EINE KURZE EINLEITUNG IN DIE ÄRZTLICHE ENTSCHEIDUNGSFINDUNG

F. C. Bleys und J. G. M. Gerritsma, Utrecht

Für das Studium des ärztlichen Denkprozesses sind neuerdings zwei Ausdrücke besonders aktuell geworden: die Problemlösung (Medical Problem Solving) und die Entscheidungsfindung (Medical Decision Making oder Clinical Decision Analysis). Die Definition dieser Begriffe ist nicht ohne weiteres von herkömmlichen Theorien abzuleiten und die genaue Abgrenzung zwischen den beiden Ausdrücken ist auch noch nicht ganz eindeutig. Die Problemlösung und die Entscheidungsfindung schliessen sich gegenseitig nicht aus, sondern analysieren unterschiedliche Phasen des ärztlichen Denkprozesses und betrachten diese aus grundverschiedenen Blickpunkten.

Ein Beispiel

Eine Diskussion zwischen zwei kanadischen praktischen Ärzten soll das als Beispiel verdeutlichen (6):

Dr. McWhinney: "(...) Jeder praktisch tätige Arzt fängt gleich im ersten Kontakt mit Patienten an, sich Hypothesen zu bilden. Bereits während der Anamnese formulieren wir ständig Hypothesen, wir ändern sie oder ersetzen sie durch andere (...). Während des weiteren Untersuchungsganges, der sowohl die gezielte Anamnese und die körperliche Untersuchung, als die Laboruntersuchungen umfasst, versuche ich Tests zu finden, die meine Hypothesen entweder unterstützen oder widerlegen können(...) Ich wähle vorzugsweise solche Tests, die einen grossen "Nettoerlös" abwerfen, nämlich Tests, mit denen ich gut zwischen zwei Hypothesen unterscheiden kann."

Dr. Morissy: "Ich werde Ihnen das Problem einer 42-jährigen Patientin vorlegen, die seit einem Monat kaum gegessen und mindestens 15 Kilo abgenommen hat. Sie sagt, sie habe jede Tatkraft verloren und klagt über Abgeschlagenheit. Nach dem Essen wird es ihr immer übel, aber sie erbricht sich nie."

Dr. McWhinney: "Bei der Abmagerung denke ich zunächst an drei Krankheitsbilder: 1. Hyperthyreose, 2. Diabetes mellitus, 3. eine maligne Geschwulst. Eine weitere Hypothese aufgrund der Appetitlosigkeit lautet, dass sie an einer Hepatitis leidet (...). Um die letztgenannte Hypothese zu prüfen, möchte ich noch die folgenden Fragen stellen: Hat sich die Farbe des Stuhles oder des Harns geändert? Hat sich die Hautfarbe geändert? Ist ein Kontakt mit einem Gelbsüchtigen nachweisbar? Hat sie eine Injektion bekommen oder eine Bluttransfusion?"

Dr. Morissy: "Die Antwort auf all ihre Fragen lautet: nein. Ich selbst hätte übrigens anders verfahren. Obwohl Sie einige Fragen mit hohem Nettoerlös gestellt haben, haben andere wenig erbracht. Für mich ist es im Moment unwichtig, ob die Patientin eine Injektion oder eine Bluttransfusion bekommen hat. Die Antwort liefert einen Hinweis für die Art der Hepatitis, vorausgesetzt, es sei wirklich eine Hepatitis. Ich muss aber zuallererst wissen, ob sie überhaupt eine Hepatitis hat. Die Tests mit einem hohen Nettoerlös sind deshalb die Fragen nach der Farbe des Stuhles und des Harns."

Problemlösung versus Entscheidungsfindung

In unserem Beispiel personifiziert Dr. McWhinney die Problemlösung, Dr. Morissy die Entscheidungsfindung. Die Problemlösungstheorie geht davon aus, dass die in Frage kommenden Lösungen zuerst ersonnen werden müssen: die Arbeitshypothesen, die vorläufigen und definitiven Diagnosen und zum Schluss eine eventuell einzuleitende Therapie. Die ärztliche Entscheidungsfindung dagegen führt immer zur Wahl zwischen zwei oder mehreren im voraus feststehenden Alternativen.

