

# The impact of climate change on the medical profession – a newly implemented course on medical ecology

## Abstract

**Objective:** The consequences of climate change on health care systems as well as the individual involvement in climate change has not been a focus of the study of human medicine. Therefore, the lecture and practical course medical ecology have been reorganized to reflect the increasing importance of this topic. In order to be available to all students, this course was included in the core curriculum of the first year of study in human medicine.

**Methodology:** The teaching concept is based on the method “multidimensional learning”. The theoretical examination of environmental changes, especially climate change, is placed at the starting point within the framework of a lecture, followed by the translation of theoretical principles into practical knowledge by calculating the ecological footprint and subsequent reflection on the newly learned content. The project was evaluated by means of a self-constructed course evaluation instrument (three feedback questions) and an internal university online tool.

**Results:** 656 students (100%) described the most important knowledge they gained in the course. One third of the students (N=218) indicate that they would like to participate in a more advanced seminar. 137 students comment on specific aspects. Overall, students express great interest in the topic of medical ecology. They reflect in a remarkably (self-)critical way on the individual contribution to climate change and can clearly name the health consequences of climate change. The contents should be expanded in a more in-depth seminar.

**Conclusion:** The concept of the course has proven to be purposeful in order to prepare relevant and complex contents of medical ecology in an understandable way. Both lecture and practical course should be further developed accordingly.

**Keywords:** medical ecology, climate change, multidimensional learning

Claudia Gundacker<sup>1</sup>  
Monika Himmelbauer<sup>2</sup>

1 Medical University of Vienna,  
Institute of Medical Genetics,  
Vienna, Austria

2 Medical University of Vienna,  
Teaching Center, Vienna,  
Austria

## 1. Introduction

### 1.1. Description of the subject area

Medical ecology is concerned with anthropogenic changes in the environment and their repercussions on human health. These include natural-resource use (overuse of soils, waters, natural landscapes), environmental pollution (industrial chemicals, environmental pollutants, noise, traffic emissions, high-energy radiation, light pollution), changes in biodiversity (spread of species, reduction of biodiversity), genetic engineering (genetically modified species), and global warming (climate change due to globally increasing greenhouse gas emissions).

In 2012, 12.6 million deaths (23% of all deaths worldwide) were attributed to modifiable environmental factors, many of which are related to climate change [1]. The latest report from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) [2] demonstrates that many climate impacts, including extreme events, have become more in-

tense and frequent and that these will persist in the coming decades, accompanied by continued increases in temperatures. In all emissions scenarios examined, global mean surface temperature will reach +1.5°C relative to pre-industrial levels in the early 2030s, rising to +1.6°C to +2.4°C by 2050.

The challenge for global health systems is to be prepared for heat waves, changing work capacity, extreme weather events (wildfires, floods, drought), climate-related infectious diseases, malnutrition, migration, and related illnesses and deaths [3].

However, the “climate change crisis” is also seen as an opportunity to ensure global health in the 21<sup>st</sup> century [4]. A central prerequisite is to inform future physicians about the expected consequences for the medical profession and to create awareness among medical students about the anthropogenic contribution to climate change.

## 1.2. Motivation and goals

The central motivation was to train students to recognize connections between anthropogenic global environmental change and associated local health impacts. Heat waves associated with climate change and their consequences are relatively simple to understand. Health consequences based on the complex interplay of global warming and other environmental changes require didactic preparation in a compact form. Medical students predominantly need a basic understanding that humans are part of the environment and should act accordingly in a precautionary manner. Another motivation was to create awareness that changes in ecosystems and their biomes have a lasting effect, with medium- and long-term consequences for human life. The newly implemented course is thus intended to offer a presentation of the crucial facts under the premise of “information instead of uncertainty”.

## 2. Project description

### 2.1. Significance and focus of the course

Since 2003, medical ecology has been taught at the Medical University of Vienna as part of the modular (i.e. in blocks) study program in Human Medicine in Block 6 of the first year (see figure 1). Although anthropogenic environmental change (including the anthropogenic greenhouse effect) was taught until 2020, explicit impacts on health care systems and individual contribution to climate change were not a focus. Taking into account the increasing importance of the topic, the lecture and practical course medical ecology were realigned in the academic year 2020/21, i.e. previously taught parasitology is now taught separately in a lecture, and with regard to environmental changes, the focus was on the two major topics climate change and biodiversity.

### 2.2. Design and structuring of the course

In the study of human medicine, about 650 students per year are collectively educated in lectures. The practical courses are held in small groups of 10 participants – if teaching in physical presence is possible – in order to enable an intensive exchange as well as interaction.

The course Medical Ecology consists of a lecture and a practical course. The lecture Introduction to Medical Ecology (1 academic hour = aS) gives an overview of global warming (causes, predictions, health impacts) and biodiversity (loss of habitat and species, alien species, health impacts).

The subsequent medical ecology practicum includes two teaching units (2 aS).

In teaching unit 1 (1 aS, self-study), students calculate their individual ecological footprint and transfer the values in global hectare to housing, nutrition, mobility and consumption as well as the overall result and the ratio (%) to the average footprint in Austria into an Excel spread-

sheet on the Moodle teaching platform. In addition, knowledge about environmental changes and health impacts is tested by multiple choice (MC) questions and free text answers. In the second teaching unit (1 aS, after transmission of the group result via Moodle), the students analyze and reflect in small groups the individual result and group result in relation to the footprint in Austria and the global footprint, respectively.

### 2.3. Learning objectives

The learning objectives of the course refer to the acquisition of technical cognitive skills, but also to affective/attitudinal competencies and were elaborated by the course instructor in consultation with the block planning team and the curriculum commission for human medicine. Sample learning objectives for the course are listed in table 1.

The learning objectives of the practical course, which has an immanent examination character, have been achieved if 75% of the tasks in the seminar have been fulfilled (calculation of the ecological footprint, self-study) or 75% of the examination questions (10 multiple choice (MC) questions and 8 free text questions) have been answered correctly. The lecture content was also examined as part of the Summative Integrated Examination at the end of the first year of study (SIP 1).

### 2.4. Didactic approach

The teaching concept is based on the learning method “multidimensional learning”. This describes in didactics the extension and expansion of learning to several areas of the ability spectrum. The “multidimensional learning” aims at a structural change of the learning processes, in order to meet the different learning prerequisites on the one hand, on the other hand the different factual aspects of the learning material in the best possible way [5]. In our project, the theoretical discussion of environmental changes, especially climate change, in the context of a lecture is the starting point, followed by the implementation of practical knowledge by calculating the ecological footprint and subsequent reflection on the newly learned content. In addition, feedback (meta-communication) on the course is to be given afterwards.

Due to the COVID-19 pandemic, the course, which took place for the first time in SS 2021, was conducted in a distant learning format. This was easier to implement with regard to the synchronously held lecture than with regard to the practical course. The opportunity for in-depth discussion was intended in particular for the practical course, but could only be realized to a limited extent in the distant learning format.

