

# Stewards for future: Piloting a medical undergraduate elective on antimicrobial stewardship

## Abstract

**Background:** The rise of antimicrobial resistance as leading infection-related cause of death will necessitate trans-sectoral efforts on a global level. While many antimicrobial stewardship (AMS) incentives target healthcare workers, addressing undergraduates offers new and hitherto neglected opportunities.

**Methods:** We describe the pilot phase of a novel undergraduate elective (“stewards for future”, SFF) for medical students at the Saarland University, Germany, between 2021 and 2023. We focused on knowledge and attitudes relevant to AMS. To allow for full immersion, we applied case-based learning, problem-based learning, and peer teaching in a small group teaching format spanning 15 hours, including AMS ward rounds. We obtained students’ pre- and post-course self-assessment regarding AMS topics using 5-point Likert scales modified from the previously published ASSURE elective, as well as their subjective experience using the German short intrinsic motivation inventory.

**Results:** Over four terms, 23 undergraduate medical students from the clinical phase participated in the elective. Participants reported an increase in their ability to explain the concept of AMS (mean and standard deviation, pre  $3.26 \pm 0.94$  vs. post  $4.74 \pm 0.44$ ,  $p < 0.0001$ ), their confidence in choosing the appropriate antibiotic (pre  $2.22 \pm 0.78$  vs. post  $3.57 \pm 0.58$ ,  $p < 0.0001$ ), their ability to judge potential drug side effects (pre  $2.09 \pm 0.72$  vs. post  $3.43 \pm 0.71$ ,  $p < 0.0001$ ), their confidence in communicating with colleagues about antibiotics (pre  $2.30 \pm 0.86$  vs. post  $3.52 \pm 0.83$ ,  $p < 0.0001$ ), their understanding of diagnostics as an AMS tool (pre  $4.22 \pm 0.41$  vs. post  $4.91 \pm 0.28$ ,  $p < 0.0001$ ), and their ability to evaluate the roles of all AMS team members including their own (pre  $2.52 \pm 0.77$  vs. post  $4.13 \pm 0.68$ ,  $p < 0.0001$ ). Participants reported having enjoyed the course ( $4.6 \pm 0.5$ ), while they were moderately satisfied with their performance ( $3.8 \pm 1.0$ ). Pressure and anxiety levels were reported to be low ( $1.8 \pm 0.9$  and  $2.0 \pm 1.0$  each).

**Conclusions:** Student participants of the elective SFF reported increased competencies relevant to AMS, while enjoying the course format. Sustainability and scalability will ultimately depend on the implementation into the core curriculum.

**Keywords:** antimicrobial resistance, antimicrobial stewardship, antibiotic stewardship, medical undergraduate education, case-based learning, problem-based learning

Cihan Papan<sup>1,2</sup>

Barbara C. Gärtner<sup>1</sup>

Arne Simon<sup>3</sup>

Rachel Müller<sup>4</sup>

Martin R. Fischer<sup>5</sup>

Dogus Darici<sup>6</sup>

Sören L. Becker<sup>1</sup>

Katharina Last<sup>1,2</sup>

Stefan Bushuven<sup>5,7,8</sup>

1 Saarland University, Institute of Medical Microbiology and Hygiene, Center for Infectious Diseases, Homburg, Germany

2 University Hospital Bonn, Institute for Hygiene and Public Health, Bonn, Germany

3 Saarland University, Department of Pediatric Hematology and Oncology, Homburg, Germany

4 Saarland University Medical Center, Pharmacy, Homburg, Germany

5 LMU University Hospital, LMU Munich, Institute of Medical Education, Munich, Germany

6 University of Münster, Institute of Anatomy and Molecular Neurobiology, Münster, Germany

7 Health Care Association District of Constance, Konstanz, Germany

8 University of Freiburg, Faculty of Medicine, Department of Anesthesiology and Critical Care, Freiburg/Brsg., Germany

## Introduction

In the past decades, antimicrobial resistance (AMR) has continued to grow into one of the biggest threats to human health. As of 2019, at least 1.27 million deaths were attributable to infections with resistant pathogens, thereby rendering AMR the leading infectious diseases cause of mortality worldwide [1]. One main driver of surging AMR is the injudicious overuse of antibiotics across all healthcare sectors.

Despite the increasing topical importance, medical students feel insufficiently prepared to tackle this challenge [2]. Previous surveys among medical undergraduate students have demonstrated that they not only acknowledge the interplay between antibiotic overuse and AMR; they also regard antibiotic overuse as unethical [3], and also wish to have more targeted teaching pertaining to the rational use of antibiotics [4], [5]. Another aspect pertains to the higher psychosocial burden in healthcare workers when dealing with patients with multidrug-resistant organisms [6], [7], which further contributes to the relevance of AMR in education. The rational use of antibiotics, also coined antimicrobial stewardship, has been implemented in many clinical settings and countries, with courses mainly targeting postgraduate, specialist-level physicians working in secondary or tertiary care [8]. However, antimicrobial stewardship (AMS) also entails behavioral change, which becomes challenging with the healthcare professionals' increasing age and experience, necessitating highly sophisticated interventional strategies, often only to reach miniscule effects [9], [10]. Previous studies have also demonstrated that older physicians are more prone to prescribe antibiotics than their younger peers [11], [12]. In addition, most antibiotics are prescribed in the primary care sector [13], which has been a neglected area with regard to AMS activities thus far, compared with the focus on inpatients. Given the demand and need of medical students mentioned above, it appears reasonable and desirable to consider possibilities of undergraduate-level implementation, to make use of imprinting or behavior shaping at an early stage [14], while addressing students' knowledge and skills, but also their attitude. Given the fact that a substantial percentage of students will ultimately work in primary care [15], and the reported need among primary care physicians for AMS-related education [16], we conceived and piloted an elective for medical undergraduate students at Saarland University.

## Project description

This is a retrospective analysis of an elective course that we conceptualized for medical undergraduate students in the clinical phase ("Stewards for Future – Training of Medical Students to Combat Antimicrobial Resistance") at Saarland University, Germany. The conception of this elective followed the principles and concept of curriculum development laid out by Kern [17].

## Step 1: Problem identification and general needs assessment

Based on the problem identification and needs assessment described in the introduction, the main focuses were knowledge and attitudes relevant to AMS.

## Step 2: Needs assessment of targeted learners

Internal review of students' performance in microbiology and infectious diseases exams and of the local curriculum, as well as informal interviews with doctoral candidates in medical microbiology and other students confirmed the general needs assessment for the Saarland University.

## Step 3: Goals and objectives

The main objective of the elective was based on the NKLM Version 2.0 (Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin; in English: national competency-based catalogue of learning objectives medicine), specifically, on the objective VII.3-19.1 which addresses the basic concept of antimicrobial stewardship ([<https://nklm.de/zeno/objective/view/id/10006975/essential/yes/lve/212157>]; in English: The graduate masters the basics of anti-infective therapy. They can explain the rational use of antibiotics to avoid the development of resistance and take into account the corresponding principles in their own actions. [...] Students are able to initiate diagnostics and antimicrobial therapies while considering the rational use of antimicrobials by means of critical indication assessment, critically review of existing antimicrobial therapies and adapt them if necessary.). This specific learning objective was complemented in part by other, syndrome-specific objectives touching upon AMS (e.g., V.01.1.1.102 for acute otitis media, V.01.1.1.60 for tonsillopharyngitis, VI.04-01.2.5 for pneumonia, VI.05-01.7.4 for catheter-associated infections, VI.05-01.8.10 for sepsis, V.01.1.1.96 for meningitis, VI.01-01.11.8 for endocarditis).

## Step 4: Educational strategies

We applied case-based learning, problem-based learning, and peer teaching in a small group teaching format to allow for contextual, collaborative, constructive and self-paced learning [18]. Cases were derived from real life clinical work and/or from CASUS, an e-Learning platform with virtual patients accessible for healthcare workers involved in teaching at German medical faculties [<https://lmu.casus.net/pmw2/app/homepage.html>]. Each session was introduced with a short (20 minutes) lecture. The topics covered in the lectures were

1. AMS basics and principles;
2. development of an antibiotic prescription framework; antibiotics 101:

3. spectrum, dosing and dose adjustment, and bioavailability;
4. guidelines-based management of the most frequent infectious diseases;
5. managing patient behaviour through communication;
6. the role of diagnostics as an AMS tool;
7. the interplay between infection prevention and control and AMS.

These topics were chosen because they cover the fundamental principles of antimicrobial treatment and antimicrobial stewardship.

## Step 5: Implementation

The blueprint of the elective was developed throughout the summer term 2021. During this preparatory phase, administrative and political support was obtained, including alignment with the Dean's office. The elective was first offered in the winter term 2021/2022, and repeated through the summer term 2023, for a maximum of 25 participants per semester. The elective consisted of 15 hours in total, distributed over seven sessions (2 hours each), in addition to one AMS ward round in the university hospital.

## Step 6: Evaluation and feedback

We obtained students' pre- and post-course self-assessment regarding AMS topics using 5-point Likert scales (ranging from 1=strongly disagree, to 5=strongly agree). To this end, we modified the previously published set of items from Wang and colleagues [19]. The survey comprised the following statements for which the participants were asked to state their agreement using the 5-point Likert scale:

- I perceive AMS as an important topic;
- I am able to explain the concept of AMS;
- I am confident in choosing the appropriate antibiotic;
- I am able to judge potential antibiotic side effects;

- I am confident in communicating with colleagues about antibiotics;
- I have an understanding of diagnostics as an AMS tool;
- I am able to evaluate the roles of AMS team members (including my own).

In addition, we assessed their intrinsic motivation using a German, short version of the intrinsic motivation inventory by Deci and Ryan translated and validated by Wilde and colleagues [20], [21], which includes subscales for interest and enjoyment; perceived competence; pressure and tension; and perceived choice (see table 1).

## Statistics and ethics

All data were obtained anonymously. To allow for pre- and post-course comparison by matching intraindividual data, participants used a non-identifiable code. The study was exempt by the Ethics committee at the Chamber of Physicians of Saarland (Ärzttekammer des Saarlandes). We performed paired Wilcoxon rank sum tests to compare pre- and post-course self-assessment scores. The statistical significance level was set at 0.05. We used R (Version 4.3.1) for data analysis and visualization, including the packages "ggplot2", "likert", and "wesanderson" [22], [23], [24].

