

Einsatz künstlicher Intelligenz in der Versorgungsforschung und Kommerzialisierung

Chancen und Limitationen: Künstliche Intelligenz eröffnet neue Möglichkeiten für die Pharmaindustrie^{*)}

Dr. Kerstin Bode-Greuel und Dr. Matthäus Rimpler

IQVIA Commercial GmbH & Co. OHG, Frankfurt/Main

Die stetig wachsende Verfügbarkeit von Daten aus der medizinischen Forschung und dem Versorgungsalltag ermöglicht neue Erkenntnisse sowohl für eine effizientere Entwicklung innovativer Arzneimittel als auch für deren zielgerichteten Einsatz. Mithilfe von Advanced Analytics und künstlicher Intelligenz lässt sich der Erkenntnisgewinn aus diesen Daten noch einmal signifikant verbessern. Pharmazeutische Unternehmer sollten daher frühzeitig ihre Strategie definieren, um die Chancen von Advanced Analytics für sich zu nutzen: durch Aufbau eigener Kompetenzen und/oder durch Partnerschaften mit Dienstleistern im stark wachsenden Feld von „Human Data Science“ sowie durch Priorisierung der drängendsten Fragen, die durch den Einsatz künstlicher Intelligenz beantwortet werden können.

Einleitung

Seit Jahren schon unterstützen klassische Datenanalysen Pharma-Manager bei Entscheidungen entlang des gesamten Produktlebenszyklus: von der frühen Entwicklung zu klinischen Studien bis hin zur Zulassung, der Preisbildung sowie in Marketing und Vertrieb. Neue Anwendungen

^{*)} Die ggf. im Zusammenhang mit Daten verwendeten Begriffe Patient, Arzt, Arztpraxis, Verordner oder Apotheke bezeichnen keine personenbezogenen, sondern ausschließlich (nach einschlägigen, gültigen Datenschutzbestimmungen) anonyme Informationen. IQVIA stellt durch den Einsatz modernster Technologien und Verfahren sicher, dass seine Dienstleistungen, unabhängig davon wie die Daten untereinander verknüpft werden, den Datenschutzbestimmungen entsprechen.

auf Basis von künstlicher Intelligenz werden mit einer überwältigenden Geschwindigkeit für tausende Anwendungsbereiche entwickelt – über (fast) alle Industrien hinweg. Auch die pharmazeutische Industrie beginnt das Potenzial der analytischen Möglichkeiten mit Einsatz von künstlicher Intelligenz zu erkennen und auch einzusetzen (Abb. 1).

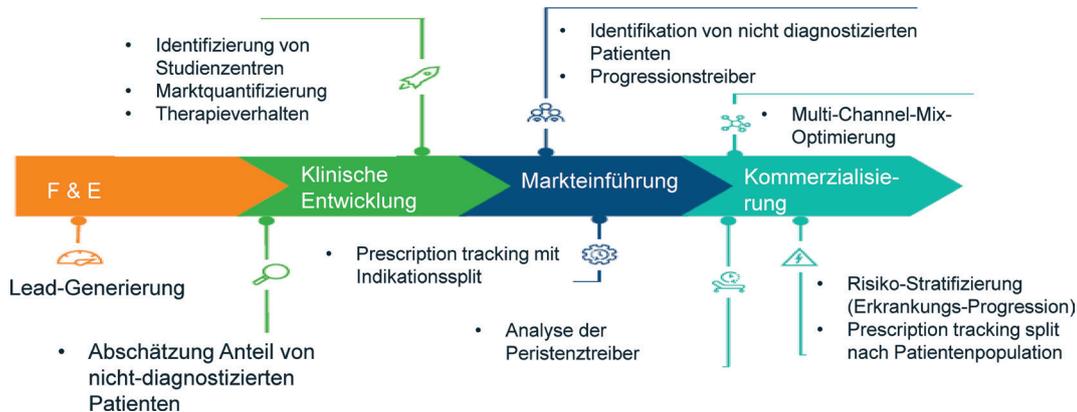
In der frühen Forschung und Entwicklung werden Systeme basierend auf künstlicher Intelligenz für die Identifizierung vielversprechender molekularer Angriffspunkte eingesetzt. In der klinischen Forschung kommen derartige Anwendungen z. B. zum Einsatz für die Optimierung von Studienprotokollen und die Identifizierung geeigneter Studienpatienten. In diesem Beitrag fo-

kussieren die Autoren sich auf den Einsatz künstlicher Intelligenz im Bereich der Versorgungsforschung und Kommerzialisierung, d. h. analytische Anwendungen auf Basis anonymisierter Diagnose- und Therapieverläufe (Real-World-Data, z. B. anonymisierte Daten aus elektronischen Patientenakten oder longitudinale Verschreibungsdaten).

