

**Stellungnahme zum
Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und
Infektionsbiologie e. V. - Hans-Knöll-Institut (HKI), Jena**

Inhaltsverzeichnis

1. Beurteilung und Empfehlungen	2
2. Zur Stellungnahme des HKI	4
3. Förderempfehlung	4

Anlage A: Darstellung

Anlage B: Bewertungsbericht

Anlage C: Stellungnahme der Einrichtung zum Bewertungsbericht

Vorbemerkung

Die Einrichtungen der Forschung und der wissenschaftlichen Infrastruktur, die sich in der Leibniz-Gemeinschaft zusammengeschlossen haben, werden von Bund und Ländern wegen ihrer überregionalen Bedeutung und eines gesamtstaatlichen wissenschaftspolitischen Interesses gemeinsam gefördert. Turnusmäßig, spätestens alle sieben Jahre, überprüfen Bund und Länder, ob die Voraussetzungen für die gemeinsame Förderung einer Leibniz-Einrichtung noch erfüllt sind.¹

Die wesentliche Grundlage für die Überprüfung in der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz ist regelmäßig eine unabhängige Evaluierung durch den Senat der Leibniz-Gemeinschaft. Die Stellungnahmen des Senats bereitet der Senatsausschuss Evaluierung vor. Für die Bewertung einer Einrichtung setzt der Ausschuss Bewertungsgruppen mit unabhängigen, fachlich einschlägigen Sachverständigen ein.

Vor diesem Hintergrund besuchte eine Bewertungsgruppe am 28. und 29. Oktober 2021 das HKI in Jena. Ihr stand eine vom HKI erstellte Evaluierungsunterlage zur Verfügung. Die wesentlichen Aussagen dieser Unterlage sind in der Darstellung (Anlage A dieser Stellungnahme) zusammengefasst. Die Bewertungsgruppe erstellte im Anschluss an den Besuch den Bewertungsbericht (Anlage B). Das HKI nahm dazu Stellung (Anlage C). Der Senat der Leibniz-Gemeinschaft verabschiedete am 12. Juli 2022 auf dieser Grundlage die vorliegende Stellungnahme. Der Senat dankt den Mitgliedern der Bewertungsgruppe und des Senatsausschusses Evaluierung für ihre Arbeit.

1. Beurteilung und Empfehlungen

Der Senat schließt sich den Beurteilungen und Empfehlungen der Bewertungsgruppe an. Das Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie (HKI) arbeitet mit außerordentlichem Erfolg zu mikrobiellen Naturstoffen und zur Infektionsbiologie human-pathogener Pilze. Dabei gelingt es, einen Bogen von grundlagenorientierten Arbeiten über die biotechnologische Nutzung bis hin zur Translation der Ergebnisse zu schlagen. Die Themen des HKI sind wissenschaftlich und medizinisch äußerst relevant, denn mikrobielle Naturstoffe sind an der Entstehung zahlreicher Infektionskrankheiten beteiligt, gleichzeitig aber auch wichtige Quellen für Medikamente wie Antibiotika.

Mit seinen Arbeiten nimmt das Institut eine führende Stellung in der internationalen Forschungslandschaft ein. Es hat eine Vielzahl von innovativen **Ergebnissen** vorgelegt, die bestens publiziert werden. Das HKI erbringt bedeutende Transfer- und Infrastrukturleistungen. Ein viel beachtetes Ergebnis, das gemeinsam mit Partnereinrichtungen erzielt wurde, ist die präklinische und klinische Weiterentwicklung eines neuen Antibiotikums zur Behandlung der Tuberkulose. Das am Institut angesiedelte Nationale Referenzzentrum für invasive Pilzinfektionen ist der wichtigste Anlaufpunkt für die Beratung zu Diagnose und Behandlung invasiver Pilzinfektionen in Deutschland. Die sieben Abteilungen

¹ Ausführungsvereinbarung zum GWK-Abkommen über die gemeinsame Förderung der Mitgliedseinrichtungen der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz e. V.

des HKI werden im Durchschnitt als „sehr gut bis exzellent“ bewertet, die daneben bestehenden vier Forschungs- und sechs Nachwuchsgruppen als „sehr gut“.

Seit der letzten Evaluierung hat das HKI seine hervorragende **Entwicklung** kontinuierlich fortgesetzt. Das Arbeitsspektrum wurde sinnvoll erweitert und insbesondere die Bioinformatik gestärkt. Sie ist von großer Bedeutung für die Arbeit in den Abteilungen und die Mitwirkung des HKI in großen Verbundvorhaben. Die Anforderungen an einheitliche und kompatible Standards zur Nutzung und dauerhaften Archivierung des stetig wachsenden Datenvolumens nehmen zu. Vor diesem Hintergrund sollte eine stärkere Bündelung der bislang dezentral vorgehaltenen informatischen und bioinformatischen Kompetenzen geprüft werden. In den vergangenen Jahren hat sich das Institut verstärkt und sehr erfolgreich dem Transfer und der Translation seiner Forschungsergebnisse zugewandt. Mit der Entwicklung neuer antibakterieller Wirkstoffe übernimmt es Verantwortung auf einem Gebiet, aus dem sich die Industrie nahezu vollständig zurückgezogen hat. Vor diesem Hintergrund wird begrüßt, dass das HKI das Arbeitsgebiet der translationalen Wirkstoffforschung in Zukunft noch weiter ausbauen wird. Bund und Länder stellen hierfür ab 2023 zusätzliche Mittel bereit.

Das HKI wird sehr erfolgreich von einer wissenschaftlich-administrativen Doppelspitze geleitet. In einigen Jahren wird die wissenschaftliche **Leitung** ruhestandsbedingt neu zu besetzen sein. Die dazu erforderlichen Verfahren müssen die Gremien rechtzeitig in Gang setzen.

Das Geschlechterverhältnis ist beim **wissenschaftlichen Personal** ohne Leitungsaufgaben nahezu ausgeglichen. Wissenschaftlerinnen leiten aber nur drei der elf Abteilungen und Forschungsgruppen sowie eine von sieben Nachwuchsgruppen. Damit bleibt das HKI deutlich hinter den Erwartungen zurück und muss die Situation erheblich verbessern. Es wird begrüßt, dass das Institut den Handlungsbedarf erkannt hat.

Promovierende werden am HKI sehr gut ausgebildet und betreut; Nachwuchsgruppen finden hervorragende Bedingungen vor. In Zukunft sollten in erster Linie Gruppen am Institut etabliert werden, die ihre Förderung in hochrangigen wettbewerblichen Verfahren eingeworben haben. Es wird empfohlen, strukturierte Karrierewege für die Qualifikationsphase nach der Promotion zu entwickeln.

Das HKI agiert, wie es festhält, beim Thema Entfristung von Personal in dem komplexen Spannungsfeld zwischen der erforderlichen Flexibilität, den finanziellen und arbeitsrechtlichen Anforderungen sowie der Verantwortung gegenüber den Beschäftigten. Wie im Bewertungsbericht mit Blick auf das wissenschaftliche und wissenschaftsunterstützende Personal näher erläutert wird, müssen die Standards für Be- und Entfristungen am Institut einheitlich geregelt werden.

Das Institut ist für die Erfüllung seiner derzeitigen Aufgaben angemessen **ausgestattet**. Einen erfreulich hohen Anteil seiner Sachmittel vergibt es über eine Leistungsbezogene Mittelvergabe (LOM). Die Indikatoren zur Bewertung der Qualität von Forschungsergebnissen sollten sich an den Empfehlungen der *San Francisco Erklärung zur Forschungsbeurteilung (DORA)* orientieren. Außerdem wird empfohlen, künftig Indikatoren zu Translations- und Transferleistungen einzubeziehen. Das Institut wirbt sehr erfolgreich

Drittmittel ein. Hervorzuheben sind die hohen DFG-Mittel: Das HKI hat das Sprecheramt in einem Exzellenzcluster und in zwei Sonderforschungsbereichen inne, an vier weiteren ist es beteiligt. Auch auf europäischer Ebene wirbt das HKI mittlerweile beträchtliche Mittel ein. Es wird begrüßt, dass seit der letzten Evaluierung wie empfohlen umfangreiche Baumaßnahmen zur Verbesserung der Raumsituation durchgeführt wurden und weitere geplant sind.

Die **Zusammenarbeit** des HKI mit der Universität und dem Universitätsklinikum Jena ist hervorragend. Mittlerweile bestehen neun gemeinsame Berufungen. Die Lage des Instituts auf dem Beutenberg Campus ist der Kooperation mit benachbarten Einrichtungen zuträglich. Kompetenzen werden beispielsweise in dem vor kurzem gegründeten Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung (LPI) in vielversprechender Weise gebündelt. Auch mit der Universität Würzburg wird erfolgreich zusammengearbeitet. Das HKI ist international hervorragend vernetzt und trägt erheblich zur hohen Sichtbarkeit des Standorts Jena in den Lebenswissenschaften bei.

Der **Wissenschaftliche Beirat** begleitet das Institut sehr gut. So bewertet er in jeder Sitzung einzelne Struktureinheiten. Künftig sollte er zwischen zwei externen Evaluierungen im Rahmen eines Audits gezielt auch die Gesamtentwicklung des Instituts in den Blick nehmen.

Das HKI betreibt innovative, medizinisch äußerst relevante Grundlagen- und angewandte Forschung zu mikrobiellen Naturstoffen. Es erfüllt die Anforderungen, die an eine Einrichtung von überregionaler Bedeutung und gesamtstaatlichem wissenschaftspolitischen Interesse zu stellen sind. Die Erfüllung der Aufgaben des HKI ist an einer Hochschule nicht möglich. Eine Eingliederung des HKI in eine Hochschule wird daher nicht empfohlen.

2. Zur Stellungnahme des HKI

Der Senat dankt dem Institut für seine weiterführenden Erläuterungen auch zu aktuellen Entwicklungen und begrüßt, dass es die Empfehlungen und Hinweise aus dem Bewertungsbericht bei seiner weiteren Arbeit berücksichtigt.

3. Förderempfehlung

Der Senat der Leibniz-Gemeinschaft empfiehlt Bund und Ländern, das HKI als Einrichtung der Forschung und der wissenschaftlichen Infrastruktur auf der Grundlage der Ausführungsvereinbarung WGL weiter zu fördern.

Anlage A: Darstellung

Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie e. V. - Hans-Knöll-Institut (HKI), Jena

Inhaltsverzeichnis

1. Kenndaten, Auftrag und Struktur	A-2
2. Gesamtkonzept und zentrale Arbeitsergebnisse.....	A-3
3. Veränderungen und Planungen.....	A-6
4. Steuerung und Qualitätsmanagement.....	A-8
5. Personal	A-11
6. Kooperation und Umfeld	A-14
7. Teilbereiche des HKI.....	A-16
8. Umgang mit Empfehlungen der letzten externen Evaluierung	A-28

Anhang:

Anhang 1: Organigramm	A-30
Anhang 2: Publikationen	A-31
Anhang 3: Erträge und Aufwendungen	A-32
Anhang 4: Personalübersicht	A-34

1. Kenndaten, Auftrag und Struktur

Kenndaten

Gründungsjahr:	1992
Aufnahme in die Bund-Länder-Förderung:	2003
Aufnahme in die Leibniz-Gemeinschaft:	2003
Letzte Stellungnahme des Leibniz-Senats:	2015
Rechtsform:	Eingetragener Verein
Zuständiges Fachressort des Sitzlandes:	Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft (TMWWDG)
Zuständiges Fachressort des Bundes:	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Gesamtbudget (2020)

- 17,6 Mio. € Institutionelle Förderung,
- 10,8 Mio. € Erträge aus Zuwendungen zur Projektfinanzierung,
- 0,6 Mio. € Erträge aus Leistungen.

Personalbestand (2020)

- 195 Personen im Bereich Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen,
- 51 Personen im Service,
- 19 Personen in der Administration und Forschungscoordination.

Auftrag und Struktur

„Zweck des Vereins ist die Förderung der Naturstoff-Forschung und der Infektionsbiologie, besonders der damit im Zusammenhang stehenden Grundlagen- und anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung, des wissenschaftlichen Informationsaustausches und der Aus- und Weiterbildung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Ein besonderes Anliegen des Vereins ist die enge Verknüpfung von mikrobieller Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie, insbesondere von human-pathogenen Pilzen, um Infektionsmechanismen besser zu verstehen und Grundlagen für eine effektivere Therapie mit Wirkstoffen zu schaffen.“ (Satzung §1, Absatz 1)

Das wissenschaftliche Konzept des HKI umfasst die beiden **Programmbereiche** Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie mit einem Schwerpunkt auf human-pathogenen Pilzen. Organisatorisch ist das Institut in Struktureinheiten gegliedert. Derzeit sind das sieben Forschungsabteilungen, vier Forschungsgruppen, sieben unabhängige Nachwuchsgruppen und vier Querschnittseinrichtungen. Die fünf assoziierten Gruppen verbinden das HKI mit der Friedrich-Schiller-Universität (FSU) Jena und dem Universitätsklinikum Jena (UKJ).

2. Gesamtkonzept und zentrale Arbeitsergebnisse

Das HKI betreibt anwendungsorientierte Grundlagenforschung zu (i) Naturstoffen aus Mikroorganismen und (ii) lebensbedrohlichen Infektionserkrankungen durch human-pathogene Pilze. Das Ziel ist, aus der Verknüpfung beider Bereiche Erkenntnisse über die Bildung und Funktion mikrobieller Naturstoffe und ihrer biotechnologischen Produktion zu erlangen. Auch sollen Infektionsmechanismen und die menschliche Immunabwehr besser verstanden und Grundlagen für eine effektivere Therapie durch Immunmodulation oder mit Wirkstoffen geschaffen werden.

Der **Programmbereich Naturstoff-Forschung** widmet sich der Bildung und Identifikation von Naturstoffen aus Bakterien, Pilzen und anderen niederen Organismen. Besonderes Augenmerk wird auf den ökologischen Kontext und die biologische Funktion neu gefundener Naturstoffe sowie auf deren mögliche Anwendung in der Medizin gelegt. Im Bereich antiinfektiver Wirkstoffe wird die Entwicklung bis in die klinischen Phasen vorangetrieben. Die Arbeiten können folgendermaßen überschrieben werden: (i) Analyse ungewöhnlicher Habitats, aber auch fossiler Quellen, auf ungewöhnliche Naturstoffe, Rekonstruktion von mikrobiellen Gemeinschaften zur Isolierung neuer Naturstoffe und zur funktionellen Analyse ihrer ökologischen Bedeutung, (ii) Aufklärung ihrer Biosynthese und Struktur, (iii) Entwicklung neuer gentechnischer und biotechnologischer Verfahren zur Entdeckung, Untersuchung und Produktion, (iv) Entwicklung mikrobieller Wirkstoffe / Antibiotika / Therapeutika auch zur Manipulation von Mikrobiomen. Der vom HKI geführte Sonderforschungsbereich 1127 *ChemBioSys – Chemische Mediatoren in komplexen Biosystemen* sowie der Exzellenzcluster *Balance of the Microverse* sind in diesem Programmbereich angesiedelt.

Im **Programmbereich Infektionsbiologie mit dem Schwerpunkt human-pathogene Pilze** konzentriert sich das HKI auf fünf Aspekte: (i) die Identifizierung von Virulenzdeterminanten der Pilze, (ii) die Aufklärung der Interaktion zwischen human-pathogenen Pilzen und dem Immunsystem, insbesondere neutrophilen Granulozyten, Makrophagen, T-Zellen, Epithelzellen und dem Komplementsystem, (iii) zunehmend auf die Bedeutung des „Mikroversums“ (der Mikroorganismen-Gemeinschaft) des Menschen für die Infektion, (iv) die systembiologische Analyse und Entwicklung von virtuellen Infektionsmodellen sowie (v) die Applikation der Erkenntnisse für Diagnose und Therapie. In dem vom HKI koordinierten Sonderforschungsbereich/Transregio 124 *FungiNet – Pathogene Pilze und ihr menschlicher Wirt – Netzwerke der Interaktion* arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Jena und Würzburg gemeinsam an der Erforschung, Erkennung und Behandlung von schweren Pilzinfektionen. Diese Bemühungen werden weiter unterstützt durch den SFB 1278 *PolyTarget*, den Exzellenzcluster *Balance of the Microverse*, das BMBF-geförderte Verbundvorhaben *InfectControl*, den Leibniz ScienceCampus *InfectoOptics* und zukünftig durch die translationale Forschung im *Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung* (LPI). Zudem ist das HKI Nationales Referenzzentrum für invasive Pilzinfektionen.

Arbeitsergebnisse

Leibniz-Einrichtungen erarbeiten Leistungen, die sich den drei Aufgabentypen Forschung, Forschungsinfrastrukturen und Transfer zuordnen lassen. Das HKI wurde gebeten, die aus seiner Sicht herausragenden Arbeitsergebnisse in diesen Aufgabenfeldern zu nennen. Eine Auswahl ist im Folgenden knapp zusammengefasst wiedergegeben. Zu den Arbeitsergebnissen s. außerdem auch Kapitel 7.

Forschung

- **Entdeckung der Clostrubine:** Dabei handelt es sich um neuartige Antibiotika, die den Produzenten in doppelter Hinsicht nützen: Clostrubine töten konkurrierende Kartoffelpathogene ab und ermöglichen es den Anaerobiern, in Gegenwart von Luftsauerstoff zu wachsen.
- **Funktion des Komplement-Inhibitors Apolipoprotein E (ApoE):** Es konnte gezeigt werden, dass ApoE die Bildung von Ablagerungen in Blutgefäßen verhindert und bei Erkrankungen wie Alzheimer und Atherosklerose die Entzündungsreaktion abmildern kann.
- **Neue Virulenzmechanismen bei *Candida albicans*:** Erstmals konnte bei Pilzinfektionen eine protektive, mitochondrienassoziierte Typ-I-Interferon-Signaltransduktion und eine über Zellschädigungen initiierte Antwort beobachtet werden. Zudem konnte die erste *C. albicans*-Mutante identifiziert werden, die keine Hyphenbildung aufweist, im Mausmodell der systemischen Candidose jedoch genauso virulent ist wie der Wildtyp. Damit muss das etablierte Konzept „filamentöses Wachstum = infektiöse Form von *C. albicans*“ neu betrachtet werden.
- **Entdeckung von Candidalysin,** des ersten Toxins eines human-pathogenen Pilzes, das eine zentrale Bedeutung bei der Überwindung von intestinalen Epithelbarrieren (Translokation), sowie für die Pathogenität und Immunantwort bei diversen Infektionsformen hat. Diese Beobachtungen führten zu dem für humanpathogene Pilze neuen Konzept von Virulenz- und Avirulenzfaktoren und erschließt Anwendungen in Diagnose und Therapie.
- **Synergistische Wirkung von Naturstoffen:** Der neue Naturstoff Jessenipeptin wirkt zusammen mit Mupirocin synergistisch gegen human-pathogene Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA). Bei der Biosynthese beider Naturstoffe wurde ein Protein modifiziert und anhand ausgewählter Moleküle aktiviert. Diese neuartige Methode ermöglichte es, in Bakterien stille Biosynthesegencluster zu aktivieren und dadurch den neuen Naturstoff Pseudomonol zu isolieren.
- Es konnte zum ersten Mal gezeigt werden, dass sich **Bakterien kooperativ gegen Amöben verteidigen** können.
- **Tröpfchen-basierte Mikrofluidik für den Ultrahochdurchsatz:** Am HKI wurde eine Mikrofluidik-Plattform für Pikoliter-Tropfen entwickelt. Damit können multiparametrische Daten in Echtzeit erfasst, analysiert und für die Tropfen-Sortierung im laufenden Screening verwendet werden.

Die Forschungsergebnisse des HKI führten im Zeitraum 2018 bis 2020 zu 475 Publikationen in Zeitschriften mit Begutachtungssystem, 10 Aufsätzen in weiteren Zeitschriften, drei Einzelbeiträgen in Sammelwerken und einer Herausgeberschaft sowie fünf Arbeits- und Diskussionspapieren (Anhang 2).

Translation und Transfer

Das **Antituberkulose-Antibiotikum BTZ-043** wurde in Zusammenarbeit mit Partnern an der LMU München in einem rein akademischen Setting in die klinische Phase II gebracht.

In den Jahren 2018 bis 2020 meldete das HKI 8 Patente an und 9 Patente wurden erteilt (insbes. Patentierung bioaktiver Substanzen).

Im Jahr 2012 initiierte das HKI gemeinsam mit mehr als 30 Konsortialpartnern den Forschungsverbund *InfectControl – Neue Antiinfektionsstrategien – Wissenschaft, Gesellschaft, Wirtschaft*, der unter der Sprecherschaft des Wissenschaftlichen Direktors im BMBF-Programm Zwanzig20 gefördert wird. Das Konsortium verbindet Forschungseinrichtungen, Unternehmen und Interessengruppen mit dem Ziel, neue Anwendungen für Prävention, Diagnose und Therapie von Infektionen zu entwickeln.

Im Rahmen des BMBF-Programms Zentren für Innovationskompetenz (ZIK) hat das HKI gemeinsam mit der Universität Jena und dem Universitätsklinikum Jena 2014 das ZIK *Septomics* gegründet. Für das HKI ist das ZIK *Septomics* von strategischer Bedeutung für die Zusammenarbeit mit klinisch orientierten Gruppen.

