-Anlagen nach Gemeindegrösse

Anzahl Einwohnende	Total MR-Anlagen in Betrieb <i>n=80, md=0</i>	Valid Percent <i>total=100%</i>
2000 – 5000	3	3.8
5000 – 10000	1	1.3
10000 – 50000	22	27.5
50000 – 100000	9	11.2
100000 – 200000	21	26.2
> 200000	24	30

Lesebeispiel: 3.8% der MR-Anlagen (3 Geräte) befinden sich in Gemeinden mit einem Einwohneranteil zwischen 2000 – 5000 Personen.

© ETH-TG 2000

Um das Ausmass der Zentrumslastigkeit der Standorte zu beurteilen, kann die Bevölkerungszahl als Vergleichsbasis herangezogen werden. In der Schweiz leben rund 12.9% der Bevölkerung in Städten mit mehr als 100'000 Einwohnenden.⁸⁵ Als potentielle MR-Patienten oder Klientinnen von MR-Verfahren haben sie direkt an ihrem Wohnort Zugang zu mehr als der Hälfte aller Magnetresonanztomographen in der Schweiz. Daraus ist klar ersichtlich, dass die von den Radiologen und Radiologinnen beklagte Ungleichverteilung der Geräte zwischen Zentren und peripheren Regionen effektiv gegeben ist.

In der Anfangsphase der Einführung der Magnetresonanztomographie in der Schweiz wurde empfohlen, die neuen Geräte zunächst in den universitären Zentren zu installieren.⁸⁶ Heute steht jede achte der erfassten MR-Anlagen (12.7%) in einem der Universitätsspitäler. Ein gutes Drittel der Geräte (35.4%) befinden sich in privatärztlichen Praxen oder Instituten⁸⁷ und 7.6% werden in einer Spezialklinik betrieben.

Die meisten der übrigen Magnetresonanztomographen kommen in Spitälern unterschiedlicher Grösse zur Anwendung, wobei diejenigen Spitäler mit einer Bettenzahl zwischen 125 – 249 relativ die meisten Geräte besitzen (16.4% aller Anlagen).

⁸⁵ Diese Berechnung basiert auf folgenden Statistiken des BFS (zugestellt durch das BFS / Abteilung BEV, 24.07.2000): "Bilanz der ständigen Wohnbevölkerung nach Staatsangehörigkeit 1998: Schweizer. Tab. T2.2S", "Bilanz der ständigen Wohnbevölkerung nach Staatsangehörigkeit 1998: Ausländer. Tab. T2.2A", "Ständige Wohnbevölkerung am Jahresende, Tab. BAD98_1". Als Stichtag gilt die zur Zeit aktuellste verfügbare Angabe, nämlich der 31.12.1998.

⁸⁶ Vgl. SKI, 1984: 5/88.

⁸⁷ Diese Aussage ist nicht mit dem Anteil Geräte in Institutionen mit privater Trägerschaft zu verwechseln, denn in Tab. 22 sind die Spitäler nicht nach öffentlicher oder privater Trägerschaft unterschieden.

Tabelle 22: Standorte der MR-Anlagen nach Art der Institution

<i>Art der Institution⁸⁸</i>	<i>Total MR-Anlagen in Betrieb n=79, md=1</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>
Universitätsspital	10	12.7
Spital mit 500 und mehr Betten	4	5.1
Spital mit 250 – 499 Betten	8	10.1
Spital mit 125 – 249 Betten	13	16.4
Spital mit 75 – 124 Betten	4	5.1
Spital mit 1 – 74 Betten	1	1.3
Spezialklinik	6	7.6
privates Institut oder private Praxis	28	35.4
andere	5	6.3

Lesebeispiel: 12.7% der 80 von der Studie erfassten, in Betrieb stehenden MR-Anlagen befinden sich in Universitätsspitalern.

© ETH-TG 2000

⁸⁸ Die Einteilung der Spitäler erfolgte gemäss der vom BSV verwendeten Kategorien (BSV-Statistiken zum Angebot von MRI in öffentlichen Spitalern. Quelle: Dateien "exPOLY86.xls" bis "exPOLY96.xls", Kolonne "Betriebsart", zugestellt durch das BSV / Abteilung Mathematik und Statistik, 30.07.1999).

5. Technische, betriebliche und finanzielle Aspekte: einige Kennziffern

5.1 Geräteart und Herstellerfirmen

Die Qualität der Bilder, welche in einem MR-Verfahren hergestellt werden, ist nach technischen und diagnostischen Kriterien wesentlich von der Stärke des Magnetfelds abhängig, welches die MR-Anlage erzeugen kann; mit zunehmender Feldstärke nimmt in der Regel auch die Präzision der Scans zu. Anfang der 1980er Jahre ging man von einer Magnetfluss-Dichte von 0.08 bis 2.0 Tesla aus, wobei Geräte, die mit einer Feldstärke von 0.5 Tesla arbeiteten, in der Schweiz am meisten verbreitet waren.⁸⁹ Noch Anfang der 1990er Jahre beurteilte eine Expertengruppe, dass "sich mit den mittelstarken Apparaten (d.h. 0.3 T – 1.0 T) medizinisch befriedigende Resultate erzielen" liessen⁹⁰ und schrieb den Niederfeldgeräten mit weniger als 0.1 Tesla "einige Vorteile" zu und die Fähigkeit, "brauchbare diagnostische Informationen bei gewissen Fragestellungen (zu) liefern". Als Geräte "mit hohen Magnetstärken" wurden Anlagen bezeichnet, die ein Feld von mindestens 1.5 Tesla erzeugten. Insgesamt wurde jedoch allen Geräten attestiert, "je nach klinischer Fragestellung .. erfolgreich eingesetzt werden" zu können.⁹¹

Inzwischen sind mit der technischen Weiterentwicklung auch die Ansprüche an die Bildqualität gewachsen. Geräte mit einer Feldstärke von weniger als 1 Tesla sind eher die Ausnahme geworden. Mehr als die Hälfte (54.7%) der heute eingesetzten MR-Anlagen arbeitet mit einer Feldstärke von 1.5 Tesla – mit Maschinen also, die noch vor 10 Jahren insbesondere "für Forschungszwecke oder für Spezialuntersuchungen" vorgesehen waren.⁹² Ein gutes Fünftel (21.9%) der Geräte, die heute klinische Anwendung finden, weist eine Feldstärke von 1 Tesla auf. 5 weitere Anlagen (7.8%) erzeugen ein Feld von 0.5 Tesla, 8 Geräte (12.5%) funktionieren mit gerundet 0.2 Tesla.⁹³ Zwei nach heutigen Gesichtspunkten als Hochfeldapparate zu bezeichnende Geräte wurden von der Studie erfasst; einer weist 2 Tesla, der andere, für Forschungszwecke eingesetzte Tomograph, gar 7 Tesla auf.

Um diese Entwicklung nachzuzeichnen sind in der Tab. 23 auch die Feldstärken der ausser

⁸⁹ Vgl. SKI, 1984: 4.

⁹⁰ Diese Ansicht wird auch im Ergebnisbericht der MRI-Konsensus-Konferenz von 1989 vertreten, in welchem unter dem Kapitel "Vorteile und Einschränkungen des MRI" die Meinung vertreten wird, dass "für viele medizinische Indikationen .. Geräte ab ca. 0,5 bis 1,0 Tesla adäquate diagnostische Informationen" lieferten (vgl. SKI, 1989: 3).

⁹¹ SKI, 1990: 2.

⁹² SKI, 1990: 2. Die Gesamtgröße bezieht sich hier nicht auf die von der Studie erfassten 80 heute in Betrieb stehenden Geräte, sondern auf die 64 Tomographen, die als "nicht ausser Betrieb gesetzt oder ersetzt" deklariert worden sind. Zur Divergenz dieser Angaben vgl. Fussnote 68.

⁹³ Diese sind in der Rubrik "andere" enthalten.

Betrieb gesetzten Anlagen aufgeführt. Hier bildeten die Geräte mit weniger als 1 Tesla eine wesentlich grössere Gruppe: 4 Anlagen (17.4%) wiesen 0.5 Tesla auf und mehr als ein Viertel der ausser Betrieb gesetzten Anlagen (26.1%) hatten ein Magnetfeld zwischen 0.08 – 0.35 Tesla,⁹⁴ während die Geräte mit der heute verbreitetsten Stärke von 1.5 Tesla einen Drittel der stillgelegten Maschinen ausmachten (34.8%).

Tabelle 23: Feldstärken

<i>Feldstärke</i>	<i>Total MR-Anlagen in Betrieb n=64</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>	<i>Total MR-Anlagen ausser Betrieb n=23</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>
0.5 Tesla	5	7.8	4	17.4
1.0 Tesla	14	21.9	5	21.7
1.5 Tesla	35	54.7	8	34.8
2.0 Tesla	1	1.6	0	0
andere	9	14.1	6	26.1

Lesebeispiel: Von den von der Studie erfassten gegenwärtig im Einsatz stehenden 64 MR-Anlagen weisen 7.8% (5 Geräte) eine Feldstärke von 0.5 Tesla auf. Dieselbe Feldstärke hatten 17.4% der ausser Betrieb gesetzten Tomographen.

md=10

© ETH-TG 2000

Die Produktion der in der Schweiz je betriebenen, von der Studie erfassten Magnetresonanztomographen erfolgte durch zehn verschiedene Industrieunternehmen. Die meisten Geräte wurden von der Firma Siemens fabriziert – rund zwei Fünftel (41 Maschinen bzw. 43.2%) der Anlagen stammen aus diesem Haus. General Electric lieferte ein weiteres Fünftel der Geräte, nämlich 21 Maschinen, die anteilmässig 22.1% ausmachen. Philips Medical Systems stellte 13 der Tomographen her (13.7%) und Picker konnte 9 Anlagen (9.5%) installieren. Mit je 3 Geräten (3.2%) sind Toshiba und Elscint präsent, gefolgt von Bruker/Spectrospin, die unter den erfassten Geräten mit lediglich 2 MR-Anlagen vertreten sind, was angesichts der Schweizer Wurzeln dieser Firma erstaunt. Weniger Anteile weisen nur noch Diasonics, Esaote und Hitachi auf (je 1 MRT).

Auffällig ist, dass Firmen wie EMI, Fonar und Varian, die eine langjährige Erfahrung in der Produktion von MR-Anlagen besitzen, am Schweizer Markt keine Rolle spiel(t)en.

⁹⁴ Diese fallen unter die Kategorie "andere".

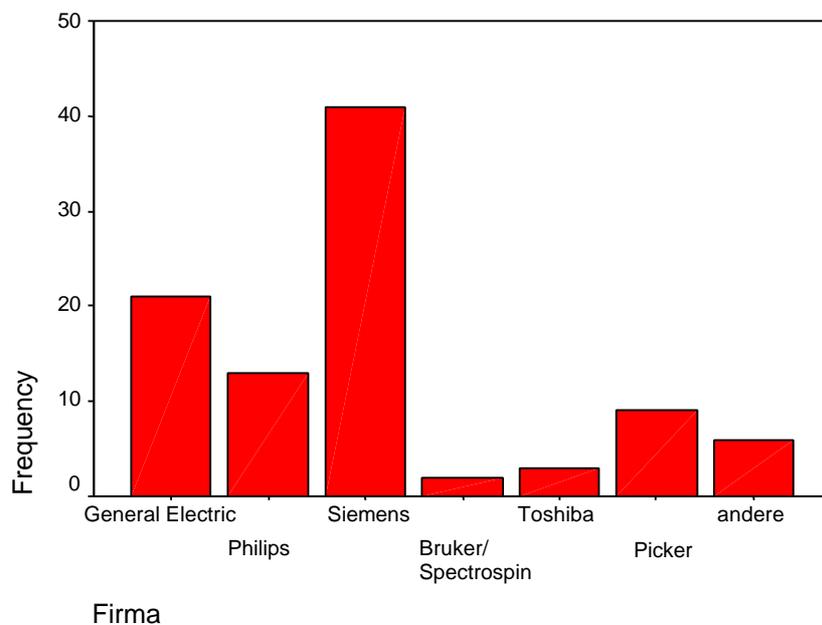
Tabelle 24: Herstellerfirmen

Herstellerfirmen	Total MR-Anlagen <i>n=95, md=2</i>	Valid Percent <i>total=100%</i>
Siemens	41	43.2
General Electric (GE)	21	22.1
Philips Medical Systems	13	13.7
Picker	9	9.5
Toshiba	3	3.2
Elscint	3	3.2
Bruker/Spectrospin	2	2.1
Diasonics	1	1.1
Esaote	1	1.1
Hitachi	1	1.1

Lesebeispiel: 43.2% (41 Geräte) der in der Schweiz je installierten Geräte wurden durch die Firma Siemens produziert.

© ETH-TG 2000

Abb. 2: Herstellerfirmen



n=95, md=2

© ETH-TG 2000

5.2 Finanzierung von Anlagen und Bauten

In der Einführungsphase der Magnetresonanztomographie in der Schweiz wurden nebst den medizinisch-diagnostischen Vorteilen dieser Methode gleichzeitig immer wieder die nachteiligen Kostenaspekte angesprochen. So berichtete beispielsweise die NZZ 1983 vom "kostspielige(n) .. Wunderkind"⁹⁵ und auch zu einem späteren Zeitpunkt der Diffusion dieser Technik in der Schweiz spielten finanzielle Faktoren oft die Hauptrolle, wenn es um die Frage der Anschaffung eines neuen MR-Geräts ging.⁹⁶ Die hohen Kosten ergeben sich dabei nicht nur aus dem Anschaffungspreis für die eigentlichen Maschinen, sondern auch aus den Investitionen für die baulichen Massnahmen, die wegen Raummangels oder für die Abschirmung des Magneten notwendig werden.

Anlässlich des ersten schweizerischen NMR-Symposiums 1982 wurde ein Investitionsbedarf zwischen rund 2 – 2.5 Mio. Franken für ein Niederfeldgerät und 3 – 4 Mio. Franken für ein Gerät mit 0.5 Tesla Feldstärke ermittelt. Zwei Jahre später erfolgte eine Schätzung in derselben Grössenordnung, wobei nun auch die Finanzierung einer Hochfeldanlage berechnet wurde – 9 Mio. Franken musste 1984 für eine solche budgetiert werden. Ende der 1980er Jahre hatten sich diese Beträge nur insofern verschoben, als man nun von einem Ausgabenbereich zwischen 2 und 5.1 Mio. Franken ausging. Fünf Jahre später erfuhren diese Zahlen nochmals eine wenn auch minimale Korrektur nach unten. Nun rechnete man mit Ausgaben zwischen 1.3 – 2 Mio. Franken für ein Niederfeldgerät und 3 – 4.7 Mio. Franken für eine Hochfeldanlage.

⁹⁵ NZZ, 14.09.1983: 65.

⁹⁶ Als Beispiel sei hier die Debatte im Zürcher Gemeinderat um den Neukauf eines MR-Geräts für das Stadtspital Triemli im Jahr 1996 erwähnt (vgl. NZZ, 07.03.1996: 57).

Tabelle 25: Entwicklung der Investitionskostenschätzungen (Angaben in SFr.)⁹⁷

<i>Jahr</i>	<i>Niederfeldgerät (0.1 – 0.35 Tesla)</i>	<i>Mittelfeldgerät (0.5 – 1 Tesla)</i>	<i>Hochfeldgerät (1.5 Tesla und mehr)</i>
1982 ⁹⁸	2 – 2.5 Mio.	3 – 4 Mio.	-
1984 ⁹⁹	2.08 Mio.	3.6 Mio.	9 Mio.
1989 ¹⁰⁰	2 Mio.	-	5.1 Mio.
1994 ¹⁰¹	1.3 – 2 Mio.	2 – 3.4 Mio.	3 – 4.7 Mio.

© ETH-TG 2000

Bemerkenswert ist, dass solche Berechnungen periodisch wiederholt wurden und in den meisten der vorliegenden Studien zur Situation der Magnetresonanztomographie in der Schweiz Erwähnung finden. Während diese Angaben zumeist auf – wenn auch durch Marktbeobachtungen abgestützte – Kostenschätzungen beruhen, wurde in der vorliegenden Studie nach den tatsächlich getätigten Investitionen gefragt. Die relativ hohe Antwortbereitschaft betreffend dieser Fragen ist vor allem in bezug auf die selbständigen Radiologen eher überraschend.¹⁰² Sie könnte damit erklärt werden, dass den finanziellen Aspekten in den öffentlichen Debatten eine grosse Bedeutung zukommt und die notwendigen Investitionssummen daher allgemein bekannt sind.

Insgesamt wurden für sämtliche je betriebenen Geräte, für welche Angaben vorliegen, Beträge bis zu 5 Mio. Franken ausgegeben, wobei hier nicht nach der Art der MR-Geräte oder dem Anschaffungszeitpunkt differenziert wird. Für rund einen Drittel der Geräte (32.9%) mussten zwischen 2 – 2.5 Mio. Franken aufgewendet werden. Ein Fünftel der Apparate (21.9%) kostete zwischen 1.5 – 2 Mio. Franken. Einen tieferen Kaufpreis zwischen einer halben und 1.5 Mio. Franken hatten rund ein Viertel der Anlagen (24.7%). Mehr als 2.5 Mio. Franken wurde dagegen für 19.1% der je installierten Magnetresonanztomographen bezahlt.

⁹⁷ In den Dokumenten, denen die Angaben entnommen sind, wird nicht immer eindeutig zwischen dem Kaufpreis für das Gerät und den baulichen Investitionen differenziert; in der Regel umfassen die Beträge jedoch beide Investitionsarten. Die aufgeführten, nominellen Beträge sind nicht indiziert.

⁹⁸ SKI, 1983: 69 (Die Angaben wurden während des NMR-Symposiums 1982 gemacht).

⁹⁹ Vgl. SKI, 1984: 6/113f.

¹⁰⁰ SKI, 1989, Beilage 2, S.1.

