

Aus der Radiologischen Universitätsklinik (Department) Tübingen  
Abteilung Diagnostische und Interventionelle Radiologie  
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. C. D. Claussen

Differenzierung solitärer Lungenrundherde mit der  
dynamischen kontrastmittelangehobenen  
Magnetresonanztomographie

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der Medizinischen Fakultät der  
Eberhard-Karls-Universität  
zu Tübingen

vorgelegt von  
Joachim Vollmar  
aus  
Reutlingen

2009

Dekan:	Professor Dr. I. B. Autenrieth
1. Berichterstatter:	Professor Dr. C. D. Claussen
2. Berichterstatter:	Professor Dr. H. Aebert



## **Inhaltsverzeichnis:**

<b>1. Einleitung .....</b>	<b>6</b>
1.1 Bildgebung der Lunge .....	6
1.2 Lungentumore .....	8
1.2.1 Benigne Lungentumore und entzündliche Veränderungen .....	8
1.2.2 Maligne Lungentumore .....	8
1.2.2.1 Primäre Lungentumore .....	8
1.2.2.2 Metastasen anderer Tumore .....	9
1.2.3 Stadieneinteilung .....	9
1.3 Fragestellung .....	10
<b>2. Material und Methodik .....</b>	<b>10</b>
2.1 Methodik .....	10
2.1.1 Ethische Belange .....	10
2.1.2 Patienten .....	10
2.1.3 Diagnosesicherung .....	11
2.1.4 Untersuchungsmethodik .....	11
2.1.4.1 CT-Methodik .....	11
2.1.4.2 MRT-Methodik .....	12
2.1.4.2.1 Patienten- / Spulenlagerung .....	12
2.1.4.2.2 Sequenzabfolge .....	12
2.2 Statistik .....	13
2.2.2 Grundsätzliche Erwägungen .....	13
2.2.3 Auswertung und statistische Analyse .....	14
2.2.3.1 Kinetische Auswertung .....	14
2.2.3.1.1 Kinetische Parameter .....	14
2.2.3.1.2 Definition von Zeit-/Intensitäts Kurventypen .....	15
2.2.3.2 Morphologische Parameter .....	16
2.2.4 Statistische Analyse .....	16
<b>3. Ergebnisse .....</b>	<b>18</b>
3.1 Ergebnisse der histopathologischen Untersuchung .....	18

3.2 Ergebnisse der Kontrastmitteldynamik .....	18
3.2.1 Mittelwerte der kinetischen Parameter: benigne vs. maligne Läsionen .....	18
3.2.2 Definition von Schwellwerten .....	19
3.2.3 Zeit-Intensitätskurven / Distribution d. Läsionen zu den Kurventypen A-D ..	19
3.3 Ergebnisse der morphologischen Auswertung .....	20
3.4 Kombination der morphologischen und kinetischen Parameter .....	21
<b>4. Diskussion .....</b>	<b>21</b>
4.1 Allgemeine Diskussion .....	21
4.2 Studienlimitationen .....	27
<b>5. Zusammenfassung .....</b>	<b>28</b>
<b>6. Abbildungen und Tabellen .....</b>	<b>29</b>
<b>7. Literatur .....</b>	<b>41</b>
<b>8. Anhang / Lebenslauf .....</b>	<b>44</b>
8.1 Patienteninformation / Einverständniserklärung .....	44
8.2 Wertetabellen .....	46
8.3 Lebenslauf .....	74

## 1. Einleitung:

### 1.1 Bildgebung der Lunge

Aufgrund der hohen Inzidenz maligner Lungenerkrankungen, bei Männern die häufigste Krebserkrankung, bei Frauen die fünfthäufigste mit ansteigender Tendenz, sind die frühzeitige Erkennung von Lungenrundherden und deren Klassifikation wesentliche Aufgaben der bildgebenden Lungendiagnostik. In einer low-risk Population sind ca 5 % der solitären Rundherde maligne [4]. Mit Zunahme der Risikofaktoren steigt die Prävalenz für einen malignen solitären Herd auf 50% [22].

Die Übersichtsaufnahme des Thorax kommt weiterhin meist als erstes diagnostisches Verfahren zum Einsatz, trotz der niedrigen Sensitivität von nur 65% [41]. Als Goldstandard hinsichtlich des Nachweises von pulmonalen Rundherden gilt dagegen die häufig verfügbare Spiral-Computertomographie [3, 5, 19, 31, 35].

Das Dilemma der Diagnostik besteht darin, daß trotz Lungenbiopsie noch 30% benigne Läsionen reseziert werden [38], die Klassifikation in maligne versus benigne Läsionen stellt dabei insbesondere bei solitären Rundherden ein Problem dar, so daß eine Vielzahl der Befunde invasiv bioptisch oder durch Verlaufskontrollen geklärt werden müssen [18, 27].

Ob durch Einsatz eines zusätzlichen hochauflösenden Dünnschicht-CT (HRCT) oder die Untersuchung der Kontrastmittelkinetik ein Benefit hinsichtlich der Spezifität erzielt wird, ist umstritten [17, 33]. Eine Steigerung der Spezifität auf mehr als 56 % scheint durch die genannten Methoden nicht möglich [36]. Bessere Ergebnisse in der Differenzierung werden nur durch die sehr kostenintensive und schlecht verfügbare FDG-Positronenemissions-Tomographie (PET) erzielt [7, 34, 42].

Seit der Einführung der Magnetresonanztomographie (MRT) als neues bildgebendes Verfahren für die Radiologische Diagnostik im Jahre 1973 durch P. C. Lauterbur, konnte sich diese Methode auf vielen Gebieten als gleichwertige oder

überlegene Methode gegenüber anderen Schnittbildverfahren wie der Computertomographie (CT) oder der Sonographie etablieren. Dabei profitiert die MRT in erster Linie von ihrem im Vergleich zu anderen Methoden überlegenen Weichteilkontrast sowie der Möglichkeit der freien Schichtführung. Hierdurch können insbesondere bei der Diagnose von Tumoren genaue Informationen zur Lokalisation und Beziehung zu umgebenden Strukturen, zum Tumorstadium und zu möglichen Differentialdiagnosen gewonnen werden. Weitere Vorteile sind die im Vergleich zu röntgenbasierten Methoden fehlende Strahlenexposition und die fehlende Invasivität im Vergleich zu endoskopischen Methoden.

Während sich die MRT in der Diagnostik des Mediastinums und bei Thoraxwandprozessen etabliert hat [29, 30, 40], steht die Validierung im Bereich des Lungenparenchyms noch am Anfang. MRT-Untersuchungen an Lungenpräparaten ergaben zwar eine der CT vergleichbare Darstellung der anatomischen Strukturen [28], diese Ergebnisse sind aber nicht auf die in-vivo-Situation übertragbar. Wesentliche Probleme bei der MR-tomographischen Darstellung der Lunge waren bisher Bewegungsartefakte und die normalerweise sehr geringe Protonendichte der Lunge. Hierdurch bedingt lag die Sensitivität der MRT in früheren Studien bei pulmonalen Herden deutlich unter der von CT-Untersuchungen [11, 20, 21, 26].

Erst in jüngster Zeit konnte durch Anwendung moderner Spulentechniken und von neuen Sequenzen mit kurzer Aufnahmezeit eine akzeptable Sensitivität der MRT von ca. 90 % im Vergleich zum Goldstandard Computertomographie erreicht werden [23, 24].

Die Magnetresonanztomographie (MRT) besitzt jedoch wesentlich mehr Möglichkeiten zur Gewebecharakterisierung als die CT, was auf ein höheres Potential bei der über rein morphologische Aspekte hinausgehenden Klassifizierung solitärer Rundherde schließen läßt. Weiterhin weist die MRT eine höhere Sensitivität für intravenös verabreichte Kontrastmittel auf als die CT, was Aufschluß über die Stoffwechselaktivität der untersuchten Läsion gibt. Über diese Möglichkeiten der weiteren Charakterisierung von Lungenrundherden mit der MRT liegen bisher in der Literatur keine ausreichenden Daten vor, sie sind jedoch von hoher klinischer Relevanz: Die bisherige Unsicherheit der röntgenbasierten Methoden bei der

Klassifizierung solitärer Lungenrundherde, die zu einer Vielzahl falschpositiver Befunde, nachfolgenden Biopsien und Kontrolluntersuchungen führte, könnte überwunden werden.

## 1.2 Lungentumore

### 1.2.1 Benigne Lungentumore und entzündliche Veränderungen

Eine Vielzahl der bei Staginguntersuchungen gefundenen Lungenrundherde sind durch gutartige Veränderungen bedingt, hierbei oftmals entzündlicher oder postentzündlicher Natur wie Pneumonien, Granulome, Tuberkulome, sowie auch narbig-fibrotische Veränderungen. Hinzu kommen gutartige Neubildungen des Lungengewebes wie das Hamartom als häufigster gutartiger Lungentumor. Einem „Lungenrundherd“ in unserer Population lag in der histopathologischen Untersuchung auch ein intrapulmonal gelegener Lymphknoten zugrunde.

### 1.2.2 Maligne Lungentumore

#### 1.2.2.1 Primäre Lungentumore

Die histopathologische Einordnung erfolgt nach der 1999 revidierten 3. WHO-Klassifikation.

Unterschieden werden nach WHO hierbei 9 Hauptgruppen epithelialer Lungentumore:

- Plattenepithelkarzinome
- Kleinzellige Karzinome
- Adenokarzinome
- Großzellige Karzinome
- Adenosquamöse Karzinome
- Karzinome mit pleomorphen, sarkomatoiden oder sarkomatösen Elementen
- Karzinoidtumore
- Karzinome vom Speicheldrüsentyp
- Unklassifizierte Karzinome

Im klinischen Alltag hat sich oft die deutlich vereinfachte Einteilung in die – je nach Tumorstadium – als operabel / curativ behandelbar geltenden „nichtkleinzelligen“ bösartigen Lungentumore und die „kleinzelligen“ bösartigen Lungentumore mit schlechter Prognose durchgesetzt.

Die Angaben zur Häufigkeit der einzelnen Tumorentitäten variieren in Abhängigkeit der Selektion des Untersuchungsgutes bei der Auswertung von Biopsiepräparaten, Operations- und Sektionsgut. Nach neueren Angaben ergibt sich für Plattenepithelkarzinome eine in den letzten Jahren sinkende Häufigkeit von um 30%, für Adenokarzinome eine deutlich ansteigende Häufigkeit bis über 40% und für kleinzellige Karzinome von ca. 20%. Großzellige Karzinome und die übrigen nichtkleinzelligen Subtypen werden in etwa 10% der Fälle beobachtet.

#### 1.2.2.2 Metastasen anderer Tumore

Neben den primären, vom Lungengewebe selbst ausgehenden bösartigen Neubildungen ist die Lunge häufig Ort einer Metastasierung bei Malignomerkrankungen anderer Organsysteme, so z.B. colorektale Karzinome, Leber- und Pankreastumore, maligne Tumore der Nieren oder der ableitenden Harnwege, des inneren Genitale, der Knochen oder bösartige Hauterkrankungen wie das maligne Melanom.

#### 1.2.3 Stadieneinteilung

Die Klassifikation bösartiger primärer Lungentumore erfolgt einerseits nach der TNM-Formel der UICC, welche getrennt die Ausdehnung des Primärtumors (T), eine evtl. vorliegende lymphogene Metastasierung (N), sowie eine evtl. vorliegende Fernmetastasierung (M) erfaßt.

Andererseits kommt oft auch die Einteilung in die Tumorstadien Ia bis IIIb nach Mountain zur Anwendung. Hier erfolgt eine Einteilung des Tumorgeschehens in Abhängigkeit von Tumorgröße und Infiltration in benachbarte Strukturen sowie der lymphogenen Metastasierung. Fernmetastasen sind nicht berücksichtigt.

### 1.3 Fragestellung

Mit der vorliegenden Arbeit soll geklärt werden, ob mit der MRT unter Verwendung einer dynamischen Kontrastmittelkinetik eine Differenzierung zwischen benignen und malignen solitären Lungenrundherden möglich ist.

## 2. Material und Methodik

### 2.1 Methodik

#### 2.1.1 Ethische Belange

Die Durchführung der vorliegenden Studie erfolgte gemäß den Deklarationen von Helsinki und wurde vom lokalen Ethikkomitee begutachtet und bewilligt.

Alle Patienten wurden mittels eines standardisierten Aufklärungsbogen über Sinn und Nutzen der Studie sowie über Datenschutzbelange aufgeklärt (siehe Anhang).

#### 2.1.2 Patienten

Patienten für die vorliegende Studie wurden von zwei thoraxchirurgischen Abteilungen (Klinik Schillerhöhe, Gerlingen und Abteilung f. Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie des Universitätsklinikums Tübingen) nach folgenden Kriterien selektiert:

1. Vorliegen eines computertomographisch nachgewiesenen neuauftretenden solitären Lungenrundherdes mit einer Größe von 5 bis 40 mm, welcher weiter abklärungsbedürftig erschien. Die Läsionsgröße wurde hierbei als Mittelwert der in den transversalen CT-Schichten bei Ausspielung im Lungenfenster gemessenen Lang- und Kurzachsendiameter gemessen.
2. Fehlen von benignen Verkalkungen oder computertomographisch eindeutigem Fettsignal in der Läsion.
3. Keine Pneumonie oder Immuninkompetenz in der jüngsten Vorgeschichte.
4. Keine bekannten Kontrastmittelunverträglichkeiten sowie keine bekannten Kontraindikationen gegen die Durchführung einer Kernspintomographie.

58 Patienten erfüllten die Einschlusskriterien und erhielten eine dynamische, kontrastmittelverstärkte MRT Untersuchung nach schriftlicher Einverständniserklärung.

Zwei Patienten wurden von der anschließenden Analyse ausgeschlossen wegen technischer Mängel der MRT-Untersuchung (deutliche Bewegung des Patienten während der kontrastmittelverstärkten dynamischen Serie mit konsekutivem Herausbewegen des Rundherdes aus der gemessenen Schichtebene in einem Fall und fehlerhafte Positionierung der Schichtebene für die KM-Dynamik in einem weiteren Fall). Zwei weitere Patienten mussten von der Analyse ausgeschlossen werden, da zum Zeitpunkt der MRT bereits kein Rundherd mehr nachweisbar war – dies wurde in beiden Fällen durch eine computertomographische Kontrolle bestätigt. Bei drei Patienten konnte aufgrund Nichterscheinens zur Kontroll-CT die Verlaufsbeobachtung nicht ordnungsgemäß abgeschlossen werden.

51 Patienten (11 weiblich, 40 männlich) im Alter von 26 bis 77 Jahren (mittleres Alter: 61 Jahre) wurden in die Analyse eingeschlossen.

### 2.1.3 Diagnosesicherung

Die Diagnosesicherung erfolgte in 46 Fällen histopathologisch, hierbei in 38 Fällen nach Resektion des Rundherdes und in 8 Fällen nach Entnahme einer Gewebeprobe mittels transthorakaler, bzw. transbronchialer Biopsie. Bei fünf Patienten erfolgte eine computertomographische Verlaufskontrolle und aufgrund einer Größenkonstanz über 2 Jahre die Klassifizierung als Granulome.

### 2.1.4 Untersuchungsmethodik

#### 2.1.4.1 CT-Methodik

Die Parameter der vorliegenden CT-Untersuchungen waren heterogen, da die Untersuchungen im Rahmen klinischer Routinefragestellungen in unterschiedlichen Krankenhäusern oder Praxen durchgeführt worden waren. Bis auf einen Fall lag bei allen Patienten eine Spiral-CT vor, die Schichtdicke variierte hierbei zwischen 7 und 10 mm. Bei einem Patienten lag eine konventionelle inkrementelle CT-Untersuchung mit einer Schichtdicke von 10 mm vor.

## 2.1.4.2 MRT-Methodik

### 2.1.4.2.1 Patienten- / Spulenlagerung

Die MRT-Untersuchung erfolgte an einem 1,0 Tesla System (Magnetom Expert, Siemens, Erlangen) unter Verwendung einer phased-array Sende-/Empfangsspule. Hierbei wurden die Patienten zunächst in einer für sie bequemen Rückenlage auf dem Untersuchungstisch gelagert. Die phased-array Spule wurde dann so auf den Thorax gelagert, daß der Spulenoberrand knapp unterhalb der Schultern lag und mit Gurten befestigt. Das Lichtvisier wurde auf Spulenmitte eingestellt und der Patiententisch in die Untersuchungsposition gefahren.

### 2.4.1.2.2 Sequenzabfolge

- Zunächst wurde ein aus drei coronaren Schichten bestehender, sog. „Localizer“ gemessen. Hierbei handelt es sich um eine schnelle Gradientenechosequenz, welche lediglich zur groben Darstellung der Anatomie für die Positionierung der anschließenden Meßsequenzen gedacht ist.