Das HKI ist eine der Gründungsinstitutionen des am Universitätsklinikum Jena angesiedelten Integrierten Forschungs- und Behandlungszentrums *Center for Sepsis Control and Care* (CSCC). Das BMBF-geförderte Zentrum widmet sich der Erforschung der Sepsis, lebensgefährdender Infektionen und deren Folgeerkrankungen. Auch ist das HKI einer von sieben Kernpartnern im BMBF-geförderten *InfectoGnostics* Forschungscampus. 2015 wurde der im Leibniz-Wettbewerb geförderte Leibniz ScienceCampus (LSC) *InfectoOptics* gegründet und 2019 in eine zweite Förderphase überführt.

In dem 2019 bewilligten *Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung* (LPI) verfolgt das HKI gemeinsam mit Universität und Universitätsklinikum Jena sowie dem Leibniz Institut für Photonische Technologien (IPHT) das Ziel, neue diagnostische Verfahren und antiinfektive Konzepte experimentell zu optimieren und zu validieren. Das LPI wird im Rahmen der Nationalen Roadmap für Forschungsinfrastrukturen des BMBF mit ca. 130 Mio. Euro gefördert. Vorgesehen ist, dass an dem nutzeroffenen Zentrum translationale Ansätze von den beteiligten Akteuren ausgebaut werden. Indem die klinische Validierung und Zertifizierung von Beginn an mit im Vordergrund stehen, soll die Zeit bis zur Markteinführung neuer Produkte für die Infektionsbekämpfung verkürzt werden.

Wissenschaftliche Infrastrukturen

Im Jahr 2014 wurde das HKI vom Robert Koch-Institut und dem BMG zum Nationalen Referenzzentrum für Invasive Pilzinfektionen (NRZMyk) ernannt. Die NRZMyk Stammsammlungen pathogener Pilze – inklusive seltener Arten und resistenter Isolate – bilden

sowohl für die infektionsbiologische Forschung, als auch für die Charakterisierung neuer Naturstoffe eine wertvolle Ressource. Das NRZMyk ist Ansprechpartner für Ärzte und Mikrobiologen bei Fragen zur Diagnostik und Behandlung invasiver Pilzinfektionen. Neben einer gezielten Beratung bietet das NRZMyk auch spezielle diagnostische Verfahren zum Nachweis von invasiven Pilzkrankungen an. Im laufenden Jahr verzeichnet das NRZMyk ca. 950 Probeneinsendungen klinischer Präparate für die Diagnostik gegenüber 840 Proben im Jahr 2020.

Gemeinsam mit der Universität Jena trägt das HKI die Jena Microbial Resource Collection (JMRC). Dabei handelt es sich um eine Forschungssammlung von Mikroorganismen, die naturstoffbildende Taxa umfasst. Die JMRC übernimmt die taxonomische Bestimmung (Diagnose) und Konservierung und den internationalen Austausch von Erregerisolaten für das Nationale Referenzzentrum für invasive Pilzinfektionen. Im Jahr 2020 wurden ca. 150 Mikroorganismen-Isolate an Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler weltweit versendet, während die Sammlung im gleichen Zeitraum um 280 Neueinsendungen wuchs.

3. Veränderungen und Planungen

Entwicklung seit der letzten Evaluierung

Veränderungen der HKI Struktureinheiten

Die Abteilung Zell- und Molekularbiologie wurde mit dem altersbedingten Ausscheiden ihres Leiters 2017 aufgelöst und das Personal in andere Struktureinheiten eingegliedert. Die ehemalige Querschnittseinrichtung Biotechnikum wurde am 1. Januar 2018 in eine Abteilung umgewandelt. Mit der Neubesetzung der Leitungsposition wurden die Forschungsaktivitäten gestärkt und das Forschungsspektrum ausgeweitet. Mit Mitteln der Werner-Siemens-Stiftung wurde zum 1. Januar 2020 die ehemalige Nachwuchsgruppe Chemie Mikrobieller Kommunikation zur Abteilung Paläobiotechnologie fortentwickelt. Mit ihr wird ein neues technologisches Konzept zur Aktivierung prähistorischer Gene aus Mikroorganismen verfolgt. Zum 1. Januar 2021 wurde darüber hinaus mit Mitteln der Carl-Zeiss-Stiftung eine Abteilung Infektionsimmunologie eingerichtet, die sich der T-Lymphozyten-vermittelten Immunantwort bei Infektionen widmet. Neben der Grundlagenforschung soll die Abteilung auch Anwendungen etablieren, die ein wesentlicher Baustein der Zusammenarbeit im Rahmen des Leibniz-Zentrums für Photonik in der Infektionsforschung sein werden. Zwei der Leitungspositionen wurden bereits in gemeinsamer Berufung mit der Universität Jena besetzt, eine weitere steht kurz vor der Ernennung.

Unabhängige Nachwuchsgruppen: Zwei unabhängige Nachwuchsgruppen wurden seit der letzten Evaluierung beendet (Mikrobielle Biochemie und Physiologie 2015, Sekundärmetabolismus räuberischer Bakterien 2016), da ihre Leiter Rufe auf Professuren annahmen. Zusätzlich wurde eine ehemalige Nachwuchsgruppe in eine neue HKI-Abteilung überführt (s.o.). Seitdem richtete das HKI vier neue unabhängige Nachwuchsgruppen ein: 2020 wurde die Emmy Noether-Nachwuchsgruppe Adaptive Pathogenitäts-Strategien der DFG bewilligt. Ebenfalls 2020 wurde die BMBF-geförderte Nachwuchsgruppe RNA-Biologie von Pilzinfektionen eingerichtet. Die beiden Gruppen Biobricks mikrobieller

Naturstoffsynthesen und Evolution Mikrobieller Interaktionen wurden 2015 und 2016 auf Grundlage der Fördermaßnahme „Forschergruppen“ des Freistaats Thüringen gegründet.

Verbundvorhaben

Exzellenzcluster *Balance of the Microverse*: Der 2019 eingeworbene Cluster widmet sich der Erforschung komplexer mikrobieller Lebensgemeinschaften und ihrer Wechselwirkungen mit höheren Organismen einschließlich des Menschen sowie der Umwelt. Der Wissenschaftliche Direktor des HKI ist Sprecher des Exzellenzclusters, die meisten Abteilungs- und Gruppenleiter sind *Principal Investigators*. Das HKI hat im Rahmen des Clusters die bestehende Tierversuchseinrichtung um eine gnotobiologische Maus-Facility erweitert.

Sonderforschungsbereiche: Der SFB/Transregio 124 *FungiNet* (Start 2013, 3. Förderperiode 2021-2025, gemeinsam mit den Universitäten Jena und Würzburg) erforscht die Infektionsbiologie von Pilzen (*Aspergillus fumigatus*, *Candida albicans*) sowie die Bioinformatik und Systembiologie der Infektion. Ein Wissenschaftler des HKI ist Sprecher des SFBs. Der SFB 1127 *ChemBioSys* (Start 2014, 2. Förderperiode 2018-2022) bündelt die in Jena vorhandene Expertise auf dem Gebiet der Naturstoffe und erforscht die Regulation von Multi-Partner-Interaktionen mit den daran beteiligten Substanzen und molekularen Mechanismen. Ein Wissenschaftler des HKI ist Sprecher des SFBs. Das HKI ist mit insgesamt 5 Teilprojekten an vier weiteren SFB beteiligt.

Strategische Arbeitsplanung für die nächsten Jahre

Das HKI gibt zwei strategische Entwicklungsziele der nächsten Jahre an: (i) in der Grundlagenforschung das erreichte Niveau zu halten und dieses kontinuierlich inhaltlich weiterzuentwickeln, sowie (ii) translationale Aktivitäten zu stärken, um das erworbene Wissen und die vorhandene Expertise zu nutzen, und insbesondere in Entwicklungsbereichen, die laut HKI von der Wirtschaft vernachlässigt werden, Verantwortung zu übernehmen.

Mit der thematischen Ausgestaltung des Exzellenzclusters *Balance of the Microverse* durch das HKI ergibt sich auch die weitere Entwicklung der Forschung am Institut. Für die **Erforschung neuer Naturstoffe** führt das HKI aus, dass die klassische mikrobielle Monokultur als Quelle für neue Substanzen weitgehend ausgereizt ist und neue Konzepte gefragt sind. Das HKI plant deshalb, sich künftig verstärkt der Kultivierung und Erforschung von mikrobiellen Systemen steigender Komplexität und den Faktoren zu widmen, die Mikrobiome strukturieren. Auch sollen verstärkt die chemischen Prinzipien der Wechselwirkungen von Mikroorganismen erforscht werden, um auf diesem Wege Substanzen zu identifizieren, die als Wirkstoffe für künftige Therapeutika in Betracht kommen. Durch Klassifizierung von Genomanalysen mit Methoden der künstlichen Intelligenz (maschinelles Lernen) soll nachvollzogen werden, wie sich Biosynthesen im Laufe der Zeit unter verschiedenen ökologischen Einflüssen verändert haben. Das HKI rechnet mit der Entdeckung neuer Resistenzmechanismen und Ansatzpunkte für neue Wirkstoffentwicklungen, die sich u.a. aus der Analyse prähistorischer DNA ergeben.

Im Bereich der **Infektionsbiologie human-pathogener Pilze** soll die Erforschung der beiden wichtigsten Erreger (*Aspergillus fumigatus* und *Candida albicans*) weiter vertieft werden. Zudem plant das HKI, sich neuen Erregern zu widmen und vor allem solche Pilze zu erforschen, die weltweit eine wichtige Rolle spielen, in Europa jedoch kaum erforscht werden. Außerdem sollen die Entwicklungen in der adaptiven Immunologie aufgegriffen und spezifisch für Pilzinfektionen weiterentwickelt werden. Auch der Bereich RNA in der Infektion und ihrer Abwehr soll künftig weiter gestärkt werden.

Zur **Stärkung der translationalen Aktivitäten** plant das HKI Strukturen zu etablieren, die die Risikobereiche der Medikamentenentwicklung, wie präklinische und teils klinische Entwicklung, professionell abdecken oder zumindest initiieren, da Unternehmen – so das HKI – diese Phasen auf Grund zu geringer Profitmargen nicht mehr durchführen. Dazu sollen interne Strukturen aufgebaut und inter-institutionelle Zentren mit Beteiligung des HKI, des LPI und des ZIK (Kapitel 2), etabliert werden.

Für den Aufbau interner Strukturen wurden dem HKI zum 01.01.2023 zusätzliche Mittel der institutionellen Förderung (kleiner strategischer Sondertatbestand) bewilligt. In diesem Rahmen ist vorgesehen, zwei neue Forschungsabteilungen einzurichten. Die Abteilung Drug Design and Development soll neue Wirkstoffe ausgehend von Ergebnissen der Grundlagenforschung über die Optimierung von Leitstrukturen bis zur präklinischen und klinischen Phase weiterentwickeln. Sie soll als Drehscheibe für die richtlinienkonforme Wirkstoffentwicklung im Zusammenspiel mit akademischen und klinischen Gruppen, *Contract Research Organisations* und Zulassungsbehörden fungieren und dabei auch umfangreiche Service- und Management-Aufgaben wahrnehmen. Die Abteilung Deep Microbiome Metabolomics soll sich mit der Metabolisierung von Antiinfektiva, aber auch anderen Substanzen durch das humane Mikrobiom beschäftigen. Dabei werden Methoden aus dem Bereich Künstliche Intelligenz und moderne *Deep-Learning*-Verfahren zur Anwendung kommen, die große Metabolom-Datensätze mit Hilfe neuronaler Netze verarbeiten und überprüfbare Vorhersagen generieren. Das HKI zielt damit auf eine strategische Erweiterung des Forschungsprofils um einen stark anwendungsrelevanten Aspekt der Arzneimittelentwicklung unter Einbeziehung der Mensch-Mikrobiom-Interaktion.

4. Steuerung und Qualitätsmanagement

Ausstattung und Förderung

Das Gesamtbudget des HKI belief sich im Jahr 2020 auf 28,1 Mio. €. Davon entfielen auf die institutionelle Förderung 17,5 Mio. €. Erträge aus Zuwendungen zur Projektfinanzierung wurden in Höhe von 9,9 Mio. € (35 %) erzielt.

Die Zuwendungen zur Projektfinanzierung bestanden 2020 zu 39 % (3,9 Mio. €) aus Mitteln, die beim Bund und den Ländern eingeworben wurden. 35 % (3,5 Mio. €) kamen von der DFG und 12 % (1,2 Mio. €) von der EU. 2018 konnte ein ERC Starting Grant und 2019 ein ERC Consolidator Grant von Wissenschaftlerinnen des HKI eingeworben werden. Weitere Mittelgeber waren Stiftungen (9 %), und das Leibniz-Wettbewerbsverfahren (3 %). Siehe Anhang 3.

Apparative Ausstattung

Das HKI gibt an, dass sich die Geräteausstattung des Instituts weitgehend auf dem neuesten Stand der Technik befindet. Die nach Angaben des Instituts derzeit notwendigen Investitionen kann das HKI nicht vollständig durch Eigenmittel decken, sondern wirbt dafür regelmäßig Drittmittel ein. Zwischen 2018 und 2020 wurden Mittel in Höhe von 4,6 Mio. € eingeworben, davon wurde z. B. ein Massenspektrometer finanziert.

Für die Jahre 2021/2022 plant das HKI die Etablierung einer Robotik-Plattform zur Multiparameter-Identifizierung und -Optimierung von Antiinfektiva. Die Finanzierung dieser Investition wird im Wesentlichen über Drittmittel (BMBF, Land und DFG) erfolgen.

Räumliche Ausstattung

Das HKI ist mit mehreren Instituten der Universität und des Universitätsklinikums, sieben außeruniversitären Forschungseinrichtungen und mehr als 50 Unternehmen der Biotech- und Photonikbranche auf dem Beutenberg-Campus in Jena situiert.

Das Institut verfügt über vier teilweise zusammenhängende Gebäude mit insgesamt 14.000 m² Gesamtfläche, davon 8.400 m² Nutzfläche. Etwa 1.600 m² der Gesamtfläche wird durch Technikanlagen in den jeweiligen Gebäuden belegt. Die Nutzflächen verteilen sich auf Labore der Sicherheitsstufen 1 und 2 (3.100 m²), Räume der tierexperimentellen Einheit mit Tierhaltungs- und Tierversuchsräumen der Sicherheitsstufe 2 (350 m²), die Großgerätehalle des Biotechnikums (209 m²), Büro-, Seminar- und Sozialräume.

Die Fertigstellung eines weiteren Gebäudes mit Flächen für S2-Laboratorien (1.300 m²), Büros (500 m²), Seminar- und Sozialräume und einer Cafeteria ist für das Jahresende 2021 terminiert (s. dazu Kapitel 8). Das HKI plant zudem mittelfristig (ab 2024/2025) umfassende Sanierungs- bzw. Umbaumaßnahmen in einigen Laboratorien.

IT Konzept

Die Gebäude des HKI sind untereinander mit einem leistungsfähigen Netzwerk ausgestattet. In zwei Serverräumen werden ungefähr 150 Server für Cloud- und sonstige Dienste (meist als virtuelle Maschinen) betrieben. Das Netzwerk ist intern in verschiedene Sicherheitszonen unterteilt.

Die IT-Gruppe ist mit 4,8 Vollzeitstellen ausgestattet. Zum Thema Datensicherheit werden aktuell zwei Projekte umgesetzt, die der langfristigen, sicheren Speicherung von Forschungsdaten am HKI dienen. Zum einen handelt es sich um die schrittweise Einführung eines elektronischen Laborbuchs für das gesamte Institut. Zum anderen wurde in Kooperation mit dem Leibniz-Institut für Alternsforschung – Fritz-Lipmann-Institut ein Projekt zum Forschungsdatenmanagement initiiert, das schrittweise auf weitere kooperierende Forschungseinrichtungen ausgedehnt werden soll. Ziel ist eine sichere, georedundante Speicherung aller Forschungsdaten der teilnehmenden Forschungseinrichtungen.

Aufbau- und Ablauforganisation

Die Leitung des Instituts und seine Geschäftsführung obliegen dem Vorstand, der satzungsgemäß aus dem Direktor und der Verwaltungsdirektorin besteht; beide werden

vom Kuratorium für Amtszeiten von fünf bzw. sechs Jahren bestellt. Der Direktor ist Sprecher des Vorstands, er wird durch eine stellvertretende Direktorin und einen stellvertretenden Direktor vor allem in der wissenschaftlichen Leitung des Instituts unterstützt und beraten. Sie repräsentieren und betreuen die beiden Programmbereiche des HKI.

Dem regelmäßig tagenden Institutsrat gehören der Vorstand, die Leiterinnen und Leiter aller Struktureinheiten, Sprecher bzw. Sprecherinnen der einzelnen Beschäftigtengruppen sowie die Verantwortlichen für Forschungscoordination und Gleichstellung an. Beratungsergebnisse des Institutsrates dienen als Entscheidungsgrundlage für den Vorstand.

Gegenwärtig besteht das HKI aus sieben vom Kuratorium auf Vorschlag des Vorstands eingerichteten Abteilungen, deren Leitungen nach dem Berliner Modell berufene Professoren in verschiedenen Fakultäten der Universität Jena innehaben.

Die derzeit vier Forschungsgruppen werden ebenfalls überwiegend von gemeinsam berufenen Professorinnen und Professoren geleitet, sind jedoch personell kleiner besetzt als die Abteilungen. Forschungsgruppen werden vom Vorstand eingerichtet.

In die Abteilungen und Forschungsgruppen können Nachwuchsgruppen integriert sein, die sich innerhalb dieser Struktureinheiten speziellen, abgegrenzten Themen widmen. Die Leiterinnen und Leiter solcher Nachwuchsgruppen können später eigene, unabhängige Nachwuchsgruppen aufbauen. Zu den derzeit sieben unabhängigen Nachwuchsgruppen siehe Kapitel 5.

Die vier Querschnittseinrichtungen nehmen übergreifende Aufgaben wahr, die für andere Struktureinheiten von Bedeutung sind. Der Fokus liegt auf der Unterstützungsfunktion für das gesamte Institut hinsichtlich Forschungsinfrastruktur, Nachwuchsförderung oder Servicefunktion für externe Partner.

Die aktuell fünf assoziierten Gruppen stellen laut HKI ein wesentliches Bindeglied zu Universität und Universitätsklinikum Jena dar. Sie werden von der jeweiligen Einrichtung finanziert, sind aber mit Laboren auch am HKI präsent und verfügen dort teilweise über ein zusätzliches Budget. Die Gruppenleitungen gehören dem Institutsrat an. Sie publizieren mit Doppelaaffiliation an HKI und der jeweiligen Hochschule.

Qualitätsmanagement

Die Sicherung der guten wissenschaftlichen Praxis basiert auf der entsprechenden Leitlinie der DFG. Publikationen werden von allen Autoren des Instituts und ihre Vorgesetzten geprüft und durch die Institutsleitung zur Veröffentlichung freigegeben. Zur Unterstützung von Plagiatsprüfungen wird die Software *iThenticate* eingesetzt. Am Institut gibt es zwei Ombudspersonen. Eine Kommission zur Überprüfung von wissenschaftlichem Fehlverhalten kann *ad hoc* von der Geschäftsführung eingesetzt werden. Am HKI ist das elektronische Laborbuch RSpace etabliert, das von allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowohl zur Dokumentation von Speicherstandorten der Rohdaten und verarbeiteten Daten als auch zur Dokumentation von Forschungsergebnissen verbindlich genutzt wird. Experimentaldatenbanken (Data Repositories) nehmen die Rohdaten und Zwischenergebnisse auf.

Die Struktureinheiten erhalten ein jährliches Budget auf Grundlage einer leistungsorientierten Mittelvergabe (LOM), die ausschließlich Fachartikel und Drittmittelprojekte berücksichtigt, die fremd-begutachtet sind (peer reviewed). Das HKI vergibt ca. 85 % aller Sachmittel, die den Struktureinheiten unmittelbar zufließen, auf dieser Basis. Weitere Leistungsparameter sind unter anderem die Höhe der bewilligten Drittmittelinwerbungen, die Anzahl der abgeschlossenen Abschlussarbeiten, die Anzahl der angemeldeten Patente und äquivalent behandelte Erfindungen und die Koordination von großen Verbundforschungsvorhaben (z. B. Sonderforschungsbereiche).

Qualitätsmanagement durch Beiräte und Aufsichtsgremium

Das Kuratorium berät als Aufsichtsgremium den Vorstand und überwacht dessen Geschäftsführung. Es entscheidet über alle wesentlichen Vorgänge, wie die Bestellung und Abberufung der Mitglieder des Vorstands und der Abteilungsleitungen, sowie des wissenschaftlichen Beirats. Das Kuratorium tagt mindestens einmal jährlich. Der Wissenschaftliche Beirat führt turnusmäßig Auditierungen (Zwischenevaluierungen) einzelner Struktureinheiten durch.

Der Wissenschaftliche Beirat berät das Kuratorium und den Vorstand in wissenschaftlichen und organisatorischen Fragen. Er tagt i. d. R. einmal jährlich. Auch außerhalb der Sitzungen gibt er bspw. Empfehlungen bei der Einrichtung von Professuren sowie bei Großinvestitionen oder geplanten strukturelevanten Baumaßnahmen.

Die Mitglieder des Beirats haben eine Amtszeit von vier Jahren, eine einmalige Wiederberufung ist möglich. Der Beirat setzt sich laut Satzung aus sechs bis zwölf Personen (zurzeit neun) aus Wissenschaft oder Wirtschaft zusammen. Mindestens eines der Mitglieder soll der Universität Jena angehören.

