

Magnetresonanztomographie bei Endometriose in Korrelation zu Operation und Histopathologie

Julia Linda-Sabin Wenzel



Inauguraldissertation zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Medizin
des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.

Die rechtliche Verantwortung für den gesamten Inhalt dieses Buches liegt ausschließlich bei dem Autor dieses Werkes.

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2018

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1st Edition 2018

© 2018 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen
Printed in Germany



édition linguistique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890
email: redaktion@doktorverlag.de

www.doktorverlag.de

**Magnetresonanztomographie bei Endometriose in
Korrelation zu Operation und Histopathologie**

INAUGURALDISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Medizin
des Fachbereichs Medizin der
Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

Julia Linda-Sabin Wenzel
aus Gießen

Gießen, 2017

Aus der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie
des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen

Direktorin: Univ. Prof. Dr. med. Gabriele A. Krombach

Gutachter: Univ. Prof. Dr. med. Gabriele A. Krombach

Gutachter: PD Dr. med. Eniko Berkes

Tag der Disputation: 12.02.2018

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Aufgabenstellung.....	9
3. Material und Methoden.....	10
3.1 Endometriosedagnostik.....	10
3.2 Besonderheiten des MRT in der Endometriosedagnostik.....	12
3.3 Studiendesign.....	15
3.4 Technische Untersuchungsparameter.....	16
3.4.1 Gerät.....	16
3.4.2 Sequenzen.....	16
3.5 Auswertung.....	17
3.5.1 MRT-Protokoll.....	17
3.5.2 Diagnostische MRT-Kriterien.....	18
3.6 Operativer und pathologischer Befund.....	20
3.7 Statistische Auswertung.....	22
4. Ergebnisse.....	25
4.1 Vorderes Kompartiment.....	28
4.2 Mittleres Kompartiment.....	36
4.3 Hinteres Kompartiment.....	46
4.4 Sonstige.....	57
5. Diskussion.....	78
5.1 Diskussion der Ergebnisse.....	78
5.2 Limitationen.....	94
5.3 Ausblick.....	95
5.4 Schlussfolgerung.....	96

Inhaltsverzeichnis

6.	Zusammenfassung.....	98
7.	Summary	100
8.	Abkürzungsverzeichnis.....	102
9.	Abbildungsverzeichnis.....	103
10.	Tabellenverzeichnis.....	106
11.	Literaturverzeichnis.....	109
12.	Anhang	116
12.1	Untersuchungsprotokoll.....	116
12.2	Literaturüberblick zur Endometriosedagnostik im MRT	121
12.3	Abstract.....	144
12.4	Presstext	146
13.	Ehrenwörtliche Erklärung	150
14.	Danksagung.....	151
15.	Lebenslauf	152

1. Einleitung

Die Endometriose ist als pathologisches Vorkommen von Gebärmutter Schleimhaut (Endometrium mit Drüsen und Stroma) außerhalb der Gebärmutterhöhle definiert.

Diese Erkrankung ist den gutartigen, proliferativen Erkrankungen der Frau zuzuordnen und eine der häufigsten gynäkologischen Erkrankungen im reproduktiven Alter, wobei die Prävalenz in der Literatur mit 10 bis 50% angegeben wird. Entscheidend sollen dabei klinische Begleitumstände sein, sodass bei fertilen Frauen eine niedrige Prävalenz von 0,5–5 % angegeben wird, während bei adolescenten Frauen mit starker Dysmenorrhoe jede zweite von der Erkrankung betroffen ist (Schindler 2007). In Deutschland wird die Anzahl an Neuerkrankungen pro Jahr auf 40.000 geschätzt (AWMF Leitlinien 08/2013).

Als Risikofaktoren für Endometriose sind häufige Menstruationen, starke Blutungen, schmerzhaftes Perioden und intrauterine Eingriffe in der Literatur beschrieben worden. Ferner scheinen auch Körperhabitus, Herkunft und Umwelteinflüsse eine Rolle zu spielen (Schindler 2007).

Ätiologie und Pathogenese der Endometriose konnten bisher noch nicht geklärt werden. Die Transplantationstheorie nach Sampson (Sampson 1927) erklärt die Ansiedlung der ektopen Gebärmutter Schleimhaut durch retrograden Fluss von Blut mit Endometriumzellen während der Menstruation über die Eierstöcke in den Bauchraum. Diese Theorie bietet allerdings keine Erklärung für das Vorhandensein von Endometrioseherden in Lokalisationen außerhalb der Bauchhöhle. Meyer geht als Vertreter der Metaplasietheorie (Meyer 1919) davon aus, dass pluripotentes Zölomepithel – embryonale Bauchhöhlenzellen, die noch die Fähigkeit besitzen, sich in unterschiedliche Gewebe zu differenzieren – unter dem Einfluss verschiedener Stimuli (Hormone, Wachstumsfaktoren und/oder Inflammationsreize) Endometrioseherde bilden. Als Zwischenstufe entsteht dabei Müllersches Gangepithel, aus dem ausschließlich Zellen des inneren weiblichen Genitals hervorgehen können.

Die Induktionstheorie nach Seli (Seli et al. 2003) verbindet beide genannten Theorien und sieht die retrograde Menstruation als Stimulus für die Bildung und Implantation von endometrialen Zellen aus dem Mesothel. Durch spezifische immunologische oder biochemische Faktoren im Menstruationsblut, welches in die Bauchhöhle gelangt, soll nach Seli et al. die Umwandlung von undifferenziertem in endometriales Gewebe induziert werden. Weiterhin wird eine genetische Komponente der Erkrankung angenom-

men, da sie familiär gehäuft auftritt. In der immunologischen Theorie (Schweppe 1984) wird aufgrund einer niedrigen, natürlichen Killerzell-Aktivität in Plasma und Peritonealflüssigkeit erkrankter Frauen ein unzureichender Abbau retrograd menstruierten Gewebes vermutet (Schindler 2007).

Auch die Tissue Injury And Repair Theorie (TIAR) (Leyendecker et al. 2009) stellt eine verbreitete Erklärung zur Pathogenese der Endometriose dar. Diese geht davon aus, dass durch den Einfluss von Sexualhormonen eine Hyperperistaltik der Gebärmuttermuskulatur induziert wird, welche zu Verletzungen in deren Epithelschichten führt. Durch aktivierte lokale Reparaturmechanismen werden vermehrt Sexualhormone sezerniert, welche die Hyperperistaltik zusätzlich verstärken und zu einer Dislokation von Fragmenten des Endometriums während der Ovulation retrograd in die Bauchhöhle oder in das Myo-metrium führen (Krüger et al. 2011).

Die Diagnose der Endometriose stellt eine Herausforderung für den Gynäkologen dar, da die Symptome, die durch zyklusabhängigen Abbau des ektopen Gewebes mit Blutungen entstehen, unspezifisch und sehr unterschiedlich sein können. Deshalb wird diese Erkrankung oft nicht erkannt. In einer Studie aus dem Jahr 2003 ermittelte man eine mittlere Zeit von fünf Jahren vom ersten Auftreten der Symptome bis zur Diagnose der Endometriose (Husby et al. 2003). Auch wenn die Erkrankung asymptomatisch verlaufen kann, stehen normalerweise Schmerzen im Unterleib und Sterilität als Symptome im Vordergrund. Hinzu kommen häufig schmerzhaft Menstruationsblutungen (Dysmenorrhoe), Schmerzen beim Geschlechtsverkehr (Dyspareunie), Schmerzen beim Urinieren (Dysurie) oder bei der Defäkation (Dyschezie) (Krüger et al. 2011).

Der kausale Zusammenhang zwischen der häufig mit der Endometriose assoziierten Sterilität ist bislang nicht geklärt. Als Ursachen kommen eine mechanische Alteration der Adnexe, eine gestörte Eizellentwicklung sowie eine anormale frühe Embryonalentwicklung in Betracht (AWMF Leitlinien 08/2013).

Zwar ist das Krebsrisiko für Frauen mit Endometriose allgemein nicht erhöht, allerdings sind bestimmte Malignome wie endokrine Tumoren, Ovarialkarzinome, Nierenzellkarzinome, Hirntumoren, maligne Melanome, Non-Hodgkin-Lymphome und Mamma-karzinome mit dieser Erkrankung assoziiert worden, ohne jedoch genauere pathophysiologische Begründungen zu liefern. Die klinische Relevanz dieser Ergebnisse scheint derzeit kaum einschätzbar. Ferner kann am Ort einer Endometriose ein Malignom entstehen, wobei eine direkte maligne Transformation der Endometrioseherde möglich, wenn auch noch nicht gesichert ist (AWMF Leitlinien 08/2013).

Da das ektope Endometriumgewebe an verschiedenen Stellen im Körper auftreten kann, werden in den Leitlinien der Gynäkologie und Geburtshilfe vier Formen der Endometriose unterschieden, die auf verschiedene Weise diagnostiziert und auch therapiert werden: Die peritoneale, die ovarielle und die tiefe infiltrierende Endometriose sowie die Adenomyose (AWMF Leitlinien 08/2013).

Die tiefe infiltrierende Endometriose, bei welcher definitionsgemäß eine Infiltrationstiefe von mehr als 5 mm unterhalb des Peritoneums erreicht wird, umfasst Läsionen im Septum rectovaginale, im Fornix vaginae, im Retroperitoneum (Beckenwand, Parametrium), Darm, Ureter oder der Harnblase und äußert sich vor allem in knotigen Veränderungen der Strukturen. Besonders bei dieser Erscheinungsform wurde der Magnetresonanztomographie (MRT) in einigen Studien (z.B. Bazot et al. 2009) eine hohe Sensitivität zuge-wiesen und neben der klinischen Untersuchung sowie der transvaginalen, transrektalen und abdominellen Sonographie eine wesentliche Bedeutung in der Diagnostik zugesprochen. Bei dieser Form sind vor allem die destruiierende Auswirkung auf die Umgebung sowie eine ausgeprägte Schmerzsymptomatik hervorzuheben.

Bei der Peritonealendometriose sind makroskopisch rote aktive Herde von schwarzen oder braunen inaktiven Herden zu differenzieren, während man bei der Ovarialendometriose zystische Hohlräume am Eierstock findet, die als Endometriome oder aufgrund ihres Blutinhaltes als Schokoladenzysten bezeichnet werden. Auch hier kann aufgrund des Aussehens auf das Alter und die Aktivität geschlossen werden. Für die Diagnostik der beiden letztgenannten Formen wird in den Leitlinien der deutschen Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe vor allem die diagnostische Laparoskopie bzw. transvaginale Sonographie als bestgeeignete Methode genannt (AWMF Leitlinien 08/2013). Vorteil der Laparoskopie ist, dass sie die Therapie in Form der Beseitigung sämtlicher Herde bereits umfasst.

Bei der Adenomyose liegt ein Endometriosebefall des Myometriums vor. Dadurch kommt es zu einer Hyperplasie der glatten Muskulatur des Uterus, was sich makroskopisch als Verdickung der Wand und Vergrößerung des Uterus zeigt. Auch bei dieser Form der Endometriose wird neben klinischer Untersuchung und transvaginaler Sonographie dem MRT ein deutlicher diagnostischer Stellenwert eingeräumt.

Letzten Endes ist aber eine histologische Abklärung erforderlich, weshalb die Laparoskopie nötig ist und die operative Entfernung der Herde zur Symptomkontrolle als Goldstandard angesehen wird.

Eine weitere mögliche Klassifikation der Endometriose basiert auf der Lokalisation der Endometrioseherde und unterscheidet Endometriosis genitalis interna und externa sowie Endometriosis extragenitalis. Die Endometriosis genitalis interna ist mit der Adenomyosis uteri gleichzusetzen, während bei der Endometriosis genitalis externa alle Anteile des inneren Genitals außer dem Uterus betroffen sein können. Die extragenitale Endometriose umfasst alle übrigen Lokalisationen wie zum Beispiel im Bereich von Ureter, Rektum, Appendix, Peritoneum, Lymphknoten und auch außergewöhnliche Manifestationsorte wie Leber, Lunge oder Pleura (Krüger et al. 2011).

Bei der Stadieneinteilung der Endometriose hat sich die Klassifikation der revised American Society for Reproductive Medicine (rASRM, früher AFS-Stadieneinteilung) durchgesetzt. Anhand von Größe, Lokalisation und Erscheinung der peritonealen Herde, Adhäsionen und Ausmaß der Endometriose kann die Erkrankung als minimal, gering, moderat oder ernst bezeichnet werden. Die Zuordnung des Befundes nach dieser Klassifikation ist allerdings nur durch Beobachtung bei einer Operation möglich (Tinneberg et al. 2014).

Neuere Stadieneinteilungen wie die ENZIAN-Klassifikation sollen auch retroperitoneale und tief infiltrierende Wachstumsformen berücksichtigen, der EFI-Index (Endometriosis fertility index) die Chancen auf eine Schwangerschaft unter Einbeziehung des rASRM-Stadiums sowie funktioneller Einschränkungen wie Alter der Frau oder Dauer des unerfüllten Kinderwunsches erfassen (Tinneberg et al. 2014).

Die Therapie der Endometriose kann medikamentös oder operativ erfolgen und zielt auf eine Verbesserung der Lebensqualität durch Beseitigung von Schmerzen und Funktionsstörungen und eine Behandlung der Sterilität und Infertilität.

Durch eine operative Entfernung sämtlicher ektoper Endometriumherde ist zunächst eine vollständige Heilung möglich. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass 5 Jahre nach der Primärtherapie abhängig vom Stadium in 20 bis 80% der Fälle Rezidive zu beobachten sind. Bei unvollständiger Entfernung der Endometrioseherde kann zumindest häufig eine Verbesserung der Schmerzsymptomatik – z.B. durch Lösen von Adhäsionen – bewirkt werden. Allerdings können durch eine Operation aber auch neue Narben und Verwachsungen und dadurch bedingte Schmerzen entstehen (Urdl 2006).

Alternativ kann die Erkrankung auch medikamentös z.B. mit Gestagenen, synthetischen Androgenen wie Danazol oder GnRH-Analoga zur Suppression der ovariellen Funktion bzw. Senkung des Östrogenspiegels behandelt werden. Diese Therapie führt häufig zu einer Regression der Endometrioseherde. Meistens wird zu Beginn der Behandlung,

wenn die Diagnose Endometriose nur anhand der Symptome vermutet wird, ein orales Kontrazeptivum eingesetzt. Bei ausbleibendem Ansprechen auf die medikamentöse Therapie kann eine operative Intervention nötig werden.

Bei ovariellen Endometriomen besteht die effektivste Therapie in deren chirurgischer Entfernung, und auch bei der tiefen infiltrierenden Endometriose wird die Resektion im Gesunden entweder über eine vaginale Resektion, eine Laparoskopie oder Laparotomie empfohlen (AWMF Leitlinien 08/2013). Auch bei peritonealer Endometriose ist die Beseitigung der Herde im Rahmen einer Laparoskopie das primäre Ziel. Hierbei kann durch postoperative medikamentöse Therapie mit GnRH-Analoga das rezidivfreie Intervall verlängert werden.

Die Adenomyose wird durch eine Hysterektomie behandelt, wobei im Rahmen einer Laparoskopie zusätzlich peritoneale Implantate entfernt werden können. Alternativ ist auch der Einsatz von Medikamenten, vor allem Gestagenen und hormonellen Antikonzeptiva, möglich. Durch diese soll eine Amenorrhoe induziert werden, wodurch die Symptome, die durch Einblutungen während der Menstruation entstehen, beherrscht werden können.

Als Ursache für die Infertilität im Zusammenhang mit Endometriose wird die mechanische Alteration der Adnexe durch Adhäsionen oder ovarielle Zysten vermutet, so dass die Therapie in diesem Fall eine operative ist, während eine alleinige Hormontherapie keine Verbesserung der Fertilität erzielen kann. Die Erfolgsraten der Operation werden in der Literatur unterschiedlich angegeben (Prentice 2001). Beim operativen Vorgehen bei bestehendem Kinderwunsch ist oft der angestrebte und notwendige Erhalt der von der Erkrankung betroffenen Gewebe bzw. Organe (z.B. Uterus) problematisch, da bei nur unvollständiger Resektion der Endometrioseherde die Persistenz bzw. Rückkehr der Beschwerden relativ wahrscheinlich ist.

Bei der Endometriose ist eine frühe Diagnose entscheidend, um das mögliche Fortschreiten der Erkrankung zu vermeiden. Deshalb hilft eine verbesserte Diagnostik, das Zeitintervall zwischen dem Auftreten von Symptomen und dem Beginn der Therapie zu verkürzen und damit eine Verbesserung der Lebensqualität zu ermöglichen.

Häufig kann allein durch eine vollständige Anamnese und körperliche Untersuchung klinisch eine Verdachtsdiagnose gestellt werden. Wichtig ist, dass der zyklische Schmerz zum Zeitpunkt der Menstruation zwar pathognomisch für Endometriose ist, im fortgeschrittenen Stadium und vor allem bei Adhäsionen der Organe im Becken die Schmerzen auch unabhängig vom Zyklus oder chronisch vorhanden sein können. Teil-

weise ist der Zeitpunkt der Ovulation mit Schmerzen verbunden. Beim Abtasten können eventuell Knoten der uterosakralen Ligamente oder Veränderungen an den Eierstöcken auffallen.

Mit der Laparoskopie können Endometrioseherde direkt visualisiert werden, wobei deren unterschiedliches, vom Alter abhängiges Auftreten ein Problem darstellt. In einigen Studien hat sich die laparoskopische Diagnose der Endometriose als unzuverlässig erwiesen, da nur 54–67% der vermuteten Läsionen auch die histologischen Kriterien der Endometriose erfüllten. Umgekehrt kann sich auch hinter makroskopisch unauffälligem Peritoneum eine Endometriose verbergen. Deshalb ist die histologische Kontrolle mittels Biopsie von herausragender Bedeutung für die Befunderhebung. Weitere Limitationen der Laparoskopie stellen Adhäsionen dar, die eine Entfernung von Endometrioseherden unmöglich machen können.

Bei den bildgebenden Verfahren kann der transvaginale Ultraschall besonders zuverlässig Endometriome oder Läsionen des rektovaginalen Septums sowie Veränderungen des Uterus im Rahmen einer Adenomyose identifizieren, wobei allerdings die niedrige Eindringtiefe ins Gewebe mit der alleinigen Darstellung angrenzender Strukturen sowie die Untersucherabhängigkeit entscheidende Limitationsfaktoren darstellen.

Transrektaler Ultraschall hingegen ist bei Verdacht auf rektale Beteiligung der Endometriose indiziert, um die Infiltrationstiefe zu ermitteln, hat aber wie die transvaginale Sonographie nur eine begrenzte Aussagekraft (Hsu et al. 2010).

Ein Vorteil des MRT in der Diagnostik der Endometriose ist, dass mit einer Untersuchung das gesamte Becken dargestellt wird. Somit können sämtliche möglichen Endometriose-Lokalisationen auf pathologische Veränderungen überprüft werden (Abrao et al. 2007). Im Gegensatz zur Laparoskopie ist das MRT außerdem nicht invasiv und beliebig oft wiederholbar und, im Gegensatz zur Sonographie, nicht untersucherabhängig (Hauth et al. 2005), (Carbognin et al. 2004). Das MRT ist nicht zuletzt deshalb ein geeignetes diagnostisches Instrument, da in den unterschiedlichen Sequenzen Blut sowie Blutabbauprodukte ein charakteristisches Aussehen abhängig von ihrem Alter zeigen und so auch Rückschlüsse auf die Aktivität der Endometriose gezogen werden können.

Kinkel et al. empfahlen bereits 1999 das präoperative MRT zur Operationsplanung und Verbesserung der Patientenbetreuung, sahen seine Grenzen jedoch in der Beurteilung der rektalen Ausdehnung der Endometriose (Kinkel et al. 1999).

In weiteren Studien wurde versucht, die Sensitivität, Spezifität sowie den positiven und negativen Vorhersagewert des MRT zu ermitteln, um das diagnostische Potenzial so-

wohl abhängig von der Lokalisation der Endometriose als auch im Vergleich zu anderen bildgebenden Verfahren zu eruieren.

In einer Studie von Bazot im Jahr 2004 mit 159 Patientinnen erreichte das MRT bei der Prognose der tief infiltrierenden Endometriose insgesamt eine sehr hohe Sensitivität und Spezifität (Bazot et al. 2004). In einer Studie von 2007 konnten die Autoren diese Ergebnisse bestätigen und ferner zeigen, dass das MRT in der Diagnose von Endometriose der Vagina und der uterosakralen Ligamente dem rektalen Ultraschall überlegen, in der Diagnose der Darmendometriose gleichwertig ist (Bazot et al. 2007).

Auch Scardapane et al. 2012 bestätigten eine hohe Treffsicherheit des MRT in der Endometriosedagnostik und ergänzten in einer Studie mit 143 Patientinnen die MRT-Darstellung des kleinen Beckens durch eine MR-Kolonographie zur besseren Darstellung intestinaler Endometrioseherde. Sensitivität und Spezifität des MRT lagen zwar unter denen von Bazot ermittelten, aber dennoch so hoch, dass die Autoren sich für die Magnetresonanztomographie als Methode erster Wahl zur Endometriosedagnostik aussprachen (Scardapane et al. 2013). Darüber hinaus kamen Krüger et al. 2013 in einer vergleichbaren Arbeit zu ähnlichen Ergebnissen, wobei die Autoren besonders herausstellten, dass die Aussagekraft des MRT von der Lokalisation der Erkrankung abhängt (Krüger et al. 2013).

Mögliche Erklärungsansätze, warum diese Abhängigkeit besteht, fehlen bisher. Eine denkbare Assoziation zwischen der Lokalisation und der Größe der Herde soll in dieser Studie untersucht werden.

Desweiteren beschäftigen sich die genannten Studien ausschließlich mit der tief infiltrierenden Endometriose. In der vorliegenden Arbeit hingegen soll ein Überblick über alle Erscheinungsformen der Endometriose gegeben werden, die neben der tief infiltrierenden Endometriose auch die Adenomyose und oberflächliche Läsionen des Peritoneums sowie Adhäsionen beinhalten. Dadurch sollen die Ergebnisse auf die Praxis übertragbar werden, in der man bei einer Patientin durchaus verschiedene Formen der Endometriose gleichzeitig vorfindet.

Kataoka beschrieb in seiner Studie MRT-Kriterien, anhand derer die Detektion von Adhäsionen mit einer Sensitivität von 77,8 % möglich ist (Kataoka et al. 2005). Carbognin hingegen konnte in seiner Studie lediglich bei 2 von 11 Patientinnen die Adhäsionen im MRT erkennen (Carbognin et al. 2006).

Da es nur wenige weitere Studien zu diesem, bei Endometriosepatientinnen häufigen Befund gibt, versucht die vorliegende Studie, Möglichkeiten und Grenzen des MRT in

der Diagnostik aufzuzeigen und daraus eine Empfehlung zum Vorgehen bei Verdacht auf Adhäsionen auszusprechen.

Im Gegensatz zu anderen Studien, in denen die Übereinstimmungsrate zweier Radiologen in der Detektion von Endometrioseherden untersucht wurde (Hottat et al. 2009) oder in denen MRT-Bilder nach 12 und 24 Monaten erneut durch denselben Radiologen reevaluiert wurden (Saba et al. 2011), erfolgt in der vorliegenden Studie die Reevaluierung der Bilder nach Mitteilung der intraoperativen und histopathologischen Befunde. Auf diese Weise soll vermieden werden, dass im MRT sichtbare Endometrioseherde während der ersten Befunderhebung übersehen worden sind. Dieses Vorgehen ist zwar nicht auf die Praxis übertragbar, in der das Ziel die präoperative Detektion der Endometriose ist, kann aber möglicherweise aufzeigen, dass an bestimmten Endometrioselokalisationen eine eingehende, eventuell auch zweimalige Begutachtung der MRT-Bilder notwendig ist. Die Kenntnis dieser Lokalisationen wiederum kann Radiologen in der Praxis sensibilisieren, bestimmte Regionen des Beckens genauer zu studieren, vor allem bei einer Diskrepanz zwischen MRT-Befund und Klinik der Patientin. Alternativ wird es Befunde geben, deren Darstellbarkeit aufgrund von Lokalisation oder Größe im MRT eingeschränkt ist, sodass weder mehrfache Begutachtung noch eingehendes Studium dieser Bilder eine Diagnose ermöglichen können.

Darüber hinaus kann in dieser Studie die Exaktheit des MRT erstmals für jedes der drei Kompartimente des kleinen Beckens beschrieben und miteinander verglichen werden, während bisherige Studien auf eine solche Einteilung und gesonderte Auswertung verzichteten. Die Einteilung beruht auf einer vor Kurzem entwickelten MRT-Klassifikation der tief infiltrierenden Endometriose (MARIE Klassifikation), welche abhängig von Kompartiment, Lokalisation und Größe unterschiedliche Punktwerte vergibt. Anhand dieser Punktwerte kann am Ende ein Stadium bezüglich Fertilität und Ausmaß der Endometriose festgelegt werden (Tinneberg et al. 2014).

Um aus einer Studie Konsequenzen und Handlungsempfehlungen ableiten zu können, bedarf es einer großen Patientinnenzahl. Mit 131 berücksichtigten Probandinnen erfüllt die vorliegende Studie dieses Kriterium.

2. Aufgabenstellung

Intention der Bildgebung in der Endometriosedagnostik ist es, präoperativ eine Prognose über Lokalisation und Umfang der Erkrankung zu treffen, welche den Chirurgen auf Art und Ausmaß der Operation vorbereiten und gegebenenfalls eine minimalinvasive Variante des Eingriffs begründen kann. Ferner kann einer unvollständigen Entfernung von Endometrioseherden vorgebeugt und die Persistenz der Beschwerden verhindert werden.

Um diese Möglichkeiten auszuschöpfen, ist es von großer Bedeutung, Kriterien zu definieren, die helfen können, Endometriose in ihrem differenzierten Vorkommen und ihren unterschiedlichen Erscheinungsformen zu detektieren.

Das Ziel der Arbeit ist die Evaluierung der Magnetresonanztomographie in der Diagnostik dieser Erkrankung. Durch einen Vergleich der MRT-Befunde von bereits bei Verdacht auf Endometriose operierten Patientinnen mit intraoperativen Befunden einerseits sowie den Befunden des Pathologen zu den Operationspräparaten andererseits können die definierten MRT-Kriterien überprüft und die Treffsicherheit des MRT bei der Diagnosefindung veranschaulicht werden.

3. Material und Methoden

3.1 Endometriosedagnostik

Heutzutage ist die Magnetresonanztomographie (MRT) ein in der Klinik etabliertes bildgebendes Verfahren. Die Anfänge liegen in den 40er Jahren des 20. Jahrhunderts, als die Physiker Felix Bloch (1905 – 1983) und Edward Mills Purcell (1912 – 1997) entdeckten, dass bestimmte Atomkerne beim Einbringen in ein starkes Magnetfeld Signale aussenden.

Ogleich bereits im Jahr 1955 die ersten MRT-Studien mit lebenden Zellen und Tiergewebe begonnen wurden, fand diese Untersuchungstechnik erst Anfang der 1980er Jahre Eingang in die klinische Routinebildgebung (Kramme 2002).

Als großer Vorteil des MRT ist der gute Weichteilkontrast zu nennen. Verschiedene Gewebe können anhand ihrer spezifischen Signaleigenschaften sehr gut voneinander differenziert werden, das Verfahren ist bezüglich der Differenzierung genauer als z.B. die CT oder die Sonographie. Daher können Gewebsveränderungen sehr gut erfasst werden, was zum Beispiel auch in der Tumordiagnostik eine große Rolle spielt.

Durch die Gabe von Kontrastmittel können häufig noch genauere Aussagen getroffen werden, da die Abgrenzbarkeit der Gewebe verbessert wird (Scislak 2012).

Zudem sollte man nicht den Vorteil des MRT vergessen, ein sehr exaktes bildgebendes Verfahren zu liefern, welches durch den Verzicht auf ionisierende Strahlung besonders attraktiv im Einsatz bei jungen Patienten oder bei Vorliegen einer Schwangerschaft ist.

Für die Diagnostik der Endometriose werden zuerst körperliche Untersuchung und vaginaler Ultraschall eingesetzt. Diese Verfahren sind nahezu überall zugänglich und erlauben eine erste Verdachtsdiagnose. Ferner können durch Ultraschall leicht ovarielle Zysten von Endometriomen unterschieden werden (Coutinho et al. 2011). Eine Absicherung der Diagnose oder ein Ausschluss der Erkrankung ist dennoch erforderlich. Auch wenn die Laparoskopie als Goldstandard dafür angesehen wird, birgt sie Nachteile. Die Ausdehnung der tief infiltrierenden Endometriose ist zum Teil für den Operateur nicht zu beurteilen, da Läsionen von Adhäsionen verdeckt sein können oder sich in tiefen, subperitonealen Abschnitten des kleinen Beckens befinden, zu denen während der Operation kein Zugang besteht (Kinkel et al. 1999).

Deswegen erscheint ein präoperativ durchgeführtes MRT zur Darstellung des gesamten Beckens und zur Diagnostik auch von Endometrioseherden, die in der OP aufgrund ih-

rer subperitonealen Lage oder aufgrund von Adhäsionen möglicherweise verborgen bleiben würden, sinnvoll (Coutinho et al. 2011).

Zur besseren Übersichtlichkeit der Endometrioselokalisierungen kann das weibliche Becken nach klinischen und funktionellen Gesichtspunkten in drei Kompartimente unterteilt werden.

Im vorderen Kompartiment liegen Blase und Ureter zwischen Symphyse und Uterus bzw. Vagina. Zwischen Blase und Uterus befindet sich die Excavatio vesicouterina, Blase und Vagina werden durch das vesicovaginale Septum getrennt. Die Harnblase ist ein häufiger Manifestationsort der Endometriose. Bei Blasenendometriose sind außerdem häufig Adhäsionen zwischen Uterus und Blase vorhanden.

Die Ureter ziehen über die externen iliakalen Gefäße zur Blase und können bei Verdacht auf Befall besonders gut mit schrägen koronaren T2-gewichteten MR-Aufnahmen dargestellt werden (Coutinho et al. 2011).

Der Verdacht auf eine Blasenendometriose kann durch Symptome wie Dysurie und Hämaturie, also Schmerzen beim Wasserlassen sowie Blut im Urin, entstehen. Eine Ureterbeteiligung kann zu einer Hydronephrose mit Einschränkung der Nierenfunktion führen, da die Endometriose eine chronische Harnstauung verursachen kann (AWMF Leitlinien 08/2013).

Das mittlere Kompartiment besteht aus Ovarien, Tuben, Uterus und Vagina sowie den Ligamenta teres uteri, die auch als Ligamenta rotunda bezeichnet werden, und vom Uterus nach vorne bis in den Leistenkanal ziehen. Neben der Adenomyose, dem Befall des Myometriums, kann auch die serosale Oberfläche des Uterus erkrankt sein, was zu Adhäsionen mit Ovarien oder Darm führen kann (Coutinho et al. 2011).

Die Erkrankung der Ovarien, eine sehr häufige Lokalisation bei der Endometriose, kann durchaus als Zufallsbefund bei der Routine-Sonographie auffallen. Der Grad der Beschwerden steht bei der Endometriose meist nicht in einem Zusammenhang mit dem Stadium der Erkrankung (AWMF Leitlinien 08/2013). Symptome wie starke Unterbauchschmerzen während der Menstruation und der Gebrauch von Antikontrazeptiva gegen diese Beschwerden können einen Hinweis liefern und eine Abklärung in die Wege leiten (Steenberg et al. 2013).

Bei der Adenomyose klagen betroffene Patientinnen häufig über schmerzende, starke und azyklische Blutungen sowie Sterilität.

Das dritte hintere Kompartiment wird durch den Intestinaltrakt, im kleinen Becken also Rektum und Sigma, den Douglas-Raum, auch als Excavatio rectouterinum bezeichnet

und tiefste Stelle im weiblichen Becken, sowie die uterosakralen Ligamente, die den Uterus mit dem Os sacrum verbinden, gebildet (Coutinho et al. 2011).

Der Befall der uterosakralen Ligamente wird häufig durch Dyspareunie, das heißt Schmerzen beim Geschlechtsverkehr, symptomatisch.

Darmbefall mit Endometriose kann sich bei den Patientinnen durch Dyschezie, das heißt Schwierigkeiten bei der Stuhlentleerung, Druckgefühl, Blähungen, Tenesmen, also schmerzhaften Stuhldrang, perianalem Schleim- und Blutabgang, Durchfall und Verstopfung oder Wechsel der Stuhlgewohnheiten äußern. Eine Abklärung kann hier auch mit dem transrektalen Ultraschall erfolgen (AWMF Leitlinien 08/2013). Bei der MRT-Untersuchung muss auf eine Vorbereitung des Patienten mit der i.v. Gabe von Muskelrelaxantien wie Buscopan geachtet werden, da dadurch die Darmperistaltik vermindert und mögliche Artefakte verhindert werden können (Carbognin et al. 2006). Eine rektale Füllung kann weiterhin helfen, den Kontrast zwischen Darmlumen und Endometrioseherd zu verstärken und diesen so sichtbar zu machen (Krüger et al. 2011). Da Patientinnen jedoch häufig an mehreren Lokalisationen betroffen sind, empfiehlt sich auch bei Symptomen, die auf eine bestimmte Position der Endometriose hinweisen, immer eine vollständige Untersuchung. Es bietet sich deshalb das MRT als Diagnostikum an, da es dem Arzt mithilfe einer nicht invasiven Untersuchung einen Überblick über das gesamte Becken der Patientin erlaubt.

3.2 Besonderheiten des MRT in der Endometriosedagnostik

Das Signalverhalten der Endometrioseherde im MRT ist abhängig von deren histologischer Zusammensetzung. Die Läsionen bestehen aus jeweils unterschiedlich großen Anteilen an endometrialem Epithel und Stroma. Durch die zyklische hormonelle Stimulation des Endometriums des Uterus wird auch das ektope Epithel stimuliert und es kommt zur Einblutung. Häufig wird dadurch eine in ihrer Stärke variable Entzündungsreaktion mit Proliferation des Stromas induziert. Ferner wird durch die Invasion dieses ektopen Gewebes in das Gewebe angrenzender Strukturen eine vermehrte Bildung von glatter Muskulatur und Bindegewebe angeregt, was zur Bildung von Knoten führen kann (Coutinho et al. 2011).

Durch unterschiedliches Alter und Grad der Einblutung, unterschiedlichen Anteilen an Epithel und Stroma und umgebendem Gewebe kann also ein verschiedenes Erscheinungsbild im MRT resultieren.

Das Alter der Einblutung verändert die Signaleigenschaften der Zyste, da unterschiedliche Hämoglobinabbauprodukte verschiedene magnetische Eigenschaften aufweisen.

Diamagnetische Stoffe erzeugen, da sie aus Elementen mit gepaarten Elektronen bestehen, ein magnetisches Feld, welches einem von außen appliziertem Magnetfeld entgegengesetzt ist und dieses so abschwächt.

Paramagnetische Stoffe enthalten ungepaarte Elektronen, die ohne externes Magnetfeld zufällig verteilt sind, wodurch keine Magnetisierung nachweisbar ist. Nach Applizierung eines externen Magnetfeldes, richten sich die Elektronen parallel zu diesem aus und bewirken dadurch im Gegensatz zu diamagnetischen Stoffen eine Vergrößerung des Feldes (Reimer 2003).

Die akute Blutung besteht aus sauerstoffhaltigem Oxyhämoglobin, welches diamagnetische Eigenschaften aufweist und dadurch in T2 deutlich hyperintens, in T1 nur gering hyperintens ist.

Bereits nach wenigen Stunden beginnt die Desoxygenierung des Oxyhämoglobins zu Desoxyhämoglobin, welches keine diamagnetischen Eigenschaften mehr aufweist und in T2 hypointens, in T1 isointens zur Abbildung kommt. Dieses Signalverhalten findet man am zweiten und dritten Tag der Blutung.

Nach ungefähr drei Tagen kommt es zur Oxidation von Desoxyhämoglobins zu Methämoglobin, welches durch seinen paramagnetischen Charakter nun T1 hyperintens und T2 hypointens ist. Dieses Phänomen wird auch als "shading" bezeichnet und gilt als typisches Diagnosekriterium für die ovarielle Endometriose.

Die Lyse der Erythrozyten, die um den siebten Tag nach Blutung beginnt, bewirkt die Freisetzung des Methämoglobins und eine weitere Veränderung des Signalverhaltens hin zu T1- und T2-Hyperintensität.

Einblutungen, die älter als vier Wochen sind, bestehen häufig zu einem großen Anteil aus Hämosiderin als Abbauprodukt des Methämoglobins. Dieses gehört zu den superparamagnetischen Substanzen, eine Untergruppe der paramagnetischen Substanzen, die aufgrund einer wesentlich höheren Anzahl ungepaarter Elektronen eine deutlich größere Verstärkung des applizierten Magnetfeldes bewirken. Hämosiderin-haltige Endometriosezysten sind deshalb auf T1- und T2-gewichteten Bildern hypointens (Reimer 2003, Reiser 2002).

Als Kriterium zur Identifikation einer Zyste als Endometriosezyste gilt die Hyperintensität in T1 und Hypointensität in T2, wie sie bei drei bis sieben Tage alten Blutungen

auftritt, sowie eine Hyperintensität in T1 unabhängig vom Signalverhalten in T2, typisch für eingeblutete Zysten mit einem Alter von einer bis vier Wochen.

Diese Kriterien sind sinnvoll, da es bei der Endometriose typischerweise zu einem zyklusabhängigem Einbluten kommt und die Dauer des weiblichen Zyklus um die vier Wochen beträgt, im selben Zyklus eingeblutete Zysten also erfasst werden.

Ferner entstehen chronische Läsionen, die durch wiederholte Einblutung eine hohe Konzentration an Eisen und Proteinen enthalten und durch chemische Reaktionen unabhängig von ihrem Alter das "shading" Phänomen zeigen (Woodward et al. 2001).

Zur Differenzierung eines Endometrioseherdes von einer Dermoidzyste, die auch T1-hyperintens ist, eignen sich fettgesättigte Aufnahmen. Auf diesen wird das Signal des Fettes unterdrückt, wodurch die Dermoidzyste durch ihren hohen Fettgehalt im Gegensatz zu Endometrioseherden hypointens zur Abbildung kommt.

Muzinöse Läsionen können anhand ihrer geringeren Hyperintensität in T1 von eingebluteten Läsionen unterschieden werden. Funktionelle Zysten zeigen meist kein "shading", sondern sind hyperintens in T2 und hypointens auf T1 gewichteten Aufnahmen. Bei Einblutung kann die Differenzialdiagnose mitunter dennoch schwierig sein, eine Wiederholung der MRT-Aufnahme im Verlauf kann helfen, da sich funktionelle Zysten mit der Zeit zurückbilden (Woodward et al. 2001).

Das Signalverhalten solider Herde der tief infiltrierenden Endometriose hängt vor allem von ihrem Drüsen- und Bindegewebsanteil ab. Bei überwiegendem Anteil an endometrialen Drüsen ist die Läsion im MRT T2-hyperintens, mit einzelnen T1-hyperintensiven Arealen aufgrund von Einblutungen, und reichert Kontrastmittel an. Diese Anreicherung hilft, Endometrioseherde von Nekrosen oder einer Einblutung in einen Tumor zu unterscheiden, die vom Signalverhalten einer Endometriose ähneln können, jedoch kein Kontrastmittel aufnehmen.

Bei Überwiegen des Bindegewebsanteil und wenigen Drüsen zeigt sich die Läsion T1- und T2-hypointens und enthält zum Teil einzelne T1-hyperintense Foci, die kleinen Einblutungen entsprechen. Diese können auch fehlen, weshalb in diesen Fällen die Diagnose nicht anhand der Signalintensität gestellt werden kann, sondern weitere Kriterien wie Verdickung oder Knotenbildung beachtet werden müssen (Del Frate et al. 2006, Caramella et al. 2008).

Durch die verschiedenen Sequenzen und die Möglichkeit der Kontrastmittelgabe hilft das MRT dem Radiologen bei der Diagnose der Endometriose sowie beim Ausschluss anderer Differenzialdiagnosen. Dadurch hat es sich als bildgebendes Verfahren der

Wahl zum Beispiel bei Unsicherheiten nach erfolgter körperlicher Untersuchung oder Sonographie etabliert, aber auch zur definitiven Diagnosestellung und damit zur Indikationsstellung für eine Laparoskopie.

3.3 Studiendesign

Die zuständige Ethik-Kommission des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität stimmte der Studie zu (Aktenzeichen 62/12). Die Auswahl der in Frage kommenden Probandinnen erfolgte anhand einer Liste mit allen Patientinnen, bei denen im Zeitraum vom 01.01.2003 bis zum 05.08.2011 in der Abteilung für Gynäkologie des Universitätsklinikums Gießen eine Endometrioseoperation entweder im Rahmen eines stationären oder eines ambulanten Eingriffs durchgeführt wurde. Diejenigen Frauen wurden in die Studie aufgenommen, bei denen vor der Operation wegen des Verdachts auf Endometriose ein MRT angefertigt wurde, sowie ein Operationsbericht und ein Bericht aus der Pathologie vorlag. Bei deutlichen Abweichungen des MRT-Protokolls vom Standardverfahren und daraus resultierender Beeinflussung der Beurteilbarkeit der MRT-Bilder wurde auf eine Aufnahme in die Studie verzichtet. Weitere Ausschlusskriterien waren fehlende Operations- oder Pathologie-Befunde der Patientinnen. Ferner wurden Patientinnen, bei denen die MRT-Untersuchung nach dem 01. April 2011 stattfand, ausgeschlossen, da zu diesem Zeitpunkt eine Umstellung der Geräte erfolgte und daher die Bewertung der Bilder der neuen Geräte nicht in diese Studie eingeschlossen werden konnte. Die Patientinnen befanden sich zum Zeitpunkt der Operation im Alter zwischen 18 und 56 Jahren mit einem mittleren Alter von $35 \pm 8,1$ Jahren.

3.4 Technische Untersuchungsparameter

3.4.1 Gerät

Die MR-Bildgebung erfolgte an einem 1,5-Tesla-MR-System (Achieva, Philips), die Datenakquisition mit einer Phased-Array-Oberflächenspule.

3.4.2 Sequenzen

Tab. 1 zeigt das beim Becken-MRT zur Endometriose-Diagnostik verwendete Untersuchungsprotokoll, welches zum einen aus einer nativen T1-gewichteten transversalen Sequenz mit Fettunterdrückung sowie T2-gewichteter sagittaler, transversaler und koronarer Sequenzen und zuletzt einer T1-gewichteten Aufnahme nach Kontrastmittelgabe bestand.

Die Durchführung der Untersuchung erfolgte unabhängig vom Menstruationszyklus der Patientin.

Die meisten Patientinnen erhielten eine rektale Füllung zur besseren Darstellbarkeit der Darmwand und der perirektalen Gegend (Krüger et al. 2011). Dazu wurden durch einen dünnen Katheter 150 - 200 ml Wasser in das Rektum eingebracht.

Bei Ablehnung durch die Patientin oder mangelnder Durchführbarkeit wurde auf die rektale Füllung verzichtet.

Außerdem erhielten die Patientinnen unmittelbar vor der MRT-Untersuchung intravenös Scopolamin-N-butylbromid (Buscopan, Boehringer Ingelheim, Ingelheim, Deutschland) zur Verminderung der Darmperistaltik und Vermeidung von Kontraktionen des Uterus.

Es wurde ein gadoliniumhaltiges Kontrastmittel verwendet (Gd-BOPTA, MultiHance, Bracco Imaging Deutschland, Konstanz, Deutschland).

Tabelle 1: Untersuchungsprotokoll

Sequenzen	TR (ms)	TE (ms)	Ebenen	Fettsättigung	Schichtdicke (mm)	FOV Messfeld (mm)	Kontrastmittel
T2	3525,48	90	sagittal, transversal	Nein	5	300 x 300	Nein
T1	648,64	14	transversal	Ja	5	212 x 250	Nein
*sT1	651,13	14	sagittal, transversal	Ja	5	250 x 250	Ja
*FS Endometriose	400	14	transversal	Ja	5	250 x 250	Ja
STIR donut	1900	50	koronar	Ja	4	319 x 355	Ja

in Anlehnung an Hauth et. al 2005; TE = Echozeit, TR = Repetitionszeit, FOV = field of view (Messfeld), FS = fat saturation, STIR = Short-T1-Inversion-Recovery

3.5 Auswertung

3.5.1 MRT-Protokoll

Die MRT-Bilder der Patientinnen wurden durch einen erfahrenen Radiologen (Erfahrung von 22 Jahren) ohne Kenntnis des damaligen MRT-Befundes, des Operationsberichtes und des Berichtes der Pathologie anhand eines Protokolls (siehe Anhang) ausgewertet. Das Protokoll wurde anhand von Studien der letzten zwanzig Jahre erarbeitet und ermöglicht eine standardisierte Beschreibung der detektierten Endometrioseherde. Als Hauptzielkriterium wurde deren Präsenz und Erkennbarkeit im MRT-Bild definiert. Die Befunde wurden nach Lokalisation den einzelnen Kompartimenten des kleinen Beckens zugeordnet. Lediglich Befunde an Beckenwand, Peritoneum und Bauchdecke sowie Adhäsionen wurden als "Sonstige" klassifiziert.

Endometriose der Blase, des Ureters oder der Uterusvorderwand wurden als Erkrankung des vorderen Kompartiments zusammengefasst, eine Erkrankungsmanifestation an Vagina, Uterus, Ovarien, Tuben oder den Ligamenta teres uteri als solche des mittleren Kompartiments. Das hintere Kompartiment galt bei einer Obliteration oder Endometriose

seherden im Douglasraum, im Bereich der uterosakralen Ligamenten oder des Intestinaltraktes als von der Erkrankung betroffen (Coutinho et al. 2011).

Es wurden genaue Lokalisation, Signalintensität in T1- sowie T2-gewichteten Aufnahmen, Kontrastmittelanreicherung, Berandung und Größe dokumentiert. Bei Endometriosezysten wurde zusätzlich auf Spiegelbildung sowie Septierung innerhalb der Zyste geachtet und die Breite der Zystenwand notiert.

Weiterhin wurde in den MRT-Aufnahmen nach Hinweisen einer Obliteration des Douglas-Raums sowie Zeichen von Adhäsionen zwischen Beckenorganen gesucht.

Bei der Suche nach einer Adenomyose des Uterus wurden folgende Kriterien berücksichtigt: Dicke der signalarmen Übergangszone vorne, hinten sowie am Fundus; Raumforderungen, deren Signalintensität, Begrenzungen und Kontrastmittelanreicherung; eine Uterusvergrößerung; eine Vorderwand-Hinterwand-Asymmetrie; die Dicke des Endometriums und zuletzt die Schärfe des Endometrium-Myometrium-Übergangs.

Bei Auffälligkeiten des Intestinaltraktes wurden deren Lokalisation, Berandung, Signalintensität, Kontrastmittelanreicherung sowie die Dicke der Darmwand und eine etwaige zirkuläre Beteiligung der Darmwand notiert. Mögliche Lokalisationen der Endometriose im Intestinaltrakt, welche im MRT des kleinen Beckens sichtbar waren, waren das Sigmoid, der rektosigmoidale Übergang und das Rektum.