¹⁰¹ IBG, 1994: 15.

¹⁰² Erwartungsgemäss demonstrieren zwar die öffentlichen Institutionen im relativen Vergleich ein besseres Antwortverhalten betreffend dieser Fragen: Für 96.7% der von der Studie erfassten, je in einer Institution mit öffentlicher Trägerschaft betriebenen MR-Anlagen wurden Angaben zum Kaufpreis und für 83.3% Angaben zu den baulichen Investitionen gemacht. Die Privaten legen aber immerhin die Kaufpreise für 65.7% und die Ausgaben für bauliche Massnahmen für 62.7% ihrer Geräte offen.

Im Durchschnitt wurde für eine MR-Anlage 2.2 Mio. Franken ausgegeben.¹⁰³

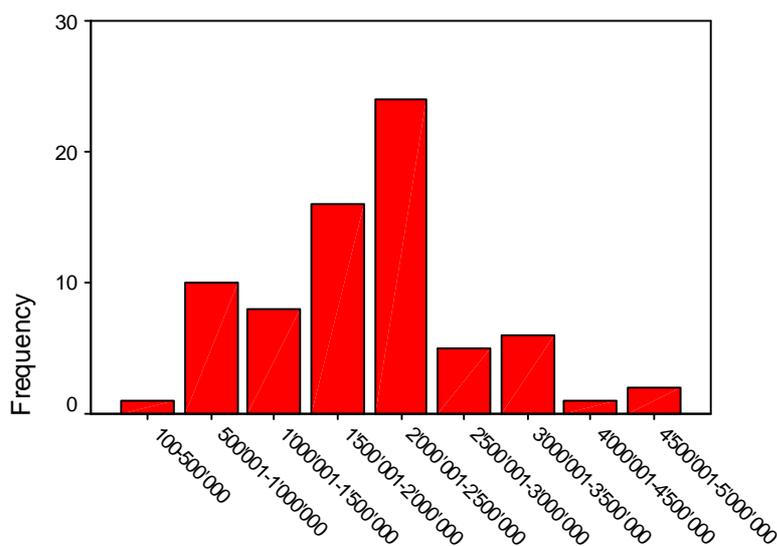
Tabelle 26: Investitionen in MR-Gerät (recodiert)

Investitionshöhe (SFr.)	Total MR-Anlagen n=73, md=24 ¹⁰⁴	Valid Percent total=100%
≤ 500'000	1	1.4
500'001 – 1'000'000	10	13.7
1'000'001 – 1'500'000	8	11.0
1'500'001 – 2'000'000	16	21.9
2'000'001 – 2'500'000	24	32.9
2'500'001 – 3'000'000	5	6.8
3'000'001 – 3'500'000	6	8.2
3'500'001 – 4'000'000	0	0
4'000'001 – 4'500'000	1	1.4
4'500'001 – 5'000'000	2	2.7

Lesebeispiel: 10 von allen in der Schweiz je installierten, von der Studie erfassten MR-Geräte (13.7% aller Anlagen) kosteten zwischen einer halben und einer Million Franken.

© ETH-TG 2000

Abb. 3: Investitionen in MR-Geräte (recodiert)



n=73, md=24

© ETH-TG 2000

Bauliche Massnahmen mussten in den meisten Fällen einer Neuanschaffung eines MR-Geräts getätigt werden, zumindest liegen für 69.1% sämtlicher Apparate Angaben betreffend Bauinvestitionen vor. Am häufigsten beliefen sich diese auf Beträge zwischen einer Viertel- und einer halben Mio. Franken – für 37.3% der Geräte musste diese Summe für die räumliche Umgestaltung aufgewendet werden. Ein gutes Viertel der Geräte (26.9%) bedingte allerdings nur

¹⁰³ Std. Deviation = 911587.8

¹⁰⁴ Unter Missings werden auch die Antworten der Kategorie "weiss nicht" subsumiert.

geringe infrastrukturelle Veränderungen, die höchstens 250'000 Franken kosteten. Es ist zu vermuten, dass es sich hier in der Mehrheit um Tomographen handelt, die in eine dafür bereits eingerichtete Umgebung platziert wurden, sei es als Zweitapparate oder als Ersatz für ein anderes Gerät. Ein Fünftel der angeschafften Scanner (20.9%) verschlang zusätzlich zum Kaufpreis eine Summe zwischen einer halben und einer Mio. Franken. Für die übrigen Apparate (15%) musste gar ein Betrag zwischen einer und zwei Mio. Franken in den Umbau investiert werden.

Tabelle 27: Investitionen in bauliche Massnahmen (recodiert)

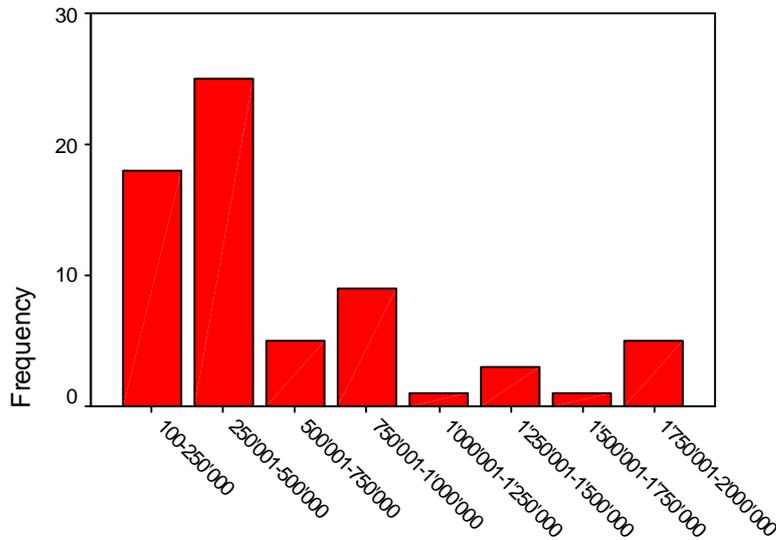
<i>Investitionshöhe (SFr.)</i>	<i>Total MR-Anlagen n=67, md=30¹⁰⁵</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>
≤ 250'000	18	26.9
250'001 - 500'000	25	37.3
500'001 – 750'000	5	7.5
750'001 – 1'000'000	9	13.4
1'000'001 – 1'250'000	1	1.5
1'250'001 – 1'500'000	3	4.5
1'500'001 - 1'750'000	1	1.5
1'750'001 – 2'000'000	5	7.5

Lesebeispiel: 25 (37.3%) sämtlicher installierter MR-Apparate bedingten bauliche Massnahmen in der Höhe zwischen 250'001 – 500'000 Franken.

© ETH-TG 2000

¹⁰⁵ Als Missings werden auch die Antworten der Kategorie "weiss nicht" codiert.

Abb. 4: Investitionen in bauliche Massnahmen (recodiert)



n=67, md=30

© ETH-TG 2000

Angesichts dieser hohen Ausgaben interessierte, ob jeweils vor der Anschaffung einer neuen MR-Anlage eine Kostenanalyse durchgeführt wurde. In der Mehrheit war dies der Fall: Bei 94.3% der in der Schweiz je installierten Apparate erfolgte vorgängig eine solche Kostenschätzung.

Tabelle 28: Kostenanalyse

Kostenanalyse	Total MR-Anlagen n=87, md=10	Valid Percent total=100%
ja	82	94.3
nein	5	5.7

Lesebeispiel: Bei 94.3% (82 MRT) der gekauften MR-Geräte ist zuvor eine Kostenanalyse erfolgt.

© ETH-TG 2000

Die Anschaffungen der MR-Anlagen wurden also mit wenigen Ausnahmen durchwegs auf finanzbuchhalterische Entscheidungsgrundlagen abgestützt, unabhängig von der Art der Finanzierung. Diese erfolgte für den Kauf der Maschine bei knapp einem Fünftel der je betriebenen Anlagen (18.9%) durch die öffentliche Hand, während rund 7 von 10 Apparaten (72.6%) von privater Seite erstanden wurden. 8 Geräte (8.4%) wurden gemischt finanziert.

Tabelle 29: Finanzierung des Kaufs (recodiert)

<i>Finanzierung</i>	<i>Total MR-Anlagen n=95, md=2¹⁰⁶</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>
öffentliche	18	18.9
private	69	72.6
öffentliche und private	8	8.4

Lesebeispiel: 18.9% (18 Geräte) der installierten Anlagen wurden ausschliesslich durch die öffentliche Hand finanziert.

© ETH-TG 2000

Da 30.9% dieser Anlagen (30 MRT) in öffentlichen Spitälern und Kliniken standen und 69.1% (67 Anlagen) in Instituten und Praxen mit privater Trägerschaft,¹⁰⁷ wird ersichtlich, dass einige Geräte in öffentlichen Institutionen in Betrieb genommen wurden, die jedoch von privater Seite finanziert worden sind.

Ausgeglichenener ist das Verhältnis bei der Finanzierung der baulichen Massnahmen. Private bezahlten den Umbau für 69.5% der Maschinen, während sie annähernd denselben Anteil an Geräten beherbergten. Bei knapp einem Viertel der Geräte (24.2%) wurden notwendige architektonische Eingriffe dem öffentlichen Budget belastet. In je 3 Fällen (je 3.2%) beteiligten sich beide Seiten oder waren keine räumlichen Anpassungen erforderlich.

Tabelle 30: Finanzierung der baulichen Massnahmen (recodiert)

<i>Finanzierung</i>	<i>Total MR-Anlagen n=95, md=2¹⁰⁸</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>
öffentliche	23	24.2
private	66	69.5
öffentliche und private	3	3.2
es wurden keine baulichen Massnahmen vorgenommen	3	3.2

Lesebeispiel: Bei 24.2% (23 Geräte) der installierten MR-Scanner wurden die baulichen Massnahmen ausschliesslich mit öffentlichen Geldern finanziert.

© ETH-TG 2000

¹⁰⁶ "Weiss nicht"-Antworten sind als Missings definiert.

¹⁰⁷ Vgl. Fussnote 84.

¹⁰⁸ "Weiss nicht"-Antworten sind als Missings definiert.

Aufgrund der hohen Investitionssummen stellt sich die Frage, in welcher Zeit sich die teuren MR-Anlagen amortisieren. Aus den Antworten geht hervor, dass annähernd die Hälfte (46.7%) der erfassten MR-Apparate bis heute nicht amortisiert sind. Bei gut einem Drittel der Scanner (35.9%) sind deren Betreiber nicht über die Wirtschaftlichkeit auf dem Laufenden oder üben Zurückhaltung betreffend der Herausgabe dieser Information. Nur eine Minderheit der Magnetresonanztomographen (insgesamt 17.5%) hält nach Angaben der Antwortenden bis heute einer Rentabilitätsrechnung Stand. Darunter hat sich eine Mehrheit (5.4%) der Anlagen in 5 Jahren und ein Gerät gar in 4 Jahren amortisiert. Die restlichen Maschinen benötigten eine Amortisationszeit zwischen 6 – 10 Jahren.

Tabelle 31: Amortisation der Anlagen

<i>Amortisation in Jahren</i>	<i>Total MR-Anlagen n=92, md=5</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>
4	1	1.1
5	5	5.4
6	3	3.3
7	3	3.3
8	3	3.3
10	1	1.1
bis heute / bis Ausserbetriebsetzung nicht amortisiert	43	46.7
weiss nicht	33	35.9

Lesebeispiel: Von sämtlichen installierten MR-Geräten hat sich eine Anlage (1.1%) innert 4 Jahren amortisiert.

© ETH-TG 2000

5.3 Betriebs- und Untersuchungskosten

Nebst den Aufwendungen für die Anschaffung der Tomographen und die architektonischen Eingriffe machen die eigentlichen Kosten für den Betrieb der Anlagen in der Regel einen weiteren erheblichen Betrag aus. Auch diese bilden Bestandteil einer Mehrheit der Studien, die sich mit der Situation der Magnetresonanztomographie in der Schweiz befassen. Die Berechnungsgrundlagen waren zwar nicht jedesmal identisch (vgl. Tab. 32), jedoch zeigt die Nachzeichnung der genannten Beträge keine wesentliche Erhöhung der geschätzten jährlichen Betriebskosten zwischen Mitte 1980er Jahre und Mitte 1990er Jahre.

Tabelle 32: Entwicklung der Betriebskostenschätzungen (Angaben in SFr.)¹⁰⁹

<i>Jahr</i>		<i>Niederfeldgerät (0.1 – 0.35 Tesla)</i>	<i>Mittelfeldgerät (0.5 – 1 Tesla)</i>	<i>Hochfeldgerät (1.5 Tesla und mehr)</i>
1982 ¹¹⁰	exkl. A+K*	-	397'000 – 447'000	-
	inkl. A+K	-	-	-
1984 ¹¹¹	exkl. A+K	623'000	787'000 – 1'008'000	-
	inkl. A+K	930'000	1'304'000 – 1'525'000	-
1985/86 ¹¹²	exkl. A+K	623'000	787'000 – 1'008'000	-
	inkl. A+K	930'000	1'304'000 – 1'525'000	-
1989 ¹¹³	exkl. A+K	-	650'000 – 1'270'000	-
	inkl. A+K	-	1'030'000 – 2'110'000	-
1994 ¹¹⁴	exkl. A+K	-	718'000 – 784'000	-
	inkl. A+K	-	959'000 – 1'149'000	-

* A: Amortisationskosten, K: Kapitalverzinsungskosten

© ETH-TG 2000

¹⁰⁹ Die Angaben beziehen sich auf nominelle, nicht teuerungsindexierte Beträge. Die Berechnungsgrundlagen der Betriebskosten sind nicht überall angegeben und brauchen daher nicht identisch zu sein. In der Regel sind darin aber folgende Konten enthalten: Personalkosten, Unterhaltskosten, Kosten für Medien (Strom-, Kühlmittel etc.), übrige Fixkosten, patientenabhängige Kosten, Kapitaleinsatz (Amortisation und Kapitalverzinsung). (Aufschlüsselung gemäss IBG, 1994: 16).

¹¹⁰ SKI, 1983: 86-87. In den Angaben wird nicht nach der Art der Geräte unterschieden; die Beträge werden in der Tabelle deshalb einem Gerät mit mittlerer Feldstärke zugeschrieben. Die Berechnung der Betragshöhe setzt sich aus den Angaben für folgende Beträge zusammen: Unterhalt / Reparaturen, Kosten für Gebrauchsmaterial, Elektrizitätsverbrauch / Kühlfüssigkeit. Der Dollar-Betrag für den Unterhaltsvertrag ist hier gemäss Devisenkurs vom 1.10.1982 in SFr. umgerechnet (Angaben gemäss NZZ, 01.10.1982: 26).

¹¹¹ Vgl. SKI, 1984: 7/115f. Die Beträge sind der gerundeten Version in der Zusammenfassung entnommen. Die Spannbreite bei den Mittelfeldgeräten ergibt sich aus der Intensität des Schichtbetriebs (1 bzw. 1.5-Schichtbetrieb).

¹¹² SKI, 1985/86: 3/44. Die Beträge sind der gerundeten Version in der Zusammenfassung entnommen. Sie verstehen sich exkl. beziehungsweise inkl. "Kapitaleinsatz". In der Tab. 32 wird davon ausgegangen, dass darunter Kapitalverzinsungs- und Amortisationskosten zu verstehen sind.

Die Höhe der Betriebskosten wurde für zwei verschiedene Untersuchungszeiten je Patient berechnet (60 bzw. 75 Minuten Untersuchungsdauer), jedoch zeigte sich das Resultat als von diesen Faktorwerten unabhängig.

Die Spannbreite bei den Mittelfeldgeräten ergibt sich aus der Intensität des Schichtbetriebs (1 bzw. 1.5-Schichtbetrieb).

¹¹³ SKI, 1989, Beilage 2, S.3. In den Angaben wird nicht nach Art der Geräte unterschieden; die Beträge werden in der Tabelle deshalb einem Gerät mit mittlerer Feldstärke zugeschrieben. Auch hier wird in Tab. 32 davon ausgegangen, dass die Angaben zum "Kapitaleinsatz" sowohl Kapitalverzinsungs- und Amortisationskosten umfassen.

Die Angaben zu den Beträgen ohne Kapitaleinsatz wurden wie folgt berechnet: der kleinste durchschnittliche Betriebskostenbetrag inkl. Kapitaleinsatz (Fr. 1'030'000.-) abzüglich des kleinsten Kapitaleinsatzbetrags (Fr. 380'000.-) ergibt die Untergrenze der jährlichen Betriebskosten exkl. Kapitaleinsatz (Fr. 650'000.-); für die Festlegung der Obergrenze wurde der grösste jährliche Kapitaleinsatzbetrag (Fr. 840'000.-) vom grössten durchschnittlichen Betriebskostenbetrag inkl. Kapitaleinsatz (Fr. 2'110'000.-) abgezogen, was eine Summe von Fr. 1'270'000.- ergibt.

¹¹⁴ IBG, 1994: 16. Die Zahlen beziehen sich auf eine 0.5 Tesla-Anlage bei einer angenommenen täglichen Untersuchungszahl von 10.

Inzwischen scheinen jedoch die Betriebskosten um einiges gesunken zu sein.¹¹⁵ Annähernd die Hälfte (45.2%) der Institutionen, die in der vorliegenden Befragung die Frage nach den Betriebskosten beantworteten, gaben an, für jährliche Betriebskosten von maximal 250'000 Franken je MR-Anlage aufkommen zu müssen. Ein gutes Fünftel (22.6%) der Spitäler und Praxen rechnet mit einem Betrag zwischen einer Viertel- und einer halben Million Franken. Die in früheren Studien häufig genannten Beträge zwischen 750'000 und 1.5 Mio. Franken werden nur von einem knappen Fünftel (19.3%) der materiell antwortenden Institutionen errechnet. Jede zehnte Institution (9.7%) budgetiert jährlich einen hohen Betrag zwischen 1.75 und 2 Mio. Franken je MR-Gerät. Eine Institution verzeichnet einen mittleren Betrag zwischen einer halben Million und 750'000 Franken.¹¹⁶

Tabelle 33: durchschnittliche Betriebskosten je MRT / Jahr (recodiert)

Betriebskosten (SFr.)	Total Institutionen n=31, md=33 ¹¹⁷	Valid Percent total=100%
≤ 250'000	14	45.2
250'001 - 500'000	7	22.6
500'001 – 750'000	1	3.2
750'001 – 1'000'000	5	16.1
1'000'001 – 1'250'000	1	3.2
1'250'001 – 1'500'000	0	0
1'500'001 - 1'750'000	0	0
1'750'001 – 2'000'000	3	9.7

Lesebeispiel: 14 Institutionen (45.2% der antwortenden Institutionen) budgetieren im Jahr durchschnittlich bis zu 250'000 Franken Betriebskosten pro MR-Anlage.