5. Personal

Wissenschaftliche und Administrative Leitungspositionen

Neuberufungen auf Professuren erfolgen als gemeinsame Berufung nach dem Berliner Modell mit der Friedrich-Schiller-Universität (FSU) Jena. Die fachliche Ausrichtung der zu besetzenden Stellen wird mit dem Institutsrat und den Gremien des HKI diskutiert und richtet sich nach der langfristigen Strategie des Instituts.

Die Stellen werden international in allen fachlich relevanten Medien und Online-Portalen ausgeschrieben. Zusätzlich wird aktives Headhunting betrieben und nach qualifizierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern mit hoher Passfähigkeit im In- und Ausland gesucht, die zu einer Bewerbung eingeladen werden. Als Kriterien für die Auswahl gelten insbesondere: wissenschaftliche Exzellenz (nachgewiesen durch die Publikationsleistung), Passfähigkeit zu den bestehenden Forschungsstrukturen und relevante Lehrerfahrung.

Seit 2014 sind zwei Professuren gemeinsam mit der FSU Jena besetzt worden: Die im Rahmen der Proexzellenz-Initiative des Landes Thüringen eingeworbene W3-Professur für Synthetische Biotechnologie wurde 2017 mit einer Wissenschaftlerin besetzt. Diese Position beinhaltet gleichzeitig die Leitung des Biotechnikums des HKI. Zur Stärkung der

Forschungsrichtung T-Zell-Immunologie wurde gemeinsam mit der FSU Jena eine Carl-Zeiss-Stiftungsprofessur (W3) Infektionsimmunologie eingeworben. Diese konnte im Januar 2021 mit einer Wissenschaftlerin besetzt werden, die seither auch die gleichnamige Abteilung am HKI leitet.

Promoviertes Personal

Am HKI gibt es zurzeit sieben unabhängige Nachwuchsgruppen (s. Kapitel 7). Zur Besetzung der Leitungspositionen wird ein berufsähnliches Verfahren unter Beteiligung externer Sachverständiger sowie des Wissenschaftlichen Beirates durchgeführt. Begleitet durch regelmäßige Auditierungen durch den Beirat sind die Gruppen für maximal neun Jahre (5+2+2) angelegt. Sie verfügen über ein eigenes Sachmittel- und Investitionsmittelbudget. Nach einer angemessenen Aufbauzeit werden sie in die leistungsorientierte Mittelvergabe einbezogen. Die Gruppen werden in der Regel mit vier Personalstellen ausgestattet (Leitung, zwei Promovierende, technische Assistenz).

Die Leiterinnen und Leiter der Nachwuchsgruppen sind in der Regel mit Fakultäten der FSU Jena assoziiert und zur Promotionsbetreuung berechtigt.

Postdocs am HKI nehmen an einem Mentoring teil, das regelmäßige Gespräche mit zwei Mentor/innen zu Projektfortschritten, Qualifizierungsmöglichkeiten und der weiteren Karriereplanung umfasst. Außerdem steht ihnen das Qualifizierungsprogramm der Graduiertenakademie Jena offen, das eine große Auswahl an Kursen und Workshops für alle Karrierestufen bietet. Die Postdocs wählen aus ihrem Kreis zwei Personen, die ihre Belange im Institutsrat und gegenüber der Institutsleitung vertreten.

Promovierende

In den Jahren 2018 bis 2020 wurden 86 Promotionen am HKI abgeschlossen, die durchschnittliche Promotionsdauer lag bei vier Jahren. Zum Stichtag 31.12.2020 waren 108 Promovierende am HKI tätig. Die strukturierte Doktorandenausbildung des Instituts erfolgt in der Regel im Rahmen der *International Leibniz Research School for Microbial and Biomolecular Interactions* (ILRS) Jena oder der *Jena School for Microbial Communication* (JSMC). Die ILRS wurde 2005 vom HKI gemeinsam mit der FSU Jena und dem Max-Planck-Institut für chemische Ökologie (MPICE) gegründet und ab 2006 zunächst aus Mitteln des Paktes für Forschung und Innovation gefördert. Sie war der wesentliche Baustein für den Aufbau der Exzellenzgraduiertenschule JSMC. Diese wurde 2006 vom HKI, der FSU Jena und dem MPICE gegründet und in beiden Förderphasen der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder gefördert. Die JSMC bildete eine Grundlage für den Exzellenzcluster *Balance of the Microverse*.

Jedes Promotionsprojekt wird von einem Komitee aus mindestens zwei Mitgliedern der ILRS- oder JSMC-Fakultät und in der Regel einem Postdoc betreut. Die Promovierenden schließen zu Beginn der Promotion ein Supervision Agreement ab, in dem auch ein ungefährender Zeitplan festgelegt wird. Sie wählen aus ihrem Kreis zwei Personen, die ihre Interessen am Institut vertreten.

Im Rahmen der ILRS und JSMC werden zahlreiche Laborkurse angeboten, außerdem gibt es ein Programm an *transferable skills* Kursen, z. B. zur Karriereplanung. Zusätzlich

können alle Promovierenden noch auf das Angebot der Graduiertenakademie Jena zurückgreifen. In einem jährlichen Symposium präsentieren die Promovierenden ihre Ergebnisse. Alle zwei Jahre findet ein gemeinsames Alumni-Meeting von ILRS und JSMC statt.

Wissenschaftsunterstützendes Personal

Die wissenschaftsunterstützenden Beschäftigten (technisches Personal und Administration) nehmen regelmäßig an Weiterbildungen teil. Am Beutenberg Campus wurde ein campusinternes Weiterbildungssystem mit differenzierten Angeboten für diesen Personenkreis etabliert. Während der Corona-Pandemie wurden allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts eLearning Kurse über eine digitale Lernplattform angeboten.

Gegenwärtig bildet das Institut eine Kauffrau für Büromanagement und zwei Biologielaborantinnen aus. In den Jahren 2018-2020 haben zwei Biologielaborantinnen ihre Ausbildung erfolgreich abgeschlossen.

Chancengleichheit und Vereinbarkeit von Familie und Beruf

Zum Stichtag 31.12.2020 betrug der Frauenanteil im Bereich Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen insgesamt 45,6 %.

Über die gesetzlichen Vorgaben hinaus, befolgt das HKI die „Forschungsorientierten Gleichstellungsstandards“ der DFG als Selbstverpflichtung und ist bestrebt, diese sowie die Leibniz-Gleichstellungsstandards zu konkretisieren und umzusetzen. Die Maßnahmen zur Umsetzung sind im Gleichstellungsplan festgehalten. Es gibt eine Gleichstellungsbeauftragte sowie eine stellvertretende Gleichstellungsbeauftragte.

Um der Unterrepräsentation von Frauen in Führungspositionen entgegenzuwirken, werden über umfassende Recherchen in Datenbanken und Publikationen gezielt passfähige Wissenschaftlerinnen ausfindig gemacht und dazu aufgefordert, sich zu bewerben. Zur Unterstützung weiblicher Postdocs wurde die Veranstaltungsreihe „Female Empowerment@Leibniz-HKI“ ins Leben gerufen. Das Programm startete zunächst in kleinem Rahmen, soll zukünftig aber ausgeweitet und durch Angebote für Promovierende ergänzt werden.

Die Vereinbarkeit von Beruf und Familie wird am HKI durch vielfältige Maßnahmen unterstützt (z. B. flexible Arbeitszeit- und Homeoffice-Regelungen, Teilzeitarbeitsplätze, Wiedereinstiegsgarantie bei Unterbrechung von Promotionsarbeiten durch Elternzeit, Unterstützung bei der Suche nach Kinderbetreuung usw.). Es besteht eine Kooperationsvereinbarung mit dem Zentrum für Familie und Alleinerziehende e. V., die kurzfristige Kinderbetreuung in Notfällen, während Vorträgen und bei langen Experimenten anbietet.

Das HKI hat die Charta der Vielfalt unterzeichnet. Das Institut wurde dreimal mit dem TOTAL E-QUALITY-Prädikat zertifiziert, davon zweimal mit dem Zusatzprädikat „Diversity“.

6. Kooperation und Umfeld

Kooperation mit Hochschulen

Das HKI nennt als den wichtigsten Partner die Friedrich-Schiller-Universität (FSU) Jena. Die Zusammenarbeit umfasst alle Aspekte von der Lehre über gemeinsame Arbeitsgruppen, assoziierte Gruppen am HKI (s. Kapitel 4) und die gemeinsame Nutzung von Infrastruktur (z. B. Biotechnikum, Tierversuchseinrichtungen, Universitätsbibliothek). Unter Federführung des HKI konnten eine Reihe großer Verbundforschungsprojekte eingeworben werden, die hauptsächlich in Kooperation mit der FSU Jena bearbeitet werden. Es werden 2 der 7 Sonderforschungsbereiche (z. T. Transregios) der FSU Jena von Wissenschaftlern des HKI geleitet, ebenso der Exzellenzcluster *Balance of the Microverse*.

Es gibt acht gemeinsame W3- und drei W2-Berufungen mit der Universität Jena.

Über das ZIK *Septomics*, das Integrierte Forschungs- und Behandlungszentrum CSCC, den Exzellenzcluster *Balance of the Microverse*, die SFB *FungiNet* (TR), *ChemBioSys* und *Polytarget* sowie das Konsortium *InfectControl* und das *Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung* (LPI) besteht auch enge Zusammenarbeit mit dem Universitätsklinikum Jena (UKJ).

Mit der Ernst-Abbe-Hochschule Jena (EAH, Fachhochschule) bestehen Kooperationsbeziehungen im Leibniz-ScienceCampus *InfectoOptics*. Zudem beteiligt sich das HKI an der Lehre in zwei Studiengängen und betreut Praktika sowie Abschlussarbeiten.

Mit der Julius-Maximilians-Universität Würzburg (JMU) kooperiert das HKI im Bereich human-pathogene Pilze, insbesondere im Rahmen des SFB/TR *FungiNet*. Im Forschungsverbund *InfectControl* hat sich das Universitätsklinikum Würzburg zu einem der Hauptstandorte des Konsortiums entwickelt. Der Leiter der Forschungsgruppe *Fungal Septomics* wurde 2017 auf die W3-Professur für Medizinische Mikrobiologie und Mykologie an die JMU Würzburg berufen. Er ist weiterhin Leiter der Forschungsgruppe und des NRZ-Myk am HKI.

Im Rahmen einzelner Projekte kooperieren Wissenschaftler des HKI mit Gruppen an weiteren in- und ausländischen Universitäten, die sich in gemeinsamen Publikationen, Patentanmeldungen und Verbundprojekten dokumentieren.

Institutionalisierte gemeinsame Einrichtungen in Jena

Zu den wichtigsten gemeinsamen Einrichtungen in Jena gehören das Exzellenzcluster *Balance of the Microverse*, das *Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung* (LPI), die *Jena Microbial Resource Collection* (JMRC) und das *Zentrum für Innovationskompetenz* (ZIK) *Septomics* (siehe Kapitel 2 und 3).

Weitere nationale Kooperationen

Das HKI arbeitet in Verbundvorhaben, aber auch bilateral mit zahlreichen Leibniz-Instituten zusammen. Neben den beiden Nachbarn in Jena, dem Leibniz-Institut für Photonische Technologien (IPHT) und dem Leibniz-Institut für Alternsforschung – Fritz-Lipmann-Institut (FLI), sind etwa das Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie (IPB) in Halle, das Leibniz-Institut für Experimentelle Virologie (HPI) in Hamburg, und das Leibniz-

Institut DSMZ – Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen in Braunschweig zu nennen. Darüber hinaus ist das HKI an mehreren Leibniz-Forschungsverbänden beteiligt.

Auch mit anderen außeruniversitären Forschungseinrichtungen bestehen Kollaborationen. Das HKI hebt die Zusammenarbeit mit den Max-Planck-Instituten für chemische Ökologie, für Biogeochemie und für Menschheitsgeschichte, alle in Jena, mit dem Max-Planck-Institut für Infektionsbiologie in Berlin und mit dem Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik in Jena hervor.

Internationale Kooperationen

Auf internationaler Ebene gibt das HKI an mit dem Institut Pasteur und anderen Partnern im binationalen Verbund AReST zu kooperieren. Weitere institutionalisierte internationale Kooperationen sind die Leitung des Marie Skłodowska-Curie Innovative Training Network (MSC-ITN) *BestTreat* sowie die Mitwirkung in den MSC-ITN FunHoMic und O-PATHY und in mehreren ERA-NET-Initiativen.

Industriekooperationen

Kooperationen sind stets als F+E-Vorhaben angelegt, reine Auftragsforschung findet laut HKI nicht statt. Aktuell bestehen u. a. Kooperationen mit den aus ehemaligen Ausgründungen hervorgegangenen Firmen wie der Abbott Rapid Diagnostics Jena GmbH und der Wacker Biotech GmbH. Zudem kooperiert das HKI mit weiteren Firmen, wie Clariant AG (München), IBA Lifesciences GmbH (Göttingen), Merck KgaA (Darmstadt), PEPDesign SIA (Tukuma Novads, Lettland), S-Biomedic NV (Beerse, Belgien) und Tepha Inc. (Lexington, USA).

Position der Einrichtung im fachlichen Umfeld

Das HKI sieht sich als weltweit einzige Einrichtung, an der mikrobielle Naturstoff-Forschung mit der Infektionsbiologie human-pathogener Pilze unter Einbeziehung systembiologischer Ansätze verknüpft wird.

Im Bereich der Naturstoff-Forschung nennt das HKI u. a. das Labor von Jon Clardy an der Harvard Medical School, Boston, USA, die Abteilung *Molecules from Nature* am John Innes Centre in Norwich, UK sowie das Interfakultäre Institut für Mikrobiologie und Infektionsmedizin Tübingen als wichtige Institutionen.

Im Bereich Infektionsforschung werden das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI) Braunschweig mit dem assoziierten Helmholtz-Institut für Pharmazeutische Forschung Saarland (HIPS) genannt, sowie das Deutsche Zentrum für Infektionsforschung (DZIF) als Zusammenschluss der entsprechend ausgerichteten Institutionen. Der Schwerpunkt Infektionsbiologie human-pathogener Pilze wird auch am Institut Pasteur in Paris und am MRC Centre for Medical Mycology in Exeter (MRC CMM) verfolgt.

7. Teilbereiche des HKI

Abteilung Biomolekulare Chemie

[22,0 VZÄ, davon 10,7 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 8,5 VZÄ Promovierende und 2,8 VZÄ Servicebereiche]

Die Abteilung konzentriert sich auf die Identifizierung und Untersuchung von pharmakologisch relevanten Naturstoffen sowie Virulenzfaktoren von Mikroorganismen. Durch die Kombination von chemischen und biologischen Methoden erforscht die Gruppe neue Wege zur Wirkstofffindung, klärt Biosynthesewege auf und untersucht ökologische Funktionen der Naturstoffe. Die Kernthemen der Abteilung umfassen:

- Untersuchung der Biosynthesewege von Naturstoffen aus Bakterien und Pilzen
- Beeinflussung von Biosynthesewegen zur Erzeugung neuer bioaktiver Naturstoffe
- Nutzung von Enzymen und rekombinanten Mikroorganismen für synthetische Umsetzungen
- Isolierung und Strukturaufklärung von Naturstoffen
- Molekulare Basis von Pilz-Bakterien-Interaktionen

Als Besonderheit der Abteilung nennt das HKI ihre Studien zu wenig untersuchten Mikroorganismen als Quellen für Therapeutika, z. B. *Burkholderia* spp. und Anaerobiern (*Clostridium sensu lato*). Die Abteilung setzt verschiedene Strategien ein, um kryptische Naturstoffe aufzuspüren, wie z. B. *Genome Mining*, *Pathway Engineering* und Trigger-Methoden. Insbesondere berücksichtigt sie den ökologischen Kontext von Mikroorganismen. Zur Detektion der Mediatoren werden Imaging-Methoden eingesetzt. Die ökologisch relevanten Szenarien umfassen Räuber-Beute- und pathogene Interaktionen sowie den Wirtsschutz in symbiotischen Beziehungen.

Diese Forschungsbereiche werden in den nächsten Jahren weiter vertieft. Um die Kommunikation innerhalb mikrobiologischer Gemeinschaften oder zwischen Mikroorganismen und höheren Organismen zu untersuchen wird die Identifikation von Wirkstoffen mit *Genome Mining* und Imaging-MS-Methoden weiter ausgebaut.

Zwischen 2018 und 2020 wurden 54 Aufsätze in referierten Zeitschriften publiziert, davon entstanden 25 gemeinsam mit anderen Struktureinheiten des HKI. Die Drittmittelträge beliefen sich auf durchschnittlich 853 T€ pro Jahr. Es wurden 9 Promotionen abgeschlossen. Der Abteilungsleiter ist seit 2008 stellvertretender Direktor des HKI und Sprecher des Sonderforschungsbereichs *Chemical Mediators in Complex Biosystems – ChemBio-Sys*.

Abteilung Biotechnikum

[30,9 VZÄ, davon 13,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 7,3 VZÄ Promovierende und 10,6 VZÄ Servicebereiche]

Im Zuge der Neubesetzung der Leitungsposition wurde die ehemalige Querschnittseinrichtung Biotechnikum am 1. Januar 2018 in eine Abteilung umgewandelt. Ausgehend von der bisher betriebenen angewandten Prozessentwicklung wurde die Grundlagen-

forschung der Abteilung gestärkt. Dies war mit einem deutlichen Personalaufwuchs verbunden, zudem wurde ein Gebäudetrakt saniert und die Geräteinfrastruktur grundlegend erneuert. In vier Teams widmet sich die Abteilung der Gewinnung von Naturstoffen mit der Entwicklung neuer Verfahren und Methoden:

- Bioelektrochemische Systeme
- Ultra-Hochdurchsatz Mikrobiologie in mikrofluidischen Tropfen
- Bioprozessintensivierung durch Mischkulturen und Druckprozesse
- Klassische Bioprozessentwicklung

Übergreifendes Thema ist die Erforschung mikrobieller Misch- und Co-Kulturen und deren Potential für die Bildung neuer Naturstoffe oder ihre Anwendung für komplexe biotechnologische Prozesse. Hierfür werden u. a. Prozesse unter Überdruck erforscht, die sowohl zur Entdeckung neuer Naturstoffe beitragen, als auch der Effizienzsteigerung dienen können. Die Abteilungsleiterin etablierte das neue Forschungsfeld der Elektrobiokatalyse am Institut, unterstützt durch den 2020 eingeworbenen ERC Consolidator Grant. Das Team der Tropfenmikrofluidik entwickelt Technologien zur Etablierung und Analyse von u. a. schwer kultivierbaren, bisher nicht zugänglichen Mikroorganismen mit Biosynthesepotential für neue Naturstoffe. Damit schafft die Abteilung Zugang zu komplexen mikrobiellen Konsortien. Für interne und externe Kooperationspartner werden in der Abteilung Fermentations- und Downstreamprozesse skaliert und optimiert. Daneben kooperiert die Abteilung mit Industriefirmen.

Künftig soll der Anteil der Grundlagenforschung noch weiter ausgebaut werden. Im Mittelpunkt steht das noch junge Feld der mikrobiellen Elektrosynthese, mit der neue Stoffwechselwege der anaeroben Atmung mit Elektroden für innovative anaerobe Bioprozesse erforscht werden. Den zweiten Schwerpunkt bilden mikrobielle Misch- und Co-Kulturen, die biotechnologisch anspruchsvoll zu steuern sind und der Erforschung von speziessübergreifenden Kommunikations- und Regulationsmechanismen im Exzellenzcluster *Balance of the Microverse* dienen. Im Bereich der Tropfenmikrofluidik hält das HKI mehrere Patente, auf deren Grundlage die Naturstoff-Suche vorangetrieben wird.

Zwischen 2018 und 2020 wurden 52 Aufsätze in referierten Zeitschriften und ein weiterer Aufsatz publiziert. 21 Publikationen entstanden gemeinsam mit anderen Struktureinheiten des HKI. Die Drittmittelerträge beliefen sich auf durchschnittlich 1.637 T€ pro Jahr inklusive einer ERC-Förderung. Es wurden 9 Promotionen abgeschlossen. Die Abteilungsleiterin ist Ombudsperson des HKI.

Abteilung Infektionsbiologie

[10,9 VZÄ, davon 5,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 1,5 VZÄ und 4,4 VZÄ Servicebereiche]

Die Abteilung wird ruhestandsbedingt bis zum Jahresende 2023 arbeiten. Sie untersucht funktionelle Prinzipien des Komplementsystems bei der Immunevasion von pathogenen Pilzen und anderen Infektionserregern. Außerdem wird erforscht, wie eine Deregulation des Komplementsystems zur Pathogenese von humanen Nierenkrankheiten führen kann. Die Kernthemen der Abteilung sind:

- infektionsassoziierte Funktion des Komplementsystems
- Genetische Suszeptibilität für Infektionen
- Immunevasion von *Candida albicans* und humanpathogenen Erregern
- Funktion von zentralen Komplementregulatoren Faktor H, FHR1 und FHR5
- Rolle des Komplementsystems bei der Homöostase und bei Krankheiten

Die Abteilung charakterisiert schwerpunktmäßig neue Immunevasionsstrategien der human-pathogenen Pilze *Candida albicans* und *Aspergillus fumigatus* basierend auf der Interaktion der Erreger mit humanen Komplementproteinen und Immunzellen. Darüber hinaus werden vergleichende Studien der Evasionsproteine der human-pathogenen Erreger *Staphylococcus aureus* und *Streptococcus pneumoniae* verfolgt.

