

Aus der Klinik und Poliklinik für Radiologie
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Direktor: Prof. Dr. med. Jens Ricke

Strukturierte Befundung in der Radiologie – Einfluss auf Vollständigkeit und Qualität der Befunde

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Sebastian Gassenmaier

aus Passau

2019

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Wieland Sommer, MPH

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. Matthias Siebeck
PD. Dr. med. Lucas Geyer

Dekan: Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel

Tag der mündlichen Prüfung: 21.11.2019

Eidesstattliche Versicherung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Titel „Strukturierte Befundung in der Radiologie – Einfluss auf Vollständigkeit und Qualität der Befunde“

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Tübingen, 10.02.2019
Ort, Datum

Sebastian Gassenmaier
Unterschrift

Vorwort

Während meiner Tätigkeit als Doktorand sind unter Betreuung von Prof. Dr. med. Wieland Sommer, Marco Armbruster, Dr.med. Franziska Braun sowie Dr. med. Nora Sommer folgende wissenschaftliche Veröffentlichungen unter meiner Mitwirkung entstanden:

Originalarbeiten

Structured Reporting of MRI of the Shoulder – Improvement of Report Quality?

Sebastian Gassenmaier*, Marco Armbruster*, Florian Haasters, Tobias Helfen, Thomas Henzler, Sedat Alibek, Dominik Pförringer, Wieland H. Sommer, Nora N. Sommer.

Eur Radiol. 2017 Oct;27(10):4110-4119. doi: 10.1007/s00330-017-4778-z. Epub 2017 Mar 13.

<https://doi.org/10.1007/s00330-017-4778-z>

Structured Reporting in Petrous Bone MRI examinations – Impact on Report Completeness and Quality

Marco Armbruster*, **Sebastian Gassenmaier***, Mareike Haack, Maximilian Reiter, Dominik Nörenberg, Thomas Henzler, Nora N. Sommer, Wieland H. Sommer, Franziska Braun.

Int J Comput Assist Radiol Surg. 2018 Dec;13(12):1971-1980. doi: 10.1007/s11548-018-1828-1. Epub 2018 Jul 23.

<https://doi.org/10.1007/s11548-018-1828-1>

*geteilte Erstautorschaften

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	6
1.1. Der radiologische Befund im Wandel der Zeit.....	6
1.2. Anforderungen an einen radiologischen Befund	6
1.3. Die strukturierte Befundung	7
1.4. Aktuelle Studienlage	8
1.5. Ziele der Arbeit	11
1.5.1. Übergeordnete Studienziele	11
1.5.2. Strukturierte Befundung von MRT-Untersuchungen der Schulter	11
1.5.3. Strukturierte Befundung von MRT-Untersuchungen des Felsenbeins	12
1.6. Begründung für geteilte Erstautorenschaft	12
2. Zusammenfassung / Summary	13
3. Abkürzungsverzeichnis	15
4. Literaturverzeichnis	16
5. Danksagung	19

1. Einleitung

1.1. Der radiologische Befund im Wandel der Zeit

1895 veröffentlichte Wilhelm Conrad Röntgen seine wissenschaftliche Arbeit „Über eine neue Art von Strahlen“, die als Beginn der radiologischen Berichterstattung angesehen werden kann (1). Kurz darauf begann bereits die Diskussion über den optimalen Aufbau radiologischer Befunde, wobei sich zunächst der Freitextbefund durchsetzte, der nach der Erfindung des Diktiergerätes diktiert wurde und heute überwiegend mittels automatischer Spracherkennung erstellt wird (2). Im Laufe der Zeit änderte sich jedoch nicht nur der Zugriff auf die Bilddaten, sondern auch neue technologische Innovationen im Bereich der Informationstechnik und Bildanalyse veränderten die Arbeitsweise in der Befundgenerierung. Während zu Zeiten der konventionellen Röntgenbilder allein der Radiologe Zugriff auf die Aufnahmen hatte, wandelte sich dieser Zustand durch die Digitalisierung und der Einführung radiologischer Informationssysteme (RIS) sowie des Picture Archiving and Communication System (PACS). Dies resultierte in einer Änderung der Rolle des Radiologen, da sich nun jeder zuweisende Arzt selbst ein Bild von den Aufnahmen machen konnte (3).

Andererseits war keine andere Disziplin in den letzten Jahrzehnten so stark von technischen Neuerungen geprägt wie die Radiologie. Die ständige Verbesserung der Auflösung radiologischer Gerätschaften und der Nachverarbeitungssoftware, die zunehmend komplexeren Fragestellungen sowie eine weit fortgeschrittene Spezialisierung stellen das Fachgebiet der Radiologie vor neue Herausforderungen. Trotz zahlreicher technischer Fortschritte ist auch im Jahr 2019 der radiologische Befund noch genauso aufgebaut wie der erste radiologische Befund von 1895 - als Freitext.