## Results

Over four terms, a total of 23 students participated in the elective, of whom 18 were women (78%). The number of students per course was six in all but the summer term 2022, in which five participated. The mean age of participants was 24.4 years ( $\pm 3.0$  standard deviation, SD), and their median medicine-specific semester was 7 (out of a total of 12 semester; interquartile range, IQR, 6-9). We observed an aggregated increase across all items of the self-assessment survey (see figure 1), with the highest mean score increase for the item "evaluate roles of AMS team members", which increased from 2.52 ( $\pm 0.77$ ) to

**Table 1: Mean scores and standard deviations (SD) of each item of the intrinsic motivation inventory**

Item	Mean score	SD
Q1: I enjoyed doing the task very much.	4.6	0.5
Q2: I would describe this activity as very interesting.	4.7	0.6
Q3: Doing the task was fun.	4.4	0.7
Q4: I am satisfied with my performance at this task.	3.8	0.7
Q5: I think I did pretty well at this activity.	3.3	0.6
Q6: I think I am pretty good at this task.	3.1	0.8
Q7: I believe I had some choice about doing this activity.	3.8	1.0
Q8: In the course activity, I could choose how to do it.	3.8	1.0
Q9: In the course activity, I was able to proceed as I wished.	3.8	1.0
Q10: I was anxious while working on this task.	2.0	1.0
Q11: I felt very tense while doing this activity.	1.8	0.9
Q12: I was concerned about whether I would be able to do the activity well in the course.	3.0	1.3

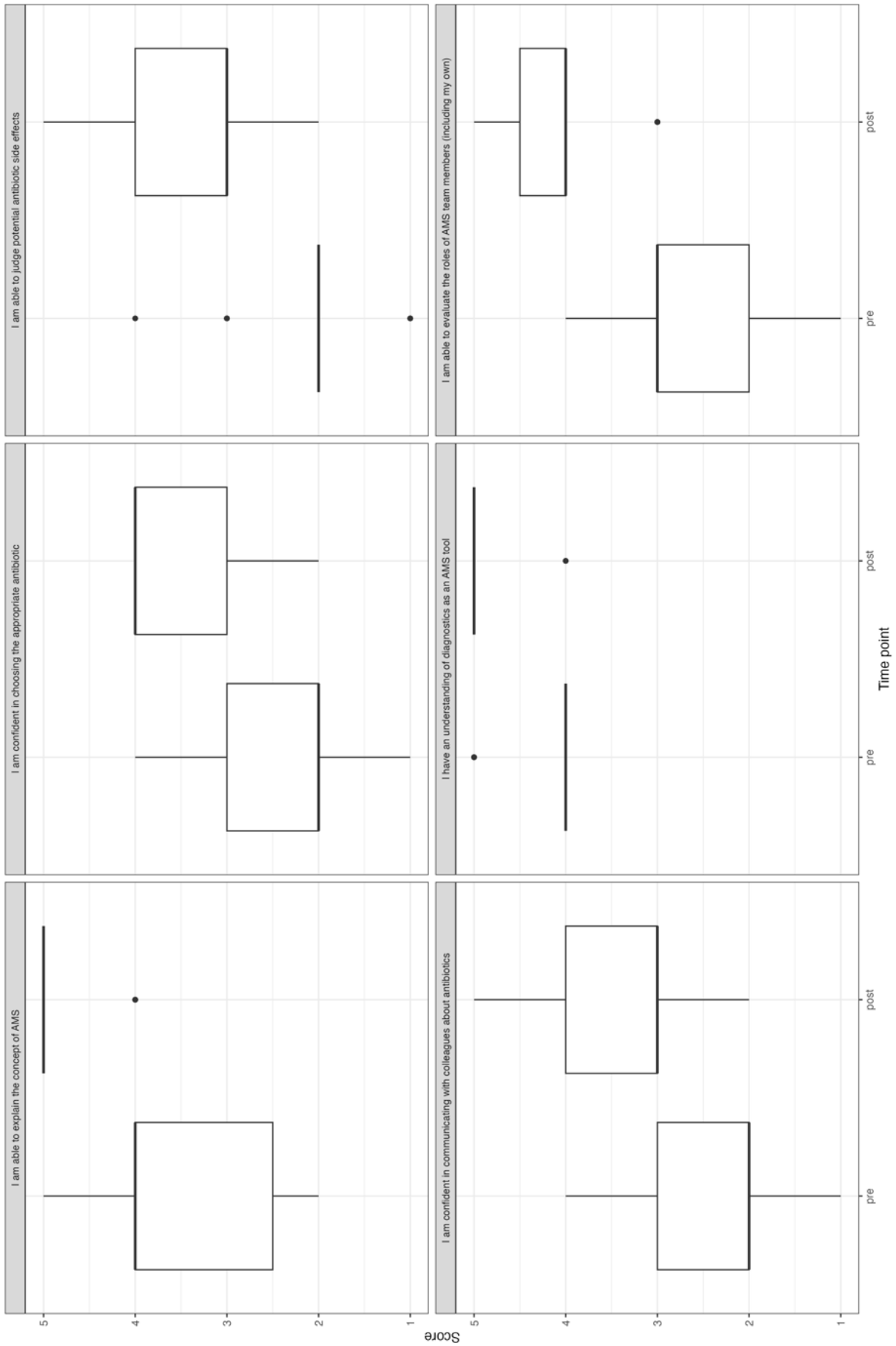


Figure 1: Comparison of pre- and post-course self-assessment for different antimicrobial stewardship related domains, aggregated for all 23 participants

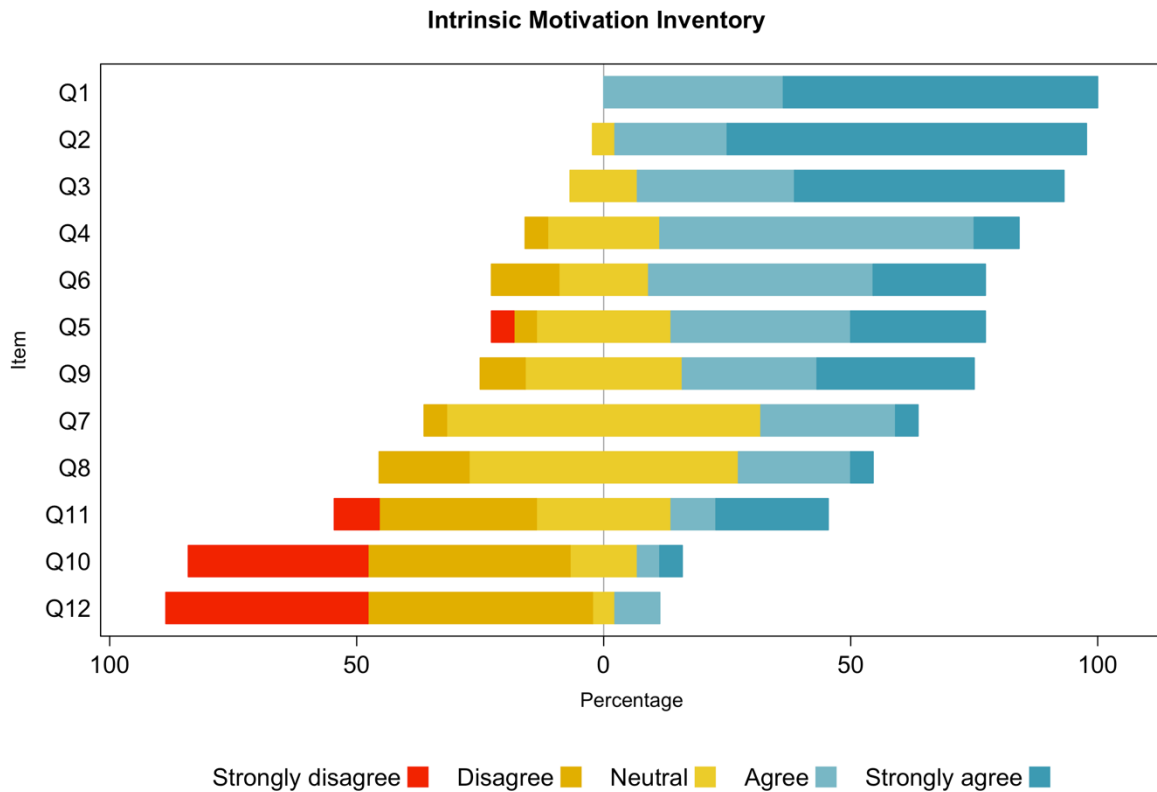


Figure 2: Distribution of participants' (N=23) responses of the intrinsic motivation inventory on a Likert scale, per item

4.13 ( $\pm 0.68$ ) (mean  $\Delta 1.6$ ;  $P < 0.0001$ ), followed by “ability to explain the concept of AMS” (3.26 vs. 4.74, mean  $\Delta 1.48$ ;  $P = 0.0001$ ), “confidence in choosing the appropriate antibiotic” (2.22 vs. 3.57;  $P = 0.0001$ ) and “ability to judge potential drug side effects” (2.09 vs. 3.43;  $P < 0.0001$ ) (both mean  $\Delta 1.35$ ), “confidence in communicating with colleagues about antibiotics” (2.30 vs. 3.52, mean  $\Delta 1.22$ ;  $P = 0.0003$ ), “understanding of diagnostics as an AMS tool” (4.22 vs. 4.91, mean  $\Delta 0.70$ ;  $P < 0.0001$ ), and “perception of AMS as an important topic” (4.96 vs. 5.00, mean  $\Delta 0.04$ ;  $P = 1.00$ ).

Regarding the intrinsic motivation inventory on the item level (see table 1 and figure 2), we observed the highest scores for “I enjoyed doing the task very much” and “I would describe this activity as very interesting” (mean scores  $4.6 \pm 0.5$  and  $4.7 \pm 0.6$ , each), followed by “doing the task was fun” ( $4.4 \pm 0.7$ ), and then by “I am satisfied with my performance at this task”, “I believe I had some choice about doing this activity, and “In the course activity, I was able to proceed as I wished” (all  $3.8 \pm 1.0$ ). Neutral agreement was achieved for the items “I think I did pretty well at this activity” ( $3.3 \pm 0.6$ ), “I think I am pretty good at this task” ( $3.1 \pm 0.8$ ), and “I was concerned about whether I would be able to do the activity well in the course” ( $3.0 \pm 1.3$ ). The two items with predominantly disagreeing statements were “I was anxious while working on this task” ( $2.0 \pm 1.0$ ) and “I felt very tense while doing this activity” ( $1.8 \pm 0.9$ ).

## Discussion

We show in the study herein the feasibility of an antimicrobial stewardship elective for medical undergraduate students, and the perceived increase in participants' competencies. Of note, self-reported increase in competencies was observed across all domains and may be conclusively realistic (“if you teach them, they will learn”) or flawed [25]. In addition, the elective was perceived as joyful and very interesting by the majority of the participants.

Knowledge gaps among medical students with regard to AMR and antibiotics are still pervasive [26], and there remains a need for standardization of possible interventions. A study from the UK by Castro-Sánchez and colleagues had shown that although the majority of UK universities reportedly included elements of antimicrobial stewardship in their curricula, the overall education on stewardship was deemed disparate and fragmentary [27]. We have previously shown in a sample of medical undergraduate students from German universities that despite the existence of the AMS objective in the NKLM, the vast majority of respondents reported to have had only scarce exposition to AMS-related teaching contents [28], highlighting the discrepancy between existing, formulated and documented objectives and the lack of learning experience. Wang and colleagues reported in a US study on the outcomes of an undergraduate elective course on AMS extending over a two-week period [19]. Similar to our intervention, they focused on self-assessment of the participants' knowledge and comfort within AMS relevant core topics, for which they demonstrated a substantial increase

from before to after the course for almost all items, albeit without obtaining an objective outcome parameter.

