

Digital Training Formats in Ultrasound Diagnostics for physicians: What options are available and how can they be successfully integrated into current DEGUM certified course concepts?

Digitale Ausbildungsformate in der ärztlichen Ultraschalldiagnostik: Welche Angebote stehen zur Verfügung und wie kann eine Integration in bestehende DEGUM zertifizierte Kurskonzepte gelingen?



Valentin Blank



Deike Strobel



Thomas Karlas

Korrespondenzadresse

Prof. Deike Strobel
Department of Internal Medicine 1,
Erlangen University Hospital
Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg,
Ulmenweg 18, 91054 Erlangen, Germany
Tel.: +49/91 31/8 53 50 00
Fax: +49/91 31/8 53 52 52
deike.strobel@uk-erlangen.de

Bibliografie

Ultraschall in Med 2022; 43: 428–434
DOI 10.1055/a-1900-8166
ISSN 0172-4614
© 2022. Thieme. All rights reserved.
Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,
70469 Stuttgart, Germany

Introduction

In the last two decades, our lives have changed more rapidly than ever before as a result of technical developments. Many aspects of our lives have already been “digitally transformed” and we take advantage of the resulting opportunities as a matter of course. Virtual conferences, digital apartment tours, data storage in the “cloud” and the omnipresent availability of global information on one’s own smartphone have permanently changed the way we deal with knowledge.

But what influence does digitalization have on ultrasound training? Have we already sufficiently exploited the possibilities of digital knowledge transfer in ultrasound teaching? The purpose of this editorial is to highlight the facets and possibilities of digital knowledge transfer in ultrasound and the associated demands on ultrasound professional societies.

In the last two years, the pandemic situation with related far-reaching contact restrictions has severely impacted traditional formats of medical education and training, thereby accelerating the development of digital instructional options. This has particu-

larly challenged teaching staff and ultrasound course instructors to transform established classroom formats into hybrid and distance offerings in a short period of time using digital tools to ensure well-founded ultrasound education even in times of pandemic. This has resulted in a variety of digital formats, ranging from usual podcasts with a simple audio track to completely new, digital-driven hands-on teaching concepts. Examples include live demonstrations with camera-based visualization of transducer guidance [1] and, for students, the use of virtual reality formats with superimposition of images of anatomical structures on the patient’s body [2]. These digital productions, some of which are complex, have shown both the presenters and course participants the advantages as well as the technical challenges of the new digital material.

One key feature of these digital training formats stands out in particular: unlike in-person formats, a broad audience can be addressed, so that previously small seminar-sized presentations can now quickly reach hundreds of listeners in virtual conference rooms.

Which digital knowledge offerings in ultrasound are currently available, and how can high-quality digital training formats be integrated into existing course systems?

Overview of Digital Training Formats

Analogous to the variety of standard ultrasound textbooks designed for both beginners and ultrasound experts ranging from didactically elaborately designed course books to comprehensive monographs, digital offerings are likewise available in manifold diversity and quality. At the beginning of digitization, the presentations were mostly limited to embedding simple QR codes in existing ultrasound textbooks or enclosing data media with digital image material [3–5]. This made it possible to supplement the usual static images with more meaningful video clips and thus better meet the requirements of a dynamic investigation method. A further boost to development has been the ubiquitous availability of modern display systems with large data storage thus providing the possibility of making extensive reference works accessible to a large audience with the integration of efficient full-text search algorithms [6–8]. In recent years exclusively digitally-available knowledge databases, some of which are also textbook-like in character, have also become increasingly popular in addition to a mostly identical hybrid use of classic textbooks in both digital and analog form [7, 8]. Now, in times of increasing workload compression in clinical practice, specialists have rapid access to medical knowledge. Two points are essential for the quality of these knowledge portals: (i) Experts in ultrasound diagnostic should be involved in the development and supervision, if possible with peer review procedures. (ii) Professional support by graphic designers and IT specialists is a prerequisite for embedding complex multimedia content and thus making full use of the opportunities offered by digital knowledge transfer. The SARS Cov-2 pandemic created a great need for, and interest in, rapid communication of new diagnostic findings. For example, numerous studies have been performed on the use of chest ultrasound in Covid-19-positive patients, thus resulting in part in extensive pulmonary ultrasound protocols [9]. Access to these protocols was quickly achieved via the DEGUM homepage [10] and was integrated into existing online textbooks immediately after publication, thus making them available to a wide audience [11, 12].

