

Auswirkung der COVID-19-Pandemie auf die radiologische Bildgebung in Deutschland

Impact of the COVID 19 Pandemic on Radiological Imaging in Germany

Autoren

Martina Schmidbauer¹, Lars Grenacher², Markus S. Juchems³, Erik Memmel³, Thomas Lauenstein⁴, Andreas G. Schreyer⁵, Niklas Verloh⁶, Claus Becker⁶, Thomas J. Vogl⁷, Johannes Wessling⁸, Frank K. Wacker¹, Kristina Imeen Ringe¹ 

Institute

- 1 Institute for Diagnostic and Interventional Radiology, Hannover Medical School, Hannover, Germany
- 2 Imaging and Prevention Center, Conradia Radiology Munich, Germany
- 3 Diagnostic and Interventional Radiology, Klinikum Konstanz, Germany
- 4 Department of Radiology, Evangelisches Krankenhaus Düsseldorf, Düsseldorf, Germany
- 5 Institute for Diagnostic and Interventional Radiology, Brandenburg Medical School Theodor Fontane, Brandenburg a.d. Havel, Germany
- 6 Department of Radiology, University Hospital Regensburg, Germany
- 7 Department of Diagnostic and Interventional Radiology, University Hospital Frankfurt, Frankfurt am Main, Germany
- 8 Department of Radiology, Clemenshospital GmbH Munster, Germany

Key words

COVID 19, SARS-CoV-2, imaging volume, MRI, Germany, CT

eingereicht 18.08.2021

akzeptiert 07.11.2021

online publiziert 28.12.2021

Bibliografie

Fortschr Röntgenstr 2022; 194: 625–633

DOI 10.1055/a-1710-3767

ISSN 1438-9029

© 2021, Thieme. All rights reserved.

Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Germany

Korrespondenzadresse

Frau Prof. Kristina Imeen Ringe
 Diagnostische Radiologie, Medizinische Hochschule
 Hannover, Carl-Neuberg Strasse 1, 30625 Hannover, Germany
 Tel.: +49/5 11/5 32 34 24
 Fax: +49/5 11/5 32 38 85
 ringe.kristina@mh-hannover.de

ZUSAMMENFASSUNG

Ziel Untersuchung der Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Durchführung radiologischer Bildgebung in Deutschland.

Material und Methoden In dieser retrospektiven multizentrischen Studie wurden die durchgeführten CT- und MRT-Bildgebungen 7 deutschlandweiter radiologischer Zentren von Januar bis Dezember 2020 analysiert. Das Untersuchungsvolumen wurde mit dem Vorjahreszeitraum verglichen (Wilcoxon-Mann-Whitney-Test). Die Auswertung der aggregierten Daten erfolgte differenziert nach Modalität, Zuweiser, Körperregion und unter besonderer Berücksichtigung der zeitlichen Pandemieentwicklung. Die Untersuchungszahlen wurden zudem mit der Inzidenz von SARS-CoV-2-positiven Fällen und assoziierten Todesfällen korreliert (Spearman-Test).

Ergebnisse Im Pandemiejahr 2020 wurden insg. 4% ($n = 8314$) weniger CT- und MRT-Untersuchungen durchgeführt als im Vorjahr ($p < 0,05$). Die Differenz ist vornehmlich auf den Zeitraum des harten Lockdowns (Kalenderwoche 12–16, 22. März bis 19. April 2020) zurückzuführen, welcher im Vergleich zum Vorjahreszeitraum zu einem Rückgang der Untersuchungen um 29% geführt hat ($n = 894$, $p < 0,01$). MRT-Untersuchungen waren dabei stärker betroffen als CT-Untersuchungen (36% vs. 26%). Der größte Rückgang war mit –38% ($p < 0,01$) bei ambulanten Patienten zu verzeichnen und bei Untersuchungen von Wirbelsäule und Extremitäten (–51% bis –72%, $p < 0,05$ bis $p < 0,01$). Am geringsten tangiert waren Untersuchungen aus den Zentralen Notaufnahmen (–13%, $p < 0,05$) sowie CT-Untersuchungen des Thorax (–16%, $p < 0,05$). Das Ende des harten Lockdowns ging mit einer sukzessiven Normalisierung des Untersuchungsvolumens auf das Vorjahresniveau einher, die auch mit Beginn der zweiten Pandemiewelle und des mildereren Lockdowns am Jahresende anhielt. Der Rückgang der Untersuchungen 2020 korrelierte dabei negativ mit der Inzidenz an SARS-CoV-2-positiven Fällen und assoziierten Todesfällen ($r = 0,28$ und $0,49$; $p < 0,05$ und $p < 0,001$).

Schlussfolgerung Die COVID-19-Pandemie in Deutschland führte 2020 temporär zu einem signifikanten Rückgang radiologischer CT- und MRT-Untersuchungen. Nach Ende des ersten Lockdowns im Frühjahr zeigte sich eine rasche Erholung

der Untersuchungszahlen mit weitgehender Stabilisierung des Untersuchungsvolumens auf das Vorjahresniveau.

Kernaussagen:

- Die Studie zeigt die pandemiebedingten Veränderungen radiologischer Bildgebung in einer multizentrischen, deutschlandweiten Analyse.
- Im Jahr 2020 kam es während des ersten Lockdowns zu einem temporären quantitativen Rückgang an CT- und MRT-Untersuchungen.
- Mit Beginn der ersten Lockerungen trat eine zügige Normalisierung der Untersuchungsvolumina auf Vorjahresniveau ein, die bis zum Jahresende anhielt.
- Signifikante Nachholeffekte wurden nicht beobachtet.

Zitierweise

- Schmidbauer M, Grenacher L, Juchems MS et al. Impact of the COVID 19 Pandemic on Radiological Imaging in Germany. *Fortschr Röntgenstr* 2022; 194: 625–633

ABSTRACT

Purpose To analyze the impact of the COVID-19 pandemic in 2020 on the radiological imaging volume in Germany.

