

Abschlussbericht

Infektionsbiologische und parasitologische **Fortbildung** für **Mediziner** (IFoM) und **Diagnosetool** für **Parasiten** und sich ausbreitende Zoonosen (paDIAG)

gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) unter dem Aktenzeichen AZ 37994/01

erstellt durch:

Prof. Dr. Sven Klimpel

Goethe-Universität Frankfurt
Fachbereich Biowissenschaften
Integrative Parasitologie und Tierphysiologie
Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung
Senckenberg Biodiversität und Klima Forschungszentrum
Max-von-Laue-Str. 13
60438 Frankfurt am Main
Tel.: 069 798 42237, klimpel@bio.uni-frankfurt.de
<http://www.bio.uni-frankfurt.de/43925886/ak-klimpel>

unter Mitwirkung von:

Dr. Norbert Peter
Dr. Dorian D. Dörge
Prof. Dr. Paul Dierkes
Dr. Matthias Kleespies
Anna V. Schantz
Dr. Sarah Cunze

Goethe-Universität Frankfurt
Fachbereich Biowissenschaften
Integrative Parasitologie und Tierphysiologie
Max-von-Laue-Str. 13
60438 Frankfurt am Main

Inhalt

1. Background.....	3
2. Leitidee und wissenschaftliche Fragestellungen	4
3. Laufzeit und Arbeitsprogramm	5
3.1 Forschungsbereich	5
4. Arbeits- und Ergebnisbericht.....	5
4.1 Personal.....	5
4.2 Wissenschaftliche Arbeiten	6
I. IFoM	6
a) Planung und Durchführung der Interviews	6
b) Ergebnisse der quantitativen Befragung.....	8
c) Entwicklung des Fortbildungskurses basierend auf den durchgeführten Interviews	13
II. paDIAG	18
a) Fertigstellung und Einsatzbereitschaft des Diagnosetools	18
b) Spezifische Zielgruppe und Ziele	19
c) Vorbereitung.....	19
d) Einbindung der Mediziner in das Projekt paDIAG.....	19
e) Implementierung.....	20
f) Technik	21
4.3 Problemdiskussion	27
5. Öffentlichkeitsarbeit.....	28

1. Background

Der anthropogen bedingte Klimawandel und der weltweite Biodiversitätsverlust werden heute als zentrale Herausforderungen mit weitreichenden gesellschaftlichen sowie volkswirtschaftlichen Konsequenzen wahrgenommen. Neben der Erforschung der Ursachen und Auslöser des Klimawandels stehen in der Wissenschaft auch immer wieder dessen Folgen für Umwelt und Gesellschaft im Vordergrund. Dazu zählen unter anderem Extremwetterereignisse, Verlust von Lebensräumen, Veränderung von Landschaften, aber auch die Verbreitung gebietsfremder Arten die als sog. Vektoren (u.a. hämatophage blutsaugende Arthropoden (u.a. Stechmücken, Sandmücken, Kriebelmücken, Zecken)) fungieren können.

Aufgrund der veränderten Lebensbedingungen kommt es auch in Deutschland immer häufiger zu einer vermehrten Ausbreitung von Vektoren, die Infektionskrankheiten oder Parasiten verbreiten und übertragen können. Auch die zunehmende Globalisierung, das weltweite Bevölkerungswachstum und die Landnutzungsänderung begünstigen die Ausbreitung von vektorassoziierten Infektionskrankheiten. Als Konsequenz wird in den nächsten Dekaden die Verbreitung von durch Vektoren übertragene Infektionskrankheiten (vector-borne diseases; VBD) stark zunehmen. Bei Vektoren handelt es sich um lebende Organismen, die Krankheitserreger von einem infizierten Tier oder Menschen aufnehmen und anschließend auf andere Lebewesen übertragen können.

Jedes Jahr werden weltweit mehr als 700.000 Todesfälle durch vektorübertragene Infektionskrankheiten verursacht, wobei 80% der Weltbevölkerung in Risikogebieten von mindestens einer VBD leben. In Europa erkrankten nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation WHO zwischen den Jahren 1990 und 2010 mehr als 1,5 Millionen Europäer an Infektionskrankheiten, welche durch Vektoren übertragen wurden. Zudem erkrankten 77.000 Europäer jedes Jahr neu an vektorassoziierten Infektionskrankheiten. Obwohl die Relevanz der Thematik aktuell weiter zunimmt und in das Bewusstsein der Öffentlichkeit tritt, spielen die Fachgebiete medizinische Entomologie, Parasitologie und Infektionsbiologie in der medizinischen Aus-/ Fortbildung nur eine untergeordnete Rolle. Daraus resultiert die Notwendigkeit von adressatengerechten Informationsangeboten sowohl im Bereich der bereits berufstätigen Mediziner, als auch während der universitären Ausbildung von Nachwuchskräften.

Das beantragte Projekt beinhaltet die Generierung eines zugeschnittenen Fort- und Weiterbildungsangebotes sowie eines Diagnosetools im Themenkomplex medizinischer und gesundheitlicher Probleme der Tropen und Subtropen und anderen Regionen mit besonderen klimatischen Bedingungen sowie mit armutsassoziierten Erkrankungen, einschließlich der in Deutschland häufiger auftretenden tropischen, lebensbedrohlichen und hochkontagiösen Erkrankungen aus dem Ausland und zunehmend um autochthon übertragene vektorassoziierte Infektionskrankheiten. Es umfasst hierbei Aspekte der klinischen Medizin und Diagnostikme-

thoden, der Hygiene und Mikrobiologie, Epidemiologie, Infektionsbiologie, Sozial- und Umweltmedizin sowie Aspekte der Artenvielfalt und genetischen Vielfalt medizinisch relevanter Organismen und Vektoren, deren Areal- und Populationsdynamik, Ökologie, Lebenszyklen und Übertragungsmechanismen in aquatischen und terrestrischen Ökosystemen sowie verwandter Fachgebiete.

2. Leitidee und wissenschaftliche Fragestellungen

Das Ziel des Projekts war die Entwicklung eines umfassenden Diagnose-Tools (paDIAG) sowie eines begleitenden Fortbildungskurses (IFoM), um die Erkennung und Differenzierung von vektorbasierten Infektionskrankheiten, Parasitosen und Zoonosen zu verbessern. Angesichts globaler Entwicklungen wie Klimawandel und zunehmender Mobilität gewinnen diese Erkrankungen auch in Regionen außerhalb traditioneller Endemiegebiete an Bedeutung.

Das Diagnose-Tool soll es Mediziner*innen ermöglichen, schneller und gezielter Verdachtsdiagnosen zu stellen und so die Behandlungsqualität zu steigern sowie eine frühzeitige Meldung relevanter Infektionsfälle zu erleichtern.

Ergänzend dazu zielt der Fortbildungskurs darauf ab, die Sensibilisierung für diese Krankheitsbilder zu fördern und das Fachwissen gezielt zu erweitern. Durch die Integration in bestehende Weiterbildungsstrukturen – perspektivisch auch mit der Möglichkeit, CME-Punkte zu erwerben – sollen die diagnostische Kompetenz gestärkt und das Bewusstsein für vektorassoziierte Erkrankungen nachhaltig geschärft werden.

I) Kenntnisstand über vektorübertragene Erkrankungen:

Inwieweit sind Mediziner*innen über die Bedeutung und Relevanz von Parasiten und vektorbasierten Krankheiten, insbesondere tropischer Infektionen, informiert? Diese Fragestellung untersucht, wie präsent diese Krankheitsbilder in der medizinischen Praxis außerhalb traditioneller Risikogebiete sind und ob ein Defizit im Fachwissen besteht.

II) Bereitschaft zur Weiterbildung:

Sind Mediziner*innen bereit, sich gezielt auf dem Gebiet vektorassoziiierter Infektionskrankheiten und Parasitosen weiterzubilden? Diese Frage beleuchtet die Motivation und das Interesse der Zielgruppe, insbesondere im Hinblick auf mögliche Anreize wie die Vergabe von CME-Punkten.

III) Sinnhaftigkeit eines diagnostischen Tools:

Erweist sich die Nutzung eines spezialisierten Tools wie paDIAG als sinnvoll für Mediziner*innen, um eine zeitnahe und präzise Diagnose bei Patienten mit Verdacht auf vektorübertragene Erkrankungen zu stellen? Hierbei wird untersucht, inwieweit das Tool die diagnostische Entscheidungsfindung unterstützt und den klinischen Alltag effektiv ergänzt.

3. Laufzeit und Arbeitsprogramm

Das Projekt war auf zwei Jahre ausgelegt und beinhaltete eine 0,5 wissenschaftliche Mitarbeiterstelle (TV-GU E13/ 50%). Das Projekt erhielt eine kostenneutrale Laufzeitverlängerung bis zum 31.12.2024.

3.1 Forschungsbereich

Der Fokus lag auf der Entwicklung des digitalen Diagnose-Tools paDIAG sowie der Konzeption eines begleitenden Fortbildungskurses (IFoM) für medizinisches Fachpersonal. Für die Erhebung relevanter Daten wurden Befragungen durchgeführt, die gezielt Humanmediziner ansprechen sollten. Diese Umfragen dienten dazu, die Bekanntheit und Bedeutung parasitärer und vektorassoziierter Erkrankungen in der ärztlichen Praxis zu erfassen und die Akzeptanz eines digitalen Diagnose-Tools zu evaluieren. Die Auswahl der Zielgruppen orientierte sich an medizinischen Fachbereichen, die potenziell häufiger mit entsprechenden Krankheitsbildern konfrontiert sind.

Ein besonderer Fokus lag auf der Einbindung von Medizinstudierenden sowie Ärzten in Weiterbildung, um deren Bedarf an zusätzlicher Qualifikation in diesem Bereich zu analysieren. Die Erhebung wurde durch Informationsveranstaltungen und Vorträge unterstützt, um die Teilnehmer aktiv in die Entwicklung des Tools einzubeziehen. Darüber hinaus wurde im Rahmen des Projekts ein strukturierter Plan für die praktische Anwendung des paDIAG-Tools entwickelt. Dieser beinhaltete die Erprobung der Software in realitätsnahen Szenarien, um die Nutzerfreundlichkeit und die Effektivität bei der Erstellung von Verdachtsdiagnosen zu testen.

4. Arbeits- und Ergebnisbericht

Darstellung der erreichten Ergebnisse und Diskussion im Hinblick auf den relevanten Forschungsstand, mögliche Anwendungsperspektiven und denkbare Folgeuntersuchungen.