Die uterosakralen Ligamente sowie die Ligamenta teres uteri wurden auf Sichtbarkeit, fibrotische Verdickung, Regelmäßigkeit der Ränder, Größe, Signalintensität und Kontrastmittelanreicherung betrachtet.

Ferner wurde der gesamte abgebildete Teil des kleinen Beckens auf Auffälligkeiten und mögliche Endometrioseherde in anderen Lokalisationen wie z.B. Beckenwand oder Bauchdecke hin untersucht.

Die Beurteilung der MRT-Bilder durch den Radiologen erfolgte mit einer für die Befundung radiologischer Bilder zugelassenen Computer-Software (Infinit, Seoul, Südkorea).

3.5.2 Diagnostische MRT-Kriterien

Abhängig von der Lokalisation konnten für die Diagnose der Endometriose aus der Literatur unterschiedliche Kriterien erarbeitet werden.

In einer Tabelle wurden die wichtigsten Publikationen zur Endometriosedagnostik im MRT seit 1991 zusammengefasst (siehe Anhang). Neben der Anzahl der Patientinnen und dem Design der jeweiligen Studie wurden verwendete diagnostische MRT-

Kriterien notiert sowie Ergebnisse bezüglich Sensitivität, Spezifität, positivem und negativem prädiktiven Wert sowie Exaktheit des MRT zusammengetragen, auf welche in der Diskussion Bezug genommen wird.

Anhand der Tabelle konnten für diese Studie MRT-Kriterien entwickelt werden, anhand derer sich der Radiologe bei der Betrachtung der Bilder orientieren konnte.

Für Endometriosezysten galt: Hyperintensität in T1-gewichteten Bildern, Hypointensität in T2-gewichteten Bildern sowie alternativ ein hyperintensives Signal auf T1-gewichteten Bildern unabhängig vom Signal auf T2-gewichteten Bildern. Weitere Merkmale, die die Diagnose der Endometriose zwar nahelegten, aber als einzelne Kriterien für diese nicht ausreichten, waren eine unregelmäßige Berandung, eine Kontrastmittel-Anreicherung sowie eine Septierung oder Spiegelbildung innerhalb der Zysten. Diese Merkmale wurden dokumentiert, die Entscheidung zur Diagnose der Endometriose basierte jedoch auf dem Signalverhalten.

Ein Befall der uterosakralen Ligamente bzw. der Ligamenta teres uteri wurde bei fibrotischer Verdickung sowie bei Vorhandensein von Knoten innerhalb der Ligamente diagnostiziert. Hierbei wurden weitere Merkmale, die die Diagnose stützten, dokumentiert, wie unregelmäßige Ränder oder Hypointensität in T2-gewichteten Aufnahmen sowie punktuelle T1-hyperintense Foci innerhalb der Läsionen.

Die Diagnose eines Endometriosebefalls des Intestinaltraktes beruhte auf einer Verdickung der Darmwand. Auch bei dieser Lokalisation stützten unregelmäßige Ränder und eine Kontrastmittelanreicherung der Darmwand die Diagnose.

Analog dazu waren die Kriterien der Blasenendometriose eine Verdickung und/oder Unterbrechung des hypointensen Signals der Blasenwand.

Eine Obliteration des Douglas-Raumes wurde bei sichtbaren Gewebsträngen zwischen Uterus und Darm diagnostiziert. Weitere Anhaltspunkte für eine mögliche Obliteration waren ein retroflektierter Uterus, ein erhöhtes hinteres Scheidengewölbe, bei dem das obere Ende höher als der Isthmus des Uterus steht, sowie Knoten auf der Uterusoberfläche.

Adhäsionen im MRT wurden durch eines der folgenden Kriterien definiert: Fehlende, in T1 und T2 hyperintense, Fettschicht zwischen Organen; fehlende klare Grenze zwischen Organen und/oder hypointense Stränge zwischen Organen. Hinweise auf Adhäsionen gaben ferner Winkelbildung oder Verdrehung von Darmschlingen sowie lokale Flüssigkeitsansammlungen.

Für die Diagnose der Adenomyose war eine Verdickung der junktionalen Zone, die dem Übergang zwischen Endometrium und Myometrium entspricht, auf über 12 mm entscheidend.

Ferner konnte der Quotient aus maximaler Dicke der junktionalen Zone und Dicke des gesamten Myometriums berechnet werden, welcher normalerweise unter 0,4 liegt und bei größeren Werten ein Hinweis auf eine vorliegende Adenomyose darstellte.

Weitere Kriterien wie homogene Vergrößerung des Uterus, hyperintense Läsionen innerhalb des Myometriums, unscharfer Endometrium-Myometrium-Übergang oder schlecht abgrenzbare Raumforderungen im Bereich des Uterus ermöglichten eine Diagnosestellung auch bei grenzwertiger Dicke der junktionalen Zone und bestärkten die Diagnose bei verdickter junktionaler Zone.

Hinzu kamen seltenere Endometriosemanifestationen bei Lokalisationen an den Uretern, der Uterusvorderwand, der Vagina oder der Tuben. Im Bereich dieser Organe galten in T2 hypointense Verdickungen der Organwände, Gewebsblöcke oder Knoten, die zum Teil, jedoch nicht obligat in T1 hyperintense Foci zeigten, als Kriterium zur Diagnose der Endometriose. Unregelmäßige Ränder bzw. Ausziehungen und Kontrastmittelanreicherung waren weitere Hinweise auf das Vorliegen einer Endometriose. Diese Kriterien galten ebenso für Endometrioseherde an sehr seltenen Lokalisationen wie Beckenwand, Peritoneum oder Bauchdecke (Kinkel et al. 1999, Del Frate et al. 2006, Bazot et al. 2001).

3.6 Operativer und pathologischer Befund

Alle 131 Patientinnen der Studie wurden nach der MRT-Aufnahme laparoskopiert, wobei zwischen Bildgebung und Operation kein vorgeschriebenes Intervall eingehalten wurde. Die Zeit zwischen MRT und Operation betrug im Durchschnitt 69,6 Tage.

Der Operateur wurde vor dem Eingriff über den damaligen MRT-Befund in Kenntnis gesetzt.

Nach Einbringen der Instrumente und Aufbau des Pneumoperitoneums erfolgte eine Exploration des Bauchraums beginnend mit den Ober- und Mittelbauchorganen. Es schloss sich eine Inspektion des kleinen Beckens an, bei der Ureteren, Blase und Blasenumschlagsfalte, Uterus, sichtbarer Anteil der Vagina, Ovarien, Tuben sowie Adnexe, die Ligamente des kleinen Beckens wie die Ligamenta teres uteri und die Ligamenta

sacrouterina, der Douglas-Raum sowie Sigma und Rektum auf Auffälligkeiten hin untersucht wurden.

Endometrioseherde wurden, wenn möglich, im Gesunden entfernt, zum Teil mussten größere Teile der Organe oder bei Verdacht auf Adenomyose der gesamte Uterus entfernt werden.

Es wurden Proben von allen endometrioseverdächtigen Strukturen genommen und in die Pathologie gesandt.

Die bei der Operation entnommenen Proben wurden mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt und vom Pathologen beurteilt. Die Diagnose einer Endometriose basierte auf dem Vorkommen von ektopen Endometriumdrüsen und Stroma.

In einzelnen Fällen wurde der Befund durch den Nachweis von CD10 in Endometriumgewebe, Blutungsresiduen in der Eisenfärbung und Zytokeratin in Drüsenepithelien bestätigt.

Es erfolgte ein Vergleich der MRT-Auswertung, des Operationsberichts sowie der Befunde aus der Pathologie, wobei die Ergebnisse der Pathologie als Goldstandard gewertet wurden.

Nach Beurteilung der MRT-Bilder konnte anhand des Pathologiebefundes das Ergebnis des Radiologen als richtig positiv oder falsch negativ eingeordnet werden. Richtig positiv, falls der histologisch gesicherte Endometrioseherd im MRT erkannt worden war. Falsch negativ, falls eine pathologisch gesicherte Erkrankung im MRT nicht gesehen worden war. Unter Kenntnis des Operations- und Pathologiebefundes erfolgte bei falsch negativem Befund eine erneute Auswertung der MRT-Bilder.

Jeder sichtbare Endometrioseherd entsprach einem Befund, das heißt bei paarig angelegten Organen wie den Ovarien oder den Ligamenta teres uteri konnten bei beidseitigem Befall eines entsprechenden Organs zwei Befunde erhoben werden.

Wenn im Rahmen der Laparoskopie von den Gynäkologen eindeutige Endometrioseherde beschrieben wurden, diese aber nicht biopsiert worden waren, wurde die Diagnose der Endometriose nur gestellt, wenn bei der Patientin bereits in anderen Lokalisationen eine histologisch gesicherte Endometriose nachgewiesen wurde.

Ferner wurde, in Anlehnung an Bazot (Bazot et al. 2004) bei vollständiger Obliteration des Douglas-Raumes durch Endometriose, welche nicht resektabel und deshalb nicht durch histologische Sicherung belegbar war, eine Endometriose auf Basis des operativen Befundes diagnostiziert.

Auch bei der Diagnose von Adhäsionen galt der Operationsbericht als Goldstandard.

Zusätzlich wurde die Größe der Endometrioseherde ausgewertet. Falls im Operationsbericht die Größe der detektierten Läsionen angegeben wurde, wurde diese notiert. Ansonsten konnte diese anhand des Pathologieberichtes ermittelt werden. In beiden Fällen wurde der größte angegebene Wert verwendet. In wenigen Fällen waren in beiden Dokumenten keine Angabe vorzufinden, weshalb diese Befunde aus der Ermittlung der mittleren Größe ausgeschlossen werden mussten. Ferner wurde bei den Befunden "Adhäsionen", "Adenomyose" und "Obliteration des Douglas-Raums" auf eine Ermittlung der Größe verzichtet.

3.7 Statistische Auswertung

Jeder Befund wurde in einer Datenbank dokumentiert und anhand von Zahlen von 1 - 131 einer Patientin zugeordnet. Die Daten wurden in insgesamt 16 Tabellen geordnet, je nach Lokalisation des Endometriosebefundes. Dabei wurden folgende Daten festgehalten: Anzahl der Befunde pro Patientin, MRT zutreffend/nicht zutreffend, OP zutreffend/nicht zutreffend, Pathologie zutreffend/nicht zutreffend und MRT unter Kenntnis zutreffend/nicht zutreffend sowie Größe des Endometrioseherdes im Operations- oder Pathologiebericht.

Mithilfe dieser Tabellen konnten für jede Lokalisation sowie jedes Kompartiment ein Mittelwert und eine Standardabweichung aus allen gemessenen Größen der Endometrioseläsionen berechnet werden. Ferner lieferten sie Werte für die Treffsicherheit der Operateure, des MRT und des MRT unter Kenntnis des Pathologiebefundes für jede einzelne Lokalisation, für jedes Kompartiment und für alle Kompartimente, wobei zusätzlich eine getrennte Auswertung der oberflächlichen Endometriose mit Befunden < 5 mm sowie der tief infiltrierenden Endometriose mit Herden ≥ 5 mm erfolgte. Auch die übrigen Befunde, bei denen keine Größe angegeben wurde, wurden zur besseren Übersicht ausgewertet.

Bei der Berechnung der Größe der Endometrioseherde wurden die Adenomyose im mittleren Kompartiment, die Obliteration des Douglasraumes im hinteren Kompartiment und die Adhäsionen bei sonstigen Befunden vernachlässigt. Deshalb wurde zusätzlich die Treffsicherheit des MRT für das mittlere und hintere Kompartiment und die sonstigen Befunde unter Auslassung der oben genannten Befunde berechnet, um die durchschnittliche Größe im jeweiligen Kompartiment mit der Treffsicherheit vergleichen zu können.

Ferner wurden diejenigen Befunde, welche im MRT als Endometriose klassifiziert wurden, die Diagnose jedoch von Operateur und Pathologe nicht bestätigt werden konnte, als "falsch positiv" abhängig von der Lokalisation geordnet.

Anhand dieser Tabellen konnten Kontingenztafeln erstellt werden, in denen zum einen die Anzahl von an Endometriose erkrankter Patientinnen festgehalten wurde, bei denen im MRT die Endometriose erkannt wurde sowie die Anzahl derer, bei denen die Endometriose fälschlicherweise nicht diagnostiziert wurde. In der zweiten Spalte wurde die Anzahl gesunder Patientinnen dokumentiert, bei denen im MRT richtigerweise keine Endometriose gesehen wurde sowie die Anzahl jener, bei denen im MRT fälschlicherweise eine Erkrankung diagnostiziert wurde.

Im Bereich paarig angelegter Organe wie der Ovarien, der Tuben, der Ligamenta teres uteri und der uterosakralen Ligamente sowie im Bereich des Douglas-Raums unterschied sich die Anzahl der Patientinnen von der der Befunde, da bei einigen Patientinnen ein beidseitiger Befall, das heißt zwei Befunde, dokumentiert wurden.

Eine Patientin mit mehreren Befunden wurde als "richtig positiv" gewertet, sobald einer dieser Befunde im MRT erkannt und histologisch gesichert bzw. operativ bestätigt wurde, wenngleich ein oder mehrere Endometrioseherde an anderer Stelle im MRT nicht gesehen wurden.

Als Effizienzmaß der MRT-Untersuchung zur Endometriosedagnostik wurden Spezifität und Sensitivität sowie positiver prädiktiver Wert (PPV) und negativer prädiktiver Wert (NPV) mithilfe der Kontingenztafeln berechnet. Diese Berechnung erfolgte nicht für alle Lokalisationen, da bei einigen die Fallzahl mit weniger als zehn Befunden zu klein war. Ferner wurden Spezifität, Sensitivität, PPV und NPV für alle Patientinnen und für alle Patientinnen mit Endometriose im vorderen, mittleren oder hinteren Kompartiment sowie für diejenigen mit sonstigen Befunden erhoben.

Auch hier erfolgte zusätzlich eine differenzierte Auswertung für die oberflächliche Endometriose mit Befunden < 5 mm, die tief infiltrierende Endometriose ≥ 5 mm und Befunde unbekannter Größe.

Da in der vorliegenden Studie jedoch nur ein sehr geringer Anteil der Endometrioseherde weniger als 5 mm maß, konnte für diese Gruppe keine eigene Sensitivität, Spezifität, PPV und NPV berechnet werden. Das Gleiche gilt für die Endometrioseherde, bei denen keine Größe angegeben wurde.

Wiesen die Patientinnen mehrere Befunde unterschiedliche Größe auf, wurde die Patientin der Gruppe Patientinnen mit Endometrioseherden ≥ 5 mm zugeteilt, sobald einer der Befunde eine solche Größe aufwies.

Ferner wurde jeweils das 95 % Konfidenzintervall für Sensitivität, Spezifität, PPV und NPV berechnet.

4. Ergebnisse

Bei insgesamt 120 von 131 Patientinnen konnten 392 Befunde erhoben werden. In den beiden nachfolgenden tabellarischen Darstellungen erfolgt eine Unterscheidung der Befunde ≥ 5 mm und < 5 mm.

Tabelle 2 stellt einen Überblick über die Anzahl und Größe der Endometrioseherde in den verschiedenen Lokalisationen und Kompartimenten dar.

Tabelle 2: Anzahl und durchschnittliche Größe aller Befunde sowie der Befunde ≥ 5 mm und < 5 mm in allen Kompartimenten und Lokalisationen.

Ohne Berücksichtigung der Befunde Adenomyose, Obliteration des Douglasraumes und Adhäsionen. SD = Standardabweichung der Größe. USL = uterosakrale Ligamente, Lig. = Ligamentum

Vorderes Kompartiment	Blase	Ureter	Uterusvorderwand		Gesamt
Anzahl Befunde	24	5	5		34
Anzahl berücksichtigter Befunde	23	4	4		31
Mittelwert (cm)	1,8	2,4	1,3		1,8
SD (cm)	1,3	1,3	0,5		1,2
Anzahl Befunde ≥ 5 mm	22	4	4		30
Mittelwert (cm)	1,9	2,4	1,3		1,9
SD (cm)	1,2	1,3	0,5		1,2
Anzahl Befunde < 5 mm	1	0	0		1
Mittelwert (cm)	0,3	-	-		0,3
SD (cm)	-	-	-		-
Mittleres Kompartiment	Vagina	Ovarien	Lig.Teres uteri	Tuben	
Anzahl Befunde	4	69	9	10	92
Anzahl berücksichtigter Befunde	3	63	5	7	78
Mittelwert (cm)	1,8	3,5	1,3	3,9	3,4
SD (cm)	0,4	2,2	0,9	2,7	2,2
Anzahl Befunde ≥ 5 mm	3	67	4	7	75
Mittelwert (cm)	1,8	3,6	1,5	3,9	3,5
SD (cm)	0,4	2,2	0,8	2,7	2,2
Anzahl Befunde < 5 mm	0	2	1	0	3
Mittelwert (cm)	-	0,3	0,4	-	0,3
SD (cm)	-	0,1	-	-	0,1

Ergebnisse

Hinteres Kompartiment	Douglas	USL	Intestinaltrakt		
Anzahl Befunde	19	36	41		96
Anzahl berücksichtigter Befunde	18	31	36		85
Mittelwert (cm)	2,1	2,1	2,5		2,2
SD (cm)	1,4	1,2	1,5		1,4
Anzahl Befunde \geq 5 mm	16	29	35		80
Mittelwert (cm)	2,3	2,2	2,5		2,4
SD (cm)	1,3	1,2	1,4		1,3
Anzahl Befunde $<$ 5 mm	2	2	1		5
Mittelwert (cm)	0,3	0,3	0,3		0,3
SD (cm)	0,1	0,1	-		0,1
Sonstige	Beckenwand	Peritoneum	Bauchdecke		
Anzahl Befunde	6	6	1		13
Anzahl berücksichtigter Befunde	5	5	1		11
Mittelwert (cm)	1,9	0,6	1,2		1,3
SD (cm)	1,5	0,5	-		1,2
Anzahl Befunde \geq 5 mm	5	2	1		8
Mittelwert (cm)	1,9	1,2	1,2		1,7
SD (cm)	1,5	0	-		1,2
Anzahl Befunde $<$ 5 mm	0	3	0		3
Mittelwert (cm)	-	0,2	-		0,2
SD (cm)	-	0,1	-		0,1
Anzahl aller Befunde					235
Anzahl berücksichtigter Befunde					205
Mittelwert aller Lokalisationen (cm)					2,5
SD (cm)					1,8
Anzahl aller Befunde \geq 5 mm					193
Mittelwert aller Befunde \geq 5 mm aller Lokalisationen (cm)					2,7
SD (cm)					1,8
Anzahl aller Befunde $<$ 5 mm					12
Mittelwert aller Befunde \geq 5 mm (cm)					0,3
SD (cm)					0,1

Ergebnisse

Tabelle 3 zeigt in einer Zusammenschau die Sensitivität, Spezifität, den positiven und negativen prädiktiven Wert bezogen auf alle untersuchten Lokalisationen.

Tabelle 3: Sensitivität, Spezifität, positiver prädiktiver Wert (PPV), negativer prädiktiver Wert (NPV) aller Befunde der verschiedenen Lokalisationen (in Prozent) mit 95 % Konfidenzintervall (KI) sowie derjenigen Befunde ≥ 5 mm

	Sensitivität (%), 95% KI	Spezifität (%), 95% KI	PPV (%), 95% KI	NPV (%), 95% KI
Blase	54,2 [32,8 – 74,5]	99,1 [94,9 – 100]	92,9 [66,1 – 99,8]	90,6 [83,8 – 95,21]
≥ 5 mm	54,6 [32,2 – 75,6]	99,1 [94,9 – 100]	92,3 [64 – 99,8]	91,4 [84,7 – 95,8]
Uterus	61,3 [42,2 – 78,2]	96,0 [90,1 – 98,9]	82,6 [61,2 – 95,1]	88,9 [81,4 – 94,1]
Ovarien	83,3 [70,7 – 92,1]	80,5 [69,9 – 88,7]	75,0 [62,1 – 85,3]	87,3 [77,3 – 94,0]
≥ 5 mm	87,5 [74,8 – 95,3]	80,5 [69,9 – 88,7]	73,7 [60,3 – 84,5]	91,2 [81,8 – 96,7]
Douglasraum	83,3 [58,6 – 96,4]	98,2 [93,8 – 99,8]	88,2 [63,6 – 98,5]	97,4 [92,5 – 99,5]
≥ 5 mm	86,7 [59,5 – 98,3]	98,2 [93,8 – 99,8]	86,7 [59,5 – 98,3]	98,2 [93,8 – 99,8]
USL	64,5 [45,4 – 80,7]	98,0 [93,0 – 99,8]	90,9 [70,8 – 98,9]	89,9 [82,7 – 94,9]
≥ 5 mm	65,4 [44,3 – 82,8]	98,0 [93,0 – 99,8]	89,5 [66,9 – 98,7]	91,6 [84,6 – 96,1]
Intestinal	90,2 [76,9 – 97,3]	97,8 [92,2 – 99,7]	94,9 [82,7 – 99,4]	95,7 [89,2 – 98,8]
≥ 5 mm	88,6 [73,3 – 96,8]	97,8 [92,2 – 99,7]	93,9 [79,8 – 99,3]	95,7 [89,2 – 98,8]
Obliteration	96,3 [87,3 – 99,6]	98,7 [93,0 – 100]	98,1 [89,9 – 100]	97,4 [91,1 – 99,7]
Adhäsionen	98,6 [92,5 – 100]	93,2 [83,5 – 98,1]	94,7 [86,9 – 98,5]	98,2 [90,5 – 100]
Vorderes Kompartiment	56,7 [37,4 – 74,5]	99,0 [94,6 – 100]	94,4 [72,7 – 99,9]	88,5 [81,1 – 93,7]

Ergebnisse

≥ 5 mm	55,6 [35,3 – 74,5]	99,0 [94,6 – 100]	93,8 [69,8 – 99,8]	89,3 [82,0 – 94,3]
Mittleres Kompartiment	83,8 [73,8 – 91,1]	58,8 [44,2 – 72,4]	76,1 [65,9 – 84,6]	69,8 [53,9 – 82,8]
≥ 5 mm	87,7 [76,3 – 94,9]	70,5 [57,4 – 81,5]	73,5 [61,4 – 83,5]	86,0 [73,3 – 94,2]
Hinteres Kompartiment	87,6 [79,0 – 93,7]	85,7 [71,5 – 94,6]	92,9 [85,1 – 97,3]	76,6 [62,0 – 87,7]
≥ 5 mm	88,5 [77,8 – 95,3]	87,8 [73,80 – 95,9]	91,5 [81,3 – 97,2]	83,7 [69,3 – 93,2]
Sonstige	90,1 [81,5 – 95,6]	92,0 [80,8 – 97,8]	94,8 [87,2 – 98,6]	85,2 [72,9 – 93,4]
≥ 5 mm	12,5 [0,3 – 52,7]	100 [96,8 – 100]	100 [2,5 – 100]	94,2 [88,4 – 97,6]
Gesamt	91,7 [85,2 – 95,9]	90,9 [58,7 – 99,8]	99,1 [95,1 – 100]	50,0 [27,2 – 72,8]
≥ 5 mm	94,9 [88,4 – 98,3]	90,9 [58,7 – 99,7]	99,0 [94,2 – 100]	66,7 [38,4 – 88,2]

4.1 Vorderes Kompartiment

Bei 30 von 120 Patientinnen befanden sich Endometrioseherde im vorderen Kompartiment (25,0 %). Es handelte sich um insgesamt 34 Befunde (8,7 %), von denen 19 im MRT gesehen wurden (55,9%). Unter Kenntnis des Pathologiebefundes konnte bei 20 von 34 Befunden die Endometriose durch das MRT diagnostiziert werden (58,8 %).

Bei 17 der erkrankten Patientinnen konnte im MRT die richtige Diagnose gestellt werden, während bei 13 im MRT fälschlicherweise kein Anhalt für Endometriose im vorderen Bereich des kleinen Beckens gefunden wurde. Bei einer Patientin konnte die im MRT an der Blasenwand gesehene Läsion nicht als Endometriose bestätigt werden, bei den restlichen 100 Patientinnen wurden im MRT korrekterweise keine Herde im anterioren Kompartiment gefunden (siehe Tab. 4).

Tabelle 4: Vorderes Kompartiment: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	17	1	18
Negativer Befund	13	100	113
Summe	30	101	131

Bei insgesamt 27 Patientinnen maßen die Endometrioseherde im vorderen Kompartiment ≥ 5 mm, davon wurden 15 Patientinnen im MRT korrekt diagnostiziert, während bei 12 Patientinnen die Erkrankung nicht entdeckt wurde (siehe Tab. 5).

Tabelle 5: Vorderes Kompartiment: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	15	1	16
Negativer Befund	12	100	112
Summe	27	101	128

Lediglich bei einer Patientin zeigte sich im vorderen Kompartiment ein Endometrioseherd, der weniger als 5 mm maß; dieser wurde im MRT nicht als solcher erkannt.

Bei zwei Patientinnen mit einem Endometrioseherd unbekannter Größe im vorderen Kompartiment konnte mithilfe des MRT die korrekte Diagnose gestellt werden.

Daraus ergab sich für das vordere Kompartiment eine Sensitivität von 56,7 %, 95 % KI [37,4 – 74,5], eine Spezifität von 99,0 %, 95 % KI [94,6 – 100], ein positiver prädiktiver Wert von 94,4 %, 95 % KI [72,7 – 99,9] und ein negativer prädiktiver Wert von 88,5 %, 95 % KI [81,1 – 93,7] für alle Endometrioseherde im vorderen Kompartiment. Für diejenigen Befunde ≥ 5 mm ergab sich eine Sensitivität von 55,6 %, 95 % KI [35,3 – 74,5], eine Spezifität von 99,0 %, 95 % KI [94,6 – 100], ein positiver prädiktiver Wert von 93,8 %, 95 % KI [69,8 – 99,8] und ein negativer prädiktiver Wert von 89,3 %, 95 % KI [82,0 – 94,3] (siehe Tab. 3). Da lediglich ein Herd im vorderen Kompartiment weniger als 5 mm maß, konnte für die oberflächliche Endometriose keine Spezifität oder Sensitivität errechnet werden.

Die mittlere Größe der Endometrioseherde im vorderen Kompartiment betrug, bezogen auf 31 Befunde, zwischen 0,3 cm und 4,5 cm, im Durchschnitt $1,8 \pm 1,2$ cm (siehe Tab.

2). Bei den restlichen acht Befunden wurde keine Größe angegeben. Im Folgenden kommt es also zu Abweichungen zwischen der Gesamtzahl der Befunde und der Befunde, aus denen ein Mittelwert für die Größe im jeweiligen Kompartiment angegeben werden kann.

Eine Blasenendometriose wurde bei 24 von 120 Patientinnen während der Operation gesehen (20,0 %), dies entsprach 24 Befunden (6,1 %), wovon 13 durch die Bildgebung mittels MRT diagnostiziert werden konnten (54,2 %). Nach Bekanntgabe des Pathologiebefundes waren bei 14 von 24 Patientinnen Endometrioseherde im Bereich der Blase detektierbar (58,3 %). Bei einer gesunden Patientin wurde fälschlicherweise ein Endometriose-Befund im MRT diagnostiziert. 107 Patientinnen wurden mittels Bildgebung korrekt als gesund klassifiziert. Bei elf Patientinnen wurde die Endometriose im MRT fälschlicherweise nicht diagnostiziert (siehe Tab. 6)

Tabelle 6: Blase: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	13	1	14
Negativer Befund	11	106	115
Summe	24	107	131

Bei insgesamt 22 Patientinnen mit Blasenendometriose maßen die Herde ≥ 5 mm. Davon wurden 12 Patientinnen im MRT korrekt diagnostiziert, während bei 10 Patientinnen die Blasenendometriose nicht erkannt wurde (siehe Tab. 7).

Tabelle 7: Blase: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm

MRT	Krank	Gesund	Summe
Positiver Befund	12	1	13
Negativer Befund	10	106	116
Summe	22	107	129

Bei einer Patientin in der Studie wurde intraoperativ ein Endometrioseherd im Bereich der Harnblase von weniger als 5 mm detektiert, der im MRT nicht erkannt wurde.

Eine weitere Patientin mit Blasenendometriose, bei der die Größe des Befundes nicht angegeben wurde, konnte im MRT korrekt diagnostiziert werden.

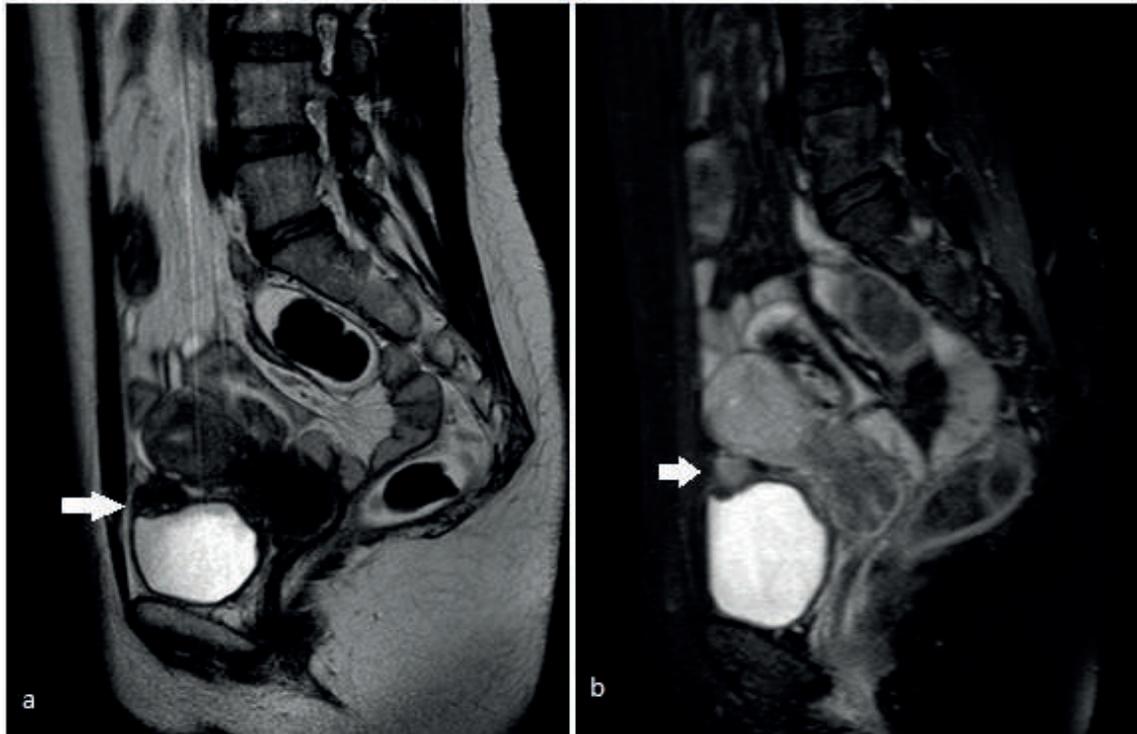


Abbildung 1: 36-jährige Patientin mit 2,5 cm messendem Endometrioseherd der Blasenwand

a) Sagittale T2-gewichtete Sequenz: hypointenser Knoten im Bereich des Blasendachs (weißer Pfeil). b) Sagittale T1-gewichtete Sequenz: isointenser Knoten im Bereich des Blasendachs (weißer Pfeil).

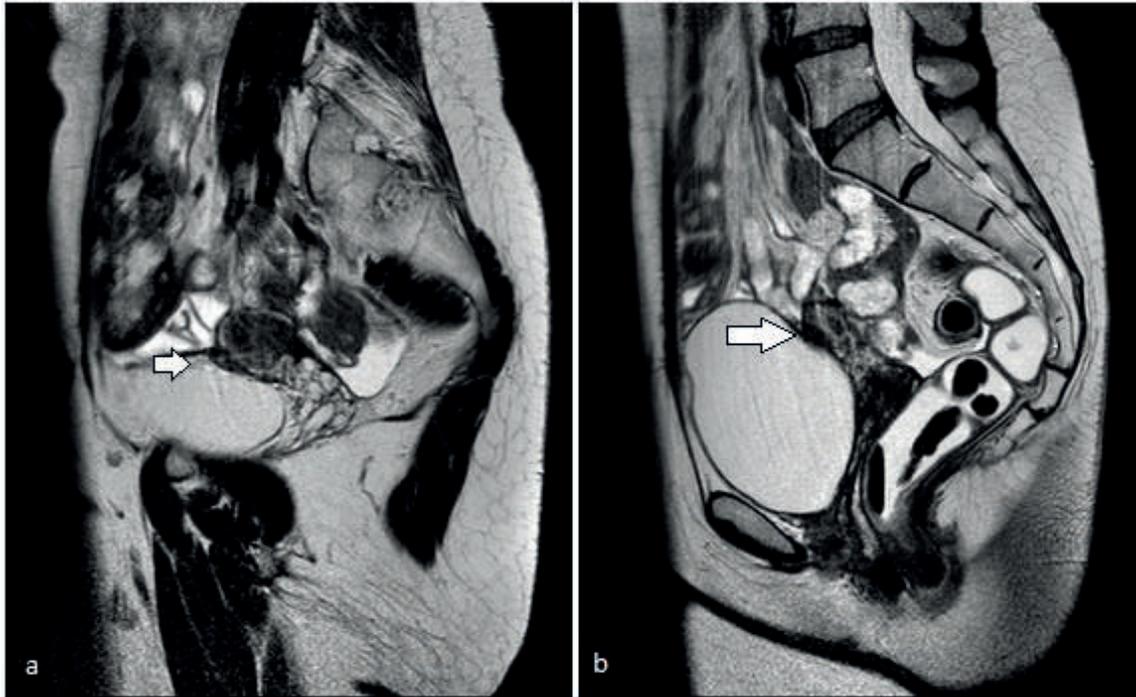


Abbildung 2: 44-jährige Patientin mit 1,5 cm messender Endometrioselesion am Blasendach.

a) und b) Sagittale T2-gewichtete Sequenzen: hypointenser Knoten zwischen Blasenwand und Uterus (weiße Pfeile).

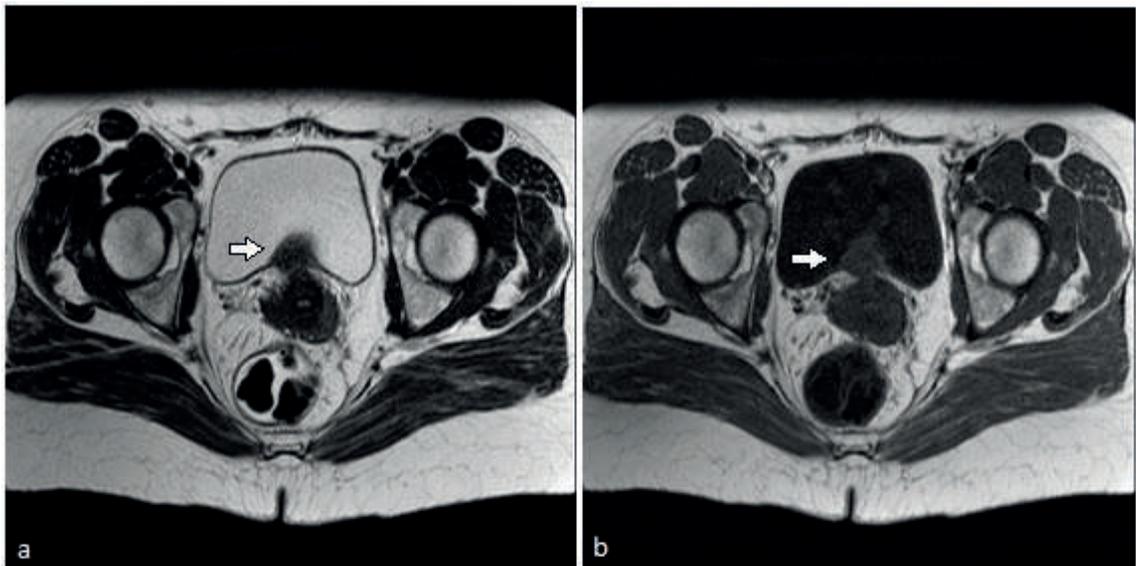


Abbildung 3: 32-jährige Patientin mit Dysmenorrhö und Infertilität.

a) Axiale T2-gewichtete Sequenz sowie b) axiale T1-gewichtete Sequenz auf gleicher Höhe mit in beiden Aufnahmen hypointensem Gewebsblock im Bereich der Blasenhinterwand, der bis zur Uterusvorderwand reicht (weiße Pfeile).

Daraus ergaben sich eine Sensitivität, Spezifität, positiver und negativer Vorhersagewert für alle Befunde im Bereich der Harnblase von 54,2 %, 95 % KI [32,8 – 74,5], 99,1 %, 95 % KI [94,9 – 100], 92,9 %, 95 % KI [66,1 – 99,8], 90,6 %, 95 % KI [83,8 – 95,2]. Für alle Befunde, die größer als 5 mm oder 5 mm groß waren, ergab sich eine Sensitivität von 54,5 %, 95 % KI [32,2 – 75,6], eine Spezifität von 99,1 %, 95 % KI [94,9 – 100], ein positiver Vorhersagewert von 92,3 %, 95 % KI [64 – 99,8] und ein negativer Vorhersagewert von 91,4%, 95 % KI [84,7 – 95,8] (siehe Tab. 3).

Die Größe der 23 ausgewerteten Läsionen an der Blase lag zwischen 0,3 cm und 4,5 cm, im Durchschnitt bei $1,8 \pm 1,3$ cm (siehe Tab. 2)

Ein Endometriosebefund im Bereich des Ureters (1,3 %) konnte bei fünf Patientinnen histologisch gesichert werden (4,2 %), wobei lediglich bei 2 von 5 Patientinnen die Herde im MRT sichtbar waren (40 %). Auch unter Kenntnis des histologischen Befundes konnten im MRT nur 2 der 5 Patientinnen richtig diagnostiziert werden. Ein falsch positiver Befund konnte bei keiner, ein richtig negativer Befund bei 126 sowie ein falsch negativer Befund bei drei Patientinnen erhoben werden (siehe Tab. 8).

Tabelle 8: Ureter: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	2	0	2
Negativer Befund	3	126	129
Summe	5	126	131

Von den fünf Befunden im Bereich des Ureters ergaben vier Werte ≥ 5 mm, wobei nur bei einer Patientin die Ureterendometriose im MRT erkannt wurde, bei den restlichen Patientinnen ergab das MRT ein falsch negatives Ergebnis (siehe Tab. 9).

Tabelle 9: Ureter: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm

MRT	Krank	Gesund	Summe
Positiver Befund	1	0	1
Negativer Befund	3	126	129
Summe	4	126	130

Eine weitere Patientin mit Ureterendometriose, bei der die Größe des Befundes nicht angegeben wurde, wurde im MRT korrekt diagnostiziert.

Die Größe der vier gemessenen Herde am Ureter betrug zwischen 1 cm und 4 cm, im Durchschnitt $2,4 \pm 1,3$ cm (siehe Tab. 2).

Bei weiteren fünf Patientinnen (4,2 %) wurde jeweils ein Endometriosebefund im Bereich der Uterusvorderwand diagnostiziert (1,3 %), der bei vier Patientinnen auch im MRT gesehen wurde (80 %). Bei einer Patientin konnte auch nach Mitteilung der Diagnose durch die Pathologie diese im MRT nicht bestätigt werden. Es wurde kein falsch positiver Befund, bei 126 Patientinnen ein korrekt negativer sowie bei einer Patientin ein falsch negativer Befund durch den Radiologen erhoben (siehe Tab. 10).

Tabelle 10: Uterusvorderwand: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	4	0	4
Negativer Befund	1	126	127
Summe	5	126	131

Bei 4 der 5 Patientinnen maß der Endometrioseherd im Bereich der Uterusvorderwand ≥ 5 mm und wurde bei drei Patientinnen im MRT als solcher erkannt, während bei einer Patientin ein falsch negativer Befund erhoben wurde (siehe Tab. 11).

Bei einer der fünf Patientinnen wurde die Größe des Befundes nicht angegeben, diese Patientin wurde im MRT korrekt diagnostiziert.

Tabelle 11: Uterusvorderwand: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm

MRT	Krank	Gesund	Summe
Positiver Befund	3	0	3
Negativer Befund	1	126	127
Summe	4	126	130

Vier Läsionen an der Uterusvorderwand hatten eine Größe zwischen 0,8 cm und 2 cm, daraus ergab sich eine durchschnittliche Größe von $1,3 \pm 0,5$ cm (siehe Tab. 2).

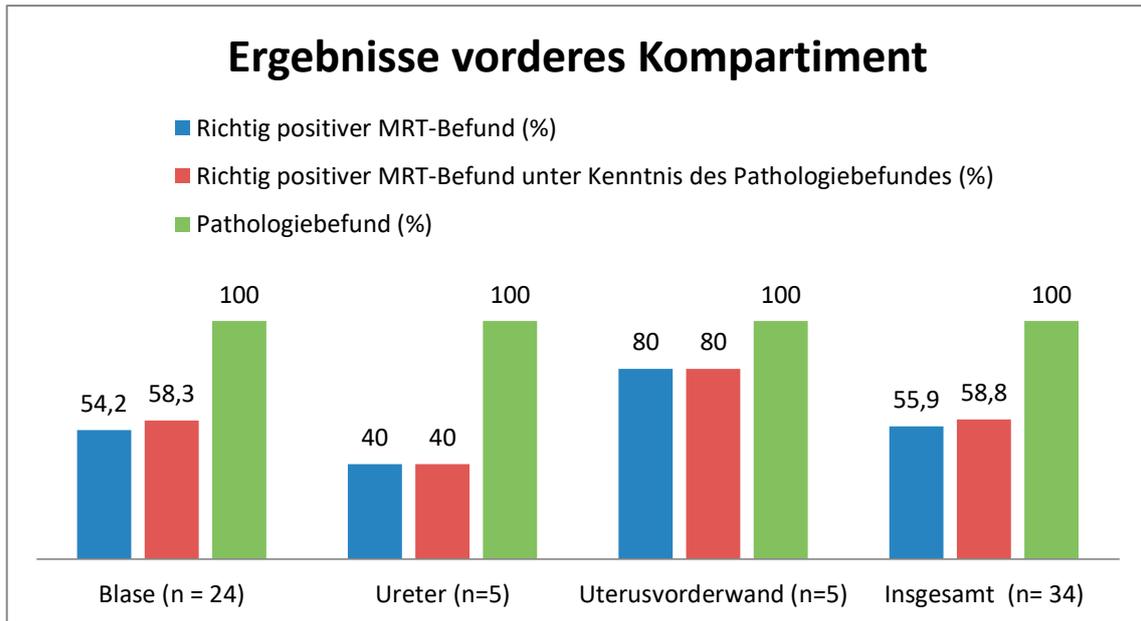


Abbildung 4: Ergebnisse des vorderen Kompartimentes: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard. Angegeben in % bezogen auf die verschiedenen Lokalisationen. Der Buchstabe "n" gibt die Anzahl an Befunden an der jeweiligen Lokalisation an.

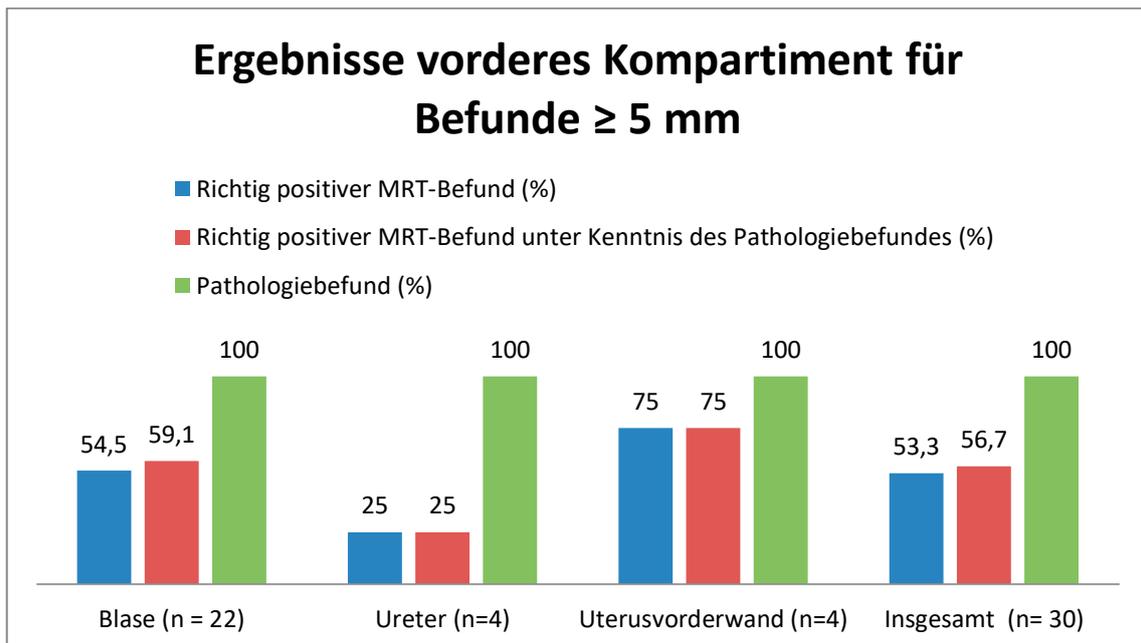


Abbildung 5: Ergebnisse des vorderen Kompartimentes für Befunde ≥ 5 mm: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard. Angegeben in % bezogen auf die verschiedenen Lokalisationen. Der Buchstabe "n" gibt die Anzahl an Befunden an der jeweiligen Lokalisation an.

