

Vier Basisarchitekturen für Klassifikationsmodelle¹

Zusammenfassung

Jede Klassifikation vernachlässigt gewisse Aspekte der Realität und hebt andere hervor. Wenn so detailreich und umfassend und gleichzeitig so klar und einfach wie möglich klassiert werden soll, spielen neben den inhaltlichen Aspekten der Klassifikation auch die formalen ihrer Architektur eine Rolle. Die vorliegende Arbeit stellt vier grundlegend unterschiedliche Klassifikationsarchitekturen dar und grenzt sie voneinander ab. Ausgehend vom hierarchischen, linearen Modell werden die Eigenschaften der Multiaxialität, der Multifokalität und der Multipunktualität vorgestellt und erklärt. Komplexe Klassifikationen optimieren Detailreichtum und Modellierungsmöglichkeiten, doch werden vielerorts einfachere Modelle bevorzugt. Komplexe und simple Klassifikationen können nebeneinander koexistieren, jede an ihrem Platz. Von einer realitätsnahen und deshalb komplexen Klassifikation können einfachere abgeleitet werden, nicht aber umgekehrt.

Stichworte

ICD-10, Begriffrepräsentation, Klassifikationssysteme, semantischer Raum, Conceptual Graphs, OOP, automatische Kodierung.

Summary

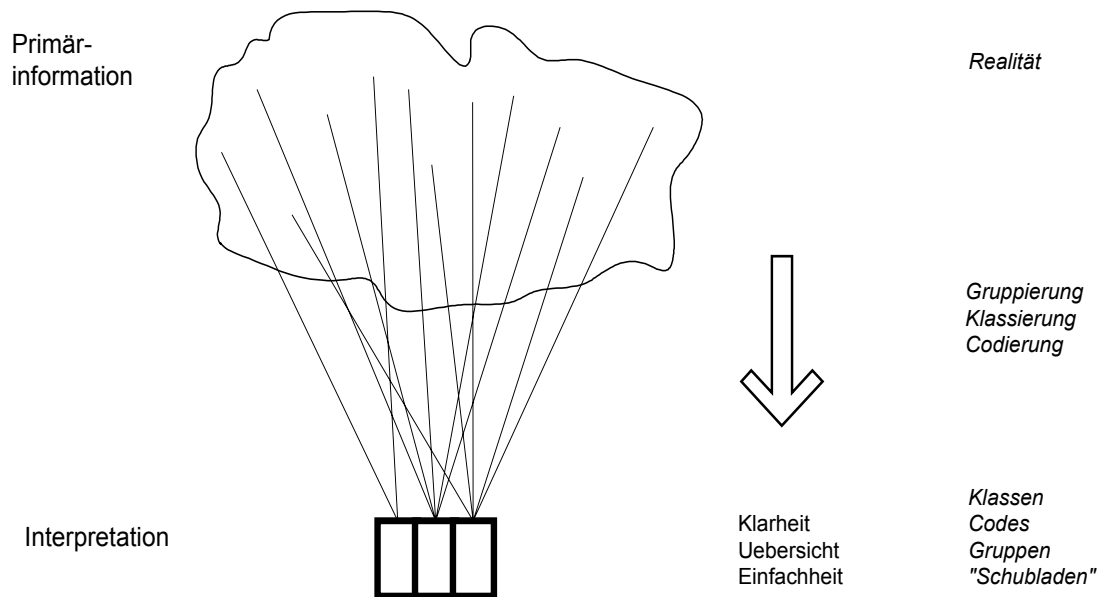
Any classification neglects certain aspects of reality and emphasizes others. If a classification is meant to be as detailed and comprehensive and yet at the same time as clear and concise as possible, it is not only its content that matters but also the formal aspect of its architecture. This paper describes the fundamentally different architectures of classification and distinguishes them from each other. Starting out from the hierarchical linear model, it expounds the qualities of multi-axiality, multi-focality and multi-punctuality. Although complex classifications optimize richness of detail and the potential for modulation, simpler models are often favoured instead. Complex and simple classifications can coexist alongside each other, each in its own right. Simple classifications may be deduced from realistic and therefore complex classifications and not the other way round.

¹ Englisch: four different types of classification models

Keywords

ICD-10, knowledge representation, nomenclature, classification, semantic space, conceptual graphs, OOP, automatic encoding.

Einleitung: Die Rolle von Klassifikationsmodellen



EDV heisst elektronische Datenverarbeitung. Daten tragen Informationen - aber welche? Das Problem wird immer dann offensichtlich, wenn es sehr viele Daten sind. Dann müssen die Daten nämlich strukturiert werden, um aus ihnen eine Aussage (=Information) zu gewinnen.

