

Whitepaper

SmartHealthData.NRW

20
18



Intelligente Systeme für
eine personalisierte Medizin

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3	(I) KI-basierte Systeme für eine personalisierte Medizin	11
1. Einleitung	4	(II) Medizininformatik-Forschung: Voraussetzungen, Regeln, Standards ..	12
2. Trends	5	(III) Nutzerorientierte Experten- und Lernsysteme.....	12
(I) Künstliche Intelligenz und personalisierte Medizin.....	5	(IV) Versorgungsforschung für die zukünftige Arzt-Patienten-Kommunikation	12
(II) Systematische Verbesserung von Früherkennung, Diagnostik und Therapie	5	(V) Datensouveränität und elektronische Gesundheitsakten	13
(III) Datenquellen und Wege ihrer Nutzung.....	5	Schwerpunkte der Infrastruktur-Entwicklung	13
(IV) Veränderungen in der Rolle von Heilberufen und Patienten	5	(VI) Krankenhäuser: Verknüpfung von Forschung und Versorgung.....	13
(V) Datenkreisläufe zwischen Forschung und Versorgung.....	5	(VII) Definition von Architekturen und Standards.....	13
3. Herausforderungen	7	(VIII) Interdisziplinäre Gesundheitsinformatik	13
(I) Systemintegration und Interoperabilität	7	(IX) Aus- und Weiterbildung von Heilberufen.....	14
(II) Qualität von Daten und Algorithmen	7	(X) Medizinische Register und Datenplattformen	14
(III) Datensouveränität: Datenzugang und Datenschutz	7	Kommunikative und regulatorische Rahmensetzungen	14
(IV) Digital Empowerment I: Heilberufe	7	(XI) Klärung des medizinrechtlichen Status von Unterstützungssystemen	14
(V) Digital Empowerment II: Patienten.....	8	(XII) Bundeseinheitliche Datenschutzregelungen im Gesundheitswesen.....	14
(VI) Arzt-Patienten-Kommunikation.....	8	(XIII) Kommunikationskampagne zu digitalen Zukunftsszenarien	14
(VII) Medizinrechtliche Klärungsbedarfe.....	8	(XIV) Zukunftsthema Datenspende-Ausweis.....	15
4. NRW: Status und Perspektiven	9	6. Glossar	16
(I) Bevölkerung und Gesundheitsstandort NRW	9	Impressum	19
(II) eHealth.NRW: Wissenschaftlich-industrielle Schwerpunkte	9		
(III) NRW-Gesundheitsinformatik: Kooperations- und Transferdefizite	9		
(IV) Derzeitige Projekt- und Entwicklungsschwerpunkte in NRW	9		
(V) Chancen für Nordrhein-Westfalen	10		
5. Empfehlungen: Landesinitiative SmartHealthData.NRW	11		
Förderschwerpunkte der Projektentwicklung	11		

Vorwort

Das hiermit vorliegende Whitepaper „SmartHealthData.NRW – Intelligente Systeme für eine personalisierte Medizin“ wurde vom Cluster InnovativeMedizin.NRW initiiert und verfasst. Der vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen beauftragte Cluster widmet sich zuvörderst profilbildenden innovativen Schwerpunkten in der Medizin des Landes – und dies zusammen mit maßgeblichen Akteuren aus medizinischer Versorgung, Wissenschaft und Wirtschaft.

So beruht auch dieses Whitepaper auf Beratungen mit einem Kreis von Expertinnen und Experten, die sich in einem mehrmonatigen Prozess mit ihren Diskussionsbeiträgen wie auch mit einer Vielzahl von Vorschlägen und konstruktiven Einwänden zur inhaltlichen Ausgestaltung des Dokumentes beteiligt haben. Die „SmartHealthData.NRW“-Konferenz am 15. Februar 2018 stellt den vorläufigen Abschluss dieses Prozesses dar.

Im Anschluss geht es zum einen darum, die Anregungen und Vorschläge des Whitepapers in politische Erörterungen und Prozesse einzuspeisen. Zum anderen sieht sich der Cluster selbst gefordert, Vorhaben und Maßnahmen in Angriff zu nehmen, die der im Whitepaper skizzierten Roadmap entsprechen. Darüber hinaus fungiert das Whitepaper als Impuls und Plattform für das sich herausbildende SmartHealthData-Netzwerk in NRW, das der Cluster auch in Zukunft moderieren wird.

Das Whitepaper versteht sich somit übergreifend als ein Dokument für den Austausch zwischen Politik und den in medizinischer Versorgung, Wissenschaft und Wirtschaft tätigen Akteuren. Denn die Beförderung praktischer Innovationen und die Weiterentwicklung politischer Rahmenbedingungen müssen Hand in Hand gehen.

1. Einleitung

Gesundheit und Medizin stellen einen der bedeutendsten Zielbereiche der Digitalisierung und entsprechender Digitalisierungsstrategien dar – mit der Besonderheit, dass es bei „Gesundheit 4.0“ (anders als bei „Industrie 4.0“) nicht um Autos oder Kraftwerke, sondern um Menschen, Biografien, Schicksale und darauf bezogene Daten und Dienstleistungen geht. Wie jeder Patient an und für sich ist auch sein „Datensatz“ singulär und vielfältig. Diese einzigartige Komplexität gesundheitsrelevanter menschlicher Daten stellt große Anforderungen an digitale Lösungen.

Die größte Herausforderung in der Digitalisierung der Medizin besteht im vor uns liegenden Jahrzehnt darin, die ständig und mit hoher Beschleunigung wachsenden Datenbestände in Gesundheitswesen und Gesundheitsforschung (⇒BigHealthData) einer intelligenten patientenorientierten Nutzung (⇒SmartHealthData) zuzuführen. ⇒Künstliche Intelligenz (KI) ist der technologische Schlüssel insbesondere für ⇒selbstlernende medizinische Unterstützungssysteme, die in der Früherkennung und Diagnostik sowie in der Therapieentscheidung und -begleitung zum Einsatz kommen können. Ihre Ausgestaltung und Nutzung stellt zugleich eine soziale Innovation dar, die das Verständnis von Versorgungsprozessen ebenso berührt wie die Rollen von Heilberufen und Patienten und deren Kommunikation.

