
3. EIN NEUES MODELL ÄRZTLICHEN DENKENS UND HANDELNS

3.1 EIN ALLGEMEINES MODELL ERFAHRUNGSGELEITETER PROBLEMLÖSUNG

Für die Rekonstruktion des ärztlichen Denkens und Handelns in einem allgemein gültigen und umfassenden Modell sind, wie die vorausgegangene Darstellung existierender Modelle des ärztlichen Denkens und Handelns gezeigt hat, individuelle Intuition und Introspektion keine ausreichenden Werkzeuge. Eine so komplexe Aufgabe verlangt vielmehr nach einer Methodologie von genügender Allgemeinheit. Nur eine solche Methodologie erlaubt die Einordnung der speziellen medizinischen Problemstellung in die umfassendere Fragestellung, auf welche Weise Wissen und Erfahrung, Lernen und Intuition erfolgreich für die Lösung von Problemen herangezogen werden können. Eine solche allgemeine Methodologie einer von Erfahrung geleiteten und an neuen Beobachtungen überprüfbar Lösung von Problemen stellt das ACCORD-Modell von Petkoff (13-15, 17, 18, 20) zur Verfügung. Das ACCORD-Modell beruht auf Ergebnissen der Lernpsychologie (12) und berücksichtigt gleichzeitig Erkenntnisse der strukturalistischen Wissenschaftstheorie (3, 4).

Lernen bedeutet eine Änderung des Wissens oder Verhaltens durch die Einwirkung der Erfahrung. Nach Kolb und Fry (12) vollzieht sich erfahrungsgelitetes Lernen in einem zyklischen Prozess, der aus vier Phasen besteht. Eine konkrete Beobachtung oder ein konkretes Erlebnis wird zum Gegenstand reflektierender Betrachtung. Reflexion und Abstraktion führen zu Schlußfolgerungen über den Ausschnitt der Wirklichkeit unter Betrachtung.

Diese münden in Handlungen, mit deren Hilfe die Schlußfolgerungen überprüft werden können. Erkennen und Handeln sind untrennbar miteinander verknüpft:

"Nach meiner Ansicht bedeutet ein Objekt zu erkennen nicht, es abzubilden, sondern auf es einzuwirken"(21).¹

Für den Erfolg eines Lernprozesses sind nach diesem Konzept vier verschiedene Fähigkeiten gefordert:

1. die Fähigkeit zum vorurteilsfreien Sammeln von konkreten Beobachtungen und Erfahrungen:
concrete experience.
2. die Fähigkeit zur reflektierenden Betrachtung verschiedener Aspekte der Beobachtung unter verschiedenen Gesichtspunkten:
reflective observation.
3. die Fähigkeit zur Ableitung logisch begründeter abstrakter Schlußfolgerungen:
abstract conceptualisation.
4. die Fähigkeit zur aktiven Erprobung der abgeleiteten Folgerungen durch Einwirken auf die Realität:
active experimentation.

Das von Kolb und Fry vorgestellte Modell des *experiential learning* (ELM) beschreibt den Prozess des Lernens also als einen zyklischen Vorgang aus den vier Einzelschritten Beobachtung, Reflexion, Abstraktion und Erprobung. Zu einem analogen Ergebnis hatte uns die nähere Analyse des Situationskreises geführt. Auch von Guilford (9) wurden vier intellektuelle Operationen, nämlich Kognition, divergente (hypothesenbildende) und konvergente (deduzierende) Produktion sowie Evaluation als grundlegend für kreative Problemlö-

¹ lc p 23

sungen herausgearbeitet.²

Ein rekursiv-iterativer Zyklus der Problemlösung mit vier Komponenten kennzeichnet auch das ACCORD-Modell von Petkoff (Abb. 8).

Der induktiv-deduktive Zyklus der Problemlösung führt im ACCORD-Modell von empirischen Beobachtungen über Hypothesen, "Erklärungen", zu Theorien, "Voraussagen", und von dort aufgrund von Experimenten im weitesten Sinne zu neuen Beobachtungen. Zwischen jeweils zwei benachbarten Komponenten des ACCORD-Modells finden bidirektionale Transaktionen statt, die jeweils Teilschritte der Problemlösung darstellen.

Durch die Einführung mehrerer Ebenen der Abstraktion bzw. Generalisierung geht das ACCORD-Modell über die bisher betrachteten Modelle des ärztlichen Denkens und Handelns hinaus (Abb. 9). Der induktiv-deduktive Zyklus kann auf jeder Ebene der Abstraktion durchlaufen werden. Die Einführung mehrerer Ebenen schafft eine räumliche Ordnungsstruktur, in der die Übergänge zwischen den vier Komponenten eines induktiv-deduktiven Zyklus ergänzt werden durch die Übergänge von einer Ebene der Abstraktion zur anderen, aufwärtsgerichtet im Sinne einer Generalisierung, abwärtsgerichtet im Sinne einer Spezifizierung der zu verarbeitenden Information. Der gemeinsame epistemologische Nenner der so entstandenen "empirischen" Säule des Modells ist ein phänomenologischer Denkstil; die "hypothetische" Säule ist epistemologisch charakterisiert durch probabilistisches Denken. Die "theoretische" Säule findet ihren gemeinsamen

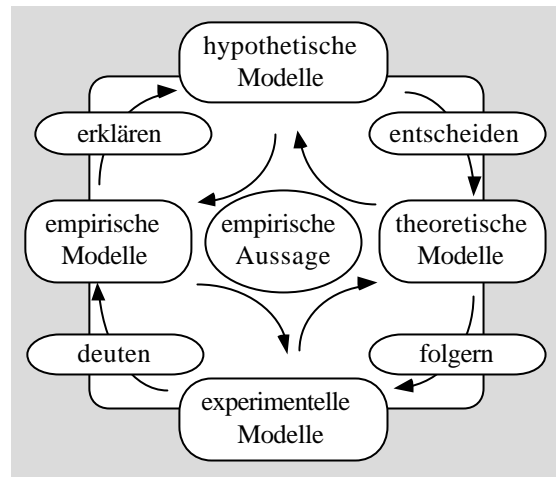


Abb. 8: das ACCORD-Modell von Petkoff (20).
Erklärung im Text.

epistemologischen Nenner im funktionellen Denken und der Verwendung theoretischer Terme. Wertgeleitetes und zielgerichtetes Handeln kennzeichnet schließlich die "experimentelle" Säule des Modells.

Die Komplexität eines Wissensgebietes bzw. der Zweck der Rekonstruktion in einem Modell bestimmen, wieviele Abstraktionsebenen sinnvoll und zweckmässig sind. Für die Mehrzahl der Fragestellungen genügt die Berücksichtigung von drei Ebenen, die von unten nach oben mit den intuitiv verständlichen Bezeichnungen "operative Ebene", "taktische Ebene" und "strategische Ebene" benannt werden (Abb. 9). Auf diese Weise läßt sich das Wissen eines Fachgebietes, einer Domäne, in vier Säulen und auf drei Ebenen wachsender Komplexität anordnen.

Die Einführung mehrerer Abstraktionsebenen trägt einmal der Erkenntnis Rechnung, daß das Wissen eines Gebietes ganz verschiedene Abstraktionsgrade aufweist. Üblicherweise unterscheidet man zwischen prototypischem Wissen ("*know how*") Strukturwissen ("*know that*") und Kontrollwissen ("*know why and when*"). Analoge Ebenen finden sich in der dreidimensionalen Semiotik von Peirce und Morris, die zwischen der syntakti-

² vgl Schopenhauer: Über die vierfache Wurzel des Satzes vom zureichenden Grunde des Erkennens, Seins, Werdens und Handelns bzw. Aristoteles' *causa formalis, materialis, finalis* und *efficiens*.

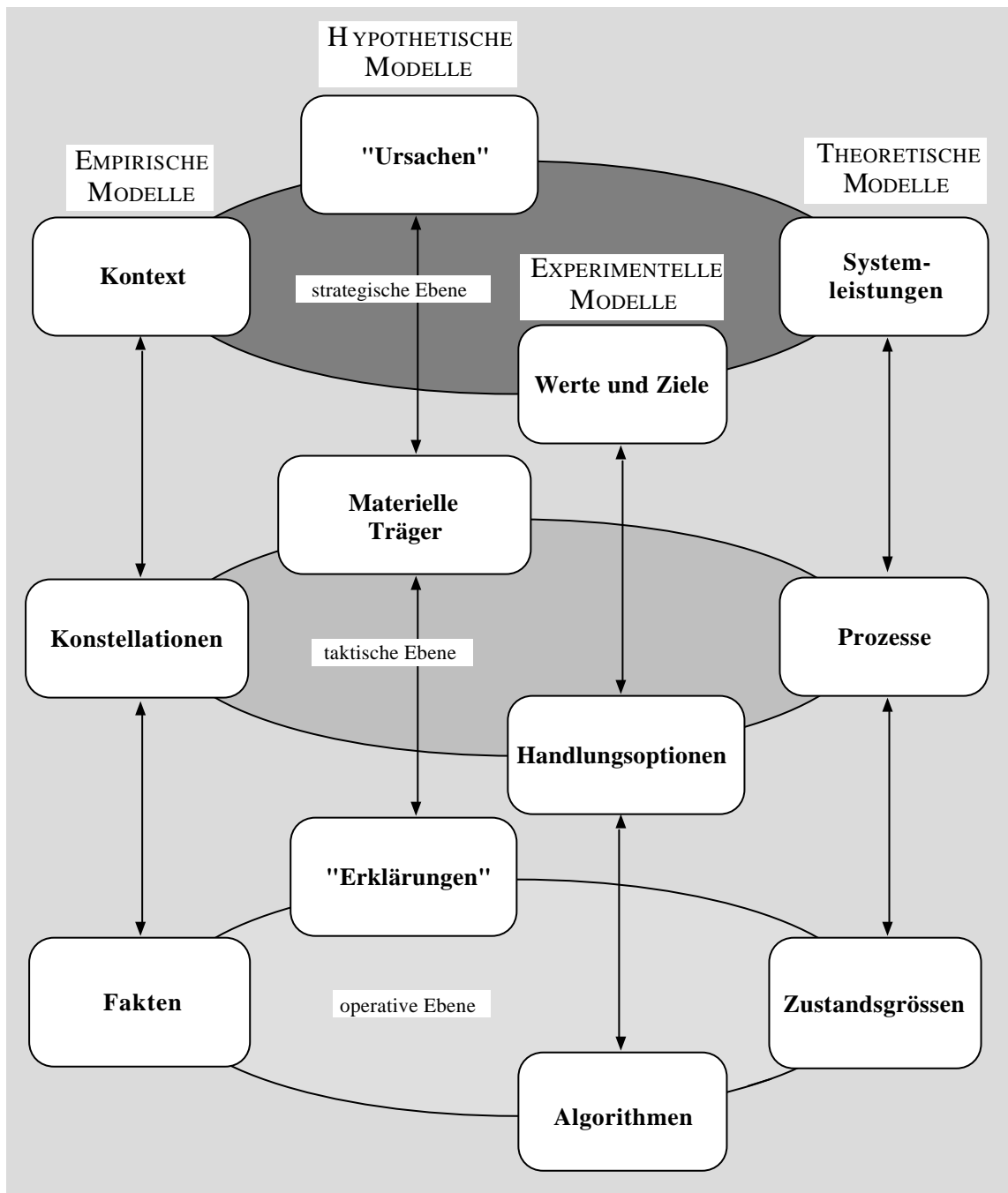


Abb.