1.2. Anforderungen an einen radiologischen Befund

Der radiologische Befund dient in erster Linie der Kommunikation zwischen Radiologen und zuweisenden Ärzten (3). Die Hauptaufgabe des Befundes ist die Ergebnisse der bildgebenden Untersuchung auf eine klare Weise zu übermitteln. Um dieses Ziel zu erreichen, werden gewisse Anforderungen an einen radiologischen Befund gestellt, wobei zwischen den gesetzlichen Anforderungen und den fachlichen / inhaltlichen Anforderungen unterschieden werden muss.

Aufgrund des Strahlenschutzes ergibt sich aus der Röntgenverordnung beziehungsweise seit 31.12.2018 aus der Strahlenschutzverordnung die Vorgabe, dass bei Untersuchungen mit ionisierender Strahlung der erhobene Befund aufgezeichnet werden muss (4, 5). Bezüglich des Inhaltes dieses Berichtes ist in der Aufzeichnungsrichtlinie festgelegt, dass der Befund die

Beschreibung der Untersuchung sowie die medizinische Fragestellung und die Beantwortung derer– soweit dies aus den akquirierten Bildern möglich ist - beinhalten muss (6, 7). Diese Aufzeichnungsrichtlinie schreibt des Weiteren vor, dass sich der inhaltliche Aufbau der Befunde an der Deutschen Industrienorm (DIN) 6827-5 zu orientieren hat (7-9). Gemäß der genannten DIN sind folgende fünf Kapitel im radiologischen Bericht vorgeschrieben: Angaben zum Patienten, optionale Angaben im Rahmen der Röntgenverordnung, Angaben zur Untersuchung, der medizinische Inhalt sowie Angaben zum Befundbericht. Optionale Angaben beinhalten zum Beispiel Empfehlungen für weitere Untersuchungen und Nachsorgeintervalle (7). Eine ähnliche Struktur wird auch von der European Society of Radiology empfohlen (10).

Die fachlichen Inhalte wurden präzise von Armas 1998 mit den sechs „C“ definiert (2, 11). Sie lauten clarity, correctness, confidence, concision, completeness und consistency. Auf diese sechs Begriffe wird im Folgenden genauer eingegangen.

Clarity steht für Klarheit des Befundes. Der Radiologe sollte seinen Befund so formulieren, dass dieser für den Zuweiser verständlich und nachvollziehbar ist, was als eines der wichtigsten Kriterien für einen exakten Befund angesehen wird (2, 12, 13). Correctness steht für Richtigkeit. Selbstverständlich ist es von enormer Bedeutung, dass der Befund fachlich korrekt ist und wenn möglich eine genaue Diagnose beinhaltet (14). Confidence drückt die Sicherheit des Radiologen aus, also das Ausmaß mit der sich auf eine bestimmte Diagnose festgelegt wird. Concision beschreibt die Exaktheit mit der Befunde dargestellt werden. So wurde bereits gezeigt, dass die Länge der Befunde mit der Unsicherheit des Radiologen steigt (2, 15). Completeness bezeichnet die Vollständigkeit eines Befundes. Dies hat insbesondere für Fehldiagnosen eine hohe Bedeutung (16). Das letzte „C“ steht für consistency, also Beständigkeit. Der Radiologe sollte in seinem Befund Formulierungen einheitlich verwenden (2). Zwei weitere „C“ wurden später noch hinzugefügt: consultation (Konsultation) und communication (Kommunikation) mit den zuweisenden Kollegen. Dies ist wichtig um lebensbedrohliche Befunde sofort auf dem richtigen Weg mitzuteilen (2).

1.3. Die strukturierte Befundung

Bereits Anfang des 20. Jahrhunderts wurde der radiologische Befund hinterfragt (17). Es wurden Bestrebungen ergriffen den Befund zu standardisieren und zu vereinheitlichen, um eine zu große Heterogenität der Befunde zu verhindern (2, 17, 18). Dieses Ziel sollte insbesondere mit Hilfe einer einheitlichen Sprache erreicht werden. Allerdings blieben diese Versuche zunächst ohne Erfolg, so dass der radiologische Befund trotz aller technischen Weiterentwicklungen in seinem Aufbau unverändert verblieb (19). In den 80er Jahren und Anfang des 21. Jahrhunderts stellten Kong et al. sowie Khorasani et al. in Studien fest, dass

viele Schwierigkeiten durch unterschiedliche Formulierungen und deren Bewertung entstehen (20, 21). Um sich diesen Herausforderungen zu stellen, wurde durch die Radiological Society of North America (RSNA) im Jahr 2006 ein radiologisches Wörterbuch namens RadLex veröffentlicht (22). Das Ziel von RadLex besteht darin, medizinische Begriffe in radiologischen Befunden zu standardisieren und somit eine einheitliche Sprache in Befunden zu etablieren.

