

Konzepte im Aufbau von interdisziplinären Ultraschallzentren: Die Rolle der Radiologie

Concepts in the Establishment of Interdisciplinary Ultrasound Centers: The Role of Radiology

Autoren

Dirk Andre Clevert¹, Ernst Michael Jung², Marc-André Weber³, Markus Herbert Lerchbaumer⁴, Winfried Willinek^{5, 6}, Thomas Fischer⁴

Institute

- 1 Institut für Klinische Radiologie, Campus Grosshadern, Klinikum der Universität München Großhadern, München, Germany
- 2 Institut für Röntgendiagnostik, Universitätsklinikum Regensburg, Germany
- 3 Universitätsmedizin Rostock, Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Rostock, Germany
- 4 Department of Radiology, CharitéCentrum 6 Diagnostische und interventionelle Radiologie und Nuklearmedizin, Berlin, Germany
- 5 3. Center for Radiology, Neuroradiology, Sonography and Nuclear Medicine, Krankenhaus der Barmherzigen Brüder, Trier, Germany
- 6 Radiology, University of Bonn, Germany

Key words

education, ultrasound, economics, medical

eingereicht 23.05.2021

akzeptiert 12.04.2022

online publiziert 18.07.2022

Bibliografie

Fortschr Röntgenstr 2022; 194: 1322–1332

DOI 10.1055/a-1853-7443

ISSN 1438-9029

© 2022, Thieme. All rights reserved.

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

Korrespondenzadresse

Herr Prof. Thomas Fischer

Institut für Radiologie, Charité Campus Mitte, Universitätsmedizin Berlin, Schumannstraße 20/21, 10117 Berlin, Germany

Tel.: +49/30/4 50 62 72 38

Fax: +49/30/4 50 52 79 09

thom.fischer@charite.de

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund Die Sonografie (Ultraschall/US) wird als schnell verfügbare und kosteneffiziente Bildgebung der ersten Wahl ohne relevante Nebenwirkungen für eine Vielzahl von Frage-

stellungen genutzt. Durch den technischen Fortschritt gewannen komplexere Methoden wie die Farbduplexsonografie, Bildfusion und Kontrastmittelsonografie (CEUS) sowie interventionelle Verfahren unter sonografischer Bildführung zunehmend an Bedeutung im diagnostischen Algorithmus.

Methode In diesem Überblick sind sämtliche Aspekte im Aufbau eines interdisziplinären US-Zentrums anhand von 5 Beispielen in Deutschland dargestellt. Diese umfassen Themen der Ausbildung, Forschung, Ökonomie und Administration.

Ergebnisse Ziel eines interdisziplinären US-Zentrums ist es, apparative, personelle, räumliche und infrastrukturelle Ressourcen zu bündeln (Optimierung der Geräteverfügbarkeit und Nutzung neuer Techniken), das Untersuchungsspektrum zu erweitern und die ärztliche Fort- und Weiterbildung zu verbessern. Damit sollte zusätzlich eine bessere und schnellere Patientenversorgung unter Beachtung der Wertschöpfung für die beteiligten Einrichtungen gewährleistet sein. Durch Bündelung in Ultraschallzentren gelingen eine Reduzierung der Geräteanzahl und eine Zeitoptimierung der Nutzung von vorhandenen Systemen und Equipment. In Ultraschallzentren ist die fokussierte Anwendung spezieller US-Techniken wie CEUS und Bildfusion für schwierige Interventionen sowie die Ausbildung und das Heranführen jüngerer Kollegen an diese Techniken zentral besser verfügbar.

Schlussfolgerung Durch die Etablierung interdisziplinärer Ultraschall-Zentren mit zentralen Organisationsstrukturen, gemeinsamer Nutzung von Materialien und Vereinheitlichung der Befundung werden die Effektivität und Effizienz der Ultraschalldiagnostik verbessert.

Kernaussagen:

- Interdisziplinäre US-Zentren fördern klinische Zusammenarbeit, Forschung und gemeinsam organisierte, standardisierte Ausbildung.
- Wirtschaftliche Aspekte umfassen die Optimierung der Geräteverfügbarkeit, Nutzung neuester Techniken und Konzentration von Organisationsstrukturen.
- Einheitliche Terminologie und standardisierte Befundstellung erhöhen die Zufriedenheit der überweisenden Kliniken.

Zitierweise

- Clevert DA, Jung EM, Weber M et al. Concepts in the Establishment of Interdisciplinary Ultrasound Centers: The Role of Radiology. *Fortschr Röntgenstr* 2022; 194: 1322–1332

ABSTRACT

Background Ultrasound (US) is widely used as a fast and cost-efficient first-choice imaging technique without relevant side effects for a variety of diagnostic tasks. Due to technical advances, more complex and sophisticated methods such as color-coded duplex ultrasound, image fusion, contrast-enhanced ultrasound (CEUS), and ultrasound-guided interventions have become increasingly important in diagnostic algorithms.

Method This study presents an overview of all aspects regarding the establishing of an interdisciplinary US center based on five representative examples in Germany. These aspects include topics of ultrasound education, research, economics, and administration.

Results The goal of an interdisciplinary US center is to bundle the use of equipment, staff, rooms, and infrastructure resources (optimization of equipment availability and use of new techniques) to expand the range of examinations, to promote resident training, and to boost continuing medical education of residents. This should result in better patient care and has additionally improved patient care while considering the added value for the participating institutions involved. Interdisciplinary US centers allow a reduction of the number of US devices needed in a hospital and more efficient use of available equipment through bedside time optimization by central organization within interdisciplinary management. The focused application of special US techniques such as CEUS or image fusion for complex, difficult interventions as well as the training and education of younger colleagues in using these techniques is centrally organized by experts and can be improved through the multidisciplinary experience available.

Conclusion Organizational structures, sharing of materials, and standardization of diagnostic reports facilitate and accelerate cooperation with the referring specialty.

Einführung

Die Sonografie (Ultraschall = US) hat sich in den letzten Jahrzehnten als ein bildgebendes Verfahren etabliert, das eine rasche und nichtinvasive Diagnosestellung ermöglicht. Der US kann hier sowohl zur schnellen klinischen Orientierung als auch als hochkomplexe Methode z. B. zur gezielten Intervention in Bildfusionstechnik (US plus Computertomografie [CT], US plus Magnetresonanztomografie [MRT]) betrieben werden. Wie bei allen anderen bildgebenden Verfahren sind eine adäquate Technik, die Ausbildung im Umgang mit dieser Technik und eine „rationelle Interpretation der Ergebnisse im klinischen Zusammenhang entscheidend für die Anwendung und den Nutzen der Methode“ [1]. Leitlinien für die Sonografie sind überwiegend in der ärztlichen Weiterbildungsordnung sowie der KBV-Ultraschallvereinbarung für die jeweiligen Fachgebiete zu finden. Die organbezogene sonografische Diagnostik umfasste vor 10 Jahren zunächst in 75 % die Bauchregion, in 10 % die Schilddrüse und in nur 15 % andere Lokalisationen wie z. B. den Bewegungsapparat, die Gefäßdiagnostik und die Brustdrüse [1]. Heute ergeben sich, gerade durch den multimodalen Einsatz (B-Bild, Duplex, Elastografie, kontrastmittelverstärkte Sonografie/CEUS) vielfältige neue Anwendungen in mittlerweile fast allen Organsystemen, z. B. bei der Charakterisierung fokaler Leberläsionen [2], in der urogenitalen Diagnostik von Hoden, Prostata und Niere [3–5], der großen abdominalen Gefäße nach Stentprothese [6–8] sowie am Bewegungsapparat [9]. Nicht nur die Etablierung der CEUS und Elastografie [3, 9], auch der gezielte Einsatz der verbesserten B-Bildqualität, der US-Bildfusion und der 4D-Sonografie führten zur Einführung des Begriffes „Multiparametrischer Ultraschall“ (mpUS) [10]. Der Begriff umfasst neue technologische Applikationen, welcher zuvor bereits im Zusammenhang mit der gezielten Prostatabildgebung und -biopsie verwendet wurde. In den letzten Jahren wurde der mpUS vor allem durch die Implementierung von metri-

schen Parametern in der US-Scherwellenelastografie und der CEUS wissenschaftlich und klinisch genutzt [4, 10]. Gerade die Radiologie hat durch die dem Fach inhärente Expertise der anderen Bildgebungsmodalitäten Röntgen, CT und MRT und durch die Möglichkeiten der neuen Fusionstechniken einen besonderen Stellenwert und ist daher prädestiniert, den Ultraschall weiterzuentwickeln [11].