9: das 3-dimensionale ACCORD Modell. Erklärung im Text.

schen Ebene des Satzbaues, der semantischen Ebene der Bedeutung und der pragmatischen Ebene des realen Sprachgebrauchs unterscheidet. Die Einführung mehrerer Abstraktionsebenen kann auch dadurch begründet werden, daß im Laufe eines Problemlösungsprozesses nicht selten Meta-Entscheidungen auf einer höheren Ebene getroffen als z.B. die Wahl eines bestimmten Medikamentes. Darüberhinaus erweist sich die Einführung

Betrachtungen oder Meta-Entscheidungen erforderlich sind. Beispielsweise setzt in der Medizin die Entscheidung für eine ganz bestimmte Art der Behandlung logisch die Entscheidung, überhaupt zu intervenieren, voraus.

mehrerer Ebenen nützlich zur Überwindung von Widersprüchen und Sackgassen auf einer unteren Ebene. Durch die Betrachtung des Teilpro-

blems von "höherer" Werte lassen sich häufig solche Widersprüche auflösen. Eine Meta-Ebene der Reflexion war ja auch schon in dem vorgestellten Modell ärztlichen Denkens und Handelns von Stachowiak enthalten.

Das vorgestellte Rahmenwerk des ACCORD-Modells gestattet eine methodisch gelenkte und strukturierte Rekonstruktion eines Wissensgebietes und seiner Problemlösungsstrategien. Für die Modellqualitäten des ACCORD-Modells sprechen auch die unübersehbaren Parallelen des Modells zu zentralen Gedanken der genetischen Erkenntnistheorie von Piaget (21). Aus den Arbeiten Piagets lassen sich Anhaltspunkte dafür gewinnen, wie das Wissen auf den verschiedenen Ebenen des ACCORD-Modells strukturiert sein könnte.

Auf der untersten, operativen Ebene von ACCORD finden die Prozeduren eines Wissensgebietes, ihre Meß- und Verfahrensvorschriften, die Bildung von Kennzahlen und Indizes ihren Platz. Auf der mittleren, taktischen Ebene sind die Gliederungen eines Wissensgebietes, sein Aufbau nach Systemen und Subsystemen anzuordnen. Die oberste, strategische Ebene schließlich beschreibt die "Welt", den "Problemraum" des Wissensgebietes, seine Referenzbereiche und Grenzwerte, die allgemeinen Spielregeln und Werte.

Trotz der augenfälligen Symmetrie des ACCORD-Modells gibt es in ihm keine bevorzugten bzw. "ausgezeichneten" Pfade für die Lösung eines Problems. Sind erst einmal das Wissen eines Fachgebietes und die zugehörigen Querverbindungen mit Hilfe der ACCORD-Methodologie in den einzelnen Komponenten der dreidimensionalen Struktur abgebildet, ist es möglich, zwischen den einzelnen Komponenten des Modells zu

"springen", ohne daß man befürchten muß, den sicheren Boden der bisherigen Erkenntnisse zu verlieren. Die "Landkarte" des ACCORD-Modells ermöglicht Erkundungen und Probehandlungen der Form "was wäre, wenn?" bzw "gesetzt den Fall daß...". Nach jedem Sprung kann die Verträglichkeit dieser Vermutungen mit den bisher gewonnenen Erkenntnissen auf gesicherten Bahnen weiter überprüft werden.

3.2 DIE WISSENSBASIS DES ÄRZTLICHEN DENKENS UND HANDELNS

Die Analogie zwischen dem induktiv-deduktiven Zyklus des ACCORD-Modells und dem Vorgehen des Arztes erschließt sich aus dem folgenden Zitat zwanglos:

"Since every act of clinical management has a sequence of events and intellectual components that are analogous to those of an **experiment**, the fundamental principles of scientific reasoning can still be applied to the activities. To allow this application, however, the investigators must be prepared to adopt two new scientific paradigms that emphasize **prediction** (in addition to **explanation**) as a major goal of science and that allow work with nonexperimental data obtained from natural events and **observations**" (7)

Die fett gesetzten Begriffe decken sich genau mit den vier Schritten des induktiv-deduktiven Zyklus im ACCORD-Modell; diese Methodologie kann damit auf die Medizin Anwendung finden (Abb. 10).

Die "empirische" Säule des ACCORD-Modells beschreibt alles, was mit den natürlichen Sinnen bzw. durch Vermittlung von Werkzeugen und Instrumenten zu beobachten oder zu messen ist. In der Medizin wird aus der Säule der empirischen Modelle die Säule der "**SYMPTOMATOLOGIE**",

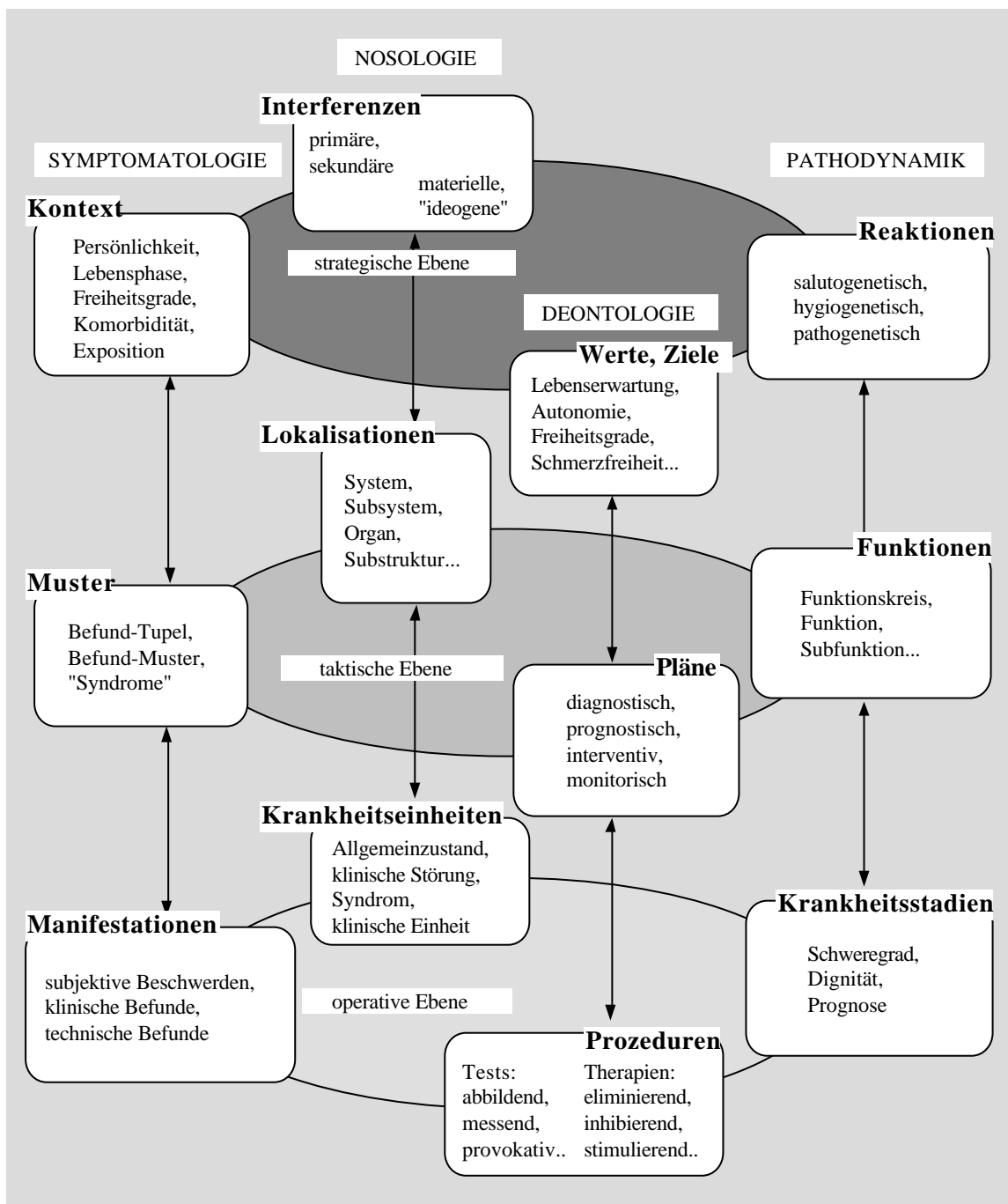


Abb.