Im Zusammenhang mit strukturierter Befundung müssen ferner verschiedene Arten der Befunde unterschieden werden. Hackländer teilt die strukturierten Befunde (SRs) in drei Stufen ein (7). Die erste Stufe bezeichnet eine systematische Strukturierung in verschiedene Abschnitte, wie zum Beispiel bei einer Computertomographie (CT) des Thorax / Abdomen in „Thorax“, „Abdomen“ und „Skelett“. In der Praxis wird diese Art jedoch noch weiterhin als Freitext klassifiziert und trifft auf die meisten erstellten Befunde zu. In der zweiten Stufe werden zusätzlich präformierte Sätze verwendet. Stufe 3 beinhaltet darüber hinaus eine Beschränkung der erlaubten Wörter innerhalb der präformierten Sätze (7). Des Weiteren werden auch sogenannte „itemized“ reports / Checklisten zu den SRs gezählt (23, 24). Eine andere häufig verwendete Form der strukturierten Befundung ist die Verwendung eines Templates, wie diese zum Beispiel von der RSNA auf der Webseite RadReport zur Verfügung gestellt werden (25).

1.4. Aktuelle Studienlage

Lafortune et al. forderten 1988, dass jeder radiologische Befund eindeutig auf die klinische Fragestellung direkt antworten sowie eine Beschreibung der Befunde und eine Beurteilung beinhalten sollte (13). Sierra et al. publizierten 1992 eine Analyse von über 10000 Freitextbefunden (erstellt durch sieben Radiologen) aus vier verschiedenen Modalitäten (Röntgen, Mammographie, Magnetresonanztomographie (MRT) und Ultraschall), wobei signifikante Unterschiede in der Lesbarkeit der Befunde zwischen den Radiologen festgestellt wurden (26). Weiterhin wurden exemplarisch 40 Röntgen-Thorax Befunde mit einem Fragebogen an klinisch tätige Ärzte gesendet. Die Ergebnisse legten nahe, dass lange und komplexe Sätze häufig mit Unsicherheit assoziiert werden und Unklarheit in der transportierten medizinischen Aussage erzeugen. Eine weitere Studie mit Auswertung von 822 Röntgen-Thorax Aufnahmen bestätigte erneut die große Heterogenität in der Beschreibung von Befunden (27). Zusätzlich zeigte die Studie einen Unterschied in der Ausführlichkeit der Befunde auf, insbesondere was die Nicht-Erwähnung von auffälligen Befunden anbelangt, was ebenso von Naik et al. bestätigt wurde (23). Ebenso konnte von Naik et al. in dieser Studie gezeigt werden, dass sowohl zuweisende Ärzte als auch Radiologen standardisierte Befunde bevorzugen, da deren attraktives und übersichtliches Layout von vielen Ärzten besser bewertet wird als Freitextbefunde (NRs). Weitere Vorteile der strukturierten Befundung liegen

in einer schnellen computerbasierten Erzeugung und der Vollständigkeit der Befunde (23). Strukturierte Befundung von Röntgen-Thorax Aufnahmen mit Hilfe eines Templates bewirkte in einer weiteren Untersuchung vollständigere und nützlichere Befunde im Vergleich zu konventionellen NRs (28).

Die Präferenz für SRs konnte ebenfalls von Siström et al. in einer weiteren Studie gezeigt werden (29). Hierbei wurden zwei Gruppen von Medizinstudenten einmal NRs und einmal SRs der Modalitäten CT und Sonographie zur Evaluation mittels Multiple-Choice Fragen vorgelegt. Es konnte zwar kein Unterschied bezüglich Genauigkeit und Aussagekraft der Befunde festgestellt werden, jedoch favorisierten die Studierenden die SRs unter anderem aufgrund der besseren Übersichtlichkeit sowie der Vollständigkeit. Der Vorteil der strukturierten Befundung wurde ebenso in CT-Untersuchungen des Thorax, Abdomens und Beckens bestätigt (30). Hierbei wiesen die SRs signifikant höhere Zufriedenheitswerte bei den zuweisenden Ärzten auf einer 10 Punkte Likert-Skala auf. Ebenso konnten die SRs mit einer besseren Genauigkeit und Klarheit der Aussagen überzeugen (30).