### 2.5. Evaluation and quality assurance

The project was evaluated in terms of quality assurance by means of a self-constructed course evaluation instrument (three feedback questions) (1), as well as addition-

Block 1 Gesunde und kranke Menschen (3)	Block 2 Der menschliche Körper (6)	Block 3 Vom Molekül zur Zelle (6)	SIP1a	Block 4 Funktionssysteme und biologische Regulation (6)	Block 5 Genetik, mole- kulare & zelluläre Kommunikation (3)	Block 6 Prävention & Präventivmedizin (3)	SIP1b
Soziale Kompetenz Erste Hilfe, Problemorientiertes Lernen				Physikalische Gesundheitsuntersuchung Problemorientiertes Lernen			

The 1<sup>st</sup> year of study comprises block 1 to 6 (in parentheses the number of weeks each block lasts).  
Block 6: prevention & preventive medicine includes medical ecology (total of 3 weeks = 27 aS lectures + 35 aS seminars/practical course);  
In green below are the parallel practical courses; in the red crossbars, SIP1a and SIP1b are shown that take place at the end of the (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup>) semester, respectively.  
aS = academic hour, SIP = Summative Integrated Examination

**Figure 1: Curriculum Human Medicine 2020/21 (1<sup>st</sup> academic year), german version**

**Table 1: Learning objectives medical ecology**

<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• can define the term climate change.<sup>1</sup></li> <li>• know the difference between the natural and the anthropogenic greenhouse effect.<sup>1</sup></li> <li>• can name the causes of the anthropogenic greenhouse effect.<sup>1</sup></li> <li>• know the consequences of climate change also for Vienna/Austria, including temperature models (best case/worst case scenarios).<sup>1</sup></li> <li>• can explain the consequences of the anthropogenic greenhouse effect for human health (increase of which diseases is expected).<sup>1</sup></li> <li>• understand the importance of intact ecosystems and can explain the main risks for human health (reduced biodiversity: loss of therapeutics, alien species: vectors).<sup>1</sup></li> <li>• are able to recognize the urgency of options for action to reduce their carbon footprint and develop appropriate courses of action.<sup>2</sup></li> </ul>
--

<sup>1</sup> Cognitive learning goals

<sup>2</sup> Affective learning goals

ally assessed by the university-internal online evaluation (2). Both surveys were not mandatory and were conducted (1) after the end of the seminar and (2) shortly after the end of Block 6 (at the end of SS 2021).

### In-course survey

Since this was the first time the course was conducted, final reflection and feedback was requested. The goal was to determine the subjective perception of the students on the topic of climate change and to clarify whether there is a need for a more in-depth seminar in order to optimize the course in the future. Two open and one closed question were used, which were subsequently analyzed descriptively and qualitatively.

*In your small group, form five groups of two and discuss the following points, then please write them down in key words.*

*Question 1: What were the most important insights you gained in the Medical Ecology courses? (Free text)*

*Question 2: Would you want to attend an in-depth seminar on this topic?*

Yes

No

*Question 3: If you have any comments or suggestions, please note them here: (free text).*

According to the qualitatively oriented approach, the evaluation aspects of the open questions were generated close to or from the material [6]. In doing so, an inductive category development was carried out, which was oriented towards systematic reduction processes. The following categories could be distilled out: High general rel-

evance of the topic and interest in the course, lack of clinical relevance, problems of the distant learning format.

### University internal online evaluation

All students who had completed the medical ecology course were asked by the university's internal evaluation and quality assurance office to complete an evaluation form in digital form. To ensure privacy, the survey was voluntary and anonymous. The questions were related to the curriculum element (three general questions), the lecture (7 questions), and the practicum (12 questions). The evaluation of the questions was presented on a 4-point Likert scale (1=strongly disagree, 2=somewhat disagree, 3=somewhat agree, 4=strongly agree, respectively, 1=very poor, 2=rather poor, 3=rather good, 4=very good). The descriptive analysis of the online evaluation using IBM SPSS was performed by the staff office.

## 3. Results

### 3.1. Student collective

656 students (350 females, 276 males, 3 diverse, 27 no response) participated in the course with a mean age of 21.4±2.7 years. All participants completed the course positively. There was feedback from all 66 small groups. The response of reflection and feedback was 100% for question 1 (most important findings from the medical ecology course) and 98% for question 2 (participation in in-depth seminar). 21% of students provided additional comments and suggestions (question 3).

**Table 2: Examples of the most important insights gained**

*"Our own ecological footprint gave us food for thought and increased our attention to individual aspects. Due to the results (just below the Austrian average) and with the until then felt more ecological lifestyle compared to the circle of acquaintances, doubts about the averaged data came up and we discussed about possible "underreporting". That climate change not only impacts future lifestyles, but has real impacts on health and through many different mechanisms, direct and indirect factors. That much more outreach is needed that explains complex issues to different levels of education [...]."*

*"The course made us see some things from a new perspective. Before, I was under the impression that I wouldn't have much of an impact on the world around me, but I was sadly mistaken. We learned that it really comes down to each individual when it comes to protecting the environment and saving the planet. The course additionally inspired me to try a vegan lifestyle for a month. It is a personal challenge to my habitual behaviour. [...] What we will additionally take away is a new perspective on our waste behaviour, because unfortunately we see plenty of catching up to do here as well. It is not enough just to separate residual waste from paper, the waste that could be generated must already be avoided at the point of purchase. We live in a "throw-away society", and this course has once again made us painfully aware of that – including how our goods are produced."*

*"The ecological footprint showed us where there is still room for improvement in our own lifestyle. The fact that we need 3 planets for our lifestyle shocked us a lot. We found the health consequences of climate change on people in Austria particularly exciting and important. Especially for us as future doctors this aspect is very important. Although we are constantly confronted with the topic of climate change, we are seldom aware of the effects it can and will have. That's why it's especially important to keep expanding your knowledge about climate change and to be encouraged to think about it."*

**Table 3: Examples of student feedback on the course**

*"... find it very good that the Medical University also integrates environmental aspects into health, Found the insight extremely exciting and find it great that such a current and important topic is anchored in the curriculum), and last but not least as relevant (find it very good that this course draws attention to important topics that may not have so much to do with medicine at first glance, but are very relevant for the future; Climate change is also an extremely relevant topic in medicine, about which current, but more importantly future doctors and physicians need to be well informed – the problems will increase in the coming decades, anyway, and physicians should be as prepared as possible!"*

*"Personal ecological footprint was exciting to see; determining my own ecological footprint I thought was super."*

*"How much medicine is affected by climate change was addressed, but I would have liked to hear more about this aspect; environmental protection is a very important ... topic. Nevertheless, I could only make the connection to my future profession to a limited extent; many topics of the work assignment have an influence worth mentioning on the later activities as a doctor ... Nevertheless, the ecology topics should be taught even closer to medicine."*

*"In a face-to-face seminar with discussions, one would probably have learned more, ... would have found it enriching if ... a personal exchange and discussion ... had been scheduled."*

## 3.2. Course-internal survey (reflection and feedback of the students)

### 3.2.1. The most important insights gained

The qualitative evaluation indicates that there is a great interest in this topic, that some students were concerned, that curiosity and surprise were raised, and awareness created that environmental changes have an impact on the medical profession (for free text examples see table 2).

### 3.2.2. In-depth seminar

One third of the students (N=218) state that they would like to participate in an in-depth seminar, 422 students (64%) do not want to. 16 students do not indicate this.

### 3.2.3. Feedback of the students on the course

Comments from 137 students (see table 3 for free text samples) who provided additional feedback can be

qualitatively divided into four categories: High general relevance of the topic, high interest in the course, lack of clinical relevance, problems with the distant learning format.

77 students rated the course as important and interesting. Especially the calculation of the ecological footprint was perceived as enriching. Another 25 students also attribute high importance and relevance to the course, but miss the clinical relevance.

35 students dedicated their comments to the design of the course, criticizing the distance learning format or missing the opportunity for discussion.

## 3.3. University internal online evaluation

118 students (18%) participated in the online evaluation. Of these, 75% state that the learning content presented in the course is relevant to their professional career (as a physician or medical scientist), with 26% strongly agreeing and 49% somewhat agreeing. 71% state that the curriculum element requirements placed on them

were spot on. The response rate for the online evaluation appears low, but is not unusual for online surveys [7].