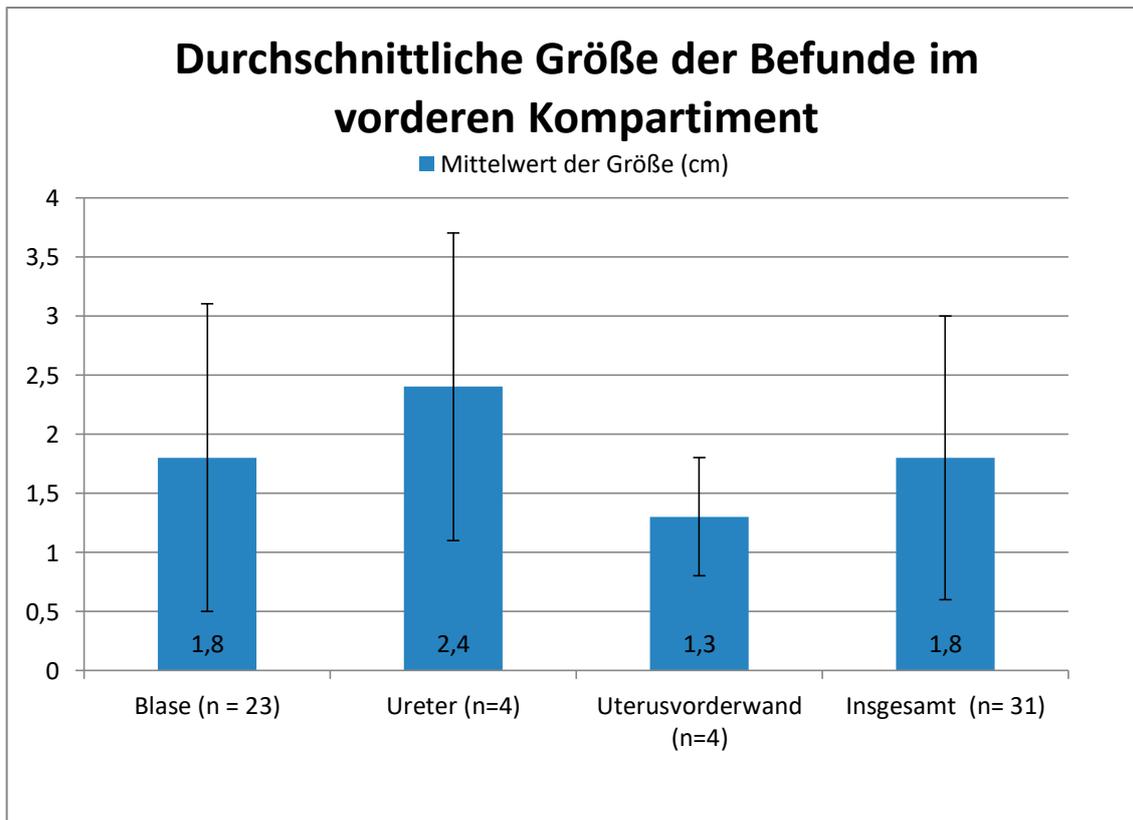


Abbildung 6: Mittelwert und Standardabweichung der Größen aller berücksichtigten Befunde bezogen auf jeweils eine Lokalisation sowie Mittelwert und Standardabweichung aller Größen im vorderen Kompartiment. Anzahl der berücksichtigten Befunde wird mit "n" gekennzeichnet.

4.2 Mittleres Kompartiment

80 Patientinnen der Studie waren an einer Endometriose im mittleren Kompartiment, das heißt im Bereich von Vagina, Ovarien, den Ligamenta teres uteri oder den Tuben, erkrankt (66,7 %). Da einige der Patientinnen Endometrioseläsionen an beidseitig angelegten Organen auch beidseits aufwiesen, konnten insgesamt 123 Befunde gezählt werden (31,4 %).

Von diesen 123 Befunden konnten 96 im MRT richtig erkannt werden (78,1 %). Unter Kenntnis des histologischen Befundes konnten 103 von 123 Endometrioseherden richtig diagnostiziert werden (83,7 %). Intraoperativ wurden 115 der 123 Endometrioseherde als solche erkannt (93,5 %), in acht Fällen wurde im Operationsbericht eine abweichende Verdachtsdiagnose gestellt, die histologisch nicht bestätigt wurde.

Bei 67 von 80 Patientinnen wurde die Endometriose im mittleren Bereich des Beckens im MRT erkannt, 13 Patientinnen wurden fälschlicherweise als gesund dokumentiert. Bei 21 Patientinnen konnten im MRT Endometrioseherde im mittleren Kompartiment gesehen werden, die sich jedoch intraoperativ und histologisch nicht als solche bestäti-

gen ließen. Bei 30 Patientinnen wurden in diesem Kompartiment korrekterweise keine Endo-metrioherde gefunden (siehe Tab. 12).

Tabelle 12: Mittleres Kompartiment: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Summe
Positiver Befund	67	21	88
Negativer Befund	13	30	43
Summe	80	51	131

Bei 57 Patientinnen maßen die Endometrioseherde ≥ 5 mm. Davon wurden 50 Patientinnen im MRT korrekt diagnostiziert, während bei 7 Patientinnen die Endometriose der Bildgebung entging (siehe Tab. 13).

Tabelle 13: Mittleres Kompartiment: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm

MRT	Krank	Gesund	Summe
Positiver Befund	50	18	68
Negativer Befund	7	43	50
Summe	57	61	118

Bei drei Patientinnen fanden sich Endometrioseherde < 5 mm im mittleren Kompartiment, von denen lediglich eine Patientin im MRT korrekt diagnostiziert wurde, während bei den anderen beiden die Endometriose nicht erkannt wurde. Bei sechs weiteren Patientinnen wurde die Größe der Endometrioseherde nicht angegeben. Vier davon erhielten mithilfe der Bildgebung die richtige Diagnose, welche bei den restlichen zwei Patientinnen im MRT nicht gestellt werden konnte.

Für den mittleren Abschnitt des Beckens errechneten sich für alle Befunde unabhängig der Größe eine Spezifität, Sensitivität und ein positiver sowie negativer prädiktiver Wert von 83,8 %, 95 % [73,8 – 91,1], 58,8 %, 95 % KI [44,2 – 72,4], 76,1 %, 95 % KI [65,9 – 84,6], 69,8 %, 95 % KI [53,9 – 82,8].

Für diejenigen Befunde mit einer Größe von ≥ 5 mm ergab sich eine Spezifität, Sensitivität und ein positiver sowie negativer prädiktiver Wert von 87,7 %, 95 % KI [76,3 –

94,9], 70,5 %, 95 % KI [57,4 - 81,5], 73,5 %, 95 % KI [61,4 - 83,5], 86,0 %, 95 % KI [73,3 – 94,2] (siehe Tab. 3).

Die Größe von Herden im mittleren Kompartiment bezogen auf 85 der 96 Befunde betrug zwischen 0,2 cm und 10 cm, durchschnittlich $3,4 \pm 2,2$ cm (siehe Tab. 2).

Im Bereich der Vagina konnte bei vier Patientinnen eine Endometriose durch die histologische Untersuchung festgestellt werden (3,3 %), dies entsprach vier Befunden (1 %). Bei 3 von 4 Patientinnen wurden diese im MRT gesehen (75 %).

Auch unter Kenntnis des Pathologie-Befundes konnte bei einer Patientin die Erkrankung im MRT nicht diagnostiziert werden. Ferner wurden im MRT kein falsch positiver sowie 127 korrekt negative Befunde erhoben (siehe Tab. 14).

Tabelle 14: Vagina: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	3	0	3
Negativer Befund	1	127	128
Summe	4	127	131

Bei 3 der 4 Patientinnen betrug die Größe der vaginalen Endometrioseherde mehr als 5 mm, bei allen drei Patientinnen ergab das MRT einen richtig positiven Befund (siehe Tab. 15).

Bei einer Patientinnen, bei der keine Größe der vaginalen Herde angegeben wurde, konnte die Endometriose im MRT nicht detektiert werden.

Tabelle 15: Vagina: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm

MRT	Krank	Gesund	Summe
Positiver Befund	3	0	3
Negativer Befund	0	127	127
Summe	3	127	130

Drei Läsionen der Vagina maßen zwischen 1,4 cm und 2,1 cm, im Durchschnitt $1,8 \pm 0,4$ cm. Bei einem Herd wurde keine Größe angegeben (siehe Tab.2).

Intraoperativ wurde bei 25 Patientinnen eine Adenomyose beschrieben, die histologische Aufarbeitung konnte die Diagnose noch bei weiteren sechs Patientinnen stellen, insgesamt war der Uterus folglich bei 31 Patientinnen betroffen (25,8 %), dies entsprach 31 Befunden (7,9 %) wobei bei 19 von 31 eine Adenomyose auch im MRT erkannt wurde (61,3 %). Nach Bekanntgabe des histologischen Ergebnisses konnte bei 20 von 31 Patientinnen die Adenomyose im MRT bestätigt werden (64,5 %).

Am Uterus wurden insgesamt bei vier Patientinnen ein falsch positiver Befund, bei zwölf ein falsch negativer sowie bei 96 ein richtig negativer Befund erhoben (siehe Tab. 16), woraus sich eine Sensitivität, Spezifität, ein positiver und ein negativer Vorhersagewert von 61,3 %, 95 % KI [42,2 – 78,2], 96,0 %, 95 % KI [90,1 – 98,9], 82,6 %, 95 % KI [61,2 – 95,1], 88,9 %, 95 % KI [81,4 – 94,1] berechnen ließen (siehe Tab. 3).

Tabelle 16: Uterus: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	19	4	23
Negativer Befund	12	96	108
Summe	31	100	131

Im Bereich der Ovarien wurden 69 Befunde (17,6 %) von 54 Patientinnen (45,0 %) histologisch als Endometriose diagnostiziert, von denen 57 Befunde (82,6 %) bei insgesamt 45 Patientinnen im MRT erkannt wurden. 67 der Befunde (97,1 %) wurden auch im Operationsbericht als Endometriose klassifiziert, bei zwei weiteren Herden stellte der Operateur eine andere Verdachtsdiagnose, die histologisch nicht bestätigt wurde.

Unter Kenntnis der Diagnose konnte eine Endometriose im MRT in 61 Fällen bestätigt werden (88,4 %). Darüber hinaus wurden bei 15 Patientinnen ein falsch positiver, bei 9 ein falsch negativer sowie bei 62 ein korrekt negativer Befund im MRT erhoben (siehe Tab. 17).

Tabelle 17: Ovarien: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	45	15	60
Negativer Befund	9	62	71
Summe	54	77	131

Bei Patientinnen mit ovariellen Endometrioseherden ≥ 5 mm konnten 42 im MRT erkannt werden, während bei sechs Patientinnen ein falsch negativer Befund dokumentiert wurde (siehe Tab. 18).

Bei zwei Patientinnen maßen die Endometrioseherde im Ovar weniger als 5 mm und konnten in beiden Fällen im MRT nicht erkannt werden.

Ein richtig positiver MRT-Befund konnte bei drei Patientinnen mit Herden unbekannter Größe erzielt werden, bei einer weiteren konnte der Herd im MRT nicht gesehen werden.

Tabelle 18: Ovarien: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm

MRT	Krank	Gesund	Summe
Positiver Befund	42	15	57
Negativer Befund	6	62	68
Summe	48	77	125

Es ergaben sich für das MRT eine Sensitivität, Spezifität, ein positiver und negativer Vorhersagewert von 83,3 %, 95 % KI [70,7 – 92,1], 80,5 %, 95 % KI [69,9 – 88,7], 75,0 %, 95 % KI [62,1 – 85,3] und 87,3 %, 95 % KI [77,3 – 94,0] bezogen auf alle Befunde.

Für Befunde ≥ 5 mm errechneten sich eine Sensitivität, Spezifität, ein positiver und negativer Vorhersagewert von 87,5 %, 95 % KI [74,8– 95,3], 80,5 %, 95 % KI [69,9 – 88,7], 73,7 %, 95 % KI [60,3 – 84,5] und 91,2 %, 95 % KI [81,8 – 96,7] (siehe Tab. 3).

Die Größe der Endometrioseherde an den Ovarien bezogen auf 63 Befunde betrug zwischen 0,2 cm und 20 cm, die durchschnittliche Größe $3,5 \pm 2,2$ cm (siehe Tab.2).

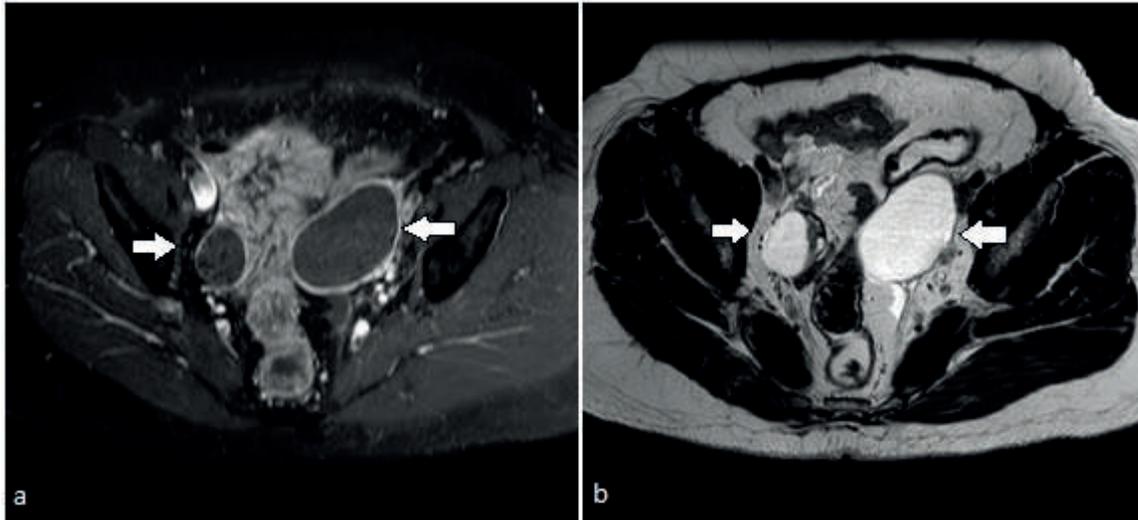


Abbildung 7: 41-jährige Frau mit 7 cm und 3 cm großen Follikelzysten in beiden Ovarien.

a) Axiale T1-gewichtete, fettunterdrückte Sequenz nach Kontrastmittelgabe mit hypointensen Ovarialzysten (weiße Pfeile) b) Axiale T2-gewichtete Sequenz mit hyperintensiven Zysten beidseits (weiße Pfeile). Dieses Signalverhalten ist typisch für funktionelle Zysten.

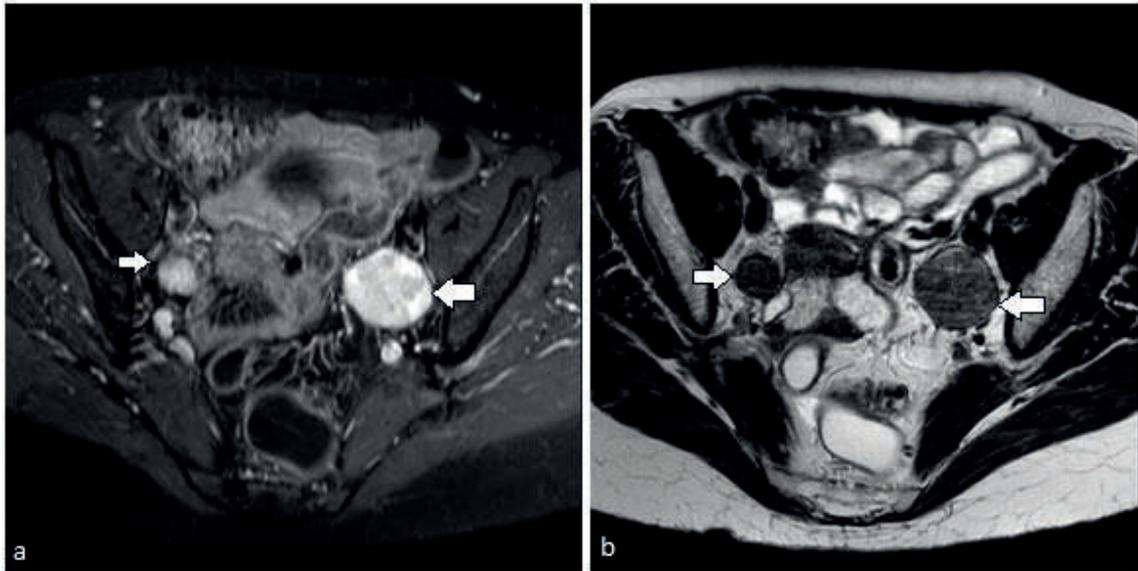


Abbildung 8: 44-jährige Frau mit 3,5 cm messenden Endometriosezysten in beiden Ovarien.

a) Axiale T1-gewichtete, fettunterdrückte Sequenz nach Kontrastmittelgabe mit hyperintensiven Ovarialzysten (weiße Pfeile). b) Axiale T2-gewichtete Sequenz mit hypointensen Zysten beidseits (weiße Pfeile). Im Vergleich zu Abbildung 15 sind die Zysten in T1 hyperintens und hypointens in T2; dieses Verhalten wird auch als "shading sign" bezeichnet und ist charakteristisch für Endometriosezysten. Der MRT-Befund wurde histopathologisch bestätigt.

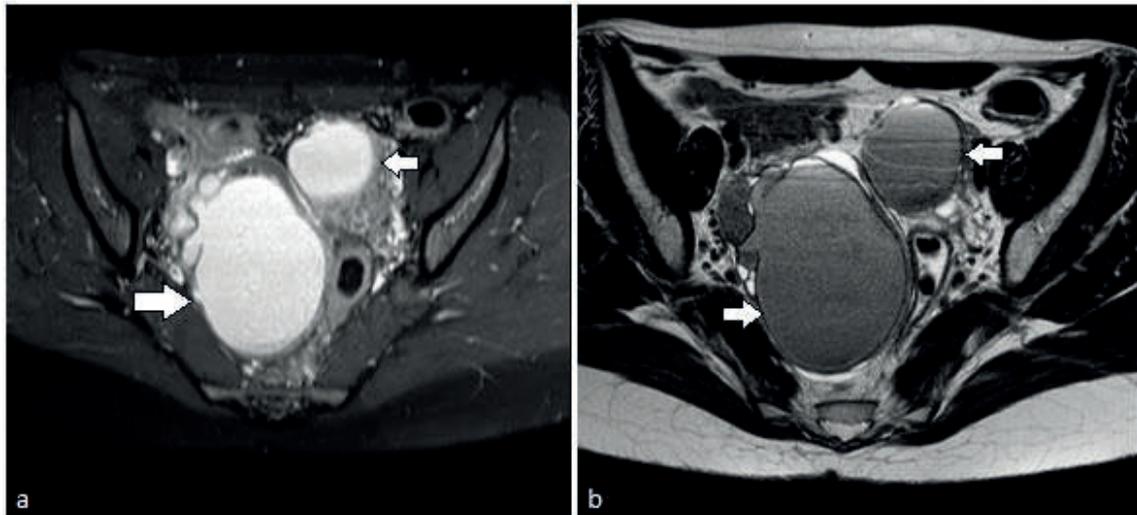


Abbildung 9: 29-jährige Patientin mit 7 cm und 4 cm messenden Endometriosezysten in beiden Ovarien.

a) Axiale T1-gewichtete fettunterdrückte Sequenz nach Kontrastmittelgabe mit hyperintenser Raumforderung beider Ovarien (weiße Pfeile). b) Axiale T2-gewichtete Sequenz mit isointenser Raumforderung beidseits (weiße Pfeile). Beide Zysten wurden aufgrund ihrer Hyperintensität in T1 als Endometriosezysten klassifiziert. Dieser Befund wurde histopathologisch bestätigt

Die Ligamenta teres uteri im kleinen Becken waren bei 8 von 120 Patientinnen betroffen (6,7 %). Bei einer Patientin konnte ein beidseitiger Befall in der OP nachgewiesen sowie histologisch gesichert werden, sodass sich neun Befunde ergaben (2,3 %), die alle im MRT erkannt wurden (100 %). Ferner wurden bei drei Patientinnen ein falsch positiver sowie bei 123 ein richtig negativer Befund erhoben (siehe Tab. 19).

Tabelle 19: Ligamenta teres uteri: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	8	3	11
Negativer Befund	0	120	120
Summe	8	123	131

Bei insgesamt vier Patientinnen maßen die Endometrioseherde der Ligamente ≥ 5 mm, bei einer Patientin zeigte sich ein Herd mit weniger als 5 mm Ausmaß und bei weiteren drei Patientinnen wurde die Größe nicht angegeben.

Fünf der Läsionen der Ligamenta teres uteri maßen zwischen 0,4 cm und 2,5 cm, im Durchschnitt $1,3 \pm 0,9$ cm (siehe Tab. 2).

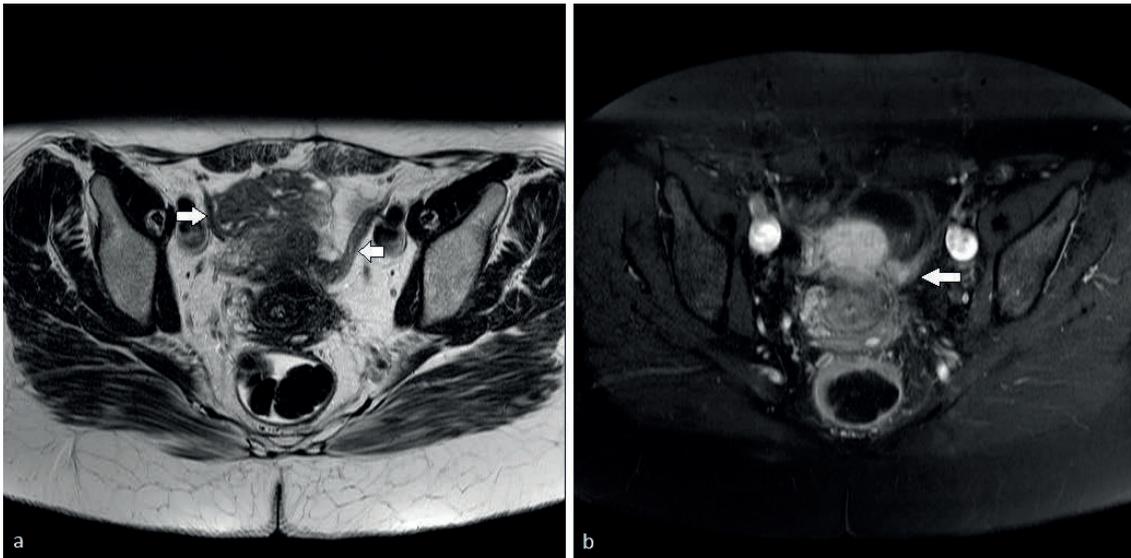


Abbildung 10: 42-jährige Patientin mit Endometriose beider Ligamenta teres uteri.
 a) Axiale T2-gewichtete Sequenz mit knotigen, verdickten und unregelmäßig erscheinenden Ligamenten (weiße Pfeile). b) Axiale T1-gewichtete, fettunterdrückte Sequenz mit kleiner hyperintenser Läsion innerhalb des Ligaments (weißer Pfeil), welche eine Einblutung darstellt.

Bei 7 von 120 Patientinnen wurde die Diagnose einer Tubenendometriose gestellt (5,8 %). Da bei drei Patientinnen beide Tuben betroffen waren, konnten insgesamt zehn Befunde erhoben werden (2,6 %). Davon wurden acht bei insgesamt sechs Patientinnen im MRT erkannt und nach Übermittlung des Histologie- sowie Operationsbefundes waren sogar 10 der 10 Befunde im MRT sichtbar (80 % bzw. 100 %). Ferner wurde kein falsch positiver Befund sowie bei 124 Patientinnen ein korrekt negativer Befund erhoben. Bei einer Patientin zeigte sich ein falsch negatives Ergebnis (siehe Tab. 20).

Tabelle 20: Tuben: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	6	0	6
Negativer Befund	1	124	124
Summe	7	124	131

Bei 6 der 7 Patientinnen maß die Tubenendometriose ≥ 5 mm und wurde bei fünf Patientinnen im MRT richtig diagnostiziert. Bei einer Patientin war dies mithilfe des MRT nicht möglich (siehe Tab. 21)

Bei einer weiteren Patientin mit Tubenendometriose unbekannter Größe konnte die Erkrankung im MRT erkannt werden.

Tabelle 21: Tuben: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm

MRT	Krank	Gesund	Summe
Positiver Befund	5	0	5
Negativer Befund	1	124	125
Summe	6	124	130

Bei Berücksichtigung der Größe von sieben Befunden im Bereich der Tuben betrug die Größe der Endometrioseherde zwischen 1 und 7,5 cm, es errechnete sich ein Durchschnittswert von $3,9 \pm 2,7$ cm (siehe Tab. 2).

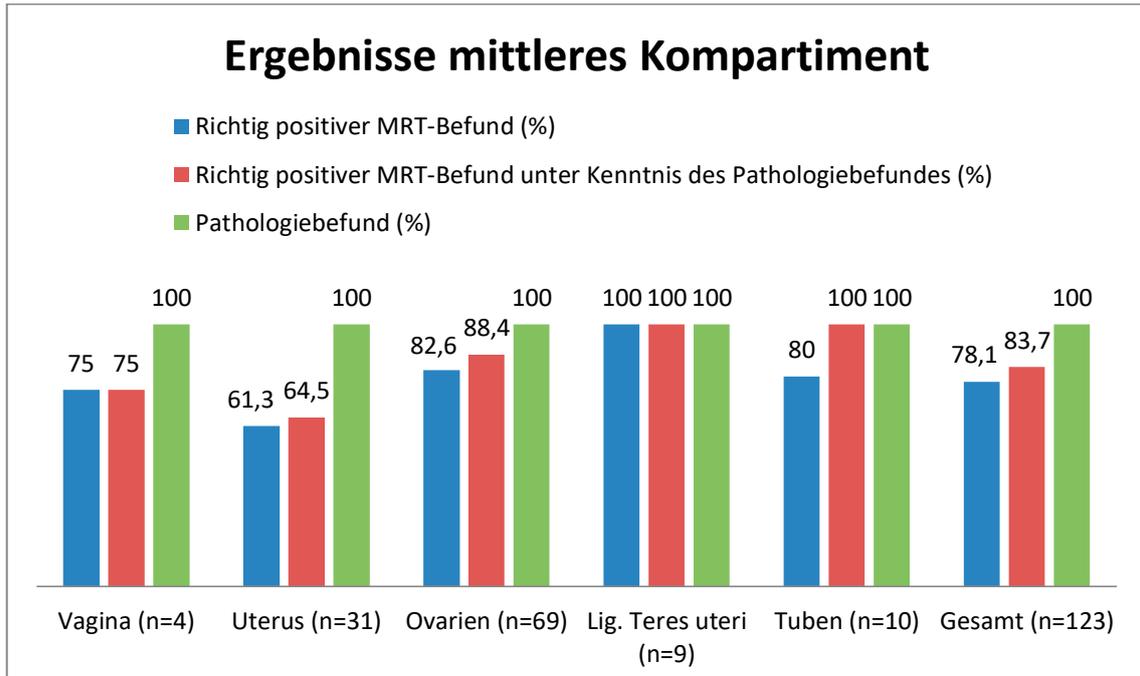


Abbildung 11: Ergebnisse des mittleren Kompartimentes: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard.

Angegeben in %, bezogen auf die verschiedenen Lokalisationen. Der Buchstabe "n" gibt die Anzahl an Befunden an der jeweiligen Lokalisation an. Lig. = Ligamentum

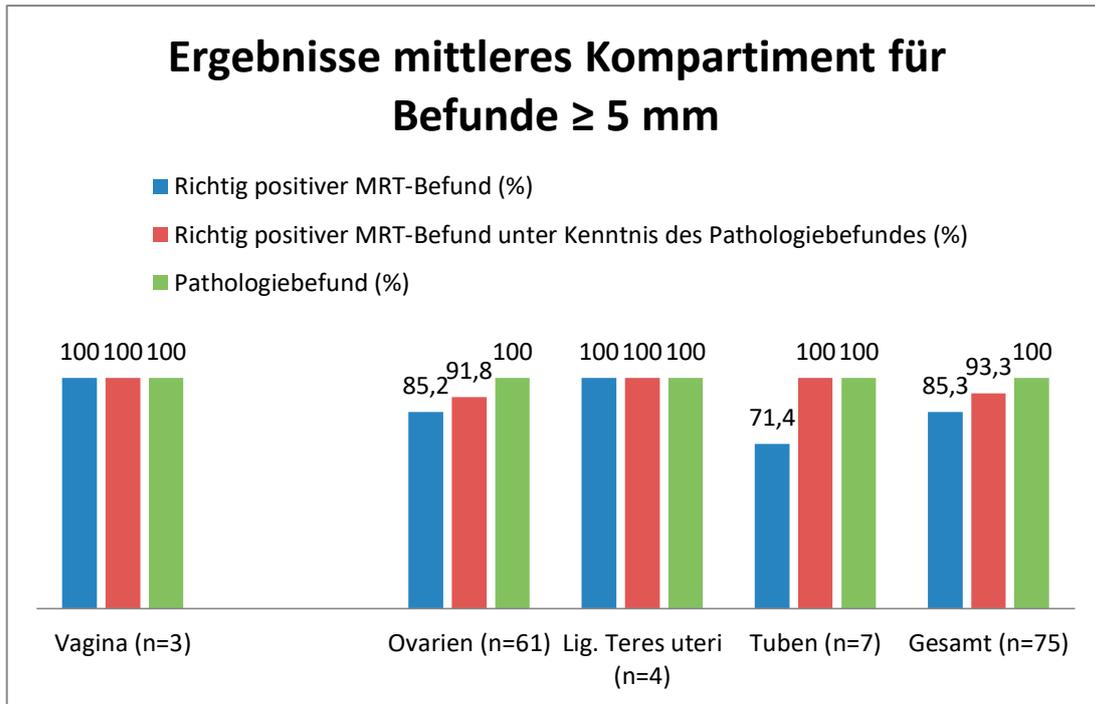


Abbildung 12: Ergebnisse des vorderen Kompartimentes für Befunde ≥ 5 mm: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard. Angegeben in % bezogen auf die verschiedenen Lokalisationen. Der Buchstabe "n" gibt die Anzahl an Befunden an der jeweiligen Lokalisation an.

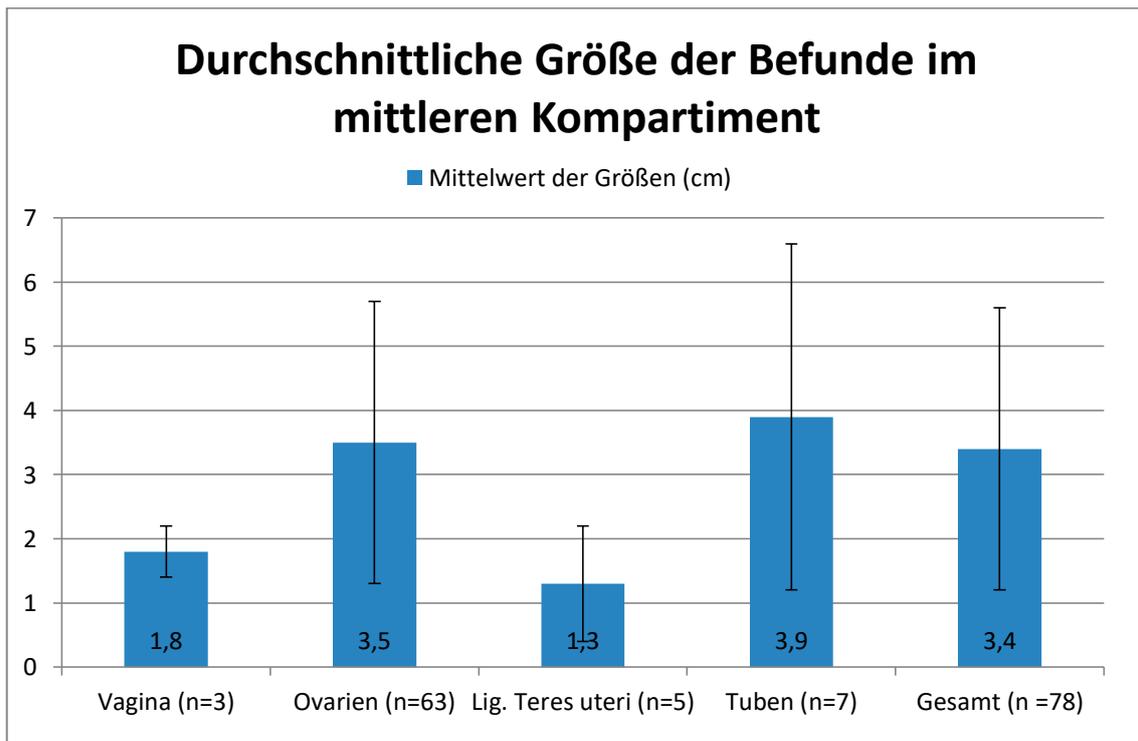


Abbildung 13: Mittelwert und Standardabweichung der Größen aller berücksichtigten Befunde bezogen auf jeweils eine Lokalisation sowie Mittelwert und Standardabweichung aller Größen im mittleren Kompartiment. Anzahl der berücksichtigten Befunde wird mit "n" gekennzeichnet. Lig. = Ligamentum

4.3 Hinteres Kompartiment

Bei 89 Patientinnen der Studie konnte eine Endometriose im hinteren Kompartiment festgestellt werden (74,2 %). Insgesamt wurden 150 pathologische Befunde erhoben (38,3 %), von denen 129 im MRT erkannt wurden (86 %). Unter Kenntnis des histologischen Ergebnisses konnten 131 der 150 Befunde im MRT gesehen werden (87,3 %).

Bei 78 Patientinnen wurde die Endometriose im hinteren Bereich des kleinen Beckens im MRT erkannt, bei 11 Patientinnen konnte die Diagnose mithilfe dieser Bildgebung nicht gestellt werden. 36 Frauen ohne Läsionen in diesem Kompartiment des Beckens wurden im MRT korrekterweise als solche erkannt, bei sechs Patientinnen wurden fälschlicherweise Läsionen im hinteren Kompartiment gesehen und als Endometriose diagnostiziert, ohne dass dies intraoperativ oder histologisch bestätigt werden konnte (siehe Tab. 22).

Tabelle 22: Hinteres Kompartiment: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Summe
Positiver Befund	78	6	84
Negativer Befund	11	36	47
Summe	89	42	131

Bei insgesamt 61 Patientinnen maßen die Endometrioseherde im hinteren Kompartiment ≥ 5 mm, bei 54 davon konnte ein richtig positiver Befund im MRT erhoben werden, bei sieben Patientinnen resultierte ein falsch negativer Befund (siehe Tab. 23).

Tabelle 23: Hinteres Kompartiment: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm

MRT	Krank	Gesund	Summe
Positiver Befund	54	5	59
Negativer Befund	7	36	43
Summe	61	41	102

Bei vier Patientinnen mit Endometrioseherden < 5 mm konnte lediglich einer im MRT erkannt werden, bei den restlichen drei Patientinnen ergab sich ein falsch negativer Be-

fund. Weitere sieben Patientinnen mit Herden unbekannter Größe konnten mithilfe des MRT diagnostiziert werden.

Aus den Zahlen der Kontingenztafel errechnete sich eine Sensitivität von 87,6 %, 95 % KI [79,0 – 93,7], eine Spezifität von 85,7 %, 95 % KI [71,5 – 94,6], ein positiver prädiktiver Wert von 92,9 %, 95 % KI [85,1 – 97,3] sowie ein negativer prädiktiver Wert von 76,6 %, 95 % KI [62,0 – 87,7] für alle Endometrioseherde des hinteres Kompartiments.

Bezogen auf Läsionen ≥ 5 mm ergab sich eine Sensitivität von 88,5 %, 95 % KI [77,8 - 95,3], eine Spezifität von 87,8 %, 95 % KI [73,80 – 95,9], ein positiver prädiktiver Wert von 91,5%, 95 % KI [81,3 - 97,2] sowie ein negativer prädiktiver Wert von 83,7 %, 95 % KI [69,3 - 93,2] (siehe Tab. 3).

Im Mittel der 85 gemessenen Herde im hinteren Kompartiment wurde eine Größe von $2,2 \pm 1,4$ cm gemessen, die Werte lagen zwischen 0,2 cm und 5 cm (siehe Tab.2).

Von den 150 Befunden wurden 19 (4,9 %) bei insgesamt 18 Patientinnen im Douglasraum (15,0 %) erhoben. Davon wurden wiederum 16 im MRT als Endometrioseherde klassifiziert (84,2 %). Nach der Bekanntgabe der Ergebnisse der Operation und der pathologischen Untersuchung konnte kein weiterer Befund im MRT erkannt werden.

Es wurde bei 15 Patientinnen ein richtig positiver, bei zwei Patientinnen ein falsch positiver sowie bei drei Patientinnen ein falsch negativer und bei 111 Patientinnen ein korrekt negativer Befund erhoben (siehe Tab 24).

Tabelle 24: Douglasraum: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	15	2	17
Negativer Befund	3	111	114
Summe	18	113	131

Bei 15 Patientinnen wurde eine Größe der Endometrioseherde von ≥ 5 mm angegeben, bei 13 davon konnte die Erkrankung mittels MRT diagnostiziert werden. Bei zwei Patientinnen ergab sich ein falsch negativer Befund (siehe Tab. 25).

Von zwei Patientinnen mit Läsionen < 5 mm wurde bei einer ein richtig positiver Befund im MRT erhoben, während bei der anderen Patientin der Herd im MRT nicht sichtbar war.

Eine weitere Patientin mit einem Herd unbekannter Größe wurde mithilfe der Bildgebung als Endometriose-Patientin identifiziert.

Tabelle 25: Douglasraum: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm

MRT	Krank	Gesund	Summe
Positiver Befund	13	2	15
Negativer Befund	2	111	113
Summe	15	113	128

Daraus ergaben sich für alle Befunde eine Sensitivität, Spezifität, ein positiver und ein negativer Vorhersagewert von 83,3 %, 95 % KI [58,6 – 96,4], 98,2 %, 95 % KI [93,8 – 99,8], 88,2 %, 95 % KI [63,6 – 98,5] und 97,4 %, 95 % KI [92,5 – 99,5] sowie für Befunde ≥ 5 mm eine Sensitivität, Spezifität, ein positiver und ein negativer Vorhersagewert von 86,7 %, 95 % KI [59,5 – 98,3], 98,2 %, 95 % KI [93,8 – 99,8], 86,7 %, 95 % KI [59,5 – 98,3] und 98,2 %, 95 % KI [93,8 – 99,8] (siehe Tab. 3).

Das Ausmaß der 18 berücksichtigten Endometrioseläsionen des Douglasraumes betrug zwischen 0,2 cm und 5 cm, im Durchschnitt $2,1 \pm 1,4$ cm (siehe Tab. 2).

36 von 150 Befunden des hinteren Kompartiments waren im Bereich der uterosakralen Ligamente lokalisiert (9,2 %), wobei 31 Patientinnen betroffen waren (25,8 %). Von den 36 Befunden konnten 24 im MRT ohne Kenntnis der Diagnose von anderer Seite entdeckt und als Endometriose diagnostiziert werden (66,7 %). Auch nach Mitteilung der Diagnose aus Operation und Histopathologie konnten im MRT keine weiteren Herde erkannt werden.

Bei 20 Patientinnen konnte ein richtig positives, bei zwei ein falsch positives sowie bei 11 ein falsch negatives und bei 98 ein korrekt negatives Ergebnis erzielt werden (siehe Tab. 26).

Tabelle 26: Uterosakrale Ligamente: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	20	2	22
Negativer Befund	11	98	109
Summe	31	100	131

Bei 26 Patientinnen maßen die Endometrioseherde mehr als 5 mm, 17 davon wurden im MRT erkannt, bei neun Patientinnen erbrachte das MRT einen falsch negativen Befund (siehe Tab. 27).

Von zwei Patientinnen mit Befunden < 5 mm im Bereich der uterosakralen Ligamente wurde keine im MRT erkannt. Bei allen drei Patientinnen mit Endometrioseherden unklarer Größe konnte ein richtig positiver Befund erhoben werden.

Tabelle 27: Uterosakrale Ligamente: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm

MRT	Krank	Gesund	Summe
Positiver Befund	17	2	19
Negativer Befund	9	98	107
Summe	26	100	126

Das entsprach einer Sensitivität, Spezifität, einem positiven und einem negativen Vorhersagewert von 64,5 %, 95 % KI [45,4 – 80,7], 98,0 %, 95 % KI [93,0 – 99,8], 90,9 %, 95 % KI [70,8 – 98,9] sowie 89,9 %, 95 % KI [82,7 – 94,9] für alle Befunde.

Bezogen auf die Endometrioseherde ≥ 5 mm ergaben sich eine Sensitivität, Spezifität, ein positiver und ein negativer Vorhersagewert von 65,4 %, 95 % KI [44,3 – 82,8], 98,0 %, 95 % KI [93,0 – 99,8], 89,5 %, 95 % KI [66,9 – 98,7] sowie 91,6 %, 95 % KI [84,6 – 96,1] (siehe Tab. 3).

Die Größe der 31 ausgemessenen Herde der uterosakralen Ligamente lag zwischen 0,2 cm und 4,3 cm, im Durchschnitt bei $2,1 \pm 1,2$ cm (siehe Tab. 2).

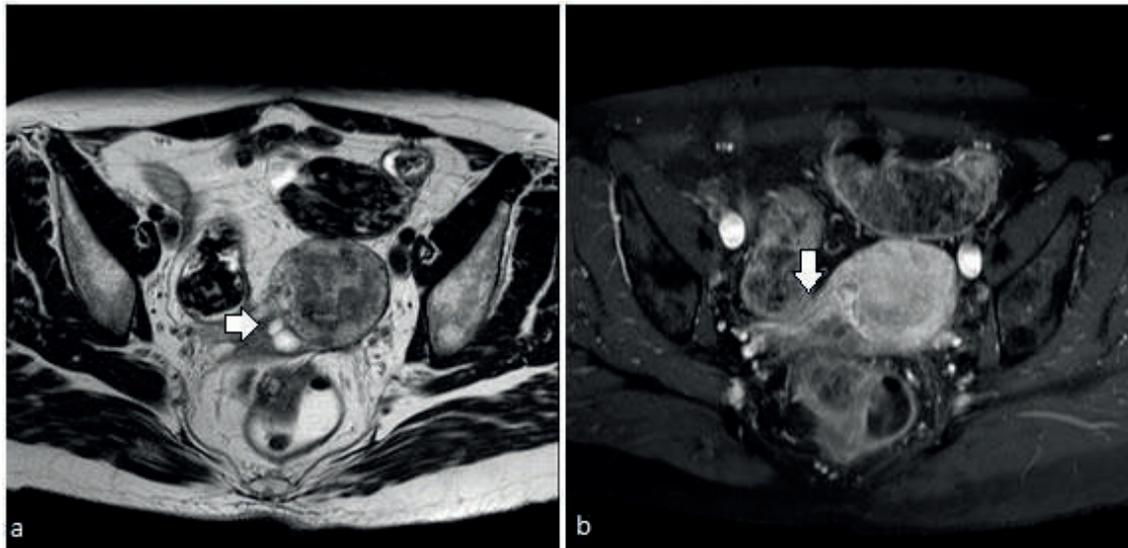


Abbildung 14: 42-jährige Patientin mit ausgeprägter Dysmenorrhö und Unterbauchschmerzen.

a) Axiale T2-gewichtete Sequenz mit knotiger Verdickung im Bereich des Ansatzes des rechten uterosakralen Ligaments (USL) am Uterus (weißer Pfeil). b) Axiale T1-gewichtete, fettunterdrückte Sequenz nach Kontrastmittelgabe. Aufgrund der Verdickung des rechten USL (weißer Pfeil) wurde im MRT eine Endometriose diagnostiziert, welche histologisch bestätigt werden konnte.

Ferner konnten 41 Endometrioseherde (10,5 %) bei 41 Patientinnen (34,2 %) im Intestinaltrakt, das heißt entweder im Rektum, rektosigmoidalen Übergang oder im Sigma, gefunden werden. Im MRT erkannte man davon 37 Befunde (90,2 %).

Nach Mitteilung der Ergebnisse des Gynäkologen sowie Pathologen konnten bei erneuter Durchsicht der Bilder sogar 39 Endometrioseherde detektiert werden (95,1 %). Es wurden also bei 37 Patientinnen ein richtig positiver, bei zweien ein falsch positiver, bei 4 ein falsch negativer und bei 88 ein korrekt negativer Befund im MRT erhoben (siehe Tab. 28), welches einer Sensitivität, Spezifität, einem positiven und einem negativen Vorhersagewert von 90,2 %, 95 % KI [76,9 – 97,3], 97,8 %, 95 % KI [92,2 – 99,7], 94,9 %, 95 % KI [82,7 – 99,4] und 95,7 %, 95 % KI [89,2 – 98,8] entsprach (siehe Tab. 3).

Tabelle 28: Intestinaltrakt: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	37	2	39
Negativer Befund	4	88	92
Summe	41	90	131

Bei 35 Patientinnen konnten intestinale Endometrioseherde ≥ 5 mm detektiert werden, welche bei 31 Patientinnen im MRT erkannt wurden. Bei vier Patientinnen ergab sich ein falsch negativer Befund (siehe Tab. 29).

Daraus ergaben sich eine Sensitivität, Spezifität, ein positiver und ein negativer Vorhersagewert von 88,6 %, 95 % KI [73,3 – 96,8], 97,8 %, 95 % KI [92,2 – 99,7], 93,9 %, 95 % KI [79,8 – 99,3] und 95,7 %, 95 % KI [89,2 – 98,8] für intestinale Endometrioseherde ≥ 5 mm (siehe Tab. 3).

Lediglich eine Patientin zeigte einen Endometrioseherd < 5 mm im Intestinaltrakt, dieser wurde im MRT erkannt.

Bei weiteren fünf Patientinnen mit Endometriose unklarer Größe konnte mithilfe des MRT die richtige Diagnose gestellt werden.

Tabelle 29: Intestinaltrakt: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm

MRT	Krank	Gesund	Summe
Positiver Befund	31	2	33
Negativer Befund	4	88	92
Summe	35	90	125

Bezogen auf 36 Befunde im Intestinaltrakt, bei denen eine Größe angegeben wurde, ergaben sich Werte zwischen 0,3 cm und 5 cm und daraus ein Durchschnitt von $2,5 \pm 1,5$ cm (siehe Tab. 2).

