



Gerd-Rüdiger Burmester

Diagnose Dr. Online.

Medizin und medizinischer Dialog auf der Grundlage von Big Data.
Ein Zukunftsszenario aus der Rheumatologie

In: Abecedarium der Sprache / Constanze Fröhlich, Martin Grötschel, Wolfgang Klein (Hg.). – ISBN: 978-3-86599-416-5. – Berlin: Kulturverlag Kadmos, 2019. S. 49-56

Persistent Identifier: urn:nbn:de:kobv:b4-opus4-30191

Die vorliegende Datei wird Ihnen von der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften unter einer Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivateWorks 4.0 International (cc by-nc-nd 4.0) Licence zur Verfügung gestellt.





D – Für Ihren Bedarf, Beeskow

Diagnose Dr. Online.

Medizin und medizinischer Dialog auf der Grundlage von Big Data.

Ein Zukunftsszenario aus der Rheumatologie

GERD-RÜDIGER BURMESTER

Wir springen etwa zehn Jahre in die Zukunft. Sabine Meier (fiktiver Name) ist eine 44-jährige IT-Spezialistin. Sie leidet seit vier Monaten unter Gelenkschmerzen, Morgensteifigkeit, geschwollenen Fingergelenken und Zehen sowie Müdigkeit. Was soll sie jetzt tun? Man würde sagen, sie sollte so schnell wie möglich zum Rheumatologen gehen und eine Früharthritisklinik aufsuchen. Aber werden wir in zehn Jahren genügend Rheumatologen haben, wird dies gängige Praxis sein? In der hier imaginierten Zukunft geht Sabine Meier morgens ins Wohnzimmer und nimmt via Internet Kontakt auf mit Alessia (fiktiver Name), ihrer cloudbasierten *Voice-Service-Maschine*. Sie berichtet Alessia über ihre gesundheitlichen Probleme. Die Maschine befragt sie ausführlich und stellt ihr einige Fragen, die von einer EULAR (Europäische Gesellschaft für Rheumatologie)-Initiative ausgearbeitet wurden: Wie kann ich dir helfen? Wo hast du deine Schmerzen? Ist es morgens ausgeprägter? Helfen bestimmte Entzündungshemmer? Fühlst du dich »grippig«? Und noch einige andere. Die mündlich gegebenen Antworten werden unmittelbar als schriftlicher Text online in einer strukturierten Patientendatenbank erfasst.

Frau Meier wird nun von Alessia gebeten, eine Selbstuntersuchung durchzuführen, die durch einen großen Bildschirm an ihrer Wohnzimmerwand unterstützt wird. Anhand von Beispielen erkrankter Gelenke, die ihr auf animierten Bildern präsentiert werden, untersucht Frau Meier

ihre schmerzhaften Gelenke und teilt dem System mit, wo etwas geschwollen ist. Eine am Bildschirm angebrachte kleine Kamera unterstützt sie dabei, indem sie auch den Umfang der Fingergelenke und Zehen misst. Diese Ergebnisse werden ebenfalls automatisch in die Gesundheitsdatenbank von Frau Meier eingetragen, in der bereits viele Daten vorliegen, nicht zuletzt die ihres *Healthbit*-Gerätes. Dieser *Activity Tracker*, wie ihn heute schon viele am Handgelenk und mit ihrem Smartphone nutzen, hat festgestellt, dass Frau Meier am Tag weniger Schritte geht als üblich: Die Anzahl sank von 8500 auf durchschnittlich 4700. Sie vermeidet Treppen, aber ihr Herz-Kreislauf-System, das ständig durch EKG, Blutdruck- und Pulsfrequenzmessungen überwacht wird, ist in Ordnung. Es gibt auch kein Fieber.

Anschließend geht Frau Meier zum Einkaufen in den Supermarkt. Am Eingang gibt es ein kleines Servicecenter, das neben der chemischen Reinigung, Schuhreparaturen und Schlüsselschnitten auch sofortige Gesundheitsdienste wie die Darstellung von erkrankten Gelenken und Biomarkeranalysen von vor Ort entnommenen Blutproben anbietet. Auf Alessias Rat hin betritt sie diesen Bereich und lässt von einem Lasergerät einen schnellen Scan der Finger- und Handgelenke durchführen. Mit ihrer Faszination für Daten verfügt die IT-Spezialistin Sabine Meier auch schon über eine besonders avancierte Technik: Unter der Haut ihres Unterarms ist ein winziges Gerät implantiert, in dem Gesundheitsdaten gespeichert sind, die besonderen Datenschutz benötigen und die sie nicht der Cloud überlassen wollte. Hierzu gehören auch alle ihre genomischen Daten, denn ihr Mann hat ihr als Weihnachtsgeschenk eine komplette Aufschlüsselung ihrer in der DNA »niedergeschriebenen« genetischen Informationen ermöglicht. Sie legt ihren Unterarm in das Lesegerät, dem sie für die nun anstehende Untersuchung den Zugriff auf die Daten gestattet. Anschließend werden mit einer kleinen Lanzette einige Tropfen Blut entnommen zur weiteren Analyse durch Roboter im Keller des Supermarktes. Diese analysieren das sogenannte Genexpressionsprofil – also die konkrete Ausformung der angelegten genetischen Informationen in