Zwischen 2018 und 2020 wurden 53 Aufsätze in referierten Zeitschriften publiziert, davon entstanden 20 gemeinsam mit anderen Struktureinheiten des HKI. Die Drittmittelerträge beliefen sich auf durchschnittlich 306 T€ pro Jahr inklusive der Beteiligung an 2 SFB. Es wurden 7 Promotionen abgeschlossen. Der Abteilungsleiter war bis zum 31.12.2020 stellvertretender Direktor des HKI und ist Sprecher der *International Leibniz Research School for Microbial and Biomolecular Interactions* (ILRS) sowie Vorsitzender des Beutenberg-Campus Jena e. V.

Abteilung Infektionsimmunologie

[neu gegründet am 1. Januar 2021]

Die Abteilung wurde am 1. Januar 2021 gegründet. Mit der Berufung der Abteilungsleiterin soll die adaptive Immunologie am HKI gestärkt und eine Brücke zur translationalen Forschung und Klinik geschlagen werden. Die Gruppe erforscht die Regulation von T-Zellen im menschlichen Organismus. Die Kernthemen der neuen Abteilung sind:

- Erforschung der Regulation humaner T-Zellen im physiologischen und pathologischen Kontext
- Kommunikation humaner T-Zellen mit dem Gewebemikromilieu
- Identifikation pharmakologischer Angriffspunkte für T-Zell-basierte Immuntherapien bei chronischen Infektionen

Im Zentrum der Forschung werden künftig die sog. geweberesidenten T-Zellen stehen, die eine erste immunologische Barriere für die Pathogenabwehr des Menschen bilden. So wird erforscht, wie spezialisierte T-Zell-Zytokinprogramme in der menschlichen Haut für die gezielte Abwehr von Pathogenen reguliert werden. Unterstützt wird dies vom DZIF mit einem Fokus auf human-pathogene Pilzinfektionen. Zudem wird untersucht, welchen Einfluss ionische Signale für zytotoxische T-Zellfunktionen und für die Abwehr human-pathogener Pilzinfektionen der Haut haben. Mit modernen Einzelzelltechnologien (scRNAseq, *high-dimensional spectral flow cytometry*) führt die Abteilung hoch-dimensionale Analysen der immunologischen Wirtsantwort im Menschen und im Mausmodell durch. Es ist geplant, dass sie damit mit zwei bereits bewilligten Projekten einen Beitrag zur klinischen Translation und der Etablierung von Immuntherapien bei Pilzinfektionen im Rahmen des Leibniz-Zentrums für Photonik in der Infektionsforschung (LPI) leistet.

Für die Jahre 2018 bis 2020 liegen keine Angaben zu Publikationen und Drittmittelwerbungen am HKI vor. Bereits jetzt ist sie in verschiedene koordinierte Forschungsprogramme am Standort Jena integriert (SFB 1054, SFB 1335, SFB/TR 124 FungiNet, Exzellenzcluster *Balance of the Microverse*).

Abteilung Mikrobielle Pathogenitätsmechanismen

[18,9 VZÄ, davon 5,8 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 8,7 VZÄ Promovierende und 4,4 VZÄ Servicebereiche]

Die Abteilung untersucht Pathogenitätsmechanismen der wichtigsten human-pathogenen Hefen der Gattung *Candida*. Sie befasst sich dabei mit den Kernthemen:

- Interaktionen mit Immunzellen
- Nährstoffaufnahme während der Infektion
- Evolution und Anpassung während der Interaktion mit dem Wirt
- Pathogenitätsmechanismen an der Epithelbarriere
- Wirtsschädigungen
- Pilz-Wirt-Mikrobiom-Interaktionen

Zu den wichtigen Arbeitsergebnissen der vergangenen Jahre zählen vergleichende Transkriptionsanalysen, die speziesspezifische Interaktionen von *Candida*-Arten mit Wirtszellen aufgeschlüsselt haben, die Entdeckung des Peptidtoxins Candidalysin und der Rolle dieses Toxins für die Pathogenität und Immunantwort. Außerdem werden Studien zu Interaktionen von *Candida*-Arten mit Makrophagen, die Entwicklung neuer Infektionsmodelle und die Einbettung von antagonistischen Bakterien in diese Modelle genannt, sowie Arbeiten zur Resistenzentwicklung von Pilzen.

Die eingeschlagenen Forschungsrichtungen sollen weiter vertieft werden. Dazu werden Untersuchungen zur Rolle von Nicht-Candidalysin-Ece1-Peptiden und zu Immunevasionsmechanismen von *Candida*-Pilzen gehören. Weiterhin werden bei Forschungen an *Candida* Wirt-Interaktionen zusätzlich antagonistische Bakterien in den Mittelpunkt rücken. Dafür werden weiterentwickelte Infektionsmodelle, z. B. die *Organ-on-Chip*-Technologie verwendet. Zudem widmet sich die Abteilung der Frage, welche Mechanismen für eine stabile, harmlose Interaktion mit dem Wirt und dem Mikrobiom sorgen, welche Änderungen zur Pathogenität und wieder zurück in das kommensale Stadium führen. Um translationale Ansätze zu optimieren, werden im Rahmen des Leibniz-Zentrums für Photonik in der Infektionsforschung (LPI) neue Methoden zum Screening und Verfolgen der Pathogenese entwickelt.

Zwischen 2018 und 2020 wurden 55 Aufsätze in referierten Zeitschriften publiziert, davon entstanden 18 gemeinsam mit anderen Struktureinheiten des HKI. Die Drittmittelträge beliefen sich auf durchschnittlich 390 T€ pro Jahr. Es wurden 5 Promotionen abgeschlossen. Der Abteilungsleiter war von 2017-2019 Sprecher des Leibniz ScienceCampus *InfectoOptics* und koordiniert die Research Area B im Exzellenzcluster *Balance of the Microverse*, FSU Jena.

Abteilung Molekulare und Angewandte Mikrobiologie

[28,6 VZÄ, davon 13,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 8,9 VZÄ Promovierende und 6,7 VZÄ Servicebereiche]

Die Abteilung bearbeitet die folgenden Kernthemen:

- Infektionsbiologie human-pathogener Pilze, Wirt-Pathogen-Interaktionen
- Biotechnologie und Entwicklung mikrobieller Wirkstoffe / Antibiotika
- Mikrobielle Kommunikation – Funktionelle Mikrobiomforschung

In der Infektionsbiologie deckt die Abteilung nach eigenen Angaben deutschlandweit die Pathobiologie der wichtigsten filamentösen Pilze, *Aspergillus fumigatus* und *Lichtheimia corymbifera*, ab und besitzt im Spektrum der Methoden ein Alleinstellungsmerkmal. Der Fokus liegt auf der Identifizierung von pilzlichen Virulenzdeterminanten und der Interaktion zwischen *A. fumigatus* und dem Immunsystem. Im Bereich Naturstoffe konzentriert sich die Abteilung auf deren Bedeutung für die mikrobielle Kommunikation und Strukturierung von mikrobiellen Konsortien sowie die Biotechnologie und Entwicklung mikrobieller Wirkstoffe/Antibiotika. Dabei ist es gelungen, neue Prinzipien der Kommunikation durch Naturstoffe bei der Interaktion zwischen Mikroorganismen zu entdecken, sowie erstmalig Naturstoffe zu identifizieren, die diese Interaktion wesentlich bestimmen.

Im Bereich Infektionsbiologie werden die Arbeiten zu den Mechanismen der Reifung von Phagolysosomen in Makrophagen und die Manipulation dieses Prozesses durch *A. fumigatus* weiter vertieft. Im Fokus stehen dabei u. a. die Flotillin-abhängigen *Lipid-Raft*-Domänen der Phagolysosomenmembran. Einen weiteren Schwerpunkt wird die Analyse der von Immunzellen produzierten antifungalen extrazellulären Vesikel (afEVs) mit Blick auf deren therapeutische Anwendung bilden. Außerdem werden künftig funktionelle Analysen des Lungen-Mikrobioms durchgeführt. Im Bereich der Naturstoff-Forschung sind Arbeiten zu deren Bedeutung für die mikrobielle Kommunikation und Strukturierung von mikrobiellen Konsortien geplant. Zudem werden Methoden für die Entdeckung und Produktion mikrobieller Wirkstoffe entwickelt. Dies beinhaltet auch, molekulare Mechanismen der Wirkung von Naturstoffen zu verstehen.

Zwischen 2018 und 2020 wurden 85 Aufsätze in referierten Zeitschriften und zwei weitere Aufsätze publiziert, davon entstanden 52 gemeinsam mit anderen Struktureinheiten des HKI. Die Drittmittelerträge beliefen sich auf durchschnittlich 1.648 T€ pro Jahr. Es wurden 15 Promotionen abgeschlossen. Der Abteilungsleiter ist Direktor des HKI sowie Sprecher des Sonderforschungsbereiches/Transregio 124 *FungiNet*, des Exzellenzclusters *Balance of the Microverse* sowie des BMBF-Konsortiums *InfectControl*.

Abteilung Paläobiotechnologie

[11,8 VZÄ, davon 5,5 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 5,3 VZÄ Promovierende und 1,0 VZÄ Servicebereiche]

Die Abteilung Paläobiotechnologie wurde am 1. Januar 2020 als Weiterentwicklung der vorherigen Nachwuchsgruppe Chemie Mikrobieller Kommunikation gegründet. Ihr

Schwerpunkt liegt in der Entwicklung innovativer Ansätze zur Entdeckung neuer mikrobieller Naturstoffe aus Bakterien (insbesondere Pseudomonaden) und Amöben. Darüber hinaus untersucht die Abteilung die ökologische Relevanz, Regulation, Biosynthese und Evolution dieser bioaktiven Sekundärmetaboliten. Folgende Kernthemen stehen dabei im Vordergrund:

- Naturstoffe und Resistenzgene aus prähistorischem Material
- Naturstoffe in mikrobiellen Räuber-Beute Interaktionen
- Regulation von Biosynthesegenen
- Isolierung, Struktur- und Biosyntheseaufklärung von Naturstoffen aus Bakterien, insbesondere Pseudomonaden
- Naturstoffe aus Amöben und deren Rolle in multizellulärer Entwicklung

Mikrobielle Räuber-Beute-Beziehungen konnten als reiche Quelle chemischer und funktioneller Diversität identifiziert werden. Die Interaktion zwischen Bakterien der Gattung *Pseudomonas* und sozialen Amöben wurde als Modell für naturstoffvermittelte Räuber-Beute-Beziehungen etabliert. Seit ihrer Gründung widmet sich die Abteilung zudem der Erschließung bislang unerforschter Quellen mikrobiologischer Diversität. Gefördert durch die Werner-Siemens-Stiftung erstreckt sich die Suche nach neuen Molekülen nicht nur auf heute vorkommende Mikroorganismen. Ziel ist die erstmalige Erzeugung ‚extinkter‘ Naturstoffe.

Zwischen 2018 und 2020 wurden von Nachwuchsgruppe und Abteilung 16 Aufsätze in referierten Zeitschriften und ein weiterer Aufsatz publiziert, davon entstanden 6 gemeinsam mit anderen Struktureinheiten des HKI. Die Drittmittelerträge beliefen sich auf durchschnittlich 476 T€ pro Jahr. Es wurde 1 Promotion abgeschlossen.

Forschungsgruppe Angewandte Systembiologie

[9,2 VZÄ, davon 4,8 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 4,4 VZÄ Promovierende und 0,0 VZÄ Servicebereiche]

Die Forschungsgruppe Angewandte Systembiologie befasst sich mit der Entwicklung und Anwendung von Methoden für die quantitative Analyse und computergestützte Modellierung experimenteller Daten. Die Kernthemen sind:

- Wirt-Pathogen Interaktion bei humanpathogenen Pilzen
- Automatisierte Verarbeitung mikroskopischer Bilddaten
- Raumzeitliche Computersimulationen von Infektionsmodellen

Mit einem innovativen Ansatz der bildbasierten Systembiologie analysiert die Gruppe multimodale Bilddaten. Das umfasst die folgenden Elemente: (i) Entwicklung von Algorithmen für die maschinelle Datenverarbeitung im Hochdurchsatz, (ii) Quantifizierung biologischer Prozesse anhand situationsabhängiger Identifizierung von charakteristischen Größen und (iii) Computersimulation von bildbasierten mechanistischen Modellen zur Generierung von experimentell überprüfbareren Hypothesen. Ziel ist es, das Verständnis biologischer Prozesse durch die Quantifizierung von morphologischen, dynamischen und

funktionalen Aspekten zu erweitern. Diese quantitativen Analysen stellen ein Bindeglied in interdisziplinären Studien dar, sodass die Gruppe in zahlreiche Verbundvorhaben integriert ist (u. a. SFB/TR *FungiNet*, SFB *PolyTarget*, ExC *Balance of the Microverse*).

Sie wird sich auch in Zukunft im Bereich der anwendungsorientierten Grundlagenforschung bewegen; zusätzlich sollen jedoch vermehrt translationale Lösungen erforscht werden. Zwei Entwicklungen stehen im Fokus: (i) Prädiktive Computersimulationen auf Basis der virtuellen Vollblut-Infektionsmodelle für therapeutische Behandlungen; (ii) Korrelative Analyse von mikroskopischen Bilddaten und Massenspektrometrie-Daten für die beschleunigte Diagnose von pilzinfiziertem Gewebe mittels *Deep-Learning*-basierter Ansätzen des Maschinellen Lernens.

Zwischen 2018 und 2020 wurden 40 Aufsätze in referierten Zeitschriften und drei weitere Aufsätze publiziert, davon entstanden 22 gemeinsam mit anderen Struktureinheiten des HKI. Die Drittmittelerträge beliefen sich auf durchschnittlich 320 T€ pro Jahr. Es wurden 2 Promotionen abgeschlossen. Der Gruppenleiter hat seit Juli 2021 eine W3-Professur inne. Er ist Ombudsperson am HKI, und Sprecher des Leibniz ScienceCampus *InfectoOptics*.

Forschungsgruppe Fungal Septomics

[5,7 VZÄ, davon 3,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 0,7 VZÄ Promovierende und 2,0 VZÄ Servicebereiche]

Der Leiter der Forschungsgruppe Fungal Septomics wurde 2017 auf den Lehrstuhl Medizinische Mikrobiologie und Mykologie der Universität Würzburg berufen. Er führt weiterhin die Forschungsgruppe. Seit 2014 ist er vom Robert Koch-Institut und Bundesministerium für Gesundheit berufener Leiter des Nationalen Referenzzentrums für Invasive Pilzinfektionen (NRZMyk) am HKI, das als deutschlandweites Referenzlabor diagnostische Untersuchungen und konsiliarische Beratung anbietet. Im Zentrum der Forschungstätigkeit stehen klinisch-mykologische Fragestellungen und die humane Immunantwort bei invasiven Pilzinfektionen mit den Kernthemen

- Immunantwort und genetische Prädisposition bei invasiven Pilzinfektionen
- Epidemiologie, Taxonomie und Resistenzentwicklung humanpathogener Pilze
- Diagnostik von Infektionen bei immunsupprimierten Patienten

Die strategische Ausrichtung der Arbeitsgruppe hat sich mit dem Wechsel des Gruppenleiters an die Universität Würzburg weiter in Richtung klinisch-mykologische Forschung verschoben. Als Nationales Referenzzentrum ist die Gruppe deutschlandweit der wichtigste Ansprechpartner in allen Fragen zu Diagnostik und klinischem Management invasiver Pilzinfektionen. Ein strategisches Ziel ist es, die Funktion als Bindeglied zwischen der Versorgung von Patienten mit invasiven Pilzinfektionen und Grundlagenforschung auszubauen. Im Vordergrund steht hierbei (i) die Nutzung der am NRZMyk gesammelten *A. fumigatus* Isolate für die genomweite Analyse von Virulenz und Resistenz innerhalb der Spezies, (ii) die Analyse der Genomevolution im Genus *Mucor*, (iii) die Asservierung klinischer Isolate aus einem europäischen Studienkonsortium.

Zwischen 2018 und 2020 wurden 52 Aufsätze in referierten Zeitschriften und ein weiterer Aufsatz publiziert, davon entstanden 34 gemeinsam mit anderen Struktureinheiten des HKI. Die Drittmittelerträge beliefen sich auf durchschnittlich 368 T€ pro Jahr. Es wurden 2 Promotionen abgeschlossen. Der Gruppenleiter ist Wissenschaftlicher Geschäftsführer des BMBF-Konsortiums *InfectControl*.

Forschungsgruppe Mikrobielle Immunologie

[9,0 VZÄ, davon 4,5 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 3,0 VZÄ Promovierende und 1,5 VZÄ Servicebereiche]

Die Forschungsgruppe Mikrobielle Immunologie untersucht Wirt-Erreger-Interaktionen pathogener Pilze, insbesondere *Candida albicans*. Zentrale Forschungsthemen sind

- Immunologie und Infektionsbiologie von pathogenen Pilzen
- In-vivo- und Ex-vivo-Infektionsmodelle
- Mukosale Erreger-Wirt-Interaktion

Dabei kommen *In-vitro*-, *Ex-vivo*- und Mausmodelle zum Einsatz. Dadurch konnte das organspezifische Verhalten von *C. albicans* während der systemischen Infektion aufgeklärt und erstmalig gezeigt werden, dass die Virulenz von *C. albicans* in systemischen Infektionen nicht zwingend von der Fähigkeit zur Hyphenbildung abhängt. Da systemische Infektionen mit *C. albicans* meist von Stämmen ausgehen, die den Darm kolonisieren, wurden in der Gruppe verschiedene Modelle etabliert, die es ermöglichen, auch Interaktionen in dieser Nische zu untersuchen. In diesem Zusammenhang wurde auch damit begonnen, die Interaktion von *C. albicans* mit fakultativ pathogenen Bakterien zu untersuchen. Innerhalb des HKI ist die Gruppe für die tierexperimentelle Einrichtung verantwortlich, die vor kurzem um eine gnotobiotische Maushaltung erweitert wurde.

Damit wurde die Voraussetzung geschaffen, um künftig *In-vivo*-Interaktionen zwischen Mikroorganismen und mit dem Wirt auf höchstem Niveau untersuchen zu können. Die Erforschung der Interaktionen zwischen Pilzen und Bakterien und den Auswirkungen der Zusammensetzung des Darmmikrobioms auf die systemische Candidose sollen in den kommenden Jahren konsequent weiterverfolgt werden und auf systemische Koinfektionen durch *Candida* und Bakterien erweitert werden. Dies wird im Rahmen des ExC *Balance of the Microverse* und – in Kombination mit onkologischen Modellen – in einem Teilprojekt im Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung (LPI) erfolgen.

Zwischen 2018 und 2020 wurden 32 Aufsätze in referierten Zeitschriften publiziert, davon entstanden 20 gemeinsam mit anderen Struktureinheiten des HKI. Die Drittmittelerträge beliefen sich auf durchschnittlich 345 T€ pro Jahr. Es wurden 2 Promotionen abgeschlossen. Die Gruppenleiterin ist stellvertretende Direktorin des HKI und war von 2017-2021 Ombudsperson.

Forschungsgruppe Systembiologie und Bioinformatik

[15,7 VZÄ, davon 8,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 7,7 VZÄ Promovierende und 0,0 VZÄ Servicebereiche]

Die Forschungsgruppe Systembiologie und Bioinformatik erforscht das Zusammenspiel von Wirt, symbiotischen mikrobiellen Konsortien und pathogenen Arten mit systembiologischen und bioinformatischen Methoden. Der Leiter der Forschungsgruppe ist seit 2017 am Institut und strukturierte die Gruppe seitdem vollständig neu. Die Forschungsarbeiten widmen sich den Kernthemen

- Mikrobiom-Systembiologie
- Systemmedizin

Auf dem Gebiet der Mikrobiom-Systembiologie erforscht die Gruppe die Rolle des Mikrobioms und Mykobioms bei global bedeutsamen Krankheiten, um neuartige patientenzentrierte Therapien zu entwickeln. Ein Fokus liegt auf der Dynamik zwischen dem Wirt und den assoziierten Bakterien und Pilzen bei Infektionen. Die Gruppe entwickelt Stoffwechselmodelle auf Genomebene für Pilzpathogene und wendet *In-silico*-Wachstumssimulationen an, um die Interaktionen zwischen dem Wirt, der ansässigen Mikrobiota und dem Pathogen zu verstehen.

Im Rahmen der Systemmedizin generiert, analysiert und integriert die Gruppe *Next-Generation-Sequencing*-Daten und entwickelt mit Methoden des maschinellen Lernens computergestützte Pipelines für die Verarbeitung und Integration großer -omics-Datensätze.

Die Forschung der Gruppe ist auf die rasante Zunahme des Volumens, der Geschwindigkeit und der Vielfalt der verfügbaren Informationen ausgerichtet. Das langfristige Ziel ist es, eine Plattform für *Computational Ecology* zu schaffen, die das Wirts-Mikrobiom für eine nächste Generation humantherapeutischer Maßnahmen anwendet. Um das Potential dieses Big-Data-basierten Ansatzes voll auszuschöpfen, wird die Gruppe ihre nationale und internationale Vernetzung weiter ausbauen und Proben, Methoden und Daten gemeinsam nutzen.