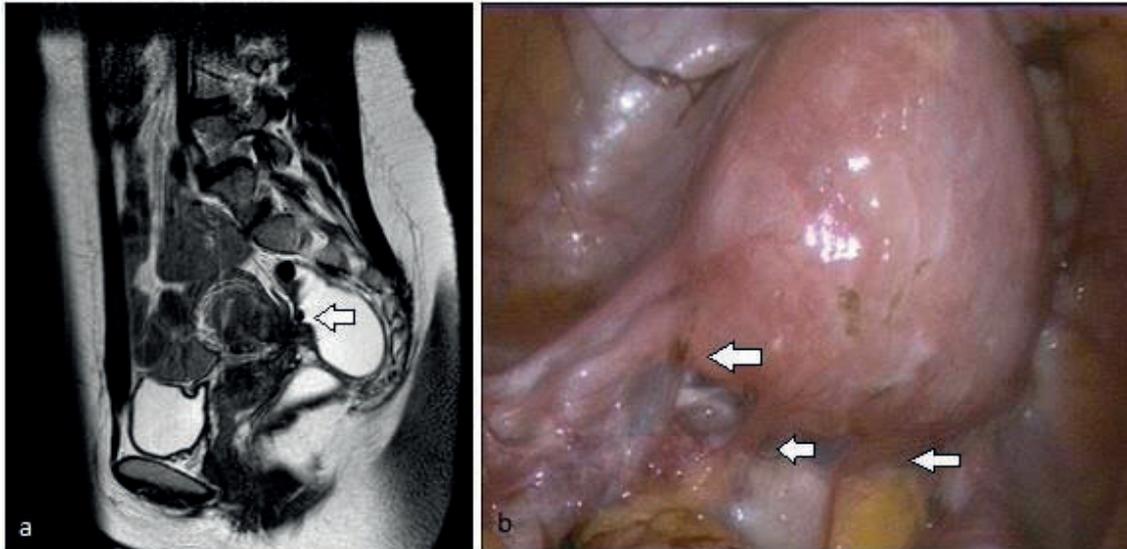


Abbildung 15: 30-jährige Patientin mit Darmendometriose

a) Sagittale T2-gewichtete Sequenz mit hypointenser Raumforderung im oberen Rektumbereich, die bis zur Uterushinterwand reicht (weißer Pfeil). Weitere hypointense Gewebstränge vom Uterus in Richtung Darm weisen auf Adhäsionen hin. b) Korrespondierender intraoperativer Befund bei dieser Patientin. Strangförmige Adhäsionen zwischen Uterus, Adnexe und Rektum (weiße Pfeile). Nach ausgedehnter Adhäsiolyse konnte ein 3 x 4 cm messender, knotiger Befund auf der Rektumvorderwand dargestellt und reseziert werden. Dieser wurde histologisch als Endometrioseherd klassifiziert. Mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof. Dr. Tinneberg, Klinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe, Universitätsklinikum Gießen

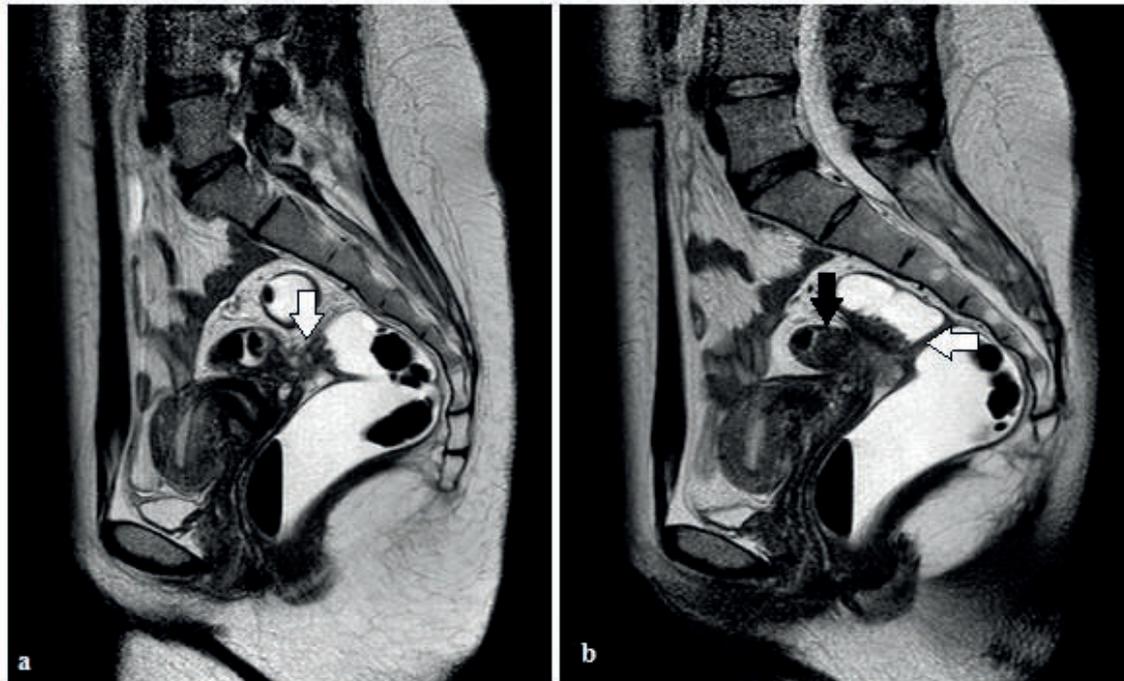


Abbildung 16: 25-jährige Patientin mit Darmendometriose.

a) und b) Sagittale T2-gewichtete Sequenzen mit einer hypointensen Läsion, die die Sigmawand infiltriert (weißer Pfeil), sich bis zur Uterusrückfläche ausdehnt und mit einer weiteren Darmschlinge verwachsen ist (schwarzer Pfeil). Intraoperativ war eine lokale Exzision der Läsion unmöglich, sodass eine Rektosigmoidteilresektion notwendig wurde. Histopathologisch wurde der Befund als Endometriose klassifiziert.

Bei 54 von insgesamt 120 Patientinnen der Studie (45,0 %) konnte eine Obliteration des Douglasraumes operativ nachgewiesen werden, dies ergab 54 Befunde (13,8 %), von denen 52 im MRT diagnostiziert wurden (96,3 %). Auch unter Kenntnis des operativen Berichtes konnte bei keiner weiteren Patientin die Diagnose im MRT gestellt werden. Darüber hinaus wurde mit dem MRT bei einer Patientin ein falsch positiver Befund, bei den restlichen 76 Patientinnen ein richtig negativer Befund erhoben (siehe Tab. 30). Daraus errechneten sich eine Sensitivität, Spezifität, ein positiver und ein negativer Vorhersagewert von 96,3 %, 95 % KI [87,3 – 99,6], 98,7 %, 95 % KI [93,0 – 100], 98,1 %, 95 % KI [89,9 – 100], 97,4 %, 95 % KI [91,1 – 99,7] (siehe Tab. 3).

Tabelle 30: Obliteration des Douglasraumes: Korrelation zwischen MRT- und intraoperativem Befund

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	52	1	53
Negativer Befund	2	76	78
Summe	54	77	131

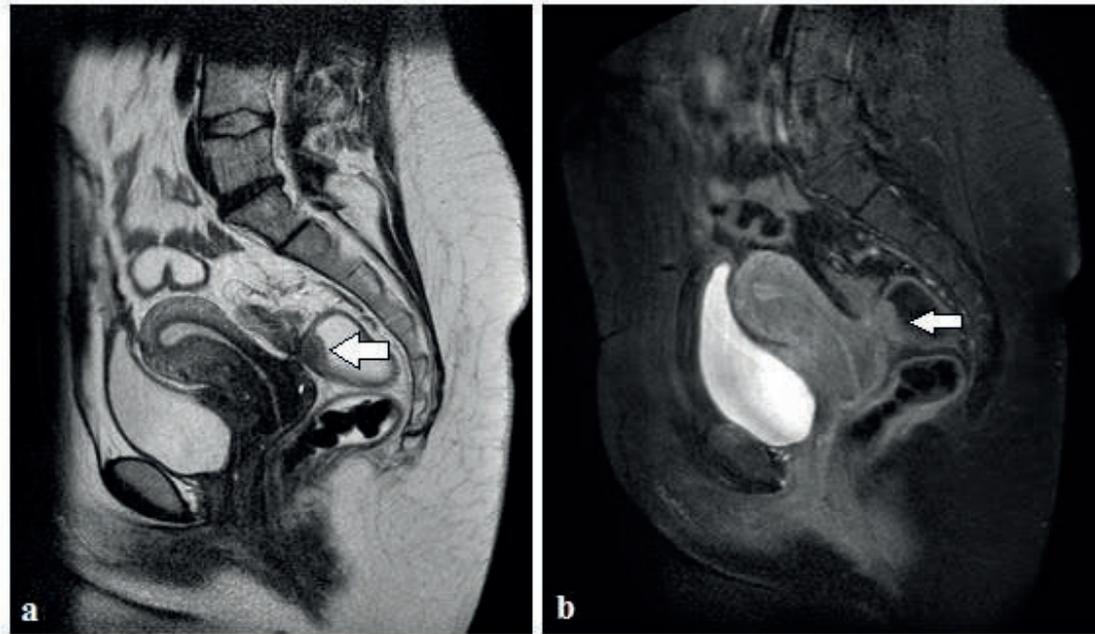


Abbildung 17: 32-jährige Patientin mit einer Obliteration des Douglasraumes.
a) Sagittale T2-gewichtete Sequenz mit hypointensen Gewebssträngen zwischen Uterus und Sigma (weißer Pfeil) sowie hypointensen Knoten auf der Uterusrückwand. b) Sagittale T1-gewichtete, fettunterdrückte Sequenz mit isointensen Strängen zwischen Uterus und Sigma (weißer Pfeil). Kein Anzeichen für eine Einblutung in dieser Aufnahme, da hyperintense Foci fehlen. Die Obliteration des Douglasraumes wurde intraoperativ bestätigt

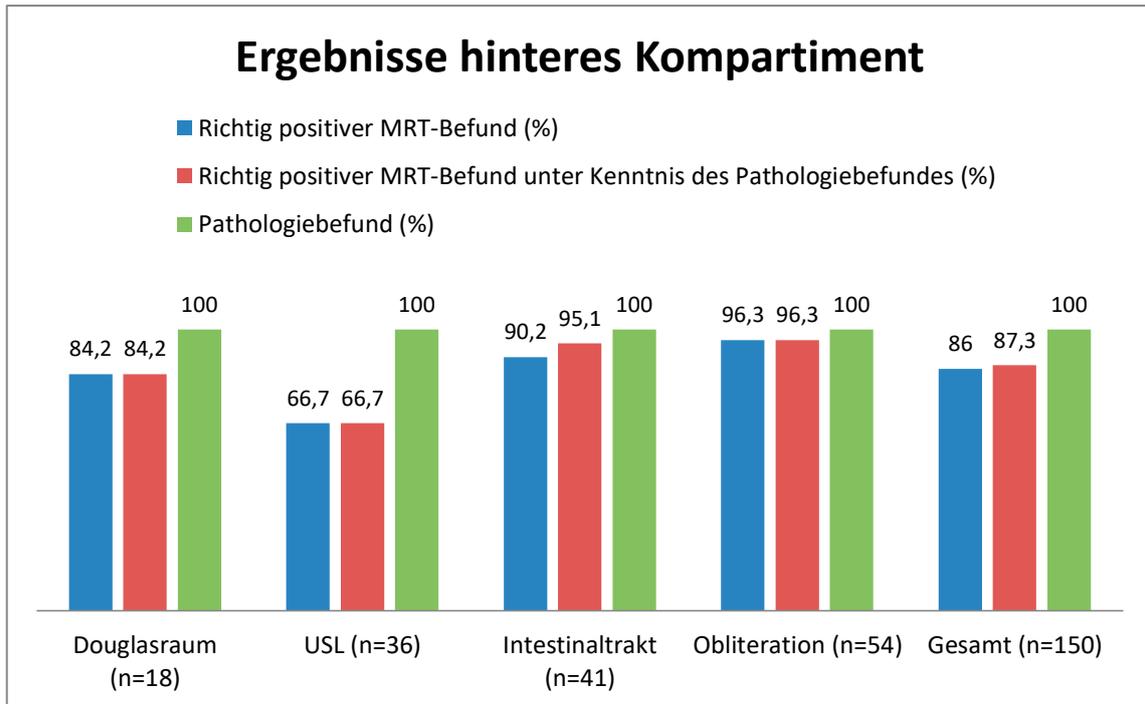


Abbildung 18: Ergebnisse des hinteren Kompartimentes: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard.

Angegeben in %, bezogen auf die verschiedenen Lokalisationen. Der Buchstabe "n" gibt die Anzahl an Befunden an der jeweiligen Lokalisation an. USL = uterosakrale Ligamente

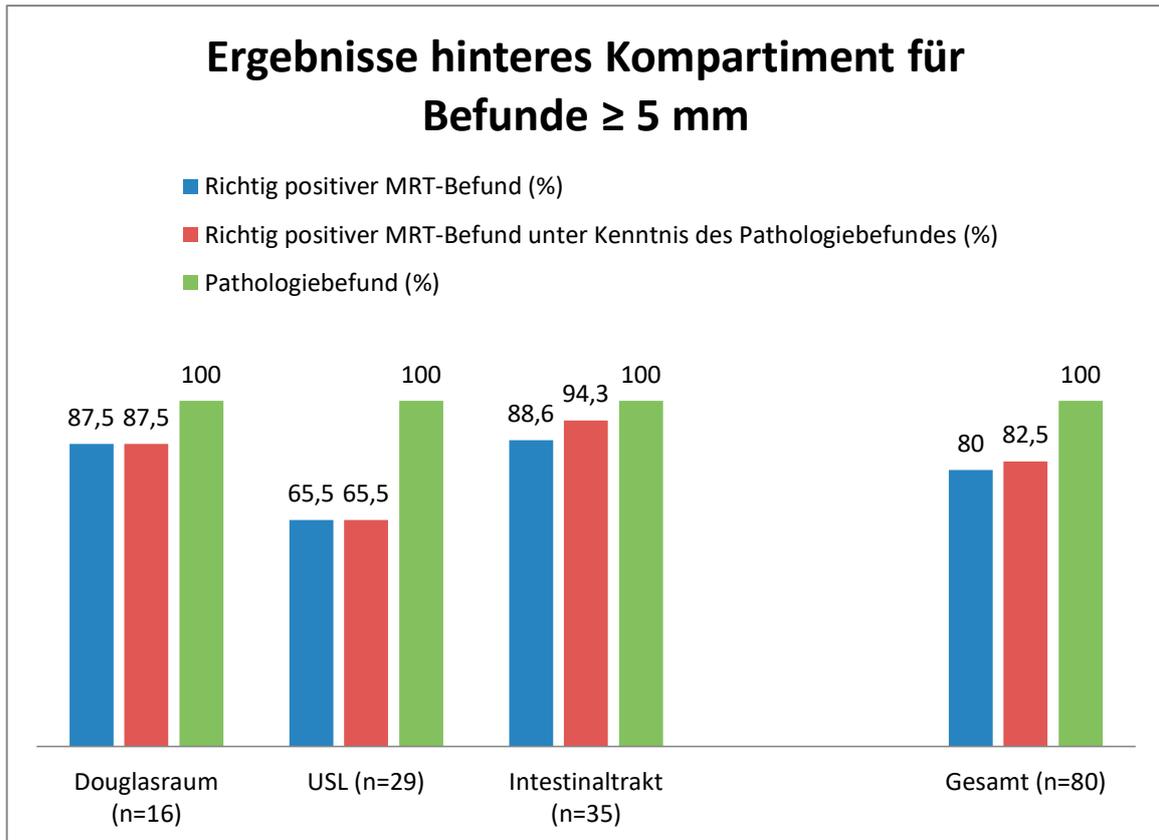


Abbildung 19: Ergebnisse des hinteren Kompartimentes für Befunde ≥ 5 mm: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard.

Angegeben in %, bezogen auf die verschiedenen Lokalisationen. Der Buchstabe "n" gibt die Anzahl an Befunden an der jeweiligen Lokalisation an. USL = uterosakrale Ligamente

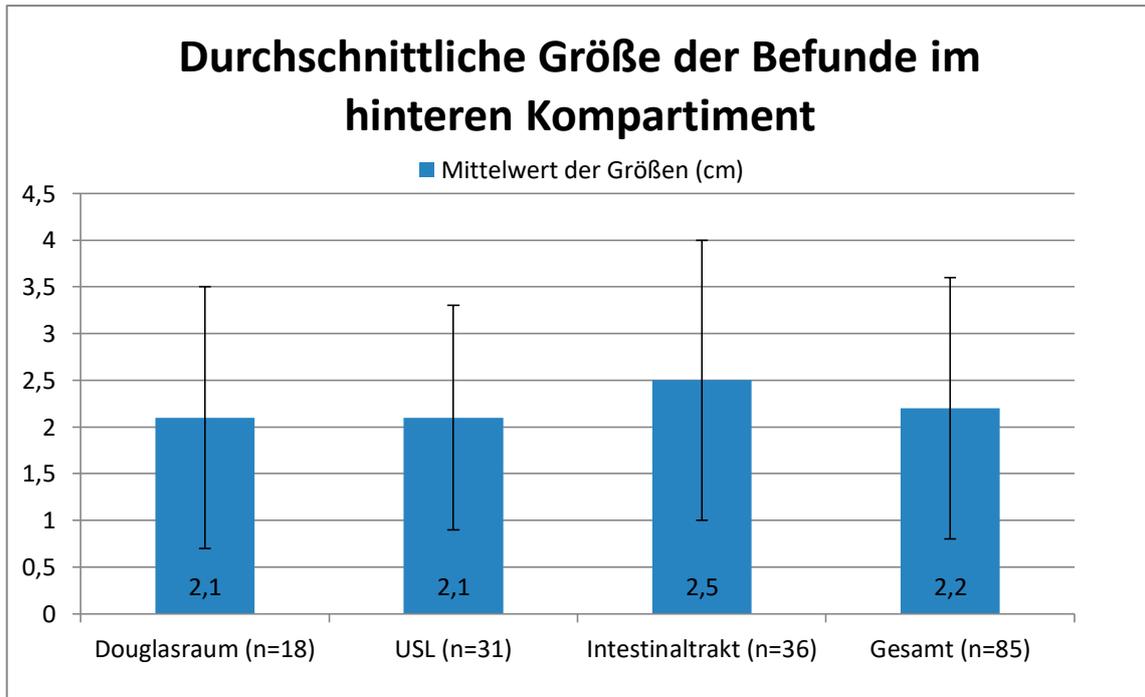


Abbildung 20: Mittelwert und Standardabweichung der Größen aller berücksichtigten Befunde bezogen auf jeweils eine Lokalisation sowie Mittelwert und Standardabweichung aller Größen im hinteren Kompartiment.

Anzahl der berücksichtigten Befunde wird mit "n" gekennzeichnet. USL = uterosakrale Ligamente

4.4 Sonstige

Weitere 85 Befunde (21,7 %) bei insgesamt 81 Patientinnen (67,5 %) konnten in anderen Bereichen des kleinen Beckens gefunden werden, die keinem Kompartiment zugeordnet wurden.

Davon wurden 75 durch den Radiologen im MRT erkannt und als Endometriose diagnostiziert (88,2 %). Ein weiterer Befund konnte nach Mitteilung der histologischen Ergebnisse im MRT als Endometriose identifiziert werden (89,4 %).

73 der 81 Patientinnen mit sonstigen Befunden konnten mittels MRT zutreffend diagnostiziert werden, während bei acht Patientinnen die intraoperativ beschriebenen Herde mittels Bildgebung nicht erkannt wurden. Bei 46 Frauen konnte im MRT korrekterweise kein Endometrioseherd gefunden werden, der unter "Sonstige" zu klassifizieren wäre, während bei vier Patientinnen ein solcher Herd fälschlicherweise angenommen, intraoperativ jedoch nicht bestätigt wurde (siehe Tab. 31).

Tabelle 31: Sonstige Befunde: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	73	4	77
Negativer Befund	8	46	54
Summe	81	50	131

Bei insgesamt acht Patientinnen zeigten sich sonstige Befunde ≥ 5 mm. Von diesen wurde lediglich bei einer die Erkrankung im MRT erkannt, bei sieben Patientinnen ergab sich ein falsch negativer Befund (siehe Tab. 32).

2 von 3 Patientinnen mit sonstigen Endometrioseherden < 5 mm konnten im MRT nicht korrekt diagnostiziert werden.

Bei zwei Patientinnen mit sonstigen Herden unklarer Größe konnte im MRT ein richtig positiver Befund erhoben werden.

Ein Großteil der sonstigen Befunde stellten Adhäsionen dar, bei denen keine Größenangabe erfolgte.

Tabelle 32: Sonstige Befunde: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm

MRT	Krank	Gesund	Summe
Positiver Befund	1	0	1
Negativer Befund	7	114	121
Summe	8	114	122

Für sonstige Befunde insgesamt ergaben sich eine Sensitivität, Spezifität, ein positiver sowie negativer prädiktiver Wert von 90,1 %, 95 % KI [81,5 – 95,6], 92,0 %, 95 % KI [80,8 – 97,8], 94,8 %, 95 % KI [87,2 – 98,6] und 85,2 %, 95 % KI [72,9 – 93,4].

Für sonstige Herde ≥ 5 mm konnte eine Sensitivität, Spezifität, ein positiver sowie negativer prädiktiver Wert von 12,5 %, 95 % KI [0,3 – 52,7], 100 %, 95 % KI [96,8 – 100], 100 %, 95 % KI [2,5 – 100] und 94,2 %, 95 % KI [88,4 – 97,6] berechnet werden (siehe Tab. 3).

Die sonstigen Befunde maßen zwischen 0,1 cm und 4 cm, der Mittelwert betrug $1,3 \pm 1,2$ cm (siehe Tab. 2).

Der häufigste Befund, der unter "Sonstige" klassifiziert wurde, waren Adhäsionen. Es zeigten sich insgesamt 72 Befunde (18,4 %) bei 72 Patientinnen (60 %) im Verlauf der Operation.

Bei 71 Patientinnen waren diese im MRT sichtbar (98,6 %). Auch unter Kenntnis des Vorhandenseins von Adhäsionen konnten diese bei einer Patientin im MRT nicht erkannt werden. Insgesamt wurde bei 71 Patientinnen ein richtig positiver, bei vier Patientinnen ein falsch positiver, bei einer Patientin ein falsch negativer und bei 55 Patientinnen ein korrekt negativer Befund im MRT ermittelt (siehe Tab. 33).

Anhand dieser Werte konnten eine Sensitivität von 98,6 %, 95 % KI [92,5 – 100], eine Spezifität von 93,2 %, 95 % KI [83,5 – 98,1], ein positiver prädiktiver Wert von 94,7 %, 95 % KI [86,9 – 98,5] sowie ein negativer prädiktiver Wert von 98,2 %, 95 % KI [90,5 – 100] berechnet werden (siehe Tab. 3).

Tabelle 33: Adhäsionen: Korrelation zwischen MRT- und intraoperativem Befund

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	71	4	75
Negativer Befund	1	55	56
Summe	72	59	131

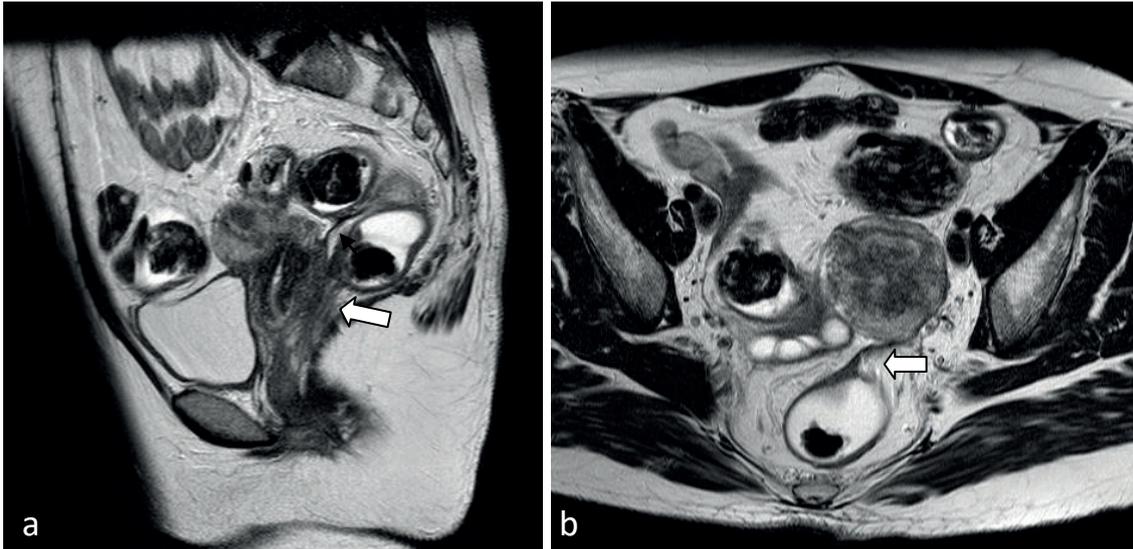


Abbildung 21: 42-jährige Patientin mit starker Dysmenorrhö.

a) Sagittale T2-gewichtete Sequenz mit hypointensen Strängen zwischen Uterusrückwand und Darm (schwarzer Pfeil), Fehlen der hyperintensiven Fettschicht zwischen Rektosigmoid und Uterus (weißer Pfeil). b) Axiale T2-gewichtete Sequenz mit hypointensem Strang vom Darm bis zum Uterus reichend (weißer Pfeil). Diese MRT-Befunde sprachen für Adhäsionen im hinteren Kompartiment, welche intraoperativ bestätigt werden konnten.

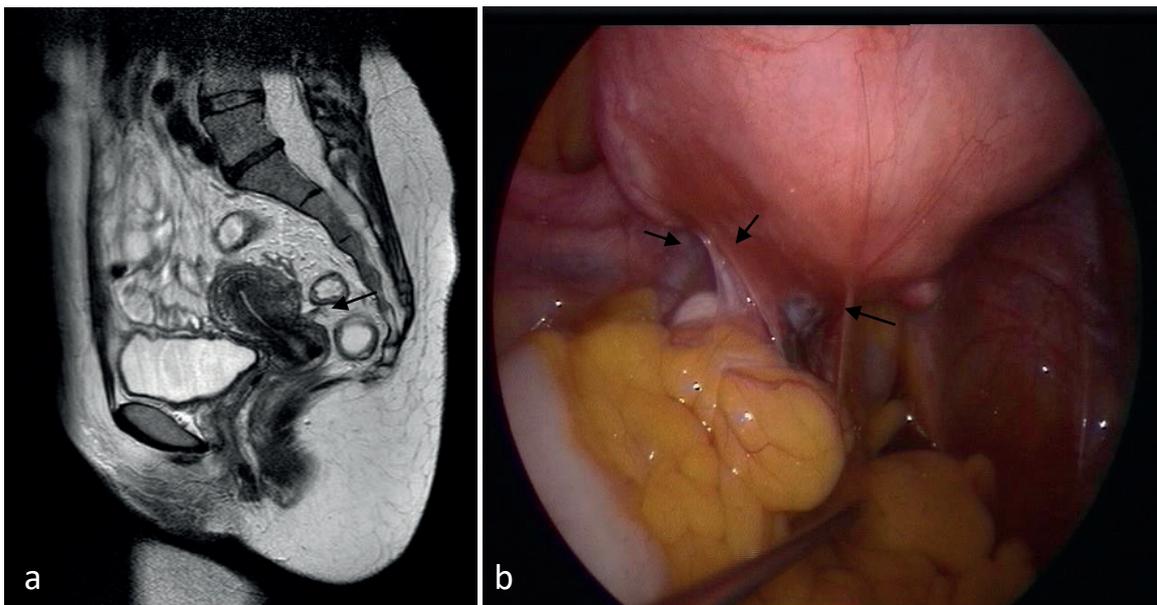


Abbildung 22: 41-jährige Patientin mit chronischen Unterbauchschmerzen

a) Sagittale T2-gewichtete Sequenz mit hypointensem Strang zwischen Darmschlinge und Uterushinterwand (schwarzer Pfeil) im Sinne von Adhäsionen. b) Korrespondierender intraoperativer Befund dieser Patientin: Zahlreiche Adhäsionen im Douglasraum (schwarze Pfeile). Mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof. Dr. Tinneberg, Klinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe, Universitätsklinikum Gießen.

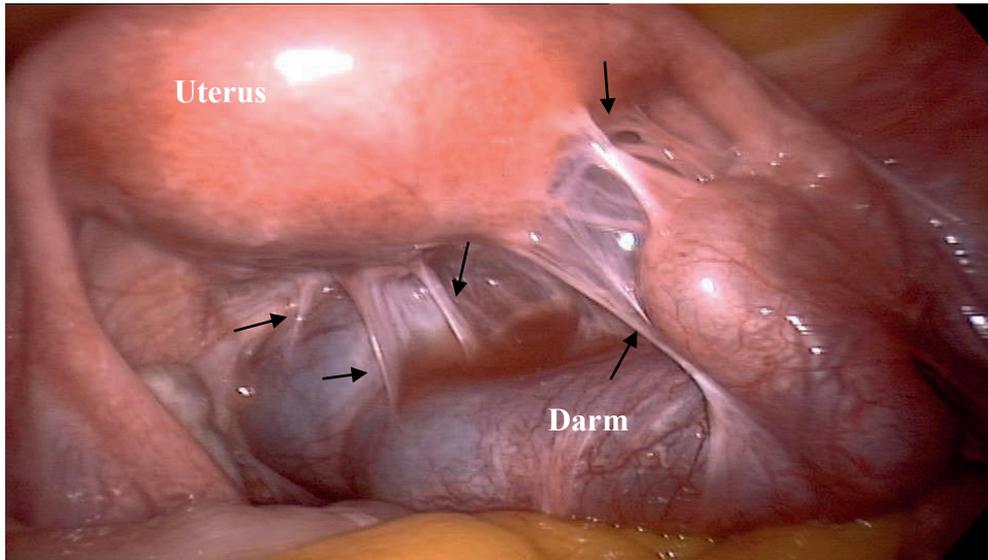


Abbildung 23: Patientin mit ausgedehnten Adhäsionen zwischen Uterus und Darm (schwarze Pfeile).
Mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof. Dr. Tinneberg, Klinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe, Universitätsklinikum Gießen.

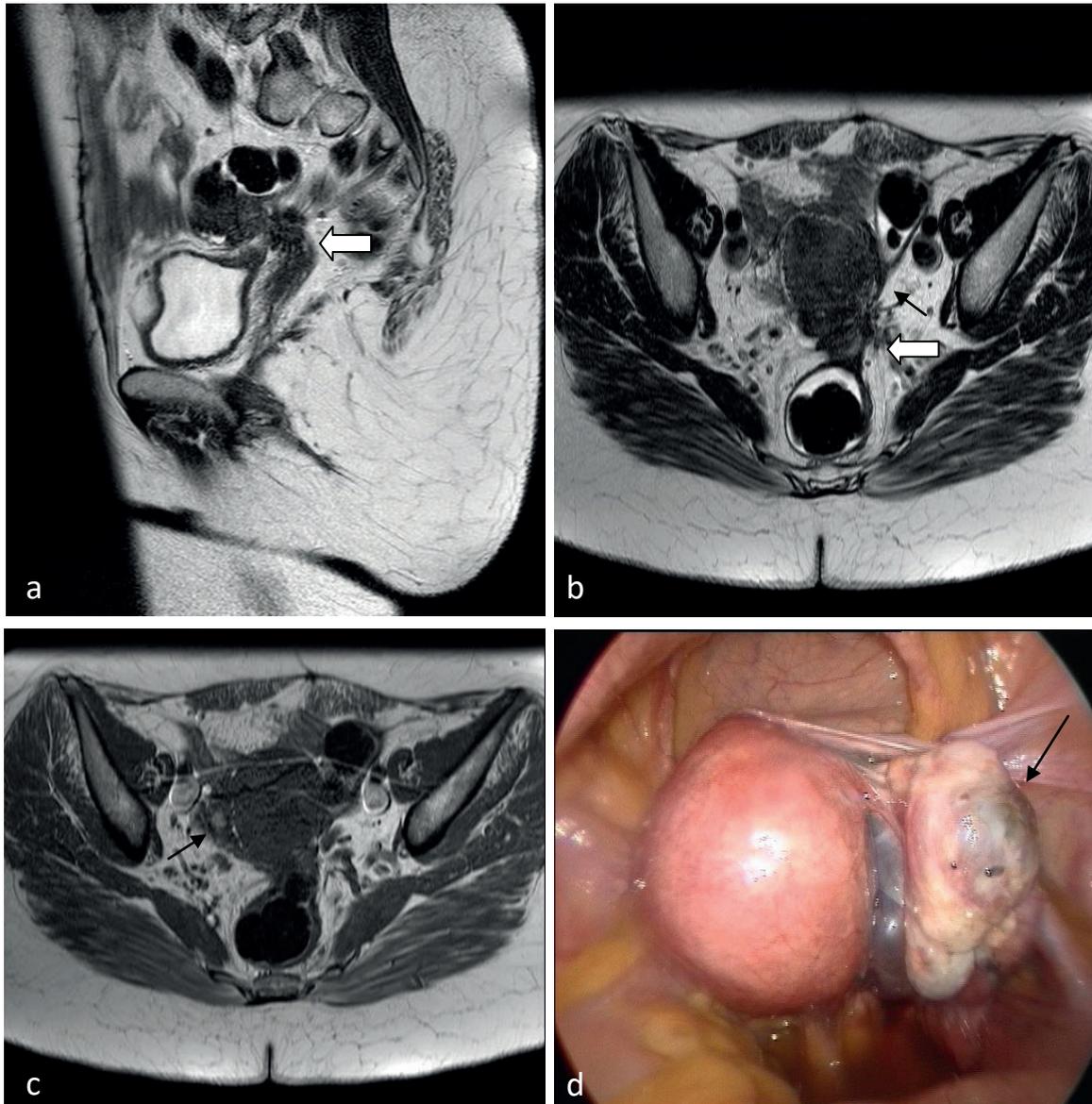


Abbildung 24: 42-jährige Patientin mit Adhäsionen im Douglasraum sowie linksseitiger Ovarialendometriose.

a) Sagittale T2-gewichtete Sequenz mit hypointensen Strängen zwischen Uterus und Darmschlingen (weißer Pfeil). b) Axiale T2-gewichtete Sequenz mit hypointensen Strängen zwischen Sigma, Uterusrückwand und weiteren Darmschlingen, fehlende hyperintense Fettschicht zwischen Darm und Uterus (weißer Pfeil) sowie Verdrehung von Darmschlingen in Richtung Uterus (schwarzer Pfeil). c) Axiale T2-gewichtete Sequenz mit isointenser Läsion im Bereich des rechten Ovars (schwarzer Pfeil). Da sich diese Läsion in der T1-Sequenz hyperintens darstellte, wurde eine Endometriose diagnostiziert. d) Korrespondierender intraoperativer Befund der Patientin. Es zeigten sich ausgeprägte Adhäsionen zwischen Uterus und Sigma sowie eine zystisch veränderte rechte Adnexe (schwarzer Pfeil). Die Histopathologie bestätigte eine ovarielle Endometriose. Mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof. Dr. Tinneberg, Klinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe, Universitätsklinikum Gießen.

Bei 6 der 120 Patientinnen (5,0 %) wurde im Bereich der Beckenwand jeweils ein Endometrioseherd während der Operation gefunden und biopsiert (1,5 % der Befunde). 2 von diesen 6 Herden konnten auch im MRT entdeckt werden (33,3 %). Nach Mitteilung der Diagnose und Lokalisation war ein weiterer Herd im MRT sichtbar, insgesamt erhielten also unter Kenntnis 3 von 6 Patientinnen die richtige Diagnose (50 %). Es wurden dementsprechend bei zwei Patientinnen ein richtig positiver, bei vier ein falsch negativer Befund, bei keiner Patientin ein falsch positiver sowie bei 125 ein richtig negativer Befund im MRT erhoben (siehe Tab. 34).

Tabelle 34: Beckenwand: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	2	0	2
Negativer Befund	4	125	129
Summe	6	125	131

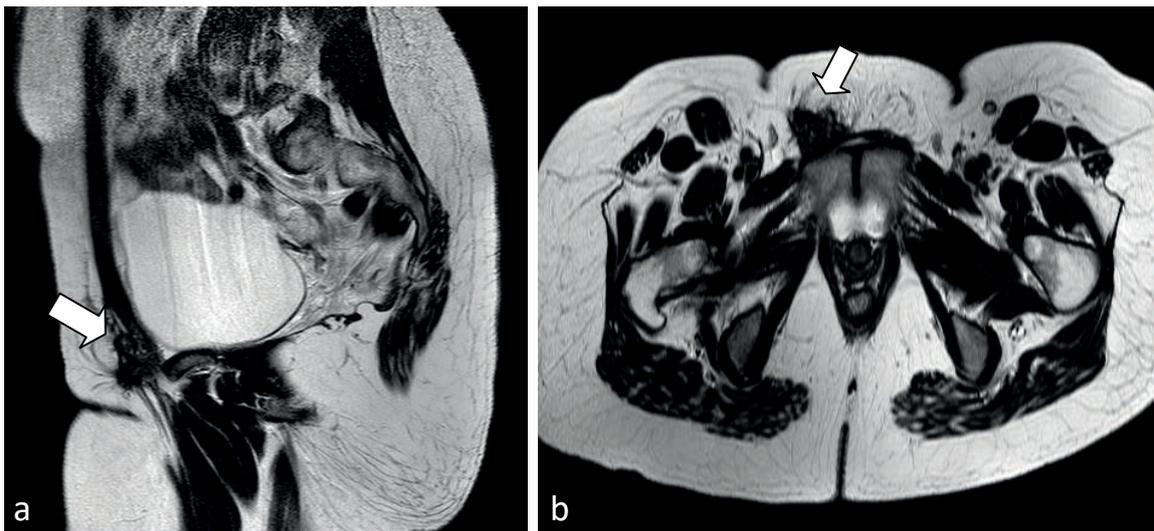


Abbildung 25: 45-jährige Patientin mit einem 3 x 4 cm großen Tumor im Bereich des Mons pubis rechts.

a) Sagittale T2-gewichtete Sequenz mit einem hypointensem Knoten vor dem Os pubis (weißer Pfeil). b) Axiale T2-gewichtete Sequenz mit hypointensem, unregelmäßig begrenztem Knoten vor der Symphyse (weißer Pfeil). Histopathologisch wurde der Verdacht auf Endometriose bestätigt.

Bei fünf Patientinnen maßen die Endometrioseherde im Bereich der Beckenwand ≥ 5 mm. Lediglich bei einer von diesen konnte die Endometriose im MRT erkannt werden, bei den restlichen vier Patientinnen ergab sich ein falsch negativer Befund (siehe Tab. 35).

Bei einer Patientin mit einem Befund unbekannter Größe konnte dieser mithilfe des MRT detektiert werden.

Tabelle 35: Beckenwand: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm

MRT	Krank	Gesund	Summe
Positiver Befund	1	0	1
Negativer Befund	4	126	130
Summe	5	126	130

Die Größe bezogen auf vier Herde im Bereich der Beckenwand betrug zwischen 0,6 cm und 4 cm, im Durchschnitt $1,9 \pm 1,5$ cm (siehe Tab. 2).

Das Peritoneum war bei sechs Patientinnen von der Endometriose betroffen (5,0 %). Es zeigten sich sechs Herde (1,5 %), von denen zwei im MRT sichtbar waren und korrekt diagnostiziert wurden (33,3 %). Die Herde der weiteren vier Patientinnen waren im MRT auch nach Mitteilung des Operationsberichtes nicht nachvollziehbar. Daraus ergaben sich bei zwei Patientinnen ein richtig positiver, bei vier ein falsch negativer sowie bei 125 Patientinnen ein richtig negativer und bei keiner ein falsch positiver Befund (siehe Tab. 36).

Tabelle 36: Peritoneum: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	2	0	2
Negativer Befund	4	125	129
Summe	6	125	131

Bei zwei Patientinnen maßen die Endometrioseherde des Peritoneums ≥ 5 mm, von diesen konnte keiner im MRT erkannt werden (siehe Tab. 37).

3 der 6 Patientinnen wiesen Herde < 5 mm Ausmaß auf. Lediglich bei einer Patientin konnte im MRT ein richtig positiver Befund erhoben werden, bei den anderen zwei Patientinnen waren die Endometrioseherde in der Bildgebung nicht sichtbar.

Eine weitere Patientin mit einem Befund unklarer Größe wurde mithilfe des MRT richtig diagnostiziert.

Tabelle 37: Peritoneum: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm

MRT	Krank	Gesund	Summe
Positiver Befund	0	0	0
Negativer Befund	2	125	127
Summe	2	125	127

Bei fünf dieser Endometrioseläsionen konnten Größen zwischen 0,1 cm und 1,2 cm ermittelt werden, woraus ein Mittelwert von $0,6 \pm 0,5$ cm errechnet wurde.

Bei einer Patientin der Studie (0,8 %) fiel operativ ein 1,2 cm messender Herd an der Bauchdecke auf (0,3 %). Dieser konnte auf den MRT-Bildern auch unter Kenntnis der Lokalisation nicht gefunden werden.

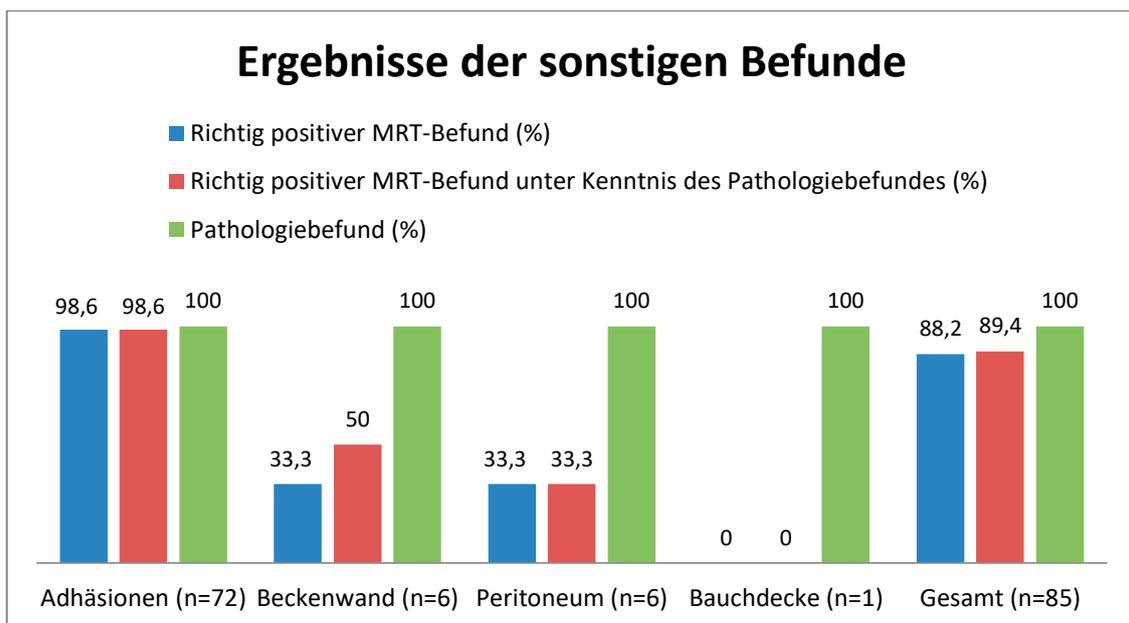


Abbildung 26: Ergebnisse der sonstigen Befunde: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard.

Angegeben in %, bezogen auf die verschiedenen Lokalisationen. Der Buchstabe "n" gibt die Anzahl an Befunden an der jeweiligen Lokalisation an.

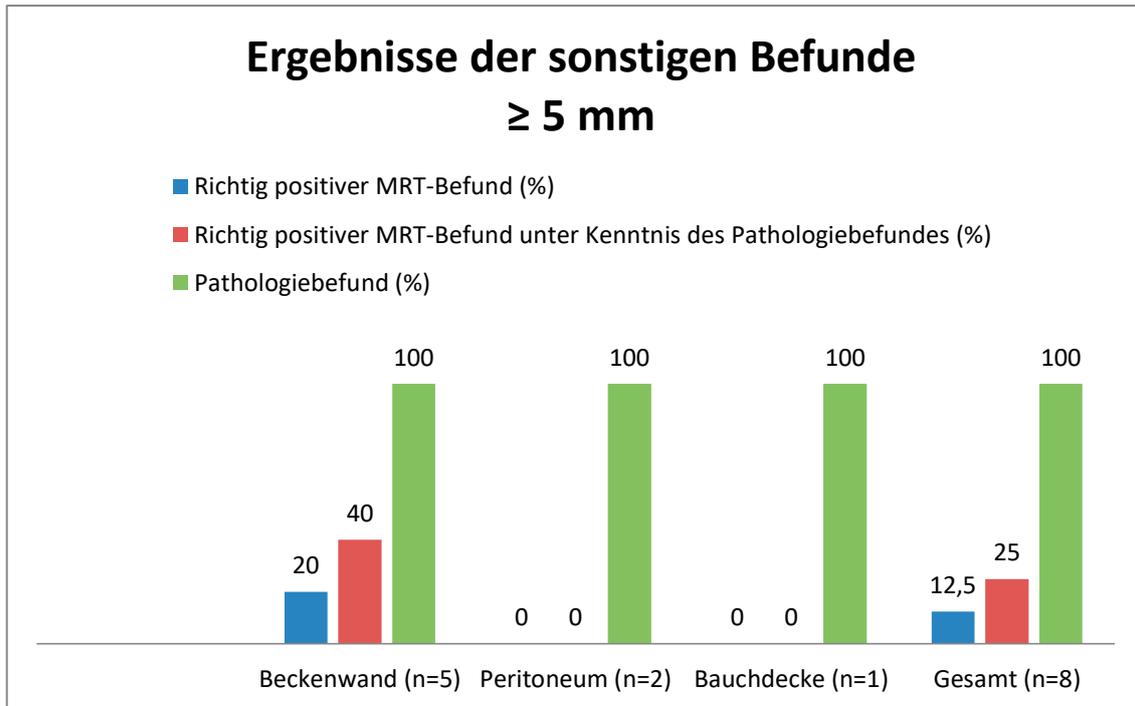


Abbildung 27: Ergebnisse der sonstigen Befunde ≥ 5 mm: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard.

Angegeben in %, bezogen auf die verschiedenen Lokalisationen. Der Buchstabe "n" gibt die Anzahl an Befunden an der jeweiligen Lokalisation an.

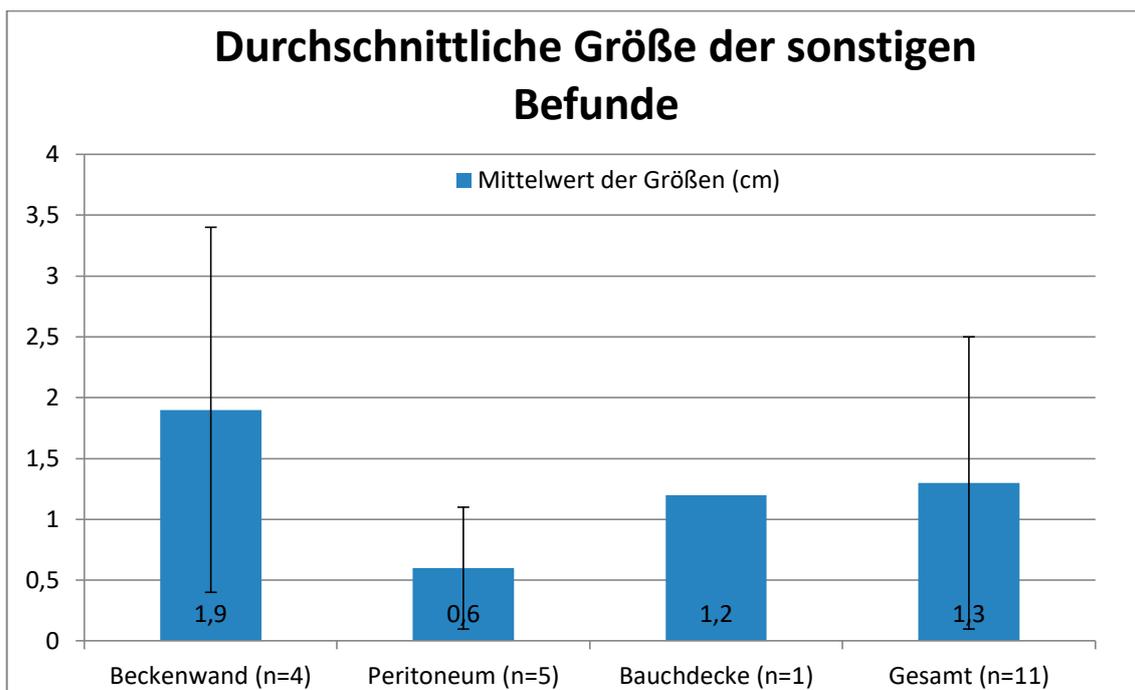


Abbildung 28: Mittelwert und Standardabweichung der Größen aller berücksichtigten sonstigen Befunde bezogen auf jeweils eine Lokalisation sowie aller Größen.

Anzahl der berücksichtigten Befunde wird mit "n" gekennzeichnet.