Die Problemlösungstheorie beschreibt und erklärt das beobachtete ärztliche Verfahren als einen mentalen Vorgang, der für jeden Arzt verschieden sein darf und auch tatsächlich ist (2 , 3).Die Analyse der ärztlichen Entscheidungsfindung versucht die optimale Entscheidung oder Strategie zu finden, wenn zwei oder mehrere Entscheidungen oder Strategien möglich sind; die Entscheidungsfindung ist also ein vorschriftmässiger, stochastischer Prozess.

Ein Kartenspiel

Damit Sie den Unterschied zwischen dem beschreibend-erklärenden und dem präskriptiv-stochastischen Prozess selbst erfahren können, laden wir Sie zu folgendem Kartenspeil mit ihren Kindern ein: Aus zwei Stöcke machen Sie ein Spiel mit jeweils drei roten Karten und einer schwarzen. Die Karten werden gemischt und das Spiel beginnt. Es geht darum, zu erraten, ob beim Abnehmen eine rote oder eine schwarze Karte obenauf liegt; jeder darf reihum zehnmal hintereinander ziehen (7).

Man kann voraussagen, dass die Kinder mit einem intuitiven Wahrscheinlichkeitsgefühl von drei rot zu eins schwarz raten werden. Nachdem jedes Kind zehnmal geraten hat, sind Sie an der Reihe, aber Sie müssen eine andere Strategie nehmen: Sie wählen stets rot. Dadurch machen Sie die Wahrscheinlichkeit, eine falsche Voraussage zu machen, statistisch so klein wie möglich und damit werden Sie das Spiel wahrscheinlich gewinnen (und als Spielverderber angeprangert werden!). Sie haben nach den Regeln der Entscheidungsfindung gespielt.

Am Beispiel mit den Karten werden die Voraussetzungen klar, die die Entscheidungsfindung überhaupt möglich machen. Zuallererst muss das Problem genau definiert sein und weiterhin müssen alle alternativen Lösungen und deren Konsequenzen bekannt sein und zwar im quantitativen Sinn (8). Sie hatten nicht nur eine Ahnung, auf welche Weise Sie gewinnen könnten, sondern Sie wussten ganz genau, Sie hatten bei jeder Wahl einer Karte eine Chance von drei zu eins, den Zug zu gewinnen. Die Entscheidungsfindung ist also nicht imstande, dem Arzt aus heiterem Himmel eine Diagnose zu überreichen, aber sie kann ihm helfen, auf die richtige Spur zu kommen bei der Bewertung seiner Hypothesen(4)

<u>Ein medizinisches Beispiel</u>

Ein medizinisches Beispiel(1):Albert Bäcker, 61 Jahre alt, leidet seit vier bis fünf Monaten an einem brennenden Gefühl in seinen Füssen und stolpert nachts öfters. Seine Zunge ist glatt und gerötet. Die Milchsäuredehydrogenase im Blut ist erhöht. Das Hämoglobin beträgt 6,6 mmol/l (10,6 g%).

Sein Arzt denkt sofort an eine perniziöse Anämie. Die Frage erhebt sich nun, in welchem Masse die Bestimmung des Vitamin B_{12} der Diagnose eine grössere Wahrscheinlichkeit geben kann. Aus dem Gesichtspunkt der Analyse des ärztlichen Verfahrens ist der Arzt damit an der Grenze zwischen der Problemlösung und der Entscheidungsfindung angelangt, was deutlich illustriert, dass die Problemlösung und die Entscheidungsfindung einander ergänzen können.