Der Gruppenleiter leitet Teilprojekte im SFB/TR 124 FungiNet und im Exzellenzcluster *Balance of the Microverse*. Zudem ist er Sprecher des EU-finanzierten MSC-ITN *BestTreat*.

Zwischen 2018 und 2020 wurden 54 Aufsätze in referierten Zeitschriften und ein weiterer Aufsatz publiziert, davon entstanden 18 gemeinsam mit anderen Struktureinheiten des HKI. Die Drittmittelträge beliefen sich auf durchschnittlich 719 T€ pro Jahr. Es wurden 3 Promotionen abgeschlossen.

Unabhängige Emmy Noether-Nachwuchsgruppe Adaptive Pathogenitäts-Strategien

[2,7 VZÄ, davon 2,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 0,7 VZÄ Promovierende und X VZÄ Servicebereiche]

Die Nachwuchsgruppe wurde im Mai 2020 auf Grundlage einer Förderung im Emmy Noether-Programm der DFG gegründet. Sie befasst sich am Modellerreger *Candida albicans* mit der Anpassung human-pathogener Pilze an den Wirt und mit der Immunologie von Pilzinfektionen. Damit schließt sie die Lücke zwischen der Biologie von *C. albicans*

und der Immunologie von Pilzinfektionen. Die Gruppe arbeitet eng mit der Abteilung Mikrobielle Pathogenitätsmechanismen zusammen, in der der Leiter zuvor als Postdoc tätig war. Diese Kooperation konzentriert sich auf den Einfluss von Bakterien auf die Mukosale Infektionen und auf die Entwicklung von *Organ-on-Chip*-Infektionsmodellen.

Seit Start der Gruppe wurden 4 Aufsätze in referierten Zeitschriften publiziert, davon entstanden 3 gemeinsam mit anderen Struktureinheiten des HKI. Die Drittmittelerträge beliefen sich auf 87 T€ im Gründungsjahr. Die Gruppe wird 2023 für eine zweite dreijährige Förderperiode durch die DFG evaluiert.

Unabhängige Nachwuchsgruppe Biobricks mikrobieller Naturstoff-Synthesen

[6,6 VZÄ, davon 3,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 2,6 VZÄ Promovierende und 1,0 VZÄ Servicebereiche]

Die Nachwuchsgruppe wurde im Rahmen des BMBF-Strategieprozesses Biotechnologie 2020+ von 2015-2020 gefördert und bildete mit Nachwuchsgruppen an vier weiteren Leibniz-Instituten den Leibniz Research Cluster Bio/Synthetische Mikro-Produktionseinheiten – Neue Wege in der Wirkstoffentwicklung. Die Gruppe konzentriert sich auf Naturstoffe, die von eukaryotischen Organismen produziert werden und entwickelt Methoden für deren *In-vitro*- und *In-vivo*-Produktion. Mit Hilfe computergestützter Analysen werden potenzielle Biosynthese-Gencluster (BGCs) in Genomdaten identifiziert und hinsichtlich ihrer ökologischen Funktion und Evolution untersucht. Zudem wird die Kompartimentierung der biosynthetischen Enzyme in der Zelle erforscht und neue Naturstoffe werden durch heterologe Expression oder neu entwickelte zellfreie Systeme gewonnen und untersucht.

Zwischen 2018 und 2020 wurden 10 Aufsätze in referierten Zeitschriften publiziert, davon entstanden 7 gemeinsam mit anderen Struktureinheiten des HKI. Die Drittmittelerträge beliefen sich auf durchschnittlich 164 T€ pro Jahr. Es wurden 2 Promotionen abgeschlossen. Der Gruppenleiter habilitierte sich 2021. Die Laufzeit der Gruppe endet am 31.12.2023.

Unabhängige Nachwuchsgruppe Biosynthetisches Design von Naturstoffen

[4,1 VZÄ, davon 2,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 2,1 VZÄ Promovierende und 0,0 VZÄ Servicebereiche]

Die Nachwuchsgruppe widmet sich dem Ersatz von chemischen Synthesen durch umweltfreundliche biotechnologische Prozesse auf der Basis von maßgeschneiderten Biokatalysatoren in mikrobiellen Fabriken. Sie erforscht enzymatische Lösungen für chemische Probleme, indem sie Enzymen aus der Naturstoffbiosynthese neue Aufgaben zuweist. Dabei kombiniert sie klassische enzymologische Methoden, DNA-Nanobiotechnologie und gerichtete Evolution. Der Fokus liegt auf nichtribosomalen Peptidsynthetasen (NRPS) aus Bakterien und Pilzen. Als Modellsystem arbeitet die Gruppe an den NRPS für Gramicidin S und Surfactin aus *Bacillus*.

Zwischen 2018 und 2020 wurden 8 Aufsätze in referierten Zeitschriften publiziert, davon entstanden 3 gemeinsam mit anderen Struktureinheiten des HKI. Die Drittmittelerträge beliefen sich auf durchschnittlich 81 T€ pro Jahr.

Unabhängige Nachwuchsgruppe Chemische Biologie der Mikroben-Wirt Interaktionen

[11,2 VZÄ, davon 6,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 5,2 VZÄ Promovierende und 0,0 VZÄ Servicebereiche]

Die Nachwuchsgruppe untersucht, welche Signalmoleküle von symbiotischen Bakterien und Pilzen in ökologisch-relevanten Modellsystemen produziert werden, um das Zusammenleben in komplexen mikrobiellen Gemeinschaften zu strukturieren und eine Ausdifferenzierung oder multizelluläre Lebensweisen des eukaryotischen Wirts zu ermöglichen. Im Mittelpunkt stehen dabei die Isolierung, Strukturaufklärung und Funktionsbestimmung dieser Naturstoffe sowie die Aufklärung der genetischen Grundlagen ihrer Biosynthese und Regulierung. Neben allgemeingültigen Erkenntnissen über die biochemischen und molekularbiologischen Prozesse, die mikrobielle Gemeinschaften stabilisieren, ist die Auffindung neuer Wirkstoffkandidaten für die Translation ein Ziel der Arbeit.

Zwischen 2018 und 2020 wurden 36 Aufsätze in referierten Zeitschriften und ein weiterer Aufsatz publiziert, davon entstanden 11 gemeinsam mit anderen Struktureinheiten des HKI. Die Drittmittelerträge beliefen sich auf durchschnittlich 599 T€ pro Jahr. Es wurden 2 Promotionen abgeschlossen. Die Gruppe wird im Jahr 2022 an die Universität Leipzig wechseln, da die Leiterin einen Ruf auf eine Professur erhalten hat.

Unabhängige Nachwuchsgruppe Evolution mikrobieller Interaktionen

[4,4 VZÄ, davon 1,7 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 2,8 VZÄ Promovierende und 0,0 VZÄ Servicebereiche]

Die Nachwuchsgruppe erforscht die evolutionäre Entwicklung der human-pathogenen Eigenschaften von Pilzen. Neben dem Modellorganismus *Dictyostelium discoideum* verwendet die Gruppe auch einen pilzfressenden Vertreter der bisher wenig erforschten Amoebozoa, anhand dessen die Rolle von Virulenzfaktoren in natürlichen Habitaten der Pilze untersucht werden kann. Die Modelle zu Phagozytose und Räuber-Beutebeziehungen bei Pilzen komplementieren die funktionelle Charakterisierung pilzlicher Sekundärmetabolite.

In einem translationalen Projekt mit dem Ziel einer Ausgründung entwickelt die Gruppe *D. discoideum* als neuen Produktionswirt für pflanzliche Polyketide. Im Mittelpunkt stehen hierbei Cannabinoide, denen mit der schrittweisen Zulassung für verschiedene therapeutische Indikationen ein enormes Marktpotential zukommt.

Zwischen 2018 und 2020 wurden 6 Aufsätze in referierten Zeitschriften und ein weiterer Aufsatz publiziert, davon entstanden 5 gemeinsam mit anderen Struktureinheiten des HKI. Die Drittmittelerträge beliefen sich auf durchschnittlich 176 T€ pro Jahr. Es wurden 2 Promotionen abgeschlossen.

Unabhängige Nachwuchsgruppe RNA-Biologie der Pilzinfektionen

[3,7 VZÄ, davon 2,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 0,7 VZÄ Promovierende und 1,0 VZÄ Servicebereiche]

Die Nachwuchsgruppe wurde im November 2020 im Rahmen des BMBF-Programms „Nachwuchsgruppen in der Infektionsforschung“ gegründet. Die Gruppe erforscht die Beteiligung von Erreger- und Wirts-RNA an der Pathogenese menschlicher Pilzinfektionen und deren wirtsseitige Abwehr durch extrazelluläre Vesikel.

Die Drittmittelträge der Gruppe beliefen sich auf 41 T€ im Gründungsjahr.

Unabhängige Nachwuchsgruppe Synthetische Mikrobiologie

[5,6 VZÄ, davon 3,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 2,6 VZÄ Promovierende und 0,0 VZÄ Servicebereiche]

Die Nachwuchsgruppe beschäftigt sich mit der Entdeckung, Charakterisierung und biotechnologischen Erschließung neuer Naturstoffe, insbesondere ungewöhnlicher Coenzyme. Diese Moleküle besitzen medizinische Relevanz in pathogenen Mikroorganismen und könnten unter anderem in der Entwicklung von Antibiotika und in der Biokatalyse Anwendung finden. Im Rahmen des Exzellenzclusters *Balance of the Microverse* und des Leibniz-Zentrums für Photonik in der Infektionsforschung widmet sich die Gruppe zudem der Weiterentwicklung probiotischer Organismen hin zu „Therapeutischen Mikroben“ durch Methoden der synthetischen Biologie. Solche am Reißbrett entworfenen Mikroorganismen sollen künftig Infektionskrankheiten und Störungen im Mikrobiom des Menschen behandeln oder vorbeugen.

Zwischen 2018 und 2020 wurden 9 Aufsätze in referierten Zeitschriften und ein weiterer Aufsatz publiziert, davon entstanden 9 gemeinsam mit anderen Struktureinheiten des HKI. Die Drittmittelträge beliefen sich auf durchschnittlich 104 T€ pro Jahr.

Transfergruppe Antiinfektiva

[10,8 VZÄ, davon 7,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 1,8 VZÄ Promovierende und 2,0 VZÄ Servicebereiche]

Die Transfergruppe Antiinfektiva ist eine Querschnittseinrichtung mit anwendungsnahem Forschungs- und Entwicklungsauftrag im Bereich antimikrobieller Wirkstoffe. Sie wurde im Rahmen des Konsortiums *InfectControl* 2015 gegründet und wird bis 31.12.2022 aus Mitteln des BMBF-Programms Zwanzig20 finanziert. Die Gruppe ist – ausgestattet mit modernster Geräteinfrastruktur – stark translational ausgerichtet und widmet sich der Qualifizierung und Entwicklung von vorrangig antiinfektiven Wirkstoffkandidaten bis in die klinischen Phasen, um die Translation in die Industrie zu intensivieren.

Die Gruppe verantwortet und betreut eine dynamische Pipeline aus derzeit 16 Wirkstoffen, wovon sich das Tuberkulose-Antibiotikum BTZ-043 in der klinischen Phase II befindet. Die Gruppe widmet sich insbesondere den Bereichen Leitstruktur-Qualifizierung, Medizinalchemie, Chemistry, Manufacturing & Controls, Pharmakokinetik und -dynamik und Regulatorik (Entwicklungsmanagement).

Zwischen 2018 und 2020 wurden 15 Aufsätze in referierten Zeitschriften und ein weiterer Aufsatz publiziert, davon entstanden 14 gemeinsam mit anderen Struktureinheiten des HKI. Die Drittmittelträge beliefen sich auf durchschnittlich 1.198 T€ pro Jahr. Die Gruppe erhielt 2019 den IQ Innovationspreis Mitteldeutschland für das im rein akademischen Setting entwickelte Antibiotikum BTZ-043.

8. Umgang mit Empfehlungen der letzten externen Evaluierung

Die Empfehlungen der letzten Evaluierung (vgl. Stellungnahme des Senats der Leibniz-Gemeinschaft vom 9. Juli 2015) griff das Institut wie folgt auf:

1) *„Die Raumsituation hat sich seit der letzten Evaluierung durch verschiedene Um- und Neubaumaßnahmen stark verbessert. [...] Mittlerweile stößt das Institut aufgrund seiner sehr erfolgreichen Drittmittelstrategie erneut an seine Kapazitätsgrenzen. Insbesondere die Räumlichkeiten in den alten Laborgebäuden sind nicht angemessen. Die bereits laufenden Planungen für einen bilateral zu finanzierenden Ersatzneubau werden auch im Hinblick auf die strategischen Ziele des HKI in Bezug auf das „HKI Biotech-Center“ nachdrücklich unterstützt.“*

Das HKI hat in Umsetzung dieser Empfehlung eine große Baumaßnahme für 2017 – 2021 im Rahmen der institutionellen Förderung angemeldet. Im II. Quartal 2019 begannen die Rohbauarbeiten. Die Eröffnung ist nach Institutsangaben für Anfang 2022 vorgesehen.

2) *„Auf der Ebene der Promovierenden und Postdocs ist am HKI ein ausgeglichenes Geschlechterverhältnis erreicht. Das Institut hat, als eines von zwei Vorstandsmitgliedern, eine Verwaltungsdirektorin. Allerdings werden derzeit nur drei von 16 wissenschaftlichen Einheiten von Frauen geleitet; auf Abteilungsleitungsebene ist keine Frau tätig. Das HKI muss den Frauenanteil in wissenschaftlichen Leitungspositionen steigern.“*

Im Zuge der letzten drei Neuberufungen wurden drei Wissenschaftlerinnen mit Leitungsfunktion am HKI in gemeinsamen Berufungsverfahren mit der FSU Jena nach dem Berliner Modell auf W3-Professuren berufen. Damit sind gegenwärtig fünf der 21 der Leitungsstellen mit Wissenschaftlerinnen besetzt (24 %). Siehe Kapitel 5.

3) *„Es wird begrüßt, dass zukünftig alle Doktorandinnen und Doktoranden des HKI in strukturierte Promotionsprogramme eingebunden sein werden. In diesem Zusammenhang wird empfohlen, die Wege zur Promotion einheitlich zu gestalten. Die Betreuung sollte standardmäßig durch zwei Wissenschaftlerinnen bzw. Wissenschaftler geleistet werden, von denen eine oder einer außerhalb des Instituts tätig ist.“*

Seit dem Jahr 2014 werden alle Promovierenden in strukturierte Promotionsprogramme aufgenommen. Es besteht Wahlfreiheit zwischen den Graduiertenschulen ILRS und JSMC (s. Kapitel 3). Die Promotionsvereinbarungen sehen u. a. die Betreuung durch je zwei Wissenschaftlerinnen oder Wissenschaftler vor.

4) *„Zukünftig sollte der Beirat einmal mittig zwischen zwei Evaluierungsbesuchen ein Audit durchführen, bei dem die Gesamtentwicklung des Instituts betrachtet wird.“*

Das HKI erklärt, dass der wissenschaftliche Beirat 2018 und 2019 unter Bestellung von Ad hoc-Gutachtern die Forschungskonzeption und Leistung jeder Struktureinheit und assoziierten Gruppe im Kontext der wissenschaftlichen Gesamtentwicklung des Instituts bewertet hat.

5) „Das HKI sollte anstreben, bei Nachbesetzungen des Beirats weitere Mitglieder zu gewinnen, die im Ausland arbeiten.“

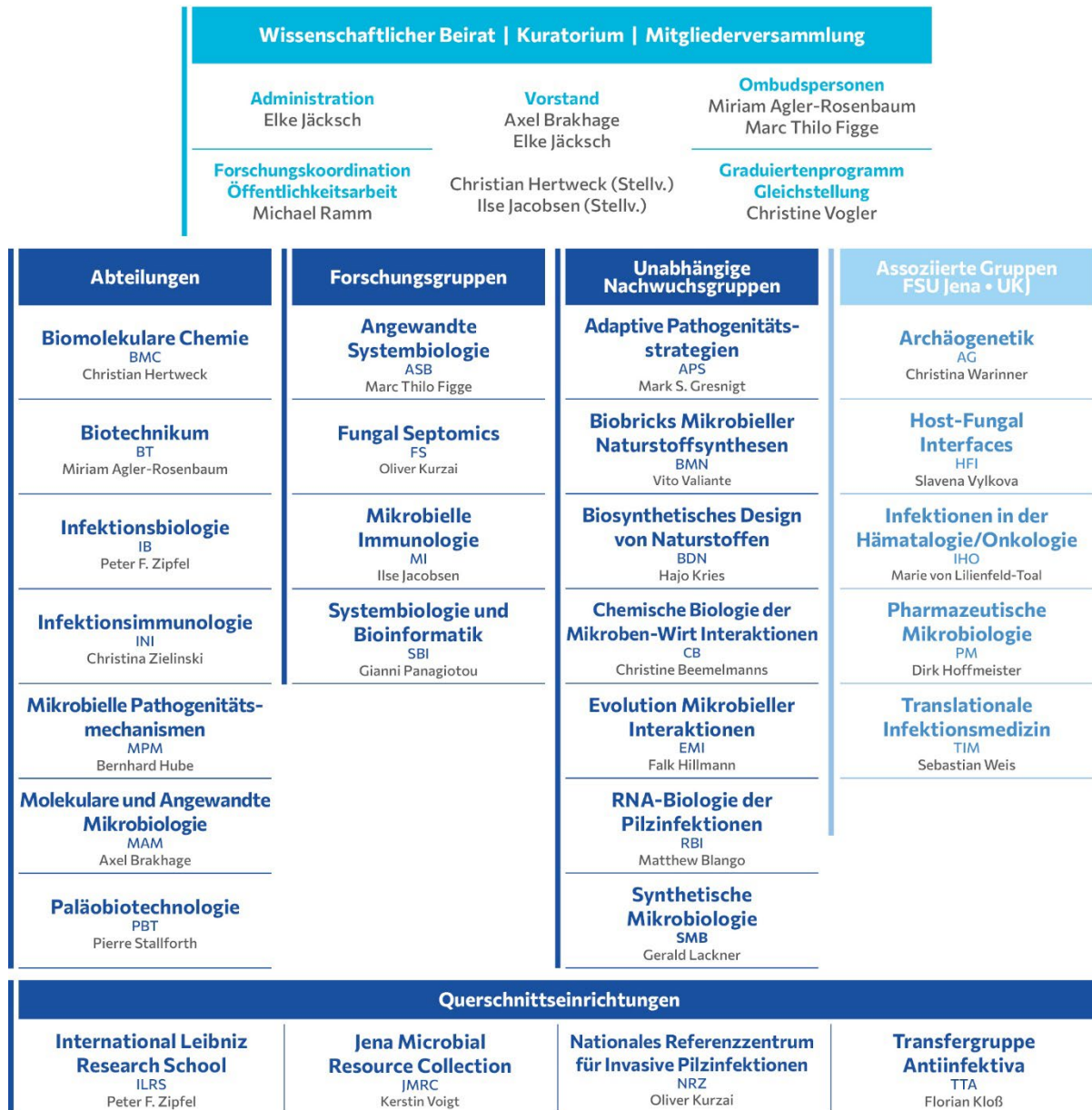
Das HKI konnte im Zuge des turnusgemäßen Auslaufens von Amtszeiten und der Nachbesetzung von vakanten Sitzen im Wissenschaftlichen Beirat zwei im Ausland tätige Wissenschaftler als neue Beiratsmitglieder gewinnen.