Neben der rasch voranschreitenden technischen Entwicklung der Sonografie sind die gezielte und zeitintensive Förderung bzw. Ausbildung des sonografischen Nachwuchses und die personalintensive Ausstattung kleiner sonografischer Abteilungen bis hin zur Versorgung im Ruf- oder Bereitschaftsdienst ein drängendes Problem in vielen Kliniken Deutschlands [11]. Der Gerätepark ist wartungs- und kostenintensiv sowie teilweise überaltert. Unterschiedliche Anwendungsgebiete erfordern unterschiedliche Geräteklassen und eine differenzierte Innovationgeschwindigkeit bei Re-Investitionen. Eine mögliche strategische Lösung dieses Strukturproblems kann in der interdisziplinären Zusammenarbeit in einem fachübergreifenden Ultraschallzentrum liegen. Im Folgenden soll das Konzept zum Aufbau eines interdisziplinären US-Zentrums am Beispiel von 5 bestehenden Zentren vom Haus der Maximalversorgung bis zu Universitätskliniken in Deutschland erörtert werden.

Grundsätze

Die Ultraschalldiagnostik ist in allen Bereichen der Medizin eine der wesentlichen Säulen der bildgebenden Diagnostik und aus der täglichen Routine nicht mehr wegzudenken. Genau dies hat aber auch zu einer Vergeudung von Ressourcen innerhalb der Kliniken geführt. In vielen Krankenhäusern existiert eine große Zahl von Ultraschallgeräten diverser Hersteller, ohne dass diese adäquat genutzt werden. In Kliniken mit ursprünglich dezentraler Sonografie existierten vor Etablierung der Ultraschallzentren diverse Ultraschallsysteme mit unterschiedlicher Bedienfunktion

► **Tab. 1** Hauptziele eines Ultraschallzentrums.

Thematik	Formulierung der Hauptziele
Klinik	Optimierung der Geräteverfügbarkeit und Nutzbarkeit neuester US-Technologien
	Etablierung standardisierter clinical pathways unter Einschluss der Sonografie
Ökonomie	Zentralisierte Personal-, Verbrauchsmaterial- und Geräteplanung
	Gemeinsame Organisation von Zuweiser-Veranstaltungen
	Konzentration von Organisationsstrukturen
	Gezielter Nutzen finanzieller Ressourcen, Doppeluntersuchungen vermeiden
Ausbildung	Verwendung gemeinsamer Standards (einheitliche Terminologie, einheitliche Untersuchungstechnik, einheitliche Befunderstellung)
	Gemeinsam organisierte und standardisierte Ausbildung und Qualitätskontrolle
	Doppeluntersuchungen durch verbesserte Ausbildung vermeiden
	Erhöhung der diagnostischen Qualität im Krankenhaus
Forschung	Förderung der interdisziplinären Zusammenarbeit in Kliniken
	Nutzung und Implementierung von neuesten US-Verfahren in Forschung und nachfolgend in klinischer Routine
	Einwerben von Drittmitteln durch interdisziplinär gestaltete Forschungsvorhaben

Dargestellt sind die Hauptziele eines (interdisziplinären) Ultraschallzentrums und die Gliederung der Kernpunkte gemäß ihrer Thematik.

und Geräteausstattung, die nur für bestimmte Fragestellungen verfügbar sind. Durch Bündelung in Ultraschallzentren gelingt eine Reduzierung der Anzahl der Geräte und eine Zeitoptimierung der Nutzung im interdisziplinären Sonografie-Bereich. In Ultraschallzentren ist die fokussierte Anwendung spezieller US-Techniken wie CEUS und Bildfusion für schwierige Interventionen sowie die Ausbildung und das Heranführen jüngerer Kollegen an diese Techniken zentral besser verfügbar.

Dennoch beharren viele Disziplinen auf einer eigenständigen „Ultraschallabteilung“, die oft nur aus einem oder 2 Geräten bestehen mit dem Verweis auf die Weiterbildungsbefugnis für ihre Fachgebiete, sicher aber auch im Sinne der Besitzstandswahrung. Gerade gynäkologische und kardiologische Fachabteilungen fordern spezielle Applikationen, was eine interdisziplinäre Nutzung erschwert, da die meisten High-End-Geräte auf Innovationen der CEUS-Technik und Elastografie ausgelegt sind [12]. Zwangsläufig folgt daraus, dass die Zahl der in einem Klinikum verfügbaren Geräte über der tatsächlich benötigten Kapazität liegt und eine ökonomische Auslastung nicht gewährleistet ist. Ebenso erhöhen sich damit die Wartungs- und Instandhaltungskosten. Nahezu jede Abteilung an einem Großklinikum

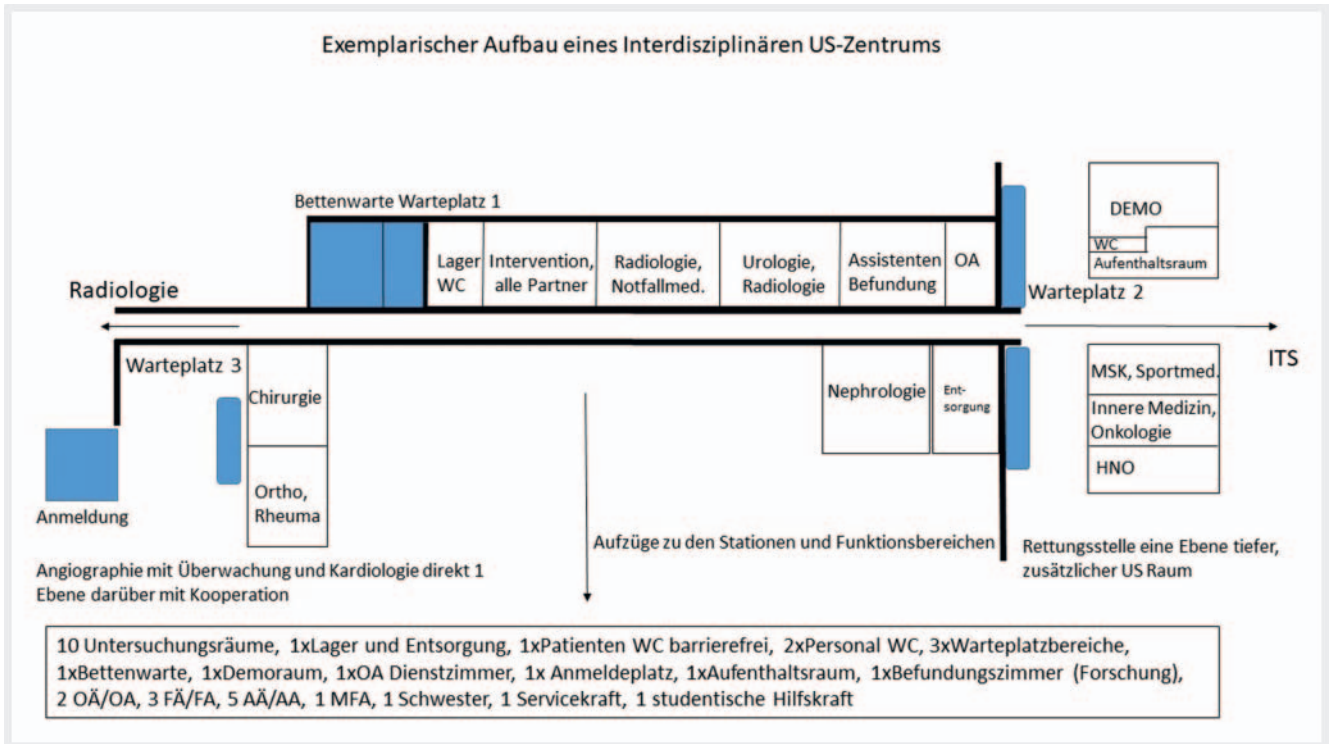
hat bislang unabhängig voneinander den Ultraschall mit eigenen Geräten, eigenem Personal und eigenen Organisationsstrukturen betrieben. Die Nachteile eines solchen Systems liegen auf der Hand: In Zeiten knapper werdender Ressourcen und unter dem Kostendruck des DRG-Systems können sich nur noch wenige Abteilungen moderne und leistungsstarke High-End-Geräte leisten. Diese sind aber aufgrund der verbesserten Bildqualität und damit verbesserten Aussagekraft unerlässlich geworden, haben allerdings auch ihren Preis (bis zu 150 000 € pro System, je nach Ausstattung). Die Qualitätssicherung wird meist den einzelnen Abteilungen selbst überlassen und ist dadurch nur begrenzt organisiert. Vor-Ort-Anwendungen im OP, den Notaufnahmen und Intensivstationen machen die Nutzung von Mittelklassensystemen und kleinen portablen Systemen notwendig. Doppeluntersuchungen und mehrfache Verlegungen von Patienten führen jedoch auch hier zu steigenden Kosten bei gleichbleibender Vergütung im Fallpauschalensystem. Portfoliostandardisierungen finden in diversen Bereichen statt, zum Beispiel bezüglich von Materialien in der Angiografie von Radiologie, Kardiologie sowie Gefäßchirurgie. Dieses Bestreben (auch getriggert durch die Möglichkeit der Zertifizierung als interdisziplinäres Gefäßzentrum, <https://www.drg.de/de-DE/1285/interdisziplinare-gefaesszentren-der-drg/>) spielt auch bei der Etablierung und Zertifizierung (<https://www.degum.de/service/zertifizierte-abteilungenzentren.html>) von Ultraschallzentren eine Rolle. Überdies ermöglicht eine interdisziplinäre Zentralisierung auch eine Vereinheitlichung und bessere Sicherung der Hygiene-Qualitätsstandards für den Bereich Ultraschall [13].