- Zur Detektion des zu untersuchenden Rundherdes wurde dann der gesamte Thorax von der Spitze bis zur Basis mit einer transversal angulierten Protonendichte-gewichteten, atemangehaltenen und EKG-getriggerten 2D Gradientenecho-Sequenz untersucht. Die hierbei verwendeten Parameter waren: TR = 800 ms, TE = 6 ms, Flipwinkel = 20°, FOV= 375 mm<sup>2</sup>, Schichtdicke = 6 mm, Schichtlücke = 2mm, Voxelgröße = 1,3 x 1,3 x 6 mm. Pro Atemstopp wurden 5 Schichten in einer Meßzeit von 16 Sekunden gemessen. Um den gesamten Thorax zu erfassen, wurden - abhängig von der Größe des Thorax des jeweiligen Patienten – 4 bis 5 Schichtblöcke benötigt. Die Messungen erfolgten jeweils in Inspirationslage mit manuellem Start nach einem Atemkommando („einatmen – ausatmen – einatmen – Luft anhalten ----- weiteratmen“)

- Nach der Detektion der zu untersuchenden Läsion erfolgte die dynamische Messung auf einer sagittalen Schicht mit Erfassung eines Bildes alle 10 Sekunden über einen Gesamtzeitraum von 4 Minuten. Hierfür kam eine T1-gewichtete schnelle 2D Gradientenechosequenz zum Einsatz. Die verwendeten Parameter dieser Sequenz waren: TR = 20 ms, TE = 4 ms, Flipwinkel = 70°, FOV = 400 mm<sup>2</sup>, Schichtdicke 8 mm, Voxelgröße = 1,4 x 1,4 x 8 mm. Die Meßschicht für die dynamische Serie

wurde hierbei in sagittaler Angulation auf den maximalen Durchmesser der Läsion auf der transversalen Detektionssequenz positioniert. Für jeden der insgesamt 24 dynamischen Meßpunkte war ein kurzer Atemstopp in Inspiration von 4 Sekunden Dauer erforderlich.

Obwohl der Atemstopp in Expirationslage als besser reproduzierbar gilt, erfolgten auch die dynamischen Messungen in Inspirationsstellung, da hier eine bessere Abgrenzung des signalintensiven Rundherdes gegenüber dem bei Inspiration fast signalfreien belüfteten Lungenparenchym postuliert wurde, dies gilt insbesondere auch für kleine Läsionen und die Abgrenzung dieser gegenüber Kontrastmittelaufnehmenden Gefäßen.

Im Gegensatz zur transversalen Schichtführung können sagittale Schichten die Läsion auch bei leicht variierenden Inspirationslagen in allen einzelnen Atemstopps erfassen, da die Positionsänderungen von Lungenherden während der Atemexkursionen in der latero-medialen Richtung geringer ist als in der cranio-caudalen.

Für die dynamische Kontrastmittelmessung erfolgte die Bolusinjektion eines paramagnetischen, Gadolinium-DTPA-haltigen Kontrastmittels (Magnevist, Schering) in Standard-Dosierung (0,1 mmol pro Kilogramm Körpergewicht), gefolgt von 20 ml 0,9 prozentiger isotoner Kochsalzlösung durch einen in einer cubitalen Vene gelegten, 21 Gauge messenden, peripheren Venenkatheter (PVK). Der Start der Kontrastmittelinjektion erfolgte zu Beginn der zweiten dynamischen Messung.

Die gesamte MRT Untersuchung dauerte 25 Minuten, inklusive Setzen des PVK. Unerwünschte Ereignisse wie Kontrastmittelreaktionen, etc. traten nicht auf.

## 2.2 Statistik

### 2.2.1 Grundsätzliche Erwägungen

Ergebnisse vorangegangener Studien legen eine schiefe Verteilung der First-Pass Anstiegsgeschwindigkeiten nahe, da der Median weit von der Mitte des Wertebereichs entfernt liegt. Daher wurde eine lognormale Verteilung angenommen und Logarithmen zur Planung verwendet. Die Mediane lagen mehr als zwei logarithmische Einheiten auseinander, die Spanne lag für 20 Beobachtungen bei 4,4 und für 8 Beobachtungen bei 2,7. Diese Spannen müssen durch 2,6 und 1,5 dividiert wer-

den, um die Standardabweichung (SD) zu erhalten [8], welche ca. 1,7 betrug. Ein t-Test für Logarithmen mit einem Signifikanzlevel von 0,1 und mit einer Power von 0,9 benötigt dann 49 Beobachtungen mit gleichgroßen Gruppen, so daß in unserer nahezu balancierten Population 51 Beobachtungen ausreichend erscheinen.

## 2.2.3 Auswertung und statistische Analyse

### 2.2.3.1 Kinetische Auswertung

Die Auswertung erfolgte an der Bedienkonsole des MRT-Systems. Es wurden die mittleren Signalintensitäten der einzelnen Läsionen in allen Zeitpunkten der dynamischen Serie gemessen. Hierzu wurde für alle 24 Zeitpunkte freihändig eine die gesamte sichtbare Fläche der Läsion einschließende Messregion gezeichnet. Sichtbare Pulmonalgefäße in unmittelbarer Nachbarschaft der Läsion wurden hierbei von der Messregion ausgeschlossen, die Messregion wurde auf den einzelnen dynamischen Zeitpunkten der durch gering unterschiedliche Inspirationstiefen bedingten Bewegung der Läsion angepasst. Zusätzlich kam eine im selben Lungenlappen wie die Läsion gelegene, diese jedoch nicht einschließende zweite zirkuläre Messregion mit 30 mm Größe zur Beurteilung der Kontrastmittelaufnahme des Lungenparenchyms und der Pulmonalgefäße zum Einsatz. Alle Messungen erfolgten ohne Kenntnis der histologischen Diagnose.

Der prozentuale Signalintensitätsanstieg (SI%) der Herde wurde für jeden Zeitpunkt mit Hilfe der folgenden Formel bestimmt:

$SI\%_t = [(SI_t - SI_{t_0}) / SI_{t_0}] * 100\%$ , wobei  $t_0$  als der Zeitpunkt vor dem ersten Sichtbarwerden des Kontrastmittel in der Pulmonalarterie festgelegt wurde. Es wurden Zeit-Intensitätskurven für jede Läsion erstellt.

#### 2.2.3.1.1 Kinetische Parameter

Hieraus wurden folgende Parameter abgelesen:

- Frühes Maximum: Das frühe Maximum (Fmax) wurde als der höchste SI%-Wert in den ersten 30 Sekunden nach  $t_0$  bestimmt.
- Maximales Enhancement: das maximale Enhancement (Emax) wurde als der höchste, im Beobachtungszeitraum nach  $t_0$  gemessene SI%-Wert bestimmt.

- Frühe Anstiegssteilheit: Die frühe Anstiegssteilheit (Slope) wurde als mittlere Anstiegsgeschwindigkeit von SI% pro Sekunde von  $t_0$  bis zur Zeit des frühen Maximum gemäß folgender Formel bestimmt:  

$$\text{Slope} = \sum (SI\%_{t_t} - SI\%_{t_{t-1}}) / (t_{ep} - t_0)$$
- Washout: Die Auswaschphase (wash-out) wurde als die Zeitspanne bis 60 Sekunden nach dem frühen Maximum festgelegt, der wash-out wurde nach folgender Formel berechnet:  

$$\text{Wash-out} = \sum (SI\%_{t_t} - SI\%_{t_{t-1}}) / (t_{ep+60s} - t_{ep})$$
- Mittleres Enhancement: Das mittlere Enhancement (EMittel) wurde als Mittelwert aller SI%-Werte im Beobachtungszeitraum ab  $t_0$  gemessen.

#### 2.2.3.1.2 Definition von Zeit-/Intensitäts Kurventypen

Unter Verwendung von retrospektiv festgelegten Schwellwerten wurden unterschiedliche Zeit-/Intensitäts Kurventypen definiert:

- Kurventyp A: Als Kurventyp A wurde ein starker prozentualer Signalintensitätsanstieg innerhalb der ersten 30 Sekunden mit anschließendem Signalintensitätsabfall definiert. Der Slope mußte hierfür größer als 1,5 SI%/s sein und der Washout kleiner als -0,1 SI%/s.
- Kurventyp B: Als Kurventyp B wurde ein starker prozentualer Signalintensitätsanstieg innerhalb der ersten 30 Sekunden ohne anschließenden Signalintensitätsabfall definiert (Slope größer als 1,5 SI%/s und Washout größer oder gleich -0,1 SI%/s).
- Kurventyp C: Als Kurventyp C wurde ein mäßiger oder niedriger prozentualer Signalintensitätsanstieg über die Beobachtungszeit definiert (Slope kleiner als oder gleich 1,5 SI%/s).
- Kurventyp D: Als Kurventyp D wurden Läsionen definiert, die keinen nennenswerten Signalintensitätsanstieg über die Zeit zeigten (EMittel < 10%).

**Abbildung 1** stellt die unterschiedlichen Kurventypen graphisch dar.

### 2.2.3.2 Morphologische Parameter

Zwei in der Thoraxradiologie erfahrene Radiologen (J.V., 5 Jahre Erfahrung und J.F.S, 10 Jahre Erfahrung) führten eine retrospektive morphologische Analyse der Kontrastmittelaufnahme für die einzelnen Läsionen im Konsensusverfahren durch. Die Auswerter hatten hierbei keine Kenntnis des histopathologischen Untersuchungsergebnisses. Für diese Auswertung wurden die Bilder der Kontrastmitteldynamik als aufeinanderfolgende Bildsequenz („Cine-Modus“) abgespielt. Der Wiedererkennungsbias für J.V. wurde dadurch minimiert, daß zwischen der kinetischen Auswertung und dieser morphologischen Auswertung eine Zeitspanne von 6 Monaten lag.

Es konnten 5 unterschiedliche morphologische Kontrastmittelaufnahme-Muster gefunden werden:

- (1) Kein Enhancement: Keine erkennbare Signalintensitätssteigerung als Folge einer fehlenden Kontrastmittelaufnahme in der Läsion.
- (2) Homogenes Enhancement: Es wurde eine homogene Signalintensitätssteigerung im gesamten Rundherd beobachtet, was auf eine gleichmäßige Kontrastmittelverteilung in der Läsion deutet.
- (3) Heterogenes Enhancement: Ungleichmäßige Kontrastmittelaufnahme mit stellenweise geringerer oder fehlender Signalintensitätssteigerung.
- (4) Noduläres Enhancement: Ungleichmäßige Kontrastmittelaufnahme in der Läsion mit kleinen nodulär vermehrt aufnehmenden Teilbereichen („hot spots“).
- (5) Peripheres / Ringenhancement: Eine homogene, jedoch lediglich in einem dünnen, kapselartigen Randsaum einer runden oder ovalären Läsion vorhandene KM-Aufnahme.

**Abbildung 2 a-c** veranschaulicht die Unterschiede zwischen den inhomogen Kontrastmittel aufnehmenden Typen 3 bis 5.

### 2.2.4 Statistische Analyse

Nach Sicherung der Läsionen durch histologische Untersuchungen oder Verlaufskontrollen und Einteilung in benigne oder maligne wurden der Median und die Interquartil-Bereiche für die Parameter der Zeit-Intensitäts-Kurven und für die Läsion

onsgrößen berechnet.

Aufgrund ihrer nicht-Gauss'schen Werteverteilung erfolgte der Vergleich der Parameterbereiche beider Gruppen (benigne vs. maligne) mittels des Kruskal-Wallis Tests. Hierbei wurde ein p-Wert von niedriger als 0,1 zur Anzeige statistisch signifikanter Unterschiede angewendet. Der Spearman-Rang Korrelationskoeffizient wurde verwendet, um die Beziehung zwischen den prozentualen Signalanstiegswerten der dynamischen Kontrastmittelserie und den Läsionsgrößen für beide Gruppen, benigne und maligne, zu untersuchen.

ROC (Receiver operating characteristic) Analysen wurden durchgeführt, um die Brauchbarkeit von Emax, Slope und Washout zur Unterscheidung zwischen benignen und malignen Herden zu untersuchen. Die Fläche unter der Kurve (AUC) und 95% Konfidenzintervalle wurden berechnet.

Sensitivität, Spezifität und Genauigkeit sowie positive und negative prädiktive Vorhersagewerte wurden für unterschiedliche Schwellwerte bestimmt. Für Emax und Slope wurde hierbei die Sensitivität als der Prozentsatz der Patienten mit malignen Läsionen bestimmt, die Werte größer als der jeweilige Schwellwert aufwiesen, die Spezifität bezeichnete den Prozentsatz der Patienten mit benignen Herden, deren Werte unterhalb des jeweiligen Schwellwertes lagen. Für den Washout erfolgte die Berechnung genau umgekehrt, mit niedrigen / negativen Werten als Hinweis auf Malignität. Für die Sensitivität wurden 95% Konfidenzintervalle berechnet. Mögliche Schwellwerte der ermittelten Parameter der Kontrastmitteldynamik wurden auf ihr Potential zur Trennung zwischen benignen und malignen Herden untersucht.

Um mögliche Beziehungen zwischen Parametern der Zeit-Intensitätskurven und den morphologischen Enhancementkriterien innerhalb der Kurventypen A – D zu überprüfen, kam der generalized Fisher exact Test zum Einsatz.

Der Tukey-Kramer honestly significant difference Test wurde angewendet, um die mittleren Läsionsgrößen für die unterschiedlichen Aufnahmemuster zu vergleichen.

Es wurden unterschiedliche Kombinationen der Einteilung in die 4 Kurventypen und die 5 Gruppen mit unterschiedlichem Kontrastmittelaufnahme-Muster überprüft. Ein Vorschlag zur Regelung der Differentialdiagnose anhand eines Flußdiagramms durch primäre Anwendung der Einteilung in Kurventypen und in zweiter Linie Einteilung in Enhancement-Muster findet sich in **Tabelle 6**.

### 3. Ergebnisse:

#### 3.1 Ergebnisse der histopathologischen Untersuchung

27 der 51 Rundherde lagen bösartige Erkrankungen zugrunde, in 24 Fällen fanden sich gutartige Veränderungen.

22 der 27 Patienten mit malignen Erkrankungen wiesen primäre Bronchialkarzinome auf, hierbei fanden sich in der Mehrzahl Adenokarzinome, gefolgt von Plattenepithelkarzinomen, kleinzelligen Karzinomen und zwei Karzinoiden. Bei 5 Patienten wurde eine solitäre Lungenmetastase einer bösartigen Erkrankung eines anderen Organsystems gefunden.

19 der 24 gutartigen Veränderungen wurden aufgrund einer histopathologischen Gewebeuntersuchung diagnostiziert. In 12 Fällen wurden hierbei Hamartome nach chirurgischer Resektion gefunden. Unspezifisch-entzündliche Veränderungen fanden sich in 5 Fällen. Zusätzlich wurden ein inaktives Tuberkulom und ein intrapulmonaler Lymphknoten entfernt.

Die verbleibenden 5 Rundherde wurden aufgrund ihrer Größenkonstanz in der computertomographischen Verlaufskontrolle über 2 Jahre als Granulome gewertet.

Die Läsionsgrößen bewegten sich zwischen 6 mm und 40 mm (Median: 17 mm), 11 der Rundherde waren nicht größer als 10 mm. Es wurde kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Läsionsgröße zwischen benignen und malignen Rundherden gefunden ( $p = 0,07$ ).

**Tabelle 1** zeigt einen Überblick über die einzelnen Läsionen.

#### 3.2 Ergebnisse der Kontrastmitteldynamik

##### 3.2.1 Mittelwerte der kinetischen Parameter: benigne vs. maligne Läsionen

Die Mediane von frühem Maximum, maximalem Enhancement, Slope und mittlerem Enhancement waren für die Gruppe mit malignen Läsionen signifikant höher als in der Gruppe mit benignen Veränderungen ( $p < 0,001$ ). Der Median des Washout war für bösartige Läsionen signifikant geringer als in der Gruppe mit gutartigen Rundherden ( $p < 0,008$ ). Hierbei wurde ein Signalabfall nach dem frühen Maximum bei 14 von 27 malignen Läsionen gefunden (52%).

Die Korrelation zwischen Kontrastmittelaufnahme (Ermittel) und Rundherdgröße war gering (Korrelationskoeffizient  $r = 0,0009$  für maligne Läsionen und  $r = 0,297$  für benigne Läsionen).

**Tabelle 2** faßt die Ergebnisse der ausgewerteten Parameter der Zeit-Intensitätskurven der Kontrastmitteldynamik, jeweils getrennt nach benignen und malignen Läsionen, zusammen.

