Kardiologie 2021 · 15:160–167

<https://doi.org/10.1007/s12181-021-00467-8>

Angenommen: 3. Februar 2021

Online publiziert: 10. März 2021

© Deutsche Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung e.V. Published by Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature - all rights reserved 2021

Dominic Millenaar¹ · Christian Ukena¹ · Andreas Keller² · Felix Mahfoud¹ · Michael Böhm¹¹ Klinik für Innere Medizin III, Kardiologie, Angiologie und Internistische Intensivmedizin, Universitätsklinikum des Saarlandes und Medizinische Fakultät der Universität des Saarlandes, Homburg/Saar, Deutschland² Zentrum für Bioinformatik Saar, Abteilung für klinische Bioinformatik, Universität des Saarlandes, Saarbrücken, Deutschland

Kardiovaskuläre Forschung in Deutschland 2020 – eine szientometrische Analyse

Kardiovaskuläre Erkrankungen stellen weiterhin die häufigste Todesursache in Deutschland dar [1]. Dieser besonderen Bedeutung entsprechend, nimmt auch die Forschung im Bereich der kardiovaskulären Medizin kontinuierlich zu [2]. Zur Beurteilung der Forschungsleistung können große Datenmengen mithilfe von szientometrischen Analysen ausgewertet werden [3]. Die klinische Subspezialisierung der Kardiologie sollte zur differenzierteren Darstellung hierbei berücksichtigt werden. Neben institutspezifischen Forschungsschwerpunkten weisen Forschungsprojekte häufig intensive internationale Kooperationen auf [4]. Ziel dieser Arbeit ist es, Forschungsleistungen deutscher Kliniken und Institute in verschiedenen Subspezialisierungen der Kardiologie (Arrhythmien, arterielle Hypertonie, Herzinsuffizienz, koronare Herzkrankheit [KHK], Klappenvitien und periphere arterielle Verschlusskrankheit [pAVK]) für ganz Deutschland und separat für die einzelnen Bundesländer zu analysieren. Es soll ebenfalls auf die unterschiedliche Verteilung der Forschungsaktivität zwischen Frauen und Männern eingegangen werden.

Szientometrische Analyse

Die vorliegende Arbeit ist eine szientometrische Analyse aller kardiovaskulären Originalarbeiten aus Deutschland seit Beginn der ersten Artikel in der Datenbank Web of Science Core Collection

(WoS) im Jahr 1972 bis einschließlich 2020. Hierfür wurden geeignete Suchbegriffe erstellt [2], um alle relevanten Publikationen einzuschließen. Weltweit konnten hierdurch insgesamt 1.059.530 Publikationen im Bereich der kardiovaskulären Medizin gefunden werden, davon stammten 55.062 Veröffentlichungen aus Forschungsinstituten in Deutschland. Die Publikationen wurden mit den zugehörigen Metadaten von WoS extrahiert und mittels des von uns entwickelten Webtools SciPe (Science Performance Evaluation) analysiert [5]. Hierbei erfolgte eine Geokodierung der Datensätze mit entsprechender Zuordnung der jeweiligen Publikationen zu den Forschungsinstituten. Anhand dieser Daten konnte eine Heatmap aller beteiligten Institute erstellt werden (Abb. 1), welche die Forschungsleistung des gesamten Bundesgebietes farbkodiert visualisiert. Weiterhin erfolgte eine Zuordnung zu den einzelnen Bundesländern, wie beispielsweise in Abb. 2 dargestellt ist. Zur Beurteilung der Forschungsqualität wurde der durchschnittliche Hirsch(H)-Index ermittelt. Der H-Index beschreibt die Anzahl der Publikationen h eines Autors, die h-fach zitiert wurden [3]. In einer modifizierten Version kann der H-Index auch auf Institute, Bundesländer und sogar Länder ausgeweitet werden. Weiterhin erfolgte eine Analyse nach verschiedenen Themenbereichen der Kardiologie, wie beispielsweise der koronaren Herzkrankheit oder Herzin-

suffizienz. Hierfür wurde der Suchbegriff entsprechend angepasst, um die geeigneten Publikationen eines jeden Themas einzeln extrahieren und analysieren zu können. Eine Geschlechteranalyse konnte mithilfe der Zuordnung jedes Erstautors zu entweder „weiblich“ oder „männlich“ erlangt werden. Die Zuordnung erfolgte automatisiert anhand des Vornamens. In den Fällen, in denen der Vorname nicht vollständig angegeben oder sowohl weiblich als auch männlich einzustufen war, blieb das Geschlecht unbekannt. Diese Publikationen wurden bei der genauen Geschlechteranalyse nicht berücksichtigt.

Forschung in unterschiedlichen Themenbereichen

Zur weiteren Analyse der kardiovaskulären Forschung erfolgte eine getrennte Untersuchung nach häufigen Themenbereichen in der Kardiologie (Tab. 1). Die Forschungsaktivität im Bereich der KHK war mit insgesamt 6153 Publikationen am größten, während im Bereich der pAVK 2261 Originalarbeiten publiziert wurden. Die Abb. 2 und 3 visualisieren die Verteilung der Gesamtanzahl aller Publikationen dieser einzelnen Themenbereiche in den verschiedenen Bundesländern. Hierbei wird deutlich, dass Bundesländer mit einer großen Einwohnerzahl und einer hohen Anzahl an medizinischen Fakultäten entsprechend die meisten Publikationen veröffentlichten. Beispielshaft können hier

Abb. 1 ▲ Heatmap aller Forschungsinstitute in Deutschland. In grün ist die Anzahl aller Publikationen der jeweiligen Institute abgebildet, die Farbintensität ist proportional zur absoluten Anzahl an Veröffentlichungen

im Themengebiet der KHK das Bundesland Bayern mit 1394 Publikationen und Nordrhein-Westfalen mit 1082 Publikationen genannt werden. Zur besseren Übersicht sollten die Publikationen relativ zu anderen Parametern betrachtet werden, wie in **Tab. 1** dargestellt. Hier wurden die Einwohnerzahl, das Bruttoinlandsprodukt (BIP) sowie die Anzahl der medizinischen Fakultäten genannt. Durch die Berücksichtigung dieser Ressourcen – sowohl finanziell als auch infrastrukturell – lassen sich die Publikationsleistungen einheitlicher vergleichen. Insbesondere Bundesländer mit einer ge-

ringeren Einwohnerzahl bzw. mit einer kleineren Zahl an Forschungseinrichtungen gewinnen hierdurch an Gewicht.

Weiterhin sollte zur Beurteilung der Forschungsleistung ebenso die Qualität in Form des H-Indexes berücksichtigt werden, wie in den **Abb. 2 und 3** in Rot angezeigt. Obgleich durch eine höhere Anzahl an Publikationen auch die Wahrscheinlichkeit für eine höhere Zahl an Zitationen der Arbeiten steigt, kann hierdurch die wissenschaftliche Relevanz der Arbeiten besser eingeschätzt werden. Den höchsten durchschnittlichen H-Index weisen die Themen Arrhythmien und

KHK auf (je 10,1), während die pAVK nur einen durchschnittlichen Wert von 5,2 erzielte.

Geschlechteranalyse

Wie bereits beschrieben [2], ist der Frauenanteil in der kardiovaskulären Forschung (noch) geringer als der männlicher Autoren. Innerhalb der verschiedenen Themengebiete der Kardiologie ist diese Verteilung jedoch sehr unterschiedlich, wie **Abb. 4** zeigt. Im Bereich der Arrhythmien (17%) sowie der KHK (18%) ist der prozentuale Frauenanteil am kleinsten, während im Bereich der pAVK (24%) und Herzinsuffizienz (25%) rund ein Viertel aller Erstautoren Frauen waren. Wie in **Tab. 2** dargestellt, ist der durchschnittliche H-Index aufgrund der geringeren Anzahl an Publikationen ebenfalls geringer bei Autorinnen, jedoch weniger ausgeprägt als im Vergleich der Publikationszahlen. Bei der Forschung zur pAVK war der geringste Unterschied zwischen Männern und Frauen zu verzeichnen (H-Index 4,1 vs. 6,8). Dies spiegelt sich auch in der höheren Erfolgsrate junger Kardiologinnen in Deutschland bei der Publikation in hochrangigen Fachzeitschriften wider [6].

Der Frauenanteil im Bereich der kardiovaskulären Forschung hat sich in den letzten 20 Jahren deutlich gesteigert. Wie in **Abb. 5** gezeigt, liegt der Anteil der weiblichen Autorinnen in allen Publikationen zwischen 2001 und 2010 bei 15%, während dieser Anteil zwischen 2011 und 2020 auf 26% gestiegen ist. Dieser Anstieg lässt sich in allen 6 separat analysierten Themenbereichen beobachten. Eine Analyse des H-Indexes im zeitlichen Verlauf ist nicht sinnvoll, da der H-Index mit der Anzahl der Zitationen einer Arbeit steigt und somit ältere Publikationen regelhaft einen höheren H-Index aufweisen.

Kooperationen

Zur Analyse der internationalen Kooperationen wurden innerhalb der Publikationen mit deutschem Erstautor die Kooperationen zu den Ländern der Koautoren ausgewertet und grafisch in einem

D. Millenaar · C. Ukena · A. Keller · F. Mahfoud · M. Böhm

Kardiovaskuläre Forschung in Deutschland 2020 – eine scientometrische Analyse**Zusammenfassung**

In der vorliegenden scientometrischen Analyse wurde die Forschungsleistung im Bereich der kardiovaskulären Medizin untersucht unter Berücksichtigung der zunehmenden Subspezialisierung. Hierbei zeigte sich, dass die Forschungsaktivität im Bereich der koronaren Herzkrankheit (KHK) mit 6153 Publikationen am größten war, während sich beispielsweise im Bereich der peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (pAVK) eine geringere Aktivität mit 2261 Originalarbeiten zeigte. Es erfolgte eine weitere Untersuchung der Forschungsleistung getrennt nach allen Bundesländern (sowohl bezogen auf die Einwohnerzahl als auch das Bruttoinlandsprodukt [BIP] sowie die

Anzahl medizinischer Fakultäten), bei der sich thematische Schwerpunkte verzeichnen ließen. Die Qualität der kardiovaskulären Forschung wurde anhand des Hirsch(H)-Indexes bestimmt. Hierbei wiesen die Themenbereiche KHK und Arrhythmien mit einem H-Index von 10,1 den höchsten Wert auf. Darüber hinaus erfolgte eine geschlechterspezifische Analyse der kardiologischen Subspezialisierungen, bei der ein deutlicher Unterschied zwischen den verschiedenen Themenbereichen festgestellt werden konnte. Der Frauenanteil war mit 17 % im Bereich der Arrhythmien am niedrigsten, während der Bereich der Herzinsuffizienz mit 25 % den größten Anteil an Frauen aufwies. In allen analysierten Bereichen kam

es innerhalb der letzten 20 Jahre zu einem deutlichen Zuwachs weiblicher Autorinnen. Der durchschnittliche H-Index war bei Frauen ebenfalls geringer, jedoch war der Unterschied hier weniger ausgeprägt als bei der absoluten Zahl an Publikationen. Weiterhin konnten häufige internationale Kooperationen festgestellt werden, wobei die USA in allen Themenbereichen den häufigsten Kooperationspartner Deutschlands darstellte, gefolgt von zahlreichen europäischen Nachbarländern.

Schlüsselwörter

Kardiologie · Zitationsanalyse · Geschlecht · Subspezialisierung · Kooperationen

Cardiovascular research in Germany 2020—A scientometric analysis**Abstract**

In the present scientometric analysis, the research performance in the field of cardiovascular medicine was examined, taking the increasing subspecialization into account. The analysis showed that research activity was highest in the field of coronary artery disease (CAD) with 6153 publications, whereas, for example, the field of peripheral artery occlusive disease (PAOD) showed lower activity with 2261 original articles. A further examination of the research performance was carried out separately for all federal states (both in terms of the number of inhabitants and the gross domestic product, GDP, as well

as the number of medical faculties) in which thematic focusses could be noted. The quality of cardiovascular research was determined using the Hirsch (H) index. Here, the fields of CAD and arrhythmia showed the highest scores with an H index of 10.1. In addition, a gender-specific analysis of cardiovascular subspecialties was performed, which revealed a clear difference between the various subject areas. The percentage of women was lowest in research in the field of arrhythmia (17%) compared to the field of heart failure with the highest proportion of women (25%). In all analyzed subspecialties, there has been

a significant increase in female authors within the last 20 years. The average H index was also lower for women but the difference was less pronounced here than in the absolute number of publications. Furthermore, international collaborations were commonly observed, with the USA being Germany's most frequent cooperation partner in all subject areas, followed by numerous neighboring European countries.

Keywords

Cardiology · Citation analysis · Sex · Subspecialization · Cooperations

Akkorddiagramm („chord diagram“) zeigt (Abb. 6). Die Kreisabschnitte eines jeden Landes sind proportional zur Anzahl der Kooperationen. Ebenso lassen sich anhand der Breite der Verbindungslinien zwischen den Ländern („chords“) Rückschlüsse auf das Ausmaß der Zusammenarbeit ziehen. Im Bereich der gesamten kardiovaskulären Forschung sind die Vereinigten Staaten von Amerika (USA) stets der häufigste Kooperationspartner für deutsche Forschungsprojekte. Im Bereich der Arrhythmien, der arteriellen Hypertonie sowie der Herzinsuffizienz stellte Großbritannien das dritthäufigste ko-

operierende Land dar, im Bereich der KHK sowie pAVK waren dies die Niederlande, bei den Klappenvitien Italien. Weitere häufige Kollaborationen bestanden mit anderen europäischen Ländern, während asiatische Länder wie China oder Japan eine eher untergeordnete Rolle spielten.

Limitationen

Bei der vorliegenden scientometrischen Analyse müssen einige Limitationen berücksichtigt werden. Die gesamte Analyse basiert auf den Informationen, die zu Beginn von WoS extrahiert werden. Trotz

Gegenproben in anderen medizinischen Datenbanken wie PubMed stützt sich die Integrität der Daten auf die Inhalte von WoS. Ebenso sind diese abhängig vom gewählten Suchterminus. Bei der Zuordnung zu den einzelnen Regionen wurde für jede Publikation nur der Korrespondenzautor berücksichtigt, was zu einer Unterrepräsentation der Koautoren führen kann. Dies gilt ebenso für die Geschlechterzuteilung, die anhand der Vornamen desselben Autors erfolgte. Trotz Berücksichtigung länderspezifischer Zuordnungen, lässt sich hier ein mögliches Bias nicht ausschließen. Wenn der Vorname des Korrespondenzautors nicht be-

Abb. 2 ◀ Verteilung der kardiovaskulären Forschung in allen Bundesländern in Bezug auf die Anzahl der Publikationen (*blau*), sowie den durchschnittlichen Hirsch(H)-Index (*rot*) für die Themengebiete Arrhythmien (a), arterielle Hypertonie (b) und Herzinsuffizienz (c)

Abb. 3 ◀ Verteilung der kardiovaskulären Forschung in allen Bundesländern in Bezug auf die Anzahl der Publikationen (*blau*) sowie den durchschnittlichen H-Index (*rot*) für die Themengebiete koronare Herzkrankheit (a), Klappenvitien (b) und periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK) (c)

Tab. 1 Kardiologische Forschung in Deutschland bis 2020

	Bundesland	Einwohnerzahl (in Tausend) [7]	Anzahl der Publikationen						BIP (in Mio. €) [7]	Anzahl medizinischer Fakultäten
			Arrhythmien	Arterielle Hypertonie	Herzinsuffizienz	KHK	Klappenvitien	pAVK		
1	Baden-Württemberg	11.100	551	434	355	881	376	389	524.325	5
2	Bayern	13.125	432	506	317	1394	478	474	632.897	6
3	Berlin	3670	227	493	393	503	268	171	153.291	1
4	Brandenburg	2522	16	11	5	23	4	1	74.330	0
5	Bremen	681	4	18	3	18	4	1	33.623	0
6	Hamburg	1847	338	62	74	216	148	74	123.270	1
7	Hessen	6288	302	170	108	438	213	179	294.477	3
8	Mecklenburg-Vorpommern	1608	32	57	28	94	53	37	46.567	2
9	Niedersachsen	7994	202	150	281	315	207	114	307.036	2
10	Nordrhein-Westfalen	17.947	836	618	486	1082	704	427	711.419	7
11	Rheinland-Pfalz	4094	51	62	35	410	100	127	145.003	1
12	Saarland	987	62	122	83	65	51	41	36.253	1
13	Sachsen	4072	310	115	121	302	278	109	63.545	2
14	Sachsen-Anhalt	2195	89	33	45	75	16	27	128.097	2
15	Schleswig-Holstein	2904	107	77	40	253	171	62	97.762	2
16	Thüringen	2133	47	45	51	84	43	28	63.866	1
–	Deutschland	83.191	3606	2973	2425	6153	3114	2261	3.449.050	36

KHK koronare Herzkrankheit, pAVK periphere arterielle Verschlusskrankheit, BIP Bruttoinlandsprodukt

Tab. 2 Anzahl und Hirsch(H)-Index der Publikationen nach Geschlecht

	Gesamtzahl der Publikationen			Durchschnittlicher H-Index pro Publikation		
	Weiblich	Männlich	% weiblich	Weiblich	Männlich	% weiblich
Arrhythmien	508	2415	17,4	6,27	12,62	33,2
Arterielle Hypertonie	462	1458	24,1	3,21	10,73	23,0
Herzinsuffizienz	480	1448	24,9	4,60	9,34	33,0
Koronare Herzkrankheit	879	3886	18,4	7,23	13,09	35,6
Klappenvitien	503	2033	19,8	5,67	10,08	36,0
Periphere arterielle Verschlusskrankheit	382	1192	24,3	4,07	6,81	37,4

kannt war (z. B. bei Initialen), war ebenso keine Zuordnung möglich. Durch diese automatisierte Zuteilung der Publikationen auf Regionen oder Geschlechter wird hingegen eine umfangreiche Analyse erst möglich gemacht.

Schlussfolgerung

Die Anzahl an kardiovaskulären Publikationen hat in Deutschland sowie weltweit in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Es zeigen sich klare Unterschiede innerhalb verschiedener Themenbereiche der Kardiologie in Bezug auf Publikationszahl, aber auch Publikations-

qualität. Ebenso lassen sich in den verschiedenen Bundesländern thematische Schwerpunkte verzeichnen. Zur genaueren Analyse sollten weitere Faktoren wie Einwohnerzahl, BIP sowie Anzahl der medizinischen Fakultäten berücksichtigt werden. Es besteht bis heute eine Unterrepräsentation von Autorinnen, jedoch in unterschiedlicher Ausprägung je nach Themengebiet. Diese Lücke hat sich in den letzten Jahren bereits verkleinert. In Bezug auf die Publikationsqualität ist diese weniger ausgeprägt. Innerhalb kardiovaskulärer Publikationen bestehen häufige internationale Kooperationen, wobei die USA den häufigsten Kooperations-

partner darstellen, gefolgt von zahlreichen europäischen Nachbarländern.

Fazit für die Praxis

- Die kardiovaskuläre Forschung nimmt weiterhin stetig zu.
- Unterschiede zeigen sich zwischen den einzelnen Subspezialisierungen der Kardiologie sowohl in den unterschiedlichen Bundesländern als auch zwischen Männern und Frauen.
- Internationale Kooperationen lassen sich in allen Bereichen deutlich erkennen.

Abb. 4 ▲ Geschlechterverteilung der männlichen und weiblichen Autoren in der kardiologischen Forschung in Prozent bis 2020. *pAVK* periphere arterielle Verschlusskrankheit, *KHK* koronare Herzkrankheit

Abb. 5 ▲ Entwicklung der Geschlechterverteilung in der kardiologischen Forschung in Deutschland. Aufgeführt ist der Prozentsatz der weiblichen Autorinnen von 2001 bis 2010 sowie von 2011 bis 2020 getrennt für die verschiedenen Themenbereiche der Kardiologie. *pAVK* periphere arterielle Verschlusskrankheit, *KHK* koronare Herzkrankheit

Abb. 6 ▲ Akkorddiagramm der internationalen Forschungsk Kooperationen. Abgebildet sind die 20 häufigsten Kooperations-partner Deutschlands in Bezug auf alle Koautoren einer Publikation. Die Breite der Verbindungslinien ist proportional zum Ausmaß der Kooperation. **a** Arrhythmien. **b** Arterielle Hypertonie. **c** Herzinsuffizienz. **d** Koronare Herzkrankheit (KHK). **e** Klap-penivertion. **f** Periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK)

Korrespondenzadresse

Dr. Dominic Millenaar
Klinik für Innere Medizin III,
Kardiologie, Angiologie und
Internistische Intensivmedi-
zin, Universitätsklinikum des
Saarlandes und Medizinische
Fakultät der Universität des
Saarlandes
Kirrberger Str., Geb. 41.1,
66421 Homburg/Saar,
Deutschland
Dominic.Millenaar@uks.eu

Danksagung. Wir danken Alexander Flohr und Mar-
kus Dillmann für die Hilfe bei der Programmierung
der Software SciPE.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. D. Millenaar, C. Ukena, A. Keller,
F. Mahfoud und M. Böhm geben an, dass kein Interes-
senkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine
Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt.
Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort
angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

1. Statistisches Bundesamt (2020) Anzahl der
Gestorbenen nach Kapiteln der ICD-10 und nach
Geschlecht für 2019
2. Millenaar D, Fehlmann T, Ukena C, Scholz S, Keller A,
Mahfoud F, Böhm M (2020) Wissenschaftsland-
schaft Deutschland. Kardiologe 14:113–123
3. Millenaar D, Fehlmann T, Scholz SS, Pavlicek
V, Flohr A, Dillmann M, Böhm M, Keller A,
Mahfoud F, Ukena C (2020) Research in atrial
fibrillation: a scientometric analysis using the novel
web application sciPE. JACC Clin Electrophysiol
6(8):1008–1018. <https://doi.org/10.1016/j.jacep.2020.05.010>
4. Grammes N, Millenaar D, Fehlmann T, Kern F,
Böhm M, Mahfoud F, Keller A (2020) Research
output and international cooperation among
countries during the COVID-19 pandemic: sciento-
metric analysis. J Med Internet Res 22:e24514
5. Scholz SS, Dillmann M, Flohr A, Backes C, Fehlmann
T, Millenaar D, Ukena C, Böhm M, Keller A,
Mahfoud F (2019) Contemporary scientometric
analyses using a novel web application: the science
performance evaluation (SciPE) approach. Clin Res
Cardiol
6. Böhm M, Papoutsis K, Gottwik M, Ukena C (2015)
Publication performance of women compared
to men in German cardiology. int J Cardiol
181:267–269
7. Statistisches Bundesamt (2019) Bruttoinlandspro-
dukt je Einwohner nach Bundesländern