

Integrating climate change and health topics into the medical curriculum – a quantitative needs assessment of medical students at Heidelberg University in Germany

Abstract

Objectives: Climate change (CC) is of major importance for physicians as they are directly confronted with changing disease patterns, work in a greenhouse gas intensive sector and can be potential advocates for healthy people on a healthy planet.

Methods: We assessed third to fifth year medical students' needs to support the integration of CC topics into medical curricula. A questionnaire with 54 single choice-based items was newly designed with the following sections: role perception, knowledge test, learning needs, preference of educational strategies and demographic characteristics. It was administered online to students at Heidelberg medical faculty. Data sets were used for descriptive statistics and regression modelling.

Results: 72.4% of students (N=170, 56.2% female, 76% aged 20-24 years) (strongly) agreed that physicians carry a responsibility to address CC in their work setting while only 4.7% (strongly) agreed that their current medical training had given them enough skills to do so. Knowledge was high in the area of CC, health impacts of CC, vulnerabilities and adaptation (70.1% correct answers). Knowledge gaps were greatest for health co-benefits and climate-friendly healthcare (55.5% and 16.7% of correct answers, respectively). 79.4% wanted to see CC and health included in the medical curriculum with a preference for integration into existing mandatory courses. A multilinear regression model with factors age, gender, semester, aspired work setting, political leaning, role perception and knowledge explained 45.9% of variance for learning needs.

Conclusion: The presented results encourage the integration of CC and health topics including health co-benefits and climate-friendly healthcare, as well as respective professional role development into existing mandatory courses of the medical curriculum.

Keywords: climate change, health, knowledge, medical curriculum, students' needs assessment

Leonie Rybol¹
Jessica Nieder¹
Dorothee Amelung²
Hafsah Hachad³
Rainer Sauerborn¹
Anneliese Depoux⁴
Alina Herrmann^{1,5}

1 University Hospital
Heidelberg, Heidelberg
Institute of Global Health,
Heidelberg, Germany

2 University Heidelberg,
Medical Faculty, Heidelberg,
Germany

3 Sorbonne University, Medical
Faculty, Paris, France

4 University of Paris Cité,
Centre Virchow-Villermé,
Paris, France

5 University Hospital Cologne,
Medical Faculty Cologne
University, Institute for
General Medicine, Cologne,
Germany

1. Introduction

Climate change (CC) is an increasing threat to human health. The World Health Organization predicts 250 000 additional deaths per year attributable to CC by 2030 if no further action is implemented [1]. At the same time, CC mitigation can benefit human health [2], [3]. Hamilton et al. [4] showed that CC mitigation measures in nine countries around the world could lead to an annual reduction of about eight million deaths by 2040 due to lower risks of air pollution, poor diet, and low physical activity levels. Within that space of risks and opportunities, medical doctors hold a key role. They are confronted with changing disease patterns due to CC and need to adapt their clinical care accordingly. Furthermore, physicians can help to deliver sustainable health care [5] and play

an important advocacy role, either by counselling their patients on climate change and health [6], [7] or by encouraging climate action in society at large [8].

Therefore, the Association for Medical Education in Europe (AMEE) and others call for an integration of CC, planetary health and sustainable health care into medical curricula [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17]. Yet in 2020, Omrani et al. [18] showed that of 2817 surveyed medical schools worldwide, only 15% addressed Climate Change and Health (CC&H) in their curricula. In Germany, the Institute for Medical and Pharmaceutical Exam Questions (IMPP) is now developing a blueprint for the subject catalogue for planetary health and CC to be integrated into medical examinations [19], which further emphasizes the need for curriculum adjustments to include CC&H subjects.

According to Thomas et al. [20], the first step of curriculum development is “performing a needs assessment”. While an external need is evident, the needs of the learners (i.e., medical students) are not as established. Schneiderhahn et al. [21] particularly point to the assessment of attitudinal and knowledge-based needs as well as readiness to learn and preferences for educational strategies. With regard to attitudinal needs, data from China, Ethiopia, India and the USA show that medical students are mostly aware of the health hazards stemming from CC and realize that as physicians they have a role to play in CC. At the same time, they do not feel prepared for these challenges [22], [23], [24], [25], [26], [27]. With regard to knowledge-based needs, current studies mostly focus on general knowledge about CC and its health impacts, but rarely consider vulnerability, co-benefits or climate-friendly healthcare. Thus, comprehensive knowledge-based needs assessments and assessments of preferences for teaching strategies for medical students are lacking, particularly in Europe.

We therefore conducted a survey study with third to fifth year students at Heidelberg Medical Faculty to answer the following research questions:

1. What are medical students’ individual and professional role perceptions in CC&H?
2. What is their knowledge with regard to CC, health impacts, adaptation, vulnerabilities, health co-benefits and a climate-friendly healthcare?
3. What are their perceived learning needs and their preference for educational strategies towards inclusion of CC and health topics into medical curricula?
4. What factors (demographic, role perception, knowledge) explain their learning needs?

2. Materials and methods

2.1. Study design

We conducted a cross-sectional survey as a self-administered online questionnaire (via Lime Survey Version 5.3.22), which was completed anonymously.

2.2. Study setting and recruitment

The study was conducted among medical students at the medical faculty of the University of Heidelberg. Medical school in Germany is divided into a two-year pre-clinical phase, and a four-year clinical phase. At the time of the survey, CC education was not an obligatory part of the curriculum in Heidelberg.

We invited all students from three different courses (unrelated to CC&H topics) in the clinical phase (third to fifth year) of Heidelberg medical school in 2021 and 2022 (788 students in total). We limited the distribution of the survey to three courses only to focus our recruitment efforts and maximize the response rate: in two courses, students were invited to participate at in-person or online

lectures and reminded via e-mail as well as on the faculty’s online platform and social media. In the third course, or they were approached at the end of an online lecture to complete the survey within the scheduled lecture time.

2.3. Survey design

We assessed the role perception, medical knowledge, learning needs and preferences for educational strategies alongside demographic characteristics (age, gender, semester, aspired specialty and career and political leaning) of medical students in the area of CC&H by use of a newly developed questionnaire instrument. For role perception, learning needs and preferences for educational strategies we used a five-point Likert scale, while students could one out of three answers (correct, incorrect, do not know) in the knowledge section. Our multidisciplinary research team developed the survey items in an iterative process, with 19 of the 54 items adapted from previously published questionnaires (see attachment 1). As survey items were originally developed in English, they were translated into German and back-translated into English independently by two bilingual colleagues to ensure accuracy.

A pilot test on four medical students was conducted to check understanding of all items and minor adjustments in formulation of items was performed.

2.3.1. Survey sections

Role perception

We used the constructs of individual and professional role perception to assess attitudinal needs. We included two self-developed items on personal responsibility (R1-2) and three adopted items on professional responsibility (R3-5) [28], [29].

Knowledge-based needs

For the knowledge-based needs section, we screened the existing literature on CC&H curricula for potential themes [9], [10], [30], [31], [32], [14], [33], [34], [17] and prioritized the following:

1. *CC in general,*
2. *health impacts of CC,*
3. *CC vulnerability,*
4. *adaptation to health impacts of CC*
5. *health co-benefits of climate action*
6. *climate-friendly healthcare.*

Each knowledge domain was made up of five statements, which students could rate as “correct”, “incorrect” or “do not know”.

Learning needs

In addition to a general assessment of students' perceived learning needs with regards to CC&H topics within the medical curriculum (L1: "In your opinion, should teaching about climate change and health be integrated into the medical curriculum?"), we also asked for the learning needs in five key domains (L2-6).

Preferences for educational strategies

We included five items on the preferences for different strategies for integration into the medical curriculum (e.g., integration into existing mandatory courses) (L7-11).

2.4. Data analysis

Only fully completed questionnaires were included in the analysis. Basic descriptive statistics were conducted on all possible variables to describe the characteristics of the study group. Repeated measures ANOVAs with Greenhouse-Geisser correction were used to investigate differences in correct responses and educational preferences. To understand what factors might be relevant in shaping medical students' learning needs, pairwise correlation analyses and multiple linear regression analysis were performed. A p -value < 0.05 was considered statistically significant.

2.5. Ethical issues

This study was conducted in line with the declaration of Helsinki from 2019 as well as the General Data Protection Regulations. All students gave informed consent to the online survey before participating. The study protocol was approved by the ethics committee of the Heidelberg Medical Faculty (S-428/2021).

3. Results

3.1. Sample description

In total, 214 responses were collected from 788 potential respondents (27.03% response rate), with 170 fully completed surveys (adjusted response rate 21.5%). A majority of students was female (56.21%), in their prepaedetic semester (third year; 64.12%) and voted for the green party (58.04%) (see attachment 1, here table S6).

3.2. Internal consistency

In order to measure internal consistency of our newly developed instrument we calculated Cronbach's Alpha for each scale (see attachment 1, here table S7). Results indicated sufficient reliability ranging from $\alpha = 0.86$ (learning needs) over $\alpha = 0.81$ (knowledge) to $\alpha = 0.71$ (role perception).

3.3. Role perception

72.35% of medical students agreed or strongly agreed that "physicians have a responsibility to address CC&H in their professional work setting". Significantly fewer students agreed that "actions they take in their professional life as a physician can contribute effectively to mitigate CC and adapt to its health impacts" (42.95%). Only 4.71% agreed or strongly agreed, that "the medical training they had received so far, had imparted them with enough skills to address CC related health impacts and CC mitigation in their future work as physicians" (see attachment 1, here table S1). The results of role perceptions are displayed in figure 1.

3.4. Knowledge-based needs

On average, students correctly answered 18 out of 30 (SD=4.49; range 3-20), and incorrectly answered two out of 30 knowledge items (SD=1.66, range 0-7). On average, ten out of 30 statements were marked as "do not know" (SD=5.08, range 0-27) (see attachment 1, here table S3). With item difficulties ranging from 3% to 100% correctly answered questions we find that the scale overall did not appear to be too easy or hard for our sample. Variability in the distribution of correct answers was comparable across knowledge categories in the survey (see attachment 1, here table S2, figure S1 and figure S2).

Students' knowledge differed significantly between categories ($F(4,586, 775.024) = 207.089, p < 0.001$) (see figure 2). Post hoc analyses with Bonferroni adjustment showed that the share of correctly rated statements was highest for CC knowledge (68%), health impacts of CC (71.65%), CC vulnerability (74.96%) and adaptation to CC related health impacts (66.24%). Co-benefits of climate action had significantly lower rates of correct answers (55.29%, $p = 0.002$), whilst knowledge gaps were most prominent in the area of climate-friendly healthcare (17%, $p < 0.001$). Notably, the occurrence of incorrect responses was not significantly higher in this category (8.24%) than within CC knowledge (8%, $p = 1$), rather there was a higher frequency of "do not know" responses than in all other categories (35.16%, $p < 0.001$). For example, 82.35% indicated not knowing whether the statement "In European countries greenhouse gas emissions from the health sector represents approximately 5% of all national greenhouse gas emissions" was correct or incorrect. Response statistics to each item can be reviewed in attachment 1, here table S2.

3.5. Learning needs and preferences for educational strategies

79.4% of the students agreed or strongly agreed, that teaching about CC&H should be integrated into the medical curriculum (see figure 3).

