

AUS DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG  
UNIV.-PROF. DR. ANDREAS SCHREYER  
RADIOLOGIE

LI-RADS – EINE FACHÜBERGREIFENDE STATUSERHEBUNG IN DEUTSCHLAND

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
Anne Gut

2021



AUS DER FAKULTÄT FÜR MEDIZIN  
DER UNIVERSITÄT REGENSBURG  
UNIV.-PROF. DR. ANDREAS SCHREYER  
RADIOLOGIE

LI-RADS – EINE FACHÜBERGREIFENDE STATUSERHEBUNG IN DEUTSCHLAND

Inaugural – Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin

der  
Fakultät für Medizin  
der Universität Regensburg

vorgelegt von  
Anne Gut

2021

Dekan:	Prof. Dr. med. Dipl. Phys. Dirk Hellwig
1. Berichterstatter:	Univ.-Prof. Dr. med. Andreas Schreyer
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. med. Martina Müller-Schilling
Tag der mündlichen Prüfung:	15.02.2022

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
1.1	LI-RADS .....	5
1.1.1	Definition mit näheren Erläuterungen.....	5
1.1.2	Ursprünge, Weiterentwicklung und Updates von LI-RADS .....	10
1.1.3	LI-RADS Update Version 2018.....	11
1.2	Das hepatozelluläre Karzinom (HCC).....	12
1.2.1	Epidemiologie, Ätiologie, Pathologie und Klinik.....	12
1.2.2	S3-Leitlinie (Mai 2013) zum hepatozellulären Karzinom: Prävention, Früherkennung, Diagnose und Staging .....	14
1.2.3	Vergleich des Diagnosealgorithmus der S3-Leitlinie 1.0 zum HCC mit LI-RADS .....	17
1.2.4	Neue Version der S3-Leitlinie (Juni 2021): Diagnostik und Therapie des Hepatozellulären Karzinoms und biliärer Karzinome.....	17
1.3	Das bereits etablierte Diagnosesystem BI-RADS als Analogon zu LI-RADS .....	18
1.4	Vorteile der strukturierten Befundung und Chancen durch LI-RADS.....	19
1.5	Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit .....	19
2	Material und Methoden.....	20
2.1	Art der Studie.....	20
2.2	Fragebogen .....	20
2.3	Auswahl der Teilnehmer und Durchführung der Umfrage .....	20
2.4	Auswertung.....	21
3	Ergebnisse .....	22
3.1	Hintergrundinformation und Umfeld der Umfrageteilnehmer .....	22
3.2	Aktueller Bekanntheitsgrad und bisherige Anwendung von LI-RADS .....	26
3.3	Hinterfragen der fehlenden Anwendung von LI-RADS sowie des Bedürfnisses nach einer Standardisierung .....	36
3.4	Schlussfolgerung .....	40
4	Diskussion.....	42
4.1	Aktueller Bekanntheitsgrad von LI-RADS unter den Teilnehmern der Umfrage.....	42
4.2	Limitationen der Studie .....	43
4.3	Chancen und Grenzen von LI-RADS .....	44
4.4	Schlussfolgerung und Bedeutung von LI-RADS für die Zukunft.....	47

5	Zusammenfassung und Abstract .....	51
5.1	Zusammenfassung .....	51
5.2	Abstract.....	53
6	Anhang .....	55
6.1	Abbildungsverzeichnis .....	55
6.2	Abkürzungsverzeichnis .....	57
6.3	Fragebogen .....	58
6.4	Veröffentlichungen .....	61
6.5	Erklärung .....	62
7	Literaturverzeichnis .....	63
8	Danksagung.....	68
9	Lebenslauf.....	69

In dieser Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit in manchen Fällen das generische Maskulinum verwendet. Diese Formulierungen umfassen gleichermaßen weibliche, männliche und anderweitige Geschlechteridentitäten.

# 1 Einleitung

## 1.1 LI-RADS

### 1.1.1 Definition mit näheren Erläuterungen

Die LI-RADS (Liver Imaging Reporting and Data System) -Klassifikation ist ein Befundungssystem, welches mit dem Ziel entwickelt wurde, die radiologische Berichterstattung, Terminologie und Befundinterpretation im Rahmen der Leberbildgebung zu standardisieren (1, 3). Die erste Version von LI-RADS wurde 2011 vom ACR (American College of Radiology) ausgearbeitet, und wird seitdem kontinuierlich von diesem fortentwickelt. Konzipiert wurde LI-RADS für die Anwendung bei Patienten ab 18 Jahren, die ein hohes Risiko für ein hepatozelluläres Karzinom (HCC) aufweisen: Hierzu zählt LI-RADS Patienten mit einer Leberzirrhose, einer chronischen Infektion mit dem Hepatitis-B-Virus oder Patienten mit einem bekannten oder vorhergehenden HCC (2). LI-RADS ordnet den zu bewertenden Leberbefunden verschiedene diagnostische Kategorien zu, welche die Wahrscheinlichkeit widerspiegeln, mit der es sich bei der Läsion um ein HCC, ein Nicht-HCC-Malignom oder einen benignen Befund handelt (1). In folgender Abbildung sind diese diagnostischen Kategorien dargestellt:

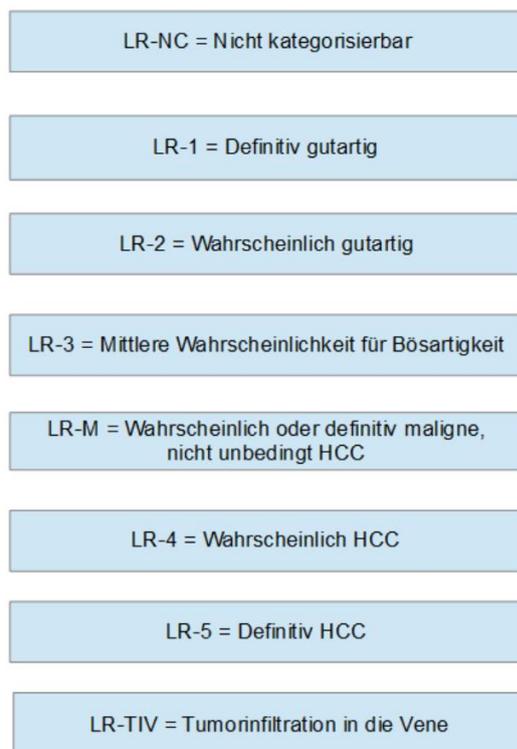


Abbildung 1: **Diagnostische Kategorien für malignitätsverdächtige Leberbefunde.**  
**Modifiziert nach LI-RADS 2017 Core German Final, S.6 (2)**

Die diagnostischen Kategorien, denen eine fokale Leberbeobachtung zugeteilt werden kann, reichen von LR-1 (definitiv benigne) bis LR-5 (definitiv HCC) (3). Ergänzend hierzu bietet LI-RADS die Möglichkeit, die Kategorie LR-NC (nicht kategorisierbar) zu vergeben, falls ein Leberbefund nicht eindeutig klassifiziert werden kann, beispielsweise aufgrund einer schlechten Bildqualität der zugrunde liegenden CT-, MRT- oder Ultraschallaufnahme. Außerdem existiert die Kategorie LR-M, der wahrscheinlich oder definitiv bösartige Befunde der Leber zugeteilt werden, die aber mit hoher Wahrscheinlichkeit kein hepatozelluläres Karzinom sind. Des Weiteren können Befunde in die Kategorie LR-TIV eingeteilt werden, wenn eine Infiltration des Tumors in das venöse System nachgewiesen werden kann (1, 2).

Bei der Beschreibung und Befundung einer Beobachtung verwenden die Verfasser von LI-RADS häufig den Begriff „Observation“. Hiermit soll jeder markante Bereich beschrieben werden, der im Vergleich zum übrigen Leberparenchym bei der Bildgebung auffällt, und als echte Läsion (Masse oder Knoten, z.B. HCC) oder Pseudoläsion (z.B. Perfusionsveränderung, hypertrophe Pseudoläsion oder Artefakt) diagnostiziert werden kann (1, 4). Es wird erläutert, dass der Begriff „Observation“ für jede scheinbare Anomalie, die in der Bildgebung entdeckt wird, gilt. Als allgemein verwendeter Term sei er im Vergleich zu „Läsion“ oder „Knoten“ zutreffender, da er Pseudoläsionen, wie z.B. Perfusionsveränderungen und Artefakte einschließt. Aus diesem Grund wird im LI-RADS-Algorithmus vor allem dieser Terminus eingesetzt (1). In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff „Observation“ im Sinne der Definition des LI-RADS-Klassifikationssystems verwendet. Anzumerken ist, dass die deutsche Übersetzung der LI-RADS-Version nicht von der deutschsprachigen radiologischen Fachvertretung überprüft und übersetzt worden ist (4).

Die Zuordnung einer Observation zu einer diagnostischen Kategorie erfolgt mittels eindeutig definierter LI-RADS-Major-Features bzw. Hauptkriterien anhand eines Diagnosealgorithmus, der im Folgenden systematisch beschrieben wird. Durch die Verwendung dieser Hauptkriterien sollen Unsicherheiten bei der Interpretation von Leberbefunden vermieden werden.

Wenn eine unbehandelte Observation ohne histologischen Nachweis bei einem Patienten mit einem hohen Risiko für ein HCC vorliegt, basiert die Einteilung des Befundes in eine diagnostische Kategorie im Wesentlichen auf der An- bzw. Abwesenheit der fünf Hauptkriterien (5).

Zu diesen fünf Hauptkriterien gehören verschiedene Bildmerkmale, wie das „Hyperenhancement“ in der arteriellen Phase (APHE), ein (nicht peripheres) „Washout“, eine verstärkte Kontrastierung einer evtl. vorhandenen Kapsel, die Größe der Observation und ein ggf. feststellbares Schwellenwachstum („Threshold-Growth“) (1, 2). Im LI-RADS-Algorithmus werden diese Hauptkriterien folgendermaßen definiert:

Das "Hyperenhancement" in der arteriellen Phase (APHE ohne Rand) stellt eine nicht-randartige Mehranreicherung einer Läsion im Vergleich zum Leberparenchym dar. Die Kontrastmittelaufnahme muss hierbei höher sein als die der Leber in der arteriellen Phase. Im Unterschied hierzu wäre eine verstärkte Darstellung der Observation in der arteriellen Phase mit Rand ein Einschlusskriterium für die Kategorie LR-M (1, 2).

Das zweite Hauptkriterium "Washout" (nicht peripher) ist genauer definiert als nicht-periphere zeitliche Abnahme der Kontrastierung der gesamten Läsion oder von Teilbereichen im Vergleich zum umgebenden Leberparenchym. Dies geschieht im Verlauf von einer früheren Phase zu einer späteren Phase mit relativer Hypokontrastierung in der extrazellulären Phase, was letztendlich zu einem "Hypoenhancement" in der portalvenösen Phase oder in der späten Perfusionsphase führen kann (1, 2).

Das dritte Hauptkriterium, die kontrastierte Kapsel, tritt als glatte, gleichförmige und scharfe, vollständige oder teilweise Berandung einer Observation auf. Sie ist dabei als ringartige Kontrastierung in der portalvenösen Phase, späten Perfusionsphase oder in der Übergangsphase erkennbar, und stellt sich deutlicher bzw. deutlich dicker als die, den Tumor umgebende, Fibrose dar (1, 2).

Das vierte Hauptkriterium, die Größe, ergibt sich aus dem größten Durchmesser der verdächtigen Läsion. Die Messung muss die Kapsel miteinschließen und sollte in der Phase durchgeführt werden, in der die Grenzen am besten beurteilt werden können. Wenn möglich sollte die Observation nicht in der arteriellen Phase oder auf diffusionsgewichteten Aufnahmen vermessen werden. LI-RADS ordnet die zu bewertende Observation verschiedenen diagnostischen Kategorien zu, je nachdem, ob deren größter Durchmesser kleiner 10 mm, zwischen 10 und 19 mm, oder größer oder gleich 20 mm misst (1, 2) (siehe Abbildung 2).

Das fünfte Hauptkriterium ist das Schwellenwachstum, oder auf Englisch "Threshold Growth". Dieses Kriterium gilt als erfüllt, wenn die zu beurteilende Läsion innerhalb von

sechs Monaten oder einem kürzeren Zeitraum 50 % oder mehr an Größe zugenommen hat. Das Schwellenwachstum sollte zur Kategorisierung einer Läsion nur eingesetzt werden, wenn eine frühere CT- oder MRT-Aufnahme in ausreichender Qualität vorliegt, die zum Vergleich herangezogen werden kann (1, 2).

Es ist wichtig diese sogenannten Hauptkriterien bzw. Major Features nur als vorhanden einzuordnen, wenn an deren Anwesenheit kein Zweifel besteht. Dieses Vorgehen ist notwendig um eine hohe Spezifität für das hepatozelluläre Karzinom zu bewahren (3).

Auf diese Art wird der Befund entweder der Kategorie LR-NC, LR-1, LR-2, LR-M oder LR-TIV zugeordnet.

Falls sich die suspekte Läsion allerdings keiner der oben genannten Kategorien zuteilen lässt, sollte die folgende von LI-RADS entwickelte Diagnosetabelle (Abbildung 2) angewendet werden, um die Observation anhand der fünf Hauptmerkmale (bzw. Major Features) als LR-3 (mittlere Wahrscheinlichkeit für Malignität), LR-4 (wahrscheinlich HCC) oder LR-5 (definitiv HCC) zu klassifizieren.

Hyperenhancement in der arteriellen Phase (APHE)		Kein APHE		APHE (kein rim-Zeichen)		
Größe der Observation (mm)		< 20	≥ 20	< 10	10-19	≥ 20
Beachte Hauptmerkmale: „Washout“ (nicht peripher) Schwellenwachstum Anreicherung der Kapsel	keines	LR-3	LR-3	LR-3	LR-3	LR-4
	eines	LR-3	LR-4	LR-4	LR-4 LR-5	LR-5
	≥ zwei	LR-4	LR-4	LR-4	LR-5	LR-5

Abbildung 2: **Schema zur Anwendung des Diagnosealgorithmus. Modifiziert nach LI-RADS 2017 Core German Final, S.7 (2)**

Anschließend können spezielle Zusatzmerkmale (sogenannte „Ancillary Features“) ergänzend hinzugezogen werden, um die zugeteilte LI-RADS-Kategorie anzupassen. Sie sprechen entweder für eine Bösartigkeit oder eine Gutartigkeit des Befundes, und können zur Herabstufung bzw. Anhebung (nur bis LR-4) um eine Kategorie im LI-RADS-Diagnosealgorithmus führen (1, 2).

Zusätzliche Merkmale, die eine Gutartigkeit des Befundes vermuten lassen, sind beispielsweise eine Größenstabilität über einen Zeitraum von mehr als zwei Jahren hinweg, oder auch eine Größenreduktion des Befundes.

Auf eine Bösartigkeit im Allgemeinen deutet dagegen zum Beispiel eine leichte bis mittelmäßige Hyperintensität der suspekten Läsion hin. Speziell für ein HCC sprechen unter anderem Blutprodukte im Knoten oder eine Mosaik-Architektur der verdächtigen Läsion (1).

Allein sind diese zusätzlichen Merkmale allerdings ungeeignet, um eine Beobachtung zu kategorisieren (3).

Wenn nach der Anwendung der Hauptmerkmale und der Zusatzmerkmale immer noch Unsicherheiten bezüglich der zugeteilten Kategorie bestehen, ist es möglich, nun als drittes die sogenannten "Tie-breaking-rules" bzw. Kollisionsregeln anzuwenden (3). Diese besagen, dass bei Zweifeln darüber, ob ein TIV-Stadium (=Tumor in der Vene) vorliegt, keine TIV-Kategorisierung erfolgen soll. Außerdem wird empfohlen, bei Unklarheiten bezüglich der Zuordnung, diejenige Kategorie zu wählen, die ein geringeres Gewissheitsniveau aufweist (2). Zur Erläuterung des Gewissheitsniveaus dient folgende Grafik (Abbildung 3):

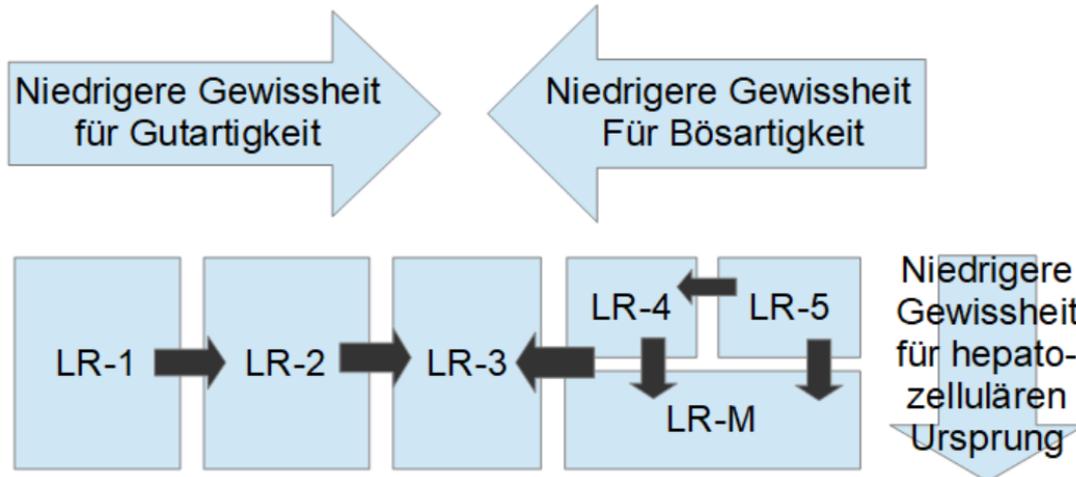


Abbildung 3: **Erläuterung des Gewissheitsniveaus der Kollisionsregeln. Modifiziert nach LI- RADS 2017 Core German Final, S.9 (2)**

Nach dem vierten Schritt, dem finalem Check, ist die Zuordnung einer LI-RADS-Kategorie zu einer Observation in der Leber bei einem HCC-Risikopatienten abgeschlossen, insofern diese dem Anwender von LI-RADS adäquat erscheint (2).

Grundsätzlich möchte LI-RADS den natürlichen Denkprozess eines Radiologen, der eine Beobachtung bei einem Patienten mit einem Risiko für ein HCC bewertet, imitieren. Darüber hinaus stellt LI-RADS diesem Gedankengang eine Struktur zur Verfügung, vor allem für nicht eindeutig einzuordnende Befunde. Dies soll die reproduzierbare Berichterstattung zwischen Radiologen untereinander und auch mit Ärzten anderer Fachbereiche fördern (3).

### **1.1.2 Ursprünge, Weiterentwicklung und Updates von LI-RADS**

Eine anschauliche Darstellung über die Anfänge von LI-RADS gibt eine im Dezember 2017 von Professor C.B. Sirlin, einem Mitbegründer des Diagnosealgorithmus, veröffentlichte Publikation, die in Form einer persönlichen Stellungnahme geschrieben ist (6).

Hier beschreibt Professor C.B. Sirlin, wie die Entwicklung von LI-RADS letztendlich mit dem Aufdecken gewisser Kommunikationsschwierigkeiten begann (6). Zusammenfassend wird von einer multidisziplinären Konferenz mit Hepatologen und Chirurgen an der University of California San Diego im Jahr 2006 berichtet, während der CT- und MRT-Aufnahmen der Leber bei Patienten mit einem Verdacht auf ein HCC bewertet wurden. Im Verlauf dieses Treffens stellte sich heraus, dass viele Kliniker und Chirurgen aufgrund der Inkonsistenz, Inkohärenz und Unklarheit einiger radiologischer Befunde, Probleme hatten, diese zu verstehen. Zudem fiel auf, dass bei radiologischen Berichten, die das hepatozelluläre Karzinom betreffen, oft verschiedene Worte für die gleiche Art von Läsion, oder die gleichen Worte für unterschiedliche Läsionen verwendet wurden (6, 7).

Resümierend gesagt, wurde während dieser Konferenz die Notwendigkeit einer Standardisierung und das Bestreben nach einer einheitlichen Befundklassifikation in der Leberbildgebung deutlich (6, 7). Deswegen transformierten die Verfasser von LI-RADS den gut bekannten Diagnosealgorithmus BI-RADS (Breast Imaging Reporting and Data System) für Läsionen der Brust in LI-RADS, einen Diagnosealgorithmus für HCC-verdächtige Läsionen (6, 7).

Hieraus wird verständlich, dass LI-RADS letztendlich aus dem Bedürfnis nach einer einheitlichen Terminologie entstand, die hilft, das Verständnis zwischen medizinischem Personal zu verbessern (7).

Die erste LI-RADS-Version resultierte 2011 aus dem gemeinsamen Treffen von Vertretern der AASLD (American Association for the Study of Liver Disease) und OPTN (Organ Procurement and Transplantation Network) (6). Hierauf folgten mehrere Aktualisierungen in

den Jahren 2013, 2014, 2017 und 2018, während denen eine stetige Weiterentwicklung zu beobachten ist. Neben der Einarbeitung von Anwenderrückmeldungen, erfolgte auch die Integration neuer Technologien. So wurde LI-RADS ursprünglich für nur 2 Modalitäten (CT und MRT mit extrazellulärem Kontrastmittel) und eine Indikation (zur Diagnose des HCC) entwickelt, mittlerweile ist das Klassifikationssystem jedoch für weitere bildgebende Verfahren (Ultraschall und Kontrastmittel-verstärkter Ultraschall, Bildgebung mit leberspezifischem Kontrastmittel im MRT, genauso wie die zwei ursprünglichen Modalitäten) und außerdem für mehrere klinische Indikationen geeignet. Hierzu zählt nun neben der Diagnose des HCC auch das Screening, das Staging und die Behandlungsbeurteilung. Darüber hinaus wurde über die Jahre hinweg ergänzend zum Diagnosealgorithmus zusätzliches Material zum erleichterten Verständnis von LI-RADS entwickelt: Neben einem Lexikon mit genau definierter Terminologie, gibt es beispielsweise auch einen bebilderten Atlas mit schematischen Diagrammen und veranschaulichenden klinischen Beispielen (6).