Strukturierte Befundung spielt insbesondere in der Onkologie eine große Rolle, was sich bereits in den veröffentlichten response evaluation criteria in solid tumors (RECIST) niederschlägt. Diese Kriterien legen spezifische Parameter für das Assessment von Tumorerkrankungen bezüglich Remission oder Progress fest (31). Hinsichtlich der Evaluation von Pankreaskarzinomen konnte in einer retrospektiven Studie von Brook et al. gezeigt werden, dass durch die Benutzung eines Template-basierten Befundungsprozesses die Evaluation von CT Staging-Untersuchungen bei Pankreaskarzinomen verbessert werden kann (32). Des Weiteren wurden SRs im Vergleich zu NRs durch die behandelnden Chirurgen für die chirurgische Planung wertvoller eingeschätzt. Die Chirurgen konnten ebenfalls mit einem höheren Überzeugungsgrad Entscheidungen zur Resektabilität treffen und bewerteten die leichte Verständlichkeit der SRs positiv. Zusätzlich wurde in einer weiteren Studie über Pankreasbildgebung von Marcal et al. aufgezeigt, dass Freitextbefunde häufig eine uneinheitliche Sprache verwenden und eine erneute Betrachtung der radiologischen Bilder erfordern, um den Resektabilitätsstatus genau zu beurteilen (33). Eine weitere Verbesserung der Befundqualität durch SRs konnte ebenso in MRT Staging-Aufnahmen von Rektumkarzinomen nachgewiesen werden (34). Diese Studien führen vor Augen, dass insbesondere im Bereich der onkologischen Bildgebung noch ein enormes Verbesserungspotential für die Befundqualität vorhanden ist.

In einer weiteren Studie von CT-Untersuchungen der Halswirbelsäule wurden ebenfalls Anzeichen für eine Optimierung durch SRs, die auf Checklisten basieren, gefunden (24). Ähnliche Ergebnisse wurden für die Sonographie publiziert. Hier zeigte sich, dass sowohl

Kliniker als auch niedergelassene Ärzte in Praxen einen tabellarischen Aufbau von Ultraschallbefunden bevorzugen (35, 36). Klinisch tätige Ärzte ziehen außerdem ausführlichere und längere Befunde Kürzeren vor, selbst wenn es sich um einen unauffälligen Befund handelt (35).

Trotz dieser zahlreichen positiven Studien stellt sich die Frage, warum sich bis heute die strukturierte Befundung in den meisten Institutionen noch nicht durchsetzen konnte. Während die oben genannten Studien positive Aspekte der strukturierten Befundung beleuchten, existieren jedoch auch Studien, die Nachteile mit SRs assoziieren.

Die Befundung mittels eines Templates wird von vielen Radiologen als zu starr empfunden (37). Insbesondere in Anbetracht der Einführung eines neuen Workflows wird die Studienlage zur strukturierten Befundung mit gemischten Gefühlen betrachtet. Es wurde der Verdacht geäußert, dass die Verwendung eines Templates beziehungsweise eines anderen Systems für SRs eine zu hohe Ablenkung des Radiologen darstelle und folglich die Befundqualität sinken könne (38). So konnten Johnson et al. zeigen, dass die Genauigkeit und Vollständigkeit der Befunde von MRT-Untersuchungen des Gehirns durch strukturierte Befundung verringert wird (38). Ein Grund könnte hierfür sein, dass SRs eine engere Interaktion mit dem Computer erfordern – und somit eine Ablenkung induzieren können - als NRs, die mit automatischer Spracherkennung erstellt werden (39). In einer vorherigen Studie wurde bereits gezeigt, dass viele Symbole und Menüs im PACS zur Ablenkung führen (40). Zusätzlich könnte das schlichte Abarbeiten der Inhalte des Templates zu falscher Sicherheit bezüglich Korrektheit und Vollständigkeit führen. Möglicherweise würden selbst nicht bekannte, eigentlich komplexe Sachverhalte in scheinbarer Leichtigkeit bearbeitet werden, ohne dass die dahinterstehende Radiologie vom Nutzer wirklich verstanden wurde. Dieser Punkt könnte jedoch durch begleitende Erklärungen und Informationen abgedeckt werden. Außerdem wird oftmals die Vermutung geäußert, dass durch die Änderung des Workflows die Produktivität sinke, auch wenn dieser Punkt bis heute kontrovers diskutiert wird (39). In der Studie von Johnson et al. wurde die Verwendung strukturierter Befundung als zu zeitraubend und zu umständlich kritisiert, was an die Einführung der automatischen Spracherkennung und des PACS erinnert, die anfangs von deutlicher Skepsis bezüglich der Produktivität begleitet wurden (2, 38, 41-43).

Nicht zu vernachlässigen sind außerdem die emotionalen Empfindsamkeiten der Radiologen. Der radiologische Befund stellt das Herzstück der Radiologie dar, wobei viele Radiologen auf die Individualität ihrer eigenen Berichte stolz sind und eine Austauschbarkeit fürchten (37, 39).

Nichtsdestotrotz wird der strukturierten Befundung eine gute Zukunft prognostiziert, was sich auch in anderen Bereichen der Medizin zeigt (44). Strukturierte Befunde wurden teilweise bereits zum Beispiel in der Gastroenterologie oder auch der Kardiologie etabliert (39, 44).