4.5 Gesamtergebnisse

Von den 392 Befunden, die bei 120 der 131 teilnehmenden Patientinnen festgestellt wurden, konnten 384 in der OP korrekt als Endometriose diagnostiziert werden (98 %). Die restlichen acht Befunde wurden intraoperativ nicht als Endometriose bewertet, konnten in der histologischen Aufarbeitung aber als solche klassifiziert werden. Im MRT konnten insgesamt 319 der 392 Befunde gesehen und die richtige Diagnose gestellt werden (81,4 %).

Unter Kenntnis des Operations- sowie Pathologieberichts konnte der Radiologe 330 der 392 Läsionen im MRT erkennen und die Diagnose durch die Bildgebung bestätigen (84,2 %) (siehe Abb. 29).

Die mittlere Größe von insgesamt 205 Endometrioseherden im Bereich aller Kompartimente betrug in dieser Studie $2,5 \pm 1,8$ cm (siehe Tab. 2).

Insgesamt konnte bei 110 der 120 Patientinnen eine Endometriose mithilfe der MRT-Bilder diagnostiziert werden. Bei einer Patientin wurde ein falsch positiver, bei zehn ein falsch negativer sowie bei zehn ein korrekt negativer Befund erhoben (siehe Tab. 38).

Da viele Patientinnen Endometriose in mehreren Bereichen des kleinen Beckens zeigten, wurde eine Patientin als "richtig positiv" gewertet, sobald ein Herd im MRT gesehen und die Diagnose histologisch bzw. operativ bestätigt wurde.

Daraus ergeben sich bezogen auf alle Patientinnen der Studie eine Sensitivität von 91,7 %, 95 % KI [85,2 – 95,9], eine Spezifität von 90,9 %, 95 % KI [58,7 – 99,8], ein positiver prädiktiver Wert von 99,1 % [95,1 – 100] und ein negativer prädiktiver Wert von 50,0 %, 95 % KI [27,2 – 72,8] (siehe Tab. 3).

Tabelle 38: Gesamtergebnis: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie

MRT	Krank	Gesund	Anzahl Patientinnen
Positiver Befund	110	1	111
Negativer Befund	10	10	20
Summe	120	11	131

Bei 97 Patientinnen maßen die Endometrioseherde ≥ 5 mm. 92 davon konnten im MRT richtig diagnostiziert werden. Bei fünf Patientinnen wurde ein falsch negativer Befund erhoben (siehe Tab. 39).

Bei allen drei Patientinnen mit ausschließlichen Befunden < 5 mm wurde ein falsch negativer Befund in MRT erhoben.

Insgesamt gab es fünf Patientinnen mit Endometrioseherden unklarer Größe. Bei allen konnte ein richtig positiver Befund mithilfe des MRT erzielt werden.

Tabelle 39: Gesamtergebnis: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm

MRT	Krank	Gesund	Summe
Positiver Befund	92	1	93
Negativer Befund	5	10	15
Summe	97	11	108

Daraus ergaben sich bezogen auf die Patientinnen der Studie mit Befunden von ≥ 5 mm eine Sensitivität von 94,9 %, 95 % KI [88,4 – 98,3], eine Spezifität von 90,9 %, 95 % KI [58,7 – 99,7], ein positiver prädiktiver Wert von 99,0 % [94,2 – 100] und ein negativer prädiktiver Wert von 66,7 %, 95 % KI [38,4 – 88,2] (siehe Tab. 3).

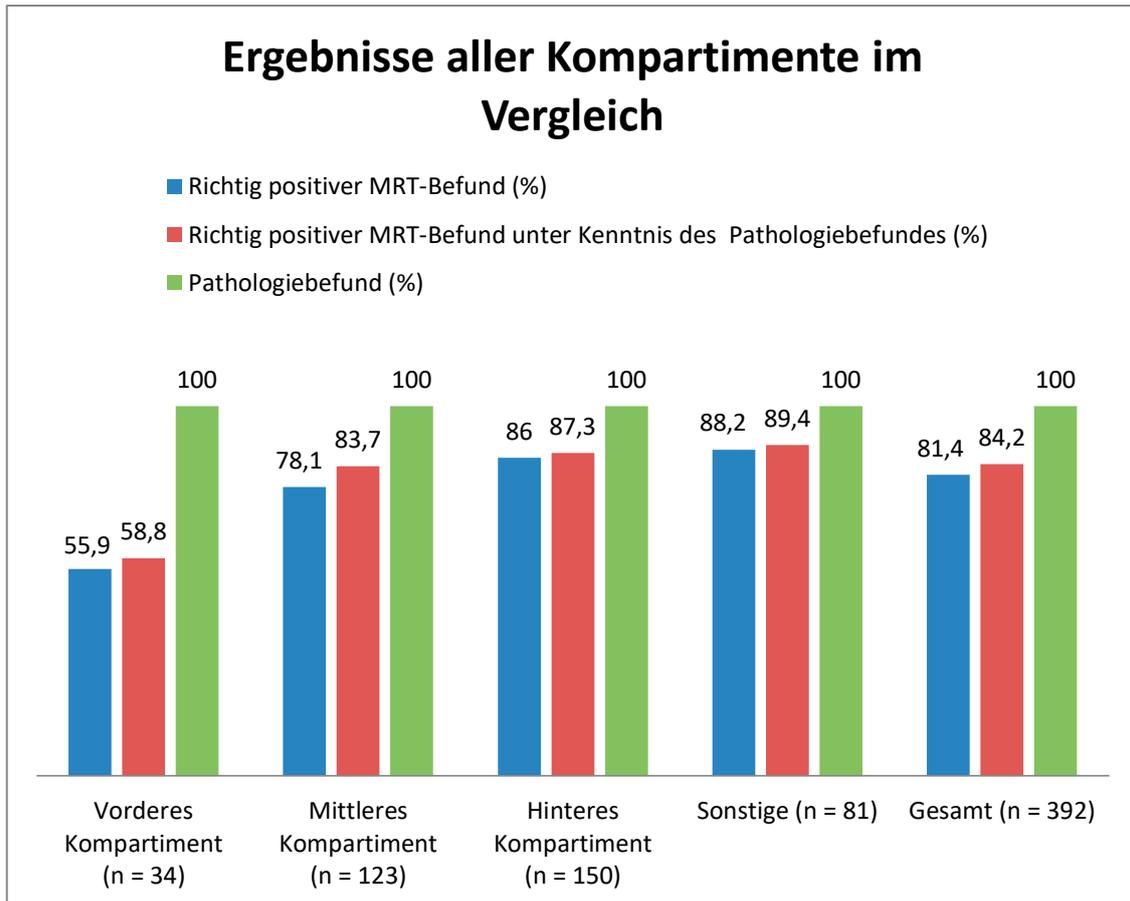


Abbildung 29: Ergebnisse aller Kompartimente: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard.

Angegeben in %, bezogen auf die verschiedenen Lokalisationen. Der Buchstabe "n" gibt die Anzahl an Befunden an der jeweiligen Lokalisation an.

Insgesamt konnten im vorderen Kompartiment bei einer durchschnittlichen Größe von 1,8 cm 55,9 % der Endometrioseherde detektiert werden, unter Kenntnis des Operationsberichtes konnten 58,8 % im MRT gesehen werden. Im mittleren Kompartiment wurden ohne Berücksichtigung der Adenomyose-Befunde 83,7 % und nach Mitteilung des Operations- und Pathologieberichtes 90,2 % der Herde bei einer durchschnittlichen Größe von 3,4 cm im MRT diagnostiziert.

Unter Ausschluss der Obliteration des Douglasraumes konnten im hinteren Kompartiment 80,2 % bzw. nach Kenntnis des histopathologischen Ergebnisses 82,3 % der Endometriosebefunde, die im Durchschnitt 2,2 cm maßen, im MRT dargestellt werden. Bei den sonstigen Befunden konnten die Adhäsionen bei der Größenermittlung der Befunde nicht berücksichtigt werden. Von den restlichen 13 Befunden wurden nur vier bzw. fünf unter Kenntnis der histopathologischen Diagnose erkannt (30,8 % bzw. 38,5 %). Diese hatten eine durchschnittliche Größe von 1,3 cm (siehe Abb. 30).

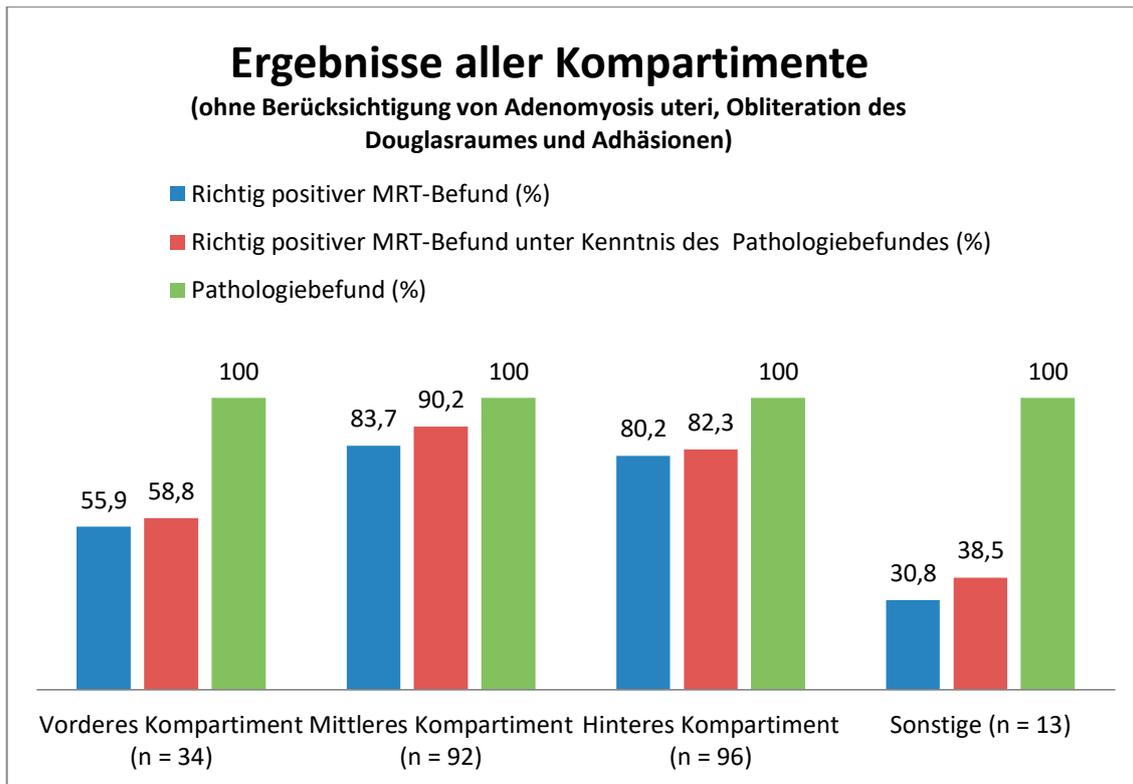


Abbildung 30: Ergebnisse aller Kompartimente ohne Berücksichtigung von Adenomyosis uteri, Obliteration des Douglasraumes und Adhäsionen bezogen auf Befunde aller Größen: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard. Angegeben in %, bezogen auf die verschiedenen Lokalisationen. Der Buchstabe "n" gibt die Anzahl an Befunden an der jeweiligen Lokalisation an. Bei den Befunden Adenomyose, Obliteration des Douglasraumes und Adhäsionen fand keine Größenmessung statt.

Bei den Befunden mit einer Größe ≥ 5 mm konnten im vorderen Kompartiment bei einer durchschnittlichen Größe von 1,9 cm 53,3 % der Endometrioseherde im MRT erkannt werden, nach Mitteilung des Pathologieergebnisses waren es 56,7 %. Im mittleren Kompartiment wurden 85,3 % bzw. nach Kenntnis des Operationsberichtes 93,3 % der Pathologien bei einer mittleren Größe von 3,5 cm im MRT detektiert. 80 % bzw. 82,5 % der Befunde im hinteren Kompartiment, welche eine durchschnittliche Größe von 2,4 cm aufwiesen, wurden im MRT richtig diagnostiziert. Bei den sonstigen Befunden konnten bei einer mittleren Größe von 1,7 cm 12,5% und in Kenntnis des Operationsberichtes 25 % der Endometrioseherde mittels Bildgebung detektiert werden. Insgesamt betrug die durchschnittliche Größe bei den Befunden ≥ 5 mm 2,7 cm. Es wurden 75,1 % bzw. 80,3 % der Läsionen im MRT erkannt (siehe Abb. 31).

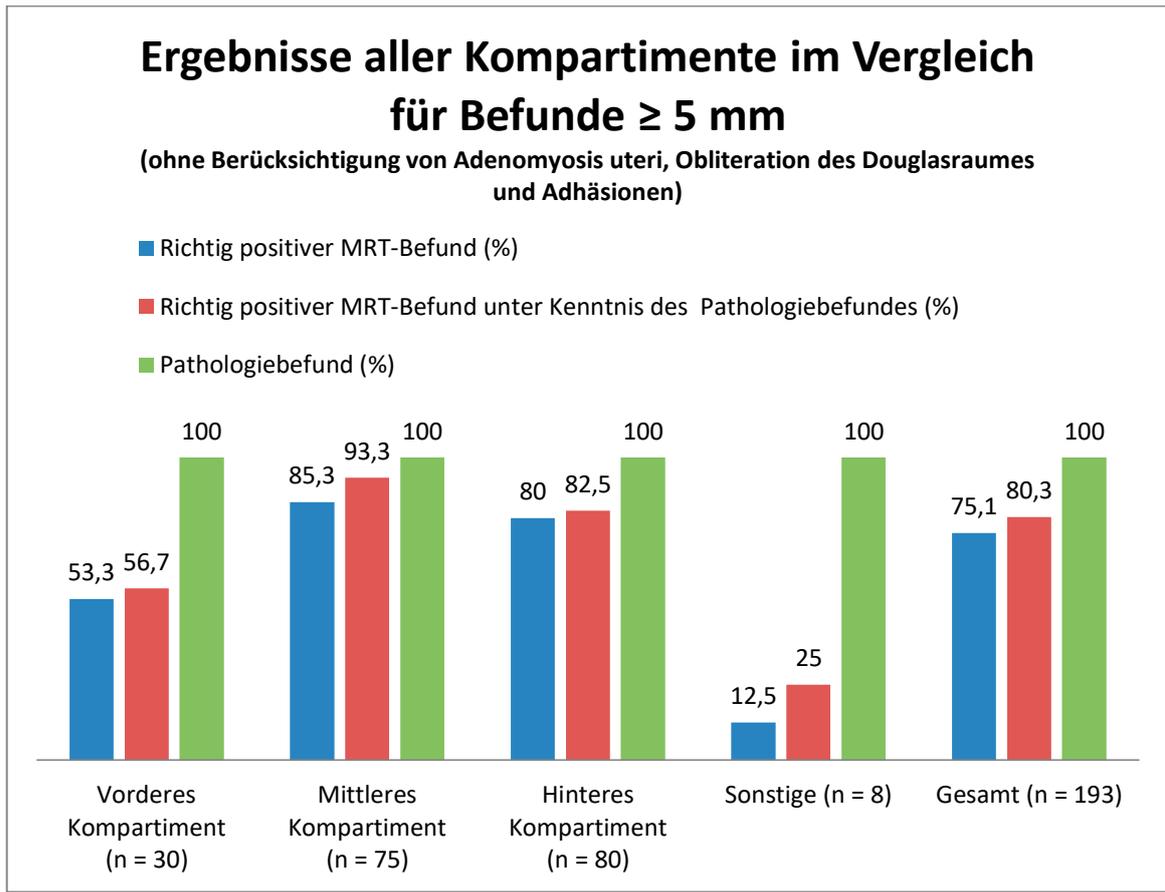


Abbildung 31: Ergebnisse aller Kompartimente ohne Berücksichtigung von Adenomyosis uteri, Obliteration des Douglasraumes und Adhäsionen bezogen auf Befunde ≥ 5 mm: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard. Angegeben in %, bezogen auf die verschiedenen Lokalisationen. Der Buchstabe "n" gibt die Anzahl an Befunden an der jeweiligen Lokalisation an. Bei den Befunden Adenomyose, Obliteration des Douglasraumes und Adhäsionen fand keine Größenmessung statt.

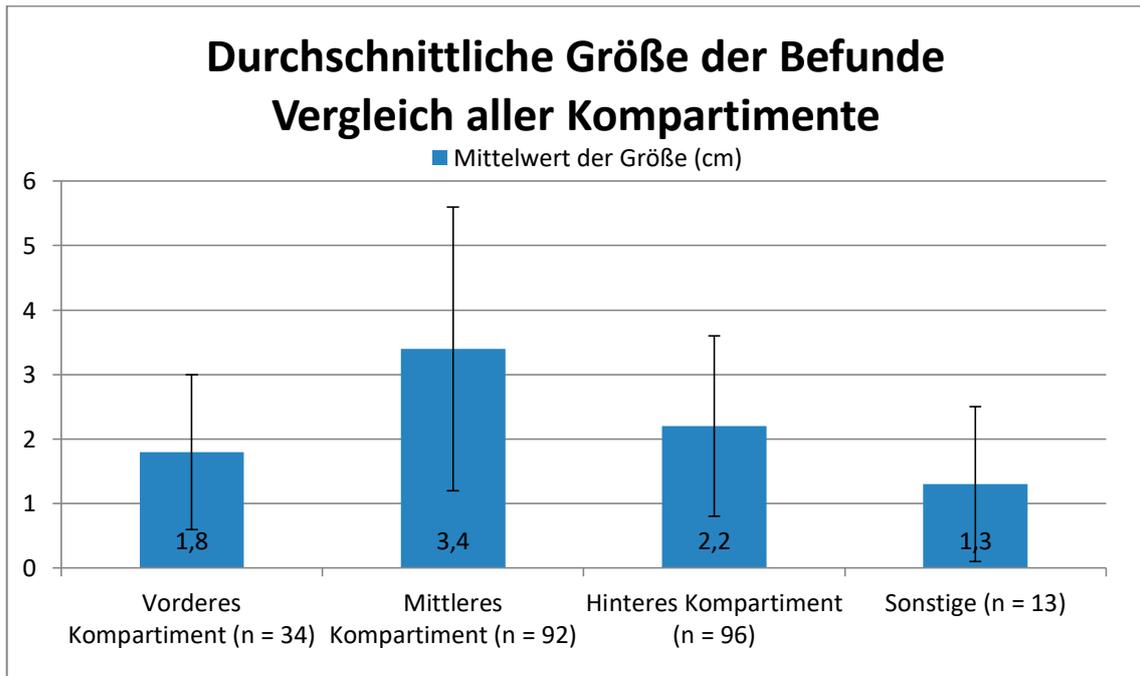


Abbildung 32: Mittelwert und Standardabweichung der Größen aller berücksichtigten Befunde bezogen auf jeweils ein Kompartiment.

Anzahl der berücksichtigten Befunde wird mit "n" gekennzeichnet.

Tabelle 40: Überblick über die Anzahl an Patientinnen sowie Befunden, den Anteil richtig positiver operativer Befunde sowie richtig positiver MRT-Befunde ohne und mit Kenntnis des Pathologiebefundes bezogen auf die jeweilige Lokalisation. Lig. = Ligamentum, USL = uterosakrale Ligamente

Lokalisation	Patienten	%	Befunde	%	OP	%	MRT	%	MRT unter Kenntnis	%
Vorderes Kompartiment										
Blase	24	20	24	6,1	24	100	13	54,2	14	58,3
Befunde ≥ 5mm	22	18,3	22	5,6	22	100	12	54,5	13	59,1
Befunde < 5 mm	1	0,8	1	0,3	1	100	0	0	0	0
Befunde unbekannter Größe	1	0,8	1	0,3	1	100	1	100		
Ureter	5	4,2	5	1,3	5	100	2	40	2	40
Befunde ≥ 5mm	4	3,3	4	1,0	4	100	1	25	1	25
Befunde unbekannter Größe	1	0,8	1	0,3	1	100	1	100		
Uterusvorderwand	5	4,2	5	1,3	5	100	4	80	4	80
Befunde ≥ 5mm	4	3,3	4	1,0	4	100	3	75	3	75
Befunde unbekannter Größe	1	0,8	1	0,3	1	100	1	100		

Gesamt	30	25,0	34	8,7	34	100	19	55,9	20	58,8
Befunde ≥ 5mm	27	22,5	30	7,7	30	100	16	53,3	17	56,7
Befunde < 5 mm	1	0,8	1	0,3	1	100	0	0	0	0
Befunde unbekannter Größe	2	1,7	3	0,8	3	100	3	100		
Mittleres Kompartiment										
Vagina	4	3,3	4	1,0	4	100	3	75	3	75
Befunde ≥ 5mm	3	2,5	3	0,8	3	100	3	100	3	100
Befunde unbekannter Größe	1	0,8	1	0,3	1	100	0	0	0	0
Uterus	31	25,8	31	7,9	25	80,7	19	61,3	20	64,5
Ovarien	54	45,0	69	17,6	67	97,1	57	82,6	61	88,4
Befunde ≥ 5mm	48	40,0	61	15,6	59	96,7	52	85,2	56	91,8
Befunde < 5 mm	2	1,7	2	0,5	2	100	0	0	0	0
Befunde unbekannter Größe	4	3,3	6	1,5	6	100	5	83,3	5	83,3
Lig. teres uteri	8	6,7	9	2,3	9	100	9	100		
Befunde ≥ 5mm	4	3,3	4	1,0	4	100	4	100		
Befunde < 5 mm	1	0,8	1	0,3	1	100	1	100		
Befunde unbekannter Größe	3	2,5	4	1	4	100	4	100		

Tuben	7	5,8	10	2,6	10	100	8	80	10	100
Befunde ≥ 5mm	6	5,0	7	1,8	7	100	5	71,4	7	100
Befunde unbekannter Größe	2	1,7	3	0,8	3	100	3	100		
Gesamt	80	66,7	123	31,4	115	93,5	96	78,1	103	83,7
Befunde ≥ 5mm	57	47,5	75	19,1	73	97,3	64	85,3	70	93,3
Befunde < 5 mm	3	2,5	3	0,8	3	100	1	33,3	1	33,3
Befunde unbekannter Größe	6	5,0	14	3,6	14	100	12	85,7	12	85,7
Hinteres Kompartiment										
Douglas	18	15,0	19	4,9	19	100	16	84,2	16	84,2
Befunde ≥ 5mm	15	12,5	16	4,1	16	100	14	87,5	14	87,5
Befunde < 5 mm	2	1,7	2	0,5	2	100	1	50	1	50
Befunde unbekannter Größe	1	0,8	1	0,3	1	100	1	100		
USL	31	25,8	36	9,2	36	100	24	66,7	24	66,7
Befunde ≥ 5mm	26	21,7	29	4,8	29	100	19	65,5	19	65,5
Befunde < 5 mm	2	1,7	2	0,5	2	100	0	0	0	0
Befunde unbekannter Größe	4	3,3	5	1,3	5	100	5	100		

Intestinal	41	34,2	41	10,5	41	100	37	90,2	39	95,1
Befunde ≥ 5mm	35	29,2	35	8,9	35	100	31	88,6	33	94,3
Befunde < 5 mm	1	0,8	1	0,3	1	100	1	100		
Befunde unbekannter Größe	5	4,2	5	1,3	5	100	5	100		
Obliteration	54	45,0	54	13,8	54	100	52	96,3	52	96,3
Gesamt	89	74,2	150	38,3	150	100	129	86	131	87,3
Befunde ≥ 5mm	63	52,5	80	20,4	80	100	64	80	66	82,5
Befunde < 5 mm	5	4,2	5	1,3	5	100	2	40	2	40
Befunde unbekannter Größe	10	8,3	11	2,8	11	100	11	100		
Sonstige										
Adhäsionen	72	60	72	18,4	72	100	71	98,6	71	98,6
Beckenwand	6	5,0	6	1,5	6	100	2	33,3	3	50
Befunde ≥ 5mm	5	4,2	5	1,3	5	100	1	20	2	40
Befunde unbekannter Größe	1	0,8	1	0,3	1	100	1	100		
Peritoneum	6	5,0	6	1,5	6	100	2	33,3	2	33,3
Befunde ≥ 5mm	2	1,7	2	0,5	2	100	0	0	0	0
Befunde < 5 mm	3	2,5	3	0,8	3	100	1	33,3	1	33,3

Befunde unbekannter Größe	1	0,8	1	0,3	1	100	1	100	1	100		
Bauchdecke	1	0,8	1	0,3	1	100	0	0	0	0	0	0
Gesamt	81	67,5	85	21,7	85	100	75	88,2	76	89,4		
Befunde ≥ 5mm	8	6,7	8	2,0	8	100	1	12,5	2	25		
Befunde < 5 mm	3	2,5	3	0,8	3	100	1	33,3	1	33,3		
Befunde unbekannter Größe	2	1,7	2	0,5	2	100	2	100				
Insgesamt	120	392	384	98	319	81,4	330	84,2				
Befunde ≥ 5mm	97	80,8	193	49,2	191	99	145	75,1	155	80,3		
Befunde < 5 mm	3	2,5	12	3,1	12	100	4	33,3	4	33,3		
Befunde unbekannter Größe	5	4,2	30	7,7	30	100	28	93,3	28	93,3		

5. Diskussion

5.1 Diskussion der Ergebnisse

Ziel dieser Studie war es, den Stellenwert des MRT in der Endometriosedagnostik zu bewerten. Dafür wurden MRT-Aufnahmen einer großen Patientenpopulation beurteilt und mit den Ergebnissen des Operateurs und des Pathologen verglichen. Auf diese Weise wurden im Durchschnitt 8 von 10 Endometrioseherden erkannt, sodass die Magnetresonanztomographie als durchaus gut geeignetes bildgebendes Verfahren in der Endometriosedagnostik bezeichnet werden kann, dessen Treffsicherheit zunächst vom betroffenen Kompartiment im kleinen Becken abhängig zu sein scheint.

Vermutlich ist die Lage des Endometrioseherdes aber nur begrenzt ausschlaggebend, da abhängig von der Lage unterschiedlich große Herde zu finden sind und letzten Endes die Größe vielmehr das entscheidende Kriterium für die Treffsicherheit des MRT sein dürfte.

Es wurden insgesamt 131 Patientinnen mit einem durchschnittlichen Alter von $35 \pm 8,1$ Jahren eingeschlossen. Damit wies die Stichprobe eine ähnliche Altersverteilung auf wie in anderen Studien zur Endometriosedagnostik im MRT (Medeiros et al. 2015).

Zunächst werden die am vorderen Kompartiment erzielten Ergebnisse diskutiert und mit den Ergebnissen aus der Literatur in Relation gesetzt. Dabei ist die Unterscheidung zwischen der tief infiltrierenden Endometriose sowie der oberflächlichen Endometriose wichtig. Viele Studien beziehen sich ausschließlich auf die Erstere, sodass hier nur Resultate für Befunde von mindestens 5 mm Ausmaß stichhaltig verglichen werden können.

Mit einer Prävalenz von ca. 2 - 6 % ist die Blase keine häufige Lokalisation der Endometriose (Hottat et al. 2009, Del Frate et al. 2006). Auch in der vorliegenden Studie waren lediglich 24 der insgesamt 392 Befunde an der Harnblase lokalisiert, das entspricht 6,1 % und somit den in der Literatur angegebenen Häufigkeiten.

Im Gegensatz dazu konnten in dieser Studie bei der Diagnose der Blasenendometriose im MRT weniger gute Ergebnisse erzielt werden als in der Literatur beschrieben werden.

Während in der vorliegenden Studie eine Sensitivität des MRT von 54,5 % für die tief infiltrierende Endometriose ermittelt werden konnte, beschrieb Medeiros in einem Übersichtsartikel, in dem insgesamt 20 Studien zur Diagnostik der tief infiltrierenden Endometriose im MRT eingeschlossen wurden, eine durchschnittliche Sensitivität von 64 % für diese Lokalisation (Medeiros et al. 2015).

Auffällig ist jedoch, dass bei Betrachtung der einzelnen Studien sehr unterschiedliche Ergebnisse erzielt werden. In Chamiés Arbeit von 2009 wurden lediglich 3 der 13 Endometrioseherde der Blase im MRT erkannt, es ergab sich eine Sensitivität von 23,1 % (Chamié et al. 2009). Bazot erhielt dagegen 2004 eine Sensitivität von 87%, 14 von 16 Befunden der Blasenendometriose wurden im MRT erkannt (Bazot et al. 2004). Die neuesten Studien von Thomeer et al. und Scardapane et al. dokumentieren eine Sensitivität des MRT von 65% sowie 67%, wobei Thomeer in seiner Studie 3-Tesla-MRT-Geräte zur Bildakquisition nutzte (Scardapane et al. 2013, Thomeer et al. 2014).

Insgesamt muss jedoch beim Vergleich der Ergebnisse der verschiedenen Studien berücksichtigt werden, wie unterschiedlich und zum Teil sehr niedrig die Fallzahlen der an Blasenendometriose erkrankten Patientinnen waren. Zusätzlich kann die unterschiedliche Größe der untersuchten Herde mitverantwortlich für die unterschiedlichen Ergebnisse sein (s. u.).

In der vorliegenden Untersuchung war bei 24 Patientinnen eine Blasenendometriose histologisch nachweisbar. Die in der Literatur angegebenen Fallzahlen der Blasenendometriose umfassen hingegen maximal 16 Befunde (Bazot et al. 2004), bei der Studie von Hottat betrug die Zahl der Befunde lediglich zwei (Hottat et al. 2009). Es sind weiterführende Untersuchungen mit höheren Fallzahlen notwendig, um genauere Erkenntnisse über die Möglichkeiten des MRT hinsichtlich dieser Lokalisation zu erlangen.

Eine Limitation des vorliegenden Studiendesigns, die Ursache für die abweichenden Ergebnisse sein kann, ist der Verzicht auf eine optimale Füllung der Harnblase zum Zeitpunkt der MRT-Untersuchung. Eine Vorgehensweise wie bei der Studie von Krüger, bei der die Patientinnen eine Stunde vor der Untersuchung aufgefordert wurden, ihre Blase zu entleeren und einen Liter Wasser zu trinken mit dem Verzicht auf einen weiteren Toilettengang vor der MRT-Aufnahme, erscheint empfehlenswert. Der Urin wirkt als Kontrastmittel und erleichtert die Beurteilung der Blasenwand; eine Verdickung oder Unregelmäßigkeit kann so besser differenziert werden als bei fehlender Füllung der Blase. In dieser Studie konnten 17 von 21 Endometrioseherden der Harnblase im MRT erkannt werden (Krüger et al. 2013).

Eine weitere mögliche Ursache für die niedrige Sensitivität des MRT mag die Größe der Herde im Bereich der Harnblase darstellen, welche im Vergleich zu Endometrioseläsionen im mittleren Kompartiment mit durchschnittlich 3,4 cm und solchen im hinteren Kompartiment mit einer Größe von 2,2 cm lediglich einen mittleren Umfang von 1,8 cm zeigten. Zu den mittleren Größen von Endometrioseläsionen findet man in der Literatur wenige Angaben. Kinkel et al. beschrieben 1999 eine durchschnittliche Größe von 2,6 cm bei Läsionen an der Harnblase, welche größer waren als Läsionen der uterosakralen Ligamente und des Darms, die in ihrer Studie einen mittleren Durchmesser von 1,5 cm aufwiesen. Diese Ergebnisse stehen im Gegensatz zu den Resultaten der vorliegenden Studie, jedoch muss bei Kinkel der geringe Stichprobenumfang von insgesamt 20 Patientinnen und lediglich sieben Endometrioseläsionen im Bereich der Harnblase berücksichtigt werden (Kinkel et al. 1999).

Ebenso zeigten sich in der Studie von Bazot et al. 2004 2 bis 4 cm messende Befunde als charakteristisch für die Blasenendometriose, also ein durchschnittlich deutlich größerer Herd als in der vorliegenden Untersuchung beobachtet wurde, ein möglicher Grund für die unterschiedliche Sensitivität des MRT von 88 % in der Studie von Bazot (Bazot et al. 2004) und 54,5 % in der vorliegenden Studie.

Die Spezifität dagegen ist mit 99,1 % für die Blasenendometriose ähnlich hoch wie bei anderen Studien, die Werte zwischen 94 und 100% ermittelten (Bazot et al. 2004, Krüger et al. 2013, Medeiros et al. 2015).

Der Ureter ist der am zweithäufigsten von der Endometriose betroffene Anteil des Harnapparates, insgesamt ist diese Lokalisation mit einer Inzidenz von 0,1 - 1 % jedoch sehr selten (Maccagnano et al. 2013). Auch in der vorliegenden Studie waren lediglich 5 der 392 Befunde in diesem Bereich lokalisiert (1,3 %), welche alle mit einer Größe ≥ 5 mm der tief infiltrierenden Endometriose zuzuordnen waren.

Bei zwei Patientinnen stellte sich ein in T2 und T1 hypointenser Knoten im Bereich des Ureters dar, welcher intraoperativ reseziert und vom Pathologen als Endometriose klassifiziert wurde. Bei den restlichen drei Patientinnen waren im MRT auch unter Kenntnis des Operationsberichtes, nach welchem bis zu 4 cm messende Knoten reseziert wurden, keine Veränderungen in dieser Lokalisation auszumachen. Der Durchmesser der Ureters beträgt im Durchschnitt lediglich 4 - 5 mm, sodass allein aufgrund der Auflösung des MRT in der Diagnostik in diesem Bereich Grenzen gesetzt sind (Novellas et al. 2010). Auch Chamié konnte lediglich 4 von 8 Endometrioseherden im Bereich des Ureters mithilfe des MRT diagnostizieren (Chamié et al. 2009); in Scardapanes Studie waren es

3 von 4 Herden, die im MRT gesehen wurden (Scardapane et al. 2013). Die geringe Fallzahl macht eine eindeutige Aussage über die Möglichkeiten des MRT in dieser Region schwierig. Dennoch wird auch bei Verdacht auf Endometriose der harnableitenden Wege durchaus ein MRT zur Diagnostik empfohlen, da es den Vorteil der Darstellung des gesamten Harntraktes innerhalb einer Untersuchung bietet (Maccagnano et al. 2013).

Der Bereich der Uterusvorderwand wird bei den meisten Autoren nicht als gesonderter Bezirk im vorderen Kompartiment unterschieden. In der vorliegenden Studie zeigte sich lediglich bei 5 der 120 Patientinnen ein dort lokalisierter Befund. Im MRT war bei 4 der 5 Patientinnen ein 0,8 bis 2 cm messender, in T1 und T2 hypointenser Knoten sichtbar, der im Bereich der Uterusvorderwand lokalisiert war und vom Pathologen als Endometriose klassifiziert wurde. Lediglich bei einer Patientin konnte die intraoperativ beschriebene 1,2 cm messende Verdickung dieses Bereiches im MRT nicht nachvollzogen werden. Eine gesonderte Einteilung erschien sinnvoll, da die Herde intraoperativ als der Uteruswand aufsitzend beschrieben wurden und daher nicht als Blasenendometriose oder Adenomyose klassifiziert werden konnten.

In den meisten anderen Studien zur Endometriosedagnostik erfolgte keine Trennung und gesonderte Betrachtung der einzelnen Kompartimente, sondern eine Auflistung der Ergebnisse der einzelnen Lokalisationen. Ferner werden für das vordere Kompartiment in den meisten Studien nur Ergebnisse zur Blasenendometriose genannt, während kaum Zahlen zur Endometriosedagnostik von Herden des Ureters oder der Uterusvorderwand im MRT publiziert wurden. Insgesamt ist das vordere Kompartiment nicht nur in dieser Stichprobe mit insgesamt 8,7 % der Befunde (34 von 392) das Kompartiment, welches am seltensten von Endometriose betroffen ist.

Die häufigste Lokalisation der Endometriose im mittleren Kompartiment betrifft die Ovarien, wo 69 von 392 Befunden bei 54 Patientinnen anzutreffen waren. Somit waren mit 45 % fast die Hälfte der untersuchten Patientinnen von dieser Form der Endometriose betroffen, häufiger waren lediglich Adhäsionen, welche bei 60 % nachweisbar waren. Entsprechend hohe Prävalenzen findet man auch in anderen Studien wie z.B. bei Krüger 2013; hier waren knapp 53 % der Patientinnen betroffen (Krüger et al. 2013), in einer anderen Studie sogar alle Patientinnen (Zanardi et al. 2003).

In der Literatur zeichnet sich ein ziemlich heterogenes Bild bezüglich der Möglichkeiten des MRT in der korrekten Diagnose von Ovarialendometriose ab. Während einige Studien Sensitivitäten von rund 90 % bis 100 % erreichten (Zanardi et al. 2003, Togashi

et al. 1991), kann in anderen Studien lediglich eine geringere Sensitivität mit Werten zwischen 75 % bis maximal 89 % erreicht werden (Kataoka et al. 2005, Saba et al. 2011, Krüger et al. 2013). Diese Studie bestätigt letztere Publikationen und zeigt mit einer Sensitivität von 83,3 % bzw. 87,5 % für die tief infiltrierende Endometriose, dass mithilfe des MRT ein Großteil der Ovarialzysten im MRT gesehen werden, jedoch weiterhin jede fünfte Frau der Bildgebung entgeht.

Mögliche Ursache dafür kann, zumindest in der vorliegenden Studie, die Größe der Zysten gewesen sein. 5 von 12 Ovarialzysten (41,7 %), die im MRT nicht gesehen wurden, waren unter 1 cm groß, während bei den 57 erkannten Endometriosezysten lediglich drei weniger als 1 cm maßen (5,3 %). Keine der beiden oberflächlichen ovariellen Endometrioseläsionen < 5 mm konnte im MRT gesehen werden. Ein zweiter möglicher Grund ist die Länge des Intervalls zwischen MRT-Untersuchung und Operation. 5 der 12 nicht detektierbaren Herde maßen mehr als 2 cm, sollten also im MRT sichtbar sein. Bei vier davon fällt ein außergewöhnlich langes Intervall zwischen Bildgebung und Eingriff von 96 bis zu 112 Tagen auf. In diesem Zeitraum können die Zysten gewachsen sein und sich stark verändert haben. Ein MRT wenige Tage vor der Operation erscheint somit sinnvoll und kann möglicherweise helfen, falsch negative Befunde im MRT zu vermeiden.

Des Weiteren sind Zysten an den Ovarien sehr häufige Befunde bei Frauen im geschlechtsreifen Alter. Trotz mittlerweile sehr guter Bildqualität kann es mitunter schwierig werden, Endometriosezysten von funktionellen Zysten zu unterscheiden.

Zwar gibt es feste Kriterien zur Unterscheidung dieser beiden Zystenarten, welche in den meisten Fällen auch die Diagnose ermöglichen, jedoch gibt es auch Abweichungen vom charakteristischen Signalverhalten, welche dem Radiologen eine eindeutige Diagnose erschweren. Typischerweise stellen sich Endometriosezysten an den Ovarien wie in Abbildung 8, Seite 41 dar: Sie sind hyperintens in T1 und hypointens in T2. Bei der betroffenen Patientin konnte auf diese Weise mithilfe der Bildgebung eine Endometriose diagnostiziert werden. Funktionelle Zysten hingegen sind hyperintens in T2 und meist hypointens in T1; ein Beispiel dafür zeigt Abbildung 7, Seite 41: Anhand des Signalcharakters kann man erkennen, dass es sich hierbei um Follikelzysten und keine Endometriosezysten handelt. Eingeblutete Follikelzysten können jedoch im MRT das gleiche Signalverhalten wie Endometriosezysten zeigen; in der vorliegenden Studie wurden deshalb bei 15 Patientinnen falsch positive Ergebnisse erzielt, wodurch die Spezifität und der positive prädiktive Wert des MRT an dieser Lokalisation mit 80,5 % und

75 % bzw. 73,7 % für die tief infiltrierende Endometriose die beiden niedrigsten Werte in dieser Studie zeigten. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam auch Krüger: in seiner Studie betrug die Spezifität für das MRT 73,6 % und der PPV 78,4 % (Krüger et al. 2013). Endometrioseherde im Bereich der Vagina sind insgesamt eher selten zu finden. In der vorliegenden Stichprobe wiesen lediglich vier Patientinnen jeweils einen Herd im Bereich der Vagina auf, welcher bei drei Patientinnen im MRT erkannt wurde, woraus sich eine Sensitivität von 75 % errechnete. Anhand der geringen Fallzahl – es waren lediglich 3 % der Patientinnen betroffen – fällt es schwer, eine Aussage über die Möglichkeiten der MRT-Diagnostik hinsichtlich dieser Lokalisation zu treffen. Scardapane et al. hatten unter 119 Patientinnen lediglich eine mit Vaginalendometriose, die im MRT erkannt wurde (Scardapane et al. 2013). Bazot fand 2004 bei 21 von 195 Patientinnen Endometrioseherde im Bereich der Vagina, von denen 16 im MRT erkannt wurden. Dies entsprach einer Sensitivität von 76,2 % (Bazot et al. 2004). Dieses Ergebnis konnte er in einer weiteren Studie 2007 bestätigen, in der 21 von 27 Endometrioseherden mittels MRT diagnostiziert wurden, woraus sich eine Sensitivität von 77,19 % ergab (Bazot et al. 2007). Trotz der geringen Patientinnenzahl mit vaginaler Endometriose in der vorliegenden Studie scheint eine Sensitivität von um 75 % für die Diagnose der Endometriose in dieser Lokalisation durchaus realistisch zu sein.

Bei 8 von 120 Patientinnen (6,7 %) wurden intraoperativ Endometrioseläsionen im Bereich des Ligamentum teres uteri gefunden. In der Literatur sind nur wenige Studien zur Endometriose in dieser Lokalisation zu finden; während die meisten Autoren von einer sehr kleinen Prävalenz von 0,3 - 0,6 % der Endometriosepatientinnen ausgeht, wurde in einer aktuellen Studie eine Prävalenz von 14 % gefunden (Gui et al. 2014). Diese Lokalisation ist auch deshalb problematisch, weil häufig kaum charakteristische Symptome vorliegen. Falls präoperativ kein Anhalt für Endometriose in diesem Bereich vorliegt, können intraoperativ leicht Läsionen der Ligamente übersehen werden. In der vorliegenden Studie wurden 9 der 9 Endometrioseherde entdeckt; bei diesen Patientinnen waren im MRT eine Verdickung der Ligamente (vgl. Abb. 10, Seite 43) und zum Teil Knoten innerhalb der Ligamente sichtbar, wodurch die richtige Diagnose gestellt werden konnte. In drei Fällen wurde eine Verdickung im Bereich der Ligamente gesehen, ohne dass dies intraoperativ bestätigt werden konnte. Das MRT scheint also recht sensitiv, jedoch weniger spezifisch bei der Diagnose in dieser Lokalisation zu sein. Es fehlen allerdings vergleichbare Ergebnisse aus der Literatur, sodass bei einer so geringen Fallzahl kaum eine sichere Aussage gelingen kann.

10 von 392 Endometriosebefunden waren im Bereich der Tuben lokalisiert. Davon konnten acht während der ersten Durchsicht der MRT-Bilder erkannt werden. Unter Kenntnis des Operationsberichtes konnten alle Herde in diesem Bereich detektiert werden. Dennoch verhält es sich hier ähnlich wie bei der Endometriose der Ligamenta teres uteri – es gibt keine vergleichbaren Zahlen in der Literatur und aufgrund der geringen Anzahl an Patientinnen fällt es schwer, eine Aussage zu treffen. Im Gegensatz zu den vorliegenden Ergebnissen wird in vielen Arbeiten zur Endometriosedagnostik im MRT darauf hingewiesen, dass Befunde in dieser Lokalisation besonders schwierig in der Bildgebung zu diagnostizieren sind (Hauth et al. 2005, Umara und Olliff 2001). Auffällig ist, dass die Endometrioseläsionen im Bereich der Tuben in der vorliegenden Studie im Durchschnitt 3,9 cm maßen und zusätzlich keiner der Herde weniger als 5 mm aufwies, was möglicherweise eine Ursache für die hohe Treffsicherheit des MRT darstellt. Auch bezüglich der Größe solcher Herde fehlen vergleichbare Werte in der Literatur.

Da in Studien bereits eine Korrelation zwischen der tief infiltrierenden Endometriose und der Adenomyose beobachtet wurde (Krüger et al. 2013) und ferner eine ähnliche Pathologie der beiden Krankheitsentitäten besteht, wurde letztere in die Studie eingeschlossen.

Bei 31 der 120 Patientinnen (25,8 %) wurde histopathologisch eine Adenomyose diagnostiziert. Dieses Ergebnis ist vergleichbar mit einer anderen Studie zur Prävalenz der Adenomyose mit 1618 Patientinnen, von denen 21,8 % an einer Adenomyose erkrankt waren. In der Literatur finden sich zwar häufig höhere Zahlen für die Erkrankungshäufigkeit von bis zu 48 %, jedoch wurden in diese Studien Patientinnen eingeschlossen, die aufgrund auffälliger Befunde am Uterus hysterektomiert wurden, sodass die Prävalenz möglicherweise überschätzt wurde (Di Donato et al. 2014).

In der vorliegenden Studie wiesen 25 der 31 Patientinnen mit Adenomyose weitere Endometriosemanifestationen auf. Dies bestätigt die Ergebnisse von Di Donato, der feststellte, dass Patientinnen mit tief infiltrierender Endometriose ein höheres Risiko haben, an einer Adenomyosis uteri zu erkranken (Di Donato et al. 2014).

Intraoperativ konnte bei 25 der 31 Patientinnen die Diagnose einer Adenomyose gestellt werden. Allerdings kann der makroskopische Aspekt des Uterus bei dieser Erkrankung auch völlig unauffällig sein, sodass die Diagnose nicht selten erst durch den Pathologen gestellt wird.

Die Adenomyosis uteri war im MRT in 19 von 31 Fällen sichtbar, die Sensitivität von 61,3 % liegt etwas unterhalb der in der Literatur angegebenen Werte von 70- 86 % Hin-

gegen weist die Spezifität mit 96 % einen etwas höheren Wert auf als in anderen Publikationen angegebene 86 - 92 %, positiver und negativer prädiktiver Wert sind vergleichbar mit bereits publizierten Werten, die zwischen 65 - 84 % und 89 - 95 % liegen (Krüger et al. 2011).

Eine Limitation dieser Studie ist sicherlich, dass nicht bei allen Patientinnen eine histopathologische Untersuchung des Uterus durchgeführt wurde, da bei fehlender Symptomatik und einem unauffälligen makroskopischen Aspekt des Uterus keine Hysterektomie erfolgte, sodass möglicherweise erkrankte Patientinnen fälschlicherweise als gesund bezeichnet wurden. Dies könnte zu einer Unterschätzung der Prävalenz und Überschätzung der Treffsicherheit des MRT in der Diagnostik dieser Erkrankung geführt haben.

Bei der Reevaluation der MRT-Bilder unter Kenntnis der histopathologischen Beurteilung konnte lediglich eine weitere Patientin diagnostiziert werden, bei den restlichen elf Patientinnen war dies nicht möglich, da die Adenomyose-Kriterien nicht erfüllt wurden: Der Uterus war weder vergrößert, noch fiel eine Verbreiterung der junktionalen Zone auf über 12 mm auf.