Die Entwicklungen stehen noch am Anfang (mit einer Vielzahl häufig unverbundener „Baustellen“), werden sich aber mit den Fortschritten in der künstlichen Intelligenz beschleunigen. Mit ersten wirklich therapie relevanten Durchbrüchen ist vermutlich erst in fünf bis zehn Jahren zu rechnen. Flächendeckende, indikationsübergreifende und somit gesundheitssystemrelevante Durchbrüche sind erst Jahre danach realistisch. Um an dieser gesundheitspolitisch, gesundheitswissenschaftlich wie auch gesundheitswirtschaftlich hoch bedeutsamen Entwicklung teilzuhaben oder sie ebenso offen wie zielgerichtet gestalten zu können, muss man sich jetzt strategisch aufstellen.

Von höchster Bedeutung sind in diesem Zusammenhang die Verknüpfung von Forschung und Versorgung, insbesondere von ⇒klinischem Versorgungs- und Forschungsdatenmanagement und die Nutzung der dafür erforderlichen wissenschaftlichen und industriellen Kompetenzen. Nordrhein-Westfalen hat hierfür hervorragende Voraussetzungen und kann maßgebliche Beiträge dazu leisten. Das im Land noch nicht ausgeschöpfte Entwicklungspotenzial lässt sich in einer SmartHealthData-Initiative bündeln. Für eine derartige – strategische wie auch praktische – Konzentrierung plädiert dieses Whitepaper.

2. Trends

(I) Künstliche Intelligenz und personalisierte Medizin

Daten-, informations- und wissensbasierten ⇒Unterstützungssystemen in Früherkennung, Diagnostik und Therapieentscheidung wird in den kommenden zehn Jahren eine immer größere Bedeutung in der Digitalisierung des Gesundheitswesens zukommen. Sie ermöglichen seit langer Zeit ausstehende Durchbrüche in der personalisierten Medizin. Grundlegend ist die Generierung von Datenmustern durch die Verknüpfung unterschiedlicher ⇒Datenquellen aus allen Sektoren von Gesundheitsforschung und -versorgung. ⇒Künstliche Intelligenz und ihre Anwendung in ⇒selbstlernenden Systemen sind hierfür – in Kombination mit medizinischer Expertise – der Schlüssel.

(II) Systematische Verbesserung von Früherkennung, Diagnostik und Therapie

Digitale Innovationen machen es möglich, Daten-, Informations- und Wissensbestände struktur- und disziplinübergreifend zur Verfügung zu stellen. Somit kann langfristig allen Patienten, unabhängig vom Ort ihrer Diagnosestellung und Behandlungserbringung, der höchste Standard medizinischen Wissens zu Gute kommen. Dies reduziert Behandlungsfehler, Nebenwirkungen, unnötig aufwändige und schmerzhaftere Prozeduren und befördert eine schnellere und nachhaltigere Genesung. Entsprechend groß wären auch die gesundheitsökonomischen und sozialen Gewinne, beispielsweise in Form schnellerer Wiedereingliederungen in Gesellschaft und Beruf.

(III) Datenquellen und Wege ihrer Nutzung

SmartHealthData basiert auf einem weiten Spektrum von ⇒Datenquellen, das von biomedizini-

schen und epidemiologischen Datenbanken über Befunddaten in klinischen Informationssystemen und Gesundheitsakten bis hin zu den über Smartphone-Applikationen erhobenen und explosionsartig anwachsenden (phänotypischen) Gesundheitsdaten reicht. Neben derartigen Realdaten sind auch die schon in Wissensbeständen (v. a. in Lehrbüchern, Leitfäden und Fachliteratur) aufbereiteten Daten und Informationen zu berücksichtigen. Hinsichtlich der Nutzungs- und nutzungsorientierten Kombinationsmöglichkeiten ist das Feld noch hochgradig unübersichtlich und disparat. Umso mehr wächst der Bedarf an strukturierenden Strategien für das künftige Daten-, Informations- und Wissensmanagement in der Medizin.

(IV) Veränderungen in der Rolle von Heilberufen und Patienten

Das Spektrum von nutzerorientierten Expertensystemen reicht über situative heilberufliche Entscheidungshilfen bis hin zu komplexeren diagnostischen ⇒Unterstützungssystemen – mit jeweils unterschiedlichen Konsequenzen und Implikationen für die Versorgungsprozesse, die künftige Rolle von Heilberufen und Patienten sowie deren Kommunikation. Die Folgen werden gravierend sein und bedürfen daher einer systematischen Beachtung sowohl in der Gesundheitsforschung und in den konkreten Lösungen als auch in den dafür geltenden politischen Regularien und ethischen Maßgaben.

(V) Datenkreisläufe zwischen Forschung und Versorgung

Es liegt in der Logik derartiger Unterstützungssysteme bzw. von SmartHealthData, dass ⇒Datenkreisläufe zwischen Forschungsprozessen und datenbasierten Versorgungsinnovationen generiert und systematisiert werden, so dass ► in der Versorgung (insbes. in Krankenhausinfor-

mationssystemen und elektronischen Gesundheitsakten) anfallende Daten – unter besonderer Berücksichtigung von Datenschutzaspekten – für die Forschung und

- ▶ umgekehrt in der Forschung anfallende datenbasierte Erkenntnisse und datenbezogene Mechanismen wiederum – z. B. über diagnose- und therapieunterstützende Systeme – in der Versorgung genutzt werden.

Die Beziehungen von Gesundheitsforschung und Gesundheitsversorgung sind vor diesem Hintergrund gerade in Deutschland auf den Prüfstand zu stellen und grundlegend weiterzuentwickeln.

3. Herausforderungen

(I) Systemintegration und Interoperabilität

⇒ Selbstlernende Systeme können ihre ganzen Fähigkeiten nur entfalten, wenn sie Zugriff auf die relevanten ⇒ Datenquellen aller Sektoren der Gesundheitsforschung und -versorgung haben und mit ihren Quellen kommunizieren können. Hierfür müssen die Datenpakete wiederum semantisch interoperabel, d. h. gemäß einem gemeinsamen Standard erhoben und definiert oder in diesen überführt sein. Dieser ⇒ System- bzw. Datenintegration stehen zum einen die Fragmentierung der Datenlandschaft in Gesundheitswesen und -forschung, die Vielzahl heterogener IT-Systeme und der Wildwuchs unzähliger Schnittstellen entgegen. Zum anderen liegen klinische Daten zu wenig strukturiert, vollständig und auswertungsbezogen vor, um sie effektiv im Sinne einer evidenzbasierten Entscheidungsunterstützung verwerten zu können.