den untersuchten Zellen – für bestimmte Bestandteile des Bluts wie Leukozyten-Subgruppen und spezielle Eiweiße. Und sie stellen fest: Die Aktivierung der Fresszellen im Blut ist sehr stark; es gibt jedoch keine Anzeichen für Infektionen. Bestimmte Werte, die auf eine entzündliche Gelenkerkrankung hinweisen, sind erhöht, und es werden auch Rheumafaktoren sowie bestimmte typische Antikörper im Blut nachgewiesen. Das Auslesen des genomischen Profils bestätigt die Ergebnisse der Blutanalyse: Frau Meier hat bestimmte Gene, die mit Gelenkerkrankungen vergesellschaftet sind bzw. auf eine verminderte Aktivität von Enzymen hinweisen, die am Stoffwechsel von Rheumamedikamenten beteiligt sind. Letzteres erklärt denn auch, warum die Schmerzmittel, die sie in den letzten Tagen nahm, in höherer Dosis unverträglich waren.

Es liegen also Informationen in höchst unterschiedlichen Sprachen vor, die bei der Diagnose von Frau Meier genutzt werden können. Diese haben wir:

- Patientenanamnese (Text mit zentralen Stichworten wie Müdigkeit etc.)
- Körperlicher Status (festgehalten in einschlägigen Messdaten zu Blutdruck etc.)
- Bildgebende Daten (teilweise übersetzt in Messdaten zu Fingerumfang etc.)
- Tragbare Gerätedaten (sogenannte *Wearables*)
- Genetische Daten (aus der Nukleinsäurekonstellation der DNA in Buchstabenfolgen übersetzt)
- Genexpressionsdaten (als Text festgehaltene Informationen über die tatsächliche Ausprägung der Geninformationen)
- Autoantikörperbefund (Messdaten)

Das Diagnoseprogramm im Computer »versteht« alle diese Sprachen und kommt mit Hilfe von medizinischem Wissen und auf Statistiken beruhenden Diagnosealgorithmen zu der Diagnose: Mit einer Wahrscheinlichkeit von über 99 Prozent hat Sabine Meier eine rheumatoide Arthritis. Praktisch jeder Arzt würde dieser Diagnose zustimmen, die bisher allein

im Dialog zwischen Alessia und der Patientin sowie auf der Grundlage der verschiedenen erhobenen Daten zustande kam.

Wie ein menschlicher Arzt wird Alessia der Patientin in der nächsten »Sprechstunde« im Wohnzimmer die Diagnose mitteilen – natürlich mit einer einfühlsamen und umfassenden Erklärung, wie gut diese Krankheit behandelt werden kann. Frau Meier fragt den Computer, welche Therapiemöglichkeiten es gibt, und er bietet mehrere Behandlungsoptionen mit detaillierten animierten Entscheidungshilfen an, die die Vor- und Nachteile der einzelnen Therapien sorgfältig darstellen. Auf der Grundlage von Alessias Erläuterungen entscheidet sich Frau Meier für eine Therapie, die die besten Heilungschancen bietet – auch wenn sie recht aufwändig ist: Es handelt sich um die Kombination aus einem biologischen Medikament (»Biologikum«), einem entzündungshemmenden oralen Medikament und einer neuartigen gentechnischen Anwendung, die in der Hämato-Onkologie entwickelt wurde und nun auf die Behandlung von Autoimmunerkrankungen übertragen wird, die sogenannte CAR-Technologie.