Das hintere Kompartiment stellte mit ungefähr 38 % der Befunde das am häufigsten betroffene Kompartiment dar, wenngleich das mittlere mit 31 % der Befunde ähnlich häufig Manifestationsort der Endometriose war.

Berücksichtigt man nur Befunde der tief infiltrierenden Endometriose ≥ 5 mm sind mittleres und hinteres Kompartiment ähnlich häufig betroffen.

Klammert man die Adenomyose als Befund aus, sind lediglich knapp 23 % der Befunde im mittleren Kompartiment lokalisiert – das hintere Kompartiment ist nun am häufigsten von der Endometriose betroffen. Diese Häufigkeitsverteilung findet sich in der Literatur wieder (Bazot et al. 2011b, Grasso et al. 2010, Medeiros et al. 2015, Scardapane et al. 2013).

Im Bereich des Douglasraumes konnten in dieser Studie zwei unterschiedliche Befunde erhoben werden. Zum einen wurden bei einigen Patientinnen Endometrioseherde meistens in Form von in T2 hypointensen Knoten gefunden, zum anderen gab es den Befund der Obliteration des Douglasraumes. Diese beiden Formen bezeichneten Takeuchi et al. auch als "Rektovaginale Endometriose" (RVE) (Takeuchi et al. 2005).

Der Douglasraum wird von der Uterushinterwand, dem hinteren Fornix vaginae und dem Rektum begrenzt. Läsionen der rektovaginalen Septums wurden entweder zur Lokalisation Vagina oder Rektum gezählt.

Endometrioseherde im Bereich des Douglasraumes machten mit 4,9 % einen geringen Anteil aller Befunde und ebenso den kleinsten Anteil an Befunden im hinteren Kompartiment aus.

In der vorliegenden Studie wurden 16 der 18 Herde in diesem Bereich im MRT korrekt diagnostiziert. Ähnliche, wenngleich etwas bessere Ergebnisse erzielte Takeuchi 2005, als 16 von 17 Endometrioseläsionen im MRT detektiert wurden und somit eine Sensitivität von 94,1 % erreicht werden konnte. In seiner Studie wurde Ultraschallgel in Vagina und Rektum injiziert, um die Beurteilbarkeit der Strukturen des Douglasraumes zu verbessern (Takeuchi et al. 2005). Möglicherweise ist diese Vorgehensweise der Grund für die niedrigere Sensitivität von 83,3 % in der vorliegenden Studie.

Allerdings bezieht sich Takeuchi lediglich auf die tief infiltrierende Endometriose, für die auch in unserer Studie in diesem Bereich eine höhere Sensitivität von 86,7 % nachzuweisen war. In der vorliegenden Studie wurde allerdings lediglich das Rektum mittels Wasser kontrastiert. Dies mag eine mögliche Ursache für die Abweichung der Ergebnisse sein. Scardapane 2013 erhielt in seiner Untersuchung zur tief infiltrierenden Endometriose analog eine Sensitivität von 83 %, und auch Spezifität, PPV und NPV entsprachen mit nur geringfügiger Abweichung den in der vorliegenden Untersuchung ermittelten Größen. In beiden Studien wurde Wasser zur rektalen Füllung verwendet (Scardapane et al. 2013).

Angesichts dieser drei Arbeiten scheint eine Kontrastierung des Enddarms zur verbesserten Darstellung des Douglasraumes und angrenzender Strukturen durchaus sinnvoll; durch Injektion von Kontrastmittel (z.B. in Form von Ultraschallgel) in Rektum und Vagina kann die Treffsicherheit der Diagnose vermutlich zusätzlich erhöht werden.

Die Obliteration des Douglasraumes war im hinteren Kompartiment der häufigste Befund und zudem ein solcher, der mithilfe der Bildgebung in den meisten Fällen diagnostiziert werden konnte. Dabei ist die in dieser Studie ermittelte Sensitivität von 96,3 % ähnlich hoch wie der von Takeuchi ermittelte Wert von 90,9 % (Takeuchi et al. 2005).

In der Studie von Kataoka hingegen wurde eine niedrigere Sensitivität von lediglich 68,4 % ermittelt, obwohl in der vorliegenden Studie die gleichen Kriterien zur Diagnose der Obliteration des Douglasraumes verwendet wurden (Kataoka et al. 2005).

Da Kataoka keine rektale Kontrastierung vornahm, kann anhand der Ergebnisse der verschiedenen Studien angenommen werden, dass eine rektale Kontrastierung, wie in der vorliegenden Untersuchung durchgeführt, sowie eine vaginale und rektale Kontrastierung, wie Takeuchi sie anwandte, die Detektion von Endometrioseherden in dieser

Region im MRT erleichtern kann (Kataoka et al. 2005, Scardapane et al. 2013, Takeuchi et al. 2005).

Eine Beteiligung der uterosakralen Ligamente konnte bei 31 von 120 Patientinnen nachgewiesen werden; dies entspricht 25,8 % der Patientinnen und stellt somit eine häufige Lokalisation der tief infiltrierenden Endometriose dar, wie bereits Bazot in seiner Studie von 2007 betonte, in welcher 22 % der Patientinnen betroffen waren (Bazot et al. 2007).

Mit einer Sensitivität von knapp 65 % für die tief infiltrierende Endometriose zeigt die hier beschriebene Studie ähnliche Ergebnisse wie bisherige Untersuchungen, in denen eine Sensitivität mit Werten zwischen 47,6 % und 81 % ermittelt wurden (Fiaschetti et al. 2012, Saba et al. 2011, Saccardi et al. 2012). In den Studien von Bazot 2004 und 2007 betrug die Sensitivität sogar 86 % und 84,8 % (Bazot et al. 2004, Bazot et al. 2007). Da in diesem Bereich nur ein sehr geringer Anteil der Befunde der oberflächlichen Form der Endometriose zuzuordnen waren, unterschieden sich die Ergebnisse für alle Befunde kaum von denen der tief infiltrierenden Endometriose.

Insgesamt zeigt sich eine große Variabilität der Treffsicherheit des MRT im Bereich der uterosakralen Ligamente. Fiaschetti zeigte auf, dass die Detektion dieser Herde im MRT durch Applikation von Gel in die Vagina verbessert werden kann. Die Sensitivität stieg nach der Gelanwendung von 47,6 % auf 81 % (Fiaschetti et al. 2012).

Des Weiteren kam Bazot in seiner Studie von 2011 zu dem Schluss, dass schräge axiale T2-gewichtete Aufnahmen mit geringer Schichtdicke die Treffsicherheit des MRT in der Beurteilung von Endometriose der uterosakralen Ligamente verbessern können. Während er in seiner Studie mit konventionellen Bildern nur eine mit dem Ergebnis der vorliegenden Untersuchung vergleichbare Sensitivität von 71 % erhielt, konnte er diese bei zusätzlicher Beurteilung der schrägen axialen Aufnahmen auf 93 % steigern (Bazot et al. 2011a).

Die Spezifität der vorliegenden Studie liegt mit 98 % leicht über den in der Literatur angegebenen Werten von 76,9 - 95,6 % (Scardapane et al. 2013, Saccardi et al. 2012, Fiaschetti et al. 2012, Bazot et al. 2004, Bazot et al. 2007).

Die Endometriose des Intestinaltraktes ist nach der Obliteration des Douglasraumes der häufigste Befund im hinteren Kompartiment; es waren 34,2 % der Patientinnen betroffen. Eine ähnliche Prävalenz der Darmendometriose zeigte sich in der Studie von Bazot aus dem Jahr 2004 (Bazot et al. 2004), Krüger konnte in seiner Untersuchung sogar bei

etwas mehr als der Hälfte seiner Patientinnen Herde im Bereich von Sigma und Rektum nachweisen (53,3 %) (Krüger et al. 2013).

Mit einer Sensitivität von 90,2 % sowie 88,6 % für die tief infiltrierende Endometriose konnten in der vorliegenden Studie vergleichbar gute Werte erzielt werden; die Ergebnisse in den Publikationen zur Darmendometriose schwanken zwischen 66,7 und 95 % (Bazot et al. 2004, Bazot et al. 2007, Abrao et al. 2007, Chamié et al. 2009, Faccioli et al. 2010, Grasso et al. 2010, Saccardi et al. 2012, Scardapane et al. 2013). Medeiros berechnete in ihrem Übersichtsartikel eine mittlere Sensitivität von 83 % unter Einbeziehung sechs verschiedener Studien der letzten Jahre (Medeiros et al. 2015). Alle genannten Studien beziehen sich ausschließlich auf die tief infiltrierende Endometriose. Auch in dieser Studie gab es im Intestinaltrakt lediglich einen Befund < 5 mm, sodass die Gesamtergebnisse in diesem Bereich kaum von denjenigen der tief infiltrierenden Endometriose abweichen.

Auch die hier ermittelte Spezifität von 97,8 % stellt im Vergleich zu anderen Studien (83,3 – 100 %) ein gutes Ergebnis dar (Bazot et al. 2004, Bazot et al. 2007, Abrao et al. 2007, Chamié et al. 2009, Faccioli et al. 2010, Grasso et al. 2010, Saccardi et al. 2012, Scardapane et al. 2013). Das Studienprotokoll könnte möglicherweise mitverantwortlich für die guten Ergebnisse, die in der vorliegenden Studie bei der Detektion von Endometrioseherden des Intestinaltraktes im MRT erreicht werden konnten, sein, welches, im Gegensatz zu anderen oben genannten Studien (Abrao et al. 2007, Chamié et al. 2009, Grasso et al. 2010), die rektale Applikation von Wasser vorsah. Es wurde bereits in der Literatur beschrieben dass durch das Kontrastmedium die Detektion von Endometrioseherden an der Darmwand erleichtert werden kann (Krüger et al. 2011).

Im Gegensatz zu anderen Studien wurde kein Versuch unternommen, die Infiltrations-tiefe der Endometriose in die verschiedenen Abschnitte der Darmwand im MRT nachzuvollziehen, obwohl sich in einer Studie von Busard zeigte, dass das MRT dafür gut geeignet sein könnte. Bei der Bestimmung der Endometrioseinfiltration in die Muscularis mucosae von Sigma und Rektum im MRT konnte in dieser Studie eine Sensitivität von 100% erzielt werden (Busard et al. 2012).

Die Kategorie "Sonstige Befunde" wurde zusätzlich zu den drei Kompartimenten im kleinen Becken verwendet, um weitere Befunde, die keinem dieser Kompartimente zugeordnet werden konnten, zusammenzufassen.

Dies waren zum einen sehr seltene Befunde, z.B. an Peritoneum oder Bauchdecke, sowie Adhäsionen, welche den insgesamt häufigsten Befund bei den Patientinnen dieser

Studie darstellten. Diese befanden sich häufig im Bereich mehrerer Lokalisationen und dehnten sich zudem oft über mehrere Kompartimente aus, sodass eine Zuordnung zu den sonstigen Befunden als geeignet erachtet wurde.

Insgesamt waren in der vorliegenden Studie über die Hälfte der Frauen von Adhäsionen betroffen (60 %). Es erschien sinnvoll, diese als eigenständigen Befund zu werten und die Treffsicherheit des MRT für diesen zu überprüfen. Einer Studie von 1992 zufolge haben Patientinnen mit schweren Adhäsionen nach der intraoperativen Adhäsioolyse signifikant weniger Schmerzen und Beschwerden (Peters et al. 1992). Voraussetzung für eine solche Operation und für das vollständige Entfernen aller Verklebungen ist die korrekte präoperative Bildgebung, die dem Operateur Lokalisation und Ausdehnung der Befunde beschreiben kann.

Den Ergebnissen der vorliegenden Studie zufolge scheint die Magnetresonanztomographie für die präoperative Bildgebung gut geeignet, da der Großteil der Adhäsionen mithilfe von aus der Literatur erarbeiteten Kriterien (Kataoka et al. 2005) erkannt wurde.

Eine seriöse Aussage erfordert jedoch weitere Studien, da es bisher zu wenige gibt, die Adhäsionen als eigenständigen Befund ansahen, somit nur wenige Ergebnisse bezüglich der Detektion dieses Befundes im MRT existieren, andererseits in vorhandenen Publikationen eine geringere Treffsicherheit des MRT als in dieser Studie beschrieben wurde.

Kataoka erzielte eine Sensitivität von 77,8 % und eine Spezifität von nur 50% (Kataoka et al. 2005) - im Vergleich dazu zeigte sich in der vorliegenden Studie eine Sensitivität von 98,6 % und eine Spezifität von 93,2 %.

Eine mögliche Ursache hierfür können die unterschiedlichen Sequenzen in beiden Studien darstellen. Kataoka verwendete in seiner Studie 2005 keine fettgesättigten Sequenzen, welche in dieser Studie benutzt wurden. Diese können bei der Detektion der Adhäsionen helfen, da so die Unterbrechung der Fettschichten zwischen benachbarten Organen im Falle von Verwachsungen besser zur Darstellung kommen und erkannt werden können.

In der Studie von Carbognin konnten lediglich 2 von 11 Adhäsionen mittels MRT detektiert werden, bei Roy waren es 35 von 47 Befunden, die präoperativ in der Bildgebung sichtbar waren (Carbognin et al. 2006, Roy et al. 2009). Beide Autoren verwendeten fettgesättigte Sequenzen, verzichteten jedoch auf eine rektale Füllung. Eventuell kann dies eine weitere mögliche Ursache für die unterschiedlichen Ergebnisse darstellen, da Adhäsionen zwischen Darm und Uterus bei einem kontrastiertem Darmlumen besser erkennbar sind.

Katayama konnte 2001 mithilfe kinematischer MRT- Bilder eine Sensitivität von 73 % und eine Spezifität von 87 % in der Detektion von Adhäsionen erzielen (Katayama et al. 2001).

In weiteren Studien sollten die Möglichkeiten kinematischer Bilder mit denen konventioneller bei der Endometriosedagnostik verglichen werden, um eine einheitliche Empfehlung zum Vorgehen bei Verdacht auf Adhäsionen aussprechen zu können.

Da in die Stichprobe lediglich Patientinnen mit Verdacht auf Endometriose eingeschlossen wurden und ein Großteil dieser Patientinnen von Verklebungen im Bereich des kleinen Beckens betroffen war, wurde in der vorliegenden Studie die Treffsicherheit des MRT möglicherweise überschätzt.

Die restlichen sonstigen Befunde betrafen eher seltene Lokalisationen der Endometriose, und auch in der vorliegenden Studie waren nur jeweils maximal 5 % der Patientinnen betroffen.

Zum einen gab es sechs Endometriosebefunde im Bereich der Beckenwand, von denen im MRT lediglich zwei und unter Kenntnis des Operationsberichtes drei erkannt wurden (33,3 bzw. 50 %).

3 der 4 nicht entdeckten Herde maßen nur knapp 1 cm und wurden deshalb möglicherweise im MRT nicht detektiert. Die zwei erkannten Endometrioseläsionen fielen als bis zu 4 cm große, in T2 hypointense Knoten auf (vgl. Abb. 25, S. 63).

Von sechs peritonealen Endometrioseläsionen wurden nur zwei im MRT diagnostiziert. Auch in diesem Fall kommt die geringe Größe von maximal 1,2 cm als Ursache für die geringe Treffsicherheit des MRT infrage. 3 der 6 Befunde waren bei einer Größe von weniger als 5 mm der oberflächlichen Endometriose zuzuordnen, zwei der Herde mit einem Durchmesser von 1 mm und 3 mm konnten im MRT auch unter Kenntnis der Lokalisation nicht detektiert werden.

Ähnliches gilt für die einzige Läsion in der Bauchdecke; der 1,2 cm messende Befund konnte im MRT nicht erkannt werden.

Eine mögliche weitere Rolle könnte das lange Intervall zwischen MRT-Untersuchung und Operation von 41 Tagen gespielt haben.

Busard zeigte in seiner Studie, dass im MRT auch außergewöhnliche Lokalisationen wie Herde in der Bauchdecke gut diagnostiziert werden können. Allerdings umfasste seine Untersuchung insgesamt nur zehn Patientinnen mit zwölf Läsionen, darüber hinaus bestand bei diesen bereits der Verdacht auf Endometriose der Bauchwand (Busard et al. 2010). In einer anderen Studie zur tief infiltrierenden Endometriose zeigten sich

bei 4 von 152 Patientinnen Befunde im Bereich der Bauchwand und einer im Bereich der Leiste - diese wurden alle im MRT erkannt (Krüger et al. 2013). Während in der Studie von Krüger et al. keine Größenangaben zu den Endometrioseherden der Bauchwand zu finden sind, beschreiben Busard et al. einen durchschnittlichen Durchmesser von 2,4 cm (Busard et al. 2010), welcher somit größer als derjenige in der vorliegenden Studie mit 1,3 cm ist.

Abhängig von der Größe kann das MRT sicherlich ein gut geeignetes bildgebendes Verfahren sein, um – insbesondere bei Verdacht auf einen Endometrioseherd an außergewöhnlicher Lokalisation, aber vermutlich auch ohne diesen speziellen Verdacht – Endometriose im Bereich von Bauchdecke oder Beckenwand zu diagnostizieren.

Auf alle Lokalisationen bezogen wurde eine Sensitivität von 91,7 % und eine Spezifität von 90,9 % bei der Diagnose der Endometriose im MRT erzielt.

Bazot erhielt in seiner Studie zur tief infiltrierenden Endometriose 2004 eine Sensitivität von 90,3 % und eine Spezifität von 91 % (Bazot et al. 2004). Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit der hier errechneten Sensitivität von 94,9 % und Spezifität von knapp 91 % für die tief infiltrierende Endometriose.

Saccardi erzielte für die tief infiltrierende Endometriose im hinteren Kompartiment eine Sensitivität des MRT von 91,3 % (Saccardi et al. 2012).

Fiaschetti konnte durch die Anwendung von Ultraschallgel in Rektum und Vagina die Sensitivität bei der Diagnose der tief infiltrierenden Endometriose im MRT von 67,8 % auf 90,8 % steigern (Fiaschetti et al. 2012). In einer Studie wurde sogar eine Sensitivität von 96,3 % und eine Spezifität von 100 % bei der Untersuchung der tief infiltrierenden Endometriose im MRT beschrieben, jene wurde jedoch – im Gegensatz zu den anderen sowie der vorliegenden Studie – mit einem 3-Tesla-MRT-Gerät durchgeführt (Hottat et al. 2009).

Die Ergebnisse bisheriger Studien lassen sich letzten Endes durch diese Studie bestätigen. Wenngleich die Sensitivität in den einzelnen Lokalisationen zum Teil voneinander abweicht, so zeigen doch auch die anderen Studien, dass die Magnetresonanztomographie in der Endometriosedagnostik ein ausgezeichnetes Diagnostikum ist, das vor allem im hinteren Kompartiment sehr gute Resultate erzielen kann. Dass Schwächen in der Diagnostik der Blasenendometriose bzw. der Endometriose des vorderen Kompartiments liegen, wird durch andere Publikationen der letzten Jahre unterstrichen (Chamié et al. 2009, Medeiros et al. 2015, Scardapane et al. 2013).

In der vorliegenden Untersuchung wurde zum ersten Mal versucht, einen Zusammenhang zwischen der Größe der Endometrioseläsionen und deren Detektierbarkeit im MRT festzustellen. Dabei wurden die intraoperativ gemessenen Größen berücksichtigt, um auf diese Weise auch bei Herden, die im MRT nicht zu erkennen waren, eine Angabe zu erhalten und die Werte von im MRT erkannten mit im MRT nicht sichtbaren Läsionen vergleichen zu können.

Zusätzlich erfolgte eine getrennte Auswertung von Endometrioseherden ≥ 5 mm sowie solchen < 5 mm, um die Treffsicherheit des MRT für die tief infiltrierende sowie die oberflächliche Endometriose ermitteln zu können. Zwar zeigte sich in der vorliegenden Studie nur ein geringer Anteil an Befunden der oberflächlichen Endometriose, sodass hier keine eindeutigen Ergebnisse vorgelegt werden können, jedoch konnte so zwischen Gesamtergebnissen, welche sich auf alle Formen der Endometriose beziehen, und Ergebnissen des MRT bei der Diagnostik der tief infiltrierenden Endometriose unterschieden werden. Dadurch wurde ein Vergleich der Ergebnisse zu bereits durchgeführten Studien möglich.

Ferner sind die ermittelten Gesamtergebnisse besser auf die Allgemeinheit der gynäkologischen Patientinnen übertragbar. Diese weisen häufig parallel verschiedene Formen der Endometriose auf, welche vor Durchführung der Bildgebung allein anhand der Symptome nicht eindeutig festzustellen sind.

In dieser Studie zeigten sich im mittleren Kompartiment im Durchschnitt die größten Läsionen mit 3,4 cm, von denen 77 von 92 im MRT erkannt wurden (83,7 %). Im hinteren Kompartiment, dessen Läsionen mit durchschnittlich 2,2 cm einen geringeren Durchmesser zeigten, konnten immerhin noch 77 von 96 Endometrioseherden im MRT detektiert werden (80,2 %). Bei der Diagnose der Endometriose im vorderen Kompartiment, welche in dieser Studie im Mittel 1,8 cm groß waren, konnten 19 von 31 Befunden (55,9 %) im MRT erkannt werden. Die sehr kleinen sonstigen Läsionen mit einem mittleren Maß von 1,3 cm waren nur in einem Drittel der Fälle (30,8 %) in der Bildgebung sichtbar. Die größten Läsionen korrelierten auch mit der größten Treffsicherheit des MRT, mit abnehmender Größe wurde die Treffsicherheit geringer (vgl. Abb. 30, 31 und 32, Seiten 70 - 72).

Betrachtet man jedoch die einzelnen Lokalisationen, korreliert ein großer Durchmesser durchaus nicht immer mit einer hohen Treffergenauigkeit des MRT. Während Läsionen an der Uterusvorderwand im Mittel den kleinsten Befund im vorderen Kompartiment darstellten, konnte das MRT diese im Vergleich zur Blasen- oder Ureterendometriose

dennoch häufiger vorhersagen. In gleicher Weise wurden prozentual mehr Endometrioseläsionen an den Ligamenta teres uteri als im Bereich der Ovarien entdeckt, obwohl diese im Durchschnitt nur halb so groß waren. Lediglich im hinteren Kompartiment konnten die größten Herde im Bereich des Intestinaltraktes auch mit der größten Exaktheit im MRT diagnostiziert werden.

Diese Ergebnisse mögen darauf hinweisen, dass nicht die Größe des Herdes allein über die Möglichkeiten des MRT in der Bildgebung der Endometriose entscheidet, sondern viele weitere Faktoren Einfluss nehmen. Dazu zählt die Feldstärke des MRT-Gerätes, das Alter der MRT-Geräte, die Erfahrung des beurteilenden Radiologen sowie das Intervall zwischen MRT-Untersuchung und Operationszeitpunkt, um nur einige Punkte zu nennen. Dennoch zeigen die Ergebnisse, dass – insgesamt gesehen – der Herdgröße ein bedeutender Stellenwert zukommt.

Die oberflächliche Endometriose ist in dieser Studie nur mit einer sehr geringen Fallzahl vertreten, sodass eine Aussage über die Möglichkeiten des MRT bei dieser Form nur begrenzt möglich ist.

Insgesamt gab es nur 12 Befunde von weniger als 5 mm Herddurchmesser, von denen lediglich ein Drittel im MRT erkannt wurde. Dieses Ergebnis gibt einen Hinweis darauf, dass diese Form der Endometriose nur unzureichend mittels Bildgebung detektiert werden kann und bestätigt die bisherigen Annahmen, dass die Treffsicherheit des MRT von der Größe der Herde abhängig ist.

Zwar zeigten sich in dieser Studie im vorderen Kompartiment im Durchschnitt Endometrioseherde von geringerer Größe, der Anteil von Befunden mit weniger als 5 mm Größe war jedoch in den drei Kompartimenten ähnlich, sodass die geringere Treffsicherheit des MRT im vorderen Kompartiment beispielsweise nicht durch das Vorhandensein von mehr oberflächlichen Endometrioseherden zu erklären sein kann.

Bei den sonstigen Befunden hingegen macht die oberflächliche Endometriose fast ein Drittel aus, möglicherweise stellt dies eine Ursache für die niedrige Treffsicherheit des MRT in diesem Bereich dar.

Insgesamt zeigten sich beim Vergleich der Ergebnisse aller Befunde mit denen der tief infiltrierenden Endometriose aufgrund der Mehrzahl der Befunde ≥ 5 mm nur geringe Unterschiede, meistens zeigten sich für letztere etwas bessere Ergebnisse.

Es sind weitere Studien erforderlich, in denen die Aussagekraft des MRT bei Patientinnen mit tief infiltrierender Endometriose sowie mit oberflächlicher Endometriose in vergleichbaren Fallzahlen untersucht wird.

In dieser Untersuchung erfolgte das erste Mal eine Reevaluierung der MRT-Bilder nach Mitteilung der intraoperativen und histopathologischen Befunde. Beim Vergleich der Ergebnisse ohne sowie unter Kenntnis der Befunde zeigten sich nur geringe Unterschiede, welche zudem an allen Lokalisationen ähnlich groß waren. Folglich können keine Lokalisationen benannt werden, in denen eine eingehende Betrachtung der MRT-Bilder eine Verbesserung der Exaktheit des MRT ermöglichen kann. Im Gegenteil konnte nachgewiesen werden, dass durch erneute Evaluation der Bilder nur wenige weitere Befunde detektiert werden können.

5.2 Limitationen

Die vorliegende Studie wies einige Limitationen auf. Die fehlenden Vorgaben für eine optimale Blasenfüllung wurden bereits genannt. Diese ist deshalb von großer Relevanz, da eine zu stark gefüllte Blase durch Kontraktionen des Detrusors Artefakte induzieren kann. Eine mittelgradig gefüllte Harnblase hingegen führt zu einer Aufrichtung des Uterus sowie einer Verlagerung des Darms nach oben, wodurch die Darmperistaltik gehemmt und ein besserer Überblick über die Strukturen des kleinen Beckens ermöglicht wird (Del Frate et al. 2006). Darüber hinaus wurde auf eine vaginale Füllung verzichtet, obwohl diese von einigen Autoren zur verbesserten Darstellung der Strukturen, z.B. dem Septum rektovaginale, der Zervix oder dem Douglasraum, empfohlen wird (Caramella et al. 2008, Krüger et al. 2011). Bei der rektalen Füllung wurde in Anlehnung an die Studie von Krüger et al. 2013 Wasser als Kontrastmittel verwendet, um durch die rektale Distension eine verbesserte Darstellung vor allem der Darmwand zu erreichen, wenngleich der Vorteil dieses Vorgehens noch nicht belegt wurde (Hottat et al. 2009, Krüger et al. 2013).

Während wenige Autoren die Gabe einer spasmolytischen Substanz zur Reduktion der Peristaltik und Vermeidung von Artefakten für nicht erforderlich halten oder den Einfluss der Artefakte auf die Beurteilung der Bilder für sehr gering halten (Caramella et al. 2008, Hauth et al. 2005), wird die Anwendung von Peristaltikhemmern von einigen anderen Autoren empfohlen (Bazot et al. 2004, Kinkel et al. 2006, Krüger et al. 2013); sie wurde auch in dieser Studie praktiziert. Ferner wird die intravenöse Gabe eines Kontrastmittels im Rahmen der Endometriosedagnostik kontrovers diskutiert (pro: Hauth et al. 2005, Kinkel et al. 1999; contra: Bazot et al. 2011b, Busard et al. 2012, Carbognin et al. 2006, Krüger et al. 2011).

In der vorliegenden Studie wurde das Intervall zwischen MRT und Operation nicht vorgegeben, ferner fand die MRT-Untersuchung zu einem zufälligen Zeitpunkt im Zyklus statt.

Im Zeitraum zwischen Bildgebung und Eingriff können sich Endometrioseherde vergrößert und verändert haben, sodass diese zum Zeitpunkt der MRT-Untersuchung eventuell noch nicht sichtbar waren, bei einer Verschiebung des Zeitpunktes der bildgebenden Diagnostik kurz vor den Operationstermin möglicherweise hätten diagnostiziert werden können.

Um darüber hinaus eine Beeinflussung der Exaktheit des MRT durch Veränderung der Endometrioseherde während der Menstruation zu vermeiden, ließen Carbognin et al. in ihrer Studie die Bildgebung in den ersten zwölf Tagen des Zyklus und die Operation spätestens 15 Tage nach dem MRT ohne Unterbrechung durch die Menstruation durchführen (Carbognin et al. 2006).

Darüber hinaus liegt eine weitere Einschränkung der Studie in der fehlenden Größenangabe bei 30 Befunden, welche daher zu keiner Form der Endometriose (< 5 mm oder ≥ 5 mm) zugeordnet werden konnten und dadurch die Aussagekraft der Ergebnisse bezüglich der Treffsicherheit des MRT in Abhängigkeit von der Größe verminderten.

Eine weitere Limitation stellt das retrospektive Design der vorliegenden Studie dar. Da lediglich Frauen mit Verdacht auf Endometriose eingeschlossen wurden, war die Prävalenz dieser Erkrankung sehr hoch. Die Ergebnisse sind deshalb nur eingeschränkt auf Untersuchungen von Patientinnen ohne Verdacht auf eine bestimmte Erkrankung übertragbar.

5.3 Ausblick

Aufgrund der hohen Prävalenz der Endometriose und der Tatsache, dass die Diagnose Endometriose bei vielen Frauen erst viele Jahre nach Beginn der Symptome gestellt wird (Husby et al. 2003), ist es von großer Relevanz, in weiteren Studien die Zuverlässigkeit bildgebender Verfahren wie des MRT in der Diagnostik zu untersuchen. Dies erfordert Studien mit größeren Fallzahlen, sodass auch für Lokalisationen mit geringer Prävalenz von Endometriosemanifestationen eine Empfehlung für oder gegen das MRT ausgesprochen werden kann.

Ferner muss überprüft werden, ob nicht durch die ständige Verbesserung der MRT-Technik ebenso die Möglichkeiten und Chancen dieser Bildgebung steigen, auch kleine-

re Läsionen zu erkennen. Erste Ergebnisse mit 3-Tesla-MRT-Geräten in der Endometriosedagnostik klingen vielversprechend, sollten jedoch in weiteren Studien überprüft werden (Hottat et al. 2009).

Es sollten dabei vor allem auch prospektive Studien unter Einschluss einer großen Zahl von Patientinnen mit unklarer gynäkologischer Diagnose angestrebt werden, sodass die Ergebnisse auf die Gesamtheit der gynäkologischen Patientinnen übertragbar sind.

Des Weiteren sollte die Darstellbarkeit von Adhäsionen, einem häufigen Befund bei Endometriosepatientinnen, der zu multiplen Symptomen führen kann, im MRT untersucht werden. Es wurden bereits Versuche unternommen, die Verklebungen mithilfe dynamischer MRT-Sequenzen darzustellen, da die betroffenen Organe in ihrer Beweglichkeit eingeschränkt sind (Katayama et al. 2001). In weiteren Studien könnte ein Vergleich zwischen dieser Methode und konventionellen MRT-Aufnahmen erfolgen und daraus eine Empfehlung für das Vorgehen bei Verdacht auf Adhäsionen abgeleitet werden.

Ferner können weitere Studien, die die Größe der Endometrioseherde mit der Treffsicherheit im MRT korrelieren, helfen, die Grenzen dieser Bildgebung zu definieren und einen möglichen Erklärungsansatz für die unterschiedliche Exaktheit des MRT in Abhängigkeit von der Lokalisation der Endometriose bieten.

5.4 Schlussfolgerung

Ziel der Studie war die Evaluation der Genauigkeit der Magnetresonanztomographie in der Endometriosedagnostik. Mithilfe dieser Bildgebung konnten bei 8 von 10 Patientinnen die korrekte Diagnose gestellt werden. Dabei war die Treffsicherheit des MRT von der Lokalisation und der damit verbundenen Größe abhängig, sodass zwar alle Patientinnen mit Endometriose des Ligamentum teres uteri und beinahe alle Patientinnen mit Adhäsionen korrekt diagnostiziert wurden, in nur knapp der Hälfte der Fälle jedoch Patientinnen mit Blasenendometriose oder Endometriose des Ureters erkannt werden konnten. Insgesamt kann das MRT als sehr gut geeignetes Verfahren bezeichnet werden, welches bei Verdacht auf Endometriose einen Großteil der Endometrioseherde präoperativ erkennen lässt und dadurch die Möglichkeit einer vollständigen Beseitigung bietet. Die Empfehlung zur präoperativen MRT-Diagnostik sollte dennoch stets unter Kenntnis der Schwächen dieses Verfahrens gestellt werden, welche in der vorliegenden

Studie im Bereich des vorderen Kompartiments sowie bei kleineren Läsionen an Bauchdecke, Peritoneum oder Beckenwand manifest wurden.

Bei Verdacht auf seltenere Lokalisationen der Erkrankung oder Diskrepanz zwischen klinischer Symptomatik und MRT-Befund sollte auch auf alternative Untersuchungstechniken zurückgegriffen werden können und eine sehr sorgfältige operative Exploration erfolgen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie lassen sich mit dem Fazit zusammenfassen, der Magnetresonanztomographie in der Diagnose der Endometriose, eine der häufigsten gynäkologischen Erkrankungen im reproduktiven Alter, einen großen Stellenwert einzuräumen.

6. Zusammenfassung

Endometriose bezeichnet das pathologische Vorkommen von Endometrium außerhalb des Cavum uteri und ist eine der häufigsten gynäkologischen Erkrankungen im reproduktiven Alter. Je nach Lokalisation des ektopen Endometriums kann man diese Erkrankung in unterschiedliche Formen einteilen. Bei einer Infiltration von mehr als 5 mm unterhalb des Peritoneums liegt eine tief infiltrierende Endometriose vor, im Gegensatz dazu gibt es eine peritoneale und ovarielle Endometriose sowie die Adenomyose, bei der das Myometrium des Uterus betroffen ist. Bei der Diagnosefindung helfen bildgebende Verfahren wie transrektaler, transvaginaler oder abdomineller Ultraschall sowie das MRT, alternativ ist eine diagnostische Laparoskopie möglich.

Ziel dieser Studie war die Evaluation der Genauigkeit des MRT in der Endometriosedagnostik, indem MRT-Befunde mit Operationsbericht und Pathologiebefund hinsichtlich des Vorkommens und der Ausdehnung der Endometriose korreliert wurden.

Bei falsch negativem Befund im MRT erfolgte unter Kenntnis des Operations- und Pathologieberichtes eine erneute Auswertung der MRT-Bilder.

Es wurden 131 Patientinnen in die Studie eingeschlossen, bei denen klinisch der Verdacht auf Endometriose bestand und präoperativ eine MRT-Untersuchung des Beckens mit einem 1,5-Tesla-Gerät durchgeführt wurde. Das MRT-Protokoll beinhaltete eine native T1-gewichtete transversale Sequenz mit Fettunterdrückung sowie T2-gewichtete sagittale, transversale und koronare Sequenzen sowie T1-gewichtete Aufnahmen nach Kontrastmittelgabe. Das Becken wurde in drei Kompartimente unterteilt: das vordere Kompartiment mit Blase, Ureter und Uterusvorderwand; das mittlere Kompartiment mit Vagina, Uterus, Ovarien, Ligamenta teres uteri sowie Tuben und das hintere Kompartiment mit Douglasraum, uterosakralen Ligamenten (USL) und Intestinaltrakt. Endometrioseherde im Bereich von Beckenwand, Peritoneum und Bauchdecke sowie Adhäsionen wurden unter sonstigen Befunden zusammengefasst. Zusätzlich erfolgte eine getrennte Auswertung von Befunden der tief infiltrierenden Endometriose mit ≥ 5 mm sowie oberflächlichen Läsionen < 5 mm.

Die mittlere Größe der Läsionen betrug im vorderen Kompartiment 1,8 cm, im mittleren Kompartiment 3,4 cm, im hinteren Kompartiment 2,2 cm und bei den sonstigen Befunden 1,3 cm. Die Sensitivität für alle Befunde bzw. für die tief infiltrierende Endometriose und die Spezifität betrug für Harnblase 54,2 % (13 von 24) bzw. 54,6 % (12 von 10) und 99,1 % (106 von 107); Uterus 61,3 % (19 von 31) und 96 % (96 von 100); Ova-

rien 83,3% (45 von 54) bzw. 87,5 % (42 von 48) und 80,5 % (62 von 77); Douglas-Raum 83,3 % (15 von 18) bzw. 86,7 % (13 von 15) und 98,2 % (111 von 113); USL 64,5 % (20 von 31) bzw. 65,4 % (17 von 26) und 98 % (98 von 100); Rektosigmoid 90,2 % (37 von 41) bzw. 88,6 % (31 von 35) und 97,8 % (88 von 90); Obliteration des Douglas-Raums 96,3 % (52 von 54) und 98,7 % (76 von 77); Adhäsionen 98,6 % (71 von 72) und 93,2 % (55 von 59). Insgesamt wurde eine Sensitivität von 91,7 % (110 von 120) für alle Befunde bzw. 94,9 % (92 von 97) für die tief infiltrierende Endometriose und eine Spezifität von 90,9 % (10 von 11) erzielt.

Die Ergebnisse legten den Schluss nahe, dass die Aussagekraft des MRT bei der Diagnose der Endometriose abhängig von der Größe ist. Im vorderen Kompartiment konnten – vermutlich aufgrund der geringen Größe – nur etwas mehr als die Hälfte der Endometrioseläsionen im MRT erkannt werden. Die Stärke des MRT lag in der vorliegenden Studie in der Diagnose von Läsionen im mittleren und hinteren Kompartiment, bei denen eine hohe Treffsicherheit erzielt werden konnte. Des Weiteren konnte im mittleren Kompartiment, in dem die Endometrioseläsionen durchschnittlich am größten waren, die höchste Genauigkeit des MRT in deren Detektion erreicht werden. Befunde der oberflächlichen Endometriose < 5 mm konnten nur in einem Drittel der Fälle im MRT erkannt werden, jedoch schränkt die geringe Fallzahl in der vorliegenden Studie die Aussagekraft der Ergebnisse ein.

Eine weitere Stärke des MRT lag in der Diagnose von Adhäsionen, während die übrigen sonstigen Befunde nur in einem Drittel der Fälle detektiert werden konnten, wobei möglicherweise ihre geringe Größe eine Rolle spielte.

Insgesamt wurden 8 von 10 Patientinnen in der Bildgebung korrekt diagnostiziert, sodass die Magnetresonanztomographie sehr gut zur präoperativen Diagnostik bei Verdacht auf Endometriose eingesetzt werden kann, sofern man sich ihrer Limitationen bewusst ist.

7. Summary

Endometriosis, defined as the presence of ectopic endometrial implants outside the uterine cavity, is a common gynaecological disorder in women of reproductive age.

There are different types of endometriosis depending on localisation of the implants. Deep infiltrating endometriosis is diagnosed if lesions penetrate the peritoneum of more than 5 mm in depth. Additionally women can be affected by superficial peritoneal lesions, ovarian endometriosis and adenomyosis, in which endometrial glands and stroma infiltrate the myometrium. Imaging modalities for diagnosing endometriosis include transvaginal ultrasound, transrectal endoscopic ultrasound and MRI, alternatively diagnostic laparoscopy.

The aim of this study was to investigate the value of MRI in the preoperative diagnosis of endometriosis by correlating results of MRI with laparoscopic and histopathologic findings. In the case of false negative results MRI images were re-evaluated.

131 patients with clinical suspicion of endometriosis underwent MRI followed by surgical and histopathological investigations. MRI at 1.5 Tesla was performed with T1-weighted, fat-suppressed axial images, T2-weighted sagittal, axial and coronar images and T1-weighted images using intravenous contrast medium. The pelvis was divided into three compartments: the anterior compartment containing bladder, ureter and front side of the uterus; the middle compartment containing vagina, uterus, ovaries, ligamenta teres uteri and ovarian tubes; the posterior compartment containing the pouch of Douglas, uterosacral ligaments (USL) and rectosigmoid colon. Further endometrial implants affecting the wall of the pelvis, peritoneum, abdominal wall and adhesions were summarized as other manifestations. In addition deep infiltrating endometriosis and superficial lesions were separately evaluated.

The mean size of lesions measured 1.82 cm in the anterior compartment, 3.35 cm in the middle compartment, 2.23 cm in the posterior compartment and 1.25 cm for other manifestations.

The sensitivity and specificity of MRI for endometriosis in all sites were 91.7 (110 of 120), 94,9 % (92 of 97) for deep infiltrating endometriosis and 90.9 (10 out of 11), respectively. The sensitivity for the diagnosis of endometriosis, deep infiltrating endometriosis and specificity in specific sites were as follows: bladder 54.2 % (13 out of 24), 54,6 % (12 of 10) and 99.1 % (106 out of 107); uterus 61.3 % (19 out of 31) and 96% (96 out of 100); ovaries 83,3 % (45 out of 54), 87,5 % (42 of 48) and 80.5 % (62 out of

77); pouch of douglas 83.3 (15 out of 18), 86,7 % (13 von 15) and 98.2 % (111 out of 113); USL 64.5 % (20 out of 31), 65,4 % (17 von 26) and 98 % (98 out of 100); rectosigmoid colon 90.2 % (37 out of 41), 88,6 % (31 von 35) and 97.8 % (88 out of 90); obliteration of the pouch of Douglas 96.3 % (52 out of 54) and 98.7 % (76 out of 77); adhesions 98.6 % (71 out of 72) and 93.2 % (55 out of 59).

In conclusion, the value of MRI in diagnosis of endometriosis depends on the size of endometrial implants. Lesions in the anterior compartment were seen in MRI in only about half of all cases. Compared to other compartments the mean size of lesions was smaller. Both the middle and posterior compartment showed high accuracy for diagnosis of endometriosis. The largest mean diameter of implants was found in the middle compartment in which the highest accuracy was detected. Superficial lesions could only be seen in one third of the cases. However results may have limited significance due to the small number of lesions < 5 mm.

Furthermore, the diagnosis of adhesions proved to be one of MRI's strength, other manifestations could only be seen in one third of all cases which may be the case due to their small diameters.

All in all 8 out of 10 patients could be correctly diagnosed using MRI, thus, acknowledging its limitations, this imaging modality seems to be a very useful preoperative test for patients with suspicion of endometriosis.

8. Abkürzungsverzeichnis

AFS	American Fertility Society
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V.
cm	Centimeter
CD	Cluster of differentiation
et al.	et alii (und andere)
FOV	Field of view (Messfeld)
FS	fat saturated (fettgesättigt)
GnRH	Gonadotropin-Releasing-Hormon
KI	Konfidenzintervall
Lig.	Ligamentum
mm	Millimeter
MR	Magnetresonanz
MRT	Magnetresonanztomographie
NMR	Nuclear magnetic resonance
NPV	Negativer prädiktiver Wert
OP	Operation
PPV	Positiver prädiktiver Wert
rASRM	Revised American Society for Reproductive Medicine
s.	siehe
S.	Seite
SD	Standardabweichung
STIR	Short-T1-Inversion-Recovery
T	Tesla
T1	Longitudinale Relaxationszeit
T2	Transversale Relaxationszeit
TE	Echozeit
TR	Repetitionszeit
USL	Uterosakrale Ligamente
vgl.	vergleiche

9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: 36-jährige Patientin mit 2,5 cm messendem Endometrioseherd der Blasenwand	31
Abbildung 2: 44-jährige Patientin mit 1,5 cm messender Endometrioseläsion am Blasendach.	32
Abbildung 3: 32-jährige Patientin mit Dysmenorrhö und Infertilität.	32
Abbildung 4: Ergebnisse des vorderen Kompartimentes: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard.	35
Abbildung 5: Ergebnisse des vorderen Kompartimentes für Befunde ≥ 5 mm: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard.	35
Abbildung 6: Mittelwert und Standardabweichung der Größen aller berücksichtigten Befunde bezogen auf jeweils eine Lokalisation sowie Mittelwert und Standardabweichung aller Größen im vorderen Kompartiment.....	36
Abbildung 7: 41-jährige Frau mit 7 cm und 3 cm großen Follikelzysten in beiden Ovarien.	41
Abbildung 8: 44-jährige Frau mit 3,5 cm messenden Endometriosezysten in beiden Ovarien.	41
Abbildung 9: 29-jährige Patientin mit 7 cm und 4 cm messenden Endometriosezysten in beiden Ovarien.	42
Abbildung 10: 42-jährige Patientin mit Endometriose beider Ligamenta teres uteri.....	43
Abbildung 11: Ergebnisse des mittleren Kompartimentes: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard.	44
Abbildung 12: Ergebnisse des vorderen Kompartimentes für Befunde ≥ 5 mm: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard.	45
Abbildung 13: Mittelwert und Standardabweichung der Größen aller berücksichtigten Befunde bezogen auf jeweils eine Lokalisation sowie Mittelwert und Standardabweichung aller Größen im mittleren Kompartiment.	45
Abbildung 14: 42-jährige Patientin mit ausgeprägter Dysmenorrhö und Unterbauschmerzen.	50

Abbildung 15: 30-jährige Patientin mit Darmendometriose	52
Abbildung 16: 25-jährige Patientin mit Darmendometriose.	53
Abbildung 17: 32-jährige Patientin mit einer Obliteration des Douglasraumes.	54
Abbildung 18: Ergebnisse des hinteren Kompartimentes: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard.	55
Abbildung 19: Ergebnisse des hinteren Kompartimentes für Befunde ≥ 5 mm: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard.	56
Abbildung 20: Mittelwert und Standardabweichung der Größen aller berücksichtigten Befunde bezogen auf jeweils eine Lokalisation sowie Mittelwert und Standardabweichung aller Größen im hinteren Kompartiment.	57
Abbildung 21: 42-jährige Patientin mit starker Dysmenorrhö.	60
Abbildung 22: 41-jährige Patientin mit chronischen Unterbauchschmerzen.	60
Abbildung 23: Patientin mit ausgedehnten Adhäsionen zwischen Uterus und Darm (schwarze Pfeile).	61
Abbildung 24: 42-jährige Patientin mit Adhäsionen im Douglasraum sowie linksseitiger Ovarialendometriose.	62
Abbildung 25: 45-jährige Patientin mit einem 3 x 4 cm großen Tumor im Bereich des Mons pubis rechts.	63
Abbildung 26: Ergebnisse der sonstigen Befunde: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard.	65
Abbildung 27: Ergebnisse der sonstigen Befunde ≥ 5 mm: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard.	66
Abbildung 28: Mittelwert und Standardabweichung der Größen aller berücksichtigten sonstigen Befunde bezogen auf jeweils eine Lokalisation sowie aller Größen.	66
Abbildung 29: Ergebnisse aller Kompartimente: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard.	69
Abbildung 30: Ergebnisse aller Kompartimente ohne Berücksichtigung von Adenomyosis uteri, Obliteration des Douglasraumes und Adhäsionen bezogen auf Befunde aller Größen: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig	

positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard.....	70
Abbildung 31: Ergebnisse aller Kompartimente ohne Berücksichtigung von Adenomyosis uteri, Obliteration des Douglasraumes und Adhäsionen bezogen auf Befunde ≥ 5 mm: Vergleich von richtig positivem MRT-Befund, richtig positivem MRT-Befund unter Kenntnis des Pathologiebefundes sowie Pathologiebefund als Goldstandard.	71
Abbildung 32: Mittelwert und Standardabweichung der Größen aller berücksichtigten Befunde bezogen auf jeweils ein Kompartiment.	72

10. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Untersuchungsprotokoll	17
Tabelle 2: Anzahl und durchschnittliche Größe aller Befunde sowie der Befunde ≥ 5 mm und < 5 mm in allen Kompartimenten und Lokalisationen.	25
Tabelle 3: Sensitivität, Spezifität, positiver prädiktiver Wert (PPV), negativer prädiktiver Wert (NPV) aller Befunde der verschiedenen Lokalisationen (in Prozent) mit 95 % Konfidenzintervall (KI) sowie derjenigen Befunde ≥ 5 mm	27
Tabelle 4: Vorderes Kompartiment: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie	29
Tabelle 5: Vorderes Kompartiment: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm.....	29
Tabelle 6: Blase: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie	30
Tabelle 7: Blase: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm.....	30
Tabelle 8: Ureter: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie	33
Tabelle 9: Ureter: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm	33
Tabelle 10: Uterusvorderwand: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie	34
Tabelle 11: Uterusvorderwand: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm.....	34
Tabelle 12: Mittleres Kompartiment: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie	37
Tabelle 13: Mittleres Kompartiment: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm.....	37
Tabelle 14: Vagina: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie.....	38
Tabelle 15: Vagina: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm	38
Tabelle 16: Uterus: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie	39
Tabelle 17: Ovarien: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie	39
Tabelle 18: Ovarien: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm.....	40

Tabelle 19: Ligamenta teres uteri: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie	42
Tabelle 20: Tuben: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie	43
Tabelle 21: Tuben: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm	44
Tabelle 22: Hinteres Kompartiment: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie	46
Tabelle 23: Hinteres Kompartiment: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm	46
Tabelle 24: Douglasraum: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie ...	47
Tabelle 25: Douglasraum: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm	48
Tabelle 26: Uterosakrale Ligamente: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie	48
Tabelle 27: Uterosakrale Ligamente: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm	49
Tabelle 28: Intestinaltrakt: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie ...	50
Tabelle 29: Intestinaltrakt: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm	51
Tabelle 30: Obliteration des Douglasraumes: Korrelation zwischen MRT- und intraoperativem Befund	53
Tabelle 31: Sonstige Befunde: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie	58
Tabelle 32: Sonstige Befunde: Korrelation zwischen MRT-Befunden und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm	58
Tabelle 33: Adhäsionen: Korrelation zwischen MRT- und intraoperativem Befund	59
Tabelle 34: Beckenwand: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie	63
Tabelle 35: Beckenwand: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm	64
Tabelle 36: Peritoneum: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie	64
Tabelle 37: Peritoneum: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm	65
Tabelle 38: Gesamtergebnis: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie	67

Tabelle 39: Gesamtergebnis: Korrelation zwischen MRT-Befund und Histopathologie für Befunde ≥ 5 mm68

Tabelle 40: Überblick über die Anzahl an Patientinnen sowie Befunden, den Anteil richtig positiver operativer Befunde sowie richtig positiver MRT-Befunde ohne und mit Kenntnis des Pathologiebefundes bezogen auf die jeweilige Lokalisation.71

11. Literaturverzeichnis

Abrão, M. S.; Gonçalves, M. O. C.; Dias, J. A.; Podgaec, S.; Chamié, L. P.; Blasbalg, R. (2007): Comparison between clinical examination, transvaginal sonography and magnetic resonance imaging for the diagnosis of deep endometriosis. In: *Human Reproduction* 22 (12), S. 3092–3097.