Dabei ist evident:

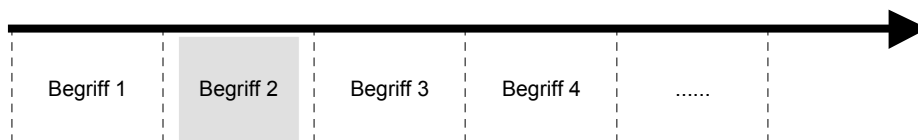
Die direkt bei den konkreten Ereignissen erhebbaren Primärinformationen sind reichhaltiger als jede spätere Interpretation. Die Primärdaten tragen mehr Information in sich, als je eine Auswertung oder Interpretation benötigt oder verwenden kann.

Der Prozess der Interpretation beinhaltet deshalb eine Verarmung, nämlich eine Reduktion der Anzahl der Daten (=bits). Nur durch die Strukturierung der Daten kann eine Aussage gemacht werden und dies bedeutet eine Verminderung der ursprünglichen Gesamtinformation.

Welche Information wird weggelassen? Die Frage ist keinesfalls banal, denn die Auswahl entscheidet, welche Information schliesslich übrig bleibt. Man könnte nun annehmen, dass es immer eine quasi naturgegebene Auswahl gibt. Dies ist nicht der Fall. Denn die Auswahl liegt nicht nur in den betrachteten Daten - dem "Objekt" - begründet, sondern auch in der Absicht der Untersuchung, d.h. im Kontext der Fragestellung - im "Subjekt" also. Je nach Fragestellung ändert die Sichtweise und somit auch die Auswahl der für sie relevanten Information.

Um bei diesem Weglassen bei grösstmöglicher Uebersichtlichkeit trotzdem möglichst viele Details und Sichtweisen auf der Interpretationsseite zu bewahren, also um das *Produkt von Uebersichtlichkeit mal Detailreichtum* zu optimieren, kommt der Strukturierung der Information auf der Interpretationsseite und somit dem Modell der Wissensrepräsentation eine entscheidende Bedeutung zu. Der vorliegende Text hat diese innere Architektur von Wissensrepräsentation in Klassifikationen zum Thema und zeigt davon vier wohlunterschiedbare Modelle, die - eines logisch aus dem anderen herauswachsend - eine zunehmend realitätsnähere Modellierung der Begriffsarchitektur erlauben.

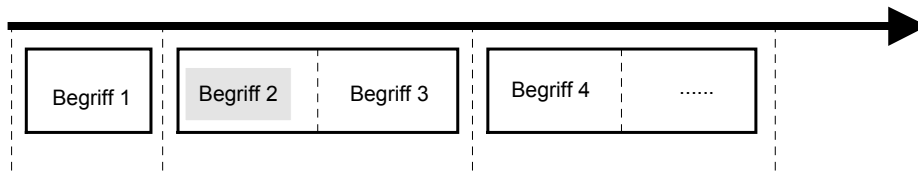
1: Eindimensionales, hierarchisches² Modell



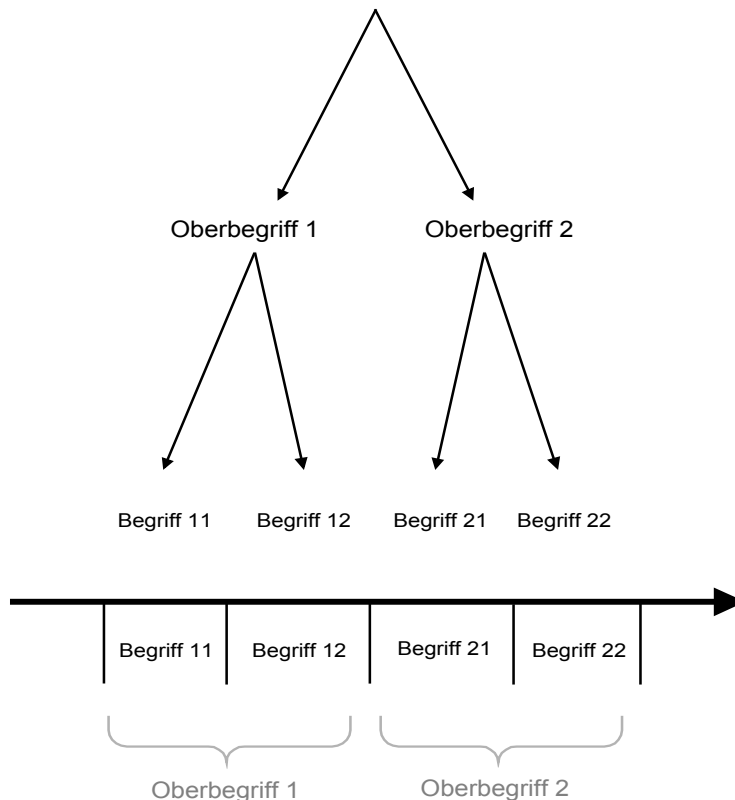
Die Begriffe können als "Schubladen" angesehen werden, in welche ähnliche Gegenstände oder Ereignisse der Realität abgelegt werden. Die Worte für die Begriffe sind in diesem Bild die Namen, mit denen die Schubladen angeschrieben sind. Natürlich kann dieser Name auch eine Zahl oder eine Code-Nummer sein. Codes haben den Vorteil des geringeren Speicherbedarfs (bei den ersten Computern wichtiger als heute) und den der Verschleierung (Militär)³.