Zielsetzung von Ultraschallzentren

Durch den Zusammenschluss von bislang getrennten Funktionsbereichen in den Fachdisziplinen Chirurgie, Radiologie und Gastroenterologie zu einem interdisziplinären Ultraschallzentrum wurde in deutschen Zentren bereits im Jahre 2004 ein Basismodell geschaffen und zeitversetzt auch an anderen Standorten in Deutschland etabliert. Ziel war es, gemeinsame Ressourcen zu bündeln, das Untersuchungsspektrum zu erweitern und die Weiterbildung zu verbessern. Im Rahmen der DRGs sollte zusätzlich eine bessere und schnellere Patientenversorgung unter Beachtung der Wertschöpfung für die beteiligten Einrichtungen gewährleistet sein. Es ergeben sich strategische Hauptziele, die sich auf die bestehenden Zentren sowie auf die Neugründung von interdisziplinären Ultraschallzentren übertragen lassen (► **Tab. 1**).

Aspekte zur Zielumsetzung

Es ergeben sich zunächst Umbaukosten für die Gestaltung geeigneter Untersuchungsräume, wenn auf bestehende Strukturen zurückgegriffen werden kann und die Raumstruktur nur für einen optimierten Untersuchungs- und Befundungsablauf angepasst werden muss. Die Kapazität der Arbeitsplätze sollte nach Größe des US-Zentrums und der partizipierenden Fachabteilungen und an den Bedarf an Untersuchungen angepasst werden. Neben pragmatischen Lösungen, wie z. B. Abtrennung der Arbeitsplätze, sollte insbesondere auf geeignete Lichtverhältnisse, Klimatechnik bzw. Lüftung sowie Platz zur Befundung geachtet werden. Zudem sollten entsprechende Daten-



► **Abb. 1** Exemplarischer Aufbau eines interdisziplinären Ultraschallzentrums am Beispiel der Charité Berlin.

leitungen (Glasfaserkabel) oder WLAN-Anschlüsse zur Anbindung an das klinikinterne RIS/PACS-System verlegt bzw. genutzt werden.

Im Rahmen der Implementierung eines Ultraschallzentrums müssen Untersuchungen verschiedener Fachbereiche vernetzt werden. Ziel ist es, Ultraschalluntersuchungen zentral zu dokumentieren, eine Leistungserfassung zu ermöglichen sowie die Bild- und Befundinformationen zu archivieren. Dabei ist besonders auf die Anforderungen der einzelnen Fachbereiche einzugehen. So sollten bei Zusammenarbeit mit der Gastroenterologie und Viszeralchirurgie auch Bilder der Endoskopie im Viewer betrachtet werden können. Neben der Patientenversorgung (Basisarchiv) ist der Aufbau eines Lehr- und Forschungsarchives sinnvoll. In Bereichen von dedizierten CEUS-Untersuchungen und Forschung sind 4000 Einzelbilder pro Untersuchung keine Seltenheit, wodurch Patienten/innen in Einzelfällen jedoch eine weiterführende Untersuchung erspart werden kann und somit MRT- oder CT-Slots anderwärtig vergeben werden können, bei je nach Fragestellung zum Teil gleicher diagnostischer Genauigkeit [14, 15]. Die bestehende IT-Infrastruktur ist zu berücksichtigen und mit entsprechenden Schnittstellen einzubeziehen. Die anzustrebende Lösung muss entsprechende Zulassungen und Anforderungen eines Medizinproduktes erfüllen. Im Ultraschallzentrum sind sämtliche Ultraschallgeräte unterschiedlichster Hersteller anzubinden. Je nachdem, welcher Workflow für die unterschiedlichen Abteilungen sinnvoll ist, muss das System die Möglichkeit bieten, entweder auf das PACS (Picture Archiving and Communication System) oder ein lokales Archiv zu speichern und zuzugreifen. Eine Anbindung an das Radiologie/Krankenhaus-Information-System (RIS/KIS) mit DICOM-Worklist-Anbindung zur Sicherstellung der einheitlichen Zuordnung zur zentralen Patienten-ID wird vorausgesetzt.

Das System soll neben der Bildbetrachtung, Datenverarbeitung und Speicherung auch die Möglichkeit zur Befundung bieten. Weitere Modalitäten wie z. B. die Herzkatheteruntersuchungen können im Viewer angezeigt werden. Kardiologische, radiologische und CEUS-spezifische Auswertungen sind ebenso wie die Möglichkeit der digitalen Dokumentation von Untersuchungs-Movies zur Realisierung eines simultanen Vergleichs mit Voruntersuchungen über eine moderne IT-Struktur sicherzustellen, werden aber von einigen für CT und MRT optimierten PACS-Systemen noch nicht vollumfänglich unterstützt. Die Kosten für die EDV-Anbindung richten sich dabei nach der vorbestehenden Infrastruktur. Es können je nach Größe des Zentrums und Umfang schon nutzbarer IT-Infrastruktur Investitionssummen zwischen 8500 und 500 000 € für eine komplette Krankenhaus-IT-Lösung mit der Einbindung von bis zu 100 Ultraschallgeräten resultieren. Die reinen Grundkosten für die Inbetriebnahme von US-Zentren lagen demnach nach unseren Erfahrungen zwischen 27 500 und 40 500 €. ► **Abb. 1** zeigt beispielhaft eine mögliche Grundstruktur bzw. den Aufbau eines US-Zentrums (Interdisziplinäres US-Zentrum der Charité).

Sonografie-Geräte

In der Zusammenlegung von Ultraschallbereichen werden in der Regel US-Systeme integriert, wodurch Kosten durch die notwendige Anbindung an das RIS/PACS-System (pro Gerät mit 3000–7000 € zu kalkulieren) entstehen. Ein weiterer Kostenfaktor ist im gesamten Gerätefuhrpark und dessen Wartung/Pflege zu sehen. Bei einer zentralen Lösung kommen in der Regel High-End-Geräte und geringer auch Mid-Range-Geräte zum Einsatz. Durch eine

Portfoliostandardisierung lassen sich die Wartungskosten reduzieren und wenig genutzte Ultraschallköpfe (z. B. Hockey-Stick für Sehnen und Bänder) für mehrere Geräte nutzen, wenn diese in einem Ultraschallzentrum räumlich nahe angeordnet sind, weniger Diversität bedeutet dabei einen besseren Einkaufspreis pro Gerät und geringere Wartungskosten. Es lassen sich teure, besonders hochauflösende und 3 D/4D-Ultraschallsonden interdisziplinär nutzen. Vorteilhaft für die interdisziplinäre Anwendung in der Routine sind zunehmend portable Geräte in Tabletform und in Form von Sonde mit Smartphone, die zur Untersuchung am Patientenbett geeignet sind (sog. „Kitteltaschen-Systeme“, „Stethoskope des 21. Jahrhunderts“). Das auch als Point-of-Care Ultrasound (engl. für POCUS) bezeichnete Konzept des nahezu ubiquitären Einsatzes (der Arzt/die Ärztin geht zum/zur Patienten/Patientin) erleichtert den Einsatz und die Verbreitung der Sonografie wesentlich und beschleunigt den Entscheidungsprozess im klinischen Alltag deutlich [16].