Wohin die Reise geht – vom klassischen Ansatz hin zu Advanced Analytics

Unter dem Begriff Advanced Analytics wird eine Vielzahl von Methoden zusammengefasst, die in die Kategorien der prädiktiven und der präskriptiven Analytik fallen (Abb. 2). Diese Methoden haben sich zunehmend aus der deskriptiven und diagnostischen Analytik entwickelt. Derzeit werden in der prädiktiven Analytik zunehmend sog. neuronale Netzwerke eingesetzt, daher auch der Begriff „künstliche Intelligenz“.

Die deskriptive Analytik beschäftigt sich mit dem, was passiert ist, aus Sicht der Beobachtung. Darauf aufbauend versucht die diagnostische Analytik, zu verstehen, warum Ereignisse eingetreten sind, um zukünftig etwas zu verbessern. Sie arbeitet auf Basis historischer Daten mit Verfahren wie der Modellierung, der Segmentierung, dem Clustering bzw. der linearen Regression.

■ **Abbildung 1**

Einsatz künstlicher Intelligenz entlang des Produktlebenszyklus (Quelle alle Abbildungen: IQVIA Commercial GmbH & Co.).

Bei der prädiktiven Analytik zielen Forscher darauf ab, mit einem hohen Maß an Genauigkeit wahrscheinliche Ergebnisse vorauszusagen. Sie können unter Einbeziehung großer Datenbestände mit einer gewissen Sicherheit sagen, was in einer bestimmten Situation wahrscheinlich passieren wird. Dies gelingt sogar in Echtzeit. Hier kommen Techniken des maschinellen Lernens zum Einsatz. Machine Learning „erkennt“ Muster und Gesetzmäßigkeiten in Big Data und kann daher viel genauere Vorhersagen leisten (Abb. 3).

Die präskriptive Analytik geht noch einen Schritt weiter. Sie empfiehlt Maßnahmen, um ein wahrscheinlich eintretendes Ereignis zu optimieren. Dazu gehört z.B. der bestmögliche Einsatz begrenzter Marketing-Budgets oder die ideale Therapie eines Patienten mit komplexer Erkrankung. Basis sind Methoden der prädiktiven Analytik zusammen mit stochastischen Optimierungstechniken. Entscheiden liefert die präskriptive Analytik eine Grundlage, um strategische Maßnahmen anhand von Daten umzusetzen.

Trotz vieler Vorteile ist Advanced Analytics/künstliche Intelligenz noch lange nicht Teil des Alltags in der pharmazeutischen Industrie geworden. Eine Umfrage von IQVIA unter Pharma-Managern ergab, dass momentan 90 % aller Befragten die traditionelle Analytik als diagnostische

oder deskriptive Analytik einsetzen. Bei der prädiktiven Analytik sind es 36 % und bei der präskriptiven Analytik magere 26 %.

Künstliche Intelligenz in der Pharma-Kommerzialisierung

Die Vorteile künstlicher Intelligenz oder anderer neuer prädiktiver Sys-

teme treten besonders bei der Analyse großer, komplexer Datenmengen zum Vorschein.

Dies ist etwa bei der Optimierung des Multi-Channel-Marketing-Mix gegeben.