(II) Qualität von Daten und Algorithmen

Die Datenqualität ist bei entscheidungsunterstützenden Systemen von größter medizinischer Bedeutung. Angesichts der hohen Verantwortung für falsche Diagnosen und Empfehlungen dürfen nur valide Daten herangezogen werden. Außerdem bergen Big-Data-Analysen die Gefahr in sich, zufällige Korrelationen und Kausalitäten nicht sicher voneinander zu trennen und sich selbst verstärkenden Fehlfunktionen zu unterliegen. Für den Arzt müssen die Quellen und Mechanismen (einschließlich der ⇒ Algorithmen) erkennbar sein, aus denen die Entscheidungshilfen des Systems generiert werden. Studien müssen hinsichtlich ihrer Datenqualität und Erhebungsbereiche überarbeitet werden, bevor sie in derartige Systeme eingespeist werden können. Auch und gerade hierfür mangelt es an gemeinsamen bzw. einheitlichen, Forschung und Versorgung integrierenden Standards, Prozessen und Organisationsstrukturen.

(III) Datensouveränität: Datenzugang und Datenschutz

Der Zugang zu Patientendaten – von der Erhebung über die Auswertung bis zur Nutzung – muss als gravierender Engpass angesehen werden. Es bedarf einer systematischen Klärung unter der Maßgabe, dass die Patienten die volle ⇒ Souveränität über ihre Daten im Einklang mit den datenschutzrechtlichen Regelungen erhalten und ausüben können. Intensiv muss hierfür mit geeigneten Verfahren der Anonymisierung und Pseudonymisierung gearbeitet werden. Besonderes Augenmerk gilt darüber hinaus der Kommunikation des Datenschutzes an die Verbraucher, Heilberufler und Forscher, um eine dem individuellen Patientenwohl dienliche Datennutzung bei gleichzeitig minimierten Risiken zu ermöglichen. Eine Schlüsselrolle wird hierbei die ⇒ elektronische Patientenakte spielen, insoweit sie den wichtigsten Datenpool darstellt, auf den sich die Bereitschaft zu einer freiwilligen Weitergabe (s. E-Health-Gesetz) bezieht.

(IV) Digital Empowerment I: Heilberufe

Entscheidungsunterstützende Systeme können nur in dem Maße Nutzen bringen, wie sie zur richtigen Zeit von der richtigen Person zum richtigen Zweck sachgemäß angewendet werden. Anwender müssen daher in die Lage versetzt werden, diese Systeme zu verstehen und korrekt zu nutzen, insbesondere die Plausibilität der generierten Ergebnisse zu überprüfen und in eigenverantwortlich zu treffende Entscheidungen umzusetzen (⇒ Digital Empowerment). Gleichzeitig dürfen die Systeme ihre Anwender nicht überfordern. Sie müssen von Beginn an anwenderfreundlich gestaltet und in die primär genutzten Informationssysteme der Krankenhäuser und Praxen eingebunden sein (Usability). Die Kommunikation und Rückkopplung mit der zukünftigen Anwenderschaft rückt verstärkt in den Fokus. Von zentraler Bedeutung ist hierbei

auch die frühzeitige Platzierung entsprechender Ausbildungselemente in den heilberuflichen Curricula.

(V) Digital Empowerment II: Patienten

Auch Patienten muss es möglich sein, Zweck, Hintergrund und Anwendungsmöglichkeiten von Entscheidungsunterstützungssystemen zu verstehen, um deren Einsatz im persönlichen Anwendungsfall bewerten und ggfs. auch hinterfragen zu können. Mehr noch: Im Umgang mit ihren Daten und digitalen Unterstützungssystemen geht es den jeweiligen Umständen entsprechend auch darum, ihre Fähigkeit zum Selbstmanagement zu erhöhen und hierfür patientengerechte Verfahren zu entwickeln. Digitale Gesundheitskompetenzen sind jedoch in weiten Teilen der Bevölkerung nur unzureichend vorhanden. Neue Versorgungslösungen müssen eine Brücke zum Wissensstand der späteren Nutzerinnen und Nutzer bauen und deren Bedürfnisse und Wünsche berücksichtigen, um sich nachhaltig zu bewähren. Können Anwender sich die Nutzung von Produkten und Systemen leicht erschließen, erhöht dies die Diagnose- und Therapiequalität sowie die Therapietreue.

(VI) Arzt-Patienten-Kommunikation

Therapieentscheidungen beruhen darauf, sowohl den medizinischen Kontext als auch den individuellen Patienten betreffende Informationen analytisch zu verknüpfen, zu vergleichen und zu interpretieren. Die Arzt-Patienten-Kommunikation ist hierfür von zentraler Bedeutung. Die mit der Digitalisierung verbundenen Chancen kann nur intelligent (bzw. „smart“) nutzen, wer auch die Grenzen automatisierter Unterstützungssysteme versteht. Das Erfahrungswissen und Urteilsvermögen von Ärzten und Heilberufen in Bezug auf ihre Patienten, die Einschätzungen der Patienten und Angehörigen selbst und eine erzählende, beobachtende und reflektierende Kommunikation zwischen Heilberuflern und Patienten sind Teil erfolgreicher – auch personalisierter – Behandlungen.

(VII) Medizinrechtliche Klärungsbedarfe

Zurzeit ist noch unklar, inwieweit selbstlernende medizinische Unterstützungssysteme als Medizinprodukte zertifiziert werden können und welchen Anforderungen sie in Bezug auf klinische Studien und ein zuverlässiges Qualitäts- und Risikomanagement (insbesondere in Bezug auf die Qualität von Daten und Algorithmen) genügen müssen. Die Klärung der Anforderungen ist sowohl für die sich auf diesem Gebiet engagierenden Unternehmen relevant als auch für die Krankenkassen und deren Beurteilung des medizinischen und gesundheitsökonomischen Nutzens und natürlich auch für die in derartige Systeme ggfs. investierenden Einrichtungen selbst. Hier besteht auch eine Verschränkung mit der für die Implementation relevanten Frage, in welcher Weise derartige Systeme zu finanzieren sind. Zurzeit ist in diesen Hinsichten bei allen maßgeblich Beteiligten eine noch eher abwartende Haltung in Bezug auf derartige Unterstützungssysteme spürbar.