Materials and Methods In this retrospective multicenter study, we analyzed CT and MRI examinations of 7 radiology institutes across Germany from January to December 2020. The imaging volume was compared to 2019 (Wilcoxon-Mann-

Whitney test). Modality, patient service locations, and examined body parts were assessed in consideration of time periods of the pandemic. In addition, correlation with the incidence of SARS-CoV-2 cases and associated death was performed (Spearman-test).

Results In total, in 2020, imaging volume declined by 4% ($n = 8314$) compared with 2019 ($p < 0.05$). The hard lockdown during the first pandemic wave (calendar week 12–16, March 22 – April 19) revealed the highest decrease with 29% ($n = 894$, $p < 0.01$), with the greatest decrease in CT (36% vs. MRI 26%), outpatients (38%, $p < 0.01$), and imaging of the spine and extremities (51–72%, $< 0.05 - p < 0.01$). Examinations referred from the emergency department (–13%, $p < 0.05$) and CT of the chest (–16%, $p < 0.05$) were least affected. With the end of the first wave, gradual normalization of the imaging volume was observed and persisted until the end of the observation period. A reduction of imaging volume negatively correlated with the incidence of SARS-CoV-2-positive cases and associated deaths ($r = 0.28$ and 0.49 , $p < 0.05$ and $p < 0.001$).

Conclusion The COVID-19 pandemic was associated with a significant temporary decline in imaging volume. After the first lockdown period, a quick recovery was observed with radiologic imaging examinations steadily approaching prior-year figures.

Einleitung

Der Ausbruch des Severe Acute Respiratory Syndrome Corona Virus 2 (SARS-CoV-2) im Jahre 2020 gilt bereits jetzt als eine der größten gesundheitspolitischen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts, die noch bis heute anhält. Weltweit, so auch in Deutschland, wurden weitreichende Strategien zur Eindämmung des Pandemiegeschehens initiiert und weite Teile des gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Lebens temporär stillgelegt, um einen nachhaltigen Rückgang der Fallzahlen zu erreichen und einer Überlastung des Gesundheitssystems vorzubeugen. Neben den Einschränkungen im öffentlichen Leben waren medizinische Einrichtungen angehalten, nicht zwingend notwendige, planbare Aufnahmen und Operationen zu verschieben und damit Behandlungs- und Intensivkapazitäten in den Kliniken für potenzielle COVID-19-Erkrankte vorzuhalten [1]. Darüber hinaus waren verschiedenste Anpassungen der Arbeitsabläufe erforderlich, beispielsweise veränderte Kommunikations- und Personalstrukturen sowie Hygienemaßnahmen, um den Behandlungsbedarf von Patienten aufrecht zu erhalten sowie den Schutz der Mitarbeitenden zu gewährleisten [2].

Die Radiologie als Querschnittsdisziplin kann das allgemeine Angebot und die Inanspruchnahme medizinischer Versorgung anhand der durchgeführten Untersuchungen gut widerspiegeln. Analysen des ersten Halbjahres 2020 zeigten in der Radiologie eine deutliche Abnahme der Leistungen [3], gleichzeitig verzeichneten die meisten medizinischen Fachbereiche einen dramati-

schen Rückgang an Behandlungsfällen [4]. Um jedoch mögliche Langzeiteffekte der COVID-19-Pandemie auf das Gesundheitswesen besser einschätzen zu können, ist die Betrachtung eines längeren Zeitraumes notwendig. Datenanalysen zum Gesamtjahr 2020 innerhalb einzelner Fachdisziplinen und insbesondere aus der Radiologie liegen nach unserer Recherche allerdings kaum vor.

Ziel dieser multizentrischen, deutschlandweiten Studie war es, den Einfluss der COVID-19-Pandemie im Jahr 2020 auf das radiologische Untersuchungsvolumen systematisch und objektiv im longitudinalen Verlauf zu evaluieren.

Material und Methoden

Diese retrospektive, multizentrische Studie erfolgte in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgemeinschaft Gastrointestinal- und Abdominaldiagnostik der DRG. Die überregionale Verteilung der teilnehmenden Zentren verschiedener Versorgungsstufen ermöglicht dabei eine repräsentative, deutschlandweite Analyse der radiologischen Bildgebung. Beteiligt waren sieben radiologische Institute: 4 Universitätskliniken (Medizinische Hochschule Hannover, Universitätsklinikum Frankfurt, Universitätsklinikum Regensburg, Universitätsklinikum Brandenburg a. d. Havel) und 3 nicht universitäre Einrichtungen (Clemenshospital Münster, Evangelisches Krankenhaus Düsseldorf, Klinikum Konstanz) (► **Tab. 1**). Die Studie wurde von den lokalen Ethikkommissionen der beteiligten Zentren genehmigt.

► **Tab. 1** Klinikcharakteristika teilnehmender Einrichtungen.

Einrichtung	Standort	Betten/Intensivbetten	Versorgungsstufe	MVZ	Technische Aufrüstung	Gemittelte regionale 7-Tage-Inzidenz COVID 19 2020
Medizinische Hochschule Hannover	Hannover, Niedersachsen	1520/146	Maximalversorger	nein	nein	23,3
Universitätsklinikum Frankfurt	Frankfurt, Hessen	130/112	Maximalversorger	nein	nein	35,4
Universitätsklinikum Regensburg	Regensburg, Bayern	839/90	Maximalversorger	nein	Modernisierung CT	32,5
Universitätsklinikum Brandenburg a. d. Havel	Brandenburg a. d. Havel, Brandenburg	474/30	Schwerpunktversorgung	nein	nein	9,8
Clemenshospital Münster	Münster, Nordrhein-Westfalen	405/14	Schwerpunktversorgung	nein	nein	9,0
Evangelisches Krankenhaus Düsseldorf	Düsseldorf, Nordrhein-Westfalen	513/14	Schwerpunktversorgung	nein	nein	55,4
Klinikum Konstanz	Konstanz, Baden-Württemberg	440/24	Schwerpunktversorgung	nein	nein	15,9

Durchschnittliche 7-Tage-Inzidenz positiver COVID-19-Fälle 2020 deutschlandweit: 56,4 (<https://covid19.who.int/region/euro/country/de>). MVZ, Medizinisches Versorgungszentrum.

