

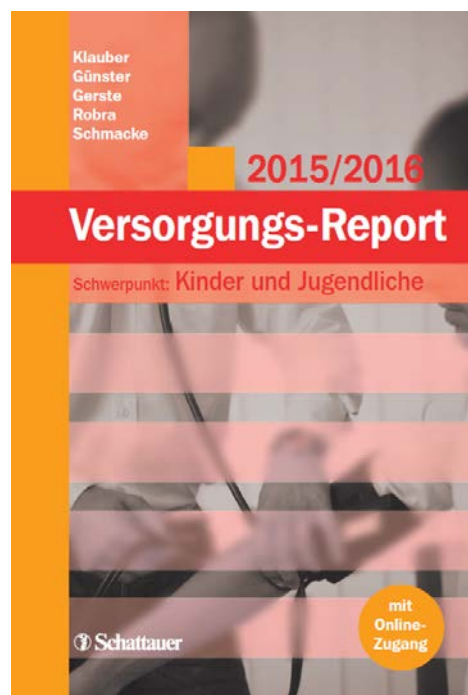
# Versorgungs-Report 2015/2016

## „Kinder und Jugendliche“

Jürgen Klauber / Christian Günster /  
Bettina Gerste / Bernt-Peter Robra /  
Norbert Schmacke (Hrsg.)

Schattauer (Stuttgart) 2016

Auszug Seite 239-263



<b>11</b>	<b>Pädiatrische CT- und MRT-Untersuchungen in Deutschland: Zeitliche Trends der Versorgung 2006 bis 2012.....</b>	<b>239</b>
	<i>Roman Pokora, Bettina Gerste, Gundula Staatz, Christian Günster und Maria Blettner</i>	
11.1	Einleitung .....	239
11.2	Datenquellen und Methoden .....	241
11.3	Ergebnisse – Trends in der Diagnostik und Eckdaten der Versorgung mit CT- und MRT-Untersuchungen.....	243
11.3.1	Trends in der Diagnostik mit CT- und MRT-Untersuchungen in den Jahren 2006 bis 2012 .....	244
11.3.2.	CT-Häufigkeiten und Eckdaten der Versorgung im Jahr 2012.....	248
11.3.3	Regionale Unterschiede in der CT- und MRT-Versorgung im Jahr 2012 .....	250
11.3.4	Untersuchte Körperregion und Krebsinzidenz im Jahr 2012 .....	253
11.3.5	Indikationen von CT-Patienten.....	255
11.4	Bewertung der Auswertung vor dem Hintergrund der aktuellen Kohortenstudien.....	258
11.5	Diskussion .....	260

# 11 Pädiatrische CT- und MRT-Untersuchungen in Deutschland: Zeitliche Trends der Versorgung 2006 bis 2012

Roman Pokora, Bettina Gerste, Gundula Staatz, Christian Günster und Maria Blettner

## Abstract

Die diagnostischen Vorteile einer Computertomographie (CT) für den Einzelnen sind enorm. Allerdings hat die dadurch verursachte Exposition gegenüber ionisierender Strahlung zu Bedenken geführt, inwieweit die Anwendung zu einem erhöhten Krebsrisiko beitragen kann. In Indikationslisten wird oftmals als Alternative die Magnetresonanztomographie (MRT) aufgeführt. In Deutschland gibt es bislang nur wenige systematische Untersuchungen zur Entwicklung der CT- und MRT-Nutzung bei jungen Menschen. Der Beitrag betrachtet zeitliche Trends in der Nutzung von CTs und MRTs bei AOK-Versicherten bis zum Alter von 24 Jahren und geht auch auf Geschlechtsunterschiede, Unterschiede in der ambulanten und stationären sowie in der regionalen Versorgung ein. Vor dem Hintergrund aktueller Studien zum Krebsrisiko nach CT-Untersuchung werden Indikationen von CT-Patienten und untersuchte Körperregionen von CT-Patienten für 2012 dargestellt und bewertet.

The diagnostic benefits of computed tomography (CT) are enormous for the individual. At the same time, the exposure to ionizing radiation caused thereby has led to concerns that the applications may contribute to an increased risk of cancer. In indication lists, magnetic resonance therapy (MRI) is often listed as an alternative. In Germany, there have been few systematic studies on the development of CT and MRI use in young people. The article examines temporal trends in the use of CTs and MRIs in AOK insureds up to the age of 24 and focuses on gender differences, differences in outpatient and inpatient as well as regional supply. Against the backdrop of recent studies on cancer risk after CT examinations, the article presents and evaluates indications of CT patients and the body regions examined for 2012.

## 11.1 Einleitung

Seit der Einführung des ersten Computertomographen in den Klinikbetrieb (1972) entwickelte sich dieses neue diagnostische Verfahren schnell zu einer Alternative zu den klassischen Röntgen- und Ultraschallverfahren (Kalender 2006). Die

Computertomographie (CT) nutzt hierbei auch Röntgenstrahlen. Aus einer Vielzahl an Röntgenaufnahmen aus mehreren Richtungen wird computergestützt aus zweidimensionalen Schnitt- bzw. Schichtbildern ein dreidimensionales Bild errechnet, das zur Diagnose in unterschiedlichen Ebenen betrachtet werden kann (Grobe et al. 2011). Zudem ermöglichte die CT erstmals eine Differenzierung von Geweben anhand der zu messenden Dichte in Hounsfield-Einheiten. 1977 folgte die erste kernspintomographische Untersuchung, auch Magnetresonanztomografie (MRT) genannt, eines Menschen (Mansfield und Maudsley 1977). Mittlerweile ist die MRT, bei der keine belastende Röntgenstrahlung erzeugt wird, die Methode der Wahl bei einer Vielzahl von Indikationen im Ganzkörperbereich und konnte die CT insbesondere für die Beurteilung von Weichteilgewebe verdrängen.

In der Zeit von 1972 bis 2000 ließ sich ein deutlicher Anstieg der CT-Häufigkeit in vielen Ländern feststellen. In den Vereinigten Staaten stieg die Anzahl von 2,8 Millionen CTs im Jahr 1981 auf 20 Millionen 1995 (Brenner et al. 2001). In Deutschland ermittelt das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) nach § 28 Abs. 9 der Röntgenverordnung die Strahlenexposition der Bevölkerung Deutschlands und ausgewählter Bevölkerungsgruppen. Das BfS schätzt die Häufigkeit der bildgebenden Verfahren derzeit anhand der Ergebnisse einer 2002 initiierten Untersuchung ein (BMU 2005). Von 1996 bis 2005 wurde ein Anstieg der CT-Nutzung um nahezu 80 % beobachtet. Dieser Anstieg in der Nutzung der diagnostischen Bildgebung war nicht nur auf die CT beschränkt, sondern stieg bei allen bildgebenden Verfahren. Für die Bevölkerung von Washington State konnte anhand einer Stichprobe gezeigt werden, dass von 1997 bis 2006 neben einer Verdoppelung der CT-Untersuchungen bei den MRT-Untersuchungen eine Verdreifachung zu beobachten war (Smith-Bindman et al. 2008). Dieser Anstieg wird zum Teil durch den Einsatz neuer Techniken wie z. B. der Spiral-CT (BMU 2008) erklärt. Bei Kindern und Jugendlichen konnte für alle stationären bildgebenden Verfahren (außer Röntgen) zwischen 2005 bis 2013 ein Anstieg um 48 % gezeigt werden (siehe Kapitel 2 dieses Versorgungs-Reports).

Die durchschnittliche Strahlenexposition der Bevölkerung durch röntgendiagnostische Untersuchungen betrug 2006 etwa 1,9 mSv pro Einwohner und Jahr (BMU 2008). Während die Vorteile einer CT für den einzelnen Patienten bei korrekter Indikationsstellung enorm sind, wurde in Hochrechnungen basierend auf Beobachtungen an Atombombenüberlebenden auf zukünftige Krebsrisiken durch die Strahlenexposition hingewiesen (Brenner et al. 2001; Brenner und Elliston 2004; Brenner und Hall 2007; Chodick et al. 2007; de González et al. 2009; Parker 2001; Paterson et al. 2001; Rehani und Berry 2000; Sodickson et al. 2009). Insbesondere Kinder und Jugendliche gelten als susceptibel für potenzielle kanzerogene Effekte ionisierender Strahlung (NAS/NRC 2006). Brenner und Kollegen schätzen beispielsweise, dass von 600 000 Kindern, die in den USA eine CT erhielten, 500 Kinder eine Krebserkrankung entwickeln und an deren Folgen versterben werden (Brenner et al. 2001). Diese Schätzung beruht allerdings auf CT-Untersuchungsparametern für Erwachsene. Inzwischen wurden neue pädiatrische dosissparende Untersuchungsprotokolle für Kinder entwickelt (Stöver und Rogalla 2008). Neben diesen Hochrechnungen existieren mittlerweile fünf epidemiologische Studien (Huang et al. 2014; Journy et al. 2015; Krille et al. 2015; Mathews et al. 2013;

Pearce et al. 2012b), welche die Krebsinzidenz nach einer pädiatrischen CT untersuchten. Speziell die ersten drei Studien aus England (Pearce et al. 2012b), Australien (Mathews et al. 2013) und Taiwan (Huang et al. 2014) zeigten ein erhöhtes Risiko für Kinder und Jugendliche nach einer CT-Untersuchung. Die beiden neuesten Studien aus Frankreich (Journy et al. 2015) und Deutschland (Krille et al. 2015) bezogen im Gegensatz zu den ersten beiden Studien die Indikationsstellung in die Analysen ein. Diese führte dazu, dass die geschätzten Risikokoeffizienten geringer sind als in den drei ersten Studien.

Für 2009 liefert der Barmer GEK Arztreport einen Überblick über die Häufigkeiten von CT- und MRT-Untersuchungen in der gesamten Bevölkerung (Grobe et al. 2011). Einen Überblick über die zeitliche Entwicklung von CTs liefern die Schätzungen des BfS (BMU 2005). Bei der pädiatrischen CT- und MRT-Praxis ist die Entwicklung in Deutschland nicht zuverlässig bekannt. Es gibt zwar drei kleinere Studien (Galanski et al. 2006; Grobe et al. 2011; Merzenich et al. 2012) sowie die aktuelle Kohortenstudie (Krille et al. 2015), diese sind jedoch nicht in der Lage, ein repräsentatives Bild zu liefern. Abrechnungsdaten der AOK sollen genutzt werden, um folgende Fragen zu beantworten:

1. Wie häufig werden die diagnostischen Maßnahmen CT und MRT in Deutschland bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen abgerechnet? (Abschnitt 11.3.1)
2. Wie haben sich die Nutzungsraten von CT oder MRT in Deutschland bei Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen entwickelt (Abschnitt 11.3.1)?
3. Vertiefend werden die CT-Häufigkeit pro Patient (Abschnitt 11.3.2), die Versorgungsstruktur von CT und MRT in Deutschland (Abschnitt 11.3.3), die Anlässe von CT-Untersuchungen sowie die untersuchten Körperregionen der CT-Versorgung im Jahr 2012 dargestellt (Abschnitte 11.3.4 und 11.3.5). Die Befunde werden vor dem Hintergrund aktueller Studien und Krebsrisiken diskutiert (Abschnitt 11.4).