4. NRW: Status und Perspektiven

(I) Bevölkerung und Gesundheitsstandort NRW

Soziodemografisch gesehen bietet Nordrhein-Westfalen beste Voraussetzungen für die Gesundheitsforschung und darauf basierende Versorgungsinnovationen. Der hohen Bevölkerungsdichte an Rhein und Ruhr entspricht eine ebenso dichte Versorgungs- und Kliniklandschaft. Gleichzeitig verfügt das Land aber auch mit Blick auf seine ländlichen Räume und in Bezug auf Alters- und Sozialstrukturen (inkl. der Migrationsanteile) über eine komplexe, dem Bund weitgehend entsprechende Struktur. Dies bietet die Möglichkeit, auf engstem Raum große Mengen an Daten für differenzierte Zwecke verfügbar zu machen – für den Aufbau digitaler Datennutzungsmodelle wie auch als Referenzdaten für die Versorgungsforschung. Gleichzeitig könnten die Bürgerinnen und Bürger im bevölkerungsreichsten Land der Bundesrepublik in die Entwicklung datenbasierter Versorgungslösungen in einer Weise eingebunden werden, die als Blaupause für bundesweite Lösungen dienen kann.

(II) eHealth.NRW: Wissenschaftlich-industrielle Schwerpunkte

In Nordrhein-Westfalen haben sich in den vergangenen ca. 15 bis 20 Jahren zwei für SmartHealthData relevante industriell-wissenschaftliche Komplexe herausgebildet. In der Gesundheits telematik nehmen nordrhein-westfälische Unternehmen auf vielen Gebieten marktführende Positionen ein (so bei klinischen Informationssystemen, elektronischen Fallakten, Bildübertragungstechnologien u. a.) und nutzen das Gesundheitswesen des Landes vielfach als Referenzmarkt. In der medizinischen Bioanalytik haben sich mit Hilfe der Bioinformatik nordrhein-westfälische Institute und Unternehmen im Biobanking wie auch bei Biomarkern für personalisierte Früherkennung und Diagnostik positioniert. NRW hat also

diesbezüglich gute und teilweise hervorragende Voraussetzungen für SmartHealthData.

(III) NRW-Gesundheitsinformatik: Kooperations- und Transferdefizite

Allerdings: Gesundheitstelematik, Medizininformatik und Bioanalytik sind bislang nur schwach miteinander verbunden, gemeinsame Potenziale noch vielfach ungenutzt. Bei wissensbasierten Unterstützungssystemen für die Früherkennung, Diagnostik und für Therapieentscheidungen bleibt das Land damit aber noch unter seinen Möglichkeiten. Hinzu kommen zwei Problemstellungen:

- Die Kompetenzen in der Big-Data-Informatik des Landes – und hier insbesondere in Bezug auf die künstliche Intelligenz – werden gesundheitswissenschaftlich bislang nicht systematisch und nachhaltig für SmartHealthData-Lösungen genutzt.
- Die – ja selbst datenintensive – Versorgungsforschung des Landes befasst sich noch zu wenig mit den Optionen und Implikationen von SmartHealthData-Lösungen für patientenorientierte Versorgungsprozesse.

(IV) Derzeitige Projekt- und Entwicklungsschwerpunkte in NRW

Gleichwohl gibt es in Nordrhein-Westfalen schon jetzt ein interessantes (wenngleich noch fragmentiertes) Portfolio an Projekten und Initiativen, die sich mit der Umwandlung von Big Data in Smart Data im Gesundheitswesen bzw. in der Früherkennung, Diagnostik und Therapieentscheidung befassen. Hier kommt es auch vielfach schon zu Annäherungen zwischen den beiden maßgeblichen Informatik-Komplexen wie auch zwischen Gesundheitsforschung und Gesundheitsversorgung. Mit

Blick auf eine zukünftige SmartHealthData-Strategie handelt es sich um Kernelemente für eine fortschreitende flächendeckende Verzahnung von SmartHealthData-Kompetenzen in NRW, für die eine Strategie entwickelt werden muss.

(V) Chancen für Nordrhein-Westfalen

Aufgrund seiner Größe und Struktur wie auch der vorhandenen Kompetenzen kann das Land jenseits von Insellösungen eine Vorreiterrolle einnehmen:

- ▶ in der Architektur einer Forschung und Versorgung verknüpfenden Dateninfrastruktur;
- ▶ in der Definition von Standards für Datenzugänge, Datenkommunikation, Datenqualität und Datenauswertung;
- ▶ im Prototyping von KI-gestützten personalisierten medizinischen Unterstützungssystemen (v.a. Entscheidung-Systeme);
- ▶ in einer an den Bedarfen von Patienten und Heilberufen orientierten, sozialen und ethischen Einbettung datenbasierter Lösungen;
- ▶ in der Gesundheitskompetenz und Datensouveränität verknüpfenden Einbeziehung von Patienten und Zivilgesellschaft und
- ▶ in der Entwicklung und Realisierung entsprechender öffentlicher Kommunikationsstrategien.

Zwar gibt es in Nordrhein-Westfalen eine Vielzahl von politisch induzierten oder begleiteten Initiativen und Konstellationen auf dem Gebiet des digitalen Gesundheitswesens, die sektor- und ressortübergreifend noch besser verzahnt und konzertiert werden sollten; insbesondere zwischen den eher gesundheitspolitisch motivierten und den stark gesundheitswissenschaftlich und hochschulmedizinisch orientierten Entwicklungen. Eine derartige Konzertierung ist aber unerlässlich, um die nordrhein-westfälischen Potenziale auf dem Gebiet von SmartHealthData in die Waagschale zu werfen und eine – auch für industrielle Partner attraktive – Vorreiterrolle einzunehmen.

5. Empfehlungen: Landesinitiative SmartHealthData.NRW

Die nachfolgenden Empfehlungen für die Innovationspolitik in Nordrhein-Westfalen bilden die Eckpunkte für eine Roadmap, die auf drei Komponenten beruht:

- ▶ Projektentwicklungen zielen im Kern darauf, ausgehend von NRW und über die verschiedenen Translationsstufen hinweg, ambitionierte Datenbank-gestützte medizinische Unterstützungssysteme zu entwickeln. Diese Kernambition wird flankiert durch weitere Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte in der Medizinformatik sowie in der Versorgungsforschung.
- ▶ Der Ausbau einer kohärenten medizinischen Dateninfrastruktur in NRW könnte hierfür eine hervorragende Basis schaffen und NRW als Referenzmarkt für derartige Entwicklungen profilieren. Hieran sind zunächst Infrastruktur-Investitionen in der Hochschulmedizin wie auch der Krankenhaus-Landschaft auszurichten – dies wiederum in der Perspektive einer sektorübergreifenden flächendeckenden Versorgung.
- ▶ Schließlich sind kommunikative und regulatorische Rahmensetzungen von entscheidender Bedeutung, um sich Wahlmöglichkeiten bei diesen Entwicklungen zu erschließen und Hindernisse für präferierte Entwicklungen aus dem Weg zu räumen (vgl. auch die Stellungnahme des Deutschen Ethikrates zu Big Data und Gesundheit [Nov. 2017]). Hier ist auch das landespolitische Auftreten in übergeordneten, v. a. bundespolitischen Kontexten in besonderem Maße gefragt.