### 3.2.2 Definition von Schwellwerten

Um bösartige von gutartigen Rundherden zu trennen, wurden Schwellwerte von 85 SI% für das maximale Enhancement, 0,15 SI% / s für den Slope und  $-0,1$  SI% / s für den Washout anhand der Plots für Sensitivität und Spezifität für die einzelnen Parameter festgelegt.

**Abbildung 3 a-c:** Sensitivitäts-/Spezifitätsplots.

Unter Verwendung dieser Schwellwerte ergaben sich die in Tabelle 3 aufgelisteten diagnostischen Wertigkeiten der Parameter maximales Enhancement, Slope und Washout zur Trennung benigner von malignen Läsionen.

Der insgesamt genaueste Parameter zur Trennung der Gruppen benigne vs. maligne war somit das maximale Enhancement. Slope und maximales Enhancement erwiesen sich beide als Parameter mit hoher Sensitivität und hohem positiven prädiktivem Wert, wohingegen das Washout der Parameter mit der höchsten Spezifität und folglich hohem negativen prädiktivem Wert war.

Die Fläche unter der Kurve (AUC) der ROC-Kurven beträgt für das maximale Enhancement 0,93 (95% Konfidenzintervall: 0,85 – 1,0), für den Slope 0,92 (95% Konfidenzintervall: 0,84 – 0,99) und für das Washout 0,72 (95% Konfidenzintervall: 0,57 – 0,87).

**Abbildung 4:** ROC-Kurven für maximales Enhancement, Slope und Washout.

### 3.2.3 Zeit-Intensitätskurven / Distribution der Läsionen zu den Kurventypen A-D

Die Mediane aller bösartigen Läsionen für jeden Zeitpunkt in eine Zeit-Intensitätskurve aufgetragen, zeigten eine Kurvenform, die sich von der Zeit-Intensitätskurve aller gutartigen Rundherde unterschied:

In dem erstellten Kurvenprofil für bösartige Läsionen fand sich ein schneller Signalintensitätsanstieg, gefolgt von einem leichten Signalintensitätsabfall. Das Kurvenprofil aller benignen Läsionen zeigte einen moderaten initialen Anstieg, gefolgt von einem schwachen weiteren Anstieg.

**Abbildung 5:** Mittelwertskurven maligne versus benigne Rundherde.

Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Distribution maligner Läsionen zu den Kurventypen A-D im Vergleich zu benignen Läsionen ( $p < 0,001$ ).

So wurde der Kurventyp A (schneller initialer Anstieg, gefolgt von einem offensichtlichen Signalintensitätsabfall) nur bei malignen Rundherden gefunden. Die Mehrzahl der Adenokarzinome (7 von 10) und die beiden Karzinoide zeigten diesen Kurventyp.

Für Kurventyp B (schneller initialer Anstieg, gefolgt von einem schwachen weiteren Anstieg oder einer Plateauphase) fand sich die größte Überlappung zwischen malignen und benignen Rundherden. Diesem Kurvenprofil ließen sich hierbei sowohl maligne und benigne Neoplasien als auch entzündliche Veränderungen zuordnen.

Kurventyp C (gleichmäßiger Signalintensitätsanstieg) fand sich bei über der Hälfte der benignen Rundherde (13 von 24) und nur einer malignen Läsion, einem Plattenepithelkarzinom mit zentraler Nekrose.

Kurventyp D (kein erkennbarer Signalintensitätsanstieg mit einem mittlerem Enhancement von unter 10% über den erfaßten Zeitabschnitt) war ausschließlich bei 5 benignen Rundherden erkennbar.

**Tabelle 4:** Distribution der Diagnosen zu den Kurventypen A-D.

### 3.3 Ergebnisse der morphologischen Auswertung

Es konnte eine statistisch signifikant unterschiedliche Verteilung maligner Läsionen zu den 5 definierten morphologischen Anreicherungsmustern im Vergleich zu benignen Rundherden gefunden werden ( $p < 0,001$ , zweiseitiger Fischer exact test).

Kein sichtbares Enhancement und Ringenhancement wurden ausschließlich bei gutartigen Rundherden gefunden. Für homogenes und heterogenes Enhancement fand sich jeweils eine deutliche Überlappung zwischen der benignen und der malignen Gruppe. Das noduläre oder „hot-spot“ Enhancement dagegen fand sich

überwiegend bei malignen Läsionen.

**Tabelle 5 :** Distribution der Diagnose benigne vs. maligne zu den unterschiedlichen morphologischen Anreicherungsmustern.

### 3.4 Kombination der morphologischen und kinetischen Parameter

Unter Verwendung der Kurventypen als primäres Entscheidungskriterium im Flußdiagramm konnten mit den beiden Typen A (ausschließlich maligne Rundherde) und D (ausschließlich benigne Rundherde) 19 Läsionen korrekt klassifiziert werden. Für die verbleibenden 32 Läsionen mit den Kurventypen B und C wurde das morphologische Anreicherungsmuster als zweites Entscheidungskriterium in das Flußdiagramm zur Diagnosefindung eingefügt. Hierbei wurde ein noduläres „hot-spot“-Enhancement als deutliches Zeichen für Malignität gewertet und ein „Ring“-Enhancement als Hinweis auf eine benigne Veränderung, womit eine korrekte Einordnung für weitere 27 Läsionen erreicht wurde.

**Abbildung 6:** Flußdiagramm zur Differenzierung der Läsionen anhand einer Kombination der kinetischen und morphologischen Parameter.

So konnten unter Kombination der Ergebnisse der kinetischen Auswertung und der Ergebnisse der morphologischen Auswertung insgesamt 46 der 51 (90%) Rundherde korrekt hinsichtlich der klinisch entscheidenden Trennung zwischen benignen oder malignen Läsionen diagnostiziert werden.

**Tabelle 6:** Vierfeldertafel, Sensitivität, Spezifität und Genauigkeit.

## 4. Diskussion

### 4.1 Allgemeine Diskussion

Diese Studie zeigt, daß die Differenzierung solitärer Lungenrundherde in benigne oder maligne Läsionen mit der dynamischen kontrastmittelverstärkten Magnetresonanztomographie möglich ist. Es konnten für alle erfaßten dynamischen und morphologischen Parameter statistisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen maligne und benigne gefunden werden.

Schnelles und starkes Kontrastmittelenhancement ist mit hoher Gefäßdichte in Tumoren und interstitieller Kontrastmittelakkumulation aufgrund einer erhöhten Gefäßpermeabilität von Tumorgefäßen assoziiert [14]. Diese Eigenschaften finden sich gehäuft bei malignen Tumoren [2, 12, 6, 32, 15, 13, 25]. Basierend auf diesen Erkenntnissen sollte das Enhancement auch bei bösartigen solitären Lungenrundherden einen raschen initialen Anstieg und ein insgesamt stärkeres Enhancement als bei gutartigen Veränderungen zeigen. In einer anderen Studie [37] konnte allerdings bei 16% von 500 untersuchten bösartigen Lungentumoren im Stadium I weder eine Parenchymdestruktion noch eine tumor-assoziierte Neovaskularisation gefunden werden. Außerdem wurde gezeigt, daß entzündliche Veränderungen einen erhöhten Blutfluß, ähnlich dem in malignen Läsionen verursachen [40, 16, 45]. Hinzu kommt, daß das theoretische Modell des Enhancements von Lungentumoren aufgrund des zweifach vorhandenen Blutkreislaufs in der Lunge komplex ist. Es konnte gezeigt werden, daß Lungenmetastasen über eine gemischte Blutversorgung verfügen, welche in Abhängigkeit von ihrer genauen Lokalisation variabel ist [12]. Daher sind weitergehende Informationen zur Gewebsdurchblutung notwendig, um Parameter finden zu können, welche die Differenzierung zwischen benignen und malignen Lungenrundherden erlauben und gleichzeitig eine hohe Spezifität ermöglichen.

In der vorliegenden Studie konnten wir ein interessantes Verhalten bei den Zeit-Intensitätskurven maligner Lungenrundherde beobachten: Bei 14 der 27 malignen Läsionen (52%) fand sich ein deutlicher Signalintensitätsabfall ( $> 0,1 \text{ SI\% / s}$ ) nach einem starken, schnellen initialem Anstieg. Ein solches als „Washout“ des Kontrastmittels bezeichnetes Phänomen wurde bereits bei einer Reihe anderer hypervaskularisierter Tumortypen gesehen [21, 38, 43]. Die quantitative Auswertung des Washout-Phänomen unter Verwendung eines Schwellwertes von  $-0,1 \text{ SI\% / s}$  für den Signalintensitätsabfall nach dem frühen Maximum ergab eine Spezifität von 100%, da keine benigne Läsion diesen Wert erreichte. Unsere Studienpopulation umfaßte allerdings keine Patienten mit akuten pulmonalen Infektionen, welche eventuell ein Washout-Phänomen gezeigt haben könnten.

Meines Wissens wurden bisher keine quantitativen Daten bezüglich des Washout

bei Lungenrundherden in der magnetresonanztomographischen Bildgebung publiziert. In zwei früheren Studien zur dynamischen kontrastmittelverstärkten MRT bei Lungenrundherden wurde ein Washout bei einem Karzinoid und bei entzündlichen Läsionen vermutet.

Die vorliegende Arbeit präsentiert hier meines Erachtens somit ein neues Ergebnis zum Washout bei Lungenrundherden und liefert damit einen neuen Indikator zur Differenzierung zwischen benignen und malignen Läsionen mit hoher Spezifität.

Dynamische CT-Untersuchungen können mit den üblichen Protokollen den Washout aufgrund der limitierten zeitlichen Auflösung nicht adäquat erfassen. Auch durch kürzere Scan-Intervalle, z.B. von 2 Sekunden, wie sie von Zhang / Kono [40] und Tateshi et al. [11] verwendet wurden, konnte das Washout-Phänomen in der CT nicht gesehen werden. Ein wahrscheinlicher Grund hierfür ist die Tatsache, daß in den CT-basierten Untersuchungen die zur Messung der Dichtewerte verwendete ROI jeweils nur 70% der Läsion einschloß, um Partialvolumeneffekte zu vermeiden. Auf den MR-Bildern wie sie in dieser Arbeit vorliegen, kann der komplette Rundherd gemessen werden, was die Detektion eines Washout in der Läsionsperipherie ermöglicht.

In der hier vorgestellten Studie betrug die Sensitivität der dynamischen kontrastmittelverstärkten MRT 96% unter Verwendung von Schwellwerten für maximales Enhancement und Anstiegsgeschwindigkeit. Dieses Resultat paßt zu den Ergebnissen früherer kontrastmittelverstärkter CT- und MRT-basierter Studien [42, 29, 28, 16, 45]. Der einzige falsch-negative Befund war hierbei ein Plattenepithelkarzinom, welches einen langsamen Signalintensitätsanstieg und ein insgesamt geringes maximales Enhancement aufwies. Ein zu schwacher Kontrastmittelbolus konnte in diesem Fall ebenso wie eine reduzierte kardiale Förderfunktion durch Messung des Enhancements des Lungenparenchyms ausgeschlossen werden. Die Spezifität lag bei 88% für das maximale Enhancement und bei 75% für die Anstiegsgeschwindigkeit. Diese im Vergleich zu CT-basierten Studien höhere Spezifität bestätigt dabei die Resultate von früheren MRT-basierten Untersuchungen [45]. Im Gegensatz zu diesen früheren dynamischen MRT-Untersuchungen wies in dieser Arbeit allerdings das maximale Enhancement eine höhere Spezifität auf als die Anstiegsgeschwin-

digkeit. Für diese Diskrepanz kommen zwei Hauptgründe in Frage: Zunächst ermöglichte die längere Beobachtungszeit mit einer kontinuierlichen Bildgebung über 4 Minuten die Erfassung eines weiteren Signalintensitätsanstiegs nach dem frühem Maximum. Zum zweiten wird durch den Ausschluß von Patienten mit akuten Infekten die Überlappung zwischen benignen und malignen Läsionen für das maximale Enhancement reduziert, während in den vorangegangenen Studien mit die höchsten Anstiegsgeschwindigkeiten für aktive Entzündungen gefunden wurden [16, 45] – wir fanden eine ähnliche Überlappung auch für eher chronische Entzündungen. Meines Wissens existieren keine quantitativen Daten bezüglich der Korrelation zwischen dem Grad der Entzündung und der Anstiegsgeschwindigkeit in der dynamischen Kontrastmittelmessung. Dennoch müssen der erhöhte Blutfluß und die vermehrte Kapillarpermeabilität bei entzündlichen Prozessen als Faktoren, welche die Anstiegsgeschwindigkeit beeinflussen könnten, berücksichtigt werden. In dieser Arbeit waren sowohl Symptome eines akuten pulmonalen Infektes als auch eine Immundefizienz Ausschlußkriterien, um eine bessere Genauigkeit bei der Differenzierung zwischen benignen und malignen Lungenrundherden erreichen zu können.

Obwohl die bessere Spezifität bis jetzt noch nicht in größeren Studienpopulationen mit einem höheren Anteil an gutartigen solitären Lungenrundherden bestätigt wurde, scheint die MRT dennoch die Möglichkeit zu bieten, spezifische Unterschiede in der Vaskularisation zwischen gutartigen und bösartigen Rundherden aufzeigen zu können. Die hohe Sensitivität für paramagnetische Kontrastmittel und die hohe zeitliche Auflösung der dynamischen MRT-Untersuchung sind hierbei beide von Vorteil.

Die quantitative Messung der Signalintensitäten und damit auch der relative prozentualen Signalintensitätsanstieg sind in der MRT leider nicht wie die Hounsfield-Einheiten in der CT jederzeit einfach reproduzierbare Parameter sondern hängen von einer Vielzahl unterschiedlicher Faktoren ab wie der Feldstärke des verwendeten MR-Tomographen, der gewählten Sende-/Empfangsspule, dem Sequenztyp, der Sequenzparameter und selbst vom Abstand des untersuchten Rundherdes zur Spule. Daher sind die Messwerte aus der MRT im Gegensatz zu den Hounsfield-Einheiten der CT nur schwer standardisierbar. Eine Klassifizierung anhand unter-

schiedlicher Kurvenprofile der Zeitintensitätskurven wie in dieser Arbeit vorgeschlagen bietet Unabhängigkeit von absoluten, an einen bestimmten MR-Tomographen und die jeweiligen speziellen Meßsequenzen gebundenen Signalintensitätswerten und erscheint daher für einen universellen Einsatz geeigneter und kann auch eine Möglichkeit zur schnellen visuellen Auswertung geben.

Diese Arbeit beschreibt vier unterschiedliche Profile der Zeitintensitätskurven:

Der hyperperfundierte Kurventyp A mit Washout wurde hierbei ausschließlich bei malignen Rundherden gefunden und zeigte zudem eine mögliche Abhängigkeit vom histologischen Tumortyp: 70% der Adenokarzinome wiesen eine Kontrastmittelkinetik auf, welche diesem Kurventyp entsprach, aber nur ca. ein Drittel der Plattenepithelkarzinome. Dieses Ergebnis könnte durch die deutlichen histologischen Unterschiede zwischen diesen beiden Tumortypen hinsichtlich Angiogenese und Mikrogefäßdichte erklärt werden [46, 39].

Der hyperperfundierte Kurventyp B ohne Washout wurde sowohl bei malignen als auch bei benignen Läsionen gefunden. Obwohl die Vaskularisation hier bei insgesamt niedrigeren maximalen Enhancement-Werten geringer zu sein scheint als beim hyperperfundierten Typ A, scheint die Kapillarpermeabilität und der interstitielle Raum doch vergrößert zu sein. Beispiele aller in diesem Kollektiv vorhandenen Tumorsubtypen bis auf die Karzinoide und Granulome konnten in diesem Kurvenprofil gefunden werden.

Das nur schwach perfundierte Kurvenprofil C zeigt ein benignes Aufnahmemuster mit einem kontinuierlichen geringen Signalintensitätsanstieg über die gemessene Zeit. Hier fanden sich bis auf eine Ausnahme, ein in der histologischen Untersuchung schwach vaskularisiertes Plattenepithelkarzinom, nur benigne Läsionen.

Das hypoperfundierte Kurvenprofil D ohne erkennbaren Signalintensitätsanstieg ist stark mit benignen Rundherden assoziiert. In diesem Kollektiv fanden sich hier ausschließlich gutartige Veränderungen.

Durch Anwendung dieser vier Kurvenprofile konnten die komplexen Prozesse in der Gewebserfusion vereinfacht erfaßt werden und eine Unterscheidung zwischen benignen und malignen Läsionen unabhängig von MRT Geräte-, Spulen und Sequenztechnik variablen Signalintensitätswerten ermöglicht werden.