Wie bereits erwähnt, muss der Arzt jetzt, um die Entscheidungsfindung erfolgreich durchführen zu können, das Problem quantitativ definieren. Der erste Schritt ist, dass er die Wahrscheinlichkeit bestimmt oder schätzt, aufgrund derer, dieser Patient, ohne weitere Tests, perniziöse Anämie hat (die <u>a priori Chance</u>). Dieser erste Schritt, der zum Beispiel auch bei einem präventiven Bevölkerungsscreening die Bestimmung der Prävalenz der gesuchten Krankheit sein kann, wird manchmal unterlassen, was eine falsche Entscheidungsfindung zur Folge hat (5).

Der Arzt taxiert die Chance, dass Albert Bäcker aufgrund dessen, was er bereits von ihm weiss, perniziöse Anämie hat, auf 80% (0,8).

<u>Bäume zeichnen</u>

Ein Test gibt niemals hunderprozentige Sicherheit, da er <u>falsch-positive</u> (false positive) und <u>falsch-negative</u> (false negative) Befunde ergeben kann (positive Resultate ohne Krankheit, beziehungsweise negative Resultate bei Krankheit). Deshalb kann der Arzt die Testergebnisse nur dann richtig beurteilen, wenn er über den Prozentsatz der <u>richtig-positiven</u> (true positive) und <u>richtig-negativen</u> (true negative) Tests informiert ist (positive Resultate bei Krankheit, beziehungsweise negative Resultate ohne Krankheit).

Für die Bestimmung des Vitamin B_{12} nehmen wir eine richtig-positive Rate von 80% (o,8) an im Falle einer perniziösen Anämie und eine richtig-negative Rate von 85% (0,85). Der Arzt kann jetzt einen sogenannten <u>Wahrscheinlichkeitsbaum</u> (Probability Tree) zeichnen, der so heisst, da er einem verzweigten Winterbaum ähnlich sieht (Fig. 1).

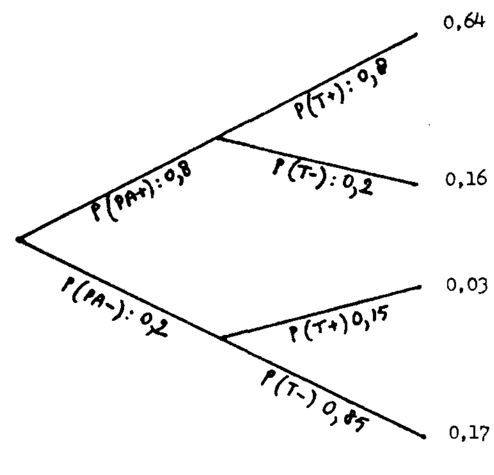

Fig. 1

P: Wahrscheinlichkeit
PA: perniziöse Anämie
T+: positives Testergebnis
T-: negatives Testergebnis

Da es sich hier um zwei von einander unabhängige Wahrscheinlichkeiten handelt (P(PA+)/(PA-), bzw. P(T+/T-)), gilt hier die <u>statischtische Produktregel</u> (Product Rule).

Wahrscheinlichkeitsbäume liegen immer auf der Seite und werden von links nach rechts gezeichnet.

Ein öfters angewandetes Verfahren in der Entscheidungsfindung ist die <u>Baumumstellung</u> (Tree Inversion) (Fig.2)