10: die Wissensbasis des ärztlichen Denkens und Handelns Erklärung im Text.

der Lehre von den Krankheitserscheinungen. Auf der operativen Ebene umfaßt das symptomatologische Wissen die Beschreibung der einzelnen Krankheitsmanifestationen. Auf der taktischen Ebene der Symptomatologie finden wir die Einzeldaten aggregiert zu Befundkonstellationen oder Mustern. Die strategische Ebene der Symptomatologie repräsentiert das Wissen, welches für die Interpretation der

Einzeldaten den unverzichtbaren Rahmen, den bio-psycho-sozialen Kontext, abgibt. Hierzu zählen die Persönlichkeit, die Lebensgeschichte und die aktuelle Lebensphase des Patienten, seine Komorbidität und allfällige Expositionen gegenüber Gesundheitsrisiken. Die nötigen Informationen zur Etablierung des individuellen bio-psycho-sozialen Kontextes stammen überwiegend aus der Erhebung

einer gründlichen Anamnese. Ohne eingehende Kenntnis der Lebensgeschichte des Patienten und seiner Verflechtung in Mitwelt und Umwelt ist die ärztliche Aufgabe des Heilens, Linderns und Tröstens nicht zu leisten.

Den gemeinsamen epistemologischen Nenner der zweiten Säule, der „**NOSOLOGIE**“, der Lehre von den Krankheitseinheiten, bilden Hypothesen; nützliche Annahmen über die Ursachen und Ursprungsorte von Krankheitserscheinungen. Auf der strategischen Ebene enthalten die nosologischen Modelle die Beschreibung von Interferenzen, d.h. allgemeiner Krankheitsursachen wie Infektion, Tumor, Trauma, psycho-soziale Noxen usw. Die taktische Ebene beinhaltet das Wissen über die Auswirkungen der Interferenzen auf bestimmte Organsysteme und deren Substrukturen, den „Sitz der Krankheit“. Auf der operativen Ebene schließlich finden sich die diagnostischen Differentiale aus verschiedenen Krankheitsentitäten.

Die dritte Säule charakterisiert man am zutreffendsten als "**PATHODYNAMIK**", die Lehre von den Krankheitsprozessen. Sie ist ausgezeichnet durch die Verwendung theoretischer Konzepte wie "Ischämie", "Regression" oder "Krankheitsstadium" und ein Denken in Funktionen. In den strategischen Modellen der Pathodynamik ist im Wesentlichen das Wissen niedergelegt über die gesetzmäßigen salutogenetischen, hygiogenetischen und pathogenetischen Reaktionen des Organismus auf einzelne Krankheitsursachen, z.B. Kompensation, Regeneration, Progression, Abwehr, Verdrängung usw. Die Modelle der taktischen Ebene beschreiben komplementär zu den Organsystemen der Nosologie die

Auswirkungen der Krankheitsprozesse auf verschiedene Funktionskreise und deren Teilfunktionen. Auf der operativen Ebene der Pathodynamik findet sich das Wissen von den Krankheitsstadien und der Prognose. Die Konkretisierung von Stadium und Prognose einer Krankheit ist Voraussetzung für die Ableitung und Begründung von ärztlichen Interventionen.

In der vierten Säule, der Lehre vom wertgeleiteten und zielgerichteten ärztlichen Handeln, „**DEONTOLOGIE**“, ist niedergelegt, welche Handlungen in einer konkreten Situation erlaubt, nützlich und machbar sind. Die Modelle der strategischen Ebene enthalten die allgemeinen Regeln ärztlichen Handelns ("*primum nil nocere*"), sowie die einschlägigen Wertvorstellungen ("Lebensqualität") und individuelle Präferenzen der Patienten, z.B. Schmerzfreiheit oder Lebenserwartung. Auf der taktischen Ebene findet sich eine detaillierte Beschreibung der möglichen diagnostischen und therapeutischen Stufenpläne einschließlich der Beschreibung der ihre Aufstellung und Anwendung lenkenden Regeln, der Indikationen und Kontraindikationen. Die operative Ebene schließlich enthält das Wissen der medizinischen Praxeologie über die schulmäßige Durchführung der einzelnen diagnostischen und therapeutischen Prozeduren. Diagnostik und Therapie sind, wie schon am Situationskreis gezeigt wurde, der gleichen Gruppe von medizinischen Modellen zuzuordnen, beide Aktionstypen münden letztlich in neuen Beobachtungen.

3. 3 DIE TEILSCHRITTE DER PROBLEMLÖSUNG

Nach dieser ersten allgemeinen "Verortung" medizinischer Wissenskom-

plexe im ACCORD-Modell können auch erste allgemeine Gesichtspunkte für die Problemlösungsschritte innerhalb eines Moduls oder beim Übergang von einem Modul zur benachbarten Komponente dargestellt werden.

Wie schon wiederholt betont, besteht die ärztliche Problemlösungsstrategie in der Dekomposition komplexer Fragen in Teilaufgaben und deren Lösung in erster Näherung. Durch Iteration kann dann eine optimierte Lösung des Gesamtproblems angestrebt werden. Im Laufe eines Problemlösungsprozesses wechselt dabei die Betrachtungsweise von

diagnostischen zu prognostischen, interventiven oder monitorischen Fragestellungen und Bewertungen. Sowohl innerhalb als auch zwischen den einzelnen Komponenten des Gesamtmodells kann eine Vielzahl von Teilschritten der ärztlichen Problemlösungsstrategie identifiziert werden (Abb.11). Auch diese Teilschritte sind noch aus mehreren Einzelschritten zusammengesetzt, z.B. die dreifache Bewertung von Krankheitsmanifestationen in technischer, biologischer und nosologischer Sicht.

Für die kleinsten Komponenten einer komplexen Problemlösungsstrategie

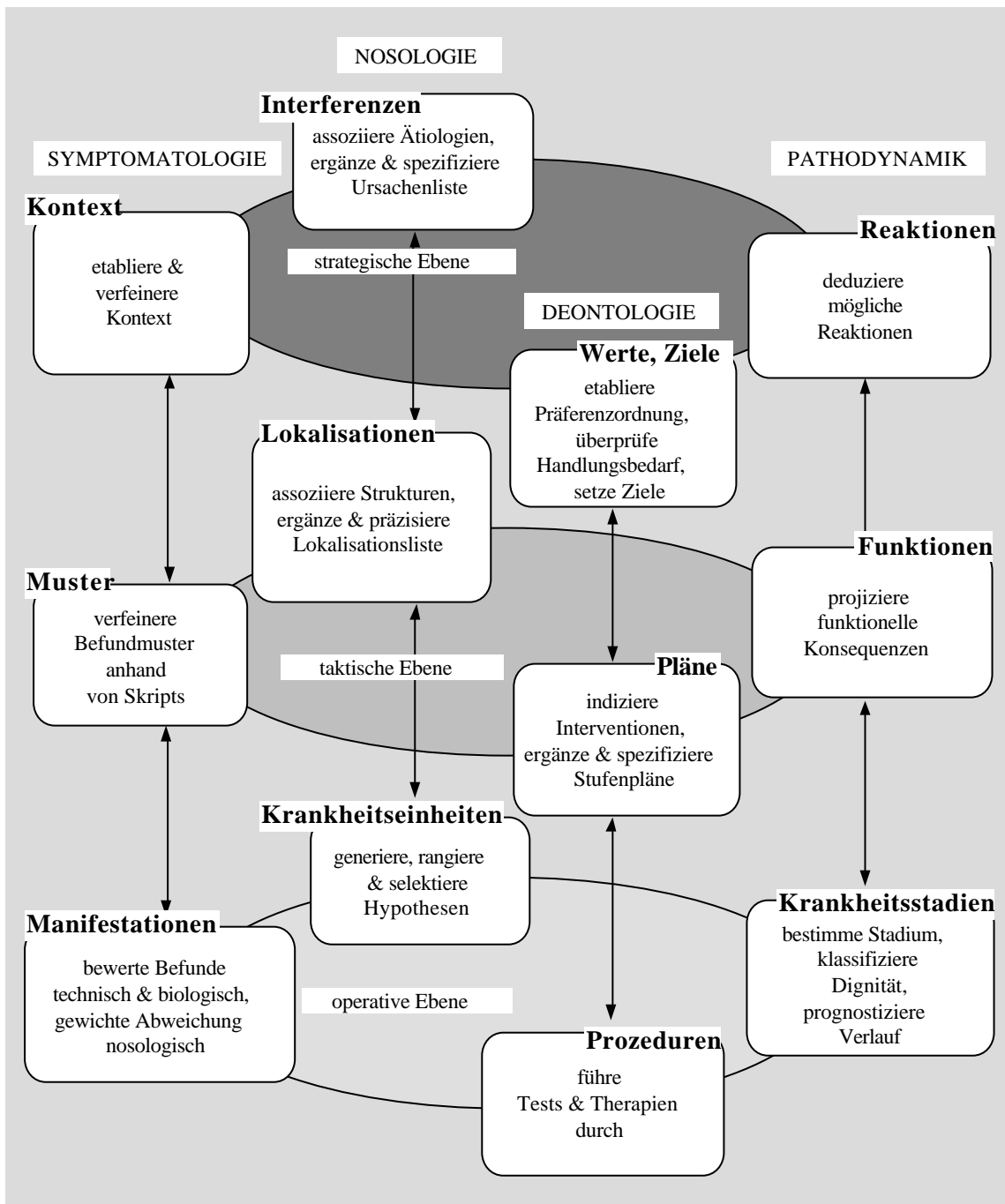


Abb.

11: einige Teilschritte der ärztlichen Problemlösung. Die einzelnen Teilaufgaben setzen sich wieder aus mehreren Lösungsschritten zusammen, zB. beim differentialdiagnostischen, prognostischen oder indikatorischen Dreisatz.

hat Chandrasekaran (5) den Begriff "generic task" eingeführt:

"In summary, the overall theoretical framework we are working with is the idea that there are a number of generic information processes in the mind, each a specific and distinct type of process but generic in the sense that it is useful in the performance of a variety of higher order tasks".

Im vorgestellten Modell ärztlichen

Denkens und Handelns ist die Identifizierung derartiger *generic tasks* weit vorangetrieben. Das Erfassen der Informationen zum bio-psycho-sozialen Kontext mit Hilfe von Eigen- und Fremdanamnese, das Erkennen und Herausarbeiten von "Mustern" bzw. Befundkonstellationen mit Hilfe von "Krankheits-Drehbüchern" und die Bewertung bzw. Gewichtung der Fakten anhand von Kenntnissen über den

diagnostischen Wert der eingesetzten Verfahren sind typische Bausteine der ärztlichen Problemlösungsstrategie im Rahmen der Symptomatologie.