Die empfohlenen Schwerpunktsetzungen könnten und sollten zeitnah angegangen werden, beziehen sich aber auf einen Zeitraum von ca. 10 Jahren. Denn für das Gesundheitssystem auf breiterer Front versorgungsrelevante Durchbrüche dürften bei KI-basierten entscheidungsunterstützenden Systemen in diesem Zeitraum zu erwarten sein. Andererseits handelt es sich auch um einen re-

alistischen Rahmen, wenn es um die regulativen und kommunikativen Voraussetzungen für derartige Durchbrüche geht. Werden die empfohlenen Schwerpunkte und Perspektiven geteilt, sollten sie im weiteren Roadmapping in einer entsprechenden zeitlichen Perspektive strukturiert und operationalisiert werden.

Zur Konzertierung der empfohlenen Aktivitäten sollte eine Landesinitiative SmartHealthData.NRW eingerichtet werden, welche die in NRW vorhandenen und vielfach national und international profilierten Kompetenzen in der medizinischen Informationstechnologie, der personalisierten Medizin und der patientenorientierten Versorgungsforschung bündelt, Partner aus Wissenschaft, Industrie und Gesundheitswesen in gemeinsamen Innovations- und Systempartnerschaften zusammenführt und den Auftritt in nationalen und europäischen Kontexten befördert. Für die Betreuung bietet sich der Cluster InnovativeMedizin.NRW an.

Förderschwerpunkte der Projektentwicklung

(I) KI-basierte Systeme für eine personalisierte Medizin

Die Innovationspolitik sollte die im Land vorhandenen Kompetenzen im Bereich der künstlichen Intelligenz zielgerichtet mit den sich in der personalisierten Medizin stellenden Herausforderungen verknüpfen und sie für die Hebung der riesigen, aber noch unstrukturierten und teilweise wenig evidenten „Datenschätze“ in NRW nutzen. Die Grundidee besteht darin, in NRW generierte, Datenbank-basierte medizinische Unterstützungssysteme mittels künstlicher Intelligenz mittel- und langfristig und in nationaler Perspektive weiterzuentwickeln (das anlaufende SepsisDataNet könn-

te hierfür ein Prototyp sein). Derartige Systeme sollten anhand unterschiedlicher Indikationen wie auch diagnoseübergreifender Fragestellungen (z. B. zum Einsatz von Arzneimitteln und Strahlentherapien) in klinik- und sektorübergreifenden Vorhaben entwickelt und erprobt werden.

(II) Medizininformatik-Forschung: Voraussetzungen, Regeln, Standards

Datenbank-basierte automatisierte ⇒Unterstützungssysteme sind auf eine funktionierende Dateninfrastruktur, eine hohe Datenqualität sowie valide und nachvollziehbare ⇒Algorithmen angewiesen. Dem sollte mit entsprechenden Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in der Medizin- bzw. Gesundheitsinformatik des Landes mit folgenden Schwerpunkten Rechnung getragen werden:

- ▶ ⇒Technische und semantische Interoperabilität: Einigung auf und Implementierung von gemeinsamen Ontologien als Basis ⇒selbstlernender Unterstützungssysteme in der Medizin
- ▶ Standards und architektonische Regeln für eine Forschung und Versorgung verknüpfende Dateninfrastruktur
- ▶ Für die Nutzer nachvollziehbare qualitative Standards und Transparenzkriterien bezüglich der verwendeten ⇒Algorithmen
- ▶ QRM-Systeme (Quantitative Risk Management), die sich selbst verstärkenden Fehlfunktionen ⇒selbstlernender Systeme begegnen

(III) Nutzerorientierte Experten- und Lernsysteme

Neben komplexeren Big Data- bzw. auf Datenbanken beruhenden ⇒Decision-Support-Systemen sollten einfachere wissensbasierte Expertensysteme befördert werden, die schon kurzfristiger nutzbar sind und sich – z. B. in der Anamnese – vor allem am Bedarf in der ambulanten Versorgung bzw. an einzelnen gut beschreibbaren Indikationen und Situationen orientieren. Sie sind mit

Blick auf Heilberufe und Patienten adressaten-spezifisch auszulegen – insbesondere auch in der Integration nutzergenerierter Daten. Hierzu zählen auch Lehr- und Lernsysteme, die die Nutzer in die Lage versetzen, Unterstützungstools zum richtigen Zweck zum richtigen Zeitpunkt korrekt anzuwenden (⇒Digital Empowerment & Usability). Derartige Systeme können insofern auch hilfreich für die Konzipierung und die Akzeptanz komplexerer Unterstützungssysteme sein. Auch in der Aus- und Weiterbildung des heilberuflichen Personals kommt ihnen eine wegweisende Bedeutung zu.

(IV) Versorgungsforschung für die zukünftige Arzt-Patienten-Kommunikation

Für die erfolgreiche Einbettung medizinischer Unterstützung- und Expertensysteme in die Versorgungsprozesse sind entsprechende Modelle der Arzt-Patienten-Kommunikation von zentraler Bedeutung. Hierbei spielt zum einen das Verhältnis von daten-, erfahrungs- und vertrauensbasierten Komponenten medizinischer Entscheidungen eine Rolle, zum anderen der Umgang mit den digitalen Daten und Datensystemen selbst. Zentrale Aspekte hierbei sind u. a.:

- ▶ Präferenzen und Kompetenzen der Patienten (z. B. auch die Erwartung von Patienten, selbst-generierte Daten über mobile Endgeräte in die Kommunikation einspeisen zu können);
- ▶ leitliniengerechte ärztliche Handhabung von Kommunikationsprozessen unter Einsatz daten-basierter ⇒Unterstützungssysteme;
- ▶ die Konfiguration von patienten- und/oder arzt-geführten elektronischen Gesundheitsakten als Datenbasis für die Arzt-Patienten-Kommunikation;
- ▶ Personen-, krankheits- und situationsspezifische Ausprägungen der Kommunikation (z. B. Unterschiede zwischen akuten und chronischen Erkrankungen).