4.1 Personal

Im Rahmen des Projektes wurden die beiden wissenschaftlichen Mitarbeiter wie folgt besetzt:

- a. Isabel Seyring, wissenschaftlicher Mitarbeiterin. Frau Seyring hat Teile des Projekts von 03/22 bis 01/23 bearbeitet.
- b. Marvin Henrich, wissenschaftlicher Mitarbeiter. Herr Henrich hat Teile des Projekts von 03/22 bis 07/23 bearbeitet.

4.2 Wissenschaftliche Arbeiten

I. IFoM

a) Planung und Durchführung der Interviews

Um adressatengerechten Fortbildungsangebote für Mediziner entwickeln zu können, wurde im ersten Schritt eine mehrstufige Bedarfsanalyse durchgeführt. Ziel dieser Analyse war es, festzustellen welcher Bedarf bei Ärzten vorliegt und welche Anforderungen eine geeignete Fortbildung erfüllen muss. In diesem Zusammenhang sollten sowohl bestehende Lücken in der medizinischen Ausbildung als auch die Erwartungen und Anforderungen an zukünftige Fortbildungsangebote identifiziert werden. Die Bedarfsanalyse wurde dabei in 2 Stufen mit einem Mixed Methods Ansatz durchgeführt. Im ersten Schritt wurden qualitative Leitfadeninterviews mit verschiedenen Ärzten durchgeführt. Im darauffolgenden Schritt wurde aus diesen Ergebnissen ein quantitatives Befragungsinstrument entwickelt, mit dem Ärzte und Medizinstudierende in breiterem Umfang befragt wurden. Die Ergebnisse der derart durchgeführten Befragungen liefern wichtige Hinweise auf den aktuellen Bedarf an Fortbildungsveranstaltungen im Bereich Parasitologie, Entomologie und Reservoirwirte.

Um einen Informationsüberblick über die Sichtweise der Mediziner zu erhalten, wurde daher ein Leitfaden für die Interviews konzipiert. Der erste Themenschwerpunkt diente der Erfassung allgemeiner beruflicher Tätigkeiten, einschließlich Berufserfahrung, Arbeitsbereich sowie bisherigen Berührungspunkten mit Parasitologie, Entomologie und Reservoirwirten. Der zweite Themenschwerpunkt konzentrierte sich auf die Fortbildungsaktivitäten von Medizinern im beruflichen Kontext. Dabei wurden unter anderem die für Fortbildungen verfügbare Zeit, genutzte Medienformate sowie bevorzugte Fortbildungsarten untersucht. Zusätzlich wurden die Rahmenbedingungen und Qualitätskriterien definiert, die eine Fortbildung als besonders wertvoll erscheinen lassen. Der dritte Themenschwerpunkt befasste sich mit dem bereits vorhandenen Wissen im Bereich Parasitologie, Entomologie und Reservoirwirte. Erfragt wurden individuelle Vorerfahrungen mit entsprechenden Fortbildungen sowie das Interesse an weiteren Schulungen in diesem Bereich. Zudem wurden potenzielle Strategien zur Bewerbung von Fortbildungsangeboten diskutiert. Außerdem wurde gefragt, inwieweit diese Themen bereits im Medizinstudium eine Rolle gespielt haben. Die Interviews wurden mit einer geplanten Dauer von etwa 60min durchgeführt. Aus Gründen des Datenschutzes erfolgte keine Aufzeichnung, stattdessen wurden die Antworten durch eine Protokollantin schriftlich festgehalten.

Insgesamt wurden 8 Interviews durchgeführt. Bei der Auswahl der Interviewteilnehmer wurde darauf geachtet, eine breite Bandbreite an Ärzten mit unterschiedlichen Fachrichtungen und Erfahrungsstufen einzubeziehen. Sowohl erfahrene Mediziner als auch junge Assistenzärzten wurden befragt, ebenso wie niedergelassene Ärzte und Klinikpersonal. Die Befragungsergebnisse zeigten deutliche Unterschiede in den Antworten, bedingt durch die jeweiligen beruflichen Hintergründe und Erfahrungen. Während alle Teilnehmenden

regelmäßig mit Parasiten in Berührung kamen oder gekommen waren, spielten die Themen Entomologie und Reservoirwirte für sie eine eher untergeordnete Rolle. Insbesondere niedergelassene Ärzte berichteten von einem zunehmenden Auftreten saisonal relevanter Parasiten, insbesondere Zecken, in den letzten Jahren. Häufig standen parasitäre Erkrankungen in Zusammenhang mit Reiseaktivitäten der Patienten. Einige Befragte wiesen zudem auf den möglichen Einfluss des Klimawandels auf die Zunahme solcher Erkrankungen hin. Obwohl parasitäre Infektionen im europäischen Raum im Vergleich zu anderen Infektionskrankheiten eher selten sind, stellten die Interviewten eine zunehmende Bedeutung des Themas fest. Sie betonten die wachsende Notwendigkeit gezielter Informations- und Weiterbildungsangebote. Der Zeitaufwand für Fortbildungsmaßnahmen variierte je nach Berufserfahrung. Durchschnittlich investierten die Befragten zwei bis drei Stunden pro Woche in verschiedene Fortbildungsformate. Eine gängige Informationsquelle waren medizinische Fachzeitschriften, die es ermöglichen, sich sowohl innerhalb als auch außerhalb des eigenen Fachgebiets über aktuelle Entwicklungen zu informieren. Infolge der COVID-19-Pandemie hat sich zudem das Angebot an Online-Seminaren deutlich erweitert. Diese digitalen Formate wurden von den Befragten als besonders praktikabel bewertet, da sie sich leicht in den beruflichen Alltag integrieren lassen und eine große Reichweite ermöglichen. Seminare und Fortbildungsveranstaltungen wurden ebenfalls als relevante Weiterbildungsformate genannt. Während zentrale Fortbildungen in Krankenhäusern eine praktikable Option für Klinikpersonal darstellten, erschwerte eine weite Anreise für viele niedergelassene Ärzte die Teilnahme an Präsenzveranstaltungen. Insgesamt bevorzugten die Befragten daher Online-Formate sowie wohnortnahe Fortbildungsangebote.

Die Entscheidung für eine Fortbildung basiert häufig auf persönlichem Interesse oder auf Empfehlungen von Kollegen und Vorgesetzten. Faktoren wie praxisnahe Inhalte, sinnvolles Begleitmaterial und eine offizielle Zertifizierung spielten eine wesentliche Rolle bei der Auswahl geeigneter Weiterbildungen. Für eine effektive Bewerbung von Fortbildungsangeboten empfahlen die Befragten eine breit gefächerte Kommunikation über verschiedene Kanäle, darunter Flyer, E-Mails und Fachzeitschriften wie das Ärzteblatt.

Die Parasitologie hatte in der Ausbildung der Befragten sowie in bereits absolvierten Fortbildungen bislang nur eine untergeordnete Rolle gespielt. Alle Interviewten sahen hier einen deutlichen Nachholbedarf und stuften ihr eigenes Wissen in diesem Bereich als eher gering ein. Einzelne Aspekte der Thematik wurden vereinzelt in Fortbildungen zur Tropenmedizin oder Krankenhaushygiene behandelt, allerdings nur in begrenztem Umfang. Die durchgeführten qualitativen Interviews liefern wertvolle Erkenntnisse über die steigende Bedeutung des Themas sowie die Einschätzung der befragten Ärzte. Allerdings war die Anzahl der Interviews aufgrund des erforderlichen Zeitaufwands begrenzt. Um eine umfassendere Analyse des Bedarfs und des aktuellen Kenntnisstands zu ermöglichen, wurde auf Basis der

Leitfragen und Interviewergebnisse eine quantitative Online-Befragung konzipiert. Diese erweiterte Befragung ermöglicht es, auch andere Zielgruppen, wie beispielsweise Mediziner in der Ausbildung, systematisch zu erfassen. Der Fragebogen orientiert sich inhaltlich an den Schwerpunkten der qualitativen Interviews und stellt eine strukturierte Weiterführung der Thematik dar.

Quantitative Befragung

Um Studierende zu erreichen, wurde der Fragebogen per E-Mail an die medizinischen Fachbereiche verschiedener Universitäten gesendet, mit der Bitte diesen an die Medizinstudierenden weiterzuleiten. In der E-Mail wurden die Ziele der Untersuchung erläutert und auf die freiwillige Teilnahme hingewiesen. Auf diesem Weg konnten insgesamt 45 Studierende aus sieben verschiedenen Universitäten befragt werden. Die Mehrheit der Teilnehmenden war weiblich (68,89 %) und das durchschnittliche Alter betrug 25,45 Jahre. Zur Befragung von Mediziner*innen wurden niedergelassene Ärzte im Raum Frankfurt über ihre dienstliche E-Mail-Adresse kontaktiert. Analog zur Ansprache der Studierenden wurde auch hier über die Studie informiert und um Teilnahme gebeten. Zusätzlich wurden Krankenhäuser angeschrieben, um weitere Ärzte zu erreichen. Insgesamt nahmen 40 Mediziner an der Befragung teil. Das Durchschnittsalter lag bei 51,3 Jahren, und 52,5 % der Befragten waren Ärztinnen. Trotz des Versands von über 1.000 E-Mails beteiligten sich insgesamt nur 85 Personen an der Befragung. Die Befragungsbögen wurden unter Zuhilfenahme der Likert-Skala erstellt, die Werte in den Vertikalen Achsen entsprechen den Stufen der Skala, wobei die 5 für „Trifft voll zu“ und die 1 für „Trifft gar nicht zu“ steht. Die abgebildeten Werte in den Ergebnisgrafiken entsprechen den Mittelwerten dieser Ergebnisse.

b) Ergebnisse der quantitativen Befragung

Vorerfahrung Parasitologie, Entomologie & Reservoirwirte

Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl Mediziner, als auch Medizinstudierende eher begrenzte Vorerfahrungen in den drei abgefragten Themengebiete haben. Mediziner haben insgesamt mehr Vorerfahrung in den Bereichen Entomologie, Reservoirwirte und Parasitologie als Studierende. Dies ist erwartbar, da Mediziner eher durch ihre berufliche Praxis bereits mit entsprechenden Themen in Berührung kommen. Allerdings sind die Unterschiede nicht extrem ausgeprägt, was darauf hindeutet, dass selbst

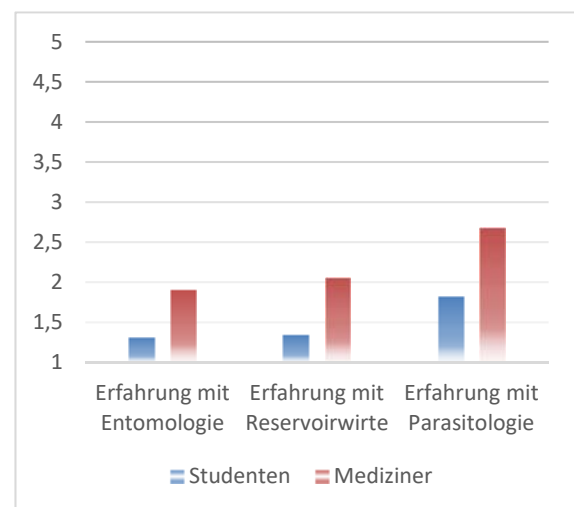


Abb. 1: Vorerfahrungen der beiden Gruppen

erfahrene Mediziner nur begrenzte Kenntnisse in diesen speziellen Bereichen besitzen. Besonders die Parasitologie scheint eine etwas höhere Relevanz zu haben als die anderen beiden Themenfelder. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass parasitäre Erkrankungen in der medizinischen Praxis häufiger auftreten als entomologische Fragestellungen oder Aspekte zu Reservoirwirten. Gleichzeitig zeigt sich, dass auch Studierende bereits einige Vorerfahrungen haben (Abb. 1). An sich besteht in beiden Gruppen allerdings noch Nachholbedarf.

