

Where do our students go? A blueprint for quantifying the local retention effect and its reach by tracking the career paths of medical students

Abstract

Objectives: Demographic and structural changes in the healthcare sector have led to an increasing shortage of physicians in Germany in recent years, especially in rural areas. Medical schools are increasingly making curricular adjustments to enhance the appeal of urgently needed positions in the healthcare sector. Graduate tracking is essential for evaluating curricula and optimization efforts, and therefore for the targeted improvement of healthcare provision.

Methods: Data on the professional activities of 333 medical graduates of the University of Witten/Herdecke (UW/H) were collected through online research based on the classification of the German physician statistics used by the German Medical Association (outpatient: employed or self-employed, inpatient: leading position or non-supervisory). Geographical analysis of the local retention effect was carried out using a geographic information system.

Results: Tracking reveals a significantly higher proportion of graduates working in outpatient health care (49.7%), which is due to the 69% increase in the rate of self-employment compared to the national average. The geographical analysis reveals a strong concentration of alumni in close proximity of the alma mater (retention effect), i.e. a 207-fold increase of the alumni density within a distance of 6 km around the UW/H. The local retention effect ranges approximately 30 km, where the increase is still 12-fold.

Conclusions: The methodological approach presented in this study provides a novel way for tracking alumni and quantifying their spatial distribution patterns. By demonstrating how such data can be systematically analyzed, the study offers a practical framework for the evaluation of medical faculties and can help estimating the potential impact of e.g. newly established medical faculties on local healthcare provision. Hence, this study can serve as a blueprint for similar alumni tracking approaches.

Keywords: medical education, medical faculty, career choice, ambulatory care, stay rate, pipeline effect, postgraduate follow-up, physician density, GIS, alumni density

Introduction

Ensuring comprehensive access to medical care in rural areas is a considerable challenge, not only in Germany and considerable efforts have already been made to address this issue [1], [2], [3]. The main problem is the growing shortage of physicians, particularly in primary care and in rural regions. According to data from the National Association of Statutory Health Insurance Physicians (Kassenärztliche Bundesvereinigung – KBV), the number of solo primary care practices in Germany has declined by nearly 9,000 between 2010 and 2024, representing a decrease of 25.8% (data from the National Association of Statutory Health Insurance Physicians, as

of 2024 [<https://gesundheitsdaten.kbv.de/cms/html/17020.php>]). Another trend is the change in the career preferences of young physicians [4]. Today, many prefer employment to self-employment, which makes it difficult to find successors for established medical practices. In addition, many employees opt for part-time models, which increases the demand for employment relationships. Only 57.5% of the 143,043 employed physicians were working full-time in 2024. This is 22% less than in 2014 (data from the National Association of Statutory Health Insurance Physicians, as of 2024 [<https://gesundheitsdaten.kbv.de/cms/html/16400.php>]).

In this context, graduate tracking is becoming increasingly important [5], [6], [7], [8]. By systematically recording

Robin Herbrechter¹
Stefanie Mattern¹
Sophie-Charlotte
Rosenberger¹
Annika Haupt¹
Marzellus Hofmann¹

1 Witten/Herdecke University (UW/H), Department of Human Medicine, Witten, Germany

and analyzing the professional careers of former students, valuable insights can be gained into their career paths and decisions. This information is essential for the evaluation of curricular incentives for certain fields of professional activity and hence for the targeted development of training programs. Overall, graduate tracking not only enables better planning and management of medical education, but also contributes to the development of long-term strategies for securing medical care, e.g. in rural areas.

Studies showed that growing up in a rural environment and getting a rural education are factors that encourage physicians to work in rural areas [9], [10], [11], [12], [13], [14]. Furthermore, the location of the medical school [15], [16] or the teaching/training hospital [17], [18] is a factor, as higher densities of physicians are found in the vicinity of educational institutions. This effect is called local retention effect or pipeline effect. Since previous studies on this topic refer to averaged data from entire districts or cities (data from municipalities, etc.) [15], [16], [17], [18], [19], [20], it was not possible to quantify the local retention effect and its fading at educational institutions in fine detail. This requires tracking at an individual level, as conducted in this study. Here we present a way to quantify the strength and reach of the local retention effect based on medical alumni of the University of Witten/Herdecke (UW/H). Although UW/H is located in the center of the Ruhr metropolitan region and the data obtained from UW/H alumni does not provide direct data on the strength of the local retention effect in rural areas, the methodology represents a valid approach to quantify this effect in detail.

The UW/H medical degree program has always been characterized by problem-based learning (PBL) and its strong practical focus as well as high patient-centeredness as well as the possibility for an integrated curriculum for anthroposophic medicine [21], [22]. Since increasing its capacity to 84 students per semester starting in the summer semester of 2019, UW/H has also been making a growing contribution in terms of numbers to address the emerging shortage of doctors. This study investigates the professional activities of graduates from 1999 to 2008. A comparison with the nationwide frequencies from the German physician statistics (Ärztstatistik der Bundesärztekammer) [<https://www.bundesaerztekammer.de/baek/ueber-uns/aerztstatistik/2024>] allows for a direct comparison of the data obtained. The geographical analysis of locations of professional activities carried out using free software and open geographical data demonstrates a methodological potential that can also provide an interesting basis for other faculties. The approach taken in this graduate tracking study can be seen as a guide for future studies, as such tracking will also become increasingly important in other areas and degree programs.

Methods

Online-research

To determine the career paths of medical school graduates from UW/H, an online search was conducted. This is common for such studies and usually yields the best return rates due to the often low response rates of online surveys [7], [8], [23], [24], [25], [26], [27]. The research was primarily conducted using search engines such as Google. Graduates' names and combinations of the names and specific keywords ("Arzt", "Praxis", "Universität Witten/Herdecke") were used for the online search. In addition, professional networks such as LinkedIn and XING were searched, as these platforms often contain up-to-date professional information [28]. Classifying the reliability of search results (reliable, unreliable, person not found) during the search process is a simple and efficient way to improve data quality. In search results classified as unreliable, a person with the respective name could be identified. However, a reliable attribution as a former student of UW/H was not possible. In reliable searches, the individuals were identified as UW/H graduates, e.g., on the basis of an online CV. Only data from graduates whose search results were classified as reliable were included in the analysis. In the present study, graduates from summer semester of 1999 to summer semester of 2008 were examined. This provides sufficient time after approbation for professional orientation and to finish postgraduate medical training to examine professional activity independently of the high initial professional turnover rates [29], [30].

Comparison with German physician statistics

Unlike many other studies, which perform postgraduate follow-ups in isolation for their own institution or a small circle of cooperating institutions [8], the data collection in this study was specifically adapted to the annual German physician statistics published by the German Medical Association, ensuring direct comparability with nationwide data. For professional activity, a comparison was made with the German physician statistic from December 2024, as this is closest to the time of the online research. Furthermore, results from earlier German physician statistics were included in figure 1 to visualize healthcare trends over the past 30 years. Similar to the German physician statistic, physicians working in inpatient care were categorized according to whether they held a leading position (leading position: directors and chief physicians) or not (*non-supervisory*). Physicians working in outpatient care were assigned to the categories of *self-employed* and *employed*. In addition, the categories of *government* and *others* were created for alumni not working in healthcare.

Source	Status (Year)	Subject	Frequency of Professional Activities (%)								Total number of persons
			Health Care						Government	Other	
			outpatient			inpatient					
employed	self-employed	total	leading position	non-supervisory	total						
this study	2025	UW/H alumni (1999-2008)	8.57	41.14	49.71	9.14	38.29	47.43	0.57	2.29	175
German physician statistics (Ärztstatistik, Bundesärztekammer)	2024	all practicing physicians in Germany	14.71*	24.39***	39.10**	3.82***	48.34**	52.16	2.72	6.02*	437100
	2023		14.03*	25.25***	39.28**	3.87***	47.91*	51.79	2.73	6.21*	428500
	2021		11.85	27.52***	39.37**	3.92***	47.70*	51.62	2.74	6.27*	416100
	2019		10.83	28.90***	39.74**	4.00***	47.49*	51.49	2.51	6.26*	402400
	2015		7.92	32.51*	40.43*	4.12***	46.94*	51.06	2.61	5.90*	371300
	2011		5.50	36.28	41.77*	3.98***	45.66	49.63	2.81	5.79*	342100
	2008		3.94**	39.32	43.26	6.26	41.85	48.11	3.07	5.57	319700
	2004		2.61***	40.93	43.54	4.80**	42.95	47.75	3.36*	5.35	306400
	2000		2.82***	40.79	43.60	4.89**	42.45	47.34	3.39*	5.67	294700
	1998		2.72***	40.70	43.41	4.84**	42.47	47.32	3.66*	5.61	287000
1995	0.51***	40.01	40.53*	4.75**	43.70	48.45	3.91*	7.12*	273900		

Figure 1: Heatmap showing the frequency of professional activities of UW/H alumni compared to the German physician statistics The heatmap color scale ranges from dark blue (minimum value) to dark red (maximum value). Frequencies that differ significantly from the UW/H cohort are marked with asterisks (Z-test for two proportions; *: p=0.05; **: p=0.01; ***: p=0.001).

Geographical analysis of professional activities

The location of the practices or place of employment (address, postal code, city, and state) were collected in order to analyze the geographical distribution. Their geographical distribution was analyzed and visualized using a geographic information system (QGIS, version: 3.40.5-Bratislava). Open data from the OpenStreetMap project were used by the Federal Agency for Cartography and Geodesy (Data License Germany – Version 2.0) to display the state and district boundaries of Germany (federal states: [https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/open-data/verwaltungsgebiete-1-2-500-000-stand-31-12-vg2500-12-31.html]; administrative districts: [https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/digitale-geodaten/verwaltungsgebiete/verwaltungsgebiete-1-5-000-000-stand-01-01-vg5000-01-01.html]). For the color shading of districts based on physician density (number of physicians per 100,000 inhabitants), data from the National Association of Statutory Health Insurance Physicians [https://gesundheitsdaten.kbv.de/cms/html/16402.php] were used. The national borders of the countries neighboring Germany were obtained from the Geographical Information Systems for the COMmission of European Community (GISCO) via the Eurostat website [https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/gisco/geodata/administrative-units/countries]. The addresses of the locations of professional activities were converted into geographical coordinates using Michael Minn's Python plug-in MMQGIS [https://plugins.qgis.org/plugins/mmqgis/]. The linear distance (air-line distance) between these places and the UW/H were calculated using the distance matrix function in QGIS. The analysis of alumni density as a function of the distance between the work-

place and the alma mater was carried out by determining the frequency of alumni in defined concentric circles around the UW/H. This is emphasized in figure 2 A. The exact lengths of the radii of the circles enclosing the ring-shaped areas are: 6, 12, 22, 33, 47, 60, 80, 106, 150, 184, 212, 237, 260, 280, 300, 318, 336, 353, 368, 383, 397, 411, 424, 437, 450, 462, 474, 486, 498, 509, 520 km. The analysis was performed independently of the geographical coordinates based on the previously determined linear distance in Excel using automated counting with the COUNTIF function (e.g.: =COUNTIF(C\$2:C\$78;"<"&B96)-COUNTIF(C\$2:C\$78;"<"&B95); C\$2:C\$78: range with linear distances, B95: inner radius of the ring-shaped area, B96: outer radius of the ring-shaped area).

Data analysis and visualization

Data collection, analysis, and visualization were performed using Excel (Microsoft Office Professional Plus 2016) and QGIS (version: 3.40.5-Bratislava) for geographical data. The statistical significance of two rates (compare figure 1) was analyzed using the Z-test for two proportions and multiple group comparisons were made using the Kruskal-Wallis Test.

Ethics vote

The Ethics Committee of Witten/Herdecke University approved this study (project number: S 114/2025).