Die örtliche Verteilung des Kontrastmittels innerhalb der Läsionen beziehungsweise in der Peripherie der Läsion wird in der diagnostischen Radiologie routinemäßig bei der Befundung beurteilt. In Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Untersucher, die kontrastmittelverstärkte Studien über solitäre Lungenrundherde durchgeführt haben [30], ist auch in dieser Arbeit ein enger Zusammenhang zwischen einem dünnen, kapselartigen Ringenhancement und benignen Rundherden zu sehen. Über ein Drittel der kontrastmittelaufnehmenden gutartigen Läsionen – Hamartome und Granulome - zeigten dieses Aufnahmemuster. Bei den rezidierten Hamartochondromen mit diesem Ringenhancement fand sich in der histopathologischen Untersuchung in der Läsionsperipherie eine aktive Randzone mit einer chronischen Makrophageninfiltration. Das in dieser Arbeit ebenfalls aufgeführte noduläre Enhancementmuster mit stark perfundiertem, „hot-spot“-artigem Aspekt dagegen ist meines Wissens nach in bisherigen Studien noch nicht beschrieben. Dieses vermutlich durch die in dieser Arbeit höhere örtliche Auflösung im Vergleich zu früheren Studien erkennbare Anreicherungsmuster könnte Bereichen im Rundherd mit hoher Durchblutung und erhöhter Gefäßdichte entsprechen. Dieses Anreicherungsmuster war in dieser Arbeit hoch spezifisch für Malignität: es wurde bei 15 malignen Herden gesehen, aber nur 2 benignen Läsionen. Das heterogene Enhancementmuster trat bei benignen und malignen Herden auf und erscheint damit unspezifisch. Dieses Muster könnte durch nekrotische Bereiche oder Areale mit örtlich vermehrter Fibrosierung, die in gutartigen wie bösartigen Läsionen gefunden wurden, erklärt werden.

Die Ergebnisse der hier vorgestellten Arbeit zeigen, daß eine Kombination aus der kinetischen und der morphologischen Auswertung eine vielversprechende Methode zur Differenzierung unklarer solitärer Lungenrundherde ist mit einer Sensitivität von 100% und einer Spezifität von 79%. Gerade in Anbetracht der Vielzahl von Tumor-Subtypen im untersuchten Kollektiv kann die Zuverlässigkeit bei der Differenzierung benigner von malignen Lungenrundherden durch diesen Ansatz wohl deutlich verbessert werden.

In der Praxis erscheint die alleinige Verwendung quantitativer Parameter der kineti-

schen Auswertung vor allem in den Fällen problematisch, die nahe an den retrospektiv festgesetzten Schwellwerten liegen oder – bei Verwendung von Kurventypen wie hier vorgeschlagen – bei Läsionen mit Kurventyp B. In diesen Grenzfällen kann die ergänzende morphologische Auswertung zusätzliche Informationen liefern und einerseits die Zuverlässigkeit bei der Klassifizierung einer Läsion als benigne erhöhen, andererseits auch helfen, die fälschliche Einstufung maligner Rundherde in die Gruppe der benignen Läsionen zu vermeiden. Auch die Häufigkeit einer notwendigen weitergehenden Abklärung durch eine histopathologische Untersuchung könnte reduziert werden und damit die unnötige invasive Resektion oder Biopsie gutartiger Rundherde. Aus diesen Gründen scheint die kombinierte Nutzung kinetischer und morphologischer Aspekte der Gewebsperfusion in der zuverlässigen Diagnose unklarer Lungenrundherde anderen nicht-invasiven Methoden überlegen zu sein. Hinzu kommt die Tatsache, daß bei der Abklärung von – insbesondere in Anbetracht des in Zukunft wohl zunehmendem Einsatzes von Screening-Untersuchungen – in der Mehrzahl gutartigen Rundherden ein Verfahren ohne Strahlenexposition, wie mit das hier präsentierte MRT-basierte Verfahren naturgemäß wünschenswert erscheint.

#### 4.2 Studienlimitationen

In diesem Absatz soll abschließend noch auf einige Limitationen der präsentierten Arbeit eingegangen werden. Diese sind im Folgenden:

- Obgleich die Datenakquisition in der vorliegenden Arbeit prospektiv stattgefunden hat, wurden die kinetische wie auch die morphologische Auswertung retrospektiv durchgeführt und sollten daher prospektiv weiter gesichert werden.
- Die Auswertung der in dieser Form in der Literatur bisher noch nicht erwähnten unterschiedlichen Enhancementmuster erfolgte im Konsensus-Verfahren. Eine Angabe bezüglich einer evtl. Interobserver-Variabilität hierzu ist daher nicht möglich.
- Man muß bei der Studienpopulation von einem gewissen Selektions-Bias ausgehen, da durch die zuweisenden zwei thoraxchirurgischen Abteilungen eine vergleichsweise hohe Anzahl von Hamartomen resiziert wurde.
- Die Beweiskraft der präsentierten Resultate ist naturgemäß durch die relativ

kleine Studienpopulation eingeschränkt.

- Die in dieser Arbeit außerordentlich hohe Spezifität des Washout ist im Kontext der Auswahl der Studienpopulation mit Ausschluß von Patienten mit Zeichen einer aktiven pulmonalen Infektion gesehen werden. Eine klinische Relevanz kann hier also auch ausschließlich bei Untersuchung von Patienten ohne aktive pulmonale Infekte abgeleitet werden.

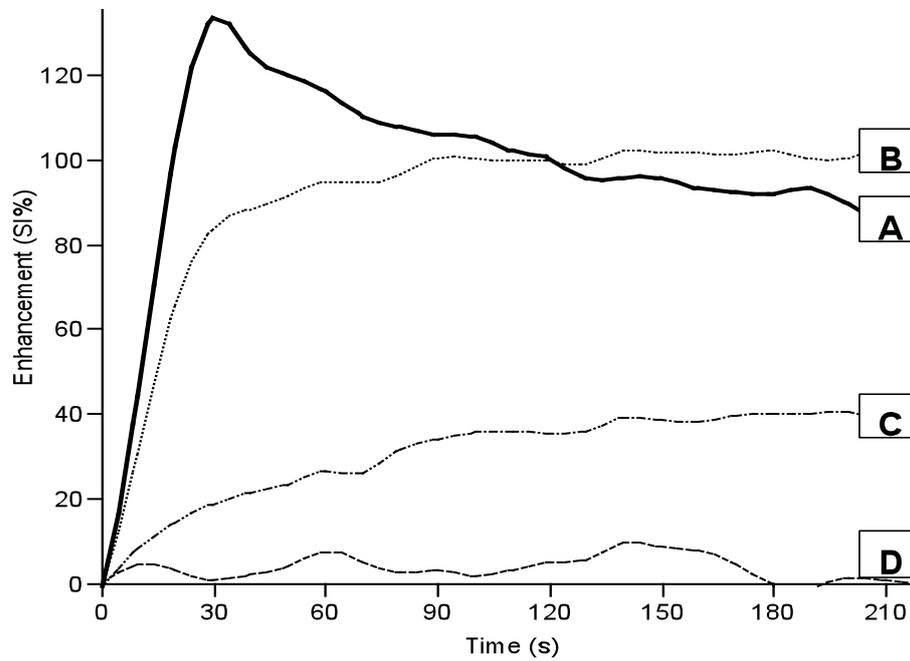
## 5. Zusammenfassung

Zusammenfassend kann man sagen, daß die Auswertung von kinetischen Parametern der dynamischen kontrastmittelverstärkten MRT im untersuchten Kollektiv eine genaue Differenzierung zwischen benignen und malignen Lungenrundherden erlaubte. Kein oder nur langsam protrahiertes, insgesamt geringes Enhancement deuteten hierbei auf Benignität hin, starkes / schnelles Enhancement und insbesondere das Vorliegen des hochspezifischen Washout-Phänomen waren Zeichen für Malignität. Eine Definition von 4 unterschiedlichen Kurventypen erlaubt hierbei Unabhängigkeit von geräte- oder sequenzspezifischen absoluten SI-Einheiten.

Durch eine Kombination dieser auf den kinetischen Daten basierenden Kurvenprofile mit morphologischen Enhancementmustern konnte die Genauigkeit in der Differenzierung weiter verbessert werden, so daß eine Sensitivität von 100% bei einer Spezifität von 79% erreicht wurde.

## 6. Abbildungen und Tabellen:

Abbildung 1: Kurventypen A-D

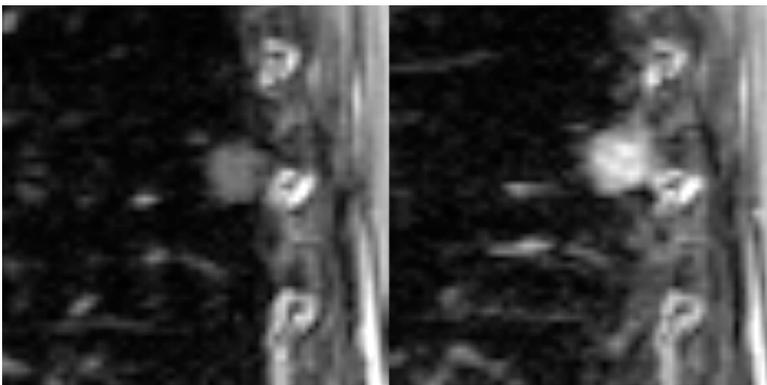


Dargestellt wird der prozentuale durchschnittliche Signalintensitätsanstieg aller zu einem Kurvenprofil gehörigen Läsionen über die Zeit.

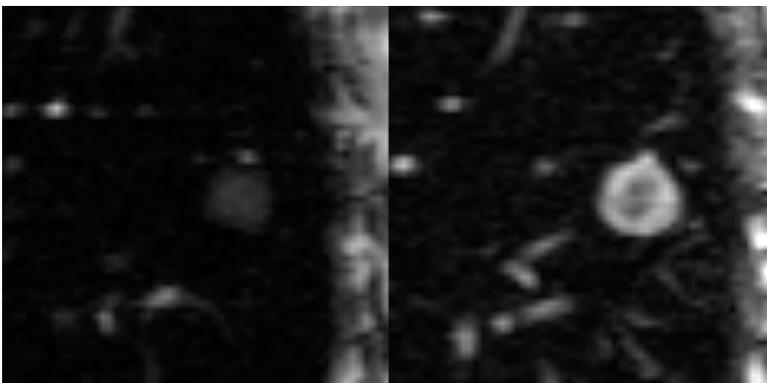
Abbildung 2 a-c: Unterschiedliche morphologische Enhancementmuster.



a.) Eine Läsion mit inhomogenem Enhancement. Dargestellt ist die native Phase (rechts), die Läsion zum Zeitpunkt des Kontrastmittelpeaks (Mitte) und in der späten Phase nach Kontrastmittelgabe (links). Zusätzlich ist hier auch ein Auswascheffekt in der Läsionsperipherie erkennbar mit Größenabnahme der Läsion von der frühen zur späten Postkontrast-Phase.

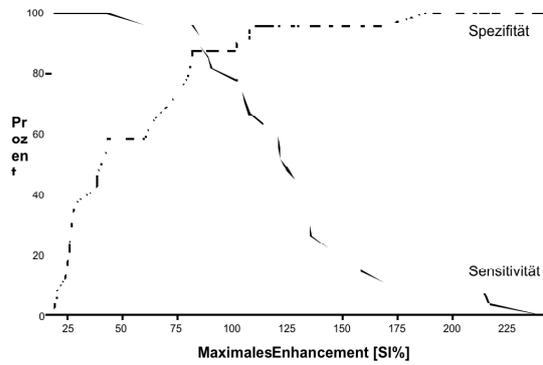


b.) Eine Läsion mit "hot spots". Rechts nativ, links nach Kontrastmittelgabe.

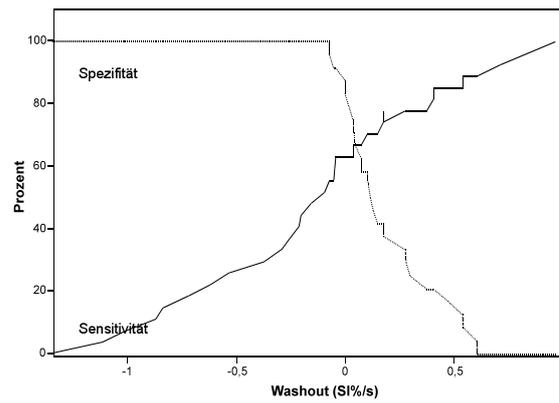


c.) Ein typisches Beispiel einer Läsion mit Ringenhancement. Rechts nativ, links nach Kontrastmittelgabe.

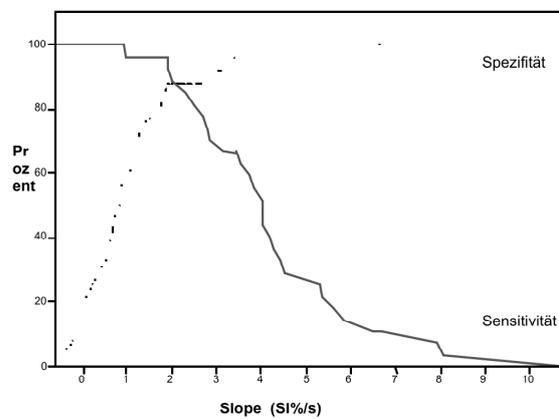
Abbildung 3 a-c: Sensitivitäts-/Spezifitätsplots für die Parameter maximales Enhancement (a), wash-out (b) und Anstiegsgeschwindigkeit (c).



(a)

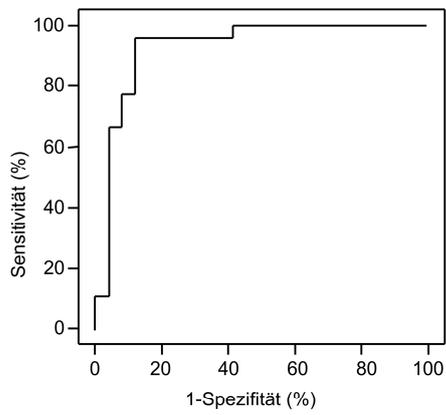


(b)

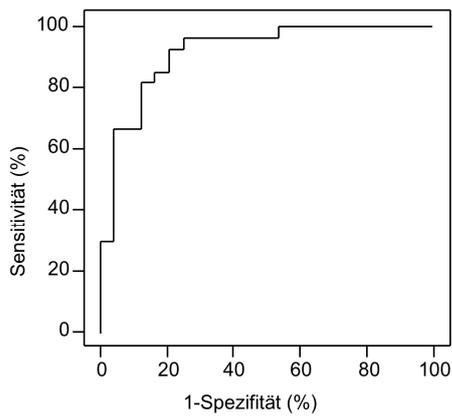


(c)

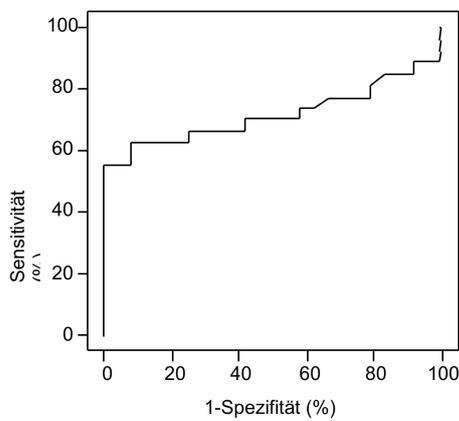
Abbildung 4: ROC-Kurven für maximales Enhancement (a), Slope (b) und Washout (c).