Aufgrund der nicht ganz eindeutigen Studienlage besteht allerdings die Notwendigkeit für weitere Untersuchungen.

1.5. Ziele der Arbeit

Die bisherigen Studien zu SRs konzentrierten sich überwiegend auf Röntgen-Thorax-Untersuchungen und onkologische Fragestellungen. Hier wurde zwar in vielen Studien gezeigt, dass durch die Verwendung von Templates die Qualität der Befunde gesteigert werden kann, andererseits die Bedienung und Anwendung jedoch auch umständlich ist. Ebenso erinnert das Layout vieler bisheriger SRs eher an eine Tabelle bzw. stichpunktartige Ausführungen als an gewohnte NRs.

Daher wurde unsererseits die Durchführung von zwei weiteren Studien geplant.

1.5.1. Übergeordnete Studienziele

Beide Studien untersuchten welchen Einfluss SRs auf die Beantwortung der Schlüsselfragen der klinisch tätigen Ärzte haben und ob auf Basis des Befundes maßgeblich zur Entscheidungsfindung hinsichtlich konservativer oder operativer Therapie beigetragen werden konnte. Zusätzlich sollte bewertet werden ob die zur Verfügung gestellten Informationen im Falle eines chirurgischen Vorgehens für die operative Planung ausreichend sind oder wichtige Schlüsselmerkmale im Befund fehlen. Der benötigte Aufwand für die Informationsextraktion sowie der Nutzen von Unterüberschriften als auch die Klarheit der Befunde stellten weitere wichtige Punkte dar. Zuletzt wurde das Vertrauen der Kliniker in die Befunde als auch die sprachliche und Gesamtqualität der Befunde bewertet.

1.5.2. Strukturierte Befundung von MRT-Untersuchungen der Schulter

Bisher liegen nur wenige Daten und Informationen zu strukturierter Befundung im muskuloskelettalen Bereich vor (45). Die Befundung im muskuloskelettalen Bereich im Allgemeinen und der Schulter im Speziellen ist von zahlreichen Klassifikationen geprägt (z.B. Ellmann, Goutallier, Thomazeau, Zanetti (46-49)). Diese Klassifikationen sind jedoch nicht immer im Gedächtnis des Radiologen präsent bzw. teilweise auch überhaupt nicht bekannt. Daher war ein Ziel unserer Studie die Entwicklung eines speziellen Templates für die Befundung von MRT-Untersuchungen der Schulter, das exakt auf diese eine Untersuchung abgestimmt ist. Dieses Template sollte sowohl mit einem strukturierten Vorgehen als auch mit Hintergrundinformationen den Radiologen unterstützen.

1.5.3. Strukturierte Befundung von MRT-Untersuchungen des Felsenbeins

Wie bereits erwähnt existiert bereits eine Studie, die zeigte, dass die Befundqualität durch SRs im Kopfbereich sinkt (38). Dies nahmen wir zum Anlass den Nutzen der strukturierten Befundung im Kopfbereich weiter zu untersuchen. Als Zielorgan wählten wir dabei das Felsenbein. Bildgebende Untersuchungen des Felsenbeins sind im Klinikum der Universität München und auch allgemein eine eher selten durchgeführte Maßnahme. Daher ist dies eine besonders herausfordernde Aufgabe. Eine ausreichend hohe Befundqualität lässt sich hierbei oftmals nur durch auf diesen Bereich spezialisierte Fachärzte erreichen. Da aber sowohl die Zahl als auch die Verfügbarkeit derartiger Spezialisten im klinischen Alltag begrenzt ist, werden zu Ausbildungszwecken Assistenzärzte für die initiale Befundung herangezogen. Da diese jedoch oftmals Schwierigkeiten bezüglich des genauen Vorgehens haben, wurde beschlossen für diese Untersuchungsart ein spezifisches Template zu erstellen. Auch dieses Template stellt eine vorgegebene Struktur zur Befundung zur Verfügung.

1.6. Begründung für geteilte Erstautorenschaft

Herr Marco Armbruster entwarf das Studiendesign und programmierte die Software für die strukturierte Befundung. Zusätzlich erstellte Herr Armbruster einen Teil der strukturierten Befunde und war bei der Manuskripterstellung mitbeteiligt. Herr Sebastian Gassenmaier extrahierte die Freitextbefunde aus dem Kliniksystem, führte die statistische Auswertung durch und verfasste die Manuskripte. Herr Armbruster und Herr Gassenmaier gestalteten zusammen die Inhalte der Templates.