Pharmazeutischen Herstellern steht eine Vielzahl digitaler Kanäle zur Verfügung, z. B. TV, E-Mail etc. inklusive breiter Daten zum Einsatz

AUTOR



Dr. Kerstin Bode-Greuel

ist approbierte Ärztin und hat eine breite Berufserfahrung in Forschung und Entwicklung, F&E-Management in der Pharma- und Biotechindustrie und in der ökonomischen Bewertung von Innovationen im Life-Science-Sektor. Von 2012 bis 2019 war sie bei IQVIA zuständig für die Entwicklung neuer Angebote in der Versorgungsforschung und in den letzten 3 Jahren Leiterin der Geschäftsentwicklung in Deutschland. Während dieser Zeit war sie außerdem Geschäftsführerin der Firma DIFA-Datanet GmbH, einem Joint Venture zwischen IQVIA und dem Deutschen Institut für fachärztliche Versorgungsforschung GmbH. Seit März 2019 ist sie wieder als Geschäftsführerin der von ihr im Jahr 2000 mitgegründeten Firma Bioscience Valuation BSV GmbH tätig.

AUTOR

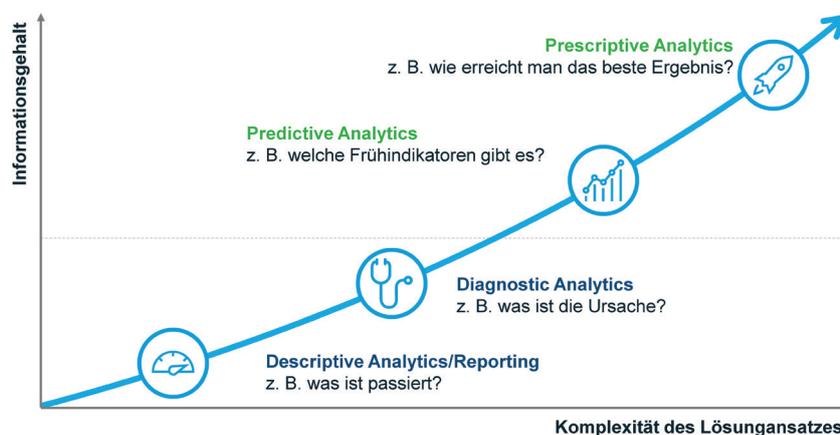


Dr. Mathäus Rimpler

leitet den Bereich Real-World-Insights & Commercial Analytics bei IQVIA, Deutschland. In dieser Funktion entwickelt Dr. Rimpler neue Anwendungen auf Basis künstlicher Intelligenz/Machine Learning in der Versorgungsforschung und Pharma-Kommerzialisierung. Dr. Rimpler ist ausgebildeter Arzt und MBA (INSEAD Business School) und hat über 15 Jahre Erfahrung in der klinischen Medizin (Onkologie), Strategieberatung und Corporate Strategy in Pharma und MedTech.

■ **Abbildung 2**

Mehrwert durch Advanced Analytics



Zunehmende Datenmengen und technischer Fortschritt erlauben es, komplexere Fragen mit Advanced Analytics zu beantworten.

■ **Abbildung 3**

	Traditioneller Ansatz	Ansatz bei Advanced Analytics
Zielsetzung	Assoziationen zwischen Variablen untersuchen	Vorhersagen treffen, neue Zusammenhänge entdecken
Wissenschaftliche Philosophie	von Hypothesen gesteuert, Variablen vordefiniert	von Daten gesteuert, Variablen sind per se unbekannt
Methoden	diverse, seit langer Zeit bekannte Verfahren aus der Statistik	Maschinelles Lernen, neuronale Netzwerke etc.
Stärken	ideal, um Hypothesen zu testen oder um den Einfluss von Variablen zu untersuchen	flexibel, leistungsstark; besser geeignet, um in komplexen Systemen Vorhersagen zu treffen

Quelle: Minarich G, Nickum C, Rigg J, Yuan Y: White paper: Enhancing commercial insight in healthcare through advanced analytics. IQVIA, 2018. Online verfügbar unter: www.iqvia.com/library/white-papers/enhancing-commercial-insight-in-healthcare-through-advanced-analytics

Vergleich traditioneller Methoden und Advanced Analytics.