## 4. Discussion

### 4.1. Achievement of learning objectives

All students fulfilled the assignment (calculation of the ecological footprint in the context of one academic hour of self-study) and achieved the learning objectives, i.e. 75% of the examination questions (10 MC and 8 free text questions) were answered correctly. The qualitative evaluation of the open-ended questions indicates that the students reflected in a remarkably (self)critical way on their individual impact on climate change and were able to clearly name the health consequences of climate change. Thus, the central content of medical ecology (How do we change our environment and how does that affect our health?) was adequately covered in an extremely relevant area.

The results also demonstrate that the focused teaching on the health impacts of climate change generated great interest among the students. It should be mentioned here that both the lecture and practical course additionally cover other environmental changes<sup>1</sup> whose effects are not immediately noticeable but which may become relevant in the future.

The anchoring of medical ecology (in the narrower sense: climate protection is health protection), is not or only rarely the case in the curricula of human medicine, sometimes as a postgraduate training [[https://iph.charite.de/en/research/climate\\_change\\_and\\_health/](https://iph.charite.de/en/research/climate_change_and_health/)]. As Planetary Health, it is more at home in Public Health curricula [8], [<https://www.klimawandel-gesundheit.de/>]. Overall, however, the importance of the topic to human medicine is recognized [9], [10], [11].

Student feedback also underscores the need to teach medical ecology in the regular curriculum, but also the need for more in-depth instruction on climate change impacts. The quantitative as well as qualitative evaluation of the feedback questions proves that the topic is considered important or extremely important. However, although for about two thirds of the students (64%) the content is sufficiently covered, one third of the students (218 out of 656) would like to have a more in-depth seminar. This wish is generally aimed at more differentiated content, both in terms of practice and actual application of knowledge on the topic of climate medicine (e.g. vaccinations), as well as the involvement of experts on specific topics. The low response rate of the online evaluation could be a limitation regarding the interpretation of the quantitative results. However, the agreement between these and the qualitative analyses indicates that the results are representative.

### 4.2. Didactics

The didactic concept “multidimensional learning” (linking theoretical content with the implementation in practical knowledge by calculating the ecological footprint and subsequent reflection on newly learned content) was well received by the students and could also be implemented – as can be seen from the feedback on the most important insights gained and the reflection on the course as a whole.

The course took place for the first time in SS 2021. The short-term changeover to the distant learning format – especially for the practical course – presented a challenge. Thus, an in-depth discussion of the contents in the Distant Learning format could hardly be realized.

The possibility to communicate with the students via Moodle was used for correcting serious mistakes. In addition, we used the Moodle tool as an opportunity to send a feedback letter to the students to specifically address the most common errors.

## 5. Conclusion

The concept of the course proved to be purposeful in presenting relevant and complex content of medical ecology in an understandable way. Both lecture and practical course should be further developed accordingly, both in terms of improving teaching quality and cross-linking in the curriculum, e.g. reference should be made to infectious diseases that will be lectured in subsequent years.

Due to high demand, an in-depth seminar will be offered starting in WS 2022/23. In this seminar, students will have the opportunity to lecture on specific topics as well as to discuss with experts. For the future, it would make sense to integrate further courses on Planetary Health into the curriculum of human medicine in order to sensitize students to this topic and to expand their knowledge profoundly in the sense of a learning spiral.

## Notes

<sup>1</sup>Alien species (neobiota) as disease vectors; loss of biodiversity (loss of habitat, loss of species as reservoirs for bioactive substances that could be used as drugs); genetically modified organisms.

## Acknowledgements

We wish to thank Sebastian Granitzer, Raimund Widhalm and Martin Forsthuber for their support in the development of the practical course and Tanja Paulmichl for her assistance in the evaluation of the feedback forms. We sincerely thank Prof. Harald Sitte for the discussion on the connectivity of the course content to other parts of the curriculum.

## Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

## References

- World Health Organization. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks. Geneva: World Health Organization; 2016.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (ipcc) Working Group 1. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. ipcc; 2021. Zugänglich unter/available from: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#TS>
- Watts N, Amann M, Arnell N, Ayeb-Karlsson S, Beagley J, Belesova K, Boykoff M, Byass P, Cai W, Campbell-Lendrum D, Capstick S, Chambers J, Coleman S, Dalin C, Daly M, Dasandi N, Dasgupta S, Davies M, Di Napoli C, Dominguez-Salas P, Drummond P, Dubrow R, Ebi KL, Eckelman M, Ekins P, Escobar LE, Georgeson L, Golder S, Grace D, Graham H, Hagggar P, Hamilton I, Hartinger S, Hess J, Hsu SC, Hughes N, Mikhaylov SJ, Jimenez MP, Kelman I, Kennard H, Kieseewetter G, Kinney PL, Kjellstrom T, Kniveton D, Lampard P, Lemke B, Liu Y, Liu Z, Melissa L, Lowe R, Martinez-Urtaza J, Maslin M, McAllister L, McGushin A, McMichael C, Milner J, Moradi-Lakeh M, Morrissey K, Munzert S, Murray KA, Nevielle T, Nilsson M, Sewe MO, Oreszczyn T, Otto M, Owfi F, Pearman O, Pencheon D, Quinn R, Rabhaniha M, Robinson E, Rocklöv J, Romanello M, Semenza JC, Sherman J, Shi L, Springmann M, Tabatabaei M, Taylor J, Trinanes J, Shumake-Guillemot J, Vu B, Wilkinson P, Winning M, Gong P, Montgomery H, Costello A. The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. *Lancet*. 2021;397(10269):129-170. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)32290-X
- Watts N, Adger WN, Ayeb-Karlsson S, Bai Y, Byass P, Campbell-Lendrum D, Colbourn T, Cox P, Davies M, Depledge M, Depoux A, Dominguez-Salas P, Drummond P, Ekins P, Flahault A, Grace D, Graham H, Haines A, Hamilton I, Johnson A, Kelman I, Kovats S, Liang L, Lott M, Lowe R, Luo Y, Mace G, Maslin M, Morrissey K, Murray K, Neville T, Nilsson M, Oreszczyn T, Parthemore C, Pencheon D, Robinson E, Schütte S, Shumake-Guillemot J, Vineis P, Wilkinson P, Wheeler N, Xu B, Yang J, Yin Y, Yu C, Pong P, Montgomery H, Costello A. The Lancet Countdown: tracking progress on health and climate change. *Lancet*. 2017;389(10074):1151-1164. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)32124-9
- Warwitz S, Rudolf A. Das Prinzip des mehrdimensionalen Lehrens und Lernens. In: Projektunterricht. Didaktische Grundlagen und Modelle. Schorndorf: Verlag Hofmann; 1977. p.15-22.
- Mayring, P. Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 7. Auflage. Weinheim: Deutscher Studien Verlag; 2000.
- El-Menouar Y, Blasius J. Abbrüche bei Online-Befragungen : Ergebnisse einer Befragung von Medizinerinnen. Köln: ZA-Information/Zentralarchiv für Empirische Sozialforschung; 2005. p.79-92.
- Sozial- und Arbeitsmedizinische Akademie Baden-Württemberg e. V. (SAMA). Umweltmedizinische Fortbildung. Klimawandel und Gesundheit. Stuttgart: SAMA; 2021. Zugänglich unter/available from: <https://www.klimawandel-gesundheit.de/wp-content/uploads/2021/10/Klimawandel-und-Gesundheit-PR-Text-V3.pdf>
- Maier L, Gerspacher L. „Klimasprechstunde“ an der Justus-Liebig-Universität Gießen. *Hess. Ärztebl.* 2021;9. Zugänglich unter/available from: <https://www.laekh.de/heftarchiv/ausgabe/artikel/2021/september-2021/die-klima-krise-im-curriculum>
- Böckmann M, Hornberg C. Klimawandel und Gesundheit: Neue Herausforderungen für Public Health. *Public Health Forum*. 2020;28(1):81-83. DOI: 10.1515/pubhef-2019-0131
- Bayerische Landesärztekammer. Klimawandel und Gesundheit. München: Bayerisches Landesärztekammer; 2020. Zugänglich unter/available from: <https://www.blaek.de/fortbildung/seminare-veranstaltungen-der-blaek/klimawandel-und-gesundheit>

### Corresponding author:

Monika Himmelbauer  
 Medical University of Vienna, Teaching Center, Spitalgasse  
 23, A-1090 Vienna, Austria, Phone: +43  
 (0)1/40160-36867  
[monika.himmelbauer@meduniwien.ac.at](mailto:monika.himmelbauer@meduniwien.ac.at)

### Please cite as

Gundacker C, Himmelbauer M. The impact of climate change on the medical profession – a newly implemented course on medical ecology. *GMS J Med Educ*. 2023;40(3):Doc30.  
 DOI: 10.3205/zma001612, URN: urn:nbn:de:0183-zma0016120

### This article is freely available from

<https://doi.org/10.3205/zma001612>

Received: 2022-01-13

Revised: 2022-09-01

Accepted: 2022-10-31

Published: 2023-05-15

### Copyright

©2023 Gundacker 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/>.