² Zu den Namen der Modelleigenschaften siehe Uebersicht in Tabelle 1

³ Man könnte annehmen, Codes hätten vor allem den Vorteil der Uebersichtlichkeit. Die Uebersichtlichkeit ergibt sich aber durch den Aufbau des Schubladensystems, nicht durch die Beschriftung der Schubladen.



Bei der eindimensionalen Architektur werden die Begriffe einer nach dem anderen aneinander gereiht. Durch die Reihung der Begriffe entsteht bereits eine gewisse Ordnung. Insbesondere können benachbarte Schubladen zusammengefasst werden. Sie bilden dann auf einem höheren Level übergeordnete Einheiten, d.h. die Begriffe sammeln sich zu Oberbegriffen. Der Vorgang kann sich wiederholen und die Oberbegriffe können ihrerseits zu Ober-Oberbegriffen zusammengefasst werden. Aus einer linearen Folge entsteht so ein hierarchischer Baum:



Der Oberbegriff ist dabei implizit, d.h. durch das System gegeben. Er muss im konkreten Einzelfall nicht mehr mitgenannt werden, sondern versteht sich von selbst. So impliziert im ICD-10-Code die Angabe A00.1 (EI-Tor-Cholera):

- den Oberbegriff A00 (Cholera)
- den Ober-Oberbegriff A00-A09 (infektiöse Darmkrankheit)
- den Ober-Ober-Oberbegriff A00-B99 (Bestimmte infektiöse oder parasitäre Krankheit)

Diese Implikationen müssen im konkreten Fall nicht mehr genannt werden. Sie sind durch den einfachen Begriff (Ei-Tor-Cholera) bereits automatisch durch das System mitgenannt (und auch in keinem Fall mehr wegbedingbar). Die Oberbegriffe enthalten bezogen auf die Unterbegriffen keine zusätzliche Information.

Das hierarchische System setzt somit ein Regelwerk voraus, das über die einfache Nennung der Endbegriffe hinausgeht. Im konkreten Einzelfall aber - zB. zur Datenübermittlung oder Datenspeicherung - genügt die Angabe des tiefsten Unterbegriffes, d.h. des endständigen Blattes, welches alle übergeordneten Begriffe systemimmanent immer mitträgt. Der auf den ersten Blick zweidimensional erscheinende Hierarchiebaum kann somit mit Leichtigkeit auf eine eindimensionale Reihung abgebildet werden. Diese problemlose Abbildbarkeit auf ein lineares Modell macht das hierarchische Modell so einfach im Handling in Computersystemen.

Der ICD-10-Code ist ein schönes Beispiel für die enge Verwandtschaft des unilinearen Codes mit der hierarchischen Klassifikation. Die meisten anderen Codes im Gesundheitswesen folgen ebenfalls dem hierarchischen, eindimensionalen Typ.

2: mehrdimensionales, unifokales Modell

Beim eben beschriebenen, eindimensionalen Modell kann die gezeichnete Achse als Dimension eines Raumes angesehen werden. Der Raum ist bei der ICD-10 der linear geordnete Raum der "Zahlen" A00.0 bis Z99.9⁴. Jeder Begriff entspricht einem Ort in diesem Raum, auf dieser Achse, in dieser Dimension.