## 11.2 Datenquellen und Methoden

Aufnahmen mit CT oder MRT in niedergelassenen Arztpraxen werden in der Regel mittels des einheitlichen Bewertungs-Maßstabs (EBM) über die Krankenkassen abgerechnet und als Gebührenordnungspositionen dokumentiert. Maßnahmen im Krankenhaus werden mittels Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS) als OPS-Code dokumentiert. Um die CT- oder MRT-Häufigkeit über die Bereichsgrenzen hinweg zu ermitteln, müssen die Daten aus der ambulanten vertragsärztlichen und der stationären Versorgung zusammen betrachtet werden.

In einem ersten Schritt wurden deswegen relevante OPS-Schlüssel und EBM-Ziffern zusammengestellt. Tabelle 11–1 enthält alle EBM-Ziffern und OPS-Schlüssel zur Identifikation von Versicherten mit einer CT- oder MRT-Untersuchung. Hierbei wurden alle Maßnahmen, die in den jeweiligen Katalogen für CT und MRT in den Jahren 2006 bis 2012 vorhanden sind, berücksichtigt. Um keine einzelnen EBM- oder OPS-Codes zu berichten, wurden aus diesen Ziffern und Schlüsselnsinnvolle Gruppen gebildet.

Tabelle 11–1

**EBM-Ziffern, OPS-Schlüssel und Diagnosen, die der Auswertung zugrunde liegen**

Katalog Abrechnungsziffern (EBM) bzw. Schlüssel (OPS) und ICD-10-Codes		
<b>Analyse CT-Patienten</b>		
CT	EBM	34310–34344, 34350–34351
	OPS	320, 322, 324, 326, 372, 373, 375
<b>Subanalyse Krebs-Patienten (Tumorerkrankung oder -therapie)</b>		
ICD-10	C00-D48.9	
EBM	25210, 25211, 25213, 25320-25323, 25330-25333, 34360	
OPS	1940, 1941, 3708.0, 3709.0, 370c.1, 3762, 5015.0, 5015.1, 5015.3, 5015.4, 5016.0, 5016.2, 5016.4, 5016.6, 5017.1, 5035.0, 5035.2, 5035.4, 5035.6, 5399.5-5399.7, 5399.b-5399.d, 5492.02, 5506, 5547, 5591.1, 5651.9**, 5820.2**, 5821.15, 5821.29, 5821.33, 5821.43, 5821.53, 5821.6, 5821.63, 5821.e, 5821.f4, 5822.9**, 5839.8, 5852.8**, 5852.9**, 6003.6, 852, 853, 854, 8600, 8601, 8602, 8603, 8918, 5410.00, 5410.01, 5410.10, 5410.11, 5411.00, 5411.01, 5411.20, 5411.22, 5411.23, 5411.30, 5411.31, 5411.40, 5411.41, 5411.50, 5411.51, 8542, 8543, 8544.0, 8544.1, 8547.0-8547.2, 8802.50-8802.52, 8805.00-8805.02, 8805.20, 8805.22, 8805.23, 8805.30, 8805.31, 8805.40, 8805.41, 8805.50, 8805.51, 8805.6	
<b>Analyse MRT-Patienten</b>		
MRT	EBM	34410–34492
	OPS	380, 382, 384

Versorgungs-Report 2015/2016

WldO

Da verschiedene CT-Untersuchungen nur bei Krebspatienten angewendet werden und der Bedarf an CT-Diagnostik bei ihnen besonders hoch ist, werden Ergebnisse für Patienten mit der Diagnose „Krebs“ getrennt dargestellt. Die Krebsdiagnose wird anhand spezifischer EBM-Ziffern, OPS-Codes und ICD-10-Diagnosen definiert (Tabelle 11–1). Weitere Indikationen für eine Untersuchung werden aus dokumentierten Diagnosen entnommen (stationäre Haupt-/Nebendiagnosen, ambulante Diagnosen). Bei den ambulanten Diagnosen wurden sowohl gesicherte als auch Verdachtsdiagnosen berücksichtigt. Eine einzelne Diagnosekodierung im jeweiligen Untersuchungsjahr führt dazu, dass der Patient in die krebsbezogenen Auswertungen eingeht.

Die exponierten Körperregionen werden aus den EBM-Ziffern und OPS-Codes extrahiert und nach dem Schema der European Guidelines for Multislice Computed Tomography (Bongartz et al. 2004; European Commission 2008) klassifiziert. Das EC-2008-Schema wird in der größten Detailstufe (Kopf, Hals, Brustkorb, Abdomen/Bauch, Becken, Gliedmaßen, mehrere Körperregionen und nicht klassifizierbar) genutzt.

Bei der Darstellung der Mengen abgerechneter Leistungen werden die dokumentierten Zielziffern/Ziel-Codes aufsummiert. Bei der Darstellung nach Personen werden die Patienten mit mindestens einer Zielziffer/einem Ziel-Code im Beobachtungszeitraum gezählt und es werden versichertenbezogene Raten gebildet, deren Nenner alle Versicherten der entsprechenden Altersgruppe (<1; 1–5; 6–12; 13–17; 18–24 Jahre) bilden. Bei Betrachtung der CT- und MRT-Nutzungsraten (Anteil der Patienten mit mindestens einer CT beziehungsweise MRT an allen Versicherten)

Tabelle 11–2

**Größe der Analysepopulationen**

Analysejahr	Patienten mit CT		Patienten mit MRT	
	AOK-Versicherte absolut*	Hochrechnung**	AOK-Versicherte absolut*	Hochrechnung**
2006	64 460	193 022	135 904	409 508
2007	62 856	189 769	137 566	418 884
2008	63 957	197 895	147 971	462 718
2009	67 007	207 255	157 168	491 837
2010	65 005	195 758	166 095	507 009
2011	67 043	198 270	180 818	543 460
2012	63 339	183 357	183 008	540 256

\* Nennerpopulation (AOK-Versicherte) für die Berechnung von Nutzungsraten findet sich in Kapitel 18 dieses Bandes

\*\* Auf deutsche Wohnbevölkerung, alters- und geschlechtsadjustiert

Versorgungs-Report 2015/2016

WIdO

über die Zeit wurde das Niveau der CT- beziehungsweise MRT-Nutzungsrate des Ausgangsjahres auf 100 % gesetzt.

Für alle Auswertungen und Subgruppen (Patienten mit CT/ mit MRT/ mit Krebs) wurden nur diejenigen Patienten berücksichtigt, die entweder eine CT oder eine MRT bis zum Alter von 24 Jahren hatten und die im jeweiligen Berichtsjahr mindestens einen Tag bei der AOK versichert waren. Basis der Analysen sind die anonymisierten Abrechnungsdaten der AOK, die adjustiert nach Alter und Geschlecht auf die deutsche Wohnbevölkerung hochgerechnet werden<sup>1</sup>. Alle durchgeführten Auswertungen sind statistisch deskriptiv.

Der Umfang der Analysepopulationen und die Hochrechnung auf die deutsche Wohnbevölkerung werden für die Jahre 2006 bis 2012 in Tabelle 11–2 dargestellt. Die Trendanalyse untersucht die Häufigkeiten von CT-Untersuchungen bei pädiatrischen und jugendlichen Patienten bis 24 Jahre. Für jedes der sieben betrachteten Jahre wurde eine Population nach den oben definierten Aufgreifkriterien gebildet (sieben Querschnittspopulationen). Analog wurde bei der MRT-Untersuchung verfahren.

### 11.3 Ergebnisse – Trends in der Diagnostik und Eckdaten der Versorgung mit CT- und MRT-Untersuchungen

Im Folgenden werden Ergebnisse zur Diagnostik durch CT und MRT dargestellt. Basis der Analysen sind die Populationen der Trendbeobachtung im siebenjährigen Beobachtungszeitraum von 2006 bis 2012. Um darüber hinaus einen genaueren

<sup>1</sup> Nach Alter und Geschlecht adjustierte Werte sind in den Tabellen mit dem Zusatz „standardisiert“ gekennzeichnet. Näheres zum Verfahren der Hochrechnung, zur Datenbasis und zur regionalisierten Ergebnisdarstellung findet sich in Kapitel 18 dieses Bandes.

Überblick über die heutige Situation zu bekommen, werden CT-Leistungen des Jahres 2012 vertiefend betrachtet. Präsentiert werden Zahlen, die auf der Basis von geschlechts- und altersspezifischen AOK-Daten für die deutsche Bevölkerung hochgerechnet wurden.

### 11.3.1 Trends in der Diagnostik mit CT- und MRT-Untersuchungen in den Jahren 2006 bis 2012

Hochgerechnet auf die deutsche Wohnbevölkerung wurden im betrachteten sieben-jährigen Zeitraum 2 Mio. CT-Untersuchungen bei bis 24-Jährigen abgerechnet (Tabelle 11–3). Die Nutzung der CT stieg bis 2009 auf 309 000 Leistungen pro Jahr an und erreichte damit ein Maximum, das bis 2012 um 11 % abnahm. Insgesamt wurden bei CT-Untersuchungen im Jahre 2012 3 % weniger Leistungen als 2006 durchgeführt. Die Anzahl durchgeführter CTs ist zwar insgesamt gesunken, der Rückgang verteilt sich aber nicht gleichmäßig auf alle Altersgruppen. Um diesen abnehmenden Trend zu beurteilen, werden im zweiten Teil der Tabelle Nutzungsraten der CT (Anteil der Versicherten mit mindestens einer CT an allen Versicherten) berich-

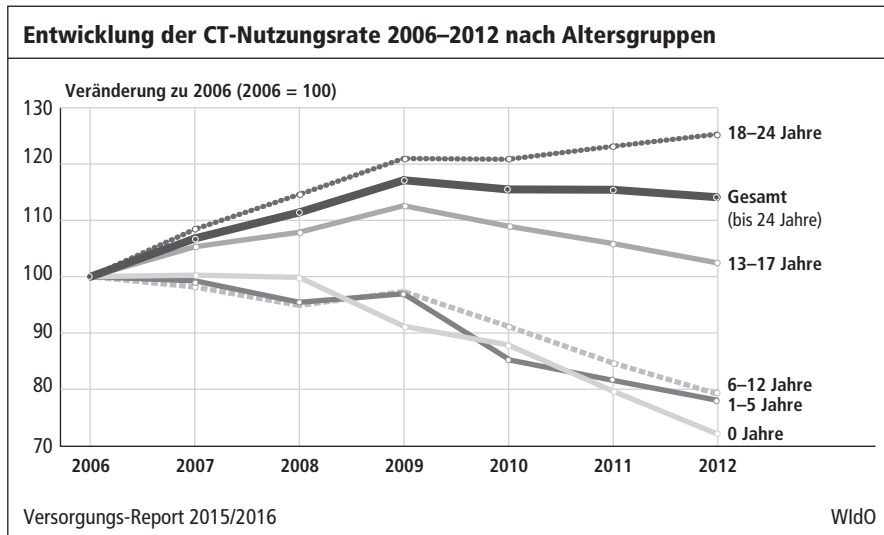
Tabelle 11–3

#### Häufigkeitsentwicklung bei CT (hochgerechnet) in Altersgruppen und Anteil an Bevölkerung mit einer CT (CT-Nutzungsraten) 2006–2012