Datenakquisition

Die Untersuchungen wurden aus dem jeweiligen internen RIS der beteiligten Zentren extrahiert. Analysiert wurden die aggregierten Daten von CT- und MRT-Untersuchungen vom 01. Januar 2020 bis 27. Dezember 2020. Für die zeitliche Granularität wurden Wochenintervalle gewählt (Kalenderwochen, KW). Die im Vergleich zu 2019 aufgrund des Schaltjahres zusätzliche KW 53 im Jahr 2020 blieb aus Gründen der Vergleichbarkeit bei der Auswertung unberücksichtigt. Die Daten wurden mit demselben Zeitraum des Vorjahres verglichen, um den Einfluss zufälliger saisonale Effekte auszuschließen. In Subgruppenanalysen wurden zusätzlich Zuweisungsart (ambulant, stationär oder Zentrale Notaufnahme [ZNA]) und untersuchte Körperregion (Kopf, Hals, Thorax, Abdomen, Wirbelsäule, Extremitäten oder Sonstige) betrachtet. Darüber hinaus erfolgte eine Korrelation des Untersuchungsvolumens mit den vom Robert Koch-Institut veröffentlichten SARS-CoV-2-positiven Fallzahlen sowie assoziierten Todesfällen [5].

Pandemiespezifische Phaseneinteilung:

Um den bundesweiten Einfluss der pandemiespezifischen Phasen abzubilden wurden folgende Zeiträume definiert:

- Prä-Lockdown (PRÄ): KW 1–11, erste Infektionen, Meldepflicht und Absage von Großveranstaltungen
- Harter Lockdown (HLD): KW 12–16, bundesweiter Lockdown während der 1. Pandemiewelle mit umfassenden Kontaktbeschränkungen und weitreichenden Schließungen
- Lockerungsphase (LP): KW 17–23, sukzessive Lockerung der Kontaktbeschränkungen und Öffnungen

- Post-Lockdown (POST): KW 24–43, weitgehende Aufhebung der oben genannten Beschränkungen
- Lockdown Light (LLD): KW 44-Jahresende, bundesweit verschärfte Regelungen und erneuter Lockdown mit Beginn der 2. Pandemiewelle

Statistische Auswertung

Die statistische Analyse erfolgte mittels GraphPad Prism 9 (GraphPad Software Inc., San Diego, USA). Die multizentrischen Daten wurden auf die einzelnen Kalenderwochen aggregiert und nach Ausschluss einer Gaußschen Normalverteilung mittels Wilcoxon-Mann-Whitney-Test auf statistische Signifikanz geprüft (differenziert nach einzelnen Körperregionen und Zuweiser jeweils separat für jede Modalität und für das Gesamtvolumen im Vergleich zum Gesamtjahr oder den phasenspezifischen Vorjahreszeitraum). Die Korrelation zwischen Untersuchungsvolumen und der Inzidenz von SARS-CoV-2-positiven Fällen bzw. assoziierten Todesfällen für das Gesamtjahr 2020 wurden mittels Spearman-Test ermittelt. Abweichungen zum Vorjahreszeitraum wurden für die Gesamtzahlen sowie einzelne Parameter als prozentuale Differenz dargestellt. Eine Fehlerwahrscheinlichkeit von $p < 0,05$ wurde als statistisch signifikant angenommen.

Ergebnisse

Gesamtuntersuchungsvolumen

Die Untersuchungszahlen im Jahr 2020 beliefen sich auf insgesamt 186 885 CT- und MRT-Untersuchungen und blieben mit 4 % nur geringfügig hinter Zahlen des Vorjahres zurück (2019:

► **Tab. 2** Untersuchungszahlen der Jahre 2019 und 2020 7 radiologischer Zentren deutschlandweit differenziert nach Modalität.

		PRÄ	HLD	LP	POST	LLD	Gesamt
CT	2019	27 630	12 437	16 924	49 231	21 215	127 437
	2020	26 857 (97 %)	9 265 (74 %)	15 886 (93 %)	50 856 (103 %)	21 159 (100 %)	124 023 (97 %)
p		0,30	**	0,20	0,08	0,34	0,28
MRT	2019	14 628	6 473	8 841	26 147	11 673	67 762
	2020	14 507 (99 %)	4 155 (64 %)	7 615 (84 %)	25 555 (98 %)	11 030 (94 %)	62 862 (93 %)
p		0,69	**	0,07	0,10	***	*
Gesamt	2019	42 258	18 910	25 765	75 378	32 888	195 199
	2020	41 364 (98 %)	13 420 (71 %)	23 501 (91 %)	76 411 (101 %)	32 189 (98 %)	186 885 (96 %)
p		0,75	**	0,22	0,84	***	***

Angegeben sind die absoluten Fallzahlen und der Anteil am Vorjahreszeitraum in Prozent (%). * $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,05$. PRÄ, Prä-Lockdown; HLD, Harter Lockdown; LP, Lockerungsphase; POST, Post Lockdown; LLD, Lockdown Light.

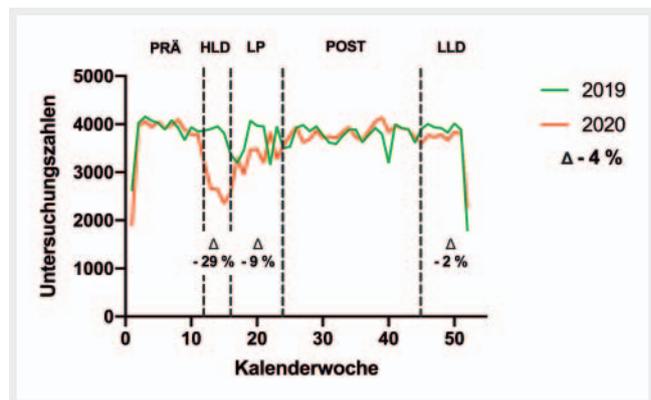
195 199; $p < 0,05$). Während des HLD in Deutschland wurden 13 420 Untersuchungen durchgeführt. Verglichen mit dem Vorjahreszeitraum entspricht dies einer Reduktion von 29 % (18 910, $p < 0,01$) (► **Tab. 2** und ► **Abb. 1**). Der NADIR war Anfang April (KW 15) nachweisbar und betrug 2353 MRT- und CT-Untersuchungen. Die durchschnittliche Untersuchungszahl betrug zu dieser Zeit wöchentlich 1938 im Vergleich zum Vorjahr mit 2659. Mit Ende des HLD stiegen die Untersuchungszahlen kontinuierlich an und erreichten in der 2. Jahreshälfte ein zum Vorjahr vergleichbares Niveau (LP: 91 %, Post: 101 % am Untersuchungsvolumen 2019). Der LLD führte mit einem Minus von 2 % (699 Untersuchungen) im Vergleich zum Vorjahreszeitraum nochmals zu einem signifikanten ($p < 0,05$), im Gegensatz zum HLD jedoch geringer ausgeprägten Rückgang des Untersuchungsvolumens.