2. Zusammenfassung / Summary

Zusammenfassung

Der optimale Aufbau des radiologischen Befundes ist bereits seit Jahrzehnten ein zentrales Thema in der Radiologie (2, 17, 26). Aufgrund der hohen Bedeutung, die der Befund innerhalb der radiologischen Arbeit einnimmt, ist dessen Aufbau ein besonderer Reizpunkt (39). In der Literatur finden sich dementsprechend Studien, die sowohl Vorteile mit einer stärkeren Strukturierung assoziieren als auch solche, die im Freitext Vorteile erkennen können (39). Bei genauerer Betrachtung stellt sich jedoch heraus, dass insbesondere in der onkologischen Bildgebung eine Optimierung der Diagnostik durch strukturierte Befunde (SRs) möglich ist (32-34). Jedoch existieren ebenfalls Untersuchungen, die im Bereich der Kopfbildgebung eine Verschlechterung der Befundqualität durch SRs nachweisen konnten (38).

Um den Einfluss strukturierter Befundung auf weitere Felder der Medizin zu beurteilen, führten wir insgesamt zwei Studien im Bereich der muskuloskelettalen Bildgebung (MRT Schulter) sowie im Kopfbereich (MRT Felsenbein) durch.

Bei beiden Studien entschieden wir uns für ein retrospektives Studiendesign. Die bereits existierenden Freitextbefunde (NRs) wurden aus dem klinischen Informationssystem entnommen. Dazu korrespondierend wurden mittels spezifischer Templates auf einer online Plattform die SRs zu den selben Bilddatensätzen erstellt. Diese Templates wurden extra für die jeweilige Untersuchung (MRT Schulter und MRT Felsenbein) erstellt und darauf abgestimmt. Anschließend wurden die jeweiligen Befunde gegenübergestellt und durch zwei Orthopäden sowie zwei Hals-Nasen-Ohren-Ärzte mit einem Fragebogen evaluiert. Der Fragebogen deckte dabei zahlreiche Aspekte ab, wie zum Beispiel Beantwortung der klinischen Fragestellung, operative Planung, Vollständigkeit, Lesbarkeit sowie sprachliche Qualität.

Die SRs der MRT Schulter- und Felsenbein-Aufnahmen schnitten signifikant besser ab als die NRs bezüglich der Vollständigkeit der Befunde. Zusätzlich konnten ebenfalls die relevanten Informationen signifikant leichter aus den SRs als aus den NRs extrahiert werden. Es zeigte sich ebenso eine signifikant höhere sprachliche Qualität als auch Gesamtqualität der SRs.

Unsere Untersuchungen zeigen, dass durch strukturierte Befundung die Vollständigkeit, Eindeutigkeit und Qualität radiologischer Befunde der Schulter und des Felsenbeins verbessert werden kann. Zusätzlich könnten SRs durch eine verbesserte Lesbarkeit und vereinfachte Informationsaufnahme die Zuweiserzufriedenheit erhöhen.

Summary

The optimal layout and structure of the radiological report has been a central issue for decades within the radiological community (2, 17, 26). The structure of a report is a very sensitive point as it displays the fundamental core and result of the daily work (39). The literature provides several studies about the impact of increasing the degree of structure within the reports, some of them highlighting the advantages, some of them pointing out the drawbacks that adhere to structured reports (SRs) (39). By looking closely at these studies, it turns out that especially in the field of oncological imaging an optimization of diagnostics might be possible (32-34). However, there is for example also research that indicates a decline of report quality in the imaging of the brain (38).

To investigate the influence of structured reporting on further areas of medicine we performed one study in musculoskeletal imaging (MRI of the shoulder) and one study in head and neck imaging (MRI of the petrous bone).

We chose a retrospective study design for both projects. The already existing narrative freetext reports (NRs) were taken from the clinical information system. The corresponding SRs were generated using an online based application with a dedicated template for structured reporting. The templates were specifically created for MRI of the shoulder and MRI of the petrous bone, respectively. The resulting SRs and NRs were reviewed by two orthopedic surgeons as well as two head and neck physicians with a questionnaire. The questionnaire covered several issues, e. g. answering of the key question, operative planning, completeness, readability, and linguistic quality.

The SRs of both studies were rated significantly better regarding the completeness of the reports. Additionally, the extraction of information was reviewed significantly easier in the SRs than in the NRs. Furthermore, the SRs exhibited a significantly higher linguistic quality as well as overall quality.

Structured reporting of shoulder and petrous bone MRI examinations improves the completeness, clarity and quality of radiologic reports. Additionally, SRs may increase the referrers' satisfaction by improved readability and information extraction.