Thus, assessment is crucial as overconfidence effects [29], that have been detected earlier in other medical competencies like hand hygiene [30] and basic life support [31], limit self-assessment and inhibit metacognition. The discalibration effects [32] have not been evaluated at this point of the study due to a small sample size, but should be considered in the future for better understanding of self-assessment and competence in AMS, and the possibility of the existence of motivation patterns with different educational and motivation needs [33].

In a review of educational AMS contents in medical schools, Augie and colleagues found high heterogeneity in the type and extent of interventions, and also highlighted the need to assess long-term retention of acquired skills and knowledge [34].

There are some strengths of our study that deserve mentioning. First, we made use of an intrinsic motivation inventory tested in other educational settings generally affirming its use to be feasible. This will allow future studies for a deeper analysis of how much the new teaching format affected individual participants' emotional state, for which there is hardly any comparable data in the published literature. In addition, the instrument's reliability, criterion- and construct-validity in the context of AMR education leaves room for future investigations in larger and more representative populations. Second, we used a previously published set of self-assessment questions to obtain data on the knowledge gain. Third, our approach entailed a sustainable way of using available virtual case vignettes from the CASUS database. Fourth, the mixture of teaching methods employed in our intervention – case-based learning, problem-based learning, participation in ward rounds, etc. – may have been one reason, alongside the interprofessional and interdisciplinary team consisting of clinicians, microbiologists, pharmacists, infection preventionists, why the activities were rated by most participants as joyful and very interesting. The interdisciplinarity of our approach may be a major facilitator for longitudinal implementation across different subjects of the clinical study phase.

Our study also has limitations. First, this is a single-center experience with a rather small sample size, which however complements data reported by other groups [19]. Second, the voluntary nature of the elective course introduced the possibility of selection bias, as only participants with a high a priori appreciation for the topic (in our case a sample with a strong gender spin) may have enrolled in the first place. Third, our data focus on self-assessment and intrinsic motivation, while we lack other outcome parameters, including and objective assessment of acquired competencies, and those relevant for long-term knowledge retention. Fourth, we did not assess the potential curriculum implementation, which will likely necessitate elements of blended-learning to balance the time needed for the small-group sessions.

An aspect that has been understudied in the past remains an interdisciplinary, cross-sectoral approach to the issue

of antimicrobial resistance [35]. Other, related disciplines have initiated endeavors similar to the one presented herein, e.g., the standardized curriculum for veterinary medicine students [36]. We believe – and we have made a case for this previously [28] – that these efforts should be aligned, taking a One-Health approach to appreciate that AMR necessitates a cross-sectoral approach as it affects not only the human sector, but also animals, plants, and the environment. Innovative educational tools may serve to facilitate the implementation and uptake of AMR and AMS related contents, such as game-based learning, gamification, or serious games, although extensive evaluations with an assessment of long-term outcomes are usually scarce [37].

## Conclusions

The findings of our study are of interest to policy makers and curriculum development teams, not only at German medical faculties. However, the long-term implementation of such a highly immersive teaching format will depend on enough time slots due to the small course sizes. One possible trade-off could be achieved by moving lecture-based contents into asynchronous lectures, which the students can (re-)watch at their discretion. Likewise, a higher number for instructors may be necessary for the actual case-based learning elements, for which also student instructors could be deployed [18]. Finally, since the objectives of the course address not only knowledge but also attitude, the ideal mode of student assessment may very well go beyond mere multiple-choice question formats. Future challenges of our format pertain to the implementation in the core curriculum, ideally in a longitudinal fashion while maintaining the interprofessional and interdisciplinary approach, and an assessment of short- and long-term gains in competencies.

## Notes

### Authors' ORCIDs

- Cihan Papan: [0000-0001-7951-2567]
- Barbara C. Gärtner: [0000-0002-5234-7634]
- Arne Simon: [0000-0001-9558-3330]
- Rachel Müller: [0000-0003-0562-2901]
- Martin R. Fischer: [0000-0002-5299-5025]
- Dogus Darici: [0000-0002-2375-8792]
- Sören L Becker: [0000-0003-3634-8802]
- Katharina Last: [0000-0002-0538-1901]
- Stefan Bushuven: [0000-0001-6272-0714]

### Shared authorship

The authors Katharina Last and Stefan Bushuven share the last authorship.

## Acknowledgements

We are grateful to Silke Mahler, Silke Müller, and Dominik Monz for secretarial and organizational support. Additionally, we would like to acknowledge support from Norbert Graf, Thomas Gilcher, Guy Danziger, Philipp M. Lepper, Carlos Metz, Matthias Schröder, and Frederic Albrecht.

## Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

## References

- Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *Lancet*. 2022;399(10325):629-655. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)02724-0
- Dyar OJ, Nathwani D, Monnet DL, Gyssens IC, Stålsby Lundborg C, Pulcini C; ESGAP Student-PREPARE Working Group. Do medical students feel prepared to prescribe antibiotics responsibly? Results from a cross-sectional survey in 29 European countries. *J Antimicrob Chemother*. 2018;73(8):2236-2242. DOI: 10.1093/jac/dky150
- Dyar OJ, Pulcini C, Howard P, Nathwani D; ESGAP (ESCMID Study Group for Antibiotic Policies). European medical students: a first multicentre study of knowledge, attitudes and perceptions of antibiotic prescribing and antibiotic resistance. *J Antimicrob Chemother*. 2014;69(3):842-846. DOI: 10.1093/jac/dkt440
- Abbo LM, Pottinger PS, Pereyra M, Sinkowitz-Cochran R, Srinivasan A, Webb DJ, Hooton TM. Medical students' perceptions and knowledge about antimicrobial stewardship: how are we educating our future prescribers? *Clin Infect Dis*. 2013;57(5):631-638. DOI: 10.1093/cid/cit370
- Huang Y, Gu J, Zhang M, Ren Z, Yang W, Chen Y, Fu Y, Chen X, Cals JW, Zhang F. Knowledge, attitude and practice of antibiotics: a questionnaire study among 2500 Chinese students. *BMC Med Educ*. 2013;13:163. DOI: 10.1186/1472-6920-13-163
- Bushuven S, Dietz A, Bushuven S, Dettenkofer M, Langer T. Interprofessional perceptions and emotional impact of multidrug-resistant organisms: A qualitative study. *Am J Infect Control*. 2019;47(8):876-882. DOI: 10.1016/j.ajic.2019.01.019
- Bushuven S, Dettenkofer M, Dietz A, Bushuven S, Dierenbach P, Inthorn J, Beiner M, Langer T. Interprofessional perceptions of emotional, social, and ethical effects of multidrug-resistant organisms: A qualitative study. *PLoS One*. 2021;16(2):e0246820. DOI: 10.1371/journal.pone.0246820
- Barlam TF, Cosgrove SE, Abbo LM, MacDougall C, Schuetz AN, Septimus EJ, Srinivasan A, Dellit TH, Flack-Ytter YT, Fishman NO, Hamilton CW, Jenkins TC, Lipsett PA, Malani PN, May LS, Moran GJ, Neuhauser MM, Newland JG, Ohl CA, Samore MH, Seo SK, Trivedi KK. Implementing an Antibiotic Stewardship Program: Guidelines by the Infectious Diseases Society of America and the Society for Healthcare Epidemiology of America. *Clin Infect Dis*. 2016;62(10):e51-77. DOI: 10.1093/cid/ciw118
- Holt DT, Helfrich CD, Hall CG, Weiner BJ. Are you ready? How health professionals can comprehensively conceptualize readiness for change. *J Gen Intern Med*. 2010;25(Suppl 1):50-55. DOI: 10.1007/s11606-009-1112-8
- Al-Hussami M, Hammad S, Alsoleihat F. The influence of leadership behavior, organizational commitment, organizational support, subjective career success on organizational readiness for change in healthcare organizations. *Ledersh Health Serv (Bradf Engl)*. 2018;31(4):354-370. DOI: 10.1108/LHS-06-2017-0031
- Tell D, Engström S, Mölstad S. Adherence to guidelines on antibiotic treatment for respiratory tract infections in various categories of physicians: a retrospective cross-sectional study of data from electronic patient records. *BMJ Open*. 2015;5(7):e008096. DOI: 10.1136/bmjopen-2015-008096
- Hueber S, Kuehlein T, Gerlach R, Tauscher M, Schedlbauer A. "What they see is what you get": Prescribing antibiotics for respiratory tract infections in primary care: Do high prescribers diagnose differently? An analysis of German routine data. *PLoS One*. 2017;12(12):e0188521. DOI: 10.1371/journal.pone.0188521
- European Centre for Disease Prevention and Control. Antimicrobial consumption in the EU/EEA - Annual Epidemiological Report for 2019. Solna (Sweden): ecdc; 2019. Zugänglich unter/available from: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Antimicrobial-consumption-in-the-EU-Annual-Epidemiological-Report-2019.pdf>
- Pulcini C, Gyssens IC. How to educate prescribers in antimicrobial stewardship practices. *Virulence*. 2013;4(2):192-202. DOI: 10.4161/viru.23706
- Blum M. Ärzttestatistik 2023: Sorgenvoller Ausblick trotz leichter Erholung. *Dtsch Arztebl*. 2024;121:A-502, B-438. Zugänglich unter/available from: <https://www.aerzteblatt.de/archiv/238593/Aerzttestatistik-2023-Sorgenvoller-Ausblick-trotz-leichter-Erholung>
- Last K, Simon A, Gärtner BC, Becker SL, Papan C. Attitudes of primary care physicians towards antimicrobial stewardship and the impact of a multi-part training course - a pilot study. *GMS Hyg Infect Control*. 2023;18:Doc24. DOI: 10.3205/dgkh000450
- Thomas PA, Kern DE, Hughes MT, Chen BY. Curriculum development for medical education: A six-step approach. Baltimore: Johns Hopkins University Press; 2015.
- Davis MH. AMEE Medical Education Guide No. 15: Problem-based learning: a practical guide. *Med Teach*. 1999;21(2):130-140. DOI: 10.1080/01421599979743
- Wang R, Degnan KO, Luther VP, Szymczak JE, Goren EN, Logan A, Shnekendorf R, Hamilton KW. Development of a Multifaceted Antimicrobial Stewardship Curriculum for Undergraduate Medical Education: The Antibiotic Stewardship, Safety, Utilization, Resistance, and Evaluation (ASSURE) Elective. *Open Forum Infect Dis*. 2021;8(6):ofab231. DOI: 10.1093/ofid/ofab231
- Deci E, Ryan R. Intrinsic Motivation Inventory. 2003. Zugänglich unter/available from: <https://selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory/>
- Wilde M, Bätz K, Kovaleva A, Urhahne D. Überprüfung einer Kurzsкала intrinsischer Motivation (KIM). *Zr Didaktik Naturwissenschaft*. 2009;15:31-45.
- Wickham H. *ggplot2*. Cham: Springer International Publishing; 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-24277-4
- Bryer J. *likert: Analysis and Visualization Likert Items*. 2022.
- Ram K. Palettes generated mostly from "Wes Anderson" movies. 2022. Zugänglich unter/available from: <https://github.com/karthik/wesanderson>
- Dunning D, Heath C, Suls JM. Flawed Self-Assessment: Implications for Health, Education, and the Workplace. *Psychol Sci Public Interest*. 2004;5(3):69-106. DOI: 10.1111/j.1529-1006.2004.00018.x