(a) ROC für max. Enhancement



(b) ROC für Slope / max. Anstiegsgeschwindigkeit



(c) ROC für wash-out

Abbildung 5: Mittelwertskurven maligne Läsionen versus benigne Rundherde

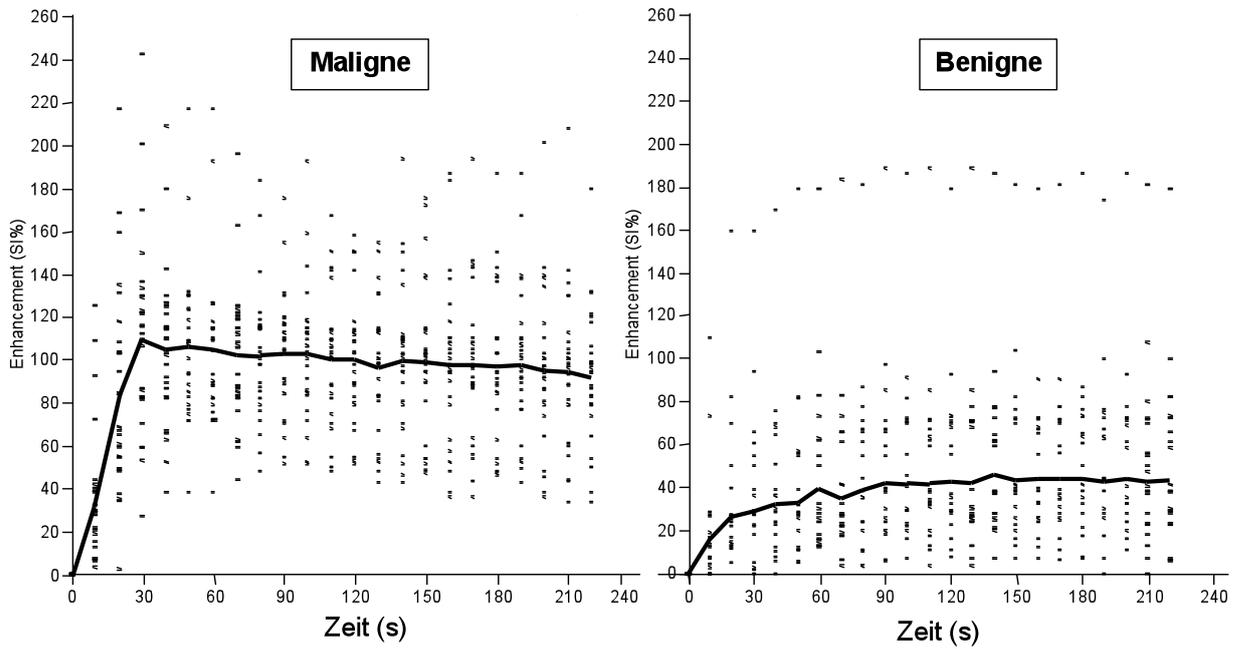


Abbildung 6: Flußdiagramm zur Differenzierung anhand einer Kombination der kinetischen und morphologischen Parameter

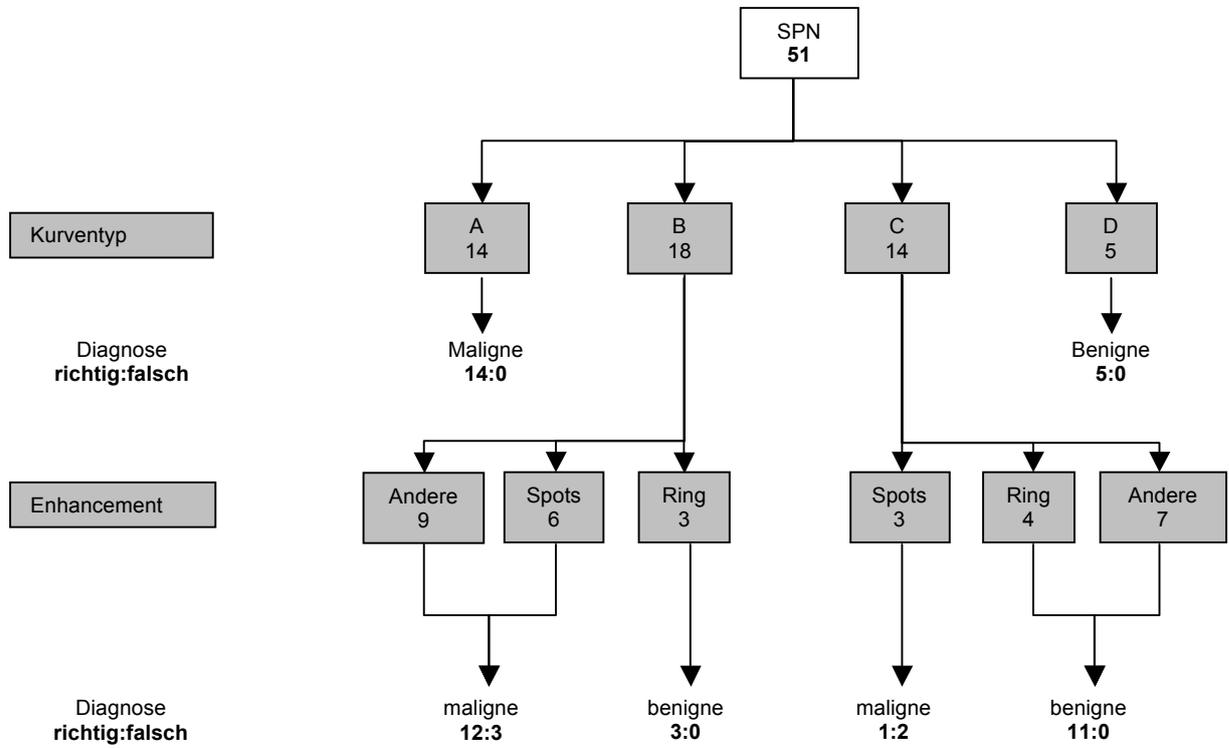


Tabelle1: Übersicht über Diagnose und Größe der einzelnen Läsionen

<b>Tabelle 1</b>		
<b>Diagnose und Größe der Rundherde</b>		
Diagnose	Anzahl an Läsionen (n = 51)	mittlerer transversaler Durchmesser (mm)
Maligne Läsionen	27 (53%)	18
Adenokarzinom	10 (20%)	18
Plattenepithelkarzinom	7 (14%)	22
kleinzelliges Karzinom	3 (6%)	23
Karzinoid	2 (4%)	13
Metastasen	5 (10%)	15
Benigne Läsionen	24 (47%)	16
Hamartom	12 (24%)	18
Granulom (Verlauf)	5 (10%)	12
Entzündl. Läsion	5 (10%)	19
Intrapulm. Lymphknoten	1 (2%)	6
Inaktives Tuberkulom	1 (2%)	7

Tabelle2: Ergebnisse der Zeit-Intensitätskurven der Kontrastmitteldynamik

<b>Tabelle 2</b>		
<b>Parameter der Zeit-Intensitätskurven</b>		
Parameter	Maligne Läsionen (n = 27)	Benigne Läsionen (n = 24)
Frühes Maximum (SI%)		
Median	115	27
Interquartil-Bereich	82 - 133	12 - 54
Maximales Enhancement (SI%)		
Median	126	42
Interquartil-Bereich	105 - 144	26 - 79
Slope (SI%/s)		
Median	4,05	0,92
Interquartil-Bereich	2,73 - 5,63	0,29 - 1,70
Washout (SI%/s)		
Median	0,15	0,11
Interquartil-Bereich	-0,62 - 0,18	0,03 - 0,30
Mittleres Enhancement (SI%)		
Median	91	27

(Angegeben ist jeweils der prozentuale Signalintensitätsanstieg nach Kontrastmittelgabe)

Tabelle3: Diagnostische Wertigkeit der Parameter maximales Enhancement, Slope und Washout.

<b>Tabelle 3</b>					
<b>Diagnostische Wertigkeit unter Verwendung von Schwellwerten</b>					
Parameter	Sensitivität	Spezifität	Genauigkeit	pos. prädiktiver Wert	neg. prädiktiver Wert
Maximales Enhancement (Schwellwert: 85 SI%)	96%	88%	92%	90%	95%
Slope (Schwellwert: 1,5 SI%/s)	96%	75%	86%	81%	95%
Washout (Schwellwert: 0,1 SI%/s)	52%	100%	75%	100%	65%

Tabelle 4: Distribution der Diagnosen zu den Kurventypen A-D

<b>Tabelle 4</b>				
<b>Häufigkeit der Kurventypen A - D bei den einzelnen Pathologien</b>				
Diagnose	Kurventyp A (n=14)	Kurventyp B (n=18)	Kurventyp C (n=14)	Kurventyp D (n=5)
Maligne	14 (100%)	12 (67%)	1 (7%)	0 (0%)
Adenokarzinom	7 (50%)	3 (17%)	0 (0%)	0 (0%)
Plattenepithelkarzinom	2 (14%)	4 (22%)	1 (7%)	0 (0%)
Kleinzelliges Karzinom	1 (7%)	2 (11%)	0 (0%)	0 (0%)
Karzinoid	2 (14%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Metastase	2 (14%)	3 (17%)	0 (0%)	0 (0%)
Benigne	0 (0%)	6 (33%)	13 (93%)	5 (100%)
Hamartom	0 (0%)	3 (17%)	6 (43%)	3 (60%)
Granulom (Verlauf)	0 (0%)	0 (0%)	4 (29%)	1 (20%)
Entzündliche Läsion	0 (0%)	2 (11%)	3 (21%)	0 (0%)
Lymphknoten	0 (0%)	1 (6%)	0 (0%)	0 (0%)
Tuberkulom	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (20%)

Tabelle 5: Distribution der Diagnose benigne vs. maligne zu den unterschiedlichen morphologischen Anreicherungsmustern.

<b>Tabelle 5</b>					
<b>Häufigkeit der Anreicherungsmuster (1) - (5): Maligne vs. benigne Läsionen</b>					
Diagnose	Kein Enhancement (n=5)	Homogenes Enhancement (n=11)	Heterogenes Enhancement (n=11)	Noduläres Enhancement (n=17)	Ring-Enhancement (n=7)
Maligne	0 (0%)	6 (55%)	6 (55%)	15 (88%)	0 (0%)
Benigne	5 (100%)	5 (45%)	5 (45%)	2 (12%)	7 (100%)

Tabelle 6: Vierfeldertafel, Sensitivität, Spezifität und Genauigkeit unter Verwendung sowohl kinetischer als auch morphologischer Parameter

<b>Tabelle 6</b>		
<b>Vierfeldertafel und Sensitivität, Spezifität sowie Genauigkeit unter Verwendung eines Flußdiagramms mit Kombination der kinetischen und morphologischen Parameter</b>		
Histopathologische Diagnose	MRT: Diagnose als "maligne"	MRT: Diagnose als "benigne"
Maligne	27 (100%)	0 (0%)
Benigne	5 (21%)	19 (79%)
<b>Sensitivität: 100%</b>		
<b>Spezifität: 79%</b>		
<b>Genauigkeit:90%</b>		

## 7. Literatur

1. Aberle DR, Gamsu G, Henschke CI, Naidich DP, Swensen SJ. A consensus statement of the Society of Thoracic Radiology: screening for lung cancer with helical computed tomography. *J Thorac Imaging* 2001; 16:65-68
2. Bernard A. Resection of pulmonary nodules using video-assisted thoracic surgery. The Thorax Group. *Ann Thorac Surg* 1996; 61:202-204; discussion 204-205
3. Costello P, Anderson W, Blume D. Pulmonary nodule: evaluation with spiral volumetric CT. *Radiology* 1991; 179:875-876
4. Dähnert W. *Radiology review manual*. Baltimore: Williams and Wilkins, 4<sup>th</sup> edition, 1999: 351
5. Davis SD. CT evaluation of pulmonary metastases in patients with extrathoracic malignancy. *Radiology* 1991; 180:1-12
6. Decamp MM. The solitary pulmonary nodule: Aggressive excisional strategy. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2002; 14:292-296
7. Dewan NA, Shehan CJ, Reeb SD, Gobar LS, Scott WJ, Ryschon K. Likelihood of malignancy in a solitary pulmonary nodule: comparison of Bayesian analysis and results of FDG-PET scan. *Chest* 1997; 112:416-422
8. Diederich S, Lenzen H, Windmann R et al. Pulmonary nodules: experimental and clinical studies at low-dose CT. *Radiology* 1999; 213:289-298
9. Diederich S, Wormanns D, Lenzen H, Semik M, Thomas M, Peters PE. Screening for asymptomatic early bronchogenic carcinoma with low dose CT of the chest. *Cancer* 2000; 89:2483-2484
10. Eibel R, Turk TR, Kulinna C, Herrmann K, Reiser MF. Multidetector-row CT of the lungs: Multiplanar reconstructions and maximum intensity projections for the detection of pulmonary nodules. *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr* 2001; 173:815-821
11. Feuerstein IM, Douglas LJ, Harcy IP, Chow CK, Chang R, Ling A, Hill SC, Dwyer AJ, Travis WD, Horowitz ME, Steinberg SM, Frank JA, Doppman JL. *Radiology* 1992; 182:123-129
12. Ginsberg MS, Griff SK, Go BD, Yoo HH, Schwartz LH, Panicek DM. Pulmonary nodules resected at video-assisted thoracoscopic surgery: etiology in 426 patients. *Radiology* 1999; 213:277-282
13. Gould MK, Maclean CC, Kuschner WG, Rydzak CE, Owens DK. Accuracy of positron emission tomography for diagnosis of pulmonary nodules and mass lesions: a meta-analysis. *JAMA* 2001; 285:914-924
14. Greess H, Baum U, Wolf H et al. Dose reduction in spiral-CT: detection of pulmonary coin lesions with and without anatomically adjusted modulation of tube current. *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr* 2001; 173:466-470
15. Gupta NC, Frank AR, Dewan NA, Redepenning LS, Rothberg ML, Mailliard JA, Phalen JJ, Sunderland JJ, Frick MP. Solitary pulmonary nodules: detection of malignancy with PET with 2-[F-18]-fluoro-2-deoxy-D-glucose. *Radiology* 1992; 184:441-444

16. Henschke CI. Early lung cancer action project: overall design and findings from baseline screening. *Cancer* 2000; 89:2474-2482
17. Hirakata K, Nakata H, Nakagawa T. CT of pulmonary metastases with pathological correlation. *Semin Ultrasound CT MR* 1995; 16:375-394
18. Kaneko M, Eguchi K, Ohmatsu H, Kakinuma R, Naruke T, Suemasu K, Moriyama N. Peripheral lung cancer. screening and detection with low-dose spiral CT versus radiography. *Radiology* 1996; 201:798:802
19. Kauczor HU, Hansen M, Schweden F, Strunk H, Mildenerger P, Thelen M. Computerized tomography in diagnosis of lung metastases: improvement with the spiral technique. *Radiologie* 1994; 34:569-575
20. Kersjes W, Mayer E, Buchenroth M, Schunk K, Fouda N, Cagil H. Diagnosis of pulmonary metastases with turbo-SE MR imaging. *Eur. Radiol.* 1997; 7:1190-1194
21. Knopp MV, Hess T, Schad LR, Bischoff HG, Weisser G, Blüml S, van Haick G. MR imaging of pulmonary metastases with rapid gradient echo. Initial evolution of diagnostic application. *Radiologie* 1994; 34:581-587
22. Libby DM, Henschke CI, Yankelevitz DF. The solitary pulmonary nodule: update 1995. *AM J Med* 1995; 99: 491-496
23. Lutterbey G, Gieseke J, Sommer T, Keller E, Kuhl C, Schild H. A new application of MRT of the lung using ultra-short turbo spin echo sequences (UTSE). *Rofo* 1996; 164,5: 388-393
24. Lutterbey G, Leutner C, Gieseke J, Rodenburg J, Elevelt A, Sommer T, Schild H. Detection of focal pulmonary lesions by magnetic resonance tomography using T2-weighted ultrashort turbo spin echo sequence in comparison to spiral computed tomography. *Rofo* 1998; 169,4:365-369
25. Mastin ST, Drane WE, Harman EM, Fenton JJ, Quesenberry L. FDG SPECT in patients with lung masses. *Chest* 1999; 115:1012-1017
26. Müller NL, Gamsu G, Webb W. Pulmonary nodules: detection using magnetic resonance and computed tomography. *Radiology* 1985; 155:687-690
27. Munden RF, Pugatch RD, Liptay MJ, Sugarbaker DJ, Le LU. Small pulmonary lesions detected at CT: clinical importance. *Radiology* 1997; 202:105-110
28. Naidich DP. MR imaging of pulmonary parenchyma: comparison with CT in evaluating cadaveric lung specimens. *J Comput Assist Tomogr.* 1990, 14,4:595-599
29. Oberstein A, Meves M, Bockenheimer S, Schlaps D. Whole body MR examinations – results of multicenter study for assessment of magnetic resonance imaging. *Rofo* 1991; 154:96-105
30. Padovani B, Mouroux J, Seksik L, Chanalet S, Sedat J, Rotomondo C, Richelme H, Serres JJ. Chest wall invasion by bronchogenic carcinoma: evaluation with MR imaging. *Radiology* 1993; 187:33-38
31. Panicek DM. MR imaging for pulmonary metastases ?. *Radiology* 1992; 182:10-11
32. Patz EF, Goodman PC. Positron emission tomography imaging of the thorax. *Radiol Clin North Am* 1994; 32:811-823
33. Potente G, Iacari V, Caimi M. The challenge of solitary pulmonary nodules: HRCT evaluation. *Comput Med Imaging Graph* 1997; 21:39-46