When asked about specific topics, most students (strongly) agreed (92.4%) that health impacts of CC should

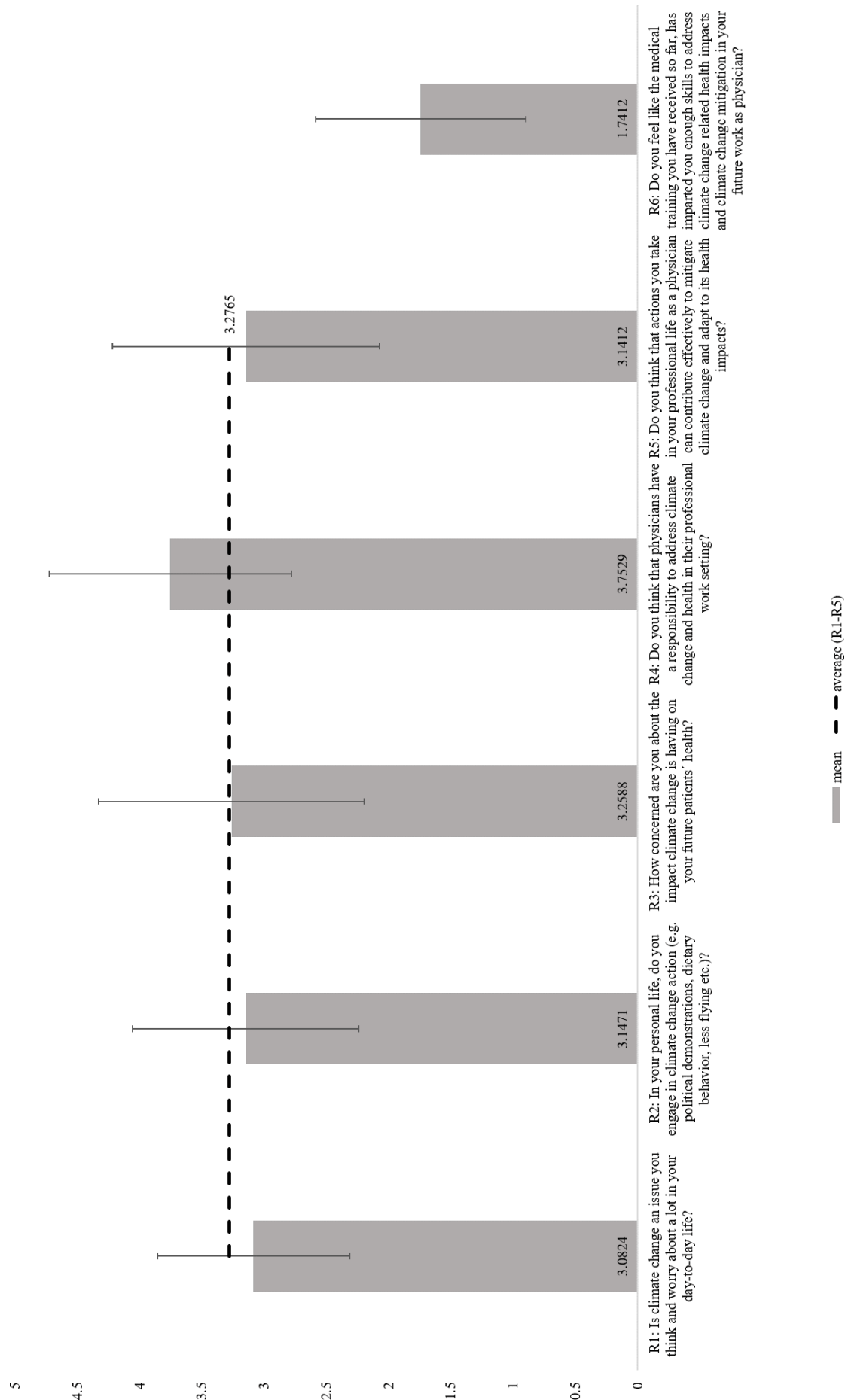


Figure 1: Role perceptions. Ranges show standard deviations from mean

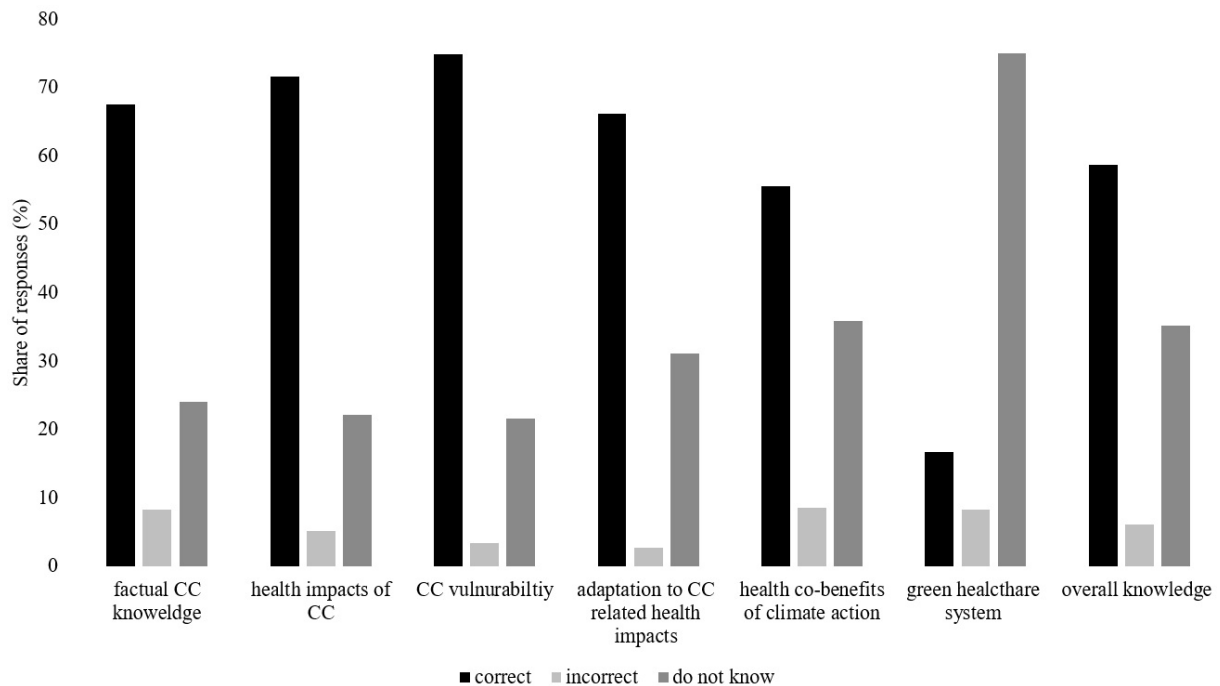


Figure 2: Correctly and incorrectly answered items per knowledge category and in total

be included, this was followed by adaptations to CC related health impacts (87.06%, $p < 0.001$), followed by climate-friendly healthcare (71.76%, $p < 0.001$) and health co-benefits (69.42%, $p < 0.001$). Students were least interested in the topic of health advocacy and climate policy (69.24%, $p = 0.004$). A post-hoc analysis with Bonferroni adjustment of a repeated measures ANOVA showed that preferential differences were significant ($F(3.297, 557.268) = 40.201$, $p < 0.001$).

With regard to the preference of educational strategies, it is notable, that certified continued medical education courses (85.29%) and the integration into existing mandatory courses (72.34%) were significantly preferred over other options, such as voluntary electives or separate obligatory courses. Specific results on both sections are depicted in figure 3 and detailed in attachment 1, here table S5.

3.6. Multiple linear regression model for learning needs

We conducted an exploratory regression analysis with age, gender, semester, aspired work setting, political leaning, role perception and knowledge as predictors. We found that the model significantly predicted learning needs (Score L1-L6, Cronbach's alpha 0.855) explaining 45.9% of variance ($F(7, 132) = 17.86$, $p < 0.001$) (see attachment 1, here table S9). Gender, semester, and role perception significantly added to the prediction. Specifically, students identifying as female, in a higher semester and with a stronger role perception expressed higher learning needs.

4. Discussion

The aim of this study was to assess Heidelberg medical students' needs for the integration of CC&H into the medical curriculum. We found that students felt responsible to address CC&H in a professional setting, but had some relevant knowledge gaps, particularly with regard to co-benefits of climate action and climate-friendly healthcare. Students were ready to learn about CC&H, specifically about health impacts and adaptation, while they were not as interested in health advocacy and climate health policy. They preferred the integration of CC topics into existing mandatory courses of their curriculum and their learning needs were strongly associated with role perception.

4.1. Role perception

76% of medical students in our sample felt worried about CC personally and 73% indicated being engaged in climate action. While we could not find a comparable survey question with medical students, Kotcher et al. [13] found a similar rate of concern amongst physicians about CC and their patients' health. It is important to note that a majority of students in our sample felt that physicians have a responsibility to address CC&H in their professional work setting and they had a rather strong feeling of self-efficacy as doctors in CC. However, perceived self-efficacy was significantly lower than their perceived responsibility. Other international surveys with health professionals mainly support this finding [13], [29], stressing the fact that medical students need to learn how to act effectively on CC.

Bugaj et al. [35] found that agreement to a professional responsibility in CC was significantly lower than to a per-

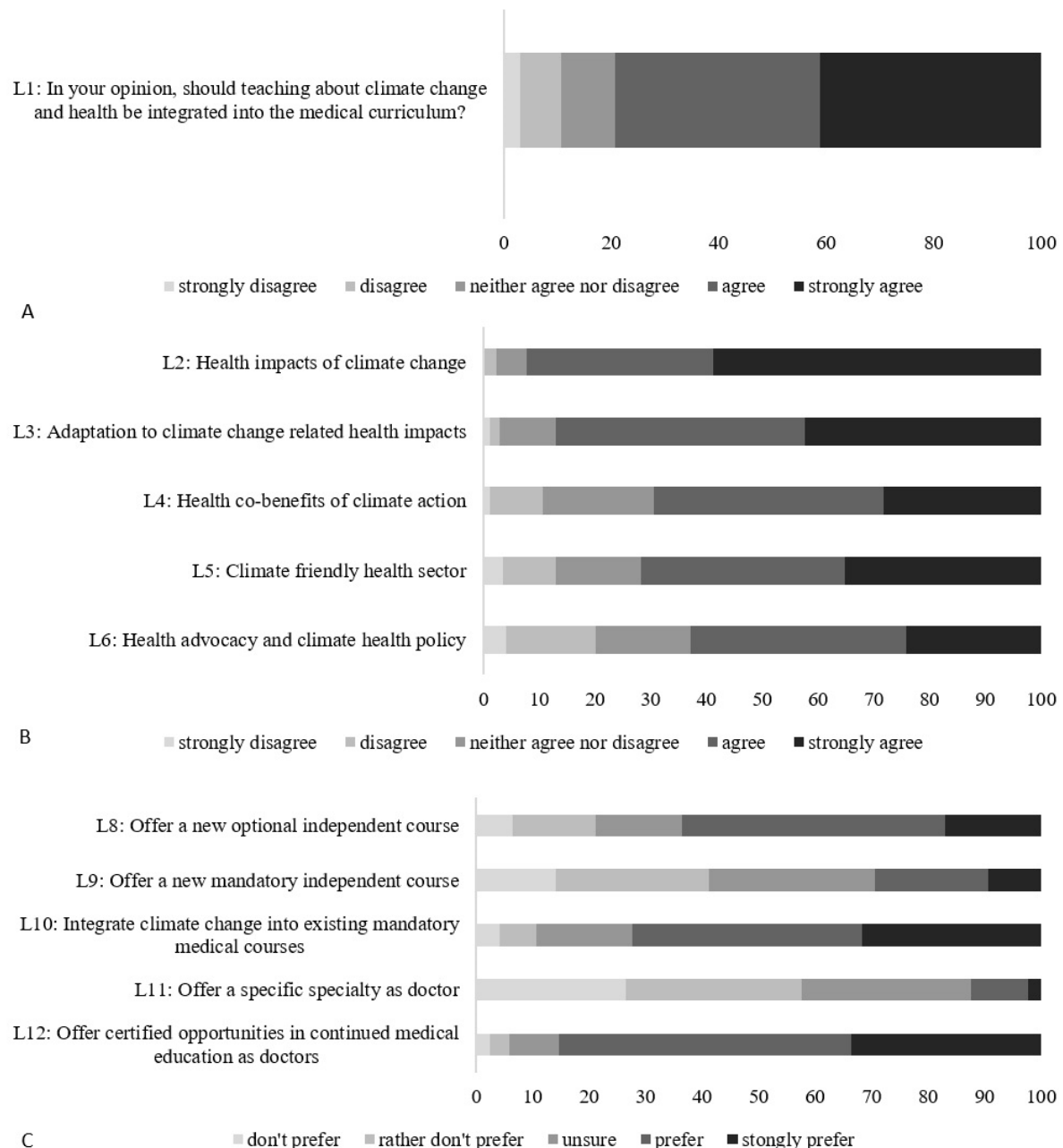


Figure 3: A: Learning need. B: Topical preferences. C: Teaching preferences indicated by students. Frequencies are shown in % based on 170 responses.

sonal responsibility. At first sight, these findings seem to contradict the results of this study. However, the items measuring professional responsibility in Bugaj's work differed from ours. While their wording pertained to a social role model and educational function of physicians, ours emphasised physicians' role of adapting to and mitigating CC in the healthcare setting.

4.2. Knowledge-based needs

Students in this survey had a good metacognition of what they knew or did not know about CC&H. Overall, knowledge on CC and the health impacts of CC was relatively high among students at Heidelberg medical faculty with knowledge scores similar to those found in other interna-

tional studies [24], [25]. At the same time, knowledge on climate-friendly health care was low, which also corresponds to findings of Ryan et al. [26], which showed that medical students had little knowledge on emissions of health care. However, as knowledge was assessed differently across surveys, a direct comparison is difficult. In line with our study, research from China, Ethiopia, and the USA, found that medical students do not feel that their current medical training has adequately prepared them to address CC in their future work [22], [23], [24], [25], [27].

4.3. Learning needs and preferences for educational strategies

Earlier we have found that a professional role emphasizing physicians' role of adapting to and mitigating CC in the healthcare setting seems to be more acceptable than a professional role stressing the social and educational function of physicians. If we take into account, that medical students in our survey were more eager to learn about health impacts of CC and adaptation than about health advocacy and climate health policy, this might suggest that medical students do perceive a responsibility in the direct healthcare setting, but not in a wider societal advocacy role. This is further supported by findings from Liao et al. [23] indicating that medical students want to learn about CC related clinical knowledge and skills, but less about legal and ethical frameworks. Nonetheless, most experts on the curriculum development of CC&H support the integration of leadership and advocacy including "communication of sustainability values" [15], [36]. This suggests that medical students have not yet embraced the full leadership role in CC that health professionals could adopt [15], [36]. Therefore, role perception and leadership should be addressed in curriculum development, although or even because it does not currently seem to be the top priority of medical students.

