

## Zusammenfassung

### Das Robert Koch-Institut stellt sich veränderten Anforderungen

Der Wandel von demografischer Struktur, Krankheitsspektrum und Risikofaktoren, die Internationalisierung und Digitalisierung zahlreicher Lebensbereiche sowie technologische Umbrüche und Innovationen führen zu veränderten und neuen Anforderungen an das Robert Koch-Institut (RKI). Zugleich eröffnen sie neue Wege seiner Arbeit. Die vorliegende Forschungsagenda umreißt vor diesem Hintergrund die forschungsstrategische Ausrichtung des RKI für die kommenden fünf bis acht Jahre.

Das RKI spielt als Public-Health-Institut eine zentrale Rolle für den Gesundheitsschutz in Deutschland. Seine Aufgabe ist nicht nur, gesundheitliche Trends und Risiken in der Bevölkerung zu erkennen und zu bewerten, sondern auch, Politik, Fachöffentlichkeit sowie zahlreiche weitere Akteure im Gesundheitswesen durch praxisrelevante Empfehlungen und Handlungsvorschläge zu unterstützen und akute Krisen zu meistern. Die Priorität der Arbeit des RKI liegt dabei auf Erkrankungen mit hoher epidemiologischer und gesundheitspolitischer Bedeutung.

Dieses Aufgabenfeld entwickelt sich beständig fort. Einerseits können aus demografischen Verschiebungen, gewandelten Verhaltensweisen, veränderten Lebenswelten und sozialer Ungleichheit, aus Globalisierung, Migration und Klimawandel neue gesundheitliche Problemlagen entstehen. Chronische Erkrankungen wie Herz-Kreislauf-Leiden, Diabetes und Krebs sowie psychische Störungen gewinnen im Krankheitsspektrum immer größere Bedeutung. Zudem führen neue und wiederkehrende Infektionskrankheiten, Veränderungen von Krankheitserregern und zunehmende Antibiotikaresistenzen sowie Bedrohungen durch biologische Stoffe weltweit zu schwer kalkulierbaren Risiken.

Andererseits befinden sich Medizin und Gesundheitsforschung selbst in einem grundlegenden methodischen Wandel. Beispielsweise erlauben heutige Hochdurchsatz-Sequenzierverfahren, nahezu in Echtzeit die molekulare Evolution von Krankheitserregern zu analysieren. Damit einher geht die Notwendigkeit, exponentiell wachsende Datenmengen zu bewältigen, zu bewerten, zu pflegen, zu verknüpfen und nutzbar zu machen – eine Entwicklung, die durch Massendaten aus vielen anderen Bereichen beschleunigt wird und zum Konzept der digitalen Epidemiologie geführt hat.

Um diesen Veränderungen zu begegnen, muss das RKI seine Methodologie durch eigenständige, anwendungsbezogene Forschung kontinuierlich weiterentwickeln und innovative Ansätze für seine Fragen adaptieren. Erforderlich ist zudem, das generierte Wissen zielgruppenspezifisch und zeitgemäß, unter Nutzung digitaler Technologien, an Öffentlichkeit und Fachöffentlichkeit zu kommunizieren. Nicht zuletzt prägen die wachsende internationale Vernetzung im Gesundheitsschutz sowie zahlreiche Kooperationen mit anderen Forschungseinrichtungen und Instituten das Aufgabenprofil des RKI.

Diese Forschungsagenda steckt drei thematische Hauptfelder ab:

1. In einer sich wandelnden Welt müssen die vielschichtigen und wechselseitigen Einflüsse auf Gesundheit und Krankheit weiter erforscht werden (Kapitel 1: Determinanten von Gesundheit und Krankheit).
2. Empfehlungen und Maßnahmen zu Gesundheitsförderung, Prävention und Krisenmanagement müssen evidenz- und datenbasiert sein, zielgruppen-spezifisch kommuniziert werden und sich in der Praxis bewähren (Kapitel 2: Evidenzbasierung und Evaluierung von Maßnahmen).
3. Die methodischen Grundlagen für den Gesundheitsschutz von morgen müssen heute gelegt werden (Kapitel 3: Methodische Fortentwicklung).