26. Nogueira-Uzal N, Zapata-Cachafeiro M, Vázquez-Cancela O, López-Durán A, Herdeiro MT, Figueiras A. Does the problem begin at the beginning? Medical students' knowledge and beliefs regarding antibiotics and resistance: a systematic review. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2020;9(1):172. DOI: 10.1186/s13756-020-00837-z
27. Castro-Sánchez E, Drumright LN, Gharbi M, Farrell S, Holmes AH. Mapping Antimicrobial Stewardship in Undergraduate Medical, Dental, Pharmacy, Nursing and Veterinary Education in the United Kingdom. *PLoS One*. 2016;11(2):e0150056. DOI: 10.1371/journal.pone.0150056
28. Scholz OM, Krüger N, Betzold E, Bader J, Thul N, Papan C. Antimicrobial stewardship in medical education in Germany: a brief survey and a students' and educator's call for change. *Antimicrob Steward Healthc Epidemiol*. 2023;3(1):e159. DOI: 10.1017/ash.2023.423
29. Moore DA, Healy PJ. The trouble with overconfidence. *Psychol Rev*. 2008;115(2):502-517. DOI: 10.1037/0033-295X.115.2.502
30. Bushuven S, Juenger J, Moeltner A, Dettenkofer M. Overconfidence in infection control proficiency. *Am J Infect Control*. 2019;47(5):545-550. DOI: 10.1016/j.ajic.2018.10.022
31. Bushuven S, Bansbach J, Bentele M, Trifunovic-Koenig M, Bentele S, Gerber B, Hagen F, Friess C, Fischer MR. Overconfidence effects and learning motivation refreshing BLS: An observational questionnaire study. *Resusc Plus*. 2023;14:100369. DOI: 10.1016/j.resplu.2023.100369
32. Kruger J, Dunning D. Unskilled and unaware of it: how difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. *J Pers Soc Psychol*. 1999;77(6):1121-1134. DOI: 10.1037//0022-3514.77.6.1121
33. Trifunovic-Koenig M, Bushuven S, Gerber B, Otto B, Dettenkofer M, Salm F, Fischer MR. Correlation between Overconfidence and Learning Motivation in Postgraduate Infection Prevention and Control Training. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(9):5763. DOI: 10.3390/ijerph19095763
34. Augie BM, Miot J, Van Zyl RL, McInerney PA. Educational antimicrobial stewardship programs in medical schools: a scoping review. *JBI Evid Synth*. 2021;19(11):2906-2928. DOI: 10.11124/JBIES-20-00330
35. Dykstra MP, Baitchman EJ. A Call for One Health in Medical Education: How the COVID-19 Pandemic Underscores the Need to Integrate Human, Animal, and Environmental Health. *Acad Med*. 2021;96(7):951-953. DOI: 10.1097/ACM.0000000000004072
36. Espinosa-Gongora C, Jessen LR, Dyar OJ, Bousquet-Melou A, González-Zorn B, Pulcini C, Re G, Schwarz S, Timofte D, Toutain PL, Guardabassi L; The PREPARE-VET Working Group; ESCMID Study Group for Veterinary Microbiology (ESGVM); ESCMID Study Group for Antimicrobial stewardship (ESGAP). Towards a Better and Harmonized Education in Antimicrobial Stewardship in European Veterinary Curricula. *Antibiotics (Basel)*. 2021;10(4):364. DOI: 10.3390/antibiotics10040364
37. Nowbuth AA, Asombang AW, Alaboud K, Souque C, Dahu BM, Pather K, Mwanza MM, Lofti S, Parmar VS. Gamification as an educational tool to address antimicrobial resistance: a systematic review. *JAC Antimicrob Resist*. 2023;5(6):dlad130. DOI: 10.1093/jacamr/dlad130

#### Corresponding author:

PD Dr. med. Cihan Papan  
University Hospital Bonn, Institute for Hygiene and Public Health, Venusberg-Campus 1, Building 63, Bonn, Germany, Phone: 49 (0)228/287-14639  
cihan.papan@ukbonn.de

#### Please cite as

Papan C, Gärtner BC, Simon A, Müller R, Fischer MR, Darici D, Becker SL, Last K, Bushuven S. Stewards for future: Piloting a medical undergraduate elective on antimicrobial stewardship. *GMS J Med Educ*. 2025;42(1):Doc9.  
DOI: 10.3205/zma001733, URN: urn:nbn:de:0183-zma0017334

#### This article is freely available from

<https://doi.org/10.3205/zma001733>

**Received:** 2024-05-06

**Revised:** 2024-08-21

**Accepted:** 2024-09-10

**Published:** 2025-02-17

#### Copyright

©2025 Papan 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/>.



# Stewards for Future: Pilotierung eines Wahlpflichtfachs für Medizinstudierende zum Thema Antibiotic Stewardship

## Zusammenfassung

**Hintergrund:** Antibiotikaresistenzen und damit einhergehende Infektionen sind mit einer sehr hohen Krankheits- und Sterblichkeitslast assoziiert und erfordern einen sektorenübergreifenden, global ansetzenden Umgang. Während in den letzten Jahren zahlreiche Antibiotic Stewardship (ABS) Maßnahmen, beispielsweise als Kurse für Ärzt:innen, initiiert wurden, sind Studierende bislang als Adressaten unterrepräsentiert.

**Methodik:** In diesem Pilotprojekt wird die Konzeption und Einführung eines neuen Wahlpflichtfaches („Stewards for Future“, SFF) für Studierende an der Medizinischen Fakultät der Universität des Saarlandes im Zeitraum 2021 bis 2023 beschrieben. Der Fokus des Lehrformates lag auf der Vermittlung ABS-relevanter Kompetenzen, bezogen auf Wissen und Haltung. Die dabei eingesetzten Lehrmethoden waren Fall-basiertes und Problem-orientiertes Lernen, Peer Teaching in Kleingruppen, sowie Visiten am Patientenbett. Das Wahlpflichtfach umfasste 15 Stunden. Zu Beginn und nach Abschluss des Wahlpflichtfaches erfolgte eine ABS-Themen bezogene Selbsteinschätzung mittels 5-Punkt-Likert-Skalen auf der Basis eines zuvor publizierten Fragebogens. Zudem wurde nach Abschluss das subjektive Erleben anhand des deutschsprachigen Kurzfragebogens zur intrinsischen Motivation erhoben.

**Ergebnisse:** Über einen Zeitraum von vier Semestern nahmen insgesamt 23 Medizinstudierende des klinischen Abschnitts am Wahlpflichtfach teil. In der Selbsteinschätzung durch die Teilnehmenden konnte eine Zunahme von zu Beginn (vorher) bis nach Abschluss (nachher) des Wahlfachs für folgende Angaben festgestellt werden: ihre Fähigkeit, die Grundlagen und Bedeutung von ABS zu erklären (Mittelwert und Standardabweichung vorher  $3,26 \pm 0,94$  vs. nachher  $4,74 \pm 0,44$ ,  $p < 0,0001$ ); die Sicherheit in der Auswahl von Antibiotika (vorher  $2,22 \pm 0,78$  vs. nachher  $3,57 \pm 0,58$ ,  $p < 0,0001$ ); ihre Fähigkeit, das Nebenwirkungspotential von spezifischen Antibiotika zu bewerten und in ihre Auswahl einfließen zu lassen (vorher  $2,09 \pm 0,72$  vs. nachher  $3,43 \pm 0,71$ ,  $p < 0,0001$ ), ihre Sicherheit in der Kommunikation mit Kolleg:innen bezüglich Antibiotika (vorher  $2,30 \pm 0,86$  vs. nachher  $3,52 \pm 0,83$ ,  $p < 0,0001$ ), das Verständnis der Bedeutung der Infektionsdiagnostik für den rationalen Einsatz von Antibiotika (vorher  $4,22 \pm 0,41$  vs. nachher  $4,91 \pm 0,28$ ,  $p < 0,0001$ ), und die Fähigkeit, ihre Rolle als Steward im interprofessionellen Team einzuordnen und die Rollen der Anderen im Team zu kennen (vorher  $2,52 \pm 0,77$  vs. nachher  $4,13 \pm 0,68$ ,  $p < 0,0001$ ). Die Teilnehmenden gaben an, dass ihnen der Kurs Spaß gemacht hätte ( $4,6 \pm 0,5$ ), wobei sie moderat zufrieden mit ihrer eigenen Leistung waren ( $3,8 \pm 1,0$ ). Das Gefühl unter Druck oder angespannt zu sein, wurden als niedrig eingeschätzt ( $1,8 \pm 0,9$  und  $2,0 \pm 1,0$ ).

**Schlussfolgerung:** Die Teilnehmenden des Wahlpflichtfachs SFF berichteten von angestiegenen Kompetenzen, die für ABS relevant sind, und hatten zugleich Spaß am Lehrformat. Die Nachhaltigkeit und Skalierbarkeit des Projektes werden letztlich von der Implementation in das Curriculum abhängen.

**Schlüsselwörter:** Antibiotikaresistenzen, antimikrobielle Therapie, Antibiotikaeinnahme, Medizinstudium, Fall-basiertes Lernen, Problem-orientiertes Lernen

Cihan Papan<sup>1,2</sup>

Barbara C. Gärtner<sup>1</sup>

Arne Simon<sup>3</sup>

Rachel Müller<sup>4</sup>

Martin R. Fischer<sup>5</sup>

Dogus Darici<sup>6</sup>

Sören L. Becker<sup>1</sup>

Katharina Last<sup>1,2</sup>

Stefan Bushuven<sup>5,7,8</sup>

1 Universität des Saarlandes, Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene, Zentrum für Infektionsmedizin, Homburg, Deutschland

2 Universitätsklinikum Bonn, Institut für Hygiene und Public Health, Bonn, Deutschland

3 Universität des Saarlandes, Klinik für Pädiatrische Onkologie und Hämatologie, Homburg, Deutschland

4 Universitätsklinikum des Saarlandes, Apotheke, Homburg, Deutschland

5 LMU Klinikum, LMU München, Institut für Didaktik und Ausbildungsforschung in der Medizin, München, Deutschland

6 Westfälische-Wilhelms-Universität Münster, Institut für Anatomie und Neurobiologie, Münster, Deutschland

7 Gesundheitsverbund Landkreis Konstanz, Konstanz, Deutschland

8 Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Medizinische Fakultät, Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Freiburg/Brsg., Deutschland

## Einleitung

In den vergangenen Jahrzehnten haben sich Antibiotikaresistenzen zu einer der größten Bedrohungen für die menschliche Gesundheit entwickelt. Im Jahr 2019 waren mindestens 1,27 Millionen Todesfälle auf Infektionen durch multiresistente Erreger zurückzuführen, womit Antibiotikaresistenzen die weltweit führende Todesursache bei Infektionskrankheiten sind [1]. Eine der Hauptursachen für den Anstieg von Antibiotikaresistenzen ist der unbedachte und übermäßige Einsatz von Antibiotika in allen Sektoren des Gesundheitswesens.