With regard to preferences for educational strategies, it was striking that our study population preferred the integration of the topic into existing mandatory courses. This stands in contrast to current practice in German medical schools, which – if at all – offer CC&H electives. It also supports the recommendation of the AMEE statement to "mainstream planetary health as a transversal curricular theme" [15]. It was projected, that integrating CC topics into existing courses at an American medical faculty would only marginally increase classroom time [14]. Therefore, this integration might even be more feasible in already packed medical curricula with rivalling opportunities. However, this implies, that competencies with regard to CC&H need to be built among medical school teachers of all specialities. Students wanting CC&H education introduced into continued medical education courses for trained doctors supports claims that CC should be integrated on all levels of the medical education system.

4.4. Multiple linear regression model for learning needs

One predictor for learning needs was female sex. This is in line with the general finding in studies about predictors of pro-environmental and climate-friendly behaviour, according to which women express higher rates of environmental concern and a higher readiness to act upon this concern [37], [38]. Earlier in the discussion we concluded, that role perception and leadership should be part of the curriculum development. In the regression modelling we found, that stronger role perception was associated with a greater learning need for CC&H, whereas better know-

ledge on CC topics did not directly affect learning needs. This further strengthens the point, that professional role development is important to educate medical students holistically about CC&H.

4.5. Strengths and limitations of the study

To our knowledge, our study is the first in-depth assessment of knowledge-based needs of medical students with regard to CC. Particularly, we do not know of other studies assessing medical students' knowledge about adaptation to health impacts of CC and health co-benefits of climate action.

A relevant limitation is the response rate of 27.16% giving way to selection bias. The response rate is similar to other surveys in this field, mostly ranging between 10–30% [39], [22], [13], [29], with some outliers of 87% and 97% [35], [23]. To get an idea of the extent of the bias, we compared the sample demographics with other population demographics. Our age range mostly reflected the age of medical students in Germany, who start their medical studies around 18 years and finish at 26 [40]. The share of 56% of female students in our sample is lower than the German medical student average of 64% in 2020/2021 [41]. It is striking, that 58% of respondents indicated voting for the green party. We were unable to find representative voting behaviour of German medical students, yet only 23% of all German voters aged 18–24 voted for the green party in the last election [42]. This suggests a non-response bias meaning that students voting for parties other than the green party were less likely to participate in the survey which could suggest an overestimation of role perception, knowledge and educational preference in our sample compared to the full population. Yet, with regard to the knowledge gaps in the area of health co-benefits and climate-friendly healthcare, this potential bias is unlikely to make a relevant difference at least with regard to knowledge. Finally, our sample was restricted to students from only one medical faculty in Germany, which could limit generalizability of the results. Yet, as outlined in the discussion, our findings resonate well with findings from other medical student populations globally, suggesting that our results could also hold for other medical student populations.

5. Conclusion

The presented study corroborates findings of previous studies, that medical students do perceive a responsibility in addressing CC as future doctors. Furthermore, results point at health impacts and adaptation as greatest areas of interest for medical students and at health co-benefits and climate-friendly healthcare as areas with lowest knowledge and lowest perceived learning needs. Our findings encourage the integration of CC topics, including health co-benefits and climate-friendly healthcare, into existing mandatory courses of the medical curriculum.

Furthermore, our results underline the claim, that professional role development should be one integral part of such curricula.

Acknowledgements

We are thanking all students participating in the survey and staff at the medical faculty of the university of Heidelberg, who supported data collection.

Authors

- Leonie Rybol has been a medical student at Heidelberg University since 2017. For her doctoral thesis on climate change in medical education, she is working at the Heidelberg Institute of Global Health.
- Jessica Nieder is a PhD student at the Heidelberg Institute of Global Health. With a background in Health Psychology, she studies digital education for climate change and health.
- Dorothee Amelung is a researcher with a background in psychology, and an interest in sustainable behavior change. Dorothee has held a post doc position at University of Surrey, UK, and currently holds a post doc position at Heidelberg University.
- Hafsa Hachad is a medical doctor. As a nephrologist, she is interested in green nephrology. She also is a PhD student at the Université Technologique de Compiègne where she is preparing a thesis on the transition to more sustainable practices in dialysis care.
- Prof. Dr. Rainer Sauerborn (born in 1952) is senior professor for climate change and health at the Heidelberg Institute of Global Health at the Heidelberg University Hospital.
- Anneliese Depoux is director of the Virchow-Villermé Center for Public Health Paris-Berlin at Paris Cité University. She holds a PhD in information and communication sciences where her research focuses mainly on the issue of media coverage of health crises related to environmental degradation, climate change and migration.
- Dr. med. Alina Herrmann is leading a research group on climate-smart health systems at the Heidelberg Institute of Global Health and is part of the lead team of research at the Institute of General Medicine at Cologne University. Her main research interest is the implementation of climate change adaptation and mitigation in the health sector.

Competing interests

Alina Herrmann is member of the German Climate Change and Health Alliance (KLUG e.V.) and spokesperson of the Section on Climate Change and Health at the German Society for General and Family Medicine (DEGAM). She does not receive payments from these organizations. The

other authors declare that they have no competing interests.

Attachments

Available from <https://doi.org/10.3205/zma001618>

1. Attachment_1.pdf (295 KB)
Supplementary material

References

1. World Health Organization. Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s 2014. Geneva: World Health Organization; 2014. Zugänglich unter/available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/134014>
2. Haines A, McMichael AJ, Smith KR, Roberts I, Woodcock J, Markandya A, Armstrong BG, Campbell-Lendrum D, Dangour AD, Davies M, Bruce N, Tonne C, Barrett M, Wilkinson P. Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: overview and implications for policy makers. *Lancet*. 2009;374(9707):2104-2114. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)61759-1
3. Haines A. Health co-benefits of climate action. *Lancet Planet Health*. 2017;1(1):e4-e5. DOI: 10.1016/S2542-5196(17)30003-7
4. Hamilton I, Kennard H, McGushin A, Höglund-Isaksson L, Kiesewetter G, Lott M, Milner J, Purohit P, Rafaj P, Sharma R, Springmann M, Woodcock J, Watts N. The public health implications of the Paris Agreement: a modelling study. *Lancet Planet Health*. 2021;5(2):e74-e83. DOI: 10.1016/S2542-5196(20)30249-7
5. Herrmann A, Lenzer B, Müller BS, Danquah I, Nadeau KC, Muche-Borowski C, Traidl-Hoffmann C. Integrating planetary health into clinical guidelines to sustainably transform health care. *Lancet Planet Health*. 2022;6(3):e184-e185. DOI: 10.1016/S2542-5196(22)00041-9
6. Capon AG, Talley AC NJ, Horton RC. Planetary health: what is it and what should doctors do? *Med J Aust*. 2018;208(7):296-297. DOI: 10.5694/mja18.00219
7. Herrmann A, Krolewski R. Gesundheitsberatung im Kontext von Planetary Health. In: Traidl-Hoffmann C, Schulz C, Herrmann M, Simon B, editors. *Planetary Health: Climate, Environment and Health in the Anthropocene*. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2021.
8. Gómez A, Balsari S, Nusbaum J, Heerboth A, Lemery J. Perspective: Environment, biodiversity, and the education of the physician of the future. *Acad Med*. 2013;88(2):168-172. DOI: 10.1097/ACM.0b013e31827bfbeb
9. Bell EJ. Climate change: what competencies and which medical education and training approaches? *BMC Med Educ*. 2010;10:31. DOI: 10.1186/1472-6920-10-31
10. Finkel ML. A call for action: integrating climate change into the medical school curriculum. *Perspect Med Educ*. 2019;8(5):265-266. DOI: 10.1007/s40037-019-00541-8
11. Goshua A, Gomez J, Erny B, Burke M, Luby S, Sokolow S, LaBeaud AD, Auerbach P, Gisondi MA, Nadeau K. Addressing Climate Change and Its Effects on Human Health: A Call to Action for Medical Schools. *Acad Med*. 2021;96(3):324-328. DOI: 10.1097/ACM.0000000000003861

12. Hathaway J, Maibach EW. Health Implications of Climate Change: a Review of the Literature About the Perception of the Public and Health Professionals. *Curr Environ Health Rep*. 2018;5(1):197-204. DOI: 10.1007/s40572-018-0190-3
13. Kotcher J, Maibach E, Miller J, Campbell E, Alqodmani L, Maiero M, Wynn A. Views of health professionals on climate change and health: a multinational survey study. *Lancet Planet Health*. 2021;5(5):e316-e323. DOI: 10.1016/S2542-5196(21)00053-X
14. Rabin BM, Laney EB, Philipsborn RP. The Unique Role of Medical Students in Catalyzing Climate Change Education. *J Med Educ Curric Dev*. 2020;7:2382120520957653. DOI: 10.1177/2382120520957653
15. Shaw E, Walpole S, McLean M, Alvarez-Nieto C, Barna S, Bazin K, Behrens G, Chase H, Duane B, El Omrani O, Elf M, Faeron Guzmán CA, Falceto de Barros E, Gibbs TJ, Groome J, Hackett F, Harden J, Hothersall EJ, Hourihane M, Huss NM, Ikiugu M, Joury E, Leedham-Green K, MacKenzie-Shalders K, Madden DL, McKimm J, Schwerdtle PN, Peters S, Redvers N, Sheffield P, Singleton J, Tun SY, Wollard R. AMEE Consensus Statement: Planetary health and education for sustainable healthcare. *Med Teach*. 2021;43(3):272-286. DOI: 10.1080/0142159X.2020.1860207
16. Solomon CG, LaRocque RC. Climate Change - A Health Emergency. *N Engl J Med*. 2019;380(3):209-211. DOI: 10.1056/NEJMp1817067
17. Wellbery C, Sheffield P, Timmireddy K, Sarfaty M, Teherani A, Fallar R. It's Time for Medical Schools to Introduce Climate Change Into Their Curricula. *Acad Med*. 2018;93(12):1774-1777. DOI: 10.1097/ACM.0000000000002368
18. Omrani OE, Dafallah A, Paniello Castillo B, Amaro B, Taneja S, Amzil M, Uz-Zaman Sajib R, Ezzne T. Envisioning planetary health in every medical curriculum: An international medical student organization's perspective. *Med Teach*. 2020;42(10):1107-1111. DOI: 10.1080/0142159X.2020.1796949
19. Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen (IMPP). Klimafolgen und Diversity in den medizinischen Staatsexamen verankern. Mainz: IMPP; 2021. Zugänglich unter/available from: <https://docplayer.org/216358590-Klimafolgen-und-diversity-in-den-medizinischen-staatsexamina-verankern.html>
20. Thomas PA, Kern DE, Hughes MT, Chen BY. Curriculum development for medical education: A six-step approach. Baltimore: Johns Hopkins University Press; 2015.
21. Schneiderhan J, Guetterman TC, Dobson ML. Curriculum development: a how to primer. *Fam Med Community Health*. 2019;7(2):e000046. DOI: 10.1136/fmch-2018-000046
22. Hampshire K, Ndovu A, Bhambhani H, Iverson N. Perspectives on climate change in medical school curricula—A survey of U.S. medical students. *J Clim Chang Health*. 2021;4:100033. DOI: 10.1016/j.joclim.2021.100033
23. Liao W, Yang L, Zhong S, Hess JJ, Wang Q, Bao J, Huang C. Preparing the next generation of health professionals to tackle climate change: Are China's medical students ready?. *Environ Res*. 2019;168:270-277. DOI: 10.1016/j.envres.2018.10.006
24. Nigatu AS, Asamoah BO, Kloos H. Knowledge and perceptions about the health impact of climate change among health sciences students in Ethiopia: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2014;14:587. DOI: 10.1186/1471-2458-14-587
25. Pandve H, Raut A. Assessment of awareness regarding climate change and its health hazards among the medical students. *Indian J Occup Environ Med*. 2011;15:42-45. DOI: 10.4103/0019-5278.82999
26. Ryan EC, Dubrow R, Sherman JD. Medical, nursing, and physician assistant student knowledge and attitudes toward climate change, pollution, and resource conservation in health care. *BMC Med Educ*. 2020;20(1):200. DOI: 10.1186/s12909-020-02099-0
27. Yang L, Liao W, Liu C, Zhang N, Zhong S, Huang C. Associations between Knowledge of the Causes and Perceived Impacts of Climate Change: A Cross-Sectional Survey of Medical, Public Health and Nursing Students in Universities in China. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(12):2650. DOI: 10.3390/ijerph15122650
28. Maibach EW, Kreslake JM, Roser-Renouf C, Rosenthal S, Feinberg G, Leiserowitz AA. Do Americans Understand That Global Warming Is Harmful to Human Health? Evidence From a National Survey. *Ann Glob Health*. 2015;81(3):396-409. DOI: 10.1016/j.aogh.2015.08.010
29. Sarfaty M, Mitchell M, Bloodhart B, Maibach EW. A survey of African American physicians on the health effects of climate change. *Int J Environ Res Public Health*. 2014;11(12):12473-12485. DOI: 10.3390/ijerph111212473
30. Gomez J, Goshua A, Pokrajac N, Erny B, Auerbach P, Nadeau K, Gisondi MA. Teaching medical students about the impacts of climate change on human health. *J Clim Chang Health*. 2021;3:100020. DOI: 10.1016/j.joclim.2021.100020
31. Green EI, Blashki G, Berry HL, Harley D, Horton G, Hall G. Preparing Australian medical students for climate change. *Aust Fam Physician*. 2009;38(9):726-729.
32. Maxwell J, Blashki G. Teaching About Climate Change in Medical Education: An Opportunity. *J Public Health Res*. 2016;5(1):673. DOI: 10.4081/jphr.2016.673
33. Teherani A, Nishimura H, Apatira L, Newman T, Ryan S. Identification of core objectives for teaching sustainable healthcare education. *Med Educ Online*. 2017;22(1):1386042. DOI: 10.1080/10872981.2017.1386042
34. Walpole SC, Vyas A, Maxwell J, Canny BJ, Woollard R, Wellbery C, Leedham-Green KE, Musaeus P, Tufail-Hanif U, Pavão Patrício K, Rother HA. Building an environmentally accountable medical curriculum through international collaboration. *Med Teach*. 2017;39(10):1040-1050. DOI: 10.1080/0142159X.2017.1342031
35. Bugaj TJ, Heilborn M, Terhoeven V, Kaisinger S, Nagy E, Friederich HC, Nikendei C. What do Final Year Medical Students in Germany know and think about Climate Change? - The ClimAttitude Study. *Med Educ Online*. 2021;26(1):1917037. DOI: 10.1080/10872981.2021.1917037
36. Tun MS. Fulfilling a new obligation: Teaching and learning of sustainable healthcare in the medical education curriculum. *Med Teach*. 2019;41(10):1168-1177. DOI: 10.1080/0142159X.2019.1623870
37. May AM, McGarvey MG, Gustafson CR, Mieno T. Gender, environmental issues and policy: An examination of the views of male and female economists. *Ecol Econ*. 2021;182:106877. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2020.106877
38. Ramstetter L, Habersack F. Do women make a difference? Analysing environmental attitudes and actions of Members of the European Parliament. *Env Polit*. 2020;29(6):1063-1084. DOI: 10.1080/09644016.2019.1609156
39. Boland TM, Temte JL. Family Medicine Patient and Physician Attitudes Toward Climate Change and Health in Wisconsin. *Wilderness Environ Med*. 2019;30(4):386-393. DOI: 10.1016/j.wem.2019.08.005