34. Prauer HW, Weber WA, Romer W, Treumann T, Ziegler SI, Schwaiger M. Controlled prospective study of positron emission tomography using the glucose Analogue (18F)fluorodeoxyglucose in evaluation of pulmonary nodules. *Br J Surg* 1998; 85:1506-1511
35. Prokop M, Schaefer-Prokop C, Galanski M. Spiral CT of the lung. Technique, findings, value. *Radiologe* 1996; 36:457-469
36. Seemann MD, Staebler A, Beinert T, Dienemann H, Obst B, Matzko M, Pistitsch C, Reiser MF. Usefulness of morphological characteristics for the differentiation of benign from malignant solitary pulmonary lesions using HRCT. *Europ Radiol* 1999.
37. Swensen SJ, Morin RL, Schueler BA, Brown LR, Cortese DA, Pairolero PC, Brutinel WM. Solitary pulmonary nodule: CT evaluation of enhancement with iodinated contrast material--a preliminary report. *Radiology* 1992; 182:343-347
38. Swenson SJ, Brown LR, Colby TV, Weaver AL. Pulmonary nodule: CT evaluation of enhancement with iodinated contrast material. *Radiology* 1995; 194: 193-398
39. Swensen SJ, Viggiano RW, Midthun DE et al. Lung nodule enhancement at CT: multicenter study. *Radiology* 2000; 214:73-80
40. Webb WR, Sostman HD. MR imaging of thoracic disease: clinical use. *Radiology* 1992 182:621-630
41. Woodard PK, Slone RM, Sagel SS, Fleishman MJ, Gutierrez FR, Reiker GG, Pilgram TK, Jost RG. Detection of CT-proved pulmonary nodules: comparison of selenium-based digital and conventional screen-film chest radiographs. *Radiology* 1998; 209:705-709
42. Worsley DF, Celler A, Adam MJ, Kwong JS, Muller NL, Coupland DB, Champion P, Finley RJ, Evans KG, Lyster DM. Pulmonary nodules: Differential Diagnosis using 18F-fluorodeoxyglucose single-photon emission computed tomography. *AJR* 1997 168:771-774
43. Yamashita K, Matsunobe S, Takahashi R et al. Small peripheral lung carcinoma evaluated with incremental dynamic CT: radiologic-pathologic correlation. *Radiology* 1995; 196:401-408
44. Yankelevitz DF, Gupta R, Zhao B, Henschke CI. Small pulmonary nodules: evaluation with repeat CT--preliminary experience. *Radiology* 1999; 212:561-566
45. Yankelevitz DF, Reeves AP, Kostis WJ, Zhao B, Henschke CI. Small pulmonary nodules: volumetrically determined growth rates based on CT evaluation. *Radiology* 2000; 217:251-256
46. Zhang M, Kono M. Solitary pulmonary nodules: evaluation of blood flow patterns with dynamic CT. *Radiology* 1997; 205:471-478

## 8. Anhang / Lebenslauf

### 8.1 Patienteninformation / Einverständniserklärung

**Abteilung für Radiologische Diagnostik am Universitätsklinikum Tübingen  
(Direktor: Prof. Dr. C. Claussen)**

#### Studie

### **Untersuchung von Lungenrundherden mit der Magnetresonanztomographie**

STUDIENLEITER:

Prof. Dr. med. Claus D. Claussen

ÄRZTLICHE MITARBEITER:

Dr. med. Jürgen Schäfer  
PD Dr. med. Dr. rer. nat. Fritz Schick  
Joachim Vollmar

#### **Patienteninformation**

##### Worum geht es?

Bei Ihnen wurde in einer Röntgenuntersuchung (z.B. Computertomographie) ein einzelner Rundherd in der Lunge festgestellt. Die genaue Unterscheidung dieser Herde in der Lunge ist mit den bestehenden Standardverfahren nicht immer sicher möglich, oftmals ist eine Gewebeentnahme zur endgültigen Abklärung erforderlich. Wir wollen mit Hilfe der Magnet-Resonanz-Tomographie (MRT) eine neue Untersuchungsmethode entwickeln, die zusätzliche Informationen liefern und so insbesondere die Unterscheidung gutartiger von bösartigen Veränderungen erleichtern soll.

Im Rahmen dieser Studie möchten wir Sie einladen, an dieser neuen Untersuchungsmethode teilzunehmen.

##### Nutzen:

Die Untersuchungsergebnisse werden mit ihren behandelnden Ärzten besprochen und können u. U. Zusatzinformationen über die Art der bei ihnen vorliegenden Lungenveränderung zu den Standarduntersuchungsmethoden wie z. B. der Computertomographie liefern. Darüber hinaus können Sie mit Ihrer Teilnahme an der Studie helfen, diese Methode als Routineuntersuchung zur Abklärung von Lungenrundherden zu etablieren.

##### Risiken:

Die MRT ist ein bildgebendes Standardverfahren ohne Röntgenstrahlen, schädliche Auswirkungen auf den menschlichen Körper oder andere Nebenwirkungen sind keine bekannt. Die Untersuchung kann aber mit Unannehmlichkeiten wie Platzangst (Klaustrophobie), lautem Klopfen und längerem Liegen (20 Minuten) auf dem Rücken verbunden sein.

Sie dürfen an dieser Studie **nicht** teilnehmen, wenn eine der folgenden Bedingungen zutrifft:

- Sie sind schwanger
- Sie tragen einen Herzschrittmacher
- Sie haben Metallteile (Splitter, Clips nach Operationen, etc.) im Körper.

### **Untersuchungsablauf:**

Für die MRT Untersuchung liegen sie in einem speziellen Raum auf einer weichen Liege, die langsam in die 70-100 cm große Öffnung des röhrenförmigen Magneten gefahren wird. Für die Dauer der Untersuchung dürfen Sie sich nicht bewegen, darüber hinaus werden wir Sie bitten, während den einzelnen Messungen die Luft für ca. 20 Sekunden anzuhalten. Um zusätzliche Informationen zu gewinnen, ist die Gabe von 10-20 ml Kontrastmittel (Magnevist®) in eine Armvene vorgesehen. Dieses Kontrastmittel verursacht nur sehr selten geringfügige Nebenwirkungen wie z.B. Übelkeit und Allergien

Die Untersuchung dauert insgesamt ca. 20 Minuten.

### **Rahmenbedingungen:**

Diese MRT Untersuchung ist für Sie kostenlos.

Die Teilnahme an dieser Studie ist freiwillig. Sollten Sie sich nicht zur Teilnahme entschließen, erwachsen Ihnen dadurch keinerlei persönliche Nachteile. Auch können Sie nachträglich jederzeit ihre Einwilligung ohne Angabe von Gründen rückgängig machen, ohne in irgendeiner Form Nachteile bei Ihrer medizinischen Behandlung in Kauf nehmen zu müssen.

Sämtliche aus dieser Studie gewonnene Daten sind streng vertraulich und unterliegen der ärztlichen Schweigepflicht. Sie können allerdings unter Wahrung Ihrer Anonymität wissenschaftlich verwertet werden.

Sollten bei dieser Untersuchung zusätzliche Erkenntnisse über Ihre Erkrankung gewonnen werden, werden diese in Ihre weitere medizinische Behandlung einfließen.

Die Ethik-Kommission des Universitätsklinikums Tübingen hat diese Studie begutachtet und für einwandfrei befunden.

Falls Sie noch Fragen haben oder sich noch weitere ergeben sollten, stehen Ihnen die ärztlichen Mitarbeiter und die Studienleitung gerne für ein Gespräch zur Verfügung.

## **Einverständniserklärung**

Hiermit bestätige ich, den vorangegangenen Text gelesen und verstanden zu haben. Ich erkläre mich bereit, zu den oben genannten Bedingungen an dieser Studie teilzunehmen.

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift des Patienten)

## 8.2 Wertetabellen

Pat-Nr.	T	SI	P	benigne/maligne	Diagnose
1	0	33	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	10	38	X	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	20	51	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	30	60	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	40	60	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	50	62	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	60	60	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	70	60	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	80	61	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	90	63	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	100	63	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	110	62	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	120	64	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	130	66	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	140	64	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	150	64	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	160	64	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	170	65	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	180	65	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	190	63	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	200	65	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	210	66	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	220	68	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	230	67	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
1	240	65	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	0	41	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	10	43	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	20	46	X	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	30	69	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	40	91	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	50	97	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	60	96	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	70	97	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	80	94	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	90	94	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	100	93	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	110	91	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	120	92	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	130	92	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	140	85	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	150	87	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	160	87	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	170	85	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	180	84	0	maligne	BC (Adeno-Ca)

2	190	82	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	200	80	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	210	80	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	220	78	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	230	77	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
2	240	78	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	0	31	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	10	24	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	20	31	X	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	30	44	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	40	82	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	50	74	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	60	76	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	70	76	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	80	71	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	90	68	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	100	66	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	110	70	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	120	64	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	130	60	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	140	61	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	150	60	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	160	66	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	170	68	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	180	59	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	190	60	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	200	64	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	210	57	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	220	50	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	230	52	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
3	240	53	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	0	27	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	10	24	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	20	54	X	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	30	76	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	40	72	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	50	67	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	60	66	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	70	70	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	80	63	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	90	64	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	100	61	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	110	62	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	120	57	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	130	60	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	140	57	0	maligne	BC (Adeno-Ca)

4	150	58	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	160	57	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	170	54	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	180	57	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	190	57	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	200	55	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	210	56	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	220	55	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	230	53	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
4	240	54	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	0	51	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	10	51	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	20	106	X	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	30	132	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	40	127	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	50	123	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	60	118	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	70	115	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	80	112	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	90	110	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	100	110	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	110	109	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	120	106	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	130	106	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	140	108	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	150	106	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	160	108	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	170	107	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	180	110	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	190	107	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	200	105	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	210	103	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	220	100	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	230	99	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
5	240	99	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	0	55	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	10	54	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	20	57	X	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	30	83	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	40	123	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	50	115	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	60	108	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	70	110	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	80	118	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	90	115	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	100	118	0	maligne	BC (Adeno-Ca)

6	110	111	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	120	131	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	130	135	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	140	124	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	150	137	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	160	138	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	170	130	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	180	131	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	190	131	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	200	128	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	210	129	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	220	127	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	230	125	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
6	240	128	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	0	47	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	10	46	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	20	55	X	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	30	106	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	40	99	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	50	103	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	60	100	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	70	98	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	80	97	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	90	99	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	100	101	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	110	100	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	120	98	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	130	97	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	140	98	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	150	97	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	160	98	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	170	95	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	180	93	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	190	93	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	200	95	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	210	90	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	220	91	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	230	90	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
7	240	89	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	0	32	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	10	35	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	20	67	X	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	30	82	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	40	80	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	50	75	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	60	78	0	maligne	BC (Adeno-Ca)

8	70	75	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	80	75	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	90	69	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	100	74	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	110	76	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	120	73	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	130	74	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	140	70	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	150	70	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	160	69	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	170	68	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	180	70	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	190	68	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	200	68	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	210	65	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	220	70	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	230	65	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
8	240	66	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	0	30	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	10	35	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	20	49	X	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	30	76	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	40	73	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	50	79	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	60	80	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	70	76	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	80	78	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	90	75	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	100	74	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	110	74	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	120	74	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	130	76	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	140	74	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	150	73	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	160	75	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	170	76	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	180	69	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	190	73	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	200	73	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	210	70	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	220	74	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	230	69	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
9	240	71	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	0	48	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	10	48	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	20	63	X	maligne	BC (Adeno-Ca)

10	30	93	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	40	103	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	50	103	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	60	100	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	70	90	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	80	76	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	90	75	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	100	74	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	110	78	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	120	74	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	130	73	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	140	68	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	150	68	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	160	71	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	170	65	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	180	65	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	190	70	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	200	68	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	210	65	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	220	64	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	230	64	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
10	240	61	0	maligne	BC (Adeno-Ca)
11	0	86	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	10	92	X	maligne	BC (Plattenepithel)
11	20	115	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	30	190	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	40	180	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	50	178	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	60	184	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	70	178	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	80	184	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	90	175	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	100	177	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	110	173	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	120	174	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	130	170	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	140	167	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	150	167	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	160	168	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	170	161	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	180	161	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	190	164	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	200	164	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	210	162	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	220	157	0	maligne	BC (Plattenepithel)
11	230	155	0	maligne	BC (Plattenepithel)

11	240	153	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	0	90	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	10	87	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	20	85	X	maligne	BC (Plattenepithel)
12	30	138	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	40	193	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	50	182	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	60	180	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	70	181	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	80	184	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	90	186	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	100	182	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	110	184	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	120	182	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	130	184	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	140	185	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	150	179	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	160	178	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	170	178	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	180	178	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	190	176	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	200	175	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	210	174	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	220	178	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	230	172	0	maligne	BC (Plattenepithel)
12	240	174	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	0	41	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	10	42	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	20	72	X	maligne	BC (Plattenepithel)
13	30	85	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	40	93	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	50	90	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	60	90	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	70	88	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	80	90	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	90	90	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	100	88	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	110	90	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	120	86	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	130	87	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	140	85	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	150	87	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	160	83	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	170	85	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	180	87	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	190	85	0	maligne	BC (Plattenepithel)

13	200	88	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	210	88	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	220	84	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	230	83	0	maligne	BC (Plattenepithel)
13	240	84	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	0	53	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	10	50	X	maligne	BC (Plattenepithel)
14	20	54	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	30	67	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	40	73	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	50	73	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	60	73	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	70	76	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	80	78	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	90	80	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	100	80	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	110	79	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	120	80	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	130	78	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	140	80	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	150	81	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	160	78	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	170	81	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	180	80	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	190	81	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	200	77	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	210	82	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	220	81	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	230	81	0	maligne	BC (Plattenepithel)
14	240	85	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	0	135	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	10	135	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	20	186	X	maligne	BC (Plattenepithel)
15	30	273	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	40	278	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	50	274	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	60	281	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	70	282	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	80	278	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	90	274	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	100	281	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	110	282	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	120	278	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	130	274	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	140	289	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	150	283	0	maligne	BC (Plattenepithel)

15	160	272	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	170	280	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	180	279	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	190	318	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	200	275	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	210	270	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	220	273	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	230	268	0	maligne	BC (Plattenepithel)
15	240	270	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	0	59	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	10	55	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	20	79	X	maligne	BC (Plattenepithel)
16	30	101	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	40	100	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	50	100	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	60	98	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	70	98	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	80	100	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	90	98	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	100	101	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	110	101	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	120	101	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	130	98	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	140	100	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	150	99	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	160	99	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	170	100	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	180	102	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	190	97	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	200	97	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	210	99	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	220	98	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	230	98	0	maligne	BC (Plattenepithel)
16	240	96	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	0	100	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	10	95	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	20	112	X	maligne	BC (Plattenepithel)
17	30	128	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	40	145	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	50	158	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	60	165	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	70	172	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	80	178	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	90	177	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	100	180	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	110	175	0	maligne	BC (Plattenepithel)

17	120	178	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	130	178	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	140	174	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	150	179	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	160	180	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	170	180	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	180	179	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	190	175	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	200	179	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	210	181	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	220	178	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	230	178	0	maligne	BC (Plattenepithel)
17	240	178	0	maligne	BC (Plattenepithel)
18	0	14	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	10	17	X	maligne	BC (Kleinzeller)
18	20	23	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	30	26	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	40	26	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	50	27	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	60	30	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	70	31	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	80	31	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	90	32	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	100	34	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	110	35	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	120	36	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	130	35	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	140	41	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	150	38	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	160	40	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	170	41	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	180	40	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	190	40	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	200	42	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	210	43	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	220	39	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	230	43	0	maligne	BC (Kleinzeller)
18	240	44	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	0	139	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	10	135	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	20	187	X	maligne	BC (Kleinzeller)
19	30	361	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	40	363	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	50	298	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	60	310	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	70	255	0	maligne	BC (Kleinzeller)

19	80	237	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	90	245	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	100	254	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	110	250	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	120	235	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	130	242	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	140	205	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	150	226	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	160	198	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	170	205	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	180	210	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	190	198	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	200	205	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	210	186	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	220	194	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	230	202	0	maligne	BC (Kleinzeller)
19	240	194	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	0	45	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	10	44	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	20	45	X	maligne	BC (Kleinzeller)
20	30	65	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	40	80	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	50	84	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	60	81	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	70	77	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	80	82	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	90	88	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	100	90	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	110	88	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	120	88	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	130	83	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	140	87	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	150	89	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	160	88	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	170	85	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	180	84	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	190	85	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	200	86	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	210	85	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	220	86	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	230	85	0	maligne	BC (Kleinzeller)
20	240	86	0	maligne	BC (Kleinzeller)
21	0	64	0	maligne	Carzinoid
21	10	62	0	maligne	Carzinoid
21	20	81	X	maligne	Carzinoid
21	30	121	0	maligne	Carzinoid