Rapid access to ultrasound pathologies is provided by digital ultrasound image and video collections [13–17] initiated and continuously updated by clinically active ultrasound specialists. These non-commercial and freely available ultrasound atlases are suitable for classifying one's own ultrasound findings in everyday clinical practice as well as for ultrasound training. In addition, educational platforms are being developed in sonography covering most clinically-relevant topics from musculoskeletal sonography and emergency ultrasound to echocardiography and vascular ultrasound, and whose target groups include some non-physician professional groups (e. g., physician assistants). Some platforms are provided by the manufacturers of modern and compact handheld devices [18]. Complex examination steps are taught in a

simple, easy-to-understand manner through elaborate multimedia tutorials. Experts in their respective fields from all over the world are often requested for this purpose, and the presentations are recorded in English [19, 20]. However, commercial platforms usually only contain image material pertaining to their own ultrasound devices and their related ultrasound procedures, and are therefore not manufacturer-independent. Especially for the education of students, there are a variety of tutorials, often designed by individual ultrasound initiatives initially intended for smaller groups (local universities, ultrasound courses) and then redistributed via websites, YouTube or similar multimedia channels [18]. This often involves elaborately created content that is also used by young postgraduate assistants. In addition, complete courses are now also available in digital formats as material independent of time and place [11, 21]. However, these course concepts are usually not certifiable by professional societies and do not include practical exercise components under individual supervision. It is therefore debatable to what extent such material can contribute to structured and professionally qualified ultrasound instruction. To compensate for the lack of hands-on experience, some of these online courses are now supplemented by local live events in small groups [22, 23]. Likewise, "practical" training on the local computer is conceivable in the future or currently provided by simulator-based applications, which are often smartphone-based [24]. Continuing education and training in ultrasound diagnostics are also provided through international scientific conferences or as part of development advancement initiatives. Likewise, digitally-supported meeting and training culture are valuable in such instances. In addition, considerable time, financial as well as ecological resources can be saved. In development aid in particular, this can provide continuous and sustained support and supervision [25]. Telemedical care, especially for training purposes, can also open up exciting new perspectives [26, 27].

Despite all the positive efforts towards digital ultrasound training, the absolutely necessary practice-oriented training component remains a dilemma. To date, there are limitations to virtual structured learning of practical processes and handling of the transducer as well as the direct supervision and interaction by an experienced trainer. The current certification requirements of the ultrasound specialist societies justifiably demand a high proportion of practical instruction in small groups, taught by qualified instructors. The integration of practical knowledge transfer into digital teaching formats must therefore be considered from the outset. This is the only way to enable the urgently needed certification of digital course offerings by ultrasound specialist societies in order to continue to meet future high quality standards. Concepts have therefore been tested in recent years in order to also be able to offer practical skills in the "virtual world". Proposals and offerings range from smartphone-based ultrasound simulations [28, 29] to low-cost technical options with a training transducer that can be connected to a computer for practicing device handling [30] to elaborate simulators that even allow superimposition of anatomic guidance structures on digital ultrasound volumes based on virtual-reality applications [2, 31].



► **Fig. 1** Exemplary overview of digital training formats in ultrasound. Source: 123Sonography GmbH; Amboss GmbH; Deepscope; © 2022 Scanbooster UG (haftungsbeschränkt), www.scanbooster.com – Scanbooster® is a registered trademark in Germany; Used with permission. Copyright 2022 SonoSim, Inc; Ultraschall-Klinikum Erlangen; Sonokurs Gießen; Dr. med. Valentin Blank.

► **Abb. 1** Exemplarische Übersicht digitaler Ausbildungsformate im Ultraschall. Source: 123Sonography GmbH; Amboss GmbH; Deepscope; © 2022 Scanbooster UG (haftungsbeschränkt), www.scanbooster.com – Scanbooster® is a registered trademark in Germany; Used with permission. Copyright 2022 SonoSim, Inc; Ultraschall Klinikum Erlangen; Sonokurs Gießen; Dr. med. Valentin Blank.