Die Übersetzung der LI-RADS-Version aus dem Jahr 2017 in acht weitere Sprachen war ein weiterer wichtiger Entwicklungsschritt, um dem Ziel der Verankerung von LI-RADS in internationale klinische Richtlinien zum HCC näherzukommen (8). Neben der englischen Version kann LI-RADS auf der Website des American College of Radiology nun auch auf Chinesisch, Französisch, Deutsch, Italienisch, Koreanisch, Japanisch, Portugiesisch und Spanisch heruntergeladen werden (9).

### **1.1.3 LI-RADS Update Version 2018**

Obwohl es ursprünglich geplant war, nur alle drei bis vier Jahre neue aktualisierte Versionen zu veröffentlichen, wurden bereits im Jahr 2018 nochmals einige Änderungen im LI-RADS-Algorithmus vorgenommen. Grund hierfür war, dass Anfang des Jahres die American Association for the Study of Liver Diseases (AASLD) entschied, LI-RADS in ihre klinischen Leitlinien zum HCC zu integrieren (8). Die Aktualisierungen in der Version 2018 sollten vor allem die Einbettung von LI-RADS in diese Leitlinien erleichtern und führten zu einigen Modifizierungen des CT- und MRT-Algorithmus (10).

Hierzu zählt, dass die Definition des Hauptkriteriums Schwellenwachstum vereinfacht wurde, um mit der des Organ Procurement and Transplantation Network (OPTN), einem in den USA bei Organtransplantationen angewandtem System, übereinzustimmen: Konkret wurde hierbei festgelegt, dass ein Größenwachstum der verdächtigen Läsion von 50 % oder mehr innerhalb von sechs Monaten oder einem kürzeren Zeitraum ausreicht, damit das Hauptkriterium

Schwellenwachstum im Diagnosealgorithmus von LI-RADS als erfüllt gilt. Um die Komplexität von LI-RADS zusätzlich zu reduzieren, wurde auf die weitere Unterteilung der Kategorie LR-5 verzichtet, die in früheren Versionen noch Anwendung fand. Des Weiteren wurde dem Kerndokument der LI-RADS Version 2018 ein Abschnitt mit häufig gestellten Fragen hinzugefügt. Das nächste große Update ist nun ungefähr für das Jahr 2021 geplant (8).

Die stattgefundenene Einbettung von LI-RADS in US-amerikanische Leitlinien stellt einen wichtigen Schritt zur weiteren Verbreitung und Akzeptanz von LI-RADS dar. Diese Integration von LI-RADS in klinische Handlungsempfehlungen ist insbesondere von großer Bedeutung, da das hepatozelluläre Karzinom eine der wenigen Krebserkrankungen ist, die alleine durch bildgebende Verfahren diagnostiziert werden kann. Hierdurch wird die Rolle des Radiologen im multidisziplinären Prozess der Diagnosefindung verfestigt. (8).

Alle LI-RADS Algorithmen können auf der Website des American College of Radiology gefunden werden (11).

## **1.2 Das hepatozelluläre Karzinom (HCC)**

### **1.2.1 Epidemiologie, Ätiologie, Pathologie und Klinik**

Das hepatozelluläre Karzinom ist der häufigste primär maligne Tumor der Leber (12). Um die Relevanz des HCCs in der heutigen Medizin nachvollziehen zu können, empfiehlt es sich, sich den Rang der primären Malignitäten der Leber in Rankings der WHO (World Health Organization) zur Inzidenz und Mortalität aller Krebserkrankungen vor Augen zu führen: Was die Inzidenz betrifft, sind die primären malignen Erkrankungen der Leber laut einer Schätzung der WHO aus dem Jahr 2018 die siebthäufigsten aller Krebserkrankungen weltweit: 9,3 Fällen pro 100.000 ASR (= age standardized rate), was 9,3 Fälle pro 100.000 Einwohner weltweit in einer alters-standardisierten Gesellschaft, beide Geschlechter und alle Altersgruppen eingeschlossen, meint (13).

Die Inzidenz der primär malignen Tumoren der Leber variiert weltweit je nach geographischer Region (12). Einen Überblick über die globale Verteilung gibt eine Weltkarte, die auf der Website der International Agency for Research on Cancer/WHO (<https://gco.iarc.fr/today/home>) einsehbar ist (13).

Es zeigt sich deutlich, dass zu den Gebieten mit der höchsten Inzidenz große Teile Afrikas, Ost- und Südasiens, Teile Zentralamerikas und auch mediterrane Länder zählen (13). Am höchsten ist die Krankheitslast in Gebieten, in denen auch die HBV (Hepatitis-B-Virus) -

Infektion gehäuft vorkommt. Insgesamt nimmt die Inzidenz des hepatozellulären Karzinoms zu (12).

Zur Ätiologie des HCC ist anzumerken, dass bei über 90 % der hepatozellulären Karzinome diese aufgrund einer vorhergehenden Leberzirrhose jeglicher Genese entstehen. Das höchste Risiko haben Zirrhosepatienten auf dem Boden einer chronischen Hepatitis B (ca. 50 % aller HCCs) oder Hepatitis C (ca. 25 % aller HCCs) (14).

Dadurch ist die globale Epidemiologie des HCCs durch die Prävalenz viraler Hepatitiden und das Alter, in der diese in der betreffenden Bevölkerungsgruppe erworben werden, vorbestimmt (12). Weitere Risikofaktoren für ein HCC sind neben Alkoholabusus u.a. auch Übergewicht, Diabetes und die damit verbundene nicht-alkoholische Fettleberhepatitis (12).

Das hepatozelluläre Karzinom ist eine maligne Neoplasie aus dedifferenzierten Hepatozyten (15). Letztendlich ist die Hepatokarzinogenese ein mehrstufiger Prozess, der durch eine fortschreitende zelluläre und molekulare Dedifferenzierung von Hepatozyten über Dysplasien hin bis zur Malignität gekennzeichnet ist (16). Wichtige Differenzialdiagnosen zum hepatozellulären Karzinom in einer zirrhotischen Leber sind Regeneratknoten und dysplastische Knoten (17).

Klinisch dominiert wird das Krankheitsbild des HCC u.a. von Symptomen wie Druckschmerz im rechten Oberbauch, einer generellen B-Symptomatik, eventuell einem tastbaren Tumor oder auch Aszites. Möglicherweise besteht eine Dekompensation einer vorbestehenden Leberzirrhose, auch paraneoplastische Syndrome kommen vor (u.a. Fieber, Polyglobulie). Zum Diagnosezeitpunkt findet man in 50 % der Fälle ein multilokuläres Wachstum, bei 25 % eine Pfortaderthrombose und bei 10 % eine Infiltration von Lebervenen und der Vena cava inferior (14).

Laut der International Agency for Research on Cancer/WHO (<https://gco.iarc.fr/today/home>) sind die primären malignen Erkrankungen der Leber, mit 8,5 Fällen pro ASR, was 8,5 Fälle pro 100.000 Einwohner weltweit in einer alters-standardisierten Gesellschaft, beide Geschlechter und alle Altersgruppen eingeschlossen meint, die am vierthäufigsten zum Tode führende Krebserkrankung weltweit (13).

Aufgrund der hohen Mortalität spielen Früherkennungsprogramme eine wichtige Rolle bei Risikopatienten. Im Rahmen einer solchen Untersuchung wird eine konventionelle Sonographie der Leber durchgeführt, die um eine AFP (Alpha-Fetoprotein) -Bestimmung

erweitert werden kann (17). Laut einer Publikation von Lincke T. et. al. zur Bildgebung beim HCC aus dem Jahr 2016 beträgt die 5-Jahres-Überlebensrate ca. 50 % falls die Diagnose eines HCC im Rahmen eines Früherkennungsprogramms gestellt wird, im Gegensatz dazu verringert sich die 5-Jahres-Überlebensrate laut dieser Publikation auf nur 0-10 %, wenn ein HCC erst diagnostiziert wird, nachdem schon erste Symptome aufgetreten sind (17). Dies zeigt, wie wichtig eine frühe Diagnosestellung für HCC-Risikopatienten ist. Damit spielt LI-RADS eine entscheidende Rolle, und zwar nicht nur bei der Diagnosestellung, sondern auch bei der Interpretation und Kommunikation der Befunde zwischen Fachleuten.

### **1.2.2 S3-Leitlinie (Mai 2013) zum hepatozellulären Karzinom: Prävention, Früherkennung, Diagnose und Staging**

Die S3-Leitlinie (Version 1.0) zum HCC aus dem Leitlinienprogramm der Onkologie stellt folgende Informationen und Empfehlungen zur Verfügung: Ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung eines hepatozellulären Karzinoms haben Patienten mit einer Leberzirrhose, Patienten mit einer chronischen Hepatitis-B-Virusinfektion auch ohne Leberzirrhose, und Patienten mit einer nicht-alkoholischen Fettleberhepatitis ebenfalls auch ohne Leberzirrhose (18).

Primärpräventiv ist die Hepatitis-B-Impfung eine Möglichkeit zur Vermeidung der HBV-Infektion. Diese führte zur Reduktion der HCC-Inzidenz insbesondere in Endemie-Gebieten (18). Eine Publikation aus dem Jahr 1997 demonstrierte den Erfolg einer universellen Impfung gegen das Hepatitis-B-Virus in Taiwan. Hier wurde 1984 die HBV-Immunsierung aller Neugeborenen eingeführt. In den Jahren darauf sank die Inzidenz des hepatozellulären Karzinoms für Kinder in Taiwan zwischen 6 und 14 Jahren deutlich (19).

Darüber hinaus wird in der Leitlinie aufgeführt, dass allen Risikopatienten eine Früherkennungsuntersuchung angeboten werden sollte, insofern eine anschließende Zuführung zu einer HCC-Therapie möglich ist. Die Früherkennungsuntersuchung umfasst alle sechs Monate eine Sonographie der Leber, und kann durch eine zusätzliche AFP-Bestimmung erweitert werden (18).

Zur Diagnosestellung kommen in der S3-Leitlinie zum HCC einerseits die Biopsie und Histopathologie, und andererseits bildgebende Verfahren zum Einsatz (18). Grundsätzlich sollten malignitätsverdächtige Leberherde in einer therapierelevanten Konstellation unabhängig von der Größe abgeklärt werden, um eine gezielte Therapie primärer und nichtprimärer Lebertumoren möglichst frühzeitig beginnen zu können (18). Generell beruht

die bildgebende Diagnostik des HCC auf einem charakteristischem Perfusionsverhalten, das entweder mit Kontrastmittel-verstärktem Ultraschall (CEUS), CT (CE-CT) oder MRT (CE-MRT) nachgewiesen werden kann (17, 18). Bei Hochrisikopatienten gilt ein HCC entsprechend der S3-Leitlinie 1.0 als durch bildgebende Diagnostik bewiesen, wenn eine Läsion folgende Kriterien aufweist: Erstens eine Hypervaskularisation ("wash-in") in der arteriell-dominanten Phase, und zweitens ein Auswaschphänomen ("wash-out") bis hin zur Kontrastumkehr zum umgebenden Leberparenchym in der folgenden portalvenösen bzw. parenchymatösen Phase (17, 18). Allerdings sind diese beiden Hauptkriterien nicht bei jedem HCC nachweisbar. Laut der bereits erwähnten Publikation von Lincke T. et. al. zur Bildgebung beim hepatozellulären Karzinom aus dem Jahr 2016 zeigen nur 80-85 % der HCCs ein Wash-in, und nur 50-75 % zeigen ein Wash-in und ein Wash-out (17).

Das durch die S3-Leitlinie 1.0 empfohlene Vorgehen bei einer malignitätsverdächtigen Leberläsion bei einem Patienten der Hochrisikogruppe veranschaulicht die Abbildung auf der folgenden Seite aus dem Leitlinienprogramm der Onkologie:

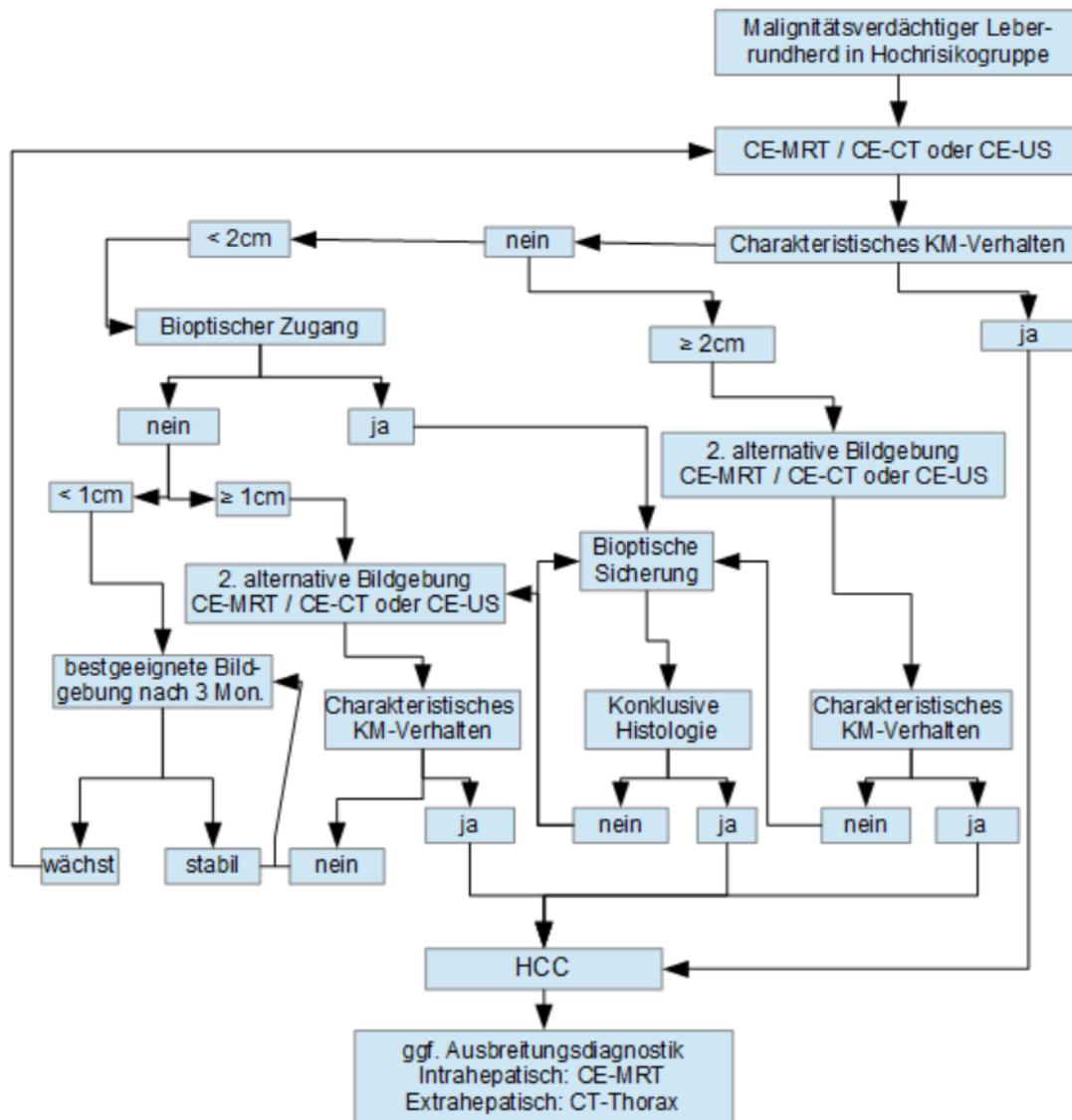


Abbildung 4: **Diagnosealgorithmus der S3-Leitlinie zum HCC (Version 1.0) bei malignitätsverdächtigen Rundherden in der Leber. Modifiziert nach Leitlinienprogramm Onkologie: Diagnostik und Therapie des hepatozellulären Karzinom: Kurzversion 1.0, S.19 (18)**

Das anschließende morphologische Staging erfolgt unter Verwendung der pTNM-Klassifikation. Ergänzend hierzu sollte die BCLC-Klassifikation (=Barcelona Clinic Liver Cancer-Klassifikation) für das integrierte Staging in der Therapiestratifikation des HCCs eingesetzt werden (18). Dieses Staging-System berücksichtigt zusätzlich zum Tumorstadium, die Leberfunktion, den körperlichen Leistungszustand des Patienten, sowie den Effekt der Therapie auf die Lebenserwartung, um die Prognose eines hepatozellulären Karzinoms beurteilen zu können (18).

### **1.2.3 Vergleich des Diagnosealgorithmus der S3-Leitlinie 1.0 zum HCC mit LI-RADS**

Sowohl im Diagnosealgorithmus zum hepatozellulären Karzinom aus dem Leitlinienprogramm der Onkologie als auch im Diagnosealgorithmus von LI-RADS spielt die Bildgebung eine entscheidende Rolle. Im Gegensatz zu den meisten anderen soliden Krebsarten kann das HCC auf der Grundlage nichtinvasiver Bildgebung ohne die zwingend erforderliche Bestätigung durch eine Biopsie diagnostiziert werden (20). In beiden Diagnosealgorithmen kann hierzu eine Bildgebung mit Kontrastmittel-verstärktem Ultraschall, einem Kontrastmittel-verstärktem CT oder einem Kontrastmittel-verstärktem MRT durchgeführt werden (1, 18). Wenn hierbei kein charakteristisches Kontrastmittel-Verhalten nachgewiesen werden kann, verlangt der Diagnosealgorithmus aus dem Leitlinienprogramm der Onkologie je nach Größe der malignitätsverdächtigen Leberläsion entweder eine zweite alternative Bildgebung oder eine Biopsie mit anschließender konklusiver Histologie (18) (siehe Abbildung 4).

LI-RADS bietet die Möglichkeit eine Leberläsion auch ohne eindeutige Anwesenheit der Hauptkriterien kategorisch einzuordnen (1) (siehe Abbildung 2). Außerdem stellt LI-RADS für nicht eindeutige Befunde zusätzlich die „Ancillary Features“ und die „Tie-breaking Rules“ zur Kategorisierung zur Verfügung.

### **1.2.4 Neue Version der S3-Leitlinie (Juni 2021): Diagnostik und Therapie des Hepatozellulären Karzinoms und biliärer Karzinome**

Im Monat Juni des Jahres 2021 erschien durch das Leitlinienprogramm der Onkologie eine aktualisierte Version der Leitlinie zum HCC. Die S3-Leitlinie "Diagnostik und Therapie des HCC und der biliären Karzinome Version 2.0" umfasst nun im Gegensatz zu der Version 1.0 aus dem Jahr 2013 zwei Tumorentitäten (21). Das HCC betreffend erfolgten einige Änderungen, wie beispielsweise, dass die Leberbiopsie als wichtige diagnostische Maßnahme zur Diagnosestellung des HCCs gestärkt wurde. In der palliativen Situation und bei unklarem Kontrastmittelverhalten in zwei unabhängigen Bildgebungen in der kurativen Situation sollte ein bioptisches Verfahren durchgeführt werden. Bisher wurde die Diagnose eines HCC in einer zirrhotischen Leber in der Bildgebung durch den Nachweis von typischem Kontrastmittelverhalten im MRT, CT oder Ultraschall gestellt. Die Empfehlung wurde dahingehend geändert, dass die Diagnose eines HCC nun aufgrund eines typischen Kontrastmittelverhaltens mit arterieller Hypervaskularisation und Auswaschen in der portalvenösen und venösen Phase im MRT gestellt werden soll. Erst bei unklarem MRT-Befund und kurativer Behandlungsindikation sollte eine zweite Bildgebung mittels

triphasischem CT bzw. kontrastverstärktem Ultraschall durchgeführt werden. Unklare Leberherde mit einer Größe kleiner bzw. gleich 1 cm sollten in 3 Monatsintervallen mittels einer Kontrastmittel-Schnittbildgebung kontrolliert werden (21). Beim Staging sollten bezüglich bildmorphologischer Tumoraspekte bildgebende Analyseverfahren verwendet werden, die die Vaskularität berücksichtigen. In der Langversion der Leitlinie findet sich darüber hinaus ein Hinweis zu LI-RADS und eine kurze Erklärung zu dessen Funktionsweise. Es wird erwähnt, dass LI-RADS die Möglichkeit bietet, die Variabilität der radiologischen Berichterstattung bei HCC-verdächtigen Läsionen zu verringern, und dadurch einerseits die Kommunikation zwischen Ärzten und Ärztinnen aus verschiedenen Fachbereichen vereinfachen, und das Patientenmanagement verbessern kann. Darüber hinaus wird erwähnt, dass sich bis zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Leitlinie LI-RADS leider nicht flächendeckend durchgesetzt hat (22).

In der, zum Zeitpunkt der Durchführung unserer Studie zu LI-RADS (2018) aktuellen Version der Leitlinie zum HCC (Version 1.0, Mai 2013), gab es noch keinen Hinweis zu LI-RADS (23).

### **1.3 Das bereits etablierte Diagnosesystem BI-RADS als Analogon zu LI-RADS**

In mehreren Fachgesellschaften zeigt sich der Trend zu einheitlichen Diagnostiksystemen und zu einer strukturierten radiologischen Berichterstattung. Es konnte gezeigt werden, dass sie die Konstanz in der Berichterstattung und den positiv prädiktiven Wert für eine Malignitätsdiagnose verbessern (10). LI-RADS ist das Analogon zu BI-RADS, dem Breast Imaging Reporting and Data System, das ebenfalls aus den Händen des American College of Radiology stammt, und inzwischen weit verbreitet in Leitlinien zur Bildgebung der Mamma übernommen wurde. Es konnte gezeigt werden, dass BI-RADS die Beobachterübereinstimmung vergrößert, und den positiv prädiktiven Wert der Brustbildgebung für eine Malignitätsdiagnose erhöht (10).

