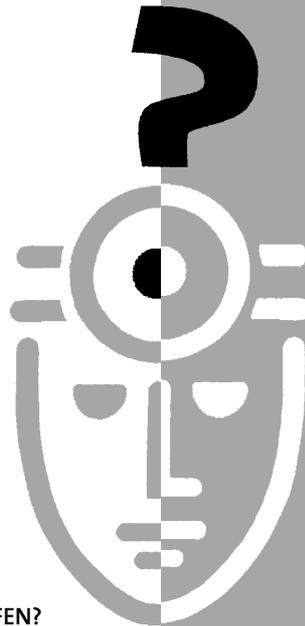


MACHT HALB WISSEN KLUG

Von Anja Dieckmann
und Gerd Gigerenzer

IST MEHR INFORMATION
IMMER BESSER?

ODER IST ES MÖGLICH,
MIT BEGRENZTEM
WISSEN UND EINFACHEN
ENTSCHEIDUNGSREGELN
(HEURISTIKEN) BESSERE
ENTSCHEIDUNGEN ZU TREFFEN?



DASS DAS IGNORIEREN VON INFORMATION OFT KEINEN SCHADEN VERURSACHT, MAG JA NOCH EINLEUCHTEN. DIE BEHAUPTUNG, DASS HALBWISSEN ZU BESSEREN ENTSCHEIDUNGEN FÜHREN KANN ALS EINE AUFWÄNDIGE INTEGRATION EINER VIELZAHL AN INFORMATIONEN SCHEINT DAGEGEN SEHR GEWAGT. DIE AUTOREN LEITEN ANHAND VON BEISPIELEN AUS DER ENTSCHEIDUNGSFORSCHUNG HER, DASS GENAU DIES DER FALL SEIN KANN. GERADE IN DER MEDIZIN IST ES SINNVOLL, ENTSCHEIDUNGEN ANHAND VEREINFACHENDER HEURISTIKEN ZU TREFFEN. SIE MÜSSEN NICHT SCHLECHTER SEIN ALS SOLCHE, DENEN KOMPLIZIERTE RECHENMODELLE ZUGRUNDE LIEGEN.

HALB wissen kann zum Erfolg führen. Das kann man in jedem Fußballspiel beobachten. Die „Blickheuristik“, von der hier die Rede ist, wurde zwar zunächst bei Cricketspielern untersucht; sie ist aber auch eine gute Strategie im Fußball, um bei einem Eckball in Richtung Strafraum den Ball für einen gezielten Kopfstoß zu treffen.

Geworfene Bälle haben parabolische Flugbahnen. Es gibt viele Einflussfaktoren auf die Flugbahn eines Balles. Um die richtige Parabel auszurechnen, müsste ein Spieler die Entfernung des Abwurfpunktes, die Geschwindigkeit des

Balls sowie den Abwurfwinkel messen. Hinzu kommt, dass eine Parabel eine Idealbeschreibung der Flugbahn darstellt – in der Realität (z.B. im Freien) müssten zusätzliche Faktoren wie Windrichtung und -geschwindigkeit berücksichtigt werden.

Ein solches Vorgehen übersteigt die geistigen Fähigkeiten bei weitem. Allerdings sind Menschen, insbesondere geübte Ballspieler, recht gut im Fangen von Bällen. Wie schaffen sie das? Studien haben mehrere Heuristiken aufgedeckt. Eine davon ist die Blickheuristik (siehe Abbildung 1). Wenn ein Ball von oben auf einen Spieler zukommt, fixiert

er ihn und fängt an zu laufen. Die Laufgeschwindigkeit wird so angepasst, dass der Blickwinkel zwischen Auge und Ball zur Ebene konstant bleibt. Eine einzige Variable, der Blickwinkel, beinhaltet alle relevanten Informationen.