Proposal for the Integration of Digital Teaching Content in Ultrasound Education and Training

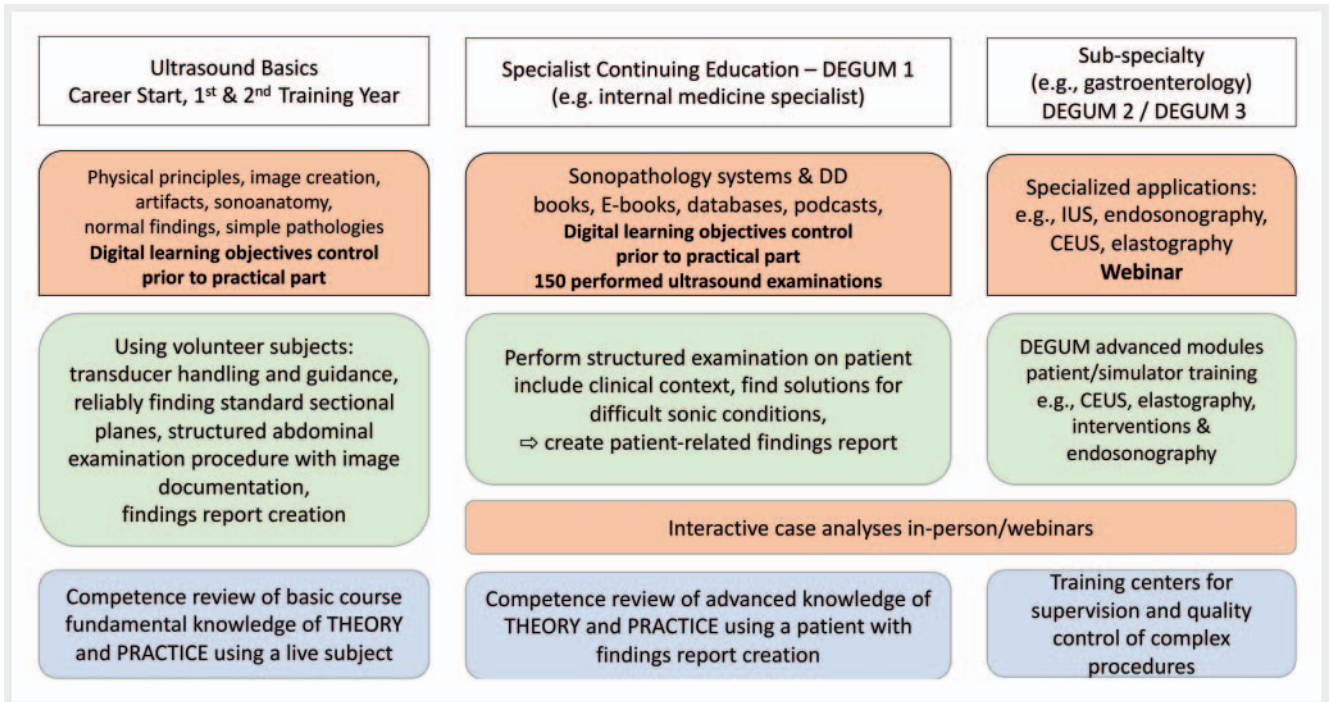
There is a great variety of digital products, and their availability increases almost daily. ► **Fig. 1** provides overview of various concepts. Up to now, there has been no central registration of the formats, e. g., by ultrasound professional societies, as has been common practice for DEGUM-certified classroom-based courses. It should be the task of the ultrasound associations to classify these various digital ultrasound training courses and to define standards for quality and content based on the established certification system for in-person courses [32]. Clinical sonography is an intellectually challenging combination of theoretical knowledge with established practical skills and clinical reasoning in direct interaction with the patient. The required skills can be taught by means of well-structured ultrasound courses. Neither exclusively digital teaching materials nor a series of in-person lectures meet this need. Instead, a combination of different teaching concepts is necessary, which should be adapted to the respective knowledge level of the participants. For beginners, the focus is on acquiring practical skills, whereas for specialists, a concentration on

complex pathologies and their differential diagnosis is relevant.

► **Fig. 2** provides suggestions and talking points on integrating digital content into sonographic education and training. Different content and skills must be taught depending on the level of knowledge and training. Theoretical content in particular can be conveyed in digital form before the start of the live event and, for example, reviewed online in the form of a syllabus before the course begins.