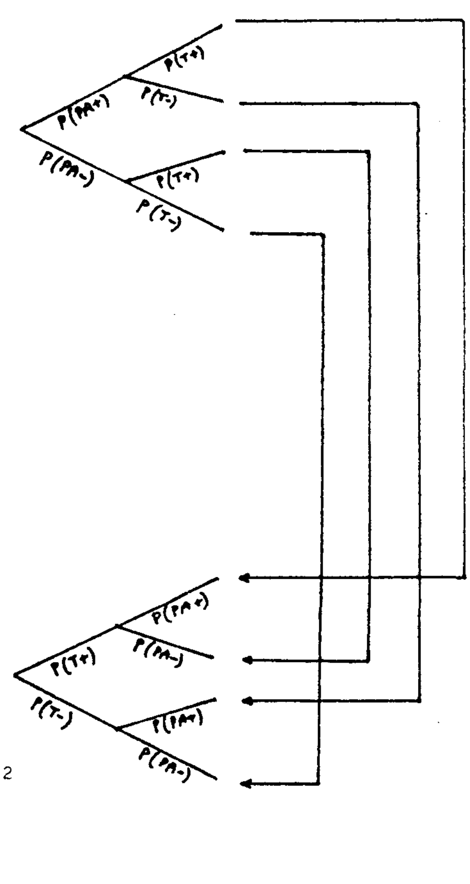

Fig. 2

Der nächste Schritt ist das sogenannte Umfalten (Folding Back), das heisst, wir gehen von den Ergebnissen aus und berechnen, was ein positiver, beziehungsweise negativer Test impliziert. Hierbei soll die statistische Summenregel (Summation Rule) angewendet werden, da es sich um von einander abhängige Wahrscheinlichkeiten (P(T+,PA+), P(T+,PA-), P(T-,PA-), P(T-,PA+)) handelt, dessen Summe eins ergeben muss (Fig. 3).

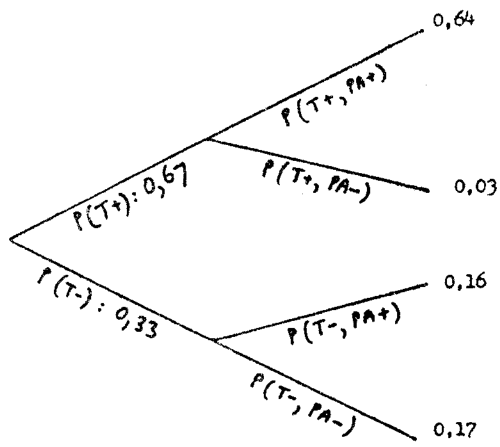

Fig. 3

Dadurch wird die Wahrscheinlichkeit sichtbar gemacht, dass Albert Bäcker eine perniziöse Anämie hat, wenn bei ihm ein erniedrigter Vitamin B_{12}-Gehalt nachgewiesen werden kann. Denn diese Wahrscheinlichkeit lässt sich jetzt kalkulieren:

$$P(T+,PA+): \frac{0,64}{0,67} = 0,955$$

P(T+,PA+) wird auch der positive Voraussagewert (P_v+) (Positive Predictive Value) des Testes für diesen individuellen Patient genannt. Denn wir haben nicht vergessen die a priori Chance mitzuberechnen!

Die ursprüngliche Frage, nämlich inwieweit die Bestimmung des Vitamins B_{12} die Diagnose einer perniziösen Anämie wahrscheinlicher macht, ist quantitativ gelöst: von 0,8 auf 0,955.

Eine Wette

Oberflächlich betrachtet, mag die Zunahme der Wahrscheinlichkeit von 0,8 auf 0,955 nicht gross erscheinen; diese ist jedoch deutlicher sichtbar, wenn man diese Entscheidungsfindung auffasst wie eine Wette, wie beim Kartenspiel mit Ihren Kindern. Dabei wetteten Sie drei zu eins auf rot. Die geignete Formel dafür lautet:

$$\frac{p}{1 - p} .$$

Für Albert Bäcker war die Wette, bevor das Vitamin B_{12} bestimmt worden war:

$$\frac{0,8}{1 - 0,8} = \text{vier zu eins.}$$

Nachdem ein erniedrigtes Vitamin B_{12} gefunden worden war, aber:

$$\frac{0,955}{1 - 0,955} = \text{21 zu eins!}$$

Das Zweimalzwei

Es ist nicht unbedingt nötig Bäume zeichnen zu können! Die Zahlen können auch in eine Vierfelder-(2x2-, Entscheidungs-) Matrix eingeführt werden.

Der Grundmodell einer 2x2-Matrix sieht wie folgt aus (Tafel 1).