Eine genaue Vorhersage des Landepunktes ist also gar nicht notwendig, das Entscheidende ist, an der richtigen Stelle zu sein, wenn der Ball landet. Das Ignorieren von vorhandenen Informationen (Fluggeschwindigkeit, Abwurfwinkel, Windrichtung) muss nicht zu schlechteren Leistungen führen. Im Gegenteil, eine explizite Berücksichtigung aller Informationen würde wohl kaum zum erwünschten Ergebnis führen. Aber auch bei Wissensfragen kann weniger mehr sein. Stellen Sie sich vor, Sie sind als Kandidat im Fernsehquiz „Wer wird Millionär“ bei der letzten Frage angekommen, und sollen angeben, welche von vier US-amerikanischen Städten die meisten Einwohner hat. Dafür haben Sie Ihren letzten, den 50:50 Joker eingesetzt, und stehen nun vor den Alternativen San Diego und San Antonio. Geographie ist nicht gerade Ihr Spezialgebiet und Sie geraten ins Schwitzen. Sie haben noch nie von San Antonio gehört. San Diego kennen Sie dem Namen nach, mehr wissen Sie aber nicht über diese Stadt. Aber würde ihnen mehr Wissen bei der Beantwortung der Frage nützen? Nicht wenn es nach einer Studie von Goldstein und Gigerenzer geht. Auf die Frage „Welche Stadt hat mehr Einwohner: San Diego oder San Antonio?“ gaben 62 Prozent der befragten amerikanischen Studenten die korrekte Antwort, San Diego. Von den deutschen Studenten, die viel weniger über amerikanische Städte wussten, gab jeder die korrekte Antwort.

Wie kann das möglich sein? Vielleicht hatten die amerikanischen Studenten zu viel gewusst, und konnten daher die Rekognitionsheuristik nicht anwenden. Diese Heuristik empfiehlt folgendes Vorgehen: Wenn von zwei Objekten eines wiedererkannt wird und das andere nicht, dann ziehe den Schluss, dass das wiedererkannte Objekt den höheren Kriteriumswert hat. Da die meisten amerikanischen Studenten sowohl von San

Diego als auch von San Antonio gehört hatten, waren sie für die Anwendung der Rekognitionsheuristik nicht „ignorant“ genug. Dagegen hatten alle deutschen Studenten schon von San Diego, aber viele noch nie von San Antonio gehört. Sie mussten – und konnten – sich daher auf ihre Wiedererkennung verlassen. Die Rekognitionsheuristik ist also nicht nur in der Lage, bei unvollständigem Wissen zu arbeiten, sie ist sogar auf ein gesundes Maß an Ignoranz angewiesen. Wann immer Rekognition mit einem Kriterium korreliert ist, kann das „Nicht-Kennen“ einer von zwei vorgegebenen Alternativen von Vorteil sein.

WAS GENAU

SIND „EINFACHE HEURISTIKEN“?

Einfache Heuristiken, wie sie von der ABC-Forschungsgruppe in ihrem Buch „Simple Heuristics that make us smart“ untersucht werden, vereinen zwei scheinbar widersprüchliche Eigenschaften: Einfachheit und hohe Genauigkeit. Sie zeichnen sich durch folgende Qualitäten aus:

- ◆ **TRANSPARENZ:** Einfache Heuristiken sind in jedem ihrer einzelnen Schritte transparent und nachvollziehbar beschrieben.
- ◆ **SCHNELLIGKEIT UND EINFACHHEIT:** Die einzelnen Schritte sind schnell und einfach, also ohne mathematisch aufwändige Berechnungen anzuwenden.
- ◆ **FRUGALITÄT:** Einfache Heuristiken sind genügsam. Sie kommen mit einem Bruchteil der möglichen Informationen aus.
- ◆ **ROBUSTHEIT:** Fokussierung auf das Wesentliche macht einfache Heuristiken robuster gegenüber Umweltschwankungen.

Damit sind einfache Heuristiken plausible Modelle für menschliche Entscheidungen, die unter begrenzter Zeit, begrenztem Wissen und begrenzter Verarbeitungskapazität getroffen werden. Aber können auch medizinische Entscheidungen schnell und sparsam sein?