# Die Auswirkungen des Klimawandels auf den ärztlichen Beruf – eine neu implementierte Lehrveranstaltung zur medizinischen Ökologie

## Zusammenfassung

**Zielsetzung:** Die Folgen des Klimawandels auf die Gesundheitssysteme, als auch die individuelle Mitbeteiligung am Klimawandel standen bislang nicht im Fokus des Studiums Humanmedizin. Der zunehmenden Bedeutung des Themas Rechnung tragend, wurden Vorlesung und Praktikum zur medizinischen Ökologie deshalb neu ausgerichtet. Um alle Studierenden zu erreichen, wurde diese Lehrveranstaltung im Kerncurriculum des ersten Studienjahres Humanmedizin verankert.

**Methodik:** Das Lehrkonzept basiert auf der Lernmethode „mehrdimensionales Lernen“. Die theoretische Auseinandersetzung mit Umweltveränderungen, insbesondere dem Klimawandel, wird im Rahmen einer Vorlesung an den Ausgangspunkt gestellt, gefolgt von der Umsetzung der theoretischen Grundlagen in praktisches Wissen durch Berechnung des ökologischen Fußabdrucks und daran anschließender Reflexion zu den neu gelernten Inhalten. Das Projekt wurde mittels eines selbst konstruierten Kursbewertungsinstruments (drei Feedback-Fragen) sowie eines universitätsinternen Online-Tools evaluiert.

**Ergebnisse:** 656 Studierende (100%) beschreiben die wichtigsten Erkenntnisse, die sie in der Lehrveranstaltung gewonnen haben. Ein Drittel der Studierenden (N=218) gibt an, an einem weiterführenden Seminar teilnehmen zu wollen. 137 Studierende kommentieren spezifische Aspekte. Insgesamt bekundeten die Studierenden großes Interesse für das Thema Medizinische Ökologie. Sie reflektieren in bemerkenswert (selbst)kritischer Weise den individuellen Anteil am Klimawandel und können die Gesundheitsfolgen des Klimawandels klar benennen. Die Inhalte sollen in einem vertiefenden Seminar ausgebaut werden.

**Schlussfolgerung:** Das Konzept der Lehrveranstaltung hat sich als zielführend erwiesen, um relevante und komplexe Inhalte der Medizinischen Ökologie verständlich aufzubereiten. Sowohl Vorlesung als auch Praktikum sollen entsprechend weiterentwickelt werden.

**Schlüsselwörter:** medizinische Ökologie, Klimawandel, mehrdimensionales Lernen

Claudia Gundacker<sup>1</sup>  
Monika Himmelbauer<sup>2</sup>

1 Medizinische Universität  
Wien, Institut für  
Medizinische Genetik, Wien,  
Österreich

2 Medizinische Universität  
Wien, Teaching Center, Wien,  
Österreich

## 1. Einleitung

### 1.1. Beschreibung des Themenfeldes

Die medizinische Ökologie befasst sich mit den anthropogenen Veränderungen der Umwelt und deren Rückwirkungen auf die menschliche Gesundheit. Zu diesen zählen Umweltverbrauch (Übernutzung von Böden, Gewässern, Naturlandschaften), Umweltbelastungen (Industriechemikalien, Umweltschadstoffe, Lärm, Verkehrsemissionen, energiereiche Strahlung, Lichtverschmutzung), Änderungen der Biodiversität (Verschleppung von Arten, Reduzierung der Artenvielfalt), Gentechnik (genetisch modifizierte

Arten) und globale Erwärmung (Klimawandel durch global ansteigende Treibhausgas-Emissionen).

Im Jahr 2012 wurden 12,6 Millionen Todesfälle (23% aller Todesfälle weltweit) auf veränderbare Umweltfaktoren, von denen viele mit dem Klimawandel zusammenhängen, zurückgeführt [1]. Der neueste Bericht des Weltklimarats IPCC [2] belegt, dass zahlreiche Klimafolgen, einschließlich der Extremereignisse, intensiver und häufiger geworden sind und diese auch in den kommenden Jahrzehnten bestehen bleiben, einhergehend mit weiterhin steigenden Temperaturen. In allen untersuchten Emissions-Szenarien wird die globale mittlere Oberflächentemperatur zu Beginn der 2030er Jahre den Wert von +1,5 °C relativ zum vorindustriellen Niveau erreichen, bis 2050 wird sie auf +1,6 °C bis +2,4 °C steigen.

Die Herausforderung für die globalen Gesundheitssysteme liegt darin, auf Hitzewellen, veränderte Arbeitskapazitäten, extreme Wetterereignisse (Waldbrände, Hochwasser, Dürre), klimaabhängige Infektionskrankheiten, Unterernährung, Migration, sowie die damit in Zusammenhang stehenden Erkrankungen und Todesfolgen, vorbereitet zu sein [3].

Die „Klimawandel-Krise“ wird aber auch als Chance begriffen, um globale Gesundheit im 21. Jahrhundert gewährleisten zu können [4]. Eine zentrale Voraussetzung dafür ist es, sowohl künftige Ärzt\*innen zu den erwartbaren Folgen für den Arztberuf zu informieren, als auch Bewusstsein bei den Medizinstudierenden für den anthropogenen Beitrag zum Klimawandel zu schaffen.

## 1.2. Motivation und Ziele

Die zentrale Motivation war, die Studierenden zu schulen, Zusammenhänge zwischen anthropogenen globalen Umweltveränderungen und den damit assoziierten lokalen Gesundheitsfolgen zu erkennen. Die mit dem Klimawandel einhergehenden Hitzewellen und deren Folgen sind relativ einfach zu erfassen. Gesundheitsfolgen, die auf dem komplexen Zusammenwirken von globaler Erwärmung und anderen Umweltveränderungen beruhen, erfordern didaktische Vermittlung in kompakter Form. Studierende der Humanmedizin benötigen vorwiegend ein Grundverständnis dafür, dass die Menschen Teil ihrer Umwelt sind und entsprechend vorsorgend handeln sollten. Eine weitere Motivation war, Bewusstsein dafür zu schaffen, dass Veränderungen von Ökosystemen und ihrer Biome nachhaltig wirksam sind, mit mittel- und langfristigen Konsequenzen für die menschliche Existenz. Die neu implementierte Lehrveranstaltung soll unter der Prämisse „Information statt Verunsicherung“ also eine Aufbereitung der wichtigsten Fakten bieten.