Letztendlich stellte sich auch bei der Entwicklung des Diagnosealgorithmus BI-RADS heraus, dass für seine Verbesserung und Etablierung Zeit notwendig war (7). Denn auch BI-RADS wurde mehrfach überarbeitet und zeigt nun mehr Reife als bei seiner Einführung im Jahr 1993 (24). Dank seiner Weiterentwicklung über die Jahre hinweg, wird BI-RADS nun weit verbreitet angewendet und ist allgemein akzeptiert unter Fachleuten (7).

#### **1.4 Vorteile der strukturierten Befundung und Chancen durch LI-RADS**

Im Gegensatz zu BI-RADS ist LI-RADS in den aktuellen deutschen Leitlinien noch nicht fest integriert. Allerdings wäre für höhere diagnostische Standards auch ein universelles Auswertungssystem für Leberbefunde bei HCC-Risikopatienten erstrebenswert. Eine weiter verbreitete Annahme von LI-RADS für die Berichterstattung über bildgebende Untersuchungen bei Patienten mit einem Risiko für ein HCC könnte helfen, die Variabilität dieser Befunde zu reduzieren. Durch eine solche Vereinheitlichung von Terminologie und Beurteilungskriterien würde der Interpretationsspielraum bei nachgewiesenen Läsionen verringert werden, und somit eine standardisierte Information gegeben werden können (17). Dies würde die Kommunikation zwischen Radiologen, Hepatologen, Internisten, Viszeralchirurgen und Onkologen wesentlich vereinfachen, und könnte so letztendlich zu einem besseren Patientenmanagement führen (25). Außerdem würde eine zunehmende Akzeptanz von LI-RADS die Notwendigkeit einer Biopsie zur Diagnose eines HCC reduzieren, da diese im Diagnosealgorithmus von LI-RADS nicht zwingend erforderlich ist.

#### **1.5 Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit**

Um den im vorherigen Abschnitt genannten Zielen näher zu kommen, und eine weitere Homogenisierung in der radiologischen Befundung und auch die Verwendung von LI-RADS zu fördern, entschlossen wir uns, eine systematische Befragung zu LI-RADS in einem interdisziplinären Umfeld durchzuführen, um den Status quo zu erheben. Hierbei strebten wir an, den aktuellen Bekanntheitsgrad der LI-RADS-Klassifikation in Deutschland zu erfassen. Darüber hinaus interessierte uns, inwieweit LI-RADS in der klinischen Routine und im Rahmen von Tumorboards verwendet wird, insbesondere aber auch, was ggf. die Gründe für die bisher fehlende Anwendung sind. Im Zuge dessen sollte auch untersucht werden, ob aus klinischer Sicht die Nutzung einer solchen Klassifikation von den verschiedenen Fachdisziplinen überhaupt als notwendig erachtet wird. Um dies repräsentativ zu evaluieren, haben wir einen Fragebogen erstellt, durch den der aktuelle Stand hinsichtlich der Bekanntheit und der klinischen Anwendung von LI-RADS unter Gastroenterologen, Chirurgen und Radiologen erhoben wird.

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Art der Studie**

Bei der vorgelegten Arbeit handelt es sich um eine prospektive Studie, die auf Initiative der AG Abdominal- und Gastrointestinaldiagnostik der Deutschen Röntgengesellschaft (DRG) hin entworfen, und im Rahmen einer studentischen Promotion durchgeführt wurde.

Das Ziel der Studie war es zu untersuchen, wie bekannt, und wie verbreitet in seiner Anwendung LI-RADS unter Fachleuten in Deutschland ist, und so potenzielle Unsicherheiten der Mediziner bezüglich des Umgangs mit LI-RADS, sowie Vor- und Nachteile des Diagnosealgorithmus aufzudecken. Mit Hilfe von [www.surveymonkey.de](http://www.surveymonkey.de) (26), einem Online-Tool zur Erstellung von Online-Umfragen, wurde hierzu ein aus insgesamt 17 Fragen bestehender Fragebogen zum Klassifikationssystem LI-RADS verfasst. Dieser wurde anschließend zwischen Mai und August 2018 den Zielpersonen unserer Umfrage zugesendet, um die, zur Beantwortung der Fragestellung erforderlichen, Daten zu erheben.

### **2.2 Fragebogen**

Der Fragebogen bestand aus drei Blöcken. Den Teilnehmern wurden verschiedene Antwortmöglichkeiten angeboten, insgesamt bestand der Fragebogen aus 13 Multiple-Choice-Fragen und jeweils 2 ja / nein bzw. offenen Fragen. Im ersten Abschnitt des Fragebogens fanden sich fünf Fragen, um Hintergrundinformationen über die Umfrageteilnehmer und ihr jeweiliges Arbeitsumfeld zu sammeln. Hierbei interessierte uns insbesondere der Berufsstand, die Arbeitserfahrung, das Fachgebiet und das klinische Umfeld der Teilnehmer. Der zweite Teil der Umfrage (8 Fragen) drehte sich um das Klassifikationssystem LI-RADS, dessen Bekanntheitsgrad und dessen Anwendung im klinischen Alltag. Der dritte Bereich der Umfrage (4 Fragen) ging auf potenzielle Hintergründe für die fehlende Anwendung der LI-RADS-Klassifikation, sowie das generelle Bedürfnis nach standardisierter Befundung ein.

Eine vollständige Version des Fragebogens ist im Anhang hinterlegt.

### **2.3 Auswahl der Teilnehmer und Durchführung der Umfrage**

Zielgruppe der Umfrage waren Ärztinnen und Ärzte verschiedener Fachdisziplinen, die in die Diagnostik und Behandlung von Patienten mit Lebertumoren involviert sind, im Speziellen Gastroenterologen, Hepatologen, Allgemein- und Viszeralchirurgen, sowie Radiologen. Zunächst wurde über die Website [www.deutsches-krankenhaus-verzeichnis.de](http://www.deutsches-krankenhaus-verzeichnis.de) eine Liste von Krankenhäusern erstellt, welche die Kriterien Innere Medizin, Gastroenterologie, Allgemein-

und Viszeralchirurgie und Radiologie erfüllten (n=391). Hiervon wurden 102 Krankenhäuser zufällig ausgewählt. Um einen repräsentativen Anteil aus jedem Bundesland zu erhalten, wurden prozentual aus jedem Bundesland so viele Kliniken ausgewählt, wie auch deren jeweiliger Anteil an der ursprünglichen Liste war.

Von jeder der ausgewählten Kliniken wurde die Leitung der entsprechenden Abteilungen per E-Mail mit der Bitte kontaktiert, jeweils einen Fach- bzw. Oberarzt sowie einen Weiterbildungsassistenten zwecks Kontaktaufnahme und Teilnahme an der Umfrage zu benennen.

Auf diesem Weg erhielten wir die Kontaktdaten von 177 potenziellen Teilnehmern. Diesen Mediziner wurde per E-Mail ein Link zu unserer online-Umfrage zugesendet und sie wurden gebeten, ohne jegliche Vorbereitung, an unserer Befragung mit einer Bearbeitungszeit von etwa 10 Minuten zur aktuellen LI-RADS-Anwendung in Deutschland teilzunehmen.

Besonders wichtig war es uns, das Selektions-Bias möglichst gering zu halten, also im konkreten Fall zu vermeiden, dass an unserer Studie nur Ärzte und Ärztinnen teilnehmen, denen die Thematik zusagt. Deswegen wurden nach ein bis zwei Wochen Wartezeit diejenigen Mediziner, denen noch keine Teilnahme zugeordnet werden konnte, telefonisch an unsere Umfrage erinnert. Dies erfolgte entweder über das Sekretariat oder direkt, insofern uns die Telefonnummer der entsprechenden Person vorlag. Nach einer weiteren Woche Wartezeit erhielten diejenigen Mediziner, denen wir immer noch keine Teilnahme zuordnen konnten, eine Erinnerungsmail. Insgesamt wurden unsere Zielpersonen also bis zu dreimal kontaktiert.

## **2.4 Auswertung**

Die Auswertung der durch den Fragebogen erhobenen Daten, die automatisch in surveymonkey.com gespeichert wurden, erfolgte anschließend mittels statistisch deskriptiver Methoden. Hierzu wurden die implementierten Tools von SurveyMonkey verwendet. Um eine Subgruppenanalyse und einen Vergleich der Daten zwischen den Teilnehmergruppen, je nach ausgeübtem Fachbereich, Arbeitserfahrung und klinischem Umfeld der Teilnehmer zu ermöglichen, und bestimmte Häufigkeiten zu erfassen, wurden die Antwortoptionen verschiedener Fragen miteinander kombiniert.

### **3 Ergebnisse**

#### **3.1 Hintergrundinformation und Umfeld der Umfrageteilnehmer**

Insgesamt wurde unsere online-Umfrage über den zugeschickten Link von 87 Personen beantwortet. Unter Berücksichtigung all derjenigen Ärzte, deren Kontaktdaten uns vorlagen, und die eine Einladung zur Umfrage erhielten (177), resultierte hieraus eine Rücklaufquote von 49,15 %. Da keine Frage verpflichtend zu beantworten war bzw. unter Umständen nicht zutraf, konnten ggf. einzelne Antworten übersprungen werden.

Im ersten Teil des Fragebogens wurden Hintergrundinformationen über die Teilnehmer der Umfrage und deren Umfeld erhoben:

1. Welcher Fachrichtung gehören Sie an? (Mehrfachantwort möglich)
2. Seit wie viele Jahren arbeiten Sie klinisch (seit Ihrem Studienabschluss)?
3. In welcher Position sind Sie klinisch tätig?
4. In welchem klinischen Umfeld arbeiten Sie?
5. Wie viele Betten hat das Krankenhaus/Klinikum, in dem Sie tätig sind?

Die erste Frage erfasste den Fachbereich, in dem die Teilnehmer arbeiteten: Die Mehrheit der Befragten stellten die Radiologen mit 44,19 % dar. Es folgten die Chirurgen mit 30,23 %, die Internisten/Gastroenterologen mit 19,77 %, die Internisten mit der Spezialisierung Hepatologie mit 3,49 % und 2 Teilnehmer wählen den Fachbereich „Andere“. Folgende Grafik veranschaulicht den Anteil der verschiedenen Fachbereiche an der gesamten Teilnehmerschaft:

### Welcher Fachrichtung gehören Sie an?

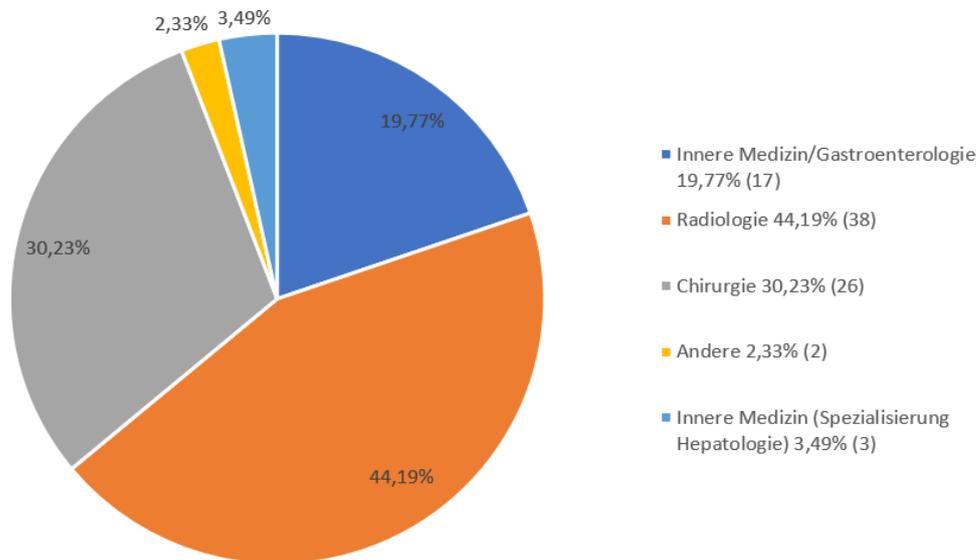


Abbildung 5: Anteil der verschiedenen Fachbereiche an der gesamten Teilnehmerschaft

Bezüglich ihrer Arbeitserfahrung gaben 19,77 % der Mediziner an, seit 1-3 Jahren klinisch zu arbeiten, 15,12 % seit 4-6 Jahren, 27,91 % seit 7-12 Jahren und 37,21 % waren bereits seit über 13 Jahren klinisch tätig:

### Seit wie vielen Jahren arbeiten Sie klinisch? (Seit Ihrem Studienabschluss)

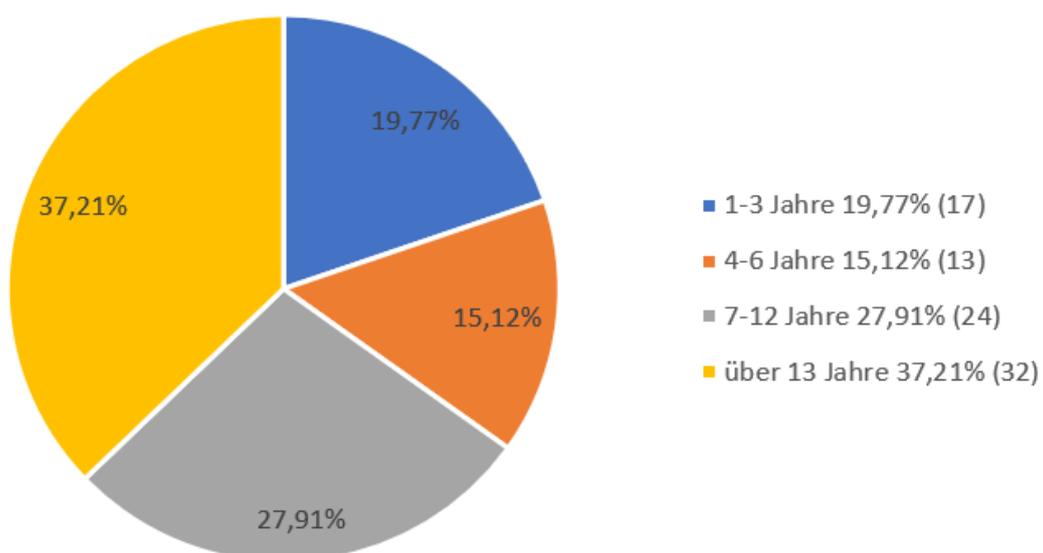


Abbildung 6: Arbeitserfahrung der Teilnehmer

Die nächste Frage untersuchte das klinische Arbeitsumfeld der Mediziner: 29,07 % der Teilnehmer arbeiteten zum Zeitpunkt der Umfrage an einem Universitätsklinikum, 26,74 % an einem Krankenhaus der Maximalversorgung, 37,21 % an einem Krankenhaus mit Schwerpunktversorgung, und nur 6,98 % der Teilnehmer waren an einem Krankenhaus mit Regelversorgung angestellt. Diese Daten sind im nachfolgenden Diagramm veranschaulicht:

### In welchem klinischen Umfeld arbeiten Sie?

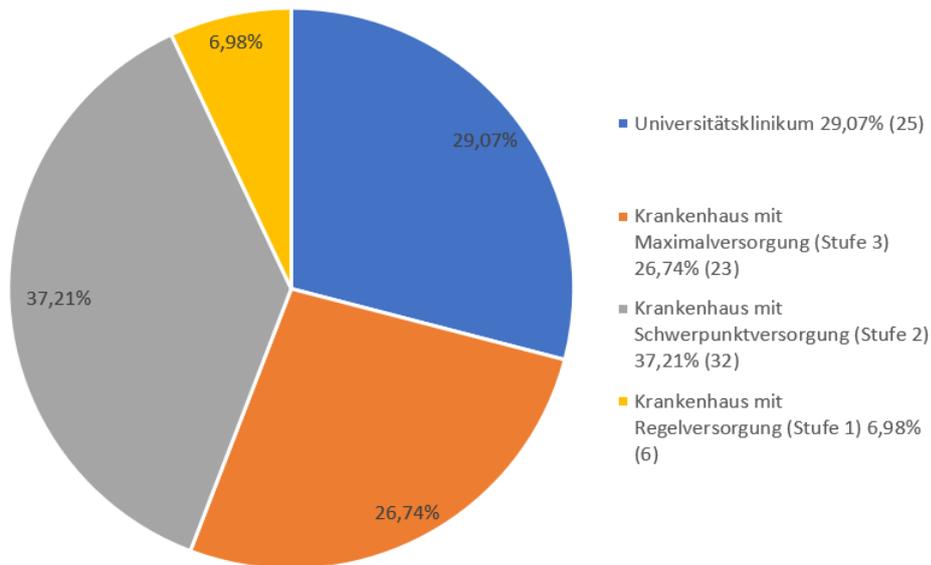


Abbildung 7: **Klinisches Arbeitsumfeld der Teilnehmer**

Bezüglich der Bettenanzahl der Arbeit gebenden Kliniken unserer Teilnehmer ergab sich folgendes Bild: 47,67 % der Mediziner stammten aus einem Krankenhaus mit über 800 Betten, 40,70 % aus einem Krankenhaus mit 400-800 Betten, und die restlichen 11,63 % aus einer Klinik mit weniger als 400 Betten:

### Wie viele Betten hat das Krankenhaus/Klinikum, in dem Sie tätig sind?

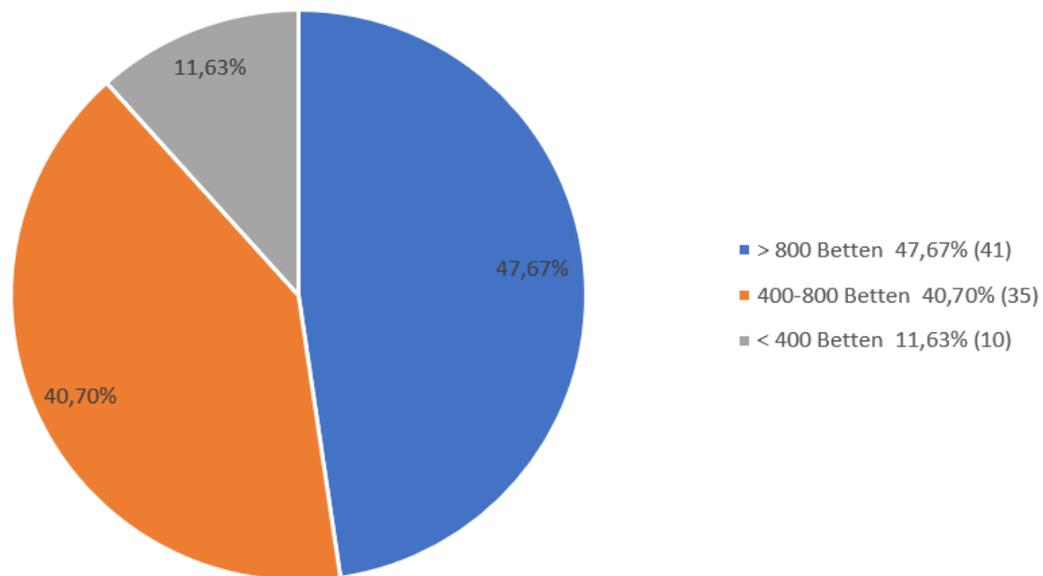


Abbildung 8: **Bettenanzahl der Arbeit gebenden Kliniken unserer Teilnehmer**

Die letzte Frage zu den personenbezogenen Informationen unserer Teilnehmer erörterte die klinische Position der Teilnehmer: 39,53 % der befragten Mediziner waren Weiterbildungsassistenten. Fachärzte waren mit 3,49 %, Oberärzte mit 40,70 % und leitende Oberärzte mit 16,28 % vertreten.

### In welcher Position sind Sie klinisch tätig?

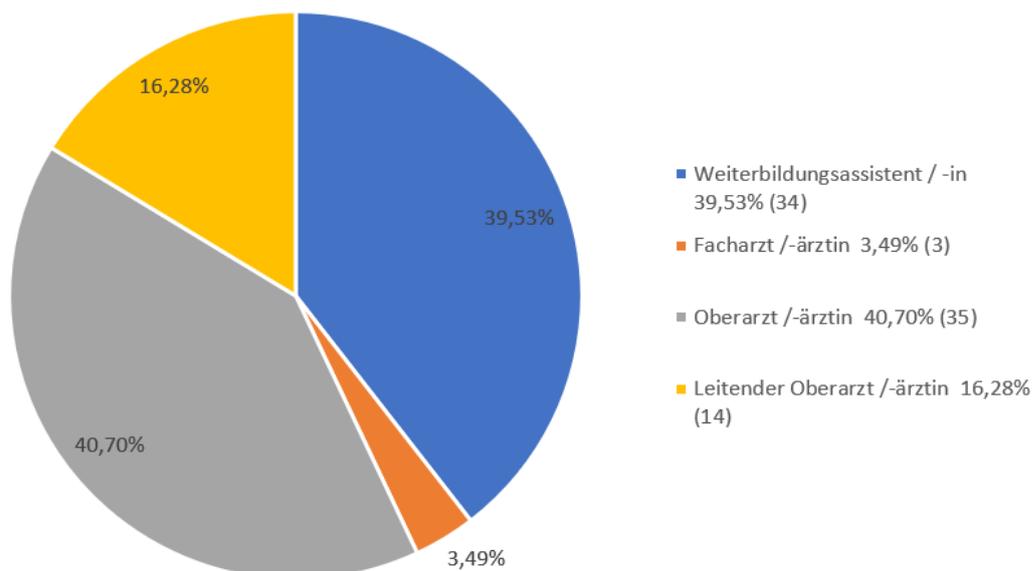


Abbildung 9: **Klinische Position bzw. Ausbildungsstatus der Teilnehmer**

### 3.2 Aktueller Bekanntheitsgrad und bisherige Anwendung von LI-RADS

Der zweite Teil der Umfrage untersuchte den aktuellen Bekanntheitsgrad von LI-RADS, dessen Anwendung im klinischen Alltag, und die persönliche Meinung der Teilnehmer zum Diagnosealgorithmus:

6. Kennen Sie die LI-RADS-Klassifikation für die Beurteilung fokaler Leberläsionen im Risikokollektiv?
7. Glauben Sie, dass durch die Anwendung der LI-RADS-Klassifikation im klinischen Alltag Beurteilungskriterien standardisiert werden können und der Interpretationsspielraum der Befunde verringert wird?
8. Wie praktikabel für den klinischen Alltag finden Sie die LI-RADS-Klassifikation?
9. Haben Sie die LI-RADS-Klassifikation selbst schon einmal angewendet?
10. Wird die LI-RADS-Klassifikation bei Ihnen in der Klinik/Abteilung/Tumorboard angewendet?
11. Seit wann wird die LI-RADS-Klassifikation bei Ihnen in der Klinik/Abteilung angewendet?
12. Für welche Befunde wird die LI-RADS-Klassifikation in Ihrem Umfeld angewendet? (Mehrfachantwort möglich)
13. Wie häufig wird die LI-RADS-Klassifikation in Ihrem Umfeld im entsprechenden Risikokollektiv angewendet?