Der Übergang von den direkt beobachtbaren Symptomen und Zeichen der operativen Ebene der Symptomatologie zu den Mustern der taktischen Ebene setzt einen komplexen Vorgang der Selektion und Transformation von Sinnesdaten und technischen Befunden sowie eine typisierende Interpretation voraus. So wird aus blasser Haut "Bleichsucht"; aus livider Haut wird "Blausucht"; aus geschwollenen Knöcheln wird "Wassersucht"; aus Brustschmerzen wird "Angina pectoris". Die erhaltenen Muster können anhand von Drehbüchern, sog. "Skripts", anschließend weiter detailliert werden (vgl. Kap. 4). Bevor ein Symptom oder ein Muster als Krankheitszeichen akzeptiert wird, muß es durch Übergang auf die strategische Ebene in den gültigen individuellen Kontext z.B. "50jähriger, weißer Chemiarbeiter mit langjährigem Diabetes mellitus" gestellt werden. Ist eine Manifestation als "krankhaft" akzeptiert, erfolgt auf der operativen Ebene eine technische und biologische Bewertung der "Fakten" sowie eine nosologische Bewertung nach differentialdiagnostischen, prognostischen oder interventiven Aspekten.

Die Verknüpfung der vorhandenen Informationen über den bio-psycho-sozialen Kontext mit dem Wissen über Prävalenz und Inzidenz von ätiologischen Gruppen z.B. Alter und Neoplasien, Geschlecht und Arteriosklerose, Komorbidität und Sekundärerkrankung etc. und die Erstellung einer nach Prävalenz oder Wahrscheinlichkeit geordneten Liste von ätiologischen, lokalisatorischen oder nosologischen Hypothesen sind typische Teilschritte der Problemlösung im Rah-

men der Nosologie. Der Übergang von den symptomatologischen zu den nosologischen Modellen folgt der Logik der Assoziation bzw. Implikation (z.B. räumliche oder zeitliche Nähe, Ähnlichkeit etc.) nach Gesichtspunkten der Wahrscheinlichkeit. Dabei werden Befunde entweder mit allgemeinen Krankheitsursachen, den Interferenzen der strategischen Ebene, bestimmten Organmanifestationen der taktischen Ebene oder bereits konkreten Verdachtsdiagnosen auf der operativen Ebene verknüpft. Analog zur Gewichtung eines Symptoms erfolgt auf der operativen Ebene der nosologischen Modelle eine Reihung und Spezifizierung des **diagnostischen Differentials** miteinander konkurrierender Arbeitshypothesen nach verschiedenen Gütekriterien (vgl. Kap. 5).

Der Übergang von den nosologischen Modellen zu den pathodynamischen Modellen der strategischen Ebene beruht auf dem deduktiven Schluß aus den gemachten Beobachtungen und den Annahmen über wahrscheinliche Ursachen bzw. Lokalisationen auf eine oder mehrere Reaktionsketten, Resonanzen. Die Deduktion führt zu einer "reduktiven" Erklärung der bisher beobachteten Befunde als Folge von regelhaften Krankheitsprozessen. Auf der operativen Ebene der pathodynamischen Modelle erfolgt eine Gewichtung der **"Stadiums"** bzw. der "Dignität" des Krankheitszustandes ("akut", "fortgeschritten" usw.) anhand der aktuellen Zustandsgrößen. Aus den Reaktionsketten und deren Ausbreitung in den verschiedenen Funktionskreisen und Subfunktionen wird auch der mutmaßliche weitere Verlauf deduktiv prognostiziert. Gewichtung und mutmaßliche Prognose bilden eine wesentliche Grundlage für die folgende Wahl von möglichen Interventionen.

Vor der Entscheidung für eine bestimmte Intervention ist anhand der Werte und Präferenzordnung des Patienten eine Entscheidung darüber zu treffen, ob überhaupt interveniert werden muß. Diese Entscheidung setzt den Übergang der Betrachtung auf die strategische Ebene der deontologischen Modelle mit der Etablierung der individuellen Präferenzordnung und deren Abgleich mit den allgemeinen ärztlichen Regeln voraus. Als Resultat aus diesem Schritt ergeben sich die konkreten strategischen Ziele der ärztlichen Intervention. Auf der taktischen Ebene der Deontologie werden mögliche Optionen zum Erreichen der strategischen Ziele anhand von handlungsleitenden Regeln, den **Indikationen**, geprüft und in einen **Stufenplan** zum weiteren Vorgehen eingebracht. Auf der operativen Ebene werden die einzelnen diagnostischen oder therapeutischen **Prozeduren** des Stufenplans rangiert und schrittweise durchgeführt. Die Resultate dieser Intervention führen zu neuen Befunden, der Zyklus wird auf der operativen Ebene der Symptomatologie fortgesetzt.

An dieser sehr allgemeinen Beschreibung der Komponenten und Transaktionen eines neuen Modells des ärztlichen Denkens und Handelns lassen sich bereits wesentliche Merkmale erkennen:

- auf der strategischen Ebene der Symptomatologie ist, wie gefordert, ein umfassender bio-psycho-sozialer Kontext in das Modell inkorporiert;
- die Liste möglicher Krankheitsursachen ist nicht auf organische Noxen beschränkt; psycho-soziale oder iatrogene Noxen sind auf der strategischen Ebene der nosologischen Modelle implementiert;
- nosologische und pathodynamische Modelle konstituieren gemeinsam

ein sehr allgemeines Krankheitsmodell von "Interferenz und Resonanz", in das Streßmodelle, Reiz-Reaktionsmodelle, Adaptationsmodelle oder z.B. die "injury and repair" Theorie der Atherogenese leicht zu inkorporieren sind;

- auf der strategischen Ebene besteht eine direkte Verknüpfung zwischen deontologischen Modellen und dem individuell bedeutsamen bio-psycho-sozialen Kontext;
- die Bedeutung der Selektion und Interpretation von Befunden, d.h. die "iatrogene" Natur von Symptomen und Befunden ist transparent;
- es kann verständlich gemacht werden, daß der empirische Wert von "objektiven" Befunden abhängig ist von der Art der Assoziation der Befunde mit bestimmten Krankheitsbildern (Prävalenz, Sensitivität, pathognomonische Befunde usw.);
- das Modell kennt keinen ontologischen Krankheitsbegriff; Diagnosen sind als vorläufige, zeit- und verlaufsabhängige Erklärungen von Befunden und Begründungen für Handlungen zu erkennen;
- diagnostische Test und Therapien werden nach einheitlichen Konzepten beurteilt; so wird deutlich, warum auch für diagnostische Prozeduren Indikationen und Kontraindikationen erarbeitet werden müssen (1, 2).

3.4 ANWENDUNGSBEISPIELE

Als Methode kann das vorgestellte Modell auf zweierlei Weise eingesetzt werden. Deskriptiv verstanden, erlauben die Konzepte des Modells sowohl die strukturierte Beschreibung der Inhalte verschiedener medizinischer Wissensgebiete als auch die Darstellung von Querverbindungen zwischen verschiedenen Teilaspekten medizini-

schen Wissens. Sie bieten zugleich eine methodologische Basis für neue medizinische Taxonomien, z.B. eine Klassifikationen von Krankheitsnamen (vgl. Kap. 5), therapeutischen Zielen und ärztlichen Basistechniken (vgl. Kap. 7).

Präskriptiv genutzt, bieten die beschriebenen Konzepte theoretisch begründete Prinzipien für die Dekomposition komplexer Lösungsschritte in weniger komplexe Teilaufgaben, wie die noch näher zu beschreibenden Beispiele des prognostischen oder indikatorischen Dreisatzes zeigen werden. Das Modell legt zugleich offen, welche traditionellen medizinischen Problemlösungsstrategien unzureichend entwickelt sind, z.B. die Beurteilung von Krankheitsbildern anhand von Schweregraden oder prognostischen Indizes; das Modell stimuliert damit die Suche nach besseren Lösungen.

3.4.1 DIDAKTIK DER MEDIZIN

Als methodologische Einführung in die Theorie des ärztlichen Denkens und Handelns kann das vorgestellte Modell dem Studenten zu einer besseren Übersicht über den vielgestaltigen Wissensstoff verhelfen. Mit dem Modell steht eine Art Landkarte medizinischen Wissens zur Verfügung. Die Zuordnung einzelner Fakten zu den Komponenten des Modells fördert überdies die Fähigkeit zu faktenübergreifendem Denken. Statt die verschiedenen Manifestationen einer Aortenstenose in speziellen Fachkursen einzeln mit dem Krankheitsbild zu verknüpfen, könnten z.B., ausgehend von einem funktionellen Verständnis der zugrundeliegenden Störung, die verschiedenen Symptome und Zeichen wie systolisches Geräusch, präkordiales Schwirren, Hahnenkammphänomen in der Karotispulskurve und diverse echokardiographische Kriterien

als mit unterschiedlichen Prozeduren gewonnene Darstellungen des gleichen Sachverhaltes verstanden werden. Neben der Erleichterung der Aneignung von positivem Wissen eines Gebietes könnte das Modell ein methodenkritischeres Denken fördern. Die Studenten könnten frühzeitig lernen, daß die Fakten der Medizin, die Manifestationen der Krankheit, das Ergebnis von ärztlichen Manipulationen sind und daß der Arzt zwar an der Lösung eines medizinischen Problems arbeitet, er aber zugleich und unentzerrbar zu einem Teil des Problems wird. Nicht zuletzt verleiht die Kenntnis der detaillierten Struktur einer Theorie das Gefühl des vertieften Verständnisses ihrer Arbeitsweise und die Chance der erhöhten Kontrolle bei ihrer Anwendung. Typische Fehler bei der Bearbeitung von Teilschritten können definiert und ihre Vermeidung trainiert werden (Abb. 12).