## 2. Projektbeschreibung

### 2.1. Stellenwert und Ausrichtung der Lehrveranstaltung

Seit 2003 wird an der Medizinischen Universität Wien medizinische Ökologie als Teil des modular (d.h. in Blöcken) aufgebauten Studiums Humanmedizin in Block 6 des ersten Studienjahres gelehrt (siehe Abbildung 1). Wiewohl bis 2020 zu anthropogenen Umweltveränderungen (darunter auch der anthropogene Treibhauseffekt) unterrichtet wurde, standen sowohl explizite Auswirkungen auf die Gesundheitssysteme, als auch der individuelle Beitrag zum Klimawandel nicht im Fokus. Der zunehmenden Bedeutung des Themas Rechnung tragend, wurden Vorlesung und Praktikum zur Medizinischen Ökologie im Studienjahr 2020/21 neu ausgerichtet, d.h. die zuvor unterrichtete Parasitologie ausgelagert (diese wird nun in einer Vorlesung extra gelehrt) und in Bezug auf Umweltveränderungen auf die zwei großen Themenfelder Klimawandel und Biodiversität fokussiert.

### 2.2. Design und Strukturierung der Lehrveranstaltung

Im Studium Humanmedizin werden etwa 650 Studierende pro Jahrgang in Vorlesungen gemeinsam unterrichtet. Die Praktika werden – sofern ein Unterricht in physischer Präsenz möglich ist – in Kleingruppen von 10 Teilnehmenden abgehalten, um einen intensiven Austausch sowie Interaktion zu ermöglichen.

Die Lehrveranstaltung medizinische Ökologie besteht aus einer Vorlesung und einem Praktikum. Die Vorlesung Einführung in die medizinische Ökologie (1 akademische Stunde = aS) gibt einen Überblick zu Globaler Erwärmung (Ursachen, Prognosen, Gesundheitsfolgen) und Biodiversität (Verlust an Lebensraum und Arten, Alien species, Gesundheitsfolgen).

Das daran anschließende Praktikum medizinische Ökologie umfasst zwei Unterrichtseinheiten (2 aS).

In Unterrichtseinheit 1 (1 aS, Selbststudium) berechnen die Studierenden ihren individuellen ökologischen Fußabdruck und übertragen die Werte in global hectar zu Wohnen, Ernährung, Mobilität und Konsum sowie das Gesamt-Ergebnis und das Verhältnis (%) zum durchschnittlichen Fußabdruck in Österreich in eine Excel-Tabelle auf der Lehrplattform Moodle. Zudem wird das Wissen zu Umweltveränderungen und Gesundheitsfolgen mittels Multiple Choice (MC)-Fragen und Freitext-Antworten abgeprüft. In der zweiten Unterrichtseinheit (1 aS, nach Übermittlung des Gruppenergebnisses über Moodle) analysieren und reflektieren die Studierenden in Kleingruppen das individuelle Ergebnis und das Gruppenergebnis in Bezug auf den Fußabdruck in Österreich bzw. den globalen Fußabdruck.

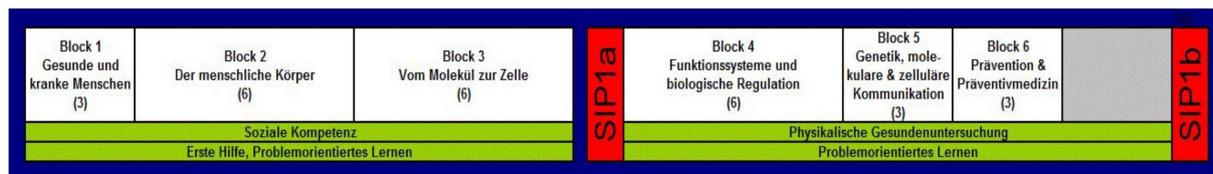
### 2.3. Lernziele

Die Lernziele der Lehrveranstaltung beziehen sich auf den Erwerb fachlicher kognitiver Fertigkeiten, aber auch auf affektive/Haltungen bezogene Kompetenzen und wurden von der LV-Leiterin in Absprache mit dem Blockplanungsteam und der Curriculumkommission Humanmedizin ausgearbeitet. Beispielhafte Lernziele für die Lehrveranstaltung sind in Tabelle 1 angeführt.

Die Lernziele des Praktikums, das immanenten Prüfungscharakter hat, sind erreicht, wenn 75% der Aufgabenstellungen im Seminar erfüllt (Berechnung des ökologischen Fußabdrucks, Selbststudium) bzw. 75% der Prüfungsfragen (10 Multiple Choice (MC)-Fragen und 8 Freitextfragen) richtig beantwortet wurden. Die Vorlesungsinhalte wurden zudem im Rahmen der Summativen Integrierten Prüfung am Ende des ersten Studienjahres (SIP 1) überprüft.

### 2.4. Didaktische Herangehensweise

Das Lehrkonzept basiert auf der Lernmethode „mehrdimensionales Lernen“. Dieses umschreibt in der Didaktik die Ausdehnung und Erweiterung des Lernens auf mehrere Bereiche des Fähigkeitsspektrums. Das „mehrdimen-



Das 1. Studienjahr umfasst die Blöcke 1 bis 6 (in Klammer die Anzahl der Wochen, die der jeweilige Block dauert)  
 Block 6: Prävention & Präventivmedizin beinhaltet die Medizinische Ökologie (insgesamt 3 Wochen = 27 aS Vorlesungen + 35 aS Seminare/Praktika);  
 in grün darunter sind die parallel stattfindenden Praktika dargestellt;  
 in den roten Querbalken sind die SIP1a und SIP1b jeweils am Ende des (1. und 2. Semesters abgebildet  
 aS = akademische Stunde, SIP = Summative Integrierte Prüfung.

Abbildung 1: Studienplan Humanmedizin 2020/21 (1. Studienjahr)

Tabelle 1: Lernziele medizinische Ökologie

#### Die Studierenden

- können den Begriff Klimawandel definieren.<sup>1</sup>
- kennen den Unterschied zwischen dem natürlichen und dem anthropogenen Treibhauseffekt.<sup>1</sup>
- können die Ursachen des anthropogenen Treibhauseffekts benennen.<sup>1</sup>
- kennen die Folgen des Klimawandels auch für Wien/Ö, einschließlich der Temperaturmodelle (best case/worst case-Szenarien).<sup>1</sup>
- können die Folgen des anthropogenen Treibhauseffekts für die menschliche Gesundheit (Zunahme welcher Krankheiten wird erwartet) erklären.<sup>1</sup>
- verstehen die Bedeutung intakter Ökosysteme und können die wichtigsten Risiken für die menschliche Gesundheit (reduzierte Biodiversität: Verlust an Therapeutika, Alien Species: Vektoren) erläutern.<sup>1</sup>
- sind in der Lage, die Dringlichkeit von Handlungsoptionen zur Verringerung ihres CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks zu erkennen und entsprechende Handlungsoptionen zu entwickeln.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kognitive Lernziele

<sup>2</sup>Affektive Lernziele

sionale Lernen“ zielt auf eine strukturelle Veränderung der Lernprozesse ab, um einerseits den unterschiedlichen Lernvoraussetzungen, andererseits den verschiedenen Sachaspekten des Lernstoffes bestmöglich gerecht zu werden [5]. In unserem Projekt stellt die theoretische Auseinandersetzung zu Umweltveränderungen insbesondere der Klimawandel im Rahmen einer Vorlesung den Ausgangspunkt dar, gefolgt von der Umsetzung praktischen Wissens durch Berechnung des ökologischen Fußabdrucks und daran anschließender Reflexion der neu gelernten Inhalte. Zudem soll im Anschluss Feedback (Meta-Kommunikation) zur Lehrveranstaltung gegeben werden.

Aufgrund der COVID-19-Pandemie wurde die Lehrveranstaltung, die im SS 2021 erstmalig stattfand, im Distant Learning-Format durchgeführt. Dieses war in Hinblick auf die synchron abgehaltene Vorlesung einfacher umzusetzen als in Bezug auf das Praktikum. Die Möglichkeit zur vertiefenden Diskussion war insbesondere für das Praktikum geplant, konnte im Distant Learning-Format aber nur bedingt realisiert werden.