Trotz der zunehmenden Aktualität fühlen sich Medizinstudierende nur unzureichend auf diese Herausforderung vorbereitet [2]. Umfragen unter Medizinstudierenden haben gezeigt, dass sie nicht nur den Zusammenhang zwischen übermäßigem Antibiotikaeinsatz und Antibiotikaresistenz anerkennen, sondern auch den übermäßigen Einsatz von Antibiotika als unethisch betrachten [3], und sich zudem einen gezielteren Unterricht über den rationalen Einsatz von Antibiotika wünschen [4], [5]. Ein weiterer Aspekt betrifft die höhere psychosoziale Belastung des Gesundheitspersonals im Umgang mit Patienten mit multiresistenten Erregern [6], [7], was die Relevanz der Antibiotikaresistenz in der medizinischen Aus- und Weiterbildung weiter unterstreicht. Maßnahmen zur Verbesserung des rationalen Einsatzes von Antibiotika, auch Antibiotic Stewardship (ABS) genannt, wurden in vielen klinischen Einrichtungen und Ländern eingeführt, wobei sich die häufigsten Maßnahmen, wie z.B. Fortbildungskurse, hauptsächlich an ärztliche Mitarbeitende in der Sekundär- oder Tertiärversorgung richten [8]. ABS impliziert jedoch auch eine Verhaltensänderung, die mit zunehmendem Alter und zunehmender Erfahrung des Gesundheitspersonals zu einer Herausforderung wird und sophisticated Interventionsstrategien erfordern, die oft nur geringe Effekte erzielen [9], [10]. Frühere Studien haben auch gezeigt, dass ältere Ärzt\*innen eher dazu neigen, Antibiotika zu verschreiben als ihre jüngeren Kolleg\*innen [11], [12]. Außerdem werden die meisten Antibiotika in der Primärversorgung verschrieben [13]; ein Bereich, der bezüglich ABS bislang vernachlässigt wurde, verglichen mit dem Fokus auf den stationären Bereich. In Anbetracht der oben erwähnten Nachfrage und des Bedarfs der Medizinstudierenden erscheint es sinnvoll und wünschenswert, Möglichkeiten für eine Umsetzung für Studierende zu prüfen. So könnte die Prägung oder Verhaltensformung in einem frühen Stadium genutzt [14], und dabei auf die Kenntnisse und Fähigkeiten, aber auch auf die Einstellung der Studierenden eingegangen werden. In Anbetracht der Tatsache, dass ein erheblicher Prozentsatz der Studierenden letztlich in der Primärversorgung arbeiten wird [15], und dem gemeldeten Bedarf von hausärztlich tätigen Kolleg\*innen an ABS-bezogener Aus- und Fortbildung [16], haben wir ein Wahlpflichtfach für Medizinstudierende an der Universität des Saarlandes konzipiert und pilotiert.

## Projektbeschreibung

Dies ist eine retrospektive Analyse eines Wahlpflichtfaches, das wir für Medizinstudierende im klinischen Abschnitt konzipiert haben („Stewards for future – Training von Medizinstudierenden zur Bekämpfung von Antibiotikaresistenzen“) an der Universität des Saarlandes, Deutschland. Die Konzeption dieses Wahlpflichtfaches folgte den Grundsätzen und dem Konzept der Curriculumentwicklung nach Kern [17].

### Schritt 1: Problemidentifikation und allgemeine Bedarfsanalyse

Auf der Grundlage der in der Einleitung beschriebenen Problemidentifikation und Bedarfsermittlung lag der Schwerpunkt auf den für ABS relevanten Kenntnissen und Einstellungen.

### Schritt 2: Gezielte Bedarfsanalyse

Eine interne Durchsicht der Studierendenleistungen in den Prüfungen der Fächer Medizinische Mikrobiologie und Infektionsmedizin, eine Analyse des lokalen Curriculums, sowie informelle Interviews mit Promovierenden im Bereich der Medizinischen Mikrobiologie und anderen Studierenden bestätigten die allgemeine Bedarfsanalyse für die Universität des Saarlandes.

### Schritt 3: Lernziele

Das Hauptziel des Wahlfaches basierte auf dem NKLM Version 2.0 (Nationaler Kompetenzbasierter Lernzielkatalog Medizin), insbesondere auf dem Ziel VII.3-19.1, das sich mit dem grundlegenden Konzept von ABS befasst ([<https://nklm.de/zend/objective/view/id/10006975/essential/yes/lve/212157>]; „Der Absolvent/die Absolventin beherrscht Grundlagen der Antiinfektiva-Therapie. Sie können den rationalen Einsatz von Antibiotika zur Vermeidung einer Resistenzentwicklung erklären und entsprechende Prinzipien beim eigenen Handeln berücksichtigen.[...] Studierende sind in der Lage, mittels kritischer Indikationsstellung die Diagnostik und antiinfektive Therapien unter Aspekten der rationalen Anwendung von Antiinfektiva zu initiieren, bestehende antiinfektive Therapien kritisch zu überprüfen und ggf. anzupassen.“). Dieses spezifische Lernziel wurde zum Teil durch andere, Syndrom-spezifische Ziele ergänzt, die sich auf ABS beziehen (z.B. V.01.1.1.102 für akute Otitis media, V.01.1.1.60 für Tonsillopharyngitis, VI.04-01.2.5 für Pneumonie, VI.05-01.7.4 für Katheter-assoziierte Infektionen, VI.05-01.8.10 für Sepsis, V.01.1.1.96 für Meningitis, VI.01-01.11.8 für Endokarditis).

**Tabelle 1: Mittelwerte und Standardabweichungen (SD) der einzelnen Items der Kurzfassung der Intrinsic Motivation Inventory**

Item	Mittelwert	SD
Q1: Die Tätigkeit in der Lehrveranstaltung hat mir Spaß gemacht.	4.6	0.5
Q2: Ich fand die Tätigkeit in der Lehrveranstaltung sehr interessant.	4.7	0.6
Q3: Die Tätigkeit in der Lehrveranstaltung war unterhaltsam.	4.4	0.7
Q4: Mit meiner Leistung in der Lehrveranstaltung bin ich zufrieden.	3.8	0.7
Q5: Bei der Tätigkeit in der Lehrveranstaltung stellte ich mich geschickt an.	3.3	0.6
Q6: Ich glaube, ich war bei der Lehrveranstaltung ziemlich gut.	3.1	0.8
Q7: Ich konnte die Tätigkeit in der Lehrveranstaltung selbst steuern.	3.8	1.0
Q8: Bei der Tätigkeit in der Lehrveranstaltung konnte ich wählen, wie ich es mache.	3.8	1.0
Q9: Bei der Tätigkeit in der Lehrveranstaltung konnte ich so vorgehen, wie ich es wollte.	3.8	1.0
Q10: Bei der Tätigkeit in der Lehrveranstaltung fühlte ich mich unter Druck.	2.0	1.0
Q11: Bei der Tätigkeit in der Lehrveranstaltung fühlte ich mich angespannt.	1.8	0.9
Q12: Ich hatte Bedenken, ob ich die Tätigkeit in der Lehrveranstaltung gut hinbekomme	3.0	1.3

## Schritt 4: Lehrmethoden

Wir haben Fall-basiertes Lernen, Problem-orientiertes Lernen und Peer Teaching in Kleingruppen angewandt, um kontextbezogenes, kollaboratives, konstruktives und selbstbestimmtes Lernen zu ermöglichen [18]. Die Fälle stammten aus der realen klinischen Arbeit und/oder aus CASUS, einer E-Learning-Plattform mit virtuellen Patienten, die für Lehrende an deutschen medizinischen Fakultäten zugänglich ist [<https://lmu.casus.net/pmw2/app/homepage.html>]. Jede Sitzung wurde mit einem kurzen Vortrag (20 Minuten) eingeleitet. Die in den Vorträgen behandelten Themen waren

1. ABS-Grundlagen und -Prinzipien;
2. die Entwicklung eines Rahmenwerkes für die Beschreibung von Antibiotika;
3. Antibiotika 101: Spektrum, Dosierung und Dosisanpassung sowie Bioverfügbarkeit;
4. Leitlinien-basiertes Management der häufigsten Infektionskrankheiten;
5. Steuerung des Patientenverhaltens durch Kommunikation;
6. die Rolle der Diagnostik als ABS-Instrument;
7. das Zusammenspiel von Infektionsprävention bzw. -kontrolle und ABS.

Diese Themen wurden ausgewählt, weil sie die grundlegenden Prinzipien der antiinfektiven Behandlung und des ABS abdecken.

## Schritt 5: Implementierung

Das Konzept für das Wahlpflichtfach wurde im Sommersemester 2021 entwickelt. In dieser Vorbereitungsphase wurde die administrative und politische Unterstützung sichergestellt, einschließlich der Abstimmung mit dem Dekanat. Das Wahlpflichtfach wurde erstmals im Wintersemester 2021/2022 angeboten und bis zum Sommersemester 2023 für maximal 25 Teilnehmende pro Semester wiederholt. Das Wahlpflichtfach umfasste insgesamt

15 Stunden, verteilt auf sieben Sitzungen (je 2 Stunden), zusätzlich zu einer ABS-Stationsvisite im Universitätsklinikum.

## Schritt 6: Bewertung und Feedback

Wir haben die Selbsteinschätzung der Studierenden vor und nach dem Kurs zu den ABS-Themen mit Hilfe einer 5-Punkt-Likert-Skala (von 1=stimme überhaupt nicht zu bis 5=stimme voll und ganz zu) erhoben. Zu diesem Zweck modifizierten wir den zuvor veröffentlichten Fragebogen von Wang und Kolleg\*innen [19]. Die Befragung umfasste die folgenden Aussagen, zu denen die Teilnehmenden ihre Zustimmung auf einer 5-stufigen Likert-Skala angeben sollten:

- Ich halte Antibiotic Stewardship für ein wichtiges Thema;
- Ich kann die Grundlagen und Bedeutung von Antibiotic Stewardship erklären;
- Ich fühle mich sicher in der Auswahl von Antibiotika;
- Ich kann das Nebenwirkungspotential von spezifischen Antibiotika bewerten und in meine Auswahl einfließen lassen;
- Ich fühle mich sicher in der Kommunikation mit Kolleg\*innen bezüglich Antibiotika;
- Ich verstehe die Bedeutung der Infektionsdiagnostik für den rationalen Einsatz von Antibiotika;
- Ich kann meine Rolle als Steward im interprofessionellen Team einordnen und kenne die Rollen der Anderen im Team.

Darüber hinaus haben wir ihre intrinsische Motivation anhand einer deutschen Kurzversion des Intrinsic Motivation Inventory von Deci und Ryan bewertet, das von Wilde und Kolleg\*innen übersetzt und validiert wurde [20], [21], welches Unterskalen für Interesse und Spaß, wahrgenommene Kompetenz, Druck und Spannung sowie wahrgenommene Wahlmöglichkeiten enthält (siehe Tabelle 1).