	Krankheit +	Krankheit -	
T+	TP	FP	TP + FP
T-	FN	TN	FN + TN
	TP + FN	FP+TN	TP+FP+TN+FN

Tafel 1

T+: positives Testergebnis
T-: negatives Testergebnis
TP: richtig positiv (positives Testergebnis bei Krankheit)
FP: falsch positiv (positives Testergebnis ohne Krankhiet)
TN: richtig negativ (negatives Testergebnis ohne Krrankheit)
FN: falsch negativ (negatives Testergebnis bei Krankheit)

Wenn die Zahlen des Falles Albert Bäckers in eine solche 2x2-Matrix, mit der Kalkulation der a prior Chance, eingetragen werden, ist das Resultat (Tafel 2).

	PA +	PA -	
T+(Vitamin B_{12} erniedrigt)	0,64	0,03	0,67
T-(Vitamin B_{12} normal)	0,16	0,17	0,33
a priori Chance	0,8	0,2	1

Tafel 2

Hieraus kann die Wahrscheinlichkeit eines positiven Testresultats, wenn Albert Bäcker eine perniziöse Anämie hat, abgeleitet werden, sowie die Wahrscheinlichkeit eines negativen Resultats, wenn er nicht an dieser Krankheit leidet:

$$P(T+,PA+): \frac{0,64}{0,67} = 0,955$$

$$P(T-,PA-): \frac{0,17}{0,33} = 0,515$$

P(T+,PA+) ist, wie bereits erwähnt, der positive Voraussagewert (P_v+) , das heisst, der Bruchteil der positiven Testresultate (meistens in einem Prozentsatz ausgedrückt), der mit der Wirklichkeit (der Anwesenheit der Krankheit) übereinstimmt. P(T-,PA-) ist der negative Voraussagewert (P_v-), das heisst der Bruchteil der negativen Testresultate, der mit der Wirklichkeit (der Abwesenheit der Krankheit) übereinstimmt.

Die Voraussagewerte sind nicht nur eine Funktion der Eigenschaften des Tests, sondern auch der a priori Chance. Die Voraussagewerte für die Bestimmung des Vitamins B_{12} sind Albert Bäcker infolgedessen nach Mass geschnitten worden. Würde man mittels der Bestimmung des Vitamins B_{12} die ganze Bevölkerung auf das Bestehen einer perniziöse Anämie untersuchen wollen, so gilt eine andere a priori Chance und erhält man andere Voraussagewerte.

Bayes

Im Grunde haben wir bei der Anfertigung einer 2x2-Matrix für den Fall Albert Bäckers implizit bereits das Theorem von Bayes angewandt. Das Theorem von Bayes kann aber auch algebraisch ausgedrückt werden. Um das deutlich zu machen, kommen wir zuerst auf einige Eigenschaften des Testes selbst zurück.

Die Sensitivität (Sensitivity) eines Testes ist die Chance, dass bei Anwesenheit der Krankheit der Test ein positives Resultat ergibt; auf eine Formel gebracht:

$$S_e: \quad \frac{TP}{TP + FN}$$

Die Spezifizität (Specificity) eines Testes ist die Chance, dass bei Abwesenheit der Krankheit der Test ein negatives Resultat ergibt; auf eine Formel gebracht:

$$S_p: \quad \frac{TN}{TN + FP}$$

Wenn die Bestimmung des Vitamins B_{12} eingetragen wird:

$$S_e: \quad \frac{0,64}{0,64+0,16} = 0,8 \qquad \text{und}$$

$$S_p: \quad \frac{0,17}{0,17+0,03} = 0,85$$

Infolge des Theorems von Bayes ist:

$$P_v+: \quad \frac{S_e \text{ x die a priori Chance}}{(S_e \text{ x die apriori Chance}) + (1-S_p) \text{x} (1\text{-die a priori Chance})}$$

$$P_v-: \quad \frac{S_p \text{x} (1 - \text{die a priori Chance})}{S_p \text{x} (1\text{-die a priori Chance}) + (1-S_e) \text{X die a priori Chance}}$$