Durch den Innovationsdruck in dieser Geräteklasse können in Teilbereichen wie der Radiologie und Kardiologie Geräte bereits nach 3 bis 5 Jahren Laufzeit veraltet sein. Hieraus ergeben sich Steuermöglichkeiten für den gesamten Gerätepark eines Krankenhauses. Die DEGUM (Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin e. V.) bietet zusätzlich die Möglichkeit, über den Hersteller den jeweiligen Gerätetyp zu überprüfen, was eine einfache Einordnung in die Geräte der Stufe I bis Stufe III ermöglicht (<http://www.degum.de/service/geraetelisten.html>).

Neben der Ausschreibung von höheren Stückzahlen und der damit verbundenen besseren Preisgestaltung sind die Reduktion der Geräteanzahl und das konsequente Ausmustern veralteter Systeme entscheidend. So kann die Vergabe an die Dringlichkeit angepasst und zentral gesteuert werden. Ein möglicher Weg ist die Auslieferung der neuen Systeme nur bei Abgabe von mindestens einem, besser 2 Altgeräten, die entsprechend ausgemustert werden („2:1-Regel“). Die Modelle der Preisgestaltung mit den beteiligten US-Herstellern reichen von Technologiepartnerschaften, standardisierten Ausschreibungen mit Bemusterung bis hin zu Leasingverträgen mit geringer Laufzeit bei High-End-Systemen. Der Vorteil einer intelligenten Vertragsgestaltung kann in einer für das Krankenhaus gut planbaren „Flatrate“ mit Regelungen zur Technologie-/Innovationsgarantie und zum Service (bis hin zu Schallkopf-Austauschkontingenten) bestehen.

Einfache Basissysteme sind portabel und gut im stationären Alltag zu integrieren. Dies führt zum Aufbau einer krankenhauseigenen System-Hierarchie und sollte an das DEGUM-Stufenkonzept (<http://www.degum.de/sektionen/radiologie/mehrstufenkonzept-zertifizierung.html>) der Ausbildung angepasst sein.

Administration

Vor Einführung der Zentren sollte eine zentralisierte Anforderung der Untersuchungen implementiert werden. Zu diesem Zwecke können Terminslots durch die zuständigen Ärzte im 15–30-Minuten-Takt eingerichtet werden. Von der Steuerstelle werden die Untersuchungen über eine DICOM-Worklist aus dem RIS und/oder KIS an die jeweiligen Geräte nach Fragestellungen und Untersuchungen terminiert. Die zentralisierte Struktur der Anmel-

dung von US-Untersuchungen erleichtert und beschleunigt die Zusammenarbeit mit der zuweisenden Fachrichtung (ein Ansprechpartner). Patiententransporte ins Zentrum könnten über ein elektronisches Ordersystem koordiniert sein. Dieses System sollte deckungsgleich zum Ruf- bzw. Bereitschaftsdienst betrieben werden. Die benötigten Verbrauchsmaterialien können von der Steuerstelle zentralisiert und digital bestellt werden. Kostensensitive Verbrauchsmaterialien wie Punktions- oder Radiofrequenzablationsnadeln sowie Drainagen oder Medikamente (US-Kontrastmittel) sollten als Sonderanforderung bestellt und vom zuständigen Modalitätenleiter freigegeben werden.

Zur Abrechnung sollte eine gemeinsame Kostenstelle geschaffen werden. Anfallende Kosten können zu gleichen Teilen für die jeweilige Klinik verbucht werden oder alternative Modelle zur Kostengestaltung ausgehandelt werden. Die Sachkosten eines US-Zentrums sind relativ gering, nicht jedoch das US-Kontrastmittel (ca. 85–90€ pro Packung). Hier sollte auf eine Absprache und Kommunikation der Abrechnungsmodelle im Vorfeld hingewiesen werden.

Einnahmen innerhalb eines Zentrums können mittels Interner Leistungsverrechnung (ILV) zwischen den Abteilungen abgestimmt verteilt werden. Es muss darauf geachtet werden, dass indirekte und direkte Erlöse leistungs- und verursachergerecht verbucht werden. Indirekte Erlöse ergeben sich bspw. im Rahmen einer ILV aus DRG-Erlösen, aus Erlösen i. R. von Verträgen der Hochschulambulanz (HSA) und der KV-Notfallversorgung. Direkte Erlöse können sich bspw. bei stationären Wahlleistungen, ambulanten PKV- und ASV-Leistungen sowie bei wissenschaftlichen Studien ergeben. Anteilige Finanzierungen können so nach Abzug von Nutzungsentgelten oder Ausbildungspauschalen in die Stellenfinanzierung von Rotationsstellen einfließen. Die eigenverantwortlich zu erbringenden sonografischen Leistungen innerhalb des GKV-Systems (v. a. persönliche Ermächtigung, Institutermächtigung und ASV-Leistungen) und bei Wahlleistungspatienten/innen bzw. Selbstzahlern müssen im Vorfeld vertraglich geregelt werden, um rechtskonform zu arbeiten (cave: persönliche Leistungserbringung).

Hierbei hat die Radiologie als Querschnittfach und zumeist in Deutschland als nicht bettenführende Einrichtung darauf zu achten, dass Erlöse nicht den bettenführenden Abteilungen zugerechnet werden, während die Kosten auf die Radiologie verbucht werden. Auf eine die Erlös- und Verrechnungsmöglichkeiten berücksichtigende Dokumentation im RIS bzw. KIS ist zu achten. Eine beispielhafte Modellrechnung ist unter ► **Abb. 2** angefügt. Dabei wird die Kostenberechnung über die effektive Gerätenutzungszeit (xEuro/Minute) angegeben. Die Zeitangaben entsprechen dann der gewählten Organisationsstruktur (*verblindet*) [17].

Organisationsstruktur

Die personelle Organisationsstruktur des Zentrums kann in jedem Teilbereich aus einem Oberarzt und Rotationsassistenten der beteiligten Fachabteilungen (3–6 Monate) bestehen. Ziel kann bspw. sein, dass während der Rotation die Basis für die Erlangung des DEGUM-Ausbildungszertifikats gelegt wird [11]. Für den organisatorischen Ablauf ist der das Ultraschallzentrum leitende Oberarzt

Beispielszenario: Kosten- Erlösrechnung (*Näherungswerte*)

Modellrechnung

Annahmen: Die Kostenberechnung erfolgt über die **effektive Gerätenutzungszeit** (x Euro/Minute)

- die Gesamtpersonalkosten werden der **effektiven Gerätenutzungszeit** zugeordnet

- die Gesamtsachkosten (incl. Wartung, Service u. Instandhaltung) werden der **effektiven Gerätenutzungszeit** zugeordnet

- die speziellen Sachkosten (Implantate / MR - Kontrastmittel) werden der **einzelnen Untersuchung** zugeteilt

- die Kosten außerhalb der Kernarbeitszeit werden der **effektiven Gerätekerndnutzungszeit** zugeordnet

- die Wartungskosten Investition werden den Geräten **pro Minute** zugeordnet

- die (Wieder-) Anschaffungskosten Investition werden den Geräten **pro Minute** zugeordnet

Untersuchung	Vergleich		
	Erlös (€) (GOÄ 1,8 - fach) inkl. Zusatzserie	ca. - Kosten ("Vollkosten") (€)	Ergebnis (€)
CT Abdomen KM	435,41	340,00	95,41
MRT Abdomen KM	653,01	380,00	273,01
SONO Abdomen KM	118,00	97,00	21,00

► **Abb. 2** Beispielszenario einer Kosten-Erlös-Rechnung. Übersicht von einzelnen Kostenparametern und Darstellung eines Vergleiches zwischen mehreren Modalitäten an Beispiel einer kontrastmittelgestützten Abdomenuntersuchung. Abkürzungen: CT kennzeichnet Computertomografie; MRT, Magnetresonanztomografie; US, Ultraschall.