⁴Natürlich ist "A" ein Buchstabe und keine Zahl. Rein informationstheoretisch unterscheidet er sich aber von einer Zahl lediglich darin, dass er aus 26 und nicht aus 10 Zuständen auswählt. Die lineare, diskrete, eindimensionale Anordnung bleibt bei diesem System erhalten.

Wenn das System eindeutig sein soll, dann kann für einen Begriff nur ein Wert repräsentativ sein, bzw für einen Oberbegriff ein Bereich benachbarter Werte. Ein Begriff darf keine Repräsentation haben, bei der zwei oder mehr voneinander getrennte Werte gleichzeitig genannt werden müssen. Verschiedene Codes oder Werte sollen sich gegenseitig ausschliessen, jedenfalls auf derselben Achse (Prinzip der Disjunktivität). Die Forderung der Disjunktivität zwingt dazu, klare Begriffe zu verwenden, führt aber (vorerst) zu zwei Nachteilen:

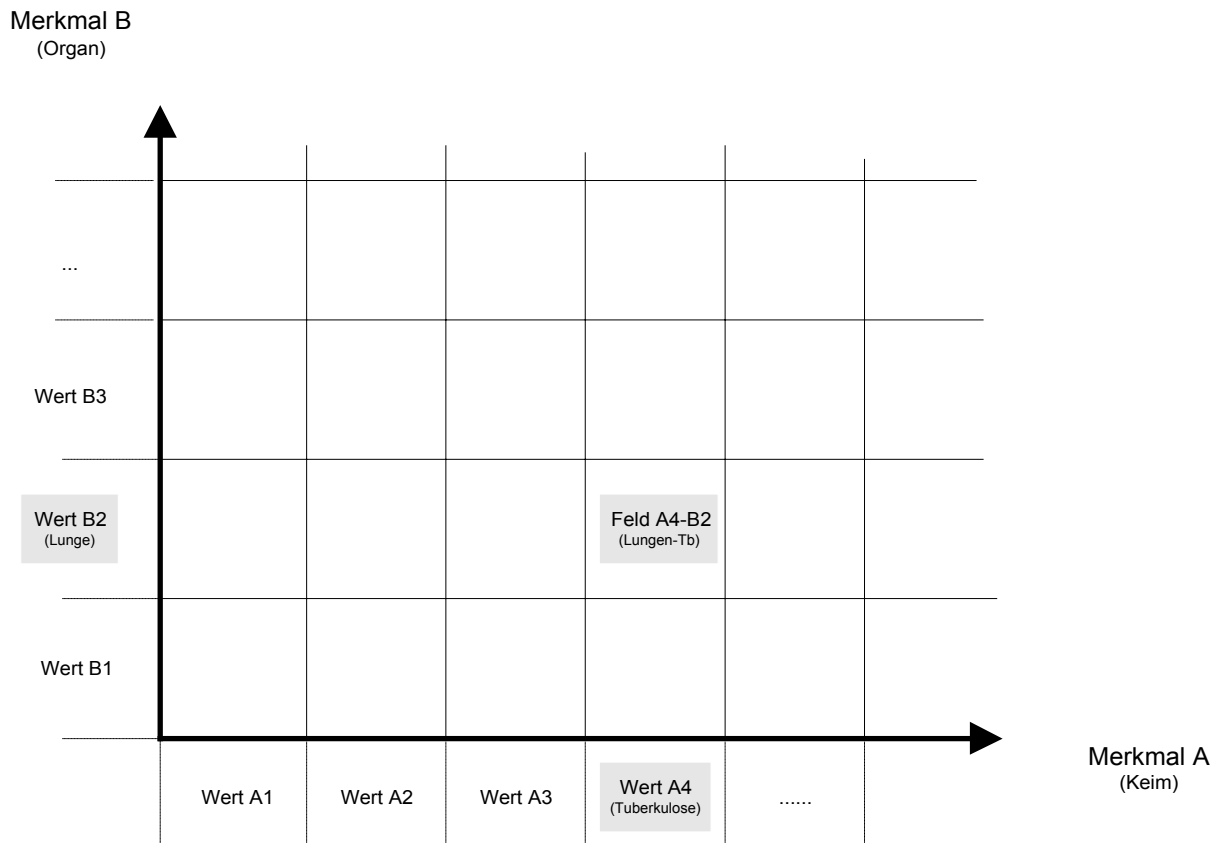
- die Zahl der beschreibbaren Zustände entspricht genau der Zahl der Begriffe (oder Codes). Mehr Zustände bekommen wir - mit einer Achse - nicht. Wenn wir eine Natur annähernd präzise beschreiben wollen, erhalten wir deshalb bald eine inflationäre Anzahl von "Schubladen", mit denen wir schnell nicht mehr in praktikabler Weise umgehen können.
- Wenn wir ein hierarchisches System abbilden wollen, müssen wir uns darüber einigen, was wir als oberstes Unterscheidungsmerkmal betrachten. Dieses definiert dann die oberste Etage der Oberbegriffe und ein anderes Merkmal kann auf dieser Etage nicht mehr Oberbegriffe bilden - und auch auf tieferen Schichten nicht mehr, wenn sich die Merkmale überschneiden, dh. wenn sie kombinierbar sind (siehe Beispiel weiter unten). Dann entstehen entweder unnötige Wiederholungen oder die Disjunktivität wird gebrochen.