Summary

The demand for structured ultrasound training continues to be very high and currently well exceeds the availability of classroom courses. The Covid pandemic has exacerbated the situation due to the reduced number of course offerings. Class availability can be expanded by supplementary digital formats and offered to a greater number of participants. However, professional societies must evaluate and certify this content in order to ensure consistently high quality of structured education and training. A discussion on the integration of existing online offerings by DEGUM and the development of certified course formats are urgently needed.



► **Fig. 2** Proposal for the integration of digital content in ultrasound education and training. Orange = theoretical basics (digital); green = practical exercises (classroom format/supervision); blue = review of practical competence (classroom format). IUS = interventional ultrasound; CEUS = contrast enhanced ultrasound.

► **Abb. 2** Vorschlag zur Integration digitaler Lehrkonzepte in die Aus- und Weiterbildung. Orange = Theoretische Grundlagen (digital); grün = praktische Übungen (Präsenzformat/Supervision); blau = Überprüfung der Handlungskompetenz (Präsenzformat). IUS = interventional ultrasound; CEUS = contrast enhanced ultrasound.

Digitale Ausbildungsformate in der ärztlichen Ultraschalldiagnostik: Welche Angebote stehen zur Verfügung und wie kann eine Integration in bestehende DEGUM zertifizierte Kurskonzepte gelingen?

Einleitung

In den letzten beiden Dekaden hat sich unser Leben durch technische Entwicklungen so schnell gewandelt wie selten zuvor. Viele Bereiche unseres Alltags sind bereits „digital transformiert“ und wir nutzen ganz selbstverständlich die daraus entstehenden Möglichkeiten. Virtuelle Konferenzen, digitale Wohnungsbesichtigungen, Datenspeicherung in „Clouds“ und omnipräsente Verfügbarkeit des globalen Wissens am eigenen Smartphone haben unseren Umgang mit Wissen nachhaltig verändert.

Doch welchen Einfluss hat die Digitalisierung auf die Ultraschallausbildung? Haben wir die Möglichkeiten der digitalen Wissensvermittlung in der Ultraschalllehre bereits ausreichend genutzt? In diesem Editorial sollen die Facetten und Möglichkeiten digitaler Wissensvermittlung im Ultraschall und die damit verbundenen Anforderungen an die Ultraschallfachgesellschaften beleuchtet werden.

In den letzten beiden Jahren hat die pandemische Lage mit weitreichenden Kontaktbeschränkungen traditionelle Formate

der ärztlichen Aus- und Weiterbildung stark beeinträchtigt und hierdurch die Entwicklung digitaler Lehrangebote beschleunigt. Dies hat insbesondere Lehrverantwortliche und Ultraschall-Kursleiter vor die Herausforderung gestellt etablierte Präsenzformate in kurzer Zeit mithilfe digitaler Werkzeuge in Hybrid- und Distanzangebote umzuwandeln, um auch in Pandemiezeiten eine fundierte Ultraschallausbildung gewährleisten zu können. Hieraus sind unterschiedliche Formate entstanden, die von klassischen Podcasts mit simpler Tonspur bis hin zu völlig neuen, praxisorientierten Lehrkonzepten reichen. Beispielhaft zu nennen sind Live-demonstrationen mit kameragestützter Visualisierung der Schallkopfführung [1] und für Studierende der Einsatz von Virtual Reality Formaten mit Einblendung anatomischer Strukturen in den Patientenkörper [2]. Diese z. T. komplexen digitalen Produktionen haben den Referierenden und auch den Kursteilnehmern sowohl die Vorzüge als auch die technischen Herausforderungen der neuen digitalen Angebote vor Augen geführt.

Ein wesentliches Merkmal dieser digitalen Ausbildungsformate tritt besonders hervor: im Gegensatz zu Präsenzformaten kann eine breite Zuhörerschaft erreicht werden, sodass bisher kleine Angebote in Seminargröße nun schnell hunderte Zuhörer in virtuellen Konferenzräumen erreichen können.

Welche digitalen Wissensangebote stehen im Ultraschall bisher zu Verfügung und wie kann eine Integration qualitativ hochwertiger digitaler Ausbildungsformate in bestehende Kurssysteme funktionieren?