Die erste Frage in diesem Bereich beleuchtete die Kenntnisse der Befragten zu LI-RADS für die Beurteilung fokaler Leberläsionen im Risikokollektiv. 20,73 % der teilnehmenden Ärzte wussten gut über die LI-RADS-Klassifikation Bescheid, allerdings kannten auch 26,83 % der Teilnehmer LI-RADS überhaupt nicht. Die Verteilung der Antwortoptionen „weiß gut darüber Bescheid“, „weiß ein wenig darüber Bescheid“, „schon gehört“ und „überhaupt nicht bekannt“ ist im nachfolgenden Diagramm veranschaulicht:

## Kennen Sie die LIRADS-Klassifikation für die Beurteilung fokaler Leberläsionen im Risikokollektiv?

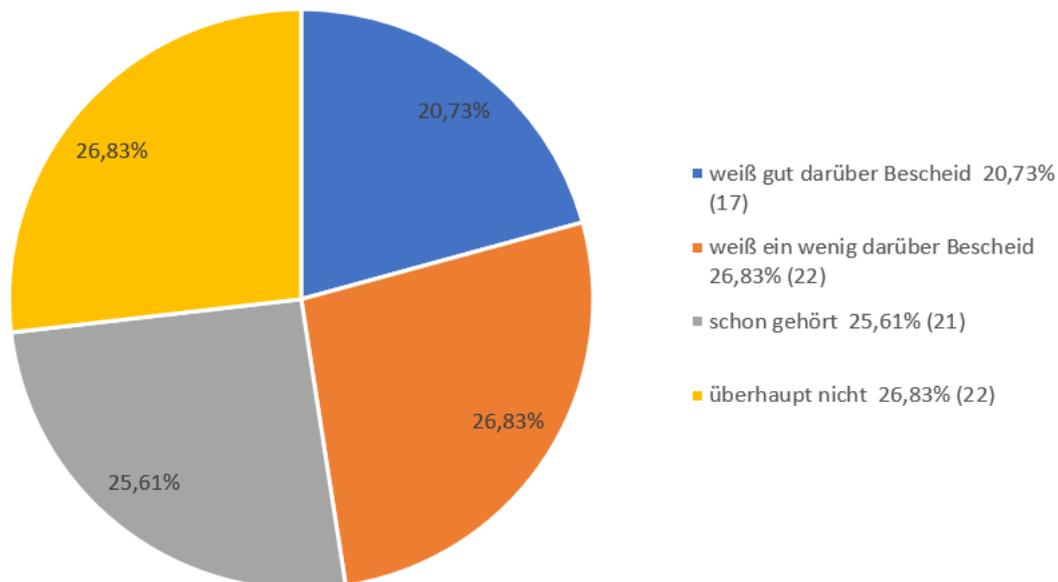


Abbildung 10: **Bekanntheitsgrad der LI-RADS-Klassifikation unter allen Teilnehmern**

Der Mehrheit der Befragten war die LI-RADS-Klassifikation zwar ein Begriff, auffallend ist jedoch, dass lediglich 20,73 % angaben, gut darüber Bescheid zu wissen.

Allerdings ließen sich gewisse Unterschiede über den Bekanntheitsgrad von LI-RADS erkennen, je nachdem welche Personengruppe man genauer betrachtet. Von den 36 Radiologen, die die Frage zur Kenntnis über LI-RADS beantworteten, wählten 30,56 % die Kategorie „weiß gut darüber Bescheid“, und mit „überhaupt nicht“ antworteten unter den Radiologen nur 13,89 %. Von den 24 Chirurgen, die die Frage beantworteten, wählten 37,50 % die Kategorie „schon gehört“, nur 8,33 % von ihnen gaben an, gut darüber Bescheid zu wissen, allerdings kannten auch 37,50 % von ihnen LI-RADS überhaupt nicht. 41,18 % der 17 Internisten bzw. Gastroenterologen, die die Frage beantworteten, kannten LI-RADS überhaupt nicht, und 17,65 % von ihnen wussten gut über den Diagnosealgorithmus Bescheid. Der Kenntnisstand zu LI-RADS in Abhängigkeit von der befragten Fachrichtung ist in nachfolgender Grafik dargestellt:

## Kennen Sie die LIRADS-Klassifikation für die Beurteilung fokaler Leberläsionen im Risikokollektiv?

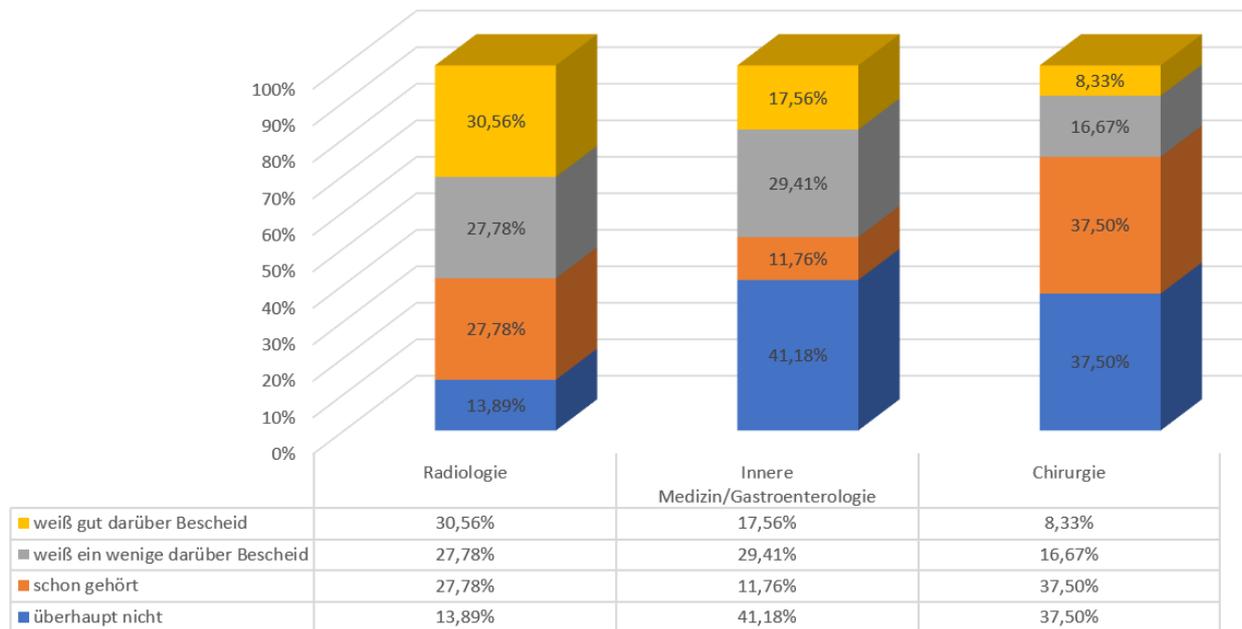


Abbildung 11: Kenntnisstand zu LI-RADS je nach befragter Fachrichtung

Darüber hinaus zeigten sich auch Unterschiede zur Kenntnis über LI-RADS je nach Ausbildungsstatus und beruflicher Position der teilnehmenden Personen. 34,48 % der 29 Assistenzärzte kannten LI-RADS überhaupt nicht, und nur 6,9 % wussten gut darüber Bescheid. Unter den 35 Oberärzten, die bei dieser Frage eine Antwort abgaben, wussten 34,29 % gut über LI-RADS Bescheid und nur 17,14 % kannten LI-RADS überhaupt nicht. Unter den 14 leitenden Oberärzten haben 35,71 % schon einmal von LI-RADS gehört, und jeweils 21,43 % kannten LI-RADS entweder überhaupt nicht, wussten ein wenig darüber Bescheid, oder wussten gut darüber Bescheid. Diese Unterschiede zur Kenntnis über LI-RADS je nach Ausbildungsstatus und beruflicher Position sind in nachfolgender Grafik noch einmal zusammengefasst. Die Untergruppe „Facharzt/ -ärztin“ wurde hierbei weggelassen, da sie mit nur drei Teilnehmern kein repräsentatives Ergebnis widerspiegelt.

## Kennen Sie die LIRADS-Klassifikation für die Beurteilung fokaler Leberläsionen im Risikokollektiv?

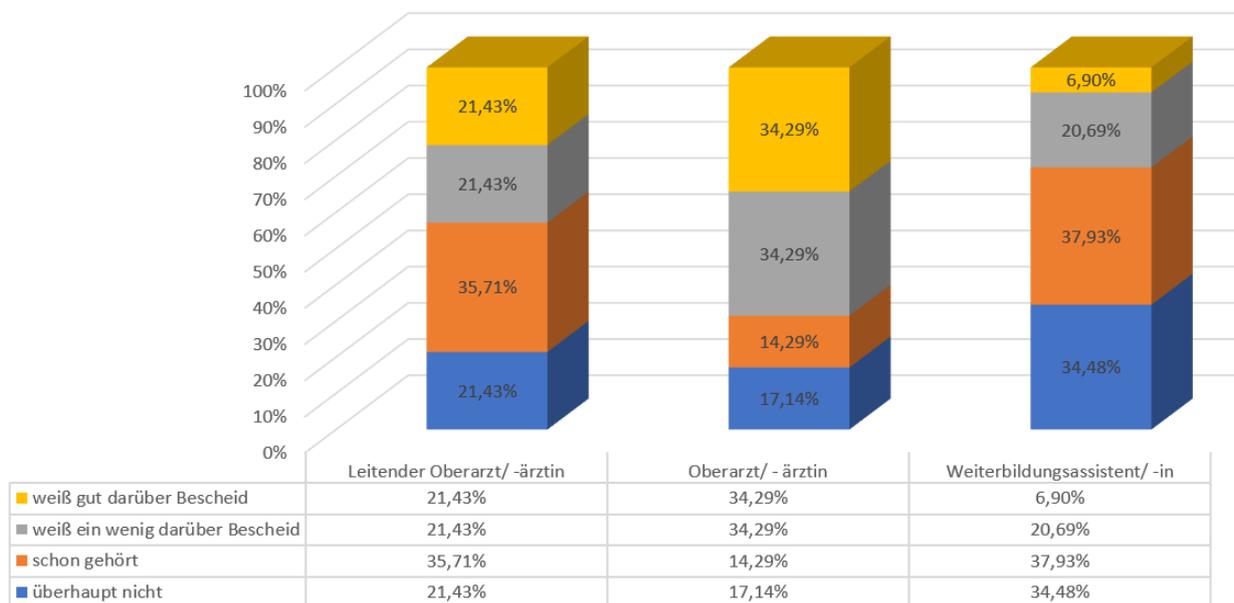


Abbildung 12: Kenntnisstand zu LI-RADS je nach beruflicher Position

Unterteilt man die Befragten nun in Untergruppen je nach klinischem Umfeld, ergibt sich folgendes Bild: Es zeigt sich deutlich, dass an Universitätskliniken mit 4,17 % nur ein sehr geringer Anteil LI-RADS überhaupt nicht kannte, im Gegensatz dazu ist diese Kategorie von Teilnehmern an Krankenhäusern mit Regelversorgung mit 50 % am häufigsten gewählt worden. Es ist ebenfalls klar ersichtlich, dass die Ärzte, die an Universitätskliniken angestellt waren, größtenteils (54,17 %) gut über LI-RADS Bescheid wussten. Diese Unterschiede sind im nachfolgenden Diagramm erkennbar:

## Kennen Sie die LIRADS-Klassifikation für die Beurteilung fokaler Leberläsionen im Risikokollektiv?

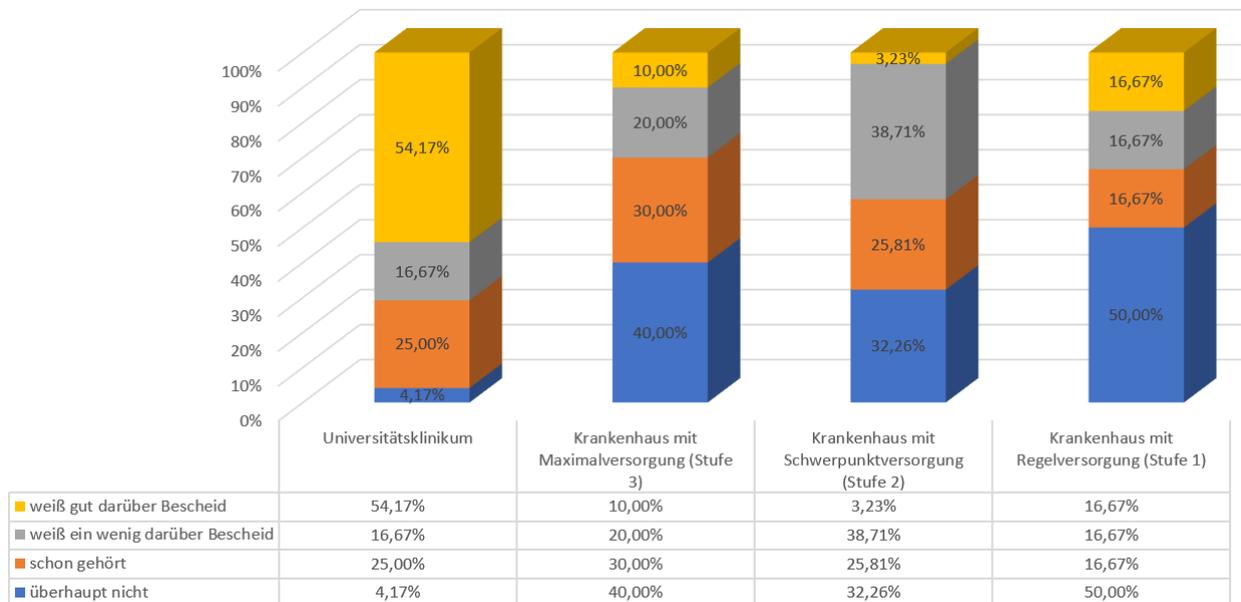


Abbildung 13: **Kenntnisstand zu LI-RADS je nach klinischem Umfeld**

Mit der nächsten Frage untersuchten wir, wie die Umfragen-Teilnehmer das Potential von LI-RADS einschätzten. Der Großteil (59,5 %) der Befragten stimmte der Annahme, dass durch die Anwendung der LI-RADS-Klassifikation Beurteilungskriterien im klinischen Alltag standardisiert werden können und der Interpretationsspielraum der Befunde verringert wird, voll oder eher zu. Nur 8,86 % der Teilnehmer hielten eine Standardisierung durch LI-RADS eher nicht für möglich.

**Glauben Sie, dass durch die Anwendung der LI-RADS-Klassifikation im klinischen Alltag Beurteilungskriterien standardisiert werden können, und der Interpretationsspielraum der Befunde verringert wird?**

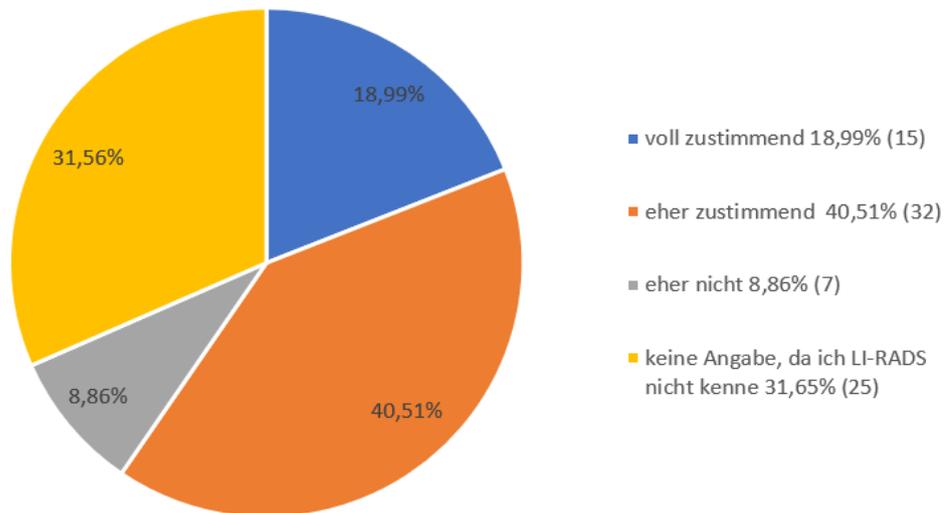


Abbildung 14: Eventuelle Standardisierung durch LI-RADS

Das Ziel der darauffolgenden Frage war es herauszufinden, wie Fachleute die Praktikabilität von LI-RADS in der klinischen Anwendung beurteilen. Nur 10,0 % schätzten LI-RADS als sehr praktikabel ein, 22,50 % antworteten mit „ziemlich praktikabel“, 28,75 % mit „etwas praktikabel“, und 38,75 % machten keine Angabe, da sie LI-RADS nicht kannten.

**Wie praktikabel für den klinischen Alltag finden Sie die LI-RADS-Klassifikation?**

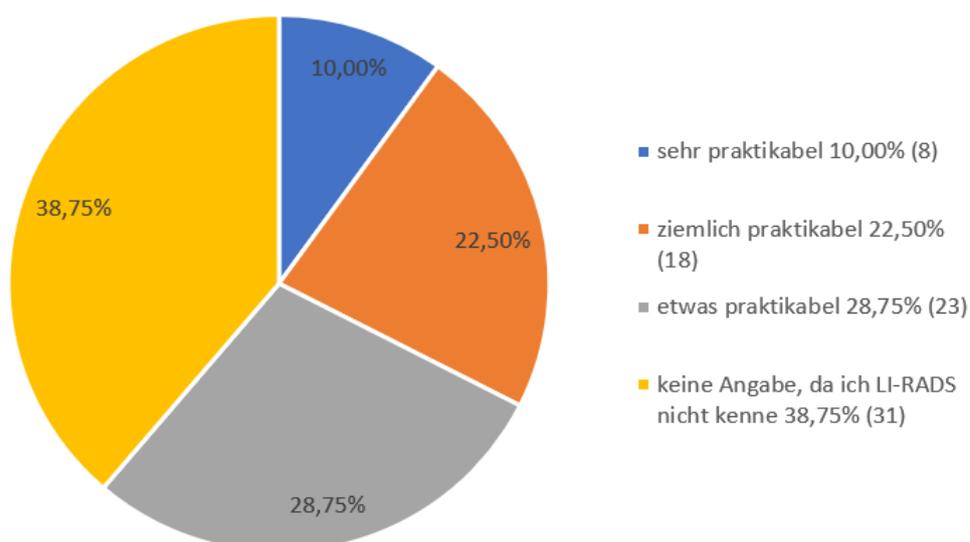


Abbildung 15: Praktikabilität des Diagnosealgorithmus LI-RADS

Die nächsten Fragen ermittelten, wie verbreitet LI-RADS unter Fachleuten aktuell angewandt wird. Nur 25,97 % gaben an, LI-RADS selbst schon einmal verwendet zu haben. 74,03 % dagegen haben die Klassifikation selbst noch nicht angewandt.

**Haben Sie die LI-RADS-Klassifikation selbst schon einmal angewendet?**

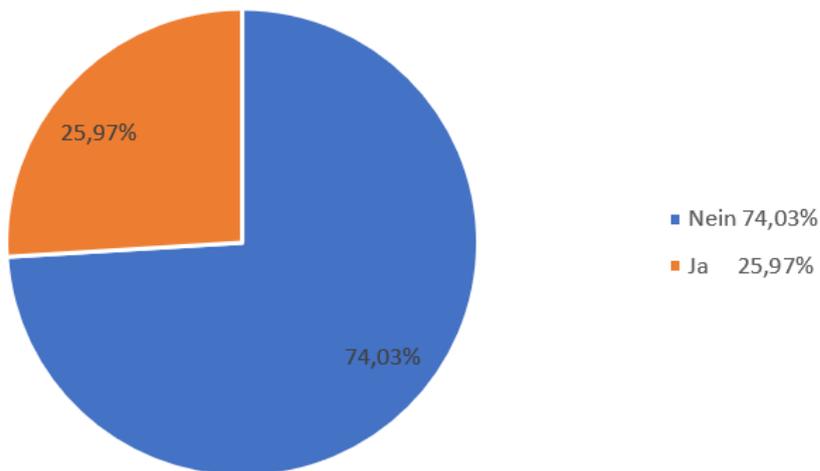


Abbildung 16: **Individueller Gebrauch von LI-RADS durch die Umfrageteilnehmer**

Bei lediglich 19,23 % der teilnehmenden Ärzte wurde die LI-RADS Klassifikation im Tumorboard, in der Abteilung, bzw. in der Klinik angewandt. Bei 80,77 % der Teilnehmer fand in deren Umfeld kein Einsatz von LI-RADS statt.