21	40	133	0	maligne	Carzinoid
21	50	119	0	maligne	Carzinoid
21	60	127	0	maligne	Carzinoid
21	70	123	0	maligne	Carzinoid
21	80	116	0	maligne	Carzinoid
21	90	118	0	maligne	Carzinoid
21	100	117	0	maligne	Carzinoid
21	110	109	0	maligne	Carzinoid
21	120	106	0	maligne	Carzinoid
21	130	111	0	maligne	Carzinoid
21	140	110	0	maligne	Carzinoid
21	150	105	0	maligne	Carzinoid
21	160	110	0	maligne	Carzinoid
21	170	99	0	maligne	Carzinoid
21	180	103	0	maligne	Carzinoid
21	190	106	0	maligne	Carzinoid
21	200	107	0	maligne	Carzinoid
21	210	106	0	maligne	Carzinoid
21	220	103	0	maligne	Carzinoid
21	230	99	0	maligne	Carzinoid
21	240	106	0	maligne	Carzinoid
22	0	76	0	maligne	Carzinoid
22	10	73	0	maligne	Carzinoid
22	20	103	X	maligne	Carzinoid
22	30	148	0	maligne	Carzinoid
22	40	170	0	maligne	Carzinoid
22	50	167	0	maligne	Carzinoid
22	60	167	0	maligne	Carzinoid
22	70	165	0	maligne	Carzinoid
22	80	164	0	maligne	Carzinoid
22	90	175	0	maligne	Carzinoid
22	100	168	0	maligne	Carzinoid
22	110	168	0	maligne	Carzinoid
22	120	176	0	maligne	Carzinoid
22	130	176	0	maligne	Carzinoid
22	140	168	0	maligne	Carzinoid
22	150	171	0	maligne	Carzinoid
22	160	174	0	maligne	Carzinoid
22	170	173	0	maligne	Carzinoid
22	180	178	0	maligne	Carzinoid
22	190	174	0	maligne	Carzinoid
22	200	174	0	maligne	Carzinoid
22	210	177	0	maligne	Carzinoid
22	220	176	0	maligne	Carzinoid
22	230	168	0	maligne	Carzinoid
22	240	171	0	maligne	Carzinoid

23	0	92	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	10	98	X	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	20	153	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	30	217	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	40	185	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	50	190	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	60	187	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	70	189	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	80	189	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	90	169	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	100	168	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	110	167	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	120	156	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	130	143	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	140	142	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	150	139	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	160	144	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	170	150	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	180	149	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	190	162	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	200	159	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	210	148	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	220	159	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	230	153	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
23	240	151	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Rektum)
24	0	31	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	10	31	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	20	40	X	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	30	46	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	40	49	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	50	47	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	60	53	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	70	58	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	80	57	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	90	61	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	100	67	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	110	63	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	120	63	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	130	61	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	140	59	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	150	65	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	160	63	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	170	65	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	180	65	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	190	65	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	200	67	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)

24	210	67	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	220	71	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	230	68	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
24	240	72	0	maligne	Meta (Ewing-Sarkom)
25	0	66	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	10	151	X	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	20	165	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	30	171	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	40	165	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	50	157	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	60	164	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	70	158	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	80	158	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	90	159	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	100	155	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	110	138	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	120	150	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	130	151	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	140	144	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	150	145	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	160	148	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	170	152	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	180	149	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	190	155	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	200	139	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	210	144	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	220	155	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	230	152	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
25	240	154	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Nierenzell-Ca)
26	0	128	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	10	129	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	20	126	X	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	30	172	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	40	214	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	50	215	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	60	219	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	70	213	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	80	232	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	90	230	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	100	226	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	110	226	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	120	245	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	130	250	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	140	261	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	150	257	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	160	266	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)

26	170	256	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	180	255	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	190	258	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	200	267	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	210	255	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	220	257	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	230	258	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
26	240	260	0	maligne	Meta (Plattenepithel HNO)
27	0	65	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	10	66	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	20	85	X	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	30	137	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	40	119	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	50	130	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	60	120	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	70	125	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	80	122	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	90	116	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	100	113	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	110	116	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	120	112	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	130	110	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	140	110	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	150	112	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	160	105	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	170	107	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	180	105	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	190	101	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	200	105	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	210	108	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	220	105	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	230	108	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
27	240	106	0	maligne	Meta (Adeno-Ca, Mamma)
28	0	54	0	benigne	Hamartochondrom
28	10	54	X	benigne	Hamartochondrom
28	20	51	0	benigne	Hamartochondrom
28	30	44	0	benigne	Hamartochondrom
28	40	49	0	benigne	Hamartochondrom
28	50	55	0	benigne	Hamartochondrom
28	60	54	0	benigne	Hamartochondrom
28	70	48	0	benigne	Hamartochondrom
28	80	48	0	benigne	Hamartochondrom
28	90	53	0	benigne	Hamartochondrom
28	100	49	0	benigne	Hamartochondrom
28	110	50	0	benigne	Hamartochondrom
28	120	51	0	benigne	Hamartochondrom

28	130	49	0	benigne	Hamartochondrom
28	140	67	0	benigne	Hamartochondrom
28	150	53	0	benigne	Hamartochondrom
28	160	54	0	benigne	Hamartochondrom
28	170	54	0	benigne	Hamartochondrom
28	180	56	0	benigne	Hamartochondrom
28	190	56	0	benigne	Hamartochondrom
28	200	55	0	benigne	Hamartochondrom
28	210	53	0	benigne	Hamartochondrom
28	220	52	0	benigne	Hamartochondrom
28	230	61	0	benigne	Hamartochondrom
28	240	55	0	benigne	Hamartochondrom
29	0	37	0	benigne	Hamartochondrom
29	10	43	0	benigne	Hamartochondrom
29	20	44	X	benigne	Hamartochondrom
29	30	44	0	benigne	Hamartochondrom
29	40	48	0	benigne	Hamartochondrom
29	50	48	0	benigne	Hamartochondrom
29	60	53	0	benigne	Hamartochondrom
29	70	63	0	benigne	Hamartochondrom
29	80	49	0	benigne	Hamartochondrom
29	90	56	0	benigne	Hamartochondrom
29	100	62	0	benigne	Hamartochondrom
29	110	62	0	benigne	Hamartochondrom
29	120	61	0	benigne	Hamartochondrom
29	130	53	0	benigne	Hamartochondrom
29	140	62	0	benigne	Hamartochondrom
29	150	62	0	benigne	Hamartochondrom
29	160	61	0	benigne	Hamartochondrom
29	170	66	0	benigne	Hamartochondrom
29	180	67	0	benigne	Hamartochondrom
29	190	69	0	benigne	Hamartochondrom
29	200	70	0	benigne	Hamartochondrom
29	210	68	0	benigne	Hamartochondrom
29	220	67	0	benigne	Hamartochondrom
29	230	68	0	benigne	Hamartochondrom
29	240	66	0	benigne	Hamartochondrom
30	0	22	0	benigne	Hamartochondrom
30	10	25	X	benigne	Hamartochondrom
30	20	25	0	benigne	Hamartochondrom
30	30	27	0	benigne	Hamartochondrom
30	40	30	0	benigne	Hamartochondrom
30	50	28	0	benigne	Hamartochondrom
30	60	33	0	benigne	Hamartochondrom
30	70	31	0	benigne	Hamartochondrom
30	80	39	0	benigne	Hamartochondrom

30	90	35	0	benigne	Hamartochondrom
30	100	32	0	benigne	Hamartochondrom
30	110	36	0	benigne	Hamartochondrom
30	120	35	0	benigne	Hamartochondrom
30	130	39	0	benigne	Hamartochondrom
30	140	35	0	benigne	Hamartochondrom
30	150	38	0	benigne	Hamartochondrom
30	160	38	0	benigne	Hamartochondrom
30	170	39	0	benigne	Hamartochondrom
30	180	36	0	benigne	Hamartochondrom
30	190	36	0	benigne	Hamartochondrom
30	200	39	0	benigne	Hamartochondrom
30	210	38	0	benigne	Hamartochondrom
30	220	40	0	benigne	Hamartochondrom
30	230	39	0	benigne	Hamartochondrom
30	240	40	0	benigne	Hamartochondrom
31	0	24	0	benigne	Hamartochondrom
31	10	27	0	benigne	Hamartochondrom
31	20	27	X	benigne	Hamartochondrom
31	30	31	0	benigne	Hamartochondrom
31	40	32	0	benigne	Hamartochondrom
31	50	32	0	benigne	Hamartochondrom
31	60	30	0	benigne	Hamartochondrom
31	70	32	0	benigne	Hamartochondrom
31	80	28	0	benigne	Hamartochondrom
31	90	28	0	benigne	Hamartochondrom
31	100	29	0	benigne	Hamartochondrom
31	110	29	0	benigne	Hamartochondrom
31	120	28	0	benigne	Hamartochondrom
31	130	30	0	benigne	Hamartochondrom
31	140	29	0	benigne	Hamartochondrom
31	150	29	0	benigne	Hamartochondrom
31	160	29	0	benigne	Hamartochondrom
31	170	29	0	benigne	Hamartochondrom
31	180	30	0	benigne	Hamartochondrom
31	190	29	0	benigne	Hamartochondrom
31	200	29	0	benigne	Hamartochondrom
31	210	30	0	benigne	Hamartochondrom
31	220	29	0	benigne	Hamartochondrom
31	230	29	0	benigne	Hamartochondrom
31	240	32	0	benigne	Hamartochondrom
32	0	41	0	benigne	Hamartochondrom
32	10	42	0	benigne	Hamartochondrom
32	20	88	X	benigne	Hamartochondrom
32	30	109	0	benigne	Hamartochondrom
32	40	109	0	benigne	Hamartochondrom

32	50	113	0	benigne	Hamartochondrom
32	60	117	0	benigne	Hamartochondrom
32	70	117	0	benigne	Hamartochondrom
32	80	119	0	benigne	Hamartochondrom
32	90	118	0	benigne	Hamartochondrom
32	100	121	0	benigne	Hamartochondrom
32	110	120	0	benigne	Hamartochondrom
32	120	121	0	benigne	Hamartochondrom
32	130	117	0	benigne	Hamartochondrom
32	140	121	0	benigne	Hamartochondrom
32	150	120	0	benigne	Hamartochondrom
32	160	118	0	benigne	Hamartochondrom
32	170	117	0	benigne	Hamartochondrom
32	180	118	0	benigne	Hamartochondrom
32	190	120	0	benigne	Hamartochondrom
32	200	115	0	benigne	Hamartochondrom
32	210	120	0	benigne	Hamartochondrom
32	220	118	0	benigne	Hamartochondrom
32	230	117	0	benigne	Hamartochondrom
32	240	116	0	benigne	Hamartochondrom
33	0	58	0	benigne	Hamartochondrom
33	10	58	X	benigne	Hamartochondrom
33	20	61	0	benigne	Hamartochondrom
33	30	55	0	benigne	Hamartochondrom
33	40	64	0	benigne	Hamartochondrom
33	50	61	0	benigne	Hamartochondrom
33	60	66	0	benigne	Hamartochondrom
33	70	69	0	benigne	Hamartochondrom
33	80	80	0	benigne	Hamartochondrom
33	90	81	0	benigne	Hamartochondrom
33	100	75	0	benigne	Hamartochondrom
33	110	78	0	benigne	Hamartochondrom
33	120	75	0	benigne	Hamartochondrom
33	130	74	0	benigne	Hamartochondrom
33	140	73	0	benigne	Hamartochondrom
33	150	80	0	benigne	Hamartochondrom
33	160	81	0	benigne	Hamartochondrom
33	170	78	0	benigne	Hamartochondrom
33	180	82	0	benigne	Hamartochondrom
33	190	83	0	benigne	Hamartochondrom
33	200	83	0	benigne	Hamartochondrom
33	210	80	0	benigne	Hamartochondrom
33	220	75	0	benigne	Hamartochondrom
33	230	82	0	benigne	Hamartochondrom
33	240	83	0	benigne	Hamartochondrom
34	0	41	0	benigne	Hamartochondrom

34	10	38	0	benigne	Hamartochondrom
34	20	39	X	benigne	Hamartochondrom
34	30	35	0	benigne	Hamartochondrom
34	40	39	0	benigne	Hamartochondrom
34	50	40	0	benigne	Hamartochondrom
34	60	40	0	benigne	Hamartochondrom
34	70	43	0	benigne	Hamartochondrom
34	80	48	0	benigne	Hamartochondrom
34	90	42	0	benigne	Hamartochondrom
34	100	40	0	benigne	Hamartochondrom
34	110	37	0	benigne	Hamartochondrom
34	120	42	0	benigne	Hamartochondrom
34	130	41	0	benigne	Hamartochondrom
34	140	43	0	benigne	Hamartochondrom
34	150	46	0	benigne	Hamartochondrom
34	160	44	0	benigne	Hamartochondrom
34	170	44	0	benigne	Hamartochondrom
34	180	44	0	benigne	Hamartochondrom
34	190	41	0	benigne	Hamartochondrom
34	200	38	0	benigne	Hamartochondrom
34	210	37	0	benigne	Hamartochondrom
34	220	38	0	benigne	Hamartochondrom
34	230	40	0	benigne	Hamartochondrom
34	240	42	0	benigne	Hamartochondrom
35	0	52	0	benigne	Hamartochondrom
35	10	55	0	benigne	Hamartochondrom
35	20	53	X	benigne	Hamartochondrom
35	30	64	0	benigne	Hamartochondrom
35	40	85	0	benigne	Hamartochondrom
35	50	83	0	benigne	Hamartochondrom
35	60	85	0	benigne	Hamartochondrom
35	70	89	0	benigne	Hamartochondrom
35	80	91	0	benigne	Hamartochondrom
35	90	91	0	benigne	Hamartochondrom
35	100	91	0	benigne	Hamartochondrom
35	110	93	0	benigne	Hamartochondrom
35	120	92	0	benigne	Hamartochondrom
35	130	93	0	benigne	Hamartochondrom
35	140	94	0	benigne	Hamartochondrom
35	150	95	0	benigne	Hamartochondrom
35	160	97	0	benigne	Hamartochondrom
35	170	95	0	benigne	Hamartochondrom
35	180	94	0	benigne	Hamartochondrom
35	190	97	0	benigne	Hamartochondrom
35	200	97	0	benigne	Hamartochondrom
35	210	95	0	benigne	Hamartochondrom

35	220	99	0	benigne	Hamartochondrom
35	230	95	0	benigne	Hamartochondrom
35	240	96	0	benigne	Hamartochondrom
36	0	17	0	benigne	Hamartochondrom
36	10	18	0	benigne	Hamartochondrom
36	20	21	X	benigne	Hamartochondrom
36	30	22	0	benigne	Hamartochondrom
36	40	27	0	benigne	Hamartochondrom
36	50	25	0	benigne	Hamartochondrom
36	60	25	0	benigne	Hamartochondrom
36	70	23	0	benigne	Hamartochondrom
36	80	22	0	benigne	Hamartochondrom
36	90	26	0	benigne	Hamartochondrom
36	100	25	0	benigne	Hamartochondrom
36	110	28	0	benigne	Hamartochondrom
36	120	25	0	benigne	Hamartochondrom
36	130	28	0	benigne	Hamartochondrom
36	140	25	0	benigne	Hamartochondrom
36	150	29	0	benigne	Hamartochondrom
36	160	25	0	benigne	Hamartochondrom
36	170	28	0	benigne	Hamartochondrom
36	180	25	0	benigne	Hamartochondrom
36	190	27	0	benigne	Hamartochondrom
36	200	26	0	benigne	Hamartochondrom
36	210	29	0	benigne	Hamartochondrom
36	220	27	0	benigne	Hamartochondrom
36	230	29	0	benigne	Hamartochondrom
36	240	30	0	benigne	Hamartochondrom
37	0	64	0	benigne	Hamartochondrom
37	10	65	0	benigne	Hamartochondrom
37	20	73	X	benigne	Hamartochondrom
37	30	74	0	benigne	Hamartochondrom
37	40	66	0	benigne	Hamartochondrom
37	50	70	0	benigne	Hamartochondrom
37	60	72	0	benigne	Hamartochondrom
37	70	75	0	benigne	Hamartochondrom
37	80	80	0	benigne	Hamartochondrom
37	90	78	0	benigne	Hamartochondrom
37	100	78	0	benigne	Hamartochondrom
37	110	80	0	benigne	Hamartochondrom
37	120	85	0	benigne	Hamartochondrom
37	130	86	0	benigne	Hamartochondrom
37	140	82	0	benigne	Hamartochondrom
37	150	89	0	benigne	Hamartochondrom
37	160	85	0	benigne	Hamartochondrom
37	170	90	0	benigne	Hamartochondrom