Modalitäten

Vom Rückgang der Untersuchungszahlen während des HLD war die MRT mit einem Minus von 36 % (2318, $p < 0,01$) gegenüber dem Vorjahreszeitraum stärker betroffen als die CT mit 26 % (3172, $p < 0,01$) (► **Tab. 2**). Mit Ende des HLD nahmen die Untersuchungszahlen beider Modalitäten kontinuierlich zu und erreichten in der 2. Jahreshälfte ein zum Vorjahr vergleichbares Niveau. Die Normalisierung des Untersuchungsaufkommens war bei der CT schneller erreicht und blieb auch mit Beginn des LLD stabil. Das Minus betrug am Jahresende im Vergleich zum Vorjahr 3 % (3414 Untersuchungen, $p = 0,28$). Die MRT-Untersuchungen fielen mit Beginn des LLD nochmals um 6 % gegenüber dem Vorjahreszeitraum ab (643 Untersuchungen, $p < 0,05$) und blieben am Jahresende mit 7 % hinter den Zahlen des Vorjahres zurück.

Zuweiser

Im Jahr 2020 waren im Vergleich zum Vorjahr kumulativ weniger stationäre Fälle zu verzeichnen mit einer Differenz von 5947 Un-



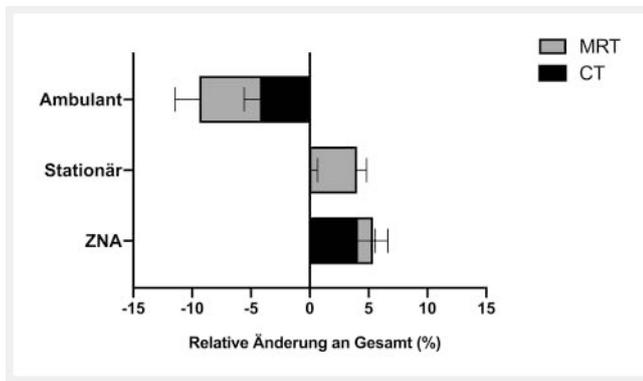
► **Abb. 1** Zeitliche Entwicklung der Gesamtuntersuchungszahlen der Jahre 2019 und 2020. Grafische Darstellung der wöchentlichen Absolutzahlen im Jahresverlauf 2020 (rot) im Vergleich zum Vorjahr (grün). Signifikante Rückgänge innerhalb der definierten Zeitperioden sind als prozentuale Differenz angegeben. PRÄ, Prä-Lockdown; HLD, Harter Lockdown; LP, Lockerungsphase; POST, Post Lockdown; LLD, Lockdown Light.

tersuchungen ($-7 %$; $p < 0,0001$) (► **Tab. 3**). Auch die Untersuchungszahlen im ambulanten Bereich waren gegenüber 2019 mit einem Minus von 5 % rückläufig, wobei die MRT mit $-8 %$ ($p < 0,05$) stärker betroffen war als die CT mit $-2 %$ ($p = 0,84$). Der HLD ging in allen Bereichen im Vergleich zum Vorjahreszeitraum mit einem Rückgang des Untersuchungsvolumens einher. Dabei nahmen die ambulanten Untersuchungsfälle um 38 % (2771 Untersuchungen, $p < 0,05$) ab, gefolgt von stationären Untersuchungen mit $-27 %$ (2260 Untersuchungen, $p < 0,01$) und ZNA-Untersuchungen mit $-14 %$ (429 Untersuchungen, $p < 0,05$). Die MRT war dabei jeweils stärker betroffen als die CT. Der Rückgang an ambulanten CT-Untersuchungen betrug 4 % und ging mit einem relativen Anstieg an ZNA-Untersuchungen einher. Der Rückgang

► **Tab. 3** Untersuchungszahlen der Jahre 2019 und 2020 7 radiologischer Zentren deutschlandweit nach Zuweiser.

	CT			MRT			Gesamt					
	2019	2020	Δ (%)	P	2019	2020	Δ (%)	P	2019	2020	Δ (%)	P
Gesamtjahr	Z 29 990	31 231	+4	0,06	3314	3208	-3	0,39	33 304	34 439	+3	0,08
	S 58 385	54 562	-7	**	28 128	26 004	-8	**	86 513	80 566	-7	*
	A 38 148	37 342	-2	0,84	36 324	33 723	-8	****	74 472	71 065	-5	0,28
PRÄ	Z 6248	6137	-2	0,53	679	732	+8	0,12	6927	6869	-1	1,0
	S 12 853	12 165	-5	****	6145	5980	-3	0,90	18 998	18 145	-4	0,12
	A 8286	8422	+2	0,41	7810	7795	0	0,55	16 096	16 217	+1	0,45
HILD	Z 2810	2457	-13	****	335	259	-23	****	3145	2716	-13	****
	S 5721	4277	-25	***	2701	1885	-30	***	8422	6162	-26	***
	A 3801	2456	-35	***	3437	2011	-41	****	7238	4467	-38	****
LP	Z 3978	4210	+6	0,46	440	445	+1	0,78	4418	4655	+5	0,44
	S 7778	6918	-11	0,06	3721	3345	-10	0,07	11 499	10 263	-11	0,06
	A 5050	4631	-8	0,32	3437	3825	+18	0,16	9730	8456	-13	0,16
POST	Z 11 904	13 221	+11	**	1275	1274	0	0,77	13 179	14 495	+10	**
	S 22 355	22 230	-1	0,24	10 888	10 552	-3	0,21	33 245	32 782	-1	****
	A 14 659	15 033	+3	0,38	13 982	13 702	-2	0,32	28 641	28 735	0	0,70
LLD	Z 5050	5206	+3	0,35	585	498	-15	0,13	5635	5704	+1	0,59
	S 9678	8972	-7	****	4673	4242	-9	****	14 351	13 214	-8	****
	A 6352	6800	+7	0,15	6415	6390	0	0,08	12 767	13 190	+3	0,73