**Wird LI-RADS bei Ihnen in der Klinik/Abteilung/Tumorboard angewendet?**

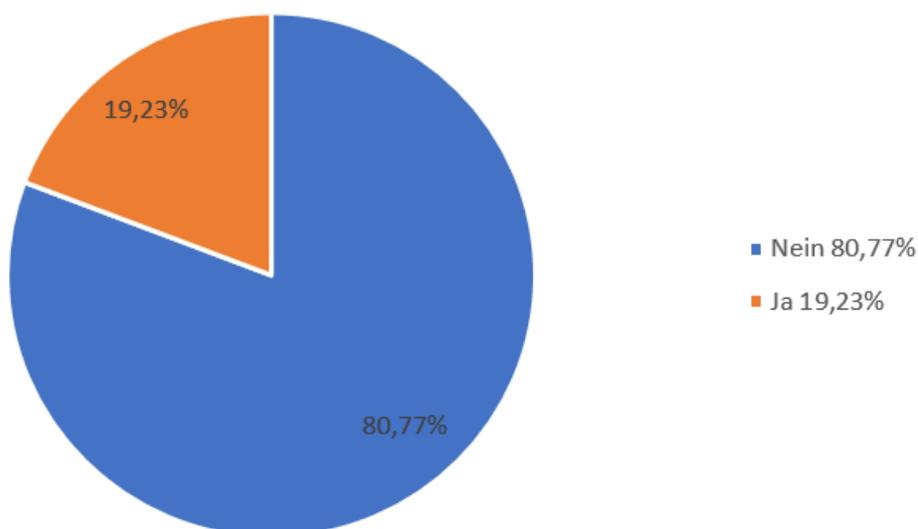


Abbildung 17: **Gebrauch von LI-RADS in den Kliniken/Tumorboards der Teilnehmer**

In den beiden folgenden Grafiken (Abbildung 18 und Abbildung 19) zeigt sich, dass LI-RADS vor allem an Universitätskliniken und an Kliniken mit über 800 Betten im Tumorboard bzw. in der Abteilung genutzt wurde. Unter den Teilnehmern an Kliniken mit unter 400 Betten und mit einer Regelversorgung fand keine Verwendung von LI-RADS im Tumorboard statt.

Folgendes Balkendiagramm zeigt die Verwendung von LI-RADS im Tumorboard bzw. in der Abteilung in Abhängigkeit von der Versorgungsstufe der Arbeit gebenden Kliniken der Teilnehmer:

**Wird die LI-RADS-Klassifikation bei Ihnen in der Klinik/ Abteilung/ Tumorboard angewendet?**

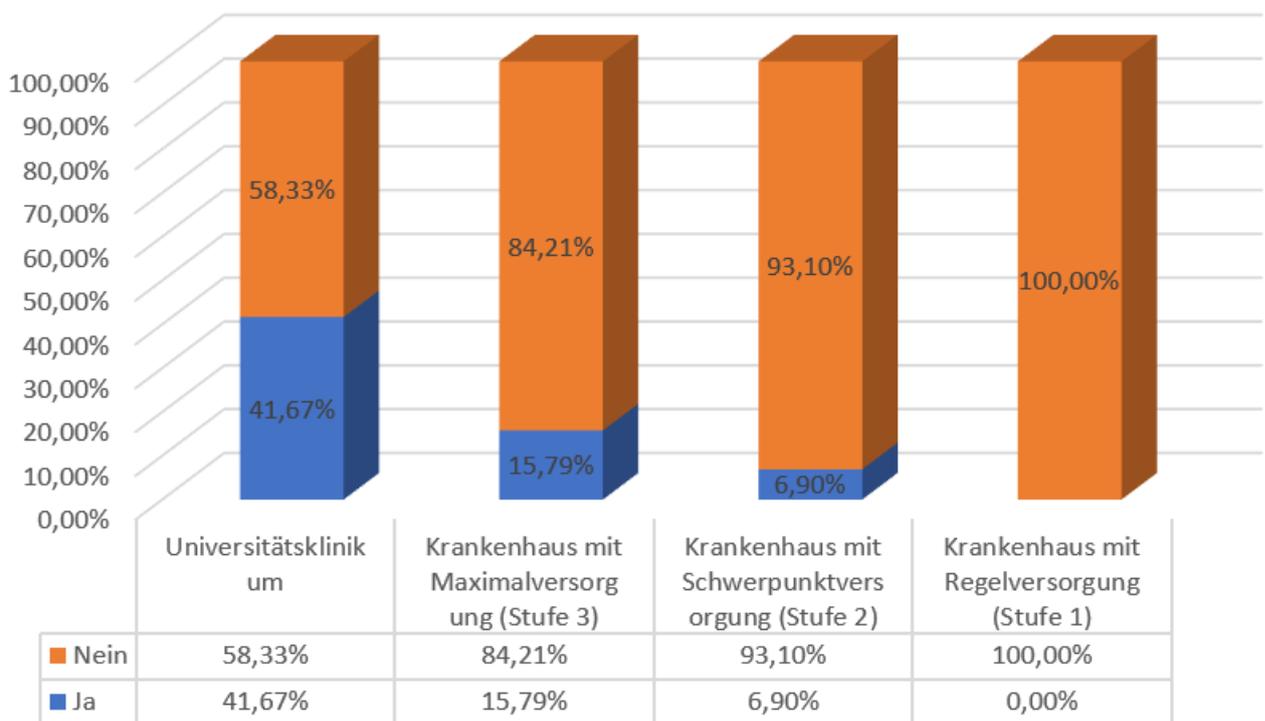


Abbildung 18: **Verwendung von LI-RADS im Tumorboard bzw. in der Abteilung je nach klinischem Umfeld**

Das anschließende Balkendiagramm beleuchtet die Anwendung von LI-RADS im Tumorboard je nach Bettenanzahl der Arbeit gebenden Kliniken der Teilnehmer:

**Wird die LI-RADS-Klassifikation bei Ihnen in der Klinik/ Abteilung/ Tumorboard angewendet?**

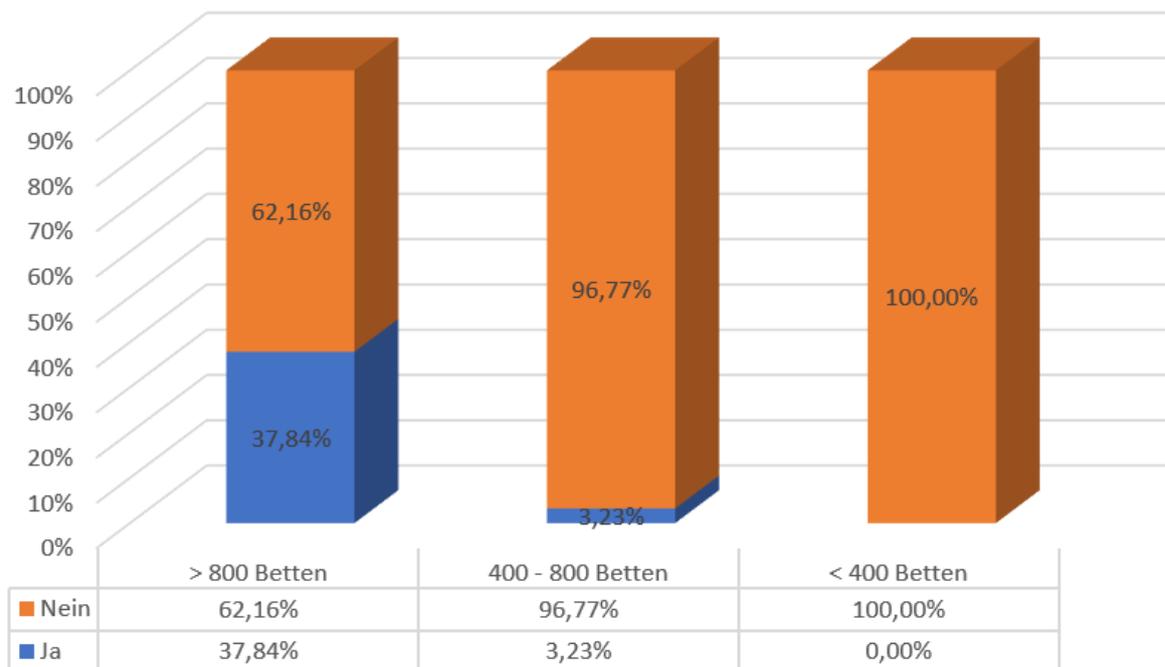


Abbildung 19: **Verwendung von LI-RADS im Tumorboard bzw. in der Abteilung je nach Bettenanzahl der Klinik**

In Bezug auf die erstmalige Veröffentlichung von LI-RADS im Jahr 2011, untersuchten wir mit der nächsten Frage, seit wann LI-RADS unter unseren Teilnehmern verwendet wurde. Insofern LI-RADS in bestimmten Kliniken angewandt wurde, wurde angegeben, dass dies frühestens seit 2014 stattfindet, meist aber erst seit 2016 bzw. 2017.

Die anschließende Frage evaluierte, für welche Modalitäten LI-RADS herangezogen wird (Mehrfachantwort möglich). LI-RADS wurde bei der Mehrheit der Teilnehmer zur Beurteilung von CT- (64 %) und MRT-Befunden (76 %) herangezogen. Nur bei 32 % der Teilnehmer, die die Frage beantworteten, wurden sonographische Befunde mit LI-RADS klassifiziert.

Ferner wurde ermittelt, wie häufig LI-RADS für entsprechende Befunde im Risikokollektiv angewendet wird:

**Wie häufig wird die LI-RADS-Klassifikation in Ihrem Umfeld im entsprechenden Risikokollektiv angewendet?**

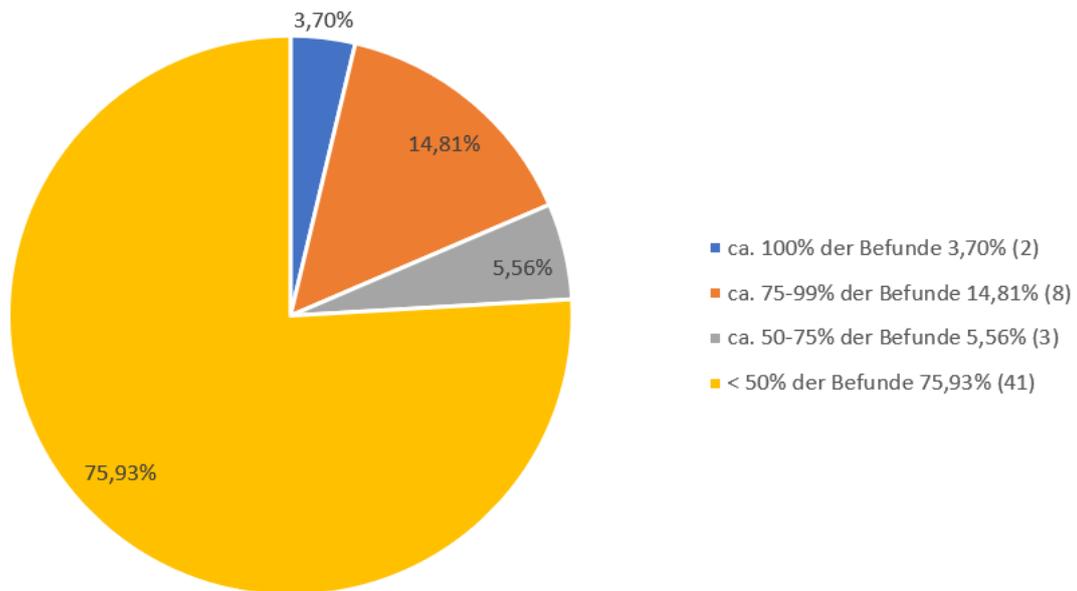


Abbildung 20: **Häufigkeit des Einsatzes von LI-RADS für entsprechende Befunde**

In den meisten Fällen (75,93 %) wurde LI-RADS für unter 50 % der Befunde eingesetzt, nur bei 3,70 % der Teilnehmer fand ein Einsatz für 100 % der Befunde im Risikokollektiv statt.

### **3.3 Hinterfragen der fehlenden Anwendung von LI-RADS sowie des Bedürfnisses nach einer Standardisierung**

Der letzte Teil des Fragebogens erörterte die vermuteten Gründe der Teilnehmer für die ggf. bislang fehlende Anwendung von LI-RADS und das Bedürfnis der Teilnehmer nach mehr strukturierten Befunden:

14. Warum wird die LI-RADS-Klassifikation bislang nicht in Ihrem Umfeld angewendet?  
(Mehrfachantwort möglich)
15. Würden Sie sich wünschen, dass die LI-RADS-Klassifikation bei Ihnen (mehr) Anwendung findet?
16. Würden Sie sich allgemein mehr „strukturierte Befunde“ aus der Radiologie wünschen?
17. Kommentare/Anregungen

Die Tatsache, dass LI-RADS bei ihnen noch nicht angewendet wird, erklärten sich 34,25 % der Teilnehmer mit Unkenntnis bzw. Unerfahrenheit in der Anwendung, 5,48 % mit fehlender Praktikabilität des Diagnosealgorithmus und 49,32 % gaben an, nicht zu wissen, warum das so ist. Die Antwortoption „Andere“ wählten bei dieser Frage 10,96 % der Teilnehmer und nannten noch weitere vermutete Ursachen: Neben der fehlenden Akzeptanz unter Radiologen wurde erwähnt, dass für die Verwendung von LI-RADS ihrer Meinung nach bisher noch keine Notwendigkeit bestehe, und als weiterer Punkt, dass momentan bei ihnen andere Messungsinstrument eingesetzt werden.

## Warum wird die LI-RADS-Klassifikation bislang nicht in Ihrem Umfeld angewendet?

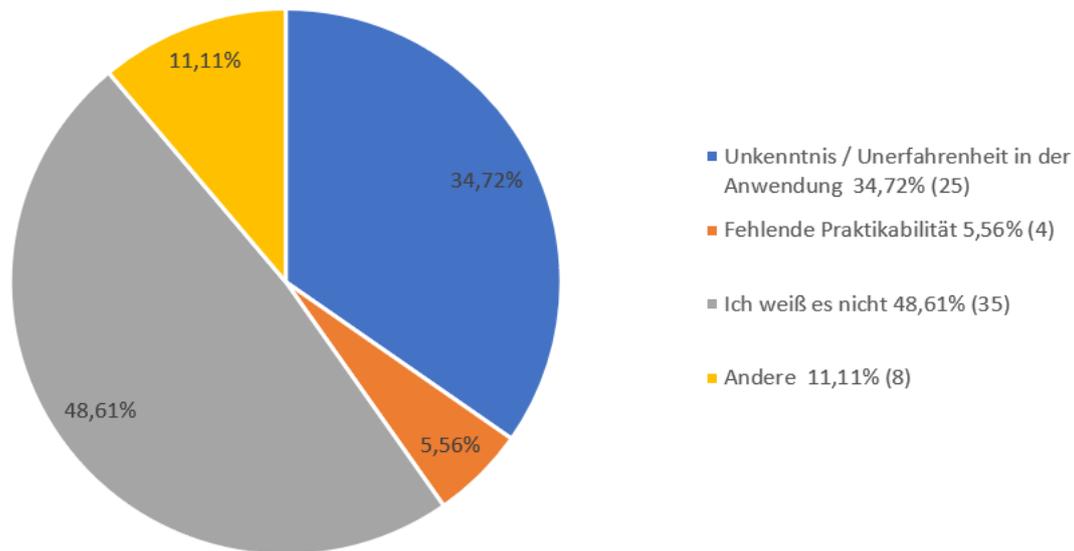


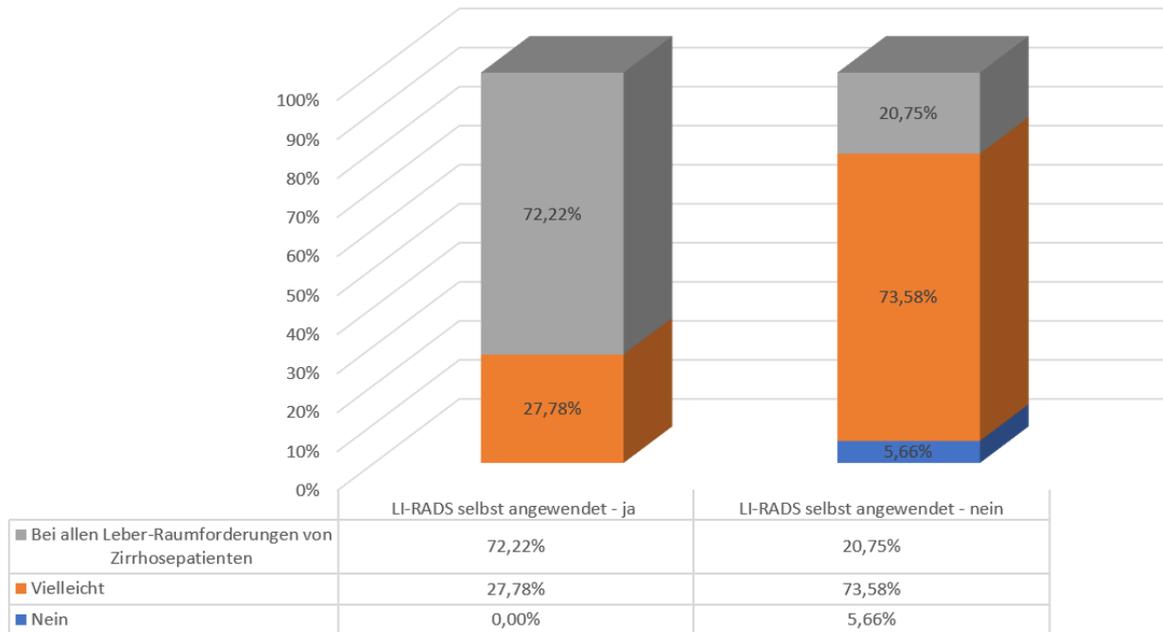
Abbildung 21: **Vermutete Gründe für die nicht stattfindende Verwendung von LIRADS**

Die nächste Frage erörterte, ob unter den teilnehmenden Ärzten der Wunsch bestand, dass LI-RADS (mehr) angewendet wird. Die Mehrheit der Befragten war hier zurückhaltend, dementsprechend antworteten hierauf 62,67 % mit „vielleicht“ und 5,33 % mit „nein“. Allerdings wünschten sich 32,00 % der Teilnehmer durchaus bei allen Leber-Raumforderungen eine entsprechende Anwendung von LI-RADS.

Betrachtet man nun in Bezug auf diese Frage die Teilnehmer als zwei Gruppen, je nachdem, ob sie LI-RADS selbst schon angewendet haben oder nicht, zeigt sich folgendes: Unter den Mediziner, die selbst noch keine Erfahrung mit der Anwendung von LI-RADS hatten, erklärten 5,66 % keinen Wunsch nach mehr Anwendung von LI-RADS zu haben, 73,58 % waren sich nicht sicher und 20,75 % wünschten sich dies bei allen Leber-Raumforderungen von Zirrhosepatienten.