Zur Illustration des zweiten Nachteiles kann ein Blick auf das Inhaltsverzeichnis des ICD-10 Codes dienlich sein: Kapitel I fasst Infektionen zusammen, Kapitel II Neubildungen und Kapitel IV Stoffwechselkrankheiten. Ganz allgemein kann man von grundsätzlichen pathophysiologischen Gruppen sprechen, die sich mehr oder weniger ausschliessen. Die Kapitel III, VI, VII, VIII usw. beziehen sich hingegen auf einzelne Organe/Organsysteme (die sich ebenfalls wieder gegenseitig ausschliessen), wie Augen, Ohren, Kreislaufsystem usw. Wir haben also zwei Typen von sich gegenseitig ausschliessenden Oberbegriffen⁵. Untereinander sind diese Typen aber kombinierbar. Es gibt Infektionen der Ohren und Neubildungen der Augen. Wo im hierarchischen Baum sollen sie gesucht werden? Bei den Neubildungen oder bei den Augenkrankheiten? Diese Unklarheit auf der obersten Ebene setzt sich auf den tieferen Ebenen fort und ist eine der Ursachen der vielen Unklarheiten, die der Anwender eines solchen pseudohierarchischen Codes immerwährend antreffen wird. Die historisch in langer Tradition gewachsene ICD-10 ist sich dieser Unklarheiten zwar in vorbildlicher Weise bewusst und versucht

⁵Wenn man alle Kapitel ansieht, sind es natürlich mehr als 2 Typen. Dies widerspricht der Aussage des vorliegenden Abschnittes jedoch wohl kaum.

den Anwender mit vielen "Exklusiva", "Inklusiva"⁶ und anderen Kommentaren zu führen, und - gewissermassen als "Clou" - das hierarchische Modell selber mit der "Kreuz-Stern" Klassifikation⁷ zu überlisten. Ob das Handling allerdings durch das komplizierte Regelwerk und die sehr inkonsistent realisierte "Kreuz-Stern"-Idee einfacher wird, darf bezweifelt werden.

Dem ersten Nachteil, dass mit einer Anzahl **z** von Begriffen nicht mehr als **z** unterschiedliche Zustände beschrieben werden können, und - mindestens in gewisser Weise - auch dem zweiten Nachteil, den wir als "Typenvermischungsproblematik" ansprechen könnten, hilft der zweite Typ Klassifikationsmodell ab, welcher die Eigenschaft der Multidimensionalität einführt:



Die Welt der Begriffe wird in diesem einfachen Beispiel nach zwei Merkmalen geordnet (A und B). Die zwei Merkmale spannen gleich zwei Dimensionen eine Fläche auf und jeder Ort der Fläche (jedes Feld) ist mit jeder der beiden Dimensionen in der Weise verbunden, dass jedem Ort ein genau bestimmter Wert in jeder Dimension zukommt. Umgekehrt gibt es für jede

⁶d.h. extensionalen Aufzählungen, siehe J.Ingenerf, 1993

⁷ICD-10, Band II, S.22 (Urban-Schwarzenberg 1995)

Dimensionswertekombination genau ein Feld. Dieses Arrangement hat einige Vorteile gegenüber dem linearen Vormodell. Zur Veranschaulichung stelle man sich vor, dass das Merkmal A sich auf infektionserregende Keime, das Merkmal B auf Organe des Körpers beziehe. Mögliche Werte für das erste Merkmal (Keime=A) wären dann:

- Staphylokokken, Tuberkulose-Bakterien, Pneumokokken, Grippeviren, HI-Viren, Meningokokken, Gonokokken, Malariaplasmodien ..

Für zweite Merkmal (Organe=B) wären folgende Werte denkbar:

- Blut, Lunge, Hirnhäute, Nasennebenhöhlen, Knochen, Haut, Nieren, Leber, usw.