## Statistische Auswertungen und Ethik

Alle Daten wurden anonymisiert erhoben. Um durch den Abgleich intraindividuelle Daten einen Vorher-Nachher-Vergleich zu ermöglichen, verwendeten die Teilnehmenden einen nicht identifizierbaren Code. Die Studie wurde von der Ethikkommission der Ärztekammer des Saarlandes als ethisch unbedenklich bewertet.

Wir führten gepaarte Wilcoxon-Vorzeichen-Rangtests durch, um die Ergebnisse der Selbsteinschätzung vor und nach dem Kurs zu vergleichen. Das statistische Signifikanzniveau wurde auf 0,05 festgelegt. Für die Datenanalyse und -visualisierung wurde R (Version 4.3.1) verwendet, einschließlich der Pakete „ggplot2“, „likert“ und „wesanderson“ [22], [23], [24].

## Ergebnisse

Über einen Zeitraum von vier Semestern nahmen insgesamt 23 Studierende an dem Wahlpflichtfach teil, davon 18 Frauen (78%). Die Anzahl der Studierenden pro Kurs betrug in allen Semestern sechs, mit Ausnahme des Sommersemesters 2022, in welchem fünf Studierende teilnahmen. Das Durchschnittsalter der Teilnehmenden betrug 24,4 Jahre ( $\pm 3,0$  Standardabweichung, SD), und ihr medizinspezifisches Semester war 7 (von insgesamt 12 Semestern; Interquartilsbereich, IQR, 6-9). Wir beobachteten einen Anstieg über alle Items der Selbsteinschätzung (siehe Abbildung 1), mit dem höchsten Anstieg der mittleren Punktzahl für das Item „Rollen der ABS-Teammitglieder einordnen“, das sich von 2,52 ( $\pm 0,77$ ) auf 4,13 ( $\pm 0,68$ ) (Mittelwert  $\Delta 1,6$ ;  $P < 0,0001$ ) verbesserte, gefolgt von „Grundlagen und Bedeutung von Antibiotic Stewardship erklären“ (3,26 vs. 4,74, Mittelwert  $\Delta 1,48$ ;  $P = 0,0001$ ), „sicher in der Auswahl von Antibiotika“ (2,22 vs. 3,57;  $P = 0,0001$ ) und „Nebenwirkungspotential von spezifischen Antibiotika bewerten“ (2,09 vs. 3,43;  $P < 0,0001$ ) (beide Mittelwert  $\Delta 1,35$ ), „sicher in der Kommunikation mit Kolleg\*innen bezüglich Antibiotika“ (2,30 vs. 3,52, Mittelwert  $\Delta 1,22$ ;  $P = 0,0003$ ), „Ich verstehe die Bedeutung der Infektionsdiagnostik für den rationalen Einsatz von Antibiotika“ (4,22 vs. 4,91, Mittelwert  $\Delta 0,70$ ;  $P < 0,0001$ ) und „Ich halte Antibiotic Stewardship für ein wichtiges Thema“ (4,96 vs. 5,00, Mittelwert  $\Delta 0,04$ ;  $P = 1,00$ ).

Bezüglich der intrinsischen Motivation wurden die höchsten Werte für das Item „Die Aufgabe hat mir sehr viel Spaß gemacht“ und „Ich würde diese Tätigkeit als sehr interessant bezeichnen“ (Mittelwerte von  $4,6 \pm 0,5$  und  $4,7 \pm 0,6$ ) erreicht (siehe Tabelle 1 und Abbildung 2), gefolgt von „Die Aufgabe hat mir Spaß gemacht“ ( $4,4 \pm 0,7$ ), und dann von „Ich bin mit meiner Leistung bei dieser Aufgabe zufrieden“, „Ich glaube, ich hatte eine gewisse Wahl bei der Durchführung dieser Aktivität“ und „Bei der Kursaktivität konnte ich so vorgehen, wie ich wollte“ (alle  $3,8 \pm 1,0$ ). Neutrale Zustimmung wurde bei den Items „Ich denke, ich habe diese Aufgabe ziemlich gut gelöst“ ( $3,3 \pm 0,6$ ), „Ich denke, ich bin ziemlich gut in

dieser Aufgabe“ ( $3,1 \pm 0,8$ ) und „Ich habe mir Sorgen gemacht, ob ich die Aufgabe im Kurs gut lösen kann“ ( $3,0 \pm 1,3$ ) erreicht. Die beiden Items mit überwiegend ablehnenden Aussagen waren „Ich war ängstlich, während ich an dieser Aufgabe arbeitete“ ( $2,0 \pm 1,0$ ) und „Ich fühlte mich sehr angespannt, während ich diese Aufgabe erledigte“ ( $1,8 \pm 0,9$ ).

## Diskussion

In der vorliegenden Studie zeigen wir die Durchführbarkeit eines ABS-Wahlpflichtfaches für Medizinstudierende und die wahrgenommene Zunahme der Kompetenzen der Teilnehmenden. Bemerkenswert ist, dass der selbstberichtete Kompetenzzuwachs in allen Bereichen beobachtet wurde. Dies kann entweder schlüssig sein („wenn man es ihnen beibringt, werden sie es lernen“) oder aber aufgrund von Selbstüberschätzung verzerrt und somit fehlerhaft sein [25]. Darüber hinaus wurde das Wahlpflichtfach von der Mehrheit der Teilnehmenden als angenehm und sehr interessant empfunden.

Wissenslücken bei Medizinstudierende in Bezug auf Antibiotikaresistenzen und Antibiotika sind immer noch weit verbreitet [26], und es besteht nach wie vor Bedarf an einer Standardisierung möglicher Interventionsmaßnahmen. Eine Studie von Castro-Sánchez und Kolleg\*innen aus dem Vereinigten Königreich hat gezeigt, dass die Mehrheit der britischen Universitäten zwar Elemente bezüglich des rationalen Antibiotikaeinsatzes in ihre Lehrpläne aufgenommen hat, die allgemeine Ausbildung bezüglich ABS jedoch als uneinheitlich und lückenhaft angesehen wurde [27].

Wir haben zuvor in einer Stichprobe von Medizinstudierenden deutscher Universitäten gezeigt, dass trotz des Vorhandenseins des ABS-Lernziels im NKLM die überwiegende Mehrheit der Befragten angab, nur selten mit ABS-bezogenen Lehrinhalten konfrontiert worden zu sein [28], was die Diskrepanz zwischen den vorhandenen, formulierten und dokumentierten Lernzielen und der fehlenden Lernerfahrung hervorhebt. Wang und Kolleg\*innen berichteten in einer US-amerikanischen Studie über die Ergebnisse eines zweiwöchigen Wahlfaches für Studierende über ABS [19]. Ähnlich wie bei unserer Intervention konzentrierten sie sich auf die Selbsteinschätzung des Wissens und das Selbstvertrauen der Teilnehmenden in den ABS-relevanten Kernthemen, für die sie bei fast allen Items einen deutlichen Anstieg von vor bis nach dem Kurs nachweisen konnten, allerdings ohne objektive Endpunkte erhoben zu haben.

Die Bewertung ist also von entscheidender Bedeutung, da Overconfidence-Effekte [29], die bereits in anderen medizinischen Bereichen wie der Händehygiene [30] und basic life support [31] beschrieben wurden, die Selbsteinschätzung einschränken und die Metakognition hemmen können. Die Diskalibrierungseffekte [32] wurden in der vorliegenden Studie aufgrund des geringen Stichprobenumfangs nicht ausgewertet, sollten aber in Zukunft berücksichtigt werden, um ein besseres Verständnis der

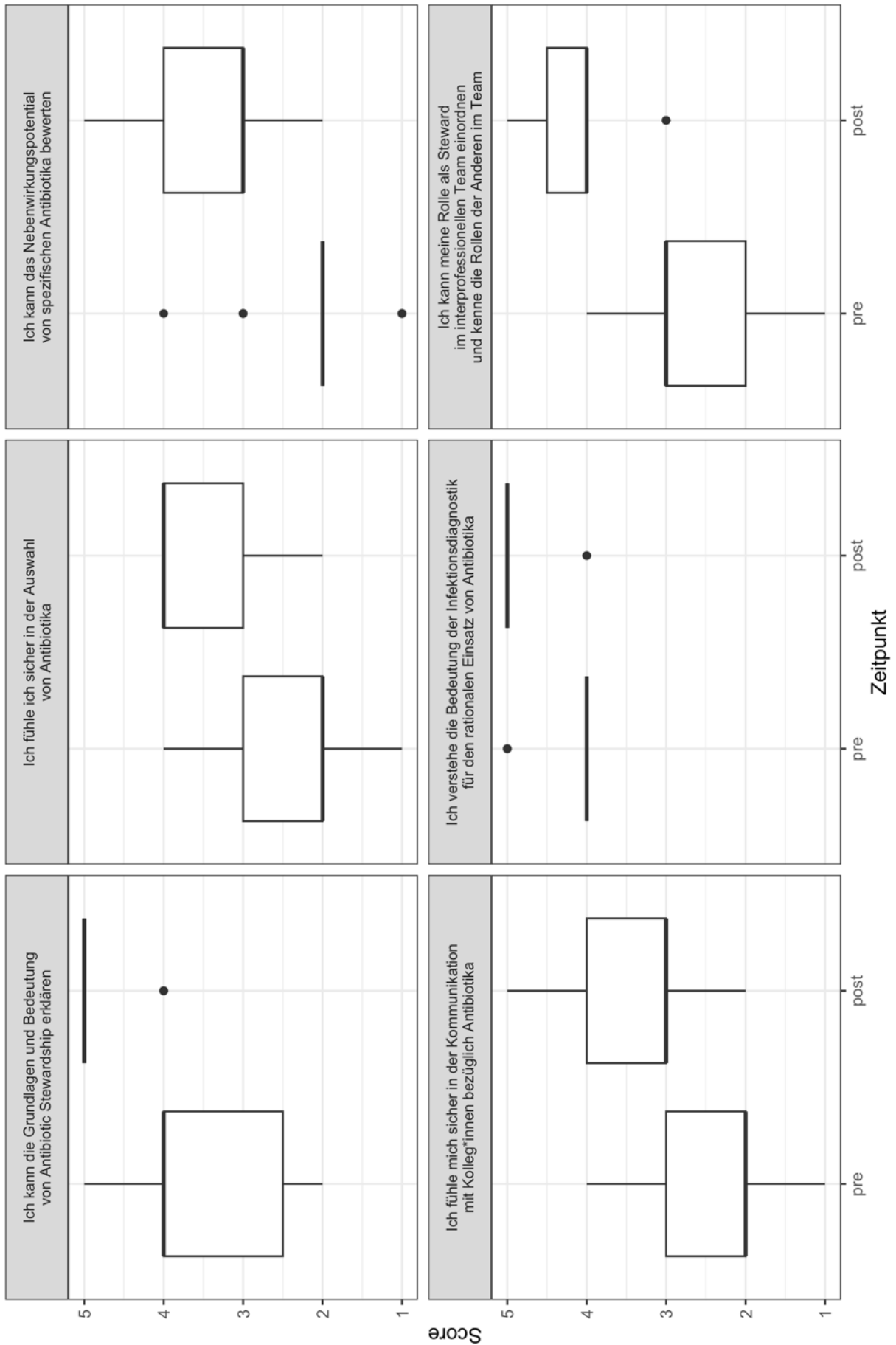
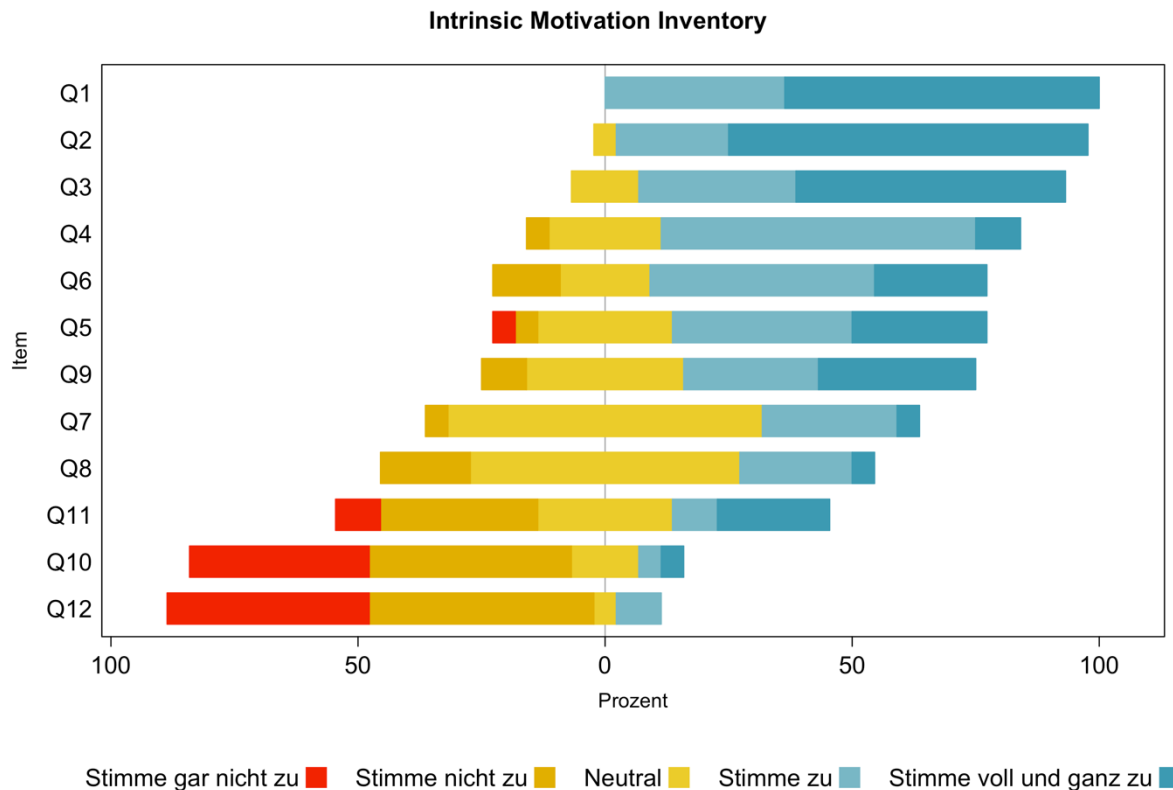