EINFACHE ENTSCHEIDUNGSBÄUME IN DER MEDIZIN

Ein Mann wird mit Blaulicht ins Krankenhaus gefahren. Er klagt über starke Schmerzen in der Brust. Die Ärzte müssen entscheiden, ob der Patient auf die kardiologische Intensivstation eingeliefert werden soll, oder ihm ein reguläres Krankbett zugewiesen wird. Stellen Sie sich vor, dass dabei folgende Hinweise, oder Cues, verwendet werden können:

1. Erhöhtes ST-Segment im EKG.
2. Schmerzen in der Brust als wichtigstes selbstberichtetes Symptom.
3. Herzinfarkt(e) in der Vergangenheit.
4. Einnahme von Nitroglycerin zur Behandlung von Schmerzen in der Brust.
5. Schmerzen in der Brust oder im linken Arm.
6. ST-Segment mit Balken im EKG.
7. T-Wellen mit Scheitelwert oder Einstülpung im EKG.

Diese Informationen können auf unterschiedliche Weise verwendet werden, um zu einer Entscheidung zu gelangen.

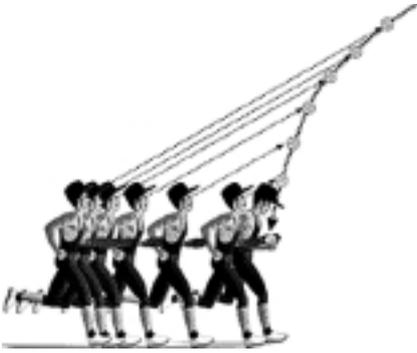


Abb. 1: Illustration der Blickheuristik

Ziel, ein auf logistischer Regression beruhendes Klassifikationsinstrument, das alle sieben Cues als Prädiktoren verwendete, in einem Krankenhaus zu implementieren. Logistische Regressionsmodelle sind statistische Werkzeuge, auf denen viele Expertensysteme in der medizinischen Diagnostik beruhen. Die Studie ergab, dass die Ärzte bei der Benutzung des komplizierten Klassifikationsinstruments schnell die wichtigsten diagnostischen Cues herausfanden. So konnten sie auch ohne die notwendigen Hilfsinstrumente, zum Beispiel einer Tabelle mit den Beta-Gewichten der Regressionsgleichung, ihr Leistungsniveau aufrechterhalten. Dieser Befund inspirierte Green und Mehr zur Konstruktion eines einfachen Entscheidungsbaums. Bei einem einfachen Entscheidungsbaum ermöglicht eine der zwei Cue-Ausprägungen eine Entscheidung hin-

sichtlich des Kriteriums, „kardiologische Intensivstation oder reguläres Krankenbett“. Green und Mehr reduzierten die sieben Cues auf drei Fragen, und schlugen so den Baum aus Abbildung 2 vor.

Wie gut schneidet dieser einfache Entscheidungsbaum ab im Vergleich zu rechnerisch viel aufwändigeren Regressionsmodellen? Im medizinischen Kontext werden die unterschiedlichen Fehlertypen unterschiedlich gewichtet: Am wichtigsten ist die Vermeidung von Versäumnissen, so genannter falsch-negativer Testergebnisse. Daher ist ein Baum einem anderen überlegen, wenn er zu weniger Versäumnissen führt. Ist die Anzahl an Versäumnissen gleich, wird als zweites Kriterium die Anzahl falscher Alarme, also falsch-positiver Testergebnisse, herangezogen. Ein Baum, der weniger falsche Alarme auslöst als ein anderer (bei gleicher Anzahl an Versäumnissen), wird als überlegen gewertet. Es wurde ein logistisches Modell an die Daten von insgesamt 89 Patienten angepasst, das nur auf den drei Prädiktoren beruht, die vom Green-und-Mehr-Baum verwendet werden, und ein Modell, das alle sieben Cues verwendet. Es zeigte sich, dass der einfache Entscheidungsbaum genauso gut ist wie eine logistische Regression maximal sein kann, die auf den gleichen drei Cues beruht. Nur das Regressionsmo-

dell mit sieben Cues zeigt leicht bessere Leistungen. Wie der einfache Entscheidungsbaum erreicht es maximale Sensitivität (keine Versäumnisse), erzielt aber gleichzeitig etwas höhere Spezifität (zwei falsche Alarme weniger). Dieses Ergebnis gilt allerdings nur für die nachträgliche Anpassung an bereits vorliegende Daten, und sagt nichts darüber aus, wie gut die Modelle bei Vorhersagen abschneiden würden, also bei der Generalisierung auf neue Daten. Einfachere Modelle erweisen sich dabei in der Regel als robuster, wie das folgende Beispiel zeigt.