Endlich wird Frau Meier in einer speziellen Rheumaklinik in einem großen universitären Zentrum aufgenommen, das diese Behandlung anbietet und wo sie das erste Mal ärztlich betreut wird. Elektronisch übermittelte Daten spielen aber während ihrer Therapie weiterhin eine Rolle, denn möglicherweise bittet Frau Meiers Krankenkasse die Patientin, die Einnahme des recht teuren Medikamentes B elektronisch zu überwachen und daher jedes Mal das Medikament in einer winzigen Kapsel zu schlucken, die beim Eintritt in den Magen ein Signal abgibt, das über ein spezielles Pflaster und das Smartphone an ein zentrales Fernüberwachungssystem gesendet wird. Zusätzlich werden aus Frau Meiers Blutkörperchen gentechnisch regulierende Zellen gegen die Rheumaentzündung hergestellt. Drei Monate lang wird kontrolliert, ob die Zellen tatsächlich die entsprechende Funktion entwickeln. Bestätigt sich dies, wird nach sechs Monaten die Gabe des medikamentösen Entzündungshemmers beendet und auf die Therapie mit den hergestellten Abwehrzellen

umgestellt. Nach einem Jahr sollte Frau Meier gesund sein und keine weiteren Medikamente mehr brauchen. Alessia, die im Verlauf der Therapie erneut um Bilder von der kleinen Kamera bittet, wird ihr das bestätigen. Sollte dennoch ein Schub auftreten, wird sie sich erneut an Alessia mit der Bitte um Rat wenden, die dann auch schnell einen Kontakt mit ihrer Rheumaeinheit herstellen kann.

Ist dieser Fall reine Science-Fiction oder wird dieses Szenario in Zukunft möglich sein? Führen wir einen Realitätscheck durch, um herauszufinden, was jetzt schon verfügbar ist: Die Entwicklung von Programmen, die gesprochene Sprache als Befehle verstehen und umsetzen oder auch in geschriebenen, verarbeitbaren Text übersetzen können, ist bereits jetzt sehr weit entwickelt und wird vermutlich bald unsere herkömmlichen Möglichkeiten der Dateneingabe in einen Computer ersetzen – so wie wir es bereits vor vielen Jahren in den *Star Trek*-Filmen gesehen haben. Klassische Tastaturen und *Stand-alone*-Computer werden in Zukunft nahezu ausgestorben sein oder nur noch für bestimmte Aufgaben genutzt werden. Natürlich ist ein ausgeklügeltes Programm notwendig, um die richtigen Fragen zu stellen, sie zu analysieren und in den Kontext der anderen Daten zu stellen. Selbstuntersuchungsprogramme mit Bildern von erkrankten Gelenken und Haut sind bereits verfügbar und werden in bestimmten Früharthritiden-Projekten eingesetzt (etwa im Projekt www.rheport.de). Mobile Geräte können die Kontaktaufnahme zu Spezialisten außerhalb der Klinik ermöglichen. Es wird prognostiziert, dass bis zum Jahr 2021 6,3 Milliarden Smartphone-Abonnements existieren werden, mit denen sich Patientinnen und Patienten einen kostengünstigen universellen Zugang zur diagnostischen Versorgung verschaffen können (vgl. Esteva et al. 2017). Es wird auch einen enormen Fortschritt bei den sogenannten *Wearables* geben, die bereits jetzt Aktivitäten (Schritte, Treppen, Kalorienverbrauch) und kardiovaskuläre Daten erfassen und sicherlich auf die ständige Überwachung von Serumparametern wie Glukose und möglicherweise sogar Entzündungsparametern wie CRP ausgedehnt werden (vgl. Pevnick et al. 2018). Diese werden

auch dazu beitragen, die Einnahme von Arzneimitteln mittels eines oben geschilderten schluckbaren Beobachtungsgeräts, eines *Ingestible Event Markers* (IEM), zu überwachen. Auch implantierbare Geräte zur Datenspeicherung sind verfügbar, und die Aufschlüsselung der gesamten in der DNA ausgedrückten genetischen Informationen eines Menschen wird in Zukunft recht kostengünstig sein. *Instant-Scanning*-Methoden zur Beurteilung von Entzündungen dokumentieren bereits jetzt betroffene Gelenke. Schon jetzt ist (allerdings mit recht komplizierten Methoden) die Genexpressionsanalyse möglich, die aus der Aufschlüsselung der DNA auf die konkrete Ausformung der angelegten Informationen schließt. Ihre Ergebnisse können bereits mit anderen Daten in Tausenden von öffentlich zugänglichen Datenbanken verglichen werden. Anhand der unterschiedlichen Zellzustände kann die Analyse beispielsweise zwischen viralen, bakteriellen oder anderen Entzündungen unterscheiden. Genetische und Autoantikörperanalyse können mit ausgefeilten und schnellen Techniken durchgeführt werden. So können viele dieser Daten bereits heute erfasst werden. Der große Schritt nach vorn wird dann der Prozess sein, den man *Cognitive Computing* nennt und der Elemente der künstlichen Intelligenz sowie »tiefes« und maschinelles (»Selbst«-) Lernen verwendet und strukturierte (z. B. Labor, Bildgebung, Aktivität) und unstrukturierte Daten (z. B. Text) bewertet. Viele der hier skizzierten Ansätze werden Big Data verwenden. Sie basieren auf der Erwartung, dass computergestützte Algorithmen, Berechnungen, Datenverarbeitung und automatisierte Aufgaben durchführen und neues Wissen aus ansonsten unüberschaubaren riesigen Datensätzen gewinnen können (vgl. Bonin-Andresen et al. 2018). Die CAR-Technologie schließlich gehört zu den aktuell besonders aussichtsreichen und in der medizinischen Forschung entsprechend intensiv vorangetriebenen Therapieformen im Bereich der Krebsbehandlung. Eine Übertragung auf die Rheumatologie wird bereits in ersten Ansätzen erprobt.