Jahr	Altersgruppen					Gesamt
	<1	1–5	6–12	13–17	18–24	
<b>A – Anzahl abgerechneter CT-Leistungen</b>						
2006	4355	11544	24859	67758	174721	283236
2007	3439	10649	23489	66141	176418	280137
2008	3078	10304	23054	65719	190120	292274
2009	2842	10385	23257	66859	205291	308635
2010	2566	9118	50544	61775	197762	291766
2011	2453	8890	19622	60942	203433	295340
2012	2150	8317	18507	53554	192545	275074
<b>Veränderung in %</b>						
2012 zu 2006	–50,7	–28,03	–25,67	–20,99	10,2	–2,91
<b>B – Nutzungsrate CT</b>						
2006	0,3 %	0,2 %	0,3 %	1,1 %	1,9 %	1,0 %
2007	0,3 %	0,2 %	0,3 %	1,1 %	2,1 %	1,1 %
2008	0,3 %	0,2 %	0,3 %	1,2 %	2,2 %	1,1 %
2009	0,2 %	0,2 %	0,3 %	1,2 %	2,3 %	1,2 %
2010	0,2 %	0,2 %	0,3 %	1,2 %	2,3 %	1,1 %
2011	0,2 %	0,2 %	0,3 %	1,1 %	2,4 %	1,1 %
2012	0,2 %	0,2 %	0,3 %	1,1 %	2,4 %	1,1 %
<b>Veränderung in %</b>						
2012 zu 2006	–27,9	–21,9	–20,8	2,5	25,3	14,1



Abbildung 11–1



tet, bei denen die absolute Anzahl an Versicherten berücksichtigt wurde. So sanken die absolut durchgeführten Leistungen zwar in allen Altersgruppen der unter 18-Jährigen, bei Berücksichtigung der demografischen Entwicklung zeigt sich jedoch, dass die Versicherten mit CT-Untersuchungen nur bei den unter 13-Jährigen abnehmen. Bei den über 18-Jährigen nahmen die absolut durchgeführten Leistungen über den gesamten Zeitraum um 10% zu und die Nutzungsrate stieg deutlich um 25,3%. Im Säuglingsalter halbierte sich die Anzahl der durchgeführten Leistungen von 2012 im Vergleich zu 2006, wobei die Rate nur um 27,9% abnahm.

Bei Betrachtung der CT-Nutzungsrate (Anteil der Versicherten mit mindestens einer CT an allen Versicherten) über die Zeit (Abbildung 11–1, in der indexierten Darstellung der Abbildung wurde das Niveau der CT-Nutzungsrate des Ausgangsjahres auf 100% gesetzt), zeigt sich das gleiche Bild wie in Tabelle 11–3. Die Häufigkeit der CT-Leistungen nimmt bei den unter 13-Jährigen seit 2006 ab und die CT-Nutzungsraten sinken um über 20%. Bei den 13- bis 17-Jährigen lässt sich erst seit 2009 eine abnehmende Entwicklung beobachten. Bei den jungen Erwachsenen nimmt die CT-Nutzungsrate weiter zu.

Zusammenfassend wird deutlich, dass die abgerechneten Leistungen zwar abnehmen, aber die Nutzung teilweise trotzdem noch zunimmt. Für Anbieter bedeutet das gegebenenfalls eine geringere Auslastung durch weniger Kunden (Anzahl abgerechnete CT-Leistungen: –2,9%). Für die Versorgung der Patienten bedeutet es demgegenüber eine höhere Exposition durch höhere CT-Nutzungsraten (CT-Rate: +14,1%). Überwiegend rührt dies aus der Zunahme bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen, während bei jüngeren (unter 13 Jahre) Patienten die abgerechneten Leistungen und die CT-Rate deutlich sinken.

Auf die gleiche Weise hochgerechnet wurden 5 Mio. MRT-Untersuchungen bei den bis 24-Jährigen der deutschen Wohnbevölkerung abgerechnet (Tabelle 11–4).



Tabelle 11–4

**Häufigkeitsentwicklung bei MRT (hochgerechnet) in Altersgruppen und Anteil an Bevölkerung mit einer MRT (MRT-Nutzungsrate) 2006–2012**

Jahr	Altersgruppen					Gesamt
	<1	1–5	6–12	13–17	18–24	
<b>A – Anzahl abgerechneter MRT-Leistungen</b>						
2006	13 324	33 085	95 913	171 837	289 130	603 289
2007	10 554	31 302	96 289	174 793	302 772	615 711
2008	10 458	34 718	105 373	189 064	340 822	680 436
2009	10 758	35 149	110 655	199 208	375 929	731 700
2010	10 617	35 458	109 287	202 873	394 737	752 973
2011	11 452	35 440	111 997	218 768	429 638	807 294
2012	11 012	35 402	111 326	209 771	439 090	806 601
<b>Veränderung in %</b>						
2012 zu 2006	-17,35	7	16,07	22,08	51,87	33,7
<b>B – Nutzungsrate MRT</b>						
2006	0,6%	0,6%	1,2%	2,7%	3,3%	2,1%
2007	0,7%	0,6%	1,3%	3,0%	3,7%	2,3%
2008	0,7%	0,6%	1,4%	3,3%	4,1%	2,5%
2009	0,8%	0,6%	1,5%	3,6%	4,4%	2,7%
2010	0,8%	0,6%	1,5%	3,8%	4,8%	2,9%
2011	0,8%	0,6%	1,6%	4,1%	5,1%	3,1%
2012	0,8%	0,7%	1,6%	4,3%	5,6%	3,3%
<b>Veränderung in %</b>						
2012 zu 2006	21,3	18,2	30,4	58,7	71,8	58,4

Versorgungs-Report 2015/2016

WIdO

Im Gegensatz zu den CT-Untersuchungen lässt sich in den MRT-Untersuchungen über den gesamten Untersuchungszeitraum ein absoluter Anstieg um etwa 34 % beobachten, bei dem auch die Nutzungsrate der MRT (Anteil der Versicherten mit mindestens einer MRT an allen Versicherten) in allen Altersgruppen zunahm. Der Anstieg bei den MRTs fand vor allem bei den über fünfjährigen Patienten statt. Speziell bei den Säuglingen, aber auch bei den Kindern zwischen einem und fünf Jahren, sind konstante Abrechnungshäufigkeiten zu beobachten. Bei allen anderen Altersgruppen stieg die Anzahl der MRT-Leistungen an.

Bei Betrachtung der MRT-Nutzungsrate über die Zeit (Abbildung 11–2; in der indexierten Darstellung der Abbildung wurde das Niveau der MRT-Nutzungsrate des Ausgangsjahres auf 100 % gesetzt) zeigt sich in allen Altersgruppen ein Anstieg der MRT-Rate. Die Häufigkeit der MRT-Leistungen nimmt bei den 13- bis 24-Jährigen stärker zu als bei den unter 13-Jährigen. Speziell bei den jüngeren Altersgruppen erkennt man absolut eine Sättigung des Anstiegs, wohingegen für die ältere Gruppe eine Sättigungskinetik nicht erkennbar ist.

Im Gegensatz zur CT nimmt die MRT-Nutzung auch bei den jüngeren Versicherten zu. Ob diese Entwicklung eine Art Substitution von CTs durch MRTs dar-

Abbildung 11-2

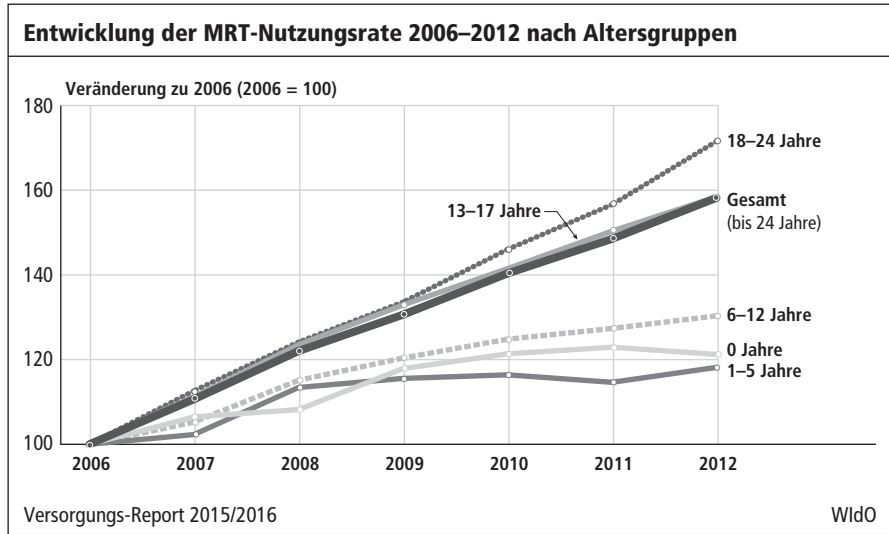


Abbildung 11-3

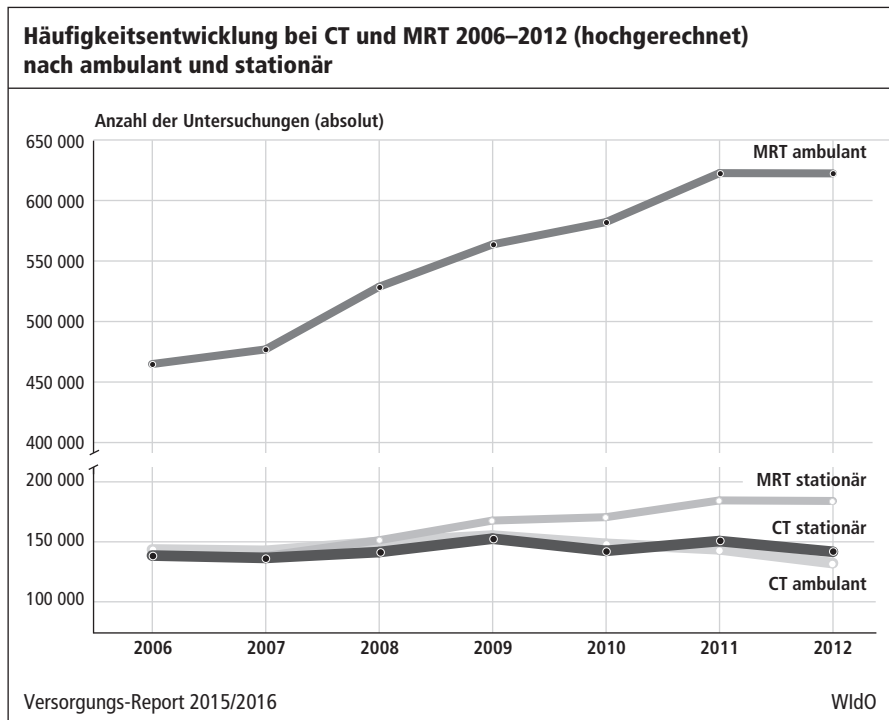
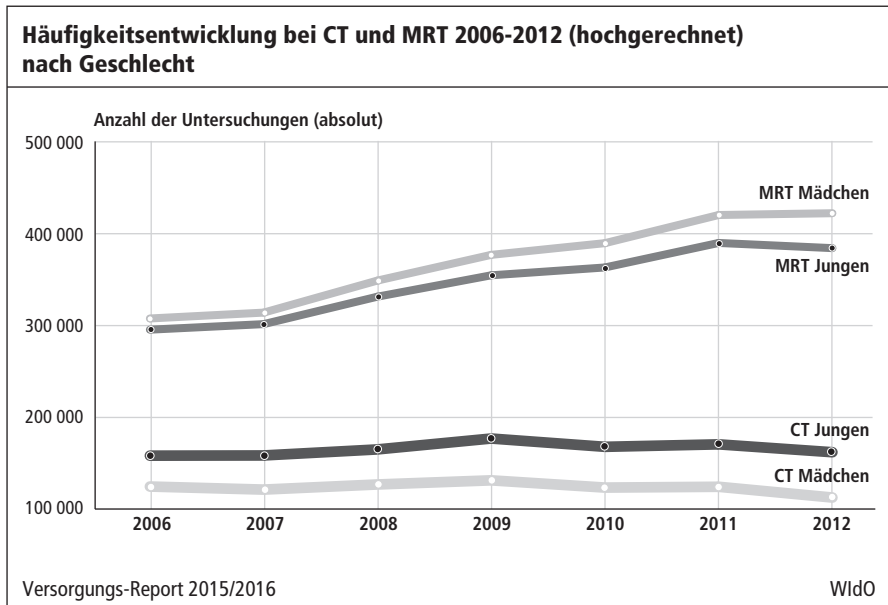