### Die vielschichtigen Einflüsse auf Gesundheit und Krankheit müssen weiter erforscht werden

Die kontinuierliche und fortlaufende Überwachung von Gesundheit, Gesundheitsgefahren und Krankheiten in der Bevölkerung durch die Erhebung, Analyse und Bereitstellung von verlässlichen Daten und Informationen ist eine der Kernaufgaben des RKI. Gesundheit und Krankheit hängen mit biologischen, psychischen und sozialen Einflüssen zusammen, mit Verhaltensweisen und Verhältnissen, Einkommens- und Bildungsressourcen, aber auch mit gesundheitsbiografischen Effekten im Lebensverlauf, die sich zwischen den Geschlechtern unterscheiden. Dazu kommen regionale und lokale Unterschiede, die sich in Differenzen der Lebenserwartung innerhalb Deutschlands bemerkbar machen. Diese gesundheitlich relevanten Determinanten zu erforschen, vulnerable Gruppen zu identifizieren und Ansätze für gezielte Prävention und Gesundheitsförderung aufzuzeigen, zählt zu den Hauptaufgaben des RKI.

Angesichts demografischer Veränderungen stellt dabei das Konzept des „*Healthy Ageing*“ einen besonderen Forschungsschwerpunkt dar. Gemeint ist damit nicht ein Altern ohne jegliche Erkrankungen, sondern vielmehr ein lebensphasenübergreifender Prozess, in dem ein Mensch sein Wohlbefinden, seine Selbstbestimmung und die Fähigkeit aufrechterhält, das zu tun, was ihm wichtig ist. *Healthy Ageing* umfasst unterschiedlichste Dimensionen objektiver und subjektiver Gesundheit, sozialer Integration und sozialer Sicherung auf individueller und gesellschaftlicher Ebene.

Von hervorgehobener Bedeutung sind auch nosokomiale Infektionen und Antibiotikaresistenzen. Durch eine wachsende Zahl älterer Krankenhauspatienten und durch zunehmend komplexe Eingriffe bei betagten Menschen rücken Krankenhausinfektionen, Antibiotikaverbrauch und Resistenzproblematik in den Vordergrund. Es gilt dabei nicht nur zu klären, wie häufig Infektionen durch resistente Erreger jeweils sind, sondern auch, wie diese Resistenzen entstehen und sich verbreiten, welche Mechanismen

zugrunde liegen und wie der Verbreitung entgegengewirkt werden kann. Von Interesse ist auch, welche Effekte dies auf die Verweildauer, die Kosten der Behandlung oder die Erwerbsfähigkeit von Patienten hat und auf welche Weise *Antibiotic-Stewardship*-Programme zu einem rationaleren und strategischeren Medikamenteneinsatz führen können.

Auch ganz neue Infektionsgefahren, etwa durch zoonotische Erreger aus Urwaldgebieten, sind von hohem Interesse und werden bereits in Kooperationsprojekten mit Partnern aus afrikanischen Ländern erforscht. Das Risikopotenzial durch neuartige Erreger wird sowohl durch deren molekulare Evolution als auch durch ökologische Zusammenhänge, etwa das Vordringen des Menschen in zuvor unberührte Gebiete, geprägt. Dabei gilt es, die epidemiologische Lage in Deutschland im Kontext der internationalen Situation kontinuierlich zu bewerten.

Generell hat sich in den letzten Jahren die Einsicht verstärkt durchgesetzt, dass eine enge Verbindung zwischen der Gesundheit von Menschen, Tieren und Umwelt besteht. Dieses Paradigma wird als „*One Health*“ bezeichnet. Beispielhafte Forschungsfragen sind hierbei der Zusammenhang von Klimawandel und Allergien, die Verbreitung von Antibiotikaresistenzen in verschiedenen Reservoirs sowie das Risiko der Ausbreitung neuer Grippeviren infolge des global steigenden Fleischverzehrs und der veränderten Produktion von Schlachttieren. So kann es in großen Tiermastanlagen zu einer anderen Ausbreitungsdynamik potenziell hochpathogener Erregerstämme kommen. Der bereits bestehende enge Austausch zwischen dem RKI und dem Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) zur molekularen Infektionsepidemiologie humaner und aviärer Influenzaviren bietet hier ein Modell für eine sektorübergreifende *One-Health*-Forschungsstrategie.