3.4.2 DIE ANALYSE MEDIZINISCHER LITERATUR

Das vorgeschlagene Modell ärztlichen Denkens und Handelns bietet auch eine Methodologie für die Analyse einer medizinischen Literaturdatenbank. Als Beispiel wird die Auswertung einer Literaturrecherche dargestellt. Die Frage war, mit welchen Inhalten sich die medizinische Kasuistik gegenwärtig vorrangig beschäftigt und welche Kriterien für die Wahl ihrer Themen maßgeblich sind (16).

Zur Beantwortung dieser Frage wurde eine Stichprobe von insgesamt 105 Fallberichten aus der kardiologischen Primärliteratur durchgesehen. Berücksichtigt wurden ausschließlich anerkannte deutsche und englischsprachige Fachzeitschriften mit Originalpublikationen, die vor ihrer Veröffent-

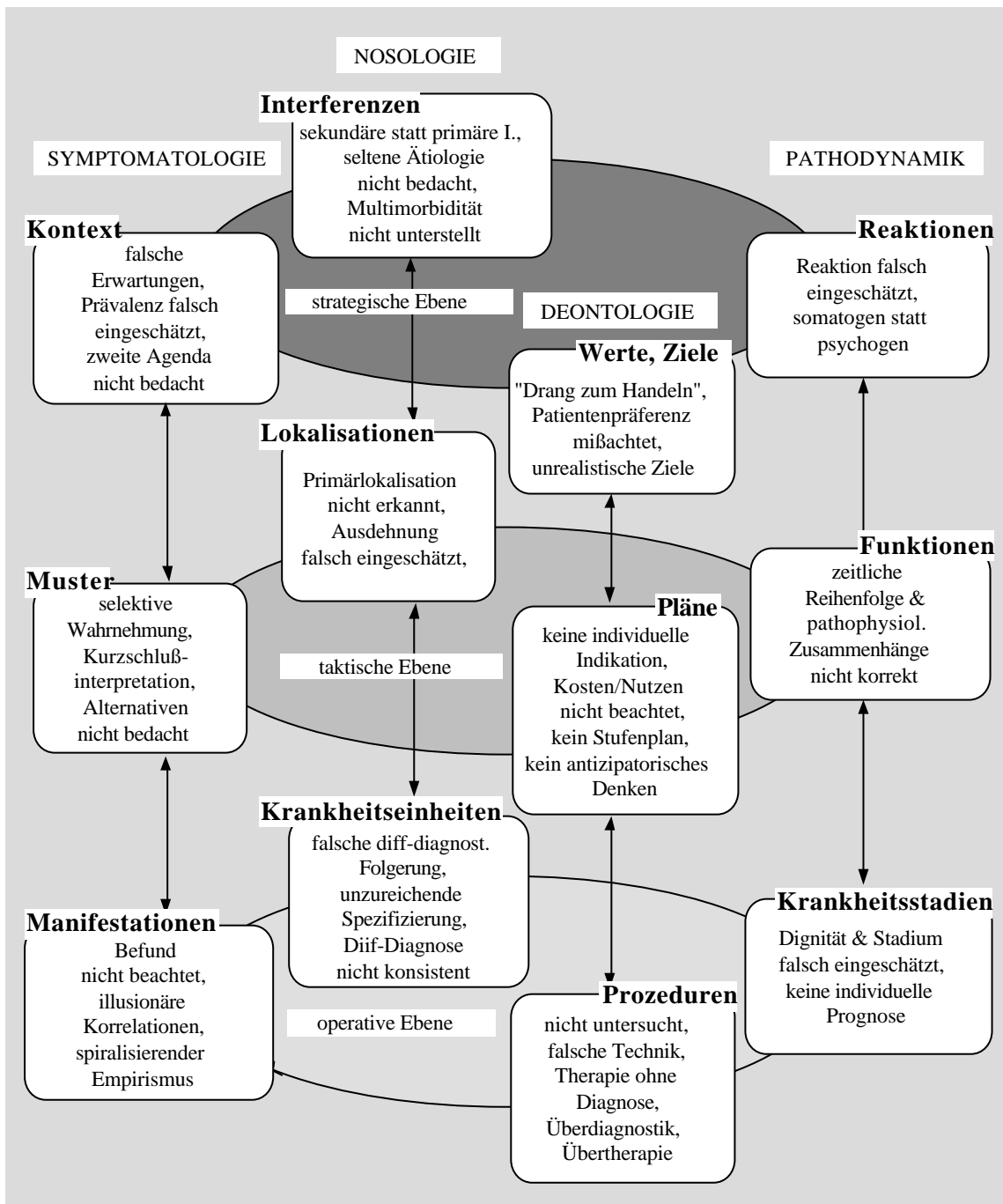


Abb.

12.: einige typische Fehler bei der Bearbeitung von Teilschritten einer Problemlösung.

lichung einem Reviewprozess unterworfen wurden. Die 105 Fallberichte stammen aus den Jahren 1983 bis 1994. Je nach dem inhaltlichen Schwerpunkt des Fallberichtes wurde die Arbeit einem oder auch mehreren Modulen des Modells thematisch zugeordnet. Insgesamt wurden 120 Zuordnungen getroffen. Das Ergebnis und exemplarische Titel der gemusterten Publikationen sind in der Abb. 13 wiedergegeben.

Man erkennt auf den ersten Blick eine Häufung der Themen auf der operativen Ebene der Symptomatologie bzw Deontologie, d.h. eine inhaltliche Ausrichtung der Kasuistik an einer prozeduren-orientierten Medizin. Es fanden sich überwiegend Beschreibungen neuer oder ungewöhnlicher Manifestationen bei bekannten Krankheiten, Beispiel: "Herzbeutelampnade als Erstmanifestation eines Lungencarcinoms", oder Berichte über die

erfolgreiche Anwendung diagnostischer oder therapeutischer Maßnahmen in besonderen Fällen, Beispiel: "Kernspintomographischer Nachweis einer Myokardruptur". Zu dieser Interpretation paßt auch die auf den ersten Blick störende Häufung von Themen auf der strategischen Ebene der Nosologie: von den 39 Fallberichten die sich mit ätiologischen Fragen beschäftigten, berichten 22 über iatrogene Komplikationen, d.h. über unerwünschte Folgen ärztlicher Interventionen. In strengem Kontrast zu der prozedurenorientierten Thematik fällt auf, daß in dieser Stichprobe Fallberichte, die sich mit strategischen Fragen der Pathodynamik oder der medizinischen Deontologie beschäftigen, völlig fehlen. Dieses Ergebnis der Literaturrecherche konnte an einer größeren Analyse der Titel und Abstracts von 27 656 kardio-

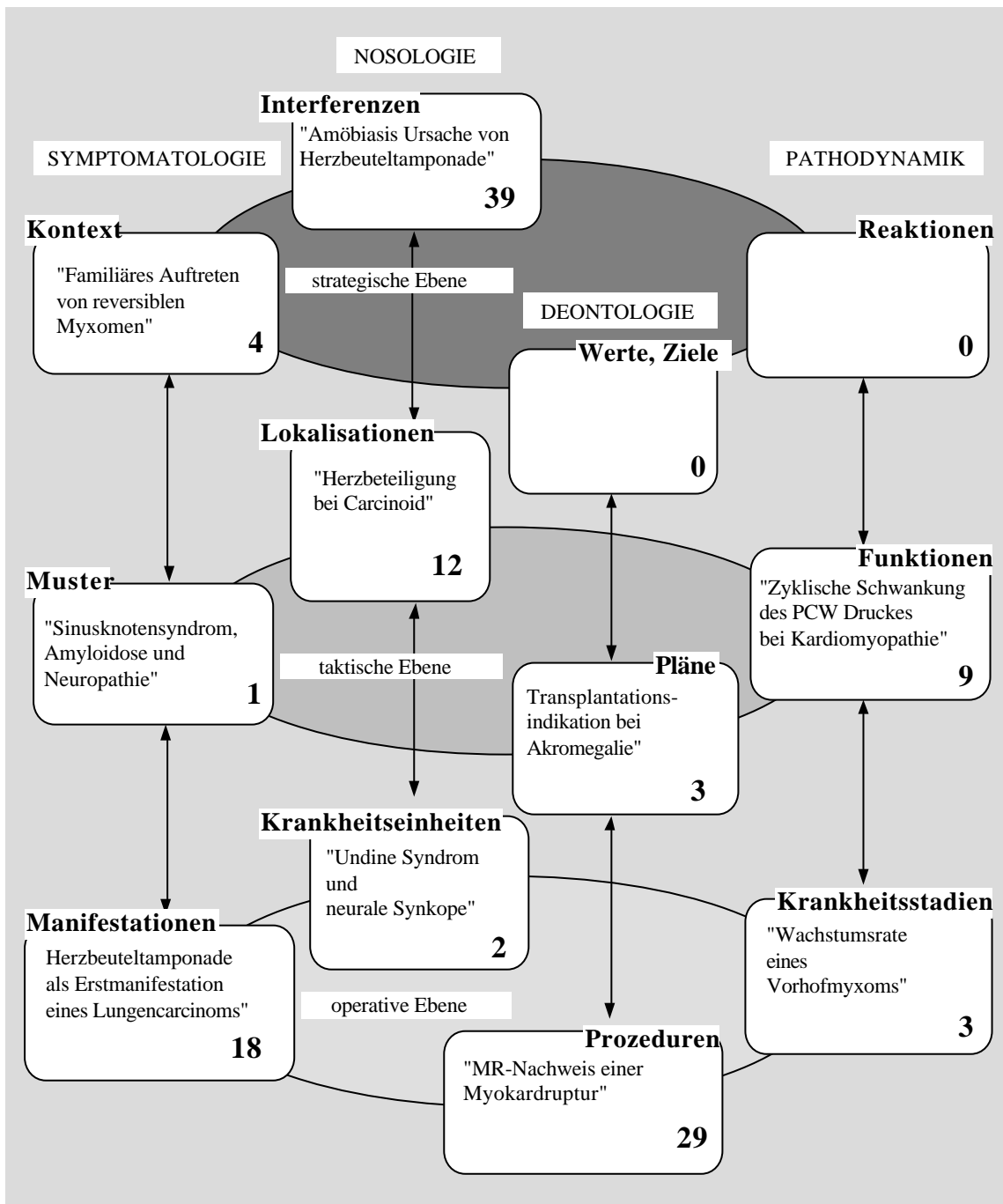


Abb.