von Marketingaktivitäten (auch der Wettbewerber), z. T. aufgeschlüsselt nach Produktkategorie und Zielgruppe. Gleichzeitig ist es möglich, anhand granulärer anonymisierter Verschreibungsdaten den Effekt von Marketingkampagnen zu messen. Dies wiederum ermöglicht die Analyse des Umsatzbeitrags pro Kanal mittels eines Advanced-Analytics-Algorithmus. Der Umsatzbeitrag wird mit den jeweiligen Aufwänden zusammengeführt und ein Return of Investment (ROI)/Marketing Return of Investment (MROI) abgeleitet (pro Kanal). Anschließende Res-

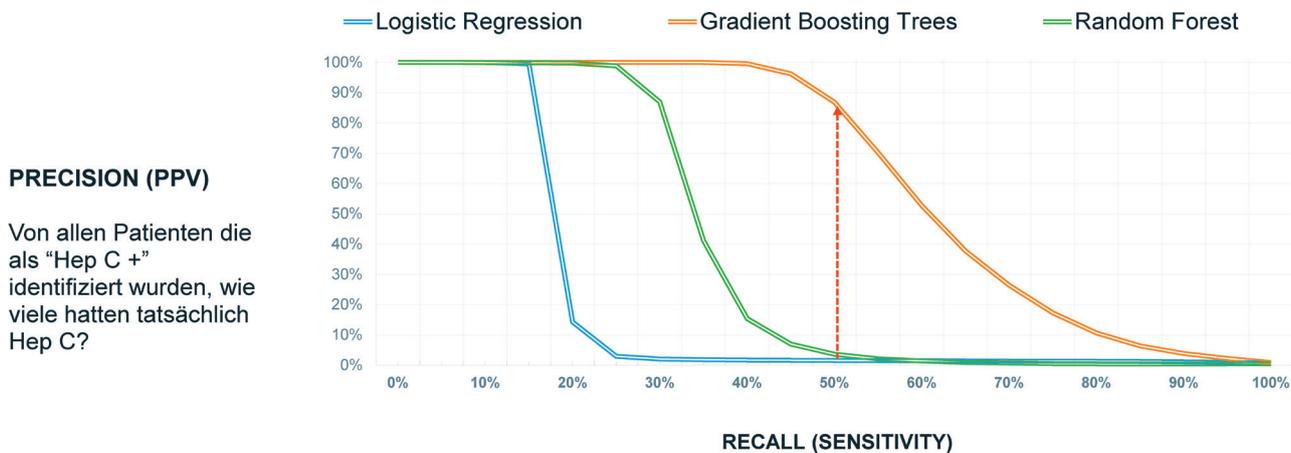
ponse-Analysen zeigen die jeweils profitabelste Ressourcenallokation auf. Dies wird durch den Einsatz moderner Advanced-Analytics-Verfahren mit einer vorher nicht dagewesenen Präzision möglich, weil die Vorhersagekraft der neuen Algorithmen traditionelle statistische Methoden in den Schatten stellt.

Darüber hinaus wird es möglich, verschiedene Arzt-Archetypen zu unterscheiden und anhand ihres Verhaltens bestimmten Gruppen zuzuordnen. So konnten „E-Mail-Muffel“ von „High Engagers“ unterschieden werden: für die analoge oder

digitale Ansprache eine wertvolle Information.

Der Einsatz longitudinaler, anonymisierter Versorgungsdaten (z. B. elektronische Patientenakten oder longitudinale Verschreibungsdaten) ermöglicht eine Vielzahl von Anwendungen zum Nutzen aller Akteure im Gesundheitswesen, inklusive der pharmazeutischen Industrie, von denen hier einige beispielhaft vorgestellt werden:

- Identifizierung von nicht (oder falsch) diagnostizierten Patienten
- Identifikation von Patienten, die wahrscheinlich früh progredient sind

■ **Abbildung 4**

Der Algorithmus wird zunehmend „intelligenter“ (von links nach rechts).

Ein Algorithmus zur Identifikation von Patienten mit Hepatitis C (Fallbeispiel).