Abbildung 1: Vergleich der Selbsteinschätzung vor und nach dem Kurs für die verschiedenen Aspekte des Antibiotic Stewardship, aggregiert für alle 23 Teilnehmenden



**Abbildung 2: Verteilung der Antworten der Teilnehmenden (N=23) der Kurzfassung des Intrinsic Motivation Inventory auf einer Likert-Skala, pro Item**

Selbsteinschätzung und der Kompetenz bezüglich ABS zu erlangen und die Motivationsmuster mit unterschiedlichen Bildungs- und Motivationsbedürfnissen zu erkennen [33].

In einer Übersichtsarbeit zu ABS-Ausbildungsinhalten an medizinischen Fakultäten stellten Augie und Kolleg\*innen eine große Heterogenität in Bezug auf Art und Umfang der Interventionen fest und betonten außerdem die Notwendigkeit, die langfristige Retention der erworbenen Fähigkeiten und Kenntnisse zu bewerten [34].

Es gibt einige Stärken unserer Studie, die es zu erwähnen gilt. Erstens haben wir einen Motivationsfragebogen verwendet, der in anderen Kontexten getestet wurde und dessen Einsatz allgemein als praktikabel bestätigt wurde. Dies wird es künftigen Studien ermöglichen, genauer zu analysieren, inwieweit sich das neue Unterrichtsformat auf den emotionalen Zustand der einzelnen Teilnehmenden auswirkt, für den es in der veröffentlichten Literatur kaum vergleichbare Daten gibt. Darüber hinaus lässt die Reliabilität, Kriteriums- und Konstruktvalidität des Instrumentes im Kontext der Ausbildung bezüglich ABS und Antibiotikaresistenzen Raum für zukünftige Untersuchungen in größeren und repräsentativeren Populationen. Zweitens haben wir einen bereits veröffentlichten Fragebogen mit Items zur Selbsteinschätzung verwendet, um Daten zum Wissenszuwachs zu erhalten. Drittens beinhaltet unser Ansatz eine nachhaltige Art und Weise, verfügbare virtuelle Fallvignetten aus der CASUS-Datenbank zu nutzen. Viertens: Die Mischung der in unserer Intervention eingesetzten Lehrmethoden – Fall-basiertes

Lernen, Problem-orientiertes Lernen, Teilnahme an Stationsvisiten usw. – könnte neben dem interprofessionellen und interdisziplinären Team aus Kliniker\*innen, Mikrobiolog\*innen, Pharmazeut\*innen und Hygieniker\*innen ein Grund dafür gewesen sein, dass die Aktivitäten von den meisten Teilnehmenden als angenehm und sehr interessant bewertet wurden. Die Interdisziplinarität unseres Ansatzes könnte ein wesentlicher Faktor bei der longitudinalen Umsetzung in verschiedenen Fächern des klinischen Studienabschnitts sein.

Unsere Studie hat jedoch auch Limitationen. Erstens handelt es sich um eine Erfahrung eines einzelnen Zentrums mit einer eher kleinen Stichprobe, die jedoch die von anderen Gruppen berichteten Erkenntnisse ergänzt [19]. Zweitens führte der freiwillige Charakter des Wahlpflichtfaches zu einem möglichen Selektionsbias, da sich nur Teilnehmende mit einer hohen Wertschätzung für das Thema (in unserem Fall eine stark geschlechtsspezifisch geprägte Stichprobe) angemeldet haben könnten. Drittens konzentrieren sich unsere Daten auf die Selbsteinschätzung und die intrinsische Motivation, während uns andere Ergebnisparameter fehlen, einschließlich einer objektiven Bewertung der erworbenen Kompetenzen und derjenigen, die für die langfristige Wissensretention relevant sind. Viertens haben wir nicht die potenzielle Umsetzung des Lehrplanes bewertet, die wahrscheinlich Elemente des Blended Learning erfordern wird, um die für die Kleingruppensitzungen benötigte Zeit auszugleichen.

Ein Aspekt, der in der Vergangenheit nur unzureichend untersucht wurde, ist ein interdisziplinärer, sektorüber-

greifender Ansatz für das Problem der Antibiotikaresistenzen [35]. Andere, verwandte Disziplinen haben ähnliche Bestrebungen initiiert, z. B. das standardisierte Curriculum für Studierende der Veterinärmedizin [36]. Wir sind der Meinung – und wir haben dies bereits früher dargelegt [28] – dass diese Bemühungen im Sinne eines One-Health-Ansatzes aufeinander abgestimmt werden sollten, um anzuerkennen, dass Antibiotikaresistenzen einen sektorübergreifenden Ansatz erfordern, da sie nicht nur den menschlichen Sektor, sondern auch Tiere, Pflanzen und die Umwelt betreffen. Innovative pädagogische Interventionen können dazu dienen, die Umsetzung und Aufnahme von Antibiotikaresistenzen- und ABS-bezogenen Inhalten zu erleichtern, wie z. B. Game-based Learning, Gamification oder Serious Games, obwohl umfassende Evaluierungen mit einer Bewertung der langfristigen Ergebnisse in der Regel Mangelware sind [37].

## Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse unserer Studie sind für politische Entscheidungsträger\*innen und Lehrplanentwicklungsteams nicht nur an deutschen medizinischen Fakultäten von Interesse. Allerdings hängt die langfristige Implementierung eines solchen hochgradig immersiven Lehrformates aufgrund der kleinen Kursgrößen von ausreichend verfügbaren Zeitfenstern ab. Ein möglicher Kompromiss könnte darin bestehen, vorlesungsbasierte Inhalte in asynchrone Vorlesungen zu verlagern, die sich die Studierenden nach eigenem Ermessen (wieder) ansehen können. Ebenso kann eine höhere Anzahl von Auszubildenden für die eigentlichen Fall-basierten Lernelemente erforderlich sein, für die auch studentische Tutor\*innen eingesetzt werden könnten [18]. Da die Ziele des Kurses nicht nur auf Wissen, sondern auch auf Einstellung und Haltung abzielen, könnte die ideale Form der Bewertung der Studierenden durchaus über reine Multiple-Choice-Fragenformate hinausgehen. Zukünftige Herausforderungen unseres Formats betreffen die Implementierung in das Kerncurriculum, idealerweise im Längsschnitt unter Beibehaltung des interprofessionellen und interdisziplinären Ansatzes, sowie eine Bewertung des kurz- und langfristigen Kompetenzzuwachses.

## Anmerkungen

### ORCIDs der Autor\*innen

- Cihan Papan: [0000-0001-7951-2567]
- Barbara C. Gärtner: [0000-0002-5234-7634]
- Arne Simon: [0000-0001-9558-3330]
- Rachel Müller: [0000-0003-0562-2901]
- Martin R. Fischer: [0000-0002-5299-5025]
- Dogus Darici: [0000-0002-2375-8792]
- Sören L Becker: [0000-0003-3634-8802]
- Katharina Last: [0000-0002-0538-1901]
- Stefan Bushuven: [0000-0001-6272-0714]

## Geteilte Autorenschaft

Die Autor\*innen Katharina Last und Stefan Bushuven teilen sich die Letztautorenschaft.

## Danksagungen

Wir danken Silke Mahler, Silke Müller und Dominik Monz für die Unterstützung im Sekretariat und bei der Organisation. Außerdem möchten wir uns für die Unterstützung durch Norbert Graf, Thomas Gilcher, Guy Danziger, Philipp M. Lepper, Carlos Metz, Matthias Schröder und Frederic Albrecht bedanken.