(V) Datensouveränität und elektronische Gesundheitsakten

Unter dem übergreifenden Gesichtspunkt der ⇒Datensouveränität dürfte elektronischen Gesundheitsakten eine Schlüsselrolle zukommen – als „Sammelstellen“ für nutzergenerierte Datenbestände und für deren Eingang in die künftige Dateninfrastruktur sowie als Basis für die Arzt-Patienten-Kommunikation. Zurzeit gibt es derartige Akten von unterschiedlichsten Einrichtungen und Unternehmen in einem breiten Spektrum von Qualitäten und Funktionalitäten. Für die sichere und interoperable Bereitstellung der Daten durch die Patienten – z. B. für die Versorgungsforschung oder Diagnostik für die Patienten selbst – steht bisher kein anerkanntes Verfahren zur Verfügung. Wie derartige Akten (arzt- und/oder patientengeführt bzw. offen angelegt) Patienten mit ihren unterschiedlichen Bedarfen und Bedürfnissen am besten unterstützen und gleichzeitig für SmartHealthData nutzbar gemacht werden können, ist eine Fragestellung, die in den Mittelpunkt von Versorgungsforschung und prototypischen Entwicklungen rücken sollte.

Schwerpunkte der Infrastruktur-Entwicklung

(VI) Krankenhäuser: Verknüpfung von Forschung und Versorgung

Die Entwicklung einer möglichst kohärenten, Gesundheitsforschung und Gesundheitsversorgung verknüpfenden Dateninfrastruktur (mit entsprechenden ⇒Datenkreisläufen) ist – auch im Wettbewerb der Forschungsstandorte – eine Herausforderung, der sich das Land mit eigenen Beiträgen im Rahmen einer mittelfristigen Infrastruktur-Planung widmen sollte. Es ist naheliegend, der Hochschulmedizin hierbei die Schlüsselrolle zuzuweisen, da sie sich an der Schnittstelle von Gesundheitsversorgung und medizinischer Forschung bewegt. Sukzessive wäre die Verknüpfung mit anderen in der elektronischen ⇒Falldatenintegration und -kommunikation voranschreitenden

Krankenhäusern und Krankenhausverbänden und der ambulanten Versorgung herzustellen.

(VII) Definition von Architekturen und Standards

Diese Infrastruktur-Entwicklung sollte von vorneherein über die reichlich vorhandenen informationstechnologischen Insellösungen hinausgehen und soweit wie möglich mit der Definition gemeinsamer ⇒Architekturen und Standards einhergehen, die sich an europäischen und internationalen Initiativen orientieren. Auch hier könnte von einer Vereinheitlichung in der Hochschulmedizin ein starker Schub für die gesamte Klinik- und Versorgungslandschaft ausgehen. Für die Definition derartiger ⇒Architekturen und Standards – von der Datenqualität über die ⇒Interoperabilität bis zu Mechanismen der Datenauswertung – sollte eine durchdachte, die verschiedenen definitorischen Schwerpunkte systematisch verortende Förderung konzipiert werden.

(VIII) Interdisziplinäre Gesundheitsinformatik

Die für SmartHealthData-Lösungen relevanten Informatik-Bereiche – insbesondere die ⇒Bioinformatik, die ⇒Medizininformatik und ⇒Gesundheitstelematik (aber auch andere gesundheitsrelevante Informatikschwerpunkte in den Lebens- und Sozialwissenschaften) – führen noch ein starkes Eigenleben. Auch mit Blick auf den wissenschaftlichen Nachwuchs wären neben der Stärkung der ⇒Medizininformatik als Schlüsseldisziplin interdisziplinäre Mechanismen wie etwa systematisch ausbildende Graduiertenkollegs in der Wissenschaftslandschaft zu stärken – vorzugsweise in Verbindung mit SmartHealthData-Projekten. Ein besonderer Schwerpunkt sollte auf die Anwendung der künstlichen Intelligenz in der Gesundheitsinformatik gelegt werden.

(IX) Aus- und Weiterbildung von Heilberufen

⇒Digital Empowerment und eine Weiterentwick-

lung der Kommunikation von Heilberufen und Patienten erfordern eine gezielte Heranführung der Heilberufe im Zuge ihrer Aus- und Weiterbildung. Die gegenwärtigen Curricula und Strukturen werden dem bei Weitem nicht gerecht. Die intelligente Nutzung von Forschungs- und Versorgungsdaten und die zugrunde liegenden Strukturen der Gesundheitsinformatik sollten daher sukzessiv in die relevanten Studien- und Ausbildungsgänge integriert werden. Frühzeitig vermittelte Kenntnisse über medizinisches Informationsmanagement werden die Einführung von E-Health-Anwendungen erleichtern, aber auch helfen, digitale Entwicklungen zu hinterfragen und zu besseren Lösungen beizutragen.

(X) Medizinische Register und Datenplattformen

Medizinische Register nach dem Vorbild des Landeskrebsregisters können die Entwicklung von medizinischen Unterstützungssystemen und die dafür erforderliche klinische Forschung erheblich begünstigen. Schon auf Grund seiner Größe kann das Land Nordrhein-Westfalen damit auch einen maßgeblichen Beitrag für entsprechende Dateninfrastrukturen im nationalen Kontext leisten. Im Abgleich mit Bundesplanungen sollte geprüft werden, inwieweit eine akteursübergreifende Datenplattform aufgebaut werden könnte, die dem datenschutzrechtlich gesicherten Zugriff auf sowie dem Austausch von Daten zu Behandlungs- und Forschungszwecken dient. Hierbei wären auch den an anderen Stellen angesprochenen Regelungsbedarfen beispielhaft Rechnung zu tragen.