Nun kann man sich fragen, was angesichts eines solchen Szenarios in zehn Jahren noch die Rolle des Arztes sein kann.

Sicherlich werden viele diagnostische Algorithmen von computergestützten Systemen durchgeführt, aber der Arzt wird den Patienten immer noch durch die verschiedenen Optionen führen, besonders wenn es um schwierige therapeutische Entscheidungen geht, bei denen die persönliche Erfahrung von großer Bedeutung sein wird, möglicherweise unter Einbeziehung eines multidisziplinären Teams. Natürlich braucht die eigentliche Behandlung Ärzte und Pflgeteams, vor allem in der Notfallmedizin und auf der Bettenstation, wo eingehende persönliche Gespräche über Behandlung und Verlaufsform der Erkrankung durchgeführt werden.

Zudem erfordert die Analyse und Interpretation der neu gewonnenen Daten in Zukunft die Anpassung bestehender und die Entwicklung neuer Softwaretools, um auf der Grundlage der Daten zu differenzierten Einsichten in die hochkomplexen biologischen Phänomene und zur Ableitung medizinischen Wissens über Ursachen und Heilungsmöglichkeiten zu kommen. Die immer umfangreichere Erfassung von Krankheitsmerkmalen und molekularen Vorgängen bei einzelnen Patienten wird auch persönliche Datenmassen generieren, die eine bessere Diagnose und Behandlung ermöglichen – aber auch neue Strategien für das Management erfordern, um den Datenschutz zu wahren. Dies erfordert auch für den ärztlichen Beruf neue Ansätze in der Ausbildung und Fachkompetenz, um die technologischen Entwicklungen im medizinischen Bereich gleichermaßen kritisch wie konstruktiv begleiten zu können (vgl. Obermeyer/Lee 2017). Angesichts dieser neuen Herausforderungen, denen Ärzte gewachsen sein müssen, wird der Dialog zwischen Arzt und Patient dennoch nicht zum Erliegen kommen. Damit jedoch die hier umrissenen möglichen Formen der Technisierung der Diagnose und therapeutischen Begleitung auf einem hohen medizinischen und auch menschlichen Standard erfolgen und nicht allein durch ökonomische Interessen bestimmt werden, ist es unerlässlich, dass Ärzte auch die Sprachen der Politik und der regulatorischen Einrichtungen beherrschen. Dann bestehen gute Aussichten, dass die technologischen Entwicklungen dazu führen, die Sprechstunde in

der Zukunft so detailliert und damit für den Patienten so unterstützend wie möglich zu gestalten

Anmerkung

Dieser Artikel beruht auf einer Übersetzung und Modifikation der Arbeit: Burmester, G.-R. (2018): »Rheumatology 4.0: big data, wearables and diagnosis by computer«. In: *Ann Rheum Dis.* 77 (7): S. 963–965. Bei der Übersetzung wurde auch das internet-basierte Übersetzungsprogramm *DeepL Übersetzer* (<https://www.deepl.com>) verwendet.

Literatur

- Bonin-Andresen, M./Smiljanovic, B./Stuhlmüller, B./Sörensen T./Grützkau, A./Häupl, T. (2018): »Relevance of big data for molecular diagnostics«. In: *Z Rheumatol.* 77. S. 195–202.
- Esteva, A./Kuprel, B./Novoa, R. A./Ko, J./Swetter, S. M./Blau, H. M./Thrun, S. (2017): »Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks«. In: *Nature.* 542. S. 115–118.
- Obermeyer, Z./Lee, T. H. (2017): »Lost in Thought – The Limits of the Human Mind and the Future of Medicine«. In: *The New England Journal of Medicine.* 77. S. 1209–11.
- Pevnick, J. M./Birkeland, K./Zimmer, R./Elad, Y./Kedan, I. (2018): »Wearable technology for cardiology: An update and framework for the future«. In: *Trends in Cardiovascular Medicine.* 28. S. 144–150.