40. Statistisches Bundesamt. Durchschnittsalter von Absolventen in der Fächergruppe Humanmedizin und Gesundheitswissenschaften in Deutschland im Jahr 2019 [Average age of graduates in the subject group human medicine and health science in Germany in 2019]. Hamburg: Statista; 2020. Zugänglich unter/available from: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/986118/umfrage/alter-von-absolventen-der-humanmedizin-und-der-gesundheitswissenschaft/>
41. Statistisches Bundesamt. Anzahl der Studierenden im Fach Humanmedizin in Deutschland nach Geschlecht in den Wintersemestern von 2008/2009 bis 2021/2022 [Number of students in human medicine in Germany by gender in the winter semesters from 2007/2008 to 2020/2021]. Hamburg: Statista; 2021. Zugänglich unter/available from: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/200758/umfrage/entwicklung-der-anzahl-der-medizinstudenten/>
42. Statistisches Bundesamt. Wahlverhalten bei der Bundestagswahl am 26. September 2021 nach Alter [Voting behavior in the German federal election on September 26, 2021, by age]. Hamburg: Statista; 2021. Zugänglich unter/available from: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1257097/umfrage/wahlverhalten-bei-der-bundestagswahl-nach-alter/>

Corresponding author:

Dr. med. Alina Herrmann
University Hospital Heidelberg, Heidelberg Institute of Global Health, Im Neuenheimer Feld, D-69120 Heidelberg, Germany
alina.herrmann@uni-heidelberg.de

Please cite as

Rybol L, Nieder J, Amelung D, Hachad H, Sauerborn R, Depoux A, Herrmann A. Integrating climate change and health topics into the medical curriculum – a quantitative needs assessment of medical students at Heidelberg University in Germany. *GMS J Med Educ.* 2023;40(3):Doc36.
DOI: 10.3205/zma001618, URN: urn:nbn:de:0183-zma0016186

This article is freely available from

<https://doi.org/10.3205/zma001618>

Received: 2022-08-23

Revised: 2022-12-23

Accepted: 2023-03-02

Published: 2023-05-15

Copyright

©2023 Rybol 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/>.

Integration von Klimawandel und Gesundheitsthemen in den medizinischen Lehrplan – eine quantitative Bedarfsanalyse unter Medizinstudierenden an der Universität Heidelberg

Zusammenfassung

Zielsetzungen: Der Klimawandel ist für Ärzt*innen von großer Bedeutung, da sie mit sich verändernden Krankheitsbildern konfrontiert sind, in einem treibhausgasintensiven Sektor arbeiten und potenzielle Fürsprecher für gesunde Menschen auf einem gesunden Planeten sind.

Methoden: Wir untersuchten die Lernbedürfnisse der Medizinstudierenden im dritten bis fünften Studienjahr im Bezug auf die Integration von Klimawandel und Gesundheits-Themen in die medizinischen Lehrpläne. Es wurde ein neuer Fragebogen mit 54 Items entwickelt. Dieser enthält die folgenden Abschnitte: Rollenwahrnehmung, Wissen, Lernbedürfnisse, Präferenz von Lernstrategien und demografische Merkmale. Der Fragebogen wurde online an Studierende der Medizinischen Fakultät Heidelberg verschickt. Die Datensätze wurden mittels deskriptiver Statistik und Regressionsanalyse ausgewertet.

Ergebnisse: 72,4% der Studierenden (n=170, 56,2% weiblich, 76% im Alter von 20-24 Jahren) stimmten (stark) zu, dass Ärzt*innen Verantwortung dafür tragen, den Klimawandel in ihrem Arbeitsumfeld zu adressieren. Nur 4,7% stimmten (stark) zu, dass in ihrer bisherigen medizinischen Ausbildung genügend Fähigkeiten und Wissen vermittelt wurden, um dies zu tun. Der Wissensstand war in den Bereichen Klimawandel, gesundheitliche Auswirkungen, Vulnerabilität und Anpassung hoch (70,1% richtige Antworten). Die größten Wissenslücken gab es bei den gesundheitlichen Zusatznutzen („Health Co-Benefits“) und der nachhaltigen Gesundheitsversorgung (55,5% bzw. 16,7% richtige Antworten). 79,4% der Befragten wünschten sich, dass die Themen im Bereich Klimawandel und Gesundheit in das medizinische Curriculum aufgenommen werden („Lernbedürfnis“), wobei sie eine Integration in bestehende Pflichtkurse bevorzugten. Ein multiples lineares Regressionsmodell mit den Faktoren Alter, Geschlecht, Semester, angestrebtes Arbeitsumfeld, politische Orientierung, Rollenwahrnehmung und Wissen erklärte 45,9% der Varianz des Lernbedürfnisses.

Schlussfolgerung: Die vorgestellten Ergebnisse ermutigen dazu, Themen zu Klimawandel und Gesundheit, in bestehende Pflichtkurse des medizinischen Curriculums zu integrieren. Dabei sollten auch gesundheitliche Co-Benefits, eine klimafreundliche Gesundheitsversorgung und die Entwicklung eines entsprechenden ärztlichen Rollenverständnisses berücksichtigt werden.

Schlüsselwörter: Klimawandel, Gesundheit, Wissen, medizinisches Curriculum, Bedarfsanalyse der Studierenden

Leonie Rybol¹

Jessica Nieder¹

Dorothee Amelung²

Hafsah Hachad³

Rainer Sauerborn¹

Anneliese Depoux⁴

Alina Herrmann^{1,5}

1 Universitätsklinikum
Heidelberg, Heidelberger
Institut für Global Health,
Heidelberg, Deutschland

2 Universität Heidelberg,
Medizinische Fakultät,
Heidelberg, Deutschland

3 Université Sorbonne,
Medizinische Fakultät, Paris,
Frankreich

4 Université Paris Cité, Centre
Virchow-Villermé, Paris,
Frankreich

5 Uniklinik Köln, Medizinische
Fakultät Universität zu Köln,
Institut für Allgemeinmedizin,
Köln, Deutschland

1. Einleitung

Der Klimawandel (Klimawandel) stellt eine zunehmende Bedrohung für die menschliche Gesundheit dar. Die Weltgesundheitsorganisation geht bis 2030 von 250 000 zusätzlichen Todesfällen pro Jahr aus, die auf den Klimawandel zurückzuführen sind, wenn keine weiteren Maßnahmen ergriffen werden [1]. Gleichzeitig kann die Eindämmung des Klimawandel der menschlichen Gesundheit nutzen [2], [3]. Hamilton et al. [4] haben gezeigt, dass Klimaschutzmaßnahmen in neun Ländern der Welt bis 2040 zu einem jährlichen Rückgang von etwa acht Millionen Todesfällen führen könnten, da Gesundheitsrisiken durch Luftverschmutzung, Fehlernährung und geringe körperliche Aktivität gesenkt werden. In diesem Spannungsfeld von Risiken und Chancen kommt den Ärzt*innen eine Schlüsselrolle zu. Sie sind mit veränderten Krankheitsmustern aufgrund von Klimawandel konfrontiert und müssen ihre klinische Versorgung entsprechend anpassen. Darüber hinaus können Ärzt*innen zu einer klimafreundlichen Gesundheitsversorgung beitragen [5] und eine wichtige Rolle als Fürsprecher spielen, indem sie entweder ihre Patient*innen zum Thema Klimawandel und Gesundheit beraten [6], [7] oder die Gesellschaft als Ganzes zu Klimaschutzmaßnahmen ermutigen [8].

Daher fordert u.a. die Association for Medical Education in Europe (AMEE) eine Integration von Klimawandel, „Planetary Health“ und ökologisch nachhaltiger Gesundheitsversorgung in die medizinischen Lehrpläne [9], [10], [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17]. Im Jahr 2020 zeigten Omrani et al. [18] jedoch, dass von 2817 befragten medizinischen Fakultäten weltweit nur 15% das Thema Klimawandel und Gesundheit in ihren Lehrplänen behandeln. In Deutschland arbeitet das Institut für Medizinische und Pharmazeutische Prüfungsfragen (IMPP) daran, Themen zu „Klima, Umwelt und gesundheitlicher Folgenabschätzung“ in den Gegenstandskatalog der ärztlichen Prüfung zu integrieren [19], was die Notwendigkeit einer entsprechenden Lehrplananpassungen weiter unterstreicht.

Nach Thomas et al. [20] besteht der erste Schritt der Curriculumsentwicklung in der „Durchführung einer Bedarfsanalyse“. Während ein externer Bedarf offensichtlich ist, sind die Bedürfnisse der Lernenden (d. h. der Medizinstudierenden) nicht so eindeutig. Schneiderhahn et al. [21] verweisen insbesondere auf die Bewertung der einstellungs- und wissensbasierten Bedürfnisse sowie der Lernbereitschaft und der Präferenzen für Lernstrategien. Hinsichtlich der einstellungsbedingten Bedürfnisse zeigen Daten aus China, Äthiopien, Indien und den USA, dass Medizinstudierende sich der gesundheitlichen Gefahren des Klimawandels bewusst sind und erkennen, dass sie als Mediziner*innen hier eine Rolle spielen werden. Gleichzeitig fühlen sie sich aber nicht auf diese Herausforderungen vorbereitet [22], [23], [24], [25], [26], [27]. Was die wissensbasierten Bedürfnisse angeht, so konzentrieren sich die aktuellen Studien meist auf das allgemeine Wissen über Klimawandel und seine gesund-

heitlichen Auswirkungen, berücksichtigen aber selten die Vulnerabilität, die gesundheitlichen Zusatznutzen von Klimaschutzmaßnahmen („Co-Benefits“) oder Aspekte einer klimafreundlichen Gesundheitsversorgung. Daher fehlt es, insbesondere in Europa, an umfassenden wissensbasierten Bedarfsanalysen und Erhebungen zu den Präferenzen von Medizinstudierenden bezüglich entsprechender Lernstrategien.