## Interessenkonflikt

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

## Literatur

1. Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *Lancet*. 2022;399(10325):629-655. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)02724-0
2. Dyar OJ, Nathwani D, Monnet DL, Gyssens IC, Stålsby Lundborg C, Pulcini C; ESGAP Student-PREPARE Working Group. Do medical students feel prepared to prescribe antibiotics responsibly? Results from a cross-sectional survey in 29 European countries. *J Antimicrob Chemother*. 2018;73(8):2236-2242. DOI: 10.1093/jac/dky150
3. Dyar OJ, Pulcini C, Howard P, Nathwani D; ESGAP (ESCMID Study Group for Antibiotic Policies). European medical students: a first multicentre study of knowledge, attitudes and perceptions of antibiotic prescribing and antibiotic resistance. *J Antimicrob Chemother*. 2014;69(3):842-846. DOI: 10.1093/jac/dkt440
4. Abbo LM, Pottinger PS, Pereyra M, Sinkowitz-Cochran R, Srinivasan A, Webb DJ, Hooton TM. Medical students' perceptions and knowledge about antimicrobial stewardship: how are we educating our future prescribers? *Clin Infect Dis*. 2013;57(5):631-638. DOI: 10.1093/cid/cit370
5. Huang Y, Gu J, Zhang M, Ren Z, Yang W, Chen Y, Fu Y, Chen X, Cals JW, Zhang F. Knowledge, attitude and practice of antibiotics: a questionnaire study among 2500 Chinese students. *BMC Med Educ*. 2013;13:163. DOI: 10.1186/1472-6920-13-163
6. Bushuven S, Dietz A, Bushuven S, Dettenkofer M, Langer T. Interprofessional perceptions and emotional impact of multidrug-resistant organisms: A qualitative study. *Am J Infect Control*. 2019;47(8):876-882. DOI: 10.1016/j.ajic.2019.01.019
7. Bushuven S, Dettenkofer M, Dietz A, Bushuven S, Dierenbach P, Inthorn J, Beiner M, Langer T. Interprofessional perceptions of emotional, social, and ethical effects of multidrug-resistant organisms: A qualitative study. *PLoS One*. 2021;16(2):e0246820. DOI: 10.1371/journal.pone.0246820

8. Barlam TF, Cosgrove SE, Abbo LM, MacDougall C, Schuetz AN, Septimus EJ, Srinivasan A, Dellit TH, Flack-Ytter YT, Fishman NO, Hamilton CW, Jenkins TC, Lipsett PA, Malani PN, May LS, Moran GJ, Neuhauser MM, Newland JG, Ohl CA, Samore MH, Seo SK, Trivedi KK. Implementing an Antibiotic Stewardship Program: Guidelines by the Infectious Diseases Society of America and the Society for Healthcare Epidemiology of America. *Clin Infect Dis*. 2016;62(10):e51-77. DOI: 10.1093/cid/ciw118
9. Holt DT, Helfrich CD, Hall CG, Weiner BJ. Are you ready? How health professionals can comprehensively conceptualize readiness for change. *J Gen Intern Med*. 2010;25(Suppl 1):50-55. DOI: 10.1007/s11606-009-1112-8
10. Al-Hussami M, Hammad S, Alsolehahat F. The influence of leadership behavior, organizational commitment, organizational support, subjective career success on organizational readiness for change in healthcare organizations. *Ledersh Health Serv (Bradford Engl)*. 2018;31(4):354-370. DOI: 10.1108/LHS-06-2017-0031
11. Tell D, Engström S, Mölstad S. Adherence to guidelines on antibiotic treatment for respiratory tract infections in various categories of physicians: a retrospective cross-sectional study of data from electronic patient records. *BMJ Open*. 2015;5(7):e008096. DOI: 10.1136/bmjopen-2015-008096
12. Hueber S, Kuehlein T, Gerlach R, Tauscher M, Schedlbauer A. "What they see is what you get": Prescribing antibiotics for respiratory tract infections in primary care: Do high prescribers diagnose differently? An analysis of German routine data. *PLoS One*. 2017;12(12):e0188521. DOI: 10.1371/journal.pone.0188521
13. European Centre for Disease Prevention and Control. Antimicrobial consumption in the EU/EEA - Annual Epidemiological Report for 2019. Solna (Schweden): ecdd; 2019. Zugänglich unter/available from: <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/Antimicrobial-consumption-in-the-EU-Annual-Epidemiological-Report-2019.pdf>
14. Pulcini C, Gyssens IC. How to educate prescribers in antimicrobial stewardship practices. *Virulence*. 2013;4(2):192-202. DOI: 10.4161/viru.23706
15. Blum M. Ärzttestatistik 2023: Sorgenvoller Ausblick trotz leichter Erholung. *Dtsch Arztebl*. 2024;121:A-502, B-438. Zugänglich unter/available from: <https://www.aerzteblatt.de/archiv/238593/Aerzttestatistik-2023-Sorgenvoller-Ausblick-trotz-leichter-Erholung>
16. Last K, Simon A, Gärtner BC, Becker SL, Papan C. Attitudes of primary care physicians towards antimicrobial stewardship and the impact of a multi-part training course - a pilot study. *GMS Hyg Infect Control*. 2023;18:Doc24. DOI: 10.3205/dgkh000450
17. Thomas PA, Kern DE, Hughes MT, Chen BY. Curriculum development for medical education: A six-step approach. Baltimore: Johns Hopkins University Press; 2015.
18. Davis MH. AMEE Medical Education Guide No. 15: Problem-based learning: a practical guide. *Med Teach*. 1999;21(2):130-140. DOI: 10.1080/01421599979743
19. Wang R, Degnan KO, Luther VP, Szymczak JE, Goren EN, Logan A, Shnekendorf R, Hamilton KW. Development of a Multifaceted Antimicrobial Stewardship Curriculum for Undergraduate Medical Education: The Antibiotic Stewardship, Safety, Utilization, Resistance, and Evaluation (ASSURE) Elective. *Open Forum Infect Dis*. 2021;8(6):ofab231. DOI: 10.1093/ofid/ofab231
20. Deci E, Ryan R. Intrinsic Motivation Inventory. 2003. Zugänglich unter/available from: <https://selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory/>
21. Wilde M, Bätz K, Kovaleva A, Urhahne D. Überprüfung einer Kurzskala intrinsischer Motivation (KIM). *Zr Didaktik Naturwissenschaft*. 2009;15:31-45.
22. Wickham H. *ggplot2*. Cham: Springer International Publishing; 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-24277-4
23. Bryer J. *likert: Analysis and Visualization Likert Items*. 2022.
24. Ram K. Palettes generated mostly from "Wes Anderson" movies. 2022. Zugänglich unter/available from: <https://github.com/karthik/wesanderson>
25. Dunning D, Heath C, Suls JM. Flawed Self-Assessment: Implications for Health, Education, and the Workplace. *Psychol Sci Public Interest*. 2004;5(3):69-106. DOI: 10.1111/j.1529-1006.2004.00018.x
26. Nogueira-Uzal N, Zapata-Cachafeiro M, Vázquez-Cancela O, López-Durán A, Herdeiro MT, Figueiras A. Does the problem begin at the beginning? Medical students' knowledge and beliefs regarding antibiotics and resistance: a systematic review. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2020;9(1):172. DOI: 10.1186/s13756-020-00837-z
27. Castro-Sánchez E, Drumright LN, Gharbi M, Farrell S, Holmes AH. Mapping Antimicrobial Stewardship in Undergraduate Medical, Dental, Pharmacy, Nursing and Veterinary Education in the United Kingdom. *PLoS One*. 2016;11(2):e0150056. DOI: 10.1371/journal.pone.0150056
28. Scholz OM, Krüger N, Betzold E, Bader J, Thul N, Papan C. Antimicrobial stewardship in medical education in Germany: a brief survey and a students' and educator's call for change. *Antimicrob Steward Healthc Epidemiol*. 2023;3(1):e159. DOI: 10.1017/ash.2023.423
29. Moore DA, Healy PJ. The trouble with overconfidence. *Psychol Rev*. 2008;115(2):502-517. DOI: 10.1037/0033-295X.115.2.502
30. Bushuven S, Juenger J, Moeltner A, Dettenkofer M. Overconfidence in infection control proficiency. *Am J Infect Control*. 2019;47(5):545-550. DOI: 10.1016/j.ajic.2018.10.022
31. Bushuven S, Bansbach J, Bentele M, Trifunovic-Koenig M, Bentele S, Gerber B, Hagen F, Friess C, Fischer MR. Overconfidence effects and learning motivation refreshing BLS: An observational questionnaire study. *Resusc Plus*. 2023;14:100369. DOI: 10.1016/j.resplu.2023.100369
32. Kruger J, Dunning D. Unskilled and unaware of it: how difficulties in recognizing one's own incompetence lead to inflated self-assessments. *J Pers Soc Psychol*. 1999;77(6):1121-1134. DOI: 10.1037//0022-3514.77.6.1121
33. Trifunovic-Koenig M, Bushuven S, Gerber B, Otto B, Dettenkofer M, Salm F, Fischer MR. Correlation between Overconfidence and Learning Motivation in Postgraduate Infection Prevention and Control Training. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(9):5763. DOI: 10.3390/ijerph19095763
34. Augie BM, Miot J, Van Zyl RL, McInerney PA. Educational antimicrobial stewardship programs in medical schools: a scoping review. *JBI Evid Synth*. 2021;19(11):2906-2928. DOI: 10.11124/JBIES-20-00330
35. Dykstra MP, Baitchman EJ. A Call for One Health in Medical Education: How the COVID-19 Pandemic Underscores the Need to Integrate Human, Animal, and Environmental Health. *Acad Med*. 2021;96(7):951-953. DOI: 10.1097/ACM.0000000000004072
36. Espinosa-Gongora C, Jessen LR, Dyar OJ, Bousquet-Melou A, González-Zorn B, Pulcini C, Re G, Schwarz S, Timofte D, Toutain PL, Guardabassi L; The PREPARE-VET Working Group; ESCMID Study Group for Veterinary Microbiology (ESGVM); ESCMID Study Group for Antimicrobial stewardship (ESGAP). Towards a Better and Harmonized Education in Antimicrobial Stewardship in European Veterinary Curricula. *Antibiotics (Basel)*. 2021;10(4):364. DOI: 10.3390/antibiotics10040364



37. Nowbuth AA, Asombang AW, Alaboud K, Souque C, Dahu BM, Pather K, Mwanza MM, Lofti S, Parmar VS. Gamification as an educational tool to address antimicrobial resistance: a systematic review. *JAC Antimicrob Resist.* 2023;5(6):dlad130. DOI: 10.1093/jacamr/dlad130

**Bitte zitieren als**

Papan C, Gärtner BC, Simon A, Müller R, Fischer MR, Darici D, Becker SL, Last K, Bushuven S. Stewards for future: Piloting a medical undergraduate elective on antimicrobial stewardship. *GMS J Med Educ.* 2025;42(1):Doc9.  
DOI: 10.3205/zma001733, URN: urn:nbn:de:0183-zma0017334

**Korrespondenzadresse:**

PD Dr. med. Cihan Papan  
Universitätsklinikum Bonn, Institut für Hygiene und Public Health, Venusberg-Campus 1, Gebäude 63, Bonn, Deutschland, Tel.: +49 (0)228/287-14639  
cihan.papan@ukbonn.de

**Artikel online frei zugänglich unter**

<https://doi.org/10.3205/zma001733>

**Eingereicht:** 06.05.2024

**Überarbeitet:** 21.08.2024

**Angenommen:** 10.09.2024

**Veröffentlicht:** 17.02.2025

**Copyright**

©2025 Papan 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/>.