Identifizierung von Patienten mit einer schwer zu diagnostizierenden oder seltenen Erkrankung

Bekanntlich führt die nicht diagnostizierte und somit unbehandelte Hepatitis C häufig zu schwerwiegenden Komplikationen wie z. B. der Entwicklung von Leberkrebs oder einer schwerwiegenden Leberfunktionsstörung. Mithilfe anonymisierter Versorgungsdaten ist es möglich, nicht diagnostizierte Patienten in Datensätzen, die für die Versorgungsforschung eingesetzt werden, zu identifizieren (Abb. 4). Die zugrundeliegende Idee ist die Betrachtung longitudinaler Diagnose- und Therapiehistorien bei Patienten, die die gesuchte Erkrankung haben (in diesem Fall Hepatitis C). Künstliche Intelligenz ermöglicht dabei Muster in solchen Historien (z. B. Verschreibungen, Dosierungen, Arztbesuche) zu erkennen. Durch Anwendung dieser Algorithmen auf breite Real-World-Datensätze können dort (wiederum in anonymisierter Form) Patientenhistorien gefunden werden, die auf das Vorliegen einer Erkrankung hinweisen. Bei einer guten Qualität der zugrunde liegenden Da-

ten können, je nach Auswahl der analytischen Methode, sehr gute Vorhersagen erzielt werden.

Diese Informationen sind für pharmazeutische Hersteller in vielerlei Hinsicht interessant. Sie können das tatsächliche Marktpotenzial eines Produkts ermitteln. Behandelnde Ärzte können schneller erkennen, welche Patienten in ihrem Patientenkollektiv möglicherweise noch nicht diagnostiziert sind. Diese Ideen kann man hin zu Systemen zur assistierten Entscheidungsfindung entwickeln, z. B. als Bestandteil der Praxissoftware. Auch Patienten würden von einer schnelleren Diagnose und dem Zugang zu innovativen Therapieoptionen profitieren.

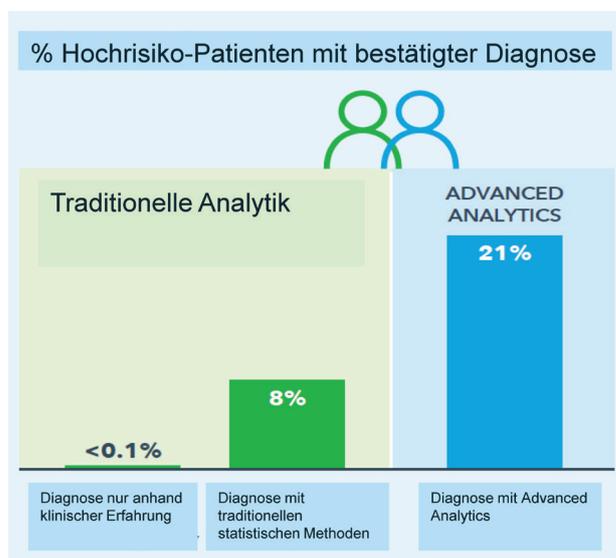
Machbarkeitsstudien („proof of concept“) zeigen im Vorfeld, ob die Herangehensweise bei einem bestimmten Krankheitsbild zum Erfolg führt. In erster Linie werden dazu qualitativ hochwertige Daten, aber auch ein tiefe medizinische Kompetenz benötigt, die die Entwicklung geeigneter Algorithmen unterstützt.

Im Rahmen eines Projekts testete IQVIA das Verfahren bei einer selten auftretenden Systemerkrankung, bei der sich Tumore in Haut, Niere, Ge-

hirn, Herz, Augen oder Lunge entwickeln können (Abb. 5). Basis sind rund 5,5 Mio. Datensätze aus der Primär- und Sekundärversorgung. Die Prävalenz der bestätigten Fälle in der Kontrollgruppe war nur 0,07 %. Die klassische statistische Methode war in der Lage, eine Hochrisikogruppe zu identifizieren, bei der die Prävalenz der bestätigten Fälle 8 % betrug. Mit Advanced Analytics und Machine Learning verbesserte sich die Vorhersagegenauigkeit stark. Die Prävalenz lag bei 21 %. Dies stellt eine enorme Verbesserung gegenüber herkömmlichen Methoden dar. Ärzten können somit sehr präzise Screening-Tools zur Verfügung gestellt werden.