Kommunikative und regulatorische Rahmensetzungen

(XI) Klärung des medizinrechtlichen Status von Unterstützungssystemen

Für Innovationen auf dem Gebiet datenbasierter medizinischer Unterstützungssysteme ist für die E-Health-Industrie die Frage von erheblicher

Bedeutung, inwieweit solche Systeme als Medizinprodukte einzustufen sind und welchen regulatorischen Anforderungen sie z. B. in Bezug auf klinische Studien und die Implementation in den Versorgungsprozess (einschließlich ihrer Finanzierung) unterliegen. Hier sollte das Land NRW insbesondere mit Blick auf die in NRW stark vertretenen mittelständischen E-Health-Unternehmen die nationalen und europäischen Entwicklungen aktiv verfolgen. Je nach Klärung dieser Fragen wären bei der öffentlichen Förderung und Infrastruktur-Entwicklung durch das Land (insbesondere mit Blick auf klinische Studien) auch Incentives zu prüfen, die eine Betätigung im SmartHealthData-Kontext erleichtern.

(XII) Bundeseinheitliche Datenschutzregelungen im Gesundheitswesen

Am 25. Mai 2018 tritt die neue EU-Datenschutzverordnung (DGSVO) in Kraft. In der Umsetzung muss ein Weg zwischen notwendigem Datenschutz und der Forderung nach Öffnung der Richtlinien für Forschungszwecke gefunden werden. Die DSGVO tangiert auch die Befugnisse der landesrechtlichen Gesetzgeber und stellt an sie die Anforderung, die DGSVO umzusetzen, z. B. in Bezug auf Landesdatenschutzgesetze bzw. Krankenhausgesetze. Hier besteht aber die Gefahr weiterer Flickenteppiche. In der Praxis wird diese Problematik am Beispiel von Datenverarbeitungszentren für Klinikketten mit Standorten in mehreren Bundesländern deutlich. Das Land NRW sollte umso mehr auf eine einheitliche Datenschutzregelung für Patientendaten auf Basis der kommenden DSGVO drängen.

(XIII) Kommunikationskampagne zu digitalen Zukunftsszenarien

Der Aufbau einer digitalen Gesundheitskompetenz und gelebter Datensouveränität ist auch als eine kulturelle Langfristaufgabe zu begreifen. Um SmartHealthData-Entwicklungen einen fruchtbaren Boden zu bereiten, muss für deren Akzeptanz bei Patienten und Heilberufen gesorgt und ein aktives Mitwirken von zivilen und professionellen Nutzern ermöglicht werden. Im Zusammenwirken

mit den verschiedenen Partnern aus Gesundheitswesen und -wissenschaften, aus Zivilgesellschaft und Gesundheitsindustrie könnte das Land NRW mit einer Kommunikationskampagne über die klinischen und praktischen Vorteile intelligenter digitaler Systeme, aber auch über „Risiken und Nebenwirkungen“ aufklären und zur Mitwirkung an digital unterstützten Zukunftsszenarien einladen. Derartige Szenarien sollten im Mittelpunkt stehen, indem sie praktische Bedarfe und Bedürfnisse in Beziehung zu klinischen Entwicklungen und Versprechen setzen.

(XIV) Zukunftsthema Datenspende-Ausweis

Die Sekundärnutzung der ständig anwachsenden Bestände an Gesundheitsdaten ist für die Gesundheitsforschung von entscheidender Bedeutung. Die Hürden hierfür sind hoch und die Mechanismen im Umgang damit kaum praktikabel. Medizinischer Fortschritt und Wohlfahrtsgewinne werden hierdurch verzögert oder gar blockiert. Dabei sind die meisten Deutschen zum „Spenden“ ihrer Daten bereit, wenn dies der Forschung und der Allgemeinheit dient – allerdings unter der Prämisse eines sicheren und nachvollziehbaren Verfahrens (vgl. TK 2017 Meinungspuls). Der Patient sollte zukünftig auf einfache und einheitliche Weise entscheiden können, ob er seine anonymisierten Daten für ein spezifisches Forschungsprojekt oder pauschal zu Forschungszwecken spendet. Aus einer Verknüpfung der im E-Health-Gesetz verankerten elektronischen Patientenakte mit einer Datenspende-Infrastruktur (Datenspende-Ausweis) ließe sich ein solcher Durchbruch erzielen. Das Land NRW sollte hierfür sein digital- und gesundheitspolitisches Gewicht in die Waagschale werfen.

6. Glossar

Algorithmus/Algorithmen

Der Begriff „Algorithmus“ bezieht sich in diesem Kontext auf ein rechnerisches Auswertungsverfahren, das den Unterstützungssystemen zugrunde liegt.

Architekturen

Informationstechnologische Architekturen beschreiben die konzeptionellen Strukturen von IT-Systemen; dazu gehören die IT-Infrastruktur (z. B. Soft- und Hardware), das IT-Management (z. B. Daten- und Ausfallsicherheit) sowie alle IT-Schnittstellen.

Big Health Data

Beschreibt die durch digitalisierte medizinische und Gesundheits-Anwendungen anfallenden großen Datenmengen. Umfasst stationäre und ambulante medizinische und Gesundheitsdaten sowie selbst erhobene Vitalparameter und Sozialdaten.

Bioinformatik

Eine interdisziplinäre Wissenschaft, die Probleme aus den Lebenswissenschaften mit theoretischen computergestützten Methoden zu lösen versucht. Zentrale Arbeitsfelder sind die Verwaltung und Integration biologischer Daten, die Sequenzanalyse, die Strukturbioinformatik und die Datenanalyse aus Hochdurchsatzmethoden.

Datenintegration

Die Verknüpfung von Daten verschiedener Anwendungsbereiche zur gemeinschaftlichen Nutzung in unterschiedlichen Anwendungskontexten. Grundlage dafür sind ein gemeinsames Datenmodell sowie eine einheitliche Semantik.

Datenkreislauf

Der Begriff beschreibt im Kontext der vorliegenden Veröffentlichung den wechselseitigen Datenaustausch zwischen Forschung und Versorgung.

Datenplattform

Datenplattformen, z. B. Data-Warehouses, stellen die Basis für Hard- und Software-Komponenten eines IT-Systems dar und binden Datenquellen und Endgeräte über passende Schnittstellen ein.

Datenquellen

Datenquellen für medizinische Unterstützungssysteme können Literatur, Statistiken, klinische Studien, Register, ambulante oder stationäre Behandlungsdokumentationen oder auch durch den Patienten eigenständig erhobene medizinische Daten sein.

Datensouveränität/digitale Souveränität

Nach Auffassung des Deut-

schen Ethikrates ein Gestaltungs- und Regulierungsmodell, das den individuellen Datengeber als den entscheidend zu schützenden und zu achtenden Zweck in den Blick nimmt.