37	180	85	0	benigne	Hamartochondrom
37	190	86	0	benigne	Hamartochondrom
37	200	83	0	benigne	Hamartochondrom
37	210	83	0	benigne	Hamartochondrom
37	220	80	0	benigne	Hamartochondrom
37	230	80	0	benigne	Hamartochondrom
37	240	82	0	benigne	Hamartochondrom
38	0	50	0	benigne	Hamartochondrom
38	10	49	0	benigne	Hamartochondrom
38	20	50	0	benigne	Hamartochondrom
38	30	58	X	benigne	Hamartochondrom
38	40	62	0	benigne	Hamartochondrom
38	50	64	0	benigne	Hamartochondrom
38	60	62	0	benigne	Hamartochondrom
38	70	64	0	benigne	Hamartochondrom
38	80	63	0	benigne	Hamartochondrom
38	90	61	0	benigne	Hamartochondrom
38	100	62	0	benigne	Hamartochondrom
38	110	62	0	benigne	Hamartochondrom
38	120	61	0	benigne	Hamartochondrom
38	130	66	0	benigne	Hamartochondrom
38	140	64	0	benigne	Hamartochondrom
38	150	62	0	benigne	Hamartochondrom
38	160	64	0	benigne	Hamartochondrom
38	170	63	0	benigne	Hamartochondrom
38	180	63	0	benigne	Hamartochondrom
38	190	64	0	benigne	Hamartochondrom
38	200	64	0	benigne	Hamartochondrom
38	210	65	0	benigne	Hamartochondrom
38	220	66	0	benigne	Hamartochondrom
38	230	64	0	benigne	Hamartochondrom
38	240	65	0	benigne	Hamartochondrom
39	0	49	0	benigne	Hamartochondrom
39	10	50	0	benigne	Hamartochondrom
39	20	58	X	benigne	Hamartochondrom
39	30	62	0	benigne	Hamartochondrom
39	40	64	0	benigne	Hamartochondrom
39	50	62	0	benigne	Hamartochondrom
39	60	64	0	benigne	Hamartochondrom
39	70	63	0	benigne	Hamartochondrom
39	80	61	0	benigne	Hamartochondrom
39	90	62	0	benigne	Hamartochondrom
39	100	62	0	benigne	Hamartochondrom
39	110	61	0	benigne	Hamartochondrom
39	120	66	0	benigne	Hamartochondrom
39	130	64	0	benigne	Hamartochondrom

39	140	62	0	benigne	Hamartochondrom
39	150	64	0	benigne	Hamartochondrom
39	160	63	0	benigne	Hamartochondrom
39	170	63	0	benigne	Hamartochondrom
39	180	64	0	benigne	Hamartochondrom
39	190	64	0	benigne	Hamartochondrom
39	200	65	0	benigne	Hamartochondrom
39	210	66	0	benigne	Hamartochondrom
39	220	64	0	benigne	Hamartochondrom
39	230	65	0	benigne	Hamartochondrom
39	240	65	0	benigne	Hamartochondrom
40	0	20	0	benigne	Granulom
40	10	22	0	benigne	Granulom
40	20	28	X	benigne	Granulom
40	30	28	0	benigne	Granulom
40	40	21	0	benigne	Granulom
40	50	23	0	benigne	Granulom
40	60	22	0	benigne	Granulom
40	70	23	0	benigne	Granulom
40	80	22	0	benigne	Granulom
40	90	22	0	benigne	Granulom
40	100	22	0	benigne	Granulom
40	110	20	0	benigne	Granulom
40	120	22	0	benigne	Granulom
40	130	23	0	benigne	Granulom
40	140	22	0	benigne	Granulom
40	150	21	0	benigne	Granulom
40	160	22	0	benigne	Granulom
40	170	21	0	benigne	Granulom
40	180	21	0	benigne	Granulom
40	190	18	0	benigne	Granulom
40	200	19	0	benigne	Granulom
40	210	20	0	benigne	Granulom
40	220	18	0	benigne	Granulom
40	230	19	0	benigne	Granulom
40	240	19	0	benigne	Granulom
41	0	84	0	benigne	Granulom
41	10	84	0	benigne	Granulom
41	20	83	0	benigne	Granulom
41	30	86	X	benigne	Granulom
41	40	80	0	benigne	Granulom
41	50	84	0	benigne	Granulom
41	60	86	0	benigne	Granulom
41	70	88	0	benigne	Granulom
41	80	92	0	benigne	Granulom
41	90	88	0	benigne	Granulom

41	100	94	0	benigne	Granulom
41	110	90	0	benigne	Granulom
41	120	94	0	benigne	Granulom
41	130	94	0	benigne	Granulom
41	140	89	0	benigne	Granulom
41	150	92	0	benigne	Granulom
41	160	93	0	benigne	Granulom
41	170	94	0	benigne	Granulom
41	180	97	0	benigne	Granulom
41	190	95	0	benigne	Granulom
41	200	97	0	benigne	Granulom
41	210	94	0	benigne	Granulom
41	220	98	0	benigne	Granulom
41	230	97	0	benigne	Granulom
41	240	100	0	benigne	Granulom
42	0	47	0	benigne	Granulom
42	10	47	0	benigne	Granulom
42	20	49	X	benigne	Granulom
42	30	59	0	benigne	Granulom
42	40	57	0	benigne	Granulom
42	50	51	0	benigne	Granulom
42	60	60	0	benigne	Granulom
42	70	53	0	benigne	Granulom
42	80	52	0	benigne	Granulom
42	90	52	0	benigne	Granulom
42	100	58	0	benigne	Granulom
42	110	61	0	benigne	Granulom
42	120	64	0	benigne	Granulom
42	130	59	0	benigne	Granulom
42	140	57	0	benigne	Granulom
42	150	66	0	benigne	Granulom
42	160	58	0	benigne	Granulom
42	170	55	0	benigne	Granulom
42	180	61	0	benigne	Granulom
42	190	62	0	benigne	Granulom
42	200	60	0	benigne	Granulom
42	210	59	0	benigne	Granulom
42	220	58	0	benigne	Granulom
42	230	57	0	benigne	Granulom
42	240	59	0	benigne	Granulom
43	0	73	0	benigne	Granulom
43	10	71	0	benigne	Granulom
43	20	74	X	benigne	Granulom
43	30	79	0	benigne	Granulom
43	40	92	0	benigne	Granulom
43	50	87	0	benigne	Granulom

43	60	85	0	benigne	Granulom
43	70	88	0	benigne	Granulom
43	80	91	0	benigne	Granulom
43	90	88	0	benigne	Granulom
43	100	89	0	benigne	Granulom
43	110	92	0	benigne	Granulom
43	120	85	0	benigne	Granulom
43	130	92	0	benigne	Granulom
43	140	89	0	benigne	Granulom
43	150	91	0	benigne	Granulom
43	160	85	0	benigne	Granulom
43	170	88	0	benigne	Granulom
43	180	89	0	benigne	Granulom
43	190	86	0	benigne	Granulom
43	200	89	0	benigne	Granulom
43	210	88	0	benigne	Granulom
43	220	84	0	benigne	Granulom
43	230	91	0	benigne	Granulom
43	240	86	0	benigne	Granulom
44	0	62	0	benigne	Granulom
44	10	63	0	benigne	Granulom
44	20	75	X	benigne	Granulom
44	30	80	0	benigne	Granulom
44	40	77	0	benigne	Granulom
44	50	82	0	benigne	Granulom
44	60	79	0	benigne	Granulom
44	70	82	0	benigne	Granulom
44	80	80	0	benigne	Granulom
44	90	85	0	benigne	Granulom
44	100	82	0	benigne	Granulom
44	110	82	0	benigne	Granulom
44	120	84	0	benigne	Granulom
44	130	85	0	benigne	Granulom
44	140	82	0	benigne	Granulom
44	150	87	0	benigne	Granulom
44	160	86	0	benigne	Granulom
44	170	84	0	benigne	Granulom
44	180	86	0	benigne	Granulom
44	190	87	0	benigne	Granulom
44	200	87	0	benigne	Granulom
44	210	85	0	benigne	Granulom
44	220	86	0	benigne	Granulom
44	230	87	0	benigne	Granulom
44	240	85	0	benigne	Granulom
45	0	25	0	benigne	entzündlich
45	10	22	0	benigne	entzündlich

45	20	28	X	benigne	entzündlich
45	30	28	0	benigne	entzündlich
45	40	35	0	benigne	entzündlich
45	50	30	0	benigne	entzündlich
45	60	29	0	benigne	entzündlich
45	70	34	0	benigne	entzündlich
45	80	31	0	benigne	entzündlich
45	90	34	0	benigne	entzündlich
45	100	34	0	benigne	entzündlich
45	110	38	0	benigne	entzündlich
45	120	35	0	benigne	entzündlich
45	130	37	0	benigne	entzündlich
45	140	37	0	benigne	entzündlich
45	150	39	0	benigne	entzündlich
45	160	40	0	benigne	entzündlich
45	170	37	0	benigne	entzündlich
45	180	39	0	benigne	entzündlich
45	190	40	0	benigne	entzündlich
45	200	38	0	benigne	entzündlich
45	210	38	0	benigne	entzündlich
45	220	34	0	benigne	entzündlich
45	230	40	0	benigne	entzündlich
45	240	39	0	benigne	entzündlich
46	0	48	0	benigne	entzündlich
46	10	52	0	benigne	entzündlich
46	20	56	X	benigne	entzündlich
46	30	88	0	benigne	entzündlich
46	40	86	0	benigne	entzündlich
46	50	88	0	benigne	entzündlich
46	60	81	0	benigne	entzündlich
46	70	90	0	benigne	entzündlich
46	80	84	0	benigne	entzündlich
46	90	87	0	benigne	entzündlich
46	100	89	0	benigne	entzündlich
46	110	89	0	benigne	entzündlich
46	120	89	0	benigne	entzündlich
46	130	89	0	benigne	entzündlich
46	140	89	0	benigne	entzündlich
46	150	92	0	benigne	entzündlich
46	160	88	0	benigne	entzündlich
46	170	87	0	benigne	entzündlich
46	180	88	0	benigne	entzündlich
46	190	90	0	benigne	entzündlich
46	200	91	0	benigne	entzündlich
46	210	89	0	benigne	entzündlich
46	220	88	0	benigne	entzündlich

46	230	90	0	benigne	entzündlich
46	240	90	0	benigne	entzündlich
47	0	72	0	benigne	entzündlich
47	10	70	0	benigne	entzündlich
47	20	90	X	benigne	entzündlich
47	30	105	0	benigne	entzündlich
47	40	105	0	benigne	entzündlich
47	50	115	0	benigne	entzündlich
47	60	110	0	benigne	entzündlich
47	70	114	0	benigne	entzündlich
47	80	116	0	benigne	entzündlich
47	90	113	0	benigne	entzündlich
47	100	117	0	benigne	entzündlich
47	110	119	0	benigne	entzündlich
47	120	120	0	benigne	entzündlich
47	130	121	0	benigne	entzündlich
47	140	119	0	benigne	entzündlich
47	150	115	0	benigne	entzündlich
47	160	120	0	benigne	entzündlich
47	170	120	0	benigne	entzündlich
47	180	120	0	benigne	entzündlich
47	190	121	0	benigne	entzündlich
47	200	117	0	benigne	entzündlich
47	210	118	0	benigne	entzündlich
47	220	120	0	benigne	entzündlich
47	230	116	0	benigne	entzündlich
47	240	120	0	benigne	entzündlich
48	0	70	0	benigne	Fibrose
48	10	74	0	benigne	Fibrose
48	20	79	X	benigne	Fibrose
48	30	93	0	benigne	Fibrose
48	40	94	0	benigne	Fibrose
48	50	95	0	benigne	Fibrose
48	60	95	0	benigne	Fibrose
48	70	98	0	benigne	Fibrose
48	80	98	0	benigne	Fibrose
48	90	100	0	benigne	Fibrose
48	100	102	0	benigne	Fibrose
48	110	104	0	benigne	Fibrose
48	120	102	0	benigne	Fibrose
48	130	101	0	benigne	Fibrose
48	140	97	0	benigne	Fibrose
48	150	102	0	benigne	Fibrose
48	160	104	0	benigne	Fibrose
48	170	98	0	benigne	Fibrose
48	180	100	0	benigne	Fibrose

48	190	100	0	benigne	Fibrose
48	200	106	0	benigne	Fibrose
48	210	104	0	benigne	Fibrose
48	220	104	0	benigne	Fibrose
48	230	102	0	benigne	Fibrose
48	240	101	0	benigne	Fibrose
49	0	42	0	benigne	entzündlich
49	10	40	0	benigne	entzündlich
49	20	40	X	benigne	entzündlich
49	30	45	0	benigne	entzündlich
49	40	42	0	benigne	entzündlich
49	50	45	0	benigne	entzündlich
49	60	45	0	benigne	entzündlich
49	70	45	0	benigne	entzündlich
49	80	47	0	benigne	entzündlich
49	90	44	0	benigne	entzündlich
49	100	48	0	benigne	entzündlich
49	110	48	0	benigne	entzündlich
49	120	47	0	benigne	entzündlich
49	130	49	0	benigne	entzündlich
49	140	50	0	benigne	entzündlich
49	150	50	0	benigne	entzündlich
49	160	49	0	benigne	entzündlich
49	170	45	0	benigne	entzündlich
49	180	50	0	benigne	entzündlich
49	190	47	0	benigne	entzündlich
49	200	47	0	benigne	entzündlich
49	210	48	0	benigne	entzündlich
49	220	49	0	benigne	entzündlich
49	230	49	0	benigne	entzündlich
49	240	48	0	benigne	entzündlich
50	0	30	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	10	34	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	20	59	X	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	30	62	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	40	66	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	50	57	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	60	62	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	70	69	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	80	59	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	90	58	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	100	67	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	110	65	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	120	55	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	130	59	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	140	58	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)

50	150	55	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	160	48	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	170	56	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	180	54	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	190	56	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	200	49	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	210	45	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	220	50	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	230	48	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
50	240	48	0	benigne	Lymphknoten (intrapulmonal)
51	0	31	0	benigne	Tuberkulom
51	10	31	0	benigne	Tuberkulom
51	20	31	X	benigne	Tuberkulom
51	30	28	0	benigne	Tuberkulom
51	40	31	0	benigne	Tuberkulom
51	50	31	0	benigne	Tuberkulom
51	60	29	0	benigne	Tuberkulom
51	70	36	0	benigne	Tuberkulom
51	80	33	0	benigne	Tuberkulom
51	90	32	0	benigne	Tuberkulom
51	100	33	0	benigne	Tuberkulom
51	110	36	0	benigne	Tuberkulom
51	120	35	0	benigne	Tuberkulom
51	130	36	0	benigne	Tuberkulom
51	140	32	0	benigne	Tuberkulom
51	150	37	0	benigne	Tuberkulom
51	160	35	0	benigne	Tuberkulom
51	170	39	0	benigne	Tuberkulom
51	180	33	0	benigne	Tuberkulom
51	190	29	0	benigne	Tuberkulom
51	200	30	0	benigne	Tuberkulom
51	210	36	0	benigne	Tuberkulom
51	220	35	0	benigne	Tuberkulom
51	230	33	0	benigne	Tuberkulom
51	240	30	0	benigne	Tuberkulom

## 8.3 Lebenslauf

### **Weiterbildung / Ärztliche Tätigkeiten**

01.01.2008	Niederlassung als Facharzt für Radiologie in Reutlingen
Seit 02/2007	Facharzt für Diagnostische Radiologie
11/1999 - 06/2007	Assistenzarzt am Universitätsklinikum Tübingen  04/2004 - 06/2007 Abteilung für Diagnostische Radiologie 04/2003 - 03/2004 Klinisches Jahr (Radioonkologie) 11/1999 - 03/2003 Abteilung für Diagnostische Radiologie
05/1999 - 10/1999	Weiterbildungsassistent Nuklearmedizin Drs. med. J. Vollmar / E. Tinawi, Reutlingen

### **Studium**

13.04.1999	Abschluß des Studiums: Drittes Staatsexamen
04/1998 - 03/1999	Praktisches Jahr
07/1992 - 03/1998	Studium der Humanmedizin an der Ludwigs Maximilian Universität München

### **Bundeswehr**

07/1991 - 06/1992	Grundwehrdienst in Ingolstadt und Engstingen
-------------------	--

### **Schulbildung**

1982 - 1991	Isolde Kurz Gymnasium Reutlingen Abschluss: Allgemeine Hochschulreife (Abitur)
1978 - 1982	Freie Katholische Schule Reutlingen