Der Mehrwert von Advanced Analytics zeigt sich außerdem bei Erkrankungen mit hohen Fallzahlen bzw. mit hohem Leidensdruck. Etwa zwei Drittel der Menschen über 65 Jahren leiden an einer Arthrose unterschiedlicher Ursache. Die Erkrankung kann u. a. aufgrund biomechanischer Belastungen durch ein hohes Körpergewicht entstehen. Stoffwechselbedingte Ablagerungen führen über inflammatorische Reaktionen ebenfalls zur Arthrose. Und nicht zuletzt lösen Traumata den

■ **Abbildung 5**



Quelle: Minarich G, Nickum C, Rigg J, Yuan Y: White paper: Enhancing commercial insight in healthcare through advanced analytics. IQVIA, 2018. Online verfügbar unter: www.iqvia.com/library/white-papers/enhancing-commercial-insight-in-healthcare-through-advanced-analytics

Advanced Analytics für die verbesserte Diagnose einer Systemerkrankung (Fallbeispiel).

bekanntem Gelenkverschleiß aus. Das Problem daran: Eine Arthrose verläuft über Jahre hinweg symptomlos. Später treten unter Belastung Schmerzen auf. Nur wenige Patienten achten darauf. Mit zunehmender Krankheitsprogression gehen körpereigene Strukturen im Gelenk unwiederbringlich verloren. Schließlich bleibt nur noch die Endoprothetik, sprich der Gelenkersatz, als Option.

Mit Advanced Analytics ist es genauer als mit traditionellen Methoden möglich, vorherzusagen, bei welchen Patienten es besonders schnell zur Progression ihrer Erkrankung kommt. Patienten mit den entsprechenden Merkmalen können als Zielgruppe für die Entwicklung und den Einsatz krankheitsmodifizierender Therapien in Betracht gezogen werden. Basis für die Analysen sind elektronische Daten aus Arztpraxen, die bis zu 10 Jahre zurückreichen. Aus mehr als 2 500 Arztpraxen in Deutschland werden anonymisierte Informationen zur Verfügung gestellt.

Chronische lymphatische Leukämie (CLL): Abwarten oder behandeln?

Therapieentscheidungen spielen bei Krebserkrankungen ebenfalls eine große Rolle, wie folgendes Fallbeispiel zeigt (Abb. 6). Die chronische lymphatische Leukämie (CLL) tritt mit einer Inzidenz von 4 Fällen pro 100 000 Einwohner auf. Es handelt sich um eine typische Alterserkrankung mit Erstdiagnose zwischen 70 bis 75 Jahren im Median. Es kommt zur Vermehrung reifer, aber funktionsloser B-Lymphozyten. Oft handelt es sich um einen Zufallsbefund aus dem Blutbild, da typische Symptome fehlen. Bei einer langsam verlaufenden Erkrankung liegt die Lebenserwartung bei 10 Jahren oder mehr. Die Behandlung orientiert sich nicht nur am Krankheitsstadium, sondern auch am Allgemeinzustand des Patienten.

Vielleicht entscheidet sich der Arzt, abzuwarten und den weiteren Verlauf zu beobachten, aber keine Therapie einzuleiten („watchful

waiting“). Alte Patienten mit geringer Tendenz zur Progression profitieren nicht unbedingt von belastenden Therapien. Ergebnisse aus Advanced Analytics helfen Medizinern, zu erkennen, ob mit einer raschen Progression zu rechnen ist. Dann beginnt die leitliniengerechte Therapie deutlich früher als bei Personen ohne Risikofaktoren.