Im Gegensatz hierzu antwortete bei den Ärzten, die LI-RADS selbst schon angewendet haben, niemand mit „nein“, lediglich 27,78 % mit „vielleicht“ und die Mehrheit (72,22 %) wünschte sich eine (vermehrte) Anwendung bei allen Leber-Raumforderungen unter Zirrhosepatienten. Diese Verteilung ist im nachfolgenden Balkendiagramm veranschaulicht:

**Würden Sie sich wünschen, dass die LI-RADS-Klassifikation bei Ihnen (mehr) Anwendung findet?**



**Abbildung 22: Wunsch nach (mehr) Anwendung von LI-RADS, je nachdem, ob der Teilnehmer das Klassifikationssystem selbst schon angewendet hat**

Anschließend wurden die Teilnehmer gefragt, ob sie sich allgemein mehr „strukturierte Befunde“ aus der Radiologie wünschen würden. Bei der Beantwortung dieser Frage zeigte sich, dass sich die Mehrheit der Umfrageteilnehmer allgemein mehr strukturierte Befunde (27,27 %) bzw. strukturierte Befunde bei allen onkologischen Fragestellungen (45,45 %) wünschen würde. 25,97 % wünschten sich etwas mehr strukturierte Befunde, und lediglich 1,30 % wünschten sich keine strukturierten Befunde. Diese Verteilung wurde im nachfolgenden Diagramm veranschaulicht:

## Würden Sie sich allgemein mehr „strukturierte Befunde“ aus der Radiologie wünschen?

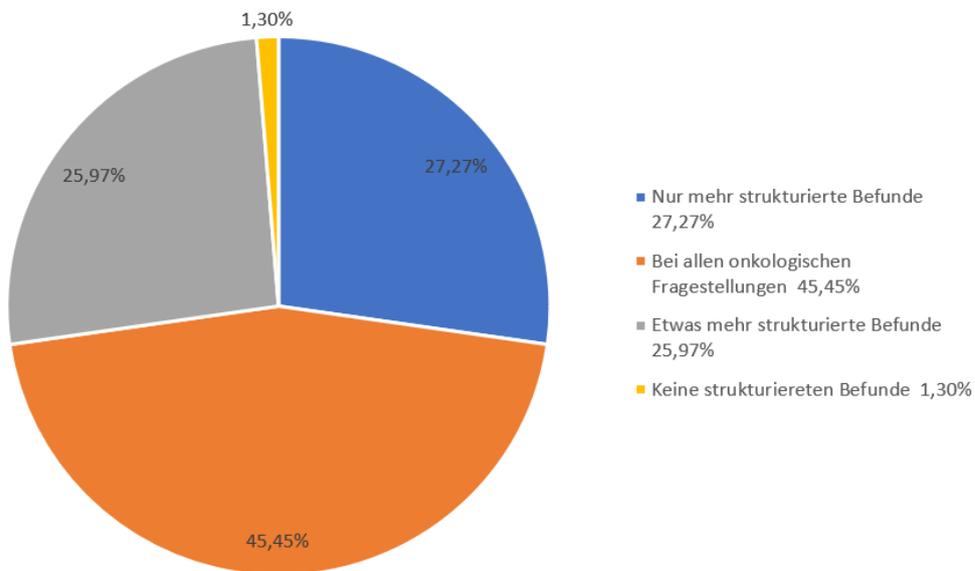


Abbildung 23: Wunsch nach mehr strukturierten Befunden unter allen Teilnehmern

Analysiert man die Antworten der Teilnehmer zu dieser Frage nun wieder in Subgruppen je nach klinischem Umfeld der Befragten, ergibt sich folgendes Bild:

## Würden Sie sich allgemein mehr „strukturierte Befunde“ aus der Radiologie wünschen?

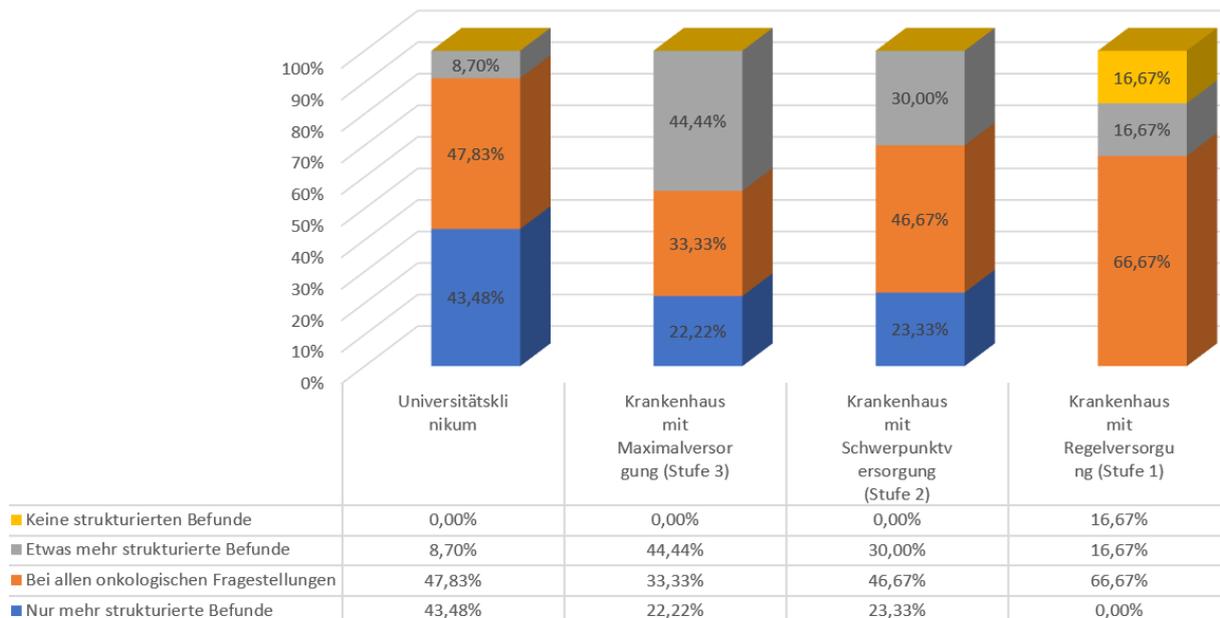


Abbildung 24: Wunsch nach mehr strukturierten Befunden je nach klinischem Umfeld der Teilnehmer

Bei den Teilnehmern, die an einem Universitätsklinikum angestellt waren, war der Wunsch nach generell mehr strukturierten Befunden mit 43,48 % am stärksten ausgeprägt. Es zeigte sich allerdings, dass an Krankenhäusern aller Versorgungsstufen ein Wunsch nach mehr strukturierten Befunden bei allen onkologischen Fragestellungen bestand.

Abschließend hatten die Teilnehmer die Möglichkeit persönliche Kommentare niederzuschreiben. Hier wurde erwähnt, dass LI-RADS gelegentlich als unübersichtlich empfunden wird und eine interdisziplinäre Anwendung erfordere. Außerdem bestehe oft wenig Erfahrung unter den ärztlichen Kollegen mit der Anwendung von LI-RADS. Zwei Teilnehmer berichten, dass in ihrem Arbeitsumfeld auch ohne LI-RADS eine strukturierte Befundung in der Radiologie stattfindet.

### **3.4 Schlussfolgerung**

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mit 73,17 % der Großteil der Befragten zumindest schon einmal von LI-RADS gehört hat. Der Mehrheit der Befragten war die LI-RADS-Klassifikation somit zwar ein Begriff, auffallend ist jedoch, dass lediglich 20,73 % angaben, gut darüber Bescheid zu wissen. Die meisten Teilnehmer, die gut über LI-RADS Bescheid wussten, waren Radiologen, die berufliche Position betreffend eher Oberärzte und leitende Oberärzte als Assistenzärzte, und arbeiteten am ehesten an Universitätskliniken.

Eine tatsächliche Verwendung der LI-RADS-Klassifikation fand allerdings nur bei der Minderheit der Teilnehmer an unserer Umfrage statt: 74,03 % haben die LI-RADS-Klassifikation selbst noch nicht angewandt und bei 80,77 % wurde LI-RADS auch im Tumorboard bzw. in der Abteilung nicht genutzt. Es zeigte sich deutlich, dass insofern LI-RADS verwendet wurde, dies bisher vor allem an größeren Krankenhäusern und Universitätskliniken geschah. Bei 41,67 % der teilnehmenden Ärzte, die an einem Universitätsklinikum arbeiteten, wurde LI-RADS im Tumorboard angewandt; allerdings bei keinem der Teilnehmer, die an einem Krankenhaus mit Regelversorgung angestellt waren. Derselbe Trend zeigte sich, wenn man die Bettenzahl der arbeitsgebenden Kliniken betrachtet. Bei 37,84 % der Befragten, die an einem Krankenhaus mit über 800 Betten tätig waren, wurde LI-RADS im Tumorboard bzw. in der Abteilung angewandt; allerdings bei keinem der Mediziner an einem Krankenhaus mit unter 400 Betten.

Die geringe Nutzung von LI-RADS im klinischen Alltag ist deutlich diskrepant zu dem überwiegend positiven Meinungsbild über das Befundungssystem: Es stimmten 59,50 % aller Teilnehmer eher oder voll zu, dass sie durch die Verwendung von LI-RADS eine

Standardisierung von Beurteilungskriterien für möglich halten. 32,00 % aller Befragten wünschten sich (mehr) Anwendung von LI-RADS bei allen Raumforderungen in einer zirrhotischen Leber. Unter den Teilnehmern, die LI-RADS selbst schon angewandt haben, wünschten sich dies sogar 72,22 %. Dies zeigt, dass generell durchaus eine Bereitschaft zur, und auch ein Wunsch nach einer weiter verbreiteten Anwendung von LI-RADS besteht.

## 4 Diskussion

### 4.1 Aktueller Bekanntheitsgrad von LI-RADS unter den Teilnehmern der Umfrage

Insgesamt nahmen 87 Personen an unserer Umfrage teil. Unter Berücksichtigung all derjenigen Ärzte, deren Kontaktdaten uns vorlagen und die eine Einladung zur Umfrage erhielten, erreichten wir hiermit eine Rücklaufquote von 49,15 %. Dies gelang uns durch bis zu dreimaliges Kontaktieren bzw. zweimaliges Erinnern der Teilnehmer, die Online-Umfrage zu beenden. Allerdings erfolgte kein Einsatz von Gratifikationen, wie zum Beispiel die Teilnahme an Verlosungen oder andere Belohnungen, die oftmals den Teilnehmern von Online-Umfragen in Aussicht gestellt werden, um die Rücklaufquote zu erhöhen. Hierzu sei erwähnt, dass es sich mittlerweile wohl insgesamt immer schwieriger gestaltet, Probanden für internetbasierte Umfragen zu rekrutieren, was mitunter an der wachsenden Zahl solcher Befragungen liegen mag (27).

Insgesamt zeigte sich, dass die Kenntnisse zu LI-RADS unter den Umfrageteilnehmern je nach Fachdisziplin, beruflicher Erfahrung, sowie klinischem bzw. akademischem Umfeld stark variieren. Mit Abstand am bekanntesten war LI-RADS unter den Teilnehmern an Universitätskliniken: 54,17 % wussten hier gut und 16,67 % ein wenig über das Klassifikationssystem Bescheid. Nur 4,17 % der Mediziner an Universitätskliniken haben noch nie von LI-RADS gehört, an Krankenhäusern mit Regelversorgung waren dies jedoch 50 % (siehe Abbildung 13).

Betrachtet man die teilnehmenden Mediziner je nach ausgeübter Fachdisziplin separat, stellte sich heraus, dass hinsichtlich der Fachdisziplin die Radiologen mit 86,11 % die höchste Kenntnisquote („zumindest schon einmal von LI-RADS gehört“) hatten (siehe Abbildung 11). Nur 13,89 % der Radiologen gaben an, LI-RADS überhaupt nicht zu kennen. Im Gegensatz dazu gaben 41,18 % der Internisten/Gastroenterologen und 37,50 % der Chirurgen an, noch nie von LI-RADS gehört zu haben. Eine mögliche Erklärung hierfür wäre, dass LI-RADS von Radiologen (American College of Radiology) entwickelt wurde, und deswegen Fachleute aus der Radiologie auch am vertrautesten mit LI-RADS waren. Allerdings ist die LI-RADS-Klassifikation, obwohl sie eine von Radiologen initiierte Befundsystematik ist, interdisziplinär ausgelegt, und gerade dazu geschaffen, die Kommunikation zwischen verschiedenen klinischen Fächern zu verbessern (6). Beim gegenwärtigen Bekanntheitsgrad dieser Klassifikation scheint dies jedoch basierend auf den Ergebnissen unserer Online-Umfrage derzeit schwer möglich.

Legt man nun den Fokus auf den Ausbildungsstatus bzw. die berufliche Position der Teilnehmer, erkennt man, dass die größte Unkenntnis („noch nie von LI-RADS gehört“) mit 34,48 % in der Gruppe der Weiterbildungsassistenten herrschte. Im Vergleich hierzu wählten bei den leitenden Oberärzten diese Antwortoption 21,43 %, und bei den Oberärzten nur 17,14 %. Dieser Sachverhalt könnte mit der geringeren klinischen Erfahrung der Weiterbildungsassistenten zusammenhängen und mag zum Teil der noch wenig vorhandenen Spezialisierung während der Facharztausbildung geschuldet sein. Er könnte jedoch zum Anlass genommen werden, bereits zu diesem frühen Zeitpunkt verstärkt strukturierte Befundung in den klinischen Alltag zu implementieren, und die RADS-Klassifikationen aktiv anzubieten (28).

#### **4.2 Limitationen der Studie**

Die erste Limitation unserer Studie ergibt sich aus der Teilnehmerzahl: 87 Personen haben unseren Fragebogen beantwortet. Deshalb ist es möglich, dass unsere Ergebnisse nur beschränkt den wirklichen Bekanntheitsgrad und aktuellen Status quo der LI-RADS-Anwendung unter Fachleuten in Deutschland widerspiegeln.

Durch die Tatsache, dass der Diagnosealgorithmus LI-RADS aus der Radiologie stammt, ergibt sich die Eventualität, dass insbesondere Radiologen an unserer Umfrage teilgenommen haben, da diese mit dem Begriff LI-RADS eventuell eher etwas anfangen konnten als Mediziner aus anderen Fachbereichen.

Um dieser und jeder anderen ungewünschten Selektion der Teilnehmer entgegenzuwirken und das Selektionsbias möglichst gering zu halten, wurden alle Ärzte, die die Umfrage erhalten haben, nicht nur per E-Mail, sondern auch telefonisch (entweder persönlich oder über das jeweilige Sekretariat) noch einmal an unsere Umfrage erinnert. Wir konnten hierdurch eine Rücklaufquote von circa 49 % erreichen.

Bei der Subanalyse der Umfrageteilnehmer zeigte sich, dass die Radiologen mit 44,19 % zwar den größten Anteil ausmachten, allerdings konnten wir durchaus auch Ärzte aus anderen Fachbereichen für die Teilnahme an unserer Umfrage gewinnen: 23,26 % der Mediziner, die den Fragebogen beantwortet haben, stammten aus der Inneren Medizin und 30,23 % aus der Chirurgie (siehe Abbildung 5).

Trotzdem ist gewiss keine uneingeschränkte Übertragbarkeit der Ergebnisse unserer Umfrage auf die Gesamtheit aller Radiologen, Chirurgen und Internisten in Deutschland möglich.

Allerdings bieten die Ergebnisse unserer Studie Gelegenheit dazu, einen umfassenden Einblick in den aktuellen Bekanntheitsgrad und Anwendungsstatus von LI-RADS in Deutschland, zu gewinnen. Diese Einschätzung ermöglicht das Aufdecken förderungsbedürftiger Aspekte für eine noch stärkere Integration von LI-RADS in den klinischen Alltag von Mediziner in Deutschland.

### **4.3 Chancen und Grenzen von LI-RADS**

Um die Standardisierung in der Leberbildgebung zum HCC zu fördern, ist die Annahme von LI-RADS als einheitliches Klassifikationssystem als längerfristiges Ziel erstrebenswert. Hierdurch könnte die Kommunikation zwischen Mediziner aus verschiedenen Fachbereichen vereinfacht und verbessert werden. Darüber hinaus wären strukturiertere, konsistentere und eindeutiger radiologische Befunde möglich. Die Qualitätssicherung würde erleichtert werden, und diagnostische Fehler könnten minimiert werden. Außerdem würde es die Metaanalyse der veröffentlichten Literatur vereinfachen, auf Bildern basierende Register ermöglichen, und so die Gelegenheit zu geprüftem, übereinstimmendem Lehrmaterial bieten (29).

Bemerkenswert ist, dass auch die große Mehrheit der, an unserer Umfrage teilnehmenden Ärzte, eine strukturierte Befundung und Terminologie in der Radiologie prinzipiell für wünschenswert hält: Denn 98,7 % der Befragten gaben entweder an sich „etwas mehr strukturierte Befunde“, oder „mehr strukturierte Befunde bei onkologischen Fragestellungen“, oder „generell mehr strukturierte Befunde“ zu wünschen. Diese hohe Prozentzahl zeigt, wie essenziell eine Verbesserung der Prozessqualität hinsichtlich interdisziplinärer Kommunikation und einheitlicher Diagnostik sein könnte. Um eine solche Strukturierung und Standardisierung umsetzen zu können, stimmte der Großteil (59,5 %) unserer Umfragen-Teilnehmer der Annahme voll oder eher zu, dass durch LI-RADS im klinischen Alltag Beurteilungskriterien standardisiert werden können und der Interpretationsspielraum verringert wird. Dieses überwiegend positive Meinungsbild ist allerdings deutlich diskrepant zu der tatsächlichen Nutzung der Klassifikation im klinischen Alltag.

Denn nur 25,97 % unserer Umfragen-Teilnehmer haben LI-RADS selbst schon verwendet, und das Klassifikationssystem wurde auch bei nur 19,23 % der Befragten im Tumorboard bzw. in der Klinik angewandt.

Als Ursache für diesen Sachverhalt vermuteten 34,25 % der Befragten in unserer Umfrage hier eine Unkenntnis bzw. Unerfahrenheit in der Anwendung, 5,48 % sahen die fehlende

Praktikabilität der Klassifikationssysteme von LI-RADS als Grund (siehe Abbildung 19). Darüber hinaus wurden in den Einzelantworten als Gründe für die bislang fehlende Anwendung der LI-RADS-Klassifikation in der klinischen Routine vor allem die fehlende Akzeptanz unter Fachleuten und die Komplexität des Systems als Hindernis erwähnt. Insbesondere wurde kritisiert, dass die „ancillary features“ häufig zu einer zusätzlichen Unübersichtlichkeit beitragen.

Mehr strukturierte Befundung könnte eine Verbesserung der Qualität radiologischer Befundberichte für eine Vielzahl von Fragestellungen bedeuten. Die Nutzung strukturierter Befundvorlagen bedingt jedoch eine Umstellung im persönlichen und technischen Befundungsprozess (30). Der radiologische Befundbericht ist das zentrale Mittel der Kommunikation zwischen Radiologen und klinisch tätigen Ärzten, traditionell wird er als freiformulierter Text verfasst (30). Freie radiologische Berichte können allerdings öfter vage Formulierungen enthalten, und sind zudem stärker abhängig vom Erfahrungsniveau des befundenden Radiologen (31).

In der Publikation „Implementation of LI-RADS into a radiological practice“ von Siedlikowski ST et al. aus dem Jahr 2017, die sich auch mit der Etablierung von LI-RADS befasst, wird ein weiteres mögliches Problem erläutert: Da die Verwendung altbekannter Systeme generell angenehmer und weniger aufwendig sei, werde hierdurch wahrscheinlich auch die Implementierung von LI-RADS in den klinischen Alltag erschwert. Einige Radiologen und Kliniker könnten das Gefühl haben, dass ihnen die nötigen Ressourcen und die erforderliche Zeit für die Annahme solch eines neuen Standards fehlen, speziell an Kliniken mit nur wenigen Patienten mit chronischen Lebererkrankungen (28).

Auch in aktueller wissenschaftlicher Literatur wird neben den Stärken und dem Potential von LI-RADS, darüber hinaus auch die Komplexität des Klassifikationssystems diskutiert, und als eine mögliche Barriere für dessen breitere Annahme aufgeführt (32).

In einer vom Studienaufbau zu unserer Arbeit vergleichbaren Publikation berichteten Alenazi AO et al. im April 2020 über eine u.a. von Mitgliedern der ACR-LI-RADS Outreach & Education Group durchgeführte Umfrage zum Bekanntheitsgrad und zur Anwendung von LI-RADS, an der 152 Ärzte teilnahmen (33). Eine Teilnehmerquote wurde nicht angegeben, da die Umfrage über verschiedene Wege (sowohl E-Mail, als auch soziale Medien) potenziellen Teilnehmern zur Verfügung gestellt wurde, und eine Teilnehmerquote somit nicht zu ermitteln gewesen sei. Es wurde angegeben, dass 66,4 % der Teilnehmer Nordamerikaner

sein, außerdem wurde darüber informiert, dass 83 % der teilnehmenden Ärzte aus akademischen Zentren stammten. Es zeigte sich, dass die Mehrheit der Teilnehmer von einem positiven Einfluss von LI-RADS auf die Kommunikation berichtete: 80,6 % gaben an, dass LI-RADS die Verständigung mit Patienten erleichtere, und 90 % hatten das Gefühl, dass LI-RADS den Informationsaustausch zwischen dem Gesundheitspersonal untereinander vereinfache. 91 % der Umfrageteilnehmer gaben an, dass sie LI-RADS als sehr hilfreich empfinden, um radiologische Befunde unmissverständlich an klinisch tätige Kollegen zu vermitteln, falls der Patient eine HCC-verdächtige Läsion aufweist (33). Ein überwiegend positives Meinungsbild zu LI-RADS konnten wir auch in unserer Studie unter Fachleuten in Deutschland feststellen: 59,5 % der Befragten stimmten der Annahme voll oder eher zu, dass durch die Anwendung der LI-RADS-Klassifikation im klinischen Alltag Beurteilungskriterien standardisiert werden können. Allerdings zeigte sich insgesamt mehr ein starkes Bedürfnis nach generell vermehrter strukturierter Befundung als im Speziellen nach der Anwendung von LI-RADS. Alenazi AO et al. berichten, dass 88% der an der Umfrage teilnehmenden Ärzte in einer medizinischen Einrichtung arbeiten, deren radiologische Abteilung momentan LI-RADS benutzt (33). Dies ist mehr, als wir unter den Teilnehmern unserer Umfrage feststellen konnten. Bei uns gaben nur 19,23 % der Befragten an, dass LI-RADS bei ihnen in der Abteilung bzw. im Tumorboard verwendet wird. Denkbar wäre, dass bei der von Alenazi AO et al. beschriebenen Studie durch das breite Teilen der Umfrage in den sozialen Medien der Fragebogen an deutlich mehr potenzielle Teilnehmer gelangte als an die 177, die bei unserer Studie vorher festgelegt und gezielt kontaktiert wurden. Auch durch den großen Anteil von Teilnehmern aus akademischen Zentren scheint es denkbar, dass eher Personen, denen LI-RADS ein Begriff war, an der Umfrage teilnahmen. Bei unserer Studie haben wir versucht einem Selektionsbias entgegenzuwirken, indem wir den Fragebogen per E-Mail gezielt an zufällig ausgewählte Teilnehmer versendeten. Und die Teilnehmer anschließend, falls zunächst keine Teilnahme erfolgte, bis zu zweimal an unsere Umfrage erinnerten. Hierdurch konnten wir ein breites Spektrum an Teilnehmern gewinnen. Alenazi AO et al. beschreiben, dass bei 28,5 % ihrer Umfrageteilnehmer LI-RADS in die Abläufe der Institution integriert ist bzw. wird. Die Befragten legten unterschiedliche Hinderungsgründe für eine lückenhafte Anwendung oder fehlende Integration von LI-RADS in die Abteilungskultur dar: Neben der Präferenz für andere Leitlinien wurde auch hier die Komplexität von LI-RADS angegeben (33). In unserer Umfrage wurde ähnlich zur Komplexität, von 5,48% die fehlende Praktikabilität als vermutete Ursache für die fehlende

Anwendung von LI-RADS genannt. Nur 10 % unserer Umfrageteilnehmer hielten LI-RADS für sehr praktikabel.