verantwortlich, der zudem für Interventionen, CEUS sowie spezielle Fragestellungen (zum Beispiel intraoperative Sonografie) zur Verfügung steht. Damit wird sichergestellt, dass Routineuntersuchungen innerhalb von 24 h nach Anmeldung und Notfalluntersuchungen sofort durchgeführt werden können. Der Dienst- und Rotationsplan des Zentrums muss mit jeder entsendenden Einzelklinik abgestimmt sein. Dies kann einerseits über komplette Rotationen erfolgen, sodass der Rotationsassistent für einen festgelegten Zeitraum komplett im US-Zentrum tätig ist und keine Bereitschaftsdienste in der eigenen Klinik durchführt. Andererseits können Bereitschaftsdienste in der Einzelklinik durchgeführt werden und entsprechende Fehlzeiten an Tagen nach Diensten in Absprache der Dienstplaner erfolgen. Die Sonografie im Nachtdienst kann gebündelt und zentriert durch die radiologischen Dienstärzte, z. B. in der Rettungsstelle, erfolgen. Dies setzt voraus, dass radiologische Dienstärzte vor Dienstreife im US-Zentrum für alle notwendigen sonografischen Fragestellungen ausgebildet sind. Jeder Assistent der beteiligten Kliniken rotiert im Rahmen seiner Weiterbildung in das interdisziplinäre Sonografie-Zentrum, sodass eine klare Entlastung der Radiologie im Nachtdienst zu erwarten ist. Basisuntersuchungen können zukünftig bereits von den ausgebildeten Kollegen der Rettungsstellen verpflichtend übernommen werden. Zur Absicherung ist ein rasches Freigabesystem am Folgetag durch den zuständigen Oberarzt des Ultra-

schallzentrums vorstellbar und als Maßnahme im Rahmen der Qualitätssicherung zu sehen.

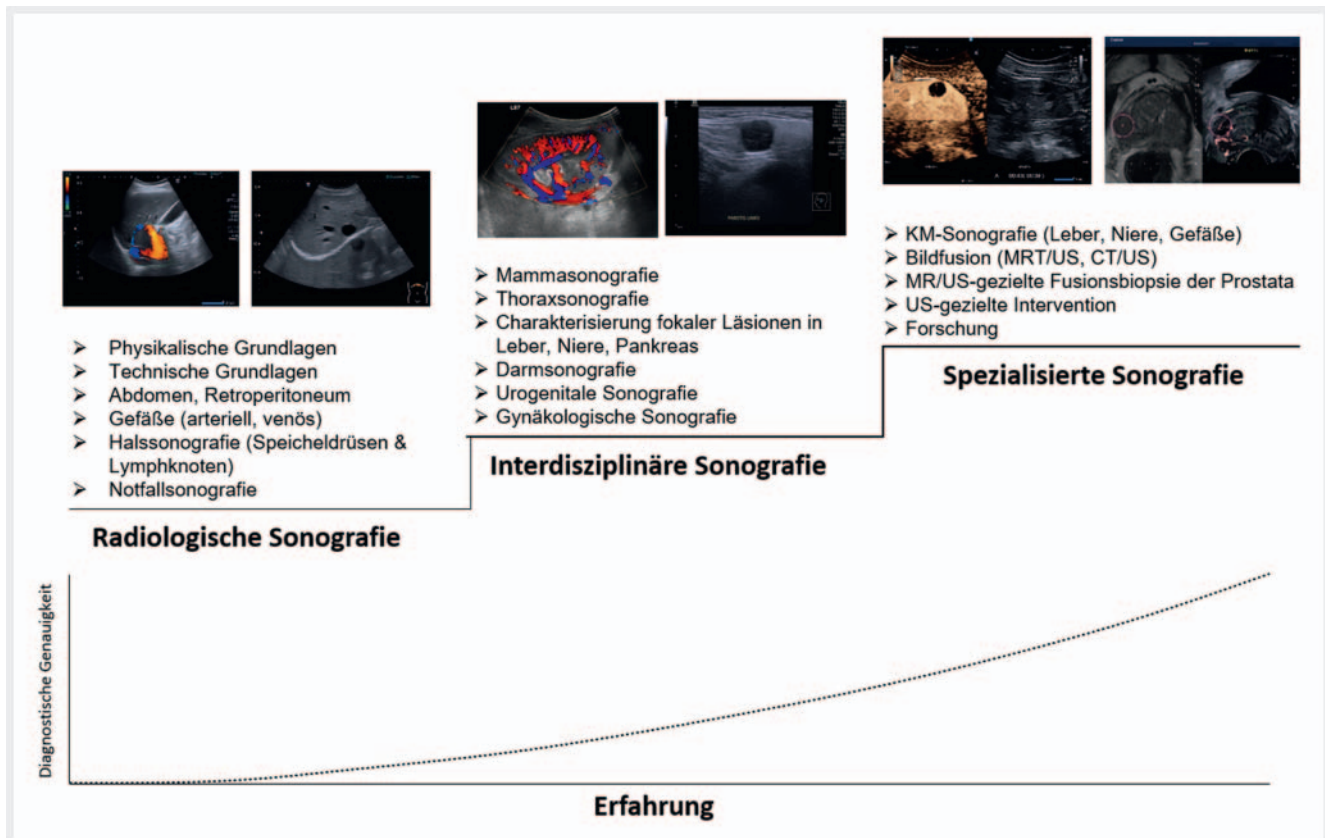
Aus- und Weiterbildung

Es ist erklärtes Ziel der Arbeitsgemeinschaft Ultraschall (AGUS) der DRG, die Bedeutung des Ultraschalls in der radiologischen Weiterbildung zu fördern. Durch die Rotation von Assistenten der verschiedenen Fachdisziplinen wäre eine standardisierte Ausbildung nach den DEGUM-Richtlinien gewährleistet [11]. Diese umfasst mindestens 800 dokumentierte Untersuchungen unter Anleitung und bietet ein Ausbildungskonzept im Modul-System (► **Tab. 2**). Hierdurch ist gewährleistet, dass die für die fachliche Weiterbildung (z. B. Innere Medizin, Radiologie, Chirurgie) erforderliche sonografische Ausbildung mit Fokus auf die abdominelle Sonografie kompetent und umfassend erfolgt, welche exemplarisch durch ein Stufenschema innerhalb eines US-Zentrums erreicht werden kann (► **Abb. 3**). Neben der internen Aus- und Weiterbildung sollten vom Zentrum Ultraschallkurse (idealerweise mit DEGUM-Kursleiter-Stufe III) mit entsprechenden Räumen für Vorträge und Befunddemonstrationen in Zusammenarbeit mit den Landesärztekammern, der AGUS und der DEGUM-Akademie nach DEGUM-Richtlinien angeboten werden. Ebenso sollte ein in-

► **Tab. 2** Übersicht der Beispiele für DEGUM-Module.

Kontrastmittelsonografie Teil I (Grundlagen, Leitlinien, Ablauf, häufige Leberläsionen, Ausblick Niere, Darm)
Kontrastmittelsonografie Teil II (optimierte Geräteeinstellung, Sicherheitsaspekte, seltenere maligne und benigne Leberbefunde, andere Organe) Gastrointestinaltrakt
Gefäßdiagnostik Abdomen
Schilddrüse
Thorax-Sonografie
Interventionelle Sonografie
Perioperative und Intensivmedizinische Sonografie
Spezielle Notfallsonografie
Differenzialdiagnose Akutes Abdomen
Thrombosedagnostik
Elastografie
Darmsonografie

Übersicht der Kursstruktur nach Modul-System der DEGUM (Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin) unter Mitarbeit der Sektionen Innere Medizin, Radiologie, Chirurgie und Arbeitskreise (https://www.degum.de/fileadmin/dokumente/aktuelles/Abdomensonografie_Kursstruktur/DEGUM_Module_Tabelle_3.pdf).



► **Abb. 3** Beispiel eines Stufenschemas der US-Ausbildung innerhalb eines interdisziplinären US-Zentrums. Zuerst wird das Erlernen der Grundlagen von B-Bild-Sonografie und der farbkodierten Dopplersonografie in relevanten Organsystemen (Fokus Abdomen, Gefäße, Notfall) angestrebt. Danach rückt aufbauend auf den gelernten Kenntnissen die spezielle Organdiagnostik in den Vordergrund (z. B. Nierentransplantat, Charakterisierung fokaler Läsionen, Sonografie der Fortpflanzungsorgane etc.). Zuletzt liegt der Fokus auf dem Erlernen spezieller US-Techniken wie KM-Sonografie, US-Bildfusion und US-Intervention. Mit zunehmender Kenntnis neuer US-Fertigkeiten steigt die diagnostische Genauigkeit der Organdiagnostik im US mit zunehmender Erfahrung. Abkürzungen: US kennzeichnet Ultraschall.