Angegeben sind die absoluten Fallzahlen und die prozentuale Differenz (Δ). * p < 0,0001, ** p < 0,001, *** p < 0,01, **** p < 0,005. A, ambulant; S, stationär; Z, Zentrale Notaufnahme. PRÄ, Prä-Lockdown; HILD, Harter Lockdown; LP, Lockerungsphase; POST, Post Lockdown; LLD, Lockdown Light.



► **Abb. 2** Relative Änderung in der Zuweisung während des harten Lockdowns. Angaben in Mittelwert \pm Standardfehler.

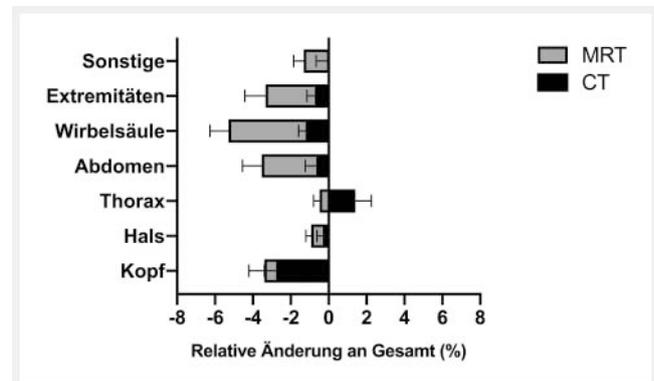
an ambulanten MRTs führte zu einem relativen Zuwachs insbesondere an stationären Untersuchungen (+4 %, $p < 0,05$) (► **Abb. 2**). Während die Untersuchungszahlen aus dem stationären Bereich auch im weiteren Jahresverlauf gegenüber den Zahlen aus dem Jahre 2019 erniedrigt waren, konnte bei den ambulanten Fällen bis Ende des Jahres, einschließlich während des LLD, ein zum Vorjahr vergleichbares Untersuchungsvolumen erreicht werden (-5 %, $p = 0,28$).

Körperregion

Während des HLD nahmen Untersuchungen aller Körperregionen gegenüber dem Vorjahreszeitraum ab (► **Tab. 4**). Am stärksten betroffen waren sowohl für die CT- als auch MRT-Untersuchungen der Wirbelsäule (-33 % bzw. -59 %, $p < 0,05$ bzw. $p < 0,01$), gefolgt von CT-Hals- (-33 %, $p = 0,15$) und CT-Extremitätenuntersuchungen (-28 %, $p < 0,01$) sowie MRT-Extremitäten- (-42 %, $p < 0,01$) und MRT-Abdomenuntersuchungen (-41 %, $p < 0,05$). Mit 16 % war bei den CT-Untersuchungen des Thorax zwar ein signifikanter ($p < 0,05$), aber im Vergleich zu den übrigen Regionen der schwächste Rückgang zu verzeichnen. Einzig für die CT-Thorax zeigte sich eine relative Zunahme an Untersuchungen am Gesamtvolumen, welche allerdings mit 1 % nur gering war (► **Abb. 3**). Mit Beginn der Lockerungen konnte für alle Körperregionen eine allmähliche Annäherung an das Vorjahresniveau beobachtet werden. Eine Ausnahme bilden die CT von Extremitäten (LP: 116 %; Post: 124 %, $p < 0,0001$) und Wirbelsäule (LP: 108 %; Post: 120 %, $p < 0,001$) mit teils signifikanten Fallzahlzuwächsen. Zudem zeigte sich für die CT-Thorax eine kontinuierliche Steigerung der Fallzahlen auf ein signifikantes Plus von 10 % in der POST-Phase (660 Untersuchungen, $p < 0,001$).

Korrelation der Untersuchungszahlen mit Inzidenz und Todesfällen

Insbesondere mit abnehmender Inzidenz an SARS-CoV-2-positiven Fällen und rückläufigen assoziierten Todesfällen setzte eine Erholungsphase mit sukzessiver Normalisierung des Untersuchungsvolumens ein (► **Abb. 4**). Dabei zeigte sich eine schwache, negative Korrelation für die wöchentliche Inzidenz ($r = 0,28$, $p < 0,05$) und eine moderate, negative Korrelation mit den SARS-CoV-2-assoziierten Todesfällen ($r = -0,49$, $p < 0,001$).



► **Abb. 3** Relative Änderung untersuchter Körperpartien während des harten Lockdowns. Angaben in Mittelwert \pm Standardfehler.

Diskussion

Die vorliegende multizentrische Studie spiegelt, exemplarisch basierend auf CT- und MRT-Untersuchungen, die Dynamik deutschlandweit durchgeführter radiologischer Untersuchungen während des Pandemiejahres 2020 wider.