Ein weiterer potenzieller Hinderungsgrund für die LI-RADS-Verbreitung in nicht englischsprachigen Ländern mag sicherlich auch in der bisherigen Sprachbarriere der Vorversionen zu suchen sein. Allerdings hat das American College of Radiology selbst LI-RADS inzwischen in neun Sprachen übersetzt und auf seiner Website zur Verfügung gestellt. Durch die nun zusätzlich zur englischen Fassung verfügbaren Versionen in ihrer jeweiligen Muttersprache, wurde die Anwendung von LI-RADS weltweit für viele Mediziner erleichtert. Kritisch muss dennoch angemerkt werden, dass die Übersetzungen des ACR in der Regel nicht durch die lokale radiologische Landesvertretung offiziell überprüft wurden, und konsekutiv z.T. etwas missverständliche und unklare Begriffe beinhalten können. Als Paradebeispiel sei das Wort "Observation" genannt, das im strengeren Sinne nach dem Duden in Deutschland eher eine Beobachtung darstellt und üblicherweise im radiologischen Sprachgebrauch in Deutschland nicht vorkommt (4, 34). Mit diesen relativ einfachen und irreführenden direkten Übersetzungen oder auch Übernahmen von Worten ins Deutsche wird es evtl. schwierig werden, eine Klassifikation zu akzeptieren, die sich auch auf eine eindeutige und von allen Disziplinen verständliche Sprache berufen soll.

Um LI-RADS auch zukünftig zu verbessern, und dessen Anwendung und Verbreitung weiter zu fördern, wird von den Entwicklern des Klassifikationssystems alle drei bis fünf Jahre ein Update basierend auf neuen Erkenntnissen, Fortschritten in der Technologie, und Feedback durch seine Benutzer erarbeitet (29). Zur Überwindung logistischer Barrieren stellt das American College of Radiology auf seiner Website Schemata, Diagramme und Tabellen zum Herunterladen zur Verfügung, die bei der Anwendung von LI-RADS helfen sollen. Außerdem werden Definitionen erläutert und es existiert ein Abschnitt mit Antworten zu häufig gestellten Fragen (28).

#### **4.4 Schlussfolgerung und Bedeutung von LI-RADS für die Zukunft**

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass zum einen ein großer Wunsch besteht die strukturierte Befundung auch im deutschsprachigen Raum vermehrt (insbesondere in der onkologischen Bildgebung) einzusetzen, eine entsprechende Umsetzung bisher jedoch nur eingeschränkt gelungen ist. Die Ergebnisse unserer Umfrage veranschaulichen, dass LI-RADS bereits partiell im medizinischen Alltag von Fachleuten in Deutschland angekommen ist. Bisher kennt man LI-RADS jedoch vor allem an größeren Krankenhäusern und

Universitätskliniken, und den Fachbereich betreffend eher in der Radiologie. Außerdem fiel auf, dass ärztliche Mitarbeiter mit mehr Arbeitserfahrung, wie leitende Oberärzte und Oberärzte, im Vergleich besser über LI-RADS Bescheid wussten als Assistenzärzte. Deswegen sollen die Ergebnisse unserer Studie dazu animieren, mittels der, durch das American College of Radiology zur Verfügung gestellten, Hilfestellungen, die Anwendung des Klassifikationssystems LI-RADS noch stärker in den Arbeitsalltag aller Mediziner, die mit HCC-Risikopatienten arbeiten, zu integrieren. Denn dadurch, dass das hepatozelluläre Karzinom häufig mit nichtinvasiven Methoden diagnostiziert wird, ist eine akkurate Interpretation der Bildgebung und eine konsistente und standardisierte Berichterstattung unerlässlich, um eine verbesserte Diagnostik und so letztendlich auch eine optimierte Therapie bei HCC-Risikopatienten zu erreichen (10).

Im Gegensatz zu vielen anderen Systemen, entspricht die LR5-Kategorie von LI-RADS einer nahezu 100-prozentigen Spezifität (das heißt kaum falsch Positive) für die Diagnose eines HCC. Diese hohe Spezifität wird durch die Anwendung stringenter diagnostischer Kriterien bei Patienten, die einem Hochrisikokollektiv für die Entwicklung eines HCC angehören, erreicht. Deswegen könnte durch eine zunehmende Akzeptanz von LI-RADS die Notwendigkeit für eine Bestätigungsbiopsie zur Krebsdiagnose bei Patienten mit einer chronischen Lebererkrankung, wie sie z.B; im Diagnosealgorithmus der S3-Leitlinie zum HCC vorgesehen ist, reduziert werden (35).

Außerdem könnte eine verstärkte strukturierte Befundung der Schlüssel zu weiterem Fortschritt sein, beispielsweise in Bezug auf andere aktuelle Themen, wie maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz (30). Chernyak V et al. erklären in ihrer aktuellen Publikation „LI-RADS: Future Directions“, dass auch in der Radiologie der Einsatz von künstlicher Intelligenz immer mehr zunimmt (36). Als potenzielle Einsatzgebiete von künstlicher Intelligenz in Bezug auf LI-RADS beschreiben sie die Detektion von Läsionen, deren Beurteilung im Verlauf mehrerer Untersuchungen, und die Zuordnung einer LI-RADS-Kategorie anhand der Bildgebungsmerkmale. Chernyak V et al. berichten außerdem, dass das ACR beispielsweise unterstützende Tools entwickelt, um den Zeitaufwand bei der strukturieren Befundung zu reduzieren. Diese Programme sollen in herkömmliche Diktier-Software integriert werden, und den Nutzer dazu anleiten, alle relevanten LI-RADS-Bildgebungsmerkmale zu beschreiben. So soll automatisch ein strukturierter Befund generiert werden, der auch die entsprechende LI-RADS-Kategorie enthält (36).

Eine zusätzliche Motivation für die zunehmende Verwendung von LI-RADS könnte auch der kürzlich in einer Studie aufgezeigte Wert dieser Klassifikation als potenzielles prognostisches Tool zur postoperativen Beurteilung primärer Lebermalignome unabhängig von deren pathologischen Diagnose darstellen (37).

Um die vielen Chancen und das Potential, das LI-RADS bietet, nutzen zu können, ist es wichtig, LI-RADS in der Institutions- bzw. Abteilungskultur der Kliniken zu verankern und hier zum festen Bestandteil zu machen. Nur so kann sichergestellt werden, dass LI-RADS zu einem neuen Standard in der täglichen Arbeit mit HCC-Risikopatienten wird (28).

Ein wichtiger Schritt in diese Richtung war die Integration von LI-RADS in klinische Leitlinien zum HCC durch die American Association for the Study of Liver Diseases im Jahr 2018 (8). Auch 32 % der Teilnehmer an unserer Umfrage wünschen sich eine verstärkte Anwendung von LI-RADS bei allen Raumforderungen von Zirrhose-Patienten. Der Wunsch nach generell mehr strukturierten Befunden in der Radiologie war ebenfalls stark ausgeprägt unter den Medizinern, die unseren Fragebogen beantwortet haben: 45,45 % wünschten sich mehr strukturierte Befunde bei allen onkologischen Fragestellungen, 27,27 % wünschten sich nur mehr strukturierte Befunde, 25,97 % wünschten sich etwas mehr strukturierte Befunde, und nur 1,30 % der Teilnehmer hegten keinen Wunsch nach mehr strukturierten Befunden in der Radiologie. Ein entscheidender Ansatz für die breite Anwendung von LI-RADS auch in Deutschland wäre die Integration von LI-RADS in lokale, in diesem Fall also deutsche bzw. europäische Leitlinien zum HCC. In Deutschland und Europa liegt es nun an kommenden Versionen der Leitlinien, ob LI-RADS in das europäische System integrierbar erscheint. Spätestens dann ist durch die Verbreitung und Anwendung im Rahmen der Leitlinie sicherlich eine verstärkte Kenntnis zur strukturierten Befundung nach LI-RADS möglich und zu erwarten. In der im Juni des Jahres 2021 erschienenen Langversion 2.0 der S3-Leitlinie zum HCC Leitlinie findet sich ein Hinweis zu LI-RADS und eine kurze Erklärung zu dessen Funktionsweise. Es wird erwähnt, dass LI-RADS die Möglichkeit bietet, die Variabilität der radiologischen Berichterstattung bei HCC-verdächtigen Läsionen zu verringern, und dass dadurch einerseits die Kommunikation zwischen Ärzten und Ärztinnen aus verschiedenen Fachbereichen vereinfacht wird, und andererseits das Patientenmanagement verbessert werden kann. Es wird auch drauf hingewiesen, dass sich bis zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Leitlinie LI-RADS leider nicht flächendeckend durchgesetzt hat (22).

Zwar fand in der Neuauflage der S3-Leitlinie zum HCC (Juni 2021) keine Implementierung einer Empfehlung zu Verwendung von LI-RADS statt (22), allerdings findet sich in dieser

zweiten Version der Leitlinie zum HCC durchaus eine Erwähnung von LI-RADS und auch ein Hinweis zu dessen Verwendungsmöglichkeit. In der, zum Zeitpunkt der Durchführung unserer Studie bzw. Umfrage zu LI-RADS (2018) aktuellen Version der Leitlinie zum HCC (Version 1.0, Mai 2013) konnte noch kein Hinweis zu LI-RADS gefunden werden (23).

Denkbar wäre, durch koordinierte interdisziplinäre Fortbildungen dafür zu sorgen, dass auch bei den entscheidenden Empfängern der radiologischen Befunde, nämlich den Hepatologen, Gastroenterologen und den Chirurgen die Kenntnisse zu LI-RADS wachsen, und dessen Verbreitung somit weiter gefördert wird.

Auch die Autoren Renzulli M et al. erkennen in ihrer Publikation "LI-RADS: a great opportunity not to be missed" das Potential des Klassifikationssystems LI-RADS. Darüber hinaus erklären sie, dass die Richtung, die LI-RADS durch die Standardisierung einschlägt, essenziell für die zukünftige radiologische Befundung sei, allerdings werde für die Etablierung von LI-RADS noch eine solide Basis benötigt. Deshalb sei es für die gesamte radiologische Gemeinschaft erstrebenswert, weiterhin für die Implementierung von LI-RADS zu arbeiten (7).

Hierfür ist es nötig, die Nutzung von LI-RADS zu fördern, eventuelle Barrieren für die Verwendung von LI-RADS zu beseitigen, und vor allem sich der Wichtigkeit dieses Wandels bewusst zu werden. Von besonderer Bedeutung ist es, wie bei Veränderungen jeglicher Art, erste Fortschritte zu kommunizieren, und sowohl aus Erfolgen wie auch aus Fehlern zu lernen, um die Nutzung von LI-RADS im klinischen Alltag zu verfestigen. Dadurch könnten wir durch die, durch LI-RADS ermöglichte, Standardisierung, langfristig andauernde Verbesserungen in der Versorgung von Patienten mit einem Risiko für ein hepatozelluläres Karzinom erreichen (28).

Abschließend lässt sich zusammenfassen, dass wir durch unsere Studie einen hohen Bedarf nach standardisierter Befundung aufdecken konnten. Darüber hinaus ließen sich noch Defizite in der breiten Verwendung von LI-RADS feststellen. Nun liegt es daran, die hierfür ursächlichen Barrieren möglichst abzubauen und hierdurch die Anwendung von LI-RADS zu fördern, um eine weitere Standardisierung zu ermöglichen.

## **5 Zusammenfassung und Abstract**

### **5.1 Zusammenfassung**

LI-RADS ist ein Klassifikationssystem, das 2011 vom American College of Radiology entwickelt wurde, um die radiologische Berichterstattung, und Interpretation von CT- und MR-Untersuchungsergebnissen der Leber bei Patienten mit Risiko für ein hepatozelluläres Karzinom (HCC) zu standardisieren (3). Eine weiter verbreitete Annahme von LI-RADS könnte helfen die Variabilität radiologischer Befunde, die das HCC betreffen, zu reduzieren. Hierdurch würde eine klarere Kommunikation zwischen Radiologen, Hepatologen, Viszeralchirurgen und Onkologen ermöglicht werden, was letztendlich das Patientenmanagement optimieren könnte (25). Um diesen Zielen näher zu kommen, entschlossen wir uns zu einer Stuserhebung, die untersucht, wie bekannt LI-RADS aktuell unter Fachleuten in Deutschland ist, und wie häufig es von diesen angewandt wird. Um dies repräsentativ zu evaluieren, haben wir einen Fragebogen erstellt, durch den der aktuelle Status quo hinsichtlich der Bekanntheit und der klinischen Anwendung des Klassifikationssystems LI-RADS unter Internisten/Gastroenterologen, Chirurgen und Radiologen in Deutschland erhoben wird. Mit Hilfe von [www.surveymonkey.com](http://www.surveymonkey.com), einem Online-Tool zur Erstellung von Online-Umfragen, wurde ein aus insgesamt 17 Fragen bestehender Fragebogen zu LI-RADS verfasst. Durch Verwendung der Website [www.deutsches-krankenhausverzeichnis.de](http://www.deutsches-krankenhausverzeichnis.de) erstellten wir eine Liste von Krankenhäusern, die die Kriterien Innere Medizin, Gastroenterologie, Allgemein- und Viszeralchirurgie, und Radiologie erfüllten. Hiervon wurden 102 Krankenhäusern zufällig ausgewählt, und anschließend die Leitungen der entsprechenden Fachabteilungen gebeten, uns einen Assistenzarzt und einen Oberarzt zu benennen, um an unserer Umfrage teilzunehmen. Hierdurch erhielten wir die Kontaktdaten von 177 potenziellen Kandidaten, an welche unsere Umfrage per E-Mail versendet wurde. Unsere Zielpersonen wurden bis zu dreimal kontaktiert, insgesamt nahmen 87 Personen an unserer Umfrage teil, wir erreichten hierdurch eine Rücklaufquote von 49,15 %. Anschließend wurden die Daten mittels statistisch deskriptiver Methoden ausgewertet. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mit 73,17 % der Großteil der Befragten zumindest schon einmal von LI-RADS gehört hat. Die meisten Teilnehmer, die gut über LI-RADS Bescheid wussten, waren das Fachgebiet betreffend eher Radiologen, die berufliche Position betreffend eher Oberärzte und leitende Oberärzte als Assistenzärzte, und arbeiteten am ehesten an Universitätskliniken. Bemerkenswert ist auch, dass der Großteil der an unserer Umfrage teilnehmenden Ärzte eine strukturierte Befundung und Terminologie in der

Radiologie prinzipiell für wünschenswert hielt: Denn 98,7 % der Befragten gaben an, sich entweder „etwas mehr strukturierte Befunde“, oder „mehr strukturierte Befunde bei onkologischen Fragestellungen“, oder „generell mehr strukturierte Befunde“ zu wünschen. Um eine solche Strukturierung und Standardisierung umsetzen zu können, stimmte die Mehrheit (59,5 %) unserer Umfragen-Teilnehmer der Annahme voll oder eher zu, dass durch LI-RADS im klinischen Alltag Beurteilungskriterien standardisiert werden können und der Interpretationsspielraum verringert wird. Dieses überwiegend positive Meinungsbild ist allerdings deutlich diskrepanz zu der tatsächlichen Nutzung der LI-RADS-Klassifikation im klinischen Alltag. 74,03 % haben die LI-RADS-Klassifikation selbst noch nicht angewandt und bei der Mehrheit (80,77 %) wird LI-RADS auch im Tumorboard bzw. in der Abteilung nicht verwendet. Es zeigte sich deutlich, dass insofern LI-RADS eingesetzt wurde, dies unter den Teilnehmern an unserer Umfrage bisher vor allem an größeren Krankenhäusern und Universitätskliniken geschah. 32,00 % aller Befragten gaben an, sich (mehr) Anwendung von LI-RADS bei allen Raumforderungen in einer zirrhotischen Leber zu wünschen. Unter den Teilnehmern, die LI-RADS selbst schon angewandt haben, wünschen sich dies sogar 72,22 %. Dies lässt eine allgemeine Bereitschaft zur bzw. einen generellen Wunsch nach einer weiter verbreiteten Anwendung von LI-RADS vermuten. Deswegen ist es wichtig LI-RADS in der Institutions- bzw. Abteilungskultur der Kliniken fest zu verankern, um das Klassifikationssystem noch stärker in den Arbeitsalltag von Medizinerinnen, die mit HCC-Risikopatienten arbeiten, zu integrieren, um hierdurch eine weitere Standardisierung zu ermöglichen.

## 5.2 Abstract

LI-RADS is a classification system developed by the American College of Radiology in 2011 to standardize the radiological reporting and interpretation of CT and MRI scan results of liver lesions in patients at risk for hepatocellular carcinoma (HCC) (3). A widespread application of LI-RADS could help to reduce the variability of radiological results pertaining to HCC, and in addition improve the communication among radiologists, hepatologists, hepatic surgeons and oncologists, which could ultimately optimize the patient management (25). In order to get closer to these goals, we decided to conduct a nationwide online survey to assess the current status regarding the awareness and application of LI-RADS among experts in Germany. With the help of [www.surveymonkey.com](http://www.surveymonkey.com), an online tool for the creation of online surveys, we drew up an online-questionnaire about LI-RADS, consisting of a total of 17 questions. Using the website [www.deutsches-krankenhausverzeichnis.de](http://www.deutsches-krankenhausverzeichnis.de) a list of hospitals was generated meeting the criteria internal medicine, gastroenterology, general and visceral surgery, and radiology. 102 of these hospitals were randomly selected, and then the directors of the relevant departments were asked to name one consultant and one resident from their department in order to participate in our survey. 177 potential participants were invited to fill out the questionnaire. Our target persons were contacted up to three times, altogether 87 people took part in our survey, which corresponds to a response rate of 49.15%. The results of the survey were analysed by means of descriptive statistics. In summary, with 73,17%, the majority of the respondents has at least heard about LI-RADS. Most of the participants, who had a good knowledge about LI-RADS, were particularly radiologists, were more likely senior physicians than assistant physicians, and were most likely to work at university hospitals. It is also noteworthy that most of the doctors participating in our survey considered a structured diagnosis and terminology in radiology to be desirable: 98.7% of the respondents stated that they wish either “slightly more structured radiological reports” or “more structured radiological reports for oncological questions”, or “generally more structured radiological reports”. To be able to establish such structuring and standardization, the majority (59.5%) of our survey participants fully or somewhat agreed with the assumption that LI-RADS can standardize assessment criteria in everyday clinical practice and furthermore reduce the scope for interpretation. The results of our survey demonstrate that LI-RADS is relatively known in Germany. This and the predominantly positive opinion about LI-RADS and structured reporting is, however, clearly discrepant with the actual use of the classification in everyday clinical practice, which is quite sparse: 74.03% have not used the LI-RADS classification themselves yet, and the majority (80.77%) has not used LI-RADS in the tumour board or in

the department. So, it seems that LI-RADS is not yet broadly implemented in clinical routine in Germany. It shows up clearly, that so far LI-RADS is being used, currently this happens especially at larger hospitals and university hospitals among the participants in our survey. 32% of all respondents wanted (more) use of LI-RADS regarding all lesions in a cirrhotic liver. Among the participants who have already used LI-RADS themselves, even 72.22% wanted an increased use of the diagnostic algorithm. This shows that there is generally a willingness and a desire for a more widespread use of LI-RADS. Interdisciplinary education may support the propagation and use of the LI-RDAS classification. Moreover, it is important to firmly anchor LI-RADS in the institutional or departmental culture of the hospitals, in order to integrate the classification system into the everyday work of doctors, working with HCC-risk patients, to enable further standardization.