Wir haben daher eine Umfrage unter Medizinstudierenden des dritten bis fünften Studienjahres an der Medizinischen Fakultät Heidelberg durchgeführt, um die folgenden Forschungsfragen zu beantworten:

1. Wie nehmen die Medizinstudierenden ihre individuelle und berufliche Rolle im Bereich Klimawandel und Gesundheit wahr?
2. Was ist ihr Wissen in Bezug auf den Klimawandel, dessen gesundheitliche Auswirkungen, Anpassung, Vulnerabilität, Health Co-Benefits und eine klimafreundliche Gesundheitsversorgung?
3. Welches subjektive Lernbedürfnis und welche Präferenzen für Lernstrategien haben sie bei der Einbindung von Klimawandel und Gesundheitsthemen in das medizinische Curriculum?
4. Welche Faktoren (Demografie, Rollenwahrnehmung, Wissen) erklären ihr Lernbedürfnis?

2. Material und Methoden

2.1. Studiendesign

Wir führten eine Querschnittserhebung in Form eines anonymen Online-Fragebogens durch (über Lime Survey Version 5.3.22).

2.2. Studiensetting und Rekrutierung

Die Studie wurde unter Medizinstudierenden an der Medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg durchgeführt. Das Medizinstudium in Deutschland gliedert sich in eine zweijährige vorklinische Phase und eine vierjährige klinische Phase. Zum Zeitpunkt der Befragung war Lehre im Bereich Klimawandel in Heidelberg kein obligatorischer Bestandteil des Lehrplans.

Wir luden alle Studierenden aus drei verschiedenen Semestern (Blöcken) im klinischen Abschnitt des Heidelberger Curriculum Medicinale (HeiCuMed) in den Jahren 2021 und 2022 dazu ein, an der Befragung teilzunehmen (insgesamt 788 Studierende). Die Veranstaltungen beinhalteten keinen Bezug zu Klimawandel und Gesundheits-Themen. Wir luden nur Studierende aus drei Blöcken ein, um die Rekrutierungsbemühungen auf diese Blöcke zu fokussieren und die Rücklaufquote zu maximieren. Die Studierenden wurden per E-Mail, über die Online-Plattform der medizinischen Fakultät und soziale Medien zur Teilnahme aufgerufen. In zwei Blöcken wurden die Studierenden zusätzlich in Präsenz- oder Online-Vorlesungen (COVID-19-Beschränkungen) zur Teilnahme eingela-

den. In einem Block wurden Ihnen die Möglichkeit gegeben, die Befragung am Ende einer Online-Vorlesung innerhalb der vorgesehenen Vorlesungszeit auszufüllen.

2.3. Erhebungsinstrument

Die Erhebung der Rollenwahrnehmung, des Wissens, des Lernbedürfnisses und der Präferenzen für Lernstrategien im Bereich Klimawandel und Gesundheit, sowie den demografischen Merkmalen (Alter, Geschlecht, Semester, angestrebtes Fachgebiet und berufliche und politische Orientierung) erfolgte mit Hilfe eines neu entwickelten Fragebogeninstruments. Für die Rollenwahrnehmung, die Lernbedürfnisse und die Präferenzen für Lernstrategien verwendeten wir eine fünfstufige Likert-Skala, während die Studierenden im Wissensteil eine von drei Antworten (richtig, falsch, weiß nicht) auswählen konnten. Unser multidisziplinäres Forschungsteam entwickelte die Umfrage-Items in einem iterativen Prozess, wobei 19 der 54 Items aus bereits veröffentlichten Fragebögen übernommen wurden (siehe Anhang 1). Der Fragebogen wurde auf Englisch entwickelt, von einer zweisprachigen Kollegin ins Deutsche übersetzt und von einer anderen zweisprachigen Kollegin ins Englische zurückübersetzt, um die Genauigkeit der Übersetzung zu gewährleisten. Es wurde eine Pilotierung mit vier Medizinstudierenden durchgeführt, um das Verständnis aller Items zu überprüfen. Daraufhin wurden kleinere Anpassungen in der Formulierung der Items vorgenommen.

2.3.1. Abschnitte des Fragebogens

Rollenwahrnehmung

Wir erhoben die individuelle und berufliche Rollenwahrnehmung, um die einstellungsbezogenen Lernbedürfnisse zu bewerten. Hierfür entwickelten wir zwei Items zur persönlichen Verantwortung neu (R1-2) und übernahmen drei Items zur beruflichen Verantwortung aus bestehender Literatur (R3-5) [28], [29].

Wissen

Für den Abschnitt über das Wissen haben wir die vorhandene Literatur zu medizinischen Curricula, die Klimawandel und Gesundheit berücksichtigen, gesichtet [9], [10], [30], [31], [32], [14], [33], [34], [17] und folgende Prioritäten gesetzt:

1. *Klimawandel allgemein,*
2. *Gesundheitsauswirkungen des Klimawandels,*
3. *Vulnerabilität gegenüber dem Klimawandel,*
4. *Anpassung an die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels,*
5. *gesundheitliche Co-Benefits von Klimaschutzmaßnahmen,*
6. *klimafreundliche Gesundheitsversorgung.*

Jeder der sechs Themenbereiche bestand aus fünf Aussagen, die die Studierenden mit „richtig“, „falsch“ oder „weiß nicht“ bewerten konnten.

Lernbedürfnis

Zusätzlich zu einer allgemeinen Bewertung des von den Studierenden wahrgenommenen Lernbedürfnisses in Bezug auf Klimawandel und Gesundheits-Themen innerhalb des medizinischen Curriculums (L1: „*Sollte Ihrer Meinung nach der Unterricht über Klimawandel und Gesundheit in das medizinische Curriculum integriert werden?*“), fragten wir auch nach dem Lernbedürfnis in fünf verschiedenen Schlüsselbereichen (L2-6).

Präferenzen für Lernstrategien

Wir fragten im Rahmen von fünf Items die Präferenzen für verschiedene Strategien zur Einbindung in das medizinische Curriculum ab (z. B. Integration in bestehende Pflichtkurse) (L7-11).

2.4. Datenauswertung

Nur vollständig ausgefüllte Fragebögen wurden in die Analyse einbezogen. Um die Charakteristika der Stichprobe zu beschreiben wurden für alle Variablen einfache deskriptive Statistiken verwendet. Zur Feststellung von Unterschieden zwischen den korrekten Antworten der Wissenskategorien und Unterschieden zwischen den Präferenzen für Lernstrategien wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholungen (repeated measures ANOVA) mit Greenhouse-Geiser-Korrektur durchgeführt. Um zu verstehen, welche Faktoren für das Lernbedürfnis der Medizinstudierenden relevant sein könnten, wurden paarweise Korrelationsanalysen und eine multiple lineare Regressionsanalyse durchgeführt. Als Signifikanzniveau wurde ein p-Wert von <0,05 festgelegt.

2.5. Ethische Fragen

Diese Studie wurde in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki aus dem Jahr 2019 sowie der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) durchgeführt. Alle Studienteilnehmenden stimmten einer Teilnahme an der Online-Befragung freiwillig zu. Das Studienprotokoll wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät Heidelberg genehmigt (S-428/2021).

3. Ergebnisse

3.1. Beschreibung der Stichprobe

Insgesamt erhielten wir Antwort von einer Stichprobe von 214 Studierenden bei einer Studienpopulation von insgesamt 788 Befragten in den drei Blöcken (Rücklaufquote 27,03%). Dabei wurden 170 Umfragen vollständig ausgefüllt (bereinigte Rücklaufquote 21,5%). Die Mehrheit der

Studierenden in der Stichprobe war weiblich (56,21%), befand sich im propädeutischen Semester (drittes Studienjahr; 64,12%) und wählte die grüne Partei (58,04%) (siehe Anhang 1, hier Tabelle S6).

3.2. Interne Konsistenz

Um die interne Konsistenz unseres neu entwickelten Instruments zu messen, haben wir Cronbachs Alpha für jede Skala berechnet (siehe Anhang 1, Tabelle S7). Die Ergebnisse zeigten eine ausreichende Reliabilität, die von $\alpha=0,86$ (Lernbedürfnis) über $\alpha=0,81$ (Wissen) bis zu $\alpha=0,71$ (Rollenwahrnehmung) reichte.

3.3. Rollenwahrnehmung

72,35 % der Medizinstudierenden stimmten zu oder stimmten voll und ganz zu, dass „Mediziner*innen eine Verantwortung tragen das Thema Klimawandel und Gesundheit in ihrem Arbeitsumfeld zu adressieren“. Deutlich weniger Studierende stimmten der Aussage zu, dass „die Maßnahmen, die sie in ihrem Berufsleben als Ärzt*innen ergreifen, wirksam dazu beitragen können, den Klimawandel abzuschwächen und sich an seine gesundheitlichen Auswirkungen anzupassen“ (42,95%). Nur 4,71% stimmten zu oder stimmten voll und ganz zu, dass „sie in ihrer bisherigen medizinischen Ausbildung, genug Fähigkeiten und Wissen vermittelt bekommen haben, um in ihrer zukünftigen Arbeit als Arzt/Ärztin Klimawandelbezogene Gesundheitsauswirkungen und Klimamaßnahmen zu adressieren“ (siehe Anhang 1, Tabelle S1).

Die Ergebnisse zur Rollenwahrnehmung sind in Abbildung 1 dargestellt.

3.4. Wissen

Im Durchschnitt beantworteten die Studierenden 18 von 30 Fragen richtig (SD=4,49; Spanne 3-20) und zwei von 30 Wissensfragen falsch (SD=1,66, Spanne 0-7). Im Durchschnitt wurden zehn von 30 Aussagen mit „weiß nicht“ beantwortet (SD=5,08, Spanne 0-27) (siehe Anhang 1, Tabelle S3). Mit einer Spanne von 3% bis 100% richtig beantworteter Fragen scheint die Skala insgesamt weder zu leicht noch zu schwer für die Stichprobe gewesen zu sein. Die Variabilität in der Verteilung der richtigen Antworten war über die Wissenskategorien der Befragung hinweg vergleichbar (siehe Anhang 1: Abbildungen S1 und S2 und Tabelle S1).

Das Wissen der Studierenden unterschied sich signifikant zwischen den Kategorien ($F(4.586, 775.024)=207.089$, $p<0.001$) (siehe Abbildung 2). Post-hoc-Analysen mit Bonferroni-Anpassung zeigten, dass der Anteil der richtig bewerteten Aussagen für Wissen zu *Klimawandel allgemein* (68%), *gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels* (71,65%), *Vulnerabilität gegenüber dem Klimawandel* (74,96%) und *Anpassung an die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels* (66,24%) am höchsten war. Die *gesundheitlichen Co-Benefits von Klimaschutzmaßnahmen* wurden im Vergleich seltener richtig beant-

wortet (55,29 %, $p=0,002$). Wissenslücken zeigten sich besonders im Bereich der *klimafreundlich Gesundheitsversorgung* (17% richtig bewertete Aussagen, $p<0,001$). Bemerkenswerterweise war die Häufigkeit falscher Antworten in dieser Kategorie (8,24%) nicht signifikant höher als im Bereich *Klimawandel allgemein* (8%, $p=1$). Stattdessen gab es deutlich mehr „weiß nicht“ Antworten (35,16%, $p<0,001$). So gaben beispielsweise 82,35% an nicht zu wissen ob die Aussage „In den europäischen Ländern machen die Treibhausgasemissionen des Gesundheitssektors etwa 5% aller nationalen Treibhausgasemissionen aus“ richtig oder falsch sei. Die genauen Antwortstatistiken zu den einzelnen Items können in Anhang 1, Tabelle S2, eingesehen werden.