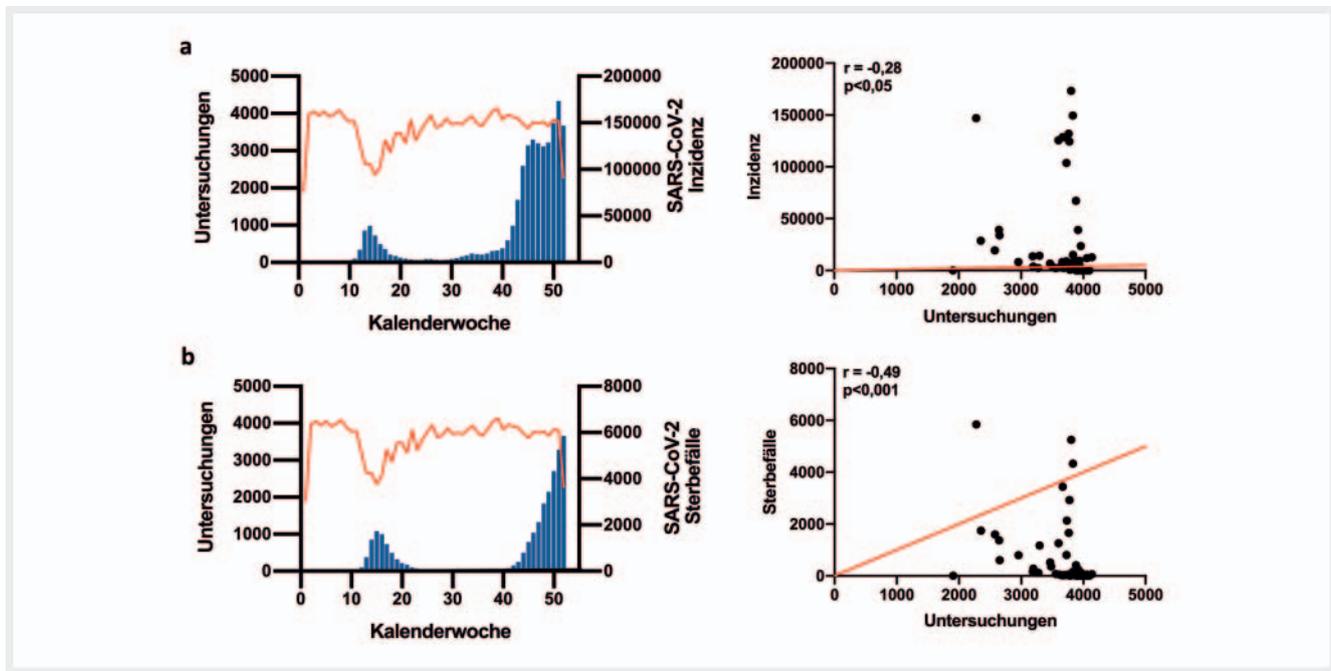
Mit Beginn der COVID-19-Pandemie konnte in nahezu allen Fachdisziplinen ein Rückgang der gesundheitlichen Versorgungsleistungen festgestellt werden. Der Rückgang der Fallzahlen hängt dabei zeitlich eng mit den verordneten Kontaktbeschränkungen und den Auflagen für medizinische Einrichtungen zusammen. Dies bestätigen auch die Ergebnisse unserer vorliegenden Studie. Besonders betroffen waren die ambulant erbrachten Leistungen mit einem Minus von 38 %. Diese Beobachtung deckt sich mit einer Analyse der erbrachten vertragsärztlichen Leistungen des Zentralinstitutes für kassenärztliche Versorgung in Deutschland, die über alle Fachgruppen hinweg einen deutlichen Rückgang der ambulanten Behandlungsfälle zeigte (Bildgebung -39,6 %) [4]. Auch die im Gesamtjahr 2020 deutschlandweit geringere Anzahl stationärer Behandlungsfälle [6] spiegelt sich in unseren Daten mit durchweg niedrigeren Untersuchungszahlen wider. Entsprechend der Erwartung war der geringste Rückgang mit 14 % bei Notfalluntersuchungen mit Zuweisung aus der ZNA zu verzeichnen, welcher allerdings im Vergleich zum Vorjahreszeitraum signifikant war [7, 8]. Ob für dieses verringerte Inanspruchnahmeverhalten der Bevölkerung die allgemeine Verunsicherung, die Angst vor Ansteckung oder die Einschränkung der Aktivität und Mobilität ursächlich sind, bleibt zu diskutieren. Der signifikante Rückgang muskuloskelettaler Bildgebung, welcher im Vergleich zu den Untersuchungen anderer Körperregionen am stärksten ausgeprägt war, könnte allerdings ein Hinweis darauf sein, dass die Einschränkung der Aktivität eine Rolle gespielt hat. Diese Vermutung wird auch durch den fachspezifischen Rückgang an Fallzahlen in der Orthopädie und Unfallchirurgie, die von den stärksten Einbrüchen an Behandlungsfällen betroffen waren [9], bestärkt.

Obwohl der Rückgang des Jahresvolumens an CT- und MRT-Untersuchungen über das Jahr negativ mit den deutschlandweiten SARS-CoV-2-Fallzahlen und assoziierten Todesfällen korrelierte, so ist doch eine auffällige Stabilisierung der Untersuchungszahlen auch mit Beginn der zweiten Welle und des LLD zu

► **Tab. 4** Untersuchungszahlen der Jahre 2019 und 2020 7 radiologischer Zentren deutschlandweit nach Körperregion.

	PRÄ		HLD		LP		POST		LLD	
	CT	MRT	CT	MRT	CT	MRT	CT	MRT	CT	MRT
Kopf	2019	4112	2839	1228	2607	1698	7516	5005	3222	2207
	2020	3962 (96%)	2726 (96%)	886 (72%)	886 (72%)	2421 (93%)	1593 (94%)	7700 (102%)	5073 (101%)	3134 (97%)
p		0,40	0,29	****	0,21	0,30	0,37	0,61	0,62	0,12
Hals	2019	507	217	106	322	140	895	363	391	162
	2020	506 (100%)	180 (83%)	68 (64%)	68 (64%)	355 (110%)	98 (70%)	903 (101%)	291 (80%)	405 (104%)
p		0,94	****	0,10	0,25	0,08	0,91	****	0,68	0,09
Thorax	2019	3812	240	104	2343	153	6472	383	2883	171
	2020	3694 (97%)	223 (93%)	64 (62%)	64 (62%)	2417 (103%)	131 (86%)	7132 (110%)	427 (111%)	3202 (111%)
p		0,75	0,83	****	0,62	0,17	***	0,09	0,14	0,72
Abdomen	2019	3107	1310	621	1799	745	5299	2255	2220	1002
	2020	2801 (90%)	1254 (96%)	366 (59%)	366 (59%)	1619 (90%)	651 (87%)	5447 (103%)	2422 (107%)	2285 (103%)
p		****	0,96	***	0,30	0,07	0,37	0,56	0,95	0,68
Wirbelsäule	2019	1062	1019	436	573	671	1752	1850	793	817
	2020	996 (94%)	1021 (100%)	221 (51%)	221 (51%)	620 (108%)	506 (75%)	2106 (120%)	1782 (96%)	775 (89%)
p		0,26	1,0	****	0,51	***	**	0,27	0,56	0,12
Extremitäten	2019	998	749	439	633	430	2111	1450	909	716
	2020	1187 (119%)	827 (110%)	254 (58%)	254 (58%)	735 (116%)	385 (90%)	2620 (124%)	1462 (101%)	929 (102%)
p		***	0,16	***	0,12	0,36	*	0,62	0,55	****
Sonstige	2019	2959	928	439	1922	552	5180	1689	2520	747
	2020	3188 (102%)	918 (99%)	254 (58%)	254 (58%)	1860 (97%)	449 (81%)	5801 (112%)	1741 (97%)	2469 (98%)
p		****	0,86	***	0,52	0,13	**	0,55	0,33	0,91