DIE TAKE THE BEST HEURISTIK

Bei der Heuristik Take The Best handelt es sich wiederum um eine Heuristik für die Entscheidung, welche von zwei Alternativen den höheren Wert auf einem Kriterium hat. Die zur Auswahl stehenden Alternativen sind dabei durch eine Reihe binärer Cues beschrieben, die die Werte 0 (Cue vorhanden) oder 1 (Cue nicht vorhanden) annehmen können. Take The Best setzt sich aus drei expliziten Regeln zusammen. Diese Regeln sollen realen Entscheidungsprozessen genüge tun, bei denen meist nicht alle möglichen Informationen vorliegen, sondern erst gesucht werden müssen:

- (1) **SUCHREGEL:** Take The Best sucht Cues in der Reihenfolge ihrer Vorhersagegüte. Interaktionen werden außer Acht gelassen, die optimale Reihenfolge wird nicht bestimmt.
- (2) **STOPPREGEL:** Wenn eine Alternative einen positiven Wert und die andere keinen positiven Wert hat, dann wird die Suche abgebrochen. Hier zeigt sich die Frugalität der Heuristik: Sobald ein einziger Cue gefunden wurde, der zwischen den Alternativen unterscheidet, wird auf das Einholen weiterer Informationen verzichtet.
- (3) **ENTSCHEIDUNGSREGEL:** Take The Best entscheidet sich für die Alternative, auf die der erste diskriminierende Cue hinweist. Eine rechnerisch aufwän-

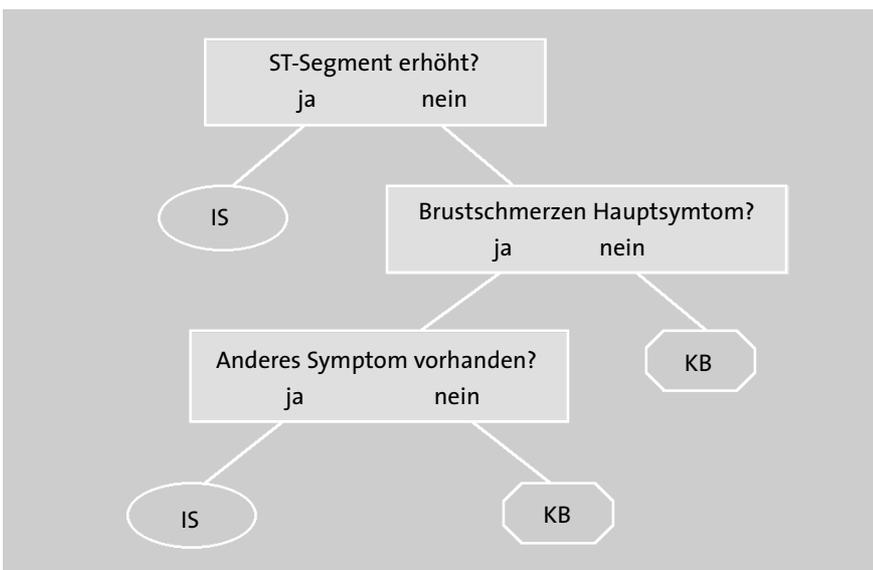


Abb. 2: Entscheidungsbaum von Green und Mehr zur Zuweisung von Patienten zur kardiologischen Intensivstation (IS) oder einem regulären Krankenbett (KB)



dige Gewichtung und Integration aller verfügbaren Informationen wird so vermieden.