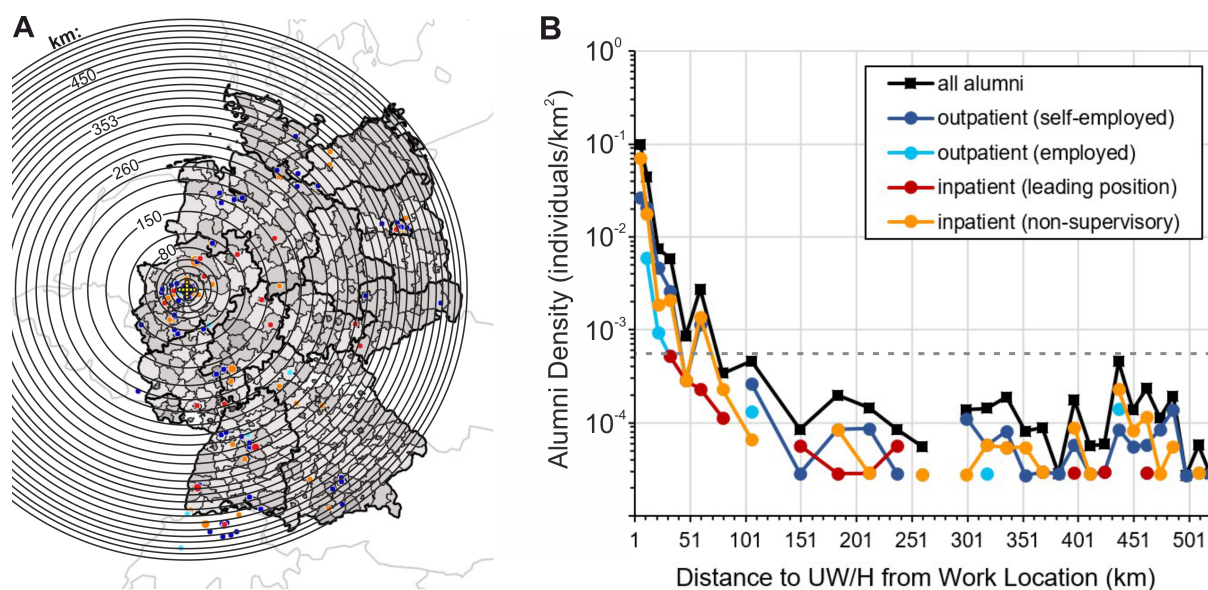


Figure 2: Alumni density and local retention effect

A) Defined ring-shaped areas for the quantification of the alumni density in dependence of the distance to the UW/H. B) Determined alumni density. The gray dashed line indicates the hypothetical alumni density in case of homogeneous distribution across Germany.

Results

Professional activities

Of the 333 UW/H alumni, 176 (52.9%) could be reliably identified. Although women account for 59.5% of the 333 alumni, only 48.3% of the alumni identified through the research are female. The higher proportion of marriage-related name changes among women [31] is likely to be the main reason for this imbalance in the online traceability. Of the 176 individuals identified, 175 were working at the time of the research. The following results are based on these 175 professionally active alumni. Only 5 alumni (2.9%) are not working in healthcare, but employed in public authorities or as program coordinators in medical education. This is significantly less than the national average (2024 German physician statistic; $p=0.0379$). The remaining 170 alumni are divided almost equally between outpatient (87 individuals) and inpatient (83 individuals) healthcare (see figure 1). Identified UW/H alumni are significantly less likely to pursue careers outside of healthcare than the national average (compared to the 2024 German physician statistic; $p=0.0059$). The frequency of physicians working in outpatient care among UW/H alumni is approximately 26% higher than the national average (2024 German physician statistic; $p=0.004$). This is due to the high proportion of physicians in private practice (41.1%), which is significantly higher than the national average at 24.4% (2024 German physician statistic; $p<0.000000$). There are no overall differences in inpatient care, although UW/H alumni are more likely to hold leading positions as directors or chief physicians (2024; German physician statistic; $p=0.00024$). Of these 16 alumni with leadership positions in inpatient healthcare, only two are female (12.5%). The proportion of women among employed alumni in outpa-

tient healthcare is high with 80% (12 out of 15 people). In the other two categories, the gender ratio is balanced (proportion of women: inpatient (employed): 47.8%, outpatient (self-employed): 51.4%).

Geographical distribution of locations of professional activity

The geographical distribution of alumni working in healthcare was analyzed and visualized using a geographic information system (see figure 3). A total of 168 alumni from mainland Europe were included, and their locations of professional activities (location of the clinic/practice) were marked according to their affiliation with one of the four groups from the German physician statistic. The alumni are spread across Germany, but there is a strong concentration in the densely populated Ruhr area, especially around UW/H. Further concentrations are in Berlin and the part of Switzerland bordering Germany around Zurich and Basel. A connection between alumni working in Berlin and Basel and the anthroposophical clinics there (GKH Havelhöhe and Klinik Arlesheim) was checked due to the possibility of an additional qualification in anthroposophic medicine at the UW/H, but could not be found. Apart from some practices in rural districts such as Altenkirchen, Havelland, Sigmaringen, or Herzogtum Lauenburg, the distribution patterns of UW/H alumni resemble the nationwide distribution trends mentioned at the beginning, with increased numbers working in metropolitan regions or close to metropolitan areas.

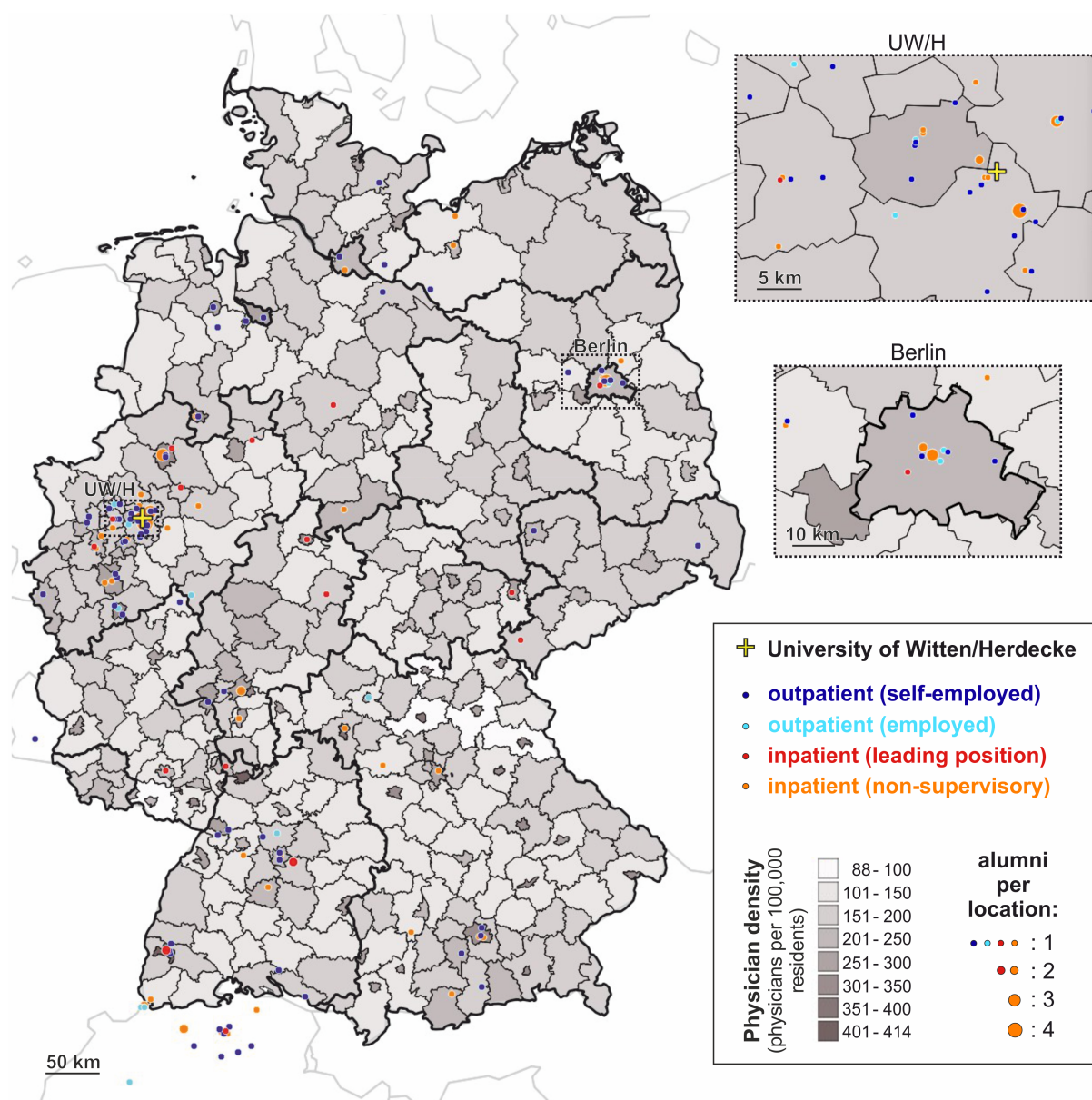


Figure 3: Geographical distribution of the locations of UW/H alumni's professional activities.

The gray background indicates the general density of physicians in each district, and the size of the dots indicates the number of alumni at each location.

Quantification of the local retention effect

Since alumni tend to work close to their alma mater [15], [18] and there is no precise quantification of the extent of this effect to date, we determined the alumni density as a function of distance from UW/H. In the case of a homogeneous distribution of the 168 alumni throughout Germany, the alumni density would be 0.00047 alumni/km² (dashed gray line in figure 2 B). The UW/H alumni densities determined for the ring-shaped areas are above this theoretical value within a radius of 60 km (r_0 to r_{60} = 0.00531 alumni/km²). Within this 60 km radius, the alumni density decreases 35-fold from the innermost circle with a radius of 6 km (r_0 to r_6 = 0.09726 alumni/km²) to the ring with a radius of 47 to 60 km (r_{47} to r_{60} = 0.00275 alumni/km²). The density outside this 60 km radius is

3.6 times lower than that of the theoretical uniform distribution (r_{60} to r_{520} = 0.00013 alumni/km²). This shows a strong concentration within a very small radius of 12 km around the UW/H (factor of density increase compared to the theoretical uniform distribution: r_0 to r_6 : 207; r_6 to r_{12} : 94; r_{12} to r_{22} : 16; r_{22} to r_{33} : 12; r_{33} to r_{47} : 1.8; r_{47} to r_{60} : 5.8). The decrease in the concentration factor with increasing distance from UW/H appears similar in all four groups of professional activities. The mean distances from UW/H to the location of professional activity are 222±184 km (outpatient (self-employed)), 261±192 km (outpatient (employed)), 223±139 km (inpatient (leading position)), and 220±189 km (inpatient (non-supervisory)) and the four groups doesn't differ significantly (Kruskal-Wallis Test, $p=0.76521$).

Discussion

Tracking former students is important for evaluating degree programs and changes to the curriculum [6], [7], [28], [32], [33], [34], but also for determining the success of individual projects and courses, such as rural doctor programs or summer schools [5], [35]. By taking additional parameters into account, such as examination results or duration of study, further exciting insights can be gained [36].

Tracking graduates is associated with various challenges. For example, the availability of alumni decreases over time as contact details change and are seldom updated. Alumni email addresses are also used or accessed less frequently, which makes reliable communication difficult [37]. It is therefore not surprising that the response rate for data collection via surveys is rather low [10], [12], [26], [27]. The alternative is time-consuming and labor-intensive research, which, thanks to increasing digitalization and professional social media presence (e.g., LinkedIn or XING), enables higher hit rates of mostly over 60% [7], [24], [25]. Without constant and time-consuming maintenance of alumni databases, it will be difficult to achieve hit rates close to 100%, e.g., due to name changes following marriage. Even if the research is mainly carried out by temporary staff with low hourly wages (as in the present study), high costs can still arise. For example, 50,000 Canadian dollars were spent on research work carried out by temporary staff for the alumni tracking of the University of Toronto's 10,000 PhD project [25]. Another problem with tracking graduates is the lack of comparability between individual studies [8]. Orientation on nationwide records, such as the German physician statistics, is a good way to improve the comparability of different studies. A uniform, centralized, nationwide approach (e.g., by including the universities and places of professional activities in the German physician statistic, followed by an automated analysis at the level of the individual faculties) could provide all medical faculties with important feedback on the outcomes of their faculties in a more efficient manner.