3. Abkürzungsverzeichnis

RIS: Radiologisches Informationssystem

PACS: Picture Archiving and Communication System

DIN: Deutsche Industrienorm

RSNA: Radiological Society of North America

SRs: Strukturierte Befunde / structured reports

CT: Computertomographie

MRT: Magnetresonanztomographie

NRs: Freitextbefunde / narrative freetext reports

RECIST: Response Evaluation Criteria In Solid Tumors

4. Literaturverzeichnis

1. Röntgen WC. Ueber eine neue Art von Strahlen. Vorläufige Mitteilung. Sitzungsberichte der Würzburger physik-med Gesellschaft Würzburg. 1895:132–41.
2. Reiner BI, Knight N, Siegel EL. Radiology reporting, past, present, and future: the radiologist's perspective. J Am Coll Radiol. 2007;4(5):313-9.
3. Reiner BI. Strategies for radiology reporting and communication. Part 1: challenges and heightened expectations. J Digit Imaging. 2013;26(4):610-3.
4. Röntgenverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 30. April 2003 (BGBl. I S. 604), die durch Artikel 6 der Verordnung vom 11. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2010) geändert worden ist.
5. Strahlenschutzverordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036).
6. Richtlinie zu Aufzeichnungspflichten nach den §§18,27,28 und 36 der Röntgenverordnung und Bekanntmachung zum Röntgenpass – Richtlinie Aufzeichnungen nach RöV – RdSchr. d. BMU v. 31.7.2006– RS 11 4 – 11432/10 -.
7. Hacklander T. [Structured reporting in radiology]. Radiologe. 2013;53(7):613-7.
8. Deutsches Institut für Normung (2004) DIN 6827-5: Protokollierung bei der medizinischen Anwendung ionisierender Strahlung – Teil 5: Radiologischer Befundbericht.
9. Hacklander T. [Standardizing the radiologic report -- norm DIN 6827-5]. Rofo. 2004;176(10):1481-4.
10. European Society of R. Good practice for radiological reporting. Guidelines from the European Society of Radiology (ESR). Insights Imaging. 2011;2(2):93-6.
11. Armas RR. Qualities of a good radiology report. AJR Am J Roentgenol. 1998;170(4):1110.
12. McLoughlin RF, So CB, Gray RR, Brandt R. Radiology reports: how much descriptive detail is enough? AJR Am J Roentgenol. 1995;165(4):803-6.
13. Lafortune M, Breton G, Baudouin JL. The radiological report: what is useful for the referring physician? Can Assoc Radiol J. 1988;39(2):140-3.
14. Radiology ACo. ACR practice guideline for communication of diagnostic imaging findings. Revised 2010 (Resolution 11). American College of Radiology; 2001; Reston (VA).
15. Hall FM. Language of the radiology report: primer for residents and wayward radiologists. AJR Am J Roentgenol. 2000;175(5):1239-42.
16. Rothman M. Malpractice issues in radiology: radiology reports. AJR Am J Roentgenol. 1998;170(4):1108-9.
17. Gagliardi RA. The evolution of the X-ray report. AJR Am J Roentgenol. 1995;164(2):501-2.

18. Durack JC. The value proposition of structured reporting in interventional radiology. *AJR Am J Roentgenol*. 2014;203(4):734-8.
19. Sinitsyn VE, Komarova MA, Mershina EA. [Radiology report: past, present and future]. *Vestn Rentgenol Radiol*. 2014(3):35-40.
20. Kong A, Barnett GO, Mosteller F, Youtz C. How medical professionals evaluate expressions of probability. *N Engl J Med*. 1986;315(12):740-4.
21. Khorasani R, Bates DW, Teeger S, Rothschild JM, Adams DF, Seltzer SE. Is terminology used effectively to convey diagnostic certainty in radiology reports? *Acad Radiol*. 2003;10(6):685-8.
22. Langlotz CP. RadLex: a new method for indexing online educational materials. *Radiographics*. 2006;26(6):1595-7.
23. Naik SS, Hanbidge A, Wilson SR. Radiology reports: examining radiologist and clinician preferences regarding style and content. *AJR Am J Roentgenol*. 2001;176(3):591-8.
24. Lin E, Powell DK, Kagetsu NJ. Efficacy of a checklist-style structured radiology reporting template in reducing resident misses on cervical spine computed tomography examinations. *J Digit Imaging*. 2014;27(5):588-93.
25. (RSNA) RSoNA. RadReport. www.radreport.org. Accessed November 2018.
26. Sierra AE, Bisesi MA, Rosenbaum TL, Potchen EJ. Readability of the radiologic report. *Invest Radiol*. 1992;27(3):236-9.
27. Sobel JL, Pearson ML, Gross K, et al. Information content and clarity of radiologists' reports for chest radiography. *Acad Radiol*. 1996;3(9):709-17.
28. Marcovici PA, Taylor GA. Journal Club: Structured radiology reports are more complete and more effective than unstructured reports. *AJR Am J Roentgenol*. 2014;203(6):1265-71.
29. Sistrom CL, Honeyman-Buck J. Free text versus structured format: information transfer efficiency of radiology reports. *AJR Am J Roentgenol*. 2005;185(3):804-12.
30. Schwartz LH, Panicek DM, Berk AR, Li Y, Hricak H. Improving communication of diagnostic radiology findings through structured reporting. *Radiology*. 2011;260(1):174-81.
31. Eisenhauer EA, Therasse P, Bogaerts J, et al. New response evaluation criteria in solid tumours: revised RECIST guideline (version 1.1). *Eur J Cancer*. 2009;45(2):228-47.
32. Brook OR, Brook A, Vollmer CM, Kent TS, Sanchez N, Pedrosa I. Structured reporting of multiphasic CT for pancreatic cancer: potential effect on staging and surgical planning. *Radiology*. 2015;274(2):464-72.
33. Marcal LP, Fox PS, Evans DB, et al. Analysis of free-form radiology dictations for completeness and clarity for pancreatic cancer staging. *Abdom Imaging*. 2015;40(7):2391-7.

