

Undergraduate ultrasound education at German-speaking medical faculties: a survey

Abstract

Background: The purpose of this study was twofold: to assess the status of undergraduate medical ultrasound (US) education in the German-speaking area and to suggest a possible framework for a longitudinal undergraduate medical US curriculum based on the study results and a literature review.

Methods: The survey included 44 medical faculties in the German-speaking area: 37 in Germany, four in Austria and three in German-speaking Switzerland. A standardized questionnaire focused on the following aspects of undergraduate medical US education: general information, organization, resources, assessment methods and evaluation.

Results: Data from 28 medical faculties were analysed. 26 out of 28 medical faculties offered US courses, 21 offered compulsory as well as elective courses, four offered compulsory and one elective courses only. 27 medical faculties supported US skills implementation. Abdominal US (n=25) was most common in teaching basic US skills. A learning objective catalogue was provided at 15 medical faculties. At 22 medical faculties, medical specialists were involved in undergraduate medical US education. 24 out of 26 medical faculties thought that peer-teaching is important to convey US skills. Medical faculties used the following methods to assess US skills: objective structured clinical examination (OSCE, n=7), non-standardized practical exams (n=4), non-standardized combined oral-practical exams (n=2) or direct observation of procedural skills (DOPS, n=1). 25 out of 26 medical faculties evaluated their US courses and 19 made suggestions for improvements in undergraduate medical US education.

Conclusion: Medical faculty members in the German-speaking area have recognized the relevance of undergraduate medical US education. So far, courses are offered heterogeneously with rather short hands-on scanning time and high student-instructor ratio. Based on the results of this study and a literature review we suggest a possible framework and milestones on the way to a longitudinal undergraduate medical US curriculum.

Keywords: clinical skills, ultrasound education, medical students, curriculum development, peer-teaching

1. Background

Ultrasound (US) as a diagnostic tool is used by almost every medical discipline today. Young residents are expected to have basic US skills and knowledge of the method. However, residents report they have been taught in US only to a limited degree [1]. The national competency-based learning objective catalogues of Austria [2], Germany [<http://www.nklm.de>] and Switzerland [3] recommend only theoretical knowledge and a “knows how” competence level [4] of US skills. Nevertheless, medical students acquire basic US skills and reach a competence level of “shows how” when instructed by a medical specialist or trained peer-student-tutor offering appropriate

hands-on scanning time and small-group training [5], [6], [7].

Several international medical faculties have implemented US course components into their core curriculum [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16]. In 2011, Hoppmann et al. integrated a vertical US curriculum at the University of South Carolina, School of Medicine for all medical students across four years of medical school [8].

In the German-speaking area the medical faculties of Duesseldorf and Muenster offer a basic US curriculum for all medical students (of one study year) with hands-on training sessions over 10 weeks with 1.5 to 2 hours per session and small group sizes with three to five medical students [17], [18]. Baltarowich et al. developed a two-folded national US curriculum for medical students

Robert Wolf¹

Nicole Geuthel²

Franziska Gnatzy³

Daisy Rotzoll¹

1 University of Leipzig, Faculty of Medicine, Skills and Simulation Centre LernKlinik Leipzig, Leipzig, Germany

2 University Hospital Leipzig, Department of Paediatrics, Clinic for Paediatric Surgery, Leipzig, Germany

3 St. Elisabeth Hospital Leipzig, Clinic for Internal Medicine II, Leipzig, Germany

in the United States. They promoted the utilization of US as a teaching tool during preclinical and as a basic examination skill during clinical education [19]. In 1996, at the Medical Faculty of Hannover, Teichgräber et al. first described the educational advantages of US within the preclinical curriculum to teach gross anatomy [16]. Meanwhile, similar programmes have been implemented by numerous educators [20], [21], [22], [23], [24], [25]. However, in a previous study by Lohmann et al., surveying the postgraduate US medical education at German university hospitals, only 50% of medical US specialists thought that the integration of US into the gross anatomy curriculum would be useful [26].

Nevertheless, medical students have recognized that “It is time for the sonoscope” [27] and founded student initiatives such as “Sono4You”. “Sono4You” was founded in Vienna in 2007 and is now present in different European cities with an expanding amount of course offers [<http://www.sono4you.org/> accessed 07 Jun 2019]. There are partnerships to other student initiatives (e.g. “Sono4Students” Bonn [<https://sono4students.uni-bonn.de/> accessed 07 Jun 2019], “AG Sonografie” Berlin [https://lernzentrum.charite.de/leistungen/arbeitsgruppen/ag_sonografie/ accessed 07 Jun 2019]), as well as to several skillslabs in the German-speaking area and to the national US societies of Germany, Switzerland and Austria (DEGUM [<https://www.degum.de/index.html> accessed 07 Jun 2019]; SGUM [<https://sgum-ssum.ch/> accessed 07 Jun 2019]; OEGUM [<http://www.oegum.at/> accessed 07 Jun 2019]).

The European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology (EFSUMB) recently promoted undergraduate medical US education within European medical faculties and formulated steps to achieve this goal [28]. Following this rapid development and the controversial views on the subject, it is necessary to understand how and to which extent US is taught at German-speaking medical faculties. The purpose of this study was therefore twofold: to assess the status of undergraduate medical US education in the German-speaking area and to suggest a possible framework for a longitudinal undergraduate medical US curriculum based on the study results and a literature review.

2. Methods

2.1. Questionnaire

To evaluate the status quo of undergraduate medical US education in the German-speaking area the questionnaire by Beckers et al. was adapted [29]. This questionnaire surveyed the status of German undergraduate medical education in emergency care medicine in 2009 with its relevant components. This survey was developed by the “Committee for Emergency Medical Care and Simulation” within the “German Association for Medical Education” (GMA) [<https://gesellschaft-medizinische-ausbildung.org/>

[ausschuesse/notfallmedizin-und-simulation.html](https://www.degum.de/ausschuesse/notfallmedizin-und-simulation.html) accessed 07 Jun 2019].

The questionnaire (see attachment 1) focused on the following aspects of undergraduate medical US education:

1. General information
2. Organization
3. Resources
4. Assessment methods
5. Evaluation

In total, 32 questions were posed in closed-ended (n=16), open-ended (n=3) and multiple-response format (n=13).

2.2. Participating medical faculties

In December 2015, 44 medical faculties were listed for the German-speaking area on the websites of “Medizinischer Fakultätentag” [<https://medizinische-fakultaeten.de/> accessed 07 Jun 2019] and “Thieme via medici informieren” [<https://www.thieme.de/viamedici/vor-dem-studium-infos-zum-medizinstudium-1493/a/medizinische-fakultaeten-22820.htm> accessed 07 Jun 2019]: 37 in Germany, four in Austria and three in German-speaking Switzerland.

2.3. Time frame

All skillslabs in Germany, Switzerland and Austria were contacted via the “Skillslab-Forum” in December 2015 – a communication platform for all skillslabs in the German-speaking area, supervised by the University of Cologne, Faculty of Medicine [<https://lists.uni-koeln.de/mailman/listinfo/skillslab-forum/> 07 Jun 2019]. An information leaflet (see attachment 2) gave an overview of the survey. The questionnaire could either be filled out via a protected word- or pdf-document. Due to the initial low response rate, representatives of the undergraduate medical US education were contacted via the skillslab director, dean’s office or internet search of the medical faculty’s website. All participants were reminded every two weeks via e-mail or telephone call. A final reminder was sent by postal mail with an enclosed, self-addressed and stamped envelope. The final response rate in May 2016 was 64% (28/44).

First results were presented at the “XI. International Skillslab Symposium in Essen” [30] and the “40. Dreiländertreffen of DEGUM, SGUM and OEGUM” [31].

2.4. Data analysis

The answers of the closed-ended and multiple-response questions were numbered, pre-coded and typed into a SPSS data sheet (IBM Statistics SPSS20®, IBM Chicago). Answers of the three open-ended questions were assigned to keywords and then pre-coded equivalent to the answers of the multiple-response and closed-ended questions. Contact data of participants and US representatives were listed in a separate data sheet to keep the analysis anonymous. Data on course duration were fragmentary and

varied from location to location. If time specifications could not be confirmed by internet search, they were excluded from data analysis.

3. Results

3.1. General information

26 out of 28 participating medical faculties offered US courses, 21 offered compulsory as well as elective courses, four offered compulsory and one elective courses only.

27 medical faculties supported US skills implementation into undergraduate medical curricula. Supportive opinions are shown in table 1. Arguments against undergraduate medical US education were that performing US is a highly specialized clinical skill and that US skill acquisition is not part of the German, Swiss or Austrian competency-based learning objective catalogue. Additionally, the input to teach US would outweigh the output because it should be practiced daily.

The person in charge of the undergraduate medical US education differed extremely between the medical faculties. Clinical (n=8) as well as skillslab staff (n=6), peer-student-tutors (n=4), the director of the US unit (n=3) and deans (n=2) were responsible. Three medical faculties could not specify or had no personnel for teaching US.

3.2. Organization

Budget for the undergraduate medical US education was either forwarded by the medical faculty (n=14), a department of the university hospital (n=13) or the dean's office (n=12). Third-party funds (n=5), government grants (n=5) or student representative funds (n=1) were also included. 17 medical faculties reported at least two or more financial aids.

US courses were offered as single courses at 11 medical faculties whereas ten medical faculties used a longitudinal curriculum approach. 16 medical faculties reported elective US courses either instead or as an add on to compulsory US courses.

Especially internal medicine (n=20), radiology (n=17) or both were involved in undergraduate medical US education. Family medicine was involved at seven, surgery at six, gynaecology at four, anaesthesiology, paediatrics, urology and anatomy at two and otorhinolaryngology, neurology and dermatology at one medical faculty, respectively.

11 medical faculties followed standards of the EFSUMB or the national US societies of Germany, Austria or Switzerland. A web presence of the undergraduate medical US education existed at 11 medical faculties. Medical students could prepare for courses with a course book/script (n=15), e-learning modules (n=10), lectures (n=8) or independent US skills training facilities (n=2).

Compulsory US courses were offered by 25 medical faculties mainly as compulsory elective courses and labora-

tory courses during clinical training (3rd to 5th year of medical study, see table 2). Every medical faculty in the German-speaking area offered a number of compulsory elective courses and medical students were required to select one during preclinical and one during clinical training [32]. Course durations of compulsory US courses are displayed in figure 1. Group sizes ranged from three to 60 medical students (ten to 240 within lectures) with one or two instructors.

Elective US courses were offered by 22 medical faculties mainly as skillslab courses during clinical training (3rd to 5th year of medical study, see table 2). Course duration of elective US courses ranged from a single 90-minute-course to a 42-hours-course-programme. Group sizes ranged from three to 15 medical students with one to three instructors.

Medical students examined each other (n=25), but also simulators (n=10), patients (n=7) or instructors and peer-student-tutors (n=3) were stated as objects of US examinations. Abdominal US skills training was most frequently implemented. Table 3 gives an overview of examined organs and organ systems in US skills training.

A learning objective catalogue for undergraduate medical US education was provided at 15 faculties. Table 4 shows learning objectives of undergraduate medical US education and "knobology" (instruction of control panels of US machines, see also Hofer's book "Sono Grundkurs" [33]).

3.3. Resources

Especially medical specialists (n=22) or residents (n=12) were involved in undergraduate medical US education. At 12 medical faculties, instructors were certified by the national US societies. 18 medical faculties used their own didactic training and seven medical faculties had instructors with a Master of Medical Education degree. Peer-student-tutors played an increasing role not only in elective, but also in compulsory US courses. Six medical faculties offered special training for peer-student-tutors with a 4-week elective in the US unit or instruction sessions by medical specialists. Peer-teaching was thought to be important for undergraduate medical US education (n=24). Supportive opinions for peer-teaching are shown in table 5.

A minimum of one and a maximum of 12 US machines (mean: 5) were available for undergraduate medical US education.

3.4. Assessment methods

Medical faculties used the following methods to assess US skills (see table 6): written exams (n=9), objective structured clinical examination (OSCE, n=7), non-standardized practical exams (n=4), non-standardized combined oral-practical exams (n=2), oral exams (n=1), essays (n=1) or direct observation of procedural skills (DOPS, n=1). Eight medical faculties had no assessment implemented.

Table 1: Support for US skills implementation in undergraduate medical curricula, n=24 (see question 5 of the questionnaire, open-ended)

US skills...	n	Percent
...are fundamental in clinical routine	16	67%
...are expected as a basic skill from graduates	11	46%
...are important for almost every medical discipline	9	38%
...contribute to patients' safety and hospitals' efficiency	9	38%
...connect clinical skills to anatomy and pathology	8	33%
...need to be practiced regularly	6	25%
...improve clinical decision making and problem solving	6	25%
...are useful as a teaching method	6	25%
...become more important through improvements of US machines	3	13%

US: Ultrasound

Table 2: Integration of US skills courses into the curriculum (see question 15 and 16 of the questionnaire, multiple-response)

	Curriculum integration				
	Compulsory courses (n=25)		Preclinical	Clinical	All
	n	%	n	n	n
Compulsory elective subject ¹	18	72	1	12	3
Laboratory course	15	60	2	11	2
Lecture	9	36		8	1
Seminar	7	28	2	4	1
Skillslab course	5	20		5	
Interdisciplinary subject	3	12		3	
Bedside teaching	3	12		3	
Demonstration in gross anatomy	1	4	1		
	Elective courses (n=22)				
Elective skillslab course	18	82	1	10	7
Echocardiography course ²	4	18		2	
Free US skills practice ³	4	18		1	2
Elective lecture	4	18		4	
Workshop "preclinical studies"	1	5	1		
ICU-US course	1	5		1	
FAST course in PBL	1	5		1	

¹⁻³Curriculum integration not specified: (n=2)¹, (n=2)², (n=1)³

US: Ultrasound;

ICU: Intensive care unit;

FAST: Focused assessment with sonography for trauma;

PBL: Problem-based learning.

3.5. Evaluation

US courses were evaluated by 25 medical faculties either online, paper-based or orally. Evaluations were published by 15 medical faculties. 19 medical faculties made suggestions for possible curriculum improvements (see table 7).

4. Discussion

4.1. Have German faculty members recognized the relevance of undergraduate medical US education?

Medical students are able to acquire basic US skills and a “shows how” competence level of US skills which they

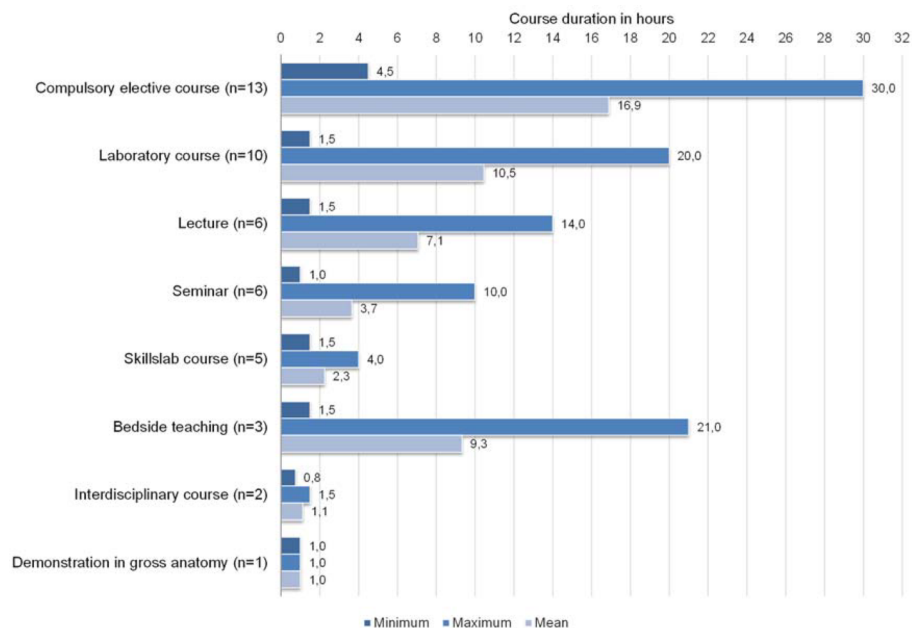


Figure 1: Course duration of compulsory US courses.

Table 3: Examined organs and organ systems (see question 18 of the questionnaire, multiple-response)

	Organs and organ systems (n=26)	
Gallbladder/-tract	25	96%
Pancreas	25	96%
Spleen	25	96%
Abdominal vessels/-lymph nodes	24	92%
Liver	24	92%
Kidney	24	92%
Urinary bladder	24	92%
FAST	16	62%
Thyroid gland	15	58%
Gastrointestinal tract	13	50%
Heart	11	42%
Female genital organs	11	42%
Neck vessels/-lymph nodes	10	38%
Male genital organs	6	23%
eFAST	4	15%
Thrombosis	2	8%
Muscles and tendons	1	4%
Transcranial	1	4%

FAST: Focused assessment with sonography for trauma;
eFAST: Extended FAST.

Table 4: Learning objectives of undergraduate medical US education and US knobology (see questions 19 and 20 of the questionnaire, multiple-response)

	Theoretical (n=26)	
Anatomical structures	24	92%
Basic physics	23	88%
US probes	21	81%
Indications and limitations	21	81%
Advantages and disadvantages	15	58%
Normal and pathological findings	3	12%
Innovative procedures	1	4%
	Practical (n=26)	
Applying contact pressure/US gel	26	100%
Giving patient instructions	26	100%
Choosing right US probe	24	92%
Orientation in sagittal/transversal plane	24	92%
Describing findings	20	77%
Doppler function	14	54%
Complete scanning of target organs	1	4%
	Knobology* (n=26)	
Freeze	25	96%
Depth	24	92%
Measurements	24	92%
Gain-overall	22	85%
Trackball	22	85%
Change of US probe	19	73%
Time gain compensation	19	73%
Body marker	13	50%
Menu change	12	46%
Selection of patient	11	42%
Comment	9	35%

US: Ultrasound

Knobology: Instruction of control panels of US devices.

can build on during residency [4], [5], [34]. Syperda et al. suggested approximately ten hours of theoretical preparation and 40 hours of practical US courses to train

second-year medical students in basic US skills, when measuring their post-training results [5]. In the German-speaking area only few medical faculties (e.g. Duessel-

Table 5: Support for peer-teaching in undergraduate medical US education, n=24 (see question 26 of the questionnaire, open-ended)

Peer-student-tutors...	n	Percent
...are equal to learners creating room for questions and practice	15	63%
...enable small-group learning in a tight curriculum	9	38%
...have a higher motivation	9	38%
...enable more time for practice	6	25%
...enable a better atmosphere for one-to-one-examination	4	17%
...give more cost-effective knowledge transfer	3	13%
...are – when qualified – not inferior to medical faculty staff in introductory knowledge	3	13%
...need instruction by a US medical specialist to prevent transfer of mistakes to student participants	3	13%

US: Ultrasound.

Table 6: Assessment methods of the undergraduate medical US education (see question 27 of the questionnaire, multiple-response)

	assessment method (n=25)	
Written exam	9	36%
None	8	32%
OSCE	7	28%
Non-standardized practical exam	4	16%
Non-standardized combined oral-practical exam	2	8%
Oral exam	1	4%
Essay	1	4%
DOPS	1	4%

US: Ultrasound;
OSCE: Objective structured clinical examination;
DOPS: Direct observation of procedural skills.

Table 7: Suggestions for possible curriculum improvements of undergraduate medical US education, n=19 (see question 32 of the questionnaire, open-ended)

	n	Percent
...longitudinal integration of medical US education into the curriculum including patient contact and final OSCE exam	10	53%
...increase in elective and compulsory US course offers	8	42%
...improvements of training for peer-student-tutors	6	32%
...more financial support for rooms, US machines and staff	5	26%
...higher cooperation between participating medical disciplines and institutions as well as other medical faculties	4	21%
...implementation of undergraduate medical US education in the competency-based learning objective catalogues of Germany, Switzerland and Austria	4	21%

US: Ultrasound;
OSCE: Objective structured clinical examination.

dorf, Muenster and Giessen) offered compulsory US courses with a comparable amount of hands-on scanning time (up to 20 hours) for all medical students of one study year [17], [18]. The overall duration of compulsory US courses differed considerably from location to location (total: one to 30 hours, mean: one to 17 hours). Instead, a variety of elective skillslab courses and compulsory elective courses were offered during clinical training to

supply hands-on training time for only a limited number of medical students.

Student-instructor ratio in compulsory US courses ranged from 3:1 to 60:1 (excluding lectures). Heinzow et al. introduced group sizes of three medical students in hands-on training sessions due to medical students' evaluations [18]. Hofer et al. implemented courses where five medical students were instructed by one peer-student-tutor togeth-

er with one medical specialist rotating between four different groups twice a day. Consequently, only four medical specialists per week were needed to provide courses for 160 medical students per semester and 320 per study year [17]. The ideal student-instructor ratio should not be higher than 5:1 [17], [18], [19], but Tolsgaard et al. recently found that instruction of student pairs (“dyad practice”) actually improved the efficiency of training and was not inferior to individual instruction [6]. Therefore, group sizes of six medical students seem suitable as well. The importance of peer-student-tutors and their benefits for small-group learning sessions was widely recognized. Peer-student-tutors are not inferior to medical faculty members in teaching medical students basic US skills [35]. Nevertheless, when it comes to interpreting physiological and pathological findings peer-student-tutors may be inferior in teaching due to lack of experience [36]. Consequently, peer-student-tutors need to be trained intensively. The curriculum for peer-student-tutors published by Hofer et al. consisted of four steps: working as dissecting-class tutor in gross anatomy, a 4-week elective in the US unit, role-play courses with experienced US peer-student-tutors and didactic seminars [17]. A similar curriculum by Celebi et al. involved a 2-hour seminar, a 3-week full-time elective in an US unit, a 2-hour supervised session with simulation and a 12-hour standardized peer-student-tutor didactic seminar [35].

Internal medicine and radiology were most frequently involved in undergraduate medical US education. Abdominal US is commonly performed by internists and radiologists in clinical routine and at the same time popular in teaching medical students basic US skills [26]. Adding other medical disciplines leads to a variety of potential US-based courses that could be integrated into bedside teaching during clinical years of medical education [19]. Medical faculties reported to offer such practical US courses during bedside teaching, but number and content of these courses were hardly measurable. Hoppmann et al. established a vertical curriculum that provides US experience over four years of medical school. During rotations in different clinical subjects, medical students had the chance to experience US through discipline-related hands-on training sessions [8], [37].

Medical faculties in the German-speaking area (e.g. Bochum, Essen, Hannover and Leipzig) used the educational advantages of US within the preclinical curriculum to teach gross anatomy, which had first been described by Teichgräber et al. in 1996.

Only a third of participating medical faculties introduced standardized practical skills exams, OSCE or DOPS, to assess US skills. Hofer et al. introduced multiple organ-specific OSCE exam stations [38]. DOPS introduced by Heinzow et al. grades the examiner’s abilities using seven different items [18]. Both can be considered as suitable for assessing US skills acquisition in a standardized, reproducible and objective format and should be therefore favoured over other, non-standardized assessment methods.

Medical faculty members in the German-speaking area have recognized the relevance for undergraduate medical US education, but courses are offered heterogeneously with rather short hands-on scanning time and high student-instructor ratio. Similar findings were reported by Bahner et al. in the United States [39] and Steinmetz et al. in Canada [40]. To state it with the words of Badea et al.: “There is an obvious lack of vision on this aspect even though there is a consensus regarding the value of ultrasonography in the teaching of various disciplines (anatomy, physiology, physiopathology and semiology) as well as in completing the diagnosis algorithm (clinical applications in different specialties and medical emergencies)” [11].

4.2. What steps must be taken on the way to a longitudinal undergraduate medical US curriculum?

Obviously, there cannot be one solution for an undergraduate medical US curriculum for every medical faculty in the German-speaking area. Each medical faculty has its own resources and starts from different levels in developing its own undergraduate medical US curriculum. Nevertheless, minimum standards for the integration of undergraduate medical US education are needed to overcome competing interests and to encourage the dialogue between medical specialists, medical faculty members, deans and medical students. Based on the results of this study and a literature review [17], [18], [19], [28], [36], [41] we suggest a possible framework and the following milestones on the way to a longitudinal undergraduate medical US curriculum:

1. Implement US at different stages throughout the curriculum. Possible integration points of US in a traditional study programme are:
 - e.g. gross anatomy course, physiology or physics laboratory course during preclinical years of study
 - e.g. basic physical examination course, problem-based learning, bedside teaching or elective during clinical years of study
 - e.g. compulsory elective courses, skillslab courses, workshops or courses provided by student initiatives during all years of study (see also figure 2)
2. Understand US as part of almost every medical discipline to teach its many possible applications.
3. Implement compulsory courses to supply every medical student with basic theoretical and practical US skills, rather than adding elective courses for only a limited number of medical students.
4. Add elective courses as extra US practice.
5. Gain for longitudinal US course implementation to increase total hands-on scanning time (approximately 20-40 hours in total).
6. Give a short theoretical introduction to each practical US session and/or link it to a lecture.

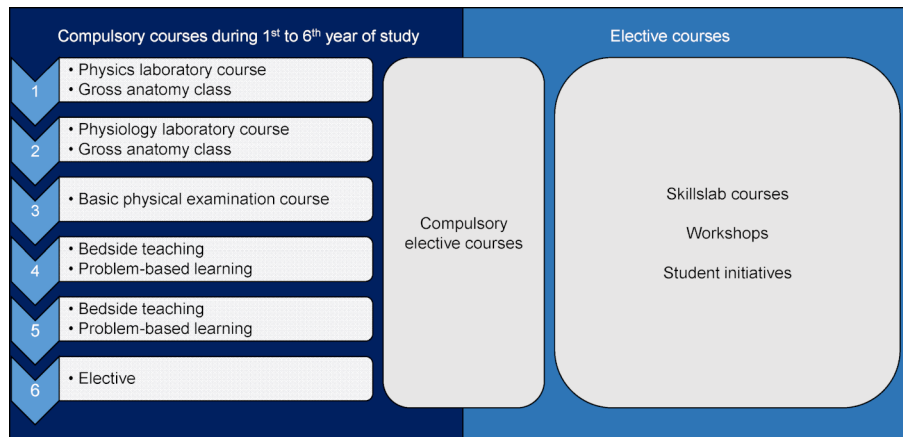


Figure 2: Possible integration points of undergraduate medical US education in a traditional German study program.

7. Network with your adjacent university hospital, medical faculty, dean's office and skillslab as well as non-local medical faculties, skillslabs, student initiatives and national US societies.
8. Train peer-student-tutors or medical faculty members to supply hands-on scanning time for small groups (maximum of six medical students per group).
9. Ensure supervision by a medical specialist when examining human models to differentiate between physiological and pathological findings.
10. Let medical specialists rotate between study groups to decrease their workload.
11. Supply a learning objective catalogue for medical students.
12. Evaluate your US courses to improve local undergraduate medical US education.
13. Apply for additional financial support (e.g. support from dean's office and medical faculty, third-party funds) and increase your chances by adding evaluation results.
14. Introduce suitable, standardized assessment methods (e.g. OSCE, DOPS).
15. Adjust the US skills competency level from "knows how" to "shows how" within the national competency-based learning objective catalogues.

4.3. Limitations of this study

The responsibility for the undergraduate medical US education differed tremendously between faculties or could not be specified at all. The enclosure of three open-ended questions provided a wide range of personal opinions, but the need for categorizing answers for data analysis may have led to information loss. Time range and group sizes of compulsory and elective course components were answered very heterogeneously by medical faculties.

Three years have passed since the survey has been carried out and the results have been published.

Therefore, another study is needed to describe the newest developments.

5. Conclusion

The next step is to integrate existing elective course offers into the curriculum to ensure practical US skills experience for all medical students. Networking with the own university hospital, medical faculty, dean's office and skillslab as well as non-local medical faculties, skillslabs, student initiatives and national US societies can help in achieving this goal. Ultimately, a longitudinal undergraduate medical US curriculum during all years of study and the adjustment of the national competency-based learning objective catalogues are needed to establish US as a crucial examination skill for every future doctor.

Abbreviations

- AG: "Arbeitsgemeinschaft", Working group;
- DEGUM: German Society for Ultrasound in Medicine;
- DOPS: Direct observation of procedural skills;
- EFSUMB: European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology;
- GMA: German Association for Medical Education;
- OEGUM: Austrian Society for Ultrasound in Medicine;
- OSCE: Objective structured clinical examination;
- SGUM: Swiss Society for Ultrasound in Medicine;
- US: Ultrasound.

Data

Data for this article are available from the Dryad Digital Repository: <http://dx.doi.org/10.5061/dryad.5rk56gg> [42]

Notes

Ethics approval and consent to participate

The goal of this study was obtaining a detailed description of the undergraduate US education of the German-speaking medical faculties. Consequently, the ethics committee of the Medical Faculty of Leipzig waived the

requirement for an ethical approval procedure. The study was conducted in accordance to the declaration of Helsinki, revised form, Seoul 2008. All institutions gave consent to publish questionnaire results. The study participation was voluntary.

Authors' contribution

RW adapted the questionnaire, performed data collection and analysis as well as drafted the manuscript. DR was involved in the design of the study and revised the manuscript. NG and FL implemented compulsory US skills courses and revised the manuscript. All authors read and approved the final manuscript.

Acknowledgements

The authors would like to thank all involved physicians, medical faculty members and medical students who volunteered to complete the questionnaire accurately.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Attachments

Available from

<https://www.egms.de/en/journals/zma/2019-36/zma001242.shtml>

- Attachment_1.pdf (120 KB)
Quantitative and qualitative situation analysis of the undergraduate ultrasound education at medical faculties in the German-speaking area
- Attachment_2.pdf (70 KB)
Information leaflet

References

- Santen SA, Rademacher N, Heron SL, Khandelwal S, Hauff S, Hopson L. How competent are emergency medicine interns for level 1 milestones: who is responsible? *Acad Emerg Med.* 2013;20:736-739. DOI: 10.1111/acem.12162
- Inter-university competence level working group of the medical universities of Austria. Austrian competence level catalogue for medical skills. Wien: Med. Universität Wien. Zugänglich unter/available from: https://www.meduniwien.ac.at/web/fileadmin/content/serviceeinrichtungen/forschungsservice/international_office/studierende/pdf/Austrian_Competence_Level_Catalogue_for_Medical_Skills.pdf Accessed 17 Mar 2019
- Bürgi H, Rindlisbacher B, Bader C, Bloch R, Bosman F, Gasser C, Gerke W, Humair JP, Im Hof V, Kaiser H, Lefebvre D, Schläppi P, Sottas B, Spinaz GA, Spuck AE. Swiss catalogue of learning objectives for undergraduate medical training. Genf: Joint Conference of Swiss Medical Faculties (SMIFK); 2008. Zugänglich unter/available from: http://sco.smifk.ch/downloads/sco_2008.pdf Accessed 17 Mar 2019
- Miller GE. The assessment of clinical skills/competence/performance. *Acad Med.* 1990;65:S63-S67. DOI: 10.1097/00001888-199009000-00045
- Syperda VA, Trivedi PN, Melo LC, Freeman ML, Ledermann EJ, Smith TM, Alben JO. Ultrasonography in preclinical education: a pilot study. *J Am Osteopath Assoc.* 2008;108(10):601-605.
- Tolsgaard MG, Madsen ME, Ringsted C, Oxlund BS, Oldenburg A, Sorensen JL, Ottesen B, Tabor A. The effect of dyad versus individual simulation-based ultrasound training on skills transfer. *Med Educ.* 2015;49(3):286-295. DOI: 10.1111/medu.12624
- Rao S, van Holsbeeck L, Musial JL, Parker A, Bouffard JA, Bridge P, Jackson M, Dulchavsky SA. A pilot study of comprehensive ultrasound education at the Wayne State University School of Medicine. *J Ultrasound Med.* 2008;27(5):745-749. DOI: 10.7863/jum.2008.27.5.745
- Hoppmann RA, Rao VV, Poston MB, Howe DB, Hunt PS, Fowler SD, Paulman SE, Wells JR, Richeson NA, Catalana PV, Thomas LK, Britt Wilson L, Cook T, Riffle S, Neuffer FH, McCallum JB, Keisler BD, Brown RS, Gregg AR, Sims KM, Powell CK, Garber MD, Morrison JE, Owens WB, Carnevale KA, Jennings WR, Fletscher S. An integrated ultrasound curriculum (iUSC) for medical students: 4-year experience. *Crit Ultrasound J.* 2011;3(1):1-12. DOI: 10.1007/s13089-011-0052-9
- Am Dinh V, Dukes WS, Prigge J, Avila M. Ultrasound integration in undergraduate medical education: comparison of ultrasound proficiency between trained and untrained medical students. *J Ultrasound Med.* 2015;34:1819-1824. DOI: 10.7863/ultra.14.12045
- Arger PH, Schultz SM, Sehgal CM, Cary TW, Aronchick J. Teaching medical students diagnostic sonography. *J Ultrasound Med.* 2005;24(10):1365-1369. DOI: 10.7863/jum.2005.24.10.1365
- Badea R. Ultrasonography courses for medical students organized by "Iuliu Hatieganu" University of Medicine and Pharmacy and SRUMB (The Romanian Society of Ultrasonography in Medicine and Biology). *Ultraschall Med.* 2012;33:394-395. DOI: 10.1055/s-0033-1349755
- Bahner DP, Adkins EJ, Hughes D, Barrie M, Boulger CT, Royall NA. Integrated medical school ultrasound: development of an ultrasound vertical curriculum. *Crit Ultrasound J.* 2013;5:6. DOI: 10.1186/2036-7902-5-6
- Blackstock U, Munson J, Szyld D. Bedside ultrasound curriculum for medical students: report of a blended learning curriculum implementation and validation. *J Clin Ultrasound.* 2015;43:139-144. DOI: 10.1002/jcu.22224
- Brown B, Adhikari S, Marx J, Lander L, Todd GL. Introduction of ultrasound into gross anatomy curriculum: perceptions of medical students. *J Emerg Med.* 2012;43:1098-1102. DOI: 10.1016/j.jemermed.2012.01.041
- Day J, Davis J, Riesenberger LA, Heil D, Berg K, Davis R, Berg D. Integrating sonography training into undergraduate medical education: a study of the previous exposure of one institution's incoming residents. *J Ultrasound Med.* 2015;34:1253-1257. DOI: 10.7863/ultra.34.7.1253
- Teichgräber UKM, Meyer JMA, Nautrup CP, Rautenfeld DB. Ultrasound anatomy: a practical teaching system in human gross anatomy. *Med Educ.* 1996;30:296-298. DOI: 10.1111/j.1365-2923.1996.tb00832.x
- Hofer M, Schiebel B, Hartwig HG, Garten A, Mödler U. Innovative Kurskonzepte für Kleingruppenpraktika in bildgebenden Verfahren. Ergebnisse einer Längsschnitt-2-Kohorten-Studie im Rahmen des medizindidaktischen Pilotprojektes Düsseldorf. *Dtsch Med Wochenschr.* 2000;125:717-723. DOI: 10.1055/s-2007-1024468

18. Heinzow HS, Friederichs H, Lenz P, Schmedt A, Becker JC, Hengst K, Marschall B, Domagk D. Teaching ultrasound in a curricular course according to certified EFSUMB standards during undergraduate medical education: a prospective study. *BMC Med Educ.* 2013;13:84. DOI: 10.1186/1472-6920-13-84
19. Baltarowich OH, Di Salvo DN, Scoutt LM, Brown DL, Cox CW, DiPietro MA, Glazer DI, Hamper UM, Manning MA, Nazarian LN, Neutze JA, Romero M, Stephenson JW, Dubinsky TJ. National ultrasound curriculum for medical students. *Ultrasound Q.* 2014;30(1):13-19. DOI: 10.1097/RUQ.0000000000000066
20. Fakoya FA. Integrating ultrasound technology into teaching gross anatomy: point of order! *Med Educ Online.* 2013;18:208-288. DOI: 10.3402/meo.v18i0.20888
21. Dreher SM, DePhilip R, Bahner D. Ultrasound exposure during gross anatomy. *J Emerg Med.* 2014;46:231-240. DOI: 10.1016/j.jemermed.2013.08.028
22. Ganguly PK, Chakravarty M, Latif NA, Osman M, Abu-Hijleh M. Teaching of anatomy in a problem-based curriculum at the Arabian Gulf University: the new face of the museum. *Clin Anat.* 2003;16(3):256-261. DOI: 10.1002/ca.10144
23. Griksaitis MJ, Sawdon MA, Finn GM. Ultrasound and cadaveric dissections as methods for teaching cardiac anatomy: a comparative study. *Anat Sci Educ.* 2012;5(1):20-26. DOI: 10.1002/ase.259
24. Hammoudi N, Arangalage D, Boubrat L, Renaud MC, Isnard R, Collet JP, Cohen A, Duguet A. Ultrasound-based teaching of cardiac anatomy and physiology to undergraduate medical students. *Arch Cardiovasc Dis.* 2013;106(10):487-491. DOI: 10.1016/j.acvd.2013.06.002
25. Jurjus RA, Dimorier K, Brown K, Slaby F, Shokoohi H, Boniface K, Liu YT. Can anatomists teach living anatomy using ultrasound as a teaching tool? *Anat Sci Educ.* 2014;7(5):340-349. DOI: 10.1002/ase.1417
26. Lohmann M, Hänle MM, Klaus J, Kratzer W. Aus- und Weiterbildungssituation in der Abdomensonografie an deutschen Universitätskliniken–Vergleich 1999-2009. *Z Gastroenterol.* 2011;49:971-976. DOI: 10.1055/s-0031-1273361
27. Greenbaum LD. It is time for the sonoscope. *J Ultrasound Med.* 2003;22(4):321-322. DOI: 10.7863/jum.2003.22.4.321
28. Cantisani V, Dietrich CF, Badaea R, Dudea S, Prosch H, Cerezo E, Nuernberg D, Serra A, Sidhu PS, Radzina M, Piscaglia F, Bachmann Nielsen M, Ewertsen C, Saftoiu A, Calliada F, Gilja OH. EFSUMB Statement on Medical Student Education in Ultrasound long version. *Ultrasound Int Open.* 2016;2(1):E2-7. DOI: 10.1055/s-0035-1569413
29. Beckers SK, Timmermann A, Müller MP, Angstwurm M, Walcher F. Undergraduate medical education in emergency medical care: a nationwide survey at German medical schools. *BMC Emerg Med.* 2009;9:7. DOI: 10.1186/1471-227X-9-7
30. Medizinische Fakultät Duisburg-Essen. XI. Internationales SkillsLab Symposium 2016: Abstractsammlung 18.03. - 19.03.2016. Duisburg: Universität Duisburg-Essen, Med. Fakultät; 2016. Zugänglich unter/available from: https://www.uni-due.de/~ht0209/isis2016/wp-content/uploads/2016/03/isis2016_abstractsammlung.pdf
31. Hagedorff AHJ, Gilja OH. DEGUM 2016. 40. Dreiländertreffen DEGUM, ÖGUM, SGUM. 28th Euroson Congress of the EFSUMB: Congress Abstracts. *Ultraschall Med.* 2016;37:S1-S78. DOI: 10.1055/s-0036-1587985
32. Rotzoll D, Wienhold R, Weigel A, Wolf R. Present situation of and future outlook for undergraduate English for medical purposes education in Germany. *J Med Eng Educ.* 2014;13:47-54.
33. Hofer M. Sono Grundkurs: Ein Arbeitsbuch für den Einstieg: 40 Tabellen und 40 Videosequenzen (mit GIT-Bildmaterial von Alexis Müller-Marbach). 8th ed. Stuttgart: Thieme Verlag; 2015.
34. Konge L, Albrecht-Beste E, Bachmann Nielsen M. Ultrasound in pre-graduate medical education. *Ultraschall Med.* 2015;36(3):213-215. DOI: 10.1055/s-0034-1399553
35. Celebi N, Zwirner K, Lischner U, Bauder M, Ditthard K, Schürger S, Riessen R, Engel C, Balletshofer B, Weyrich P. Student tutors are able to teach basic sonographic anatomy effectively – a prospective randomized controlled trial. *Ultraschall Med.* 2012;33(2):141-145. DOI: 10.1055/s-0029-1245837
36. Griksaitis MJ, Scott MP, Finn GM. Twelve tips for teaching with ultrasound in the undergraduate curriculum. *Med Teach.* 2014;36(1):19-24. DOI: 10.3109/0142159X.2013.847909
37. Hoppmann RA, Rao VV, Bell F, Poston MB, Howe DB, Riffle S, McMahon C, Wilson LB, Blanck E, Richeson NA, Thomas LK, Hartman C, Neuffer FH, Keisler BD, Sims KM, Garber MD, Shuler CO, Blaivas M, Chillaq SA, Wagner M, Barron K, Davis D, Wells JR, Kenney DJ, Hall JW, Bornemann PH, Schrif D, Hunt PS, Owens WB, Smith RS, Jackson AG, Hagon K, Wilson SP, Fowler SD, Catroppo JF, Rizvi AA, Powell CK, Cook T, Brown E, Navarro FA, Thornhill J, Burgis J, Jennings WR, McCallum JB, Nottingham JM, Kreiner J, Haddad R, Augustine JR, Pedigo NW, Catalana PV. The evolution of an integrated ultrasound curriculum (iUSC) for medical students: 9-year experience. *Crit Ultrasound J.* 2015;7(1):18. DOI: 10.1186/s13089-015-0035-3
38. Hofer M, Kamper L, Sadlo M, Sievers K, Heussen N. Evaluation of an OSCE assessment tool for abdominal ultrasound courses. *Ultraschall Med.* 2011;32(2):184-190. DOI: 10.1055/s-0029-1246049
39. Bahner DP, Goldman E, Way D, Royall NA, Liu YT. The state of ultrasound education in U.S. medical schools: results of a national survey. *Acad Med.* 2014;89(12):1681-1686. DOI: 10.1097/ACM.0000000000000414
40. Steinmetz P, Dobrescu O, Oleskevich S, Lewis J. Bedside ultrasound education in Canadian medical schools: A national survey. *Can Med Educ J.* 2016;7(1):e78-e86.
41. Palma JK. Successful strategies for integrating bedside ultrasound into undergraduate medical education. *Mil Med.* 2015;180(4 Suppl):153-157. DOI: 10.7205/MILMED-D-14-00573
42. Wolf R, Geuthel N, Gnatzy F, Rotzoll D. Data from: Undergraduate ultrasound education at German-speaking medical faculties: a survey. *Dryad Digital Repository.* 2019. DOI: 10.5061/dryad.5rk56gg

Please cite as

Wolf R, Geuthel N, Gnatzy F, Rotzoll D. Undergraduate ultrasound education at German-speaking medical faculties: a survey. *GMS J Med Educ.* 2019;36(4):Doc34. DOI: 10.3205/zma001242, URN: urn:nbn:de:0183-zma0012428

This article is freely available from

<https://www.egms.de/en/journals/zma/2019-36/zma001242.shtml>

Received: 2018-05-08

Revised: 2019-03-24

Accepted: 2019-04-15

Published: 2019-08-15

Copyright

©2019 Wolf et al. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License. See license information at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Studentische Ultraschallausbildung an deutschsprachigen medizinischen Fakultäten: eine Umfrage

Zusammenfassung

Hintergrund: Ziel dieser Studie war zum einen den derzeitigen Stand der Ultraschall-(US)-Ausbildung im Humanmedizinstudium im deutschsprachigen Raum zu überprüfen. Zum anderen sollte – basierend auf den Ergebnissen dieser Untersuchung und einer Literaturrecherche – eine mögliche Struktur eines longitudinalen US-Curriculums vorgeschlagen werden.

Methoden: Die Umfrage schloss 44 medizinische Fakultäten des deutschsprachigen Raumes ein: 37 in Deutschland, vier in Österreich und drei in der deutschsprachigen Schweiz. Ein standardisierter Fragebogen beinhaltete allgemeine Angaben, Organisation, Ressourcen, Überprüfung des Lernerfolgs und Evaluation der US-Ausbildung im Humanmedizinstudium.

Ergebnisse: Daten von 28 medizinischen Fakultäten wurden ausgewertet. 26 von 28 medizinischen Fakultäten boten US-Kurse an, davon 21 sowohl Pflicht- als auch Wahlkurse, vier ausschließlich Pflichtkurse und eine ausschließlich Wahlkurse. 27 medizinische Fakultäten befürworteten die Implementierung einer studentischen US-Ausbildung. Die Abdomensonographie galt bei 25 der befragten Fakultäten als beliebteste Methode, um grundlegende US-Fertigkeiten zu unterrichten. Ein Lernzielkatalog wurde an 15 medizinischen Fakultäten zur Verfügung gestellt. An 22 medizinischen Fakultäten waren FachärztInnen an der US-Ausbildung im Humanmedizinstudium beteiligt. 24 von 26 medizinischen Fakultäten fanden Peer-Teaching sinnvoll, um US-Fertigkeiten zu vermitteln. Als Prüfungsmodalitäten wurden „objective structured clinical examination“ (OSCE, n=7), nicht-standardisierte praktische Prüfungen (n=4), nicht-standardisierte kombiniert mündlich-praktische Prüfungen (n=2) oder „direct observation of procedural skills“ (DOPS, n=1) verwendet. 25 von 26 medizinischen Fakultäten gaben an, ihre US-Kurse zu evaluieren und 19 formulierten Verbesserungsvorschläge der US-Ausbildung im Humanmedizinstudium.

Schlussfolgerung: An medizinischen Fakultäten im deutschsprachigen Raum wird die Vermittlung von US-Fertigkeiten als relevant eingestuft. Bisher werden US-Kurse heterogen mit eher kurzen praktischen Übungszeiten und hohem Verhältnis von Studierenden zu Lehrenden angeboten. Basierend auf den Ergebnissen dieser Studie und einer Literaturrecherche schlagen wir sowohl eine mögliche Struktur eines longitudinalen Curriculums einer US-Ausbildung im Humanmedizinstudium als auch Meilensteine auf dem Weg dorthin vor.

Schlüsselwörter: klinische Fertigkeiten, Ultraschallausbildung, Medizinstudierende, Curriculum-Entwicklung, Peer-Teaching

1. Hintergrund

Ultraschall (US) wird heute von fast jeder medizinischen Disziplin als diagnostische Methode eingesetzt. Grundlegende US-Fertigkeiten werden bei jungen AssistenzärztInnen häufig vorausgesetzt. Jedoch geben AssistenzärztInnen an, nur eingeschränkt im US ausgebildet worden zu

sein [1]. Die nationalen kompetenzbasierten Lernzielkataloge Österreichs [2], Deutschlands [<http://www.nklm.de>] und der Schweiz [3] fordern bislang nur theoretisches Wissen und ein „knows how“-Kompetenzlevel [4] der US-Fertigkeiten. Medizinstudierende können jedoch grundlegende US-Fertigkeiten erlangen und ein „shows how“-Kompetenzlevel erreichen, wenn sie von einem Facharzt/ einer Fachärztin oder einem ausgebildetem studentischen Tutor/ einer ausgebildeten studentischen

Robert Wolf¹

Nicole Geuthel²

Franziska Gnatzy³

Daisy Rotzoll¹

1 Universität Leipzig,
Medizinische Fakultät, Skills
und Simulationszentrum
LernKlinik Leipzig, Leipzig,
Deutschland

2 Universitätsklinikum Leipzig,
Department für Kinder- und
Jugendmedizin, Klinik und
Poliklinik für Kinderchirurgie,
Leipzig, Deutschland

3 St. Elisabeth-Krankenhaus
Leipzig, Klinik für Innere
Medizin II, Leipzig,
Deutschland

schen Tutorin angeleitet werden und ihnen genug Zeit für praktische Übungen in kleinen Gruppen ermöglicht wird [5], [6], [7].

Mehrere internationale medizinische Fakultäten haben US-Kurskomponenten in ihr Kerncurriculum implementiert [8], [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16]. 2011 integrierten Hoppmann et al. an der medizinischen Fakultät der Universität von South Carolina ein vertikales US-Curriculum für alle Medizinstudierenden über vier Jahre des klinischen Studienabschnitts [8].

Im deutschsprachigen Raum bieten die medizinischen Fakultäten Düsseldorf und Münster ein grundlegendes US-Curriculum für alle Medizinstudierenden eines Studienjahres an – mit praktischen Übungskursen über zehn Wochen, 1,5 bis 2 Stunden pro Übungskurs und kleinen Gruppengrößen von drei bis fünf Medizinstudierenden [17], [18]. Baltarowich et al. entwickelten ein nationales US-Curriculum für Medizinstudierende in den USA mit zwei wesentlichen Inhalten: zum einen warben sie um die Verwendung von US als Unterrichtstool während des vorklinischen Studienabschnitts, zum anderen als grundlegende Untersuchungstechnik während des klinischen Studienabschnitts [19]. 1996 beschrieben Teichgräber et al. die Vorteile des US innerhalb des vorklinischen Curriculums, um Makroanatomie zu unterrichten [16]. Inzwischen wurden ähnliche Programme von zahlreichen DozentInnen implementiert [20], [21], [22], [23], [24], [25]. Andererseits stuften in einer zuvor veröffentlichten Studie von Lohmann et al., welche die Aus- und Weiterbildungssituation in der Abdomensonographie an deutschen Universitätskliniken untersuchte, nur 50% der befragten US-Verantwortlichen die Integration in das Curriculum der Makroanatomie als sinnvoll ein [26].

Dennoch haben die Medizinstudierenden erkannt, dass es „Zeit für das Sonoscope ist“ [27] und haben Studierendeninitiativen wie „Sono4You“ ins Leben gerufen. „Sono4You“ wurde 2007 in Wien gegründet und ist nun in verschiedenen europäischen Städten mit einem wachsenden Angebot an Kursen vertreten [http://www.sono4you.org/ accessed 07 Jun 2019]. Es bestehen Beziehungen zu anderen Studierendeninitiativen (z.B. „Sono4Students“ Bonn [http://www.sono4you.org/ accessed 07 Jun 2019], „AG Sonografie“ Berlin [https://lernzentrum.charite.de/leistungen/arbeitsgruppen/ag_sonografie/ accessed 07 Jun 2019]) als auch zu verschiedenen Skillslabs im deutschsprachigen Raum und zu den nationalen US-Gesellschaften Deutschlands, der Schweiz und Österreichs (DEGUM [https://www.degum.de/index.html accessed 07 Jun 2019]; SGUM [https://sgum-ssum.ch/ accessed 07 Jun 2019]; ÖGUM [http://www.oegum.at/ accessed 07 Jun 2019]). Die europäische Föderation der Gesellschaften für Ultraschall in der Medizin und Biologie (EFSUMB) warb vor kurzem für eine US-Ausbildung im Humanmedizinstudium und formulierte Schritte, um dieses Ziel zu erreichen [28]. Verfolgt man diese schnelle Entwicklung und die kontroversen Ansichten zu diesem Thema, ist es notwendig zu verstehen wie und in welchem Umfang US an medizini-

schen Fakultäten im deutschsprachigen Raum implementiert wird.

Das Ziel dieser Untersuchung war daher zum einen den derzeitigen Stand der US-Ausbildung im Humanmedizinstudium im deutschsprachigen Raum zu überprüfen und zum anderen – basierend auf den Ergebnissen dieser Untersuchung und einer Literaturrecherche – eine mögliche Struktur für ein longitudinales US-Curriculum vorzuschlagen.

2. Methoden

2.1. Fragebogen

Um den Status quo der US-Ausbildung im Humanmedizinstudium im deutschsprachigen Raum zu evaluieren, wurde der Fragenbogen von Beckers et al. adaptiert [29]. Dieser Fragebogen untersuchte 2009 den Stand der studentischen Ausbildung in der Notfallmedizin mit allen relevanten Komponenten. Diese Studie wurde vom „Ausschuss für Notfallmedizin und Simulation“ der „Gesellschaft für medizinische Ausbildung“ (GMA) [https://gesellschaft-medizinische-ausbildung.org/ausschuesse/notfallmedizin-und-simulation.html accessed 07 Jun 2019] entwickelt.

Der Fragebogen (siehe Anhang 1) beleuchtete die folgenden Aspekte der US-Ausbildung im Humanmedizinstudium:

1. Allgemeine Angaben
2. Organisation
3. Ressourcen
4. Überprüfung des Lernerfolgs
5. Evaluation

Von insgesamt 32 Fragen wurden 16 als geschlossene, drei als offene und 13 mit der Möglichkeit auf Mehrfachantworten gestellt.

2.2. Teilnehmende medizinische Fakultäten

Im Dezember 2015 waren 44 medizinische Fakultäten für den deutschsprachigen Raum auf den Internetseiten „Medizinischer Fakultätentag“ [https://medizinische-fakultaeten.de/ accessed 07 Jun 2019] und „Thieme via medici informieren“ [https://www.thieme.de/viamedici/vor-dem-studium-infos-zum-medizinstudium-1493/a/medizinische-fakultaeten-22820.htm accessed 07 Jun 2019] verzeichnet: davon 37 in Deutschland, vier in Österreich und drei in der deutschsprachigen Schweiz.

2.3. Zeitplan

Alle Skillslabs in Deutschland, der Schweiz und Österreich wurden über das „Skillslab-Forum“ im Dezember 2015 kontaktiert – eine Kommunikationsplattform für alle Skillslabs der deutschsprachigen Region, veröffentlicht von der medizinischen Fakultät der Universität Köln [https://lists.uni-koeln.de/mailman/listinfo/skillslab-forum/

accessed 07 Jun 2019]. Ein Anschreiben (siehe Anhang 2) gab einen Überblick über die Studie. Der Fragebogen konnte entweder als geschütztes word- oder pdf-Dokument ausgefüllt werden. Aufgrund der initial geringen Antwortrate wurden VertreterInnen der US-Ausbildung im Humanmedizinstudium über die LeiterInnen der Skills-labs, das Dekanat oder Internetrecherche der Fakultätswebsite kontaktiert. Alle TeilnehmerInnen wurden alle zwei Wochen mittels E-Mail oder Telefonanruf erinnert. Eine finale Erinnerung wurde per Post versendet, zusammen mit einem selbstadressierten und frankierten Umschlag. Die finale Antwortrate im Mai 2016 betrug 64% (28/44).

Erste Ergebnisse wurden sowohl auf dem „XI. Internationalen Skillslab Symposium in Essen“ [30] als auch auf dem „40. Dreiländertreffen der DEGUM, SGUM und ÖGUM“ [31] präsentiert.

2.4. Datenanalyse

Die Antworten der geschlossenen und Mehrfachauswahl-Fragen wurden nummeriert, kodiert und in ein SPSS Datenblatt eingepflegt (IBM Statistics SPSS20®, IBM Chicago). Die Antworten der drei offenen Fragen wurden Schlagwörtern zugeordnet und dann identisch zu den geschlossenen und Mehrfachauswahl-Fragen kodiert. Kontaktinformationen der TeilnehmerInnen und US-Verantwortlichen wurden in ein separates Datenblatt übernommen, um die Analyse anonym zu halten. Daten bezüglich Kursdauer waren lückenhaft und schwankten stark von Ort zu Ort. Insofern Detailinformationen hierzu nicht mittels Internetrecherche bestätigt werden konnten, wurden sie von der Datenanalyse ausgeschlossen.

3. Ergebnisse

3.1. Allgemeine Angaben

26 von 28 medizinischen Fakultäten boten US-Kurse an, 21 boten Pflicht- und Wahlkurse, vier ausschließlich Pflicht- und eine ausschließlich Wahlkurse an.

27 medizinische Fakultäten unterstützten die Implementierung von US-Fertigkeiten im Curriculum des Humanmedizinstudiums. Befürwortende Meinungen sind in Tabelle 1 zusammengetragen. Andererseits wurde argumentiert, dass US als hochspezialisierte klinische diagnostische Methode gelte und dass das Erwerben von US-Kenntnissen nicht Teil des Deutschen, Schweizerischen oder Österreichischen kompetenzbasierten Lernzielkatalogs sei. Außerdem müsse US täglich angewandt werden, um einen langfristigen Lernerfolg zu garantieren. Da dies im Studium nicht möglich sei, würde der Aufwand, US zu unterrichten, den Nutzen überwiegen.

Die verantwortliche Leitung der US-Ausbildung im Humanmedizinstudium unterschied sich stark zwischen den medizinischen Fakultäten. Sowohl klinisches Personal (n=8), Skillslab-Personal (n=6), Studentische TutorInnen (n=4), LeiterInnen der US-Einheit (n=3) als auch Dekan-

Innen (n=2) wurden als Verantwortliche angegeben. Drei medizinische Fakultäten konnten keine verantwortliche Person benennen oder hatten kein Personal, um US zu unterrichten.

3.2. Organisation

Das Budget für die US-Ausbildung im Humanmedizinstudium wurde entweder von der medizinischen Fakultät (n=14), einem Department des Universitätsklinikums (n=13) oder dem Dekanat (n=12) zur Verfügung gestellt. Drittmittel (n=5), staatliche Fördermittel (n=5) oder Gelder von Studierendenvertretungen wurden ebenso miteinbezogen. 17 medizinische Fakultäten berichteten mindestens zwei oder mehr Mittelzuweisungen zu nutzen.

US-Kurse wurden als Einzelkurse an elf medizinischen Fakultäten angeboten, während zehn medizinische Fakultäten ein longitudinales Konzept vorzuweisen hatten. 16 medizinische Fakultäten gaben an, US-Wahlkurse entweder anstelle oder zusätzlich zu US-Pflichtkursen anzubieten.

Vor allem die Fachbereiche Innere Medizin (n=20), Radiologie (n=17) oder beide waren an der US-Ausbildung im Humanmedizinstudium beteiligt. Allgemeinmedizin war an sieben, Chirurgie an sechs, Gynäkologie an vier, Anästhesie, Pädiatrie, Urologie und Anatomie an zwei und HNO, Neurologie und Dermatologie an einer medizinischen Fakultät in die US-Ausbildung involviert.

Elf medizinische Fakultäten folgten Leitlinien der EFSUMB oder der nationalen US-Gesellschaften Deutschlands, Österreichs oder der Schweiz. Eine Internetpräsenz der US-Ausbildung im Humanmedizinstudium existierte an elf medizinischen Fakultäten. Medizinstudierende konnten sich mit einem Kursbuch/-skript (n=15), E-Learning-Modulen (n=10), Vorlesungen (n=8) oder eigenständigen US-Trainingseinrichtungen (n=2) auf die Kurse vorbereiten.

US-Pflichtkurse wurden an 25 medizinischen Fakultäten vor allem als Wahlpflichtfächer und Praktika während des klinischen Studienabschnitts angeboten (3. bis 5. Studienjahr, vgl. Tabelle 2). Jede medizinische Fakultät im deutschsprachigen Raum bot eine Reihe von Wahlpflichtfächern an, von welchen die Medizinstudierenden eines während des vorklinischen und eines während des klinischen Studienabschnitts wählen mussten [32]. Die Kursdauern der US-Pflichtkurse sind in Abbildung 1 dargestellt. Die Gruppengrößen reichten von drei bis 60 Medizinstudierenden (zehn bis 240 in Vorlesungen) mit ein bis zwei Lehrenden.

US-Wahlkurse wurden an 22 medizinischen Fakultäten vor allem als Skillslab-Kurse während des klinischen Studienabschnitts angeboten (3. bis 5. Studienjahr, vgl. Tabelle 2). Die Kursdauern der US-Wahlkurse reichten von einem 90-minütigen Kurs bis zu einem 42-stündigen Kursprogramm. Gruppengrößen wurden mit drei bis 15 Medizinstudierenden mit ein bis drei Lehrenden angegeben.

Die Medizinstudierenden untersuchten einander (n=25), aber auch Simulatoren (n=10), PatientInnen (n=7) oder

Tabelle 1: Unterstützende Argumente für die Implementierung von US-Fertigkeiten in das Curriculum des Humanmedizinstudiums, n=24 (vgl. Frage 5 des Fragebogens, offene Frage)

US-Fertigkeiten...	n	Prozent
...sind essentiell in der klinischen Routine	16	67%
...werden von Absolventen als grundlegende Untersuchungsmethode erwartet	11	46%
...sind für fast jede klinische Disziplin von Bedeutung	9	38%
...leisten einen Beitrag zur Patientensicherheit und Effizienz der Krankenhäuser	9	38%
...verbinden klinische Fertigkeiten mit Anatomie und Pathologie	8	33%
...müssen regelmäßig trainiert werden	6	25%
...verbessern die klinische Entscheidungsfindung und Problemlösung	6	25%
...sind als Unterrichtstool sinnvoll	6	25%
...werden durch die Verbesserung der US-Geräte immer bedeutsamer	3	13%

US: Ultraschall

Tabelle 2: Integration von US-Kursen in das Curriculum des Humanmedizinstudiums (vgl. Frage 15 und 16 des Fragebogens, Mehrfachauswahl)

	Integration im Curriculum				
	Pflichtkurse (n=25)		Vorklinisch	Klinisch	Gesamt
	n	%	n	n	n
Wahlpflichtkurs ¹	18	72	1	12	3
Praktikum	15	60	2	11	2
Vorlesung	9	36		8	1
Seminar	7	28	2	4	1
Skillslab-Kurs	5	20		5	
Querschnittsbereich	3	12		3	
UaK	3	12		3	
Demonstration im Kurs der Makroanatomie	1	4	1		
	Wahlkurse (n=22)				
Freiwilliger Skillslab-Kurs	18	82	1	10	7
Echokardiographie-Kurs ²	4	18		2	
Freie US-Übungskurse ³	4	18		1	2
Freiwillige Vorlesung	4	18		4	
Workshop "Vorklinik"	1	5	1		
ITS-US-Kurs	1	5		1	
FAST-Kurs im POL	1	5		1	

¹⁻³Integration im Curriculum nicht spezifiziert: (n=2)¹, (n=2)², (n=1)³

UaK: Unterricht am Krankenbett;

US: Ultraschall;

ITS: Intensivstation;

FAST: Focused assessment with sonography for trauma;

POL: Problem-orientiertes Lernen.

Lehrende und studentische TutorInnen (n=3) wurden als Untersuchungsobjekt angegeben. Am häufigsten wurde die Abdomensonographie (n=25) zum Erlernen von US-Fertigkeiten implementiert. Tabelle 3 gibt einen Überblick der untersuchten Organe und Organsysteme zum Erlernen von US-Fertigkeiten.

Ein Lernzielkatalog für die US-Ausbildung im Humanmedizinstudium wurde an 15 medizinischen Fakultäten zur Verfügung gestellt. Tabelle 4 stellt die Lernziele der US-Ausbildung im Humanmedizinstudium und der „Knopfologie“ (Einweisung in die Tastenbelegung der US-Geräte, vgl. außerdem Hofers Buch „Sono-Grundkurs“ [33]) dar.

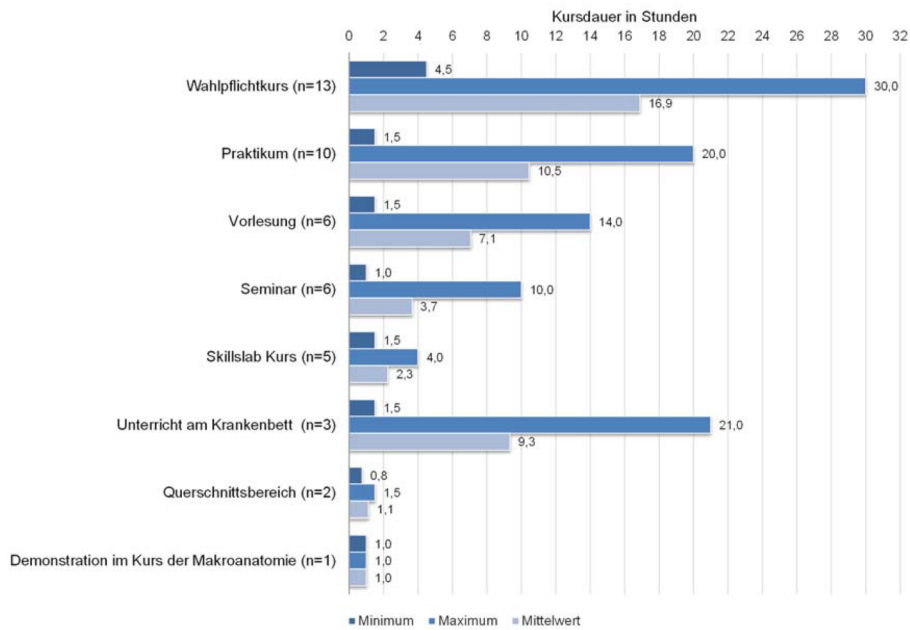


Abbildung 1: Kursdauer der US-Pflichtkurse.

3.3. Ressourcen

Insbesondere FachärztInnen (n=22) oder AssistenzärztInnen (n=12) waren in der US-Ausbildung im Humanmedizinstudium involviert. An zwölf medizinischen Fakultäten waren die Lehrenden von den nationalen US-Gesellschaften zertifiziert. 18 medizinische Fakultäten benutzten ihre eigenen didaktischen Schulungen und sieben medizinische Fakultäten hatten Lehrende mit einem „Master of Medical Education“-Abschluss.

Studentische TutorInnen spielten eine zunehmende Rolle nicht nur in US-Wahl-, sondern auch in US-Pflichtkursen. Sechs medizinische Fakultäten boten eine spezielle Schulung für studentische TutorInnen mit einer vierwöchigen Famulatur in der US-Einheit oder Trainingskurse durch FachärztInnen an. Peer-Teaching erachteten 24 medizinische Fakultäten als wichtig für die US-Ausbildung im Humanmedizinstudium. Unterstützende Meinungen für Peer-Teaching sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Mindestens ein und maximal zwölf US-Geräte (im Durchschnitt fünf) standen für die US-Ausbildung im Humanmedizinstudium zur Verfügung.

3.4. Überprüfung des Lernerfolgs

Die medizinischen Fakultäten benutzten schriftliche Prüfungen (n=9), objective structured clinical examination (OSCE, n=7), nicht-standardisierte praktische Prüfungen (n=4), nicht-standardisierte mündlich-praktische Prüfungen (n=2), mündliche Prüfungen (n=1), Aufsätze (n=1) oder direct observation of procedural skills (DOPS, n=1), um US-Fertigkeiten zu überprüfen (vgl. Tabelle 6). Acht medizinische Fakultäten hatten keine Prüfungsmodalitäten implementiert.

3.5. Evaluation

Die US-Kurse wurden von 25 medizinischen Fakultäten entweder online, schriftlich oder mündlich evaluiert. Die Evaluationen wurden von 15 medizinischen Fakultäten publiziert. 19 medizinische Fakultäten machten Vorschläge für mögliche Verbesserungen des Curriculums (vgl. Tabelle 7).

4. Diskussion

4.1. Wird die Vermittlung von US-Fertigkeiten im Humanmedizinstudium von VertreterInnen der medizinischen Fakultäten im deutschsprachigen Raum als relevant eingestuft?

Medizinstudierende können grundlegende US-Fertigkeiten erlangen und ein „shows how“-Kompetenzlevel erreichen, auf welchem sie während ihrer Weiterbildungszeit aufbauen können [4], [5], [34]. Syperda et al. schlugen hierfür ca. zehn Stunden theoretische Vorbereitung und 40 Stunden praktische US-Kurse vor, um Medizinstudierende des 2. Studienjahres in grundlegenden US-Fertigkeiten zu trainieren – gemessen an ihren Ergebnissen nach dem Training [5]. Im deutschsprachigen Raum boten nur wenige medizinische Fakultäten (z.B. Düsseldorf, Münster, Gießen) US-Pflichtkurse mit einer vergleichbaren Menge an praktischer Übungszeit (bis zu 20 Stunden) für alle Medizinstudierenden eines Studienjahres an [17], [18]. Die Gesamtdauer der US-Pflichtkurse schwankte stark zwischen den medizinischen Fakultäten (zwischen einer und 30 Stunden, im Durchschnitt eine bis 17 Stunden). Stattdessen wurden eine Reihe von freiwilligen Skillslab-Kursen und Wahlpflichtfächern während des klinischen

Tabelle 3: Untersuchte Organe- und Organsysteme (vgl. Frage 18 des Fragebogens, Mehrfachauswahl)

	Organe und Organsysteme (n=26)	
Gallenblase	25	96%
Bauchspeicheldrüse	25	96%
Milz	25	96%
Bauchgefäße-/lymphknoten	24	92%
Leber	24	92%
Niere	24	92%
Harnblase	24	92%
FAST	16	62%
Schilddrüse	15	58%
Gastrointestinaltrakt	13	50%
Herz	11	42%
Weibliche Geschlechtsorgane	11	42%
Halsgefäße-/ lymphknoten	10	38%
Männliche Geschlechtsorgane	6	23%
eFAST	4	15%
TVT	2	8%
Muskeln und Sehnen	1	4%
Transkraniel	1	4%

FAST: Focused assessment with sonography for trauma;

eFAST: Extended FAST;

TVT: tiefe Venenthrombose.

Studienabschnitts angeboten, welche praktische Übungszeiten für nur eine begrenzte Zahl an Medizinstudierenden gewährleisten.

Das Studierende-Lehrende-Verhältnis in US-Pflichtkursen reichte von 3:1 bis 60:1 (ohne Berücksichtigung von Vorlesungen). Heinzow et al. führten, aufgrund von Evaluationen der Medizinstudierenden, Gruppengrößen von drei Studierenden in praktischen Übungskursen ein [18]. Hofer et al. implementierten Kurse, in denen fünf Medizinstudierende von einem studentischen Tutor/einer studentischen TutorIn zusammen mit einem Facharzt/einer Fachärztin angeleitet wurden. Der Facharzt/ die Fachärztin rotierte zwischen vier verschiedenen Gruppen zweimal täglich. Auf diese Weise wurden nur vier FachärztInnen pro Woche benötigt, um US-Kurse für 160 Medizinstudierende pro Semester und 320 pro Studienjahr zu ermöglichen [17]. Das ideale Studierende-Lehrende-Verhältnis sollte 5:1 nicht übersteigen [17], [18], [19], aber Tolsgaard et al. berichteten, dass die Unterweisung von Studierendendandems die Effizienz der Lehre sogar

erhöhte und dem individuellem Training nicht unterlegen war [6]. Aus diesem Grund scheinen Gruppengrößen von sechs Medizinstudierenden ebenso möglich.

Die Relevanz studentischer TutorInnen und deren positiver Nutzen für das Training in Kleingruppen wurde von fast allen befragten medizinischen Fakultäten anerkannt. Studentische TutorInnen sind den DozentInnen der Hochschulen nicht unterlegen, wenn es darum geht, Medizinstudierenden grundlegende US-Fertigkeiten zu vermitteln [35]. Nichtsdestotrotz mögen studentische TutorInnen beim Interpretieren physiologischer und pathologischer Befunde aufgrund mangelnder Erfahrung unterlegen sein [36].

Eine eingehende Unterweisung studentischer TutorInnen ist daher zwingend notwendig. Hofer et al. implementierten ein Curriculum für studentische TutorInnen bestehend aus vier Schritten: TutorIn im Präparierkurs der Makroanatomie, eine vierwöchige Famulatur in der US-Einheit, Rollenspiel-Kurse mit US erfahrenen studentischen TutorInnen und didaktische Seminare [17]. Ein ähnliches Curriculum von Celebi et al. beinhaltet ein zweiwöchiges

Tabelle 4: Lernziele der US-Ausbildung im Humanmedizinstudium und US-Knopfologie* (vgl. Frage 19 und 20 des Fragebogens, Mehrfachauswahl)

	Theoretisch (n=26)	
Anatomische Strukturen	24	92%
Grundlegende physikalische Kenntnisse	23	88%
US-Köpfe	21	81%
Indikationen und Limitationen	21	81%
Vor- und Nachteile	15	58%
Physiologische und pathologische Untersuchungsbefunde	3	12%
Innovative Prozeduren	1	4%
	Praktisch (n=26)	
Anpressdruck und US-Gel	26	100%
Patienten Aufforderungen geben	26	100%
Richtige Wahl des US-Kopfes	24	92%
Orientierung in Sagittal- und Transversalebene	24	92%
Befundbeschreibung	20	77%
Dopplerfunktion	14	54%
Komplettes Durchmustern des Zielorgans	1	4%
	Knopfologie* (n=26)	
„Freeze“ = Einfrieren des Bildes	25	96%
„Depth“ = Eindringtiefe	24	92%
Messung	24	92%
Gesamtverstärkung	22	85%
„Trackball“ = Bewegen des Cursors	22	85%
Wechseln des US-Kopfes	19	73%
Tiefenausgleich der Verstärkung	19	73%
„Body marker“= Markierung der untersuchten Struktur	13	50%
Menüwechsel	12	46%
Patientenauswahl	11	42%
Kommentier-Funktion	9	35%

US: Ultrasound;

*Knopfologie: Einführung in die Tastenbelegung des US-Gerätes.

Seminar, eine dreiwöchige Famulatur in der US-Einheit, eine zweistündige Simulationssitzung mit Supervision und ein zwölfstündiges, standardisiertes, didaktisches Seminar für studentische TutorInnen [35].

Die Fachbereiche Radiologie und Innere Medizin waren am häufigsten in der US-Ausbildung im Humanmedizin-

studium involviert. Die Abdomensonographie wird im klinischen Alltag häufig von RadiologInnen und InternistInnen angewandt und ist zugleich beliebt, um Medizinstudierenden in grundlegenden US-Fertigkeiten zu unterrichten [26]. Die Hinzunahme weiterer klinischer Fachbereiche eröffnet eine Vielzahl an potentiellen US-basierten

Tabelle 5: Unterstützende Argumente für Peer-Teaching in der US-Ausbildung im Humanmedizinstudium, n=24 (vgl. Frage 26 des Fragebogens, offene Frage)

Studentische TutorInnen...	n	Prozent
...kommunizieren auf einer Ebene mit den Medizinstudierenden und bieten Raum für Fragen und Übungen	15	63%
...ermöglichen Übungen in Kleingruppen in einem bereits überfüllten Curriculum	9	38%
...haben eine höhere Motivation	9	38%
...ermöglichen mehr Übungszeit	6	25%
...schaffen eine bessere Atmosphäre für Untersuchungen der Medizinstudierenden untereinander	4	17%
...ermöglichen eine kosteneffiziente Wissensvermittlung	3	13%
...sind bei entsprechender Anleitung den DozentInnen der Hochschulen nicht unterlegen, grundlegende US-Fertigkeiten zu vermitteln	3	13%
...benötigen die Anleitung durch eine Fachärztin/ einen Facharzt, um einen Fehlertransfer zu vermeiden	3	13%

US: Ultraschall.

Tabelle 6: Prüfungsmodalitäten der US-Ausbildung im Humanmedizinstudium (vgl. Frage 27 des Fragebogens, Mehrfachauswahl)

	Prüfungsmodalität (n=25)	
Schriftliche Prüfung	9	36%
Keine	8	32%
OSCE	7	28%
Nicht standardisierte praktische Prüfung	4	16%
Nicht standardisierte, kombiniert mündlich-praktische Prüfung	2	8%
Mündliche Prüfung	1	4%
Aufsatz	1	4%
DOPS	1	4%

OSCE: Objective structured clinical examination;
DOPS: Direct observation of procedural skills.

Tabelle 7: Verbesserungsvorschläge für das Curriculum der US-Ausbildung im Humanmedizinstudium, n=19 (vgl. Frage 32 des Fragebogens, offene Frage)

	n	Prozent
...longitudinale Implementierung der US-Ausbildung in das Curriculum des Humanmedizinstudiums, inklusive Patientenkontakt und Abschluss-OSCE-Prüfung	10	53%
...mehr Angebot von US-Pflicht- und Wahlkursen	8	42%
...Verbesserung der Ausbildung für studentische TutorInnen	6	32%
...mehr finanzielle Unterstützung für Räume, Personal und US-Geräte	5	26%
...bessere Kooperation sowohl zwischen den beteiligten medizinischen Disziplinen und Institutionen als auch anderen medizinischen Fakultäten	4	21%
...Implementierung von US-Fertigkeiten in die nationalen kompetenzbasierten Lernzielkataloge Deutschlands, Österreichs und der Schweiz.	4	21%

US: Ultraschall;
OSCE: Objective structured clinical examination.

Kursen, welche in den Unterricht am Krankenbett während des klinischen Studienabschnitts integriert werden könnten [19]. Medizinische Fakultäten berichteten von praktischen US-Kurse während des Unterrichts am Krankenbett, jedoch waren Anzahl und Inhalt dieser Kurse schwer zu erfassen. Hoppmann et al. entwickelten

ein vertikales Curriculum, dass praktische US-Erfahrung über vier Jahre des klinischen Studienabschnitts ermöglicht. Während der Rotation durch verschiedene klinische Fachbereiche hatten die Medizinstudierenden die Chance, US in praktischen, disziplinspezifischen Übungskursen zu durchlaufen [8], [37].

Medizinische Fakultäten im deutschsprachigen Raum (z.B. Bochum, Essen, Hannover und Leipzig) nutzten die Vorteile des US als Unterrichtstool im vorklinischen Curriculum, um Makroanatomie zu unterrichten. Diese Art der Implementierung wurde zuerst von Teichgräber et al. 1996 beschrieben. Nur ein Drittel der medizinischen Fakultäten führten standardisierte praktische Prüfungen, OSCE oder DOPS ein, um US-Fertigkeiten zu überprüfen. Hofer et al. implementierten verschiedene organspezifische OSCE-Untersuchungsstationen [38]. DOPS, publiziert von Heinzow et al., bewertet die Fähigkeiten der UntersucherInnen nach sieben verschiedenen Items [18]. Sowohl OSCE als auch DOPS können als geeignet angesehen werden, um US-Fertigkeiten standardisiert, reproduzierbar und objektiv zu überprüfen und sollten gegenüber anderen, nicht-standardisierten Prüfungsmodalitäten favorisiert werden.

Die Vermittlung von US-Techniken im Humanmedizinstudium wird von VertreterInnen der medizinischen Fakultäten im deutschsprachigen Raum als relevant eingestuft. Jedoch werden US-Kurse heterogen, mit eher zu kurzen praktischen Übungszeiten und hohem Studierenden-Lehrenden-Verhältnis angeboten. Ähnliche Ergebnisse wurden von Bahner et al. für die USA [39] und von Steinmetz et al. für Kanada [40] veröffentlicht. Um es mit den Worten von Badea et al. zu sagen: „Es gibt offensichtlich eine eingeschränkte Vision zu diesem Aspekt, obwohl Konsens über den Wert des US für die Lehre verschiedener Fächer (Anatomie, Physiologie, Pathophysiologie und Semiologie) als auch die Komplettierung des diagnostischen Algorithmus (klinische Anwendungen in verschiedenen Fachbereichen und medizinischen Notfällen) besteht“ [11].

4.2. Welche Schritte müssen auf dem Weg zu einem longitudinalen US-Curriculum im Humanmedizinstudium unternommen werden?

Sicherlich gibt es nicht eine einzige Lösung für ein US-Curriculum im Humanmedizinstudium, die für jede medizinische Fakultät übertragbar wäre. Jede medizinische Fakultät hat ihre eigenen Ressourcen und beginnt von unterschiedlichen Stufen der Entwicklung eines US-Curriculums. Nichtsdestotrotz braucht es minimale Standards für die Integration eines US-Curriculum im Humanmedizinstudium, um Interessenkonflikten entgegen zu wirken und den Dialog zwischen FachärztInnen, Fakultätsmitgliedern, DekanInnen und Medizinstudierenden zu fördern. Basierend auf den Ergebnissen dieser Studie und einer Literaturrecherche [17], [18], [19], [28], [36], [41] schlagen wir ein mögliches Rahmenwerk und die folgenden Meilensteine auf dem Weg zu einem longitudinalen US-Curriculum im Humanmedizinstudium vor:

1. Implementieren Sie US an verschiedenen Stellen im Curriculum. Mögliche Integrationspunkte in einem Regelstudiengang sind:
 - z.B. Makroanatomie, Physiologie oder Physik Praktikum während der vorklinischen Studienjahre

- z.B. Untersuchungskurs, Problem-orientiertes Lernen, Unterricht am Krankenbett oder praktisches Jahr während der klinischen Studienjahre
 - z.B. Wahlpflichtfach, Skillslab Kurs, Workshops oder Kurse der Studierendeninitiativen während aller Studienjahre (siehe Abbildung 2)
2. Verstehen Sie US als Teil fast jedes medizinischen Fachbereichs, um seine möglichen Anwendungen zu unterrichten.
 3. Implementieren Sie US-Pflicht-Kurse, um allen Medizinstudierenden den Zugang zu grundlegenden theoretischen und praktischen US-Fertigkeiten zu ermöglichen, anstatt freiwillige US-Kurse für eine begrenzte Studierendenzahl anzubieten.
 4. Fügen Sie freiwillige Kurse als zusätzliche US-Übung hinzu.
 5. Erreichen Sie eine longitudinale Implementierung der US-Kurse, um die Gesamtübungszeit zu erhöhen (ca. 20-40 Stunden insgesamt).
 6. Verbinden Sie jede praktische US-Einheit mit einer kurzen theoretischen Einführung und/oder Vorlesung.
 7. Vernetzen Sie sich mit Ihrem Universitätsklinikum, Ihrer Fakultät, Ihrem Dekanat und Skillslab als auch mit anderen medizinischen Fakultäten, Skillslabs, Studierendeninitiativen und nationalen US-Gesellschaften.
 8. Bilden Sie studentische TutorInnen oder Fakultätsmitglieder aus, um praktische Übungszeit für kleine Gruppen zu ermöglichen (maximal sechs Studierende pro Gruppe).
 9. Gewährleisten Sie eine Supervision durch eine Fachärztin/ einen Facharzt, wenn Menschen untersucht werden, um zwischen physiologischen und pathologischen Befunden zu differenzieren.
 10. Lassen Sie FachärztInnen zwischen den Gruppen rotieren, um ihren Arbeitsaufwand zu reduzieren.
 11. Stellen Sie einen Lernzielkatalog für alle Medizinstudierenden zur Verfügung.
 12. Evaluieren Sie Ihre US-Kurse, um die lokale US-Ausbildung zu verbessern.
 13. Bewerben Sie sich für zusätzliche finanzielle Unterstützung (Unterstützung durch das Dekanat und die medizinische Fakultät, Drittmittel) und erhöhen Sie Ihre Chancen mithilfe der Evaluationsergebnisse.
 14. Führen Sie angemessene, standardisierte Prüfungsmethoden ein (z.B. OSCE, DOPS).
 15. Passen Sie das Kompetenzlevel für US-Fertigkeiten von „knows how“ zu „show how“ in den nationalen kompetenzbasierten Lernzielkatalogen an.

4.3. Limitationen dieser Studie

Die verantwortliche Person für die US-Ausbildung im Humanmedizinstudium wurde von den Fakultäten sehr unterschiedlich angegeben oder konnte nicht benannt werden. Der Einschluss dreier offener Fragen ermöglichte eine große Spanne persönlicher Meinungen, aber die

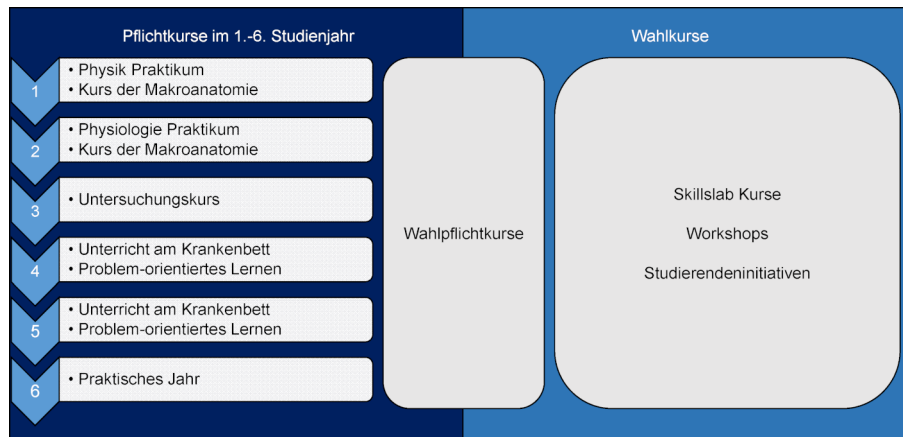


Abbildung 2: Mögliche Implementierungspunkte einer US-Ausbildung in einem deutschen Regelstudiengang der Humanmedizin

Notwendigkeit der Antwortkategorisierung könnte zum Informationsverlust geführt haben. Die Kursdauer und Gruppengrößen der Pflicht- und Wahlkurskomponenten wurden von den medizinischen Fakultäten sehr heterogen beantwortet.

Zwischen der Umfrage und der Veröffentlichung dieser Studie sind drei Jahre vergangen.

Somit wird eine erneute Erhebung benötigt, um aktuelle Entwicklungen abzubilden.

5. Schlussfolgerung

Als nächster Schritt sollten existierende US-Wahlkurse in das Curriculum integriert werden, um das Erlernen praktischer US Fertigkeiten für jeden Medizinstudierenden zu gewährleisten. Sich mit dem eigenen Universitätsklinikum, der eigenen medizinischen Fakultät, dem eigenen Dekanat und Skillslabs als auch medizinischen Fakultäten, Skillslabs, Studierendeninitiativen und nationalen US-Gesellschaften zu vernetzen, kann helfen, dieses Ziel zu erreichen. Schließlich braucht es ein longitudinales US-Curriculum im Humanmedizinstudium über alle Studienjahre und die Anpassung der nationalen kompetenzbasierten Lernzielkataloge, um US als essentielle Untersuchungsmethode für jede zukünftige Ärztin und jeden zukünftigen Arzt einzuführen.

Abkürzungen

- AG: Arbeitsgemeinschaft;
- DEGUM: Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin;
- DOPS: „Direct observation of procedural skills“; direkte Überwachung prozeduraler Fertigkeiten;
- EFSUMB: „European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology“; Europäische Föderation der Gesellschaften für Ultraschall in der Medizin und der Biologie;
- GMA: Gesellschaft für medizinische Ausbildung;
- ÖGUM: Österreichische Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin;

- OSCE: „Objective structured clinical examination“; objektivierte, strukturierte klinische Untersuchung;
- SGUM: Schweizerische Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin;
- US: Ultraschall.

Daten

Daten für diesen Artikel sind im Dryad-Repository verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.5061/dryad.5rk56gg> [42]

Anmerkungen

Zulassung der Ethikkommission und Einwilligungserklärung zur Studienteilnahme

Das Ziel dieser Studie war es, eine detaillierte Beschreibung der US-Ausbildung im Humanmedizinstudium zu erhalten. Folglich lehnte die Ethikkommission der medizinischen Fakultät Leipzig die Notwendigkeit eines Zulassungsverfahrens ab. Diese Studie wurde im Einklang zur Erklärung von Helsinki, revidierte Fassung, Seoul 2008, erstellt. Alle Institutionen gaben Ihre Zustimmung zur Veröffentlichung der Ergebnisse. Die Studienteilnahme war freiwillig.

Autorenanteil

RW hat den Fragebogen erstellt, die Datensammlung und -analyse durchgeführt und das Manuskript geschrieben. DR war am Design der Studie beteiligt und hat das Manuskript revidiert. NG und FL haben US-Pflichtkurse implementiert und das Manuskript revidiert. Alle Autoren haben die finale Version des Manuskripts gelesen und akzeptiert.

Danksagung

Die AutorInnen möchten sich bei allen involvierten ÄrztInnen, Fakultätsmitgliedern und Medizinstudierenden be-

danken, die den Fragebogen vollständig ausgefüllt haben.

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass sie keine Interessenkonflikte im Zusammenhang mit diesem Artikel haben.

Anhänge

Verfügbar unter

<https://www.egms.de/de/journals/zma/2019-36/zma001242.shtml>

1. Anhang_1.pdf (123 KB)
Quantitative und qualitative Analyse zur Situation der Ultraschallausbildung im Humanmedizinstudium im deutschsprachigen Raum
2. Anhang_2.pdf (89 KB)
Anschreiben

Literatur

1. Santen SA, Rademacher N, Heron SL, Khandelwal S, Hauff S, Hopson L. How competent are emergency medicine interns for level 1 milestones: who is responsible? *Acad Emerg Med.* 2013;20:736-739. DOI: 10.1111/acem.12162
2. Inter-university competence level working group of the medical universities of Austria. Austrian competence level catalogue for medical skills. Wien: Med. Universität Wien. Zugänglich unter/available from: https://www.meduniwien.ac.at/web/fileadmin/content/serviceeinrichtungen/forschungsservice/international_office/studierende/pdf/Austrian_Competence_Level_Catalogue_for_Medical_Skills.pdf Accessed 17 Mar 2019
3. Bürgi H, Rindlisbacher B, Bader C, Bloch R, Bosman F, Gasser C, Gerke W, Humair JP, Im Hof V, Kaiser H, Lefebvre D, Schläppi P, Sottas B, Spinas GA, Spuck AE. Swiss catalogue of learning objectives for undergraduate medical training. Genf: Joint Conference of Swiss Medical Faculties (SMIFK); 2008. Zugänglich unter/available from: http://scllo.smifk.ch/downloads/scllo_2008.pdf Accessed 17 Mar 2019
4. Miller GE. The assessment of clinical skills/competence/performance. *Acad Med.* 1990;65:S63-S67. DOI: 10.1097/00001888-199009000-00045
5. Syperda VA, Trivedi PN, Melo LC, Freeman ML, Ledermann EJ, Smith TM, Alben JO. Ultrasonography in preclinical education: a pilot study. *J Am Osteopath Assoc.* 2008;108(10):601-605.
6. Tolsgaard MG, Madsen ME, Ringsted C, Oxlund BS, Oldenburg A, Sorensen JL, Ottesen B, Tabor A. The effect of dyad versus individual simulation-based ultrasound training on skills transfer. *Med Educ.* 2015;49(3):286-295. DOI: 10.1111/medu.12624
7. Rao S, van Holsbeeck L, Musial JL, Parker A, Bouffard JA, Bridge P, Jackson M, Dulchavsky SA. A pilot study of comprehensive ultrasound education at the Wayne State University School of Medicine. *J Ultrasound Med.* 2008;27(5):745-749. DOI: 10.7863/jum.2008.27.5.745
8. Hoppmann RA, Rao VV, Poston MB, Howe DB, Hunt PS, Fowler SD, Paulman SE, Wells JR, Richeson NA, Catalana PV, Thomas LK, Britt Wilson L, Cook T, Riffle S, Neuffer FH, McCallum JB, Keisler BD, Brown RS, Gregg AR, Sims KM, Powell CK, Garber MD, Morrison JE, Owens WB, Carnevale KA, Jennings WR, Fletscher S. An integrated ultrasound curriculum (iUSC) for medical students: 4-year experience. *Crit Ultrasound J.* 2011;3(1):1-12. DOI: 10.1007/s13089-011-0052-9
9. Am Dinh V, Dukes WS, Prigge J, Avila M. Ultrasound integration in undergraduate medical education: comparison of ultrasound proficiency between trained and untrained medical students. *J Ultrasound Med.* 2015;34:1819-1824. DOI: 10.7863/ultra.14.12045
10. Arger PH, Schultz SM, Sehgal CM, Cary TW, Aronchick J. Teaching medical students diagnostic sonography. *J Ultrasound Med.* 2005;24(10):1365-1369. DOI: 10.7863/jum.2005.24.10.1365
11. Badea R. Ultrasonography courses for medical students organized by "Iuliu Hatieganu" University of Medicine and Pharmacy and SRUMB (The Romanian Society of Ultrasonography in Medicine and Biology). *Ultraschall Med.* 2012;33:394-395. DOI: 10.1055/s-0033-1349755
12. Bahner DP, Adkins EJ, Hughes D, Barrie M, Boulger CT, Royall NA. Integrated medical school ultrasound: development of an ultrasound vertical curriculum. *Crit Ultrasound J.* 2013;5:6. DOI: 10.1186/2036-7902-5-6
13. Blackstock U, Munson J, Szyld D. Bedside ultrasound curriculum for medical students: report of a blended learning curriculum implementation and validation. *J Clin Ultrasound.* 2015;43:139-144. DOI: 10.1002/jcu.22224
14. Brown B, Adhikari S, Marx J, Lander L, Todd GL. Introduction of ultrasound into gross anatomy curriculum: perceptions of medical students. *J Emerg Med.* 2012;43:1098-1102. DOI: 10.1016/j.jemermed.2012.01.041
15. Day J, Davis J, Riesenberger LA, Heil D, Berg K, Davis R, Berg D. Integrating sonography training into undergraduate medical education: a study of the previous exposure of one institution's incoming residents. *J Ultrasound Med.* 2015;34:1253-1257. DOI: 10.7863/ultra.34.7.1253
16. Teichgräber UKM, Meyer JMA, Nautrup CP, Rautenfeld DB. Ultrasound anatomy: a practical teaching system in human gross anatomy. *Med Educ.* 1996;30:296-298. DOI: 10.1111/j.1365-2923.1996.tb00832.x
17. Hofer M, Schiebel B, Hartwig HG, Garten A, Mödler U. Innovative Kurskonzepte für Kleingruppenpraktika in bildgebenden Verfahren. Ergebnisse einer Längsschnitt-2-Kohorten-Studie im Rahmen des medizindidaktischen Pilotprojektes Düsseldorf. *Dtsch Med Wochenschr.* 2000;125:717-723. DOI: 10.1055/s-2007-1024468
18. Heinzow HS, Friederichs H, Lenz P, Schmedt A, Becker JC, Hengst K, Marschall B, Domagk D. Teaching ultrasound in a curricular course according to certified EFSUMB standards during undergraduate medical education: a prospective study. *BMC Med Educ.* 2013;13:84. DOI: 10.1186/1472-6920-13-84
19. Baltarowich OH, Di Salvo DN, Scoutt LM, Brown DL, Cox CW, DiPietro MA, Glazer DI, Hamper UM, Manning MA, Nazarian LN, Neutze JA, Romero M, Stephenson JW, Dubinsky TJ. National ultrasound curriculum for medical students. *Ultrasound Q.* 2014;30(1):13-19. DOI: 10.1097/RUQ.0000000000000066
20. Fakoya FA. Integrating ultrasound technology into teaching gross anatomy: point of order! *Med Educ Online.* 2013;18:208-288. DOI: 10.3402/meo.v18i0.20888
21. Dreher SM, DePhilip R, Bahner D. Ultrasound exposure during gross anatomy. *J Emerg Med.* 2014;46:231-240. DOI: 10.1016/j.jemermed.2013.08.028

22. Ganguly PK, Chakravarty M, Latif NA, Osman M, Abu-Hijleh M. Teaching of anatomy in a problem-based curriculum at the Arabian Gulf University: the new face of the museum. *Clin Anat.* 2003;16(3):256-261. DOI: 10.1002/ca.10144
23. Griksaitis MJ, Sawdon MA, Finn GM. Ultrasound and cadaveric prosections as methods for teaching cardiac anatomy: a comparative study. *Anat Sci Educ.* 2012;5(1):20-26. DOI: 10.1002/ase.259
24. Hammoudi N, Arangalage D, Boubrit L, Renaud MC, Isnard R, Collet JP, Cohen A, Duguet A. Ultrasound-based teaching of cardiac anatomy and physiology to undergraduate medical students. *Arch Cardiovasc Dis.* 2013;106(10):487-491. DOI: 10.1016/j.acvd.2013.06.002
25. Jurjus RA, Dimorier K, Brown K, Slaby F, Shokoohi H, Boniface K, Liu YT. Can anatomists teach living anatomy using ultrasound as a teaching tool? *Anat Sci Educ.* 2014;7(5):340-349. DOI: 10.1002/ase.1417
26. Lohmann M, Hänle MM, Klaus J, Kratzer W. Aus- und Weiterbildungssituation in der Abdomensonografie an deutschen Universitätskliniken–Vergleich 1999-2009. *Z Gastroenterol.* 2011;49:971-976. DOI: 10.1055/s-0031-1273361
27. Greenbaum LD. It is time for the sonoscope. *J Ultrasound Med.* 2003;22(4):321-322. DOI: 10.7863/jum.2003.22.4.321
28. Cantisani V, Dietrich CF, Badea R, Dudea S, Prosch H, Cerezo E, Nuernberg D, Serra A, Sidhu PS, Radzina M, Piscaglia F, Bachmann Nielsen M, Ewertsen C, Saftoiu A, Calliada F, Gilja OH. EFSUMB Statement on Medical Student Education in Ultrasound long version. *Ultrasound Int Open.* 2016;2(1):E2-7. DOI: 10.1055/s-0035-1569413
29. Beckers SK, Timmermann A, Müller MP, Angstwurm M, Walcher F. Undergraduate medical education in emergency medical care: a nationwide survey at German medical schools. *BMC Emerg Med.* 2009;9:7. DOI: 10.1186/1471-227X-9-7
30. Medizinische Fakultät Duisburg-Essen. XI. Internationales SkillsLab Symposium 2016: Abstractsammlung 18.03. - 19.03.2016. Duisburg: Universität Duisburg-Essen, Med. Fakultät; 2016. Zugänglich unter/available from: https://www.uni-due.de/~ht0209/isls2016/wp-content/uploads/2016/03/isls2016_abstractsammlung.pdf
31. Hagendorff AHJ, Gilja OH. DEGUM 2016. 40. Dreiländertreffen DEGUM, ÖGUM, SGUM. 28th Euroson Congress of the EFSUM: Congress Abstracts. *Ultraschall Med.* 2016;37:S1-S78. DOI: 10.1055/s-0036-1587985
32. Rotzoll D, Wienhold R, Weigel A, Wolf R. Present situation of and future outlook for undergraduate English for medical purposes education in Germany. *J Med Eng Educ.* 2014;13:47-54.
33. Hofer M. Sono Grundkurs: Ein Arbeitsbuch für den Einstieg: 40 Tabellen und 40 Videosequenzen (mit GIT-Bildmaterial von Alexis Müller-Marbach). 8th ed. Stuttgart: Thieme Verlag; 2015.
34. Konge L, Albrecht-Beste E, Bachmann Nielsen M. Ultrasound in pre-graduate medical education. *Ultraschall Med.* 2015;36(3):213-215. DOI: 10.1055/s-0034-1399553
35. Celebi N, Zwirner K, Lischner U, Bauder M, Dithard K, Schürger S, Riessen R, Engel C, Balletshofer B, Weyrich P. Student tutors are able to teach basic sonographic anatomy effectively – a prospective randomized controlled trial. *Ultraschall Med.* 2012;33(2):141-145. DOI: 10.1055/s-0029-1245837
36. Griksaitis MJ, Scott MP, Finn GM. Twelve tips for teaching with ultrasound in the undergraduate curriculum. *Med Teach.* 2014;36(1):19-24. DOI: 10.3109/0142159X.2013.847909
37. Hoppmann RA, Rao VV, Bell F, Poston MB, Howe DB, Riffle S, McMahon C, Wilson LB, Blanck E, Richeson NA, Thomas LK, Hartman C, Neuffer FH, Keisler BD, Sims KM, Garber MD, Shuler CO, Blaivas M, Chillaq SA, Wagner M, Barron K, Davis D, Wells JR, Kenney DJ, Hall JW, Bornemann PH, Schrift D, Hunt PS, Owens WB, Smith RS, Jackson AG, Hagon K, Wilson SP, Fowler SD, Catroppo JF, Rizvi AA, Powell CK, Cook T, Brown E, Navarro FA, Thornhill J, Burgis J, Jennings WR, McCallum JB, Nottingham JM, Kreiner J, Haddad R, Augustine JR, Pedigo NW, Catalana PV. The evolution of an integrated ultrasound curriculum (iUSC) for medical students: 9-year experience. *Crit Ultrasound J.* 2015;7(1):18. DOI: 10.1186/s13089-015-0035-3
38. Hofer M, Kamper L, Sadlo M, Sievers K, Heussen N. Evaluation of an OSCE assessment tool for abdominal ultrasound courses. *Ultraschall Med.* 2011;32(2):184-190. DOI: 10.1055/s-0029-1246049
39. Bahner DP, Goldman E, Way D, Royall NA, Liu YT. The state of ultrasound education in U.S. medical schools: results of a national survey. *Acad Med.* 2014;89(12):1681-1686. DOI: 10.1097/ACM.0000000000000414
40. Steinmetz P, Dobrescu O, Oleskevich S, Lewis J. Bedside ultrasound education in Canadian medical schools: A national survey. *Can Med Educ J.* 2016;7(1):e78-e86.
41. Palma JK. Successful strategies for integrating bedside ultrasound into undergraduate medical education. *Mil Med.* 2015;180(4 Suppl):153-157. DOI: 10.7205/MILMED-D-14-00573
42. Wolf R, Geuthel N, Gnatzy F, Rotzoll D. Data from: Undergraduate ultrasound education at German-speaking medical faculties: a survey. Dryad Digital Repository. 2019. DOI: 10.5061/dryad.5rk56gg

Bitte zitieren als

Wolf R, Geuthel N, Gnatzy F, Rotzoll D. Undergraduate ultrasound education at German-speaking medical faculties: a survey. *GMS J Med Educ.* 2019;36(4):Doc34. DOI: 10.3205/zma001242, URN: urn:nbn:de:0183-zma0012428

Artikel online frei zugänglich unter

<https://www.egms.de/en/journals/zma/2019-36/zma001242.shtml>

Eingereicht: 08.05.2018

Überarbeitet: 24.03.2019

Angenommen: 15.04.2019

Veröffentlicht: 15.08.2019

Copyright

©2019 Wolf et al. Dieser Artikel ist ein Open-Access-Artikel und steht unter den Lizenzbedingungen der Creative Commons Attribution 4.0 License (Namensnennung). Lizenz-Angaben siehe <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.