Abbildung 11–4



stellt, lässt sich nur schwer beurteilen. Betrachtet man die Anzahl abgerechneter CT- und MRT-Leistungen zusammen, lässt sich eine Ausweitung der Versorgung mit den beiden bildgebenden Verfahren um 22 % von 2012 zu 2006 beobachten.

Diese Zunahme der Versorgung mit MRTs ließ sich im stationären, vor allem aber im ambulanten Bereich beobachten (Abbildung 11–3). Für die CT lässt sich absolut weder stationär noch ambulant ein Anstieg beobachten.

Für beide Untersuchungsarten zeigt sich ein Unterschied zwischen Mädchen und Jungen (Abbildung 11–4). Bei vergleichbaren Nutzungsraten über die Jahre erhalten männliche Versicherte häufiger eine CT-Untersuchung. Bei MRT-Untersuchungen lässt sich ein Anstieg in der durchschnittlichen Nutzung bei beiden Geschlechtern feststellen, wohingegen weibliche Versicherte durchschnittlich und absolut mehr MRT-Untersuchungen als männliche Versicherte erhalten.

### 11.3.2 CT-Häufigkeiten und Eckdaten der Versorgung im Jahr 2012

Tabelle 11–5 fasst die Ergebnisse zur Anzahl der in Deutschland durchgeführten CTs für das Jahr 2012 nach geschlechts- und altersstandardisierten Hochrechnungen zusammen. Insgesamt wurden demnach in der Altersgruppe bis 24 Jahren bei 183 357 Versicherten 275 074 CTs durchgeführt, womit jeder Patient durchschnittlich 1,5 Leistungen erhalten hat. Hierbei unterscheiden sich die Werte allerdings stark zwischen ambulanter und stationärer CT-Untersuchung. Gut 60 % der Versicherten mit CT-Untersuchung wurden in ambulanten Einrichtungen untersucht (110 936) und nur knapp 40 % in stationären (76 817). Gleichzeitig werden 52 % aller CT-Untersuchungen stationär vorgenommen (142 222). Kinder bis fünf Jahre

Tabelle 11–5

**Computertomographien (hochgerechnet) bei Versicherten bis 24 Jahre nach Leistungsbereich und Altersgruppen (absolut und Leistungen je Patient) 2012**

Altersgruppen	Gesamt			Ambulant			Stationär		
	Patienten	Leistungen	Leistungen je Patient	Patienten	Leistungen	Leistungen je Patient	Patienten	Leistungen	Leistungen je Patient
< 1	1 473	2 150	1,5	54	61	1,1	1 418	2 089	1,5
1–5	5 148	8 317	1,6	615	690	1,1	4 574	7 627	1,7
6–12	12 533	18 507	1,5	5 721	6 299	1,1	7 024	12 209	1,7
13–17	36 812	53 554	1,5	22 605	25 930	1,1	14 833	27 625	1,9
18–24	127 390	192 545	1,5	81 941	99 873	1,2	48 967	92 672	1,9
<b>Gesamt</b>	<b>183 357</b>	<b>275 074</b>	<b>1,5</b>	<b>110 936</b>	<b>132 852</b>	<b>1,2</b>	<b>76 817</b>	<b>142 222</b>	<b>1,9</b>

Anm: Die Summe stationär und ambulant behandelter Patienten kann über der Gesamtangabe liegen, da Versicherte in beiden Bereichen untersucht werden können.

Versorgungs-Report 2015/2016

WIdO

Tabelle 11–6

**CTs je 10 000 Versicherte bei Kindern und Jugendlichen nach Geschlecht und Altersklasse 2012**

Alter in Jahren von ... bis	Gesamt	Männlich	Weiblich
< 1	19,3	21,44	17,1
1–5	16,7	18,77	14,5
6–12	26,2	28,87	23,4
13–17	109,3	121,01	96,9
18–24	243,3	267,56	218,3
<b>Gesamt (standardisiert)</b>	<b>112,6</b>	<b>123,84</b>	<b>100,8</b>

Versorgungs-Report 2015/2016

WIdO

wurden überwiegend stationär versorgt und nur etwa jeder hundertste Patient unter sechs Jahren wurde ambulant versorgt. Die Ergebnisse decken sich mit einer Befragung von Ärzten aus Mainz-Bingen und Chemnitz-Zwickau, bei der 72 % der Überweisungen Kinder unter sechs Jahren waren (Merzenich et al. 2012).

Pro 10.000 Personen bis 24 Jahre wurden durchschnittlich 112,6 CTs innerhalb eines Jahres durchgeführt (Tabelle 11–6). Auch hier zeigt sich, dass eine CT vom Geschlecht und vom Alter abhängt. Bei den Versicherten der AOK steigt die CT-Nutzungsrate von unter 0,2 % bei den unter sechsjährigen Mädchen bis auf 2,7 % bei den männlichen über 17-Jährigen. Ab einem Alter von 13 Jahren nimmt die Prävalenz sprunghaft zu. Unterschiede in der Untersuchungsprävalenz zwischen Jungen und Mädchen finden sich in allen Altersgruppen zwischen 0 und 24 Jahren. Mit steigendem Alter und dem damit verbundenen Anstieg an Untersuchungen bleibt der relative Unterschied zwischen den Geschlechtern konstant.

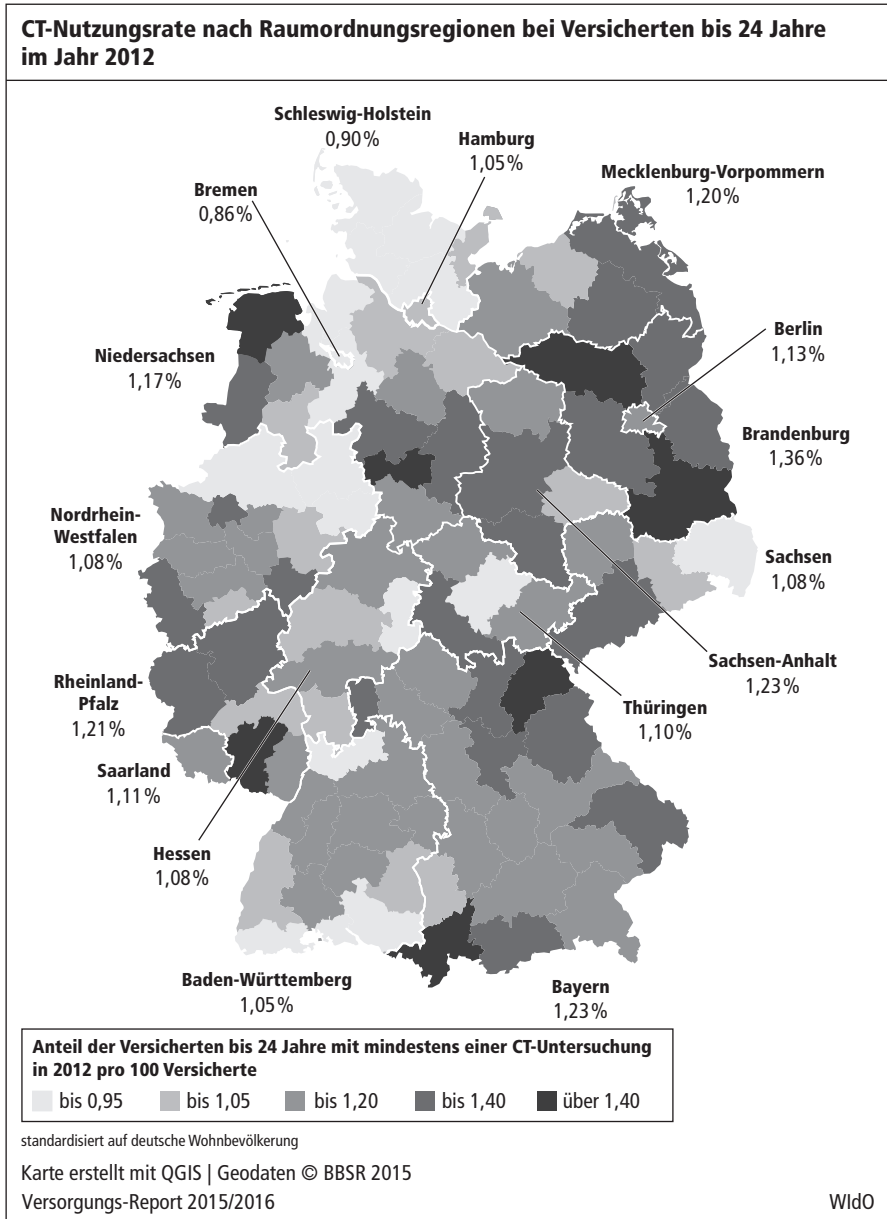
Männliche Versicherte unter 24 Jahren erhalten häufiger eine CT als gleichaltrige weibliche Versicherte. Dies stimmt mit Kohortenstudien aus verschiedenen Ländern (Huang et al. 2014; Journy et al. 2015; Krille et al. 2015; Mathews et al. 2013; Pearce et al. 2012b) überein, in denen Jungen häufiger als Mädchen mittels CT untersucht wurden. Die Häufigkeit der CT ist bei Säuglingen mit fast 20 CTs pro 10 000 Versicherte relativ hoch, nimmt danach zunächst ab, um ab einem Alter von sechs Jahren wieder anzusteigen. Junge Erwachsene zwischen 18 und 24 Jahre erhalten dagegen fast 250 CTs pro 10.000 Versicherte pro Jahr.

### 11.3.3 Regionale Unterschiede in der CT- und MRT-Versorgung im Jahr 2012

Regionale standardisierte CT-Nutzungsraten variieren im Jahr 2012 zwischen 0,86 % in Bremen und 1,36 % in Brandenburg auf der Ebene der Bundesländer (bzw. 0,82 % in Hoahrhein-Bodensee bis 1,82 % in Oberfranken-Ost auf der Ebene der Raumordnungsregionen).