Angegeben sind die absoluten Fallzahlen und der Anteil am Vorjahreszeitraum in Prozent (%). *p < 0,0001, **p < 0,001, ***p < 0,01, ****p < 0,05, *****p < 0,001. PRÄ, Prä-Lockdown; HLD, Harter Lockdown; LP, Lockerungsphase; POST, Post Lockdown; LLD, Lockdown Light.



► **Abb. 4** Zusammenhang zwischen Untersuchungsvolumen und Schweregrad der COVID-19-Pandemie. Dargestellt ist die Korrelation zwischen dem Untersuchungsvolumen mit der Inzidenz an SARS-CoV-2-positiven Testungen **a** und assoziierten Todesfällen **b**.

beobachten. Obwohl die Inzidenzen in diesem Untersuchungszeitraum diejenigen aus dem Frühjahr rasch um bis das 4-fache übertrafen, konnte kein entsprechender Rückgang der Untersuchungszahlen beobachtet werden. Diese Entwicklung verdeutlicht, dass die öffentliche Wahrnehmung und das Inanspruchnahmeverhalten von Seiten der Patienten für den Rückgang an Untersuchungen und Behandlungen möglicherweise eine größere Rolle als das reduzierte medizinische Angebot gemäß den Vorgaben des Bundesgesundheitsministeriums gespielt haben könnten [10].

Trotz der teils kurzfristig gesteigerten Untersuchungszahlen in der zweiten Jahreshälfte konnten wir keine signifikanten Nachhol-effekte beobachten. Mit Ende des HLD und ersten Datenerhebungen zu den defizitären medizinischen Leistungen bei nahezu allen Fachdisziplinen postulierten einige Studien für die Folgezeit eine erhebliche Mehrbelastung, um die nicht durchgeführten bzw. aufgeschobenen Leistungen nachzuholen. Fleckenstein et al. beispielsweise errechneten anhand der entfallenen radiologischen Untersuchungen während der ersten Welle der COVID-19-Pandemie im Frühjahr 2020 eine deutliche Mehrbelastung von bis zu 22 % für die zweite Jahreshälfte [3]. Diese Entwicklung lässt sich anhand unserer Daten nicht belegen. Vielmehr normalisierte sich das Untersuchungsvolumen auf das Vorjahresniveau, sodass über den Gesamtjahreszeitraum das Untersuchungsvolumen mit nur einem geringen Defizit von 4 % hinter den Zahlen des Vorjahres zurückblieb. Der ausbleibende Kompensationseffekt ist möglicherweise mit der Priorisierung chronisch kranker und onkologischer Patienten zu erklären, deren Versorgung auch während der Hochphase der Pandemie weitgehend aufrechterhalten wurde. Trotz des erfreulich raschen Erholungseffektes ist allerdings zu vermuten, dass insbesondere Vorsorge- und Intervalluntersu-

chungen dauerhaft entfallen sind [4]. Die Auslastung in radiologischen Abteilungen ist im Allgemeinen bereits als hoch einzuschätzen, sodass die freien Kapazitäten, insbesondere für zeitintensive Untersuchungen wie die MRT, in der Routine bereits begrenzt sind. Zwar lässt sich durch Prozessoptimierung, z. B. die Wahl verkürzter Untersuchungsprotokolle, die Effizienz in einem gewissen Rahmen steigern, dies steht allerdings nicht im Verhältnis zu den pandemiespezifischen Einschränkungen. So limitieren der erhöhte Aufwand für Hygienemaßnahmen, Reduzierung der Kontaktzeit und Abstandregelungen mit Separierung der Patienten in den Wartebereichen den Ausbau an Untersuchungskapazitäten. Auch personelle Ressourcen dürften nach der Lockdown-Phase angesichts aufgeschobener Urlaubszeiten erschöpft gewesen sein.

Interessanterweise konnte lediglich für die CT-Thorax während des HLD ein relativer und im weiteren Zeitverlauf ein absoluter Zuwachs an Untersuchungszahlen im Vergleich zum Vorjahr verzeichnet werden. Dies macht deutlich, dass der Radiologie im Management von COVID-19-Verdachtsfällen und -Erkrankten eine besondere Rolle zukommt. Insbesondere die CT war zu Beginn der Pandemie ein wichtiges zusätzliches Diagnostikum [11] und lieferte in der Folgezeit entscheidende Informationen über Krankheitsverlauf und Folgeschäden [12, 13]. Angesichts der neuartigen Lungenerkrankung erscheint die Steigerung der Thoraxuntersuchungen plausibel und unterstützt auch die hohe Relevanz des Radiological Cooperative Network zur COVID-19-Pandemie (RACOON, <https://www.netzwerk-universitaetsmedizin.de/projekte/racoon>) im Rahmen des Nationalen Forschungsnetzwerkes der Universitätsmedizin zu COVID-19, mit dem deutschlandweit eine Infrastruktur geschaffen wird, um radiologi-

sche Daten von COVID-19-Fällen systematisch und strukturiert zu erfassen.