Für Albert Bäcker also:

$$P_v+: \quad \frac{0,8 \text{x} 0,8}{(0,8 \text{x} 0,8) + (1-0,85) \text{x} (1-0,8)} = 0,955$$

$$P_v-: \quad \frac{0,85 \text{x} (1-0,8)}{(0,85 \text{x} (1-0,8)) + ((1-0,8) \text{x} 0,8)} = 0,515$$

Drei verschiedene Methoden um dasselbe zu kalkulieren, die Voraussagewerte der Bestimmung des Vitamins B_{12} im Fall Albert Bäckers, sind jetzt demonstriert worden: Der Wahrscheinlichkeitsbaum, die 2x2-Matrix und die Bayes-Formel. Die zuletzt erwähnte Methode macht dem praktisch tätigen Arzt ohne Zweifel die Entscheidungsfindung am wenigsten schmackhaft, da die Formel wenig Einsicht bringt und sehr kompliziert ist.

Vom Wahrscheinlickeitsbaum zum Entscheidungsfindungsbaum

Zurück nach den Bäumen! Bis jetzt haben wir von Wahrscheinlichkeitsbäumen gesprochen. Wenn wir den zuletzt gezeichneten Wahrscheinlichkeitsbaum anlässlich Albert Bäcker noch einmal zeigen, wird sofort klar, dass dieser auch ein Entscheidungsfindungsbaum genannt werden kann, denn er zeigt genau die Chance mit der wir die Diagnose perniziöse Anämie richtig, beziehungsweise nicht stellen, wenn wir diese Krankheitsbestimmung von dem Vitamin B_{12}-Test abhängig machen(Fig. 4).

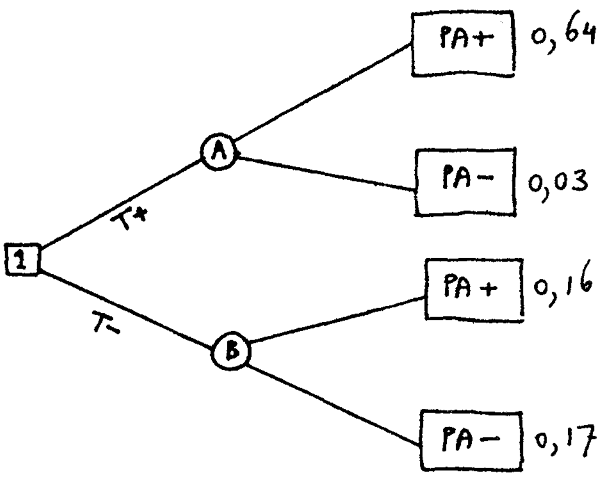

Fig. 4

Er zeigt ebenso gut die Chance, mit der wir die Diagnose perniziöse Anämie richtig, beziehungsweise nicht stellen, wenn wir diese Krankheitsbestimmung nicht von dem Vitamin B_{12}-Test abhängig machen. Mit andern Worten: Diese Entscheidungsfindungsbaum zeigt alle Konsequenzen einer Bestimmung oder aber Unterlassung des Vitamin B_{12}-Tests im Fall Albert Bäckers im voraus. In der alltäglichen Sprache des Arztes auch: Er zeigt alle Gefahren von Unter- und Überdiagnostik.

Beim erneuten Zeichnen des Baumes haben wir einige Elemente hinzugefügt: Kreise und ein Viereck. In der Nomenklatur der Entscheidungsfindung ist ein Viereck ein Entscheidungsknoten, ein Kreis ein Chanceknoten. An einem Entscheidungsknoten muss oder kann der Arzt eine Entscheidung treffen, zum Beispiel das Vitamin B_{12} bestimmen lassen oder nicht, die Ereignisse am Chanceknoten dagegen kann er nicht beeinflussen. Die Entscheidungsknoten werden beziffert, die Chanceknoten erhalten Buchstaben. Die grossen Rahmen enthalten die Endergebnisse der verschiedenen Entscheidungen und Ereignisse.

Der Entscheidungsbaum anlässlich Albert Bäcker war natürlich ganz einfach. Um einen besseren Eindruck zu vermitteln, zeigen wir darum einen verzeigten Baum, den Fall einer 25-jährigen Frau mit einem Knoten in der Brust(5)(Fig. 5).

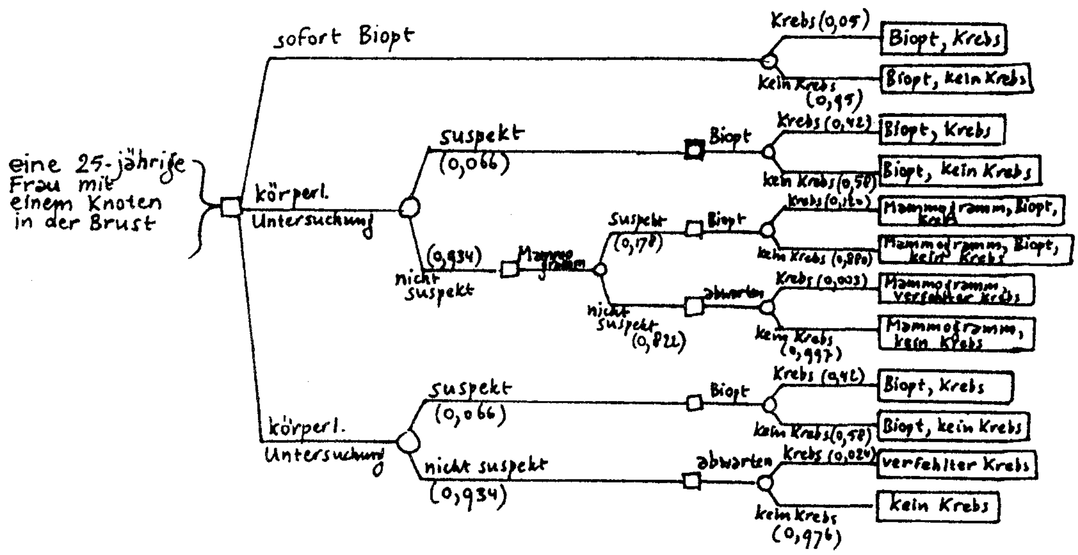

Fig. 5

Literatur

1. College of Human Medicine: Focal Problem: Anemia. Michigan State University, East Lansing, 1983.
2. Elstein,A.S.,L.S.Shulman,S.A.Sprafka: Medical Problem Solving. An Analysis of Clinical Reasoning. Harvard University Press, Cambridge Mass., 1978
3. Gerritsma, J.G.M.,J.A.Smal: De werkwijze van huisarts en internist. Bunge, Utrecht, 1982
4. Gerritsma, J.G.M., J.A.Smal: Besliskunde: een nieuwe loot aan de boom van het medisch onderwijs. Medisch Contact (1984) ir Druck.
5. Knottnerus,J.A.:Principes van besliskunde. In: Groot,J.B. de, Verf.: Kompas voor de huisarts, 1984 in Druck.
6. Morissy,J.R.: An Examination of the Family Physician's Diagnostic Method. The Journal of Family Practice 5 (1977) 455-458
7. Taylor,D.W.: Decision Making and Problem Solving. In: March,J.G.(ed.): Handbook of Organisations, Rand McNally, Chicago, 1965
8. Vlek,C.A.,W.A.Wagenaar:Oordelen en beslissen in onzekerheid. In: Michon,J.A.(red.): Handboek der psychonomie, Van Loghum Slaterus, Deventer, 1976

Wir danken Frau Dr T.L. Kuiper-Hindemith für einige kritischen Bemerkungen und für die Korrektur unseres Deutsch.

Dr. F. C. Bleys und Dr. J. G. M. Gerritsma,
Bijlhouwerstraat 6, NL 3511 ZC Utrecht