34. Sahni VA, Silveira PC, Sainani NI, Khorasani R. Impact of a Structured Report Template on the Quality of MRI Reports for Rectal Cancer Staging. *AJR Am J Roentgenol.* 2015;205(3):584-8.
35. Plumb AA, Grieve FM, Khan SH. Survey of hospital clinicians' preferences regarding the format of radiology reports. *Clin Radiol.* 2009;64(4):386-94; 95-6.
36. Grieve FM, Plumb AA, Khan SH. Radiology reporting: a general practitioner's perspective. *Br J Radiol.* 2010;83(985):17-22.
37. Bosmans JM, Peremans L, Menni M, De Schepper AM, Duyck PO, Parizel PM. Structured reporting: if, why, when, how-and at what expense? Results of a focus group meeting of radiology professionals from eight countries. *Insights Imaging.* 2012;3(3):295-302.
38. Johnson AJ, Chen MY, Swan JS, Applegate KE, Littenberg B. Cohort study of structured reporting compared with conventional dictation. *Radiology.* 2009;253(1):74-80.
39. Weiss DL, Langlotz CP. Structured reporting: patient care enhancement or productivity nightmare? *Radiology.* 2008;249(3):739-47.
40. Krupinski EA, Lund PJ. Differences in time to interpretation for evaluation of bone radiographs with monitor and film viewing. *Acad Radiol.* 1997;4(3):177-82.
41. Quint DJ. Voice recognition: ready for prime time? *J Am Coll Radiol.* 2007;4(10):667-9; discussion 70-1.
42. Hayt DB, Alexander S. The pros and cons of implementing PACS and speech recognition systems. *J Digit Imaging.* 2001;14(3):149-57.
43. Gale B, Safriel Y, Lukban A, Kalowitz J, Fleischer J, Gordon D. Radiology report production times: voice recognition vs. transcription. *Radiol Manage.* 2001;23(2):18-22.
44. Langlotz CP. Structured radiology reporting: are we there yet? *Radiology.* 2009;253(1):23-5.
45. Browning T. The process of structured reporting: adding value and quality. In: Chhabra A, Soldatos T, eds. *Musculoskeletal MRI structured evaluation: how to practically fill the reporting checklist.* Philadelphia: Wolter Kluwer, 2014.
46. Ellman H. Rotator cuff disorders. In: Ellman H, Gartsman GM (eds) *Arthroscopic shoulder surgery and related disorders* Lea and Febiger, Philadelphia (PA). 1993:pp 98-119.
47. Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L, Voisin MC. Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop Relat Res.* 1994(304):78-83.
48. Thomazeau H, Rolland Y, Lucas C, Duval JM, Langlais F. Atrophy of the supraspinatus belly. Assessment by MRI in 55 patients with rotator cuff pathology. *Acta Orthop Scand.* 1996;67(3):264-8.
49. Zanetti M, Gerber C, Hodler J. Quantitative assessment of the muscles of the rotator cuff with magnetic resonance imaging. *Invest Radiol.* 1998;33(3):163-70.

6. Danksagung

Ich möchte mich herzlichst bei meinem Doktorvater, Herrn Professor Dr. med. Wieland H. Sommer, für die Überlassung der Arbeit, für die ausgezeichnete Betreuung und Unterstützung weit über diese Doktorarbeit hinaus, sowie für die durchgehende Förderung und das entgegengebrachte Vertrauen bedanken. Zusätzlich möchte ich mich ebenfalls für die hervorragende Betreuung bei Herrn Marco Armbruster, Frau Dr. med. Nora Sommer und Frau Dr. med. Franziska Braun bedanken.

Mein Dank gilt ebenfalls allen weiteren Koautoren der Publikationen, die mit ihren Anregungen und ihrer Hilfsbereitschaft enorm zu dieser Arbeit beigetragen haben.