Überblick über digitale Ausbildungsformate

Analog zur Vielfalt klassischer Ultraschalllehrbücher, die sich mit unterschiedlichen Konzepten sowohl an Einsteiger als auch an Ultraschallexperten richten und von didaktisch aufwändig konzipierten Kursbüchern bis hin zu umfassenden Monographien reichen, präsentieren sich auch die digitale Angebote in mannigfaltiger Vielfalt und Qualität. Zu Beginn der Digitalisierung beschränkten sich die Angebote meist auf die Einbettung simpler QR-Codes in bestehende Ultraschalllehrbücher oder die Beilage von Datenträgern mit digitalem Bildmaterial [3–5]. Hierdurch konnten die klassischen Standbilder durch aussagekräftigere Videoclips ergänzt werden und somit dem Anspruch einer dynamischen Untersuchungsmethode besser Rechnung getragen werden. Ein weiterer Entwicklungsschub entstand durch die ubiquitäre Verfügbarkeit moderner Endgeräte mit großem Datenspeicher und somit der Möglichkeit umfangreiche Nachschlagewerke mit Einbindung effizienter Volltextsuchalgorithmen einem großen Auditorium zugänglich zu machen [6–8]. Neben dieser inhaltlich meist identischen hybriden Nutzung klassischer Lehrbücher sowohl in digitaler und auch in analoger Form haben sich in den letzten Jahren vermehrt auch ausschließlich digital verfügbare Wissensdatenbanken mit zum Teil ebenfalls lehrbuchartigem Charakter großer Beliebtheit erfreut [7, 8], die in Zeiten zunehmender Arbeitsverdichtung im klinischen Alltag einen raschen Zugriff auf medizinisches Fachwissen erlauben. Für die Qualität solcher Wissensportale sind zwei Punkte wesentlich: (1) es bedarf einer fundierten fachlich-redaktionellen Betreuung, nach Möglichkeit mit peer review Verfahren. (2) Ein professioneller Support durch Grafiker und EDV-Spezialisten ist Voraussetzung um die Einbettung komplexer multimedialer Inhalte zu ermöglichen und dadurch die Chancen digitaler Wissensvermittlung umfänglich zu nutzen. Durch die SARS-Cov-2-Pandemie entstanden ein großer Bedarf und Interesse an einer schnellen Vermittlung neuer diagnostischer Erkenntnisse. Zum Beispiel wurden zahlreiche Studien zur Anwendung der Thoraxsonographie bei Covid-19-positiven Patienten durchgeführt. Hieraus resultierten z. T. umfangreiche Lungensonographieprotokolle [9]. Der Zugriff auf diese Protokolle gelang schnell über die Homepage der DEGUM [10] und wurde unmittelbar nach Veröffentlichung in bestehende Online-Lehrbücher integriert und so einem breiten Publikum zugänglich gemacht werden [11, 12].

Einen schnellen Zugriff auf Ultraschallpathologien ermöglichen durch klinisch tätige Ultraschallexperten initiierte und ständig aktualisierte digitale Ultraschallbild- und Videosammlungen [13–17]. Diese nicht kommerziellen und frei verfügbaren Ultraschallatlanten eignen sich für die Einordnung eigener Ultraschallbefunde im klinischen Alltag oder auch für Ultraschallfortbildungen. Daneben entwickeln sich in der Sonographie „Education-Plattformen“, die von der muskuloskelettalen Sonographie über die Notfallsonographie bis hin zu Echokardiographie und zum Gefäßultraschall fast alle klinisch relevanten Themenfelder umfassen und deren Zielgruppen teilweise auch nichtärztliche Berufsgruppen (z. B. physician assistants) ansprechen wollen. Einige Plattformen werden durch die Gerätehersteller moderner und kompakter Handheld-Geräten vorgehalten und erinnern an umfangreiche und z. T. aufwendig produzierte „YouTube-Tutorials“ [18]. In ein-