© ETH-TG 2000

Im Gegensatz zu den gesunkenen Betriebskosten scheinen sich die Kosten für eine Untersuchung mit MRI in den letzten Jahren stabil gehalten zu haben. Die durchschnittlichen Untersuchungskosten sind dabei nicht nur von der Art des Gerätetyps, sondern insbesondere von der Auslastung der Anlage und der Dauer der Untersuchung abhängig.

Seit Mitte der 1980er Jahre sind die geschätzten Untersuchungskosten nominell relativ konstant geblieben – die markant höheren Beiträge in einer Studie von 1989 scheinen auf eine andere

¹¹⁵ Dass in früheren Studien keine Betriebskostenschätzungen für die heute verbreitetsten 1.5 Tesla-Geräte erstellt wurden, unterstützt diese Aussage zusätzlich. Denn eine Extrapolation der in Tab. 32 aufgeführten Beträge weist auf einen Zusammenhang zwischen Gerätetyp und Betriebskosten hin, wobei diejenigen Anlagen mit einer höheren Feldstärke auch die grösseren Betriebskosten verursachen.

¹¹⁶ Diese Summen sind allerdings mit einer gewissen Vorsicht zu behandeln, haben doch nur knapp die Hälfte der partizipierenden Institutionen entsprechende Angaben gemacht. Auch wurde der Begriff "Betriebskosten" in der entsprechenden Frage nicht nach einzelnen Kostenarten aufgesplittet, so dass nicht mit Sicherheit davon ausgegangen werden kann, dass die genannten Beträge immer dieselben Konten beinhalten.

¹¹⁷ Die Antworten der Kategorie "weiss nicht" werden zu den Missings gezählt.

Berechnungsart hinzudeuten. Alle übrigen Schätzungen bewegen sich in einem Bereich zwischen gut 400 und 840 Franken, wobei hier die Kapaldienste, also Abschreibungen und Verzinsungen, abgedeckt sind.

Tabelle 34: Entwicklung der Untersuchungskosten (Angaben in SFr.)¹¹⁸

<i>Jahr</i>		<i>Niederfeldgerät (0.1 – 0.35 Tesla)</i>	<i>Mittelfeldgerät (0.5 – 1 Tesla)</i>	<i>Hochfeldgerät (1.5 Tesla und mehr)</i>
1984 ¹¹⁹	exkl. A+K*	330	350 – 410	-
	inkl. A+K	490	530 – 690	-
1985/86 ¹²⁰	exkl. A+K	330 – 400	350 – 510	-
	inkl. A+K	490 – 600	530 – 840	-
1989 ¹²¹		-	1'100 – 2'100	-
1994 ¹²²	exkl. A+K	-	312 – 341	-
	inkl. A+K	-	417 – 500	-

* A: Amortisationskosten, K: Kapitalverzinsungskosten

© ETH-TG 2000

Gefragt nach ihren durchschnittlichen Kosten für eine MRI-Untersuchung antworteten die Spitäler und Praxen mit Beträgen zwischen 400 und 890 Franken, bei einer durchschnittlichen Nennung von 658 Franken.¹²³ Annähernd die Hälfte (48.6%) der antwortenden Institutionen rechnet mit einer Zahl zwischen 700 – 799 Franken. Ein Fünftel (20%) kalkuliert mit 400 – 499 Franken. Das höchste Segment zwischen 800 – 899 Franken wird von 17.1% der Antwortenden vertreten. Knapp jede zehnte Standort-Institution nennt einen Betrag zwischen 500 – 599 Franken und eine Institution budgetiert Untersuchungskosten zwischen 600 – 699 Franken.

¹¹⁸ Die aufgeführten, nominellen Beträge sind nicht indiziert.

¹¹⁹ Vgl. SKI, 1984: 7/120. Die Differenz bei den Mittelfeldgeräten ergibt sich aus der Art des Betriebs (1 bzw. 1.5-Schichtbetriebs).

¹²⁰ SKI, 1985/86: 4/45. Es wird davon ausgegangen, dass unter "Kapaldienst" Kapitalverzinsungs- und Amortisationskosten zu verstehen sind.

Die Spannweite der Geräte ergibt sich durch Berechnungen für zwei verschiedene Untersuchungszeiten je Patient (60 bzw. 75 Minuten Untersuchungsdauer). Bei den Mittelfeldgeräten wird zusätzlich zwischen der Intensität des Schichtbetriebs (1 bzw. 1.5-Schichtbetrieb) differenziert.

¹²¹ SKI, 1989, Beilage 2, S.1. Die Angaben werden nicht nach Gerätetyp unterschieden; in der Tabelle werden sie den Mittelfeldgeräten zugeordnet. Es ist ausserdem unklar, ob die Kapaldienste in diesen Beträgen enthalten sind.

¹²² IBG, 1994: 17. Die Zahlen beziehen sich auf eine 0.5 Tesla-Anlage bei einer angenommenen täglichen Untersuchungszahl von 10.

¹²³ Std. Deviation = 141.03

Tabelle 35: Kosten / Untersuchung (recodiert) (Angaben in SFr.)

<i>Kosten je Untersuchung</i>	<i>Total Institutionen n=35, md=29¹²⁴</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>
400 – 499	7	20
500 – 599	4	11.4
600 – 699	1	2.9
700 – 799	17	48.6
800 – 899	6	17.1

Lesebeispiel: 20% der Institutionen, die diese Frage beantworteten, rechnen mit Kosten zwischen 400 – 499 Franken je Untersuchung mit MRI.

© ETH-TG 2000

In diesen Beträgen wird nicht nach Typ oder Dauer der Untersuchung unterschieden. Heute sind aufgrund technischer Entwicklungen im Vergleich mit den 1980er Jahren zwar deutlich kürzere Scanssequenzen möglich, jedoch haben sich die Untersuchungszeiten nicht im gleichen Ausmass verändert. Mitte der 1980er Jahre wurden Berechnungen auf der Basis einer Untersuchungsdauer zwischen 60 und 75 Minuten erstellt.¹²⁵ Einige Jahre später kalkulierte man mit einem mittleren Zeitaufwand von 66 Minuten.¹²⁶ Mitte der 1990er Jahre hat sich diese Dauer immerhin auf 40 – 60 Minuten gesenkt.¹²⁷ Diese Angaben werden durch die vorliegende Erhebung gestützt: heute beträgt die durchschnittliche Dauer einer MRI-Untersuchung 51.9 Minuten.¹²⁸

Wenn sich also die nominellen Untersuchungskosten seit Mitte der 1980er Jahre nicht wesentlich verändert zu haben scheinen, so scheint vermeintlich angesichts der verkürzten Untersuchungszeiten eine leichte relative Verteuerung eingetreten zu sein.¹²⁹ Jedoch fällt auf, dass in früheren Studien keine Angaben für 1.5 Tesla-Maschinen vorhanden sind, also für den heute am stärksten verbreiteten Gerätetyp. Es ist anzunehmen, dass dieser Tomograph im Vergleich zu Nieder- und Mittelfeldgeräten in der Vergangenheit etwas höhere Untersuchungskosten verursachte. Damit kann davon ausgegangen werden, dass sich diese beiden Effekte – verkürzte Untersuchungsdauer, aber kostenintensiverer Gerätetyp – gegenseitig in etwa neutralisieren.

Nebst der Untersuchungsdauer und der Geräteart spielt wie erwähnt auch die Auslastung der Anlage für die Berechnung der Untersuchungskosten eine wichtige Rolle.

¹²⁴ In den Missings sind auch 23 "weiss nicht"-Antworten enthalten.

¹²⁵ SKI, 1985/86: 43f.

¹²⁶ SKI, 1989, Beilage 2, S.2 und 1989a: 82.

¹²⁷ IBG, 1994: 10.

¹²⁸ Die Berechnung stützt sich dabei auf die durchschnittlichen wöchentlichen Maschinenbelegungszeiten und die durchschnittliche Anzahl untersuchter Patienten / Tag. Es wurde von einer 5-tägigen Belegungszeit / Woche ausgegangen. Antworten der Kategorie "weiss nicht" sind als Missings definiert.

¹²⁹ Allerdings stützen sich diese Zahlen auf eine relativ schmale Zahlenbasis ab – nur gut die Hälfte (54.7%) der partizipierenden Institutionen konnten zu dieser Frage eine Angabe machen.

5.4 Auslastung, Nutzung und Wartung der Geräte

Die Auslastung der MR-Anlagen stellt nicht nur einen die Untersuchungskosten beeinflussenden Faktor dar, sondern wird von den Radiologen und Radiologinnen auch für ihre Einschätzung der Versorgungsdichte herangezogen, wie weiter oben ausgeführt wurde.¹³⁰ Unterbelegte Anlagen bilden ein willkommenes Argument für diejenigen, welche der vorhandenen Anzahl an Magnetresonanztomographen eher skeptisch gegenüberstehen. Bemerkenswert ist, dass die entgegengesetzte Argumentation – lange Wartezeiten aufgrund einer vollen Auslastung des Geräts – nur von einem einzigen Radiologen vorgebracht wurde.

Die von der Studie erfassten MR-Geräte sind durchschnittlich 44.1 Stunden in der Woche belegt, was 8.8 Stunden an 5 Arbeitstagen entspricht.¹³¹ Diese Maschinenbelegungszeit könnte als mittlere Auslastung bezeichnet werden,¹³² jedoch zeigen sich sehr grosse Unterschiede zwischen den einzelnen Geräten. Während eine Institution ihren Scanner 70 Stunden in der Woche im Einsatz hat¹³³ und ein Kantonsspital das Gerät während 65 Stunden wöchentlich benutzt, haben ein anderes Kantonsspital und eine Privatklinik ihre Geräte nur gerade 8 Stunden wöchentlich in Betrieb.

Die grösste Gruppe der Institutionen (30%) weist eine hohe Auslastung ihrer Anlagen auf – diese sind zwischen 51 – 60 Stunden in der Woche in Betrieb. 28.3% der Spitäler und Kliniken erreichen mit ihren Apparaten eine mittlere Belegungsdauer von wöchentlich 41 – 50 Stunden. Ein Fünftel (20%) benutzt dagegen ihre Maschinen nur während 31 – 40 Stunden in der Woche und ein weiteres knappes Fünftel (18.4%) der Institutionen setzt ihre Tomographen sogar nur maximal 30 Stunden ein. Nur gerade 2 Institutionen (3.3%) erzielen mit ihren Geräten eine sehr hohe Auslastung mit einer wöchentlichen Maschinenbelegungszeit zwischen 61 – 70 Stunden.

Tabelle 36: Auslastung / Woche (recodiert)

<i>Maschinenbelegungszeit / Woche</i>	<i>Total Institutionen n=60, md=4¹³⁴</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>
---------------------------------------	---	-------------------------------------

¹³⁰ Vgl. Kapitel 4.1.1.

¹³¹ Bei dieser Berechnung wurden die Antworten "weiss nicht" als Missings angenommen. Die Standardabweichung für die durchschnittliche wöchentliche Belegungszeit beträgt 14.559.

¹³² Eine Studie von 1989 rechnet mit einer durchschnittlichen täglichen Betriebszeit von 10 – 12 Stunden (SKI, 1989, Beilage 2, S.3).

¹³³ Hier handelt es sich allerdings um eine Anlage zu Forschungszwecken.

¹³⁴ "Weiss nicht"-Antworten sind als Missings definiert.

0 – 10 Std.	3	5
11 – 20 Std.	4	6.7
21 – 30 Std.	4	6.7
31 – 40 Std.	12	20
41 – 50 Std.	17	28.3
51 – 60 Std.	18	30
61 – 70 Std.	2	3.3

Lesebeispiel: In 5% der auf diese Frage antwortenden Institutionen werden die MR-Geräte höchstens 10 Stunden in der Woche benutzt.

© ETH-TG 2000

Die Anzahl der Patienten und Patientinnen, die im Tag mit MRI untersucht werden, variiert ebenfalls stark. Die Spannweite reicht von 0 beziehungsweise 3 bis zu 21 untersuchten Personen im Tag.¹³⁵ In den meisten Spitälern und Praxen (45.9% der Institutionen) sind es pro Gerät täglich zwischen 6 – 10 Menschen, die gescannt werden. Mehr als ein Drittel (36.1%) der Institutionen behandelt auf jeder ihrer Anlagen täglich zwischen 11 – 15 Personen mit MRI. Jede zehnte Klinik oder Privatpraxis (9.8%) verzeichnet dagegen höchstens 5 MR-Patienten oder -Patientinnen täglich. Die restlichen 8.2% der Institutionen untersuchen täglich 16 oder mehr Personen je Anlage.

Tabelle 37: Patientenzahl / Tag (recodiert)

<i>Patienten/innen im Tag</i>	<i>Total Institutionen n=61, md=3¹³⁶</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>
0 – 5	6	9.8
6 – 10	28	45.9
11 – 15	22	36.1
16 – 20	4	6.6
21 – 25	1	1.6

Lesebeispiel: 9.8% der Institutionen (insgesamt 6 Institutionen) behandeln lediglich bis zu 5 Patienten oder Patientinnen im Tag mit MRI.

© ETH-TG 2000

Im Durchschnitt werden auf jeder Maschine täglich 10.2 Patienten oder Patientinnen mit MRI gescannt.¹³⁷ Dies scheint im Vergleich zu früheren Zeitpunkten eine nach Rentabilitätskriterien eher günstige Zahl; anfang der 1980er Jahre waren es lediglich geschätzte 3 – 4 und Ende der 1980er Jahre zwischen 4 – 8 untersuchte Personen im Tag.¹³⁸ Die geschätzten Kapazitäten lagen allerdings schon im Jahr 1984 bei täglich 8.6 Patienten und zehn Jahre später ging man von

¹³⁵ Ein Gerät wird als reine Forschungsanlage eingesetzt, weshalb keine Patientenzahl angegeben wurde.

¹³⁶ Als Missings gelten theoretisch auch die "weiss nicht"-Antworten, jedoch sind keine solchen erfolgt.

¹³⁷ Die "weiss nicht"-Antworten werden bei diesem Wert als Missings behandelt, allerdings sind keine solchen Antworten eingetroffen. Die Standardabweichung der durchschnittlichen Patientenzahl im Tag beträgt 4.170.

¹³⁸ SKI, 1983: 89 und SKI, 1989, Beilage 2, S.3.

potentiell 8 – 12 Personen im Tag aus.¹³⁹

Die Untersuchungen werden dabei nicht immer vom Fachpersonal der Standort-Institutionen durchgeführt. Knapp jede zehnte (9.4%) der je betriebenen MR-Anlagen wurde regelmässig von externen medizinischen Teams benutzt. Es handelt sich dabei um 2 Apparate, die in öffentlichen Spitälern oder Kliniken im Einsatz standen. Die anderen 7 Geräte werden von privater Seite betrieben.¹⁴⁰

Tabelle 38: Nutzung durch Externe

<i>Wird (wurde) diese MR-Anlage regelmässig von externem medizinischem Personal benutzt?</i>	<i>Total MR-Anlagen n=96, md=1</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>
ja	9	9.4
nein	87	90.6

Lesebeispiel: 9.4% der je installierten MR-Anlagen (9 Geräte) wurden regelmässig von externen medizinischen Fachpersonen benutzt.

© ETH-TG 2000

Die technisch komplexen Anlagen müssen relativ häufig gewartet werden. Anfang der 1980er Jahre erwartete man allerdings von den MR-Anlagen aufgrund ihrer konstruktiven Besonderheiten im Vergleich zu den Computertomographen eine geringere Pannenanfälligkeit.¹⁴¹

Heute werden die MR-Geräte durchschnittlich im 7-Wochen-Rhythmus gewartet, nämlich 7.5 Mal im Jahr.¹⁴² Allerdings scheinen die einzelnen Anlagen ungleich anfällig zu sein. Während ein Viertel der Spitäler und Kliniken (25.4%) ihre Scanner durch Physiker und Physikerinnen oder technisches Personal alle 2 Monate überprüfen lässt, genügt bei einem weiteren knappen Viertel (22%) ein 3-Monats-Check. Ein Fünftel der Institutionen (20.3%) nimmt die Servicedienste dagegen monatlich in Anspruch. Mit weniger als 2 Wartungen im Jahr kommt keiner der erfassten Magnetresonanztomographen aus. Der Spitzenwert liegt bei 45 Wartungen jährlich.

¹³⁹ Vgl. SKI, 1984: 118 und IBG, 1994: 10. Das Verhältnis rechnet sich für das Jahr 1984 aus den angegebenen geschätzten jährlichen Untersuchungen (1'900) geteilt durch das Total der Arbeitstage (220). Die gleiche Rechnung wurde für 1994 vorgenommen; hier bilden die Ziffern 1'850 – 2'760 jährliche Untersuchungen und 230 Arbeitstagen die Berechnungsgrundlage.

¹⁴⁰ Die Nutzung von MR-Geräten durch externe Teams fand auch grenzüberschreitend statt. Beispielsweise konnte ein Schweizer Team regelmässig einen MR-Scanner in der angrenzenden deutschen Region benutzen. Die Angaben beziehen sich hier aber auf Geräte mit Standort Schweiz.

¹⁴¹ SKI, 1983: 86.

¹⁴² Std. Deviation = 5.95

Tabelle 39: durchschnittliche Wartungen / Jahr

<i>durchschnittliche Anzahl Wartungen je MR-Anlage / Jahr</i>	<i>Total Institutionen n=59, md=5¹⁴³</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>
2	3	5.1
3	3	5.1
4	13	22
5	4	6.8
6	15	25.4
8	3	5.1
10	5	8.5
12	12	20.3
45	1	1.7

Lesebeispiel: 3 Institutionen (5.1%) nehmen auf ihren Anlagen durchschnittlich 2 Wartungen im Jahr vor.

© ETH-TG 2000

Die einzelnen Wartungen dauern im Durchschnitt einen knappen Arbeitstag, nämlich 7.8 Stunden,¹⁴⁴ wobei mit Zeiten zwischen mindestens einer Stunde und höchstens 36 Stunden gerechnet wird.

5.5 Personalbedarf und -schulung

In der Anfangsphase der Einführung von MRI in der Schweiz listete ein Radiologieprofessor eines Universitätsspitals die Fachpersonen auf, aus denen sich eine medizinische Arbeitsgruppe "für eine NMR-Einheit" zusammensetzen sollte. Die Liste des notwendigen und wünschbaren Personals sah einen "erfahrene(n) Radiologe(n)" als Equipenchef vor, der von einem Assistenzarzt, zwei medizinisch-technischen Röntgenassistenten und einem Physiker unterstützt wird. Als zu einem späteren Zeitpunkt wünschbar wurde zusätzlich ein "Spezialist(..) der Nuklearmedizin" genannt. Für den Fall einer Forschungsabsicht auf technischem Gebiet, sei dem Equipenchef ausserdem ein "Elektroingenieur und eventuell ein .. Spezialist .. für die Datenverarbeitung" zur Seite zu stellen.¹⁴⁵

An dieser Liste hat sich in den späteren Zusammenstellungen ausser dem Hinzufügen einer administrativen Stelle nichts wesentliches geändert. 1984 ging man von folgendem Personalstock aus: ein Arzt mit MRI-Ausbildung, 2 MTRA, 0.25 – 0.5 Techniker und 0 –1 Physiker (jeweils abhängig vom Gerätetyp) sowie eine Sekretariatsstelle. Für die Hochfeldanlagen war erstaunlicherweise auch eine halbe Stelle für einen Pharmakologen oder Biochemiker

¹⁴³ Die "weiss nicht"-Antworten sind hier eingeschlossen.

¹⁴⁴ Std. Deviation = 4.65

¹⁴⁵ SKI, 1983: 88f.

vorgesehen, was unterstreicht, dass dieser Gerätetyp zum damaligen Zeitpunkt mit Forschungsabsichten angeschafft wurde.¹⁴⁶

Mitte der 1990er Jahre lässt sich in der Bedarfsplanung allerdings eine leichte relative Verschiebung zugunsten der MTRA feststellen: Als Personalbedarfs-Richtwerte rechnete man nun für eine voll ausgelastete Anlage mit 0.5 – 0.7 Stellen für das ärztliche Personal, 2 – 2.25 Stellen für MTRAs und 0.3 – 0.5 Sekretariatsstellen.¹⁴⁷ Diese Verschiebung könnte mit der zunehmenden Professionalisierung der Ausbildung der MTRAs und der damit vermutlich erwarteten selbständigeren Arbeitsweise sowie mit effizienteren administrativen Abläufen zusammenhängen, die aufgrund einer zunehmenden Routinisierung wohl möglich geworden sind. Auffällig ist, dass in dieser Zusammenstellung keine Person aus den Gebieten Physik oder Informatik genannt wurde.¹⁴⁸ Zwar wird die Tatsache, dass die Technischen Dienste unerwähnt bleiben, damit begründet, dass die Spitäler mittlerer Grösse in der Regel nicht über die notwendigen Kapazitäten verfügten und die Betreuung dadurch durch die Servicefirmen erfolge, und es ist zu vermuten, dass unter Technische Dienste sämtliches nicht-medizinisches oder –administratives Personal verstanden wurde, was also auch die Physiker und Informatikerinnen einschliessen würde. Trotzdem könnte diese in einer Normberechnung als Regel angenommene Inanspruchnahme externer Servicedienste zunächst als Indiz für eine zunehmende Routinisierung von MRI in der klinischen Praxis gedeutet werden.

Eine Analyse der Antworten in der vorliegenden Befragung relativiert allerdings diese Zahlen aus dem Jahr 1994, die als formulierte Richtwerte nicht den tatsächlichen Personalverhältnissen entsprochen zu haben brauchen.¹⁴⁹ Dagegen werden die Prozentberechnungen aus den 1980er Jahren im wesentlichen bestätigt. Der durchschnittliche Personalbedarf für eine MR-Anlage beträgt heute 1.13 Ober- und 1.05 Assistenzärzte oder –ärztinnen, 1.98 MTRA, 0.83 Physiker, 1.67 Technikerinnen, 0.55 Computerfachleute und 1.2 Sekretariatsmitarbeitende (vgl. Tab. 40). Auffällig ist, dass die gesamte technische Unterstützung stellenmässig relativ hoch dotiert ist. Dies bedeutet jedoch nicht, dass sie bei allen Maschinen fest eingeplant wurde, denn nur ein geringer Teil der antwortenden Institutionen hat die technischen Dienste dem durchschnittlichen

¹⁴⁶ SKI, 1984: 98. Auffällig ist auch die geschlechtsspezifische Rollenverteilung: während sämtliche Stellen, für die eine akademische Ausbildung erforderlich ist, in männlicher Form gehalten sind, wird unter der Sekretariatsstelle eine "Sekretärin" aufgeführt. Schon der oben erwähnte Ordinarius erwähnte keine weibliche Berufsbezeichnungen.

¹⁴⁷ IBG, 1994: 11.

¹⁴⁸ Dass die Technischen Dienste nicht erwähnt werden, wird damit begründet, dass die Spitäler mittlerer Grösse in der Regel nicht über die notwendigen Kapazitäten verfügten und die Betreuung dadurch durch die Servicefirmen erfolge. Vermutlich wird hier unter Technische Dienste sämtliches nicht-medizinisches oder –administratives Personal verstanden, also auch die Physiker und Informatikerinnen. Vgl. IBG – Institut für Beratungen im Gesundheitswesen, 1994: 11.

¹⁴⁹ Die Studie räumt denn auch ein, dass im "konkreten Fall .. mehr oder weniger starke Abweichungen möglich" seien (vgl. IBG, 1994: 11).

Personalbedarf zugerechnet.¹⁵⁰ Dagegen gehören Oberärzte/innen, MTRAs und die administrativen Mitarbeitenden bei den meisten Spitälern und Praxen zum Personal-Grundstock.¹⁵¹ Während die MTRAs und das oberärztliche Personal am häufigsten genannt wurden (33.1% bzw. 31.3% aller Nennungen), betraf immerhin ein Fünftel (20.1%) aller genannten Funktionen den administrativen Bereich. Alle anderen Funktionen wurden deutlich weniger oft genannt. Eher erstaunlich ist, dass die auszubildenden Mediziner nur 6.5% der Nennungen ausmachen. Dies ist wohl damit zu erklären, dass sie in erster Linie in Spitälern, jedoch nicht in Instituten oder Privatpraxen, die den grösseren Teil der Institutionen ausmachen, angestellt sind.

¹⁵⁰ Im Detail sind es folgende Anteile: 6.2% der Spitälern und Praxen zählt Physiker/innen zu ihrem durchschnittlichen Personalbedarf. Techniker/innen wurden noch von 4.7% und Computerfachleute von 3.1% der Institutionen genannt.

¹⁵¹ Bei 82.8% der Institutionen gehören ein/e Oberarzt/ärztin zum durchschnittlichen Personalbedarf einer ihrer MR-Anlagen. MTRAs wurden von 87.5% der Antwortenden genannt. Gut die Hälfte der Institutionen (53.1%) zählt auch eine/n Sekretariatsmitarbeitende/n zum durchschnittlichen Personalstock einer MR-Anlage.

Tabelle 40: durchschnittlicher Personalbedarf je MR-Anlage

<i>Personal</i>	<i>Anzahl Nennungen r=169, md=0¹⁵²</i>	<i>Valid Percent total: r=100%</i>	<i>Valid Percent n=100% total=264% n=64, md=0</i>	<i>mean</i>	<i>Std. Deviation</i>
Oberärzte/innen	53	31.3	82.8	1.125	0.433
Assistenzärzte/innen	11	6.5	17.2	1.045	0.522
MTRA	56	33.1	87.5	1.977	0.835
Physiker/innen	4	2.4	6.2	0.825	0.881
Techniker/innen	3	1.8	4.7	1.667	1.155
Informatiker/innen oder Computerfachleute	2	1.2	3.1	0.550	0.636
administrative Mitarbeiter/innen oder Receptionisten/innen andere ¹⁵³	34	20.1	53.1	1.203	0.956
	6	3.6	9.4	-	-

Lesebeispiel: Insgesamt haben 82.8% aller Antwortenden, nämlich 53 Institutionen, die Funktion "Oberärzte/innen" angekreuzt. Dies entspricht 31.3% der insgesamt 169 Nennungen. Im Durchschnitt werden von den Institutionen, die diese Funktion genannt haben, 1.125 Oberärzte/innen für den Betrieb einer MRI-Anlage benötigt, was 112.5 Stellenprozenten entspricht.¹⁵⁴

© ETH-TG 2000

Ähnlich wurde die Frage beantwortet, ob bei der Anschaffung eines neuen MR-Geräts zusätzliches Personal eingestellt werden musste. Auch hier wurden am häufigsten (33.3% aller Nennungen) MTRAs genannt. Bei mehr als der Hälfte, nämlich bei 55.7% der je installierten Magnetresonanztomographen musste ein/e zusätzliche/r MTRA eingestellt werden. Im Durchschnitt wurde dafür eine halbe Stelle berechnet. An zweiter Stelle folgt das oberärztliche Personal mit 21% aller Nennungen. Bei einem guten Drittel (35.1%) der neugekauften MR-Scanner wurde diese Funktion im Durchschnitt mit 0.35 Stellen zusätzlich besetzt. Ebenfalls unverändert auf dem dritten Rang des zusätzlich eingestellten Personals liegen die administrativen Mitarbeitenden mit 12.9% der Nennungen. Sie wurden bei einem Fünftel (21.6%) der neu installierten Maschinen im durchschnittlichen Umfang von 22 Stellenprozenten zusätzlich angestellt. Bei jedem dritten gekauften Tomographen (36%) wurde kein zusätzliches Personal eingestellt.

Tabelle 41: Zusatzpersonal je MR-Anlage

¹⁵² Die Antworten der Kategorie "weiss nicht" werden als Missings der Anzahl Nennungen (r) behandelt. Dies gilt auch für sämtliche weiteren Tabellen dieser Art.

¹⁵³ Darunter fällt etwa das Raumpflegepersonal.

¹⁵⁴ Der Durchschnittswert *mean* bezieht sich eigentlich auf die durchschnittliche Anzahl benötigter Personen einer bestimmten Kategorie für eine MR-Anlage. Die hier vorgenommene Gleichsetzung dieser Chiffre mit Stellenprozenten beruht auf den Annahmen, dass diese Personen zu 100% angestellt sind und in ihrer Arbeitszeit ausschliesslich mit MRI beschäftigt sind.

<i>zusätzlich eingestelltes Personal</i>	<i>Anzahl Nennungen</i> <i>r=162, md=1¹⁵⁵</i>	<i>Valid Percent total</i> <i>r=100%</i>	<i>Valid Percent n=100%</i> <i>total=167%</i> <i>n=97, md=0</i>	<i>mean</i>	<i>Std. Deviation</i>
Oberärzte/innen	34	21	35.1	0.35	0.48
Assistenzärzte/innen	5	3.1	5.2	0.052	0.22
MTRA	54	33.3	55.7	0.56	0.50
Physiker/innen	4	2.5	4.1	0.041	0.20
Techniker/innen	3	1.9	3.1	0.031	0.17
Informatiker/innen oder Computerfachleute	0	0	0	0.00	0.00
administrative Mitarbeiter/innen oder Receptionisten/innen	21	12.9	21.6	0.22	0.42
andere	6	3.7	6.2	0.062	0.24
nein , es wurde kein zusätzliches Personal eingestellt	35	21.6	36	0.36	0.48

Lesebeispiel: Bei 97 je installierten MR-Geräten wurde 34 mal, also bei 35.1% der Maschinen, ein/e Oberarzt/ärztin zusätzlich eingestellt, wobei diese Stelle im Durchschnitt einem 35%-Arbeitspensum entsprach.¹⁵⁶ 21% aller Stellen-Nennungen betreffen damit die Funktion "Oberarzt/ärztin".

© ETH-TG 2000

Wie wurde das Personal in die Handhabung der MR-Anlagen eingeführt? In der Anfangsphase der Verwendung von MRI in der Schweiz wurde als ideale Einführung ein "Praktikum in einer Abteilung, die bereits eine gewisse Erfahrung mit NMR hat" als brauchbarste Methode angesehen.¹⁵⁷

Aufgrund der Befragung erfolgte die Einführung in den meisten Fällen dadurch, dass die Lieferfirma einen Kurs anbot. Bei rund drei Viertel der je installierten Maschinen (74%) wurde ein solcher in Anspruch genommen. Zusätzlich wurden die Kenntnisse auch direkt durch die Anwendung selbst geschult – diesem "on the job"-Training wird von den Antwortenden im Fall jeder zweiten je von ihnen betriebenen Anlage (insgesamt 51% der Apparate) Bedeutung beigemessen. Eine nicht unwesentliche Rolle spielen ihrer Ansicht nach auch die spezifischen Berufsausbildungen und andere Einführungskurse, worunter in erster Linie externe Schulungen oder Kurse im Ausland verstanden werden.

¹⁵⁵ Die Antworten der Kategorie "weiss nicht" werden als Missings der Anzahl Nennungen (r) behandelt.

¹⁵⁶ Vgl. Fussnote 154.

¹⁵⁷ SKI, 1983: 87.

Tabelle 42: Einführung des Personals

<i>Art der Einführung in die Handhabung der MR-Anlage</i>	<i>Anzahl Nennungen</i> <i>r=180, md=1¹⁵⁸</i>	<i>Valid Percent total</i> <i>r=100%</i>	<i>Valid Percent n=100%</i> <i>total=188%*</i> <i>n=96, md=1</i>	<i>mean</i>	<i>Std. Deviation</i>
durch Kurs der Lieferfirma	71	39.5	74	0.74	0.44
durch die Praxis selbst ("on the job")	49	27.2	51	0.51	0.50
durch die FMH- bzw. MTRA-Ausbildung	35	19.4	36.5	0.36	0.48
anders	25	13.9	26	0.26	0.44

Lesebeispiel: 71 Antwortende (39.5% aller Nennungen) gaben an, das Personal sei durch einen Kurs der Lieferfirma in die Handhabung der Maschine eingeführt worden. Dies war der Fall bei annähernd drei Viertel der MR-Geräte (dh. bei 74% der Maschinen, für welche die Frage insgesamt beantwortet wurde).

*gerundet.

© ETH-TG 2000

¹⁵⁸ Die Antworten der Kategorie "weiss nicht" werden als Missings der Anzahl Nennungen (r) behandelt.

6. MRI in der klinischen Praxis

6.1 Indikationen, Anwendungsgebiete und ihre Entwicklung

6.1.1 Entwicklungen und Empfehlungen aus der Sicht der Experten

Ein knappes Jahr nach der Durchführung des ersten schweizerischen NMR-Symposiums erteilte die Sanitätsdirektorenkonferenz im August 1983 den Auftrag zur Durchführung einer Kapazitätsstudie über den Bedarf, Betrieb und die Entwicklung von NMR. So legte eine aus Wissenschaftlern, Praktikern und Institutionsvertretern bestehende Arbeitsgruppe¹⁵⁹ unter der Leitung des Schweizerischen Krankenhausinstituts (SKI) 1984 einen detaillierten Bericht vor, in dem auch der klinischen Anwendung von MRI grosse Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Ziel war unter anderem, MRI mit herkömmlichen bildgebenden Verfahren zu vergleichen, um "endlich eine Wertigkeit der neuen Methode und die Erstellung einer tentativen Indikationenliste (zu) ermöglichen."¹⁶⁰

Dass eine Bewertung der Wirksamkeit der neuen Methode sowie eine vorläufige Umschreibung ihrer möglichen Anwendungsgebiete offenbar seit längerer Zeit erwünscht worden war, wie das Beiwort "endlich" suggeriert, deutet auf eine virulente Thematisierung des Magnetic Resonance Imaging zumindest innerhalb von Expertenkreisen Anfang der 1980er Jahre hin, die unmittelbar auch in Zusammenhang mit dem 1982 durchgeführten NMR-Symposium gestanden haben dürfte. Offenbar war das Bedürfnis nach Informationen bereits zu diesem frühen Zeitpunkt gross, so dass der erwähnte Bericht nur 2 Jahre nach der Einführung der ersten Pilotanlage in der Schweiz erschien.

Die detaillierte Untersuchung referierte wissenschaftliche Literatur und leitete daraus Empfehlungen für den Einsatz des MR-Verfahrens ab, wobei auch Forschungsdesiderata benannt wurden. Die Expertengruppe ortete verschiedene Anwendungsgebiete bei denen "MRI bereits überlegen" sei. Dies betraf insbesondere die Körperregionen Hirnstamm, Augenhöhle und Kleinhirn, Rückenmark, Herz, Unterbauchorgane sowie Knochenmark und Muskulatur. Bei der Untersuchung der höheren Gehirnabschnitte, den Bandscheiben, Halsweichteilen, der Lunge und des Mediastinum, der grossen Gefässe, der Nieren, Gelenke sowie der Leber und der Milz erachteten die Autoren den Einsatz von MRI und von CT als gleichwertig. Schliesslich wurden auch diejenigen Gebiete erwähnt, bei denen CT "zur Zeit überlegen" sei. Diese Liste schloss den knöchernen Schädel, die Wirbelsäule, die Brustwand, die Bauchspeicheldrüse sowie kompakte

¹⁵⁹ Zur Zusammensetzung dieser Arbeitsgruppe vgl. Fussnote 48.

¹⁶⁰ SKI, 1984: 20.

Knochen ein.¹⁶¹

Wie aus den Formulierungen, dass für gewisse Untersuchungen "MRI bereits überlegen" und für andere "CT zur Zeit überlegen" sei, unschwer zu erkennen ist, ging die Expertengruppe davon aus, dass es nur eine Frage der Zeit sei, bis das Magnetic Resonance Imaging die Computertomographie in breiterem Ausmass qualitativ überholen und zur Methode der Wahl werden würde.

Aus dieser vergleichenden Analyse leiteten die Experten ihre Empfehlungen für die Anwendung des MR-Verfahrens ab. Zusammenfassend wurde zum Zeitpunkt des Erscheinens der Studie ein "möglicher Einsatz des MRI im klinischen Betrieb" bei folgenden Körperregionen als möglich erachtet: Zentralnervensystem, Herz und Gefässe, Lungen und Mediastinum, Leber, Becken sowie Extremitäten. Für Untersuchungen am Hals, bei der Gallenblase, der Brustdrüse, dem Pankreas und den Nieren befürworteten die Experten den Einsatz von MRI "zur Zeit noch nicht", erachteten jedoch eine forschungsmässige Anwendung für berechtigt.¹⁶²

Wie rasch die Entwicklung von MRI in der klinischen Anwendung erfolgte, demonstriert, dass dieser umfassende und detaillierte Bericht bereits ein gutes Jahr nach seiner Publikation überarbeitet wurde. Gestützt auf aktuellere wissenschaftliche Studien wurde die Überlegenheit von MRI gegenüber CT nun neu auch bei Untersuchungen der höheren Gehirnabschnitte, den Bandscheiben und der Gelenke gesehen. Auch habe die Magnetresonanztomographie für die Diagnose der Wirbelsäule mit der Computertomographie gleichgezogen.¹⁶³

Wiederum nur ein Jahr später startete das inzwischen in "Schweizerisches Institut für Gesundheits- und Krankenhauswesen" umbenannte SKI im Februar 1987 eine einjährige grossangelegte Feldstudie, welche zum Aufbau eines MRI-Untersuchungsregisters führen sollte.¹⁶⁴ Dieses sollte Auskunft darüber geben, welche Verdachtsdiagnosen zur Untersuchung mit MRI führen, welche Diagnosen mit MRI gestellt werden und welche definitiven Befunde durch den einweisenden Arzt schliesslich daraus hervorgehen.

¹⁶¹ SKI, 1984: 4.

¹⁶² SKI, 1984: 62/63.

¹⁶³ Eine zusammenfassende Übersicht findet sich in SKI, 1985/86: 2.

¹⁶⁴ SKI, 1989a. Insgesamt wurden 5501 Personen erfasst, was 72% der in diesem Zeitraum mit MRI untersuchten Patienten und Patientinnen entspricht (vgl. ebda., S.I).

Aufgrund einer detaillierten Analyse der erhobenen Daten kristallisierten sich zwei Bereiche als aktuelle Anwendungsmuster von MRI heraus: Die Magnetresonanztomographie wurde insbesondere bei (vermuteten) Erkrankungen des Nervensystems und des muskulo-skeletalen Systems eingesetzt, wobei bei letzterem Affektionen der Wirbelsäule eine wichtige Rolle spielten.¹⁶⁵ Die Diagnosen fokussierten denn auch in der Mehrheit auf diese beiden Bereiche.¹⁶⁶

Die "Karriere" von MRI bei Indikationen der Wirbelsäule ist dabei bemerkenswert. Hatte der Expertenbericht von 1984 zunächst noch eine Überlegenheit der Computertomographie für diesbezügliche Untersuchungen festgestellt, so galt seit dem ein gutes Jahr später überarbeiteten Bericht die Regel einer Gleichwertigkeit von MRI und CT zur Darstellung von Wirbelsäulen. Die erwähnte Feldstudie, die nur kurze Zeit später 1987 bis Anfang 1988 durchgeführt wurde, zeigt nun, dass Wirbelsäulen-Tomographien zu diesem Zeitpunkt in der Schweiz bereits die zweithäufigsten Untersuchungen mit MRI waren und in der Anzahl nur noch von Screenings des Neurokraniums übertroffen wurden.¹⁶⁷

Die Studie war von der Bedeutung des Magnetic Resonance Imaging für die Diagnostik überzeugt, konnten doch bei mehr als der Hälfte der Patienten dank dieser Methode neue diagnostische Informationen hinzugewonnen oder eine Pathologie ausgeschlossen werden.¹⁶⁸ Allerdings wurde die Qualität des Befunds von einer präzisen Fragestellung abhängig gemacht, ohne die "auch MRI das diagnostische Problem nicht befriedigend zu lösen" vermöge.¹⁶⁹ Wohl auch um in diesem Sinne unklare Fragestellungen möglichst zu vermeiden, wurde die Erstellung einer aktuellen Indikationenliste gefordert, die "allen einweisenden Aerzten bekanntgegeben werden sollte". Dies schein "umso mehr angezeigt, als relativ viele Patienten lediglich nur mit

¹⁶⁵ Vgl. SKI, 1989a: I/VI-VIII/Xf.

¹⁶⁶ Folgende Diagnosen wurden am häufigsten gestellt: allgemeine Symptome des Nerven- und Muskel-/Skelettsystems, gefolgt von gutartigen Tumoren des Zentralnervensystems und Multiple Sklerose bei der Initialdiagnose; intervertebrale Diskusläsionen, gefolgt von Multiple Sklerose und gutartigen Tumoren des Zentralnervensystems bei der auf die MRI-Untersuchung folgenden Diagnose und schliesslich Multiple Sklerose, gefolgt von intervertebralen Diskusläsionen und gutartigen Tumoren des Zentralnervensystems bei der Schlussdiagnose. Bemerkenswert ist, dass bei einem knappen Drittel der untersuchten Patienten und Patientinnen aufgrund der MR-Tomographie ein Normalbefund konstatiert wurde. (Vgl. SKI, 1989a: VI-VIII).

¹⁶⁷ Während Scans des Neurokraniums 52.5% der Untersuchungen ausmachten, betrafen 26% aller Untersuchungen die Regionen Wirbelsäule / Rückenmark. Dass gegen Ende des Untersuchungszeitraums der Feldstudie ein leichter Anstieg der Wirbelsäulen-Untersuchungen ausgemacht werden konnte, verweist ebenfalls auf die steigende Bedeutung dieses Bereichs im Verlauf der 1980er Jahre. (Vgl. SKI, 1989a: V bzw. XXI).

¹⁶⁸ SKI, 1989a: XIX.

¹⁶⁹ SKI, 1989a: XVIII.

Symptombeschreibungen dem MRI zugewiesen wurden und der Anteil der MRI-Normalbefunde beträchtlich war".¹⁷⁰

Eine solche Indikationenliste ging als Ergebnis aus der MRI-Konsensus-Konferenz hervor, die im April 1989 stattfand. Die im Konferenzbericht publizierte Liste gab für verschiedene Körperregionen einzelne Verdachtsdiagnosen und die Präferenzen für die jeweils einzusetzende Methode an, wobei zwischen Primär-, Sekundär- und Tertiäruntersuchung differenziert wurde. MRI wurde dabei in erster Linie für gewisse Untersuchungen des Gehirns und des Rückenmarks als Methode der Wahl empfohlen.¹⁷¹ Dass sich MRI "in der relativ kurzen Periode des klinischen Einsatzes .. als ausserordentlich günstige Methode für die Diagnostik von Erkrankungen im Gehirn und Rückenmark erwiesen (hat)", war denn auch eine der Schlussfolgerungen der Konsensus-Konferenz.¹⁷²

Die wichtigsten Bereiche, in denen MRI konventionelle Verfahren zu substituieren vermochte, wurden aufgrund der Ergebnisse der Konsensus-Konferenz in einem Kurzbericht einiger Mitglieder der SKI-Arbeitsgruppe 1990 wie folgt resümiert: "MRI ersetzt schon heute weitgehend den bedeutenden Anteil der CT-Untersuchungen des zentralen Nervensystems, besonders bei spezifischen Fragestellungen. MRI kann ebenfalls die Röntgenuntersuchungen unter Anwendung jodhaltiger Kontrastmittel im Bereich des Wirbelkanals und der grossen Gefässe (Aorta) ersetzen. Der Ersatz der herkömmlichen Untersuchungsmethoden durch das MRI betrifft auch teilweise die Elemente des Bewegungsapparates (z.B. Gelenke, Knochenmark)."¹⁷³

Im wesentlichen bleiben diese hauptsächlichen Anwendungsgebiete auch Mitte der 1990er Jahre dieselben. Für die Bereiche Neurologie und Weichteildiagnostik bezeichnet eine Studie des Kantons Bern 1994 MRI als bildgebende Methode der Wahl.¹⁷⁴ Insbesondere machen die Verfasser oder Autorinnen eine starke Zunahme von MRI-Untersuchungen bei orthopädischen Fragestellungen, bei Tumorverlaufskontrollen und bei der Mamma-Diagnostik aus und rechnen mit einer erheblichen Erweiterung des Indikationsspektrums im Fall der Verfügbarkeit "ultraschneller Untersuchungssequenzen", wobei dies vor allem den Abdominal-, Herz- und Gefässbereich betreffe.¹⁷⁵

Diese Prognose traf bis Ende der 1990er Jahre teilweise ein. Inzwischen hatte sich eine neue

¹⁷⁰ SKI, 1989a: VI / XX.

¹⁷¹ Vgl. SKI, 1989, Beilage 1.

¹⁷² SKI, 1989: 18.

¹⁷³ SKI, 1990: 6.

¹⁷⁴ IBG, 1994: 2/14.

¹⁷⁵ IBG, 1994: 12 - 14.

MRI-Expertengruppe der SGMR daran gemacht, eine aktualisierte Indikationenliste zu erstellen.¹⁷⁶ Im Gegensatz zur Arbeitsgruppe des SKI, welche in den 1980er Jahren für die Spezifizierung der Anwendungsgebiete verantwortlich zeichnete, gehörten dieser Expertengruppe ausschliesslich Mediziner an, wobei sämtliche fünf radiologischen Universitätsinstitute der Schweiz vertreten waren. Keine dieser Personen hatte zuvor in der SKI-Arbeitsgruppe mitgearbeitet. Die Gruppe funktionierte allerdings "in enger Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Sozialversicherungen", dessen Vertreter in die Entstehung der früheren Berichte involviert gewesen war.¹⁷⁷ Neue Indikationen prüfte die Expertengruppe anhand der Kriterien Wirksamkeit und Zweckmässigkeit, welche sie unter Berücksichtigung der internationalen wissenschaftlichen Literatur evaluierte. 1999 wurde das Ergebnis in Form einer neuen MRI-Indikationenliste in der Zeitschrift "Praxis - Schweizerische Rundschau für Medizin" publiziert. Mit der Liste wurde auch die Absicht verfolgt, "eine praktische Hilfe zur MRI-Indikationsstellung für zuweisende Ärzte" anzubieten.¹⁷⁸ Als Anwendungsschwerpunkte sind auch in dieser Liste die Regionen Hirn/Schädel sowie Bewegungsapparat und Wirbelsäule auszumachen. Ausserdem sind die Vorteile des Einsatzes von MRI bei der Darstellung gewisser Bereiche des Thorax (Aorta und intrakavitäre Tumore) und des Beckens (insbesondere zur Untersuchung der Gallenwege/Pankreasganges und der abdominalen Gefässe, sowie bei Missbildungen und für das Tumorstaging) beschrieben. Die Bedeutung der in der Zwischenzeit sich durchsetzenden MR-Angiographie für Untersuchungen des Gefässsystems wird ebenfalls unterstrichen, habe sich doch "im neuroradiologischen Bereich .. die MRA etabliert und (sei) als Ersatzverfahren für eine konventionelle Angiographie in vielen Bereichen anerkannt." Als ebenfalls "zwischenzeitlich etabliert" bezeichnet die SGMR-Expertengruppe das MRI von Mamma und Leber und führt diese Entwicklungen auf rasche technologische Fortschritte zurück.¹⁷⁹

¹⁷⁶ Diese stellte eine Überarbeitung der 1993 in Kraft gesetzten Liste der MRI-Pflichtleistungen dar, welche von den Krankenkassen zu übernehmen waren (vgl. folgendes Kapitel 6.1.2).

¹⁷⁷ MRI-Indikationenliste, 1999: 1652.

¹⁷⁸ MRI-Indikationenliste, 1999: 1652.

¹⁷⁹ MRI-Indikationenliste, 1999: 1654/1652.

6.1.2 Die rechtliche Normierung der Anwendungsgebiete: Pflichtleistungen und ihre Anpassungen

Nur wenige Monate nach der MRI-Konsensus-Konferenz wurde die Magnetische Kernresonanz auf Ende August 1989 zur Pflichtleistung für die Krankenkassen erklärt, indem das Eidgenössische Departement des Inneren die Methode in die Verordnung über Leistungen in der obligatorischen Krankenpflegeversicherung aufnahm.¹⁸⁰ Die Krankenkassen wurden dadurch gezwungen, Untersuchungen mit MRI abzugelten. Allerdings bezog sich dieses Obligatorium nur auf eine eingeschränkte Anzahl spezifischer Untersuchungen, die genau definiert waren. Diese erste offizielle Indikationenliste, die aufgrund von Empfehlungen der Eidgenössischen Leistungskommission (ELK) zustande kam, umfasste im wesentlichen Untersuchungen des Gehirns und Schädels, Abklärungen im ORL-Bereich sowie Diagnosen betreffend Wirbelsäule und Knochenmark.¹⁸¹

Auf Anfang 1993 wurde diese Liste erheblich erweitert und schloss nun auch weite Bereiche des muskulo-skeletalen Systems, des Herzen, des Halses, des Beckens und der Thorax ein.¹⁸² Die ELK, die sich einige Jahre später mit den neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet auseinandersetzte, entschloss sich, diese Liste nicht nochmals zu verlängern und empfahl zu Händen des EDI die Aufhebung sämtlicher Einschränkungen, was dieses mit Wirkung per Januar 1999 entsprechend verordnete.¹⁸³

¹⁸⁰ KLV, Stand 1989.

¹⁸¹ Im einzelnen wurde MRI für folgende Untersuchungen zur Pflichtleistung deklariert:

bei der Abklärung von Leiden des Gehirns und des Spinalkanals (ausgenommen bei Demenz und bei Kopfschmerzen); bei der Abklärung von Leiden der Schädelbasis, der Orbita, des Innenohrs und des Kiefergelenks; bei der Abklärung von Leiden der Wirbelsäule (Diskushernie und Missbildungen); bei der Abklärung von Leiden des Knochenmarks (Tumor, Entzündung). Vgl. KLV, Stand 1989, Anhang 1.

¹⁸² Konkret sind es folgende neue Indikationen:

im Bereich des Halses, der Thoraxwand, des Mediastinums oder des Kleinen Beckens zur Operationsplanung und/oder zur Planung der Strahlentherapie bei Organgrenzen überschreitenden malignen Tumoren; im Bereich von Muskeln oder Knochen der Extremitäten (inkl. Gelenke) zur Operationsplanung oder zur Planung der Strahlentherapie bei malignen Tumoren oder bei Hüftgelenksnekrosen; im Bereich des Herzens und/oder der Aorta zur Operationsplanung bei echographisch gesicherten intrakardialen raumfordernden Prozessen, klinisch gesicherten angeborenen Herzvitien, kongenitalen Fehlbildungen und/oder Aneurysmen der Aorta. Vgl. KLV, Stand 1993, Anhang 1.

¹⁸³ Vgl. KLV vom 29. September 1995 (Stand am 1. Februar 2000), Anhang 1, S.50.

Seit diesem Datum müssen sämtliche Untersuchungen mit MRI von den Krankenkassen übernommen werden.¹⁸⁴ Bei der Abgeltung der Leistungen unterscheiden sie dabei zwischen stationär und ambulant vorgenommenen Untersuchungen. Während diejenigen bei den stationären Patienten nicht separat abgerechnet werden, sondern in den Tages- oder Fallpauschalen inbegriffen sind, gelten für die ambulanten Leistungen bestimmte Tarifvereinbarungen.¹⁸⁵

6.1.3 Entwicklung der Anwendungsgebiete aus der Sicht der Praktizierenden

Während sich die erwähnten Expertenberichte nicht nur auf die praktische Erfahrung der beteiligten Radiologen, sondern insbesondere auf die internationale wissenschaftliche Literatur stützten, um die Aktualisierungen der empfohlenen Anwendungsbereiche für MRI vorzunehmen, interessierte in der vorliegenden Studie die retrospektive Wahrnehmung der Indikationsentwicklung der im Alltag mit Magnetresonanztomographie arbeitenden Aerztinnen und Aerzte. Sie wurden gebeten, anzugeben, für welche Untersuchungen beziehungsweise Indikationen MRI Ende der 1980er Jahre¹⁸⁶ am häufigsten eingesetzt wurde und welches heute die gebräuchlichsten Anwendungsbereiche sind.

Die in den Expertenberichten immer wieder betonten und durch den Bund zu Pflichtleistungen deklarierten Untersuchungsbereiche des Zentralnervensystems, Gehirns und Rückenmarks, des Schädels, der Wirbelsäule sowie allgemein des muskulo-skeletalen Systems werden von den Praktizierenden als häufigste Indikationen wahrgenommen. Auffallend ist jedoch, dass sie Untersuchungen der Gelenke, dabei insbesondere Diagnosen der Schulter, der Hüfte und des Knies, explizit und vielfach nennen.¹⁸⁷ Die für Ende der 1980er Jahre genannten häufigsten

¹⁸⁴ Der Anteil, der vom Patienten oder der Patientin übernommen werden muss, richtet sich dabei nach Artikel 64 KVG respektive Artikel 103 bis 105 KVV. (Briefliche Auskunft des Konkordats der Schweizerischen Krankenkassen KSK vom 2. August 1999).

¹⁸⁵ Zum Erhebungszeitpunkt der vorliegenden Studie galt folgende Regelung: Ambulant erbrachte MRI-Leistungen in Spitälern wurden aufgrund des Spitalleistungskatalogs abgegolten. Ambulante Untersuchungen in Arztpraxen oder Röntgeninstituten wurden auf der Grundlage der kantonalen Arzttarife verrechnet. (Briefliche Auskunft des Konkordats der Schweizerischen Krankenkassen KSK vom 2. August 1999).

¹⁸⁶ Dieser Zeitpunkt wurde gewählt, weil im Gegensatz zu Anfang oder Mitte der 1980er Jahre bereits eine gewisse Diffusion der MR-Geräte in Gang gesetzt war und sich andererseits gewisse Anwendungsgebiete in der Praxis noch nicht bewährt oder etabliert hatten, wie aus den Expertenberichten hervorgeht.

¹⁸⁷ Vgl. Tab. 43. Es ist anzumerken, dass sich die Auswertung der offen gestellten Frage schwierig gestaltete, da die Angaben sehr heterogen ausfielen. Genannt wurden in der Regel Untersuchungsregionen des Körpers, die teilweise verschieden kombiniert wurden, oder aber medizinische Spezialdisziplinen. Entsprechend problematisch war die Kategorienbildung. Da die Gelenke und die Wirbelsäule vielfach genannt wurden, wurden sie bei der Auswertung als

Anwendungsgebiete sind aufgrund der Antworten auch heute noch aktuell. Eine relative Zunahme der Nennungen ergibt sich in erster Linie für die MR-Tomographien der Gelenke und des Abdomens, auch wenn letztere nach wie vor nur einen kleinen Teil aller erwähnten Untersuchungen ausmachen. Nach wie vor als häufigste Untersuchung wird der neurologische Bereich wahrgenommen, der jedoch im relativen Vergleich an Bedeutung verloren hat, was auch auf die Verbreiterung des genannten Indikationsspektrums zurückzuführen ist und nicht einer absoluten Abnahme der durchgeführten Untersuchungen gleichzukommen braucht.

Als neue oft durchgeführte Untersuchung wird die MR-Angiographie genannt. Diese wird auch bei der Frage nach neuen Indikationsstellungen seit Ende der 1980er Jahre relativ oft erwähnt, nebst anderen wie etwa MR-Untersuchungen des Abdomens und der Mamma oder die Einführung von fMRI.¹⁸⁸

eigenständige Kategorien gefasst und nicht der Kategorie "Stütz- und Bewegungsapparat" zugeordnet. Für die Mithilfe zur Gruppierung der Antworten danke ich cand.med. K. Bieri, Universität Bern.

¹⁸⁸ Auch bei dieser Frage sind die Nennungen unterschiedlicher kategorialer Art. Die Antworten betreffen meist Körperregionen, medizinische Fachgebiete oder bestimmte MR-Verfahren (MRA, fMRI).

Tabelle 43: häufigste Untersuchungen / Indikationen*

Für welche Untersuchungen / Indikationen wurde bzw. wird MRI am häufigsten eingesetzt?	Ende der 1980er Jahre		heute	
	Total Nennungen r=102, md=73 ¹⁸⁹	Valid Percent total r=100%	Total Nennungen r=167, md=15	Valid Percent total r=100%
<ul style="list-style-type: none"> • - Zentralnervensystem (Gehirn / Rückenmark) - Neurologie / Neuroradiologie 	34	33.3	41	24.5
<ul style="list-style-type: none"> • - Gelenke (Schulter / Hüfte / Knie, inkl. Meniskus) 	17	16.7	34	20.3
<ul style="list-style-type: none"> • - Wirbelsäule (inkl. Halswirbelsäule / Lendenwirbelsäule / Bandscheiben) 	17	16.7	27	16.2
<ul style="list-style-type: none"> • - Stütz- und Bewegungsapparat / muskulo-skeletal - Orthopädie / Rheumatologie 	16	15.7	21	12.6
<ul style="list-style-type: none"> • - Schädel / Kopf - ORL 	8	7.8	16	9.6
<ul style="list-style-type: none"> • - Abdomen - Gastroenterologie / Viszeralchirurgie 	4	3.9	12	7.2
<ul style="list-style-type: none"> • - Becken - Gynäkologie 	2	2	3	1.8
<ul style="list-style-type: none"> • - Gefässe - Angiologie 	0	0	9	5.4
<ul style="list-style-type: none"> • - andere 	4	3.9	4	2.4

Lesebeispiel: 34 mal wurde ein Begriff aus dem Bereich "Zentralnervensystem (Gehirn / Rückenmark) und Neurologie / Neuroradiologie" als häufigste Untersuchung mit MRI zum Zeitpunkt "Ende der 1980er Jahre" genannt. Dies entspricht 33.3% sämtlicher Nennungen, welche diesen Zeitraum betreffen.

*qualitative Auswertung. Da die Nennungen auf unterschiedliche Taxonomien rekurrieren (va. anatomisches System und medizinische Fachgebiete), können sie nicht einer analytisch stringenten Ordnung zugeführt werden.

© ETH-TG 2000

Die Analyse der Feldstudie aus den Jahren 1987/88 hatte zum Schluss geführt, dass "MRI .. gegenwärtig häufig als eine ergänzende oder additive Methode eingesetzt" werde. Bei drei Viertel der registrierten Fälle war vor der MR-Untersuchung nämlich bereits ein anderes bildgebendes Verfahren eingesetzt worden, wobei es sich meistens um die konventionelle Röntgenmethode

¹⁸⁹ Weil jeweils die 3 häufigsten Untersuchungen (Teilfelder 1 – 3) gefragt waren, gilt jedes nicht ausgefüllte Teilfeld als Missing.

Die einzelnen Felder wurden nicht rangiert; es spielt also keine Rolle, ob die Indikationen an erster, zweiter oder dritter Stelle genannt wurden.

oder die Computertomographie handelte. Letztere wurde bei 44% der Patienten und Patientinnen durchgeführt, die anschliessend zum MR-Screening gingen. So wurde MRI in den meisten Fällen erst als zweite oder dritte Untersuchung in der Abfolge diagnostischer, bildgebender Prozeduren eingesetzt.¹⁹⁰

In der vorliegenden Studie interessierte, ob die Radiologen und Radiologinnen diese Datenlage aus ihrer Optik bestätigen können. Sie wurden nach den Indikationen gefragt, bei denen zum Zeitpunkt der MR-Untersuchung bereits andere Bilder zur selben Abklärung vorliegen. Ende der 1980er Jahre war dies nach ihrer Wahrnehmung vor allem bei Indikationen der Wirbelsäule, der Gelenke und allgemein des Stütz- und Bewegungsapparats, sowie bei neurologischen Untersuchungen der Fall.

Bei Untersuchungen, welche diese vier Bereiche betreffen, stellen die Befragten auch für den heutigen Zeitpunkt fest, dass in der Regel vor dem MRI bereits andere bildgebende Verfahren durchgeführt werden. Am häufigsten erwähnen die Aerzte und Aerztinnen in bezug auf die gegenwärtige Situation nebst dem Gelenkbereich neu das MR-Screening des Abdomens. Dies mag damit zusammenhängen, dass Ende der 1980er Jahre nur selten MR-Scans des Bauchs erstellt wurden. Dasselbe gilt für das MRI der Mamma, welches heute nach Meinung einiger Befragter ebenfalls nicht als einziges bildgebendes Verfahren durchgeführt wird. Interessant ist, dass zwei Befragte für den aktuellen Zeitpunkt feststellen, dass dem MRI fast immer schon andere Visualisierungsverfahren vorangehen würden, während zwei andere Antwortende der Ansicht sind, dies sei kaum oder immer weniger der Fall, was bedeuten würde, dass MRI als einzige Methode eingesetzt wird.

Gefragt wurde deshalb nach den Bereichen, in denen MRI tatsächlich direkt, als erste bildgebende Methode angewendet wird, ohne dass zuvor ein anderes Bild zur Abklärung derselben Indikation erstellt wurde. Für Ende der 1980er Jahre war dies vor allem bei Untersuchungen des Zentralen Nervensystems beziehungsweise des Gehirns der Fall. Allerdings erfolgten insgesamt nur wenige Nennungen, was als Bestätigung interpretiert werden kann, dass zu diesem Zeitpunkt MRI selten als einzige bildgebende Methode eingesetzt wurde.¹⁹¹ Für die aktuelle Situation steht derselbe Bereich an erster Stelle. Weit weniger oft, aber am zweithäufigsten wurden Gelenkuntersuchungen genannt, gefolgt von Abklärungen bei der Wirbelsäule und im Schädel-/Kopfbereich. Relativ häufig erfolgt der Einsatz der Magnetresonanztomographie

¹⁹⁰ SKI, 1989a: II/VII.

¹⁹¹ Allerdings erfolgten bei allen Fragen, welche sich auf den Zeitpunkt "Ende der 1980er Jahre" beziehen, weniger Antworten als bei Fragen zur aktuellen Situation. Dies ist darauf zurückzuführen, dass viele der Befragten zu diesem Zeitpunkt noch nicht mit Magnetresonanztomographie arbeiteten oder selbst noch kein MR-Gerät besaßen und sich daher offenbar nicht in der Lage sahen, entsprechende Auskunft zu erteilen. Bei der hier besprochenen Frage ist der Unterschied im Antwortverhalten zwischen den beiden gewählten Zeitpunkten jedoch besonders auffällig.

als erstes bildgebendes Verfahren auch bei Untersuchungen des Stütz- und Bewegungsapparats sowie bei Angiographien. Auch hier gibt es widersprüchliche Angaben: Während zwei Mediziner der Ansicht sind, MRI werde sehr selten direkt eingesetzt, ist ein Arzt der Meinung, dies sei sehr oft der Fall.

Schliesslich wurden die Radiologen und Radiologinnen danach gefragt, bei welchen Indikationen MRI nur zur reinen Überprüfung einer bereits erstellten Diagnose eingesetzt wird. Dies ist nach Angaben der meisten Antwortenden nur selten oder nie der Fall. Ausnahmen bildeten Ende der 1980er Jahre nur teilweise der neurologische Bereich mit Hirnuntersuchungen, während für den heutigen Zeitpunkt nebst gewissen neurologischen Indikationen etwa der Gelenkbereich oder die Wirbelsäule genannt werden.

6.2 Die Überweisungspraxis

Die Indikationenlisten für den adäquaten Einsatz der Magnetresonanztomographie waren nicht nur als Richtlinie für die radiologischen Fachpersonen und als verbindliche Norm für die Krankenversicherer erstellt worden, sondern sollten insbesondere auch für die zuweisenden Aerzte eine Hilfestellung darstellen. Diese sind es, die entscheiden, ob im Einzelfall eine Untersuchung mit MRI angezeigt ist.¹⁹² Dabei braucht es sich nicht immer um Spezialisten zu handeln, wie aus der Befragung hervorgeht. Ein erheblicher Teil der zuweisenden Aerzte sind Allgemeinmediziner oder Hausärztinnen: Sie machen einen Drittel (33.5%) aller genannten Aerztegruppen aus und arbeiten mit den meisten – mit 85% – der befragten Spitäler oder Institute zusammen, wobei es sich hier in der Mehrzahl um private Anbieter von MRI handelt. Denn nur ein gutes Viertel (27.5%) der Institutionen, die Patienten und Patientinnen durch Allgemeinmediziner und Hausärztinnen überwiesen erhalten, sind öffentliche Institutionen.

¹⁹² Vgl. auch SKI, 1990:5.

Tabelle 44: Überweisungspraxis

Von wem werden die Patienten/innen zur MRI-Untersuchung überwiesen?	Anzahl Nennungen <i>r=152, md=0¹⁹³</i> <i>(in Klammer: Angabe bezüglich öffentliche Institutionen)</i>	Valid Percent total <i>r=100%</i>	Valid Percent <i>n=100%</i> <i>total=253%*</i> <i>n=60, md=4</i>	<i>öffentliche Institutionen in % der jeweiligen Kategorie</i>
Hausärzte/innen / Allgemeinmediziner/innen	51 (14)	33.5	85.0	27.5
spitalexterne Spezialisten/innen	58 (16)	38.2	96.7	27.6
Spitalärzte/innen	39 (17)	25.7	65.0	43.6
andere	4 (2)	2.6	6.7	50
Patienten/innen kommen aus eigener Initiative	0 (0)	0	0	0

Lesebeispiel: 85% der antwortenden Spitäler und Praxen oder insgesamt 51 Institutionen haben angegeben, dass ihre Patienten und Patientinnen (unter anderem) von Hausärzten und Allgemeinmedizinerinnen überwiesen werden. Dies entspricht 33.5% aller Nennungen. Von diesen 51 Institutionen haben 14 (= 27.5% von 51) eine öffentliche Trägerschaft.

*gerundet.

© ETH-TG 2000

Am häufigsten erfolgt die Überweisung durch spitalexterne Spezialisten und Spezialistinnen (38.2% der Nennungen). Fast alle befragten Spitäler und Kliniken (96.7%) erhalten durch sie Patienten für eine MRI-Untersuchung zugewiesen, wobei auch hier die privaten Anbieter mehrheitlich vertreten sind.

Diese spitalexternen Spezialärzte gehören verschiedenen Fachgebieten an.¹⁹⁴ Am häufigsten erfolgte die Überweisung durch Orthopäden, dicht gefolgt von Neurologen. Diese beiden Fachrichtungen stellten die weitaus grössten Gruppen der zuweisenden spitalexternen Spezialärzte und -ärztinnen dar. Weitere relativ häufige Überweisungen von MRI-Patienten erfolgten durch Vertreter der Rheumatologie, der ORL und der Inneren Medizin.

¹⁹³ Die Antworten der Kategorie "weiss nicht" werden als Missings der Anzahl Nennungen (r) behandelt.

¹⁹⁴ Die Allgemeine Medizin wurde in der offen gestellten Frage auch einige Male genannt und ist deshalb in der Tab. 45 auch aufgeführt, obschon diese in der gesamten Frage analytisch nicht unter die Kategorie der Spezialisten/innen subsumiert gewesen war (vgl. Fragebogen im Anhang, Frage C1).

Tabelle 45: Überweisungspraxis: häufigste Fachgebiete spitalexterne Spezialisten/innen (recodiert)

Fachgebiete	Fachgebiet 1		Fachgebiet 2		Fachgebiet 3	
	Total Institutionen n=56, md=8	Valid Percent total=100%	Total Institutionen n=56, md=8	Valid Percent total=100%	Total Institutionen n=49, md=15	Valid Percent total=100%
Orthopädie / orthopädische Chirurgie	32	57.1	15	26.8	3	6.1
Neurologie / Neurochirurgie	21	37.5	23	41.1	11	22.5
Rheumatologie	-	-	7	12.5	9	18.4
ORL	2	3.6	3	5.3	3	6.1
Innere Medizin (inkl. Onkologie, Angiologie, Pneumologie)	-	-	2	3.6	11	22.4
Allgemeine Medizin	1	1.8	2	3.6	3	6.1
Chirurgie (diverse)	-	-	3	5.3	4	8.2
Ophthalmologie	-	-	1	1.8	1	2
Gastroenterologie	-	-	-	-	2	4.1
Gynäkologie	-	-	-	-	1	2
Kieferchirurgie	-	-	-	-	1	2

Lesebeispiel: 57.1% der Spitäler und Kliniken (32 Institutionen) nannten Orthopädie / orthopädische Chirurgie an erster Stelle bei der Frage nach den häufigsten Fachgebieten der spitalexternen Spezialisten/innen, die Patienten für eine MR-Untersuchung überweisen. 26.8% bzw. 15 Institutionen nannten dieses Fachgebiet an zweiter Stelle.¹⁹⁵

© ETH-TG 2000

Nach den spitalexternen Spezialisten und den Hausärztinnen stellen die in den Spitälern arbeitenden Mediziner und Medizinerinnen die drittgrösste Gruppe der zuweisenden Aerzte dar. Ein Viertel (25.7%, vgl. Tab. 44) aller Nennungen von Aerztegruppen entfiel auf sie und zwei Drittel (65%) der Spitäler und Kliniken erhielt von ihnen Patienten für eine MRI-Untersuchung zugewiesen. Zwar handelt es sich auch hier in der Mehrzahl um private Institutionen, jedoch sind bei den öffentlichen Institutionen die Spitalärzte und –ärztinnen diejenige Aerztegruppe, welche die meisten Zuweisungen vornehmen.¹⁹⁶

Auch bei den Spitalärzten sind es vor allem die Vertreterinnen und Vertreter der Fachrichtungen Orthopädie und Neurologie, welche mit Abstand die meisten MRI-Untersuchungen anordnen. Eine weitere grössere Gruppe der zuweisenden Spitalärzte und –ärztinnen sind in der Inneren Medizin tätig. Bemerkenswert ist, dass das Fachgebiet ORL hier nicht explizit genannt wurde.

Tabelle 46: Überweisungspraxis: häufigste Fachgebiete Spitalärzte/innen (recodiert)

¹⁹⁵ Obschon in der Frage nicht direkt nach einer Rangierung gefragt wurde, kann davon ausgegangen werden, dass das wichtigste Fachgebiet an erster Stelle genannt wurde. In der Tabelle wurden die Fachgebiete deshalb nach folgender Gewichtung rangiert: erstgenannte Fachgebiete erhielten 3 Punkte, zweitgenannte 2 Punkte, drittgenannte 1 Punkt. Deshalb ist das Fachgebiet Orthopädie, welches die meisten Punkte erzielte, zuoberst aufgelistet. Die erzielte Punktezahl ist von oben nach unten abnehmend.