## **6 Anhang**

### **6.1 Abbildungsverzeichnis**

- Abbildung 1:** Diagnostische Kategorien für malignitätsverdächtige Leberbefunde. Modifiziert nach LI-RADS 2017 Core German Final, S.6 (2)
- Abbildung 2:** Schema zur Anwendung des Diagnosealgorithmus. Modifiziert nach LI-RADS 2017 Core German Final, S.7 (2)
- Abbildung 3:** Erläuterung des Gewissheitsniveaus der Kollisionsregeln. Modifiziert nach LI- RADS 2017 Core German Final, S.9 (2)
- Abbildung 4:** Diagnostischer Algorithmus der Leitlinie zum HCC bei malignitätsverdächtigen Rundherden in der Leber. Modifiziert nach Leitlinienprogramm Onkologie: Diagnostik und Therapie des hepatozellulären Karzinom: Kurzversion 1.0, S.19 (18)
- Abbildung 5:** Anteil der verschiedenen Fachbereiche an der gesamten Teilnehmerschaft
- Abbildung 6:** Arbeitserfahrung der Teilnehmer
- Abbildung 7:** Klinisches Arbeitsumfeld der Teilnehmer
- Abbildung 8:** Bettenanzahl der Arbeit gebenden Kliniken unserer Teilnehmer
- Abbildung 9:** Klinische Position bzw. Ausbildungsstatus der Teilnehmer
- Abbildung 10:** Kenntnis über die LI-RADS-Klassifikation unter allen Teilnehmern
- Abbildung 11:** Kenntnisstand zu LI-RADS je nach befragter Fachrichtung
- Abbildung 12:** Kenntnisstand zu LI-RADS je nach beruflicher Position
- Abbildung 13:** Kenntnisstand zu LI-RADS je nach klinischem Umfeld
- Abbildung 14:** Eventuelle Standardisierung durch LI-RADS
- Abbildung 15:** Praktikabilität des Diagnosealgorithmus LI-RADS
- Abbildung 16:** Individueller Gebrauch von LI-RADS durch die Umfrageteilnehmer
- Abbildung 17:** Gebrauch von LI-RADS in den Kliniken/Tumorboards der Teilnehmer

- Abbildung 18:** Verwendung von LI-RADS im Tumorboard je nach klinischem Umfeld
- Abbildung 19:** Verwendung von LI-RADS im Tumorboard je nach Bettenanzahl der Klinik
- Abbildung 20:** Häufigkeitsverteilung des Einsatzes von LI-RADS für entsprechende Befunde
- Abbildung 21:** Vermutete Gründe für die nicht stattfindende Verwendung von LIRADS
- Abbildung 22:** Wunsch nach (mehr) Anwendung von LI-RADS, je nachdem, ob der Teilnehmer das Klassifikationssystem selbst schon angewendet hat
- Abbildung 23:** Wunsch nach mehr strukturierten Befunden unter allen Teilnehmern
- Abbildung 24:** Wunsch nach mehr strukturierten Befunden je nach klinischem Umfeld der Teilnehmer

## 6.2 Abkürzungsverzeichnis

AASLD	American Association for the Study of Liver Diseases
ACR	American College of Radiology
AFP	Alpha-Fetoprotein
APHE	Arterial Phase Hyperenhancement
ASR	Age Standardized Rate
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
BCLC	Barcelona Clinic Liver Cancer (-Klassifikation)
BI-RADS	Breast Imaging Reporting and Data System
CE-CT	Kontrastmittel-verstärktes CT
CE-MRT	Kontrastmittel-verstärktes MRT
CE-US	Kontrastmittel-verstärkter Ultraschall
DRG	Deutsche Röntgengesellschaft
HBV	Hepatitis-B-Virus
HCC	Hepatocellular Carcinoma, Hepatozelluläres Karzinom
LI-RADS	Liver Imaging Reporting and Data System
OPTN	Organ Procurement and Transplantation Network
TIV	Tumor in der Vene
TNM	Tumor, Nodus lymphoideus, Metastasen (-Klassifikation)
WHO	World Health Organization

### 6.3 Fragebogen

**Frage 1:** Welcher Fachrichtung gehören Sie an?

Radiologe

Internist/Gastroenterologe

Internist mit Spezialisierung Hepatologie

Chirurg

Andere (bitte spezifizieren)

**Frage 2:** Seit wie vielen Jahren arbeiten Sie klinisch? (Seit Ihrem Studienabschluss)

1-3 Jahre

4-6 Jahre

7-12 Jahre

Über 13 Jahre

**Frage 3:** In welchem klinischen Umfeld arbeiten Sie?

Universitätsklinikum

Krankenhaus mit Regelversorgung (Stufe 1)

Krankenhaus mit Schwerpunktversorgung (Stufe 2)

Krankenhaus mit Maximalversorgung (Stufe 3)

**Frage 4:** Wie viele Betten hat das Krankenhaus/Klinikum, in dem Sie tätig sind?

Über 800 Betten

400-800 Betten

Unter 400 Betten

**Frage 5:** In welcher Position sind Sie klinisch tätig?

Chefarzt/-ärztin

Leitender Oberarzt/-ärztin

Oberarzt/-ärztin

Facharzt/-ärztin

Weiterbildungsassistent/-in

**Frage 6:** Kennen Sie die LIRADS-Klassifikation für die Beurteilung fokaler Leberläsionen im Risikokollektiv?

Überhaupt nicht

Schon gehört

Ich weiß ein wenig darüber Bescheid

Ich weiß gut darüber Bescheid

**Frage 7:** Glauben Sie, dass durch die Anwendung der LIRADS-Klassifikation im klinischen Alltag Beurteilungskriterien standardisiert werden können und der Interpretationsspielraum der Befunde verringert wird?

Nein

Eher nicht

Eher zustimmend

Vollzustimmend

Keine Angabe, da ich LI-RADS nicht kenne

**Frage 8:** Wie praktikabel für den klinischen Alltag finden Sie die LI-RADS-Klassifikation?

Überhaupt nicht

Etwas praktikabel

Ziemlich praktikabel

Sehr praktikabel

Keine Angabe, da ich LI-RADS nicht kenne

**Frage 9:** Haben Sie die LI-RADS-Klassifikation selbst schon einmal angewendet?

Ja

Nein

**Frage 10:** Wird die LI-RADS-Klassifikation bei Ihnen in der Klinik/ Abteilung/ Tumorboard angewendet?

Ja

Nein

**Frage 11:** Seit wann wird die LI-RADS-Klassifikation bei Ihnen in der Klinik/ Abteilung/ Tumorboard angewendet?

Bitte Jahreszahl angeben

**Frage 12:** Für welche Befunde wird die LI-RADS-Klassifikation in Ihrem Umfeld angewendet?

Sonographie

CT

MRT

**Frage 13:** Wie häufig wird die LI-RADS-Klassifikation in Ihrem Umfeld im entsprechenden Risikokollektiv angewendet?

100% der Befunde

Ca. 75-99% der Befunde

Ca. 50-75% der Befunde

Unter 50% der Befunde

**Frage 14:** Warum wird die LI-RADS-Klassifikation bislang nicht in Ihrem Umfeld angewendet?

Unkenntnis/ Unerfahrenheit in der Anwendung

Fehlende Praktikabilität

Ich weiß es nicht

Andere, bitte spezifizieren

**Frage 15:** Würden Sie sich wünschen, dass die LI-RADS-Klassifikation bei Ihnen (mehr) Anwendung findet?

Nein

Vielleicht

Bei allen Leber-Raumforderungen von Zirrhosepatienten

**Frage 16:** Würden Sie sich allgemein mehr „strukturierte Befunde“ aus der Radiologie wünschen?

Nur mehr strukturierte Befunde

Strukturierte Befunde bei allen onkologischen Fragestellungen

Etwas mehr strukturierte Befunde

Keine strukturierten Befunde

**Frage 17:** Kommentare/ Anregungen

## 6.4 Veröffentlichungen

Teile dieser Dissertationsarbeit wurden vorab bei „RöFo Thieme – Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren“ (02/2021) veröffentlicht bzw. online bereits am 20.07.2020 publiziert:

„LI-RADS im Jahr 2020 – Nutzt du es schon oder überlegst du noch?“

Ringe, Kristina Imeen; Gut, Anne; Grenacher, Lars; Juchems, Markus; Kukuk, Guido; Wessling, Johannes; Schreyer, Andreas G.

(38)

## **6.5 Erklärung**

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet. Insbesondere habe ich nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeit erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen. Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

## 7 Literaturverzeichnis

1. American College of Radiology. LI-RADS-2018-CT-MRI-Core-German [Internet] [cited 2020 Jan 21]; [60 p.]. Available from: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/RADS/LI-RADS/Translations/LI-RADS-2018-CT-MRI-Core-German.pdf?la=en>
2. American College of Radiology. LI-RADS 2017 Core German Final.pptx | Bereitgestellt von Box [Internet] [cited 2018 Jul 18]; [1-34]. Available from: <https://app.box.com/s/0i4sz4aybrewqcji4m2t035fd42i7w2y>
3. Santillan CS, Tang A, Cruite I, Shah A, Sirlin CB. Understanding LI-RADS: a primer for practical use. *Magn Reson Imaging Clin N Am.* 2014;22(3):337–52. doi:10.1016/j.mric.2014.04.007 Cited in: PubMed; PMID 25086933.
4. Dietrich CF, Potthoff A, Helmberger T, Ignee A, Willmann JK. Standardisierte Befundung und Dokumentation der Kontrastmittelsonografie der Leber (CEUS LI-RADS) [Contrast-enhanced ultrasound: Liver Imaging Reporting and Data System (CEUS LI-RADS)]. *Z Gastroenterol.* 2018;56(5):499–506. ger. doi:10.1055/s-0043-124874 Cited in: PubMed; PMID 29734449.
5. An C, Rakhmonova G, Choi J-Y, Kim M-J. Liver imaging reporting and data system (LI-RADS) version 2014: understanding and application of the diagnostic algorithm. *Clin Mol Hepatol.* 2016;22(2):296–307. doi:10.3350/cmh.2016.0028 Cited in: PubMed; PMID 27304548.
6. Sirlin CB. The LI-RADS adventure-a personal statement. *Abdom Radiol (NY).* 2018;43(1):1–2. doi:10.1007/s00261-017-1386-y Cited in: PubMed; PMID 29282489.
7. Renzulli M, Clemente A, Brocchi S, Milandri M, Lucidi V, Vukotic R, Cappabianca S, Golfieri R. LI-RADS: a great opportunity not to be missed. *Eur J Gastroenterol Hepatol.* 2018;1–6. doi:10.1097/MEG.0000000000001269 Cited in: PubMed; PMID 30234643.
8. Kielar AZ, Elsayes KM, Chernyak V, Tang A, Sirlin CB. LI-RADS version 2018: What is new and what does this mean to my radiology reports? *Abdominal Radiology.* 2019;44(1):41–2. doi:10.1007/s00261-018-1730-x
9. American College of Radiology. LI-RADS (Liver) Translations [Internet]. 2018 [updated Juni 2018]. Available from: <https://publish.smartsheet.com/e3ce3af65dd64e30b5a5d64ed7a0936d>

10. Elsayes KM, Kielar AZ, Elmohr MM, Chernyak V, Masch WR, Furlan A, Marks RM, Cruite I, Fowler KJ, Tang A, Bashir MR, Hecht EM, Kamaya A, Jambhekar K, Kamath A, Arora S, Bijan B, Ash R, Kassam Z, Chaudhry H, McGahan JP, Yacoub JH, McInnes M, Fung AW, Shanbhogue K, Lee J, Deshmukh S, Horvat N, Mitchell DG, Do RKG, Surabhi VR, Szklaruk J, Sirlin CB. White paper of the Society of Abdominal Radiology hepatocellular carcinoma diagnosis disease-focused panel on LI-RADS v2018 for CT and MRI. *Abdom Radiol (NY)*. 2018;43(10):2625–42. doi:10.1007/s00261-018-1744-4 Cited in: PubMed; PMID 30155697.
11. American College of Radiology. LI-RADS [Internet]. 2018 [cited 2018 Jul 18]. Available from: <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Reporting-and-Data-Systems/LI-RADS>
12. Mittal S, El-Serag HB. Epidemiology of hepatocellular carcinoma: consider the population. *J Clin Gastroenterol*. 2013;47 Suppl1-10. doi:10.1097/MCG.0b013e3182872f29 Cited in: PubMed; PMID 23632345.
13. World Health Organisation-International Agency for Research on Cancer. Cancer today [Internet]. 2018. Available from: <https://gco.iarc.fr/today/home>
14. Gerd Herold und Mitarbeiter. *Innere Medizin*; 2016. 566 p.
15. Jeffrey C. Weinreb MD. Introduction to LI-RADS: How to diagnose and report hepatocellular carcinoma with MRI/CT;96–101.
16. Narsinh KH, Cui J, Papadatos D, Sirlin CB, Santillan CS. Hepatocarcinogenesis and LI-RADS. *Abdom Radiol (NY)*. 2018;43(1):158–68. doi:10.1007/s00261-017-1409-8 Cited in: PubMed; PMID 29209739.
17. Lincke T, Boll D, Zech C. Bildgebung des hepatozellulären Karzinoms. *Radiologie up2date*. 2016;16(04):295–309. doi:10.1055/s-0042-118772
18. Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF (Leitlinienprogramm Onkologie). Diagnostik und Therapie des hepatozellulären Karzinom, Kurzversion 1.0, AWMF Registrierungsnummer: 032-053OL [Internet] [cited 2018 Jul 30];1–33. Available from: <http://leitlinienprogramm-onkologie.de/Leitlinien.7.0.html>
19. Chang M-H et.al. Universal Hepatitis B Vaccination in Taiwan and the Incidence of Hepatocellular Carcinoma in Children. *The New England Journal of Medicine* [Internet]. 1997 [cited 2018 Dec 4];1855–99. Available from: <https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJM199706263362602>

20. Marrero JA, Kulik LM, Sirlin CB, Zhu AX, Finn RS, Abecassis MM, Roberts LR, Heimbach JK. Diagnosis, Staging, and Management of Hepatocellular Carcinoma: 2018 Practice Guidance by the American Association for the Study of Liver Diseases. *Hepatology*. 2018;68(2):723–50. doi:10.1002/hep.29913 Cited in: PubMed; PMID 29624699.
21. Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF (Leitlinienprogramm Onkologie). Diagnostik und Therapie des Hepatozellulären Karzinoms und biliärer Karzinome, Kurzversion 2.0, 2021, AWMF Registernummer: 032/-053OL [Internet] [cited 2021 Aug 9];1–66. Available from: <https://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leitlinien/hcc-und-biliäre-karzinome>
22. Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF (Leitlinienprogramm Onkologie). Diagnostik und Therapie des Hepatozellulären Karzinoms und biliärer Karzinome, Langversion 2.0, 2021, AWMF Registernummer: 032/053OL [Internet] [cited 2021 Aug 9];1–207. Available from: <https://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leitlinien/hcc-und-biliäre-karzinome>
23. Deutsche Krebsgesellschaft, Deutsche Krebshilfe, AWMF (Leitlinienprogramm Onkologie). Diagnostik und Therapie des hepatozellulären Karzinoms, Langversion 1.0, AWMF Registrierungsnummer: 032-053OL;1–153. doi:10.1007/978-3-662-44835-9\_10
24. American College of Radiology. Breast Imaging Reporting and Data System (BIRADS) [Internet]. 1992 [cited 2018 Nov 28]. Available from: <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Reporting-and-Data-Systems/Bi-Rads>
25. Schima W, Heiken J. LI-RADS v2017 for liver nodules: how we read and report. *Cancer Imaging*. 2018;18(1):1–10. doi:10.1186/s40644-018-0149-5 Cited in: PubMed; PMID 29690933.
26. SurveyMonkey [Internet]. 2020 [updated 2020 Apr 25; cited 2020 Apr 25]. Available from:  
[https://www.surveymonkey.de/?program=7013A000000mweBQAQ&utm\\_bu=CR&utm\\_campaign=71700000059184813&utm\\_adgroup=58700005410221873&utm\\_content=43700049188510263&utm\\_medium=cpc&utm\\_source=adwords&utm\\_term=p49188510263&utm\\_kxconfid=s4bvpi0ju&gclid=EAIaIQobChMIv4Gjkb-D6QIVGKd3Ch3JKwXCEAAYASAAEgIiZ\\_D\\_BwE](https://www.surveymonkey.de/?program=7013A000000mweBQAQ&utm_bu=CR&utm_campaign=71700000059184813&utm_adgroup=58700005410221873&utm_content=43700049188510263&utm_medium=cpc&utm_source=adwords&utm_term=p49188510263&utm_kxconfid=s4bvpi0ju&gclid=EAIaIQobChMIv4Gjkb-D6QIVGKd3Ch3JKwXCEAAYASAAEgIiZ_D_BwE)
27. Batinic B, Moser K. Determinanten der Rücklaufquote in Online-Panels. *Zeitschrift für Medienpsychologie*. 2005;17(2):64–74. doi:10.1026/1617-6383.17.2.64

28. Siedlikowski ST, Kielar AZ, Ormsby EL, Bijan B, Kagay C. Implementation of LI-RADS into a radiological practice. *Abdom Radiol (NY)*. 2018;43(1):179–84. doi:10.1007/s00261-017-1219-z Cited in: PubMed; PMID 28634619.
29. Sirlin CB, Kielar AZ, Tang A, Bashir MR. LI-RADS: a glimpse into the future. *Abdom Radiol (NY)*. 2018;43(1):231–6. doi:10.1007/s00261-017-1448-1 Cited in: PubMed; PMID 29318354.
30. Pinto Dos Santos D, Hempel J-M, Mildenerger P, Klöckner R, Persigehl T. Strukturierte Befundung in der klinischen Routine [Structured Reporting in Clinical Routine]. *Rofo*. 2019;191(1):33–9. doi:10.1055/a-0636-3851 Cited in: PubMed; PMID 30103236.
31. Elsayes KM, Kielar AZ, Chernyak V, Morshid A, Furlan A, Masch WR, Marks RM, Kamaya A, Do RKG, Kono Y, Fowler KJ, Tang A, Bashir MR, Hecht EM, Jambhekar K, Lyshchik A, Rodgers SK, Heiken JP, Kohli M, Fetzer DT, Wilson SR, Kassam Z, Mendiratta-Lala M, Singal AG, Lim CS, Cruite I, Lee J, Ash R, Mitchell DG, McInnes MDF, Sirlin CB. LI-RADS: a conceptual and historical review from its beginning to its recent integration into AASLD clinical practice guidance. *J Hepatocell Carcinoma*. 2019;649–69. doi:10.2147/JHC.S186239 Cited in: PubMed; PMID 30788336.
32. Kielar AZ, Chernyak V, Bashir MR, Do RK, Fowler KJ, Mitchell DG, Cerny M, Elsayes KM, Santillan C, Kamaya A, Kono Y, Sirlin CB, Tang A. LI-RADS 2017: An update. *J Magn Reson Imaging*. 2018;47(6):1459–74. doi:10.1002/jmri.26027 Cited in: PubMed; PMID 29626376.
33. Alenazi AO, Elsayes KM, Marks RM, Yacoub JH, Hecht EM, Chernyak V, Krishna S, Surabhi V, Lee JT, Ash R, Cruite I, Kielar AZ. Clinicians and surgeon survey regarding current and future versions of CT/MRI LI-RADS. *Abdom Radiol (NY)*. 2020;45(8):2603–11. doi:10.1007/s00261-020-02544-0 Cited in: PubMed; PMID 32342150.
34. Duden | Suchen | Observation [Internet]. 2020 [updated 2020 Apr 19; cited 2020 Apr 19]. Available from: <https://www.duden.de/suchen/dudenonline/Observation>
35. Chernyak V, Santillan CS, Papadatos D, Sirlin CB. LI-RADS® algorithm: CT and MRI. *Abdom Radiol (NY)*. 2018;(1):111–26. doi:10.1007/s00261-017-1228-y Cited in: PubMed; PMID 28695233.

36. Chernyak V, Sirlin CB. LI-RADS: Future Directions. *Clin Liver Dis (Hoboken)*. 2021;17(3):149–53. doi:10.1002/cld.1034 Cited in: PubMed; PMID 33868656.
37. Choi SH, Lee SS, Park SH, Kim KM, Yu E, Park Y, Shin YM, Lee M-G. LI-RADS Classification and Prognosis of Primary Liver Cancers at Gadoteric Acid-enhanced MRI. *Radiology*. 2019;290(2):388–97. doi:10.1148/radiol.2018181290 Cited in: PubMed; PMID 30422088.
38. Ringe KI, Gut A, Grenacher L, Juchems M, Kukuk G, Wessling J, Schreyer AG. LI-RADS im Jahr 2020 – Nutzt du es schon oder überlegst du noch? [LI-RADS in the year 2020 - Are you already using it or still considering?]. *Rofo*. 2021;193(2):186–93. doi:10.1055/a-1212-5915 Cited in: PubMed; PMID 32688423.

## **8 Danksagung**

Ich danke ganz herzlich Herrn Prof. Dr. Andreas Schreyer für die Überlassung des spannenden Dissertationsthemas. Damit verbunden danke ich Herrn Prof. Dr. Schreyer und Herrn Prof. Dr. Christian Stroszczyński für die Möglichkeit am Lehrstuhl für Röntgendiagnostik der Universitätsklinik Regensburg zu promovieren.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Schreyer und Frau Prof. Dr. Ringe für die hervorragende Betreuung während der gesamten Durchführung dieser Arbeit. Sie nahmen sich immer Zeit für mich und standen mir stets kompetent mit Rat und Tat zur Seite. Ohne ihre Anregungen und konstruktive Kritik wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen. Durch ihre fachkundige, freundliche und geduldige Art konnten sie mir stets bei verschiedensten Fragen entscheidend weiterhelfen.

## 9 Lebenslauf

### **Persönliche Daten:**

Vor- und Zuname: Anne Janina Gut  
Adresse: Schwimbeckstr.3  
86316 Friedberg  
E-Mail: gut.anne@web.de  
Handy: 004917656853380  
Geburtsdatum und -ort: 19.02.1995 in Augsburg  
Staatsangehörigkeit: deutsch

### **Ausbildung:**

Juni 2021: Approbation als Ärztin  
Mai 2021: Dritter Abschnitt der ärztlichen Prüfung (gut)  
April 2021: Zweiter Abschnitt der ärztlichen Prüfung (gut)  
September 2016: Erster Abschnitt der ärztlichen Prüfung/Physikum (gut)  
seit Oktober 2014: Studium der Humanmedizin an der Universität Regensburg  
Juli 2013: Abitur, Rudolf-Diesel-Gymnasium Augsburg (1,7)

### **Arbeitserfahrung/ klinische Praktika:**

16.11.2020 – 28.02.2021: PJ in der Dermatologie (Klinikum rechts der Isar, TU München)  
21.09.2020 – 15.11.2020: PJ in der Chirurgie (Hopital Tenon, Paris)  
03.08.2020 – 20.09.2020: PJ in der Unfallchirurgie (Emil von Behring Klinikum, Berlin)  
20.04.2020 – 02.08.2020: PJ in der Inneren Medizin (Krankenhaus Barmherzige Brüder, Regensburg)  
07.10.2019 – 11.10.2019: Famulatur in der Neurologie (Bezirksklinikum Regensburg)  
16.02.2019 – 17.03.2019: Famulatur in der Notaufnahme (Emergency Department)

- im Royal Hospital in Melbourne (Australien)
- 01.05.2017 – 31.10.2018: Werkstudentin in der Chirurgie im Krankenhaus Friedberg
- 13.09.2018 – 12.10.2018: Famulatur in der Dermatologie am Universitätsklinikum Regensburg
- 16.09.2017 – 15.10.2017: Famulatur in der Allgemeinarztpraxis von Frau Ulrike Kuhrt (Regensburg)
- 04.03.2017 – 02.04.2017: Famulatur in der Chirurgie im Krankenhaus Friedberg
- 01.10.2013-31.03.2014: Bundesfreiwilligendienst im pflegerischen Bereich im Krankenhaus Friedberg

**Weitere Fähigkeiten und Kenntnisse:**

- Sprachkenntnisse:            Englisch (C1)
- Französisch (B2)
- Spanisch (B2)
- Latein (großes Latinum)

Regensburg, 10.08.2021