## 2.5. Evaluation und Qualitätssicherung

Das Projekt wurde im Sinne der Qualitätssicherung mittels eines selbst konstruierten Kursbewertungsinstruments (drei Feedback-Fragen) (1) evaluiert, sowie zusätzlich durch die universitätsinterne Online-Evaluation (2) bewertet. Beide Erhebungen waren nicht verpflichtend und wurden (1) nach Beendigung des Seminars und (2) kurz nach Ende des Blockes 6 (am Ende des SS 2021) durchgeführt.

### LV-interne Erhebung

Da die Lehrveranstaltung erstmals durchgeführt wurde, wurde abschließend um Reflexion und Feedback gebeten. Das Ziel war es, die subjektive Wahrnehmung der Studierenden zum Thema Klimawandel zu ermitteln und für eine zukünftige Optimierung der Lehrveranstaltung zu klären, ob ein Bedarf an einem vertiefenden Seminar besteht. Es kamen dabei zwei offene und eine geschlossene Frage zum Einsatz, die anschließend deskriptiv und qualitativ ausgewertet wurden.

*Bilden Sie in Ihrer Kleingruppe fünf Zweier-Gruppen und diskutieren Sie folgende Punkte, die Sie dann bitte stichwortartig festhalten.*

*Frage 1: Was waren die wichtigsten Erkenntnisse, die Sie in den Lehrveranstaltungen zur Medizinischen Ökologie gewonnen haben? (Freitext)*

*Frage 2: Würden Sie dazu ein vertiefendes Seminar besuchen wollen?*

Ja

Nein

*Frage 3: Falls Sie Anmerkungen und Anregungen haben, bitte hier notieren: (Freitext)*

Dem qualitativ orientierten Ansatz zufolge wurden die Auswertungsaspekte der offenen Fragen nahe am Material bzw. aus dem Material heraus entwickelt [6]. Im Zuge dessen wurde eine induktive Kategorienentwicklung umgesetzt, die sich an systematischen Reduktionsprozessen orientiert. Es konnten folgende Kategorien herausdestilliert werden: Hohe allgemeine Relevanz des Themas und Interesse an der Lehrveranstaltung, fehlende klinische Relevanz, Probleme des Distant Learning Formats.

Tabelle 2: Beispiele für die wichtigsten Erkenntnisse, die gewonnen wurden

„Der eigene ökologische Fußabdruck hat uns zu denken gegeben und unsere Aufmerksamkeit gegenüber einzelnen Aspekten verstärkt. Aufgrund der Ergebnisse (knapp unter dem österreichischen Durchschnitt) und mit der bis dato gefühlten ökologischeren Lebensweise verglichen mit dem Bekanntenkreis, kamen Zweifel über die gemittelten Angaben auf und wir haben über mögliches „Underreporting“ diskutiert. Dass der Klimawandel nicht nur Auswirkungen auf den zukünftigen Lebensstil hat, sondern tatsächliche Auswirkungen auf die Gesundheit und zwar über viele verschiedene Mechanismen, direkte und indirekte Faktoren. Dass viel mehr Öffentlichkeitsarbeit notwendig ist, die komplexe Zusammenhänge für verschiedene Bildungsschichten erklärt [...]“.

„Die Lehrveranstaltung hat uns einige Dinge aus einer neuen Perspektive sehen lassen. Davor hatte ich den Eindruck, dass ich keinen großen Impact auf meine Umwelt hätte, doch da habe ich mich leider geirrt. Wir haben gelernt, dass es wirklich auf jeden Einzelnen ankommt, wenn es darum geht, die Umwelt zu schützen und die Erde zu retten. Die Lehrveranstaltung hat mich zusätzlich dazu inspiriert, eine vegane Lebensweise für einen Monat auszuprobieren. Es ist eine persönliche Challenge an mein festgefahreneres Verhalten. [...] Was wir zusätzlich mitnehmen werden, ist eine neue Sichtweise auf unser Müllverhalten, denn auch hier sehen wir leider einen reichlichen Aufholbedarf. Es reicht nicht nur aus, Restmüll von Papier zu trennen, den Abfall, der anfallen könnte, muss bereits beim Einkauf vermieden werden. Wir leben in einer „Weg-Werf-Gesellschaft“, und das ist uns durch diese Lehrveranstaltung noch einmal schmerzlich ins Bewusstsein gedrungen – auch darauf, wie unsere Güter produziert werden.“

„Der ökologische Fußabdruck hat uns gezeigt, wo noch Verbesserungsbedarf im eigenen Lebensstil besteht. Die Tatsache, dass wir für unseren Lebensstil 3 Planeten benötigen, hat uns sehr schockiert. Besonders spannend und wichtig fanden wir die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels auf die Menschen in Österreich. Vor allem für uns als angehende Ärztinnen ist dieser Aspekt sehr wichtig. Obwohl man immer wieder mit dem Thema Klimawandel konfrontiert wird, ist einem doch selten bewusst, was für Auswirkungen dieser haben kann und wird. Daher ist es besonders wichtig, dass man sein Wissen um den Klimawandel immer wieder erweitert und zum Nachdenken angeregt wird.“

### Universitätsinterne Online-Evaluation

Von der universitätsinternen Stabstelle für Evaluation und Qualitätssicherung wurden alle Studierenden, die die Lehrveranstaltung medizinische Ökologie absolviert hatten, gebeten, einen Evaluationsbogen in digitaler Form auszufüllen. Zur Gewährleistung des Datenschutzes war die Befragung freiwillig und anonym. Die Fragen bezogen sich auf das Curriculumelement (drei allgemeine Fragen), auf die Vorlesung (7 Fragen) und das Praktikum (12 Fragen). Die Beurteilung der Fragen war auf einer 4-stufigen Likert-Skala (1=trifft nicht zu, 2=trifft wenig zu, 3=trifft eher zu, 4=trifft zu, bzw. 1=sehr schlecht, 2=eher schlecht, 3=eher gut, 4=sehr gut) dargestellt. Die deskriptive Auswertung der Online-Evaluation mittels IBM SPSS erfolgte durch die Stabstelle.

## 3. Ergebnisse

### 3.1. Studierenden-Kollektiv

Es nahmen 656 Studierende (350 Frauen, 276 Männer, 3 divers, 27 keine Angabe), die im Mittel 21,4±2,7 Jahre alt waren, an der Lehrveranstaltung teil. Alle Teilnehmer\*innen haben die Lehrveranstaltung positiv abgeschlossen. Es gab von allen 66 Kleingruppen Rückmeldungen. Der Rücklauf von Reflexion und Feedback betrug 100% bei Frage 1 (Wichtigste Erkenntnisse aus den Lehrveranstaltungen zur Medizinischen Ökologie) und 98% bei Frage 2 (Teilnahme an vertiefendem Seminar). 21% der Studierenden gaben weitere Anmerkungen und Anregungen (Frage 3) ab.

### 3.2. LV-interne Erhebung (Reflexion und Feedback der Studierenden)

#### 3.2.1. Die wichtigsten Erkenntnisse, die gewonnen wurden

Die qualitative Auswertung gibt Auskunft, dass großes Interesse für dieses Thema besteht, bei einigen Studierenden auch Betroffenheit erzeugt, Neugier und Überraschung geweckt, sowie Bewusstsein dazu geschaffen wurde, dass Umweltveränderungen eine Auswirkung auf den ärztlichen Beruf haben (Freitext-Beispiele siehe Tabelle 2).

#### 3.2.2. Vertiefendes Seminar

Ein Drittel der Studierenden (N=218) gibt an, an einem vertiefenden Seminar teilnehmen zu wollen, 422 Studierende (64%) möchten das nicht. 16 Studierende machen keine Angabe dazu.