¹⁹⁶ Dies ergibt sich vermutlich aus dem Umstand, dass viele Spitäler eine öffentliche Trägerschaft haben.

Fachgebiete	Fachgebiet 1		Fachgebiet 2		Fachgebiet 3	
	Total Institutionen n=36, md=28	Valid Percent total=100%	Total Institutionen n=34, md=30	Valid Percent total=100%	Total Institutionen n=24, md=40	Valid Percent total=100%
Orthopädie / orthopädische Chirurgie	16	44.4	6	17.7	4	16.6
Neurologie / Neurochirurgie	11	30.6	13	38.2	3	12.5
Innere Medizin (inkl. Onkologie, Pneumologie, Nephrologie)	6	16.6	6	17.7	10	41.7
Chirurgie (diverse)	-	-	5	14.7	3	12.5
Rheumatologie	1	2.8	2	5.9	1	4.2
Gastroenterologie	-	-	1	2.9	2	8.3
Urologie	1	2.8	-	-	-	-
Anästhesiologie	1	2.8	-	-	-	-
Ophtalmologie	-	-	1	2.9	-	-
Allgemeine Medizin	-	-	-	-	1	4.2

Lesebeispiel: 44.4% der antwortenden Spitäler und Kliniken (16 Institutionen) nannten Orthopädie / orthopädische Chirurgie an erster Stelle bei der Frage nach den häufigsten Fachgebieten der überweisenden Spitalärzte/innen. 17.7% bzw. 6 Institutionen nannten dieses Fachgebiet an zweiter Stelle.¹⁹⁷

© ETH-TG 2000

6.3 Die Praxis der MR-Untersuchungen: Probleme bei der Untersuchung und Vorbereitung der Patienten und Patientinnen

Dass die Technik der Magnetresonanztomographie in der klinischen Anwendung gewisse Probleme mit sich bringen kann, ist unter dem medizinischen Fachpersonal hinlänglich bekannt. In der Befragung interessierte, wie die einzelnen Schwierigkeiten von den Radiologen und Radiologinnen gewichtet werden.

Als grösste Problemgruppe werden Reaktionen der Patienten und Patientinnen auf die Untersuchung bezeichnet, auf welche mehr als die Hälfte (57.8%) sämtlicher Nennungen entfallen. In erster Linie bereiten hier Klaustrophobie, eine vorhandene allgemeine Ängstlichkeit sowie leichte, aber störende Bewegungen während des Scannings Probleme. Anzahlmässig treten letztere im Durchschnitt 21 mal im Monat auf, Ängstlichkeiten der Patienten rund 15 mal und Klaustrophobien geben im Schnitt knapp 7 mal monatlich zu Problemen Anlass.

Technische Funktionsstörungen sind für etwa einen Drittel (30%) der unerwünschten Zwischenfälle verantwortlich. Hier sind Störungen bei den MR-Geräten das meistgenannte Problem, welches aber durchschnittlich weniger oft (1.6 mal monatlich) auftritt als Computerpannen, die in der Regel 2.6 mal im Monat vorkommen.

Schwierigkeiten bei der Diagnosestellung aufgrund von Bildartefakten machen ungefähr einen

¹⁹⁷ Vgl. Fussnote 195.

Achtel (12.2%) der genannten Probleme aus und tauchen im Schnitt etwa 5 mal monatlich auf.

Tabelle 47: Probleme bei der MRI-Untersuchung

Welche Probleme ergeben sich vor, während oder nach MRI-Untersuchungen?	Anzahl Nennungen <i>n</i> =386	Valid Percent total <i>r</i> =100%	Valid Percent <i>n</i> =100% total=603%* <i>n</i> =64, <i>md</i> =0	mean (Anzahl Vorfälle pro Monat)	Std. Deviation
Patientenreaktionen	223	57.8	348.5		
Klaustrophobie des/der Patienten/in	58	15	90.6	6.811	6.393
allgemeine Ängstlichkeit des/der Patienten/in	54	14	84.4	15.548	18.420
versuchtes Verlassen der Röhre oder Befreiung von den Geräten	32	8.3	50	2.093	4.588
leichtes Bewegen während der MRI-Untersuchung (zB. Husten, Augenrollen)	55	14.3	86	21.38	20.61
Unverträglichkeit des Kontrastmittels	15	3.9	23.4	0.488	0.360
andere akute medizinische Probleme	9	2.3	14.1	0.2	0.265
technische Funktionsstörungen	116	30	181.3		
bei Computer	37	9.6	57.8	2.682	2.701
bei Peripheriegeräten (zB. Sprechverbindung, Kontrastmittelspritze, etc.)	22	5.7	34.4	1.929	1.415
bei MRI-Gerät	43	11.1	67.2	1.676	1.953
Zwischenfälle mit magnetischen Gegenständen (zB. Kugelschreiber, Uhren, Betten, etc.)	14	3.6	21.9	1.690	3.041
diagnostische Probleme	47	12.2	73.4		
durch Bildartefakte	47	12.2	73.4	5.244	5.240

Lesebeispiel: 15% aller Nennungen bezeichnen Klaustrophobie als praktisches Problem bei MRI-Untersuchungen. 90.6% (58 Antwortende) der Institutionen kennen dieses Problem, welches im Durchschnitt 6.8 mal im Monat auftritt.

*gerundet.

© ETH-TG 2000

Während diese Problembenennungen die aktuelle Situation spiegeln, so stellen viele Befragte (38.5%) einen allgemeinen Rückgang dieser Schwierigkeiten in den letzten zehn Jahren fest. Am häufigsten weisen sie auf allgemeine technische Verbesserungen hin, die die Geräte zuverlässiger werden liessen. Bildartefakte seien dadurch seltener geworden und die heute kürzeren Untersuchungszeiten sowie die Einführung von offenen Systemen hätten auch die auf Klaustrophobie und Ängstlichkeit zurückzuführenden Probleme vermindert. Diese Sicht wird allerdings von einem guten Viertel (28.8%) der Befragten nicht geteilt und ein erheblicher Anteil (32.7%) weiss auf die Frage nicht zu antworten.

Tabelle 48: Unterschiede bei Problemen im Zusammenhang mit der MRI-Untersuchung 1980er - heute

<i>Probleme vor, während oder nach MRI-Untersuchungen: Gibt es Unterschiede gegenüber der Situation Ende der 1980er Jahre?</i>	<i>Total Institutionen n=52, md=12</i>	<i>Valid Percent total=100%</i>
ja	20	38.5
nein	15	28.8
weiss nicht	17	32.7

Lesebeispiel: 20 Befragte (38.5% der Antwortenden) sind der Meinung, es liessen sich Unterschiede bei den Problemlagen feststellen.

© ETH-TG 2000

Wie oben dargestellt wurde, sehen die Befragten in der gegenwärtigen Situation die Patienten und Patientinnen als die grössten Verursacher von Problemen bei der MRI-Untersuchung an. Aufgrund dieser Einschätzung kann davon ausgegangen werden, dass der Vorbereitung der Patienten und Patientinnen auf die bevorstehende Untersuchung mit MRI einige Bedeutung zugemessen wird. Hier spielen die MTRA eine zentrale Rolle. Sie sind es, die in erster Linie für die Information der Patienten und Patientinnen verantwortlich sind (38.4% der Nennungen). In annähernd 9 von 10 Institutionen (88.3%) führen die MTRA vor der Untersuchung ein Vorbereitungsgespräch durch. Ebenfalls grosse Bedeutung kommt Informationsblättern zu (35.5% der Nennungen), die von vier Fünfteln (81.7%) der Spitäler und Institute an die zu Untersuchenden abgegeben werden. Aerzte und Aerztinnen sind weniger oft in die vorbereitende Aufklärung involviert, und wenn, dann sind es nicht so sehr die zuweisenden oder andere Aerzte als die Radiologen und Radiologinnen, welche die Vorbereitungsgespräche führen (15.2% der Nennungen).¹⁹⁸

¹⁹⁸ Hier stellt sich allerdings die Frage, inwiefern die Antwortenden über allfällige Vorbereitungsgespräche zwischen zuweisender Aerztin und Patient informiert sind.

Tabelle 49: Information der Patienten/innen

Wie werden die Patienten/innen über eine bevorstehende MRI-Untersuchung informiert?	Anzahl Nennungen <i>r=138, md=0¹⁹⁹</i>	Valid Percent total <i>r=100%</i>	Valid Percent <i>n=100%</i> total=230% <i>n=60, md=4</i>
mittels Informationsblatt	49	35.5	81.7
Vorbereitungsgespräch mit Radiologe/Radiologin	21	15.2	35
Vorbereitungsgespräch mit anderem/r Arzt/Aerztin	10	7.3	16.7
Vorbereitungsgespräch mit MTRA	53	38.4	88.3
anders	5	3.6	8.3

Lesebeispiel: 81.7% (49) der antwortenden Institutionen informieren ihre Patienten und Patientinnen (unter anderem) mittels Informationsblatt über die MRI-Untersuchung. Von allen genannten Informationsarten entfielen 35.5% auf diese Form der Aufklärung.

© ETH-TG 2000

¹⁹⁹ Die Antworten der Kategorie "weiss nicht" werden als Missings der Anzahl Nennungen (r) behandelt.

7. Kurzfassung

Die Magnetresonanztomographie hat sich in der Schweiz in ähnlich starkem Ausmass verbreiten können, wie dies zuvor die Computertomographie demonstriert hatte. Die Diffusion der MR-Technik konnte daher an langjährige Erfahrungen mit anderen bildgebenden Verfahren anschliessen. Kenntnisse in der Anwendung der Computertomographie wurden in den Anfangszeiten der Einführung von MRI denn auch als notwendige Voraussetzung für den Umgang mit der neuen Technik angesehen. Von Anfang an war dabei umstritten, ob MRI bereits eingeführte Visualisierungstechniken verdrängen würde. Es lassen sich in der Vergangenheit unter anderen verschiedene Stimmen finden, die längerfristig von einer Abnahme der CT-Untersuchungen ausgingen. Die vorliegende Befragung deutet eher darauf hin, dass MRI sich als ein zu anderen bildgebenden Methoden ergänzendes Verfahren etabliert hat.

Schon Anfang der 1980er Jahre wurde von Expertenseite her empfohlen, MRI für gewisse Indikationen in der Routine anzuwenden. Die Einführungsphase dauerte allerdings längere Zeit an. Als ein wichtiger Schritt für die Etablierung kann die Aufnahme von MRI in das FMH-Weiterbildungsprogramm zur Erlangung des Spezialarzttitels für Medizinische Radiologie 1992 gewertet werden. Fast alle befragten Aerzte und Aerztinnen sind heute der Ansicht, dass MRI inzwischen als Routinediagnose bezeichnet werden kann. Diese Entwicklung sehen sie in erster Linie in der diagnostischen Qualität (zuverlässige und abschliessende Beurteilung von Fragestellungen) begründet, welche durch die Anwendung von MRI ermöglicht werde.

Die Forderungen nach der Erstellung oder Aktualisierung einer Indikationenliste für den Einsatz von MRI in der klinischen Anwendung begleiteten den gesamten Diffusionsprozess der Magnetresonanztomographie in der Schweiz. Nur kurze Zeit nach der Durchführung des ersten schweizerischen NMR-Symposiums 1982 erteilte die Sanitätsdirektorenkonferenz einen Auftrag zur Durchführung einer Studie über den Bedarf und die Entwicklung von NMR. Unter der Federführung des Schweizerischen Krankenhausinstituts SKI legte eine Expertengruppe 1984 einen umfassenden Bericht vor, der auch erstmals detaillierte Empfehlungen zu möglichen Anwendungsbereichen abgab. Dass dieser Bericht bereits ein gutes Jahr nach seiner Publikation überarbeitet wurde, demonstriert, wie rasch die Entwicklung des Magnetic Resonance Imaging in der klinischen Praxis voranschritt.

Eine 1987 vom SKI durchgeführte, breit angelegte Feldstudie gab erneut eine detaillierte Übersicht über die aktuellen Anwendungsmuster von MRI, welche sich insbesondere auf das Nervensystem und das muskulo-skeletale System konzentrierten. Bemerkenswert ist die "Karriere" von MRI bei Indikationen der Wirbelsäule. Während in der Anfangsphase noch eine diesbezügliche Überlegenheit der Computertomographie festgestellt wurde, so waren MR-Wirbelsäulen-Tomographien gegen Ende der 1980er Jahre bereits zur zweithäufigsten

Untersuchung mit MRI in der Schweiz avanciert.

Aus der 1989 abgehaltenen MRI-Konsensus-Konferenz resultierte eine neue Indikationenliste, die im Konferenzbericht publiziert wurde. Dass sich MRI in der kurzen Periode des klinischen Einsatzes als ausserordentlich günstige Methode für die Diagnostik von Erkrankungen des Gehirns und Rückenmarks erwiesen habe, wurde als eine der wichtigsten Schlussfolgerungen der Konsensus-Konferenz gesehen.

Nur wenige Monate nach der Konsensus-Konferenz erklärte das Eidgenössische Departement des Innern die Magnetische Kernresonanz zur Pflichtleistung für die Krankenkassen, wobei das Zahlungsobligatorium auf bestimmte Untersuchungen eingeschränkt wurde. Auf Anfang 1993 wurde das Spektrum der abgeltungspflichtigen Untersuchungen erheblich erweitert. Schliesslich wurden im Januar 1999 sämtliche bestehenden Einschränkungen aufgehoben.

In dieser Zeit erarbeitete eine Expertengruppe der Schweizerischen Gesellschaft für Medizinische Radiologie SGMR eine aktualisierte Indikationenliste, die im selben Jahr publiziert wurde und insbesondere auch eine praktische Hilfe für die zuweisenden Aerzte und Aerztinnen darstellen sollte. Nebst der bereits seit längerem empfohlenen Anwendung von MRI im Hirn/Schädel-Bereich und bei Untersuchungen des Bewegungsapparats und der Wirbelsäule, werden nun auch Vorteile bei der Darstellung gewisser Bereiche des Thorax und des Beckens beschrieben. Als inzwischen etabliert werden das MRI von Mamma und Leber bezeichnet. Immer grössere Bedeutung gewinnt zur Zeit die MR-Angiographie.

Die von den in der vorliegenden Studie Befragten angegebenen häufigsten mit MRI durchgeführten Untersuchungen stimmen im wesentlichen mit den in den Indikationenlisten der Experten abgegebenen Empfehlungen überein, sowohl was den heutigen Zeitpunkt als auch die Periode Ende der 1980er Jahre betrifft. Auffallend ist jedoch, dass die Aerzte und Aerztinnen Untersuchungen der Gelenke, dabei insbesondere Diagnosen der Schulter, der Hüfte und des Knies, explizit und vielfach nennen. Diese wurden Ende der 1980er Jahre in der retrospektiven Wahrnehmung der Befragten nebst Wirbelsäulen-Screenings am zweithäufigsten durchgeführt und nur noch von neurologischen Untersuchungen übertroffen. Heute haben sie nach Angaben der Radiologen und Radiologinnen noch an Bedeutung zugelegt, auch wenn nach wie vor neurologische MR-Abklärungen als am häufigsten wahrgenommen werden.

Seit den Anfängen der Einführung der Magnetresonanztomographie in der Schweiz wurde die Initiative zur Anschaffung der Geräte am häufigsten durch selbständige Aerzte ergriffen, wobei auch Spital- und Klinikverwaltungen eine wichtige Rolle spielten. Oft war die Einführung der Geräte umstritten: Bei jeder zweiten Maschine in öffentlichen Institutionen regte sich anfänglich Widerstand, während dies bei den privaten bei gut jeder vierten Anlage der Fall war. Als häufigster Widersacher wird dabei der jeweilige Kanton oder seine Verwaltung angesehen.

Den Anschaffungen ging in der Regel die Durchführung einer Bedürfnisabklärung voraus.

Mit der zunehmenden Diffusion des Verfahrens ging eine rasche technische Entwicklung einher. Anfang der 1980er Jahre waren in der Schweiz Geräte mit einer Feldstärke von 0.5 Tesla am stärksten verbreitet. Heute arbeitet die Mehrheit der erfassten Geräte mit 1.5 Tesla – Maschinen, die noch vor 10 Jahren in erster Linie Forschungszwecken vorbehalten waren. Die meisten der in der Schweiz eingesetzten MR-Anlagen wurden durch die Firma Siemens produziert, wobei auch General Electric und Philips wichtige Ausrüster am Schweizer Markt sind. In der Regel wurden die gelieferten Anlagen innerhalb der allgemeinen radiologischen Abteilungen installiert.

Insgesamt stehen gegenwärtig in der Schweiz rund einhundert MR-Tomographen im Einsatz. Aufgrund der in dieser Studie durchgeführten Befragung liegen zu 80 MR-Anlagen, die derzeit in Betrieb stehen, Informationen vor. Die Diffusion der MR-Technik begann in der Schweiz 1982. Ab 1990 erfolgte eine kontinuierliche Zunahme der Anschaffungen von MR-Geräten, die eine Verdopplung der vorhandenen Anlagen während der zweiten Hälfte der 1990er Jahre zur Folge hatte. Diese Versorgungsdichte erachten zwei Drittel der befragten Ärzte und Ärztinnen als genügend, wobei die Deutschschweizer und Vertreterinnen von privaten Spitälern und Praxen eher mit der Anzahl der vorhandenen MR-Scanner zufrieden sind als die Mediziner aus der West- und Südschweiz oder diejenigen aus öffentlichen Institutionen. Die Hauptursachen der Versorgungsdichte orten die Befragten in erster Linie in den bestehenden wirtschaftlichen und politisch-institutionellen Rahmenbedingungen.