(AWMF Leitlinien 08/2013): 015-045 S1 Diagnostik und Therapie der Endometriose (letzte Überarbeitung 05/2010), zuletzt geprüft am 14.08.2013.

Bazot, M.; Cortez, A.; Darai, E.; Rouger, J.; Chopier, J.; Antoine, J. M.; Uzan, S. (2001): Ultrasonography compared with magnetic resonance imaging for the diagnosis of adenomyosis: correlation with histopathology. In: *Human Reproduction* 16 (11), S. 2427–2433.

Bazot, M.; Darai, E.; Hourani, R.; Thomassin, I.; Cortez, A.; Uzan, S.; Buy, J.-N. (2004): Deep pelvic endometriosis: MR imaging for diagnosis and prediction of extension of disease. In: *Radiology* 232 (2), S. 379–389.

Bazot, M.; Bornier, C.; Dubernard, G.; Roseau, G.; Cortez, A.; Darai, E. (2007): Accuracy of magnetic resonance imaging and rectal endoscopic sonography for the prediction of location of deep pelvic endometriosis. In: *Human Reproduction* 22 (5), S. 1457–1463.

Bazot, M.; Lafont, C.; Rouzier, R.; Roseau, G.; Thomassin-Naggara, I.; Darai, E. (2009): Diagnostic accuracy of physical examination, transvaginal sonography, rectal endoscopic sonography, and magnetic resonance imaging to diagnose deep infiltrating endometriosis. In: *Fertility and Sterility* 92 (6), S. 1825–1833.

Bazot, M.; Gasner, A.; Ballester, M.; Darai, E. (2011a): Value of thin-section oblique axial T2-weighted magnetic resonance images to assess uterosacral ligament endometriosis. In: *Human Reproduction* 26 (2), S. 346–353.

Bazot, M.; Gasner, A.; Lafont, C.; Ballester, M.; Darai, E. (2011b): Deep pelvic endometriosis: Limited additional diagnostic value of postcontrast in comparison with conventional MR images. In: *European Journal of Radiology* 80 (3), S. e331–e339.

- Busard, M. P. H.; Mijatovic, V.; van Kuijk, C.; Hompes, P. G. A.; van Waesberghe, J. T. M. (2010): Appearance of abdominal wall endometriosis on MR imaging. In: *European Radiology* 20 (5), S. 1267–1276.
- Busard, M. P. H.; van der Houwen, L. E. E.; Bleeker, M. C. G.; van Pieters den Bos, I. C.; Cuesta, M. A.; van Kuijk, C. et al. (2012): Deep infiltrating endometriosis of the bowel: MR imaging as a method to predict muscular invasion. In: *Abdominal Imaging* 37 (4), S. 549–557.
- Caramella, T.; Novellas, S.; Fournol, M.; Bafghi, A.; Mondot, L.; Chassang, M. et al. (2008): Endométriose pelvienne profonde en IRM. In: *Journal of Radiology* 89 (4), S. 473–479.
- Carbognin, G.; Guarise, A.; Minelli, L.; Vitale, I.; Malagó, R.; Zamboni, G.; Procacci, C. (2004): US and MRI features of pelvic endometriosis. In: *Abdominal Imaging* 29 (5).
- Carbognin, G.; Girardi, V.; Pinali, L.; Raffaelli, R.; Bergamini, V.; Pozzi Mucelli, R. (2006): Assessment of pelvic endometriosis: correlation of US and MRI with laparoscopic findings. In: *La radiologia medica* 111 (5), S. 687–701.
- Chamié, L. P.; Blasbalg, R.; Gonçalves, M. O. C.; Carvalho, F. M.; Abrão, M. S.; de Oliveira, I. S. (2009): Accuracy of magnetic resonance imaging for diagnosis and pre-operative assessment of deeply infiltrating endometriosis. In: *International Journal of Gynecology & Obstetrics* 106 (3), S. 198–201.
- Chapron, C.; Vieira, M.; Chopin, N.; Balleyguier, C.; Barakat, H.; Dumontier, I. et al. (2004): Accuracy of rectal endoscopic ultrasonography and magnetic resonance imaging in the diagnosis of rectal involvement for patients presenting with deeply infiltrating endometriosis. In: *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology* 24 (2), S. 175–179.
- Coutinho, A.; Bittencourt, L. K.; Pires, C. E.; Junqueira, F.; de Oliveira Lima, C. M. A.; Coutinho, E. et al. (2011): MR imaging in deep pelvic endometriosis: A pictorial essay. In: *Radiographics* 31 (2), S. 549–567.
- Del Frate, C.; Girometti, R.; Pittino, M.; Del Frate, G.; Bazzocchi, M.; Zuiani, C. (2006): Deep retroperitoneal pelvic endometriosis: MR imaging appearance with laparoscopic correlation. In: *Radiographics* 26 (6), S. 1705–1718.
- Di Donato, N.; Montanari, G.; Benfenati, A.; Leonardi, D.; Bertoldo, V.; Monti, G. et al. (2014): Prevalence of adenomyosis in women undergoing surgery for endometriosis.

In: *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 181, S. 289–293.

Faccioli, N.; Foti, G.; Manfredi, R.; Mainardi, P.; Spoto, E.; Ruffo, G. et al. (2010): Evaluation of colonic involvement in endometriosis: double-contrast barium enema vs. magnetic resonance imaging. In: *Abdominal Imaging* 35 (4), S. 414–421.

Fiaschetti, V.; Crusco, S.; Meschini, A.; Cama, V.; Di Vito, L.; Marziali, M. et al. (2012): Deeply infiltrating endometriosis: Evaluation of retro-cervical space on MRI after vaginal opacification. In: *European Journal of Radiology* 81 (11), S. 3638–3645.

Glastonbury, C. M. (2002): The Shading Sign. In: *Radiology* 224 (1), S. 199–201.

Grasso, R. F.; Di Giacomo, V.; Sedati, P.; Sizzi, O.; Florio, G.; Faiella, E. et al. (2010): Diagnosis of deep infiltrating endometriosis: accuracy of magnetic resonance imaging and transvaginal 3D ultrasonography. In: *Abdominal Imaging* 35 (6), S. 716–725.

Gui, B.; Valentini, A. L.; Ninivaggi, V.; Marino, M.; Iacobucci, M.; Bonomo, L. (2014): Deep pelvic endometriosis: don't forget round ligaments. Review of anatomy, clinical characteristics, and MR imaging features. In: *Abdominal Imaging* 39 (3), S. 622–632.

Ha, H. K.; Lim, Y. T.; Kim, H. S.; Suh, T. S.; Song, H. H.; Kim, S. J. (1994): Diagnosis of pelvic endometriosis: fat-suppressed T1-weighted vs. conventional MR images. In: *American Journal of Roentgenology* 163 (1), S. 127–131.

Harada, T. (Hg.) (2014): Endometriosis. Tokyo: Springer Japan.

Hauth, E. A.; Antoch, G.; Ruehm, S. G.; Böing, C.; Kimmig, R.; Forsting, M. (2004): Wertigkeit der Magnetresonanztomographie (MRT) des Beckens in der präoperativen Diagnostik der Endometriose. In: *RöFo. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren* 176 (9), S. 1265–1270.

Hauth, E. A.; Stattaus, J.; Kimmig, R.; Schmidt, M.; Forsting, M. (2005): Magnetresonanztomographie (MRT) des Beckens bei Endometriose – eine Übersichtsarbeit. In: *Zentralblatt für Gynäkologie* 127 (2), S. 76–82.

Hottat, N.; Larrousse, C.; Anaf, V.; Noël, J.-C.; Matos, C.; Absil, J.; Metens, T. (2009): Endometriosis: Contribution of 3.0-T pelvic MR imaging in preoperative assessment – initial results. In: *Radiology* 253 (1), S. 126–134.

- Hsu, A. L.; Khachikyan, I.; Stratton, P. (2010): Invasive and noninvasive methods for the diagnosis of endometriosis. In: *Clinical Obstetrics and Gynecology* 53 (2), S. 413–419.
- Husby, G. K.; Haugen, R. S.; Moen, M. H. (2003): Diagnostic delay in women with pain and endometriosis. In: *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica* 82 (7), S. 649–653.
- Jarlot, C.; Anglade, E.; Paillocher, N.; Moreau, D.; Catala, L.; Aubé, C. (2008): Caractéristiques IRM de l'endométriose profonde: corrélation aux résultats coelioscopiques. In: *Journal of Radiology* 89 (11.1), S. 1745–1754.
- Kataoka, M. L.; Togashi, K.; Yamaoka, T.; Koyama, T.; Ueda, H.; Kobayashi, H. et al. (2005): Posterior cul-de-sac obliteration associated with endometriosis: MR imaging evaluation. In: *Radiology* 234 (3), S. 815–823.
- Katayama, M.; Masui, T.; Kobayashi, S.; Ito, T.; Sakahara, H.; Nozaki, A.; Kabasawa, H. (2001): Evaluation of pelvic adhesions using multiphase and multislice MR imaging with kinematic display. In: *American Journal of Roentgenology* 177 (1), S. 107–110.
- Kinkel, K.; Chapron, C.; Balleyguier, C.; Fritel, X.; Dubuisson, J. B.; Moreau, J. F. (1999): Magnetic resonance imaging characteristics of deep endometriosis. In: *Human Reproduction* 14 (4), S. 1080–1086.
- Kinkel, K.; Frei, K. A.; Balleyguier, C.; Chapron, C. (2006): Diagnosis of endometriosis with imaging: a review. In: *European Radiology* 16 (2), S. 285–298.
- Kramme, R. (2002): Medizintechnik. Verfahren, Systeme, Informationsverarbeitung; mit 122 Tabellen. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg u.a.: Springer.
- Krüger, K.; Behrendt, K.; Balzer, M.; Höhn, S.; Ebert, A. D. (2011): Stellenwert der Magnetresonanztomografie in der Diagnostik der Endometriose. In: *RöFo. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren* 183 (5), S. 423–431.
- Krüger, K.; Behrendt, K.; Niedobitek-Kreuter, G.; Koltermann, K.; Ebert, A. D. (2013): Location-dependent value of pelvic MRI in the preoperative diagnosis of endometriosis. In: *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 169 (1), S. 93–98.

Leyendecker, G.; Wildt, L.; Mall, G. (2009): The pathophysiology of endometriosis and adenomyosis: tissue injury and repair. In: *Archives of Gynecology and Obstetrics* 280 (4), S. 529–538.

Maccagnano, C.; Pellucchi, F.; Rocchini, L.; Ghezzi, M.; Scattoni, V.; Montorsi, F. et al. (2013): Ureteral endometriosis: Proposal for a diagnostic and therapeutic algorithm with a review of the literature. In: *International Journal of Urology* 91 (1), S. 1–9.

Medeiros, L. R.; Rosa, M. I.; Silva, B. R.; Reis, M. E.; Simon, C. S.; Dondossola, E. R.; da Cunha Filho, J. S. (2015): Accuracy of magnetic resonance in deeply infiltrating endometriosis: a systematic review and meta-analysis. In: *Archives of Gynecology and Obstetrics* 291 (3), S.611–621

Meyer R. (1919): Über den Stand der Frage der Adenomyositis und Adenome im allgemeinen und insbesondere über Adenomyositis seroepithelialis und Adenomyometritis sarcomatosa. In: *Zentralblatt für Gynäkologie* 43, S. 745 - 750

Novellas, S.; Chassang, M.; Bouaziz, J.; Delotte, J.; Toullalan, O.; Chevallier, P. (2010): Anterior pelvic endometriosis: MRI features. In: *Abdominal Imaging* 35 (6), S. 742–749.

Peters, A. A.; Trimbos-Kemper, G. C.; Admiraal, C.; Trimbos, J. B.; Hermans, J. (1992): A randomized clinical trial on the benefit of adhesiolysis in patients with intra-peritoneal adhesions and chronic pelvic pain. In: *British Journal of Obstetrics and Gynaecology* 99 (1), S. 59–62.

Prentice, A. (2001): Regular review: Endometriosis. In: *BMJ* 323 (7304), S. 93–95.

Reimer, P. (2003): Klinische MR-Bildgebung. Eine praktische Anleitung; mit 139 Tabellen. 2. Aufl. Berlin, Heidelberg u.a.: Springer.

Reiser, M. (2002): Magnetresonanztomographie; mit 161 Tabellen. 3. Aufl. Berlin, Heidelberg u.a.: Springer.

Roy, C.; Balzan, C.; Thoma, V.; Sauer, B.; Wattiez, A.; Leroy, J. (2009): Efficiency of MR imaging to orientate surgical treatment of posterior deep pelvic endometriosis. In: *Abdominal Imaging* 34 (2), S. 251–259.

- Saba, L.; Guerriero, S.; Sulis, R.; Pilloni, M.; Ajossa, S.; Melis, G.; Mallarini, G. (2011): Learning curve in the detection of ovarian and deep endometriosis by using Magnetic Resonance. In: *European Journal of Radiology* 79 (2), S. 237–244.
- Saccardi, C.; Cosmi, E.; Borghero, A.; Tregnaghi, A.; Dessole, S.; Litta, P. (2012): Comparison between transvaginal sonography, saline contrast sonovaginography and magnetic resonance imaging in the diagnosis of posterior deep infiltrating endometriosis. In: *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology* 40 (4), S. 464–469.
- Sampson J. A. (1927): Peritoneal endometriosis due to the menstrual dissemination of endometrial tissue into the peritoneal cavity. In: *American Journal of Obstetrics & Gynecology* 14, S. 422-429
- Scardapane, A.; Lorusso, F.; Bettocchi, S.; Moschetta, M.; Fiume, M.; Vimercati, A. et al. (2013): Deep pelvic endometriosis: accuracy of pelvic MRI completed by MR colonography. In: *Radiologia Medica* 118 (2), S. 323–338.
- Schindler, A. E. (2007): Epidemiologie, Pathogenese und Diagnostik der Endometriose. In: *Journal für Fertilität und Reproduktion* 17 (4), S. 22–27
- Scislak, N. (2012): Die Magnetresonanztomographie – ein kleiner Überblick. In: *Medizintechnik* 132, S. 48.
- Seli, E.; Berkkanoglu, M.; Arici, A. (2003): Pathogenesis of endometriosis. In: *Obstetrics & Gynecology Clinics of North America* 30 (1), S. 41–61.
- Steenberg, C. K.; Tanbo, T. G.; Qvigstad, E. (2013): Endometriosis in adolescence: predictive markers and management. In: *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica* 92 (5), S. 491–495.
- Stratton, P.; Winkel, C.; Premkumar, A.; Chow, C.; Wilson, J.; Hearn-Stokes, R. et al. (2003): Diagnostic accuracy of laparoscopy, magnetic resonance imaging, and histopathologic examination for the detection of endometriosis. In: *Fertility and Sterility* 79 (5), S. 1078–1085.
- Takeuchi, H.; Kuwatsuru, R.; Kitade, M.; Sakurai, A.; Kikuchi, I.; Shimanuki, H.; Kinoshita, K. (2005): A novel technique using magnetic resonance imaging jelly for evaluation of rectovaginal endometriosis. In: *Fertility and Sterility* 83 (2), S. 442–447.
- Thomeer, M. G.; Steensma, A. B.; van Santbrink, E. J.; Willemsen, F. E.; Wielopolski, P. A.; Hunink, M. G. et al. (2014): Can magnetic resonance imaging at 3.0-Tesla relia-

- bly detect patients with endometriosis? Initial results. In: *Journal of Obstetrics & Gynaecology Research* 40 (4), S. 1051–1058.
- Tinneberg, H.-R.; Tuttlies, F.; Berkes, E.; Krombach, G. A.; Hackethal, A.; Konrad, L.; Oehmke, F. (2014): Classification of Endometriosis. In: Harada, T. (Hg.): *Endometriosis*. Tokyo: Springer Japan, S. 341–362.
- Togashi, K.; Nishimura, K.; Kimura, I.; Tsuda, Y.; Yamashita, K.; Shibata, T. et al. (1991): Endometrial cysts: diagnosis with MR imaging. In: *Radiology* 180 (1), S. 73–78.
- Umaria, N.; Olliff, J. F. (2001): Imaging features of pelvic endometriosis. In: *The British Journal of Radiology* 74 (882), S. 556–562.
- Urdl, W. (2006): Der derzeitige Stand der konservativen Therapie der Endometriose. In: *Journal für Reproduktionsmedizin und Endokrinologie* 3 (1), S. 24–30.
- Woodward, P. J.; Sohaey, R.; Mezzetti, T. P. (2001): Endometriosis: radiologic-pathologic correlation. In: *Radiographics* 21 (1), S. 193–216; questionnaire S. 288–294.
- Zanardi, R.; Del Frate, C.; Zuiani, C.; Bazzocchi, M. (2003): Staging of pelvic endometriosis based on MRI findings versus laparoscopic classification according to the American Fertility Society. In: *Abdominal Imaging* 28 (5), S. 733–742.

12. Anhang

12.1 Untersuchungsprotokoll

Endometrioseherde				
Lokalisation				
Signalintensität	Heterogen			Homogen
	Hyperintens	Isointens	Hypointens	
T1				
T1 fettgesättigt				
T2				
KM-Anreicherung				
Berandung	Regulär	Irregulär		
Größe				
Spiegel				
Septierung				
Breite der Zystenwand				
Nebenbefunde				

Douglasraum		
Position des Uterus	Anteflexion	Retroflexion
hinteres Scheidengewölbe	Normal	Erhöht
Darm-Verklebungen		
blasse Stränge zwischen Uterus und Darm		
fibrotische Plaques/Knoten (Serosa des Uterus)		
Gesamteindruck	keine Obliteration	Obliteration

	Betroffene Organe:	Sequenz:
Adhäsionen		
Keine Fettschichten mehr zwischen Organen		
Keine klare Grenze angrenzender Organe		
hypointense Stränge zwischen Organen		
Winkelbildung		
Verdrehung von Darmschlingen		
Aszites/Flüssigkeitsansammlungen		

Anhang

Uterus				
Dicke der signalarmen Übergangszone	vorne	hinten	am Fundus	
Raumforderungen	scharf begrenzt	unscharf begrenzt		
Signalintensität	Heterogen			Homogen
	Hyperintens	Isointens	Hypointens	
T1				
T1 fettgesättigt				
T2				
KM-Anreicherung				
Uterusvergrößerung	keine	teilweise	komplett	
Vorderwand-Hinterwand-Asymmetrie				
Dicke des Endometriums				
Endometrium-Myometrium Übergang	scharf	unscharf		
Am besten beurteilbar (Sequenz)				

Intestinaltrakt				
Lokalisation				
Berandung	regulär	Irregulär		
Signalintensität	Heterogen			Homogen
	Hyperintens	Isointens	Hypointens	
T1				
T1 fettgesättigt				
T2				
KM-Anreicherung				
Lokalisation im Vergleich zum Anus				
Tiefe der Infiltration der Darmwand				
keine Infiltration	Adhäsion	serosal	muskulär	Mukosal
Dicke der normalen Darmwand				
Dicke der endometrioseverdächtigen Darmwand				
Zirkuläre Beteiligung des Darms				

Uterosakrale Ligamente				
Sichtbarkeit	links	rechts		
fibrotische Verdickung	unilateral		bilateral	
Ränder	regulär	irregulär	regulär	irregulär
(maximale) Dicke	axial			
	sagittal			
Knoten	unilateral		bilateral	
Größe des Knoten (Querdurchmesser)	Links		Rechts	
Signalintensität	Heterogen			Homogen
	Hyperintens	Isointens	Hypointens	
T1				
T1 fettgesättigt				
T2				
KM-Anreicherung	diffus	lokal	Unilateral	Bilateral

12.2 Literaturüberblick zur Endometriosedagnostik im MRT

USL = uterosakrale Ligamente, Lig. = Ligamentum, PPV = positiver prädiktiver Wert, NPV = negativer prädiktiver Wert, vgl. = Vergleich, et al. = et alii, KM = Kontrastmittel.

<i>Publikation</i>	<i>Studienumfang Studiendesign</i>	<i>Kriterien</i>	<i>Ergebnis</i>																								
1. 1991 Togashi et al. Endometrial cysts: diagnosis with MR imaging Prospektiv	374 Patientinnen Prospektiv	Endometriosezysten: <ul style="list-style-type: none"> • Hyperintens in T1 • Hypointens in T2 • Multiple Zysten hyperintens in T1 (unabhängig von Signal in T2) 	<table border="1"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>Genauigkeit</td> </tr> <tr> <td>90%</td> <td>98%</td> <td>96%</td> </tr> </table>	Sensitivität	Spezifität	Genauigkeit	90%	98%	96%																		
Sensitivität	Spezifität	Genauigkeit																									
90%	98%	96%																									
2. 1994 Ha et al. Diagnosis of Pelvic Endometriosis: Fat suppressed T1-weighted vs. conventional MR images	31 Patientinnen Prospektiv	Endometriosezyste: <ul style="list-style-type: none"> • Hyperintens, heterogen auf T2-gewichteten Aufnahmen • Hyperintens auf T1-gewichtete Aufnahmen 	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Konventionelle MRT Aufnahmen</td> </tr> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>PPV</td> </tr> <tr> <td>27%</td> <td>98%</td> <td>93%</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Fett-unterdrückte MRT Aufnahmen</td> </tr> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>PPV</td> </tr> <tr> <td>61%</td> <td>87%</td> <td>83%</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>NPV</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>67%</td> </tr> </table>	Konventionelle MRT Aufnahmen			Sensitivität	Spezifität	PPV	27%	98%	93%	Fett-unterdrückte MRT Aufnahmen			Sensitivität	Spezifität	PPV	61%	87%	83%			NPV			67%
Konventionelle MRT Aufnahmen																											
Sensitivität	Spezifität	PPV																									
27%	98%	93%																									
Fett-unterdrückte MRT Aufnahmen																											
Sensitivität	Spezifität	PPV																									
61%	87%	83%																									
		NPV																									
		67%																									
3. 1999 Kinkel et al. MRI characteristics of deep endometriosis	20 Patientinnen Prospektiv	USL <ul style="list-style-type: none"> • Knoten • T2 Iso- und hypointens (viel Bindegewebe) • T2 Hyperintens (viel Drüsengewebe) • In T1-gewichteten Sequenzen isointens im Vergleich zum Myometrium 	Sensitivität 100% 6/12 isointens, 5/12 hypointens 1/12 hyperintens in T2																								

			<p>Darm</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abbruch des hypointensen Signals der rektalen Muskularis auf T2-gewichteten Aufnahmen <p>Rektum</p> <ul style="list-style-type: none"> • asymmetrische T2 isointense Verdickung der Rektumwand <p>Douglasraum</p> <ul style="list-style-type: none"> • Isointens, homogen bzw. Isointens und heterogen durch hyperintense Spots auf T2-gewichteten Aufnahmen <ul style="list-style-type: none"> • Isointens und homogen auf T1-gewichteten Aufnahmen <p>Blase</p> <ul style="list-style-type: none"> • Isointens und heterogen (hyperintense Spots)/homogen in T2 • Isointens und homogen/heterogen in T1 • Verdickung der Blasenwand • Protrusion ins Blasenlumen 	<p>Sensitivität 33%</p> <p>Sensitivität 100%</p> <p>1/2 homogen isointens, 1/2 heterogen heterogen mit hyperintensens Spots</p> <p>Sensitivität 100%</p>																			
<p>4. 2001 Bazot et al. Ultrasonography compared with magnetic resonance imaging for the diagnosis of adenomyosis: correlation with histopathology</p>	<p>120 Patientinnen Prospektiv</p>	<p>Adenomyosis:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. homogene Vergrößerung des Uterus ohne Leiomyome 2. punktförmige Foci im Myometrium von hoher Signalintensität 3. maximale Dicke der funktionalen Zone mind. 12 mm oder unregelmäßige, unklar begrenzte Areale mit niedriger Signalintensität 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>22,5%</td> <td>97,5%</td> <td>81,8%</td> <td>72,5%</td> <td>72,5%</td> </tr> <tr> <td>47,5%</td> <td>98,8%</td> <td>95%</td> <td>79%</td> <td>81,7%</td> </tr> <tr> <td>62,5%</td> <td>96,3%</td> <td>89,3%</td> <td>83,7%</td> <td>85%</td> </tr> </tbody> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	22,5%	97,5%	81,8%	72,5%	72,5%	47,5%	98,8%	95%	79%	81,7%	62,5%	96,3%	89,3%	83,7%	85%
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																			
22,5%	97,5%	81,8%	72,5%	72,5%																			
47,5%	98,8%	95%	79%	81,7%																			
62,5%	96,3%	89,3%	83,7%	85%																			

				<p>4. Verhältnis von maximaler Dicke der funktionalen Zone zu Dicke des Myometriums > 40%</p> <p>5. 2. + 3. + 4. Kriterium</p> <p>6. kleine hypointense Flecken innerhalb des Myometriums</p>	<p>65%</p> <p>92,5%</p> <p>81,3%</p> <p>84%</p> <p>83,3%</p>											
5.	2001 Glastonbury et al. The shading sign	Übersichtsartikel	<p>Endometriosezysten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Multiple Zysten hyperintens in T1 • Zyste hyperintens in T1, hypointens in T2 	<table border="1"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Genauigkeit</td> </tr> <tr> <td>90-92%</td> <td>91-96%</td> </tr> </table>	Sensitivität	Genauigkeit	90-92%	91-96%								
Sensitivität	Genauigkeit															
90-92%	91-96%															
6.	2003 Stratton et al. Diagnostic accuracy of laparoscopy, MRI and histopathological examination for the detection of endometriosis	48 Patientinnen prospektiv	<p>Endometriosezysten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hyperintens in T1 • Hypointens in T2 • Keine KM-Anreicherung 	<table border="1"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>PPV</td> <td>NPV</td> </tr> <tr> <td>69%</td> <td>96%</td> <td>25%</td> </tr> </table>	Sensitivität	PPV	NPV	69%	96%	25%						
Sensitivität	PPV	NPV														
69%	96%	25%														
7.	2003 Zanardi et al. Staging of pelvic endometriosis based on MRI findings versus laparoscopic classification according to the American Fertility Society	44 Patientinnen prospektiv	<p>Endometriosezysten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unregelmäßige Begrenzung • Inhomogenes Signal in T2, hypointens in T2 • Septierung • Knoten • Wanddicke < 3mm 	<table border="1"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>PPV</td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td>76,9%</td> <td>98%</td> </tr> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	100%	76,9%	98%						
Sensitivität	Spezifität	PPV														
100%	76,9%	98%														
8.	2004 Chapron et al. Accuracy of rectal endoscopic ultrasonography and magnetic	92 Patientinnen retrospektiv	<ul style="list-style-type: none"> • Darminfiltration bei Unterbrechung der hypointensen Linie der rektalen Muskularis • Rektale Adhäsionen: hypointense, dicke Linien im Douglasraum 	<table border="1"> <tr> <td colspan="3">Rektale Beteiligung der DIE</td> </tr> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>PPV</td> <td>NPV</td> </tr> <tr> <td>76.5 (26/34)</td> <td>97.9 (46/47)</td> <td>96.3 (26/27)</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>85.2 (46/54)</td> </tr> </table>	Rektale Beteiligung der DIE			Sensitivität	PPV	NPV	76.5 (26/34)	97.9 (46/47)	96.3 (26/27)			85.2 (46/54)
Rektale Beteiligung der DIE																
Sensitivität	PPV	NPV														
76.5 (26/34)	97.9 (46/47)	96.3 (26/27)														
		85.2 (46/54)														

<p>resonance imaging in the diagnosis of rectal involvement for patients presenting with deeply infiltrating endometriosis</p>																																											
<p>9. 2004 Bazot et al. Deep pelvic endometriosis: MRI for diagnosis and prediction of extension of disease</p>	<p>159 Patientinnen Prospektiv</p>	<p>Endometriosezyten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hyperintense Foci auf T1-gewichteten Bildern • Kleine hyperintense Hohlräume auf T2-gewichteten Bildern • Niedrige Signalintensitäten in T2 und T1 (isointens zu Muskelgewebe) <p><i>Lokalisationen:</i></p> <p>Uterosakrale Ligamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knoten • sternförmige Ausziehungen • fibrotische Verdickung des USL <p>Vagina</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unterbrechung der hypointensen Vaginalwand auf T2-gewichteten Aufnahmen • Verdickungen <p>Rektovaginales Septum</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufhebung der Fettilamelle zwischen Uterus und Rektum oder Sigmoid, Knoten 	<p>Endometriose insgesamt:</p> <table border="1" data-bbox="531 161 683 864"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>90,3%</td> <td>91%</td> <td>92.1 %</td> <td>89%</td> <td>90,8%</td> </tr> </tbody> </table> <p>USL (Vgl. MRT und Pathologie)</p> <table border="1" data-bbox="869 161 983 864"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>86%</td> <td>77,1%</td> <td>57%</td> <td>94,1%</td> <td>79,5%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Vagina (Vgl. MRT – Pathologie)</p> <table border="1" data-bbox="1058 161 1171 864"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80%</td> <td>93,3%</td> <td>50%</td> <td>98,2%</td> <td>92,3%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Rektovaginales Septum (Vgl. MRT – Pathologie)</p> <table border="1" data-bbox="1209 161 1324 864"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80%</td> <td>97,8%</td> <td>67%</td> <td>98,9%</td> <td>96,9%</td> </tr> </tbody> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	90,3%	91%	92.1 %	89%	90,8%	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	86%	77,1%	57%	94,1%	79,5%	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	80%	93,3%	50%	98,2%	92,3%	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	80%	97,8%	67%	98,9%	96,9%
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																							
90,3%	91%	92.1 %	89%	90,8%																																							
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																							
86%	77,1%	57%	94,1%	79,5%																																							
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																							
80%	93,3%	50%	98,2%	92,3%																																							
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																							
80%	97,8%	67%	98,9%	96,9%																																							

			<p>Intestinaltrakt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unterbrechung des hypointensen Signals der vorderen Rektumwand auf T2-gewichteten Aufnahmen • Gewebblock im Bereich der vorderen Rektumwand, KM-aufnehmend <p>Blase</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knoten und Gewebsblöcke im Bereich der Blase • Unterbrechung des hypointensen Signals der Blasenwand in T2 	<p>Intestinaltrakt (Vgl. MRT – Pathologie)</p> <table border="1"> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> <tr> <td>95%</td> <td>100%</td> <td>100%</td> <td>98,7%</td> <td>99%</td> </tr> </table> <p>Blase</p> <table border="1"> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> <tr> <td>88%</td> <td>98,9%</td> <td>88%</td> <td>98,9%</td> <td>97,9%</td> </tr> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	95%	100%	100%	98,7%	99%	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	88%	98,9%	88%	98,9%	97,9%
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																				
95%	100%	100%	98,7%	99%																				
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																				
88%	98,9%	88%	98,9%	97,9%																				
<p>10. 2004 Hauth et al. Wertigkeit der MRT des Beckens in der präoperativen Diagnostik der Endometriose</p>	<p>13 Patientinnen prospektiv</p>	<p>Endometriosezysten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hyperintens in T1 <p>Adenomyosis</p> <ul style="list-style-type: none"> • Allseitige Vergrößerung des Fundus und Corpus uteri • Verbreiterung der signalarmen Übergangszone (junktionale Zonene) > 12mm 	<table border="1"> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>PPV</th> </tr> <tr> <td>52%</td> <td>74%</td> </tr> </table>	Sensitivität	PPV	52%	74%																	
Sensitivität	PPV																							
52%	74%																							
<p>11. 2004 Kataoka et al. Posterior cul-de-sac obliteration associated with endometriosis: MR imaging evaluation</p>	<p>57 Patientinnen Retrospektiv</p>	<p>Obliteration des Douglas-Raums:</p> <ul style="list-style-type: none"> • retroflektierter Uterus • erhöhter hinterer Fornix • zum Uterus hin verzogenes Rektum • intestinale Verklebungen in Richtung des Uterus 	<table border="1"> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> <tr> <td>68,4%</td> <td>76%</td> <td>76,6%</td> <td>68,5%</td> <td>71,9%</td> </tr> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	68,4%	76%	76,6%	68,5%	71,9%											
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																				
68,4%	76%	76,6%	68,5%	71,9%																				

			<ul style="list-style-type: none"> • fibröse Plaques oder Knoten auf der Serosa des Uterus (iso- bis hypointens mit hyperintensiven Foci in T1, hypointens in T2, KM-Anreicherung) <p>Endometriosezysten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hyperintens in T1 und hypointens in T2 • Multiple homogen hyperintense Zysten in T1(unabhängig vom Signal in T2) <p>Adhäsionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Keine klare Abgrenzung benachbarter Organe • Unterbrechung der Fettschicht zwischen zwei Organen • Hypointense Stränge • Winkelbildung der Darmschlingen 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>93,1%</td> <td>54,1%</td> <td>94,5%</td> <td>50,1%</td> <td>89%</td> </tr> </tbody> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	93,1%	54,1%	94,5%	50,1%	89%
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit										
93,1%	54,1%	94,5%	50,1%	89%										
<p>12. 2005 Kinkel et al Diagnosis of endometriosis with imaging A review</p>		<p>Übersichtsartikel</p>	<p>Endometriosezysten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hyperintens in T1 • Hypointens in T2 • Multiple hyperintense Läsionen in T1 (unterschiedliche Signalintensität in T2) <p>USL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asymmetrische, knotige Verdickung • T2 iso- oder hypointens 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>77,8%</td> <td>50%</td> <td>96,6%</td> <td>11,2%</td> <td>76,3%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Sensitivität 90% Spezifität 98%</p> <p>Sensitivität 76-86%</p>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	77,8%	50%	96,6%	11,2%	76,3%
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit										
77,8%	50%	96,6%	11,2%	76,3%										

			<p>Vagina:</p> <ul style="list-style-type: none"> • T2 hypointense Läsionen, variables Signal in T1 • Obliteration des Douglasraum <p>Darm:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verdickung der Darmwand • Verziehung der Darmschlingen zum Uterus hin <p>Blase:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verdickung der Blasenwand mit unregelmäßigen Rändern • Heterogenes Signal in T2 • Hyperintense Foci in T1 <p>Adhäsionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Winkelbildung von Darmschlingen • Verdrehung von Darmschlingen • Erhöhung des hintere Fornix • Retroflexion des Uterus • Flüssigkeitsansammlungen • Hypointense Gewebsstränge zwischen Organen 	<p>Sensitivität 80% Spezifität 93%</p> <p>Sensitivität 84% Spezifität 99%</p> <p>Sensitivität 88% Spezifität 99%</p>								
<p>13.</p>	<p>2005 Takeuchi et al. A novel technique using magnetic resonance imaging jelly for evaluation of rectovaginal endometriosis</p>	<p>31 Patientinnen prospektiv</p>	<p>Obliteration des Douglasraums</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verdickung der Rektumwand, auffällige Verlagerung der hinteren Cervixwand • Hypointense Knoten 	<p>Obliteration des Douglasraums</p> <table border="1" data-bbox="1109 201 1300 851"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>90,9% (20/22)</td> <td>77,8% (7 von 9)</td> <td>90,9% (20 von 22)</td> <td>77,8% (7 von 9)</td> </tr> </tbody> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	90,9% (20/22)	77,8% (7 von 9)	90,9% (20 von 22)	77,8% (7 von 9)
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV									
90,9% (20/22)	77,8% (7 von 9)	90,9% (20 von 22)	77,8% (7 von 9)									

14.	<p>2006 Carbognin et al. Assessment of pelvic endometriosis: contribution of US and MRI with laparoscopic findings</p> <p>Vgl. 2004 Carbognin et al. US and MRI features of pelvic endometriosis</p>	<p>36 Patientinnen Prospektiv</p>	<p>Endometriosezysten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hyperintens in T1 • Hypointens in T2 <p>Kleine Knoten (rektovaginales oder vesicovaginales Septum):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hyperintense Foci in T1 <p>Große Knoten: (Blasenwand)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Isointens mit hyperintensen Foci in T1 • KM-Anreichernd <p>Laminare Läsionen (Rektumwand, rektovaginales Septum, USL)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hyperintens in T1 • Variables Signal in T2 <p>Zysten (Ovarien)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hyperintens in T1 • Hypointens in T2 (hyperintense Foci) 	<p>Herde im Douglasraum (DPE)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>94,1 % (16/17)</td> <td>100 % (14/14)</td> <td>100% (16/16)</td> <td>93,3 % (14/15)</td> </tr> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> </tr> <tr> <td>56%</td> <td>50%</td> <td>90%</td> <td>16%</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>55%</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> • 36/40 homogenes Signal in T1 und T2 • 36/36 hyperintens in T1 • 20/36 hypointens in T2 (14/36 hyperintens, 2/36 isointens) • 4/40 inhomogen: hyperintens in T1, hypointens in T2 (jeweils 2/40) • 1/3 hyperintenses Signal mit hypointensem peripherem Saum in T2 • 25/32 homogenes Signal in T1 und T2 • 25/25 hyperintens in T1 • 16/25 hypointens in T2 	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	94,1 % (16/17)	100 % (14/14)	100% (16/16)	93,3 % (14/15)	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	56%	50%	90%	16%				55%
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV																					
94,1 % (16/17)	100 % (14/14)	100% (16/16)	93,3 % (14/15)																					
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV																					
56%	50%	90%	16%																					
			55%																					

			<ul style="list-style-type: none"> • z.T. fibröse Kapsel (hypointenser Ring in T1 und T2, KM-anreichernd) • Komplexe Läsionen (Ovarien, Douglasraum) <ul style="list-style-type: none"> • Zystische Läsionen • Iso- bis hypointens in T1 • Knoten, Septen • Adhäsionen <ul style="list-style-type: none"> • Hypointense Stränge zwischen angrenzenden Organen • Winkelbildung von Darmschlingen • Lokalisierte Flüssigkeitsansammlungen 	<ul style="list-style-type: none"> • 7/32 heterogenes Signal • 5/7 hyperintens in T1 • Hyperintens in T2 mit hypointensem peripheren Saum • 5/5 Hyperintens in T1 • Variabel in T2 • 2/11 hyperintens in T1 und hypointens in T2 														
<p>15. 2007 Abrao et a. Comparison between clinical examination, transvaginal sonography and magnetic resonance imaging for the diagnosis of deep endometriosis</p>	<p>104 Patientinnen Prospektiv</p>	<p>Retrozervikale Endometriose:</p> <ul style="list-style-type: none"> • unregelmäßige Verdickung der USL • Hypointense Gewebesblöcke oder Knoten in T1 und T2 <p>Darmbeteiligung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knotige Gebilde an der Darmwand mit hypointensem Signal in T2 (verzögerte KM-Anreicherung) • Winkelbildung der betroffenen Segmente 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>76%</td> <td>68%</td> <td>61%</td> <td>81%</td> <td>71%</td> </tr> <tr> <td>83,3%</td> <td>98%</td> <td>97,8 %</td> <td>84,4 %</td> <td>90,3%</td> </tr> </tbody> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	76%	68%	61%	81%	71%	83,3%	98%	97,8 %	84,4 %	90,3%
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit														
76%	68%	61%	81%	71%														
83,3%	98%	97,8 %	84,4 %	90,3%														

<p>16. 2007 Bazot et al. Accuracy of magnetic resonance imaging and rectal endoscopic sonography for the prediction of location of deep pelvic endometriosis</p>	<p>88 Patientinnen prospektiv</p>	<p><i>Lokalisationen:</i> Uterosakrale Ligamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knoten • sternförmige Ausziehungen • fibrotische Verdickung des USL <p>Vagina</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unterbrechung der hypointensen Vaginalwand auf T2-gewichteten Aufnahmen • Verdickungen <p>Rektovaginales Septum</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufhebung der Fettlamelle zwischen Uterus und Rektum oder Sigmoid • Knoten <p>Darm</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unterbrechung des hypointensen Signals der vorderen Rektumwand auf T2-gewichteten Aufnahmen • Gewebsblock im Bereich der vorderen Rektumwand, KM-aufnehmend 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>84,8%</td> <td>88,8%</td> <td>98,5%</td> <td>40%</td> <td>70%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>77,7%</td> <td>85,3%</td> <td>70%</td> <td>89,7%</td> <td>70%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>44,4%</td> <td>98,7%</td> <td>80%</td> <td>93,9%</td> <td>93,2%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>88,3%</td> <td>98,7%</td> <td>96,4%</td> <td>78,8%</td> <td>89,8%</td> </tr> </tbody> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	84,8%	88,8%	98,5%	40%	70%	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	77,7%	85,3%	70%	89,7%	70%	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	44,4%	98,7%	80%	93,9%	93,2%	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	88,3%	98,7%	96,4%	78,8%	89,8%
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																							
84,8%	88,8%	98,5%	40%	70%																																							
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																							
77,7%	85,3%	70%	89,7%	70%																																							
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																							
44,4%	98,7%	80%	93,9%	93,2%																																							
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																							
88,3%	98,7%	96,4%	78,8%	89,8%																																							
<p>17. 2008 Jarlot et al. MR imaging features of deep pelvic endometriosis: correlation with laparoscopy</p>	<p>35 Patientinnen Retrospektiv</p>	<p>USL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unregelmäßig geformter Knoten • Verdickung • hypointens in T1 und T2 <p>Vagina, Fornix, Douglas-Raum</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knotige Verdickungen 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>78%</td> <td>70%</td> <td>86%</td> <td>58%</td> </tr> </tbody> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	78%	70%	86%	58%																																
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV																																								
78%	70%	86%	58%																																								

			<p>Darm:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knoten • unregelmäßige Begrenzung • Unterbrechung der hypointensen Darmwand <p>Blase:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knoten 											
<p>18. 2008 Roy et al. Efficiency of MR imaging to orientate surgical treatment of post deep pelvic endometriosis</p>		<p>47 Patientinnen Retrospektiv</p>	<p>Adhäsionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausgezogene hypointense Gewebstränge zwischen den Darmschlingen • Winkelbildung der Darmschlingen • Retroflexion des Uterus • Erhöhung des hinteren Fornix <p>USL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asymmetrische knotige Verdickung <p>Blase:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verdickung der Blasenwand <p>Endometriosezysten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hyperintens in T1 • Hypointens in T2 <p>Darm:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Invasion bis in Muskularis: dünne helle Schicht in T2 mit KM-Anreicherung • Fehlende Fettschicht zwischen Knoten und Darmwand 	<table border="1"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>73%</td> <td>Spezifität</td> <td>93%</td> <td>PPV</td> <td>84%</td> <td>NPV</td> <td>88%</td> <td>Genauigkeit</td> <td>87%</td> </tr> </table>	Sensitivität	73%	Spezifität	93%	PPV	84%	NPV	88%	Genauigkeit	87%
Sensitivität	73%	Spezifität	93%	PPV	84%	NPV	88%	Genauigkeit	87%					