13: die Häufigkeit verschiedener Themen und exemplarische Titel von 105 kardiologischen Fallberichten. Erklärung im Text. Zahlen rechts unten: Anzahl von Fallberichten mit Bezug zum Oberbegriff des entsprechenden Moduls.

logischen Fallberichten aus den Jahren 1992 bis 1994 bestätigt werden. Dabei fiel schon bei der Durchsicht des Schlagwort-Kataloges auf, daß Begriffe wie Hygiogenese, Salutogenese (10) oder Patienten-Präferenz im Schlagwortverzeichnis der Datenbank fehlten. Prozedurenorientierte Berichte über Symptome, Manifestationen, Tests und Therapien überwogen wiederum ebenso wie

Berichte, die sich mit der Ätiologie von Krankheiten beschäftigen, wobei erneut der hohe Anteil an Berichten über iatrogene Störungen ins Auge fiel. Im Kontrast dazu waren Beiträge mit Inhalten, die der strategischen Ebene von Pathodynamik und Deontologie zuzuordnen wären, auch hier nur selten zu finden. Dieser Befund zur Thematik der kardiologischen Fallberichte belegt, daß

der Kasuistik im gegenwärtigen Forschungsspektrum bedauerlicherweise nur die Rolle des Kuriositätenberichtes beigemessen wird. Neue oder seltene, unerwartete und überraschende Beobachtungen sind danach die Kriterien, anhand derer darüber entschieden wird, ob eine Beobachtung der wissenschaftlichen Welt zur Kenntnis gebracht wird:

"A single case report should describe unusual or puzzling clinical features; should help clarify a new, little known or rare syndrome; or should illustrate an unexpected favorable or adverse effect of a drug or a possible causal relation, hitherto unexpected between two or more clinical conditions" (6).

Hier drängt sich unwillkürlich das Bild einer Sammlung von mißgebildeten menschlichen Foeten in spiritusgefüllten Schaugläsern auf; in der gegenwärtigen Kasuistik erscheint die Medizin als eine Ontologie der Kuriositäten und Monstrositäten. Die Chance gerade deontologische Probleme am konkreten Fall zu erörtern, wird verschenkt.

3.4.3 SEMANTISCHE ANALYSE EINES MEDIZINISCHEN TEXTES

Mit dem vorgestellten Modell wird auch eine methodisch geleitete Acquisition medizinischen Wissens, z.B. für ein computergestütztes Konsultationssystem, möglich. Die Zuordnung von medizinischem Wissen zu den einzelnen Komponenten des Modells erfolgt durch eine semantischen Analyse eines medizinischen Textes. Dabei kann man sich auf bewährte Techniken der Linguistik stützen. Die Bedeutung eines Satzgliedes kann, wenn nicht *prima facie* verständlich, durch Umstellen, Weglassen, Substitution oder Kommuntation von Syntagmata erschlossen werden. Bestimmte Signalwörter, Substantive, Adjektive oder Verben, zei-

gen sowohl die Säule als auch die Ebene des Modells an, auf die sich die verschiedenen Satzglieder einer medizinischen Aussage beziehen (Tab. 1). Ein Beispiel für das Ergebnis einer derartigen semantischen Analyse des Inhaltes eines medizinischen Textes ist in Abb. 14 dargestellt (17). Die Informationen über das Krankheitsbild "*Graft versus Host Disease*" (GVHD) wurden einem Übersichtsartikel aus dem *New England Journal of Medicine* (8) entnommen. Es handelt sich um ein seltenes Krankheitsbild, bei dem es zu einem immunologisch gesteuerten Untergang von Empfängerzellen nach Übertragung immunkompetenter Spenderzellen, z.B. nach einer Knochenmarktransplantation, kommen kann. Im Gefolge der immunologischen Auseinandersetzung zwischen Empfänger und Spenderzellen entwickelt sich ein charakteristisches Krankheitsbild.

Wichtigste Zielorgane der immunologischen Auseinandersetzung sind Epithelzellen von Haut, Intestinum und Leber. Daraus erklärt sich die vielfältige Symptomatik mit Hautausschlägen, Durchfällen, Hepathopathie, Inappetenz und sekundärer Enzephalopathie. Die wichtigsten differentialdiagnostisch zu erwägenden Krankheitsbilder sind Gastroenteritis, Arzneimitelalexanther und Lebervenenenthrombose. Der Verlauf wird von verschiedenen Faktoren wie dem Alter, der Vorbehandlung und der Grunderkrankung des Empfängers beeinflusst. Weiter ist die Zahl der immunkompetenten T-Zellen im übertragenen Knochenmark von Bedeutung. Die Prognose ist gut bei leichten Formen mit ausschließlicher Beteiligung der Haut und infaust bei schweren Formen mit Multiorganbefall. Die Diagnose kann am schnellsten durch Haut- und Rectumbiopsien gesichert werden. Thera-

Tab.1: Signalwörter aus einem Artikel über Graft versus Host disease in deutscher Übersetzung(8).

Säule:	Substantive:	Verben:	Adjektive:
Symptomatologie	Primärerkrankung, Gewebeverträglichkeit Anorexie, Diarrhoe, Hyperbilirubinämie	kommt vor, steht für, schließt ein	juckend, maculopapulös, paralytisch, solide
Nosologie	Transplantation, Haut, Leber, Intestinum, T-Zellen, Killerzellen	kann befallen, erklärt, verursacht, ist betroffen	epidermal, gastro-intestinal, abdominal, rechter oberer Quadrant
Pathodynamik	Aktivierung, Supression, Ruptur, Desquamation, Stadium, Verzögerung	wird kompliziert durch, entwickelt sich zu, dehnt sich aus auf	hämatopoetisch, immunogen, allogen, progredient
Deontologie	Behandlung, Medikament, Antagonist	muß eliminiert werden, beugt vor, neutralisiert	prophylaktisch, effektiv, therapeutisch

peutisch stehen neben der Prophylaxe nur immunsuppressive Medikamente zur Verfügung.

3.4.4 DARSTELLUNG EINES KRANKHEITSVERLAUFES

Mit dem vorgestellten Modell kann nicht nur, wie gezeigt, das statische Wissen eines medizinischen Gebietes, sondern auch die Dynamik des Krankheitsverlaufes bei einem konkreten Patienten dargestellt werden (Abb. 15). Der zeitliche Verlauf wird dabei durch Indizierung der Aussagen über den Patienten mit Hilfe genauer Zeitpunkte im Sinne der Generellen Semantik von A. Korzybski präzise abgebildet. Es gibt im vorgestellten Modell daher kein eigenes Modul für die Beschreibung des Krankheitsverlaufes, der Prozeßbeschreibung oder der Prozeßkontrolle. Das Bild eines konkreten Patienten entsteht durch die zeitliche Variation der Zustandsvariablen innerhalb der einzelnen Module (17).

3.4.5 RELATIONALE DARSTELLUNG MEDIZINISCHEN WISSENS

Von Minsky (19) wurde die Technik der Präsentation von Wissen mit Hilfe von sog. *frames* eingeführt. Dabei werden einzelne Wissensbestandteile in einem Rahmen dargestellt, der ver-

schiedene Fächer (*slots*) für die Instanzen einer Wissenskomponente umfaßt. In den einzelnen Fächern werden dann den verschiedenen Instanzen Attribute oder Werte zugeordnet. Die *frame*-Darstellung eines Krankheitsbildes beispielsweise könnte eine Liste der bekannten ätiologischen Faktoren sowie die zur Diagnosesicherung geeigneten diagnostischen und die zur Behandlung empfohlenen therapeutischen Verfahren enthalten. In der *frame*-Darstellung der verschiedenen diagnostischen und therapeutischen Prozeduren würde ein korrespondierender Eintrag des betreffenden Krankheitsbildes das Verfahren als zur Problemlösung geeignete Prozedur ausweisen. Die *frame*-Darstellung von kardiologischem Wissen zeigt Tab. 2 am Beispiel der Manifestation "ST-Streckensenkung" und der Prozedur "Belastungs-EKG". Die Fächer "ist-Zeichen-für" und "ist-Test-für" enthalten den identischen Eintrag "Myokardischämie". Die Einträge in die *slots* "Prozedur" bzw. "Manifestation" stellen die Querverbindung zwischen den korrespondierenden Wissenskomponenten her.

Die verschiedenen Komponenten des vorgestellten Modells sind, wie die einzelnen Variablen innerhalb einer Komponente, durch vielfältige Rela-

tionen verknüpft. Beispielsweise bestehen zwischen den Instanzen der Komponenten "Strukturen" und "Funktionen" der taktischen Ebene des Modells transitive, asymmetrische und irreflexive Ordnungsrelationen. Zwischen bestimmten

Krankheitsbezeichnungen der operativen Ebene der Nosologie existieren beispielsweise auch Äquivalenzrelationen, z.B. bei synonymen Bezeichnungen für ein und dasselbe Krankheitsbild (vgl. Fußnote 37 Kap.5).