facher, leicht verständlicher Art und Weise werden komplexe Untersuchungsschritte durch multimedial aufwendig erstellte Tutorials gelehrt. Häufig werden hierzu Experten auf den jeweiligen Gebieten aus der ganzen Welt angefragt und die Tutorials in englischer Sprache aufgezeichnet [19, 20]. Die kommerziellen Plattformen beinhalten jedoch in der Regel nur Bildmaterial zu den eigenen Ultraschallgeräten und deren Ultraschallverfahren und sind somit nicht Herstellerunabhängig. Insbesondere für die Ausbildung von Studierenden gibt es eine Vielzahl von Lehrtutorials, die häufig durch einzelne Ultraschallinitiativen, Vereine oder studentische Gruppen zunächst für kleinere Gruppen (lokale Universitäten, Ultraschallkurse) konzipiert wurden und dann über Webseiten, YouTube oder ähnliche Multimediakanäle weiterverbreitet werden [18]. Häufig handelt es sich hierbei um aufwändig erstellte Lehrinhalte, die auch von jungen Weiterbildungsassistenten genutzt werden. Neben diesen in der Regel auf einzelne Themen fokussierte Lehrinhalte stehen mittlerweile auch vollständige Kursangebote in digitalen Formaten als zeitlich und örtlich unabhängiges Angebot zu Verfügung [11, 21]. Diese Kurskonzepte sind in der Regel jedoch nicht durch Fachgesellschaften oder Berufsverbände zertifizierungsfähig und beinhalten meist keine praktischen Übungsanteile. Es ist daher umstritten, inwieweit solche Angebote zu einer strukturierten und fachlich qualifizierten Ultraschalllehre beitragen können. Um den fehlenden Praxisanteil zu kompensieren, werden einige dieser Onlinekursangebote mittlerweile durch lokale Präsenzveranstaltungen in Kleingruppen ergänzt [22, 23]. Auch ein „praktisches“ Training am heimischen Computer ist durch Simulator-basierte Anwendungen, die häufig Smartphone-basiert arbeiten, in Zukunft denkbar und bzw. wird bereits eingesetzt [24]. Die Weiter- und Fortbildung in der Ultraschalldiagnostik erfolgt auch über internationale wissenschaftliche Konferenzen oder im Rahmen von Initiativen der Entwicklungshilfe. Auch hierbei ist die digital unterstützte Meeting- und Ausbildungskultur wertvoll. Zusätzlich können erhebliche zeitliche, finanzielle und nicht zuletzt ökologische Ressourcen eingespart werden. Gerade in der Entwicklungshilfe kann hierdurch eine kontinuierliche und anhaltende Unterstützung und Supervision erfolgen [25]. Auch die telemedizinische Betreuung, insbesondere zu Ausbildungszwecken, kann neue spannende Perspektiven eröffnen [26, 27].

Bei allen positiven Bestrebungen einer digitalen Ultraschallausbildung bleibt das Dilemma einer zwingend notwendigen praxisorientierten Ausbildungskomponente. Gerade das strukturierte Erlernen praktischer Abläufe und des Schallkopfhandlings und die unmittelbare Supervision und Interaktion durch den erfahrenen Ausbilder lassen sich bisher nur bedingt virtuell realisieren. Die bisherigen Zertifizierungsanforderungen der Ultraschallfachgesellschaften fordern zu Recht einen hohen Anteil an praktischer Ausbildung in Kleingruppen durch qualifizierte Tutoren. Die Integration praktischer Wissensvermittlung in digitale Lehrformate muss deshalb von Anfang an mit bedacht werden. Nur so kann die dringend erforderliche Zertifizierung digitaler Kursangebote durch Ultraschallfachgesellschaften ermöglicht werden, um auch zukünftig die hohen Qualitätsansprüchen gerecht werden zu können. In den zurückliegenden Jahren wurden deshalb Konzepte erprobt um auch praktische Skills „in der virtuellen Welt“ anbieten zu können. Die Vorschläge und Angebote reichen von Smartpho-

ne-basierten Ultraschallsimulationen [28, 29] über kostengünstige technische Möglichkeiten mit einem an einem Computer anschließbaren „Übungsschallkopf“ zum Training des Schallkopfhandlings [30] bis hin zu aufwendigen Simulatoren, die sogar eine Einblendung anatomischer Leitstrukturen in digitale Ultraschallvolumina basierend auf virtual-reality Anwendungen ermöglichen [2, 31].