Decision-Support-Systeme

siehe ⇒medizinische Unterstützungssysteme

Digitale Biomarker

Messbare, objektive, quantifizierbare physiologische oder verhaltensbezogene Parameter, die mit digitalen Geräten erfasst und gemessen werden. Digitale Biomarker haben prognostische oder diagnostische Aussagekraft und werden zur Beschreibung physiologischer Zustände herangezogen.

(Digital) Empowerment

Stärkung von Autonomie und Selbstverfügung durch Informationen, Aufklärung und Schulung. Dies kann sich sowohl auf Patientinnen und Patienten als auch auf medizinische Fachkräfte und Heilberufler oder Bürgerinnen und Bürger im Allgemeinen beziehen.

Elektronische Fallakte (eFA)

Die elektronische Fallakte soll den Austausch digitaler medizinischer Daten unter behandelnden Ärzten und Heilberuflern zu einem be-

stimmten medizinischen Behandlungsfall ermöglichen und auch als (regionale) sektorenübergreifende Kommunikationsplattform dienen.

Elektronische Patientenakte (ePA)

Die elektronische Patientenakte ist eine im Rahmen des E-Health-Gesetzes geplante Datenbank, in der Anamnese, Behandlungsdaten, Medikamente, Allergien und weitere Gesundheitsdaten der gesetzlich Krankenversicherten sektoren- und fallübergreifend landesweit einheitlich gespeichert werden sollen.

Elektronisches Patientenfach (ePF)

Das im E-Health-Gesetz vorgesehene elektronische Patientenfach soll es Versicherten ermöglichen, selbst zur Verfügung gestellte Daten auf der elektronischen Gesundheitskarte (eGK) zu speichern.

Gesundheitstelematik

Gesundheitstelematik beschreibt als Überbegriff den Einsatz von Informations- und Telekommunikationstechnologien zu Behandlungszwecken, zur Datenübertragung und zum Informationsaustausch sowie zur Administration.

Klinisches Datenmanagement

Datenakquise, -verwaltung, -pflege, -überprüfung und -transfer in Kliniken und medizinischen Behandlungszentren

Künstliche Intelligenz (KI)

KI ist ein Teilgebiet der Infor-

matik, in dem es darum geht, eine menschenähnliche Intelligenz nachzubilden. Häufig versucht man dabei, aus einer Menge von Daten allgemeine Regeln abzuleiten (maschinelles Lernen).

Medizininformatik

Medizininformatik ist eine Wissenschaft, die sich der systematischen Erschließung, Abbildung, Administration, Aufbewahrung, Verarbeitung und Bereitstellung von Daten, Algorithmen, Informationen und Wissen in der Medizin und im Gesundheitswesen widmet.

Medizinische Register

In medizinischen Registern werden zentrale Informationen zum Auftreten von Erkrankungen (epidemiologische Register) oder zu Diagnose, Behandlung und Nachsorge einer bestimmten Erkrankung (klinische Register) gesammelt. Register können zu Zwecken der Versorgungsforschung und für Produkt- und Therapie-Analysen eingesetzt werden.

Medizinische Unterstützungssysteme/Klinische Entscheidungsunterstützungssysteme (CDSS – Clinical Decision Support System)

CDSS stellen eine Verbindung zwischen Gesundheitsbeobachtungen und datenbasiertem Gesundheitswissen her, um die Varianz medizinischer Entscheidungen zu verringern und Outcomes zu verbessern. Man unterscheidet wissensbasierte und nicht wissensbasierte (AI, ML) Typen. Eine

weitere Unterscheidung sind deskriptive, prädiktive oder präskriptive Aussage-Logiken.

Ontologie

Ontologien in der Informatik meinen sprachlich ausgedrückte, formalisierte Darstellungen verschiedener Begrifflichkeiten, die eine hohe semantische Ausdruckstärke aufweisen und auf diese Weise komplexe Datenmodelle oder Wissensrepräsentationen darstellen können.

Referenzmarkt

Ein Referenzmarkt kennzeichnet eine aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften besonders geeignete Bevölkerungspopulation oder Versorgungsstruktur, die zu Studien- und Analysezwecken als Referenzumgebung herangezogen werden kann.

Selbstlernende Systeme/ Maschinelles Lernen (ML)

siehe ⇒Künstliche Intelligenz

Smart Health Data

SmartHealthData (.NRW) ist die Bezeichnung für eine Leuchtturm-Initiative des Clusters Innovative Medizin. NRW. Akteure können sich zukünftig im Leuchtturm-Projekt vernetzen und gemeinsam daran arbeiten, wie im Zuge der Digitalisierung im Gesundheitswesen und von Big Data (Input) – via Datenanalysemethoden wie AI und ML (Throughput) – die Marktreife von klinischen Entscheidungsunterstützungssystemen und anderen Use Cases

(Output) verbessert und beschleunigt werden kann.

Systemintegration

Planung, Konfiguration, Administration und Pflege komplexer IT-Systeme (Hard- und Software)

Technische und semantische Interoperabilität

Die Fähigkeit von zwei oder mehr Geräten (einschließlich Software), vom gleichen oder von unterschiedlichen Herstellern Informationen auszutauschen und die ausgetauschte Information für die korrekte Ausführung einer spezifizierten Funktion zu nutzen, untereinander zu kommunizieren und wie spezifiziert zusammenzuarbeiten. Dazu müssen die Systeme einheitliche technische und sprachliche Voraussetzungen erfüllen.

Translationsstufen

Translationsstufen beschreiben die Ebenen des Wissens- und Anwendungstransfers über die verschiedenen Forschungsstufen hinweg.

Impressum

Herausgeber:

Cluster InnovativeMedizin.NRW
GbR MedLife GmbH,
MedEcon Ruhr GmbH,
HRCB Projekt GmbH
Clustermanagement
Merowingerplatz 1a
40225 Düsseldorf

Telefon: +49 (0)211 / 73 27 89 81

Fax: +49 (0)211 / 73 27 89 85

E-Mail: kontakt@cimed-nrw.de

Internet: www.innovative-medizin-nrw.de

© Februar 2018

Layout: skrober.de

Bildnachweis: © Gstudio Group / Fotolia.com

Kontakt

Cluster InnovativeMedizin.NRW

Merowingerplatz 1a

40225 Düsseldorf

Telefon: +49 (0)211 / 73 27 89 81

E-Mail: kontakt@cimed-nrw.de

Internet: www.innovative-medizin-nrw.de

Gefördert durch:



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung