

Challenges and implementation of the German maternity protection act for female medical students in macroscopic anatomical education

Abstract

Background: Recent decades have seen controversial discussions on the validity of dissection courses in medical education, with alternative programs tested for various reasons. On April 1, 2015 the classification of formaldehyde as a hazardous substance was upgraded by the EU, leading to some universities precluding the participation of pregnant and breastfeeding students in dissection course. However, the revision to the Maternity Protection Act, implemented in Germany on January 1, 2018, now protects student mothers from being disadvantaged in their studies as a consequence of their pregnancy or breastfeeding. Therefore, universities must offer alternatives to dissection courses using formaldehyde to these female students.

Project description: As an alternative to regular dissection courses, which use the abovementioned chemical, the Centre for Anatomy at Charité has opted for developing dedicated courses for student mothers. These new courses use plastinated prosection material instead of formalin-treated cadavers of body donors. As the core of the anatomical education takes place during the third and fourth semester in the current curriculum of human medicine at Charité the alternative courses are limited to those two semesters. Additionally, alternative exams at the end of both semesters had to be developed. The alternative courses were designed to offer pregnant and breastfeeding students a study program as close as possible to the one in which their peers learn human anatomy.

Results: For the new courses, plastinates had to be produced and further specimens are still needed. Additionally required sets of bones, models and radiological images were readily available at the Centre for Anatomy. The planning and conceptualization of the courses took half a year of intense preparation. The courses for the third and fourth semester were first running during summer semester 2017. There is a clear demand for courses among pregnant and breastfeeding students. At least 5 student participants per course were registered, corresponding to every fortieth female student in their semester cohorts. The highest number of student participants was 13 in one course so far. The performances of the participants in the anatomical examinations were matching that of students attending the regular courses.

Discussion: The alternative macroscopic anatomy courses enable the implementation of the revised Maternity Protection Act. The targeted student group is highly satisfied with the offered alternative courses. Considering the number of participants and their examination performance so far, the Centre for Anatomy regards the efforts involved in planning and implementing the courses as justified. The courses allow pregnant and breastfeeding students to address the same anatomical themes at the same time as their fellow students. However, due to restricted flexibility of plastinates and because students cannot prepare specific anatomical structures independently the scope of topographic learning is limited. That being said, well-produced plastinates can display anatomical structures which often cannot be dissected in regular courses. The alternative macroscopic anatomy courses using plastinates

Christoph Kulisch¹
Jana Langheinrich²
Evelyn Heuckendorf¹
Imre Vida¹
Irene Brunk¹

1 Charité - Universitätsmedizin
Berlin, Institut für Integrative
Neuroanatomie, Berlin,
Germany

2 Charité - Universitätsmedizin
Berlin, Institut für
Funktionelle Anatomie,
Berlin, Germany

constitute suitable alternatives to the regular dissection courses with formalin-treated cadavers for pregnant and breastfeeding students.

Keywords: maternity protection act, pregnancy, breastfeeding period, women, medical education, medicine, anatomy, anatomical dissection, university education, plastination, body donation, formaldehyde

1. Introduction

In Europe, human cadavers have been used for about seven centuries (since the renaissance in Italy) for the anatomical education of medical students [1], [2], [3]. In recent decades, the use of human preparations and cadavers in medical education has come under discussion [2], [4], [5], [6], [7], [8], [9]. Medical training at Charité includes dissection courses with cadavers from body donors. These courses, in combination with other didactic methods implemented in the curriculum, constitute what is considered to be the best teaching strategy [10].

Thorough knowledge of human anatomy is a fundamental requirement for medical practice, not only in surgery, radiology or physical examination, but also in explaining procedures to patients. Some authors claim that anatomical dissection courses are the most widespread and universal characteristic components of medical education [3].

In recent decades, however, the share of practical anatomical teaching performed through dissection courses at medical faculties has decreased due to reorganizations of medical curricula in many countries [4], [5], [11], [12]. In the model degree program of medicine at Charité, dissection courses are taught in the third and fourth semester. These courses are comprised of a number of teaching units (TU, 45 min each) to be studied per week: four a week in the third semester, and two a week in the fourth (for the structure of topics see table 1). This corresponds only to exactly two thirds of the total TUs of anatomical education in the previous classical curriculum. Some prosection courses are included in later semesters. For over 20 years, the apparent decline in the anatomical knowledge of medical students has been the focal point of international discussions in surgical specialties [13], [14]. Arguments are made that the level of anatomical knowledge necessary for becoming a medical doctor cannot be achieved anymore [15], [16]. A study from 1999 showed that only 29% of new medical residents in the United States had an adequate level of anatomical training [17]. Another study stated that students struggle to learn about physical examinations and diagnoses due to insufficient anatomical knowledge [16].

Two recent legal changes with significant impact on medical education added further aspects to the historical discussion.

The first of these changes pertains to the GHS classification (Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals) of formaldehyde (FA). On April 1, 2015, FA was classified as more hazardous and uprated to category 1B due to its carcinogenicity. Furthermore, as to its Mutagenicity, FA was classified into category 2,

as it may also cause genetic defects [18]. As a result, an executive decision was made at Charité to prevent pregnant and breastfeeding students from entering dissection halls to protect their unborn and/or breastfed children. This was decided following occupational, medical and juridical considerations, as well as regarding considerations related to technical aspects of occupational safety. Until 2017 this meant female students had to make up for the dissection courses post-weaning. Alternative ways, other than the regular dissection courses, by which these students could acquire their anatomical knowledge, were needed [19]. However, due to the complexity of themes, the high clinical relevance and the large contingent of TUs, there were no reasonable options available to the students to reduce the delay in their studies. As a result, pregnant and breastfeeding students were delayed in their anatomical studies for up to four semesters or even more, preventing them to complete their third and/or fourth semester, as well as restricting their admission to higher semesters. This unacceptable circumstance, and the additional pressure for these students to catch up on weekly dissection courses and corresponding examinations during subsequent two semesters presented a major disadvantage for pregnant and breastfeeding students.

The second change was the revision to the Maternity Protection Act (Gesetz zur Neuregelung des Mutterschutzes) [20] that came into effect on January 1, 2018 in Germany. The Maternity Protection Act, which protects working mothers, was revised to include mothers in higher education and in vocational training. This act ensures that pregnant and breastfeeding women are not disadvantaged because of their circumstances. Higher education institutions and faculties must provide alternatives to courses/programs which mothers cannot attend, unless this is proven not feasible “due to verifiable, disproportionate effort to the institution” [20].

On the basis of these new regulations the Centre for Anatomy at Charité decided to develop and implement alternative macroscopic anatomical courses and examinations for pregnant and breastfeeding students in the third and fourth semester using FA-free plastinates that are acceptable to the female students and reasonable for the Centre for Anatomy.

The revision of the Maternity Protection Act not only affects anatomical education at Charité. Pregnant and breastfeeding students are prevented from attending a number of courses in other fields, such as a practical training for the preparation of blood samples, some bedside teaching units, and part of the courses on pathology. All of these, however, are courses with a much lower amount of TUs, often single classes. The affected

Table 1: Current schedule for anatomic dissection in semester 1 to 4 of the model degree program for medicine at Charité – Universitätsmedizin Berlin. This table shows the distribution of the major elements of anatomical dissection in the semesters (Sem.) and the curricular modules. It also shows the number of teaching units (TU) for dissection in each module as well as the length of the modules in weeks.

Sem.	Module	Anatomical preparation	amount TU / weeks
1	Introduction	presentation of selected dissection as introduction into general anatomy and "learning about cadavers"	4 / 1
3	Skin	skin, structure of the subcutis, presentation and opening of fascias	16 / 4
	Movement	musculature of the torso wall and the extremities, pathways	18 / 5
	Heart / Circulation	opening of the thorax, removal and preparation of the heart, finishing of the dissection of the pathways	12 / 3
	Nutrition / Digestion	opening of the abdomen, topography of the organs and their position within the peritoneum, vessel dissection, removal of abdominal organs	12 / 3
4	Respiration	Removal and dissection of the lungs, thorax, mediastinum, and larynx	6 / 3
	Kidney / Electrolytes	retroperitoneum, small pelvis "from the top"	8 / 4
	Nervous system	meninges and vessels, cranial nerves, spinal cord, spinal nerves, ventricle system, brainstem, cerebellum, basal ganglia, cortex	8 / 4
	Sensory organs	eye and ear	4 / 2

students may use their contingent of permissible absences. Establishing alternatives to these courses is therefore viewed as not purposeful and would constitute a disproportional additional effort. Therefore, until September 2019, there were no alternative courses in any other subject fields but anatomy at Charité.

This article outlines the design of alternative macroscopic anatomical courses and presents a viable way of implementing the Maternity Protection Act. The implementation of these courses is discussed in the context of the abovementioned debates.

2. Project description

The following pilot project for implementing the Maternity Protection Act was initially approved for 2 years by the Vice Dean for Learning and Teaching at Charité and was running from summer semester 2017 until winter semester 2018/2019. In this pilot project alternatives to formalin-fixed specimens were assessed and then course programs were designed and implemented subsequently. The aim was to develop alternative courses which offer pregnant and breastfeeding students a study program which enables them to acquire anatomical knowledge as efficiently as their fellow students without the opportunity of carrying out anatomical dissections themselves.

2.1. Determining possible teaching methods without formalin-fixed wet specimens

The methods for preserving a body are limited. One method is to use a combination of phenol and ethanol [21], [22], which is prohibited in Germany due to health and safety concerns. Conservation with ethanol alone

would require extensive refurbishment as well as the purchase of expensive devices. Additionally, cadavers preserved this way are shorter lived than FA-fixed bodies [22]. Furthermore, ethanol based conservation does not ensure the disinfection of bodily fluids [23]. Currently the German Anatomical Society takes the view that an adequate conservation without FA is not viable [24]. Even if there was a safe alternative to FA-fixed cadavers, it is unacceptable for women in advanced stages of their pregnancy to be standing for 90 minutes and work bent over a table for such prolonged periods.

Today, anatomical three-dimensional (3D) prints and computer programs are readily available from commercial providers. Virtual dissection tables are being used in anatomical education, as well as for specific surgical questions [25], [26], and instructional videos have been utilized for decades to transfer anatomical knowledge [6], [27]. However, we considered relying on virtual media alone is not sufficient, as many of the essential aspects of dissection courses include the 3D visual experience, the positional change of different structures to one another and the haptic perception of body structures. Even though the models used in regular courses are 3D and can be handled, they are rather simplified and are not suitable as the only visualization tool. Additionally, the range of models is limited and does not include all body structures.

A further argument against using only these methods and/or materials, alone or in combination, as alternative to regular dissection is that medical faculties would also have to offer alternative examinations to these students. The exams have to be as similar as possible to the standard exams in their implementation and demand the same level of recognition from the students. However, the level of difficulty of a given question is considerably lower if a question is asked on a model rather than on

human prosection material (unpublished results). There are similar findings for 3D prints [28] and the same can be expected for schematic illustrations. Students learning with three-dimensional models perform better in examinations than students learning with two-dimensional illustrations [29], [30]. After the third semester in our curriculum a “3D-MC” exam is held. This exam consists of 20 stations with one multiple-choice question referring to a prosection material, model, microscope specimen, or an illustration at each station with one minute to answer each question. The students needed 60% correct answers to pass (i.e. 12 out of 20 points). After the fourth semester an oral exam (10 minutes) takes place with introductory questions from a list of questions referring to prosection materials, models and microscopes. This exam is part of a general exam which consists of 12 sections each lasting 10 minutes. Students can pass the general examination with an average result of 60% (grade 4) or higher. Students can sit these exams either directly after the fourth semester or at a later time.

2.2. Plastinates as an option in anatomical education

Another alternative to regular dissection courses is the use of plastinates for the alternative courses and exams. After the plastination process the tissue is suffused with silicone, free of FA and solid. The finished plastinates are safe [31], almost odorless, real and offer a tactile experience. The silicone used in the plastinates (S10, BIODUR, Heidelberg) is a mixture of safe siloxanes, which are polymerized with a crosslinker (S6) and a hardening agent (S3). When handling S3 and S6 personal protective gear should be worn [32] (see also the current MSDS from 2017 and 2018). However, after the plastinates have cured and fully hardened they are safe and can be touched with bare hands [31].

Topographical understanding is better supported by anatomical specimens compared to 3D models, which are in turn better than 2D illustrations [33], [34]. Some universities use only plastinates for anatomical education [15], [35], [36], [37]. A study in the USA showed that dentistry students perform better in exams when they learn with plastinates combined with other new teaching methods in comparison to those attending the cadaver-based dissection course [26].

At the Centre for Anatomy at Charité a basic set of about 50 plastinates (e.g. dissections and cross sections of the extremities, preparations of inner organs, such as heart, lung, stomach, sections of bowel, kidney, liver, bladder, as well as preparations of the head, brain, and neck, cross sections of brains, neck and thorax and preparations of the ligaments of the shoulder, the elbow, the hand, the pelvis, the knee and the foot) was already available. As it was possible to produce further plastinated prosection material, offering and implementing the alternative macroscopic anatomy courses and exams utilizing primarily these FA-free plastinates was considered as the best solution.

All organs for the production of the plastinates, as well as the cadavers for the dissection courses, are from body donors [38], who have provided their personal consent in a written agreement to the use of their body after their death with the Centre for Anatomy. All procedures of handling the corpses are conducted in accordance with the “Law for the regulation of the anatomical dissection” (Sektionsgesetz, SRegG BE) [39] and the “Law on body and burial services” (Bestattungsgesetz, BestattG BE) of the federal state of Berlin, Germany [40]. The plastinates are produced according to the S10 standard silicone technique [31], [41].

2.3. Course design

In implementing the pilot project, the curricula of the dissection courses in the third and fourth semester were analyzed and specific module manuals detailing the content covered each day of the courses were compiled. Based on these manuals, the demand for plastinates was identified and compared to the inventory of existing specimens. A list of plastinates still required was compiled and ranked by priority. For the production of larger plastinated dissections additional larger equipment was purchased. Additionally, four 3D printed models were bought (see figure 1 for an example). Figure 2 shows examples of plastinates produced at the Centre of Anatomy. For mediating the anatomical content various methods were used. Some methods, such as the demonstration of dissections materials (or plastinates) and models as well as teacher-centered direct instructions or lecturing, were identical to those in the regular dissection courses. Other strategies applied in the alternative courses included short student presentations on various topics, as a substitute for the students’ demonstration of their own dissection, as well as detailed discussions on the anatomical appearance, the topographical localization, and identification of structures during the dissection process. Apart from manual dissection skills, the alternative courses offer the students the same anatomical knowledge and skills as the regular dissection courses.

As the regular dissection courses, the alternative courses are supplemented with additional visual aids, such as bones, models, radiological images and illustrations. These courses are offered parallel to the regular ones with the same frequency and duration, requiring the involvement of an additional lecturer at the curricular level. Maintaining the same schedule for two courses means that students can switch to the alternative courses at any time if necessary.

2.4. Examination and course evaluation

The alternative exams, to be sat at the end of the third and fourth semester, were designed to be identical, as much as possible, to the regular exams as described above. The oral exams were performed by lecturers that did not teach in the alternative courses. Results achieved in the two exams by the participating students were

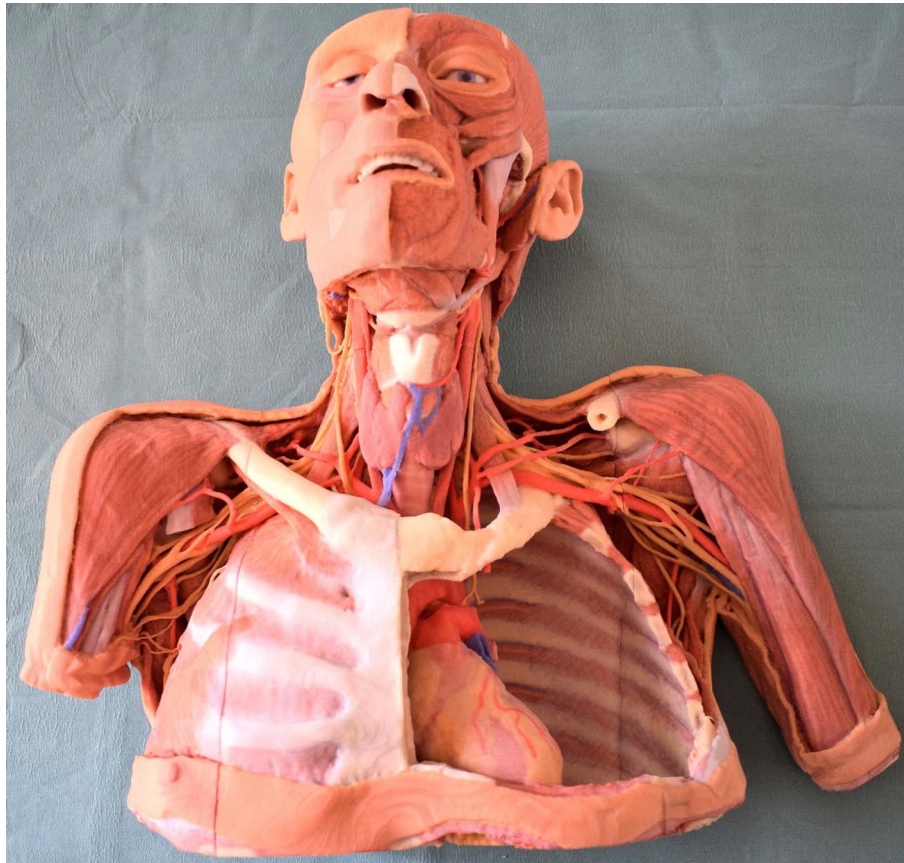


Figure 1: 3D print of a dissected thorax with neck, head and the proximal upper extremities made by the company “Erler-Zimmer GmbH & Co.KG”. Large scale (1:1) 3D printed models, like the one shown above, are scanned copies of dissected cadavers which were digitalized and then processed for printing. Such 3D prints can depict the topography very well. While they are light, a major limitation, is that they cannot be modified. In addition to this 3D print (MP 1250), a model of the upper orbit (MP 1675), the female hip (MP 1785), and the lower extremities (MP 1810) were purchased.

provided by the Office of Student Affairs and anonymized for evaluation in this study. Admission to the alternative courses and examinations is strictly limited. Students have to prove their pregnancy or that they are breastfeeding by a medical certificate. All other students attend the regular dissection courses.

To obtain feedback on the students’ experience in the various courses, Charité offers online feedback tools and requests the students to anonymously evaluate, for example, the dissection classes at the end of each curricular module.

For the alternative courses the Curricular Evaluation Unit designed a questionnaire which included performed rating statements with scales of agreement, but also allowed for additional comments. In the comments sections the students were asked to give positive and negative feedback on the general curricular conditions, the workload, the teaching and learning success and on the course in general (see attachment 1: evaluation questionnaire, see attachment 2: comments section). The data from the regular and the alternative courses were analyzed by the Curricular Evaluation Unit and made anonymously available after the end of each semester.

3. Results

3.1. Design and implementation

The conceptualization of the alternative courses for the third and fourth semester took half a year of intense planning, structuring and cataloguing.

The compiled list of required plastinates was extensive, but mainly included specimens needed to supplement the existing collection and only a few others that were urgently needed. The list consisted of about 30 items, not including different stages of dissections (e. g. superficial and deep structures of extremities, heads, or situs, and variations/pathologies), series of axial sections of the extremities and situs, as well as organ clusters. The most urgently needed plastinates were produced first. There was a range of plastinates already available to provide adequate visual aids for many topics covered in the course. Therefore, the alternative course could be implemented as early as in summer semester 2017.

In adding necessary new plastinates that showed different stages of dissection, the opportunity arises to produce specimens illustrating anatomical variations, as well as pathologies found during dissection courses, which can be added to the inventory. These specimens will allow a

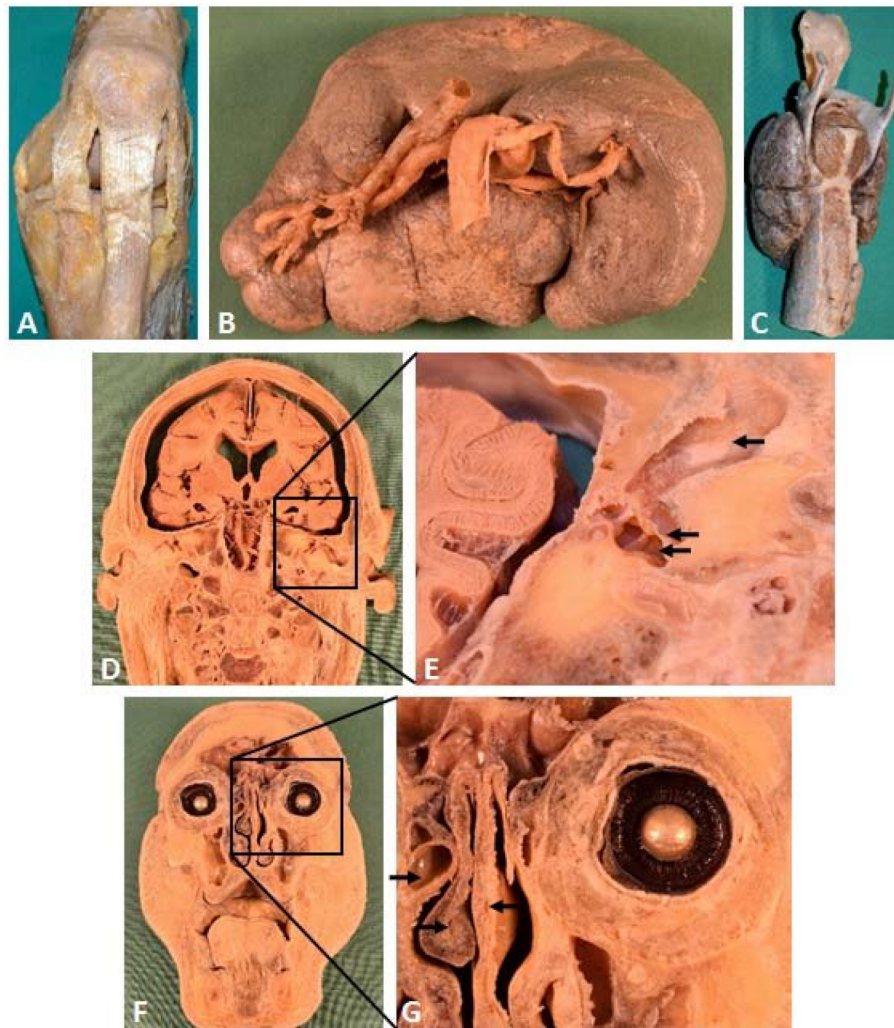


Figure 2: Examples of plastinated specimens which were produced at the Centre for Anatomy for the alternative courses for pregnant and breastfeeding students. A – C show isolated anatomical structures or organs. A) a left knee with tendons and ligaments (Lig. patellae and Retinacula patellae mediale et laterale, prominent); B) an enlarged spleen (splenomegaly) with its hilum shown; C) a larynx shown from behind and lateral left with muscles (Mm. cricoarytenoidei post. and Mm. arytenoidei), the trachea, and the thyroid gland (Gl. thyroidea); D) a frontal section of a head shown from the front with the brain, the basilar artery as well as the ventricle and the vertebra exposed; E) a close up of the center with outer auditory canal (upper arrow), eardrum (middle arrow), and middle ear (lower arrow) exposed; F) a frontal section of a head viewed from the back, showing a cross section of the eyes, nasal cavities, paranasal sinuses and the oral cavity; G) a close up of the right eye with the lens and the ciliary body as well as an ethmoidal cell (upper arrow), nasal septum (middle arrow), and middle nasal concha (lower arrow) shown

better demonstration of the variability of anatomical structures and organs.

Furthermore, the plastinated specimens specifically produced for the alternative courses can be used in other courses and lectures. For example, a set of specimens produced with distinct anatomical and pathological variations of the heart anatomy, can also be used in a practical course of the regular curriculum addressing coronary heart disorders to illustrate healthy and pathological conditions (see figure 3). Previously, pregnant and breastfeeding students were prevented from attending this practical course as FA-fixed hearts were used.

At least 5 students were enrolled in each course during the four semester pilot project, in which these alternative courses were offered (see table 2). This means that at

least every fortieth student enrolled in the third or fourth semester attended the alternative anatomical course.

3.2. Evaluation

One expected result of the evaluation was that all participants agreed that the alternative course made it possible for them to move forward in their studies without delays. Another important question whether the alternative courses offered were compatible with a pregnancy was confirmed by the participation students (see figure 4). In response to the statement that “enough plastinates/models were available” 58.6% of students in the third semester strongly agreed, 27.6% agreed and 10.3% neither agreed nor disagreed, while 3.4% did not agree. In the fourth semester, the majority of participants,

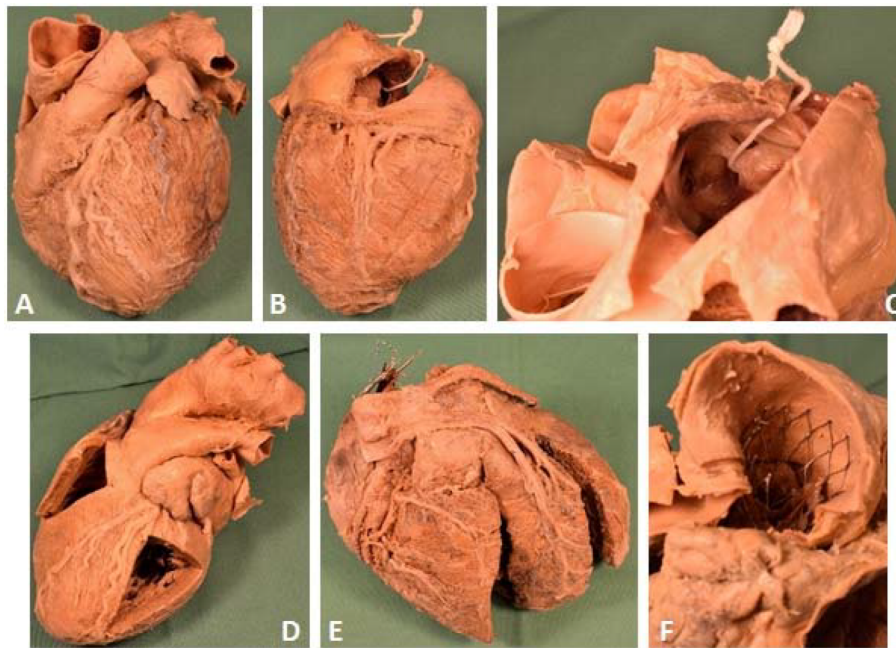


Figure 3: Examples of hearts plastinated at the Centre for Anatomy. A – C) a plastinated specimen of the heart viewed from the left (A), from the back (B) and a view of a patent foramen ovale with a ribbon pulled through it (C). D) A heart with fenestrated ventricles and the aortic arch with its major branches; E) a heart with bypasses and wires of a pacemaker; F) a stent with an artificial valve in the aorta

Table 2: Number of course participants in the third and fourth semester (Sem.) of the model degree program of medicine at Charité – Universitätsmedizin Berlin. In all four pilot semesters (summer semester 2017 – winter semester 2018) the share of female students was about 60% of the students cohort. In the third semester, 1 in 40 to 1 in 26 female students attended the alternative course. In the fourth semester, 1 in 40 to 1 in 16 female students attended the alternative course. Before the introduction of the alternative courses, students had to wait until after their pregnancy or the breastfeeding period (up to four semesters and more) to attend the dissection courses. Following the introduction of the new alternative courses, in the first two pilot semesters these students attended the courses alongside the pregnant and breastfeeding students attending there respective semester. Over the course of the winter semester 2017 another five students in the fourth semester became pregnant and transferred from the regular course to the alternative course.

Pilot semester	Sem.	Stud. total	Total male	Total female	Alt. course participants	Share of all women
SS 2017	3	335	128	207	8	3.9 %
	4	312	115	197	5	2.5 %
WS 2017	3	335	125	210	7	3.3 %
	4	337	130	207	13	6.3 %
SS 2018	3	322	122	200	5	2.5 %
	4	336	128	208	6	2.9 %
WS 2018	3	311	120	191	6	3.1 %
	4	319	119	200	5	2.5 %

76.5%, strongly agreed while 14.7% agreed and 8.8% neither agreed nor disagreed (see figure 5).

Responses to the statement that “the students felt well prepared for the examination after attending the alternative course” showed that in the third semester 51.7% of the students strongly agreed, 37.9% agreed and 10.3% neither agreed nor disagreed. In the fourth semester 38.2% of the participants agreed strongly and 61.8% agreed (see figure 6). The distributed feedback question-

naires for the alternative courses were filled out by 53.6% of the participants in the third, and by 53.0% in the fourth semester.

3.3. Examinations

The implementation of the alternative exams raised no difficulties. In the 3D-MC examination the same questions were used as in the regular exam. Due to the broad range of plastinates collected by the time of the exams, suitable

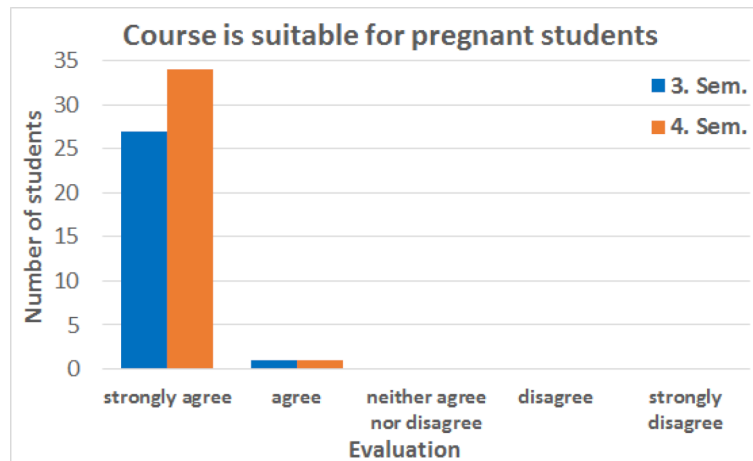


Figure 4: Feedback from students in third and fourth semesters (Sem.) regarding the statement “The design of the alternative course is compatible with a pregnancy (e.g. no long periods of standing).” In the third semester, of the 28 responses, a total of 27 participants strongly agreed with the statement and 1 participant agreed. In the fourth semester, of the 35 responses to this statement 34 participants strongly agreed and 1 participant agreed. The median for both semesters is “strongly agree”. The students positively viewed the possibility to sit down during the course and put their feet up if necessary. They also liked not having to work in a bent or hunched over position for long periods as it is necessary when dissecting a cadaver. The data was collected from summer semester 2017 to winter semester 2018.

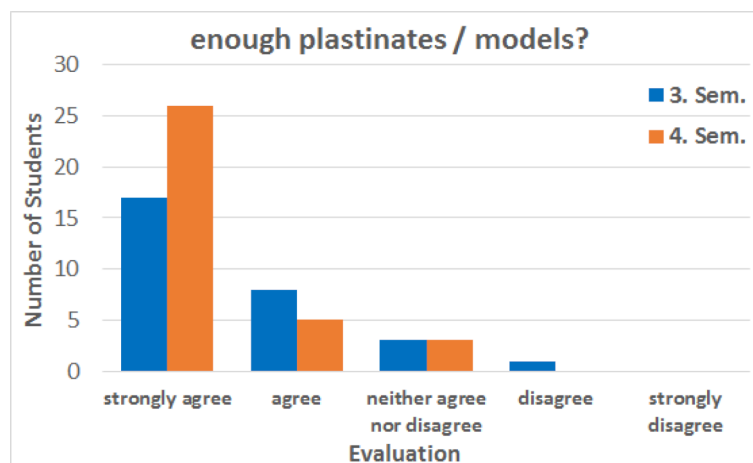


Figure 5: Feedback from students in the third and fourth semesters (Sem.) regarding the statement “There were enough plastinates/models available.” In the third semester, of the 29 responses to this statement 17 participants strongly agreed and 8 agreed. 3 participants stated that they neither agree nor disagree and 1 participant answered, “disagree”. In the fourth semester, of the 34 responses in total 26 participants strongly agreed, 5 agreed and 3 neither agreed nor disagreed. The median for both semesters is “strongly agree”. The data was collected from summer semester 2017 to winter semester 2018.

specimens could be assigned to most of the introductory questions even for the oral exams. The first results from the alternative exams indicate that the passing rates are approximately the same as those of the regular exams (see figure 7). The average exam result of participants of the alternative course at the end of the third semester is 12.8 out of 20 points (64%; median: 13) and for students attending the regular course it was 13.0 points (65%; median: 13). In the examination at the end of the fourth semester students of the alternative course achieved an average of 71.9% (median: 78.3) and students of the regular course achieved 78.2% (median: 80.0). As students can choose when to sit the exam and because they can also attend a semester multiple times, the number of students taking the exams is lower than that of course participants.

4. Discussion

Prosection or the more in-depth dissection course are well-established elements of medical education [1], [2], [3]. Efforts are being made to teach students about anatomical structures without the use of body donors [42]. Over the last 240 years wax models offered the possibility to illustrate anatomical details to whole student cohorts and even generations of medical students. The detailed Florentine wax models, exhibited in the Josephinum in Vienna, are proof of this fact [42], [43]. Today, probably every institute of anatomy uses various models. However, regular dissection courses serve not only to teach the anatomical structures of the body. Students cite various advantages, such as a form of preparation for their clinical work, being able to apply practical skills,

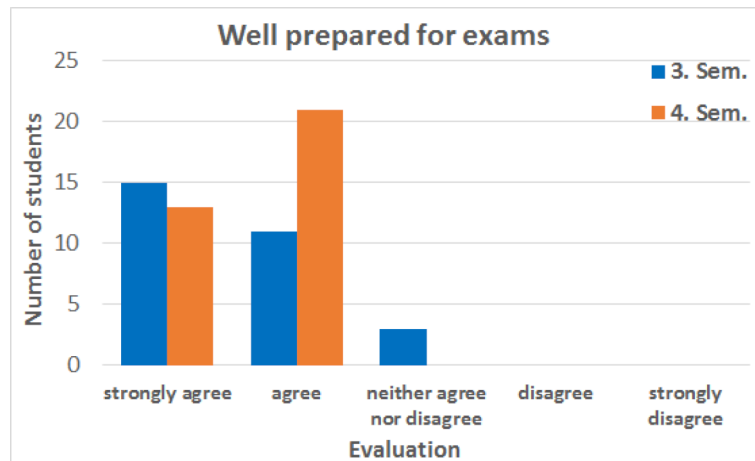


Figure 6: Feedback from students in the third and fourth semesters (Sem.) regarding the statement “After attending the alternative course I feel well prepared for the examination.” In the third semester, of the 29 responses, 15 participants stated that they strongly agree, 11 stated that they agree, and 3 participants neither agreed nor disagreed. In the fourth semester, of the 34 responses to this statement 13 participants strongly agreed and 21 agreed. The median for the third semester is “strongly agree” and for the fourth semester the median is “agree”. The data was collected from summer semester 2017 to winter semester 2018.

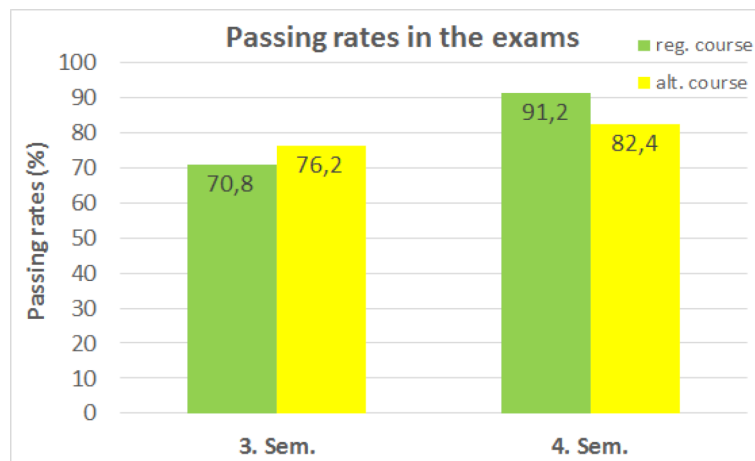


Figure 7: Passing rates among participants of the regular and the alternative courses. In the 3D-MC-examination at the end of the third semester (Sem.) a passing grade was achieved by 70.8% (579 of 820) of students attending the regular courses (reg. course) and by 76.2% (16 of 21) of the students attending the alternative courses (alt. course). At the end of the fourth semester, 91.2% (650 of 713) of the students attending the regular courses and 82.4% (14 of 17) of the students from the alternative courses passed the section on anatomy within the general oral examination. The data was collected from summer semester 2017 to winter semester 2018.

work in a team, to combine theory and praxis [5], getting support in professional development and in handling the topics of dying and death [44]. A majority of students claims to feel better prepared for exams and to have a more precise understanding of study topics [45]. Studies show that students see dissection courses as an important resource for learning about human anatomy, topography and variations, rating it above lectures and textbooks. Multimedia as a learning tool is less popular [11], [46]. When it comes to knowledge transfer, 3D software applications are viewed inferior to real anatomical models [29], [34]. Dissection courses have been proven to be effective and popular [5], [11], [44]. Students describe it in both positive (interesting, fascinating, useful, brilliant, ...) as well as negative terms (unpleasant smell, intimidating, repulsive, unreal, ...) [5], [8].

4.1. Alternative teaching strategies

By the end of the 1980s digital media were tested as supplementary teaching material. The Ohio State University, for example, compared the learning success of students who saw video recordings of anatomical demonstrations, to that of students attending prosection courses on the same topic. The average results of both groups were almost identical [6]. According to a recent study, however, the majority of students seldom use videos that were made available to them to prepare for courses [27]. To improve radiological understanding, virtual dissection tables have been introduced [25]. In Tübingen dissection courses are successfully complemented by “obligatory curricular live stream”-lectures to improve the students’ clinically-relevant anatomical understanding [47].

4.2. Courses, examination, and evaluation

The use of plastinates – here described for the implementation of the revised Maternity Protection Act – is another possible approach for teaching anatomy. Evaluation results show that courses can be successfully implemented provided that a sufficiently large set of plastinates are available. These FA-free courses are particularly suitable for pregnant students, not only because they can work sitting down. The subjective feeling that students consider themselves well prepared for the exams has been confirmed by the first examination results, albeit the low number of participants. In the exam after the third semester, the same questions as those in the regular exams can be used and in the examination after the fourth semester the introductory question can be taken from the catalogue for the regular exams that is available to all students. This allows for a high level of correspondence in the examination conditions for all students regardless whether they are taking the alternative or the regular exam. All questions are checked and approved by a committee of expert representatives and/or the board of examiners. In both the 3D-MC and the oral exams, five groups of students are tested simultaneously in parallel exam parcours. Therefore, the differences include the use of corresponding, but not fully identical anatomical specimens, as well as the involvement of different examiners. The participants of the alternative courses achieved similar results as their fellow students, even though they were expected to have disadvantages while studying due to a lack of sleep and reduced ability for concentration during their pregnancy or while breastfeeding. How long lasting the learning effect in the regular and the alternative courses is, would have to be explored in elaborate follow up studies in the coming years.

At Warwick Medical School a study looked at how students perceive the use of plastinates for anatomical education [37]. A majority of 94% of study participants evaluated plastinates as a valuable resource for learning. The participants highlighted various positive aspects, such as the excellent anatomical detail and the depiction of the topographic relationship between structures. The study also showed that learning with plastinates alone limits the aspect of tactile perception and the emotional experience. Additionally, it seems that the understanding of topographic relationships is limited as the organ clusters and the dissected situs lack flexibility. One of the major advantages of plastinates, on the other hand, is that anatomical structures which, due to time restrictions, are not or only partly dissected in regular courses can be presented and preserved.

Students had the opportunity to give feedback in a uniform, official and transparent evaluation questionnaire. No other methods of evaluation were used. Generally, students at Charité are rather unmotivated to give feedback (2.2% or 2.8% in the regular dissection courses). The response rate in the alternative courses is markedly better, probably as a result of reminders to the students

by the lecturer. Verbal feedback given directly to the lecturer has been only positive.

The alternative courses offer a major advantage to the students by facilitating a seamless continuation of their studies, instead of completing the dissection courses and related exams at a substantially later date. The aim of this pilot project was to provide comparable conditions, as far as possible, for learning human anatomy to pregnant and breastfeeding students as experienced by their fellow students. Considering the feasibility of the implementation the results of the exams and evaluations, we believe that this aim has been achieved.

4.3. Transferability

The successful implementation of the Maternity Protection Act described here, may work less efficiently at smaller medical universities. With smaller student cohorts, fewer pregnant and breastfeeding students would be wishing to attend the courses. The financial burden would include the position of a lecturer, the costs for storing the plastinates and if needed, the commercial acquisition of plastinates, estimated at about 500,000 € (based on quotes from a manufacturer). The interpretation of the law, as to when the introduction of a course for pregnant and breastfeeding students is considered to be unfeasible, is the universities' responsibility and the disproportionate effort involved needs to be verifiably demonstrated. Individual circumstances will be the decisive factors. Transferring this concept of an alternative course to educational settings in other fields of medicine (e.g. practical training in biochemistry, pathology or bedside teaching) is highly questionable as the circumstances and demands are too distinct. Additionally, the affected courses mostly involve much fewer teaching units. As other colleagues, we at the Centre for Anatomy at Charité agree that teaching human anatomy on human and flexible cadavers leads to the most sustainable learning results [6], [31]. About 90% of medical students consider a deep and thorough understanding of human anatomy as very important [37]. For many future medical professionals, however, it is not essential to dissect a body themselves for their perspective medical work, nevertheless, this experience will increase their abilities to understand the what, the why and the how of medical interventions with high relevance for patient safety as well as for their own satisfaction as physicians [14]. Computer programs and virtual technologies can and should support anatomical education. However, these cannot substitute the experience obtained in a dissection course. Therefore, dissection courses should be attended if at all possible. A thorough understanding of anatomical relations in the body is essential for future physicians and has to be taught very well.

5. Conclusion

The newly developed alternative macroscopic anatomy courses and exams for pregnant and breastfeeding students constitute adequate alternatives closely matching the regular dissection courses in the medical curriculum. This method is recommended to all institutes that have the appropriate resources and opportunities. The number of participants shows that there is enough demand to warrant the resources and efforts required to plan and implement such courses. The project at Charité was extended after the pilot phase and is running now as an integral part of the curriculum. The introduction of similar alternatives for anatomical courses in later semesters is in discussion.

In view of the well established advantages of regular dissection courses and the limitations of their alternatives, we recommend dissection courses as the central elements in the anatomical education of medical students. At the same time, we recommend the here described alternative macroscopic anatomy courses which uses plastinates, as a valid and useful substitute program for pregnant and breastfeeding students.

Acknowledgements

We want to thank our colleagues at the Office of Study Affairs for their support and for providing the anonymized exam results after the third and fourth semester and the team at the Curricular Evaluation Unit for designing the evaluation questionnaires and for providing the anonymized evaluation results. We also thank the Vice Deans for Teaching and Learning at Charité, Prof. A. Kuhlmeier and Prof. J. Spranger, for their continued support in this project.

Finally, a big thank you to all the dedicated people who decided to become body donors and support medical education.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Attachments

Available from

<https://www.egms.de/en/journals/zma/2020-37/zma001310.shtml>

1. Attachment_1.pdf (880 KB)
evaluation questionnaire
2. Attachment_2.pdf (163 KB)
Open-answers – questionnaires

References

1. Ghosh SK. Human cadaveric dissection: a historical account from ancient Greece to the modern era. *Anat Cell Biol.* 2015;48(3):153-169. DOI: 10.5115/acb.2015.48.3.153
2. McLachlan JC, Bligh J, Bradley P, Searle J. Teaching anatomy without cadavers. *Med Educ.* 2004;38(4):418-424. DOI: 10.1046/j.1365-2923.2004.01795.x
3. Dyer GS, Thorndike ME. Quidne mortui vivos docent? The evolving purpose of human dissection in medical education. *Acad Med.* 2000;75(10):969-979. DOI: 10.1097/00001888-200010000-00008
4. Parker LM. What's wrong with the dead body? Use of the human cadaver in medical education. *Med J Aust.* 2002;176(2):74-76. DOI: 10.5694/j.1326-5377.2002.tb04290.x
5. Lempp HK. Perceptions of dissection by students in one medical school: beyond learning about anatomy. A qualitative study. *Med Educ.* 2005;39(3):318-325. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2005.02095.x
6. Guy JF, Frisby AJ. Using interactive videodiscs to teach gross anatomy to undergraduates at the Ohio State University. *Acad Med.* 1992;67(2):132-133. DOI: 10.1097/00001888-199202000-00021
7. McMenamin PG, McLachlan J, Wilson A, McBride JM, Pickering J, Evans DJR, Winkelmann A. Do we really need cadavers anymore to learn anatomy in undergraduate medicine? *Med Teach.* 2018;40(10):1020-1029. DOI: 10.1080/0142159X.2018.1485884
8. Jones DG. Reassessing the importance of dissection: a critique and elaboration. *Clin Anat.* 1997;10(2):123-127. DOI: 10.1002/(SICI)1098-2353(1997)10:2<123::AID-CA9>3.0.CO;2-W
9. Winkelmann A. Anatomical dissection as a teaching method in medical school: a review of the evidence. *Med Educ.* 2007;41(1):15-22. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2006.02625.x
10. Estai M, Bunt S. Best teaching practices in anatomy education: A critical review. *Ann Anat.* 2016;208:151-157. DOI: 10.1016/j.aanat.2016.02.010
11. Azer SA, Eizenberg N. Do we need dissection in an integrated problem-based learning medical course? Perceptions of first- and second-year students. *Surg Radiol Anat.* 2007;29(2):173-180. DOI: 10.1007/s00276-007-0180-x
12. Pais D, Casal D, Mascarenhas-Lemos L, Barata P, Moxham BJ, Goyri-O'Neill J. Outcomes and satisfaction of two optional cadaveric dissection courses: A 3-year prospective study. *Anat Sci Educ.* 2017;10(2):127-136. DOI: 10.1002/ase.1638
13. Older J. Anatomy: a must for teaching the next generation. *Surgeon.* 2004;2(2):79-90. DOI: 10.1016/S1479-666X(04)80050-7
14. Turney BW. Anatomy in a modern medical curriculum. *Ann Royal Coll Surg.* 2007;89(2):104-107. DOI: 10.1308/003588407X168244
15. Papa V, Vaccarezza M. Teaching anatomy in the XXI century: new aspects and pitfalls. *Sci World J.* 2013;2013:310348. DOI: 10.1155/2013/310348
16. Waterston SW, Stewart IJ. Survey of clinicians' attitudes to the anatomical teaching and knowledge of medical students. *Clin Anat.* 2005;18(5):380-384. DOI: 10.1002/ca.20101
17. Cottam WW. Adequacy of medical school gross anatomy education as perceived by certain postgraduate residency programs and anatomy course directors. *Clin Anat.* 1999;12(1):55-65. DOI: 10.1002/(SICI)1098-2353(1999)12:1<55::AID-CA8>3.0.CO;2-O

18. European Union. VERORDNUNG (EU) Nr. 605/2014 DER KOMMISSION. Brüssel: Europäische Union; 2014. Zugänglich unter/available from: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2014.167.01.0036.01.DEU
19. Haffner MJ, Oakes P, Demerdash A, Yammine KC, Watanabe K, Loukas M, Tubbs RS. Formaldehyde exposure and its effects during pregnancy: Recommendations for laboratory attendance based on available data. *Clini Anat.* 2015;28(8):972-979. DOI: 10.1002/ca.22623
20. Bundestag. Gesetz zur Neuordnung des Mutterschutzrechts. Bundesgesetzbl. 2017;Teil1(30):1228-1244. Zugänglich unter/available from: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl117s1228.pdf
21. Barton DP, Davies DC, Mahadevan V, Dennis L, Adib T, Mudan S, Sohaib A, Ellis H. Dissection of soft-preserved cadavers in the training of gynaecological oncologists: report of the first UK workshop. *Gynecol Oncol.* 2009;113(3):352-356. DOI: 10.1016/j.ygyno.2009.02.012
22. Balta JY, Cronin M, Cryan JF, O'Mahony SM. Human preservation techniques in anatomy: A 21st century medical education perspective. *Clin Anat.* 2015;28(6):725-734. DOI: 10.1002/ca.22585
23. Balta JY, Cryan JF, O'Mahony SM. The antimicrobial capacity of embalming solutions: a comparative study. *J Appl Microbiol.* 2018.
24. Waschke J, Bergmann M, Brauer L, Brenner E, Buchhorn A, Deutsch A, Dokter M, Egu DT, Ergün S, Fassnacht U, Fietz D, Gundlach S, Heermann S, Hirt B, Kugelman D, Müller-Gerbl M, Neiss W, Nimtschke U, Paulsen F. Recommendations of the working group of the Anatomische Gesellschaft on reduction of formaldehyde exposure in anatomical curricula and institutes. *Ann Anat.* 2019;221:179-185. DOI: 10.1016/j.aanat.2018.10.007
25. Paech D, Giesel FL, Unterhinninghofen R, Schlemmer HP, Kuner T, Doll S. Cadaver-specific CT scans visualized at the dissection table combined with virtual dissection tables improve learning performance in general gross anatomy. *Eur Radiol.* 2017;27(5):2153-2160. DOI: 10.1007/s00330-016-4554-5
26. Brucoli M, Boccafroschi F, Boffano P, Broccardo E, Benech A. The Anatomage Table and the placement of titanium mesh for the management of orbital floor fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2018;126(4):317-321. DOI: 10.1016/j.oooo.2018.04.006
27. Greene SJ. The Use of Anatomical Dissection Videos in Medical Education. *Anat Sci Educ.* 2019;13(1):48-58. DOI: 10.1002/ase.1860
28. Garas M, Vaccarezza M, Newland G, McVay-Doornbusch K, Hasani J. 3D-Printed specimens as a valuable tool in anatomy education: A pilot study. *Ann Anat.* 2018;219:57-64. DOI: 10.1016/j.aanat.2018.05.006
29. Preece D, Williams SB, Lam R, Weller R. "Let's get physical": advantages of a physical model over 3D computer models and textbooks in learning imaging anatomy. *Anat Sci Educ.* 2013;6(4):216-224. DOI: 10.1002/ase.1345
30. Smith CF, Tollemache N, Covill D, Johnston M. Take away body parts! An investigation into the use of 3D-printed anatomical models in undergraduate anatomy education. *Anat Sci Educ.* 2018;11(1):44-53. DOI: 10.1002/ase.1718
31. Riederer BM. Plastination and its importance in teaching anatomy. Critical points for long-term preservation of human tissue. *J Anat.* 2014;224(3):309-315. DOI: 10.1111/joa.12056
32. Chaynes P, Mingotaud AF. Analysis of commercial plastination agents. *Surg Radiol Anat.* 2004;26(3):235-238. DOI: 10.1007/s00276-003-0216-9
33. Garg AX, Norman G, Sperotable L. How medical students learn spatial anatomy. *Lancet.* 2001;357(9253):363-364. DOI: 10.1016/S0140-6736(00)03649-7
34. Wainman B, Wolak L, Pukas G, Zheng E, Norman GR. The superiority of three-dimensional physical models to two-dimensional computer presentations in anatomy learning. *Med Educ.* 2018;52(11):1138-1146. DOI: 10.1111/medu.13683
35. Warwick Medical School. Warwick First UK University to Acquire von Hagens Plastinations for Anatomy Teaching. Coventry, UK: Warwick Medical School; 2009. Zugänglich unter/available from: <http://www2.warwick.ac.uk/fac/med/news/news/?newsItem=094d43ed314c731d01318fd78b3502be>
36. Baker EW, Slott PA, Terracio L, Cunningham EP. An innovative method for teaching anatomy in the predoctoral dental curriculum. *J Dent Educ.* 2013;77(11):1498-507.
37. Fruhstorfer BH, Palmer J, Brydges S, Abrahams PH. The use of plastinated prosections for teaching anatomy—the view of medical students on the value of this learning resource. *Clin Anat.* 2011;24(2):246-252. DOI: 10.1002/ca.21107
38. Habicht JL, Kiessling C, Winkelmann A. Bodies for Anatomy Education in Medical Schools: An Overview of the Sources of Cadavers Worldwide. *Acad Med.* 2018;93(9):1293-1300. DOI: 10.1097/ACM.0000000000002227
39. Bundesland Berlin. Gesetz zur Regelung des Sektionswesens (Sektionsgesetz). Berlin: Bundesland Berlin; 1996. Zugänglich unter/available from: <http://gesetze.berlin.de/jportal/?quelle=jlink&query=SRegG+BE&psml=bsbeprod.psml&max=true>
40. Bundesland Berlin. Gesetz über das Leichen- und Bestattungswesen (Bestattungsgesetz). Berlin: Bundesland Berlin; 1973. Zugänglich unter/available from: <http://gesetze.berlin.de/jportal/?quelle=jlink&query=BestattG+BE&psml=bsbeprod.psml&max=true>
41. von Hagens G, Tiedemann K, Kriz W. The current potential of plastination. *Anat Embryol.* 1987;175(4):411-421. DOI: 10.1007/BF00309677
42. Riva A, Conti G, Solinas P, Loy F. The evolution of anatomical illustration and wax modelling in Italy from the 16th to early 19th centuries. *J Anat.* 2010;216(2):209-222. DOI: 10.1111/j.1469-7580.2009.01157.x
43. Sternthal B. Das Josephinum: 650 Jahre Wiener Medizingeschichte. Wien: Brandstätter Verlag; 2014. p.112
44. Flack N, Nicholson HD. What do medical students learn from dissection? *Anat Sci Educ.* 2018;11(4):325-335. DOI: 10.1002/ase.1758
45. Cowan M, Arain NN, Assale TS, Assi AH, Albar RA, Ganguly PK. Student-centered integrated anatomy resource sessions at Alfaisal University. *Anat Sci Educ.* 2010;3(5):272-275. DOI: 10.1002/ase.176
46. Chapman SJ, Hakeem AR, Marangoni G, Prasad KR. Anatomy in medical education: perceptions of undergraduate medical students. *Ann Anat.* 2013;195(5):409-414. DOI: 10.1016/j.aanat.2013.03.005
47. Shiozawa T, Butz B, Herlan S, Kramer A, Hirt B. Interactive anatomical and surgical live stream lectures improve students' academic performance in applied clinical anatomy. *Anat Sci Educ.* 2017;10(1):46-52. DOI: 10.1002/ase.1623

Corresponding authors:

Dr. Christoph Kulisch
Charité - Universitätsmedizin Berlin, Institut für Integrative
Neuroanatomie, Charitéplatz 1, D-10117 Berlin, Germany
christoph.kulisch@charite.de

PD Dr. med. Irene Brunk
Charité - Universitätsmedizin Berlin, Institut für Integrative
Neuroanatomie, Charitéplatz 1, D-10117 Berlin, Germany
irene.brunk@charite.de

Please cite as

Kulisch C, Langheinrich J, Heuckendorf E, Vida I, Brunk I. Challenges
and implementation of the German maternity protection act for female
medical students in macroscopic anatomical education. *GMS J Med
Educ.* 2020;37(2):Doc17.
DOI: 10.3205/zma001310, URN: urn:nbn:de:0183-zma0013107

This article is freely available from

<https://www.egms.de/en/journals/zma/2020-37/zma001310.shtml>

Received: 2019-06-14

Revised: 2019-11-27

Accepted: 2020-01-07

Published: 2020-03-16

Copyright

©2020 Kulisch 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/>.

Herausforderungen und Umsetzung des Mutterschutzgesetzes für Studentinnen der Humanmedizin im Rahmen der makroskopisch-anatomischen Lehre

Zusammenfassung

Hintergrund: Während der letzten Jahrzehnte wurde viel und kontrovers über die Notwendigkeit der Dissektionskurse in der Ausbildung angehender Humanmediziner*innen diskutiert. Aus unterschiedlichen Gründen wurden verschiedene Alternativen getestet. Die zum 01.04.2015 geänderte GefahrenstoffEinstufung von Formaldehyd bewirkte an Universitäten teilweise den Ausschluss von schwangeren und stillenden Studentinnen aus den Präpariersälen. Die in Deutschland zum 01.01.2018 in Kraft getretene Neuregelung des Mutterschutzgesetzes schützt seitdem auch die studentischen Mütter vor nachteiliger Behandlung aufgrund von Schwangerschaft oder Stillen. Deswegen sollten die Universitäten den Studentinnen Ersatzmöglichkeiten anbieten.

Projektbeschreibung: Für schwangere und stillende Studentinnen hat sich der Fächerverbund Anatomie als Alternative zu den regulären Präparierkursen für Ersatzkurse mit Plastinaten anstelle von formaldehydfixierten Körpern von Körperspender*innen entschieden und entsprechende Konzepte erarbeitet. Im Modellstudiengang Medizin der Charité findet der Hauptteil der anatomischen Ausbildung im 3. und 4. Fachsemester (FS) statt, weswegen die alternativen Kurse auf diese FS beschränkt sind. Ebenfalls mussten alternative Prüfungen nach beiden FS ermöglicht werden. Die Alternativkurse sollen den Studentinnen möglichst die gleichen Voraussetzungen für das Erlernen der menschlichen Anatomie bieten, wie sie ihre Kommiliton*innen haben.

Ergebnisse: Viele Plastinate mussten und einige müssen zurzeit noch neu hergestellt werden. Über einen zusätzlich benötigten Satz an Knochen, Modellen und radiologischen Abbildungen verfügte der Fächerverbund Anatomie bereits. Planung und Kurskonzeptionen bedurften ein halbes Jahr intensiver Ausarbeitungen. Zum Sommersemester 2017 konnten die Kurse des 3. und 4. FS erstmalig durchgeführt werden. Die Nachfrage durch schwangere und stillende Studentinnen ist vorhanden. Mindestens 5 Teilnehmerinnen waren jeweils eingeschrieben, was jeder 40. Studentin im jeweiligen FS entspricht. Das bisherige Maximum eines Kurses lag bei 13 Teilnehmerinnen. Die erbrachten anatomischen Prüfungsleistungen sind annähernd dieselben, wie die der Teilnehmerinnen der regulären Kurse.

Diskussion: Das Alternativangebot setzt die Neuregelung des Mutterschutzgesetzes sehr gut um. Die Zufriedenheit bei den entsprechenden Studentinnen ist hoch. Der planerische als auch der praktische Mehraufwand bei der Durchführung der Kurse wird aufgrund der Anzahl der Teilnehmerinnen und der bisherigen Prüfungsleistungen vom Fächerverbund als gerechtfertigt eingestuft. Die Studentinnen haben die Möglichkeit dieselben Themen zeitgleich mit ihren Kommiliton*innen zu behandeln. Das nicht selbstständige, gezielte Präparieren von Körperstrukturen sowie die Inflexibilität der Plastinate stellen Limitationen bezüglich des topografischen Lernens dar. Andererseits können durch gut gearbeitete Plastinate auch Strukturen dargestellt werden, die in den regulären Kursen häufig nicht präpariert werden. Die Ersatzkurse mit Plastinaten stellen für schwangere und stillende Studentinnen eine

Christoph Kulisch¹

Jana Langheinrich²

Evelyn Heuckendorf¹

Imre Vida¹

Irene Brunk¹

1 Charité - Universitätsmedizin
Berlin, Institut für Integrative
Neuroanatomie, Berlin,
Deutschland

2 Charité - Universitätsmedizin
Berlin, Institut für
Funktionelle Anatomie,
Berlin, Deutschland

sehr gute Alternative zu den Dissektionskursen mit formaldehydfixierten Körpern dar.

Schlüsselwörter: Mutterschutzgesetz, Schwangerschaft, Stillzeit, Frauen, medizinische Ausbildung, Humanmedizin, Anatomie, anatomische Dissektion, Hochschullehre, Plastination, Körperspende, Formaldehyd

1. Einführung

Für die anatomische Ausbildung von Humanmediziner*innen werden in Europa seit circa sieben Jahrhunderten (seit Beginn der Renaissance in Italien) tote menschliche Körper genutzt [1], [2], [3]. Seit Dekaden und länger gibt es Diskussionen, ob an humanen Präparaten und Körpern unterrichtet werden sollte [2], [4], [5], [6], [7], [8], [9]. An der Charité finden im Rahmen der Ausbildung zukünftiger Humanmediziner*innen Dissektionskurse an Körpern von Körperspender*innen statt. Diese Kurse sind mit anderen didaktischen Lehrmethoden im Curriculum kombiniert, was als beste Lehrstrategie diskutiert wird [10].

Die Kenntnis der menschlichen Anatomie ist wichtige Grundlage jedes ärztlichen Handelns, sei es in der Chirurgie, Radiologie, jeder körperlichen Untersuchung oder um Patient*innen Prozeduren zu erklären. Einige Autoren äußern, dass anatomische Dissektionskurse die am weitesten verbreiteten und weltweit charakteristischsten Bestandteile des Medizinstudiums sind [3].

In den letzten Dekaden ging jedoch durch Umstrukturierungen in vielen Ländern der Anteil praktischer anatomischer Ausbildung in Dissektionskursen an medizinischen Fakultäten zurück [4], [5], [11], [12]. An der Charité beträgt die wöchentliche Lehrzeit in Dissektionskursen im Modellstudiengang Humanmedizin 4 Unterrichtseinheiten (UE) im 3. und 2 UE im 4. FS (Themenverteilung siehe Tabelle 1), was genau 2/3 der UE des früheren Regelstudiengangs entspricht. In höheren FS finden einzelne Prosektionskurse statt. Seit über 20 Jahren wird international von operativen Fachgebieten eine Abwärtsspirale anatomischen Wissens Medizinstudierender vor dem 1. Abschnitt der ärztlichen Prüfung diskutiert [13], [14]. Es gibt Aussagen, dass der für die ärztliche Tätigkeit notwendige anatomische Wissensstand nicht mehr erreicht werden könne [15], [16]. Einer Studie zufolge waren 1999 lediglich 29% der neuen Assistenzärzt*innen der USA angemessen anatomisch ausgebildet [17]. Eine andere Studie nennt Schwierigkeiten von Student*innen beim Lernen klinischer Untersuchungen und Diagnosen aufgrund unzureichenden anatomischen Wissens [16].

Neben diesen Aspekten haben sich kürzlich 2 formale Rahmenbedingungen geändert, die Auswirkungen auf die Lehre haben und neue Diskussionspunkte liefern.

Die 1. Änderung betrifft die GHS-Einstufung (Global harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien) von Formaldehyd (FA). Bezüglich der Karzinogenität wurde FA auf die Kategorie 1B (kann Krebs erzeugen) und bezüglich der Keimzellmutagenität auf die

Kategorie 2 (kann vermutlich genetische Defekte erzeugen) mit Wirkung vom 01.04.2015 kritischer eingestuft [18]. Daraufhin wurde an der Charité nach Abwägung arbeitsmedizinischer, arbeitssicherheits-technischer und juristischer Aspekte entschieden, dass Schwangeren und Stillenden zum Schutz ihrer ungeborenen bzw. gestillten Kinder der Zutritt zu den Präpariersälen verboten wird. Die Studentinnen mussten bislang die Dissektionskurse nach dem Abstillen nachholen. Es sollten andere Wege zur Sicherung der anatomischen Kompetenz dieser Studentinnen gefunden werden [19]. Aufgrund der Kombination von Theorie und Praxis, der Wichtigkeit und hohen Anzahl an UE gab es keine sinnvollen Möglichkeiten (wie Ersatzleistungen für einzelne Veranstaltungen) Wartezeiten für die Studentinnen zu verhindern. Dadurch kamen sie bis zu 4 Semester und mehr bezüglich ihrer anatomischen Ausbildung in Verzug und konnten das 3. und/oder 4. FS nicht beenden. Dies führte zu Zulassungsbeschränkungen zu höheren FS. Dieser schwerwiegende Umstand und der Mehraufwand für die Studentinnen durch das Nachholen wöchentlicher Dissektionskurse sowie dazugehöriger Prüfungen während anderer FS stellte einen erheblichen Nachteil gegenüber den Studienbedingungen ihrer Kommiliton*innen dar.

Als 2. Änderung trat in Deutschland mit Wirkung vom 01.01.2018 das Gesetz zur Neuregelung des Mutterschutzrechts in Kraft [20], welches das Gesetz zum Schutz erwerbstätiger Mütter (Mutterschutzgesetz – MuSchG) auf Mütter in Ausbildung und Studium ausweitete. Schwangeren und stillenden Studentinnen dürfen keine daraus resultierenden Nachteile entstehen. Die Institutionen müssen Alternativen anbieten, es sei denn eine Umgestaltung ist „wegen des nachweislich unverhältnismäßigen Aufwandes nicht zumutbar“ [20].

Aufgrund dieser Neuregelungen hat sich der Fächerverbund Anatomie der Charité für die Entwicklung und Durchführung von sowohl für die Studentinnen als auch den Fächerverbund zumutbaren Alternativkursen und -prüfungen für schwangere und stillende Studentinnen im 3. und 4. FS an FA-freien Plastinaten entschieden.

Außerhalb der anatomischen Lehre ist die 2. Änderung für andere Fachgebiete relevant. An der Charité haben Schwangere und Stillende Zutrittsverbote zu wenigen Lehrveranstaltungen anderer Fachrichtungen, wie ein Praktikum zur Aufarbeitung studentischer Blutproben, einzelne Veranstaltungen am Krankenbett, eine Sektion der Pathologie. Bei allen handelt es sich um einzelne Lehrveranstaltungen mit wenigen UE. Die entsprechenden Studentinnen müssen ihre möglichen Fehlzeiten nehmen. Zum Tragen kommt bei diesen Veranstaltungen einerseits die Sinnhaftigkeit von Alternativen und andererseits die Verhältnismäßigkeit des Mehraufwandes. Bis September

Tabelle 1: Derzeitige Aufstellung der Anatomischen Präparation der Fachsemester 1 bis 4 im Modellstudiengang Medizin der Charité – Universitätsmedizin Berlin. Angegeben ist das Fachsemester (FS) mit den jeweiligen Modulthemen und den dazugehörigen Themen der anatomischen Präparation in den Dissektionskursen. Die Anzahl der Unterrichtseinheiten je Modul sowie deren Verteilung auf Wochen sind angegeben.

FS	Modul	Anatomische Präparation	Anzahl UE / Wochen
1	Einführung	Demonstration ausgewählter Präparate zur Einführung in die Allgemeine Anatomie und in das "Lernen an Leichen"	4 / 1
3	Haut	Haut, Strukturen der Subkutis, Faszienanatomie, -eröffnung	16 / 4
	Bewegung	Rumpfwand- und Extremitätenmuskulatur, Leitungsbahnen	18 / 5
	Herz / Kreislauf	Eröffnung des Thorax, Herzentnahme und -präparation, Abschluss der Leitungsbahn-Präparation	12 / 3
	Ernährung / Verdauung	Eröffnung des Abdomens, Topographie und Peritonealverhältnisse, Beginn Gefäßpräparation, Entnahme Bauchorgane	12 / 3
4	Atmung	Lungenentnahme und -präparation, Brustkorb / Mediastinum, Kehlkopf	6 / 3
	Niere / Elektrolyte	Retrositus, kleines Becken "von oben"	8 / 4
	Nervensystem	Hirnhäute und Gefäße, Hirnnerven, Rückenmark, Spinalnerven, Ventrikelsystem, Hirnstamm, Cerebellum, Basalganglien, Cortex	8 / 4
	Sinnesorgane	Auge und Ohr	4 / 2

2019 gibt es keine regelhaften Alternativangebote anderer Fachrichtungen an der Charité.

Dieser Artikel stellt den Aufbau von Ersatzkursen zur anatomischen Dissektion und damit einen möglichen Weg zur Umsetzung des MuSchG dar. Im Kontext der beschriebenen Debatten werden die Kurse diskutiert.

2. Projektbeschreibung

Für die Umsetzung des MuSchG wurde das nachfolgende Pilotprojekt durch das Prodekanat für Lehre der Charité zunächst für 2 Jahre genehmigt und erstreckte sich vom Sommersemester 2017 bis zum Wintersemester 2018/2019. In diesem Pilotprojekt wurden Alternativen zu formalinfixierten Präparaten eruiert, Kurse entwickelt und diese umgesetzt. Ziel der alternativen Kurse ist es, den schwangeren und stillenden Studentinnen möglichst gleiche Voraussetzungen für das Erlernen der Anatomie des menschlichen Körpers zu schaffen wie ihren Kommiliton*innen, auch wenn nicht präpariert werden kann.

2.1. Eruierung der Lehrmöglichkeiten ohne formalinfixierte Feuchtpräparate

Es gibt wenige Methoden einen Körper ohne FA zu konservieren wie die Kombination von Phenol und Ethanol [21], [22], was aus gesundheitlichen Gründen verboten ist. Eine Konservierung mit Ethanol allein hätte umfassende Baumaßnahmen sowie finanziell sehr aufwendige Neubeschaffungen von Anlagen bedingt. Zudem wäre die mögliche Verwendungsdauer der Körper für die Kurse reduziert [22]. Im Gegensatz zur FA-Fixierung ist die Desinfektion der Körperflüssigkeiten nicht sichergestellt [23]. Die Anatomische Gesellschaft ist derzeit der Auffassung, dass eine adäquate Konservierung ohne FA nicht

praktikabel ist [24]. Weiterhin ist 90-minütiges Stehen und längeres, über einen Tisch gebeugtes Arbeiten bei fortgeschrittener Schwangerschaft nicht zumutbar.

Inzwischen werden anatomische 3D-Drucke und 3D-Computerprogramme kommerziell angeboten. Virtuelle Sektionstische werden in der anatomischen Lehre sowie bei speziellen chirurgischen Fragestellungen eingesetzt [25], [26]. Seit Jahrzehnten werden Lehrvideos zur anatomischen Wissensvermittlung verwendet [6], [27]. Lediglich virtuelle Medien zu nutzen erscheint nicht ausreichend, da essenzielle Aspekte der Dissektionskurse das 3D-Sehen und -Erleben, die Lageveränderung unterschiedlicher Strukturen zueinander sowie das haptische Wahrnehmen der Körperstrukturen sind. Die in den regulären Kursen eingesetzten Modelle sind zwar 3D und anfassbar, jedoch relativ stark schematisiert und damit als einzige Variante nicht gut geeignet. Zudem ist ihre Auswahl limitiert und nicht alle Körperstrukturen können hinreichend betrachtet werden.

Weiterhin spricht gegen die alleinige oder kombinierte Verwendung dieser Alternativen, die ebenfalls anzubietenden alternativen Prüfungen. Diese müssen möglichst identisch in Bezug auf Durchführung und Anspruch an die Studierenden verglichen mit den regulären Prüfungen sein. Wird dieselbe anatomische Frage zum einen an Humanpräparaten und zum anderen an kommerziell erhältlichen Modellen gestellt, ist der Schwierigkeitsgrad an Modellen signifikant niedriger (unveröffentlichte Arbeit). Ähnliches ist für 3D-Drucke beschrieben [28] und bei schematischen Abbildungen zu erwarten. Prüfungen werden besser bestanden, wenn Studierende mit dreidimensionalen Modellen als mit zweidimensionalen Abbildungen lernen [29], [30]. Nach dem 3. FS wird nach hiesigem Curriculum eine 3D-MC Prüfung durchgeführt, bei der an 20 Stationen je eine Multiple Choice Frage an einem Präparat, Modell, Mikroskop oder einer Abbildung

auf einem Fragebogen innerhalb einer Minute beantworten werden muss. Jede richtige Antwort ergibt einen Punkt und 60% waren zum Bestehen notwendig (12/20 Punkten). Nach dem 4. FS erfolgt eine 10-minütige mündliche Prüfung mit Einstiegsfragen aus einem Fragenkatalog an Präparaten, Modellen und am Mikroskop. Diese ist Teil einer Gesamtprüfung aus 12 jeweils 10-minütigen Abschnitten. Die Gesamtprüfung ist bestanden, wenn das durchschnittliche Prüfungsergebnis 60% (Note 4) oder mehr beträgt. Die Prüfungsteilnahme ist nicht direkt nach den Semestern verpflichtend und kann später durchgeführt werden.

2.2. Plastinate als Möglichkeit in der anatomischen Lehre

Die Durchführung der Kurse und Prüfungen an Plastinaten ist eine weitere Ersatzmöglichkeit. Nach der Herstellung sind die Gewebe mit Silikon durchsetzt, frei von FA und fest. Die fertigen Plastinate sind ungefährlich [31], fast geruchslos, real und haptisch wahrnehmbar. Das Silikon der Plastinate (S10, BIODUR, Heidelberg) ist ein Gemisch aus ungefährlichen Siloxanen, die durch einen Vernetzer (S6) und einen Härter (S3) polymerisiert werden. Beim Umgang mit S3 und S6 soll persönliche Schutzausrüstung getragen werden [32] (sowie die aktuellen MSDS von 2017 bzw. 2018). Nach Härtung und Trocknung sind die Plastinate ungefährlich und können mit bloßen Händen angefasst werden [31].

Das topographische Lernen mit realen Modellen ist gegenüber Programmen mit 3D-Modellen und diese gegenüber 2D-Darstellungen verbessert [33], [34]. Einige Universitäten führen die anatomische Ausbildung ausschließlich mit Plastinaten durch [15], [35], [36], [37]. Kombiniert mit neuen Lehrmethoden zeigten Studierende der Zahnmedizin bessere Prüfungsergebnisse verglichen mit dem Präparierkurs [36].

Der Fächerverbund Anatomie der Charité besaß bereits eine Grundausstattung an rund 50 Plastinaten (z. B. Präparate und Schnitte der Extremitäten, Präparate innerer Organe wie Herz, Lunge, Magen, Darmabschnitte, Nieren, Leber, Blase sowie Kopf-, Gehirn- und Halspräparate, Schnitte von Gehirnen, Hals und Thorax sowie Bänderpräparate von Schulter, Ellenbogen, Hand, Becken, Knie und Fuß). Da die Möglichkeit zur Herstellung weiterer Plastinate bestand, war die beste Möglichkeit eine annähernd adäquate Alternative zu den Dissektionskursen und Prüfungen anzubieten deren Durchführung mit FA-freien Plastinaten.

Die Organe zur Herstellung von Plastinaten sowie die Körper für die Dissektionskurse stammen ausschließlich von Körperspender*innen [38], welche zu Lebzeiten eine schriftliche und freiwillige Vereinbarung mit dem Bereich Körperspende des Fächerverbands Anatomie eingegangen sind. Sie tragen ihre Beerdigungskosten selbst. Der Umgang mit den Körpern und die Vorbereitungen für Lehrveranstaltungen finden in Übereinstimmung mit dem „Gesetz zur Regelung des Sektionswesens“ (Sektionsgesetz, SRegG BE) [39] und dem „Gesetz über das Leichen-

und Bestattungswesen“ (Bestattungsgesetz, BestattG BE) [40] statt. Die Plastinate werden nach der S10 Standard Silikon Technik hergestellt [31], [41].

2.3. Kursplanung

Für die Umsetzung des Pilotprojektes wurden entsprechend den Curricula der Dissektionskurse des 3. und 4. FS spezifische Modulhandbücher mit den Inhalten der einzelnen Kurstage erstellt. Anhand dieser wurde der Bedarf an Plastinaten ermittelt, mit dem vorhandenen Bestand verglichen und daraus eine Liste noch zu erstellender und nach Dringlichkeit eingestufte Plastinate generiert. Für die größeren, zu erstellenden Plastinate wurde eine weitere, größere Plastinationsanlage gekauft. Zudem wurden vier 3D-Drucke von Präparaten angeschafft (Beispiel in Abbildung 1). Abbildung 2 zeigt Beispiele hier im Haus hergestellter Plastinate.

Für die Themenvermittlung wurden teils identische Methoden wie Erläuterungen an Präparaten bzw. Plastinaten, Modellen sowie frontale Themenvermittlung und teils andere Lehrstrategien wie studentische Themenkurzvorstellungen anstelle der Vorstellungen des eigenen Präpariergebiets im regulären Kurs, detailliertere Diskussionen oder mehr beschreibende Erklärungen zum Aussehen und Auffinden der Strukturen beim Präparieren durch Dozierende eingeplant. Bis auf das Präparieren werden im Alternativkurs dieselben Kompetenzen vermittelt, wie im regulären Präparierkurs.

Die alternativen Kurse werden wie die regulären durch Knochen, Modelle, radiologische Aufnahmen und anatomische Abbildungen unterstützt. Da die alternativen und regulären Kurse zeitgleich und genauso häufig stattfinden, muss ein/e weitere/r Dozent*in zur Verfügung stehen. Andererseits ermöglicht dies den Studentinnen auch während eines laufenden Semesters bei Bedarf in den Kurs zu wechseln.

2.4. Prüfungen und Kursevaluation

Für das 3. und 4. FS finden die alternativen Prüfungen analog zu den oben beschriebenen regulären Prüfungen statt. Die mündliche Prüfung wird von Dozierenden durchgeführt, die den alternativen Kurs nicht unterrichtet haben. Die Ergebnisse beider Prüfungen wurden durch den Prüfungsbereich nach der offiziellen Ergebnisbekanntgabe anonymisiert zur Auswertung bereitgestellt. Der Zugang zu alternativen Kursen und Prüfungen ist streng auf die entsprechenden Studentinnen limitiert, welche für die Einschreibung die Schwangerschaft oder das Stillen durch ärztliche Atteste nachweisen müssen. Die restlichen Studierenden besuchen die regulären Dissektionskurse.

Um einen Überblick der Studierendenmeinungen eines Fachsemesters zu den verschiedenen Lehrveranstaltungen zu erhalten, sollen die Studierenden an der Charité als Feedback-Instrument u. a. die Präparierkurse nach jedem Modul anonym evaluieren. Für die alternativen Kurse wurde vom Evaluationsbereich ein alternativer

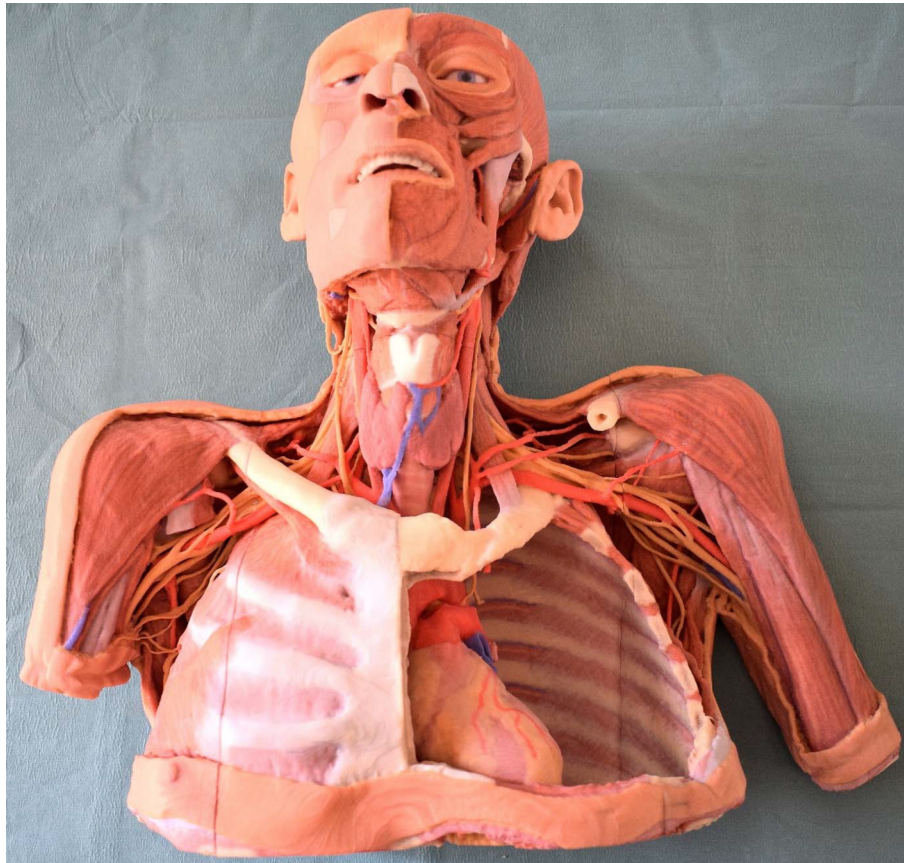


Abbildung 1: 3D-Druck eines präparierten Thorax mit Hals, Kopf und den proximalen oberen Extremitäten der Firma „Erler-Zimmer GmbH & Co.KG“. Derartige große 3D-Drucke (Maßstab 1:1) von tatsächlich präparierten Körpern, welche dann digitalisiert und für den Druck aufbereitet wurden, können die Topografie gut darstellen. Sie sind leicht, jedoch durch ihre Unveränderlichkeit limitiert. Zusätzlich zu diesem 3D-Druck (MP1250) wurden noch ein Modell der oberen Orbita (MP1675), der weiblichen Hüfte (MP1785) und der unteren Extremität (MP1810) gekauft.

Evaluationsbogen ausgearbeitet, welcher neben Ankreuzmöglichkeiten zu Aussagen auch Freitextmöglichkeiten für positives und negatives Feedback zu curricularen Rahmenbedingung, Arbeitsbelastung, Lehr- und Lernerfolg und insgesamt zur Lehrveranstaltung beinhaltet (siehe Anhang 1: Fragebogen, siehe Anhang 2: Freitextangaben). Die Evaluationsdaten des regulären und alternativen Kurses werden nach Semesterende vom Evaluationsbereich ausgewertet und anonymisiert zur Verfügung gestellt.

3. Ergebnisse

3.1. Planung und Umsetzung

Die Konzeption der Alternativkurse des 3. und 4. FS erforderte ein halbes Jahr intensiver Planung, Strukturierung und Inventarisierung.

Die generierte Liste zu erstellender Plastinate war umfangreich, umfasste neben dringend benötigten Plastinaten hauptsächlich Ergänzungen und enthielt knapp 30 Punkte, wobei teilweise unterschiedliche Präparationschritte (z. B. oberflächlich und tief präparierte Extremitäten, Köpfe, Situs und Variationen/Pathologien) und Schnittserien der Extremitäten und Situs sowie Organpa-

kete hinzukommen. Die am dringendsten benötigten Plastinate wurden als erstes sukzessive hergestellt. Die schon existierenden Plastinate reichten größtenteils aus, um viele der jeweiligen Veranstaltungsthemen zufriedenstellend ausstatten zu können. Die Durchführung der alternativen Kurse konnte bereits im Sommersemester 2017 beginnen.

Als Nebenergebnis der notwendigen Bestandserweiterung mit Plastinaten unterschiedlich weit fortgeschrittener Präparationen werden zusätzlich Formvarianten einzelner Organe, sowie in den Dissektionskursen vorgefundener Pathologien dieser Organe ergänzt. Dies ermöglicht eine bessere Vermittlung der Variabilität von Organen und Strukturen.

Weiterhin profitieren andere Lehrveranstaltungen von den speziell angefertigten Plastinaten, da diese dort ebenfalls benutzt werden. So ist durch die Herstellung verschiedener Varianten des Herzens die Ausstattung eines Praktikums zur koronaren Herzkrankheit mit Plastinaten von gesunden Herzen und pathologischen Veränderungen möglich (siehe Abbildung 3). Zuvor waren zu diesem Praktikum schwangere und stillende Studentinnen nicht zugelassen, da es mit FA-fixierten Herzen stattfand. Mindestens 5 Studentinnen nahmen während der ersten vier Semester in beiden FS an den Alternativkursen teil (siehe Tabelle 2). Somit hat mindestens jede 40. im je-

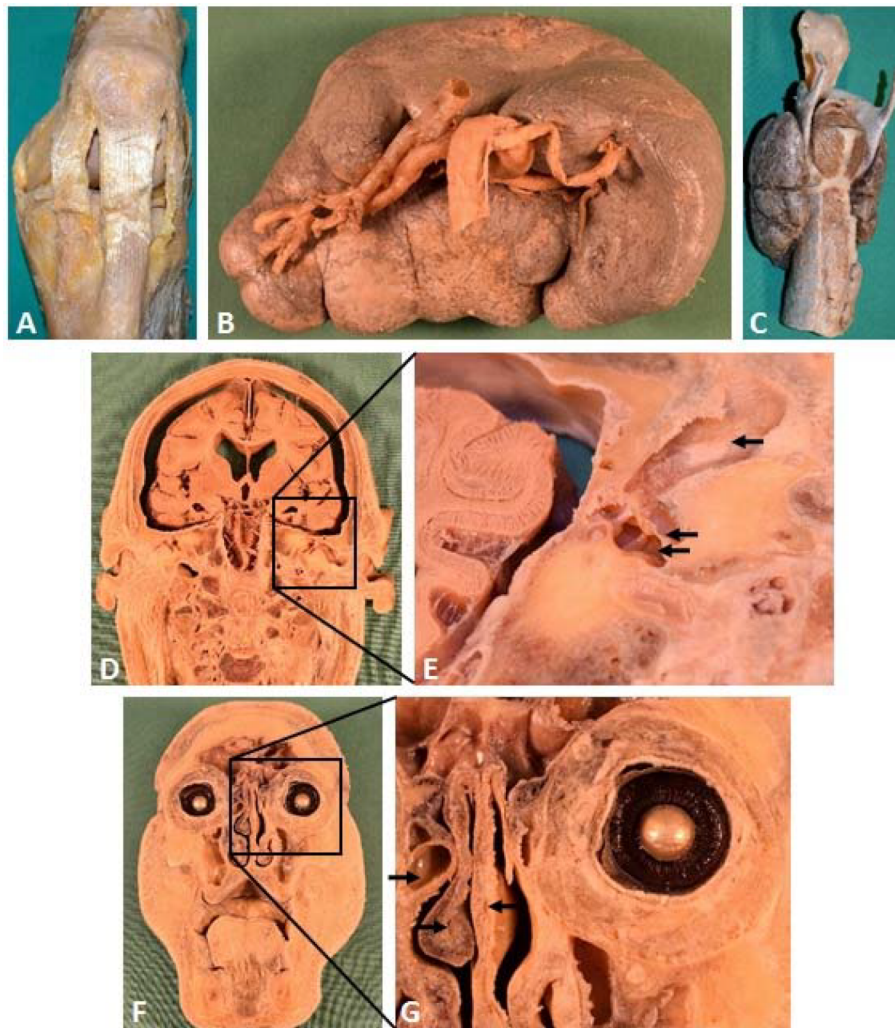


Abbildung 2: Beispiele von Plastinaten, die im Fächerverbund Anatomie für die Durchführung der alternativen Kurse für schwangere und stillende Studentinnen angefertigt wurden. A – C zeigt einzelne Strukturen bzw. Organe. A) linkes Knie mit Sehnen und Bändern (Lig. patellae und Retinacula patellae mediale et laterale); B) vergrößerte Milz (Splenomegalie) mit Hilum; C) Kehlkopf (Larynx) von seitlich links hinten mit Muskeln (Mm. cricoarytenoidei post. und Mm. arytenoidei), Trachea und Schilddrüse (Gl. thyroidea); D) Frontalschnitt Kopf von vorn mit Gehirn, der Arteria basilaris sowie Ventrikel- und Wirbelanschnitten; E) Nahaufnahme von schräg mittig mit äußerem Gehörgang (oberer Pfeil), Trommelfell (mittlerer Pfeil) und Mittelohr (unterer Pfeil); F) Frontalschnitt Kopf von hinten mit Anschnitt der Augen, Nasen- und Nasennebenhöhlen und Mundraum; G) Nahaufnahme des rechten Auges mit Linse und Ciliarkörper sowie einer Siebbeinzelle (oberer Pfeil), Nasenseptum (mittlerer Pfeil) und mittlerer Nasenmuschel (unterer Pfeil)

weiligen FS eingeschriebene Studentin an dem entsprechenden alternativen Kurs teilgenommen.

3.2. Evaluation

Ein zu erwartendes Evaluationsergebnis ist die Zustimmung aller Studentinnen, dass der alternative Kurs für sie ein Zeitgewinn ist. Ein sehr wichtiger Punkt ist die Frage nach der Vereinbarkeit der angebotenen Alternativenkurse mit einer Schwangerschaft, was von den Studentinnen bestätigt wird (siehe Abbildung 4). Der Aussage es seien genügend Plastinate/Modelle vorhanden stimmten im 3. FS 58,6% sehr zu, 27,6% stimmten zu, 10,3% gaben teils/teils an und 3,4% stimmten nicht zu. Im 4. FS stimmten 76,5% sehr zu, 14,7% stimmten zu und 8,8% gaben teils/teils an (siehe Abbildung 5).

Der Aussage, sich durch den alternativen Kurs gut auf die Prüfung vorbereitet zu fühlen, stimmten im 3. FS 51,7% sehr zu, 37,9% stimmten zu und 10,3% gaben teils/teils an. Bei den Teilnehmerinnen im 4. FS stimmten 38,2% sehr zu und 61,8% stimmten zu (siehe Abbildung 6). Für das 3. FS sind 53,6% und für das 4. FS 53,0% der möglichen Anzahl an Evaluationsbögen für die alternativen Kurse eingegangen.

3.3. Prüfungen

Die Durchführung der alternativen Prüfungen ist sehr gut möglich. Bei der 3D-MC Prüfung wurden immer dieselben Fragen wie in der jeweiligen regulären Prüfung gestellt. Durch das schon recht große Spektrum an Plastinaten können auch die mündlichen Prüfungen zu fast allen Themen äquivalent durchgeführt werden. Die ersten

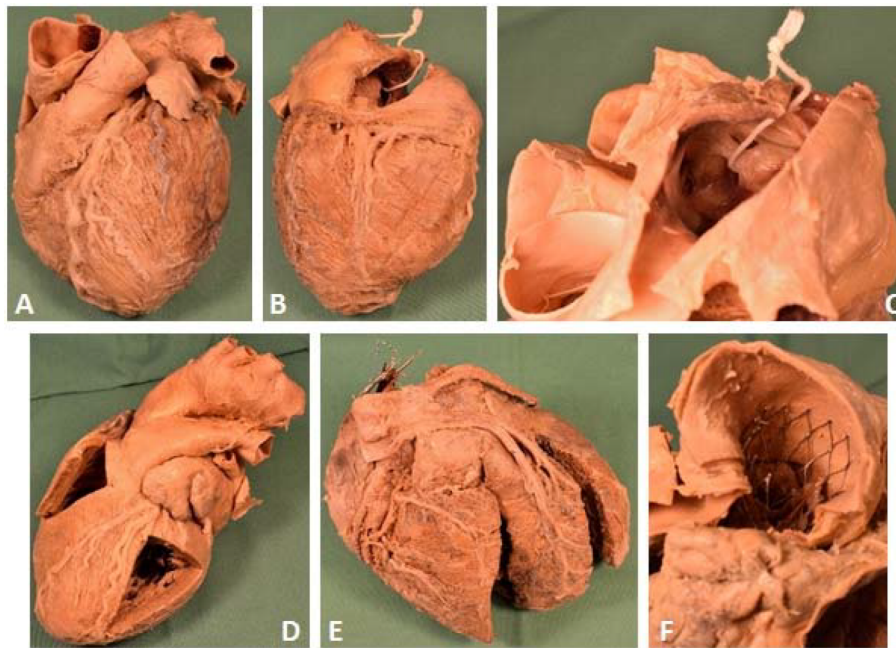


Abbildung 3: Beispiele von im Fächerverbund Anatomie plastinierter Herzen. A – C) Unterschiedliche Ansichten eines Plastinats von schräg vorne (A), hinten (B) und Ansicht des persistierenden Foramen ovale mit durchgezogenem Band zur Markierung (C). D) Herz mit gefensternten Ventrikeln und Aortenbogen mit Gefäßabgängen; E) Herz mit Bypässen und Kabeln eines Herzschrittmachers; F) Stent mit Klappenersatz in der vom Herzen abgehenden Aorta

Tabelle 2: Anzahl der Kursteilnehmerinnen im 3. und 4. Fachsemester im Modellstudiengang Medizin der Charité – Universitätsmedizin Berlin. Der Anteil der Frauen beider Fachsemester an der Gesamtstudierendenzahl lag in den vier Semestern jeweils bei gut 60%. An den alternativen Kursen für Schwangere und Stillende nahm im 3. Fachsemester (FS) jede 40. bis 26. und im 4. FS jede 40. bis jede 16. teil. Vor der Einführung der alternativen Kurse mussten die Studentinnen über ihre Schwangerschaft und Stillzeit hinweg (bis zu vier Semester und mehr) mit der Durchführung der Präparierkurse warten. Nach der Einführung der Alternativkurse nahmen in den ersten beiden durchgeführten Semestern diese Studentinnen zusätzlich zu den im aktuellen Fachsemester Schwangeren und Stillenden teil. Im Laufe des Wintersemesters 2017 wurden im 4. FS zusätzlich 5 Studentinnen schwanger und wechselten aus dem regulären Kurs in den alternativen.

Semester	FS	Stud. gesamt	davon Männer	davon Frauen	Kursteilnehmerinnen	Anteil aller Frauen
SoSe 2017	3	335	128	207	8	3,9 %
	4	312	115	197	5	2,5 %
WiSe 2017	3	335	125	210	7	3,3 %
	4	337	130	207	13	6,3 %
SoSe 2018	3	322	122	200	5	2,5 %
	4	336	128	208	6	2,9 %
WiSe 2018	3	311	120	191	6	3,1 %
	4	319	119	200	5	2,5 %

verhältnismäßig wenigen alternativen Prüfungsergebnisse deuten auf eine annähernd gleiche Bestehensrate wie bei den regulären Prüfungen hin (siehe Abbildung 7). Der Mittelwert der Prüfungsergebnisse nach dem 3. FS liegt für die Teilnehmerinnen des Alternativkurses bei 12,8 Punkte (64%, Median: 13) und denen des regulären Kurses bei 13,0 Punkte (65%; Median: 13). Nach dem 4. FS liegt der Mittelwert der Teilnehmerinnen des Alternativkurses bei 71,9% (Median: 78,3) und denen des regulären Kurses bei 78,2% (Median: 80,0). Aufgrund der beschriebenen freien Wahl der Prüfungsteilnahme und der möglichen Mehrfachteilnahme an einem FS ist

die Anzahl der Prüfungsteilnehmerinnen niedriger als die der Kursteilnehmerinnen.

4. Diskussion

Prosektion oder, als intensiveren Kurs, die Dissektion sind etablierte Anteile medizinischer Ausbildung [1], [2], [3]. Es gibt Bemühungen, das Wissen über anatomische Strukturen ohne tote Körper zu vermitteln [42]. Seit etwa 240 Jahren bietet die Wachsmoulatur die Möglichkeit mehreren Jahrgängen, sogar Generationen die anatomischen Gegebenheiten näher zu bringen, wie die detaillier-

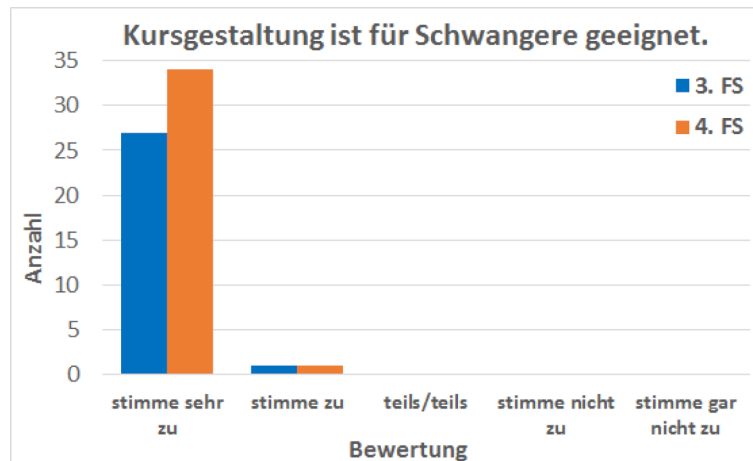


Abbildung 4: Evaluationsrückmeldung des 3. und 4. Fachsemesters zur Aussage „Die Gestaltung des alternativen Kurses lässt sich gut mit einer Schwangerschaft vereinbaren (z. B. kein langes Stehen).“ 3. FS) Von 28 Rückmeldungen zu dieser Frage stimmten 27 Teilnehmerinnen sehr zu und 1 stimmte zu. 4. FS) Von 35 Rückmeldungen zu dieser Frage stimmten 34 Teilnehmerinnen sehr zu und 1 stimmte zu. Der Median liegt für beide FS bei „stimme sehr zu“. Neben der Möglichkeit während des Kurses zu sitzen und bei Bedarf dabei auch die Beine hochlegen zu können, wird von den Studentinnen auch als positiv empfunden, sich nicht über einen Tisch nach vorne beugen und diese Position für längere Zeit halten zu müssen, wie es beim Präparieren eines Körpers notwendig ist. Die Daten wurden vom SoSe 2017 bis WiSe 2018 erhoben.

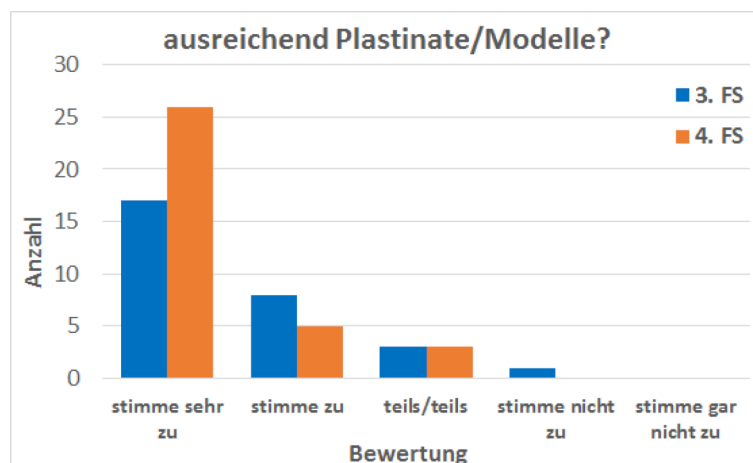


Abbildung 5: Evaluationsrückmeldung des 3. und 4. Fachsemesters zur Aussage „Es standen ausreichend Plastinate/Modelle zur Verfügung.“ 3. FS) Von 29 Rückmeldungen zu dieser Frage stimmten 17 Teilnehmerinnen sehr zu, 8 stimmten zu, 3 gaben teils/teils an und 1 stimmte nicht zu. 4. FS) Von 34 Rückmeldungen zu dieser Frage stimmten 26 Teilnehmerinnen sehr zu, 5 stimmten zu und 3 gaben teils/teils an. Der Median liegt für beide FS bei „stimme sehr zu“. Die Daten wurden vom SoSe 2017 bis WiSe 2018 erhoben.

ten, florentinischen Wachmodelle u. a. im Wiener Josephinum eindrücklich belegen [42], [43]. Heutzutage werden wohl in jedem anatomischen Institut verschiedenste Modelle benutzt.

Ein regulärer Dissektionskurs dient nicht nur dem reinen Erlernen anatomischer Strukturen. Von Studierenden werden Vorteile wie Vorbereitung auf klinische Tätigkeiten, Anwendung praktischer Fertigkeiten, Teamarbeit, die Integration von Theorie und Praxis [5] sowie die Unterstützung der professionellen Weiterentwicklung und beim Umgang mit den Themen Sterben und Tod [44] genannt. Die Mehrheit gibt an, sich besser auf Examina vorbereitet zu fühlen und mehr Klarheit über zu lernende Themen zu haben [45].

Studien zeigen, dass Studierende Dissektionskurse vor Vorlesungen und Lehrbüchern als wertvolle Quelle für das Erlernen menschlichen Anatomie, Topographie und

Varianten ansehen und dass interaktive Multimedia weniger beliebt sind [11], [46]. Der Wissenstransfer von 3D-Programmen ist dem realer Modelle unterlegen [29], [34]. Sowohl die Effektivität als auch die Beliebtheit der Dissektionskurse sind belegt [5], [11], [44]. Studierende beschreiben positive (interessant, faszinierend, hilfreich, brilliant, ...) wie auch negative (unangenehmer Geruch, einschüchternd, ekelig, unwirklich, ...) Empfindungen [5], [8].

4.1. alternative Lehrstrategien

Ende der 1980er Jahre wurden digitale Medien als Ergänzung erprobt. Die Ohio State University z. B. verglich den Lernerfolg von Studierenden, die Videoaufnahmen anatomischer Demonstrationen sahen, mit dem Studierenden, die bei Prosektionskursen zum selben Thema dabei wa-

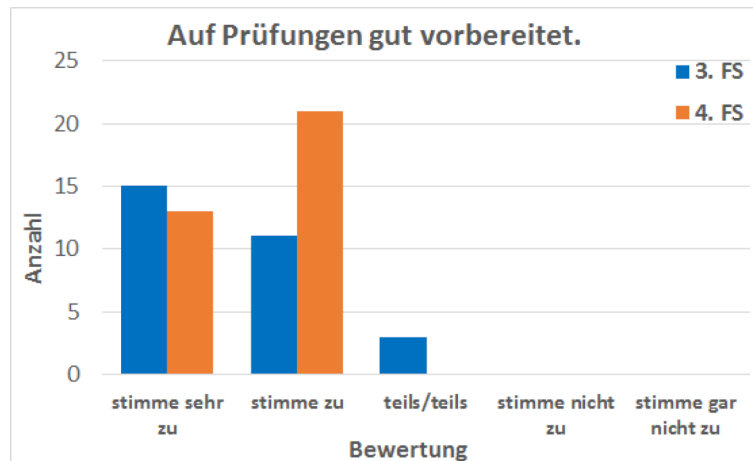


Abbildung 6: Evaluationsrückmeldung des 3. und 4. Fachsemesters zur Aussage „Ich fühle mich durch den alternativen Kurs gut auf die Prüfung vorbereitet.“ 3. FS) Von 29 Rückmeldungen zu dieser Frage stimmten 15 Teilnehmerinnen sehr zu, 11 stimmten zu und 3 gaben teils/teils an. 4. FS) Von 34 Rückmeldungen zu dieser Frage stimmten 13 Teilnehmerinnen sehr zu und 21 stimmten zu. Der Median liegt für das 3. FS bei „stimme sehr zu“ und für das 4. FS bei „stimme zu“. Die Daten wurden vom SoSe 2017 bis WiSe 2018 erhoben.

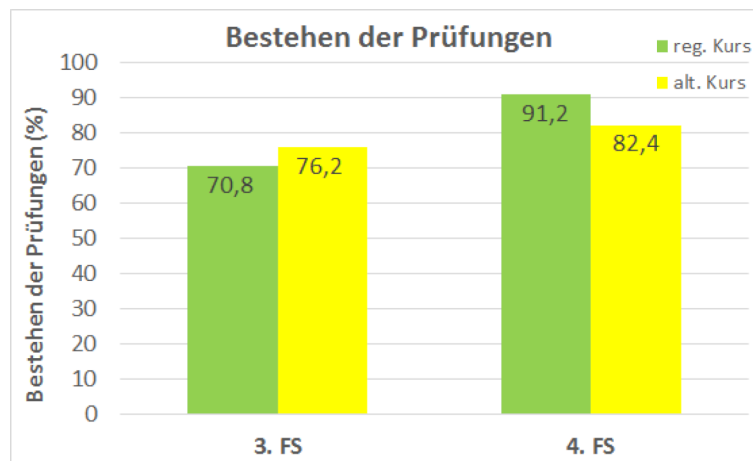


Abbildung 7: Bestehensrate der Teilnehmerinnen des regulären und des alternativen Kurses. Die 3D-MC-Prüfung nach dem 3. FS bestanden 70,8% (579 von 820) der Studentinnen des regulären Kurses (reg. Kurs) und 76,2% (16 von 21) der Teilnehmerinnen des alternativen Kurses (alt. Kurs). Den anatomischen Teil der mündlichen Prüfung nach dem 4. FS bestanden 91,2% (650 von 713) der Studentinnen des regulären und 82,4% (14 von 17) der Teilnehmerinnen des alternativen Kurses. Diese anonymen Daten wurden im Zeitraum vom SoSe 2017 bis WiSe 2018 erhoben.

ren. Die durchschnittlichen Punktzahlen beider Gruppen waren fast identisch [6]. Einer aktuellen Studie nach nutzt die Mehrheit an Studierenden angebotene Videos selten zur Kursvorbereitung [27]. Zur Verbesserung radiologischen Verständnisses werden virtuelle Sektionstische eingesetzt [25]. Zur Verbesserung des klinikbezogenen anatomischen Verständnisses werden in Tübingen Dissektionskurse durch curricular obligate live stream Veranstaltungen zu verschiedenen Themen erfolgreich ergänzt [47].

4.2. Kurse, Prüfungen und Evaluation

Die hier im Rahmen der Umsetzung der Neufassung des MuSchG beschriebene Nutzung von Platinaten ist eine weitere Möglichkeit der anatomischen Lehre. Die Evaluationen zeigen, dass die Kursthemen mit hinreichend Platinaten zufriedenstellend durchführbar sind und z. B. durch die Möglichkeit des Sitzens die Kurse für

Schwangere geeignet sind. Das subjektive Gefühl, sich gut auf Prüfungen vorbereitet zu fühlen, wird durch die ersten noch wenigen Prüfungsergebnisse bestätigt. Die Verwendung derselben Fragen in der Prüfung nach dem 3. FS und derselben möglichen Einstiegsfragen aus einem einheitlichen und bindenden Fragenkatalog in der Prüfung nach dem 4. FS bietet eine höchstmögliche Übereinstimmung in den Prüfungsbedingungen aller Prüfungsgruppen und somit auch der alternativen zur regulären Prüfung. Alle Fragen sind vom Fachvertreter-Gremium bzw. vom Prüfungsausschuss kontrolliert und genehmigt. Da insgesamt 5 Gruppen gleichzeitig in 5 Sälen geprüft werden, bestehen Unterschiede darin, dass die gleichen aber nicht dieselben Präparate für die Prüfungen verwendet werden können und in der Prüfung nach dem 4. FS zusätzlich unterschiedliche Dozierende die Studierenden prüfen. Trotz zu erwartender Nachteile beim Lernen wegen Schlafmangels oder Konzentrationsschwächen in

Schwangerschaft und Stillzeit wurden von den Teilnehmerinnen ähnlich gute Prüfungsergebnisse erreicht. Wie nachhaltig die Studierenden der regulären und alternativen Kurse gelernt haben, kann nur durch langjährige, aufwendige Studien geklärt werden.

An der Warwick Medical School wurde eine Studie zum Eindruck Studierender zur anatomischen Lehre an Plastinaten durchgeführt [37]. Demnach haben 94% der Studienteilnehmer*innen Plastinate als wertvolle Lernquelle beurteilt. Von ihnen wurden Eigenschaften wie eine gute Detailansicht und die Darstellung der topographischen Beziehungen von einzelnen Strukturen zueinander hervorgehoben. Die Studie zeigt auch, dass das reine Lernen mit Plastinaten bei den Aspekten der taktilen Wahrnehmung und emotionalen Erfahrung eingeschränkt ist. Zudem scheint die topographische Erfahrung aufgrund der Unbeweglichkeit von Organpaketen und präparierten Situs limitiert zu sein. Ein Vorteil der Plastinate ist die mögliche Darstellung von Strukturen, die im regulären Kurs aus Zeitgründen teilweise nicht oder weniger detailreich präpariert werden.

Als Feedbackmöglichkeit steht den Studierenden die Evaluation als einheitliches, offizielles und nachvollziehbares Mittel zur Verfügung. Es werden keine anderen Methoden der Evaluation angewandt. Die generelle Bereitschaft der hiesigen Studierendenschaft zur Evaluation ist sehr gering (2,2% bzw. 2,8% bei den regulären Präparierkursen). Die Rücklaufquoten aus den alternativen Kursen sind hervorragend gut und vermutlich auf das Erinnern des Dozenten zurückzuführen. Der Dozent hat als mündliche Rückmeldung bisher nur positives Feedback zum Kurs und den Plastinaten erhalten.

Die Studentinnen haben durch die Alternativkurse einen erheblichen Vorteil gegenüber dem Nachholen nach einigen Semestern. Das Ziel dieses Pilotprojektes, für schwangere und stillende Studentinnen möglichst gleiche Voraussetzungen für das Erlernen menschlicher Anatomie bereitzustellen, ist aufgrund der Durchführbarkeit, der Prüfungsleistungen und Evaluationsergebnisse erfüllt.

4.3. Übertragbarkeit

Die hier beschriebene, sehr gut funktionierende Art der Umsetzung des MuSchG könnte an kleineren medizinischen Fakultäten aufgrund eventuell geringerer Studierendenzahlen und damit weniger schwangeren und stillenden Studentinnen nicht unbedingt effizient sein. Neben einer Stelle für eine/n Dozent*in muss mindestens mit Kosten für Aufbewahrung und Lagerung der Plastinate und bei deren kommerzieller Anschaffung von gut 500.000 € (basierend auf einem Angebot eines Herstellers) gerechnet werden. Die Gesetzesauslegung, ab wann die Kursgestaltung für Schwangere und Stillende einen unverhältnismäßigen Aufwand darstellen, liegt bei den Hochschulen und die Unverhältnismäßigkeit muss rechtlich nachweisbar sein. Die jeweiligen Umstände werden dabei entscheidend sein. Die Übertragung dieses Konzepts eines Alternativangebots auf die Lehre anderer Fachbereiche (wie Praktika der Biochemie, Pathologie

oder der Lehre am Krankenbett) in der medizinischen Ausbildung ist aufgrund gänzlich unterschiedlicher Anforderungen und Voraussetzungen höchst fraglich. Zudem sind weniger Unterrichtseinheiten betroffen.

Wie andere Kolleg*innen auch vertritt der Fächerverbund die Ansicht, dass das Vermitteln der menschlichen Anatomie anhand echter menschlicher und beweglicher Körper am nachhaltigsten gelingt [6], [31]. Gut 90% der Medizinstudent*innen ist ein tiefes Verständnis der menschlichen Anatomie sehr wichtig [37]. Für viele Mediziner*innen ist es zum Praktizieren nicht zwingend nötig selber einen Körper zu präparieren, aber genau dies erhöht ihr Verständnis dafür, was und warum sie etwas tun, was für die Sicherheit von Patient*innen und für die Zufriedenheit der Ärzt*innen von Vorteil ist [14]. Computerprogramme und virtuelle Techniken können und sollten die anatomische Lehre unterstützen. Die realen Erfahrungen eines Dissektionskurses können sie jedoch nicht vollständig erlebbar machen und dürfen die Kurse deswegen, wenn sie durchführbar sind, nicht ersetzen. Ein tiefes Verständnis anatomischer Zusammenhänge ist für zukünftige Ärzt*innen entscheidend und muss deshalb bestmöglich gelehrt werden.

5. Schlussfolgerung

Mit den neu gestalteten alternativen Kursen und Prüfungen kann den Studentinnen ein fast adäquater Ersatz angeboten werden. Instituten, die über die entsprechenden Möglichkeiten verfügen, wird diese Methode empfohlen. Die Anzahl der Teilnehmerinnen beider Kurse zeigt, dass es eine hinreichende Nachfrage gibt und rechtfertigt die für diese Kurse erbrachten planerischen Leistungen und Anstrengungen sowie bei der Durchführung den personellen Aufwand gegenüber der Fakultät. Das Projekt wird aktuell weitergeführt und eine Ausweitung des Alternativangebots auf höhere Fachsemester angestrebt.

Aufgrund der beschriebenen Einschränkungen der Alternativen sowie der vielfach beschriebenen Vorteile der regulären Kurse, plädieren wir für die anatomische Ausbildung angehender Mediziner*innen für reguläre Dissektionskurse und den Alternativkurs an Plastinaten als sehr gute Ausnahmeregelung für schwangere und stillende Studentinnen.

Danksagung

Wir bedanken uns herzlich bei unseren Kolleginnen vom Referat für Studienangelegenheiten für die gute Zusammenarbeit und die Bereitstellung der anonymisierten Prüfungsergebnisse nach dem 3. und 4. Fachsemester. Vielen Dank an das Team des Evaluationsbereiches für die Erstellung der Evaluationsbögen und der Bereitstellung der anonymisierten Evaluationsergebnisse. Wir bedanken uns auch bei den Prodekanen für Lehre, Prof. A. Kuhlmei und Prof. J. Spranger, für ihre stetige Unterstützung bei diesem Projekt.

Einen großen Dank auch an die mutigen Menschen, die sich als Körperspender*innen zur Verfügung stellen und somit die medizinische Ausbildung massiv unterstützen!

Interessenkonflikt

Die Autor*innen erklären, dass sie keinen Interessenkonflikt im Zusammenhang mit diesem Artikel haben.

Anhänge

Verfügbar unter

<https://www.egms.de/de/journals/zma/2020-37/zma001310.shtml>

1. Anhang_1.pdf (788 KB)
Fragebogen
2. Anhang_2.pdf (169 KB)
Freitextangaben Evaluationsbögen

Literatur

1. Ghosh SK. Human cadaveric dissection: a historical account from ancient Greece to the modern era. *Anat Cell Biol.* 2015;48(3):153-169. DOI: 10.5115/acb.2015.48.3.153
2. McLachlan JC, Bligh J, Bradley P, Searle J. Teaching anatomy without cadavers. *Med Educ.* 2004;38(4):418-424. DOI: 10.1046/j.1365-2923.2004.01795.x
3. Dyer GS, Thorndike ME. Quidne mortui vivos docent? The evolving purpose of human dissection in medical education. *Acad Med.* 2000;75(10):969-979. DOI: 10.1097/00001888-200010000-00008
4. Parker LM. What's wrong with the dead body? Use of the human cadaver in medical education. *Med J Aust.* 2002;176(2):74-76. DOI: 10.5694/j.1326-5377.2002.tb04290.x
5. Lempp HK. Perceptions of dissection by students in one medical school: beyond learning about anatomy. A qualitative study. *Med Educ.* 2005;39(3):318-325. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2005.02095.x
6. Guy JF, Frisby AJ. Using interactive videodiscs to teach gross anatomy to undergraduates at the Ohio State University. *Acad Med.* 1992;67(2):132-133. DOI: 10.1097/00001888-199202000-00021
7. McMenamin PG, McLachlan J, Wilson A, McBride JM, Pickering J, Evans DJR, Winkelmann A. Do we really need cadavers anymore to learn anatomy in undergraduate medicine? *Med Teach.* 2018;40(10):1020-1029. DOI: 10.1080/0142159X.2018.1485884
8. Jones DG. Reassessing the importance of dissection: a critique and elaboration. *Clin Anat.* 1997;10(2):123-127. DOI: 10.1002/(SICI)1098-2353(1997)10:2<123::AID-CA9>3.0.CO;2-W
9. Winkelmann A. Anatomical dissection as a teaching method in medical school: a review of the evidence. *Med Educ.* 2007;41(1):15-22. DOI: 10.1111/j.1365-2929.2006.02625.x
10. Estai M, Bunt S. Best teaching practices in anatomy education: A critical review. *Ann Anat.* 2016;208:151-157. DOI: 10.1016/j.aanat.2016.02.010
11. Azer SA, Eizenberg N. Do we need dissection in an integrated problem-based learning medical course? Perceptions of first- and second-year students. *Surg Radiol Anat.* 2007;29(2):173-180. DOI: 10.1007/s00276-007-0180-x
12. Pais D, Casal D, Mascarenhas-Lemos L, Barata P, Moxham BJ, Goyri-O'Neill J. Outcomes and satisfaction of two optional cadaveric dissection courses: A 3-year prospective study. *Anat Sci Educ.* 2017;10(2):127-136. DOI: 10.1002/ase.1638
13. Older J. Anatomy: a must for teaching the next generation. *Surgeon.* 2004;2(2):79-90. DOI: 10.1016/S1479-666X(04)80050-7
14. Turney BW. Anatomy in a modern medical curriculum. *Ann Royal Coll Surg.* 2007;89(2):104-107. DOI: 10.1308/003588407X168244
15. Papa V, Vaccarezza M. Teaching anatomy in the XXI century: new aspects and pitfalls. *Sci World J.* 2013;2013:310348. DOI: 10.1155/2013/310348
16. Waterston SW, Stewart IJ. Survey of clinicians' attitudes to the anatomical teaching and knowledge of medical students. *Clin Anat.* 2005;18(5):380-384. DOI: 10.1002/ca.20101
17. Cottam WW. Adequacy of medical school gross anatomy education as perceived by certain postgraduate residency programs and anatomy course directors. *Clin Anat.* 1999;12(1):55-65. DOI: 10.1002/(SICI)1098-2353(1999)12:1<55::AID-CA8>3.0.CO;2-O
18. European Union. VERORDNUNG (EU) Nr. 605/2014 DER KOMMISSION. Brüssel: Europäische Union; 2014. Zugänglich unter/available from: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2014.167.01.0036.01.DEU
19. Haffner MJ, Oakes P, Demerdash A, Yammine KC, Watanabe K, Loukas M, Tubbs RS. Formaldehyde exposure and its effects during pregnancy: Recommendations for laboratory attendance based on available data. *Clini Anat.* 2015;28(8):972-979. DOI: 10.1002/ca.22623
20. Bundestag. Gesetz zur Neuordnung des Mutterschutzrechts. Bundesgesetzbl. 2017;Teil1(30):1228-1244. Zugänglich unter/available from: http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl117s1228.pdf
21. Barton DP, Davies DC, Mahadevan V, Dennis L, Adib T, Mudan S, Sohaib A, Ellis H. Dissection of soft-preserved cadavers in the training of gynaecological oncologists: report of the first UK workshop. *Gynecol Oncol.* 2009;113(3):352-356. DOI: 10.1016/j.ygyno.2009.02.012
22. Balta JY, Cronin M, Cryan JF, O'Mahony SM. Human preservation techniques in anatomy: A 21st century medical education perspective. *Clin Anat.* 2015;28(6):725-734. DOI: 10.1002/ca.22585
23. Balta JY, Cryan JF, O'Mahony SM. The antimicrobial capacity of embalming solutions: a comparative study. *J Appl Microbiol.* 2018.
24. Waschke J, Bergmann M, Brauer L, Brenner E, Buchhorn A, Deutsch A, Dokter M, Egu DT, Ergün S, Fassnacht U, Fietz D, Gundlach S, Heermann S, Hirt B, Kugelmann D, Müller-Gerbl M, Neiss W, Nimtschke U, Paulsen F. Recommendations of the working group of the Anatomische Gesellschaft on reduction of formaldehyde exposure in anatomical curricula and institutes. *Ann Anat.* 2019;221:179-185. DOI: 10.1016/j.aanat.2018.10.007
25. Paech D, Giesel FL, Unterhinninghofen R, Schlemmer HP, Kuner T, Doll S. Cadaver-specific CT scans visualized at the dissection table combined with virtual dissection tables improve learning performance in general gross anatomy. *Eur Radiol.* 2017;27(5):2153-2160. DOI: 10.1007/s00330-016-4554-5

26. Brucoli M, Boccafroschi F, Boffano P, Broccardo E, Benech A. The Anatomage Table and the placement of titanium mesh for the management of orbital floor fractures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2018;126(4):317-321. DOI: 10.1016/j.oooo.2018.04.006
27. Greene SJ. The Use of Anatomical Dissection Videos in Medical Education. *Anat Sci Educ.* 2019;13(1):48-58. DOI: 10.1002/ase.1860
28. Garas M, Vaccarezza M, Newland G, McVay-Doornbusch K, Hasani J. 3D-Printed specimens as a valuable tool in anatomy education: A pilot study. *Ann Anat.* 2018;219:57-64. DOI: 10.1016/j.aanat.2018.05.006
29. Preece D, Williams SB, Lam R, Weller R. "Let's get physical": advantages of a physical model over 3D computer models and textbooks in learning imaging anatomy. *Anat Sci Educ.* 2013;6(4):216-224. DOI: 10.1002/ase.1345
30. Smith CF, Tollemache N, Covill D, Johnston M. Take away body parts! An investigation into the use of 3D-printed anatomical models in undergraduate anatomy education. *Anat Sci Educ.* 2018;11(1):44-53. DOI: 10.1002/ase.1718
31. Riederer BM. Plastination and its importance in teaching anatomy. Critical points for long-term preservation of human tissue. *J Anat.* 2014;224(3):309-315. DOI: 10.1111/joa.12056
32. Chaynes P, Mingotaud AF. Analysis of commercial plastination agents. *Surg Radiol Anat.* 2004;26(3):235-238. DOI: 10.1007/s00276-003-0216-9
33. Garg AX, Norman G, Sperotable L. How medical students learn spatial anatomy. *Lancet.* 2001;357(9253):363-364. DOI: 10.1016/S0140-6736(00)03649-7
34. Wainman B, Wolak L, Pukas G, Zheng E, Norman GR. The superiority of three-dimensional physical models to two-dimensional computer presentations in anatomy learning. *Med Educ.* 2018;52(11):1138-1146. DOI: 10.1111/medu.13683
35. Warwick Medical School. Warwick First UK University to Acquire von Hagens Plastinations for Anatomy Teaching. Coventry, UK: Warwick Medical School; 2009. Zugänglich unter/available from: <http://www2.warwick.ac.uk/fac/med/news/news/?newsItem=094d43ed314c731d01318fd78b3502be>
36. Baker EW, Slott PA, Terracio L, Cunningham EP. An innovative method for teaching anatomy in the predoctoral dental curriculum. *J Dent Educ.* 2013;77(11):1498-507.
37. Fruhstorfer BH, Palmer J, Brydges S, Abrahams PH. The use of plastinated prosections for teaching anatomy—the view of medical students on the value of this learning resource. *Clin Anat.* 2011;24(2):246-252. DOI: 10.1002/ca.21107
38. Habicht JL, Kiessling C, Winkelmann A. Bodies for Anatomy Education in Medical Schools: An Overview of the Sources of Cadavers Worldwide. *Acad Med.* 2018;93(9):1293-1300. DOI: 10.1097/ACM.0000000000002227
39. Bundesland Berlin. Gesetz zur Regelung des Sektionswesens (Sektionsgesetz). Berlin: Bundesland Berlin; 1996. Zugänglich unter/available from: <http://gesetze.berlin.de/jportal/?quelle=jlink&query=SRegG+BE&psml=bsbeprod.psml&max=true>
40. Bundesland Berlin. Gesetz über das Leichen- und Bestattungswesen (Bestattungsgesetz). Berlin: Bundesland Berlin; 1973. Zugänglich unter/available from: <http://gesetze.berlin.de/jportal/?quelle=jlink&query=BestattG+BE&psml=bsbeprod.psml&max=true>
41. von Hagens G, Tiedemann K, Kriz W. The current potential of plastination. *Anat Embryol.* 1987;175(4):411-421. DOI: 10.1007/BF00309677
42. Riva A, Conti G, Solinas P, Loy F. The evolution of anatomical illustration and wax modelling in Italy from the 16th to early 19th centuries. *J Anat.* 2010;216(2):209-222. DOI: 10.1111/j.1469-7580.2009.01157.x
43. Sternthal B. Das Josephinum: 650 Jahre Wiener Medizingeschichte. Wien: Brandstätter Verlag; 2014. p.112
44. Flack N, Nicholson HD. What do medical students learn from dissection? *Anat Sci Educ.* 2018;11(4):325-335. DOI: 10.1002/ase.1758
45. Cowan M, Arain NN, Assale TS, Assi AH, Albar RA, Ganguly PK. Student-centered integrated anatomy resource sessions at Alfaisal University. *Anat Sci Educ.* 2010;3(5):272-275. DOI: 10.1002/ase.176
46. Chapman SJ, Hakeem AR, Marangoni G, Prasad KR. Anatomy in medical education: perceptions of undergraduate medical students. *Ann Anat.* 2013;195(5):409-414. DOI: 10.1016/j.aanat.2013.03.005
47. Shiozawa T, Butz B, Herlan S, Kramer A, Hirt B. Interactive anatomical and surgical live stream lectures improve students' academic performance in applied clinical anatomy. *Anat Sci Educ.* 2017;10(1):46-52. DOI: 10.1002/ase.1623

Korrespondenzadressen:

Dr. Christoph Kulisch

Charité - Universitätsmedizin Berlin, Institut für Integrative Neuroanatomie, Charitéplatz 1, 10117 Berlin, Deutschland
christoph.kulisch@charite.de

PD Dr. med. Irene Brunk

Charité - Universitätsmedizin Berlin, Institut für Integrative Neuroanatomie, Charitéplatz 1, 10117 Berlin, Deutschland
irene.brunk@charite.de

Bitte zitieren als

Kulisch C, Langheinrich J, Heuckendorf E, Vida I, Brunk I. Challenges and implementation of the German maternity protection act for female medical students in macroscopic anatomical education. *GMS J Med Educ.* 2020;37(2):Doc17.
DOI: 10.3205/zma001310, URN: urn:nbn:de:0183-zma0013107

Artikel online frei zugänglich unter

<https://www.egms.de/en/journals/zma/2020-37/zma001310.shtml>

Eingereicht: 14.06.2019

Überarbeitet: 27.11.2019

Angenommen: 07.01.2020

Veröffentlicht: 16.03.2020

Copyright

©2020 Kulisch 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/>.