Insgesamt ist ein leichtes Ost-West-Gefälle zu beobachten. In den neuen Bundesländern werden mehr CT-Untersuchungen durchgeführt als in den alten Bundesländern (Abbildung 11–5). Demgegenüber lässt sich ein umgekehrtes Ost-West-Gefälle bei den MRT-Untersuchungen (Abbildung 11–6) beobachten, wobei spezi-

Abbildung 11–5

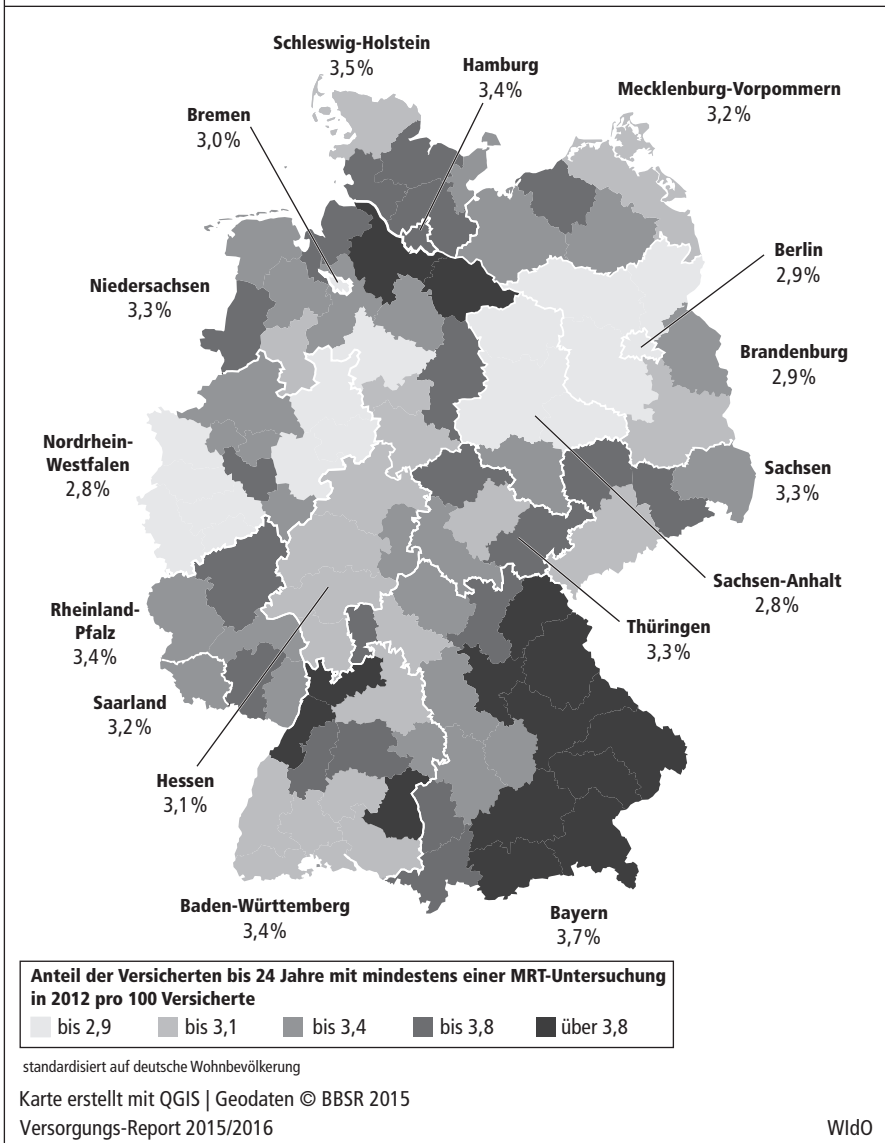


ell Brandenburg, Berlin, Hannover und die Gegend um Köln und Bonn die niedrigsten Prävalenzen vorweisen.

Die Abbildungen 11–5 und 11–6 zu Variationen in den Nutzungsraten von CT und MRT zeigen eine deutliche Variation der Nutzung beider diagnostischer Methoden. Wie bereits im Barmer GEK Arztreport von 2009 für alle Altersgruppen (Gro-

Abbildung 11-6

**MRT-Nutzungsrate nach Raumordnungsregionen bei Versicherten bis 24 Jahre im Jahr 2012**



be et al. 2011) zeigt sich auch bei den CT-Untersuchungen der bis 24-Jährigen eine hohe Nutzungsrate in Brandenburg, mit einer gleichzeitig geringen Nutzung der MRT. Ein komplementäres Muster zeigt sich im Nordwesten und Südwesten Baden-Württembergs und im Osten von Bayern. Hier zeigen sich niedrige CT-Nutzungs-raten zusammen mit hohen MRT-Nutzungs-raten. Auch hier konnte der Bar-



mer-Arztreport ähnliche Nutzungstendenzen für die gesamte Bevölkerung zeigen (Grobe et al. 2011). Hierdurch könnten substituierende Effekte zwischen den beiden Methoden auf kleinräumiger Ebene angedeutet sein. Im Barmer-Arztreport korrelierten die dargestellten relativen Abweichungen von beobachteten zu erwarteten Untersuchungsraten hinsichtlich der beiden Verfahren zu geografischen Punkten in einem 5-km-Raster negativ miteinander ( $r = -0.128$ ;  $p < .0001$ ; Korrelationskoeffizient nach Pearson). Die relative Häufigkeit der einen Untersuchung konnte also teilweise die Varianz der Häufigkeit der anderen Untersuchung erklären.

### 11.3.4 Untersuchte Körperregion und Krebsinzidenz im Jahr 2012

Mit Hilfe von EBM-, OPS- und ICD-Codes wurden untersuchte Körperregionen und Patienten mit Krebs identifiziert. Von den insgesamt 275 074 Untersuchungen entfielen 52 841 CT-Leistungen auf 28 884 identifizierte Krebspatienten. Erwartungsgemäß erhalten Krebspatienten aufgrund einer intensiveren Diagnostik im Durchschnitt mehr CTs als andere Patienten: 2012 erhielten Krebspatienten durchschnittlich 1,83 CTs, wohingegen Patienten ohne Krebsindikation durchschnittlich 1,44 CTs bekamen.

Der Kopf und der Bauch sind die am häufigsten exponierten Körperregionen bei Kindern und jungen Erwachsenen, die in Deutschland 2012 eine CT-Untersuchung erhielten (Tabelle 11–7). 53 % der Untersuchungen waren vom Kopf und Hals, wobei Mädchen mit 57 % einen höheren Anteil an Kopfuntersuchungen hatten. Danach folgen Untersuchungen von mehreren Körperregionen mit knapp 12 % und CTs vom Abdomen mit 10,5 %.

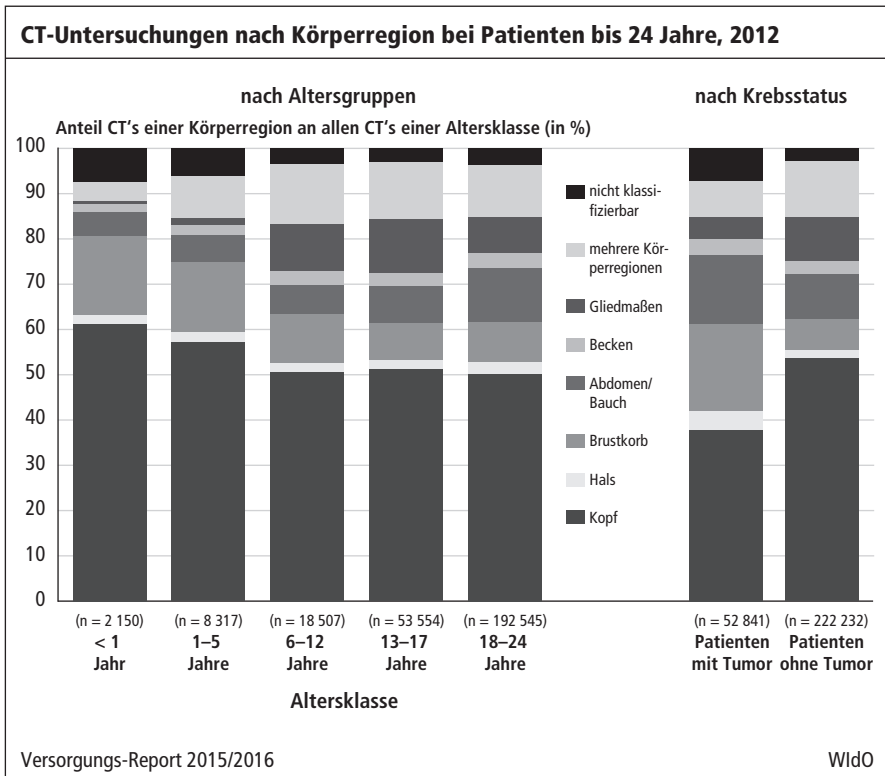
Es gibt einen klaren Alterseffekt bei der Untersuchungsart (Abbildung 11–7). Fast 62 % der CT-Untersuchungen von Säuglingen betrafen den Kopf. Der Anteil der Kopf-CT sinkt ab dem Alter von sechs Jahren auf 50 % ab. Während bei den unter Sechsjährigen noch die Brust die zweithäufigste Untersuchungsregion ist,

Tabelle 11–7

#### Anzahl CT-Untersuchungen (hochgerechnet) nach Geschlecht und Körperregion bei Patienten bis 24 Jahre 2012

Körperregion	Gesamt		Jungen		Mädchen	
	N	%	N	%	N	%
Kopf	139 426	50,7	77 266	47,6	62 160	55,1
Hals	6 400	2,3	3 867	2,4	2 532	2,2
Brustkorb	25 476	9,3	15 864	9,8	9 612	8,5
Abdomen/Bauch	28 941	10,5	16 753	10,3	12 189	10,8
Becken	8 837	3,2	5 533	3,4	3 304	2,9
Gliedmaßen	23 792	8,7	16 831	10,4	6 960	6,2
Mehrere Körperregionen	32 002	11,6	20 659	12,7	11 343	10,1
Nicht klassifizierbar	10 200	3,7	5 438	3,4	4 762	4,2
<b>Gesamt</b>	<b>275 074</b>	<b>100</b>	<b>162 211</b>	<b>100</b>	<b>112 863</b>	<b>100</b>

Abbildung 11–7



werden bei den Kindern ab sechs Jahren mehrere Körperregionen häufiger untersucht.

Betrachtet man den prozentualen Anteil an CT-Untersuchungen des Kopfes, zeigt sich, dass Kopfuntersuchungen prozentual häufiger bei Patienten ohne Krebserkrankung durchgeführt werden als bei Patienten mit einer Krebserkrankung. Patienten mit Krebserkrankung erhalten im Gegensatz dazu häufiger eine CT-Untersuchung des Brustkorbs und des Abdomens.