COPD: Das Risiko einer Hospitalisierung erkennen

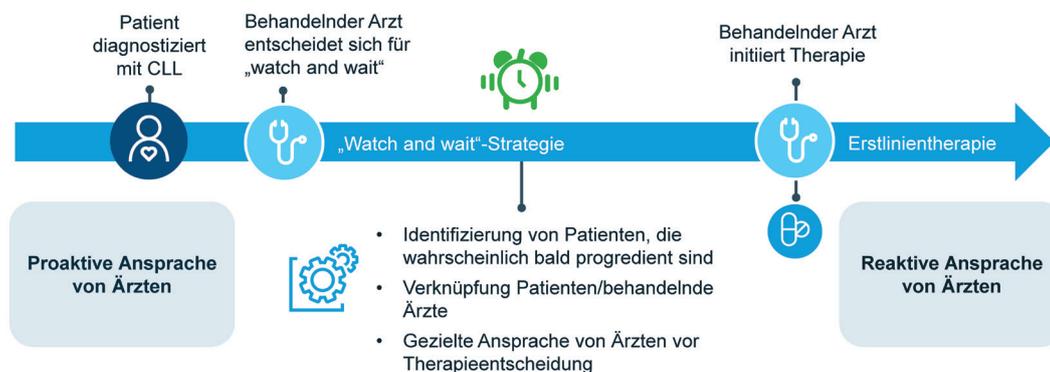
Solche Risikoabwägungen sind auch bei der chronisch-obstruktiven Lungenerkrankung (chronic obstructive pulmonary disease, COPD) von Bedeutung. Exazerbationen kommen häufig vor und stehen mit Hospitalisierungen in Verbindung. Sie sind ein Risikofaktor für Patienten und gleichzeitig auch ein Kostenfaktor für das Gesundheitssystem. IQVIA hat deshalb Alert-Tools entwickelt, um das individuelle Risiko einer Exazerbation vorauszusagen. Basis waren elektronische Krankenakten aus 52 Zentren der Primärversorgung. Alle Daten wurden mit nationalen Patientenregistern verknüpft. Per Machine Learning identifizierten Forscher unterschiedliche Prädiktoren, etwa eine Herzinsuffizienz, langwirksame Anticholinergika (LAMA), Steroide, Antibiotika, kurzwirksame Anticholinergika (SAMA) sowie kurzwirksame Beta-2-Sympathomimetika (SABA). Dies entsprach einer Steigerung der Vorhersagegenauigkeit gegenüber bislang in der wissenschaftlichen Literatur veröffentlichten Risiko-Scores.

Verschreibungen von Biologicals hochpräzise in spezifischen Patientenpopulationen messen

Von der Diagnostik zur Therapie: Biopharmazeutika haben die Behandlung zahlreicher Erkrankungen revolutioniert, gehören aber auch zu den hochpreisigen Phar-

■ Abbildung 6

Fallbeispiel: Identifizierung von relevanten Ärzten für gezielte Ansprache VOR Therapieentscheidung



Die Vorhersage einer Progression kann bei der gezielten Ansprache von behandelnden Ärzten unterstützen.

maka. Im Bereich der Autoimmunerkrankungen oder der Immunologie werden zunehmend Multi-Indikationsprodukte eingesetzt. Die Herausforderung für Pharma-Manager ist es, Verschreibungen ihrer Produkte differenziert nach den unterschiedlichen Indikationen (oder Patienten-Subpopulationen) zu messen, da auf Rezepten die Diagnose/Indikation nicht spezifiziert ist. Auch hier kommen neuartige Algorithmen erfolgreich zum Einsatz, die über das Prinzip der Mustererkennung in longitudinalen Patientenhistorien Diagnosen „vorhersagen“ können, und somit den gewünschten Indikationssplit ermöglichen. Life-Science-Unternehmen gewinnen somit ein besseres Verständnis der Produktverschreibungen in den relevanten Indikationen.

Limitationen

Trotz großer Fortschritte im Bereich der künstlichen Intelligenz, insbesondere in der Versorgungsforschung und Kommerzialisierung, müssen auch Limitationen betrachtet werden.

■ Daten

Eine unabdingbare Voraussetzung für den Einsatz von Advanced Ana-

lytics im Allgemeinen und künstlicher Intelligenz im Besonderen ist der Zugang zu ausreichend qualitativ geeigneten Daten. Die Digitalisierung im Gesundheitswesen schreitet schnell voran, sodass perspektivisch immer mehr geeignete Datensätze zur Verfügung stehen werden. Dennoch ist es zunehmend wichtig, auch neue geeignete Datenquellen zu erschließen (z. B. bildgebende und funktionale Diagnostik, genetische Daten etc.).

■ Datenschutz

Allerdings muss Datenschutzregelungen Rechnung getragen werden, und diese variieren mitunter stark zwischen den Ländern und Regionen. Neue Technologien stehen zur Verfügung, um relevante medizinische Datensätze zu erzeugen und zu prozessieren. Datenschutz muss immer weit oben stehen auf der Agenda aller Akteure im Gesundheitswesen, aber mit dem Einsatz der richtigen Expertise und Technologien ist diese Herausforderung kontrollierbar.