Erfahrungen mit Parasiten

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass Mediziner wesentlich häufiger mit Parasiten in Kontakt kommen als Studierende. Besonders hoch sind die Erfahrungswerte für Zecken, Läuse und Milben, was darauf hindeutet, dass diese Parasitenarten in der medizinischen Praxis eine größere Rolle spielen. Dass Studierende vergleichsweise weniger Erfahrung mit den unterschiedlichen Parasitengruppen haben, ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass diese im Studium weniger oft behandelt werden. Die größere Erfahrung der Mediziner mit Zecken gemacht haben, könnte daran liegen, dass Zeckenbisse in der allgemeinen Bevölkerung verbreitet sind und nicht zwangsläufig mit medizinischer Praxis zusammenhängen (Abb. 2). Die deutlichen Unterschiede in den Erfahrungen mit Bandwürmern, Fadenwürmern und Giardia/Lamblien lassen vermuten, dass diese Parasitenarten häufiger in der klinischen Praxis von Medizinern vorkommen, während Studierende kaum direkten Kontakt mit ihnen haben. Dies deutet auf eine Wissenslücke hin: Da Studierende möglicherweise nur wenig praktische Erfahrungen mit diesen Parasiten haben, könnte eine gezielte Schulung im Rahmen des universitären Studiums in diesem Bereich sinnvoll sein.

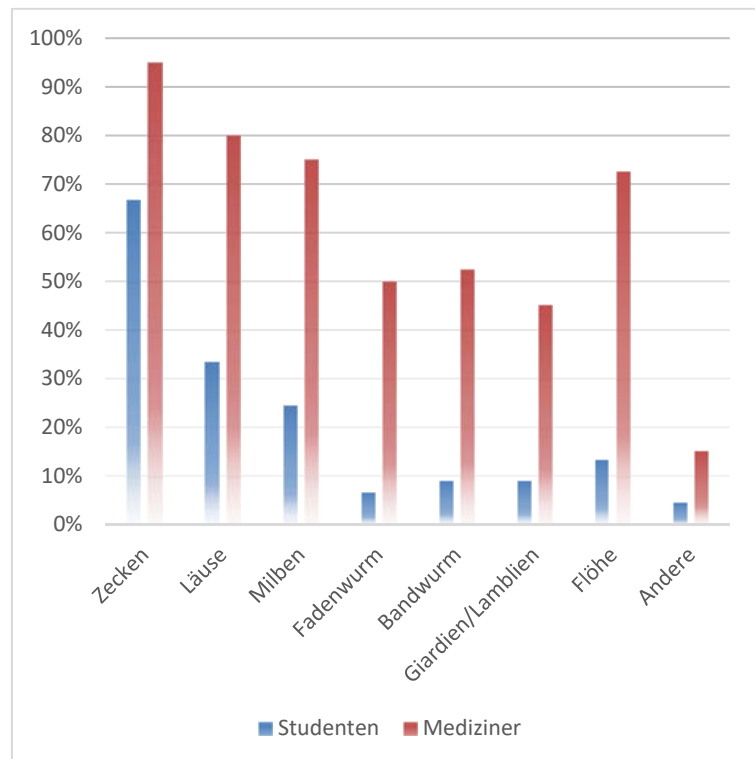


Abb. 2: Erfahrung der beiden Gruppen mit unterschiedlichen Parasiten

Zusätzlich wurde untersucht, inwieweit Parasitologie während der Ausbildung behandelt wurde. Die Ergebnisse zeigen, dass 39 % der Studierenden angaben, dass das Thema „kaum“ behandelt wurde, während 28 % angaben, dass es überhaupt nicht vorkam. Nur ein kleiner Teil (9 %) berichtete, dass Parasitologie in ihrer Ausbildung „sehr viel“ thematisiert wurde. Dies deutet darauf hin, dass das Thema in der medizinischen Ausbildung bislang nur eine untergeordnete Rolle spielt (Abb. 3). Ein Vergleich zwischen Studierenden und Medizinern zeigt, dass fast alle befragten Mediziner angaben, dass sie während ihrer Ausbildung zumindest in gewissem Umfang mit Parasitologie in Berührung kamen. Nur eine sehr geringe Anzahl berichtete, dass das Thema gar nicht behandelt wurde. Diese Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit, parasitologische Inhalte stärker in der medizinischen Ausbildung zu verankern. Da Mediziner im Berufsalltag regelmäßig mit Parasiten konfrontiert sind, wäre eine gezieltere Schulung in diesem Bereich sinnvoll, um zukünftige Ärzte besser darauf vorzubereiten (Abb. 4). Bei der Befragung wurde zudem deutlich, dass sowohl Mediziner als auch Studierende einen engen Zusammenhang zwischen parasitären Infektionen und Reiseaktivitäten sehen. Dies zeigt, dass die Bedeutung von reiseassoziierten Infektionen in beiden Gruppen bereits gut verankert ist. Die wahrgenommene Zunahme parasitärer Erkrankungen wird von Mediziner etwas stärker

wahrgenommen als von Studierenden. Dies könnte darauf hinweisen, dass Ärzte durch ihre Berufserfahrung tatsächlich eine Zunahme solcher Fälle beobachten. Eine solche Wahrnehmung könnte mit Veränderungen in der globalen Mobilität, Klimawandel oder anderen Umweltfaktoren zusammenhängen. Die allgemeine Relevanz des Themas wird von beiden Gruppen ähnlich hoch eingeschätzt. Dies ist ein wichtiges Ergebnis, da es zeigt, dass nicht

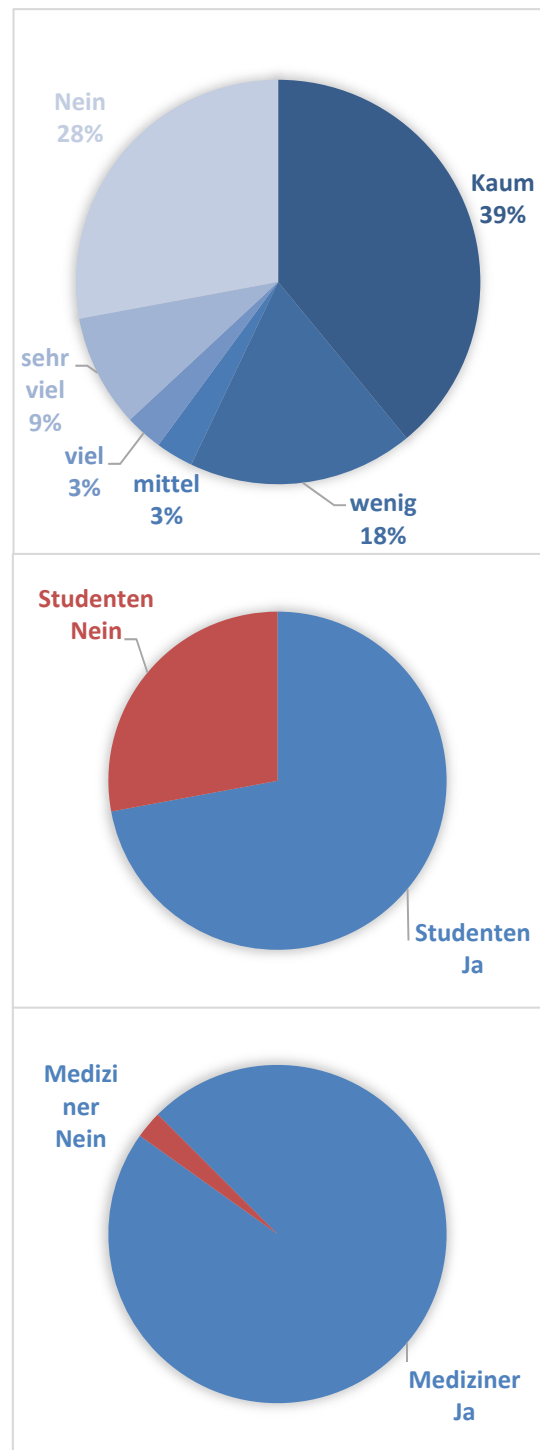


Abb. 3: Aufteilung der Antworten der Studierende (Kreisdiagramm Oben, Mitte), ob und inwieweit Parasitologie im Studium behandelt wurde und Vergleich zu praktizierenden Medizinern.

nur berufserfahrene Mediziner, sondern auch angehende Ärzte die Thematik als bedeutsam erachten. Dies spricht für eine hohe Akzeptanz und möglicherweise auch für ein generelles Interesse an Fortbildungen in diesem Bereich.

Aktueller Wissensstand

Der aktuelle Wissensstand wurde über eine Selbsteinschätzung abgefragt. Die Ergebnisse zeigen, dass Mediziner im Vergleich zu Studierenden angeben über mehr Wissen in den Bereichen Parasitologie, Reservoirwirte und Entomologie zu verfügen. Dies ist erwartbar, da Mediziner durch ihre berufliche Praxis mehr Möglichkeiten haben, sich mit diesen Themen auseinanderzusetzen. Besonders in der Parasitologie ist der Wissensunterschied auffällig, was darauf hindeutet, wie vorher erläutert, dass dieses Thema in der medizinischen Praxis eine höhere Rolle als im Studium spielt (Abb. 5).

Auffällig ist jedoch, dass auch Mediziner keinen besonders hohen Wissensstand in diesen Bereichen angeben. Dies könnte darauf hinweisen, dass Parasitologie, Entomologie und Reservoirwirte trotz ihrer medizinischen Relevanz nur begrenzt in der Ausbildung und in der klinischen Fortbildung berücksichtigt werden. Auch an dieser Stelle gibt es daher noch Nachholbedarf.