19.	2009 Chamié et al. Accuracy of magnetic resonance imaging for diagnosis and preoperative assessment of deeply infiltrating endometriosis	92 Patientinnen prospektiv	Tief infiltrierende Endometriose <ul style="list-style-type: none"> • in T2 hypointense Knoten • unregelmäßige Begrenzung 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ureter: 50</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>95,5</td> <td>95,7</td> </tr> <tr> <td>Blase 23,1</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>88,8</td> <td>89,1</td> </tr> <tr> <td>Rektosigmoid 86</td> <td>92,9</td> <td>93,5</td> <td>84,8</td> <td>89,1</td> </tr> <tr> <td>Retrocervical 89,4</td> <td>92,3</td> <td>96,7</td> <td>77,4</td> <td>90,2</td> </tr> </tbody> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	Ureter: 50	100	100	95,5	95,7	Blase 23,1	100	100	88,8	89,1	Rektosigmoid 86	92,9	93,5	84,8	89,1	Retrocervical 89,4	92,3	96,7	77,4	90,2					
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																														
Ureter: 50	100	100	95,5	95,7																														
Blase 23,1	100	100	88,8	89,1																														
Rektosigmoid 86	92,9	93,5	84,8	89,1																														
Retrocervical 89,4	92,3	96,7	77,4	90,2																														
20.	2009 Faccioli et al. Evaluation of colonic involvement in endometriosis: double-contrast barium enema vs. magnetic resonance imaging	65 Patientinnen Prospektiv	Darmendometriose <ul style="list-style-type: none"> • in T1 hyperintense knotige oder zystische Läsionen • hypointense Läsionen, Darmwandverdickung • Verlust der Fettschicht, auffällige Winkelbildung zwischen Darmschlingen 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>71.1 %</td> <td>83.3 %</td> <td>93,3 %</td> <td>46,8%</td> <td>74,6%</td> </tr> </tbody> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	71.1 %	83.3 %	93,3 %	46,8%	74,6%																				
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																														
71.1 %	83.3 %	93,3 %	46,8%	74,6%																														
21.	2009 Grasso et al. Diagnosis of deep infiltrating endometriosis: accuracy of magnetic resonance imaging and transvaginal 3D ultrasonography	33 Patientinnen prospektiv	Endometriosezysten: <ul style="list-style-type: none"> • T1 und T2 hyperintens • T1 hyperintens, T2 hypointens USL <ul style="list-style-type: none"> • Großer oder kleiner, hypointensere Knoten in axialen T2-gewichteten Aufnahmen • Asymmetrischer Knoten mit hyperintenseren Foci in T1 	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">USL</th> </tr> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>69.2</td> <td>94.3</td> <td>75</td> <td>92.5</td> <td>89.3</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Hinteres Scheidengewölbe</th> </tr> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>83.3</td> <td>88.8</td> <td>62.5</td> <td>96</td> <td>87.8</td> </tr> </tbody> </table>	USL					Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	69.2	94.3	75	92.5	89.3	Hinteres Scheidengewölbe					Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	83.3	88.8	62.5	96	87.8
USL																																		
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																														
69.2	94.3	75	92.5	89.3																														
Hinteres Scheidengewölbe																																		
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																														
83.3	88.8	62.5	96	87.8																														

			<p>Vaginales und rektovaginales Septum</p> <ul style="list-style-type: none"> • T2 hypointens, variabel in T1 oder hyperintense Spots in T1 <p>Sigmoid</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asymmetrische Verdickung der Darmwand • Kontrastmittelanreicherung in T1 <p>Ureter</p> <ul style="list-style-type: none"> • In T2 hypointenser Knoten, in T1 und T2 hyperintense Foci in der Nähe des Ureters <p>Blase</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verdickung der Blasenwand, isointens in T2 mit hyperintensen Foci in T1 	<p>Rektovaginales Septum</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>76.4</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>80</td> <td>87.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>Sigmoid</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>75</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>96.6</td> <td>96.9</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ureter</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>66.6</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>98.3</td> <td>98.4</td> </tr> </tbody> </table> <p>Blase</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>83.3</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>96.4</td> <td>96.9</td> </tr> </tbody> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	76.4	100	100	80	87.8	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	75	100	100	96.6	96.9	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	66.6	100	100	98.3	98.4	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	83.3	100	100	96.4	96.9
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																								
76.4	100	100	80	87.8																																								
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																								
75	100	100	96.6	96.9																																								
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																								
66.6	100	100	98.3	98.4																																								
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																								
83.3	100	100	96.4	96.9																																								
<p>22. 2009 Hottat et al. Contribution of 3,0-T pelvic MRI in preoperative assessment</p>		<p>41 Patientinnen Prospektiv</p>	<p>Adenomyosis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dicke der Übergangszone > 12mm <p>Endometriosezyste:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hyperintens in T1 • hypointens in T2 <p>Tiefe infiltrierende Endometriose:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knoten oder fibröses Gewebe hypointens in T2, isointens in T1 	<p>Tief infiltrierende Endometriose:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>96,3%</td> <td>100%</td> <td>100 %</td> <td>93,3%</td> <td>97,6%</td> </tr> </tbody> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	96,3%	100%	100 %	93,3%	97,6%																														
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																								
96,3%	100%	100 %	93,3%	97,6%																																								

23.	2011a Bazot et al. Value of thin-section oblique axial T2-weighted magnetic resonance images to assess uterosacral ligament endometriosis	100 Patientinnen retrospektiv	<p>Adhäsionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hypointense Gewebsstränge • lokalisierte Flüssigkeitsansammlungen • Verdrehung von Organen <p>USL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knoten (normale oder ausgezogene Ränder) • Fibrotische Verdickung (im Vergleich zum kontralateralen Band) <p><i>Weitere DPE-Läsionen vgl. Kinkel et al. 1999, Bazot et al. 2004, Kataoka et al. 2005</i></p>	<p>Konventionelle Aufnahmen:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Sensitivität (Leser 1/Leser 2)</th> <th>Spezifität (Leser 1/Leser 2)</th> <th>Exaktheit (Leser 1/Leser 2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Linkes USL</td> <td>66%/71%</td> <td>76%/86%</td> <td>69%/76%</td> </tr> <tr> <td>Rechtes USL</td> <td>52%/71%</td> <td>76%/82%</td> <td>59/75%</td> </tr> </tbody> </table> <p>Kombination aus konventionellen und dünn-schichtigen, schrägen axialen Aufnahmen</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Sensitivität (Leser 1/Leser 2)</th> <th>Spezifität (Leser 1/Leser 2)</th> <th>Exaktheit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Linkes USL</td> <td>89%/93%</td> <td>61%/72%</td> <td>82%/87%</td> </tr> <tr> <td>Rechtes USL</td> <td>73%/81%</td> <td>76%/79%</td> <td>74%/81%</td> </tr> </tbody> </table>		Sensitivität (Leser 1/Leser 2)	Spezifität (Leser 1/Leser 2)	Exaktheit (Leser 1/Leser 2)	Linkes USL	66%/71%	76%/86%	69%/76%	Rechtes USL	52%/71%	76%/82%	59/75%		Sensitivität (Leser 1/Leser 2)	Spezifität (Leser 1/Leser 2)	Exaktheit	Linkes USL	89%/93%	61%/72%	82%/87%	Rechtes USL	73%/81%	76%/79%	74%/81%
	Sensitivität (Leser 1/Leser 2)	Spezifität (Leser 1/Leser 2)	Exaktheit (Leser 1/Leser 2)																									
Linkes USL	66%/71%	76%/86%	69%/76%																									
Rechtes USL	52%/71%	76%/82%	59/75%																									
	Sensitivität (Leser 1/Leser 2)	Spezifität (Leser 1/Leser 2)	Exaktheit																									
Linkes USL	89%/93%	61%/72%	82%/87%																									
Rechtes USL	73%/81%	76%/79%	74%/81%																									
24.	2011b Bazot et al. Deep pelvic endometriosis: Limited additional diagnostic value of postcontrast in comparison with conventional MR images	158 Patientinnen Retrospektiv	<p><i>Kriterien wie bei Bazot 2007</i></p>	<p>Rektosigmoid (nur Leser 1)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T2 und T1</td> <td>87,7%</td> <td>69,9%</td> <td>67,1%</td> <td>89%</td> </tr> </tbody> </table>		Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	T2 und T1	87,7%	69,9%	67,1%	89%														
	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV																								
T2 und T1	87,7%	69,9%	67,1%	89%																								

				<table border="1"> <tr> <td>T2, T1, T1Gadolinium</td> <td>87,7%</td> <td>71%</td> <td>67,9%</td> <td>89,2%</td> </tr> <tr> <td>Alle Sequenzen (Seq.)</td> <td>90,8%</td> <td>72%</td> <td>69,4%</td> <td>91,8%</td> </tr> </table> <p>Vagina (nur Leser 1)</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>PPV</td> <td>NPV</td> </tr> <tr> <td>T2 und T1</td> <td>79,5%</td> <td>72,3%</td> <td>48,4%</td> <td>91,5%</td> </tr> <tr> <td>T2, T1, T1Gadolinium</td> <td>82,1%</td> <td>77,3%</td> <td>54,2%</td> <td>92,9%</td> </tr> <tr> <td>Alle Seq.</td> <td>79,5%</td> <td>76,5%</td> <td>52,5%</td> <td>91,9%</td> </tr> </table> <p>Blase (nur Leser 1)</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>PPV</td> <td>NPV</td> </tr> <tr> <td>T2 und T1</td> <td>62,5%</td> <td>98,7%</td> <td>71,4%</td> <td>98%</td> </tr> <tr> <td>T2, T1, T1Gadolinium</td> <td>75%</td> <td>99,3%</td> <td>85,7%</td> <td>98,7%</td> </tr> </table>	T2, T1, T1Gadolinium	87,7%	71%	67,9%	89,2%	Alle Sequenzen (Seq.)	90,8%	72%	69,4%	91,8%		Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	T2 und T1	79,5%	72,3%	48,4%	91,5%	T2, T1, T1Gadolinium	82,1%	77,3%	54,2%	92,9%	Alle Seq.	79,5%	76,5%	52,5%	91,9%		Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	T2 und T1	62,5%	98,7%	71,4%	98%	T2, T1, T1Gadolinium	75%	99,3%	85,7%	98,7%
T2, T1, T1Gadolinium	87,7%	71%	67,9%	89,2%																																													
Alle Sequenzen (Seq.)	90,8%	72%	69,4%	91,8%																																													
	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV																																													
T2 und T1	79,5%	72,3%	48,4%	91,5%																																													
T2, T1, T1Gadolinium	82,1%	77,3%	54,2%	92,9%																																													
Alle Seq.	79,5%	76,5%	52,5%	91,9%																																													
	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV																																													
T2 und T1	62,5%	98,7%	71,4%	98%																																													
T2, T1, T1Gadolinium	75%	99,3%	85,7%	98,7%																																													
25.	2010 Krüger et al. Stellenwert der Magnetresonanztomographie in der Diagnostik der Endometriose	Übersichtsarbeit	<p>Adenomyosis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unschärf begrenzte, schlecht abgrenzbare Ramforderungen im Myometrium • hypointens in T2 • hyperintense Spots oder Streifen im Myometrium 	<table border="1"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>PPV</td> <td>NPV</td> </tr> <tr> <td>70-86%</td> <td>86-92%</td> <td>65-84%</td> <td>89-95%</td> </tr> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	70-86%	86-92%	65-84%	89-95%																																					
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV																																														
70-86%	86-92%	65-84%	89-95%																																														

	<ul style="list-style-type: none"> • Verbreiterung der Junktionalzone > 12mm • Vergrößerung des Uterus • Unschärfe des Endometrium-Myometrium-Übergangs <p>Endometriosis genitalis externa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hyperintens in T1 • Unterschiedliches Signal in T2 • Spiegelbildung • Verbreiterung der Zystenwand <p>USL</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verdickung • Hypointens in T2 <p>Septum rektovaginale</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verbreiterung <p>Intestinaltrakt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Signallhypointense Raumforderung in T2 • Signalhyperintense Spots in T2 und T1 <p>Harnblase</p> <ul style="list-style-type: none"> • Signallhypointense Raumforderung in T2 • Signalhyperintense Spots in T2 und T1 <p>Peritoneum</p> <ul style="list-style-type: none"> • Punktförmige hyperintense Lä- 	<p>Sensitivität, Spezifität, PPV, NPV >95%</p> <table border="1" data-bbox="708 506 900 851"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>76-85%</td> <td>83-96%</td> </tr> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> </tr> <tr> <td>76-82%</td> <td>70-98%</td> <td>85-96%</td> <td>90-94%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="935 315 1015 851"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>88%</td> <td>93-98%</td> <td>96%</td> <td>95%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1126 506 1206 851"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>88%</td> <td>99%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1278 315 1358 851"> <thead> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5%</td> <td>94%</td> <td>36%</td> <td>58%</td> </tr> </tbody> </table>	Sensitivität	Spezifität	76-85%	83-96%	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	76-82%	70-98%	85-96%	90-94%	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	88%	93-98%	96%	95%	Sensitivität	Spezifität	88%	99%	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	5%	94%	36%	58%
Sensitivität	Spezifität																																	
76-85%	83-96%																																	
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV																															
76-82%	70-98%	85-96%	90-94%																															
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV																															
88%	93-98%	96%	95%																															
Sensitivität	Spezifität																																	
88%	99%																																	
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV																															
5%	94%	36%	58%																															

			<p>sionen in T1</p> <p>Sonstige Manifestationen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hypointens in T1 und T2 • Ggf. hyperintense Spots 																									
<p>26.</p>	<p>2011 Saba et al. Learning curve in the detection of ovarian and deep endometriosis by using Magnetic Resonance Comparison with surgical results</p>	<p>30 Patientinnen retrospektiv</p>	<p>Tief infiltrierende Endometriose</p> <ul style="list-style-type: none"> • In T1 und fettgesättigten T1-gewichteten Aufnahmen hyperintens, variabel in T2 • Hypointens in T1 und T2 • Hypointense Knoten mit ausgezogenen Rändern <p>Endometriosezysten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • In T1 hyperintens, in T2 hypointens • Multiple T1-hyperintense Foci, variabel in T2 <p>Adhäsionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verlust der Fettschicht zwischen Organen, Winkelbildung oder Verdrehung angrenzender Darmschlingen 	<p>Ovar</p> <table border="1" data-bbox="419 293 496 853"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>Genauigkeit</td> </tr> <tr> <td>88,9%</td> <td>87%</td> <td>88%</td> </tr> </table> <p>USL</p> <table border="1" data-bbox="536 293 612 853"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>Genauigkeit</td> </tr> <tr> <td>62,5%</td> <td>76,9%</td> <td>70%</td> </tr> </table> <p>Scheidengewölbe</p> <table border="1" data-bbox="652 293 729 853"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>Genauigkeit</td> </tr> <tr> <td>63,2%</td> <td>64,5%</td> <td>64%</td> </tr> </table> <p>Rektum, Sigma, Douglasraum</p> <table border="1" data-bbox="801 293 877 853"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>Genauigkeit</td> </tr> <tr> <td>39,1%</td> <td>81,5%</td> <td>62%</td> </tr> </table>	Sensitivität	Spezifität	Genauigkeit	88,9%	87%	88%	Sensitivität	Spezifität	Genauigkeit	62,5%	76,9%	70%	Sensitivität	Spezifität	Genauigkeit	63,2%	64,5%	64%	Sensitivität	Spezifität	Genauigkeit	39,1%	81,5%	62%
Sensitivität	Spezifität	Genauigkeit																										
88,9%	87%	88%																										
Sensitivität	Spezifität	Genauigkeit																										
62,5%	76,9%	70%																										
Sensitivität	Spezifität	Genauigkeit																										
63,2%	64,5%	64%																										
Sensitivität	Spezifität	Genauigkeit																										
39,1%	81,5%	62%																										
<p>27.</p>	<p>2011 Busard et al. Deep infiltrating endometriosis of the bowel: MRI as a method to predict muscular invasion</p>	<p>28 Patientinnen Retrospektiv</p>	<p>Endometriosezyste</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hyperintens in T1 • Hypointens in T2 • Hypointense Gewebsstränge zwischen Uterus und Darm (Unterbrechung der hyperintens Fettschicht) • Verdickung der Darmwand 	<table border="1" data-bbox="1031 165 1139 853"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>PPV</td> <td>NPV</td> <td>Genauigkeit</td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td>75%</td> <td>96%</td> <td>100%</td> <td>96%</td> </tr> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	100%	75%	96%	100%	96%														
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																								
100%	75%	96%	100%	96%																								

28.	2011 Bazot et al. DPE: limited additional diagnostic value of post-contrast in comparison with conventional MR images	158 Patientinnen retrospektiv	<p>Tief infiltrierende Endometriose</p> <ul style="list-style-type: none"> keine Fettlamelle zwischen angrenzenden Strukturen Signalabnormalitäten der Beckenwand Gewebsmasse oder Knoten KM-Anreicherung 	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Genauigkeit ohne KM</th> <th colspan="2">mit KM</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rektosigmoid</td> <td>77,2-86,1%</td> <td></td> <td>77,8 – 87,3%</td> </tr> <tr> <td>Blase</td> <td>74,1% - 88,6%</td> <td></td> <td>78,5% - 89,2%</td> </tr> <tr> <td>Vagina</td> <td>96,8% - 99,4%</td> <td></td> <td>98,1% - 99,4%</td> </tr> </tbody> </table>	Genauigkeit ohne KM		mit KM		Rektosigmoid	77,2-86,1%		77,8 – 87,3%	Blase	74,1% - 88,6%		78,5% - 89,2%	Vagina	96,8% - 99,4%		98,1% - 99,4%																												
Genauigkeit ohne KM		mit KM																																														
Rektosigmoid	77,2-86,1%		77,8 – 87,3%																																													
Blase	74,1% - 88,6%		78,5% - 89,2%																																													
Vagina	96,8% - 99,4%		98,1% - 99,4%																																													
29.	2011 Fiaschetti et al. Deeply infiltrating endometriosis: Evaluation of retrocervical space on MRI after vaginal opacification	87 Patientinnen prospektiv	<ul style="list-style-type: none"> In T1 u. T2 hypointenser Knoten Hyperintense Foci in T1 <p>USL</p> <ul style="list-style-type: none"> Unregelmäßig begrenzter Knoten oder fibröse Verdickung mit iso- oder hypointensem Signal in T1 und T2-gewichteten Sequenzen <p>Douglasraum, rektovaginales Septum</p> <ul style="list-style-type: none"> Knoten mit unregelmäßigen Rändern <p>Hinteres Scheidengewölbe</p> <ul style="list-style-type: none"> Knoten und/oder knotige Verdickung der Vaginalwand 	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Douglasraum (39/87, 45%)</th> </tr> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MRT ohne Gel</td> <td>100 (24/24)</td> <td>100 (34/34)</td> <td>82.7 (24/29)</td> </tr> <tr> <td>MRT mit Gel</td> <td>100 (24/24)</td> <td>100 (38/38)</td> <td>96 (24/25)</td> </tr> <tr> <td>97.4 (38/39)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="4">USL (21/87, 24%)</th> </tr> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> </tr> <tr> <td>MRT ohne Gel</td> <td>91.9 (34/37)</td> <td>76.9 (10/13)</td> <td>75.5 (34/45)</td> </tr> <tr> <td>MRT mit Gel</td> <td>91.9 (34/37)</td> <td>85 (17/20)</td> <td>89.5 (34/38)</td> </tr> <tr> <td>47.6 (10/21)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>81 (17/21)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Douglasraum (39/87, 45%)				Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	MRT ohne Gel	100 (24/24)	100 (34/34)	82.7 (24/29)	MRT mit Gel	100 (24/24)	100 (38/38)	96 (24/25)	97.4 (38/39)				USL (21/87, 24%)				Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	MRT ohne Gel	91.9 (34/37)	76.9 (10/13)	75.5 (34/45)	MRT mit Gel	91.9 (34/37)	85 (17/20)	89.5 (34/38)	47.6 (10/21)				81 (17/21)			
Douglasraum (39/87, 45%)																																																
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV																																													
MRT ohne Gel	100 (24/24)	100 (34/34)	82.7 (24/29)																																													
MRT mit Gel	100 (24/24)	100 (38/38)	96 (24/25)																																													
97.4 (38/39)																																																
USL (21/87, 24%)																																																
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV																																													
MRT ohne Gel	91.9 (34/37)	76.9 (10/13)	75.5 (34/45)																																													
MRT mit Gel	91.9 (34/37)	85 (17/20)	89.5 (34/38)																																													
47.6 (10/21)																																																
81 (17/21)																																																

Hinteres Scheidengewölbe 11/87 (13%)			
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV
MRT ohne Gel 36.4 (4/11)	97.8 (45/46)	80 (4/5)	86.5 (45/52)
mit Gel 81.8 (9/11)	97.8 (45/46)	90 (9/10)	95.7 (45/47)
Rektovaginales Septum 16/87 (18%)			
ohne Gel 68.7 (11/16)	92.8 (39/42)	78.6 (11/14)	88.6 (39/44)
mit Gel 93.7 (15/16)	90.5 (38/42)	78.9 (15/19)	97.4 (38/39)
Gesamt			
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV
ohne Gel 67.8 (59/87)	95.3 (142/149)	89.4 (59/66)	83.5 (142/170)
mit Gel 90.8 (79/87)	94.6 (141/149)	90.8 (79/87)	94.6 (141/149)

30.	<p>2012 Saccardi et al. Comparison between transvaginal sonography, saline contrast sonovaginography and magnetic resonance imaging in the diagnosis of posterior deep infiltrating endometriosis</p>	<p>54 Patientinnen Prospektiv</p>	<p>Hintere tief infiltrierende Endometriose</p> <ul style="list-style-type: none"> In T1 und/oder T2 isointens mit hyperintensen Foci, mit oder ohne Kontrastmittelanreicherung 	<p>Vagina/Scheidengewölbe</p> <table border="1"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>PPV</td> <td>NPV</td> </tr> <tr> <td>73,1 %</td> <td>94,3 %</td> <td>87,5%</td> <td>86,3 %</td> </tr> </table> <p>USL</p> <table border="1"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>PPV</td> <td>NPV</td> </tr> <tr> <td>66,7%</td> <td>95,6%</td> <td>75%</td> <td>93,5%</td> </tr> </table> <p>Rektovaginales Septum</p> <table border="1"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>PPV</td> <td>NPV</td> </tr> <tr> <td>83,3%</td> <td>77,8%</td> <td>88,2%</td> <td>70%</td> </tr> </table> <p>Darmendometriose</p> <table border="1"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>PPV</td> <td>NPV</td> </tr> <tr> <td>66,7%</td> <td>95,8%</td> <td>66,7%</td> <td>95,8%</td> </tr> </table> <p>Gesamt</p> <table border="1"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>PPV</td> <td>NPV</td> </tr> <tr> <td>91,3%</td> <td>75%</td> <td>95,5%</td> <td>60%</td> </tr> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	73,1 %	94,3 %	87,5%	86,3 %	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	66,7%	95,6%	75%	93,5%	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	83,3%	77,8%	88,2%	70%	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	66,7%	95,8%	66,7%	95,8%	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	91,3%	75%	95,5%	60%
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV																																									
73,1 %	94,3 %	87,5%	86,3 %																																									
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV																																									
66,7%	95,6%	75%	93,5%																																									
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV																																									
83,3%	77,8%	88,2%	70%																																									
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV																																									
66,7%	95,8%	66,7%	95,8%																																									
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV																																									
91,3%	75%	95,5%	60%																																									
31.	<p>2012 Scardapane et al. Deep pelvic endometriosis: accuracy of pelvic MRI completed by MR colonography</p>	<p>143 Patientinnen prospektiv</p>	<p>Tief infiltrierende Endometriose</p> <ul style="list-style-type: none"> In T2 hypointense Knoten mit hyperintensen Foci in T1 Auffällige Winkelbildung zwischen Darmschlingen, retroflektierter Uterus, Verlust der trennenden Fettschichten zwischen Organen 	<p>USL</p> <table border="1"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>PPV</td> <td>NPV</td> <td>Genauigkeit</td> </tr> <tr> <td>82%</td> <td>85%</td> <td>84%</td> <td>84%</td> <td>84%</td> </tr> </table> <p>Torus uterinus</p> <table border="1"> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td>PPV</td> <td>NPV</td> <td>Genauigkeit</td> </tr> <tr> <td>87%</td> <td>90%</td> <td>90%</td> <td>87%</td> <td>88%</td> </tr> </table>	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	82%	85%	84%	84%	84%	Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	87%	90%	90%	87%	88%																				
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																								
82%	85%	84%	84%	84%																																								
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																								
87%	90%	90%	87%	88%																																								

32.	2013 Krüger et al. Location-dependent value of pelvic MRI in the preoperative diagnosis of endometriosis	152 Frauen Retrospektiv	Vgl. Bazot et al. 2004 <ul style="list-style-type: none"> • Tief infiltrierende Endometriose: T2 hypointense Läsionen mit hyperintensiven Foci in T1 • Endometriosezysten: T1 hyper- 																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5" data-bbox="228 159 379 864">Rektovaginales Septum</th> </tr> <tr> <th data-bbox="264 159 336 864">Sensitivität</th> <th data-bbox="264 577 336 864">Spezifität</th> <th data-bbox="264 472 336 577">PPV</th> <th data-bbox="264 371 336 472">NPV</th> <th data-bbox="264 159 336 371">Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="336 159 379 371">84%</td> <td data-bbox="336 371 379 472">89%</td> <td data-bbox="336 472 379 577">83%</td> <td data-bbox="336 577 379 864">90%</td> <td data-bbox="336 864 379 965">87%</td> </tr> <tr> <th colspan="5" data-bbox="379 159 416 864">Vagina</th> </tr> <tr> <th data-bbox="416 159 488 864">Sensitivität</th> <th data-bbox="416 577 488 864">Spezifität</th> <th data-bbox="416 472 488 577">PPV</th> <th data-bbox="416 371 488 472">NPV</th> <th data-bbox="416 159 488 371">Genauigkeit</th> </tr> <tr> <td data-bbox="488 159 531 371">100%</td> <td data-bbox="488 371 531 472">100%</td> <td data-bbox="488 472 531 577">100%</td> <td data-bbox="488 577 531 864">100%</td> <td data-bbox="488 864 531 965">100%</td> </tr> <tr> <th colspan="5" data-bbox="531 159 568 864">Douglas-Raum</th> </tr> <tr> <th data-bbox="568 159 639 864">Sensitivität</th> <th data-bbox="568 577 639 864">Spezifität</th> <th data-bbox="568 472 639 577">PPV</th> <th data-bbox="568 371 639 472">NPV</th> <th data-bbox="568 159 639 371">Genauigkeit</th> </tr> <tr> <td data-bbox="639 159 683 371">83%</td> <td data-bbox="639 371 683 472">97%</td> <td data-bbox="639 472 683 577">87%</td> <td data-bbox="639 577 683 864">96%</td> <td data-bbox="639 864 683 965">94%</td> </tr> <tr> <th colspan="5" data-bbox="683 159 719 864">Darm</th> </tr> <tr> <th data-bbox="719 159 791 864">Sensitivität</th> <th data-bbox="719 577 791 864">Spezifität</th> <th data-bbox="719 472 791 577">PPV</th> <th data-bbox="719 371 791 472">NPV</th> <th data-bbox="719 159 791 371">Genauigkeit</th> </tr> <tr> <td data-bbox="791 159 834 371">94%</td> <td data-bbox="791 371 834 472">97%</td> <td data-bbox="791 472 834 577">91%</td> <td data-bbox="791 577 834 864">98%</td> <td data-bbox="791 864 834 965">96%</td> </tr> <tr> <th colspan="5" data-bbox="834 159 871 864">Blase</th> </tr> <tr> <th data-bbox="871 159 943 864">Sensitivität</th> <th data-bbox="871 577 943 864">Spezifität</th> <th data-bbox="871 472 943 577">PPV</th> <th data-bbox="871 371 943 472">NPV</th> <th data-bbox="871 159 943 371">Genauigkeit</th> </tr> <tr> <td data-bbox="943 159 986 371">67%</td> <td data-bbox="943 371 986 472">100%</td> <td data-bbox="943 472 986 577">100%</td> <td data-bbox="943 577 986 864">99%</td> <td data-bbox="943 864 986 965">99%</td> </tr> <tr> <th colspan="5" data-bbox="986 159 1023 864">Ureter</th> </tr> <tr> <th data-bbox="1023 159 1094 864">Sensitivität</th> <th data-bbox="1023 577 1094 864">Spezifität</th> <th data-bbox="1023 472 1094 577">PPV</th> <th data-bbox="1023 371 1094 472">NPV</th> <th data-bbox="1023 159 1094 371">Genauigkeit</th> </tr> <tr> <td data-bbox="1094 159 1137 371">75 %</td> <td data-bbox="1094 371 1137 472">100%</td> <td data-bbox="1094 472 1137 577">100%</td> <td data-bbox="1094 577 1137 864">99%</td> <td data-bbox="1094 864 1137 965">99%</td> </tr> <tr> <th colspan="5" data-bbox="1137 159 1174 864">Douglasraum</th> </tr> <tr> <th data-bbox="1174 159 1246 864">Sensitivität</th> <th data-bbox="1174 577 1246 864">Spezifität</th> <th data-bbox="1174 472 1246 577">PPV</th> <th data-bbox="1174 371 1246 472">NPV</th> <th data-bbox="1174 159 1246 371">Genauigkeit</th> </tr> <tr> <td data-bbox="1246 159 1289 371">87,6%</td> <td data-bbox="1246 371 1289 472">84,6%</td> <td data-bbox="1246 472 1289 577">94,3%</td> <td data-bbox="1246 577 1289 864">70,2%</td> <td data-bbox="1246 864 1289 965">86,8%</td> </tr> </tbody> </table>				Rektovaginales Septum					Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	84%	89%	83%	90%	87%	Vagina					Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	100%	100%	100%	100%	100%	Douglas-Raum					Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	83%	97%	87%	96%	94%	Darm					Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	94%	97%	91%	98%	96%	Blase					Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	67%	100%	100%	99%	99%	Ureter					Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	75 %	100%	100%	99%	99%	Douglasraum					Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	87,6%	84,6%	94,3%	70,2%	86,8%
Rektovaginales Septum																																																																																																												
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																																																																																								
84%	89%	83%	90%	87%																																																																																																								
Vagina																																																																																																												
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																																																																																								
100%	100%	100%	100%	100%																																																																																																								
Douglas-Raum																																																																																																												
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																																																																																								
83%	97%	87%	96%	94%																																																																																																								
Darm																																																																																																												
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																																																																																								
94%	97%	91%	98%	96%																																																																																																								
Blase																																																																																																												
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																																																																																								
67%	100%	100%	99%	99%																																																																																																								
Ureter																																																																																																												
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																																																																																								
75 %	100%	100%	99%	99%																																																																																																								
Douglasraum																																																																																																												
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																																																																																								
87,6%	84,6%	94,3%	70,2%	86,8%																																																																																																								

			<p>intense Zysten mit verdickter Wand, Spiegeln, Reaktionen des umgebenden Gewebes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peritoneale Läsionen: in fettgesättigten T1 Sequenzen hyperintense Punkte 	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Vagina</th> </tr> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>81,4%</td> <td>81,7%</td> <td>79,2%</td> <td>83,8%</td> <td>81,6%</td> </tr> <tr> <th colspan="5">Rektosigmoid</th> </tr> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> <tr> <td>80,2%</td> <td>77,5%</td> <td>80,2%</td> <td>77,5%</td> <td>78,9%</td> </tr> <tr> <th colspan="5">USL</th> </tr> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> <tr> <td>77,5%</td> <td>68,2%</td> <td>77,5%</td> <td>68,2%</td> <td>73,7%</td> </tr> <tr> <th colspan="5">Ovarien</th> </tr> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> <tr> <td>86,3%</td> <td>73,6%</td> <td>78,4%</td> <td>82,3%</td> <td>80,3%</td> </tr> <tr> <th colspan="5">Harnblase</th> </tr> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> <tr> <td>81%</td> <td>94,7%</td> <td>70,8%</td> <td>96,9%</td> <td>92,8%</td> </tr> <tr> <th colspan="5">Peritoneum</th> </tr> <tr> <th>Sensitivität</th> <th>Spezifität</th> <th>PPV</th> <th>NPV</th> <th>Genauigkeit</th> </tr> <tr> <td>35,3%</td> <td>88,1%</td> <td>60%</td> <td>73%</td> <td>70,4%</td> </tr> <tr> <th colspan="5">Insgesamt</th> </tr> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>83%</td> <td>90%</td> <td colspan="3"></td> </tr> </tbody> </table>	Vagina					Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	81,4%	81,7%	79,2%	83,8%	81,6%	Rektosigmoid					Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	80,2%	77,5%	80,2%	77,5%	78,9%	USL					Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	77,5%	68,2%	77,5%	68,2%	73,7%	Ovarien					Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	86,3%	73,6%	78,4%	82,3%	80,3%	Harnblase					Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	81%	94,7%	70,8%	96,9%	92,8%	Peritoneum					Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit	35,3%	88,1%	60%	73%	70,4%	Insgesamt					Sensitivität	Spezifität				83%	90%			
Vagina																																																																																																													
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																																																																																									
81,4%	81,7%	79,2%	83,8%	81,6%																																																																																																									
Rektosigmoid																																																																																																													
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																																																																																									
80,2%	77,5%	80,2%	77,5%	78,9%																																																																																																									
USL																																																																																																													
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																																																																																									
77,5%	68,2%	77,5%	68,2%	73,7%																																																																																																									
Ovarien																																																																																																													
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																																																																																									
86,3%	73,6%	78,4%	82,3%	80,3%																																																																																																									
Harnblase																																																																																																													
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																																																																																									
81%	94,7%	70,8%	96,9%	92,8%																																																																																																									
Peritoneum																																																																																																													
Sensitivität	Spezifität	PPV	NPV	Genauigkeit																																																																																																									
35,3%	88,1%	60%	73%	70,4%																																																																																																									
Insgesamt																																																																																																													
Sensitivität	Spezifität																																																																																																												
83%	90%																																																																																																												
33.	2015 Medeiros et al. Accuracy of magnetic resonance in deeply infiltrating endometriosis: a systematic	Übersichtsartikel (20 Studien)	Vgl. einzelne Studien																																																																																																										

	review and meta-analysis		<table border="1"> <tr> <td colspan="2">USL</td> </tr> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> </tr> <tr> <td>85%</td> <td>81%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Fornix vaginae</td> </tr> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> </tr> <tr> <td>82%</td> <td>82%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Blase</td> </tr> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> </tr> <tr> <td>64%</td> <td>98%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Rektosigmoid</td> </tr> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> </tr> <tr> <td>83%</td> <td>88%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Douglasraum</td> </tr> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> </tr> <tr> <td>89%</td> <td>94%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Rektovaginales Septum</td> </tr> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> </tr> <tr> <td>77%</td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Intestinaltrakt</td> </tr> <tr> <td>Sensitivität</td> <td>Spezifität</td> </tr> <tr> <td>84%</td> <td>97%</td> </tr> </table>	USL		Sensitivität	Spezifität	85%	81%	Fornix vaginae		Sensitivität	Spezifität	82%	82%	Blase		Sensitivität	Spezifität	64%	98%	Rektosigmoid		Sensitivität	Spezifität	83%	88%	Douglasraum		Sensitivität	Spezifität	89%	94%	Rektovaginales Septum		Sensitivität	Spezifität	77%	95%	Intestinaltrakt		Sensitivität	Spezifität	84%	97%
USL																																													
Sensitivität	Spezifität																																												
85%	81%																																												
Fornix vaginae																																													
Sensitivität	Spezifität																																												
82%	82%																																												
Blase																																													
Sensitivität	Spezifität																																												
64%	98%																																												
Rektosigmoid																																													
Sensitivität	Spezifität																																												
83%	88%																																												
Douglasraum																																													
Sensitivität	Spezifität																																												
89%	94%																																												
Rektovaginales Septum																																													
Sensitivität	Spezifität																																												
77%	95%																																												
Intestinaltrakt																																													
Sensitivität	Spezifität																																												
84%	97%																																												

12.3 Abstract

MRT bei tief infiltrierender Endometriose in Korrelation zu Operation und Histopathologie

Präsentationsart: Vortrag (Wissenschaftliches Programm)

Haupt-Thema: Uroradiologie / Urogenitaldiagnostik

weitere Themen: Gastro- und Abdominaldiagnostik

Zielsetzung: Ziel war die Korrelation von MRT-Befunden hinsichtlich der Bestimmung der Ausdehnung von Endometrioseherden mit dem operativen und histopathologischen Befund.

Material und Methodik: Bei 131 Patientinnen, bei denen klinisch der Verdacht auf Endometriose bestand, wurde präoperativ eine MRT-Untersuchung des Beckens mit einem 1,5 Tesla Gerät durchgeführt. Das MRT-Protokoll beinhaltete eine native T1-gewichtete transversale Sequenz mit Fettunterdrückung sowie T2-gewichtete sagittale, transversale und koronare Sequenzen und T1-gewichtete Aufnahmen nach Kontrastmittelgabe.

Es wurden folgende Regionen auf Endometriose untersucht: das vordere Kompartiment des kleinen Beckens mit Blase, Ureter, Uterusvorderwand; das mittlere Kompartiment mit Vagina, Uterus, Ovarien, Ligamenta teres uteri, Tuben und das hintere Kompartiment mit Douglas-Raum, uterosakralen Ligamenten (USL), Intestinaltrakt. Ferner wurden Endometrioseherde im Bereich von Beckenwand, Peritoneum und Bauchdecke sowie Adhäsionen evaluiert. Die Ergebnisse des MRT-Befundes wurden mit dem Operationsbericht und dem histopathologischen Befund korreliert. Bei falsch negativem Befund erfolgte unter Kenntnis des Operations- und Pathologieberichtes eine erneute Auswertung der MRT-Bilder.

Ergebnisse: Mittlere Größe der Läsionen: Vorderes, mittleres und hinteres Kompartiment: 1,8 cm, 3,4 cm, 2,2 cm. Sensitivität und Spezifität betragen für Harnblase 54,17% (13 von 24), 99,07% (106 von 107); Uterus 61,29% (19 von 31), 96% (96 von 100); Ovarien 81,82% (45 von 55), 80,26% (61 von 76); Douglas-Raum 83,33 (15 von 18), 98,23% (111 von 113); USL 64,52% (20 von 31), 98% (98 von 100); Rektosigmoid 90,24% (37 von 41), 97,78% (88 von 90); Obliteration des Douglas-Raums 96,3% (52 von 54), 98,7% (76 von 77); Adhäsionen 98,61% (71 von 72), 93,22% (55 von 59).

Schlussfolgerungen: Die Aussagekraft des MRT ist abhängig von Lokalisation und Größe der Läsion. Gute Ergebnisse konnten im hinteren Kompartiment erzielt werden, Limitationen bestehen im vorderen Kompartiment bei im Mittel kleineren Läsionen.

Autoren-Liste:

1. Julia Wenzel, Gießen
Universitätsklinikum Gießen, Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie
2. Christian Schneider, Gießen
Universitätsklinikum Gießen, Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie

3. Eniko Berkes, Gießen
Universitätsklinikum Gießen, Klinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe
4. Frank Oehmke, Gießen
Universitätsklinikum Gießen, Klinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe
5. Hans-Rudolf Tinneberg, Gießen
Universitätsklinikum Gießen, Klinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe
6. Gabriele Anja Krombach, Gießen
Universitätsklinikum Gießen, Justus-Liebig Universität, Klinik für Diagnostische
und Interventionelle Radiologie

12.4 Pressetext

DEUTSCHE RÖNTGENGESELLSCHAFT



Presseinformation zum 95. Deutschen Röntgenkongress / 7. Gemeinsamen Kongress der DRG und ÖRG, 28.05.-31.05.2014 im CCH Hamburg

Schonende Diagnose der Endometriose – MRT spürt Schleimhautinseln auf

Bei etwa jeder zehnten Frau finden sich kleine Inseln von Gebärmutter Schleimhaut an Orten im Bauchraum, wo sie nicht hingehören. Das kann zu starken, zyklusabhängigen Beschwerden führen. Mit Hilfe der Magnetresonanztomographie (MRT) können diese „Irrläufer“ aufgespürt werden. Das erleichtert dem Chirurgen die Arbeit, weil er erfährt, wo genau er suchen muss. Eine Studie der Universitätsradiologie Gießen-Marburg, die auf dem 95. Deutschen Röntgenkongress vorgestellt wird, belegt die diagnostische Genauigkeit der MRT.

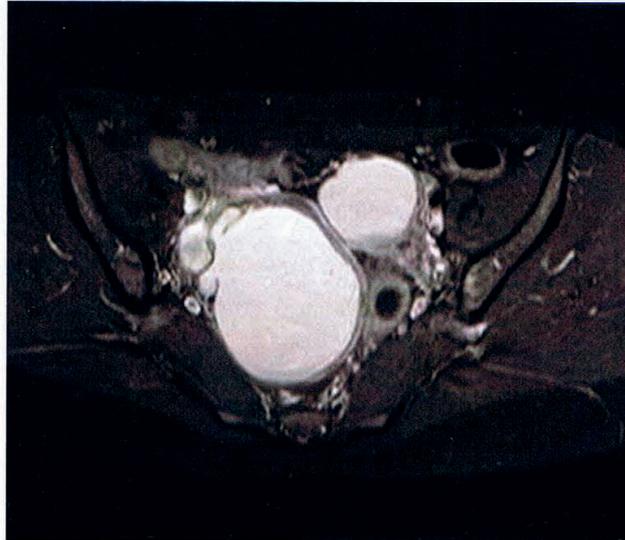
Die Schleimhaut der Gebärmutter, das „Endometrium“, ist ein Gewebe, das in Aussehen und Funktion stark von den weiblichen Geschlechtshormonen abhängig ist. In den Tagen vor dem Eisprung wird es unter dem Einfluss von Östrogen und Progesteron breiter. Es wird stärker durchblutet und produziert mehr Sekret. Gegen Ende des weiblichen Zyklus geht dann der Einfluss des Progesterons zurück. Das führt dazu, dass die oberste Schicht der Gebärmutter Schleimhaut im Rahmen der Regelblutung abgestoßen wird. Danach beginnt der Zyklus von neuem.

Solange sich diese Prozesse in der Gebärmutter und nur dort abspielen, ist alles in Ordnung. Es gibt aber Frauen, bei denen kleine Inseln von Gebärmutter Schleimhaut auch an anderen Stellen im Bauchraum zu finden sind: an den Eierstöcken, in oder auf der Darmwand und an der Harnblase, um nur einige Beispiele nennen.

MRT kann dem Chirurgen bei der Endometriose die Richtung weisen

Diese „Endometriose“ kann den betroffenen Frauen Probleme machen: Denn die Schleimhaut außerhalb der Gebärmutter verhält sich ganz genauso wie die Schleimhaut in der Gebärmutter: Sie wächst, produziert Sekret, wird abgestoßen und wächst von neuem. „Dadurch haben die Frauen je nach Lokalisation der Endometriose zyklusabhängig teilweise erhebliche Schmerzen“, sagt Dr. des. Julia Wenzel von der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie am Universitätsklinikum Gießen. Geholfen werden kann den Betroffenen durch eine operative Entfernung der Schleimhautinseln.

„Das Problem ist, dass der Chirurg die Schleimhautinseln erst einmal finden muss. Sie sind teilweise sehr klein und in der Tiefe des Gewebes verborgen. Das macht es schwierig, wirklich alle zu finden“, so Wenzel. Im Rahmen ihrer Studie hat sich die angehende Ärztin gefragt, ob eine Untersuchung mit Magnetresonanztomographie (MRT) helfen kann, die Schleimhautinseln sicher zu identifizieren. Bei 131 Patientinnen, bei denen klinisch der Verdacht auf eine Endometriose bestand, wurde vor der Operation eine MRT durchgeführt. Das Ergebnis wurde dann mit den Gewebefunden korreliert, die der Pathologe anhand der operativ entfernten Endometrioseherde erstellte.



29-jährige Frau mit Endometriosezysten beider Ovarien. Axiale T1-gewichtete Aufnahme nach Kontrastmittelgabe.

J. Wenzel, G. A. Krombach, Universitätsklinikum Gießen

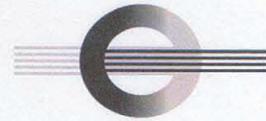
Abb. 1: Endometriose der Ovarien



32-jährige Frau mit Endometriosemanifestationen im Douglas-Raum und an der Blasen hinterwand. Sagittale T2-gewichtete Aufnahme.

J. Wenzel, G. A. Krombach, Universitätsklinikum Gießen

Abb. 2: Endometriose des Douglas



25-jährige Frau mit ausgeprägter Endometriose des Rektosigmoids. Sagittale T2-gewichtete Aufnahme mit hyperintenser Läsion auf dem Sigma.

J. Wenzel, G. A. Krombach, Universitätsklinikum Gießen

Abb. 3: Endometriose des Rektosigmoids



42-jährige Frau mit Endometriose am rechten uterosakralen Ligament. Axiale T2-gewichtete Aufnahme mit Verdickung des rechten Ligaments.

J. Wenzel, G. A. Krombach, Universitätsklinikum Gießen

Abb. 4: Endometriose des USL

DEUTSCHE RÖNTGENGESELLSCHAFT



Am Darm wird fast jeder Endometriose-Herd erkannt

„Die Schleimhautinseln der Endometriose können im MRT ganz unterschiedlich aussehen. Wir finden Zysten, Verdickungen, Verklebungen und knotenförmige Veränderungen. Es ist deswegen nicht ganz einfach, wirklich alle Herde zu identifizieren“, so Wenzel. Trotzdem gelang es den Experten, eine hohe Treffsicherheit zu erreichen: Von 392 durch den Pathologen verifizierten Befunden bei 131 Patientinnen wurden 81 Prozent erkannt.

Besonders zuverlässig ist die MRT bei Endometrioseherden im hinteren Bauchraum und speziell am Darm. Hier lag die Erkennungsrate bei 90 Prozent. Das ist wichtig, weil diese Herde gerne übersehen werden. Teilweise wachsen sie auch in die Darmwand hinein und sind für den Chirurgen auf Anhieb gar nicht sichtbar. Etwas weniger treffsicher war die Methode im vorderen Bauchraum, speziell an der Blase und der Vorderwand der Gebärmutter. „Insgesamt können wir eine präoperative MRT bei Patientinnen mit Endometriose auf jeden Fall empfehlen“, betont Wenzel. „Die MRT erleichtert dem Chirurgen das Auffinden der Läsionen und erhöht so die Chance der Patientin, nach dem Eingriff beschwerdefrei zu sein.“

Pressekontakt:

Florian Schneider
Presseverantwortlicher
Deutsche Röntgengesellschaft e.V.
Tel.: 030 – 916 070 19
Mobil: 0171 – 445 82 01
Fax: 030 – 916 070 22
E-Mail: schneider@drg.de
Internet: www.drg.de www.roentgenkongress.de



13. Ehrenwörtliche Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

Ort, Datum

Unterschrift

14. Danksagung

Zuerst möchte ich mich bei Frau Professorin Dr. med. Gabriele A. Krombach, Direktorin der Abteilung für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des Universitätsklinikums in Gießen, für die Überlassung des interessanten Themas und die persönliche, fachlich kompetente Beratung und Betreuung bedanken.

Desweiteren gilt mein besonderer Dank Herrn Dr. rer. nat. Martin Obert für sein Engagement und seine Bemühungen. Zahlreiche Hilfestellungen seinerseits erleichterten mir die Arbeit an meiner Studie.

Herrn Dr. med. Christian Schneider danke ich für seine fachlich kompetente Unterstützung meiner Studie.

Herrn Professor Dr. med. Hans-Rudolf Tinneberg, Direktor der Abteilung für Gynäkologie und Geburtshilfe des Universitätsklinikums Gießens, danke ich für die Bereitstellung von Bildmaterial sowie für die fachliche Beratung bei Fragen zum Thema Endometriose.

Mein persönlicher Dank gilt meinen Eltern, welche mir das Studium ermöglichten und mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite stehen und Jonas für die Unterstützung und Begleitung in jeder Situation.

15. Lebenslauf

Der Lebenslauf wird aus Datenschutzgründen nicht abgedruckt.



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

VVB LAUFERSWEILER VERLAG
STAUFENBERGRING 15
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890
redaktion@doktorverlag.de
www.doktorverlag.de

ISBN: 978-3-8359-6659-8



9 783835 196659 8