► **Tab. 3** Kennzahlen und Struktur von US-Zentren.

US-Zentren in alphabetischer Reihenfolge						Kennzahlen und struktureller Aufbau
Berlin	München	Regensburg	Rostock	Trier		
<p>11 Kliniken (HNO, Innere Poliklinik, Urologie, Orthopädie, Hämatonkologie, Nephrologie, Chirurgie, Rheumatologie, Sportmedizin, Notfallmedizin, Radiologie)</p> <p>Leitung: FA für Radiologie (22 Jahre US-Erfahrung, DEGUM-Stufe 3)</p> <p>Teilbereichsleitungen: FA für Innere Medizin (30 Jahre US-Erfahrung, DEGUM-Stufe 2), Teilbereichsleitung Notfallmedizin (20 Jahre US-Erfahrung, DEGUM Stufe 3)</p>	<p>14 Fachabteilungen/Kliniken (Chirurgie, Frauenheilkunde, Herzchirurgie, HNO, Innere Medizin, Nephrologie, Kardiologie, Pneumologie, Neurochirurgie, Orthopädie, Unfallchirurgie, Urologie, Radiologie)</p> <p>Leitung: FA für Radiologie (19 Jahre US-Erfahrung, DEGUM-Stufe 3)</p> <p>Teilbereichsleitungen: Innere Medizin (5 Jahre US-Erfahrung)</p>	<p>10 Kliniken (Innere Med 1 Gastroenterologie, Med 2 Onkologie, Rheumatologie, Infektiologie, Nephrologie, Chirurgie, Radiologie, Pädiatrie, HNO, Plastische Chirurgie)</p> <p>Leitung: FA für Radiologie (30 Jahre Erfahrung, 2-mal DEGUM-Stufe 3, Leitung Kommission Gefäßultraschall KVB, Referenzzentrum familiäre Häufigkeit MammaCA)</p>	<p>9 Kliniken (Radiologie (inkl. Kinder- und Neurad., AllgMed, Pädiatrie, Kardiologie, Gastroenterologie, Pulmologie, Endokrinologie, Nephrologie, Chirurgie)</p> <ul style="list-style-type: none"> Leitung in Personalunion FA für Radiologie + FA Innere Medizin u. Angiologie, ZB Phlebologie (US-Kursleiter der ÄK MV), Teilbereichsleitung FA für Radiologie, SP Neuroradiologie (DEGUM 3, CEUS) Teilbereichsleitung FA für Pädiatrie + Radiologie, SP päd. Radiologie (Hospitalstr. ÄK MV, CEUS) Teilbereichsleitung FA für Radiologie (Hospitalstr. ÄK MV) 	<p>11 Fachabteilungen/Kliniken (Allgemeinmedizin, Chirurgie, Frauenheilkunde, Herzchirurgie, Innere Medizin, Kardiologie, Pneumologie, Neurochirurgie, Neurologie, Orthopädie, Unfallchirurgie, Urologie)</p> <p>Leitung: FA für Radiologie (CA; 23 Jahre US Erfahrung), FA für Chirurgie (33 Jahre US-Erfahrung, DEGUM-Stufe 3), FA für Innere (28 Jahre US-Erfahrung, DEGUM-Stufe 2)</p>	<p>Wie viele und welche Kliniken sind wie beteiligt?</p>	<p>Leitung und Stellvertretung durch Kolleginnen und Kollegen mit Facharztbezeichnung Anzahl an Jahren mit US-Erfahrung, Darstellung der Qualifikationen der Ausbilder (DEGUM)</p>
<p>4 × Stufe 3 2 × Stufe 2 8 × Stufe 1</p>	<p>1 × Stufe 3 3 × Stufe 1</p>	<p>1 × Stufe 3 2 × Stufe 2 7 × Stufe 1</p>	<p>1 × Stufe 3 1 × Stufe 2, ÄK MV: 1 × III, 2 × II spezifisch in MV: für Leistungsbringung und Abrechnung nur Anerkennung von Fachkunden Ultraschall der LÄK MV</p>	<p>1 × Stufe 3 4 × Stufe 2 2 × Stufe 1</p>	<p>DEGUM-Zertifizierungen insgesamt</p>	
<p>6 High-End-Geräte 4 Mittelklassensysteme 2 portable Systeme</p> <p>Technologiepartnerschaft, Servicesteuerung über die US-Kommission für das gesamte Unternehmen</p>	<p>6 High-End-Geräte, 2 Mittelklassensysteme</p> <p>Technologiepartnerschaft, Servicesteuerung über die US-Kommission für die gesamte Klinik</p>	<p>6 High-End-Geräte, 4 Mittelklassensysteme 2 portable Systeme</p> <p>Technologiepartnerschaft, Servicesteuerung über die US-Kommission für die gesamte Klinik</p>	<p>5 High-End-Geräte 4 Mittelklasse-Geräte</p> <p>Technologiepartnerschaft/Wissenschaftskoordination, Generalvertrag Vollservice, Ultraschallkomm. für gesamtes Unternehmen</p>	<p>10 High-End-Geräte inklusive Endosonografie 12 portable Systeme</p> <p>Technologiepartnerschaft Technologiegarantie/regelmäßige Re-Investition Service-Vertragskonstruktion</p>	<p>Anzahl der Geräte in darzustellenden Geräteklassen</p>	<p>Philosophie der Geräte-/Hersteller- auswahl: ein Hersteller mit Generalvertrag? Technologiepartnerschaft? Technologiegarantie/regelmäßige Re-Investition? Service-Vertragskonstruktion</p>

▶ Tab. 3 (Fortsetzung)

US-Zentren in alphabetischer Reihenfolge					Kennzahlen und struktureller Aufbau
Berlin	München	Regensburg	Rostock	Trier	
10 Untersuchungsräume von 15m ² -34 m ² 2 Leitungszimmer 1 Besprechungszimmer 1 Pausenraum 1 Anmeldeplatz	6 Untersuchungsplätze in 3 Räumen von 25m ² -40 m ² 1 Leitungszimmer 1 Besprechungszimmer 1 Pausenraum 1 Anmeldeplatz 1 Demonstrationsraum	6 Untersuchungsräume von 15m ² -34 m ² 1 Leitungszimmer 1 Besprechungszimmer 1 Pausenraum 1 Anmeldeplatz	7 US-Kabinen 5 Warteplätze (sitzend und liegend separat) 1 Leitungszimmer 1 Besprechungszimmer 1 Überwachungsbereich gemeinsam mit Angiografie	7 Untersuchungsräume von 12 m ² bis 45 m ² 3 Leitungszimmer 1 Besprechungszimmer 1 Pausenraum 1 Anmeldeplatz	Raumgröße, Raumkonzept
8, 2, 1	5, -, 1	5, -, 2	2,0 VK OA, 4,0 VK AA (davon 1 VK FA)	9, -, 11	Personalstruktur (ÄD, MTRA, MFA)
In 5 Jahren 21 Ärzte zur DEGUM-Qualifikation geführt	In 5 Jahren 3 Ärzte zur DEGUM-Qualifikation geführt	In 5 Jahren 10 Ärzte zur DEGUM-Qualifikation geführt	Verantw. für Sonoausbildung (m. Fokus abd. US) i.R.d. FA-WB Radiologie, Chirurgie, Kinderchirurgie, Allgemeinmedizin, Innere Medizin, Pädiatrie (ca. 7 p.a.). 2-3 Ärzten/Jahr wird Fachkunde ÄK MV bestätigt (DEGUM in MV weniger relevant). Zusätzl. tätig als Prüfer für FK Sono in ÄK MV (ca.12 Prüfungen/Jahr)	5 Ärzte zur DEGUM-Qualifikation geführt (3* DEGUM 2, 2* DEGUM 1)	Wie viele Ärzte (und ggf. auch MTRAs/MFAs?) in welcher Zeit ausgebildet, wie viele zur DEGUM-Zertifizierung geführt?
DICOM-Worklist, alle Bilder im PACS, RIS führend	DICOM-Worklist, alle Bilder im PACS, RIS führend	DICOM-Worklist, alle Bilder im PACS, RIS führend	DICOM-Worklist, alle Bilder im PACS, RIS führend	Befundsystem mit Bildübernahme, Worklist, Order Entry, RIS führend, Alle Bilder im PACS	IT-Spezifika
2007, 2017 Neugründung	2005	2007	2016. Seit 2017 DEGUM-qualif. Ausbildungsstätte	2006	Wie lange existiert das Zentrum?
Ca. 24 000 Untersuchungen pro Jahr	Ca. 18 000 Untersuchungen pro Jahr	Ca. 24 000	komplettes Spektrum excl. Herz und weibl. Genitale	Ca. 35 000 Untersuchungen pro Jahr	Spektrum der Untersuchungen mit jährlicher Fallzahl
> 50 Publikationen in 5 Jahren, > 100 Vorträge	2017-2021 119 Publikationen in 5 Jahren, > 160 Vorträge	> 50 Publikationen in 5 Jahren, > 100 Vorträge	Ø 4 Publikationen/Jahr, ca. 8 Vorträge/Jahr	Ca. 15 Publikationen, ca. 220 Vorträge	Wie viele Publikationen und Vorträge kamen aus dem Zentrum?
Ca. 5 Mio. Euro	Ca. 2,1 Mio. Euro	Ca. 500 Tsd. Euro	250 Tsd. Euro	Ca. 250 Tsd. Euro	eingeworbene Drittmittel