76% der Versicherten hatten nur eine CT-Untersuchung (Tabelle 11–8). Insgesamt hatten 4% der Versicherten fünf oder mehr Untersuchungen. Bei durchschnittlich 0,03% der Versicherten wurden mehr als 20 CT-Leistungen abgerechnet. Seit 2006 veränderten sich diese Häufigkeiten nicht wesentlich; durchschnittlich erhielten 76% nur eine abgerechnete CT-Leistung und 91% eine oder zwei abgerechnete CT-Leistungen.

Wie bereits in anderen Studien (Meulepas et al. 2014; Pearce et al. 2011; Pearce et al. 2012a) gezeigt, ist eine CT-Untersuchung des Kopfes die am häufigsten durchgeführte Untersuchung, speziell bei Kindern. Kinder unterscheiden sich im Vergleich mit Studien von allen Altersgruppen, bei denen Untersuchungen vom Abdomen und dem Becken vorherrschen (Mettler et al. 2000). Der Alterseffekt ist ver-

Tabelle 11–8

**Anzahl von CT-Leistungen je Patient nach Geschlecht 2012**

Leistungen je Patient und Jahr	Anzahl Patienten gesamt (hochgerechnet)		Männlich		Weiblich	
	N	%	N	%	N	%
1	138 953	75,8	75 924	73,8	63 030	78,5
2	28 149	15,4	16 461	16,0	11 687	14,5
3	6 394	3,5	3 909	3,8	2 485	3,0
4	3 341	1,8	2 186	2,1	1 155	1,4
5	2 228	1,2	1 495	1,5	732	0,9
6–10	3 542	1,9	2 444	2,4	1 098	1,4
11–20	694	0,4	515	0,5	179	0,2
>20	55	0,0	41	0,1	15	0,0
<b>Gesamt</b>	<b>183 357</b>	<b>100</b>	<b>102 975</b>	<b>100</b>	<b>80 381</b>	<b>100</b>

Versorgungs-Report 2015/2016

WIdO

mutlich darauf zurückzuführen, dass das Abdomen bei Säuglingen gut im Ultraschall beurteilt werden kann.

Eine deutsche Umfrage über die CT-Praxis 2005/2006 zeigte, dass ca. 50 % der pädiatrischen (Kinder bis 15 Jahre) CTs vom Kopf sind (Galanski et al. 2006). Bei Kindern unter sechs Jahren zeigen sich bei uns höhere Werte, die allerdings immer noch deutlich unter den Werten für Nordengland und Großbritannien liegen (Pearce et al. 2011; Pearce et al. 2012b). Bei Versicherten bis 24 Jahre mit einer Krebserkrankung werden häufig mehrere Körperregionen untersucht, wodurch häufiger auch eine CT-Untersuchung des Thorax und Abdomens durchgeführt wird.

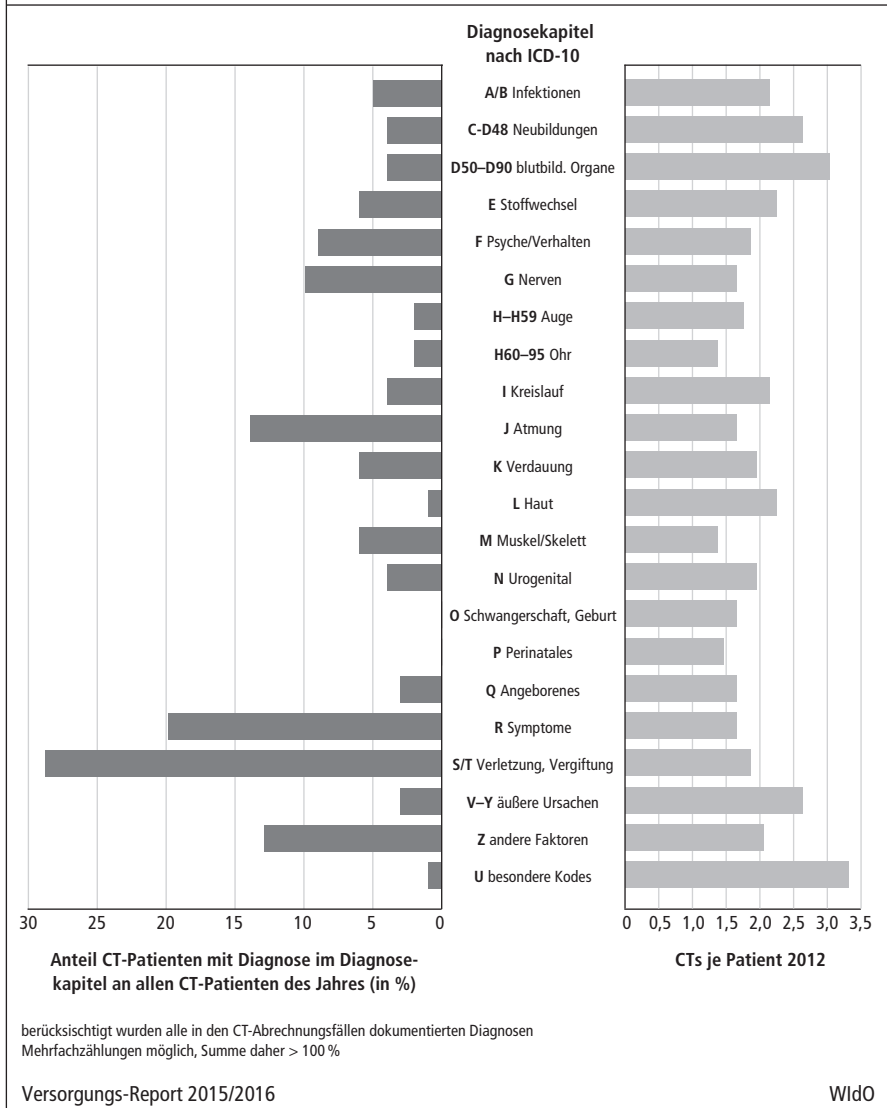
### 11.3.5 Indikationen von CT-Patienten

Zusätzlich wurden bei allen Patienten aus dem Jahr 2012 mit einer CT (n= 183 357) die zugehörigen Indikationen ermittelt. Dazu wurden die in den CT-Abrechnungsfällen dokumentierten ICD-Codes herangezogen und festgehalten, aus welchem bzw. welchen ICD-10-Diagnosekapitel(n) die aufgeführte(n) Diagnose(n) kamen. Da zu einer CT mehrere ICDs dokumentiert sein können, sind Mehrfachzählungen möglich. Von 2006 auf 2012 stieg die ICD-10-Kapitelnennung von 203 000 auf 267 000, wobei im gleichen Zeitraum die Personen mit CT-Untersuchung von 193 000 auf 183 000 abnahmen. Der Großteil des Anstiegs an ICD-10-Kapitelnennungen lässt sich in den größten Gruppen (Atmung (J00-J99), Symptome (R00-R99), Verletzungen und Vergiftungen (S00-T98)) beobachten. Die mit Abstand größte Gruppe mit rund 29 % aller Patienten besitzt einem Behandlungsanlass nach Hauptdiagnose „Verletzungen, Vergiftungen und bestimmte andere Folgen äußerer Ursachen“ (S00-T98).

Die ICD-10-GM Gruppen „Neubildungen“ (C00-D48), „Krankheiten des Blutes und der blutbildenden Organe sowie bestimmte Störungen mit Beteiligung des Immunsystems“ (D50-D90), „Äußere Ursachen von Morbidität und Mortalität“

Abbildung 11–8

**Morbidität der Patienten mit CT und durchschnittliche Anzahl an CTs pro Patient nach ICD-10-Diagnosekapiteln im Jahr 2012**



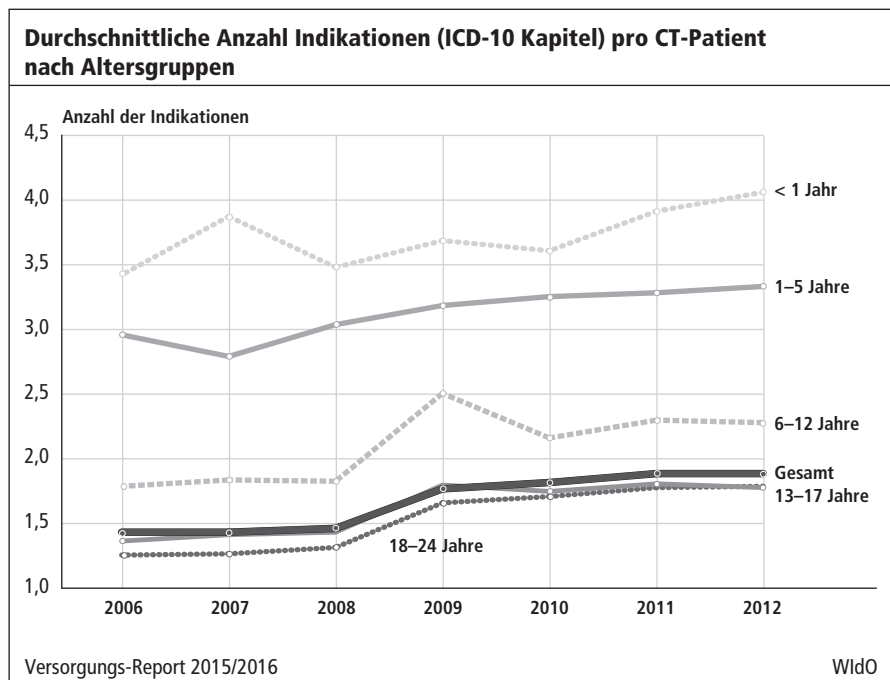
(V01-Y84) und „Schlüsselnummern für besondere Zwecke“ (U00-U99) besitzen mit durchschnittlich über 2,5 abgerechneten CT-Untersuchungen die höchsten Ausprägungen. Versicherte aus der ICD-10-GM Gruppe „Verletzungen, Vergiftungen und bestimmte andere Folgen äußerer Ursachen“ (S00-T98), die am häufigsten abgerechnete Morbidität, erhalten im Durchschnitt nur 1,92 CT-Untersuchungen. Die höchste Anzahl an durchschnittlich durchgeführten CTs pro Patient stehen in Ver-

bindung mit einem Trauma und sind in den ICD-10-Gruppen „Bestimmte Frühkomplikationen eines Traumas, anderenorts nicht klassifiziert“ (T79) (durchschnittlich 4,9 CT) und „Sonstige Komplikationen eines Traumas, anderenorts nicht klassifiziert“ (T89) (durchschnittlich 4,73 CT) zu finden (Zahlen in Abbildung 11–8 nicht dargestellt). 57,1 % der Patienten mit einer „Verletzung, Vergiftung und bestimmten anderen Folgen äußerer Ursachen“ (S00-T98) weisen eine „Verletzung des Kopfes“ (S00-S09) auf, wobei der Anteil an Verletzungen des Kopfes bei den unter Sechsjährigen mit 71,7% am höchsten ist (Abbildung 11–8).