6) „Die Satzung des HKI entspricht noch nicht vollständig den Anforderungen von Bund und Ländern sowie des Senats der Leibniz-Gemeinschaft. Die Gremien des HKI sollten die Satzung daher anpassen.“

Die Satzung des HKI wurde gemäß den Anforderungen von Bund und Ländern sowie des Senats der Leibniz-Gemeinschaft am 02.11.2015 ins Vereinsregister eingetragen

Anhang 1

Organigramm (Stand: 13.10.2021)



Anhang 2**Publikationen, Patente**

Typus der Veröffentlichung	2018	2019	2020
Monografien	0	0	0
Einzelbeiträge in Sammelwerken	1	2	0
Aufsätze in Zeitschriften mit Begutachtungssystem (soweit Beiträge angenommen, aber noch nicht erschienen sind, können diese im jeweiligen Jahr zusätzlich in Klammern angegeben werden)	159	150	166
Aufsätze in übrigen Zeitschriften	3	5	2
Arbeits- und Diskussionspapiere	0	2	3
Herausgeberschaft (Sammelwerke)	1	0	0

	2018	2019	2020
Patente (gewährt / angemeldet)	5/5	1/0	2/4
Übrige gewerbliche Schutzrechte (gewährt / angemeldet)	0	0	0
Verwertungsvereinbarungen / Lizenzen (Anzahl)	2/1	2/1	0/0

Anhang 3

Erträge und Aufwendungen

Erträge		2018			2019			2020		
		T€	% ²⁾	% ³⁾	T€	% ²⁾	% ³⁾	T€	% ²⁾	% ³⁾
Erträge insgesamt (Summe I., II. und III.; ohne DFG-Abgabe)		28.167			33.849			37.584		
I.	Erträge (Summe I.1.; I.2. und I.3.)	25.743	100 %		26.965	100 %		28.066	100 %	
1.	<u>Institutionelle Förderung (außer Baumaßnahmen und Grundstückserwerb)</u>	17.037	66 %		17.209	64 %		17.550	63 %	
1.1	Institutionelle Förderung (außer Baumaßnahmen und Grundstückserwerb) durch Bund und Länder nach AV-WGL	17.037			17.209			17.550		
2.	<u>Erträge aus Zuwendungen zur Projektfinanzierung</u>	7.901	31 %	100 %	8.902	33 %	100 %	9.896	35 %	100 %
2.1	DFG	2.671		34 %	2.712		30 %	3.482		35 %
2.2	Leibniz-Gemeinschaft (Wettbewerbsverfahren)	118		1 %	225		3 %	269		3 %
2.3	Bund	2.599		33 %	3.113		35 %	1.772		18 %
2.4	Land Thüringen	1.245		16 %	1.612		18 %	2.136		22 %
2.5	EU	965		12 %	882		10 %	1.234		12 %
2.6	Wirtschaft	156		2 %	0		0 %	17		0 %
2.7	Stiftungen	121		2 %	326		4 %	912		9 %
2.8	andere Förderer (z. B. DAAD)	26		0 %	32		0 %	74		1 %
3.	<u>Erträge aus Leistungen</u>	805	3 %		854	3 %		620	2 %	
3.1	Erträge aus Auftragsarbeiten (Industrie)	771			850			618		
3.2	Erträge aus der Verwertung geistigen Eigentums, für das die Einrichtung ein gewerbliches Schutzrecht hält (Patente, Gebrauchsmuster etc.)	34			4			2		
II.	Sonstige Erträge (z. B. Spenden, Mieten etc.)	191			138			176		
III.	Erträge für Baumaßnahmen (institutionelle Förderung Bund und Länder, EU-Strukturfonds etc.)	2.233			6.746			9.342		

Aufwendungen		T€	T€	T€
Aufwendungen (ohne DFG-Abgabe)		28.167	33.849	37.584
1.	Personal	13.074	13.764	14.745
2.	Materialaufwand	2.794	3.035	3.263
2.1	<i>davon: Anmeldung gewerblicher Schutzrechte (Patente, Gebrauchsmuster etc.)</i>	157	139	161
3.	Geräteinvestitionen	3.485	4.476	4.446
3.1.	<i>davon aus Drittmitteln</i>	951	2.154	1.460
4.	Baumaßnahmen, Grundstückserwerb	1.786	4.746	7.042
5.	Sonstige betriebliche Aufwendungen	5.669	5.748	5.718
6.	Bildung von Reserven (im Wesentlichen für Baumaßnahmen)	1.359	2.080	2.370

DFG-Abgabe (soweit sie für das Leibniz-HKI gezahlt wurde - 2.5 % der Erträge aus der institutionellen Förderung)	424	428	437
--	-----	-----	-----

Extern verwaltete Drittmittel		T€	T€	T€
Extern verwaltete Drittmittel insgesamt		784	990	898
1.	DFG	309	422	422
2.	Bund, Länder	252	355	296
3.	Stiftungen	223	213	180

Anhang 4

Personalübersicht

(Stand: 31.12.2020)

	Vollzeitäquivalente			Personen			Frauen			Ausländer/innen
	insgesamt	davon dritt-mittel-finanziert		insgesamt	davon befristet		insgesamt	davon befristet		insgesamt
		Zahl	Zahl		%	Zahl		Zahl	%	
Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen	152,8	86,4	56,5	195	178	91,3	89	86	96,6	85
1. Ebene (Wiss. Institutsleitung)	1,0			1						
2. Ebene (Abteilungsleitung)	5,0	2,0	40,0	5	1	20,0	1			
3. Ebene (Gruppenleitung)	3,0			3			1		0,0	1
Nachwuchsgruppenleitung	7,0	3,0	42,9	7	7	100,0	1	1	100,0	3
Weitere Personen mit Leitungsaufgaben	6,0	3,0	50,0	6	4	66,7	3	3	100,0	2
Personen ohne Leitungsaufgaben (E13/E14/E15)	63,1	38,8	61,5	65	58	89,2	32	31	96,9	31
Promovierende (E13)	67,7	39,6	58,4	108	108	100,0	51	51	100,0	48
Servicebereiche	45,4	12,7	28,1	51						
Labor (E9 bis E12)	12,3	2,8	23,0	14						
Labor (E5 bis E8)	22,0	9,2	41,6	24						
Wissenschaftliche Sekretariate (E06)	2,8	0,8	27,3	4						
Arbeitssicherheit (E13)	0,5			1						
Haustechnik (E10)	1,0			1						
Haustechnik (E5 bis E7)	2,0			2						
Informationstechnik – IT (E13/E15)	1,8			2						
Informationstechnik – IT (E6 bis E9)	3,0			3						
Forschungskoordination/ Öffentlichkeitsarbeit	5,2	4,2	80,8	5						
Stabsstellen (E13, E14)	3,4	3,4	100,0	3						
Stabsstellen (E6, E10)	1,8	0,8	44,4	2						
Administration	12,8			13						
Verwaltungsleitung	1,0			1						
Innere Verwaltung (Haushalt, Personal u. ä.) (E9 bis E11)	3,0			3						
Innere Verwaltung (Haushalt, Personal u. ä.) (E3 bis E8)	8,8			9						
Studentische Hilfskräfte	8,7	2,2	25,0	34						
Auszubildende	3,0			3						
Leiharbeitnehmer	2,0			2						
Praktikanten (Master/Bachelor/DAAD)	38,0			38						

Stipendiat:innen	1,5	1,5	100,0	8
Promovierende	1,5	1,5	100,0	8
Postdoktorand:innen				

5
5

8
8

Assoziierte Forschungsgruppen (extern finanziert)	31,1	31,1	100,0	37
Professuren	2,0	2,0	100,0	2
Wissenschaftler:innen	10,0	10,0	100,0	10
Promovierende	11,1	11,1	100,0	17
Laborpersonal	5,0	5,0	100,0	5
Praktikanten	3,0	3,0	100,0	3

23
1
8
9
3
2

3
0
1
2
0
0

Extern finanziertes Personal in den Abteilungen/ Forschungsgruppen	50,9	50,9	100,0	60
Wissenschaftler:innen	23,0	23,0	100,0	23
Promovierende	16,9	16,9	100,0	26
Laborpersonal	6,0	6,0	100,0	6
Praktikanten	5,0	5,0	100,0	5

37
15
13
6
3

19
5
12
0
2

Anlage B: Bewertungsbericht

Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie e. V. - Hans-Knöll-Institut (HKI), Jena

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung und zentrale Empfehlungen.....B-2
2. Gesamtkonzept, Aufgaben und ArbeitsergebnisseB-4
3. Veränderungen und Planungen.....B-5
4. Steuerung und Qualitätsmanagement.....B-6
5. PersonalB-8
6. Kooperation und Umfeld B-11
7. Teilbereiche des HKI..... B-11
8. Umgang mit Empfehlungen der letzten externen Evaluierung B-17

Anhang:

Mitglieder der Bewertungsgruppe

1. Zusammenfassung und zentrale Empfehlungen

Das Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie (HKI) widmet sich äußerst erfolgreich der Erforschung mikrobieller Naturstoffe und der Infektionsbiologie human-pathogener Pilze. Dabei wird ein Bogen von grundlagenorientierten Arbeiten bis hin zur biotechnologischen Nutzung und Translation neuer Erkenntnisse geschlagen. Die Arbeiten sind wissenschaftlich und medizinisch außerordentlich relevant, da mikrobielle Naturstoffe sowohl an der Entstehung vieler Infektionskrankheiten beteiligt sind als auch zu den wichtigsten Quellen für Medikamente wie Antibiotika gehören. Mit seinen Arbeiten nimmt das Institut eine führende Stellung in der internationalen Forschungslandschaft ein.

Seit der letzten Evaluierung hat das HKI seine hervorragende Entwicklung ungebrochen fortgesetzt. Es verfolgt weiterhin eine äußerst erfolgreiche Kooperations- und Drittmittelstrategie, die in erster Linie auf Verbundforschungsvorhaben ausgerichtet ist. Das Institut hat eine Vielzahl von innovativen Ergebnissen vorgelegt, die bestens publiziert werden. Die Abteilungen des HKI werden in jeweils drei Fällen als „exzellent“ und „sehr gut“ bewertet, in einem Fall als „sehr gut bis exzellent“. Auch die Transfergruppe Antiinfektiva ist „exzellent“. Die weiteren Gruppen werden zwei Mal als „sehr gut bis exzellent“, fünf Mal als „sehr gut“ und zwei Mal als „gut bis sehr gut“ bewertet. Zwei Nachwuchsgruppen, die drittmittelfinanziert sind und erst kurz vor dem Evaluierungsbesuch eingerichtet wurden, haben großes Potenzial und fügen sich hervorragend in den thematischen Kontext des HKI ein.

Mit dem Nationalen Referenzzentrum für invasive Pilzinfektionen (NRZMyk) leistet das HKI einen wichtigen Beitrag für die Medizin. In den vergangenen Jahren verstärkte das Institut seine Aktivitäten zur Translation der Forschungsergebnisse. Mit zusätzlichen Mitteln von Bund und Ländern wird derzeit das Arbeitsgebiet „Translationale Wirkstoffforschung“ ausgebaut. Es wird begrüßt, dass sich das Institut in der Antibiotikaentwicklung engagiert, einem Gebiet, aus dem sich die Industrie nahezu vollständig zurückgezogen und das sich gleichzeitig zu einer der großen globalen Herausforderungen entwickelt hat.

Das HKI wird sehr erfolgreich von einer Doppelspitze aus Wissenschaftlichem Direktor und Administrativer Direktorin geleitet. Die Lage des HKI auf dem Beutenberg-Campus in Jena befördert die Zusammenarbeit mit unmittelbar benachbarten Einrichtungen. Mit Universität und Universitätsklinikum Jena wird eng kooperiert. An der Entwicklung und der hohen Sichtbarkeit des Standorts in den Lebenswissenschaften hat das Institut maßgeblichen Anteil. Mittlerweile sind elf Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gemeinsam mit der Universität berufen, fünf assoziierte Gruppen vernetzen das Institut zusätzlich in Jena. Es wird begrüßt, dass seit der letzten Evaluierung wie empfohlen umfangreiche Baumaßnahmen zur Verbesserung der Raumsituation durchgeführt wurden.

Im Folgenden werden die im Bewertungsbericht durch Fettdruck hervorgehobenen zentralen Hinweise zusammengefasst:

Veränderungen und Planungen (Kapitel 3)

1. Die bioinformatischen Kompetenzen sind am HKI dezentral im Rahmen der Struktureinheiten organisiert. Sie sind für die Leistungsfähigkeit des Instituts von großer Bedeutung und auch beim Einwerben der Verbundforschungsvorhaben sehr wichtig. Das Konzept der verteilten Expertise war bislang sehr erfolgreich. Angesichts eines stetig steigenden Datenvolumens und sich weiterentwickelnder Anforderungen an die Nutzbarkeit und Erschließbarkeit von Daten sollte geprüft werden, inwieweit zentrale Strukturen hilfreich sein könnten. Dies gilt insbesondere mit Blick auf die Sicherung gleicher Standards für die Datensicherheit.

Steuerung und Qualitätsmanagement (Kapitel 4)

2. Es wird begrüßt, dass das HKI einen hohen Anteil der Sachmittel leistungsbezogen vergibt. Empfohlen wird, in die Leistungsbezogene Mittelvergabe (LOM) zusätzliche Indikatoren zur Qualität der Publikationen einzubeziehen. Außerdem sollten wissenschaftliche Translations- bzw. Transferleistungen in die LOM integriert werden.
3. Es wird erneut empfohlen, dass der Wissenschaftliche Beirat einmal mittig zwischen zwei Evaluierungsbesuchen ein Audit durchführt, bei dem über die einzelnen Arbeitseinheiten des HKI hinaus die Gesamtentwicklung des Instituts betrachtet wird.

Personal (Kapitel 5)

4. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die in Drittmittelprojekten forschen, sollten einen Arbeitsvertrag über die gesamte Bewilligungsdauer erhalten können. Es sollte auf die unbefristete Beschäftigung von wissenschaftlichem Personal mit Daueraufgaben hingewirkt werden. Die Standards für den Umgang mit Vertragslaufzeiten sowie Be- und Entfristung müssen institutseinheitlich geregelt werden.

Auch beim wissenschaftsunterstützenden Personal zieht die Wahrnehmung von Daueraufgaben eine Festanstellung nach sich. Gegenüber dem Anstieg der Beschäftigtenzahl im Bereich „Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen“ sind die Beschäftigtenzahlen im Servicebereich konstant geblieben und in der Administration nur geringfügig gewachsen. Es sollte darauf geachtet werden, dass eine sachgerechte Balance zwischen dem Anteil der genannten Gruppen am Gesamtpersonal erhalten bleibt.

5. Beim wissenschaftlichen Personal ist der Anteil von Frauen und Männern auf der Ebene von Promovierenden und Beschäftigten ohne Leitungsaufgaben nahezu ausgeglichen. Allerdings wird nur eine von sieben Nachwuchsgruppen sowie eine von vier Forschungsgruppen von Wissenschaftlerinnen geleitet. Seit der letzten Evaluierung wurden drei der sieben Abteilungsleitungen neu besetzt, davon erstmals zwei mit Wissenschaftlerinnen. Insgesamt bleibt das HKI mit Blick auf den Frauenanteil auf Leitungsstellen, insbesondere bei den Nachwuchsgruppen, deutlich hinter den Erwartungen zurück und muss die Situation weiterhin erheblich verbessern.

2. Gesamtkonzept, Aufgaben und Arbeitsergebnisse

Das Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie (HKI) widmet sich äußerst erfolgreich der Erforschung mikrobieller Naturstoffe und der Infektionsbiologie human-pathogener Pilze. Dabei wird ein Bogen von grundlagenorientierten Arbeiten bis hin zur biotechnologischen Nutzung und Translation neuer Erkenntnisse geschlagen. Die Arbeiten sind wissenschaftlich und medizinisch außerordentlich relevant, da mikrobielle Naturstoffe sowohl an der Entstehung vieler Infektionskrankheiten beteiligt sind als auch zu den wichtigsten Quellen für Medikamente wie Antibiotika gehören.

Das Institut besteht aus sieben auf Dauer angelegten Abteilungen, vier permanenten Forschungsgruppen und sieben zeitlich befristeten Nachwuchsgruppen. Außerdem beherbergt das HKI die Labore von fünf assoziierten wissenschaftlichen Gruppen, die die wichtigen Verbindungen zu Universität und Universitätsklinikum Jena stärken. Vier Querschnittseinrichtungen nehmen übergreifende Aufgaben in der Nachwuchsförderung, im Transfer und als Forschungsinfrastrukturen wahr.

Das HKI verfolgt eine äußerst erfolgreiche Kooperations- und Drittmittelstrategie, die weiterhin in erster Linie auf Verbundforschungsvorhaben ausgerichtet ist. Exemplarisch genannt seien die unter der Sprecherschaft von HKI-Wissenschaftlern eingeworbenen Sonderforschungsbereiche (SFB/Transregio 124 *FungiNet*, SFB 1127 *ChembioSys*) sowie der Exzellenzcluster *Balance of the Microverse*, die die hohe Qualität der Grundlagenforschung am HKI belegen. Auch in Bezug auf die klinische Forschung bzw. die Anwendung ist das Institut hervorragend positioniert, zum Beispiel durch die Etablierung und Koordination des vom BMBF geförderten Konsortiums *InfectControl 2020* und die Mitwirkung im integrierten Forschungs- und Behandlungszentrum *Center for Sepsis Control and Care* des Universitätsklinikums Jena, in das auch weitere Partnerinstitutionen eingebunden sind.

Arbeitsergebnisse

Mit der erfolgreichen Verknüpfung von Infektionsbiologie human-pathogener Pilze mit der Erforschung mikrobieller Naturstoffe nimmt das HKI eine führende Stellung in der internationalen Forschungslandschaft ein. Dass die Zusammenarbeit am Institut zu einer Vielzahl von innovativen Ergebnissen geführt hat, wird durch international stark wahrgenommene Veröffentlichungen belegt (s. im Einzelnen Kapitel 7).

Infrastrukturaufgaben und Wissenstransfer

Mit der *Jena Microbial Resource Collection* (JMRC) und dem Nationalen Referenzzentrum für invasive Pilzinfektionen (NRZMyk) erbringt das HKI wichtige Infrastruktur- und Transferleistungen. Das NRZMyk ist deutschlandweit der wichtigste Anlaufpunkt für die Beratung zu Diagnose und Behandlung invasiver Pilzinfektionen und trägt damit zum Renommee des Instituts bei. Im NRZMyk werden die Erkenntnisse aus der Forschung auf den klinischen Alltag angewendet. Gleichzeitig werden Stammsammlungen generiert, die für die Forschung von unschätzbarem Wert sind.

Mit der Entwicklung neuer antibakterieller Wirkstoffe übernimmt das Institut Verantwortung auf einem Gebiet, aus dem sich die Industrie in den vergangenen Jahrzehnten

nahezu vollständig zurückgezogen und das sich gleichzeitig zu einer der großen globalen Herausforderungen entwickelt hat. So hat das HKI in der Transfergruppe Antiinfektiva eine Entwicklungspipeline mit eigenen patentgeschützten Substanzen und zugekauften Wirkstoffen aufgebaut. Ein wissenschaftlich viel beachtetes Ergebnis, das in Zusammenarbeit mit bedeutenden Partnereinrichtungen wie zum Beispiel der LMU München erzielt wurde, ist die präklinische und klinische Weiterentwicklung eines neuen Antibiotikums zur Behandlung von Tuberkulose. Diese Tätigkeiten sind mit längeren Entwicklungszeiträumen verbunden, haben jedoch höchsten gesellschaftlichen Impact und sind auch international von größter Bedeutung. Das HKI sollte über Fachpublikationen hinaus die Wissenschaftskommunikation zu den eigenen Erfolgen verstärken.

3. Veränderungen und Planungen

Entwicklung der Einrichtung seit der letzten Evaluierung

Seit der letzten Evaluierung hat das HKI seine hervorragende Entwicklung ungebrochen fortgesetzt. Grundlage dafür sind die seit längerer Zeit bestens etablierten Abteilungen Biomolekulare Chemie, Infektionsbiologie, Mikrobielle Pathogenitätsmechanismen sowie Molekulare und Angewandte Mikrobiologie. Mit der Abteilung Biotechnikum, die aus einer vorherigen Querschnittseinrichtung weiterentwickelt wurde, sowie zwei stiftungsfinanzierten Abteilungen kamen neue Einheiten hinzu, die das Arbeitsspektrum des HKI sehr sinnvoll ergänzen: Die Abteilung Paläobiotechnologie verfolgt ein vielversprechendes neues Konzept zum Verständnis prähistorischer Gene aus Mikroorganismen. Sie ging aus einer ehemaligen Nachwuchsgruppe hervor und arbeitet produktiv mit der assoziierten Gruppe Archäogenetik an der Universität Jena zusammen. Die Abteilung Infektionssimmunologie ist auf die Zukunftsstrategie des HKI in Richtung translationale Forschung ausgerichtet. Sie folgt der Abteilung Infektionsbiologie nach, die demnächst ruhestandsbedingt beendet wird.

Als äußerst vielversprechend werden auch die Möglichkeiten des vor kurzem gegründeten Leibniz-Zentrums für Photonik in der Infektionsforschung (LPI) bewertet, das vom Leibniz-Institut für Photonische Technologien (IPHT) gemeinsam mit HKI, Universität sowie Universitätsklinikum Jena getragen wird. Am LPI werden Kompetenzen auf den Gebieten der Optik und Photonik sowie der Infektionsforschung gebündelt für eine verbesserte Diagnostik und Therapie insbesondere bei Infektionen mit multi-resistenten Erregern.

Bereits bei den beiden letzten Evaluierungen war die große Bedeutung der Bioinformatik am HKI hervorgehoben und die Leistungen des HKI in diesem Zukunftsfeld gewürdigt worden. Entsprechend wurden die Forschungsgruppen Angewandte Systembiologie sowie Systembiologie und Bioinformatik (s. Kapitel 7) sukzessive gestärkt. Beide Gruppen sind biologiegetrieben und setzen maschinelles Lernen ein; mit ihrer jeweiligen Expertise ergänzen sie sich komplementär (Bildanalyse vs. sequenzbasierte Bioinformatik). Eine weitere wünschenswerte Stärkung ist von dem Sondertatbestand (s. u.) zu erwarten, mit dem das HKI an die bereits vorhandene KI-Expertise anknüpft.

Die bioinformatischen Kompetenzen sind am HKI dezentral im Rahmen der Struktureinheiten organisiert. Sie sind für die Leistungsfähigkeit des Instituts von großer Bedeutung und auch beim Einwerben der Verbundforschungsvorhaben sehr wichtig. Das Konzept der verteilten Expertise war bislang sehr erfolgreich. Angesichts eines stetig steigenden Datenvolumens und sich weiterentwickelnder Anforderungen an die Nutzbarkeit und Erschließbarkeit von Daten sollte geprüft werden, inwieweit zentrale Strukturen hilfreich sein könnten. Dies gilt insbesondere mit Blick auf die Sicherung gleicher Standards für die Datensicherheit (s. auch Kapitel 4 mit Hinweis zum Forschungsdatenmanagement).