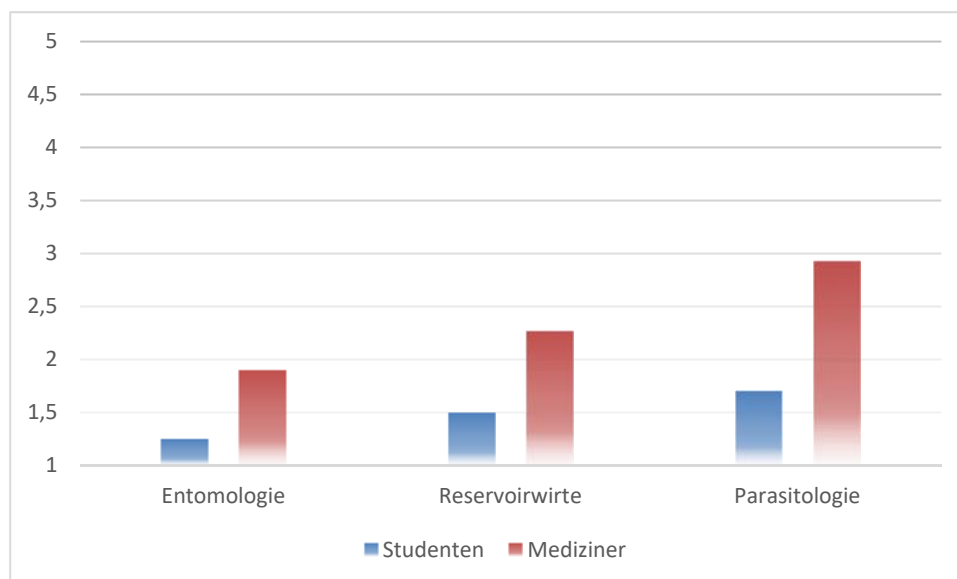


Abb. 4: Selbsteingeschätzter aktueller Wissensstand über Entomologie, Reservoirwirte und Parasitologie bei Studierenden und Mediziner.

Gründe für die Teilnahme an einer Fortbildung

Das wichtigste Kriterium für die Teilnahme an einer Fortbildung ist das thematische Interesse, gefolgt von organisatorischen Faktoren wie Erreichbarkeit, Zertifikaten und CME-Punkten. Dies zeigt, dass Mediziner zwar an relevanten Inhalten interessiert sind, aber auch andere

Gründe bei der Auswahl eine Rolle spielen (Abb. 6). Die hohe Bedeutung der Erreichbarkeit verdeutlicht zudem, dass flexible Fortbildungsformate bevorzugt werden. Online-Seminare oder wohnortnahe Veranstaltungen könnten daher besonders attraktiv sein. Kosten und Begleitmaterial spielen eine untergeordnete Rolle, was nahelegt, dass die inhaltliche Qualität und der Nutzen für die eigene berufliche Praxis entscheidend sind.

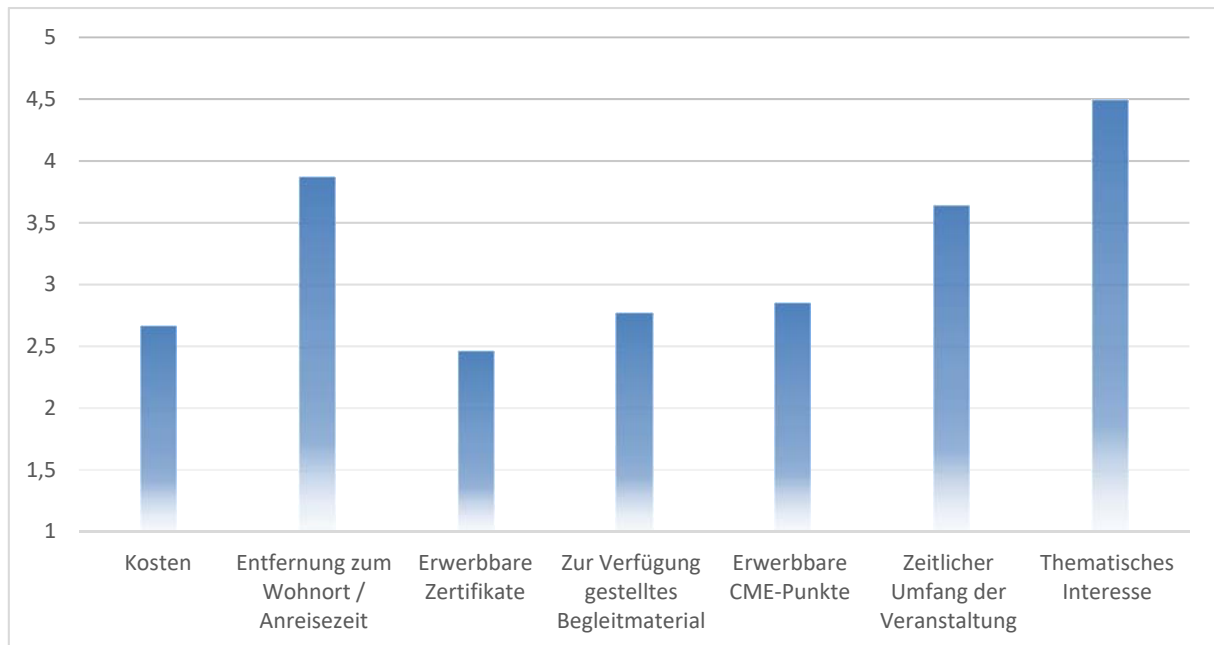


Abb. 5: Gründe die einen Einfluss auf die Auswahl haben, an einer Fortbildung teilzunehmen.

Nutzung der Ergebnisse und zukünftige Schritte

Die gewonnenen Erkenntnisse bieten wertvolle Anhaltspunkte für die Weiterentwicklung der medizinischen Ausbildung und Fortbildung im Bereich der Parasitologie. Ein zentraler nächster Schritt ist die Veröffentlichung der Ergebnisse in einem wissenschaftlichen Journal, um sie einer breiten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen und die Diskussion über die Relevanz parasitologischer Inhalte in der medizinischen Lehre zu fördern. Darüber hinaus sollen die Ergebnisse gezielt an Universitäten weitergegeben werden. Dies ermöglicht es, bestehende Curricula zu evaluieren und gegebenenfalls anzupassen, um die Themen Parasitologie, Entomologie und Reservoirwirte stärker in die Ausbildung zu integrieren. Durch eine bessere inhaltliche Verankerung könnten zukünftige Mediziner frühzeitig ein fundiertes Wissen in diesen Bereichen aufbauen und auf die wachsende Bedeutung parasitärer Erkrankungen besser vorbereitet werden. Zusätzlich könnten die Erkenntnisse genutzt werden, um gezielte Fortbildungsangebote für Mediziner zu entwickeln, die praxisnah und flexibel gestaltet sind. Insbesondere Online-Formate oder hybride Modelle könnten dabei eine effektive Möglichkeit bieten, bestehende Wissenslücken zu schließen und die medizinische Praxis durch fundiertes Fachwissen zu stärken.

c) Entwicklung des Fortbildungskurses basierend auf den durchgeführten Interviews

Die Entscheidung, drei verschiedene Kursformate mit unterschiedlichen Längen anzubieten, basiert unmittelbar auf den Ergebnissen der durchgeführten Befragungen. Diese haben gezeigt, dass die Teilnehmenden – unabhängig von ihrem beruflichen Hintergrund – zwar regelmäßig mit parasitären Erkrankungen in Kontakt kommen, jedoch nur über begrenzte Vorerfahrungen und Fachkenntnisse in der Parasitologie verfügen. Besonders Themen wie Entomologie und Reservoirwirte spielen für die meisten eine untergeordnete Rolle, obwohl sie für ein ganzheitliches Verständnis parasitärer Infektionen von Bedeutung sind. Zudem zeigte sich, dass die Teilnehmenden einen unterschiedlichen Bedarf an Fortbildungszeit haben. Während niedergelassene Ärzte aufgrund ihrer zeitlichen Einschränkungen kürzere, kompakte Fortbildungen bevorzugen, besteht bei Klinikpersonal oder besonders interessierten Fachkräften oft der Wunsch nach einer vertieften Auseinandersetzung mit dem Thema. Auch die gestiegene Nachfrage nach praxisnahen Inhalten und flexiblen Lernangeboten, bedingt durch die beruflichen Anforderungen der Befragten, wurde deutlich. Daher wurde ein modulares Fortbildungsangebot entwickelt, das verschiedenen Bedürfnissen gerecht wird:

1. **Eintägiger Kurs:** Dieser kompakte Kurs richtet sich an Teilnehmende mit begrenzter Zeit, die dennoch grundlegende Kenntnisse im Bereich der Parasitologie erwerben möchten. Er bietet eine Einführung in die wichtigsten humanpathogenen Parasiten sowie eine praxisorientierte Diagnostikschulung, die die sofortige Anwendung des Gelernten ermöglicht.
2. **Wochenendkurs:** Aufbauend auf dem Eintageskurs richtet sich dieses Format an Teilnehmer, die eine vertiefende Auseinandersetzung mit parasitären Erkrankungen wünschen. Hier werden nicht nur weiterführende theoretische Kenntnisse vermittelt, sondern auch praktische Untersuchungsmethoden wie die Analyse von Magen- und Darminhalten eines Säugetiers eingeführt. Dies bietet die Möglichkeit, ein tieferes Verständnis für die Diagnostik zu entwickeln.
3. **5-Tage-Kurs:** Dieses umfassende Format richtet sich an Fachkräfte, die ein fundiertes und praxisnahes Wissen im Bereich der Parasitologie erwerben möchten. Neben theoretischem Input und klassischen Diagnoseverfahren wird hier ein besonderer Fokus auf die Untersuchung von Gewebeproben gelegt, einschließlich der Präparation von Säugetieren und Fischen. So werden die Teilnehmenden optimal darauf vorbereitet, auch seltene oder komplexe parasitäre Infektionen zu erkennen und einzuordnen.

Die unterschiedlichen Kurslängen ermöglichen es, sowohl den Bedarf an kompaktem Wissenstransfer als auch die Nachfrage nach tiefergehender Spezialisierung abzudecken. Gleichzeitig werden die unterschiedlichen zeitlichen Ressourcen der Zielgruppen berücksichtigt,

wodurch eine möglichst breite Teilnahme ermöglicht wird. Die praxisnahe Gestaltung der Inhalte fördert zudem die direkte Anwendbarkeit des Erlernten im medizinischen Alltag, was besonders angesichts der zunehmenden Bedeutung parasitärer Erkrankungen – auch im Zusammenhang mit Klimawandel und globaler Mobilität – von hoher Relevanz ist.