### **Empfehlungen und Maßnahmen müssen auf Evidenz basieren und sich in der Praxis bewähren**

Das RKI erarbeitet einschlägige Empfehlungen und Handlungsvorschläge zu verschiedensten Aspekten des Gesundheitsschutzes und zieht dabei die verfügbaren wissenschaftlichen Erkenntnisse heran. Die Prozesse zur Erstellung solcher Empfehlungen müssen allerdings kontinuierlich weiterentwickelt und transparent gemacht, die genutzten Datenquellen erweitert und Präventionsvorschläge zudem auf ihre Wirksamkeit in der Praxis überprüft werden. Dabei geht es angesichts begrenzter Ressourcen zukünftig auch um die modellhafte Berechnung von Krankheitslast und Präventionspotenzial bei verschiedenen Erkrankungen.

Beispiele dafür sind Modellierungen der epidemiologischen und gesundheitsökonomischen Effekte neuer Impfstrategien oder Früherkennungsmethoden. Die Effekte bereits eingesetzter Impfstoffe lassen sich durch die Krankheits- und Erreger-Surveillance des RKI epidemiologisch evaluieren, die Ergebnisse aus Surveillance, Ausbruchsuntersuchungen und dem Monitoring von Impfquoten wiederum können in fortlaufend aktualisierte Impfempfehlun-

gen oder in Kommunikationsaktivitäten einfließen. Auch für bestimmte Einzelfragen gilt es, neue, datenbasierte Empfehlungen zu entwickeln, wie etwa für den Lebensmittelverzehr von abwehrgeschwächten Personen.

Akute Ausbrüche erfordern eine kontinuierliche Entwicklung von Methoden, Konzepten und Empfehlungen. Beispielsweise plant das RKI, mittels transpondergestützter Netzwerkanalysen, molekularer Surveillance und Risikofaktoranalysen, die Transmissionsereignisse insbesondere von resistenten Erregern in Krankenhäusern, aber auch Ausbrüche lebensmittelübertragener Erreger sichtbar zu machen, um damit neue Perspektiven zur Ausbruchsprävention zu eröffnen. In diesem Zusammenhang wird das RKI auch das Ausbruchs- und Krisenmanagement stärken. So werden beispielsweise die Feldteams des RKI weiter professionalisiert, und sowohl die Lagebewertung als auch die nachgelagerte Evaluierung bei einem Infektionsgeschehen sollen verstärkt datenbasiert erfolgen, um das Krisenmanagement in einem strukturierten Prozess kontinuierlich zu verbessern.

Je nach Ursache und Ausmaß der Gesundheitskrise stehen unterschiedliche Maßnahmen im Zentrum der Forschung, etwa Impfungen, Hygienemaßnahmen, Infektionsschutzausrüstungen, Quarantänemaßnahmen oder Verzehrsempfehlungen. Wie Erfahrungen gezeigt haben spielt dabei die enge Vernetzung der verschiedenen Public-Health-Akteure eine wichtige Rolle.

Nicht zuletzt wird sich das RKI zunehmend an der Entwicklung evidenzbasierter Gesundheitsinformationen für die Öffentlichkeit beteiligen. Dies soll zu einer höheren „*Health Literacy*“ – der Fähigkeit, Gesundheitsinformationen zu finden, zu verstehen, zu bewerten und anzuwenden – in unterschiedlichen Teilen der Bevölkerung beitragen.