Betrachtet man die durchschnittliche Anzahl an Indikationen (operationalisiert als Anzahl Diagnosekapitel), zeigt sich, dass diese pro Patient mit dem Alter abnimmt (Abbildung 11–9). Dieser Effekt ist umso auffallender, je jünger ein Kind ist. So werden für ein unter einjähriges Kind im Jahr 2012 durchschnittlich 4,1 ICD-Codes dokumentiert. Kinder von ein bis fünf Jahre weisen 3,4 ICD-Codes auf, Kinder zwischen sechs und 12 Jahren 2,3 ICD-Codes, Jugendliche zwischen 13 und 17 Jahren 1,8 ICD-Codes und junge Erwachsene zwischen 18 und 24 Jahren 1,8 ICD-Codes. Über die Zeit steigt die Anzahl ICD-10-Codes pro CT geringfügig an.

Mehr CT-Untersuchungen gibt es überwiegend bei Kindern mit einer ICD-10-Codierung in den Gruppen „Neubildungen“ (C00-D48), „Krankheiten des Blutes und der blutbildenden Organe sowie bestimmte Störungen mit Beteiligung des Immunsystems“ (D50-D90), „Schlüsselnummern für besondere Zwecke“ (U00-U99). Auffällig ist, dass 2012 zwar 28 884 Patienten mit Krebs identifiziert werden konnten, hier allerdings nur 7 167 Patienten aufgrund einer ICD-10-Kodierung in der

Abbildung 11–9



Gruppe C00-D48 eine CT-Untersuchung erhalten haben. Die Ursache für diesen Unterschied liegt darin begründet, dass bei reiner Abfrage der ICD-10-Kodierung enger abgefragt wurde und in die erste Abfrage auch Verdachts- und Nachsorgeuntersuchungen mit eingingen. Die mit Abstand häufigste Indikationsgruppe „Verletzungen, Vergiftungen und bestimmte andere Folgen äußerer Ursachen“ (S00-T98) ist vorwiegend auf Verletzungen und am häufigsten auf Kopfverletzungen zurückzuführen. Am zweithäufigsten ist die Indikationsgruppe R00-R99 „Symptome und abnorme klinische und Laborbefunde, die anderenorts nicht klassifiziert sind“. Ursache hierfür sind die ICD-10 Diagnosen, die direkt mit einer CT verbunden sind. Ist beispielsweise ein Schatten auf einer CT der Lunge keiner Krankheit zuzuordnen, wird er in der ICD-10 Gruppe R91 „Abnorme Befunde bei der bildgebenden Diagnostik der Lunge“ eingruppiert.

## 11.4 Bewertung der Auswertung vor dem Hintergrund der aktuellen Kohortenstudien

Aufgrund der Strahlenexposition für den Patienten wurde auf die CT ein besonderes Augenmerk gelegt. Seit der Hochrechnung von Brenner (Brenner et al. 2001) wurden mittlerweile fünf epidemiologische Untersuchungen zu Risiken der CT assoziierten Langzeiteffekte für Kinder durchgeführt (Huang et al. 2014; Journy et al. 2014; Krille et al. 2015; Mathews et al. 2013; Pearce et al. 2012b).

Alle fünf Studien ähneln sich in ihrem Studiendesign, unterscheiden sich aber deutlich in Größe, Studienpopulation und Erfassung wesentlicher Variablen voneinander (Tabelle 11–9). Während Mathews und Kollegen (Mathews et al. 2013) und Huang und Kollegen (Huang et al. 2014) alle Versicherten in der jeweiligen Kohorte untersuchten (exponierte und nichtexponierte Patienten), wurden in den anderen drei Studien (Journy et al. 2015; Krille et al. 2015; Pearce et al. 2012b) Patientendaten aus Krankenhäusern (nur exponierte Patienten) ausgewertet. Hierdurch ergaben sich unterschiedliche Möglichkeiten und Variablen, die berücksichtigt werden konnten. Da speziell Leukämien und Tumoren des Zentralen Nervensystems (ZNS)

Tabelle 11–9

### Vergleich der Studienpopulationen in fünf bis 2015 publizierten Kohortenstudien zu Krebsrisiken nach CT in der Kindheit

	Epidemiologische Studien				
	Pearce et al.	Mathews et al.	Huang et al.	Journy et al.	Krille et al.
Land	Großbritannien	Australien	Taiwan	Frankreich	Deutschland
Größe	178 604	10 939 680	122 086	67 274	44 584
Exponierte	178 604	680 211	24 418	67 274	44 584
Alter	0–<22	0–<20	0–<18	0–<10	0–<15
Zeitraum	1985–2008	1985–2007	1998–2008	2000–2010	1983–2010
Fälle	209	3 150	122	106	39

unter Verdacht stehen, strahleninduziert zu sein (UNSCEAR 2010), beschränken wir uns im Folgenden beim Vergleich der Studien auf diese Krebsentitäten.

In den ersten drei Studien von Pearce und Kollegen in Großbritannien, Mathews und Kollegen in Australien und Huang und Kollegen in Taiwan wurden bei CT-Exponierten deutlich erhöhte Risiken gegenüber der jeweiligen Kontrollgruppe berichtet (Tabelle 11–10). Die Ergebnisse unterscheiden sich aber deutlich voneinander. Pearce und Kollegen (Pearce et al. 2012b) zeigen ein Relatives Risiko (RR) von 3,18 für Leukämien und von 2,82 für ZNS-Tumore. Bei Mathews (Mathews et al. 2013) wurde das Verhältnis der Krebsinzidenzraten von CT-Exponierten zu Nicht-exponierten verglichen (incidence rate ratios (IRR)). Dabei wurde für Leukämien ein IRR von 1,23 und für ZNS-Tumore von 2,13 berichtet. Die Ergebnisse von Mathews sind vergleichbar mit den Ergebnissen von Huang, wobei hier Hazard Ratios (HR) berechnet wurden. Die beiden Studien von Mathews und Huang ermittelten höhere relative Risiken für ZNS-Tumore, was durch die niedrigen Latenzzeiten im Vergleich zur Studie von Pearce erklärt werden kann.

Die Ergebnisse der zwei kleineren neuen Studien unterscheiden sich von diesen drei ersten Studien. Journy (Journy et al. 2015) in Frankreich und auch Krille und Kollegen in Deutschland (Krille et al. 2015) untersuchen im Detail Vorerkrankungen der eingeschlossenen Studienpopulationen. Die Risikowerte (Excess Relative Risk) der französischen Studie von Journy haben wir in Relative Risiken umgerechnet, die auch ein erhöhtes Risiko anzeigen. Die französische Studie zeigte, dass 32% aller Tumoren bei Kindern auftraten, die prädisponierte Faktoren für eine

Tabelle 11–10

**Vergleich der bisherigen Kohortenstudien zu Krebsrisiken nach CT in der Kindheit bezüglich Risikoschätzern für Leukämie und ZNS-Tumore**

	Epidemiologische Studien				
	Pearce et al.	Mathews et al.	Huang et al.	Journy et al.	Krille et al.
Risikoschätzer	RR*	IRR**	HR***	RR****	SIR*****
Vergleich	0-5 mGy im Vergleich zu 30mGy	CT im Vergleich zu keine CT	CT des Kopfes im Vergleich zu keine CT	CT (10 mGy) im Vergleich mit keiner CT	CT im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung
<b>Leukämie</b>					
Fälle	74	211	17	17	12
Risikoschätzer	3,18	1,23	1,9	1,57	1,72
95 % KI	1,46 bis 6,94	1,08 bis 1,41	0,82 bis 4,40	0,21 bis 2,93	0,89 bis 3,01
Latenzzeit	2 Jahre	1 Jahr	2 Jahre	2 Jahr	2 Jahre
<b>Gehirn-/ZNS-Tumore</b>					
Fälle	135	283	30	22	7
Risikoschätzer	2,82	2,13	2,56	1,22	1,35
95 % KI	1,33 bis 6,03	1,88 bis 2,41	1,44 bis 4,45	0,84 bis 1,61	0,54 bis 2,78
Latenzzeit	5 Jahre	1 Jahr	2 Jahre	2 Jahr	2 Jahre

\*Relative Risk \*\*Incidence Rate Ratio \*\*\*Hazard Ratio \*\*\*\*Relative risk (eigene Berechnung) \*\*\*\*\*Standard incidence ratio



Krebserkrankung besaßen. Unter Berücksichtigung dieser Vorerkrankungen und Risikofaktoren sinken die RR für Leukämien (1,47; 95 % Konfidenzintervall (KI): 0,35–2,59 (eigene Berechnung)) und ZNS-Tumore (1,12; 95 % KI: 0,87–1,37 (eigene Berechnung)). Bei der deutschen Kohortenstudie wurden insgesamt 39 Krebsfälle identifiziert, die mindestens zwei Jahre nach dem ersten CT diagnostiziert wurden (Krille et al. 2015). Bei 20,9 zu erwartenden Krebsfällen ergeben sich somit 1,87-mal mehr Krebsfälle als in der deutschen Allgemeinbevölkerung zu erwarten waren (standardisierte Inzidenzrate (SIR): 1,87; 95 % KI: 1,33–2,55). Auch in den Subgruppen wurden mehr Fälle als erwartet beobachtet, die allerdings nicht signifikant waren: Für Leukämien wurde ein SIR von 1,72 und für ZNS-Tumoren von 1,35 ermittelt. Zusätzlich wurden in der deutschen Studie nach weiteren Risikofaktoren in den Befundtexten gesucht. Hierbei wurde bei 22 % der berücksichtigten Krebspatienten ein erhöhtes Risiko, an Krebs zu erkranken, festgestellt. Unter Kontrolle dieser Vorerkrankungen werden auch in der deutschen Studie weniger eindeutige Effekte aufgezeigt.

Wie aus den AOK-Daten ersichtlich, sind Säuglinge und Kinder mit CT-Untersuchung mit zwischen drei und vier ICD-10 Kodierungen pro CT-Untersuchung mit großer Wahrscheinlichkeit sehr krank. Die Autoren der deutschen und französischen Kohortenstudie weisen dabei auf genetische Defekte, Immunkrankheiten und Transplantationen hin (Journey et al. 2015; Krille et al. 2015). Unsere Analysen ergaben allerdings hohe durchschnittliche CT-Raten bei den ICD-10-Gruppen „Endokrine, Ernährungs- und Stoffwechselkrankheiten“ (E00-E90), „Psychische und Verhaltensstörungen“ (F00-F90), „Krankheiten des Verdauungssystems“ (K00-K93) und „Krankheiten der Haut und der Unterhaut“ (L00-L99). Inwieweit diese mit einer CT-Indikation und mit Krebsrisiken in Zusammenhang stehen, muss weiterhin erforscht werden.

## 11.5 Diskussion

Die hier vorgestellten Versorgungsdaten zeigen für Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene neue Trends bei der Nutzung der Computer- und der Magnetresonanztomographie. Im Laufe der Jahre 2006 bis 2012 wird eine leichte Abnahme der CT-Untersuchungshäufigkeit festgestellt. Der aus der Literatur bekannte Anstieg (BMU 2008) ließ sich nur für die Gruppe der Versicherten zwischen 18 und 24 Jahren beobachten und auch dort nur bis zum Jahre 2009. Speziell bei Kindern, aber auch bei den Jugendlichen, zeigte sich eine deutliche Abnahme an Untersuchungen. Erst mit steigendem Alter ändert sich das Bild, wie steigende Patientenzahlen und Untersuchungshäufigkeiten zeigen. Speziell bei Kindern wird die CT hauptsächlich stationär durchgeführt und es werden für Kinder mehr Indikationen für eine CT-Untersuchung angegeben als für Jugendliche oder junge Erwachsene.