Ausgearbeitete Kurspläne

Eintägiger Kurs (Grundkurs für Humanmediziner)

<i>Zeit</i>	<i>Thema</i>	<i>Inhalt</i>
<i>Vormittag</i>	Einführung & Vorlesung – Wichtige humane Parasiten	Die Teilnehmer erhalten einen Überblick über die wichtigsten humanpathogenen Parasiten (Protozoen, Helminthen, Ektoparasiten). Besprochen werden deren Systematik, Lebenszyklen, Übertragungswege und medizinische Relevanz.
<i>Nachmittag</i>	Mikroskopie & Kotuntersuchung – Parasitennachweis	Praktische Einführung in die parasitologische Labordiagnostik mit Untersuchung von Stuhlproben unter dem Mikroskop. Identifikation parasitärer Strukturen (z. B. Wurmeier, Protozoenzysten) mit unterschiedlichen Präparations- und Färbetechniken. Besprechung klinischer Fälle zur Diagnosestellung.

Wochenendkurs (Vertiefungskurs mit zusätzlichen Praxisanteilen)

<i>Tag</i>	<i>Zeit</i>	<i>Thema</i>	<i>Inhalt</i>
<i>Tag 1</i>	<i>Vormittag</i>	Einführung & Vorlesung – Wichtige humane Parasiten	Gleicher Ablauf wie im eintägigen Kurs.
	<i>Nachmittag</i>	Mikroskopie & Kotuntersuchung – Parasitennachweis	Gleicher Ablauf wie im eintägigen Kurs.
<i>Tag 2</i>	<i>Vormittag</i>	Vorlesung – Pathogenese & Therapie	Vertiefung zur Pathogenese parasitärer Erkrankungen und der Reaktion des Immunsystems. Überblick über moderne diagnostische Verfahren (Serologie, PCR) sowie medikamentöse Therapieansätze und Präventionsstrategien.

Nachmittag

Darm- & Mageninhaltsanalyse
eines Säugetiers

Präparation eines Säugetierorgans (z. B. Schweinemagen oder -darm) zur Untersuchung auf Parasiten. Identifikation makroskopischer und mikroskopischer Parasiten und deren Bedeutung für die Humanmedizin.

5-Tage-Kurs (Umfassender Parasitologie-Kurs mit erweiterter Diagnostik & Präparation)

Tag	Zeit	Thema	Inhalt
Tag 1 & 2	Vormittag & Nachmittag	Einführung & Vorlesung – Wichtige humane Parasiten, Mikroskopie & Kotuntersuchung	Gleicher Ablauf wie im Wochenendkurs.
Tag 3	Vormittag	Vorlesung – Parasitologische Diagnostik in Gewebe	Behandlung von Gewebeparasiten (z. B. Trichinellen, Leishmanien) und deren Nachweis durch histologische, immunfluoreszenzbasierte und molekulare Methoden. Bedeutung für Diagnostik und Therapie.
	Nachmittag	Präparation von Säugetieren auf Gewebeparasiten	Sezieren eines kleinen Säugetiers (z. B. Ratte oder Kaninchen) zur Untersuchung von Muskulatur, Organen und Blut auf parasitäre Strukturen. Erlernen diagnostischer Methoden für humane Gewebeproben.
Tag 4	Vormittag	Präparation von Fischen auf Gewebeparasiten	Untersuchung von Fischgewebe auf Parasiten (z.B. Kiemenkrebse, Bandwürmer). Bedeutung für Lebensmittelhygiene und Humanmedizin, insbesondere im Zusammenhang mit dem Verzehr von rohem Fisch.
	Nachmittag	Vergleich humane vs. tierische Parasiten	Analyse der Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen humanen und tierischen Parasiten sowie deren Einfluss auf die Krankheitsübertragung. Bedeutung von Reservoirwirten für die Epidemiologie.
Tag 5	Vormittag	Fallbesprechungen & klinische Fälle	Analyse realer klinischer Fälle mit parasitologischer Relevanz. Inter-

		pretation von Laborbefunden, Bildgebung und Differenzialdiagnosen zur Erarbeitung therapeutischer Maßnahmen.
	Nachmittag	Abschlussdiskussion & Zertifikatsvergabe Zusammenfassung, offene Fragen, gegebenenfalls eine kurze Prüfung oder praktische Demonstration. Vergabe von Teilnahmebescheinigungen oder Zertifikaten.

Eintägiger Kurs (Grundkurs für Humanmediziner)

Vormittag:

Einführung & Vorlesung – Wichtige humane Parasiten

In dieser Einführungsvorlesung erhalten die Teilnehmer einen detaillierten Überblick über die wichtigsten humanpathogenen Parasiten, darunter Protozoen wie Plasmodien und Trypanosomen, Helminthen wie Bandwürmer und Filarien sowie Ektoparasiten wie Läuse oder Milben. Es werden die Systematik, Lebenszyklen und Übertragungswege der Parasiten vorgestellt sowie deren medizinische Relevanz für verschiedene Erkrankungen weltweit erläutert.

Nachmittag:

Mikroskopie & Kotuntersuchung – Parasitennachweis

Nach einer Einführung in die parasitologische Labordiagnostik untersuchen die Teilnehmer Stuhlproben unter dem Mikroskop und lernen, verschiedene parasitäre Strukturen wie Wurmeier, Protozoenzysten und Larven zu identifizieren. Dabei werden unterschiedliche Präparations- und Färbetechniken angewandt, um die diagnostische Sicherheit zu erhöhen. Ergänzend werden klinische Fälle besprochen, um das Erlernete mit realen Patientenbeispielen zu verknüpfen.

Wochenendkurs (Vertiefungskurs mit zusätzlichen Praxisanteilen)

Tag 1

(gleicher Ablauf wie der eintägige Kurs)

Tag 2 Vormittag: Zusätzliche Vorlesung – Pathogenese & Therapie

In dieser Vorlesung wird vertieft darauf eingegangen, wie Parasiten im menschlichen Körper Erkrankungen verursachen. Besprochen werden immunologische Reaktionen des Wirts, Strategien der Parasiten zur Immunevasion sowie die Schäden, die sie im Organismus anrichten können. Zudem werden moderne diagnostische Verfahren wie Serologie und PCR-Techniken vorgestellt und die verschiedenen medikamentösen Therapieansätze sowie Präventionsstrategien diskutiert.

Tag 2 Nachmittag: Darm- & Mageninhaltsanalyse eines Säugetiers

Im praktischen Teil wird der Magen-Darm-Trakt eines Säugetiers (z.B. Schwein, Waschbär, Reh) seziert und auf Parasiten untersucht. Die Teilnehmer lernen, sowohl makroskopisch erkennbare Parasiten als auch mikroskopische Stadien in Verdauungsinhalten zu identifizieren. Dabei wird der Bezug zur Humanmedizin hergestellt, insbesondere im Hinblick auf zoonotische Infektionen, die durch den Kontakt mit infizierten Tieren oder kontaminierten Lebensmitteln entstehen können.

5-Tage-Kurs (Umfassender Parasitologie-Kurs mit erweiterter Diagnostik & Präparation)

Tag 1 & 2

(gleicher Ablauf wie beim Wochenendkurs)

Tag 3 Vormittag: Vorlesung – Parasitologische Diagnostik in Gewebe

Während viele Parasiten über den Magen-Darm-Trakt nachweisbar sind, befallen einige auch Gewebe und Organe. In dieser Vorlesung werden solche Gewebeparasiten wie Trichinellen, Leishmanien oder Toxoplasmen behandelt. Die Teilnehmer erfahren, welche diagnostischen Methoden – von histologischen Färbungen über Immunfluoreszenz bis hin zu molekularbiologischen Verfahren – zum Nachweis von Gewebeparasiten eingesetzt werden und welche Herausforderungen in der klinischen Diagnostik bestehen.

Tag 3 Nachmittag: Präparation von Säugetieren auf Gewebeparasiten

Im praktischen Teil wird ein kleines Säugetier (z.B. eine Ratte oder ein Kaninchen) seziert, um mögliche Gewebeparasiten zu identifizieren. Die Teilnehmer untersuchen Muskulatur, innere Organe und Blut auf parasitäre Strukturen und lernen, wie diese von anderen pathologischen Veränderungen unterschieden werden können. Der Fokus liegt darauf, das diagnostische Vorgehen für humane Gewebeproben nachzuvollziehen.

Tag 4 Vormittag: Präparation von Fischen auf Gewebeparasiten

Da Fische als Zwischen- oder Endwirte für viele Parasiten dienen, werden sie ebenfalls untersucht. Die Teilnehmer präparieren Fischgewebe und analysieren es auf das Vorkommen von Parasiten wie Kiemenkrebse, Bandwürmer oder Mikrosporidien. Der Zusammenhang zur Humanmedizin wird hergestellt, indem diskutiert wird, welche dieser Parasiten auch den Menschen infizieren können, insbesondere durch den Verzehr roher oder unzureichend gegarter Fischprodukte.

Tag 4 Nachmittag: Vergleich humane vs. tierische Parasiten

In diesem Teil des Kurses werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen humanen und tierischen Parasiten beleuchtet. Die Teilnehmer erarbeiten, warum einige Parasiten sich an bestimmte Wirte angepasst haben, während andere sowohl Tiere als auch Menschen infizieren können. Zudem wird die Bedeutung von Reservoirwirten für die Übertragung und Ausbreitung parasitärer Erkrankungen besprochen.

Tag 5 Vormittag: Fallbesprechungen & klinische Fälle

In Kleingruppen werden reale klinische Fälle analysiert, in denen Parasiten als Ursache von Erkrankungen vermutet oder nachgewiesen wurden. Die Teilnehmer erlernen, wie sie parasitäre Erkrankungen von anderen Differenzialdiagnosen abgrenzen, wie sie Laborergebnisse interpretieren und welche therapeutischen Maßnahmen ergriffen werden sollten. Der Fokus liegt darauf, die gewonnenen Erkenntnisse direkt in der klinischen Praxis anwenden zu können.

Tag 5 Nachmittag: Abschlussdiskussion & Zertifikatsvergabe

Zum Abschluss des Kurses haben die Teilnehmer die Möglichkeit, offene Fragen zu stellen und das Erlernte zu reflektieren. Gegebenenfalls können sie eine kurze praktische Demonstration oder eine Prüfung ablegen, um ihre erworbenen Kenntnisse zu festigen. Nach erfolgreichem Abschluss erhalten sie eine Teilnahmebescheinigung oder ein Zertifikat, das ihre Weiterbildung im Bereich der Parasitologie dokumentiert.

II. paDIAG (<https://padiag.de>)

a) Fertigstellung und Einsatzbereitschaft des Diagnosetools

Das Diagnosetool wurde planmäßig entwickelt und ist vollständig einsatzbereit. Die Programmierung ist abgeschlossen, alle geforderten Funktionen sind integriert, und das System läuft stabil. Das Tool wurde speziell für die Diagnostik vektorübertragener Infektionskrankheiten, Parasitosen und Zoonosen entwickelt. Im Vergleich zu bestehenden „Clinical Decision Support“-Systemen deckt es spezifische Symptomgruppen ab, die in anderen Anwendungen bisher unberücksichtigt bleiben. Die Benutzeroberfläche ist intuitiv gestaltet, sodass eine schnelle und effiziente Nutzung möglich ist. Die Struktur der Eingabemasken ist klar, und die Ergebnisdarstellung liefert präzise Informationen, um den diagnostischen Prozess zu unterstützen. Das Tool bietet ein breites Diagnostikspektrum. Es kann neben Symptomen auch Reise-anamnese, Expositionsrisiken und Kontakte mit potenziellen Vektoren einbeziehen. Dadurch lassen sich infrage kommende Erreger gezielt eingrenzen. Die Systemarchitektur ist stabil, skalierbar und so ausgelegt, dass zukünftige Anpassungen oder Erweiterungen problemlos möglich sind. Zudem ist das Tool durch die Webbasierung kompatibel mit bestehenden IT-Strukturen und kann flexibel in unterschiedliche Arbeitsumgebungen eingebunden werden. Die Qualitätssicherung wurde ebenfalls in die Systemarchitektur integriert: Die Prüfung der gemeldeten Diagnosen stellt sicher, dass nur valide Datensätze im Feedback-Loop erfasst werden. Auf dieser Basis können fundierte Analysen durchgeführt werden, die eine belastbare Datengrundlage für die epidemiologische Bewertung bieten. Mit der Entwicklung des Diagnosetools sind alle Anforderungen umgesetzt worden. Es ist einsatzfähig, funktional und bietet eine zuverlässige Grundlage für die gezielte Diagnostik vektorassoziierter Erkrankungen.

b) Spezifische Zielgruppe und Ziele

Das Projekt paDIAG verfolgt das Ziel, Parasiten anhand von Krankheitsbildern und den besuchten Ländern zu identifizieren. Durch die systematische Erfassung von Symptomen und Reisehistorien soll eine Datenbasis geschaffen werden, die es ermöglicht, potenzielle parasitäre Infektionen gezielt zu bestimmen.

Das Hauptziel des Projekts paDIAG ist die Entwicklung und Implementierung eines diagnostischen Werkzeugs, das anhand von Symptomen und den besuchten Ländern potenzielle parasitäre Erkrankungen identifiziert und mit einer Gewichtung vorschlägt. Dieses System soll als Unterstützung für Mediziner dienen, um Verdachtsdiagnosen schneller und gezielter stellen zu können. Ein weiterer zentraler Aspekt des Projekts ist die Rückmeldung durch Mediziner. Sobald eine parasitäre Erkrankung diagnostiziert wurde, sollen Ärzte die Diagnose im System bestätigen. Dies ermöglicht eine kontinuierliche Verbesserung des Algorithmus, indem das System aus den bestätigten Diagnosen lernt und zukünftige Fälle präziser bewerten kann.

c) Vorbereitung

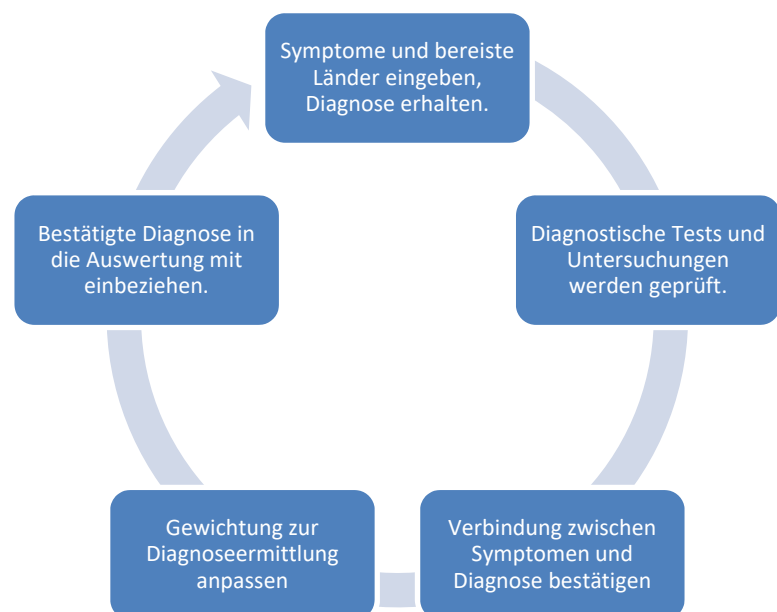
Die Ermittlung der Zielgruppe der Anwender ist die initiale Maßnahme für das Projekt. Da es sich um Ärzte bzw. Mediziner handelt, muss das Tool einen klaren Mehrwert für ihre wertvolle Zeit bieten. Mediziner sollten das Sys-

tem als eine effektive Unterstützung im Arbeitsalltag wahrnehmen, die ihnen bei der schnellen und präzisen Diagnose hilft. Daher muss sich das gesamte Tool-Design gezielt an diese Anwendergruppe richten. Dies umfasst sowohl die Benutzerfreundlichkeit als auch die Effizienz der Abläufe, um eine intuitive und zeitsparende Nutzung zu gewährleisten.

In der Vorbereitungsphase wurde als wesentlicher Schritt die Sammlung aller relevanten Daten für den initialen Datenbestand der Parasiten im Tool durchgeführt. Die Aufgabe wurde mit Unterstützung von Master-Studierenden durchgeführt, die bei der Recherche, Strukturierung und Eingabe der Daten maßgeblich beigetragen haben. Dadurch konnte eine solide Grundlage geschaffen werden, auf der das System aufbaut und weiterentwickelt wird.

d) Einbindung der Mediziner in das Projekt paDIAG

Die Beteiligung von Medizinern ist ein zentraler Bestandteil des Projekts paDIAG, da ihre Fachkenntnisse und diagnostischen Fähigkeiten entscheidend zur Validierung und Interpretation



der gesammelten Daten beitragen. Im Gegensatz zu einem offenen Citizen-Science-Ansatz soll das Tool gezielt von Mediziner*innen genutzt werden, um sie in ihrer diagnostischen Arbeit zu unterstützen. Die Hauptnutzer sind daher nicht die breite Öffentlichkeit, sondern Fachkräfte im medizinischen Bereich. Mediziner erhalten durch das System Vorschläge zu möglichen parasitären Erkrankungen, basierend auf Symptomen und den besuchten Ländern. Ein wesentlicher Aspekt ist die Rückkopplung der Daten: Nach der Bestätigung einer Diagnose sollen Mediziner diese Information ins System zurückspeichern. Dadurch kann der Algorithmus weiter lernen, um künftige Diagnosen zu optimieren und die Gewichtung der Vorschläge zu verbessern. Zusätzlich ermöglicht das System eine Überwachung und Analyse der Krankheitsausbreitung, indem geografische und epidemiologische Daten gesammelt und ausgewertet werden. Dies kann dabei helfen, Trends frühzeitig zu erkennen und gezielte Maßnahmen zur Eindämmung parasitärer Erkrankungen zu entwickeln. Für das Projekt ist es essenziell, dass eine gezielte und direkte Ansprache der Ärzte erfolgt, da eine allgemeine Werbekampagne in diesem Fall nicht zielführend ist. Stattdessen wird eine Ansprache über medizinische Fachverbände, Fachkongresse und Netzwerke empfohlen, um das Interesse und die Beteiligung der Ärzte zu fördern. Die direkte Gewinnung und Einbindung von Ärzten in das Projekt stellt eine besondere Herausforderung dar. Um den angestrebten Erfolg zu gewährleisten, bedarf es sorgfältig durchdachter Kommunikationsstrategien, die den spezifischen Mehrwert des Tools deutlich machen und dessen Potenzial zur Erleichterung des Arbeitsalltags der Ärzte aufzeigen. Eine enge Kooperation mit medizinischen Institutionen und Fachverbänden ist in diesem Zusammenhang von großer Bedeutung.

e) Implementierung

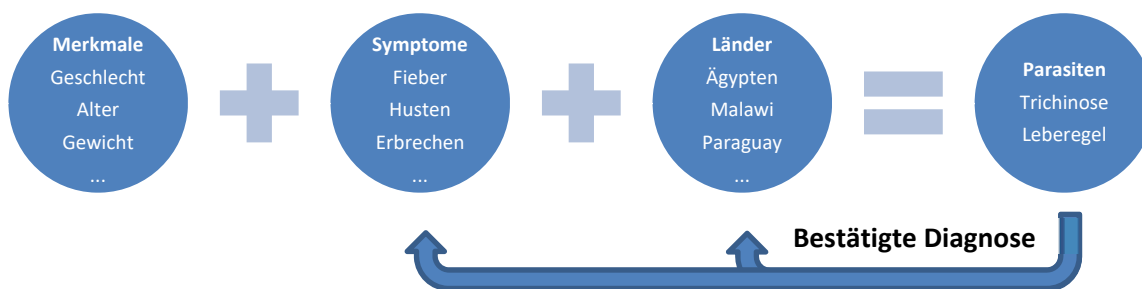
Für einen schnellen und unkomplizierten Zugang zum paDIAG-Tool wurde die Entscheidung für eine Webanwendung getroffen. Eine webbasierte Lösung ermöglicht den Zugriff von jedem internetfähigen Gerät – sei es ein Computer, Tablet oder Smartphone – ohne dass eine Installation erforderlich ist. Diese Architektur stellt sicher, dass Mediziner flexibel und ortsunabhängig auf das System zugreifen können. Zudem reduziert sie technische Hürden, da keine spezielle Software oder Vorkenntnisse notwendig sind. Die Benutzerfreundlichkeit steht im Vordergrund, um eine intuitive Nutzung und eine effiziente Integration in den medizinischen Arbeitsalltag zu gewährleisten.

Die Diagnose bzw. der mögliche Parasit wird anhand der eingegebenen Symptome ermittelt. Die Eingabe ist in drei Segmente unterteilt: Merkmale, Symptome und besuchte Länder

- Merkmale: Hier werden die physischen Eigenschaften des Patienten erfasst, wie Geschlecht und Alter.
- Symptome: Dazu gehören Krankheitssymptome wie Fieber, Blutergüsse, Durchfall und andere relevante Beschwerden.

- **Besuchte Länder:** In diesem Abschnitt werden die zuletzt bereisten Länder des Patienten hinterlegt.

Basierend auf diesen Parametern – Merkmale, Symptome und besuchte Länder – ermittelt das System eine Diagnose mit einer Wahrscheinlichkeitsbewertung, um Mediziner bei der Identifikation möglicher parasitärer Erkrankungen zu unterstützen.



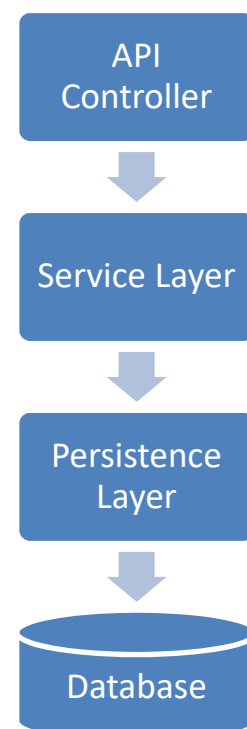
f) Technik

Frontend

Für die Entwicklung der Weboberfläche wurde das Framework Vue.js gewählt. Vue.js ist ein Open-Source-JavaScript-Framework, das speziell für die Entwicklung von Single-Page-Applikationen (SPA) optimiert ist.

Backend

Am Backend des Tools paDIAG kommt eine Java-Applikation zum Einsatz, die mit Spring Boot entwickelt wurde. Spring Boot ist ein leistungsfähiges Framework für die Erstellung moderner, skalierbarer und wartungsfreundlicher Backend-Systeme. Es ermöglicht eine flexible und effiziente Entwicklung von Webanwendungen, die auf einer Microservices-Architektur oder monolithischen Struktur basieren können. Die Wahl von MySQL begründet sich in der hohen Zuverlässigkeit, Skalierbarkeit und der weiten Verbreitung dieser Datenbank. Die Kombination von Spring Boot als Backend und MySQL als Datenbanklösung resultiert in einer Architektur, die sich durch Robustheit, Sicherheit und Skalierbarkeit auszeichnet. Dies ermöglicht eine effiziente Datenspeicherung und schnelle Abfragen für die medizinische Diagnostik.



Algorithmus

Die nachfolgende Abbildung präsentiert eine vereinfachte Darstellung des Prozesses zur Ermittlung möglicher Parasiten. Die Grafik illustriert die wesentlichen Schritte von der Eingabe

der Patientendaten bis zur Ausgabe der diagnostischen Vorschläge mit entsprechender Wahrscheinlichkeitsbewertung.

```

collect data:
// consider confirmed parasites
for confirmedParasite in confirmedList
    increment weight of symptoms;
    increment weight of countries;
endfor;
// check all parasites for given symptoms and countries
for parasite in parasitesList
    weight = 0;
    countryWeigth = 0;
    symptomWeight = 0;
    for symptom in symptoms
        symptomWeight += parasite.calcValue(symptom);
    endfor
    for country in countries
        countryWeigth += parasite.calcValue(country );
    endfor
    weight = countryWeigth + symptomWeight ;
    parasite.setWeight(weight );
endfor
sort parasite by weight;

```

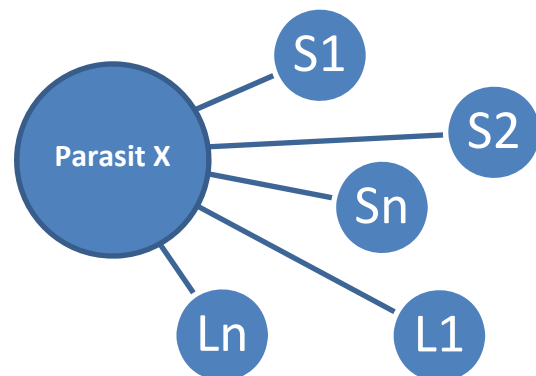
Im Rahmen der Berechnung der Gewichtung erfolgt zunächst eine Anpassung der Symptome und besuchten Länder auf Basis der bestätigten Diagnosen, sodass eine präzisere Justierung der Gewichtungen ermöglicht wird. Die Gewichtung der Symptome und besuchten Länder wird für jeden Parasiten separat berechnet und in der Folge addiert. Die daraus resultierende Gesamtbewertung determiniert die Wahrscheinlichkeit, dass ein Parasit die Ursache der Erkrankung ist. Das System nutzt diese gewichteten Werte, um eine Rangliste der wahrscheinlichsten Diagnosen zu erstellen und dem Mediziner gezielte Vorschläge zu unterbreiten.

S_n : Symptom n

$G(S_n)$: Gewichtung für Symptom n

L_n : Land n

$G(L_n)$: Gewichtung für Land n



Funktion & Anmeldung

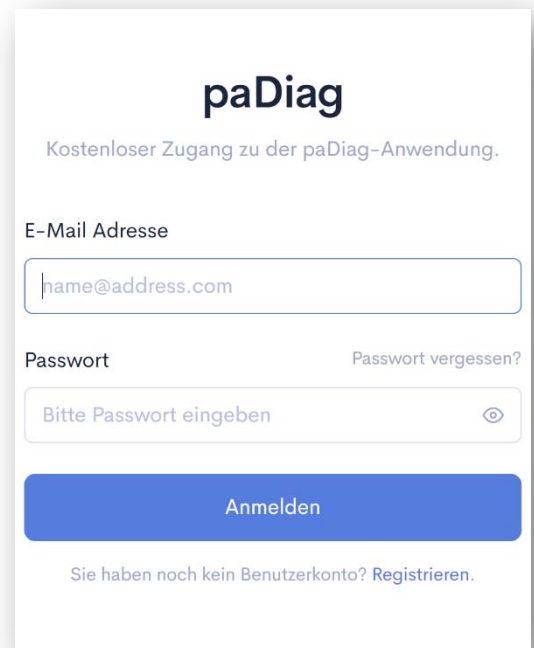
Die Webanwendung "paDIAG" ist über die URL "paDIAG.de" unkompliziert und unmittelbar nutzbar. Zunächst ist eine Registrierung bei paDIAG erforderlich, bei der eine E-Mail-Adresse angegeben und ein Passwort festgelegt werden muss. Nach erfolgreicher Registrierung kann eine direkte Anmeldung und Anwendung erfolgen.

Administration

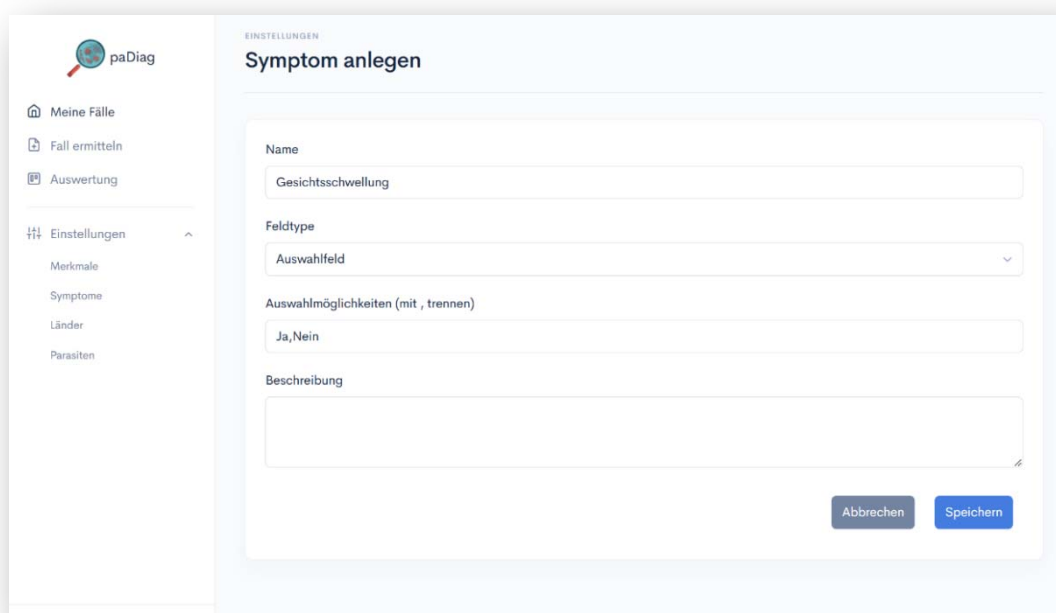
Die Administration des Tools umfasst die Eingabe und Verwaltung von Parametern wie Merkmale, Symptome und Länder, die dann den jeweiligen Schädlingen zugeordnet werden. Um die Eingabe flexibel und zukunftsorientiert zu gestalten, können die Parameter individuell definiert werden und dabei folgende Ausprägungen haben:

- Auswahlfeld (z. B. Geschlecht: männlich/weiblich)
- Zahlenwert (z.B. Körpertemperatur in °C)
- Bereich (z.B. Altersgruppe 20-30 Jahre)

Diese flexible Struktur ermöglicht eine einfache Anpassung und Erweiterung des Systems, um es kontinuierlich an neue wissenschaftliche Erkenntnisse anzupassen.



The image shows the login and registration interface for paDiag. At the top, the logo "paDiag" is displayed. Below it, a subtitle reads "Kostenloser Zugang zu der paDiag-Anwendung." The form includes two input fields: "E-Mail Adresse" with a placeholder "name@address.com" and "Passwort" with a placeholder "Bitte Passwort eingeben". A link "Passwort vergessen?" is located next to the password field. A blue "Anmelden" button is positioned below the fields. At the bottom, a link "Sie haben noch kein Benutzerkonto? Registrieren." is provided.



The image shows the "Symptom anlegen" (Create Symptom) form within the paDiag application. The form is titled "EINSTELLUNGEN" and "Symptom anlegen". It contains several input fields: "Name" with the placeholder "Gesichtsschwellung", "Feldtype" with a dropdown menu set to "Auswahlfeld", "Auswahlmöglichkeiten (mit , trennen)" with the placeholder "Ja,Nein", and "Beschreibung" with a large text area. At the bottom right, there are two buttons: "Abbrechen" and "Speichern". A sidebar on the left shows the navigation menu with options: "Meine Fälle", "Fall ermitteln", "Auswertung", "Einstellungen", "Merkmale", "Symptome", "Länder", and "Parasiten".

Die Erfassung der Daten wurde gesammelt und in das System importiert. Ein zentraler Bestandteil der Datenverwaltung ist die Eingabe der Parasiten und die Zuordnung der entsprechenden Parameter wie Merkmale, Symptome und betroffene Länder. Diese Struktur ermöglicht eine präzise Diagnosestellung und eine kontinuierliche Erweiterung der Datenbank.