Alumni tracking studies usually focus on analyzing professional activities. An analysis of geographical location is less common and is usually based on officially available averaged data from authorities or district administrations [15], [16], [17], [18], [19], [20]. The analysis of alumni distribution at the level of individual locations of professional activities examined here was able to demonstrate for the first time the strong local retention effect in vicinity of the educational institution. The distribution of alumni and the retention effect also depends on regional factors. If, for example, a medical school is located in a rural town, the potential lack of clinics outside the town will inevitably lead to a drastic reduction in the density of stationary employed alumni. In contrast, UW/H is located in the densely populated Ruhr area with a high demand for medical professionals. Since UW/H alumni are more prevalent in densely populated regions with an academic environment (e.g., the Ruhr area, Berlin, Zurich/Basel),

the general preference of medical students for metropolitan areas [1], [2], [3] can be reconfirmed. The observed concentration of alumni around the UW/H is therefore based on the region's sociocultural characteristics. The fact that the alumni density decreases more than tenfold within a radius of about 20 km, despite the metropolitan character of the included area and the presence of up to approximately 60 clinics as potential employers, for example, suggests that the local retention effect additionally contributes to the observed concentration of alumni in close proximity of the UW/H. In order to assess the scope of the retention effect more accurately, further studies of this kind are needed in other regions with different local conditions. Faculties in rural areas are particularly interesting in this regard. This allows for a better assessment of the influence of different local conditions on the retention effect and thus the impact of the location of a medical school on the local physician density. A medical school in a rural area could offer benefits to the region not just because of the retention effect. Since students would live in a rural area for several years during their studies, and this is a key predictor of future employment in rural areas [9], [10], [11], [12], [13], [14], this could have a synergistic effect together with the retention effect. Strong integration of surrounding clinics and practices into training represents a further opportunity to strengthen local healthcare provision in the long term.

The analysis of the professional activities of the 175 alumni shows an above-average employment rate in outpatient care, especially in private practices. In inpatient care, leading positions among alumni are more than twice as frequent as the current national average (German physician statistic, 2024). This could be related to competence-oriented teaching [21], as communication and teamwork skills are crucial leadership competencies [38]. The possibility of a discovery bias should also be considered when interpreting the frequencies of professional activities presented here, as individual groups, such as directors and chief physicians, may have higher online discoverability and thus lead to an overestimation. The low proportion of women in leadership positions is consistent with the prevailing gender gap in the clinical setting [39], [40].

We would like to point out that the results of this study are hard to generalize. The UW/H's model program is different from the curriculum at national universities. PBL is the leading approach for instruction and clinical training takes place in a decentralized manner in numerous cooperating clinics spread across a wide geographical area rather than in a central university hospital [21], [22]. In addition, students are not selected on the basis of their grades, but undergo a special selection process involving several interviews, in which their attitude and motivation are assessed in addition to their academic aptitude [41]. The differences in the selection and training of students could have a significant impact on their career paths. The location of UW/H in the center of a large metropolitan area must also be taken into account for the interpretation of the observed alumni distribution. Therefore, addi-

tional faculties are encouraged to conduct comparable studies to improve our understanding of the post-graduation pathways and regional distribution of alumni. If larger numbers of alumni can be gathered, for example in larger faculties, it might also be statistically feasible to analyze individual medical specialties. Moreover, further studies could analyze the alumni's motivations for their respective career decisions (activity and choice of location) to improve our understanding of student's professional decision making.

Conclusions

Two key aspects characterize the approach presented here for tracking former medical students. On the one hand, the combination with the nationwide German physician statistics enables the classification of the data obtained. On the other hand, the geographical tracking of alumni's workplaces at an individual level allows the quantification of the strength and reach of the local retention effect for the first time and enables the estimation of the meaning of a medical school's location. The retention effect should also be quantified in rural regions, which will improve understanding of the retention effect under different regional circumstances. These findings are of great importance for the evaluation of medical faculties or, for example, for the selection of the locations of new medical schools or teaching hospitals to improve local medical care.

Acknowledgements

The authors would like to thank Anke Bauske (Head of Student Affairs, UW/H) for providing the lists of graduates' names.

Notes

Author contributions

R.H. conceived and designed research; S.M., S.C.R., and R.H. performed online research; R.H. analyzed data; R.H., M.H., and A.H. interpreted research results; R.H. prepared figures and drafted manuscript; R.H., A.H. and M.H. edited and revised manuscript; R.H., S.M., S.C.R., A.H., and M.H. approved final version of manuscript.

Authors' ORCIDs

- Robin Herbrechter: [0000-0002-2857-9136]
- Stefanie Mattern: [0009-0008-0274-8262]
- Sophie-Charlotte Rosenberger: [0009-0000-0367-6506]
- Annika Haupt: [0009-0000-6090-3576]

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

References

1. Rosenthal MB, Zaslavsky A, Newhouse JP. The geographic distribution of physicians revisited. *Health Serv Res.* 2005;40(6 Pt 1):1931-1952. DOI: 10.1111/j.1475-6773.2005.00440.x
2. Elma A, Nasser M, Yang L, Chang I, Bakker D, Grierson L. Medical education interventions influencing physician distribution into underserved communities: a scoping review. *Hum Resour Health.* 2022;20(1):31. DOI: 10.1186/s12960-022-00726-z
3. Longenecker RL, Andrilla CHA, Jopson AD, Evans DV, Schmitz D, Larson EH, Patterson DG. Pipelines to Pathways: Medical School Commitment to Producing a Rural Workforce. *J Rural Health.* 2021;37(4):723-733. DOI: 10.1111/jrh.12542
4. Gigou S, Corazza L, Fett S, Tauscher M, Gerlach R, Donnachie E, Schneider A. Entwicklung der Ärzt*innenzahlen und Beschäftigungsverhältnisse in Bayern – Trends in den Ärzt*innenstatistiken der Bayerischen Landesärztekammer und der Kassenärztlichen Vereinigung Bayerns [Physician Numbers and Employment in Bavaria: Trends in statistics of the Bavarian Medical Association and the Association of Statutory Health Insurance Physicians of Bavaria]. *Gesundheitswesen.* 2024;86(12):803-813. DOI: 10.1055/a-2328-4088
5. Desmond RA, Padilla LA, Daniel CL, Prickett CT, Venkatesh R, Brooks CM, Waterbor JW. Career Outcomes of Graduates of R25E Short-Term Cancer Research Training Programs. *J Cancer Educ.* 2016;31(1):93-100. DOI: 10.1007/s13187-014-0786-8
6. Akabas MH, Brass LF. The National MD-PhD Program Outcomes Study: career paths followed by Black and Hispanic graduates. *JCI Insight.* 2024;9(9):e178248. DOI: 10.1172/jci.insight.178248
7. Lee CC, Vear A, Howard B, Choate J. Tracking graduate outcomes of undergraduate physiology major students. *Adv Physiol Educ.* 2025;49(6):297-303. DOI: 10.1152/advan.00240.2024
8. Krasna H, Gershuni O, Sherrer K, Czabanowska K. Postgraduate Employment Outcomes of Undergraduate and Graduate Public Health Students : A Scoping Review. *Public Health Rep.* 2021;136(6):795-804. DOI: 10.1177/0033354920976565
9. Farmer J, Kenny A, McKinstry C, Huysmans RD. A scoping review of the association between rural medical education and rural practice location. *Hum Resour Health.* 2015;13:27. DOI: 10.1186/s12960-015-0017-3
10. Kondalsamy-Chennakesavan S, Eley DS, Ranmuthugala G, Chater AB, Toombs MR, Darshan D, Nicholson GC. Determinants of rural practice: positive interaction between rural background and rural undergraduate training. *Med J Aust.* 2015;202(1):41-45. DOI: 10.5694/mja14.00236
11. Pagaiya N, Kongkam L, Sriratana S. Rural retention of doctors graduating from the rural medical education project to increase rural doctors in Thailand: a cohort study. *Hum Resour Health.* 2015;13:10. DOI: 10.1186/s12960-015-0001-y
12. Kwan MM, Kondalsamy-Chennakesavan S, Ranmuthugala G, Toombs MR, Nicholson GC. The rural pipeline to longer-term rural practice: General practitioners and specialists. *PLoS One.* 2017;12(7):e0180394. DOI: 10.1371/journal.pone.0180394
13. O'Sullivan BG, McGrail MR, Russell D, Chambers H, Major L. A review of characteristics and outcomes of Australia's undergraduate medical education rural immersion programs. *Hum Resour Health.* 2018;16(1):8. DOI: 10.1186/s12960-018-0271-2

14. Magnus JH, Tollan A. Rural doctor recruitment: does medical education in rural districts recruit doctors to rural areas? *Med Educ.* 1993;27(3):250-253. DOI: 10.1111/j.1365-2923.1993.tb00264.x
15. Brokaw JJ, Mandzuk CA, Wade ME, Deal DW, Johnson MT, White GW, Wilson JS, Zollinger TW. The influence of regional basic science campuses on medical students' choice of specialty and practice location: a historical cohort study. *BMC Med Educ.* 2009;9:29. DOI: 10.1186/1472-6920-9-29
16. Park K, Kim H, Lee J, Shin J, Park A. Determinants of Working Practice Location for Clinicians According to High School, Medical School, and Resident Training Locations in Korea. *Healthcare (Basel).* 2023;11(9):1203. DOI: 10.3390/healthcare11091203
17. McGrail MR, O'Sullivan BG. Increasing doctors working in specific rural regions through selection from and training in the same region: national evidence from Australia. *Hum Resour Health.* 2021;19(1):132. DOI: 10.1186/s12960-021-00678-w
18. Russo G, Ferrinho P, de Sousa B, Conceição C. What influences national and foreign physicians' geographic distribution? An analysis of medical doctors' residence location in Portugal. *Hum Resour Health.* 2012;10:12. DOI: 10.1186/1478-4491-10-12
19. Scholz S, Graf von der Schulenburg JM, Greiner W. Regional differences of outpatient physician supply as a theoretical economic and empirical generalized linear model. *Hum Resour Health.* 2015;13:85. DOI: 10.1186/s12960-015-0088-1
20. Bauer J, Brueggmann D, Ohlendorf D, Groneberg DA. General practitioners in German metropolitan areas - distribution patterns and their relationship with area level measures of the socioeconomic status. *BMC Health Serv Res.* 2016;16(1):672. DOI: 10.1186/s12913-016-1921-5
21. Schlett CL, Dahmen HD, Polacsek O, Federkeil G, Fischer MR, Bamberg F, Butzlaff M. Job requirements compared to medical school education: differences between graduates from problem-based learning and conventional curricula. *BMC Med Educ.* 2010;10:1. DOI: 10.1186/1472-6920-10-1
22. Frost K, Edelhäuser F, Hofmann M, Tauschel D, Lutz G. History and development of medical studies at the University of Witten/Herdecke - an example of "continuous reform". *GMS J Med Educ.* 2019;36(5):Doc61. DOI: 10.3205/zma001269
23. Daniel CL, Michael Brooks C, Waterbor JW. Approaches for longitudinally tracking graduates of NCI-funded short-term cancer research training programs. *J Cancer Educ.* 2011;26(1):58-63. DOI: 10.1007/s13187-010-0190-y
24. McMahon M, Habib B, Tamblin R. The Career Outcomes of Health Services and Policy Research Doctoral Graduates. *Healthc Policy.* 2019;15(SP):16-33. DOI: 10.12927/hcpol.2019.25982
25. Reithmeier R, O'Leary L, Zhu X, Dales C, Abdulkarim A, Aquil A, Brouillard L, Chang S, Miller S, Shi W, Vu N, Zou C. The 10,000 PhDs project at the University of Toronto: Using employment outcome data to inform graduate education. *PLoS One.* 2019;14(1):e0209898. DOI: 10.1371/journal.pone.0209898
26. Leider JP, Rockwood TH, Mastrud H, Beebe TJ. Engaging Public Health Alumni in the Tracking of Career Trends: Results From a Large-Scale Experiment on Survey Fielding Mode. *Public Health Rep.* 2024;139(2):255-262. DOI: 10.1177/00333549231168640
27. Zuniga NC, Colbern A. The Annual BUILD Snapshot: Tracking Alumni Outcomes. *HCI Intern 2021 Late Break Pap (2021).* 2021;13096:345-260. DOI: 10.1007/978-3-030-90328-2_22
28. Case TL, Gardiner A, Rutner P, Dyer JN. A LinkedIn Analysis of Career Paths of Information Systems Alumni. *J South Assr Inform Syst.* 2013;1(1):1-13. DOI: 10.3998/jsais.11880084.0001.102
29. Chen AS, Leet JG, Schneider B, Teramoto M, Abdullah NM, McCormick ZL. Physician turnover rates and job stability in interventional spine and pain practices: Results of an IPSIS survey study. *Interv Pain Med.* 2024;3(1):100392. DOI: 10.1016/j.inpm.2024.100392
30. Misra-Hebert AD, Kay R, Stoller JK. A review of physician turnover: rates, causes, and consequences. *Am J Med Qual.* 2004;19(2):56-66. DOI: 10.1177/106286060401900203
31. Shafer EF, Christensen MA. Flipping the (Surname) Script: Men's Nontraditional Surname Choice at Marriage. *J Fam Issues.* 2018;39(11):3055-3074. DOI: 10.1177/0192513X18770218
32. Silva EA, Mejia AB, Watkins ES. Where Do Our Graduates Go? A Tool Kit for Tracking Career Outcomes of Biomedical PhD Students and Postdoctoral Scholars. *CBE Life Sci Educ.* 2019;18(4):le3. DOI: 10.1187/cbe.19-08-0150
33. Glynn LG, Regan AO, Casey M, Hayes P, O'Callaghan M, O'Dwyer P, Culhane A, Cuddihy J, Connell BO, Stack G, O'Flynn G, O'Donnell P, O'Conner R, McKeague H, Mc Grath D. Career destinations of graduates from a medical school with an 18-week longitudinal integrated clerkship in general practice: a survey of alumni 6 to 8 years after graduation. *Ir J Med Sci.* 2021;190(1):185-191. DOI: 10.1007/s11845-020-02260-0
34. Reilly JM, Edge I, Greenberg I. Where Are They Now? Alumni Outcomes From a Medical School Primary Care Pathway Program. *Fam Med.* 2024;56(10):650-658. DOI: 10.22454/FamMed.2024.942291
35. Jamar E, Newbury J, Mills D. Early career location of University of Adelaide rural cohort medical students. *Rural Remote Health.* 2014;14:2592. DOI: 10.22605/RRH2592
36. Lightfoot RC, Doerner WG. Student Success and Failure in a Graduate Criminology/Criminal Justice Program. *Am J Crim Justice.* 2008;33(1):113-129. DOI: 10.1007/s12103-007-9029-4
37. Padilla LA, Venkatesh R, Daniel CL, Desmond RA, Brooks CM, Waterbor JW. An Evaluation Methodology for Longitudinal Studies of Short-Term Cancer Research Training Programs. *J Cancer Educ.* 2016;31(1):84-92. DOI: 10.1007/s13187-014-0758-z
38. Bornman J, Louw B. Leadership Development Strategies in Interprofessional Healthcare Collaboration: A Rapid Review. *J Healthc Leadersh.* 2023;15:175-192. DOI: 10.2147/JHL.S405983
39. Saadoun R, Risse E, Sadoun L, Kamal A, Pudzuhn A, Obermueller T. Gender distribution and women leadership in German Otolaryngology, Head and Neck Surgery. *Laryngoscope Investig Otolaryngol.* 2023;8(2):426-434. DOI: 10.1002/lio2.1050
40. Weiss M, Dogan R, Eisenberg U, Velalakan A, Krüger J, Moritz I, Nistor-Gallo D, Flueh C, Janz C, Ahmadi R, Hakvoort K, Forster MT; "Women in Neurosurgery - Open for all" - Official Commission of the German Society of Neurosurgery (DGNC). Path to success: female leaders in German neurosurgery. *Neurosurg Rev.* 2023;46(1):269. DOI: 10.1007/s10143-023-02163-5
41. Bokelmann A, Ehlers JP, Zupanic M. Multimodal selection of medical students: The predictive power of individual process components in the two-stage selection process at Witten/Herdecke University (UW/H). *Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes.* 2023;178:82-94. DOI: 10.1016/j.zefq.2023.02.003

Corresponding author:

Dr. rer. nat. Robin Herbrechter
Witten/Herdecke University (UW/H), Department of
Human Medicine, Alfred-Herrhausen-Str. 50, D-58448
Witten, Germany
robin.herbrechter@uni-wh.de

This article is freely available from
<https://doi.org/10.3205/zma001855>

Received: 2025-10-17
Revised: 2025-12-16
Accepted: 2026-02-16
Published: 2026-06-15

Please cite as

Herbrechter R, Mattern S, Rosenberger SC, Haupt A, Hofmann M. Where do our students go? A blueprint for quantifying the local retention effect and its reach by tracking the career paths of medical students. *GMS J Med Educ.* 2026;43(5):Doc61.
DOI: 10.3205/zma001855, URN: urn:nbn:de:0183-zma0018558

Copyright

©2026 Herbrechter 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/>.

Wohin gehen unsere Studierenden? Ein Blueprint zur Quantifizierung des Klebeeffektes und seiner Reichweite durch Tracking der Karrierewege von Medizinstudierenden

Zusammenfassung

Hintergrund: Demografische und strukturelle Veränderungen im Gesundheitswesen haben in den letzten Jahren zu einem zunehmenden Ärzt:innenmangel in Deutschland geführt, insbesondere in ländlichen Gebieten. Medizinische Fakultäten nehmen zunehmend curriculare Anpassungen vor, um die Attraktivität dringend benötigter Stellen im Gesundheitswesen zu erhöhen. Das Tracking von Alumni ist für die Evaluierung von Lehrplänen und Optimierungsbemühungen und damit für die gezielte Verbesserung der Gesundheitsversorgung von entscheidender Bedeutung.

Methoden: Daten zu den beruflichen Tätigkeiten von 333 Medizinabsolvent:innen der Universität Witten/Herdecke (UW/H) wurden mit einer Online-Recherche erhoben, die auf der Klassifizierung der deutschen Ärztestatistik basiert (ambulant: angestellt oder niedergelassen, stationär: leitende Position oder ohne Leitungsfunktion). Die geografische Analyse des Klebeeffektes wurde mithilfe eines geografischen Informationssystems durchgeführt.

Ergebnisse: Das Tracking zeigt einen signifikant höheren Anteil von Alumni, die in der ambulanten Gesundheitsversorgung tätig sind (49,7%), was auf den im Vergleich zum nationalen Durchschnitt um 69% höheren Anteil an Niederlassungen zurückzuführen ist. Die geografische Analyse zeigt eine starke Häufung von Alumni in unmittelbarer Nähe ihrer Alma Mater (Klebeeffekt), d. h. eine 207-fache Erhöhung der Alumnidichte in einem Umkreis von 6 km um die UW/H. Der Klebeeffekt hat eine Reichweite von ca. 30 km und die Erhöhung ist in dieser Entfernung 12-fach.

Schlussfolgerung: Die in dieser Studie vorgestellte Methodik bietet eine neuartige Möglichkeit, Alumni zu tracken und ihre räumliche Verteilung zu quantifizieren. Die hier präsentierte systematische Analyse bietet einen praktischen Rahmen für die Evaluierung von medizinischen Fakultäten und kann dazu beitragen, die potenziellen Auswirkungen, z. B. neu gegründeter medizinischer Fakultäten auf die lokale Gesundheitsversorgung, abzuschätzen. Somit kann diese Studie als Blueprint für ähnliche Ansätze zum Tracking von Alumni dienen.

Schlüsselwörter: medizinische Ausbildung, medizinische Fakultät, Berufswahl, ambulante Versorgung, Pipeline-Effekt, Tracking von Alumni, Ärzt:innendichte, GIS, Absolvent:innendichte

Einleitung

Die Sicherstellung einer flächendeckenden medizinischen Versorgung in ländlichen Regionen steht vor erheblichen Herausforderungen und beträchtliche Anstrengungen haben sich dieser Thematik bereits gewidmet [1], [2], [3]. Ein zentraler Aspekt ist der zunehmende Mangel an Ärzt:innen und Ärzten, insbesondere im hausärztlichen Bereich und in ländlichen Regionen. Die Zahl der hausärzt-

lichen Einzelpraxen ist von 2010 bis 2024 im gesamten Bundesgebiet um fast 9000 Praxen gesunken (-25,8%; Daten der Kassenärztlichen Bundesvereinigung, Stand 2024, [https://gesundheitsdaten.kbv.de/cms/html/17020.php]). Ein weiterer Trend ist der Wandel in den Berufspräferenzen junger Mediziner*innen [4]. Viele bevorzugen heutzutage eine Anstellung gegenüber der Selbstständigkeit in einer eigenen Praxis, was die Nachbesetzung von niedergelassenen Arztpraxen erschwert. Zudem entscheiden sich viele Angestellte für Teilzeitmodelle, was den Bedarf der Anstellungsverhältnisse erhöht.

Robin Herbrechter¹
Stefanie Mattern¹
Sophie-Charlotte
Rosenberger¹
Annika Haupt¹
Marzellus Hofmann¹

1. Universität Witten/Herdecke
(UW/H), Department
Humanmedizin, Witten,
Deutschland

Laut Daten der Kassenärztlichen Bundesvereinigung (KBV) arbeiteten 2024 nur noch 57,5% der 143043 angestellten Ärzt*innen in Vollzeit. Dies sind 22% weniger als im Jahr 2014 (Daten der Kassenärztlichen Bundesvereinigung, Stand 2024, [<https://gesundheitsdaten.kbv.de/cms/html/16400.php>]).

Vor diesem Hintergrund gewinnt das Absolvent*innen-Tracking zunehmend an Bedeutung [5], [6], [7], [8]. Durch die systematische Erfassung und Analyse der beruflichen Werdegänge ehemaliger Studierender können wertvolle Erkenntnisse über deren Karrierewege und Entscheidungen gewonnen werden. Diese Informationen sind essenziell, um Ausbildungsprogramme gezielt weiterzuentwickeln und Anreize für bestimmte Tätigkeitsbereiche zu schaffen. Insgesamt ermöglicht ein Absolvent*innen-Tracking nicht nur eine bessere Planung und Steuerung der medizinischen Ausbildung, sondern trägt auch dazu bei, langfristige Strategien zur Sicherung der medizinischen Versorgung, beispielsweise im ländlichen Raum, zu entwickeln.

Studien konnten ein Aufwachsen in ländlicher Umgebung und ländliche Ausbildung als förderliche Faktoren für eine Tätigkeit im ländlichen Raum zeigen [9], [10], [11], [12], [13], [14]. Weiterhin spielt der Standort der medizinischen Fakultät [15], [16] oder des Ausbildungskrankenhauses [17], [18] eine Rolle, da in der Nähe der Ausbildungsstätten erhöhte Ärzt*innendichten verzeichnet werden. Dieser Effekt wird als Klebeffekt (engl. local retention effect) oder Pipeline-Effekt bezeichnet. Da bisherige Studien sich auf gemittelte Daten ganzer Kreise oder Städte beziehen (Daten von Kommunen etc.) [15], [16], [17], [18], [19], [20], ist eine kleinschrittige Quantifizierung des Ballungseffektes an den Ausbildungsstätten nicht möglich. Dies setzt ein Tracking auf der Ebene der einzelnen Individuen voraus, wie es in dieser Studie durchgeführt wurde. Hier stellen wir eine Methode zur Quantifizierung der Stärke und Reichweite des Klebeffektes anhand von Alumni des Modellstudiengangs Medizin der Universität Witten/Herdecke (UW/H) vor. Obwohl die UW/H im Zentrum der Metropolregion Ruhrgebiet liegt und die von den UW/H-Alumni erhobenen Daten keine direkten Angaben zur Stärke des Klebeffektes in ländlichen Gebieten liefern, stellt die Methodik einen validen Ansatz zur detaillierten Quantifizierung dieses Effektes dar.

Der Modellstudiengang Medizin der UW/H ist seit jeher durch problemorientiertes Lernen (POL), seine ausgeprägte Praxisnähe, hohe Patient*innen-Zentriertheit sowie der Möglichkeit des integrierten Begleitstudiums Anthroposophie geprägt [21], [22]. Seit der Aufstockung auf 84 Studierende pro Semester ab dem Sommersemester 2019 leistet die UW/H auch zahlenmäßig einen wachsenden Beitrag zur Begegnung des aufkommenden Mangels an Ärzt*innen. Diese Studie zeigt den Verbleib der Absolvent*innen der Jahre 1999 bis 2008 hinsichtlich der beruflichen Tätigkeit. Der Vergleich mit den bundesweiten Häufigkeiten aus der Bundesärztestatistik [<https://www.bundesaerztekammer.de/baek/ueber-uns/aerztestatistik/2024>] ermöglicht eine direkte Einordnung der ermittelten Zahlen. Die durchgeführte geografische

Analyse unter Verwendung freier Software und offener Geodaten zeigt ein methodisches Potenzial auf, das auch für andere Fakultäten eine interessante Grundlage zur Bearbeitung eigener Fragestellungen bieten kann. Das Vorgehen dieses Alumni-Trackings kann als Orientierung für zukünftige Studien dieser Art gesehen werden, da ein solches Tracking auch in anderen Bereichen und Studiengängen zunehmend an Bedeutung gewinnen wird.

Methoden

Online-Recherche

Zur Erhebung des beruflichen Verbleibs von Absolvent*innen des Medizinstudiums an der UW/H wurde eine Online-Recherche durchgeführt, wie sie für derartige Untersuchungen üblich ist und aufgrund der oft niedrigen Rückläufe von Online-Befragungen meist die besten Ergebnisse liefert [7], [8], [23], [24], [25], [26], [27]. Die Recherche erfolgte primär über Suchmaschinen wie Google. Dabei wurden Kombinationen aus dem Namen der Absolvent*innen sowie spezifischen Schlüsselwörtern wie „Arzt“, „Praxis“ oder „Universität Witten/Herdecke“ verwendet. Zusätzlich wurden berufsorientierte Netzwerke wie LinkedIn und XING durchsucht, da diese Plattformen häufig aktuelle berufliche Informationen enthalten [28]. Eine Klassifizierung bezüglich der Sicherheit des Rechercheergebnisses (sicher, nicht sicher, Person nicht gefunden) während der Recherche stellt eine einfache und effiziente Möglichkeit zur Steigerung der Datenqualität dar. In den als unzuverlässig eingestuften Suchergebnissen konnte eine Person mit dem entsprechenden Namen identifiziert werden, eine zuverlässige Zuordnung als Absolvent*in der UW/H war jedoch nicht möglich. In zuverlässigen Suchergebnissen wurden die Personen als Absolvent*innen der UW/H identifiziert, z. B. anhand eines Online-Lebenslaufs. Nur Daten von Absolvent*innen, deren Suchergebnisse als zuverlässig eingestuft wurden, wurden in die Analyse einbezogen. Für die vorliegende Pilotstudie wurden die Abschlussjahrgänge vom Sommersemester 1999 bis zum Sommersemester 2008 untersucht. Dadurch liegt eine ausreichende Zeit nach der Approbationserteilung zur Weiterbildung und beruflichen Orientierung vor, um die berufliche Tätigkeit unabhängig der hohen initialen beruflichen Fluktuationsraten untersuchen zu können. [29], [30].

Vergleich mit der deutschen Ärztestatistik

Im Gegensatz zu vielen anderen Studien, welche den Verbleib zumeist isoliert für die eigene Institution oder einen kleinen Kreis kooperierender Institutionen betrachten [8], wurde die Datenerfassung in dieser Studie gezielt an die von der Bundesärztekammer veröffentlichten Daten der Ärztestatistik angepasst, wodurch eine direkte Vergleichbarkeit mit den bundesweiten Daten gewährleis-

Quelle	Stand (Jahr)	Betrachtet	Häufigkeit der beruflichen Tätigkeiten (%)							Behörden	andere	Anzahl betrachteter Personen
			Gesundheitsversorgung									
			ambulant			stationär						
angestellt	niedergelassen	gesamt	leitend	nicht-leitend	gesamt							
diese Studie	2025	UW/H-Alumni (1999-2008)	8,57	41,14	49,71	9,14	38,29	47,43	0,57	2,29	175	
Ärztstatistik	2024	alle berufstätigen Ärzt*innen im Bundesgebiet	14,71*	24,39***	39,10**	3,82***	48,34**	52,16	2,72	6,02*	437100	
	2023		14,03*	25,25***	39,28**	3,87***	47,91*	51,79	2,73	6,21*	428500	
	2021		11,85	27,52***	39,37**	3,92***	47,70*	51,62	2,74	6,27*	416100	
	2019		10,83	28,90***	39,74**	4,00***	47,49*	51,49	2,51	6,26*	402400	
	2015		7,92	32,51*	40,43*	4,12***	46,94*	51,06	2,61	5,90*	371300	
	2011		5,50	36,28	41,77*	3,98***	45,66	49,63	2,81	5,79*	342100	
	2008		3,94**	39,32	43,26	6,26	41,85	48,11	3,07	5,57	319700	
	2004		2,61***	40,93	43,54	4,80**	42,95	47,75	3,36*	5,35	306400	
	2000		2,82***	40,79	43,60	4,89**	42,45	47,34	3,39*	5,67	294700	
	1998		2,72***	40,70	43,41	4,84**	42,47	47,32	3,66*	5,61	287000	
1995	0,51***	40,01	40,53*	4,75**	43,70	48,45	3,91*	7,12*	273900			

Abbildung 1: Heatmap zur Häufigkeit beruflicher Tätigkeiten von UW/H-Alumni im Vergleich zur Ärztstatistik in Deutschland
Die Farbcodierung der Heatmap reicht von Dunkelblau (Minimalwert) bis Dunkelrot (Maximalwert). Signifikant von der UW/H-Kohorte abweichende Häufigkeiten sind mit Sternen markiert (Z-Test für zwei Anteile; *: p=0,05; **: p=0,01; ***: 0,001).

tet ist. Für die berufliche Tätigkeit erfolgte der Vergleich mit der Ärztstatistik von Dezember 2024, da diese dem Zeitpunkt der Recherche am nächsten kommt. Weiterhin wurden Ergebnisse aus früheren deutschen Arztstatistiken in Abbildung 1 aufgenommen, um die Trends im Gesundheitswesen der letzten 30 Jahre zu veranschaulichen. Ähnlich wie bei der Ärztstatistik wurden stationär tätige Ärzt*innen nach Vorliegen einer Leitungsfunktion kategorisiert (leitend: Direktor*innen und Chefärzt*innen). Die ambulant tätigen Ärzt*innen wurden den Kategorien *niedergelassen* und *angestellt* zugeordnet. Außerdem wurden die Kategorien *Behörden* und *andere* für die nicht in der Gesundheitsversorgung tätigen Alumni erstellt.

Geografische Analyse beruflicher Tätigkeiten

Der Ort der Niederlassung bzw. Anstellung (Anschrift, Postleitzahl, Stadt und Land) wurde ebenfalls erhoben, um die geografische Verbreitung analysieren zu können. Die geografische Verteilung der Tätigkeitsstätten wurde mit dem Geoinformationssystem QGIS (Version: 3.40.5-Bratislava) analysiert und visualisiert. Für die Darstellung der Landes- und Kreisgrenzen Deutschlands wurden offene Daten des OpenStreetMap-Projektes vom Bundesamt für Kartografie und Geodäsie (Datenlizenz Deutschland – Version 2.0) verwendet (Länder: [https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/open-data/verwaltungsgebiete-1-2-500-000-stand-31-12-vg2500-12-31.html]; Kreise: [https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/digitale-geodaten/verwaltungsgebiete/verwaltungsgebiete-1-5-000-000-stand-01-01-vg5000-01-01.html]). Für die Einfärbung der Kreise nach Ärzt*innendichte (Ärzt*innen je 100000 Einwohner*innen) wurden die Daten der Kassenärztlichen Bundesvereinigung [https://

gesundheitsdaten.kbv.de/cms/html/16402.php] verwendet. Die Landesgrenzen der an die Bundesrepublik Deutschland angrenzenden Länder wurden von Geographical Information Systems for the COmmission of European Community (GISCO) über die Website Eurostat bezogen [https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/gisco/geodata/administrative-units/countries]. Die Umwandlung der Anschriften der Tätigkeitsstätten in geografische Koordinaten erfolgte mit dem Python Plug-In MMQGIS von Michael Minn [https://plugins.qgis.org/plugins/mmqgis/]. Die Berechnung der linearen Entfernung (Luftlinie) dieser Tätigkeitsstätten von der UW/H erfolgte mit der Distanzmatrix-Funktion von QGIS. Die Analyse der Alumnidichte in Abhängigkeit von der Entfernung des Tätigkeitsortes zur Alma Mater erfolgte durch die Bestimmung der Häufigkeit von Alumni in den Bereichen definierter konzentrischer Kreise um die UW/H. Dies wird in Abbildung 2 A angedeutet. Die genauen Längen der Radien der Kreise, welche die ringförmigen Flächen eingrenzen, sind: 6, 12, 22, 33, 47, 60, 80, 106, 150, 184, 212, 237, 260, 280, 300, 318, 336, 353, 368, 383, 397, 411, 424, 437, 450, 462, 474, 486, 498, 509, 520 km. Die Analyse erfolgte unabhängig von den geografischen Koordinaten aufgrund der zuvor ermittelten linearen Entfernung in Excel durch automatisiertes Auszählen mit der ZÄHLEN WENN-Funktion (z. B.: =ZÄHLENWENN(C\$2:C\$78;"<"&\$B96) -ZÄHLENWENN(C\$2:C\$78;"<"&\$B95); C\$2:C\$78: Bereich mit den ermittelten linearen Distanzen, B95: Innenradius des ringförmigen Bereichs, B96: Außenradius des ringförmigen Bereichs).

Datenauswertung und -visualisierung

Die Datensammlung, Auswertung und Visualisierung erfolgte mit Excel (Microsoft Office Professional Plus 2016)

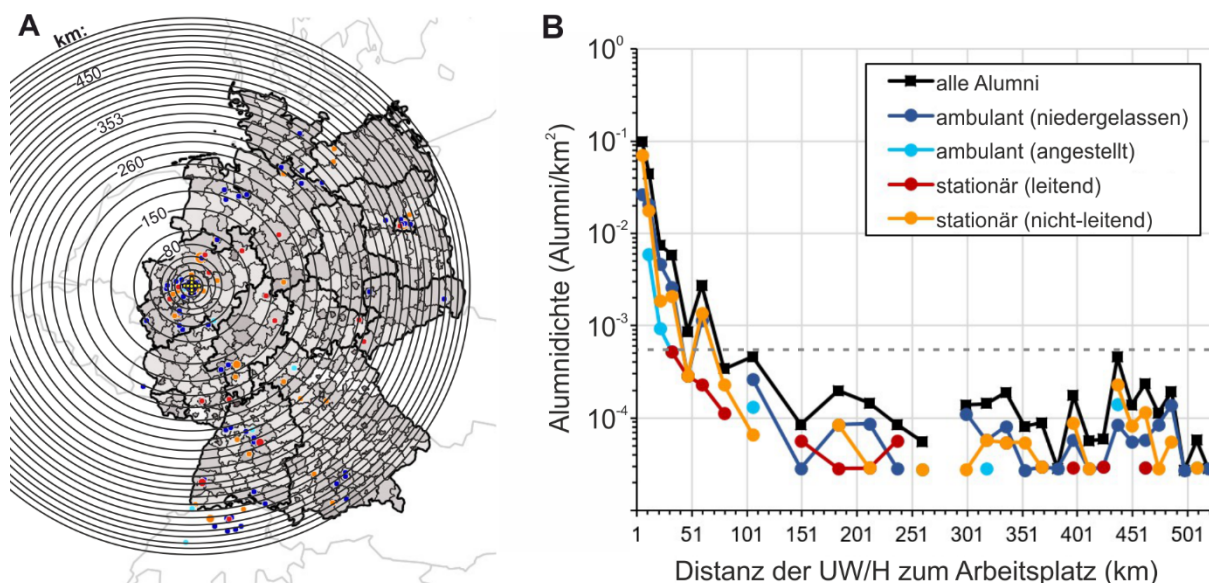


Abbildung 2: Alumnidichte und Klebeffekt

A) Definierte ringförmige Bereiche zur Quantifizierung der Alumnidichte in Abhängigkeit von der Entfernung zur UW/H. B) Ermittelte Alumnidichte. Die graue gestrichelte Linie zeigt die hypothetische Alumnidichte bei einer homogenen Verteilung über Deutschland an.

und QGIS (Version: 3.40.5-Bratislava) für geografische Daten. Die statistische Signifikanz zweier Raten (vgl. Abbildung 1) wurde mit dem Z-Test für 2 Proportionen analysiert und multiple Vergleiche erfolgten mit dem Kruskal-Wallis Test.

Ethikvotum

Die Studie wurde von der Ethik-Kommission der Universität Witten/Herdecke genehmigt (Projektnummer: S-114/2025).

Ergebnisse

Berufliche Tätigkeit

Von den 333 UW/H-Alumni konnten 176 (52,9%) sicher identifiziert werden. Obwohl der Frauenanteil der 333 Alumni bei 59,5% liegt, sind nur 48,3% der über die Recherche identifizierten Alumni weiblich. Der nach wie vor höhere Anteil der eheschließungsbedingten Namensänderungen bei Frauen [31] wird für dieses Ungleichgewicht in der Auffindbarkeit bei der Online-Recherche maßgeblich verantwortlich sein. Von den 176 identifizierten Personen waren zum Zeitpunkt der Recherche 175 berufstätig. Die nachfolgenden Ergebnisse basieren auf diesen 175 berufstätigen Alumni. Nur 5 Alumni (2,9%) sind nicht in der Gesundheitsversorgung tätig, sondern arbeiten in Behörden bzw. als Studiengangskoordinator*innen. Dies liegt deutlich unter dem nationalen Durchschnitt (Ärztestatistik 2024; $p=0,0379$). Die übrigen 170 Alumni verteilen sich zu etwa gleichen Teilen auf die ambulante (87 Personen) und die stationäre (83 Personen) Gesundheitsversorgung (vgl. Abbildung 1). Die Alumni der UW/H treten damit signifikant seltener eine Karriere außerhalb der

Gesundheitsversorgung an als der bundesweite Durchschnitt (verglichen mit der Ärztestatistik 2024; $p=0,0059$). Die Häufigkeit der ambulant tätigen Ärzt*innen innerhalb der UW/H-Alumni ist gegenüber dem Bundesdurchschnitt um ca. 26% erhöht (Ärztestatistik 2024; $p=0,004$). Dies liegt an dem hohen Anteil niedergelassener Ärzt*innen, der mit 41,1% deutlich höher ist als im Bundesdurchschnitt (24,4%; Ärztestatistik 2024; $p<0,000000$). In der stationären Versorgung zeigen sich insgesamt keine Unterschiede, wobei die Alumni der UW/H häufiger eine leitende Position als Direktor*in oder Chefarzt/Chefärztin innehaben (Ärztestatistik 2024; $p=0,00024$). Von diesen 16 Alumni mit Führungspositionen in der stationären Gesundheitsversorgung sind lediglich zwei Personen weiblich (12,5%). Der Frauenanteil der angestellten Alumni in der ambulanten Gesundheitsversorgung ist mit 80% (12 von 15 Personen) hoch. In den anderen beiden Kategorien sind die Geschlechterverhältnisse ausgeglichen (Frauenanteile: stationär (angestellt): 47,8%, ambulant (niedergelassen): 51,4%).

Geografische Verteilung der Tätigkeitsorte

Die geografische Verteilung der im Gesundheitswesen tätigen Alumni wurde mit einem Geoinformationssystem analysiert und visualisiert (vgl. Abbildung 3). Dabei wurden 168 Alumni des europäischen Festlands berücksichtigt und die Tätigkeitsorte (Standort der Klinik/Praxis) in Abhängigkeit der Zugehörigkeit zu einer der vier Gruppen der Ärztestatistik hinterlegt. Die Alumni sind deutschlandweit verteilt, allerdings zeigt sich eine starke Häufung im dicht besiedelten Ruhrgebiet, besonders im Umkreis der UW/H. Weitere Häufungen sind in Berlin und dem an Deutschland angrenzenden Teil der Schweiz rund um

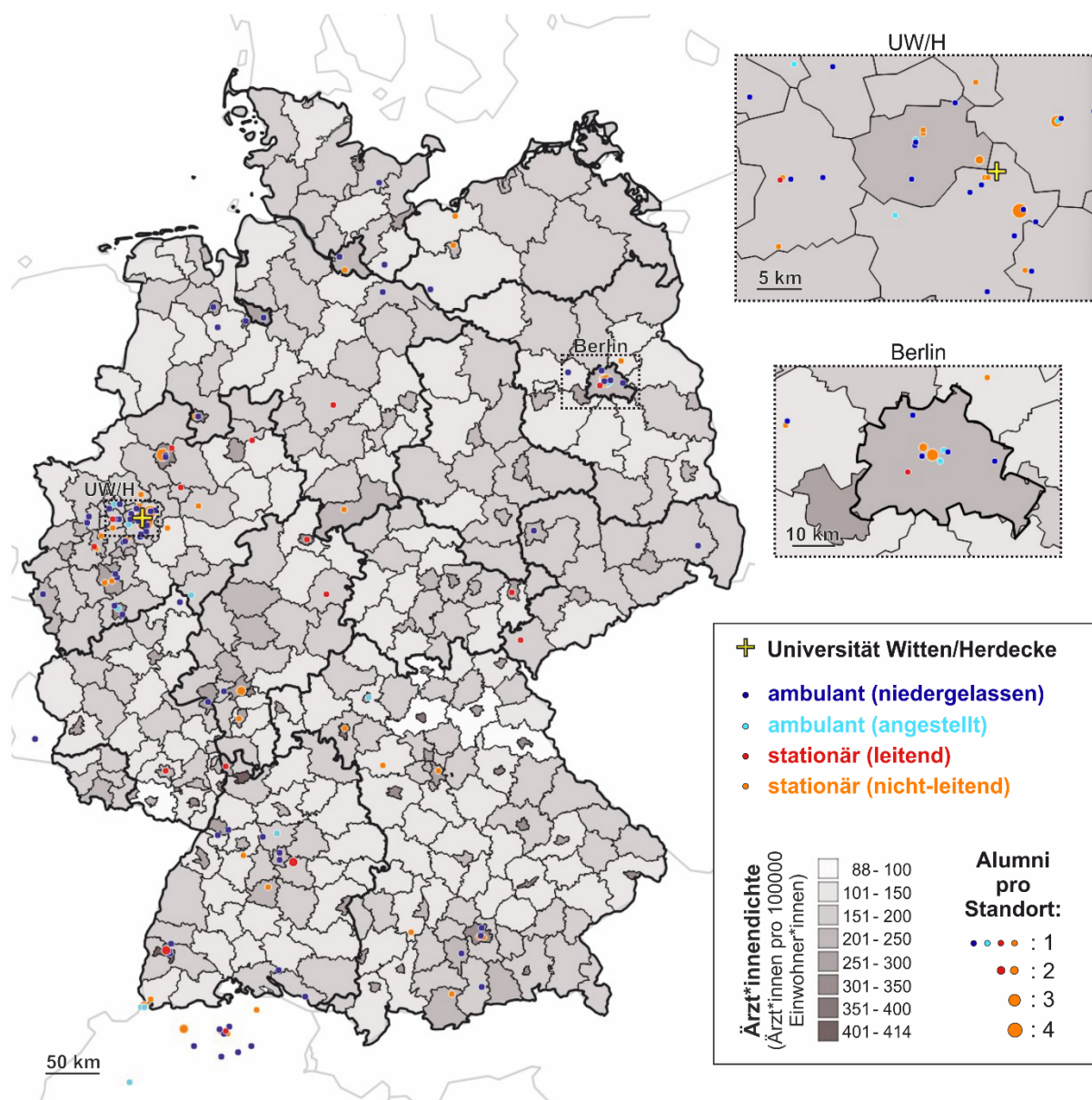


Abbildung 3: Geografische Verteilung der Standorte der beruflichen Tätigkeiten der UW/H-Alumni.

Die allgemeine Ärzt*innendichte der Kreise ist durch die graue Hinterlegung angegeben und die Punktgröße impliziert die Anzahl der Alumni an einem Standort.

Zürich und Basel zu verzeichnen. Eine Verbindung der in Berlin und Basel arbeitenden Alumni zu den dortigen anthroposophischen Kliniken (GKH Havelhöhe bzw. Klinik Arlesheim) wurde wegen der Möglichkeit eines Begleitstudiums in anthroposophischer Medizin an der UW/H überprüft, konnte aber nicht festgestellt werden. Neben vereinzelt Niederlassungen in ländlichen Kreisen wie z. B. Altenkirchen, Havelland, Sigmaringen oder dem Herzogtum Lauenberg, ähneln die Verbreitungsmuster der UW/H-Alumni dem Eingangs erwähnten bundesweiten Muster mit einer vermehrten Tätigkeit in Metropolregionen oder Metropolnähe.

Quantifizierung des Klebeffektes

Da Alumni vermehrt in der Nähe der Alma Mater tätig sind [15], [18] und eine genaue Quantifizierung der

Reichweite dieses Effektes bislang nicht existiert, bestimmten wir die Alumnidichte in Abhängigkeit von der Entfernung zur UW/H. Bei einer homogenen Verteilung der 168 Alumni in ganz Deutschland würde die Alumnidichte bei 0,00047 Alumni/km² liegen (graue Linie in Abbildung 2 B). Die ermittelten UW/H-Alumnidichten der ringförmigen Bereiche liegen innerhalb eines Umkreises von 60 km über diesem theoretischen Wert (r_0 bis $r_{60}=0,00531$ Alumni/km²). Bereits innerhalb dieses 60 km-Radius nimmt die Alumnidichte vom innersten Kreis mit einem Radius von 6 km (r_0 bis $r_6=0,09726$ Alumni/km²) bis zum Ring von 47 bis 60 km Radius (r_{47} bis $r_{60}=0,00275$ Alumni/km²) um das 35-fache ab. Die Dichte außerhalb dieses 60 km Radius ist 3,6-mal niedriger als die der theoretischen Gleichverteilung (r_{60} bis $r_{520}=0,00013$ Alumni/km²). Damit zeigt sich eine starke Konzentration innerhalb eines sehr kleinen Umkreises

von 12 km um die UW/H (Faktor der Dichtezunahme gegenüber der theoretischen Gleichverteilung: r_0 bis r_6 : 207; r_6 bis r_{12} : 94; r_{12} bis r_{22} : 16; r_{22} bis r_{33} : 12; r_{33} bis r_{47} : 1,8; r_{47} bis r_{60} : 5,8). Der Rückgang des Konzentrationsfaktors mit zunehmender Entfernung von der UW/H scheint in allen vier Gruppen beruflicher Tätigkeiten ähnlich zu sein. Die durchschnittlichen Entfernungen der UW/H zum Ort der beruflichen Tätigkeit betragen 222 ± 184 km (ambulant (niedergelassen)), 261 ± 192 km (ambulant (angestellt)), 223 ± 139 km (stationär (leitend)) und 220 ± 189 km (stationär (nicht-leitend)), wobei sich die vier Gruppen nicht signifikant unterscheiden (Kruskal-Wallis-Test, $p=0,76521$).

Diskussion

Das Tracking ehemaliger Studierender ist für die Evaluierung von Studiengängen und curricularen Anpassungen [6], [7], [28], [32], [33], [34], aber auch für die Bestimmung des Erfolgs einzelner Projekte und Kurse, wie z. B. Landarztprogrammen oder Sommerschulen [5], [35], von großer Bedeutung. Durch die Berücksichtigung weiterer Parameter, wie z. B. Prüfungsergebnisse oder Studierendauer können weitere spannende Erkenntnisse gewonnen werden [36].

Ein Absolvent*innen-Tracking ist mit verschiedenen Herausforderungen verbunden. So nimmt die Erreichbarkeit der Alumni im Zeitverlauf ab, da sich Kontaktdaten ändern und oft nicht aktualisiert werden. Auch Alumni-E-Mail-Adressen werden weniger genutzt oder abgerufen, was eine zuverlässige Kommunikation erschwert [37]. So verwundert ein eher niedriger Rücklauf bei einer Datenerhebung via Umfragen nicht [10], [12], [26], [27]. Die Alternative sind zeit- und somit personalintensive Recherchen, welche aufgrund der zunehmenden Digitalisierung und beruflichen Social Media Präsenz (z. B. LinkedIn oder XING) immer höhere Trefferquoten von zumeist über 60% ermöglichen [7], [24], [25]. Ohne eine permanente und ebenfalls aufwendige Aktualisierung der Alumni-Datenbanken werden höhere Trefferquoten, z. B. aufgrund von Namensänderungen im Zuge von Eheschließungen, nur schwer zu erreichen sein. Auch wenn die Recherchen überwiegend von Aushilfskräften mit niedrigen Stundenlöhnen durchgeführt werden (wie auch in dieser Studie), können hohe Kosten entstehen. So wurde allein für die Recherchearbeit der Aushilfen für das Alumni-Tracking des 10000 PhD-Projekts der Universität von Toronto 50000 kanadische Dollar ausgegeben [25]. Eine weitere Problematik beim Tracking von Absolvent*innen ist die fehlende Vergleichbarkeit der einzelnen Studien [8]. Eine Orientierung an bundesweiten Bestandserfassungen, wie z. B. der Ärztestatistik, stellt eine gute Möglichkeit zur Verbesserung der Vergleichbarkeit verschiedener Studien dar. Ein einheitliches, zentrales, bundesweites Vorgehen (z. B. durch ein Miterfassen der Studienuniversitäten und Tätigkeitsorte in der Ärztestatistik der Bundesärztekammer mit einer anschließenden, automatisierten Analyse auf der Ebene der einzelnen

Fakultäten), könnte allen medizinischen Fakultäten auf effizienterem Wege eine wichtige Rückmeldung zum Outcome der jeweiligen Fakultäten geben.

Alumni-Tracking Studien sind meist auf eine Analyse der beruflichen Tätigkeiten ausgerichtet. Eine Analyse des geografischen Verbleibs ist seltener und basiert oft auf offiziell zugänglichen gemittelten Daten von Behörden oder Kreisverwaltungen [15], [16], [17], [18], [19], [20]. Die hier untersuchte Analyse der Alumni-Verteilung auf der Ebene der einzelnen Tätigkeitsorte konnte erstmals den starken Ballungseffekt (Klebeffekt) im unmittelbaren Umfeld der Ausbildungsstätte zeigen. Die Verteilung der Alumni und der Klebeffekt hängen auch von den lokalen Gegebenheiten ab. Liegt eine medizinische Fakultät z. B. in einer Stadt im ländlichen Raum, so wird das potentielle Fehlen von Kliniken außerhalb der Stadt unweigerlich zu einer drastischen Reduktion der Dichte der angestellten Alumni führen. Die UW/H liegt dagegen mitten im dicht besiedelten Ruhrgebiet mit hohem Bedarf für Mediziner*innen. Da UWH-Absolvent*innen vor allem in dicht besiedelten Regionen mit akademischem Umfeld (z. B. Ruhrgebiet, Berlin, Zürich/Basel) vertreten sind, lässt sich die allgemeine Präferenz von Medizinstudierenden für Ballungsräume [1], [2], [3] bestätigen. Die beobachtete Konzentration von Alumni rund um die UW/H basiert daher auf den soziokulturellen Merkmalen der Region. Die Tatsache, dass die Alumnidichte innerhalb eines Radius von etwa 20 km um mehr als das Zehnfache abnimmt, trotz des großstädtischen Charakters des untersuchten Gebiets und der Präsenz von bis zu etwa 60 Kliniken als potenzielle Arbeitgeber, deutet darauf hin, dass der Klebeffekt zusätzlich zur beobachteten Konzentration von Alumni in unmittelbarer Nähe der UW/H beiträgt. Um die Reichweite des Klebeffektes besser einschätzen zu können, sind weitere Studien dieser Art in anderen Regionen mit unterschiedlichen lokalen Gegebenheiten nötig. Fakultäten im ländlichen Raum sind hier besonders interessant. So kann der Einfluss unterschiedlicher lokaler Gegebenheiten auf den Klebeffekt und somit die Bedeutung des Standortes einer medizinischen Fakultät auf die lokale Ärzt*innendichte besser abgeschätzt werden. Eine medizinische Fakultät im ländlichen Raum könnte nicht nur aufgrund des Klebeffektes einen Mehrwert für entsprechende Regionen bieten. Da die Studierenden während des Studiums mehrere Jahre ein Leben im ländlichen Raum führen würden und dies ein wesentlicher Prädiktor für eine spätere Tätigkeit in ländlichen Räumen ist [9], [10], [11], [12], [13], [14], könnte dies zusammen mit dem Klebeffekt synergistisch wirken. Eine starke Integration umliegender Kliniken und Praxen in die Ausbildung stellt eine weitere Möglichkeit zur langfristigen Stärkung der lokalen Versorgungslage dar.

Die Analyse des beruflichen Verbleibs der 175 Alumni zeigt eine überdurchschnittlich hohe Tätigkeitsrate im ambulanten Bereich, besonders bei den Niederlassungen. In der stationären Versorgung sind Führungspositionen unter den Alumni mehr als doppelt so häufig wie im aktuellen Bundesdurchschnitt (Ärztestatistik 2024). Dies könnte mit der kompetenzorientierten Lehre [21] zusam-

menhängen, da Kommunikations- und Teamfähigkeiten entscheidende Führungskompetenzen sind [38]. Die Möglichkeit eines Auffindungs-Bias sollte bei der Interpretation der hier dargestellten Häufigkeiten der beruflichen Tätigkeiten ebenfalls bedacht werden, da einzelne Gruppen, wie z. B. Direktor*innen und Chefärzt*innen, eine höhere Online-Auffindbarkeit haben könnten und so zu einer Überschätzung führen könnten. Der niedrige Frauenanteil in den Führungspositionen deckt sich mit dem vorherrschenden Gender Gap im klinischen Setting [39], [40].

Wir möchten darauf hinweisen, dass die Ergebnisse dieser Studie nur schwer verallgemeinert werden können. Der Modellstudiengang der UWH unterscheidet sich vom Lehrplan staatlicher Universitäten. POL ist der führende Ansatz für die Lehre, und die klinische Ausbildung findet dezentral in zahlreichen kooperierenden Kliniken statt, die über ein großes geografisches Gebiet verteilt sind, und nicht in einem zentralen Universitätsklinikum [21], [22]. Darüber hinaus werden die Studierenden nicht auf der Grundlage ihrer Noten ausgewählt, sondern durchlaufen ein spezielles Auswahlverfahren mit mehreren Interviews, in denen neben ihrer akademischen Eignung auch ihre Einstellung und Motivation bewertet werden [41]. Die Unterschiede bei der Auswahl und Ausbildung der Studierenden könnten einen erheblichen Einfluss auf ihren beruflichen Werdegang haben. Bei der Interpretation der beobachteten Verteilung der Alumni muss auch die Lage der UW/H im Zentrum eines großen Ballungsraums berücksichtigt werden. Daher werden weitere Fakultäten dazu ermutigt, vergleichbare Studien durchzuführen, um unser Verständnis der Wege nach dem Abschluss und der regionalen Verteilung der Alumni zu verbessern. Wenn eine größere Anzahl von Alumni erfasst werden kann, beispielsweise in größeren Fakultäten, könnte es auch statistisch möglich sein, einzelne medizinische Fachgebiete zu analysieren. Darüber hinaus könnten weitere Studien die Motivationen der Alumni für ihre jeweiligen Karriereentscheidungen (Tätigkeitsbereich und Wahl des Standorts) analysieren, um unser Verständnis der beruflichen Entscheidungsfindung von Studierenden zu verbessern.

Schlussfolgerungen

Zwei wesentliche Aspekte charakterisieren den hier vorgestellten Ansatz zum Tracking ehemaliger Medizinstudent*innen. Einerseits ermöglicht die Kombination mit der bundesweiten deutschen Ärztestatistik die Einordnung der erhobenen Ergebnisse. Andererseits erlaubt das geografische Tracking der Arbeitsorte der Alumni auf individueller Ebene erstmals die Quantifizierung der Stärke und Reichweite des Klebeeffektes und ermöglicht die Einschätzung der Bedeutung des Standorts einer medizinischen Fakultät. Der Klebeeffekt sollte auch in ländlichen Regionen quantifiziert werden, um das Verständnis dieses Effektes unter verschiedenen regionalen Gegebenheiten zu verbessern. Diese Erkenntnisse sind von großer Be-

deutung sowohl für die Evaluierung medizinischer Fakultäten als auch für die Auswahl der Standorte neuer medizinischer Fakultäten oder Lehrkrankenhäuser zur Verbesserung der lokalen medizinischen Versorgung.

Danksagung

Die Autor*innen bedanken sich bei Anke Bauske (Leiterin des Studierendensekretariats, UW/H) für die Bereitstellung der Listen mit den Namen der Absolvent*innen.

Anmerkungen

Beitrag der Autor*innen

R.H. konzipierte und entwarf das Studiendesign; S.M., S.C.R. und R.H. führten die Online-Recherche durch; R.H. analysierte die Daten; R.H., M.H. und A.H. interpretierten die Forschungsergebnisse; R.H. erstellte die Abbildungen und verfasste den Manuskriptentwurf; R.H., A.H. und M.H. redigierten und überarbeiteten das Manuskript; R.H., S.M., S.C.R., A.H. und M.H. genehmigten die endgültige Fassung des Manuskripts.

ORCIDs der Autor*innen

- Robin Herbrechter: [0000-0002-2857-9136]
- Stefanie Mattern: [0009-0008-0274-8262]
- Sophie-Charlotte Rosenberger: [0009-0000-0367-6506]
- Annika Haupt: [0009-0000-6090-3576]

Interessenkonflikt

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

Literatur

1. Rosenthal MB, Zaslavsky A, Newhouse JP. The geographic distribution of physicians revisited. *Health Serv Res.* 2005;40(6 Pt 1):1931-1952. DOI: 10.1111/j.1475-6773.2005.00440.x
2. Elma A, Nasser M, Yang L, Chang I, Bakker D, Grierson L. Medical education interventions influencing physician distribution into underserved communities: a scoping review. *Hum Resour Health.* 2022;20(1):31. DOI: 10.1186/s12960-022-00726-z
3. Longenecker RL, Andrilla CHA, Jopson AD, Evans DV, Schmitz D, Larson EH, Patterson DG. Pipelines to Pathways: Medical School Commitment to Producing a Rural Workforce. *J Rural Health.* 2021;37(4):723-733. DOI: 10.1111/jrh.12542
4. Gigou S, Corazza L, Fett S, Tauscher M, Gerlach R, Donnachie E, Schneider A. Entwicklung der Ärzt*innenzahlen und Beschäftigungsverhältnisse in Bayern – Trends in den Ärzt*innenstatistiken der Bayerischen Landesärztekammer und der Kassenärztlichen Vereinigung Bayerns [Physician Numbers and Employment in Bavaria: Trends in statistics of the Bavarian Medical Association and the Association of Statutory Health Insurance Physicians of Bavaria]. *Gesundheitswesen.* 2024;86(12):803-813. DOI: 10.1055/a-2328-4088

5. Desmond RA, Padilla LA, Daniel CL, Prickett CT, Venkatesh R, Brooks CM, Waterbor JW. Career Outcomes of Graduates of R25E Short-Term Cancer Research Training Programs. *J Cancer Educ.* 2016;31(1):93-100. DOI: 10.1007/s13187-014-0786-8
6. Akabas MH, Brass LF. The National MD-PhD Program Outcomes Study: career paths followed by Black and Hispanic graduates. *JCI Insight.* 2024;9(9):e178248. DOI: 10.1172/jci.insight.178248
7. Lee CC, Vear A, Howard B, Choate J. Tracking graduate outcomes of undergraduate physiology major students. *Adv Physiol Educ.* 2025;49(6):297-303. DOI: 10.1152/advan.00240.2024
8. Krasna H, Gershuni O, Sherrer K, Czabanowska K. Postgraduate Employment Outcomes of Undergraduate and Graduate Public Health Students : A Scoping Review. *Public Health Rep.* 2021;136(6):795-804. DOI: 10.1177/0033354920976565
9. Farmer J, Kenny A, McKinstry C, Huysmans RD. A scoping review of the association between rural medical education and rural practice location. *Hum Resour Health.* 2015;13:27. DOI: 10.1186/s12960-015-0017-3
10. Kondalsamy-Chennakesavan S, Eley DS, Ranmuthugala G, Chater AB, Toombs MR, Darshan D, Nicholson GC. Determinants of rural practice: positive interaction between rural background and rural undergraduate training. *Med J Aust.* 2015;202(1):41-45. DOI: 10.5694/mja14.00236
11. Pagaiya N, Kongkam L, Sriratana S. Rural retention of doctors graduating from the rural medical education project to increase rural doctors in Thailand: a cohort study. *Hum Resour Health.* 2015;13:10. DOI: 10.1186/s12960-015-0001-y
12. Kwan MM, Kondalsamy-Chennakesavan S, Ranmuthugala G, Toombs MR, Nicholson GC. The rural pipeline to longer-term rural practice: General practitioners and specialists. *PLoS One.* 2017;12(7):e0180394. DOI: 10.1371/journal.pone.0180394
13. O'Sullivan BG, McGrail MR, Russell D, Chambers H, Major L. A review of characteristics and outcomes of Australia's undergraduate medical education rural immersion programs. *Hum Resour Health.* 2018;16(1):8. DOI: 10.1186/s12960-018-0271-2
14. Magnus JH, Tollan A. Rural doctor recruitment: does medical education in rural districts recruit doctors to rural areas? *Med Educ.* 1993;27(3):250-253. DOI: 10.1111/j.1365-2923.1993.tb00264.x
15. Brokaw JJ, Mandzuk CA, Wade ME, Deal DW, Johnson MT, White GW, Wilson JS, Zollinger TW. The influence of regional basic science campuses on medical students' choice of specialty and practice location: a historical cohort study. *BMC Med Educ.* 2009;9:29. DOI: 10.1186/1472-6920-9-29
16. Park K, Kim H, Lee J, Shin J, Park A. Determinants of Working Practice Location for Clinicians According to High School, Medical School, and Resident Training Locations in Korea. *Healthcare (Basel).* 2023;11(9):1203. DOI: 10.3390/healthcare11091203
17. McGrail MR, O'Sullivan BG. Increasing doctors working in specific rural regions through selection from and training in the same region: national evidence from Australia. *Hum Resour Health.* 2021;19(1):132. DOI: 10.1186/s12960-021-00678-w
18. Russo G, Ferrinho P, de Sousa B, Conceição C. What influences national and foreign physicians' geographic distribution? An analysis of medical doctors' residence location in Portugal. *Hum Resour Health.* 2012;10:12. DOI: 10.1186/1478-4491-10-12
19. Scholz S, Graf von der Schulenburg JM, Greiner W. Regional differences of outpatient physician supply as a theoretical economic and empirical generalized linear model. *Hum Resour Health.* 2015;13:85. DOI: 10.1186/s12960-015-0088-1
20. Bauer J, Brueggmann D, Ohlendorf D, Groneberg DA. General practitioners in German metropolitan areas - distribution patterns and their relationship with area level measures of the socioeconomic status. *BMC Health Serv Res.* 2016;16(1):672. DOI: 10.1186/s12913-016-1921-5
21. Schlett CL, Dahmen HD, Polacsek O, Federkeil G, Fischer MR, Bamberg F, Butzlaff M. Job requirements compared to medical school education: differences between graduates from problem-based learning and conventional curricula. *BMC Med Educ.* 2010;10:1. DOI: 10.1186/1472-6920-10-1
22. Frost K, Edelhäuser F, Hofmann M, Tauschel D, Lutz G. History and development of medical studies at the University of Witten/Herdecke - an example of "continuous reform". *GMS J Med Educ.* 2019;36(5):Doc61. DOI: 10.3205/zma001269
23. Daniel CL, Michael Brooks C, Waterbor JW. Approaches for longitudinally tracking graduates of NCI-funded short-term cancer research training programs. *J Cancer Educ.* 2011;26(1):58-63. DOI: 10.1007/s13187-010-0190-y
24. McMahon M, Habib B, Tamblyn R. The Career Outcomes of Health Services and Policy Research Doctoral Graduates. *Healthc Policy.* 2019;15(SP):16-33. DOI: 10.12927/hcpol.2019.25982
25. Reithmeier R, O'Leary L, Zhu X, Dales C, Abdulkarim A, Aquil A, Brouillard L, Chang S, Miller S, Shi W, Vu N, Zou C. The 10,000 PhDs project at the University of Toronto: Using employment outcome data to inform graduate education. *PLoS One.* 2019;14(1):e0209898. DOI: 10.1371/journal.pone.0209898
26. Leider JP, Rockwood TH, Mastrud H, Beebe TJ. Engaging Public Health Alumni in the Tracking of Career Trends: Results From a Large-Scale Experiment on Survey Fielding Mode. *Public Health Rep.* 2024;139(2):255-262. DOI: 10.1177/00333549231168640
27. Zuniga NC, Colbern A. The Annual BUILD Snapshot: Tracking Alumni Outcomes. *HCI Intern 2021 Late Break Pap (2021).* 2021;13096:345-260. DOI: 10.1007/978-3-030-90328-2_22
28. Case TL, Gardiner A, Rutner P, Dyer JN. A LinkedIn Analysis of Career Paths of Information Systems Alumni. *J South Assr Inform Syst.* 2013;1(1):1-13. DOI: 10.3998/jsais.11880084.0001.102
29. Chen AS, Leet JG, Schneider B, Teramoto M, Abdullah NM, McCormick ZL. Physician turnover rates and job stability in interventional spine and pain practices: Results of an IPSIS survey study. *Interv Pain Med.* 2024;3(1):100392. DOI: 10.1016/j.inpm.2024.100392
30. Misra-Hebert AD, Kay R, Stoller JK. A review of physician turnover: rates, causes, and consequences. *Am J Med Qual.* 2004;19(2):56-66. DOI: 10.1177/106286060401900203
31. Shafer EF, Christensen MA. Flipping the (Surname) Script: Men's Nontraditional Surname Choice at Marriage. *J Fam Issues.* 2018;39(11):3055-3074. DOI: 10.1177/0192513X18770218
32. Silva EA, Mejia AB, Watkins ES. Where Do Our Graduates Go? A Tool Kit for Tracking Career Outcomes of Biomedical PhD Students and Postdoctoral Scholars. *CBE Life Sci Educ.* 2019;18(4):le3. DOI: 10.1187/cbe.19-08-0150
33. Glynn LG, Regan AO, Casey M, Hayes P, O'Callaghan M, O'Dwyer P, Culhane A, Cuddihy J, Connell BO, Stack G, O'Flynn G, O'Donnell P, O'Conner R, McKeague H, Mc Grath D. Career destinations of graduates from a medical school with an 18-week longitudinal integrated clerkship in general practice: a survey of alumni 6 to 8 years after graduation. *Ir J Med Sci.* 2021;190(1):185-191. DOI: 10.1007/s11845-020-02260-0
34. Reilly JM, Edge I, Greenberg I. Where Are They Now? Alumni Outcomes From a Medical School Primary Care Pathway Program. *Fam Med.* 2024;56(10):650-658. DOI: 10.22454/FamMed.2024.942291

35. Jamar E, Newbury J, Mills D. Early career location of University of Adelaide rural cohort medical students. *Rural Remote Health*. 2014;14:2592. DOI: 10.22605/RRH2592
36. Lightfoot RC, Doerner WG. Student Success and Failure in a Graduate Criminology/Criminal Justice Program. *Am J Crim Justice*. 2008;33(1):113-129. DOI: 10.1007/s12103-007-9029-4
37. Padilla LA, Venkatesh R, Daniel CL, Desmond RA, Brooks CM, Waterbor JW. An Evaluation Methodology for Longitudinal Studies of Short-Term Cancer Research Training Programs. *J Cancer Educ*. 2016;31(1):84-92. DOI: 10.1007/s13187-014-0758-z
38. Bornman J, Louw B. Leadership Development Strategies in Interprofessional Healthcare Collaboration: A Rapid Review. *J Healthc Leadersh*. 2023;15:175-192. DOI: 10.2147/JHL.S405983
39. Saadoun R, Risse E, Sadoun L, Kamal A, Pudszuhn A, Obermueller T. Gender distribution and women leadership in German Otolaryngology, Head and Neck Surgery. *Laryngoscope Invest Otolaryngol*. 2023;8(2):426-434. DOI: 10.1002/lio2.1050
40. Weiss M, Dogan R, Eisenberg U, Velalakan A, Krüger J, Moritz I, Nistor-Gallo D, Flueh C, Janz C, Ahmadi R, Hakvoort K, Forster MT; "Women in Neurosurgery - Open for all" - Official Commission of the German Society of Neurosurgery (DGNC). Path to success: female leaders in German neurosurgery. *Neurosurg Rev*. 2023;46(1):269. DOI: 10.1007/s10143-023-02163-5
41. Bokelmann A, Ehlers JP, Zupanic M. Multimodal selection of medical students: The predictive power of individual process components in the two-stage selection process at Witten/Herdecke University (UW/H). *Z Evid Fortbild Qual Gesundheitswes*. 2023;178:82-94. DOI: 10.1016/j.zefq.2023.02.003

Korrespondenzadresse:

Dr. rer. nat. Robin Herbrechter
 Universität Witten/Herdecke (UW/H), Department
 Humanmedizin, Alfred-Herrhausen-Str. 50, 58448 Witten,
 Deutschland
 robin.herbrechter@uni-wh.de

Bitte zitieren als

Herbrechter R, Mattern S, Rosenberger SC, Haupt A, Hofmann M. Where do our students go? A blueprint for quantifying the local retention effect and its reach by tracking the career paths of medical students. GMS J Med Educ. 2026;43(5):Doc61. DOI: 10.3205/zma001855, URN: urn:nbn:de:0183-zma0018558

Artikel online frei zugänglich unter

<https://doi.org/10.3205/zma001855>

Eingereicht: 17.10.2025

Überarbeitet: 16.12.2025

Angenommen: 16.02.2026

Veröffentlicht: 15.06.2026

Copyright

©2026 Herbrechter 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/>.