Gesamtüberblick über Infrastruktur, Ausbildung und Forschung der einzelnen Ultraschallzentren.

terdisziplinäres Ultraschallzentrum als Hospitationszentrum für das CEUS-Zertifikat der DRG fungieren können (<https://www.ag-ultraschall.drg.de/de-DE/3885/fortbildungszertifikat-ceus-fuer-radiologen/>). Über die Veranstaltung von Kursen ist eine teilweise Refinanzierung der Kosten des Zentrums möglich.

Neben der Etablierung neuer Methoden wie CEUS oder Elastografie werden auch weiterführende Applikationen dieser Techniken trainiert [18]. Die Kursprogramme richten sich jedoch nicht nur an Experten, sondern auch an Berufsanfänger, beispielsweise im Rahmen der Notfallsonografie (Erlernen von FAST und eFAST [19]). In dieses Konzept wurde auch das Training an Simulatoren erfolgreich erprobt, die den Einstieg in das sonografische Befunden erheblich vereinfachen können. So ist gerade das Wechselspiel zwischen normaler Sonoanatomie und ausgewählten einfachen pathologischen Befunden reizvoll. Die verbesserte diagnostische Leistung (per Score erhoben) in der diagnostischen Ultraschalluntersuchung von Patienten/innen nach simulationsbasiertem Training wurde bereits wissenschaftlich in einer randomisierten Studie dargelegt [20].

Zudem können die Medizinstudenten nach etablierten Richtlinien (Medizinisches Curriculum) in der Sonografie ausgebildet werden [21]. Der Einführungskurs Ultraschall kann hier als Basiskurs mit entsprechendem DEGUM-Zertifikat (für anerkannte studentische Lehre) angeboten werden. Studierende können somit die Grundlagen erlernen und dann wiederholt an Organsysteme herangeführt werden. Die Studentenkurse sollten vom zuständigen Oberarzt oder den Rotationsassistenten des Ultraschallzentrums geleitet werden. Die Untersuchung des Abdomens, des Halses und der peripheren Gefäße sowie gesondert der Schilddrüse sollten als praxisorientiertes Konzept der studentischen Ausbildung angesehen werden.

Die studentische Ausbildung im Bereich US kann durch die curriculare Lehre und begleitende Peer-Teaching-Gruppen (Sono AGs, Sono4You, Sono4Students) gewährleistet werden. Die Ausbildung von studentischen US-Tutoren soll somit zentralisiert über die US-Zentren durch die Hand von Experten verschiedener Fachrichtungen erreicht werden (in Rahmen von Famulaturen), um die nötige Qualität zu gewährleisten.

Qualitätssicherung

Die Befunderstellung muss standardisiert mit z. B. vorgegebener strukturierter Befundung erfolgen, supervidiert von Fach- oder Oberärzten. Die Assistenzärzte der Kliniken sollten an den Weiterbildungsveranstaltungen des Zentrums teilnehmen können. Kenngrößen sind dabei die Ultraschalltechnik, typische Standardeinstellungen, die Befundqualität sowie die Besprechung interaktiver Fallbeispiele. Nicht zu unterschätzen ist die signifikante Verbesserung der Kommunikation zwischen den Ärzten aus verschiedenen Abteilungen durch die direkte tägliche Zusammenarbeit im Ultraschallzentrum.

Forschung

Durch die Etablierung gemeinsamer Forschungsprojekte können neue Impulse gesetzt werden. Diese führen bspw. Fach-W2-Professuren innerhalb der Radiologie zur Leitung des Ultraschallzentrums, was bereits in München und Berlin erfolgreich umgesetzt werden

konnte. Bereits während des Studiums kann über eine Promotion verstärkte wissenschaftliche US-Tätigkeit in der Radiologie erfolgen. Ein Schwerpunkt der Ultraschallforschung liegt aktuell im Bereich der CEUS und quantitativen Elastografie (Strain- oder Scherwellenelektografie) und zukünftig auch der molekularen Bildgebung [22, 23]. Durch die Zusammenarbeit innerhalb von interdisziplinären Ultraschallzentren können interdisziplinäre und tierexperimentelle Forschungsvorhaben umgesetzt werden [23, 24]. Der Aufbau einer fachübergreifenden Bilddatenbank anhand standardisierter, einheitlicher US-Protokolle kann die Forschungsaktivität sowohl innerklinisch als auch national deutlich verbessern.

Neben der Erforschung der CEUS spielen aktuell auch multimodale Ansätze der Bildgebung eine wichtige Rolle, gerade hier ist die Vernetzung von Forschungspartnern essenziell. Daraus resultierten DFG-geförderte Projekte wie die Nachwuchsakademie mit dem Titel „Biophysikalische Grundlagen der Medizinischen Bildgebung“, die gemeinsam erfolgreich umgesetzt wurden (URL: <https://www.dgmp.de/de-DE/426/dfg-nachwuchsakademie-biophysikalische-grundlagen-der-medizinischen-bildgebung>). Elastografische Eigenschaften von Leberfibrosen wurden hierbei präklinisch und klinisch betrachtet [25]. Weitere Forschungsschwerpunkte sind neben dem Mammakarzinom [26, 27] auch das Prostatakarzinom, wo CEUS die Beurteilung fokaler Läsionen zur gezielten Biopsie unterstützen kann [4, 23, 28]. Hier wurde durch die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen der Klinik für Urologie, Radiologie und Pathologie ein Ansatz zur Echtzeitfusion von MRT und US-Bilddaten zur gezielten Prostatabiopsie erarbeitet [4, 28]. Es resultieren gemeinsame klinische Entscheidungen und Forschungsvorhaben, wie beispielsweise mit der Gefäßchirurgie zur Thematik der Endoleakdiagnostik. ► **Tab. 3** liefert einen Überblick über die Struktur von 5 existierenden US-Zentren in Deutschland.

Ausblick

Durch die Etablierung von interdisziplinären Ultraschallzentren ergeben sich weitere Möglichkeiten der wirtschaftlichen Optimierung. So konnte in der 2012 veröffentlichten DEGUM-Multicenter-Studie PRIMUS gezeigt werden [14], dass die Krankenhausverweildauer durch den Einsatz des US innerhalb der ersten 24 h in der Notaufnahme von 8 auf 5 Tage reduziert werden kann. Es können teilweise stationäre Aufnahmen vermieden und ambulante Weiterbehandlungen erleichtert werden. Der Einfluss auf die mögliche therapeutische Konsequenz und gezielte weiterführende Diagnostik ist damit sehr hoch.

Vor diesem Hintergrund kann bei guter Struktur- und Ergebnisqualität der zentralisierte interdisziplinäre US eine gleichberechtigte Rolle im Konzert der übrigen Schnittbildverfahren spielen und gliedert sich in das fallpauschalgesteuerte System des gesamten Krankenhauses ein. Wie Busch ausführte [29], arbeiten innerhalb eines Imaging Centers (also der radiologischen Klinik) „Ultraschall-Spezialisten mit ausgewiesener Expertise und hochwertigsten Geräten... Die Sonografie hat hierbei den Status einer Referenzmethode, ...“. Den Wert dieser Referenzmethode Ultraschall sollte man aber unbedingt im Kontext mit allen Schnittbildverfahren betrachten. Die in der Radiologie inhärent vorhandene, multimodale Schnittbildkompetenz prädestiniert die Radiologie zur Federführung bei Aufbau, Organisation und Leitung eines Ultra-

schallzentrums. Unsere radiologische Fachgesellschaft tut gut daran, die Bereitschaft zum Öffnen der Strukturen für ein interdisziplinäres Ultraschallzentrum unter der Federführung der Radiologie zu fördern. So können Besitzstandsdenken gemeinsam überwunden werden und der zentralisierte US mit den übrigen Modalitäten effektiv verzahnt werden.