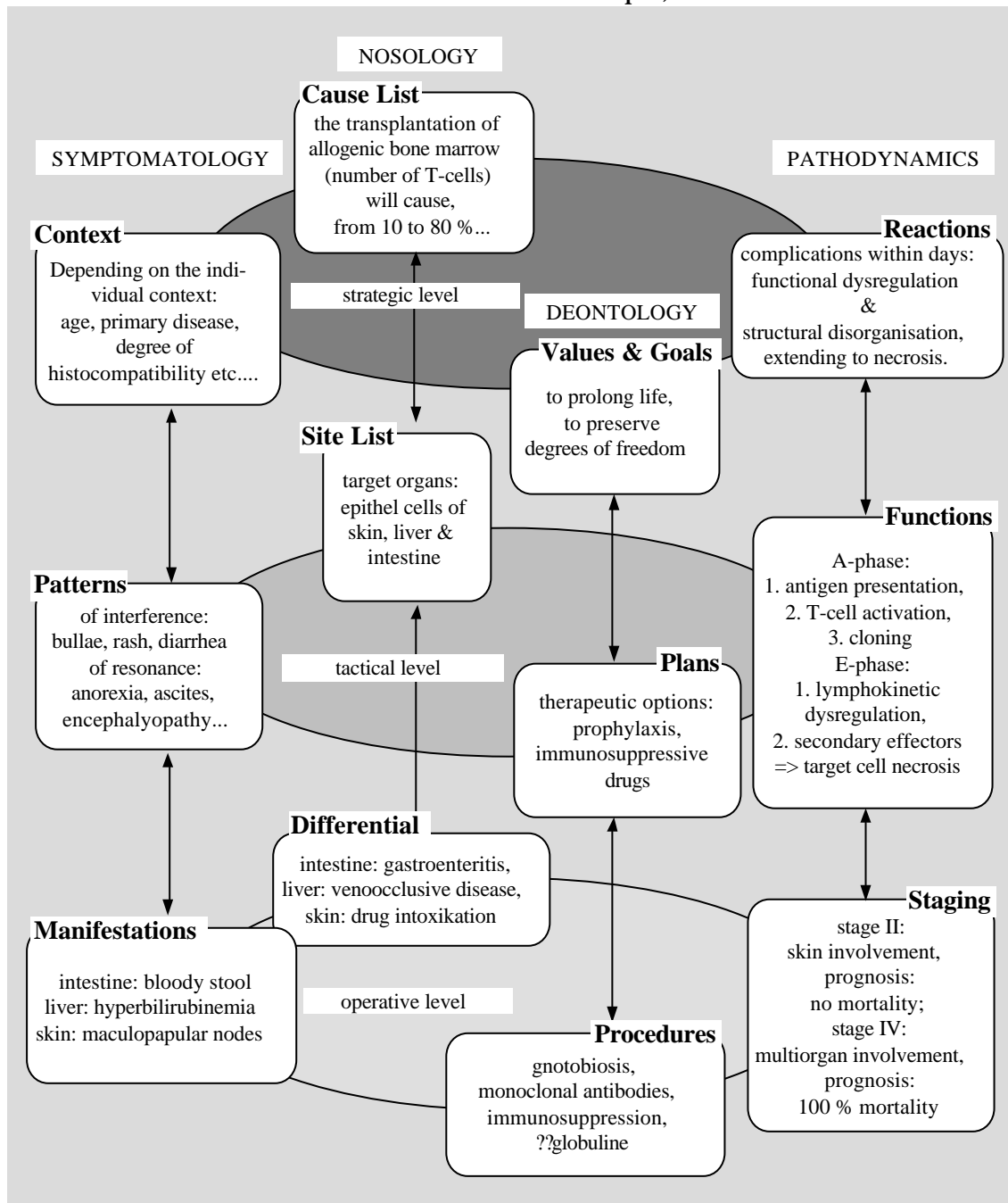


Abb. 14: "Graft versus Host disease" (GVHD) strukturiert mit Hilfe des vorgestellten Modells. Die Abbildung ordnet die in Referenz (8) enthaltenen Informationen den einzelnen Komponenten des Modells zu. Aus Platzgründen sind nur einige Informationen dargestellt. Die semantische Analyse eines Satzes ist auf der strategischen Ebene dargestellt. Originaltext: " Without prophylactic immunosuppression most allogenic bone marrow transplantation will be complicated by GVHD". Die Bedeutung der einzelnen Satzglieder: "most" steht stellvertretend für kontextuelle Variable; gemeint ist, die folgende Aussage ist abhängig vom Alter des Empfängers, der Grunderkrankung, dem Grad der Gewebeträgbarkeit zwischen Empfänger und Spender usw. "Allogenic bone marrow transplantation" bezieht sich auf Interferenzen; gemeint ist, das Transplantat enthält eine Anzahl immunkompetenter T-Zellen

des Spenders, die beim Empfänger Reaktionen auslösen. "will be complicated" bezieht sich auf diese Reaktionen; gemeint ist, als Folge der Transplantation kann es in 10 bis 80 % der Fälle zur Immunreaktion mit Epithelzellen des Empfängers (von Haut, Leber und Intestinum=Lokalisationen) und Zelluntergang kommen. Die Manifestationen und Befundmuster sind aus dem Befall dieser Organe zu erklären. "Without prophylactic immunosuppression" bezieht sich auf Indikationen; gemeint ist: die Komplikationen können und sollten durch entsprechende Prophylaxe verhindert werden, nach (17).

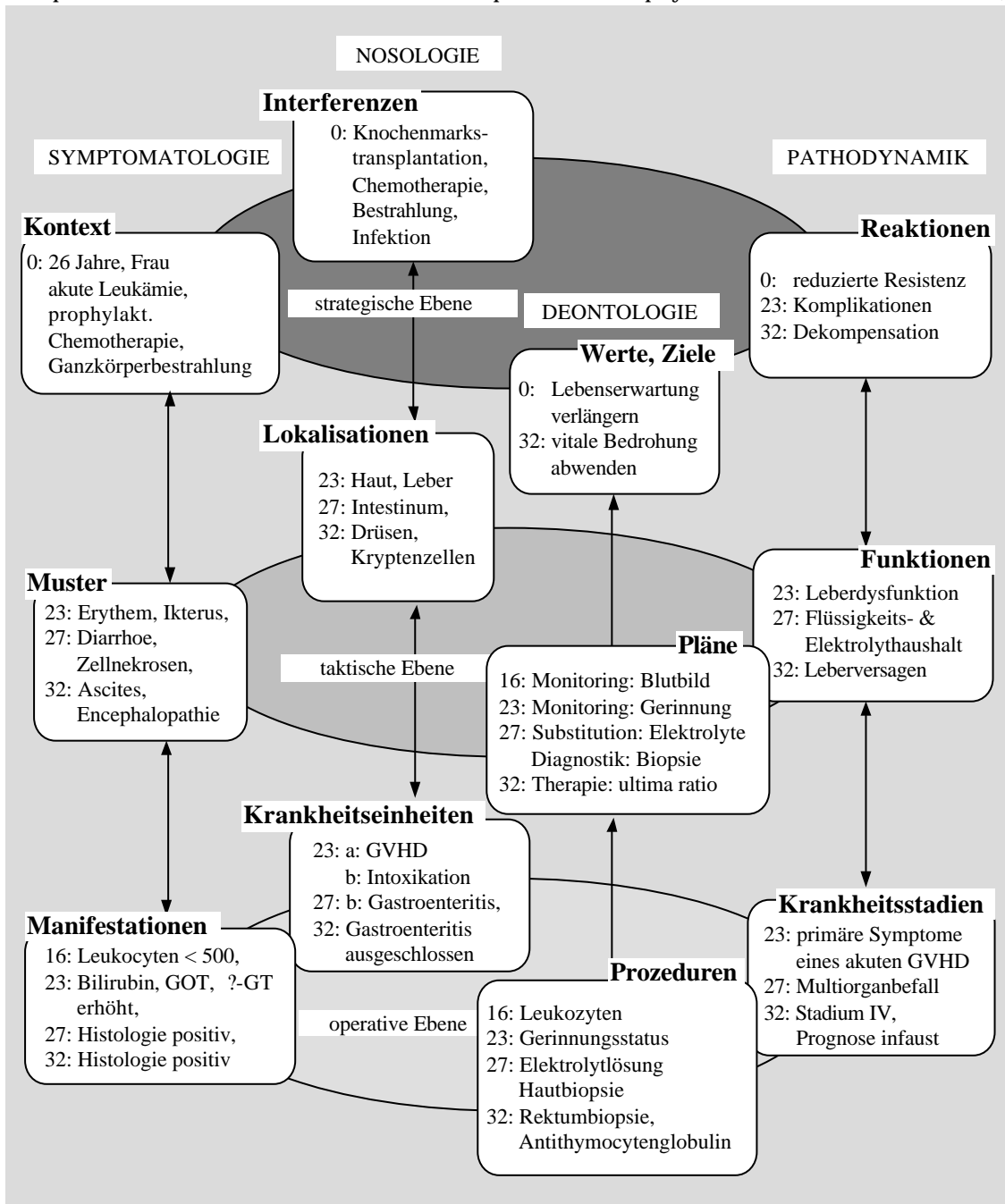


Abb. 15: Die modellgemäße Abbildung des Krankheitsverlaufes bei einer Patientin mit akutem Graft versus Host disease (GVHD) nach Knochenmarkstransplantation. Die Zahlen vor den Zeilen bezeichnen die Tage nach der Transplantation. Die 26 Jahre alte Patientin litt an einer akuten Leukämie. Nach Ganzkörperbestrahlung und Chemotherapie zur Reduktion der Immunkompetenz wurde der Patienten Knochenmark von einem Geschwister transplantiert. Am 16. Tag nach der Transplantation steigt die Zahl der Leukozyten im peripheren Blut auf mehr als 500 Zellen pro mm^3 an, ein günstiges Zeichen für die Effektivität der Transplantation. Am 23. Tag nach der Transplantation zeigen sich jedoch neue Krankheitszeichen: ein Hautausschlag, ein Ikterus und pathologische Leberwerte (GOT = Glutamat-Oxalacetat-Transaminase, g-GT = g-Glutamyl-Transferase). Differentialdiagnostisch wird an ein GVHD und eine Arzneimittelintoxikation gedacht. Wegen der Leberveränderungen wird der Gerinnungsstatus überprüft. Mit dem Auftreten einer profusen Diarrhoe am 27. Tag ist es fast sicher, daß ein GVHD

Tab. 2: Wissensrepräsentation in einem Konsultationssystem mit Hilfe von frames; das Beispiel zeigt zwei Frames mit korrespondierenden Eintragungen für die Interpretation einer ST-Streckensenkung im Belastungs-EKG. Die Eintragungen in die einzelnen "slots" sind aus Platzgründen nicht vollständig dargestellt.