EINSTELLUNGEN
Parasite anlegen

Name
Trichuriasis

Beschreibung
Trichuriasis

Symptome Hinzufügen

#	SYMPTOM	WERT	GEWICHT
1	Schmerzhafter Stuhlgang	Ja	100
2	Häufiger Stuhlgang	Ja	100
3	Blutiger Stuhl	Ja	100
4	Durchfall	Ja	100
5	Rektumprolaps	Ja	100
6	Anämie	Ja	100

Länder Hinzufügen

#	LAND	GEWICHT
1	Weltweit	100

Abbrechen Speichern

Jedem Parasiten werden Symptome und Länder zugeordnet, die als Indikatoren für die jeweilige Krankheit in Frage kommen. Neben der reinen Zuordnung der Werte wird auch eine Gewichtung festgelegt. Diese bestimmt, wie stark ein bestimmtes Symptom oder ein Land mit einem bestimmten Parasiten assoziiert ist. Dadurch kann das System eine differenzierte Wahrscheinlichkeitsbewertung vornehmen und genauere Diagnosen vorschlagen.

Fall ermitteln

Jede Diagnosestellung beginnt mit der Erfassung eines Falles. Dabei werden die relevanten Patientendaten in den Bereichen Merkmale, Symptome und besuchte Länder eingegeben. Körperliche Merkmale wie Geschlecht und Alter werden direkt eingegeben. Symptome und besuchte Länder können über eine Suchfunktion schnell gefunden und ausgewählt werden. Diese strukturierte Eingabe ermöglicht eine gezielte Analyse und unterstützt die Ermittlung

einer möglichen parasitären Erkrankung mit einer Wahrscheinlichkeitsbewertung. Nach Initiierung der Eingabe wird die Ermittlung gestartet und die potenziellen Parasiten werden mit der entsprechenden Wahrscheinlichkeitsbewertung aufgeführt. Die erfassten Daten können unter einem Namen gespeichert werden, um sie zu einem späteren Zeitpunkt erneut abzurufen oder weiterzuverarbeiten. Jeder Fall bekommt eine eindeutige Kennung.

ÜBERSICHT
Fall ermitteln

Name

Name der Untersuchung

1 - Patient

Alter: 44

Geschlecht: männlich

2 - Symptome

Q Symptom suchen

Blutiger Durchfall: Ja

Husten: Ja

3 - besuchte Länder

Q Land suchen

Bolivien

Speichern **Abbrechen**

Diagnosen

Coccidioidomykose	67%
Oropouche-Fieber	67%
Anthrax	30%

Meine Fälle

Die im System gespeicherten Fälle können zu jedem Zeitpunkt aufgerufen werden. Nach Festlegung der Diagnose beim Patienten kann der Fall im System bestätigt werden. Dabei ist entweder eine der vorgeschlagenen Diagnosen zu bestätigen oder – falls die korrekte Diagnose nicht aufgeführt ist – eine neue Eingabe vorzunehmen. Durch die Bestätigung der Diagnose in Bezug auf die eingegebenen Symptome lernt das System kontinuierlich dazu. In der Konsequenz wird die Genauigkeit der Diagnoseermittlung für zukünftige Fälle kontinuierlich verbessert.

Auswertung

Innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums werden alle bestätigten Fälle angezeigt. Neben der identifizierten Krankheit können auch die betroffenen Länder und Symptome analysiert werden. Diese Auswertung ermöglicht eine gezielte Untersuchung der Verbreitung von Parasiten und unterstützt die Erkennung epidemiologischer Muster.

ÜBERSICHT

Auswertung

Suche 6 Einträge 6 Monate ▼

PARASITEN	MERKMALE	SYMPTOME	LÄNDER	DATUM	BEMERKUNG
Coccidioidomycose	Alter Geschlecht	Blutiger Durchfall Husten	Bolivien	10.02.2025	Patient vollständig genesen
Rift-Valley-Fever	Alter Geschlecht	Zahnfleischbluten Vaginalblutungen Blutstuhl Bluthusten	Kongo	21.11.2024	Patient vollständig genesen
Borreliose	Alter Geschlecht	Bluterbrechen Müdigkeit Bisswunde Desorientierung Durchfall	Algerien	21.11.2024	Patient chronisch erkrankt
Botulismus (manuell)	Alter Geschlecht	Sodbrennen	Bosnien und Herzegowina	19.11.2024	Test
Dengue Fieber	Alter Geschlecht	Nasenbluten	Burkina Faso	31.10.2024	Patient vollständig genesen
Krim-Kongo-Fieber	Alter Geschlecht	Nasenbluten	Bosnien und Herzegowina	31.10.2024	Patient vollständig genesen

Datenvorbereitung

Damit das paDIAG-Tool funktionsfähig ist, werden neben der technischen Umsetzung auch umfangreiche Daten zu Parasiten benötigt. Die initialen Datensätze müssen Parasitenarten, deren Symptome sowie deren geografisches Vorkommen in verschiedenen Ländern enthalten und zusammengeführt werden. Diese Rohdaten werden in ein einheitliches paDIAG-Format überführt, um eine strukturierte Speicherung und effiziente Verarbeitung zu ermöglichen. Anschließend werden sie für die erste Auswertung aufbereitet, sodass das System bereits zu Beginn aussagekräftige Analysen und diagnostische Vorschläge generieren kann. Eine kontinuierliche Erweiterung und Aktualisierung der Datenbank durch neue wissenschaftliche Erkenntnisse sowie durch die Rückkopplung bestätigter Diagnosen von Medizinern stellt sicher, dass das System laufend verbessert und präziser wird.

Datenschutz

Die Eingaben sind nicht personenbezogen. Jeder Fall erhält eine eindeutige Nummer und kann mit einem beliebigen Namen versehen werden. Dies ermöglicht es Medizinern, Fälle später wiederzufinden und die Diagnose zu bestätigen, ohne personenbezogene Daten zu

speichern. Jeder Mediziner kann sich mit seiner E-Mail-Adresse registrieren. Neben der E-Mail werden keine weiteren persönlichen Daten hinterlegt, wodurch die Datensicherheit und der Schutz der Privatsphäre gewährleistet bleiben.

4.3 Problemdiskussion

Im Verlauf des Projekts traten mehrere Herausforderungen auf, die dazu führten, dass einige Ziele bislang nicht vollständig umgesetzt werden konnten. Diese Schwierigkeiten betrafen vor allem die aktive Beteiligung des medizinischen Fachpersonals sowie die strukturelle Umsetzung einzelner geplanter Maßnahmen.

- i. Ein zentrales Problem ergab sich bei der Durchführung der Befragungen mit medizinischem Fachpersonal. Obwohl zu Beginn des Projekts von vielen Ärzten großes Interesse signalisiert wurde, blieb die tatsächliche Beteiligung weit hinter den Erwartungen zurück. Selbst nach mehrfachen Kontaktversuchen, die gezielt darauf abzielten, die Teilnahmebereitschaft zu erhöhen, gingen nur wenige Rückmeldungen ein. Dies erschwerte die geplante Datenerhebung erheblich und führte dazu, dass bestimmte Fragestellungen bisher nicht im gewünschten Umfang ausgewertet werden konnten.
- ii. Ähnliche Schwierigkeiten traten bei Veranstaltungen und Vorträgen auf, die sich speziell an Medizinstudierende richteten. Ziel war es, diese frühzeitig in die Entwicklung einzubinden und aktiv in die Testphase des paDIAG-Tools einzubeziehen. Trotz anfänglich positiver Rückmeldungen blieb die erhoffte Beteiligung aus. Auch wiederholte Anfragen nach den Veranstaltungen auch an die Veranstaltungsorganisatoren führten zu keiner nennenswerten Resonanz, sodass dieser Teil des Projekts bislang nicht wie geplant umgesetzt werden konnte.
- iii. Viele Ärzte signalisierten nur dann eine potenzielle Teilnahme an den Weiterbildungsangeboten, wenn diese mit der Vergabe von CME-Punkten (Continuing Medical Education) verbunden wären. Die dafür erforderliche Zulassung durch die Ärztekammer stellte sich jedoch als deutlich umfangreicher heraus als ursprünglich angenommen. Der damit verbundene zusätzliche organisatorische Aufwand war zu Beginn des Projekts in dieser Form nicht absehbar.
- iv. Aktuell befindet sich das Projekt an einem Punkt, an dem zwei Aufgaben noch nicht abgeschlossen sind: Zum einen steht die formale Zulassung des Fortbildungskurses bei der Ärztekammer aus, um die Möglichkeit der Vergabe von CME-Punkten zu schaffen. Zum anderen muss das paDIAG-Tool noch getestet werden, um dessen Funktionalität unter realen Bedingungen zu validieren und mögliche Optimierungspotenziale zu identifizieren.
- v. Diese offenen Punkte werden im weiteren Verlauf gezielt weiterverfolgt, wobei die Priorität darauf liegt, die Anwendungspraxis des Tools zu erproben und die Akzeptanz

innerhalb der Zielgruppe zu erhöhen. Es bleibt offen, in welchem Umfang diese Maßnahmen umgesetzt werden können, doch die bisher gewonnenen Erkenntnisse bilden eine solide Grundlage, um diese Herausforderungen künftig anzugehen.

5. Öffentlichkeitsarbeit

- i. Vortrag (Klimawandel und Anstieg von Infektionskrankheiten) und Vorstellung IFoM/ paDIAG durch Prof. Dr. Sven Klimpel im Rahmen der Veranstaltung Deutsches Netzwerk gegen vernachlässigte Tropenkrankheiten (DNTDs), 10.05.2023, Berlin
- ii. Vortrag (Vektoren und Reservoirwirte als Infektionskrankheitsüberträger) und Vorstellung von IFoM/ paDIAG durch Prof. Dr. Sven Klimpel im Rahmen der Veranstaltung Retreat des Fachberichts Biological Sciences, 27.09.2024, Bad Nauheim
- iii. Vortrag (Klimawandel und der Impact der Vektormodellierung) und Vorstellung von IFoM/ paDIAG durch Prof. Dr. Sven Klimpel im Rahmen der Veranstaltung jUNITE – Netzwerk Junge Infektionsmedizin, 11.10.2024, Bad Tabarz
- iv. Vortrag (Zoonosen und Infektionskrankheiten) und Vorstellung von IFoM/ paDIAG durch Prof. Dr. Sven Klimpel im Rahmen der Veranstaltung One Health der Frankfurter Bürger-Universität/ Gesundheitsamt, 24.10.2024, Frankfurt am Main

FFM, 04.03.2025

gez. Sven Klimpel