■ Regulierung

Eine weitere Hürde wird die Regulierung und Marktzulassung prädiktiver Algorithmen in klinischen „decision support systems“ sein, wobei die rechtlichen Rahmenbedingungen noch entstehen. Auch Fragen

der Haftung und des Patentschutzes müssen geklärt werden.

■ Kooperation

Eine weitere Herausforderung ist die Kooperation der verschiedenen Akteure im Gesundheitswesen: Es wird z. B. notwendig sein, auf künstlicher Intelligenz basierende prädiktive Decision-Support-Systeme in die Arztpraxis- bzw. Krankenhaussoftware zu implementieren, damit nicht diagnostizierte Patienten effektiv identifiziert werden können. Hierzu Bedarf es etwa einer Kooperation mit IT-Herstellern.

■ Dateninhärente Limitationen

Während die o. g. Limitationen durch entsprechende technische und regulatorische Maßnahmen lösbar sind, müssen – wie auch in anderen Industrien – grundsätzlichere methodische Herausforderungen gelöst werden. Ein Algorithmus wird immer einen Bias hinsichtlich der Datensätze, auf denen er trainiert wurde, haben. Wie in klinischen Studien auch, wird eine untersuchte Patientenpopulation sich von der Real-World-Population unter „Alltagsbedingungen“ unterscheiden. Hier wird es notwendig sein, tiefe medizinische und epidemiologische Expertise einzubinden, um sichere und präzise Algorithmen zu erzeugen.

Fazit und Handlungsempfehlungen für die pharmazeutische Industrie

Zweifellos findet derzeit eine Revolution im Bereich Advanced Analytics in Life Sciences statt. Die Explosion der verfügbaren Datenmengen gepaart mit neuen analytischen Methoden, v. a. im Bereich der künstlichen Intelligenz, werden die medizinische Forschung und Entwicklung sowie die Versorgungsforschung und Kommerzialisierung grundlegend verändern und verbessern. Pharmazeutische Unternehmer sollten daher frühzeitig ihre Strategie definieren, wie sie die Chancen von Advanced Analytics für sich nutzen wollen, z. B. durch:

- Aufbau eigener Kompetenzen und/oder durch Partnerschaften mit Dienstleistern im stark wachsenden Feld von „Human Data

Science“ und anderen Akteuren im Gesundheitswesen

- Strategische Investitionen in geeignete (Real-World-)Datensätze sowie Kooperationen zur Sicherung des längerfristigen Zugangs zu solchen Datensätzen
- Priorisierung der wichtigsten Fragen in der Versorgungsforschung und Kommerzialisierung (z. B. welche Patienten-Subpopulationen sind von besonderem Interesse? Welche Patienten werden am ehesten progredient? Welche Patienten könnten vom Einschluss in klinische Studien profitieren, wie kann der Marketing-Mix in real-time optimiert werden?)
- konsequentes Adressieren der priorisierten Fragen – bei gleichzeitigem Aufbau von Erfahrungen und Kompetenzen, um künstliche Intelligenz im eigenen Unternehmen zu skalieren

WEITERFÜHRENDE LITERATUR

Minarich G, Nickum C, Rigg J, Yuan Y: White paper: Enhancing commercial insight in healthcare through advanced analytics. IQVIA, 2018. www.iqvia.com/library/white-papers/enhancing-commercial-insight-in-healthcare-through-advanced-analytics

Yuan Y, Wartenberg F, Wolk A, Ilgin Y: White paper: Using AI & machine learning to drive commercial success in the EU. IQVIA, 2018.

Yuan Y, Zhao E: White paper: Leveraging artificial intelligence and machine learning to drive commercial success. IQVIA, 2018. <https://www.iqvia.com/library/white-papers/leveraging-artificial-intelligence-and-machine-learning-to-drive-commercial-success>

Korrespondenz:

Dr. Matthäus Rimpler
IQVIA Commercial GmbH & Co. OHG
Unterschweinstiege 2–14
60549 Frankfurt/Main (Germany)
e-mail: Matthaeus.rimpler@iqvia.com