Strategische Arbeitsplanung für die nächsten Jahre

Die strategischen Planungen des HKI werden begrüßt. In der Grundlagenforschung sind stringente inhaltliche Weiterentwicklungen in beiden Programmbereichen geplant. So möchte sich das HKI im Bereich der Erforschung neuer Naturstoffe mikrobiellen Systemen zunehmender Komplexität widmen. Dazu sollen Genomanalysen mit Methoden der künstlichen Intelligenz verbunden und z. B. prähistorische DNA analysiert werden. Im Bereich Infektionsbiologie human-pathogener Pilze wird die Arbeit an den beiden wichtigsten Erregern (*Aspergillus fumigatus* und *Candida albicans*) fortgeführt. Daneben werden aber auch neue Erreger einbezogen.

Mit den Ergebnissen aus der Grundlagenforschung und den etablierten Forschungsinfrastrukturen hat das HKI in den vergangenen Jahren sehr gute Grundlagen geschaffen, um sich verstärkt der Translation der Forschungsergebnisse zuzuwenden. Dazu wird das Arbeitsgebiet „Translationale Wirkstoffforschung“ ausgebaut. Bund und Länder erhöhen für diesen Zweck die institutionelle Förderung ab 2023 um 3,3 M€ p.a. Mit diesen zusätzlichen und bereits vorhandenen Mitteln der Grundausrüstung werden zwei Forschungsabteilungen in Verbindung mit neuen Professuren an der Universität Jena zu den Themen „Drug Design and Development“ und „Deep Microbiome Metabolomics“ eingerichtet. Ziel ist es, interne Strukturen zu etablieren, die die präklinischen und teils klinischen Phasen der Medikamentenentwicklung professionell abdecken.

4. Steuerung und Qualitätsmanagement

Ausstattung und Förderung

Die Ausstattung mit Mitteln der institutionellen Förderung ist zur Erfüllung des derzeitigen Aufgabenspektrums des HKI auskömmlich. Auch wirbt das Institut sehr erfolgreich Drittmittel ein. Die Erträge aus Zuwendungen zur Projektfinanzierung betragen im Schnitt der Jahre 2018-2020 rund 8,9 Mio. € p.a., die Erträge aus Leistungen 761 T€ p.a. (in erster Linie aus Aufträgen). Insgesamt lag der Anteil der Drittmittel am Budget für laufende Zwecke damit bei rund 36 %. Hinzu kamen Drittmittel, die an der Universität verwaltet werden, in Höhe von 891 T€ (Schnitt 2018-2020).

Hervorzuheben sind die sehr umfangreichen DFG-Mittel, die das HKI seiner Strategie entsprechend häufig und sehr erfolgreich in Verbundforschungsvorhaben einwirbt. Das

Institut hat das Sprecheramt in einem Exzellenzcluster und in zwei Sonderforschungsbereichen inne, außerdem ist es an vier weiteren SFBs beteiligt (s. Kapitel 2). Auch auf europäischer Ebene wirbt das HKI mittlerweile substantielle Mittel ein: Eine Wissenschaftlerin hat einen *ERC Consolidator Grant* und eine weitere einen *ERC Starting Grant* eingeworben. Außerdem wird das *Marie Curie Innovative Training Network BestTreat* von einem HKI-Wissenschaftler geleitet und das Institut ist an zwei weiteren *MCITNetworks* beteiligt.

Das HKI verfügt über eine hervorragende eigene Ausstattung mit Laboren und Geräten. Hervorzuheben sind jüngste Investitionen, die mit Drittmitteln getätigt wurden (Massenspektrometer) bzw. geplant sind (Robotik-Plattform zur Multiparameter-Identifizierung und -Optimierung von Antiinfektiva).

Die Lage des HKI auf dem Beutenberg-Campus in Jena befördert die Zusammenarbeit mit unmittelbar benachbarten Einrichtungen. Es wird begrüßt, dass seit der letzten Evaluierung wie empfohlen umfangreiche Baumaßnahmen zur Verbesserung der Raumsituation durchgeführt wurden. Dazu gehört der Umbau bzw. die Sanierung von Bestandsgebäuden, hervorzuheben ist aber vor allem der Neubau eines Forschungsgebäudes, das zum Zeitpunkt der Bewertung (Ende Oktober 2021) vor der Fertigstellung stand. Neben S2-Laboratorien, Büros, Seminar- und Sozialräumen wird es eine Cafeteria beherbergen, die auch Beschäftigten anderer Einrichtungen auf dem Beutenberg-Campus offensteht. Mit der anstehenden Einrichtung weiterer Forschungsabteilungen (STB, s. Kapitel 3) muss jetzt, wie geplant, der Ostflügel des ehemaligen Hauptgebäudes renoviert werden.

Aufbau- und Ablauforganisation

Das HKI verfügt über eine klare und transparente Leitungsstruktur. Der wissenschaftliche Direktor und die administrative Direktorin bilden gemeinsam den Vorstand und arbeiten hervorragend zusammen. Auch die zweite Leitungsebene trägt wesentlich zum Erfolg des Instituts bei und ist in die Entscheidungsprozesse zur strategischen Entwicklung des Instituts eingebunden. Sowohl die wissenschaftlichen Entscheidungsprozesse als auch die Verwaltung sind sehr effizient organisiert.

Qualitätsmanagement

Das HKI verfügt über geeignete Strukturen des internen Qualitätsmanagements, das u. a. auf den Leitlinien der guten wissenschaftlichen Praxis der DFG basiert. Zwei Ombudspersonen sind im Amt.

Als Maßnahme zur Datensicherheit wurde ein elektronisches Laborbuch eingeführt, Experimentaldatenbanken nehmen die Rohdaten und Zwischenergebnisse auf. Darüberhinausgehend sollte das Forschungsdatenmanagement formalisiert und im Hinblick auf zukünftige Herausforderungen im Bereich *Data science* weiterentwickelt werden.

Die tierexperimentelle Einheit wird von der Forschungsgruppe Mikrobielle Immunologie betreut (s. Kapitel 7). Es wird begrüßt, dass sie mit zwei zusätzlichen Veterinärstellen verstärkt wurde.

Derzeit werden ca. 85 % der Sachmittel, die den wissenschaftlichen Einheiten aus der Grundausstattung unmittelbar zufließen, über die leistungsorientierte Mittelvergabe (LOM) vergeben. **Es wird begrüßt, dass das HKI einen hohen Anteil der Sachmittel leistungsbezogen vergibt. Empfohlen wird, in die LOM zusätzliche Indikatoren zur Qualität der Publikationen einzubeziehen. Außerdem sollten wissenschaftliche Translations- bzw. Transferleistungen in die LOM integriert werden.**

Qualitätsmanagement durch Beirat und Aufsichtsgremium

Der Wissenschaftliche Beirat trägt mit seinen kritischen und gleichzeitig konstruktiven Empfehlungen erkennbar zur positiven Entwicklung des Instituts bei. In jeder Sitzung bewertet er einzelne Struktureinheiten des HKI. Diese Bewertungen werden in einem „Audit-Bericht“ zusammengefasst und mit einem kurzen Fazit ergänzt. **Es wird erneut empfohlen, einmal mittig zwischen zwei Evaluierungsbesuchen ein Audit durchzuführen, bei dem über die einzelnen Arbeitseinheiten des HKI hinaus die Gesamtentwicklung des Instituts betrachtet wird.**¹ Eine solche Gesamtbetrachtung ist auch für das Kuratorium und seine Aufgabenerfüllung wichtig.

Aus historischen Gründen sind fast alle Plätze im Beirat jeweils gleichzeitig neu zu besetzen. Es sollte eine gestaffelte Besetzung erreicht werden, um eine Kontinuität im Gremium zu sichern. Mittlerweile sind zwei der zehn Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats im Ausland tätig. Nach wie vor sind in dem Gremium allerdings nur zwei Frauen vertreten, so dass weiterhin auf eine diversere Besetzung des Beirats hingewirkt werden sollte.

Auch im Aufsichtsgremium (Kuratorium) des HKI sind Frauen deutlich unterrepräsentiert. Ihr Anteil sollte erhöht werden. Das Kuratorium unterstützt die strategische Entwicklung des HKI intensiv und erfolgreich, insbesondere mit Blick auf die Transferaktivitäten des Instituts. Ein Mitglied des Beirats sollte künftig als ständiger Gast im Kuratorium mitwirken, wie dies die Satzung inzwischen vorsieht.

5. Personal

Wissenschaftliche und Administrative Leitungspositionen

Das HKI wird sehr erfolgreich von einer Doppelspitze aus Wissenschaftlichem Direktor und Administrativer Direktorin geleitet (s. Kapitel 4). In einigen Jahren wird die wissenschaftliche Leitung ruhestandsbedingt neu zu besetzen sein. Angesichts der äußerst erfolgreichen Arbeit des derzeitigen Amtsinhabers wird der Wechsel einen Einschnitt für das HKI bedeuten. Gemeinsam mit den Gremien muss am Institut dafür Sorge getragen werden, dass das HKI dafür strukturell gut gerüstet ist. Auch müssen die zur Nachbesetzung erforderlichen Verfahren von den Gremien des HKI rechtzeitig in Gang gesetzt werden.

Es wird begrüßt, dass das HKI in den vergangenen Jahren alle neu zu besetzenden Abteilungsleitungen in gemeinsamer Berufung mit der Universität Jena als W3-Professuren besetzt hat.

¹ Siehe die vom Senat der Leibniz-Gemeinschaft formulierten Erwartungen an den Audit-Bericht in „Organisation und Aufgaben der Wissenschaftlichen Beiräte von Leibniz-Einrichtungen“ (26. November 2015)

Wissenschaftliches Personal: Übergreifende Gesichtspunkte

Seit der letzten Evaluierung ist die Zahl der Beschäftigten im Bereich „Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen“ von 154 Personen (2013) auf 195 Personen (2020) gestiegen. Dieses Wachstum geht auf die erfolgreiche Einwerbung von Drittmitteln der Forschungsförderung zurück.

Die Stellen sind zu 57 % drittmittelfinanziert und zu 91 % befristet. Damit ist der Anteil befristet beschäftigten wissenschaftlichen Personals überdurchschnittlich hoch und geht auch deutlich über die im Programmbudget des HKI angesetzte Quote von 50 % hinaus. Bei Wissenschaftlerinnen ist der Anteil befristeter Beschäftigungsverhältnisse noch höher (97 %). Es wird erwartet, dass das HKI seine Befristungspraxis ändert. **Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die in Drittmittelprojekten forschen, sollten einen Arbeitsvertrag über die gesamte Bewilligungsdauer erhalten können. Es sollte auf die unbefristete Beschäftigung von wissenschaftlichem Personal mit Daueraufgaben hingewirkt werden. Die Standards für den Umgang mit Vertragslaufzeiten sowie Be- und Entfristung müssen institutseinheitlich geregelt werden.**

Die Arbeitsatmosphäre am HKI ist ausgesprochen gut, wie die Gespräche mit den Beschäftigten während der Begehung zeigten. Insbesondere das sehr gut strukturierte und intensiv gestaltete *On-Boarding* wurde positiv hervorgehoben. Das HKI ist auch international ein äußerst attraktiver Arbeitgeber, wie der hohe Anteil wissenschaftlich Beschäftigter belegt, die aus dem Ausland an das HKI wechseln. Es wird begrüßt, dass sowohl die Promovierenden als auch die Postdocs aus ihrem Kreis Vertrauenspersonen wählen, die die Belange dieser Statusgruppen in den institutsinternen Gremien und gegenüber der Institutsleitung vertreten.

Promoviertes Personal

Das HKI richtet seit längerer Zeit mit eigenen Mitteln zeitlich befristete Nachwuchsgruppen ein und fördert damit sehr erfolgreich die Karrieren hochqualifizierter Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Seit der letzten Evaluierung wechselten zwei Nachwuchsgruppenleitungen auf Professuren an die TU Dortmund und die *University of Nottingham*, bei einer steht der Wechsel auf eine Professur an die Universität Leipzig kurz bevor und eine weitere hat sich als Abteilungsleitung am HKI mit W3-Professur an der Universität Jena wissenschaftlich ausgezeichnet weiterentwickelt.

2015 (1), 2016 (2) und 2020 (3) wurden insgesamt sechs Nachwuchsgruppen neu eingerichtet, deren Profile sich wie die der früheren Gruppen sehr gut in das HKI einfügen. Sie finden am HKI hervorragende Bedingungen vor, die Möglichkeit einer insgesamt maximal neunjährigen Tätigkeit am Institut ist attraktiv und auch die Ausstattung der Gruppen sehr gut. In Zukunft sollten verstärkt Gruppen am Institut etabliert werden, die ihre Förderung in hochrangigen Drittmittelfverfahren eingeworben haben. Derzeit forscht eine Gruppe mit einem ERC *Starting Grant*, eine wird im Emmy-Noether-Verfahren der DFG gefördert und eine ist BMBF-finanziert.

Das HKI sollte strukturierte Karrierewege für die Qualifikationsphase nach der Promotion entwickeln. Gemeinsam mit der Universität Jena, die die Möglichkeit für *tenure-track*-Verfahren geschaffen hat, bestehen dafür sehr gute Voraussetzungen. Dies ist auch für die

Gewinnung und das Halten von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus dem Ausland wichtig.

Promovierende

Doktorandinnen und Doktoranden werden am HKI sehr gut ausgebildet und betreut. Bei der strukturierten Förderung von Promovierenden wird am Standort Jena eng kooperiert. Es wird begrüßt, dass mittlerweile alle Promovierenden entweder in die *International Leibniz Research School for Microbial and Biomolecular Interactions* (ILRS) oder die *Jena School for Microbial Communication* (JSMC) eingebunden sind. Empfehlungsgemäß werden sie von einem Komitee aus mindestens zwei Mitgliedern der ILRS- oder JSMC-Fakultät betreut. Das funktioniert sehr gut. Seit der letzten Evaluierung ist die Zahl der am HKI fertiggestellten Promotionen von 61 (2011-2013) auf 86 (2018-2020) deutlich gestiegen. Zeitgemäß wäre es, zusätzlich regelmäßig auch externen Sachverstand, idealerweise aus dem Ausland, in die Promotionsbetreuung einzubeziehen.

Wissenschaftsunterstützendes Personal

In Zusammenarbeit mit den anderen im Beutenberg-Campus e. V. zusammengeschlossenen Einrichtungen bietet das HKI seinem technischen und administrativen Personal umfassende Weiterbildungsmöglichkeiten. Auch bildet das Institut in den Berufsfeldern Biologielaborant/-in und Kaufmann/-frau für Büromanagement sehr erfolgreich aus: Seit der letzten Evaluierung erhielten vier Auszubildende des HKI den Auszubildendenpreis der Leibniz-Gemeinschaft.

Auch beim wissenschaftsunterstützenden Personal zieht die Wahrnehmung von Daueraufgaben eine Festanstellung nach sich. Gegenüber dem Anstieg der Beschäftigtenzahl im Bereich „Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen“ sind die Beschäftigtenzahlen im Servicebereich konstant geblieben und in der Administration nur geringfügig gewachsen. Es sollte darauf geachtet werden, dass eine sachgerechte Balance zwischen dem Anteil der genannten Gruppen am Gesamtpersonal erhalten bleibt.

Chancengleichheit und Vereinbarkeit von Familie und Beruf

Beim wissenschaftlichen Personal ist der Anteil von Frauen und Männern auf der Ebene von Promovierenden und Beschäftigten ohne Leitungsaufgaben nahezu ausgeglichen. Allerdings wird nur eine von sieben Nachwuchsgruppen sowie eine von vier Forschungsgruppen von Wissenschaftlerinnen geleitet. Seit der letzten Evaluierung wurden drei der sieben Abteilungsleitungen neu besetzt, davon zwei erstmals mit Wissenschaftlerinnen. Insgesamt bleibt das HKI mit Blick auf den Frauenanteil auf Leitungsstellen, insbesondere bei Nachwuchsgruppen, deutlich hinter den Erwartungen zurück und muss die Situation weiterhin erheblich verbessern.

Die Vereinbarkeit von Beruf und Familie wird am HKI durch vielfältige Maßnahmen unterstützt. Als besonders hilfreich werden die umfassenden und flexiblen Kinderbetreuungsangebote auf dem Beutenberg-Campus hervorgehoben. In Zeiten der Pandemie hat

das HKI schnell reagiert, beispielsweise mit angemessenen Regelungen für das mobile Arbeiten.

6. Kooperation und Umfeld

Die Zusammenarbeit des HKI mit der Universität und Universitätsklinikum Jena ist hervorragend. An der Entwicklung und der hohen Sichtbarkeit des Standorts in den Lebenswissenschaften hat das Institut maßgeblichen Anteil, was eindrücklich in der erfolgreichen Einwerbung zahlreicher wichtiger Verbundvorhaben belegt ist (s. Kapitel 2). Mittlerweile sind neun Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in gemeinsamen Verfahren mit der Universität berufen, fünf assoziierte Gruppen vernetzen das Institut am Standort Jena zusätzlich. Die Mitarbeitenden des HKI beteiligen sich zudem engagiert an der Lehre.

Auch mit der Universität Würzburg besteht eine fruchtbare Zusammenarbeit über den SFB/TR Funginet und den Leiter der Forschungsgruppe Fungal Septomics, der 2017 nach Würzburg berufen wurde, die Forschungsgruppe und das NRZ-Myk aber weiterhin im Nebenamt am HKI leitet. Es wurden angemessene arbeitsteilige Strukturen zwischen den Standorten entwickelt, so dass die für das öffentliche Gesundheitswesen wichtigen Serviceleistungen weiterhin in hervorragender Qualität erbracht werden können.

In Jena besteht außerdem eine besonders enge und fruchtbare Kooperation mit dem Leibniz-Institut für Photonische Technologien (IPHT), mit dem neben einigen der bereits genannten Verbundprojekte auch im Leibniz Wissenschaftscampus *InfectoOptics* zusammengearbeitet wird, inzwischen außerdem im *Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung* (LPI, s. Kapitel 3). Auch die Zusammenarbeit mit dem Leibniz-Institut für Alternsforschung – Fritz-Lipmann-Institut (FLI), mit dem ein Projekt zum Forschungsdatenmanagement initiiert wurde, hat sich sehr positiv entwickelt.

Das HKI ist international hervorragend eingebettet und überaus sichtbar. Hervorzuheben sind die Verbindungen zur *University of Hongkong*, an der ein Forschungsgruppenleiter als *Associate Professor* tätig ist.

7. Teilbereiche des HKI

Abteilung Biomolekulare Chemie

[22,0 VZÄ, davon 10,7 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 8,5 VZÄ Promovierende und 2,8 VZÄ Servicebereiche]

Die Abteilung befasst sich mit pharmakologisch wichtigen Naturstoffen und verfolgt dabei hochinnovative Ansätze. Sie ist auf dem Gebiet der weniger untersuchten Mikroorganismen, wie der Anaerobier, führend. So hat sie in den letzten Jahren mehrere international sehr stark wahrgenommene Ergebnisse vorgelegt, zum Beispiel zur Entdeckung der Clostrubine und von Gramibactin. Die Abteilung publiziert kontinuierlich auf sehr hohem Niveau. Sie wird als „exzellent“ bewertet.

Abteilung Biotechnikum

[30,9 VZÄ, davon 13,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 7,3 VZÄ Promovierende und 10,6 VZÄ Servicebereiche]

Es wird begrüßt, dass das Biotechnikum, damals eine Querschnittseinrichtung, seit der letzten Evaluierung weiter gestärkt und Anfang 2018 in eine Abteilung umgewandelt wurde. Die Leitungsposition wurde in gemeinsamer Berufung mit der Universität Jena sehr gut besetzt. Seitdem hat die Einheit eine bemerkenswert positive Entwicklung genommen. Sie nimmt weiterhin Serviceaufgaben wahr und kann dafür auf eine hochklassige Ausstattung zurückgreifen. Gleichzeitig hat sie ein sehr überzeugendes eigenes wissenschaftliches Profil entwickelt. Hervorzuheben sind die Arbeiten im Bereich der Mikrofluidik, die sehr gut sichtbar publiziert wurden. Unterstützt durch einen ERC *Consolidator Grant* etabliert die Abteilungsleiterin seit 2020 das vielversprechende neue Forschungsfeld der Elektrobiokatalyse am Institut. Die Abteilung wird als „sehr gut bis exzellent“ bewertet.

Abteilung Infektionsbiologie

[10,9 VZÄ, davon 5,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 1,5 VZÄ und 4,4 VZÄ Servicebereiche]

Die Abteilung forscht seit vielen Jahren sehr erfolgreich zur Immunantwort auf pathogene Pilze und andere Infektionserreger mit besonderem Fokus auf das Komplementsystem. Die Arbeiten werden 2023 mit dem Eintritt des Abteilungsleiters in den Ruhestand beendet. Es wird begrüßt, dass dieser Prozess mit der überlappenden Neugründung der komplementär ausgerichteten Abteilung Infektionsimmunologie strategisch flankiert wird. Die in den letzten sieben Jahren vorgelegten Arbeiten der Abteilung werden mit „sehr gut“ bewertet.

Abteilung Infektionsimmunologie

[im Aufbau, Personalumfang noch offen]

Die Abteilung besteht seit Januar 2021. Die neu berufene Leiterin ist hervorragend ausgewiesen. In kurzer Zeit konnte sie eine enge Verbindung mit der Klinik herstellen, so dass die Abteilung sehr gut auf die Zukunftsstrategie des HKI in Richtung translationale Forschung ausgerichtet ist. Noch ist sie mit ihrer Forschung zur Regulation von T-Zellen im menschlichen Organismus etwas zu breit aufgestellt, so dass die Phase des Aufbaus mit einer weiteren Fokussierung der Themen einhergehen sollte. Das Potenzial der Abteilung ist groß, sie wird als „sehr gut“ bewertet.