Unsere Studie hat mehrere Limitationen. Der Auswertung liegt ein aggregierter Datensatz zugrunde. Es ist wahrscheinlich, dass regionale und zeitliche Varietäten im Verlauf der Pandemie zu unterschiedlich starken Alterationen der Untersuchungsvolumina in einzelnen Einrichtungen geführt haben. So waren nicht nur bundesweit unterschiedlich hohe Inzidenzen innerhalb der Bundesländer zu beobachten, sondern auch lokale Ausbrüche in Form einzelner „Hotspots“, die sich temporär auf die Leistungen der im Versorgungsbereich gelegenen Kliniken ausgewirkt haben dürften. Auch Krankenhaus-interne Infektionsausbrüche oder unterschiedlich strenge Maßnahmen zwischen den einzelnen Einrichtungen wurden nicht abgebildet. Unsere Beobachtungen beziehen sich nur auf CT- und MRT-Untersuchungen. Röntgen, Sonografie und der große Bereich der radiologischen Interventionen blieben unberücksichtigt. Es ist davon auszugehen, dass insbesondere bei den Röntgenaufnahmen als Basisuntersuchung, aber auch bei Ultraschalluntersuchungen und Interventionen, welche unmittelbaren Patientenkontakt erfordern, noch stärkere Rückgänge der Fallzahlen zu verzeichnen gewesen wären [3]. Auch spezifische Vorsorgeuntersuchungen, im speziellen die Mammografie, dürften erheblich von den Restriktionen betroffen gewesen sein [14, 15].

Schlussfolgerung

Unsere Analyse zeigt, dass sich die Leistungszahlen im Jahr 2020 nach passagerem Einbruch während des HLD rasch auf Vorjahresniveau erholten. Trotz der weiter andauernden Pandemie und erneut verschärften Restriktionen zum Jahresende konnte ein zum Vorjahr weitgehend vergleichbares CT- und MRT-Untersuchungsvolumen als wichtiger Baustein für eine adäquate medizinische Versorgung erzielt werden.

KLINISCHE RELEVANZ DER STUDIE

- Radiologisch erbrachte Leistungen reflektieren die Inanspruchnahme und das Angebot anderer medizinischer Fachdisziplinen.
- Die Ergebnisse helfen, Auswirkungen der aktuellen COVID-19-Pandemie auf die medizinische Versorgung besser zu verstehen.
- Langfristige Analysen können dabei unterstützen, Maßnahmen für zukünftige pandemische Krisensituationen noch besser anzupassen.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- [1] Bundesministerium für Gesundheit (2020, April 27). Ein neuer Alltag auch für den Klinikbetrieb in Deutschland. Abgerufen am 19. März 2021 unter https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/C/Coronavirus/Faktenpapier_Neuer_Klinikalltag.pdf
- [2] Finkenzeller T, Lenhart S, Reinwald M et al. Risk to Radiology Staff for Occupational COVID-19 Infection in a High-Risk and a Low-Risk Region in Germany: Lessons from the „First Wave“. *Fortschr Röntgenstr* 2021; 193: 537–543
- [3] Fleckenstein FN, Maleitzke T, Böning G et al. Decreased Medical Care During the COVID-19 Pandemic – A Comprehensive Analysis of Radiological Examinations. *Fortschr Röntgenstr* 2021; 193: 937–946
- [4] Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland. Veränderung der vertragsärztlichen Leistungsanspruchnahme während der COVID-Krise. Abgerufen am 02. Mai 2021 unter https://www.zi.de/fileadmin/images/content/Publikationen/Trendreport_4_Leistungsanspruchnahme_COVID_2021-04-19.pdf
- [5] Robert Koch Institut Abgerufen am 21 Juni 2021 unter https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Daten/Fallzahlen_Kum_Tab.html
- [6] RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung. Analysen zum Leistungsgeschehen der Krankenhäuser und zur Ausgleichspauschale in der Corona-Krise. Abgerufen am 05. Mai 2021 unter https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/C/Coronavirus/Analyse_Leistungen_Ausgleichszahlungen_2020_Corona-Krise.pdf
- [7] Slagman A, Behringer W, Greiner F et al. Medical emergencies during the COVID-19 pandemic – an analysis of emergency department data in Germany. *Dtsch Arztebl Int* 2020; 117: 545–552
- [8] Jaehn P, Holmberg C, Uhlenbrock G et al. Differential trends of admissions in accident and emergency departments during the COVID-19 pandemic in Germany. *BMC Emerg Med* 2021; 21: 42
- [9] Bialas E, Schleppers A, Auhuber T. COVID 19: Auswirkungen des Lockdowns auf die operative Patientenversorgung in Deutschland im April 2020. *Passion Chirurgie*. 2020 Oktober, 10(10): Artikel 04_03; aktualisiert 16.11.2020
- [10] Rees J, Papendick M, Rees Y et al. Erste Ergebnisse einer Online-Umfrage zur gesellschaftlichen Wahrnehmung des Umgangs mit der Corona-Pandemie in Deutschland. *Forschungsbericht IKG*. Bielefeld: Institut für interdisziplinäre Konflikt- und Gewaltforschung (IKG); 2020
- [11] Vogel-Claussen J, Ley-Zaporozhan J, Agarwal P et al. Recommendations of the Thoracic Imaging Section of the German Radiological Society for clinical application of chest imaging and structured CT reporting in the COVID-19 pandemic. *Rofo* 2020; 192: 633–640
- [12] Han X, Fan Y, Alwalid O et al. Six-month Follow-up Chest CT Findings after Severe COVID-19 Pneumonia. *Radiology* 2021; 299: E177–E186
- [13] Balbi M et al. Post-discharge chest CT findings and pulmonary function tests in severe COVID-19 patients. *Eur J Radiol* 2021; 138: 109676
- [14] Naidich JJ, Boltyenkov A, Wang JJ et al. Impact of the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pandemic on Imaging Case Volumes. *J Am Coll Radiol* 2020; 17: 865–872
- [15] Lang M et al. Imaging Volume Trends and Recovery During the COVID-19 Pandemic: A Comparative Analysis Between a Large Urban Academic Hospital and Its Affiliated Imaging Centers. *Acad Radiol* 2020; 27: 1353–1362