#### 3.2.3. Feedback der Studierenden zur Lehrveranstaltung

Die Kommentare von 137 Studierenden (Freitext-Bespiele siehe Tabelle 3), die zusätzlich Feedback gaben, lassen sich qualitativ in vier Kategorien unterteilen: Hohe allgemeine Relevanz und Interesse an der Lehrveranstaltung, fehlende klinische Relevanz, Probleme des Distant Learning-Formats.

77 Studierende bewerten die Lehrveranstaltung als wichtig und interessant. Insbesondere die Berechnung des ökologischen Fußabdrucks wurde als bereichernd wahrgenommen. Weitere 25 Studierende messen der Lehrveranstaltung ebenfalls hohe Bedeutung und Relevanz zu, vermissen aber die klinische Relevanz.

Tabelle 3: Beispiele für Feedback der Studierenden zur Lehrveranstaltung

„...finde es sehr gut, dass die medizinische Uni auch Umweltaspekte in Gesundheit integriert, Fand den Einblick äußerst spannend und finde es toll, dass so ein aktuelles und wichtiges Thema im Curriculum verankert ist), und nicht zuletzt als relevant (finde es sehr gut, dass dieses Praktikum die Aufmerksamkeit auf wichtige Themen lenkt, die vielleicht nicht auf den ersten Blick so viel mit Medizin zu tun haben, aber sehr relevant für die Zukunft sind; Klimawandel ist auch in der Medizin ein äußerst relevantes Thema, über welches jetzige, aber noch wichtiger zukünftige Ärzte und Ärztinnen gut informiert sein müssen – die Probleme werden in den kommenden Jahrzehnten jedenfalls ansteigen und die Mediziner sollten darauf so gut wie möglich vorbereitet sein!“

„Persönlicher ökologischer Fußabdruck war spannend zu sehen; Selber den Ökologischen Fußabdruck zu ermitteln fand ich super.“

„Wie sehr die Medizin vom Klimawandel beeinflusst wird, wurde zwar angesprochen, aber ich hätte gerne mehr zu diesem Aspekt gehört; Umweltschutz ist ein sehr wichtiges...Thema. Dennoch konnte ich den Bezug zu meinem zukünftigen Beruf nur bedingt herstellen; Viele Themen des Arbeitsauftrages besitzen einen erwähnenswerten Einfluss auf die späteren Tätigkeiten als Arzt bzw. Ärztin ... Nichtsdestotrotz sollten die Ökologithemen noch medizinnaher vermittelt werden.“

„Bei einem Präsenzseminar mit Diskussionen hätte man vermutlich mehr gelernt, ... hätte es als Bereicherung empfunden, wenn ... ein persönlicher Austausch und eine Diskussion ... eingeplant gewesen wäre.“

35 Studierende widmen ihre Kommentare dem Design der Lehrveranstaltung, wobei das Distant-Learning Format bemängelt bzw. die Möglichkeit zur Diskussion vermisst wird.

### 3.3. Universitätsinterne Online-Evaluation

118 Studierende (18%) nahmen an der Online-Evaluation teil. Davon geben 75% an, dass die in der Lehrveranstaltung präsentierten Lerninhalte für ihre berufliche Laufbahn (als Ärzt\*in bzw. als medizinische\*r Wissenschaftler\*in) relevant sind, wobei dies für 26% sehr und für 49% eher zutrifft. 71% geben an, dass die an sie gestellten Anforderungen des Curriculelements genau richtig waren. Die Rücklaufquote der Online-Evaluation erscheint gering, ist für Online-Untersuchungen aber nicht ungewöhnlich [7].

## 4. Diskussion

### 4.1. Erreichung der Lernziele

Alle Studierenden erfüllten die Aufgabenstellung (Berechnung des ökologischen Fußabdrucks im Rahmen einer akademischen Stunde Selbststudium) und erreichten die Lernziele, d.h. 75% der Prüfungsfragen (10 MC- und 8 Freitextfragen) wurden richtig beantwortet. Die qualitative Auswertung der offenen Fragen zeigt auf, dass die Studierenden in bemerkenswert (selbst)kritischer Weise den individuellen Anteil am Klimawandel reflektierten und die Gesundheitsfolgen des Klimawandels klar benennen konnten. Somit wurde der zentrale Inhalt der medizinischen Ökologie (Wie verändern wir unsere Umwelt und wie wirkt sich das auf unsere Gesundheit aus?) in einem äußerst relevanten Bereich ausreichend erfasst. Die Ergebnisse demonstrieren auch, dass der schwerpunktmäßige Unterricht zu den Gesundheitsfolgen des Klimawandels bei den Studierenden großes Interesse hervorrief. Hier soll erwähnt sein, dass sowohl in der Vorlesung als auch im Praktikum zudem andere Umweltveränderungen<sup>1</sup> behandelt werden, deren Auswirkungen

unmittelbar nicht spürbar sind, die in Zukunft aber relevant werden könnten.

Die Verankerung der Medizinischen Ökologie (im engeren Sinn: Klimaschutz ist Gesundheitsschutz), ist in den Curricula Humanmedizin nicht oder nur selten der Fall, mitunter als postgraduelle Ausbildung [[https://iph.charite.de/forschung/klimawandel\\_und\\_gesundheit/](https://iph.charite.de/forschung/klimawandel_und_gesundheit/)]. Als Planetary Health ist sie in den Curricula der Public Health [8], [<https://www.klimawandel-gesundheit.de/>] eher beheimatet. Insgesamt wird die Bedeutung des Themas für die Humanmedizin aber erkannt [9], [10], [11].

Das Feedback der Studierenden unterstreicht zudem die Notwendigkeit, medizinische Ökologie im regulären Curriculum zu unterrichten, aber auch den Bedarf an vertiefendem Unterricht zu den Klimawandel-Folgen. Die quantitative als auch qualitative Auswertung der Feedback-Fragen belegt, dass das Thema als wichtig bzw. äußerst wichtig erachtet wird. Wiewohl für ca. zwei Drittel der Studierenden (64%) der Inhalt aber ausreichend behandelt wird, wünscht sich ein Drittel der Studierenden (218 von 656) ein vertiefendes Seminar. Dieser Wunsch zielt generell auf differenziertere Inhalte ab, sowohl in Bezug auf die Praxis und tatsächliche Anwendung von Wissen zum Thema Klimamedizin (z.B. Impfungen), als auch auf die Einbindung von Expert\*innen zu spezifischen Themen. Die geringe Rücklaufquote der Online-Evaluation könnte eine Limitation hinsichtlich der Interpretation der quantitativen Ergebnisse sein. Die Übereinstimmung dieser mit den qualitativen Analysen deutet aber darauf hin, dass die Ergebnisse repräsentativ sind.

### 4.2. Didaktik

Das didaktische Konzept „mehrdimensionales Lernen“ (die Verknüpfung theoretischer Inhalte mit der Umsetzung in praktisches Wissen durch Berechnung des ökologischen Fußabdrucks und daran anschließender Reflexion zu neu gelernten Inhalten) wurde von den Studierenden gut angenommen und konnte auch umgesetzt werden – wie dem Feedback zu den wichtigsten Erkenntnissen, die

gewonnen wurden, sowie der Reflexion zur Lehrveranstaltung insgesamt zu entnehmen ist.

Die Lehrveranstaltung fand im SS 2021 erstmalig statt. Die kurzfristige Umstellung auf das Distant Learning-Format – speziell beim Praktikum – stellte eine Herausforderung dar. So konnte eine vertiefende Diskussion der Inhalte im Distant Learning-Format kaum realisiert werden.