Abteilung Mikrobielle Pathogenitätsmechanismen

[18,9 VZÄ, davon 5,8 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 8,7 VZÄ Promovierende und 4,4 VZÄ Servicebereiche]

Die Abteilung ist international führend auf dem Gebiet der Infektionsbiologie von humanpathogenen Pilzen. Sie bearbeitet ein breites Spektrum an Themen mit einem klaren Schwerpunkt auf *Candida*. Die Forschung ist innovativ und wird hervorragend publiziert. Sehr beeindruckend sind beispielsweise die Arbeiten, die zur Etablierung eines *Gut-on-*

chip-Modells zur Erforschung von *C. albicans*-Infektionen führten. Die Abteilung ist national und international sehr gut vernetzt. Sie wird als „exzellent“ bewertet.

Abteilung Molekulare und Angewandte Mikrobiologie

[28,6 VZÄ, davon 13,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 8,9 VZÄ Promovierende und 6,7 VZÄ Servicebereiche]

Mit der engen Verbindung von molekularer Infektionsbiologie human-pathogener Pilze mit Naturstoff-Forschung, insbesondere der Regulation und Funktion von Sekundärmetaboliten im Infektionsgeschehen, setzt die Abteilung das Gesamtkonzept des HKI in idealer Weise um. Sie ist international führend auf den Gebieten Virulenz und Immunerkennung sowie Sekundärmetabolismus von *Aspergillus fumigatus*. Der Abteilung gelingt es in ausgezeichneter Weise, neue Themen aufzugreifen und sehr erfolgreich weiterzuentwickeln (z. B. extrazelluläre Vesikel, antifungale Nanopartikel). Auch führt die systematische Analyse von mikrobiellen Interaktionssystemen zwischen Bakterien und Pilzen zur Entdeckung neuer Substanzen (Fumicycline, Fumigermine). Die Veröffentlichungen der Forschungen werden international stark beachtet. Die Abteilung, die der HKI-Direktor hervorragend leitet, wird als „exzellent“ bewertet.

Abteilung Paläobiotechnologie

[11,8 VZÄ, davon 5,5 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 5,3 VZÄ Promovierende und 1,0 VZÄ Servicebereiche]

Die Abteilung wurde im Januar 2020 mit umfangreicher, auf 10 Jahre angelegter Förderung der Werner-von-Siemens-Stiftung gegründet. Sie ging aus der Nachwuchsgruppe Chemie Mikrobieller Kommunikation hervor. Der Leiter dieser Gruppe führt nun die Abteilung und wurde im Zuge der Gründung in einem gemeinsamen Berufungsverfahren auf eine W3-Professur an der Universität Jena berufen. Neben dem bereits etablierten Thema der mikroorganismischen Interaktion stößt die Abteilung mit der Forschung an prähistorischem Material auf ein komplett neues Gebiet vor. Dieses ist hochinnovativ, es zu bearbeiten ist im positiven Sinne mit Risiko verbunden, wobei die Machbarkeit (*proof-of-concept*) bereits nachgewiesen ist. Es liegen erste sehr gut publizierte Ergebnisse vor, weitere sind zu erwarten. Die Abteilung wird als „sehr gut“ bewertet.

Forschungsgruppe Angewandte Systembiologie

[9,2 VZÄ, davon 4,8 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen und 4,4 VZÄ Promovierende]

Die Forschungsgruppe befasst sich mit der mathematischen Modellierung und Computersimulation von Infektionsprozessen. Im Zentrum steht die automatisierte Analyse multimodaler Bilddaten. Die Gruppe ist sehr produktiv. So wurde ein Algorithmus zur automatisierten Auswertung von Konfrontationsassays als open-source Software entwickelt. Die Gruppe kooperiert innerhalb des HKI breit und viel und ist auch darüber hinaus hervorragend vernetzt. Die Gruppe würde von der empfohlenen Etablierung zentraler Strukturen in der Bioinformatik (s. Kapitel 3) profitieren. Seit 2021 hat der Leiter eine W3-Professur an der Universität Jena inne. Die Abteilung wird als „sehr gut“ bewertet.

Forschungsgruppe Fungal Septomics

[5,7 VZÄ, davon 3,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 0,7 VZÄ Promovierende und 2,0 VZÄ Servicebereiche]

Der Schwerpunkt der Gruppe liegt auf klinisch mykologischen Fragestellungen und der humanen Immunantwort bei invasiven Pilzinfektionen. Damit stellt sie die wichtige Verbindung von der Infektionsbiologie zur medizinischen Mikrobiologie her. Ihre wissenschaftliche Expertise im Bereich klinische Mykologie ist breit anerkannt. Die Gruppe hat hochrangige Publikationen vorzuweisen und genießt international große Sichtbarkeit. Seit der Berufung des Gruppenleiters auf eine W3-Professur an der Universität Würzburg leitet er die Gruppe sowie das Nationale Referenzzentrum für Invasive Pilzinfektionen (NRZMyk) am HKI im Nebenamt. Die Zusammenarbeit mit Würzburg ist seit jeher eng, sie ist im Hinblick auf das NRZMyk strategisch sinnvoll (s. Kapitel 6) und funktioniert in der Praxis sehr gut. Die Forschungsgruppe wird als „sehr gut bis exzellent“ bewertet.

Forschungsgruppe Mikrobielle Immunologie

[9,0 VZÄ, davon 4,5 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 3,0 VZÄ Promovierende und 1,5 VZÄ Servicebereiche]

Die Gruppe forscht sehr erfolgreich zu Virulenz-Faktoren von *Candida*-Isolaten, zur *Candida*-Kolonisierung und *Candida*-Bakterien-Interaktion im komplexen Maus-Modell. Die Ergebnisse werden sehr gut publiziert. Gleichzeitig betreut die Gruppe die für das HKI immens wichtige tierexperimentelle Einrichtung, die in den letzten Jahren um eine gnotobiotische Maushaltung erweitert wurde. Seit 2014 hat die Gruppenleiterin eine W3-Professur an der Universität Jena inne. Es ist ein großer Erfolg, dass sie am HKI gehalten werden konnte und in diesem Zug die Einrichtung mit zusätzlicher veterinärmedizinischer Expertise gestärkt wurde. Die Gruppe wird als „sehr gut“ bewertet.

Forschungsgruppe Systembiologie und Bioinformatik

[15,7 VZÄ, davon 8,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen und 7,7 VZÄ Promovierende]

Der ruhestandsbedingte Leitungswechsel in diesem für das HKI wichtigen Bereich wurde sehr gut gestaltet. Der international sehr gut vernetzte Leiter, *Associate Professor* an der Universität Hongkong, übernahm die Gruppe 2017. Nachdem der Wissenschaftliche Beirat 2019 noch eine zu starke Serviceorientierung und zu geringe Vernetzung innerhalb des HKI festgestellt hatte, wird nun begrüßt, dass mittlerweile in erster Linie eigene, angewandt bioinformatisch ausgerichtete Fragestellungen verfolgt werden. Im Mittelpunkt steht die Forschung zum Zusammenhang zwischen Darm-Mikrobiom und menschlichem Stoffwechsel. Mit Methoden des maschinellen Lernens wurden wichtige und zukunfts-trächtige Ansätze am HKI etabliert. Die Gruppe würde von der empfohlenen Etablierung zentraler Strukturen in der Bioinformatik (s. Kapitel 3) profitieren. Die Gruppe ist publikatorisch ausgewiesen und wird als „sehr gut“ bewertet.

Nachwuchsgruppe Adaptive Pathogenitäts-Strategien

[2,7 VZÄ, davon 2,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen und 0,7 VZÄ Promovierende]

Die Nachwuchsgruppe wurde 2020 mit Förderung im hoch-kompetitiven Emmy-Noether-Programm eingerichtet. Mit ihren Arbeiten zur Biologie human-pathogener Pilze und der menschlichen Immunantwort auf Pilzinfektionen fügt sie sich hervorragend in den thematischen Kontext des HKI ein. Insofern wird die enge Zusammenarbeit mit der Abteilung Mikrobielle Pathogenitätsmechanismen, aus der die Gruppe hervorgegangen ist, begrüßt. Zukünftig sollte der Gruppenleiter regelmäßig in Letztautorschaft publizieren.

Nachwuchsgruppe Biobricks mikrobieller Naturstoff-Synthesen

[6,6 VZÄ, davon 3,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 2,6 VZÄ Promovierende und 1,0 VZÄ Servicebereiche]

Die 2015 zunächst drittmittel- und seit 2021 haushaltsfinanzierte Nachwuchsgruppe beschäftigt sich mit dem vielversprechenden Thema des *Metabolic Engineering*. Im Zentrum stehen Naturstoffe, die von eukaryotischen Organismen produziert werden. Die Gruppe entwickelt erfolgreich neue technologische Plattformen, arbeitet damit vielfach methodisch und sollte ihre Arbeiten zukünftig stärker auf mechanistische Fragestellungen fokussieren. Insbesondere die Expressions- und Olivetolsäure-Arbeiten bieten dafür eine sehr gute Grundlage. Die Gruppe wird mit „gut bis sehr gut“ bewertet. Ihr Leiter wurde 2021 habilitiert, so dass eine baldige Fortentwicklung erwartet wird.

Nachwuchsgruppe Biosynthetisches Design von Naturstoffen

[4,1 VZÄ, davon 2,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 2,1 VZÄ Promovierende und 0,0 VZÄ Servicebereiche]

Die seit 2016 bestehende und weitgehend aus Haushaltsmitteln finanzierte Nachwuchsgruppe bearbeitet innovative Forschungsthemen zur Entwicklung von maßgeschneiderten Enzymen in der Biokatalyse. So wurde die Steuerung von Naturstoffsynthesen durch DNA-Nanobiotechnologie als neues und sehr vielversprechendes Gebiet etabliert. Die Gruppe hat hervorragende Ergebnisse vorzuweisen, die das Potenzial haben, noch hochrangiger publiziert zu werden. Sie wird als „sehr gut bis exzellent“ bewertet. Auch der Leiter dieser Gruppe befindet sich kurz vor dem nächsten Karriereschritt.

Nachwuchsgruppe Chemische Biologie der Mikrogen-Wirt Interaktionen

[11,2 VZÄ, davon 6,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 5,2 VZÄ Promovierende und 0,0 VZÄ Servicebereiche]

Die 2013 zunächst aus Haushaltsmitteln gegründete Nachwuchsgruppe untersucht in langfristig angelegten, anspruchsvollen Projekten Signalmoleküle zwischen symbiotischen Bakterien und Pilzen. 2019 warb die Leiterin einen *ERC Starting Grant* ein. Die Ergebnisse zeigen, dass die Gruppe sehr gut in das HKI integriert ist und von großen Plattformtechnologien profitiert. Sie wird 2022 an die Universität Leipzig wechseln, wo die

Leiterin einen Ruf annahm. Die Gruppe wird als „sehr gut“ bewertet und hat eine Perspektive, exzellente Ergebnisse zu erzielen.

Nachwuchsgruppe Evolution mikrobieller Interaktionen

[4,4 VZÄ, davon 1,7 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 2,8 VZÄ Promovierende und 0,0 VZÄ Servicebereiche]

2016 gegründet, baute die Gruppe in der Anfangsphase Amöbenmodelle auf, mit denen jedoch kein Durchbruch erzielt wurde. Jetzt forscht sie erfolgreich zur Interaktion von Amöben und Pilzen (*Aspergillus fumigatus*), einem Thema, das sich aus den Arbeiten der Abteilung Molekulare und Angewandte Mikrobiologie ergeben hat. Die Arbeiten der Gruppe verfügen über großes Potenzial für die Translation, was durch die Einwerbung eines BMBF-geförderten GO-Bio-initial Projekts belegt ist. Sie wird als „gut bis sehr gut“ bewertet.

Nachwuchsgruppe RNA-Biologie der Pilzinfektionen

[3,7 VZÄ, davon 2,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 0,7 VZÄ Promovierende und 1,0 VZÄ Servicebereiche]

Die Ende 2020 gegründete BMBF-finanzierte Nachwuchsgruppe arbeitet nah an den Themen der Abteilung Molekulare und Angewandte Mikrobiologie. Durch die RNA-Forschungskomponente erlangt sie ein eigenständiges Profil, das der Leiter weiter ausbauen muss. Ihr Potenzial, zukünftig exzellente Forschungsleistungen zu erbringen, ist sehr groß.

Nachwuchsgruppe Synthetische Mikrobiologie

[5,6 VZÄ, davon 3,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 2,6 VZÄ Promovierende und 0,0 VZÄ Servicebereiche]

Die seit 2016 bestehende Nachwuchsgruppe beschäftigt sich mit der Entdeckung, Funktion und Synthetischen Biologie mikrobieller Naturstoffe. Insbesondere die Arbeiten zur Erforschung neuer und seltener Cofaktoren, derzeit beispielsweise in medizinisch relevanten Mykobakterien, haben großes Potenzial. Bei den Arbeiten zu Therapeutischen Mikroben sollte darauf geachtet werden, dass sie im Rahmen des für eine Nachwuchsgruppe Leistbaren bleiben. Die Gruppe wird als „sehr gut“ bewertet.

Transfergruppe Antiinfektiva

[10,8 VZÄ, davon 7,0 VZÄ Forschung und wissenschaftliche Dienstleistungen, 1,8 VZÄ Promovierende und 2,0 VZÄ Servicebereiche]

Die Transfergruppe wurde 2015 drittmittelfinanziert gegründet. Es handelt sich um eine Querschnittseinrichtung mit anwendungsnahem Tätigkeitsfeld, die für die strukturelle Entwicklung des Instituts äußerst wichtig ist. Die Gruppe betreut eine dynamische Pipeline aus einer Vielzahl von Molekülen/Wirkstoffen, wovon sich das Tuberkulose-Antibiotikum BTZ-043 in der klinischen Phase II befindet (s. Kapitel 2 – Arbeitsergebnisse). Das Potenzial, dass darauf aufbauend weitere Wirkstoffentwicklungen folgen werden, ist sehr groß. Die

Gruppe ist hochprofessionell aufgestellt und leistet hervorragende Arbeit. Es wird deshalb sehr begrüßt, dass sie ab Januar 2023 mit zusätzlichen Mitteln der institutionellen Förderung verstetigt wird (Sondertatbestand, s. Kapitel 3). Die Transfergruppe wird als „exzellent“ bewertet.

8. Umgang mit Empfehlungen der letzten externen Evaluierung

Die Empfehlungen des Senats der Leibniz-Gemeinschaft aus dem Jahr 2015 (vgl. Darstellungsbericht S. A-28ff.) setzte das HKI weitgehend um. Nach wie vor muss das Institut den Frauenanteil in wissenschaftlichen Leitungspositionen steigern (s. Kapitel 5). Der Wissenschaftliche Beirat sollte Audits im Sinne der Anforderungen des Leibniz-Senats durchführen. Er sollte außerdem – dies gilt nun auch für das Kuratorium – diverser besetzt werden (s. Kapitel 4).

Anhang

1. Mitglieder der Bewertungsgruppe

Vorsitz (Mitglied des Senatsausschusses Evaluierung)

Andreas **Weber** Biochemie der Pflanzen, Universität Düsseldorf

Stellvertretender Vorsitz (Mitglied des Senatsausschusses Evaluierung)

Beate **Tröger** Universitäts- und Landesbibliothek Münster

Sachverständige

Rolf **Apweiler** EMBL-EBI, Wellcome Genome Campus, Hinxton, UK

Heike **Brötz-Oesterhelt** Interfakultäres Institut für Mikrobiologie und Infektionsmedizin, Universität Tübingen

Christoph **Dehio** Biozentrum, Universität Basel, CH

Reinhard **Fischer** Institut für Angewandte Biowissenschaften, Karlsruher Institut für Technologie

Sabine **Flitsch** [mit schriftl. Votum] *Manchester Institute of Biotechnology & School of Chemistry, University of Manchester, UK*

Alex W. **Friedrich** [mit schriftl. Votum] *Medical Microbiology and Infection Prevention, University Medical Center Groningen, University of Groningen, NL*

Klaus **Pfeffer** Institut für Medizinische Mikrobiologie und Krankenhaushygiene, Universität Düsseldorf

Roderich **Süßmuth** Institut für Chemie, Technische Universität Berlin

Wolfgang **Wiechert** Institut für Bio- und Geowissenschaften, Forschungszentrum Jülich

Vertretung des Bundes

Birgit **Wetterauer** Bundesministerium für Bildung und Forschung, Berlin

Vertretung der Länder

kurzfristige Absage

17. Mai 2022

Anlage C: Stellungnahme der Einrichtung zum Bewertungsbericht

**Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und
Infektionsbiologie e. V. - Hans-Knöll-Institut (HKI), Jena**

Das Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie – Hans-Knöll-Institut (Leibniz-HKI) Jena dankt der Bewertungsgruppe und dem Referat Evaluierung der Leibniz-Gemeinschaft sehr herzlich für die überaus positive Bewertung der wissenschaftlichen Qualität unseres Instituts, die sich in der Koordination mehrerer Verbundforschungsprojekte unter anderem in der Leitung eines Exzellenzclusters und zweier Sonderforschungsbereiche widerspiegelt. Besonders freut uns die Einschätzung, dass wir unsere Forschungsthemen äußerst erfolgreich bearbeiten, unsere Forschung als außerordentlich relevant angesehen wird und dass wir die positive Entwicklung des Instituts mit großer Kontinuität fortsetzen konnten. Wir teilen die Einschätzung der Bewertungsgruppe, dass die hohe Mitarbeiterzufriedenheit am Leibniz-HKI ein wesentlicher Faktor für den wissenschaftlichen Erfolg des Instituts ist. Das Leibniz-HKI bedankt sich gleichfalls sehr für die konstruktiven Empfehlungen.

Wir möchten dennoch gern zu wenigen Punkten Stellung nehmen, da wir den Eindruck haben, dass die Sachlage aus den eingereichten Unterlagen vielleicht nicht deutlich genug ersichtlich war:

1. Für das Leibniz-HKI ist es entscheidend, Wissenschaftlerinnen in Leitungspositionen zu bringen. Wir sind deshalb sehr stolz darauf, dass zum Zeitpunkt der Evaluierung die letzten drei W3-Professuren mit Wissenschaftlerinnen besetzt wurden, so dass jetzt drei von acht Professuren (nicht Abteilungen) am Institut mit Wissenschaftlerinnen besetzt sind. Dies entspricht einem Anteil von 37 %, was nach unserer Kenntnis weit über dem Durchschnitt vergleichbarer Institutionen mit ähnlichen Forschungsinhalten liegt.

Wir bemühen uns sehr, die Zahl der Wissenschaftlerinnen in der Leitung von Nachwuchsgruppen zu erhöhen. Da dieser Bereich erfahrungsgemäß einer hohen Dynamik unterliegt, sehen wir es als sehr realistisch an, den Anteil an Frauen in Leitungspositionen hier mittelfristig signifikant erhöhen zu können. Im Rahmen der wettbewerblichen Auswahlentscheidung versuchen wir stets, die bestmögliche Balance zwischen Gendergerechtigkeit und wissenschaftlicher Qualität zu finden. Wir sind davon überzeugt, auch weiterhin wissenschaftlich qualifizierte Wissenschaftlerinnen gewinnen zu können.

2. Hinsichtlich der Entfristung von Stellen ist es dem Leibniz-HKI sehr wichtig, im Spannungsfeld zwischen einer hohen Qualität und der hierfür erforderlichen Flexibilität im Wissenschaftsbetrieb, der Berücksichtigung finanzieller und arbeitsrechtlicher Erfordernisse und einer hohen sozialen Verantwortung Lösungen zu finden, die sowohl den Interessen des Instituts als auch der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter gerecht werden. Auch die strategische Entwicklung des Instituts und z. B. damit verbundene Neuberufungen erfordern ein verantwortungsvolles betriebswirtschaftliches Handeln mit Augenmaß, um die im Bewertungsbericht festgestellte hohe wissenschaftliche Leistungsfähigkeit des Institutes dauerhaft sicherzustellen.

Wir möchten deshalb darauf hinweisen, dass die von der Bewertungsgruppe vorgenommene Berechnung des Anteils der Dauerstellen an der Gesamtbelegschaft auch die große Zahl der drittmittelfinanzierten Personalstellen beinhaltet hat. Es ist zurzeit Gegenstand der politischen Debatte inwieweit z. B. vom BMBF und der DFG fi-

nanzierte Projektstellen zu Dauerstellen gewandelt werden können, ohne finanziellen Aufwuchs der Einrichtungen.

Der Anteil der entfristet vergebenen Stellen an den etatisierten Stellen des Leibniz-HKI beträgt derzeit 55 %.

3. Die Bewertungsgruppe attestiert der Nachwuchsgruppe Evolution mikrobieller Interaktionen: „2016 gegründet, baute die Gruppe in der Anfangsphase Amöbenmodelle auf, mit denen jedoch kein Durchbruch erzielt wurde“. Wir möchten darauf hinweisen, dass der Nachwuchsgruppenleiter mit diesem Amöbenmodell eine Arbeit in der sehr angesehenen Zeitschrift *Nature Biotechnology* veröffentlicht hat (akzeptiert 2021, erschienen 2022) und zuvor diese Arbeit zum Patent angemeldet hatte. Auf Grund der hohen Anwendungsrelevanz des Amöbenmodells hat er eine Förderung im GO-Bio-Programm des BMBF eingeworben und wurde auf eine Professur an einer auswärtigen Universität berufen.