Vorschlag zur Integration digitaler Lehrinhalte in die sonographische Aus- und Weiterbildung

Digitale Angebote gibt es bereits in großer Vielfalt und das Angebot wächst nahezu täglich. ► **Abb. 1** zeigt exemplarisch einen Überblick über verschiedene Konzepte. Bisher erfolgt keine zentrale Registrierung der Formate z. B. durch Ultraschallfachgesellschaften, wie dies bei DEGUM-zertifizierten Kursangeboten in Präsenzform bisher üblich ist. Aufgabe der wissenschaftlichen Ultraschallfachgesellschaften muss es sein, diese Vielfalt an digitalen Ultraschallangeboten einzuordnen und in Anlehnung an das etablierte Zertifizierungssystem für Präsenzkurse Standards für Qualität und Inhalte zu definieren [32]. Die klinische Sonographie ist eine intellektuell anspruchsvolle Kombination aus theoretischem Wissen mit fundierten praktischen Fertigkeiten und klinischem Denken in direkter Interaktion mit dem Patienten. Die hierfür benötigten Kompetenzen können durch gut strukturierte Ultraschallkurse vermittelt werden. Ausschließlich digitale Lehrangebote, aber auch die Aneinanderreihung von Frontalvorträgen werden diesem Anspruch nicht gerecht. Es ist eine Verknüpfung verschiedener didaktischer Lehrkonzepte notwendig, die an den jeweiligen Kenntnisstand der Teilnehmer angepasst werden sollten. Für Anfänger steht das Erlernen praktischer Fertigkeiten im Vordergrund, wohingegen für Experten eine Fokussierung auf komplexen pathologischen Veränderungen und deren Differenzialdiagnose relevant ist. ► **Abb. 2** soll Vorschläge und Denkanreize zur Integration digitaler Inhalte in die sonographische Aus- und Weiterbildung liefern. Abhängig vom Wissen- und Ausbildungsstand müssen unterschiedliche Inhalte und Fertigkeiten trainiert werden. Insbesondere theoretische Inhalte können bereits vor Beginn der Präsenzveranstaltung in digitaler Form vermittelt werden und zum Beispiel in Form von Antestaten vor Kursbeginn online überprüft werden.

Zusammenfassung

Der Bedarf strukturierter Ultraschallausbildung ist weiterhin sehr hoch und übersteigt aktuell das Angebot an Präsenzkursen deutlich. Die Situation hat sich durch das reduzierte Kursangebot während der Covid-Pandemie nochmals zugespitzt. Durch ergänzende digitale Formate können die Angebote erweitert und einer höheren Teilnehmerzahl angeboten werden. Für eine gleichbleibend hohe Qualität der strukturierten Aus- und Weiterbildung müssen jedoch diese Inhalte durch Fachgesellschaften bewertet und zertifiziert werden. Eine Diskussion über die Integration vorhandener Onlineangebote durch die DEGUM und die Entwicklung zertifizierter Kursformate sind dringend notwendig.