Die erfassten MR-Anlagen verteilen sich in sprachregionaler Hinsicht in etwa proportional. Die These, wonach die öffentlichen Spitäler gegenüber den privaten in bezug auf die Geräteausstattung benachteiligt seien, bestätigte sich bezüglich der in der vorliegenden Studie erfassten Geräte nicht. Rund ein Drittel der Anlagen steht in Institutionen mit öffentlicher Trägerschaft und zwei Drittel in privaten Kliniken und Praxen, was dem Anteil dieser Institutionen an der Grundgesamtheit entspricht. Hingegen liess sich eine Zentrumslastigkeit der Standorte ausmachen; mehr als die Hälfte der Geräte steht in Städten mit mehr als 100'000 Einwohnenden. Spitäler mit einer Bettenzahl zwischen 125 – 249 Betten besitzen den relativ grössten Anteil an MR-Apparaten. Jedes achte der erfassten Geräte steht heute in einem Universitätsspital.

Für ihre je betriebenen Anlagen bezahlten die Befragten im Durchschnitt 2.2 Mio. Franken, wobei in der Regel eine zusätzliche Investition für bauliche Massnahmen – am häufigsten zwischen einer viertel und einer halben Million Franken – hinzugerechnet werden musste. Die Privaten zeigten sich bei der Finanzierung der Maschinen verhältnismässig etwas aktiver als die öffentliche Hand. Dies bedeutet, dass einige privat finanzierte Geräte in öffentlichen Spitälern installiert sind. Annähernd die Hälfte sämtlicher erfasster MR-Anlagen ist bis heute nicht amortisiert, zu den meisten übrigen wurden keine entsprechenden Angaben gemacht. Diejenigen Apparate, die

amortisiert wurden, benötigten am häufigsten eine Amortisationszeit von 5 Jahren. Die angegebenen Betriebskosten einer Anlage variieren relativ stark, scheinen jedoch im Vergleich zu früher eher leicht gesunken zu sein. Stabil scheinen sich dagegen die Kosten für eine Untersuchung gehalten zu haben, die mit heute durchschnittlich 658 Franken angegeben werden, wobei eine Untersuchung in der Regel gut 50 Minuten dauert.

Die Geräte sind durchschnittlich rund 44 Stunden in der Woche belegt, wobei die Auslastung der einzelnen Anlagen sehr unterschiedlich ist und von 8 Stunden bis 70 Stunden in der Woche reicht. Im Durchschnitt werden auf jeder Maschine täglich gut 10 Patienten oder Patientinnen gescannt.

Die Apparate werden im Schnitt im 7-Wochen-Rhythmus gewartet, das heisst 7.5 mal im Jahr. Der Personalbedarf hat sich seit der Einführung von MRI kaum wesentlich verändert, auch wenn die Berichte Anfang der 1980er Jahre keine Sekretariatsstellen erwähnen. Für eine Anlage wird heute mit rund je einer Oberärztin und einem Assistenzarzt, 2 MTRA, einem Physiker, eineinhalb Technikerinnen, einer halben Computerstelle und gut einer administrativen Stelle gerechnet. Bei der Anschaffung eines neuen Geräts musste am häufigsten ein/e MTRA im Umfang einer halben Stelle zusätzlich eingestellt werden. Die Einführung des Personals in die Handhabung der MR-Anlagen erfolgte in der Regel durch einen Kurs der Lieferfirma.

Ende der 1980er Jahre stellte eine Studie fest, dass MRI oft ergänzend oder additiv eingesetzt werde; bei drei Viertel aller Patienten wurde vor dem MR-Screening bereits ein anderes bildgebendes Verfahren eingesetzt. Nach den Informationen der hier befragten Ärzte und Ärztinnen wurden zum damaligen Zeitpunkt vor allem bei Indikationen der Wirbelsäule, der Gelenke und allgemein des Stütz- und Bewegungsapparats, sowie bei neurologischen Untersuchungen vor der Anwendung der MR-Tomographie bereits andere Visualisierungstechniken für dieselbe Abklärung eingesetzt. Für Untersuchungen dieser Regionen und neu beim Screening des Abdomens und der Mamma werde MRI auch heute in der Regel nicht als erste bildgebende Methode gewählt.

MRI als Primärverfahren sei Ende der 1980er Jahre wenn, dann für Untersuchungen des Zentralnervensystems (Gehirn) angewendet worden. Heute erfolge der teilweise direkte Einsatz von MRI am häufigsten ebenfalls in diesem Bereich. Gelegentlich, jedoch weit weniger oft sei der Einsatz von MRI als erstes bildgebendes Verfahren auch bei Gelenkuntersuchungen, bei Abklärungen der Wirbelsäule und des Schädel-/Kopfbereichs, sowie etwas seltener bei Untersuchungen des Stütz- und Bewegungsapparats und bei Angiographien. Selten oder nie werde MRI nur zur reinen Überprüfung einer bereits erstellten Diagnose eingesetzt.

Die Überweisungen für ein MR-Screening erfolgen am häufigsten durch spitalexterne Spezialisten und Spezialistinnen, wobei die Fachrichtungen Orthopädie und Neurologie besonders gut

vertreten sind. An zweiter Stelle der zuweisenden Aerzte stehen die Hausärztinnen oder Allgemeinmediziner, gefolgt von Spitalärzten und –ärztinnen, bei denen ebenfalls die Orthopäden und Neurologinnen mit Abstand die meisten MRI-Untersuchungen anordnen.

Bei der MRI-Untersuchung stellen sich gelegentlich die vielzitierten Probleme ein, wobei die Befragten Reaktionen bei den Patienten und Patientinnen (Klaustrophobie, Ängstlichkeit, Bewegungen während des Screenings, etc.) als den grössten Problemversursachungsfaktor sehen. Die Patienten und Patientinnen werden jeweils auf die MR-Untersuchung vorbereitet; am häufigsten geschieht dies durch ein Gespräch mit einer Fachperson für medizinisch-technische Radiologie.

Technische Funktionsstörungen sind nach Angaben der Aerzte und Aerztinnen nur für etwa einen Drittel der unerwünschten Zwischenfälle verantwortlich. Ein Teil der Befragten stellt ausser-dem einen Rückgang dieser Probleme aufgrund technischer Verbesserungen in den letzten Jahren fest.

ANHANG

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

BAG	Bundesamt für Gesundheit
BFS	Bundesamt für Statistik
BSV	Bundesamt für Sozialversicherungen
CT	Computertomographie
EDI	Eidgenössisches Departement des Innern
ELK	Eidgenössische Leistungskommission
FMH	Verbindung der Schweizer Aerztinnen und Aerzte (Foederatio Medicorum Helveticorum)
GRAT	Gesamtrevision Arzttarife
H+	Die Spitäler der Schweiz (Aktivmitglieder: ärztlich geleitete Krankenhäuser der Schweiz und des Fürstentums Liechtenstein)
KLV	Verordnung über Leistungen in der obligatorischen Krankenpflegeversicherung (Krankenpflege-Leistungsverordnung)
KSK	Konkordat der Schweizerischen Krankenversicherer
KVG	Bundesgesetz über die Krankenversicherung
KVV	Verordnung über die Krankenversicherung
MR	Magnetresonanz
MRA	MR-Angiographie
MRI	Magnetic Resonance Imaging
fMRI	funktionelle MRI
MRT	Magnetresonanztomograph(en)
MTRA	Fachperson für medizinisch technische Radiologie
NMR	Nuclear Magnetic Resonance
SDK	Schweizerische Sanitätsdirektorenkonferenz
SGMR	Schweizerische Gesellschaft für Medizinische Radiologie
SGRNM	Schweizerische Gesellschaft für Radiologie und Nuklearmedizin
SKI	Schweizerisches Krankenhausinstitut, später: Schweizerisches Institut für Gesundheits- und Krankenhauswesen, Aarau
SUVA	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
SVPK	Schweizerische Vereinigung der Privatkliniken
T	Tesla (Feldstärke)

LITERATURLISTE

BFS: Krankenhausstatistik: Teilnahmequote der Krankenhäuser 1997 (nach Typ und Kanton). http://www.statistik.admin.ch/stat_ch/ber14/statsant/dffr1408.htm, Stand am 10. Juli 2000.

IBG – Institut für Beratungen im Gesundheitswesen (1994): MRI, Magnet-Resonanz-Imaging im Kanton Bern. Versorgungskonzept. Aarau.

KLV – Verordnung über Leistungen in der obligatorischen Krankenpflegeversicherung (Krankenpflege-Leistungsverordnung) vom 29. September 1995 (Stand am 1. Februar 2000). SR 832.112.31.

KVG – Bundesgesetz über die Krankenversicherung vom 18. März 1994 (Stand am 10. August 1999). SR 832.10.

KVV – Verordnung über die Krankenversicherung vom 27. Juni 1995 (Stand am 4. April 2000). SR 832.102.

MRI-Indikationenliste. Erarbeitet von der MRI-Expertengruppe der Schweizerischen Gesellschaft für Medizinische Radiologie SGMR. In: Praxis. Schweizerische Rundschau für Medizin, 88, Nr. 41, 1999, S.1652 – 1658.

NZZ: Ringen um neue Arzttarife. Neue Zürcher Zeitung, 13.01.1998, Nr. 9, S.49.

NZZ: Gesamtrevision des Arzttarifs. Neue Zürcher Zeitung, 12.06.1998, Nr. 133, S.16.

NZZ: 4.6 Millionen Franken für ein MRI-Gerät. Neue Zürcher Zeitung, 07.03.1996, Nr. 56, S.57.

NZZ: Magnetische Kernresonanz: vielversprechend und viele Versprechen. Neue Zürcher Zeitung, 14.09.1983, Nr. 214, S.65.

NZZ: Internationale Devisenkurse. Neue Zürcher Zeitung, 01.10.1982, Nr. 228, S.26.

Schweiz. Vereinigung der Privatkliniken, (ohne Jahresangabe) (Hg.): Privatkliniken in der Schweiz. Bern: Haupt.

SGMR (1998): Mitgliederverzeichnis 1998/99. ohne Ortsangabe.

SKI - Schweizerisches Institut für Gesundheits- und Krankenhauswesen (1990). MRI - aktuelle

Gesundheitspolitische und technische Aspekte. Kurzbericht, vorbereitet durch Mitglieder der Arbeitsgruppe MRI des SKI. Aarau: SKI Aarau.

SKI - Schweizerisches Institut für Gesundheits- und Krankenhauswesen (1989). Ergebnisbericht der MRI-Konsensus-Konferenz. Bern, 25./26.4.89. Aarau: SKI Aarau.

SKI - Schweizerisches Institut für Gesundheits- und Krankenhauswesen (1989a). Charakteristika der MRI-Anwendung. Ergebnisse der SKI-Studie 1987/1988. Aarau: SKI Aarau.

SKI - Schweizerisches Institut für Gesundheits- und Krankenhauswesen (1985/86). Addendum 85/86 zum Bericht: Entwicklungsstand, Bedarf und Betrieb von Magnetic Resonance Imaging (MRI) und Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS). Erschienen 1984. Zwischenbericht der Arbeitsgruppe MRI. Ueberarbeitung 1985/86. Aarau: SKI Aarau.

SKI - Schweizerisches Krankenhausinstitut (1984). Entwicklungsstand, Bedarf und Betrieb von Magnetic Resonance Imaging (MRI) und Magnetic Resonance Spectroscopy (MRS) Anlagen in der Schweiz. Erster Zwischenbericht einer Arbeitsgruppe des Schweizerischen Krankenhausinstitutes im Auftrag der Schweizerischen Sanitätsdirektorenkonferenz. Aarau: SKI Aarau.

SKI - Schweizerisches Krankenhausinstitut (1983). Erstes schweizerisches Symposium über Nuclear Magnetic Resonance Imaging NMR. Oktober 1982. In: Krankenhauswesen, SKI - Schweizerisches Institut für Gesundheits- und (Hg.), Erstes schweizerisches Symposium über Nuclear Magnetic Resonance Imaging NMR. Aarau: SKI Aarau

Sonntagszeitung: Wir bezahlen 12 Milliarden zuviel. Spitäler im Hightech-Fieber: Das Gesundheitssystem krankt an totaler Überversorgung. 14.11.1999, S.81.

Verordnung über die Durchführung von statistischen Erhebungen des Bundes vom 30. Juni 1993 (Stand am 16. Mai 2000). SR 431.012.1.

Wellauer, Josef (1989): Radiodiagnostik auf neuen Wegen. in: Wieser, Constant, et al. (1989). Radiologie in der Schweiz: zu ihrem 75jährigen Bestehen von der Schweizerischen Gesellschaft für Radiologie und Nuklearmedizin. Bern / Stuttgart / Toronto: Huber, S.147 - 175.

Wieser, Constant, et al. (1989). Radiologie in der Schweiz: zu ihrem 75jährigen Bestehen von der Schweizerischen Gesellschaft für Radiologie und Nuklearmedizin. Bern / Stuttgart / Toronto: Huber.

PROJEKTABLAUF

allgemeine Projekt-Vorbereitungen	
<ul style="list-style-type: none">• <i>Recherchen zur bestehenden Literatur- und Datenlage</i>	
01.06. – 12.08.1999	Abklärungen zu existierenden Datengrundlagen (Statistiken zu Anzahl und Standorten von MR-Geräten in CH) und anderen vorhandenen Informationen bei BFS, BSV, BAG, SDK, H+, KSK und diversen Dokumentationsstellen
13.08.1999	Auswertung der Daten-Files des BSV
12./18.11.1999	Abklärungen allgemeiner Informationen bei FMH
<ul style="list-style-type: none">• <i>Recherchen zu MRI-Standorten in der Schweiz</i>	
Juni 1999	Anfragen an Kantonale Aerztegesellschaften und an SGMR für Listen von Aerzten und Spitälern, die MRI einsetzen
August 1999	diverse telefonische Nachabklärungen betreffend MRI-Standorten

Fragebogenkonzeption 20.08. - 26.08.1999 27.08. - 22.11.1999 23.11. - 15.12.1999	Entwurf Fragebogen Pretest Überarbeitung, Übersetzung, Redaktion und Druck Fragebogen
Vorbereitung Versand 15.12. - 20.12.1999	telefonische Kontaktierung aller Institutionen mit MRI, die aufgrund der Recherchen eruiert werden konnten (Anfrage zur Bereitschaft, Fragebogen anzusehen)
Durchführung der Befragung 16.12. - 20.12.1999 20.01.2000 04.02.2000 10.02. - 02.03.2000 31.03.2000 15.05.2000	Versand Fragebogen vorgesehener Rücklaftermin telefonische Mahnungen 1. Runde telefonische Mahnungen 2. Runde definitiver Rücklaftermin Rücklaufanalyse
Datenerfassung 10.02.2000 31.03.2000	Beginn Dateneingabe SPSS Abschluss Datenbereinigung
Datenanalyse 15.05. – 30.06.2000	Hauptauswertung SPSS
Bericht 01.07. – 15.08.2000	Verfassen Bericht (inkl. weiteren SPSS- Auswertungen)

ETH Zürich / Institut für Geschichte / Preprints zur Kulturgeschichte der Technik

1. Barbara Orland, Zivilisatorischer Fortschritt oder Kulturdeformation? Die Einstellung des Deutschen Kaiserreiches zur Technik. Paper entstanden nach einer Veranstaltung der Deutschen UNESCO-Kommission und des Hessischen Volkshochschulverbandes zu Jugendstil und Denkmalpflege, Bad Nauheim 1997. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1998 / 1.*
2. Patrick Kupper: Abschied von Wachstum und Fortschritt. Die Umweltbewegung und die zivile Nutzung der Atomenergie in der Schweiz (1960-1975). Lizentiatsarbeit Universität Zürich. Eingereicht bei Prof. Dr. Hansjörg Siegenthaler, 1997. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1998 / 2.*
3. Daniel Speich, Papierwelten. Eine historische Vermessung der Kartographie im Kanton Zürich des späten 18. und des 19. Jahrhunderts. Lizentiatsarbeit Universität Zürich. Eingereicht bei PD. Dr. David Gugerli, 1997. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1998 / 3.*
4. David Gugerli, Die Automatisierung des ärztlichen Blicks. (Post)moderne Visualisierungstechniken am menschlichen Körper. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1998 / 4.*
5. Monika Burri, Das Fahrrad. Wegbereiter oder überrolltes Leitbild? Eine Fussnote zur Technikgeschichte des Automobils *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1998 / 5.*
6. Tobias Wildi, "Wenn heute Bestellungen fehlen, so liegt der Grund nicht in Mängeln an den Produkten". Organisation und Innovation bei BBC Brown Boveri AG 1970-1987. Lizentiatsarbeit Universität Zürich. Eingereicht bei Prof. Dr. Hansjörg Siegenthaler, 1998. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1998 / 6.*
7. David Gugerli, Do accidents have mere accidental impacts on the socio-technical development? Presentation at the Forum Engelberg, March 1999. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1999 / 7.*
8. Daniel Speich, Die Finanzierung ausserordentlicher Arbeiten am Linthwerk. Historischer Bericht im Auftrag der Linthkommission. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1999 / 8.*
9. Angelus Eisinger, Die Stadt, der Architekt und der Städtebau. Einige Überlegungen zum Einfluss der Architekten und Architektinnen auf die Stadtentwicklung in der Schweiz in den letzten 50 Jahren, Referat BSA Basel 24.06.1999. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1999 / 9.*
10. Regula Burri, MRI in der Schweiz. Soziotechnische, institutionelle und medizinische Aspekte der Technikdiffusion eines bildgebenden Verfahrens. Studie im Rahmen des Projekts "Digitalizing the human body. Cultural and institutional contexts of computer based image processing in medical practice. The case of MRI in Switzerland". *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 2000 / 10.*
11. Daniel Kauz, Wilde und Pfahlbauer. Facetten einer Analogisierung. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 2000 / 11.*

Sämtliche Preprints sind als PDF-Dokumente auf <http://www.tg.ethz.ch> zugänglich.
Das Copyright liegt bei den Autorinnen und Autoren.