Modul: Manifestationen	Modul: Prozeduren
Typ: Meßwert	Typ: diagnostisch, Provokation
Name: ST-Senkung	Name: Belastungs-EKG
Zeichen für: Myokardischämie	Test für: Myokardischämie
Prozedur: Belastungs-EKG	Manifestation: ST-Senkung
technische Bewertung: korrekt bewertbar nur ohne Null-Linientriff, ohne Wechselstromeinfluß, nach sorgfältiger Amplitudeneichung (1mV)...	technische Voraussetzungen: definiertes Protokoll, definierte Leistung in Watt, Zielfrequenz = 180 minus Alter in Jahren, Durchführung nach Medikamentenpause, insbesondere Digitalis (mindestens 14 Tage), Abbruchkriterien: Blutdruckabfall.....
biologische Bewertung: interpretierbar nur wenn Zielfrequenz erreicht, nicht interpretierbar bei Diigitaliseinnahme, Linksschenkelblock	Indikationen: Abklärung Brustschmerzen, Belastbarkeit im Alltag, Therapiekontrolle, medikamentös Therapiekontrolle, postoperativ...
nosologische Bewertung: normal: keine ST-Senkung oder ascendierende ST-Senkung, pathologisch: ST-Senkung horizontal =0,1 mV Sensitivität und Spezifität: 75 % falsch positiv bei Frauen,...	Kontraindikationen: absolut: frischer Herzinfarkt, symptomatische Aortenstenose.. relativ: Herzinsuffizienz, NYHA II-III,...

vorliegt. Elektrolyt- und Flüssigkeitsverluste werden durch Substitution ausgeglichen. Die Diagnose wird durch Haut- und Rektum-Biopsien gesichert. Histologisch finden sich typische Epithelzellnekrosen. Am 32. Tag nach der Transplantation zeigen sich die Symptome eines akuten Leberversagens mit infauster Prognose. Als ultima ratio wird Antithymocyten-globulin zur Reduktion der Zahl der transplantierten und immunologisch aktiven Spender-T-Zellen verabreicht, (17).

Zwischen den einzelnen Komponenten der verschiedenen Ebenen des Modells bestehen komplexe Relationen, oft ohne entsprechende reziproke Umkehrbeziehung. So definieren die kontextuellen Parameter der strategischen Ebene im Modell Randbedingungen, Bereiche oder "Räume" für die meisten anderen Komponenten, z.B. die Präferenzen oder strategischen Ziele, ohne daß diese ihrerseits in einer reziproken Relation zum Kontext stehen. In ähnlicher Weise spezifizieren die Manifestationen der operativen Ebene der Symptomatologie die Werte bzw. Attribute zahlreicher Variablen anderer Komponenten. Zwischen zwei

benachbarten Komponenten des Modells besteht meist eine einstellige Relation und eine dazu reziproke Umkehr-Relation. So stehen Manifestationen zu nosologischen Einheiten in der Relation "ist-Zeichen-für"; und umgekehrt die nosologischen Einheiten zu den Manifestationen in der Relation: "manifestiert-sich-durch". Für die Konstruktion z.B. eines computergestützten Konsultationssystems wäre eine umfassende Bestandsaufnahme der verschiedenen Relationen zwischen den Komponenten des ärztlichen Wissens noch zu leisten. Die schon jetzt erkennbaren vielfältigen Relationen des vorgestellten Modells bestärken jedoch die Hoffnung, daß

mit dem vorgestellten Modell ein Stück der "wirklichen" Struktur ärztlichen Denkens und Handelns eingefangen wurde:

"So bildet sich ein allseitig zusammenhängendes Getriebe der Tatsachen, durch beständige Wechselwirkung sich im Gleichgewicht erhaltend. Dieses zusammenhängende Geflecht verleiht der Tatsachenwelt massive Beharrlichkeit und erweckt das Gefühl fixer Wirklichkeit, selbständiger Existenz einer Welt" (Fleck zit nach (11) p 25).

3.5 ZUSAMMENFASSUNG

Das ACCORD-Modell von Petkoff stellt eine allgemeine Methodologie zur Rekonstruktion erfahrungsgeleiteter Problemlösungen zur Verfügung. Das Modell ist lernpsychologisch und wissenschaftstheoretisch begründet. Ein wesentliches Merkmal des ACCORD-Modells ist die Berücksichtigung der zirkulären Natur des Problemlösungsprozesses. Dieser induktiv-deduktive Zyklus führt von empirischen Beobachtungen zu Hypothesen und Theorien und von dort auf Grund theoretisch begründeter Handlungen zu neuen Beobachtungen. Ein weiteres charakteristisches Merkmal des ACCORD-Modells ist die Einführung von mehreren Ebenen der Abstraktion und Generalisierung, auf denen jeweils ein induktiv-deduktiver Zyklus ablaufen kann. Mit der Einführung mehrerer Ebenen wird dem unterschiedlichen Abstraktionsgrad des für eine Problemlösung herangezogenen Wissens Rechnung getragen. Die Anwendung des ACCORD-Modells auf die Medizin ergibt, daß sich der Prozeß der ärztlichen Problemlösung allgemein rekonstruieren läßt als ein Zyklus, der von symptomatologischen Modellen zu nosologischen und pathodynamischen Modellen und von dort zu deontologischen Modellen ärztlichen Denkens und Handelns

führt. Das für die Lösung konkreter ärztlicher Probleme erforderliche medizinische Wissen läßt sich für jeden Modelltyp auf drei verschiedenen Ebenen anordnen. Die oberste Ebene beschreibt den bio-psycho-sozialen Kontext, Krankheitsursachen und die entsprechenden Reaktionen des Organismus sowie die allgemeinen Gebote und Wertordnungen, an denen sich ärztliches Handeln orientiert. Die mittlere Ebene spiegelt die Ordnungen und Substrukturen der medizinischen Fachgebiete wieder, während die unterste Ebene jeweils die konkreten Einheiten und Klassen der Modelle (Manifestationen, Arbeitshypothesen, Krankheitsstadien, Tests und Therapien) beschreibt.

Im vorgestellten Modell sind auf allen Ebenen wesentliche Teilschritte der Problemlösung im Sinne einer Dekomposition komplexer Prozesse in einfachere Elemente beschrieben. Damit ist eine weitgehende Operationalisierung ärztlichen Denkens und Handelns bei der Betreuung eines konkreten Patienten gewährleistet.

3.6 LITERATUR

- 1 Anschütz F (1983): Aspekte der klinischen Indikation. In: Rothsuh K, Toellner R (Hrsg) Anamnese, Diagnose und Therapie. Münstersche Beiträge zur Geschichte und Theorie der Medizin. Burgverlag, Tecklenburg
- 2 Anschütz F (1988): Ärztliches Handeln. Grundlagen, Möglichkeiten, Grenzen, Widersprüche. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt
- 3 Balzer W (1982): Empirische Theorien: Modelle, Strukturen, Beispiele. Vieweg, Braunschweig
- 4 Balzer W (1988): Der Nutzen wissenschaftstheoretischer Analyse: dargestellt an der Frage der Gültigkeit und aus strukturalistischer Sicht.

-
- In: Hoyningen-Huene P, Hirsch G (Hrsg) *Wozu Wissenschaftsphilosophie?* de Gruyter, Berlin, New York
- 5 Chandrasekaran B, Smith J, Sticklen J (1989): 'Deep' models and their relation to diagnosis. *Artif Intelligence Med* 1: 29-40
 - 6 DeBakey (1983): The case report. I. Guidelines for preparation. *Intern J Cardiol* 4: 357-364
 - 7 Feinstein A (1983): An additional basic science for clinical medicine: III. The challenges of comparison and measurement. *Ann Intern Med* 99: 705-712
 - 8 Ferrara J, Deeg H (1991): Graft versus host disease. *N Engl J Med* 324: 667-674
 - 9 Guilford J (1978): Kreativität: Dispositionen und Prozesse. In: Steiner G (Hrsg) *Die Psychologie des 20. Jahrhunderts*. Bd. VII. Piaget und die Folgen. Kindler, Zürich
 - 10 Heim E (1994): Salutogenese versus Pathogenese - ein neuer Zugang zu einer alten Weisheit. *Schweiz Med Wochenschr* 124: 1267-1275
 - 11 Kliemt H (1986): *Grundzüge der Wissenschaftstheorie*. Fischer, Stuttgart
 - 12 Kolb D, Fry R (1975): Towards an applied theory of experiential learning. In: Cooper C (Hrsg) *Theories of group processes*. Wiley, New York
 - 13 Kraus D, Petkoff B, Mannebach H (1991): Reconstructing medical problem solving competence: MACCORD. In: Stefanelli M, Hasman A, Fieschi M, Talmon J, Proceedings of the third conference on Artificial Intelligence in Medicine (AIME), Maastricht, Springer Verlag, Heidelberg
 - 14 Kraus D, Petkoff B, Mannebach H (1991): MACCORD: a metamodel for problem solving competence applied to medicine. In: Adlassnig K, Grabner G, Bengtson S, Hansen R, *Medical Informatics Europe 1991*, Wien, Springer Verlag, Heidelberg
 - 15 Kraus D, Petkoff B, Mannebach H, Kirkby S (1993): Reconstructing medical problem solving competence: MACCORD. *Meth Inform Med* 32: 326-338
 - 16 Mannebach H (1996): Zur Rolle der Kasuistik in der klinischen Forschung. *Z Gesundheitswissenschaften* 4: 198-213
 - 17 Mannebach H, Kraus D, Petkoff B (1992): MACCORD: towards an understanding of the structure of medical expertise. In: Kahn M, Smith J, Buchanan B, Musen M, Szolovits P (Hrsg) *AAAI spring symposium series*. Stanford University
 - 18 Mannebach H, Kraus D, Petkoff B (1993): *Methodologie der Klinischen Medizin: Voraussetzung für die Konstruktion eines medizinischen Expertensystems*. In: Hucklenbroich P, Toellner R (Hrsg) *Künstliche Intelligenz in der Medizin*. G. Fischer, Stuttgart, Jena, New York
 - 19 Minsky M (1977): *Frame-system theory*. In: Jonson-Laird P, Wason P (Hrsg) *Thinking. Readings in Cognitive Science*. Cambridge University Press, Cambridge, London, New York
 - 20 Petkoff B (1988): *ACCORD - a metamodel for 2nd generation expert systems*. (Hrsg) Proc AIMS. North-Holland, Amsterdam
 - 21 Piaget J (1973): *Einführung in die genetische Erkenntnistheorie*. Suhrkamp, Frankfurt am Main