Interessenkonflikt

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

References

- [1] JUGA Winter School – DGVS – Deutsche Gesellschaft für Gastroenterologie, Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten [cited 2022]. Available at: <https://www.dgvs.de/versorgung/junge-gastroenterologie/angebote/juga-winter-school/>
- [2] Universität Leipzig: Nette Spielerei oder Lehre der Zukunft? [cited 2022]. Available at: <https://magazin.uni-leipzig.de/bloggen/bloggen/artikel/ultraschallausbildung-im-studium-bald-mit-augmented-reality-2022-04-14>
- [3] Schmidt K, Görg C. Kursbuch Ultraschall: Nach den Richtlinien der DEGUM und der KBV Thieme; 2015
- [4] Dietrich CF. Deutscher Ärzte-Verlag GmbH. Ultraschall-Kurs: organbezogene Darstellung von Grund- und Aufbaukurs sowie weiterführender Module (Postgraduierten-Kurse): nach den Richtlinien von KBV, DEGUM, ÖGUM und SGUM.
- [5] Braun BW. Seitz K Georg Thieme Verlag KG. Sonografie kompetent von der Indikation zur Interpretation.
- [6] eRef – Für Sie gemacht – Georg Thieme Verlag [cited 2022]. Available at: <https://eref.thieme.de/>
- [7] Medizinwissen, auf das man sich verlassen kann | AMBOSS [cited 2022]. Available at: <https://www.amboss.com/de>
- [8] Evidence-Based Clinical Decision Support System | UpToDate | Wolters Kluwer [cited 2022]. Available at: <https://www.wolterskluwer.com/en/solutions/upToDate>
- [9] Vorschlag eines standardisierten Lungen-Ultraschallprotokolls in den Zeiten von COVID-19 | DEGUM [cited 2022]. Available at: <https://www.degum.de/die-gesellschaft/degum-news/im-detail/news/vorschlag-eines-standardisierten-lungen-ultraschallprotokolls-in-den-zeiten-von-covid-19.html>
- [10] Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin – DEGUM [cited 2022]. Available at: <https://www.degum.de/>
- [11] AMBOSS-Sonokurs – AMBOSS [cited 2022]. Available at: <https://next.amboss.com/de/article/9q0N0h#Zc65a547c354232869ebc333dedb522c9>
- [12] DEGUM-Mitteilungen: COVID-19-Lungenentzündung: Sicher, rasch und standardisiert mittels Ultraschallprotokoll erfassen. Ultraschall in Med 2020; 41: 449–451
- [13] Innere Medizin Albertinen-Krankenhaus Hamburg. Sonographie-Atlas. [cited 2022]. Available at: <https://sonographiebilder.de/sonographie-atlas>
- [14] SONO.GALLERY [cited 2022]. Available at: <https://sono.gallery/>
- [15] Sonographieatlas Erlangen – Der Sonographieatlas Erlangen bietet eine Sammlung von Ultraschall-Bildern und Videos [cited 2022]. Available at: <https://sonographie.org/>
- [16] ATLAS Home – EFSUMB [cited 2022]. Available at: <https://efsumb.org/portfolio-item/atlas-home>
- [17] Merkel D, Schneider C, Ludwig M. Internet-based digital video atlas of sonographic findings for clinical and educational purposes. Journal of Ultrasonography Polish Ultrasound Society 2020; 2020: e24–e28
- [18] Abdomensonografie – Einführung und Gerätebedienung – YouTube [cited 2022]. Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=UuRrH2MDW0E>
- [19] Butterfly Education Weiterbildung [cited 2022]. Available at: <https://www.butterflynetwork.com/de-de/education>
- [20] SonoAccess – die App für Ultraschall-Training | Fujifilm Sonosite [cited 2022]. Available at: <https://www.sonosite.com/de/node/991>

- [21] Online Echocardiography Course & Sonography Training | 123 Sonography [cited 2022]. Available at: <https://123sonography.com/>
- [22] Ultraschallkurse von Holger Strunk [cited 2022]. Available at: <https://www.holgerstrunk.de/>
- [23] SONO2Learn – Unsere Kurse und Preise [cited 2022]. Available at: <https://www.sono2learn.de/de/kurse>
- [24] Sonofun [cited 2022]. Available at: <https://sonofun.de/c/start>
- [25] Wahome R, Mirsch D, Kariuki L et al. Ultrasound virtual skills based workshop: An African experience in the COVID era. In: African Journal of Emergency Medicine 2022
- [26] Blenkinsop G, Heller RA, Carter NJ et al. Remote ultrasound diagnostics disrupting traditional military frontline healthcare delivery. In: BMJ Military Health 2021
- [27] Recker F, Höhne E, Damjanovic D et al. Ultrasound in Telemedicine: A Brief Overview. In: Applied Sciences (Switzerland) 2022
- [28] Scanbooster App [cited 2022]. Available at: <https://www.thieme.de/de/thieme-connect/scanbooster-app-161463.htm>
- [29] Hartmann TJ, Friebe-Hoffmann U, de Gregorio N de et al. Novel and flexible ultrasound simulation with smartphones and tablets in fetal echocardiography. Arch Gynecol Obstet. 2022; 305: 19–29
- [30] SonoSim – Ultraschall-Trainingslösung [cited 2022]. Available at: <https://sonosim.com/de/>
- [31] CAE Vimedix | CAE Healthcare [cited 2022]. Available at: <https://www.caehealthcare.com/ultrasound-simulation/vimedix/>
- [32] EFSUMB Webinars Archive – EFSUMB [cited 2022]. Available at: <https://efsumb.org/webinars-archive/>