### **Die Grundlagen für den Gesundheitsschutz von morgen müssen heute gelegt werden**

Um seine Aufgaben als Public-Health-Institut unter sich wandelnden Voraussetzungen effizient zu erfüllen, muss das RKI seine Instrumente und Methoden beständig weiterentwickeln. Beispielsweise steht durch langfristig angelegte Erhebungen des RKI zur Gesundheit von Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen ein international vorbildliches System für das bundesweite Gesundheitsmonitoring zur Verfügung. Zugleich ist klar, dass in epidemiologische Studien schwer erreichbare Teile der Bevölkerung zukünftig besser einbezogen werden müssen. Die Diversität unserer Gesellschaft im Hinblick auf Geschlecht, Alter, sexuelle Orientierung, funktionale Fähigkeiten, kultureller Hintergrund und Herkunft ist somit in den Blick zu nehmen.

Geplant ist unter anderem, durch partizipative Ansätze neue Zugangswege zu vulnerablen Gruppen zu schaffen und beispielsweise mit Drogenberatungsstellen zusammenzuarbeiten oder zielgruppenspezifische Internetforen

zu nutzen. Auch innovative Erhebungsmethoden wie das „*Respondent-Driven Sampling*“, ein abgewandeltes Schneeballverfahren, bei dem Studienteilnehmende weitere Personen aus ihrem Bekanntenkreis rekrutieren, sollen die Reichweite von Gesundheitsstudien steigern.

Bereits in Entwicklung befindet sich eine nationale Diabetes-Surveillance, die neben den Erhebungsdaten aus dem RKI-Gesundheitsmonitoring auch sogenannte Sekundärdaten, etwa von Krankenkassen oder Krankenhäusern, integriert, um Krankheitslast und Versorgungsqualität besser abzubilden. Das Projekt ist prototypisch für die Idee eines umfassenden Informationssystems zu chronischen Erkrankungen.

Die Digitalisierung und stetige informationstechnologische Weiterentwicklungen eröffnen neue Möglichkeiten, große Datenmengen immer effizienter zu nutzen sowie bestehende Surveillance-Systeme zur Früherkennung von Ausbrüchen und Gesundheitsgefahren durch weitere Komponenten zu ergänzen. Für Infektionskrankheiten baut das RKI in Ergänzung zum bestehenden Meldewesen das Deutsche Elektronische Meldesystem für den Infektionsschutz (DEMIS) auf, das eine schnellere und leichtere, durchgängig elektronische Informationsverarbeitung über alle Meldestufen ermöglichen soll. Standardisiert und erweitert wird zudem die genombasierte Feintypisierung (molekulare Surveillance) wichtiger Erreger, darunter EHEC, Salmonellen, Tuberkulosebakterien und antibiotikaresistente Pathogene sowie HIV, Grippe- und Masernviren.

Relevante Infektionserreger werden mit den neuen Möglichkeiten der molekularen Analyse und der Untersuchung in Zellkulturmodellen hinsichtlich ihrer Eigenschaften wie etwa ihrer Gefährlichkeit und Verbreitungstendenz untersucht. Dazu baut das RKI auch seine Methoden zur Diagnostik von Erregern und zur Erforschung von Krankheitsmechanismen weiter aus. Beispiele dafür sind hochempfindliche Verfahren zum Nachweis von Pathogenen und Toxinen sowie innovative Infektionsmodelle.

Im Zuge dieser Projekte müssen innovative Ansätze der digitalen Epidemiologie entwickelt oder adaptiert werden, um unterschiedliche Datenquellen und -typen zusammenzuführen, Datenbanken leicht zugänglich und kompatibel zu gestalten und auch unstrukturierte Massendaten („Big Data“) auswerten zu können.

Ein Fokus liegt zudem auf statistischen und bioinformatischen Methoden und lernfähigen Algorithmen, die beispielsweise multimodale Erreger-Analysen anhand von genomischen, elektronenmikroskopischen, spektroskopischen und epidemiologischen Daten erlauben oder durch Ähnlichkeitsvergleich von Erregergenomen verborgene Übertragungswege und -netzwerke aufdecken helfen. Darüber hinaus werden computergestützte Ausbruchssimulationen zunehmend dazu dienen, die räumliche Verbreitung von Krankheitserregern im Voraus abzuschätzen.