Bei Etablierung eines zentral agierenden, interdisziplinären Ultraschallzentrums besteht die Herausforderung, wohlüberlegt die Zentralisierung einerseits der „Modalität Ultraschall“ und andererseits bestimmter organ- bzw. erkrankungsbezogener Prozesse je nach den lokalen Gegebenheiten und Erfordernissen des Krankenhauses abzustimmen. In vielen Kliniken wurden in den letzten Jahren (ebenfalls oft interdisziplinär und zentral organisierte) Funktionsbereiche aufgebaut, die sich räumlich und organisatorisch am „clinical pathway“ der Patienten orientieren. Beispiele sind interdisziplinäre Brustkrebszentrums-Ambulanzen und Gefäßzentrums-Ambulanzen. Je nach Volumen des Patienten- und Untersuchungsaufkommens können sich hieraus Limitationen für den Anspruch eines Ultraschallzentrums ergeben, möglichst umfassend sonografische Ressourcen zur Verfügung zu stellen.

Interessenkonflikt

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

Literatur

- [1] Schnur S. Rationelle Ultraschalldiagnostik Grundlagen und problemorientierte Anwendung. 1st ed Berlin Heidelberg: Springer-Verlag; 2001
- [2] Clevert DA, Paprottka PM, Helck A et al. Image fusion in the management of thermal tumor ablation of the liver. *Clin. Hemorheol. Microcirc* 2012; 52: 205–216
- [3] Trottmann M, Marcon J, D’anastasi M et al. The role of VTIQ as a new tissue strain analytics measurement technique in testicular lesions. *Clin. Hemorheol. Microcirc* 2014; 58: 195–209
- [4] Maxeiner A, Stephan C, Durmus T et al. Added Value of Multiparametric Ultrasonography in Magnetic Resonance Imaging and Ultrasonography Fusion-guided Biopsy of the Prostate in Patients with Suspicion for Prostate Cancer. *Urology* 2015; 86: 108–114
- [5] Lerchbaumer MH, Auer TA, Marticorena GS et al. Diagnostic performance of contrast-enhanced ultrasound (CEUS) in testicular pathologies: Single-center results. *Clin. Hemorheol. Microcirc* 2019; 1–11
- [6] Clevert DA, Paprottka P, Sommer WH et al. The Role of Contrast-Enhanced Ultrasound in Imaging Carotid Arterial Diseases. *Semin. Ultrasound, CT MRI* 2013; 34: 204–212
- [7] Gürtler VM, Sommer WH, Meimarakis G et al. A comparison between contrast-enhanced ultrasound imaging and multislice computed tomography in detecting and classifying endoleaks in the follow-up after endovascular aneurysm repair. *J. Vasc. Surg* 2013; 58: 340–345
- [8] Sommer WH, Becker CR, Haack M et al. Time-resolved CT angiography for the detection and classification of endoleaks. *Radiology* 2012; 263: 917–926
- [9] Fischer C, Krix M, Weber MA et al. Contrast-Enhanced Ultrasound for Musculoskeletal Applications: A World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology Position Paper. *Ultrasound Med. Biol* 2020; 46: 1279–1295
- [10] Sidhu PS. Multiparametric Ultrasound (MPUS) Imaging: Terminology Describing the Many Aspects of Ultrasonography. *Ultraschall Med* 2015; 36: 315–317
- [11] Weber MA, Delorme S. Sonografische Weiterbildung auf dem Weg zum radiologischen Facharzt: Konzepte und Herausforderungen. *Radiologie* 2017; 57: 967–972
- [12] Sidhu P, Cantisani V, Dietrich C et al. The EFSUMB Guidelines and Recommendations for the Clinical Practice of Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) in Non-Hepatic Applications: Update 2017 (Long Version). *Ultraschall Der Medizin – Eur. J. Ultrasound* 2018; 39: e2–e44
- [13] Müller T, Martiny H, Merz E et al. DEGUM recommendations on infection prevention in ultrasound and endoscopic ultrasound. *Ultraschall Der Medizin* 2018; 39: 284–303
- [14] Schuler A, Karbe T, Vasilakis D et al. Primär Ultraschall als Bildgebung in der Notaufnahme. Endergebnisse der PRIMUS-Studie (DEGUM Multi-center-Studie). *Ultraschall Der Medizin – Eur. J. Ultrasound* 2012; 33: A901
- [15] Westwood M, Joore M, Grutters J et al. Contrast-enhanced ultrasound using SonoVue(R) (sulphur hexafluoride microbubbles) compared with contrast-enhanced computed tomography and contrast-enhanced magnetic resonance imaging for the characterisation of focal liver lesions and detection of liver m. *Health Technol. Assess* 2013; 17: 1–243
- [16] Rice JA, Brewer J, Speaks T et al. The POCUS Consult: How Point of Care Ultrasound Helps Guide Medical Decision Making. *Int. J. Gen. Med* 2021; 14: 9789–9806
- [17] Wüstner M, Mertiny E, Busch HP. Arbeitsweise eines interdisziplinären Ultraschallzentrums – Ein neuer Weg zu professioneller Ultraschalldiagnostik. *Klinikerarzt* 2012; 41: 47–51
- [18] Săftoiu A, Gilja OH, Sidhu PS et al. The EFSUMB Guidelines and Recommendations for the Clinical Practice of Elastography in Non-Hepatic Applications: Update 2018. *Ultraschall Der Medizin* 2019; 40: 425–453
- [19] Osterwalder J, Mathis G, Hoffmann B. New Perspectives for Modern Trauma Management – Lessons Learned from 25 Years FAST and 15 Years E-FAST. *Ultraschall Der Medizin* 2019; 40: 560–583
- [20] Østergaard ML, Rue Nielsen K, Albrecht-Beste E et al. Simulator training improves ultrasound scanning performance on patients: a randomized controlled trial. *Eur. Radiol* 2019; 29: 3210–3218
- [21] Ertl-Wagner B, Barkhausen J, Mahnken A et al. White Paper: Radiological Curriculum for Undergraduate Medical Education in Germany. *RoFo Fortschritte Auf Dem Gebiet Der Röntgenstrahlen Und Der Bildgeb. Verfahren* 2016; 188: 1017–1023
- [22] Klotz LV, Gürkov R, Eichhorn ME et al. Perfusion characteristics of parotid gland tumors evaluated by contrast-enhanced ultrasound. *Eur. J. Radiol* 2013; 82: 2227–2232
- [23] Fischer T, Thomas A, Tardy I et al. Vascular endothelial growth factor receptor 2-specific microbubbles for molecular ultrasound detection of prostate cancer in a rat model. *Invest. Radiol* 2010; 45: 675–684
- [24] Nikolaou K, Cyran CC, Lauber K et al. Präklinische Bildgebung im Tiermodell bei strahlentherapie. *Radiologie* 2012; 52: 252–262
- [25] Tzschätzsch H, Ipek-Ugay S, Nguyen Trong M et al. Multifrequency time-harmonic elastography for the measurement of liver viscoelasticity in large tissue windows. *Ultrasound Med. Biol* 2015; 41: 724–733
- [26] Durmus T, Stöckel J, Slowinski T et al. The hyperechoic zone around breast lesions – An indirect parameter of malignancy. *Ultraschall Der Medizin* 2014; 35: 547–553
- [27] Fischer T, Grigoryev M, Bossenz S et al. Sonografische Mikrokalkdetektion – Potenzial einer neuen Methode. *Ultraschall Der Medizin* 2012; 33: 357–365
- [28] Maxeiner A, Fischer T, Schwabe J et al. Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) and Quantitative Perfusion Analysis in Patients with Suspicion for Prostate Cancer. *Ultraschall Der Medizin – Eur. J. Ultrasound* 2019; 40: 340–348
- [29] Busch H. Kosteneffizienz eines modernen Imaging Centers. *RöFo – Fortschritte Auf Dem Gebiet Der Röntgenstrahlen Und Der Bildgeb. Verfahren* 2013; 185: RKSP307_2