3.5. Lernbedürfnisse und Präferenzen für Lernstrategien

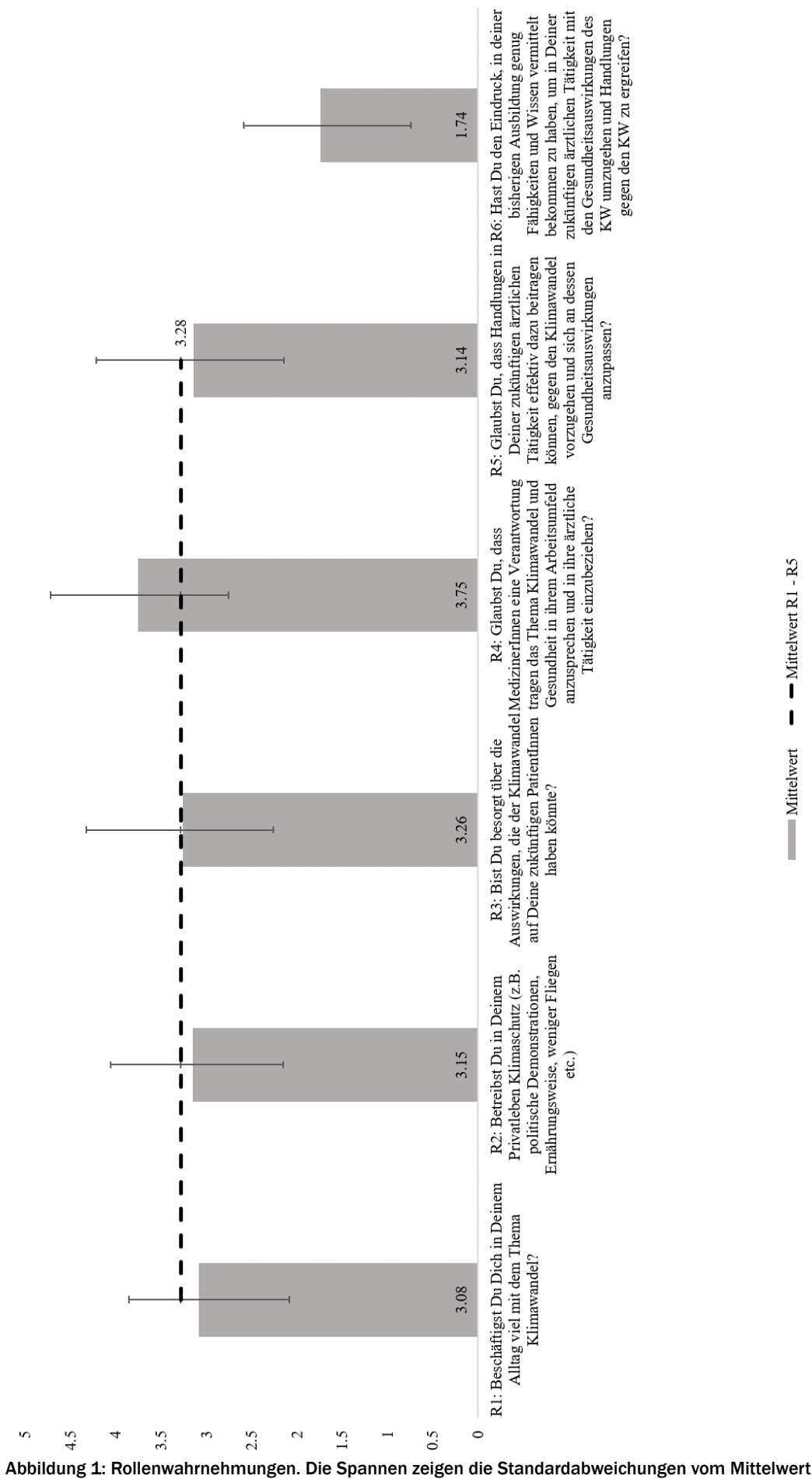
79,4% der Studierenden stimmten der Aussage zu oder voll und ganz zu, dass „die Lehre zu Klimawandel und Gesundheit in das medizinische Curriculum aufgenommen“ werden sollte (siehe Abbildung 3).

Bei der Frage nach spezifischen Themen stimmten die meisten Studierenden (92,4%) voll und ganz zu, dass die *gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels* einbezogen werden sollten, gefolgt von *Anpassungen* (87,06%), *klimafreundlicher Gesundheitsversorgung* (71,76%) und den *gesundheitlichen Co-Benefits* (69,42%). Am wenigsten interessiert waren die Studierenden am Thema „Health Advocacy“ im Bereich Klimawandel interessiert (69,24%, $p=0,004$). Eine Post-hoc-Analyse mit Bonferroni-Anpassung einer ANOVA mit Messwiederholungen zeigte, dass die Präferenzunterschiede signifikant waren ($F(3.297, 557.268)=40.201$, $p<0.001$).

Hinsichtlich der Lernstrategien zeigte sich in einer Post-hoc-Analyse mit Bonferroni-Anpassung einer ANOVA mit Messwiederholung, dass die Präferenzen für zertifizierte Fortbildungskurse und die Integration in bestehende Pflichtkurse am höchsten war und sich nicht signifikant voneinander unterschieden (0.21 (95% CI, -0,456 bis 0,033), $p=0,086$), sie aber gegenüber anderen Optionen, wie freiwilligen Wahlfächern (0.37 (95% CI, 0.72 bis 0,01) $p<0,001$) oder zusätzlichen Pflichtkursen (1,06 (95% CI, 1,37 bis 0,75) $p<0,001$), bevorzugt wurden. Die spezifischen Ergebnisse zu beiden Abschnitten sind in Abbildung 3 dargestellt und in Anhang 1, Tabelle S5, detailliert aufgeführt.

3.6. Multiple lineares Regressionsmodell für das Lernbedürfnis

Wir führten eine explorative multiple lineare Regressionsanalyse mit Alter, Geschlecht, Semester, angestrebtem Arbeitsumfeld, politischer Orientierung, Rollenwahrnehmung und Wissen als Prädiktoren durch. Das Modell konnte das Lernbedürfnis (Score aus L1-L6, Cronbach's alpha 0.855) signifikant vorhersagen und dabei 45,9 % der Varianz erklären ($F(7, 132)=17,86$, $p<0,001$) (siehe



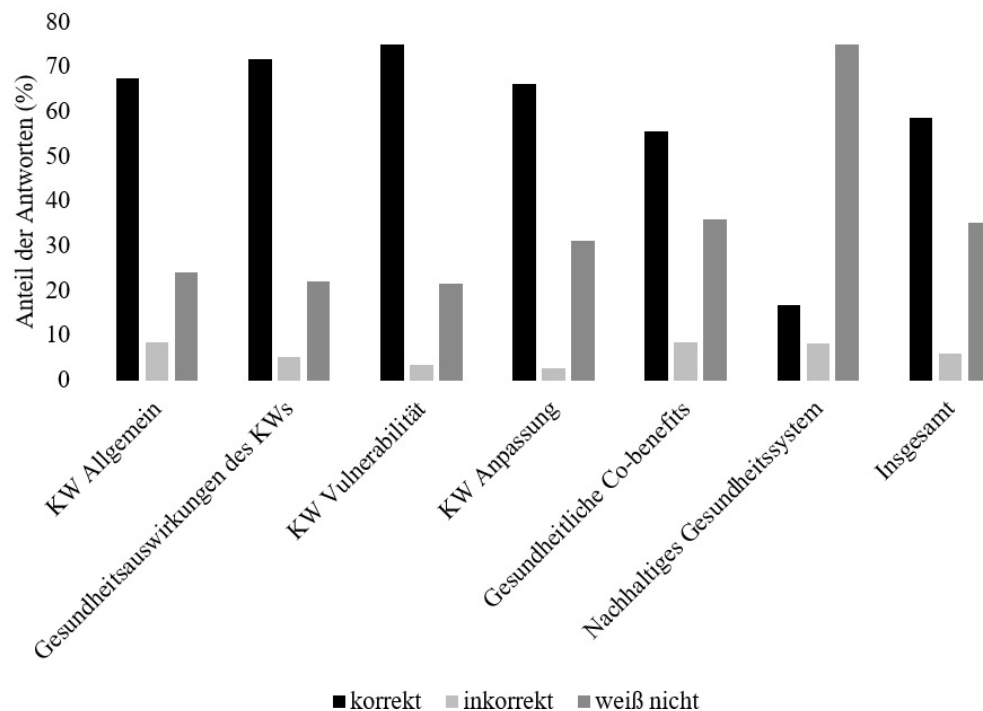


Abbildung 2: Richtig und falsch beantwortete Fragen pro Wissenskategorie und insgesamt

Anhang 1, Tabelle S9). Dabei trugen weibliches Geschlecht, höheres Semester und eine stärkere Rollenwahrnehmung im Bezug auf den Klimawandel signifikant zur Vorhersage eines höheren Lernbedürfnisses bei.

4. Diskussion

Ziel dieser Studie war es, den Bedarf Heidelberger Medizinstudierender für die Integration von Klimawandel und Gesundheitsthemen in das medizinische Curriculum zu identifizieren. Studierende der Stichprobe fühlten sich dafür verantwortlich, Klimawandel und Gesundheit in ihrem Arbeitsumfeld zu adressieren. Allerdings zeigten sie relevante Wissenslücken in Bezug auf die gesundheitlichen Co-Benefits von Klimaschutzmaßnahmen und klimafreundliche Gesundheitsversorgung auf. Die Studierenden äußerten das Bedürfnis, mehr zu Klimawandel und Gesundheit zu lernen, insbesondere über die Auswirkungen und Anpassungsmaßnahmen. Sie interessierten sich weniger für „Health Advocacy“ in diesem Bereich. Bezüglich der Lernstrategien wurde die Integration von Klimawandel-Themen in bestehende Pflichtkurse des Lehrplans bevorzugt.

4.1. Rollenwahrnehmung

76% der Medizinstudierenden in unserer Stichprobe sorgten sich wegen des Klimawandels und 73% gaben an, sich für den Klimaschutz zu engagieren. Während wir keine vergleichbare Umfrage unter Medizinstudierenden finden konnten, fanden Kotcher et al. [13] einen ähnlichen Grad der Besorgnis über den Klimawandel und die Gesundheit ihrer Patient*innen unter Ärzt*innen. Es ist wichtig zu erwähnen, dass die Mehrheit der Studierenden

in unserer Stichprobe der Meinung war, dass Ärzt*innen eine Verantwortung hätten, Klimawandel und Gesundheitsthemen in ihrem Arbeitsumfeld zu adressieren. Auch die wahrgenommene Wirksamkeit von ärztlichem Handeln in Bezug auf Klimaanpassung und Klimaschutz im Gesundheitssystem war recht hoch, die Einschätzung zu bisher erworbenem Wissen und Fähigkeiten in diesem Bereich jedoch niedrig. Andere internationale Erhebungen mit Angehörigen der Gesundheitsberufe stützen dieses Ergebnis im Wesentlichen [13], [29] und betonen, dass Medizinstudierende lernen müssen, wie sie in Bezug auf den Klimawandel wirksam handeln können.

Bugaj et al. [35] fanden heraus, dass die Zustimmung zu einer *beruflichen* Verantwortung beim Klimawandel signifikant geringer war als zu einer *persönlichen* Verantwortung. Auf den ersten Blick scheinen diese Ergebnisse im Widerspruch zu den Ergebnissen dieser Studie zu stehen. Allerdings unterschieden sich die Items zur Messung der beruflichen Verantwortung in Bugajs Arbeit von unseren. Während sich ihre Formulierungen auf ein soziales Vorbild und die erzieherische Funktion von Ärzt*innen bezogen, betonten wir die Rolle der Ärzt*innen bei der Anpassung an Auswirkungen des Klimawandels und den Klimaschutz im Gesundheitssystem.

4.2. Wissen

Die an dieser Umfrage teilnehmenden Studierenden verfügten über eine gute Selbsteinschätzung bezüglich Ihres Wissens oder auch Unwissens im Bereich Klimawandel und Gesundheit. Insgesamt war das Wissen über den Klimawandel allgemein und dessen gesundheitlichen Auswirkungen bei den Studierenden der Medizinischen Fakultät Heidelberg relativ hoch, ähnlich wie in anderen