Im Gegensatz zu den CT-Untersuchungen zeigt sich für MRTs eine komplett andere Entwicklung und die absolut durchgeführte Anzahl an Untersuchungen steigt an. Die Kernspintomografie hat sich in den letzten Jahren technisch enorm weiterentwickelt, sodass wir einige neue Indikationen haben (z. B. Ganzkörper-MRT zum Staging von Tumorerkrankungen, dezidierte ZNS-Diagnostik bei Epilep-

sie, Kardio-Diagnostik bei Herzfehlern oder Myokarditis). Mit der Erweiterung des MRT-Spektrums steigt auch die Anzahl der Untersuchungen. Während CT in Krankenhäusern und im ambulanten Sektor im Untersuchungszeitraum konstant verwendet wird, stieg die Nutzung der MRT im stationären Bereich und im ambulanten Bereich um 33 % bzw. 34 % an.

Die hier ausgewerteten Daten sind eine Vollerhebung der AOK für Deutschland. Für Niedersachsen konnte in einem Vergleich mit den Daten des Statistischen Bundesamt gezeigt werden, dass die AOK-Daten aufgrund der hohen Fallzahl geeignet sind, die Inanspruchnahme von medizinischen Leistungen repräsentativ für Deutschland zu untersuchen (Jaunzeme et al. 2013). Dieser Aspekt ist auch für die Abschätzung der CT und MRT von Bedeutung. Die Daten der Krankenkassen können somit gut für die Einschätzung der Entwicklungen von Untersuchungen mittels CT und MRT genutzt werden und sollten für ein zeitnahes Monitoring der Trends genutzt und zur Verfügung gestellt werden. Nationale Routinedaten beruhen zudem meist auf fallbezogenen Erhebungen, wobei die gezählten Einheiten häufig Untersuchungen und nicht Personen sind. Wie hier gezeigt wurde, lassen sich mit Hilfe der AOK-Daten einzelne Untersuchungen Versicherten zuordnen.

Eine Limitation der Daten besteht darin, dass nicht alle radiologischen Untersuchungen berücksichtigt werden konnten. Ursprünglich sollte auch auf Röntgenuntersuchungen eingegangen werden. Da stationäre Röntgenuntersuchungen im OPS nicht systematisch berücksichtigt werden, wurde die Analyse auf CT und MRT begrenzt.

Weiterhin beschränken sich die Auswertungen auf Abrechnungsdaten. Bei Abrechnungsdaten muss berücksichtigt werden, dass eine dokumentierte CT nicht immer mit einer CT-Untersuchung gleichzusetzen ist. Da für eine CT mehrere Körperregionen (d. h. mehrere OPS) dokumentiert worden sein können, ist eine Überschätzung der Anzahl an CTs möglich.

Einschränkend gilt weiterhin, dass die Diagnosen eines CT-Patienten nicht in jedem Fall als Anlass der CT-Untersuchung gewertet werden können. Der quartalsbezogene Abrechnungsfall eines CT kann auch Diagnosen enthalten, die nicht mit dem CT verbunden sind. Diese sind im Nachhinein nicht erkennbar. Somit kann es zu einer Überschätzung der Morbidität der CT-Patienten kommen.

Gerade vor dem Hintergrund des demografischen Wandels lässt sich die Entwicklung der Nutzungsraten jedoch nur schwer einschätzen und es bleibt unklar, in wie vielen Fällen CT-Untersuchungen durch MRT-Untersuchungen substituiert wurden. Bei der zum Teil gefundenen Häufigkeit von CT-Untersuchungen in Hochrisikogruppen ist zu diskutieren, ob der Röntgenpass von einer freiwilligen zu einer obligatorischen (portablen) Dokumentation erweitert werden sollte, insbesondere um die Zahl an nicht notwendigen zusätzlichen Doppeluntersuchungen zu senken. Hierdurch kann die Zahl an induzierten Folge- und Kontrolluntersuchungen zwar nicht reduziert werden, aber die Kinder und Jugendlichen würden nur erforderliche Untersuchungen erhalten, einhergehend mit geringerer Strahlenexposition bei gleichzeitiger Einsparung von Kosten.

## Literatur

- BMU. Erfassung der Häufigkeit bildgebender Diagnostik, insbesondere strahlendiagnostischer Maßnahmen und der Altersverteilung der Patienten. Schriftenreihe „Reaktorsicherheit und Strahlenschutz“ des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU-2005-660). Bonn/Düsseldorf 2005.
- BMU. Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung Jahresbericht 2007. Bonn 2008.
- Bongartz G, Golding S, Jurik A, Leonardi M, van Persijn van Meerten E, Rodríguez R, Tosi G. European Guidelines for Multislice Computed Tomography. 2004.
- Brenner DJ, Elliston CD. Estimated Radiation Risks Potentially Associated with Full-Body CT Screening. *Radiology* 2004; 232 (3): 735–8.
- Brenner DJ, Elliston CD, Hall EJ, Berdon WE. Estimated Risks of Radiation – Induced Fatal Cancer from Pediatric CT. *Am J Roentgenol* 2001; 176: 289–96.
- Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography—an increasing source of radiation exposure. *New Engl J Med* 2007; 357 (22): 2277–84. doi:10.1056/NEJMra072149.
- Chodic G, Ronckers CM, Shalev V, Ron E. Excess lifetime cancer mortality risk attributable to radiation exposure from computed tomography examinations in children. *Isr Med Assoc J* 2007; 9 (8): 584–7.
- De González AB, Mahesh M, Kim KP, Bhargavan M, Lewis R, Mettler F, Land C. Projected cancer risks from computed tomographic scans performed in the United States in 2007. *Arch Intern Med* 2009; 169 (22) 2071–77. doi:10.1016/S0749-4041(10)79278-2.
- European Commission. European Guidance on Estimating Population Doses from Medical X-Ray Procedures. Radiation Protection No 154. Luxembourg 2008.
- Galanski M, Nagel HD, Stamm G. Pädiatrische CT-Expositionspraxis in der Bundesrepublik Deutschland – Ergebnisse einer bundesweiten Umfrage 2005/06. Hannover 2006.
- Grobe TG, Dörning H, Schwartz FW. Barmer GEK Arztreport 2011. Barmer GEK (Hrsg). St. Augustin: Asgard 2011.
- Huang WZ, Muo CH, Lin CY, Jen YM, Yang MH, Lin JC, Kao CH. Paediatric head CT scan and subsequent risk of malignancy and benign brain tumour: a nation-wide population-based cohort study. *Br J Canc* 2014; 110: 2354–60. doi:10.1038/bjc.2014.103.
- Jaunzeme J, Eberhard S, Geyer S. Wie „repräsentativ“ sind GKV-Daten? *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz* 2013; 56 (3), 447–54. doi:10.1007/s00103-012-1626-9.
- Journy N, Rehel JL, Ducou Le Pointe H, Lee C, Brisse H, Chateil JF, Bernier MO. Are the studies on cancer risk from CT scans biased by indication? Elements of answer from a large-scale cohort study in France. *Br J Canc* 2015; 112 (1): 185–93. doi:10.1038/bjc.2014.526.
- Kalender WA. X-ray computed tomography. *Phys Med Biol* 2006; 51 (13): R29–R43. doi:10.1088/0031-9155/51/13/R03.
- Krille L, Dreger S, Schindel R, Albrecht T, Asmussen M, Barkhausen J, Blettner M. Risk of cancer incidence before the age of 15 years after exposure to ionising radiation from computed tomography: results from a German cohort study. *Radiat Environ Biophys* 2015: 1–12. doi:10.1007/s00411-014-0580-3.
- Mansfield P, Maudsley AA. Medical imaging by NMR. *Br J Radiol* 1977; 50 (591): 188–94. doi:10.1259/0007-1285-50-591-188.
- Mathews JD, Forsythe AV, Brady Z, Butler MW, Goergen SK, Byrnes GB, Darby SC. Cancer risk in 680,000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *BMJ* 2013; 346 f2360. doi:10.1136/bmj.f2360.
- Merzenich H, Krille L, Hammer G, Kaiser M, Yamashita S, Zeeb H. Paediatric CT scan usage and referrals of children to computed tomography in Germany – a cross-sectional survey of medical practice and awareness of radiation related health risks among physicians. *BMC Health Serv Res* 2012; 12: 47. doi:10.1186/1472-6963-12-47.
- Mettler Jr F, Wiest P, Locken J, Kelsey C. Contact us My IOPscience CT scanning : patterns of use and dose CT scanning: patterns of use and dose. *Journal of Radiological Protection* 2000; 353–9.

- Meulepas JM, Ronckers CM, Smets AMJB, Nievelstein RAJ, Jahnens A, Lee C, Hauptmann M. Leukemia and brain tumors among children after radiation exposure from CT scans: design and methodological opportunities of the Dutch Pediatric CT Study. *Eur J Epidemiol* 2014; 29 (4): 293–301. doi:10.1007/s10654-014-9900-9.
- National Academy of Sciences/National Research Council (NAS/NRC ). Health Risks From Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation, BEIR VII Phase 2. Washington, DC: National Academy Press (ed) 2006.
- Parker L. Computed tomography scanning in children: radiation risks. *Pediatr Hematol Oncol* 2001; 18 (5): 307–8. doi:10.1080/088800101300312564.
- Paterson A, Frush DP, Donnelly LF. Helical CT of the Body: *Am J Roentgenol* 2001; 176 (2): 297–301.
- Pearce MS, Salotti JA, McHugh K, Metcalf W, Kim KP, Craft AW, Ron E. CT scans in young people in Northern England: trends and patterns 1993–2002. *Pediatr Radiol* 2011; 41 (7): 832–8. doi:10.1007/s00247-011-2110-7.
- Pearce MS, Salotti JA, Howe NL, McHugh K, Kim KP, Lee C, Parker L. CT Scans in Young People in Great Britain: Temporal and Descriptive Patterns, 1993–2002. *Radiology Research and Practice* 2012a, 1–8. doi:10.1155/2012/594278.
- Pearce MS, Salotti JA, Little MP, McHugh K, Lee C, Kim KP, De González AB. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: A retrospective cohort study. *Lancet* 2012b; 380 (12): 499–505. doi:10.1016/S0140-6736(12)60815-0.
- Rehani MM, Berry M. Radiation doses in computed tomography. *BMJ* 2000, 320 (7235): 593–4.
- Smith-Bindman R, Miglioretti DL, Larson EB. Rising use of diagnostic medical imaging in a large integrated health system. *Health Affairs* 2008; 27 (6): 1491–1502. doi:10.1377/hlthaff.27.6.1491
- Sodickson A, Baeyens PF, Andriole KP, Prevedello LM, Nawfel RD, Hanson R, Khorasani R. Recurrent CT, Cumulative Radiation Exposure, and Associated Radiation-induced Cancer Risks from CT of Adults. *Radiology* 2009; 251 (1): 175–84.
- Stöver B, Rogalla P. CT-Untersuchungen bei Kindern. *Radiologe* 2008; 48 (3): 243–8. doi:10.1007/s00117-007-1600-y.
- United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly. New York 2010.