Im Vergleich zu mathematischen Vorhersagemodellen, wie zum Beispiel der multiplen Regression, ist Take The Best offensichtlich eine einfache Heuristik. Kann man sich aber auch auf ihre Vorhersagen verlassen? In Computersimulationen mit einer Vielzahl realer Datensätze wurde Take The Best mit rechnerisch aufwändigen Standard-Algorithmen der Statistik verglichen. Obwohl Take The Best weniger als ein Drittel der vorhandenen Information benutzte, erzielte diese einfache Heuristik bei der Generalisierung im Durchschnitt mehr korrekte Vorhersagen als multiple Regression (71 % vs. 68 %). Wie ist es möglich, dass Take The Best häufiger richtig liegt als eine einschlägige statistische Methode, die mehr Informationen berücksichtigt und mehr Berechnungen durchführt?

Ein Grund dafür liegt in der Robustheit von Take The Best, die sich in Situationen mit begrenztem Wissen bezahlt macht, wie etwa bei der Generalisierung auf neue Daten. Nur ein Teil der in einer bestimmten Situation verfügbaren Informationen lässt sich auf eine

neue Situation übertragen. Um gute Entscheidungen unter Unsicherheit treffen zu können, muss man einen Teil der vorhandenen Informationen ignorieren. Die Kunst besteht darin, den Teil zu finden, der sich verallgemeinern lässt. Da Take The Best nur auf den aussagekräftigsten Prädiktor baut, sind die Chancen hoch, dass diese Heuristik die weniger robuste Information ignoriert.

FAZIT

Einfache Heuristiken liegen nicht immer richtig. Post hoc wird man häufig komplexe Modelle aufstellen können, die eine bessere Übereinstimmung mit den vorliegenden Daten aufweisen. Ziel vieler medizinischer Entscheidungen ist aber nicht, möglichst gute Übereinstimmung mit vorhandenen Daten zu erreichen, sondern gute Vorhersagen zu treffen über noch ungewisse Ausgänge. Meist gilt es, möglichst zutreffende Prognosen zu stellen und nicht erst später herauszufinden, welche Behandlung denn die beste gewesen wäre. Dieser Beitrag zeigt, dass in einer Vielzahl von realen Umwelten weniger oft mehr ist. Entscheidend ist, die relevanten, zuverlässigen Informationen herauszufinden. Wenn man sich auf diese Hinweise konzentriert und einen Teil der vorhandenen Informa-

tionen ignoriert, lässt sich oft ein Zugewinn an Robustheit erreichen.

Höhere Robustheit ist nicht der einzige Vorteil einfacher Heuristiken gegenüber komplexeren Modellen. Breiman und Kollegen haben einen sehr effektiven, einfachen Entscheidungsbaum zur Klassifizierung von Personen mit akutem Herzanfall aufgestellt, ähnlich dem in Abbildung 2. Die generelle Reaktion der Ärzte, mit denen die Forscher zusammenarbeiteten, war, dass der einfache Entscheidungsbaum dem natürlichen Problemverständnis entspricht und daher intuitiv einleuchtet. Somit können einfache Strategien von Vorteil sein, um Medizinstudenten Expertenwissen auf eine transparente, leicht im Gedächtnis zu behaltende Weise zu vermitteln. In der Realität müssen Entscheidungen oft mit begrenztem Wissen und in begrenzter Zeit getroffen werden. Das gilt auch für die Medizin, wo schnelles Handeln oft unabdingbar, und die umfassende Ausschöpfung des diagnostischen Instrumentariums oft unmöglich ist. Die Herausforderung liegt darin, passende Entscheidungsstrategien für verschiedene medizinische Probleme zu finden. Die hier zusammengefassten Befunde zeigen: Ein Repertoire an Heuristiken ähnlich einer „adaptiven Werkzeugkiste“ erlaubt gute Entscheidungen in einer Vielzahl von Situationen, ohne überhöhte Anforderungen an den kognitiven Apparat zu stellen.

Literatur in der Internet-Version dieses Beitrags unter www.aerztekammer-berlin.de

Anschrift der Verfasser:
Anja Dieckmann
Prof. Dr. Gerd Gigerenzer
Max-Planck-Institut für
Bildungsforschung
Lentzeallee 94, 14195 Berlin
Telefon: 030/82406-339
E-Mail: dieckmann@mpib-berlin.mpg.de