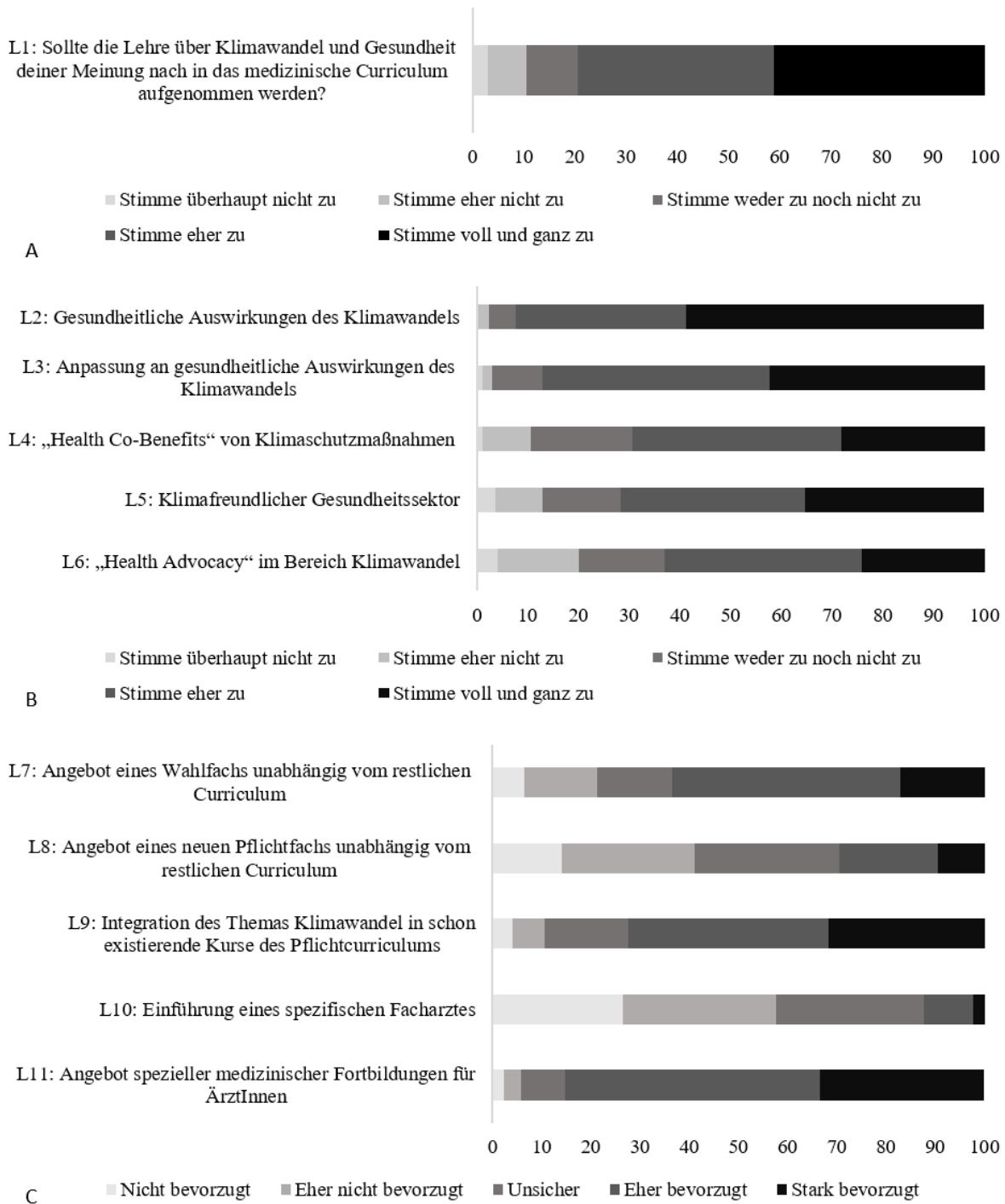


Abbildung 3: A: Lernbedürfnis. B: Themenspezifische Präferenzen. C: Bevorzugte Lernstrategien. Die Häufigkeiten in % sind auf der Grundlage von 170 Antworten angegeben

internationalen Studien [24], [25]. Dahingegen war das Wissen über klimafreundliche Gesundheitsversorgung eher gering, was auch mit den Ergebnissen von Ryan et al. übereinstimmt, die zeigten, dass Medizinstudierende wenig Wissen über Emissionen in der Gesundheitsversorgung hatten [26]. Da das Wissen in den verschiedenen Erhebungen jedoch unterschiedlich bewertet wurde, ist ein direkter Vergleich schwierig. In Übereinstimmung mit unserer Studie haben Untersuchungen aus China, Äthiopien und den USA ergeben, dass Medizinstudierende das

Gefühl haben, dass ihre derzeitige medizinische Ausbildung sie nicht ausreichend auf den Umgang mit dem Klimawandel in ihrer zukünftigen Arbeit vorbereitet [22], [23], [24], [25], [27].

4.3. Lernbedürfnisse und Präferenzen für Lernstrategien

Die Befragten äußerten ein größeres Interesse etwas über die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandel

und Anpassungsmaßnahmen zu lernen, als über „Health Advocacy“ im Bereich Klimawandel, also das gesellschaftliche Eintreten für gesunde und klimafreundliche Lebensverhältnisse. Dies könnte darauf hindeuten, dass Medizinstudierende zwar eine Verantwortung in der unmittelbaren Gesundheitsversorgung sehen, nicht aber in einer breiteren gesellschaftlichen Fürsprecherrolle. Dies passt zu Ergebnissen von Liao et al. [23], die zeigten, dass Medizinstudierende in China eher klinisches Wissen und Fähigkeiten im Bereich Klimawandel erwerben wollten als über rechtliche und ethische Rahmenbedingungen informiert zu werden. Nichtsdestotrotz befürworten die meisten Expert*innen für die Integration von Klimawandel und Gesundheitsthemen in medizinische Curricula die Einbindung von Lehre zur professionellen Rollenentwicklung, einschließlich der „Kommunikation von Nachhaltigkeitswerten“ [15], [36]. Die Medizinstudierenden scheinen die dem Gesundheitspersonal zugesprochene Führungsrolle im Bezug auf die Bewältigung der Klimakrise noch nicht für sich entdeckt zu haben [15], [36]. Dies unterstreicht umso mehr, dass die professionelle Rollenentwicklung von Medizinstudierenden bei der Curriculumentwicklung berücksichtigt werden sollte.

Hinsichtlich der Präferenzen für Lernstrategien war es auffällig, dass unsere Stichprobe die Integration des Themas in bestehende Pflichtveranstaltungen bevorzugte. Dies steht im Gegensatz zur derzeitigen Praxis an deutschen medizinischen Fakultäten, die – wenn überhaupt – Klimawandel und Gesundheits-Wahlfächer anbieten. Es unterstützt auch die Empfehlung des AMEE-Statements, „Planetary Health als transversales Thema in Lehrpläne einzubinden“ [15]. Für eine amerikanische medizinische Fakultät wurde berechnet, dass die Integration von Klimawandel-Themen in bestehende Kurse die Unterrichtszeit nur geringfügig erhöhen würde [14]. Daher könnte die Integration in Kurse des bestehenden Pflichtcurriculum eine Möglichkeit darstellen, das Thema trotz konkurrierender Themen abzubilden. Dies bedeutet jedoch auch, dass Lehrkräfte aller medizinischen Fachrichtungen Kompetenzen in Bezug auf Klimawandel und Gesundheit aufbauen müssen. Die Präferenz der Studierenden zur Integration in medizinischen Fortbildungen für Ärzt*innen unterstützt zudem die Forderung, dass Klimawandel und Gesundheitsthemen auf allen Ebenen des medizinischen Ausbildungssystems integriert werden sollten.

4.4. Multiples lineares Regressionsmodell für das Lernbedürfnis

Ein Prädiktor für das Lernbedürfnis war das weibliche Geschlecht. Dies deckt sich mit den allgemeinen Ergebnissen von Studien über Prädiktoren für umwelt- und klimafreundliches Verhalten, wonach Frauen in höherem Maße umweltbewusstes Verhalten zeigen und eher bereit sind, dieses Verhalten umzusetzen [37], [38]. In der vorangegangenen Diskussion sind wir zu dem Schluss gekommen, dass die professionelle Rollenentwicklung Teil der Lehrplanentwicklung sein sollten. Bei der Regressi-

onsmodellierung stellten wir fest, dass eine stärkere Rollenwahrnehmung mit einem größeren Lernbedürfnis für Klimawandel und Gesundheit verbunden war, während ein besseres Wissen über Klimawandel-Themen das Lernbedürfnis nicht direkt beeinflusste. Dies unterstreicht den Punkt, dass die Entwicklung der beruflichen Rolle wichtig ist, um Medizinstudierende ganzheitlich über Klimawandel und Gesundheit zu unterrichten.

4.5. Stärken und Limitationen der Studie

Die vorliegende Studie stellt die erste umfassende Beurteilung des Wissens von Medizinstudierenden in Deutschland in Bezug auf den Klimawandel dar. Insbesondere die Abfrage von Wissen zur Anpassung an die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels und die Health Co-Benefits von Klimaschutzmaßnahmen ist neu.

Eine relevante Einschränkung ist die Rücklaufquote von 27,16%, die einen Selektions-Bias darstellt. Daher sind Schlussfolgerungen auf die gesamte Studienpopulation nur eingeschränkt möglich. Die Rücklaufquote ist allerdings vergleichbar mit anderen Erhebungen in diesem Bereich, welche meist zwischen 10-30% liegt [39], [22], [13], [29], mit einigen Ausreißern von 87% und 97% [35], [23]. Um eine Vorstellung vom Ausmaß des Bias zu bekommen, verglichen wir die demografischen Daten der Stichprobe mit anderen demografischen Daten der Bevölkerung. Unsere Altersspanne spiegelte im Wesentlichen das Alter der Medizinstudierenden in Deutschland wider, die ihr Medizinstudium mit etwa 18 Jahren beginnen und mit 26 Jahren beenden [40]. Der Anteil von 56% weiblicher Studierenden in unserer Stichprobe ist niedriger als der Durchschnitt der deutschen Medizinstudierenden von 64% im Jahr 2020/2021 [41]. Auffallend ist, dass 58% der Befragten angaben, die Grünen zu wählen. Wir konnten kein repräsentatives Wahlverhalten deutscher Medizinstudierenden finden, jedoch haben nur 23% aller deutschen WählerInnen zwischen 18 und 24 Jahren bei der letzten Wahl die Grünen gewählt [42]. Dies deutet auf einen Non-Response-Bias hin, d.h. Studierende, die andere Parteien als die Grünen wählen, haben vermutlich mit geringerer Wahrscheinlichkeit an der Umfrage teilgenommen. Dies könnte darauf hindeuten, dass die Rollenwahrnehmung, das Wissen und die Lernpräferenzen in unserer Stichprobe im Vergleich zur Studienpopulation überschätzt werden. Im Hinblick auf die Wissenslücken im Bereich der Health Co-Benefits und der nachhaltigen Gesundheitsversorgung dürfte diese potenzielle Verzerrung jedoch keinen relevanten Unterschied ausmachen. Da sich unsere Studie auf Studierende einer einzigen medizinischen Fakultät in Deutschland beschränkt hat, ist eine Verallgemeinerung der Ergebnisse nur eingeschränkt möglich. Allerdings stimmen unsere Ergebnisse weitgehend mit Ergebnissen aus Studien mit anderen Populationen von Medizinstudierenden weltweit überein, was darauf hindeutet, dass unsere Ergebnisse auch auf andere Kontexte von Medizinstudierenden übertragbar sind.

5. Schlussfolgerung

Die vorliegende Studie bestätigt die Ergebnisse vorangegangener Studien, dass Medizinstudierende als zukünftige Ärzt*innen eine Verantwortung im Umgang mit dem Klimawandel verspüren. Die Ergebnisse zeigen unter anderem, dass das Wissen insgesamt gut, zu gesundheitlichen Co-Benefits und klimafreundlicher Gesundheitsversorgung jedoch gering ist. Auch das Lernbedürfnis ist grundsätzlich hoch, nicht jedoch im Bereich „Health Advocacy“. Die Ergebnisse ermutigen dazu, gerade diese Themen in bestehende Pflichtkurse des medizinischen Curriculums zu integrieren und auch die professionelle Rollenentwicklung in Bezug auf den Klimawandel zu fördern.

Danksagung

Wir danken allen Studierenden, die an der Befragung teilgenommen haben, sowie den Mitarbeitenden der Medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg, die die Datenerhebung unterstützt haben.

Autor*innen

- Leonie Rybol ist seit 2017 Medizinstudentin an der Universität Heidelberg. Für ihre Doktorarbeit zum Klimawandel in der medizinischen Ausbildung arbeitet sie am Heidelberg Institute of Global Health.
- Jessica Nieder ist Doktorandin am Heidelberg Institute of Global Health. Mit ihrem Hintergrund als Gesundheitspsychologin, untersucht sie die digitale Bildung für Klimawandel und Gesundheit.
- Dorothee Amelung ist Wissenschaftlerin mit einem Hintergrund in Psychologie und einem Interesse an nachhaltigen Verhaltensänderungen. Dorothee Amelung war Post-Doc an der University of Surrey, UK, und ist derzeit Post-Doc an der Universität Heidelberg.
- Hafsa Hachad ist Ärztin. Als Nephrologin interessiert sie sich für eine grüne Nephrologie. Sie ist außerdem Doktorandin an der Technischen Universität Compiegne, wo sie ihre Dissertation über den Übergang zu nachhaltigeren Praktiken in der Dialyseversorgung schreibt.
- Prof. Dr. Rainer Sauerborn (Jahrgang 1952) ist Seniorprofessor für Klimawandel und Gesundheit am Heidelberger Institut of Globale Health am Universitätsklinikum Heidelberg.
- Anneliese Depoux ist Direktorin des Virchow-Villermé-Zentrums für öffentliche Gesundheit Paris-Berlin an der Universität Paris Cité. Sie hat in Informations- und Kommunikationswissenschaften promoviert und beschäftigt sich in ihrer Forschung hauptsächlich mit der Medienberichterstattung über Gesundheitskrisen im Zusammenhang mit Umweltzerstörung, Klimawandel und Migration.
- Dr. med. Alina Herrmann ist Ärztin und Wissenschaftlerin. Am Heidelberger Institut of Global Health leitet sie eine Nachwuchsforschungsgruppe zum Thema klima-intelligente Gesundheitssysteme. Zudem ist Sie Teil der Forschungsleitung am Institut für Allgemeinmedizin an der Universität zu Köln. Ihr Hauptforschungsinteresse gilt der Umsetzung von Klimawandelanpassung und -minderung im Gesundheitssektor.

Interessenkonflikte

Alina Herrmann ist Mitglied der Deutschen Allianz Klimawandel und Gesundheit (KLUG e.V.) und Sprecherin der Sektion Klimawandel und Gesundheit der Deutschen Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin (DEGAM). Sie erhält keine finanziellen Mittel von diesen Organisationen. Die anderen Autor*innen erklären, dass sie keine Interessenkonflikte in Zusammenhang mit diesem Artikel haben.

Anhänge

Verfügbar unter <https://doi.org/10.3205/zma001618>

1. Anhang_1.pdf (321 KB)
Ergänzendes Material

Literatur

1. World Health Organization. Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s 2014. Geneva: World Health Organization; 2014. Zugänglich unter/available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/134014>
2. Haines A, McMichael AJ, Smith KR, Roberts I, Woodcock J, Markandya A, Armstrong BG, Campbell-Lendrum D, Dangour AD, Davies M, Bruce N, Tonne C, Barrett M, Wilkinson P. Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: overview and implications for policy makers. *Lancet*. 2009;374(9707):2104-2114. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)61759-1
3. Haines A. Health co-benefits of climate action. *Lancet Planet Health*. 2017;1(1):e4-e5. DOI: 10.1016/S2542-5196(17)30003-7
4. Hamilton I, Kennard H, McGushin A, Höglund-Isaksson L, Kiesewetter G, Lott M, Milner J, Purohit P, Rafaj P, Sharma R, Springmann M, Woodcock J, Watts N. The public health implications of the Paris Agreement: a modelling study. *Lancet Planet Health*. 2021;5(2):e74-e83. DOI: 10.1016/S2542-5196(20)30249-7
5. Herrmann A, Lenzer B, Müller BS, Danquah I, Nadeau KC, Muche-Borowski C, Traidl-Hoffmann C. Integrating planetary health into clinical guidelines to sustainably transform health care. *Lancet Planet Health*. 2022;6(3):e184-e185. DOI: 10.1016/S2542-5196(22)00041-9
6. Capon AG, Talley AC, Horton RC. Planetary health: what is it and what should doctors do? *Med J Aust*. 2018;208(7):296-297. DOI: 10.5694/mja18.00219

7. Herrmann A, Krolewski R. Gesundheitsberatung im Kontext von Planetary Health. In: Traidl-Hoffmann C, Schulz C, Herrmann M, Simon B, editors. *Planetary Health: Climate, Environment and Health in the Anthropocene*. Berlin: Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft; 2021.
8. Gómez A, Balsari S, Nusbaum J, Heerboth A, Lemery J. Perspective: Environment, biodiversity, and the education of the physician of the future. *Acad Med*. 2013;88(2):168-172. DOI: 10.1097/ACM.0b013e31827bfbbe
9. Bell EJ. Climate change: what competencies and which medical education and training approaches? *BMC Med Educ*. 2010;10:31. DOI: 10.1186/1472-6920-10-31
10. Finkel ML. A call for action: integrating climate change into the medical school curriculum. *Perspect Med Educ*. 2019;8(5):265-266. DOI: 10.1007/s40037-019-00541-8
11. Goshua A, Gomez J, Erny B, Burke M, Luby S, Sokolow S, LaBeaud AD, Auerbach P, Gisondi MA, Nadeau K. Addressing Climate Change and Its Effects on Human Health: A Call to Action for Medical Schools. *Acad Med*. 2021;96(3):324-328. DOI: 10.1097/ACM.0000000000003861
12. Hathaway J, Maibach EW. Health Implications of Climate Change: a Review of the Literature About the Perception of the Public and Health Professionals. *Curr Environ Health Rep*. 2018;5(1):197-204. DOI: 10.1007/s40572-018-0190-3
13. Kotcher J, Maibach E, Miller J, Campbell E, Alqodmani L, Maiero M, Wyns A. Views of health professionals on climate change and health: a multinational survey study. *Lancet Planet Health*. 2021;5(5):e316-e323. DOI: 10.1016/S2542-5196(21)00053-X
14. Rabin BM, Laney EB, Philipsborn RP. The Unique Role of Medical Students in Catalyzing Climate Change Education. *J Med Educ Curric Dev*. 2020;7:2382120520957653. DOI: 10.1177/2382120520957653
15. Shaw E, Walpole S, McLean M, Alvarez-Nieto C, Barna S, Bazin K, Behrens G, Chase H, Duane B, El Omrani O, Elf M, Faerron Guzmán CA, Falceto de Barros E, Gibbs TJ, Groome J, Hackett F, Harden J, Hothersall EJ, Hourihane M, Huss NM, Ikiugu M, Joury E, Leedham-Green K, MacKenzie-Shalders K, Madden DL, McKimm J, Schwerdtle PN, Peters S, Redvers N, Sheffield P, Singleton J, Tun SY, Wollard R. AMEE Consensus Statement: Planetary health and education for sustainable healthcare. *Med Teach*. 2021;43(3):272-286. DOI: 10.1080/0142159X.2020.1860207
16. Solomon CG, LaRocque RC. Climate Change - A Health Emergency. *N Engl J Med*. 2019;380(3):209-211. DOI: 10.1056/NEJMp1817067
17. Wellbery C, Sheffield P, Timmireddy K, Sarfaty M, Teherani A, Fallar R. It's Time for Medical Schools to Introduce Climate Change Into Their Curricula. *Acad Med*. 2018;93(12):1774-1777. DOI: 10.1097/ACM.0000000000002368
18. Omrani OE, Dafallah A, Paniello Castillo B, Amaro B, Taneja S, Amzil M, Uz-Zaman Sajib R, Ezze T. Envisioning planetary health in every medical curriculum: An international medical student organization's perspective. *Med Teach*. 2020;42(10):1107-1111. DOI: 10.1080/0142159X.2020.1796949
19. Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen (IMPP). Klimafolgen und Diversity in den medizinischen Staatsexamen verankern. Mainz: IMPP; 2021. Zugänglich unter/available from: <https://docplayer.org/216358590-Klimafolgen-und-diversity-in-den-medizinischen-staatsexamina-verankern.html>
20. Thomas PA, Kern DE, Hughes MT, Chen BY. Curriculum development for medical education: A six-step approach. Baltimore: Johns Hopkins University Press; 2015.
21. Schneiderhan J, Guetterman TC, Dobson ML. Curriculum development: a how to primer. *Fam Med Community Health*. 2019;7(2):e000046. DOI: 10.1136/fmch-2018-000046
22. Hampshire K, Ndovu A, Bhambhani H, Iverson N. Perspectives on climate change in medical school curricula—A survey of U.S. medical students. *J Clim Chang Health*. 2021;4:100033. DOI: 10.1016/j.joclim.2021.100033
23. Liao W, Yang L, Zhong S, Hess JJ, Wang Q, Bao J, Huang C. Preparing the next generation of health professionals to tackle climate change: Are China's medical students ready?. *Environ Res*. 2019;168:270-277. DOI: 10.1016/j.envres.2018.10.006
24. Nigatu AS, Asamoah BO, Kloos H. Knowledge and perceptions about the health impact of climate change among health sciences students in Ethiopia: a cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2014;14:587. DOI: 10.1186/1471-2458-14-587
25. Pandve H, Raut A. Assessment of awareness regarding climate change and its health hazards among the medical students. *Indian J Occup Environ Med*. 2011;15:42-45. DOI: 10.4103/0019-5278.82999
26. Ryan EC, Dubrow R, Sherman JD. Medical, nursing, and physician assistant student knowledge and attitudes toward climate change, pollution, and resource conservation in health care. *BMC Med Educ*. 2020;20(1):200. DOI: 10.1186/s12909-020-02099-0
27. Yang L, Liao W, Liu C, Zhang N, Zhong S, Huang C. Associations between Knowledge of the Causes and Perceived Impacts of Climate Change: A Cross-Sectional Survey of Medical, Public Health and Nursing Students in Universities in China. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(12):2650. DOI: 10.3390/ijerph15122650
28. Maibach EW, Kreslake JM, Roser-Renouf C, Rosenthal S, Feinberg G, Leiserowitz AA. Do Americans Understand That Global Warming Is Harmful to Human Health? Evidence From a National Survey. *Ann Glob Health*. 2015;81(3):396-409. DOI: 10.1016/j.aogh.2015.08.010
29. Sarfaty M, Mitchell M, Bloodhart B, Maibach EW. A survey of African American physicians on the health effects of climate change. *Int J Environ Res Public Health*. 2014;11(12):12473-12485. DOI: 10.3390/ijerph111212473
30. Gomez J, Goshua A, Pokrajac N, Erny B, Auerbach P, Nadeau K, Gisondi MA. Teaching medical students about the impacts of climate change on human health. *J Clim Chang Health*. 2021;3:100020. DOI: 10.1016/j.joclim.2021.100020
31. Green EI, Blashki G, Berry HL, Harley D, Horton G, Hall G. Preparing Australian medical students for climate change. *Aust Fam Physician*. 2009;38(9):726-729.
32. Maxwell J, Blashki G. Teaching About Climate Change in Medical Education: An Opportunity. *J Public Health Res*. 2016;5(1):673. DOI: 10.4081/jphr.2016.673
33. Teherani A, Nishimura H, Apatira L, Newman T, Ryan S. Identification of core objectives for teaching sustainable healthcare education. *Med Educ Online*. 2017;22(1):1386042. DOI: 10.1080/10872981.2017.1386042
34. Walpole SC, Vyas A, Maxwell J, Canny BJ, Woollard R, Wellbery C, Leedham-Green KE, Musaeus P, Tufail-Hanif U, Pavão Patrício K, Rother HA. Building an environmentally accountable medical curriculum through international collaboration. *Med Teach*. 2017;39(10):1040-1050. DOI: 10.1080/0142159X.2017.1342031
35. Bugaj TJ, Heilborn M, Terhoeven V, Kaisinger S, Nagy E, Friederich HC, Nikendei C. What do Final Year Medical Students in Germany know and think about Climate Change? - The ClimAttitude Study. *Med Educ Online*. 2021;26(1):1917037. DOI: 10.1080/10872981.2021.1917037

36. Tun MS. Fulfilling a new obligation: Teaching and learning of sustainable healthcare in the medical education curriculum. *Med Teach*. 2019;41(10):1168-1177. DOI: 10.1080/0142159X.2019.1623870
37. May AM, McGarvey MG, Gustafson CR, Mieno T. Gender, environmental issues and policy: An examination of the views of male and female economists. *Ecol Econ*. 2021;182:106877. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2020.106877
38. Ramstetter L, Habersack F. Do women make a difference? Analysing environmental attitudes and actions of Members of the European Parliament. *Env Polit*. 2020;29(6):1063-1084. DOI: 10.1080/09644016.2019.1609156
39. Boland TM, Temte JL. Family Medicine Patient and Physician Attitudes Toward Climate Change and Health in Wisconsin. *Wilderness Environ Med*. 2019;30(4):386-393. DOI: 10.1016/j.wem.2019.08.005
40. Statistisches Bundesamt. Durchschnittsalter von Absolventen in der Fächergruppe Humanmedizin und Gesundheitswissenschaften in Deutschland im Jahr 2019 [Average age of graduates in the subject group human medicine and health science in Germany in 2019]. Hamburg: Statista; 2020. Zugänglich unter/available from: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/986118/umfrage/alter-von-absolventen-der-humanmedizin-und-der-gesundheitswissenschaft/>
41. Statistisches Bundesamt. Anzahl der Studierenden im Fach Humanmedizin in Deutschland nach Geschlecht in den Wintersemestern von 2008/2009 bis 2021/2022 [Number of students in human medicine in Germany by gender in the winter semesters from 2007/2008 to 2020/2021]. Hamburg: Statista; 2021. Zugänglich unter/available from: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/200758/umfrage/entwicklung-der-anzahl-der-medizinstudenten/>
42. Statistisches Bundesamt. Wahlverhalten bei der Bundestagswahl am 26. September 2021 nach Alter [Voting behavior in the German federal election on September 26, 2021, by age]. Hamburg: Statista; 2021. Zugänglich unter/available from: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1257097/umfrage/wahlverhalten-bei-der-bundestagswahl-nach-alter/>

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Alina Herrmann
Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberger Institut für Global Health, Im Neuenheimer Feld, 69120 Heidelberg, Deutschland
alina.herrmann@uni-heidelberg.de

Bitte zitieren als

Rybol L, Nieder J, Amelung D, Hachad H, Sauerborn R, Depoux A, Herrmann A. Integrating climate change and health topics into the medical curriculum – a quantitative needs assessment of medical students at Heidelberg University in Germany. *GMS J Med Educ*. 2023;40(3):Doc36.
DOI: 10.3205/zma001618, URN: urn:nbn:de:0183-zma0016186

Artikel online frei zugänglich unter
<https://doi.org/10.3205/zma001618>

Eingereicht: 23.08.2022
Überarbeitet: 23.12.2022
Angenommen: 02.03.2023
Veröffentlicht: 15.05.2023

Copyright

©2023 Rybol 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/>.