Die Möglichkeit mit den Studierenden per Moodle zu kommunizieren, wurde für das Korrigieren gravierender Fehler genutzt. Darüber hinaus nutzten wir das Moodle-Tool als Gelegenheit, ein Feedback-Schreiben an die Studierenden zu schicken, um die häufigsten Fehler konkret zu thematisieren.

## 5. Schlussfolgerung

Das Konzept der Lehrveranstaltung hat sich als zielführend erwiesen, um relevante und komplexe Inhalte der medizinischen Ökologie verständlich aufzubereiten. Sowohl Vorlesung als auch Praktikum sollen daher entsprechend weiterentwickelt werden, sowohl in Bezug auf die Verbesserung der Lehrqualität als auch auf Quervernetzungen im Curriculum, z.B. soll Bezug genommen werden auf Infektionskrankheiten, die in den Folgejahren gelehrt werden.

Aufgrund der großen Nachfrage wird ab WS 2022/23 ein vertiefendes Seminar angeboten. Im Rahmen dieses Seminars haben Studierende sowohl die Möglichkeit zu spezifischen Themen zu referieren, als auch die Gelegenheit mit Expert\*innen zu diskutieren. Für die Zukunft wäre es sinnvoll, weiterführende Lehrveranstaltungen zu Planetary Health ins Curriculum der Humanmedizin zu integrieren, um im Sinne einer Lernspirale die Studierenden für diesen Themenkomplex zu sensibilisieren und ihr Wissen profund zu erweitern.

## Fußnote

<sup>1</sup>Alien Species (Neobiota) als Krankheitsüberträger; Verlust an Biodiversität (Verlust an Lebensraum, Verlust an Arten als Reservoir für bioaktive Substanzen, die als Medikamente genutzt werden könnten); Genetisch veränderte Organismen

## Danksagung

Wir danken Sebastian Granitzer, Raimund Widhalm und Martin Forsthuber für die Unterstützung bei der Entwicklung des Praktikums sowie Tanja Paulmichl für die Mitarbeit bei der Auswertung der Feedback-Bögen. Prof. Harald Sitte danken wir herzlich für die Diskussion zur Vernetzung der Lehrinhalte innerhalb des Curriculums.

## Interessenkonflikt

Die Autorinnen erklären, dass sie keinen Interessenkonflikt im Zusammenhang mit diesem Artikel haben.

## Literatur

1. World Health Organization. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks. Geneva: World Health Organization; 2016.
2. Intergovernmental Panel on Climate Change (ipcc) Working Group 1. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. ipcc; 2021. Zugänglich unter/available from: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/#TS>
3. Watts N, Amann M, Arnell N, Ayeb-Karlsson S, Beagley J, Belesova K, Boykoff M, Byass P, Cai W, Campbell-Lendrum D, Capstick S, Chambers J, Coleman S, Dalin C, Daly M, Dasandi N, Dasgupta S, Davies M, Di Napoli C, Dominguez-Salas P, Drummond P, Dubrow R, Ebi KL, Eckelman M, Ekins P, Escobar LE, Georgeson L, Golder S, Grace D, Graham H, Haggard P, Hamilton I, Hartinger S, Hess J, Hsu SC, Hughes N, Mikhaylov SJ, Jimenez MP, Kelman I, Kennard H, Kiesewetter G, Kinney PL, Kjellstrom T, Kniveton D, Lampard P, Lemke B, Liu Y, Liu Z, Melissa L, Lowe R, Martinez-Urtaza J, Maslin M, McAllister L, McGushin A, McMichael C, Milner J, Moradi-Lakeh M, Morrissey K, Munzert S, Murray KA, Nevielle T, Nilsson M, Sewe MO, Oreszczyn T, Otto M, Owfi F, Pearman O, Pencheon D, Quinn R, Rabbaniaha M, Robinson E, Rocklöv J, Romanello M, Semenza JC, Sherman J, Shi L, Springmann M, Tabatabaei M, Taylor J, Trinanés J, Shumake-Guillemot J, Vu B, Wilkinson P, Winning M, Gong P, Montgomery H, Costello A. The 2020 report of The Lancet Countdown on health and climate change: responding to converging crises. *Lancet*. 2021;397(10269):129-170. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)32290-X
4. Watts N, Adger WN, Ayeb-Karlsson S, Bai Y, Byass P, Campbell-Lendrum D, Colbourn T, Cox P, Davies M, Depledge M, Depoux A, Dominguez-Salas P, Drummond P, Ekins P, Flahault A, Grace D, Graham H, Haines A, Hamilton I, Johnson A, Kelman I, Kovats S, Liang L, Lott M, Lowe R, Luo Y, Mace G, Maslin M, Morrissey K, Murray K, Neville T, Nilsson M, Oreszczyn T, Parthemore C, Pencheon D, Robinson E, Schütte S, Shumake-Guillemot J, Vineis P, Wilkinson P, Wheeler N, Xu B, Yang J, Yin Y, Yu C, Pong P, Montgomery H, Costello A. The Lancet Countdown: tracking progress on health and climate change. *Lancet*. 2017;389(10074):1151-1164. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)32124-9
5. Warwitz S, Rudolf A. Das Prinzip des mehrdimensionalen Lehrens und Lernens. In: Projektunterricht. Didaktische Grundlagen und Modelle. Schorndorf: Verlag Hofmann; 1977. p.15-22.
6. Mayring, P. Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. 7. Auflage. Weinheim: Deutscher Studien Verlag; 2000.
7. El-Menouar Y, Blasius J. Abbrüche bei Online-Befragungen : Ergebnisse einer Befragung von Medizinern. Köln: ZA-Information/Zentralarchiv für Empirische Sozialforschung; 2005. p.79-92.
8. Sozial- und Arbeitsmedizinische Akademie Baden-Württemberg e. V. (SAMA). Umweltmedizinische Fortbildung. Klimawandel und Gesundheit. Stuttgart: SAMA; 2021. Zugänglich unter/available from: <https://www.klimawandel-gesundheit.de/wp-content/uploads/2021/10/Klimawandel-und-Gesundheit-PR-Text-V3.pdf>
9. Maier L, Gerspacher L. „Klimasprechstunde“ an der Justus-Liebig-Universität Gießen. *Hess Ärztbl*. 2021;9. Zugänglich unter/available from: <https://www.laekh.de/heftarchiv/ausgabe/artikel/2021/september-2021/die-klima-krise-im-curriculum>

10. Böckmann M, Hornberg C. Klimawandel und Gesundheit: Neue Herausforderungen für Public Health. Public Health Forum. 2020;28(1):81-83. DOI: 10.1515/pubhef-2019-0131
11. Bayerische Landesärztekammer. Klimawandel und Gesundheit. München: Bayerisches Landesärztekammer; 2020. Zugänglich unter/available from: <https://www.blaek.de/fortbildung/seminare-veranstaltungen-der-blaek/klimawandel-und-gesundheit>

**Bitte zitieren als**

Gundacker C, Himmelbauer M. The impact of climate change on the medical profession – a newly implemented course on medical ecology. *GMS J Med Educ.* 2023;40(3):Doc30. DOI: 10.3205/zma001612, URN: urn:nbn:de:0183-zma0016120

**Artikel online frei zugänglich unter**

<https://doi.org/10.3205/zma001612>

**Eingereicht:** 13.01.2022

**Überarbeitet:** 01.09.2022

**Angenommen:** 31.10.2022

**Veröffentlicht:** 15.05.2023

**Copyright**

©2023 Gundacker 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/>.

**Korrespondenzadresse:**

Monika Himmelbauer  
Medizinische Universität Wien, Teaching Center,  
Spitalgasse 23, A-1090 Wien, Österreich, Tel: 43  
(0)1/40160-36867  
[monika.himmelbauer@meduniwien.ac.at](mailto:monika.himmelbauer@meduniwien.ac.at)