Die Felder, welche von diesen beiden Merkmalen beschrieben werden, kombinieren nun je einen Wert A mit einem Wert B, zB:

- Staphylokokken / Lunge -> Staphylokokkenpneumonie
- Tuberkulose / Knochen -> Knochentuberkulose

Durch die Multidimensionalität können somit zwei Merkmale A und B unabhängig⁸ voneinander unterschiedliche Werte annehmen. Die beiden Merkmale⁹ spannen eine 2-dimensionale Ebene auf. Die Zahl der Felder entspricht der Zahl der Zustände der Realität, welche das Modell beschreiben kann. Wenn a die Zahl der Werte von Merkmal A und b die Zahl der Werte von Merkmal B ist, so kann das Modell mit $a+b$ unterschiedlichen Werten oder Begriffen $a*b$ unterschiedliche Zustände beschreiben. Mit anderen Worten: Von der Zahl der zur Beschreibung notwendigen Begriffe zur Zahl der damit beschreibbaren Begriffe findet eine Vermehrung statt, welcher dem Sprung von der Addition zur Multiplikation entspricht. Mit den im genannten Beispiel vorliegenden 16 Begriffen (8 von Merkmal A und 8 von Merkmal B) können 64 ($8*8$) realitätsbezogene Zustände (Felder, Merkmalskombinationen) beschrieben werden. Mit mehr Achsen und mehr Werten pro Achse wird die Vermehrung noch augenfälliger. Ein einachsiges Begriffsmodell müsste (und muss, siehe ICD) jeden kombinierten Zustand einzeln aufzählen und wird dadurch unhandlich und überladen.

⁸F.WINGERT bezeichnet unabhängige Merkmale als orthogonal (WINGERT, 1984)

⁹oder *Achsen* oder *Dimensionen* oder *Freiheitsgrade*, die vier Begriffe sind für die gesamte vorliegende Betrachtung weitgehend äquivalent

Der Zahl der Dimensionen¹⁰ ist dabei im Prinzip keine Grenze gesetzt. Ein dreidimensionales Modell kann mit $a+b+c$ unterschiedlichen Begriffen $a*b*c$ unterschiedliche Zustände beschrieben. Bei vier Merkmalen wird die Felderzahl noch höher. Je mehr Dimensionen vorhanden sind, umso stärker wird der Gewinn an Beschreibungsmöglichkeiten.

Eine der wichtigsten Fragen beim mehrdimensionalen Modell ist, welche Merkmale¹¹ als dimensionale Achsen gewählt werden sollen. Die SNOMED¹² zB, ein sehr ausgefeiltes multidimensionales Codewerk, ursprünglich der Pathologen, verfügt in der Version 2 über sieben Achsen¹³:

- M-Code: Morphologie: welche Gewebsveränderung ist feststellbar (Entzündung, Neoplasie usw.)
- E-Code: Aetiologie: welche Ursache (z.B. Keime wie oben)
- T-Code: Topologie: welcher Ort (z.B. Lunge, wie oben)
- F-Code: Funktion (z.B. Hyperventilation)
- D-Code: Disease (Krankheit, z.B. Gürtelrose)
- P-Code: Procedure (Massnahme, z.B. Resektion)
- J-Code: Job (Beruf, z.B. Goldschmid)

Der mehrdimensionale Code erkaufte sich die Vielfalt seiner Realitätsbeschreibung mit dem geringfügigen Nachteil, dass ein bestimmter Zustand nicht mit einem Code sondern mit einer Code-Kombination beschrieben wird. Bei der ICD reicht ein Code zur Beschreibung einer Krankheit, bei der SNOMED sind es einer, zwei oder mehr¹⁴.

Unterschied zwischen dem hierarchischen und dem mehrdimensionalen System:

Die Nennung von 3 Codes bzw Begriffen in der SNOMED bedeutet nicht das gleiche wie die Nennung von Begriff und Oberbegriffen in einem hierarchischen System. Beide Male werden mehrere Begriffe genannt. Im hierarchischen System sind die zusätzlichen Begriffe Oberbegriffe, auf welche durch den Unterbegriff implizit immer geschlossen werden kann, im Fall eines SNOMED-Tripletts sind die drei Begriffe hingegen voneinander unabhängig.

¹⁰oder *Merkmale* oder *Achsen*, siehe vorhergehende Fussnote

¹¹oder *Dimensionen* oder *Achsen*, siehe vorhergehende Fussnote

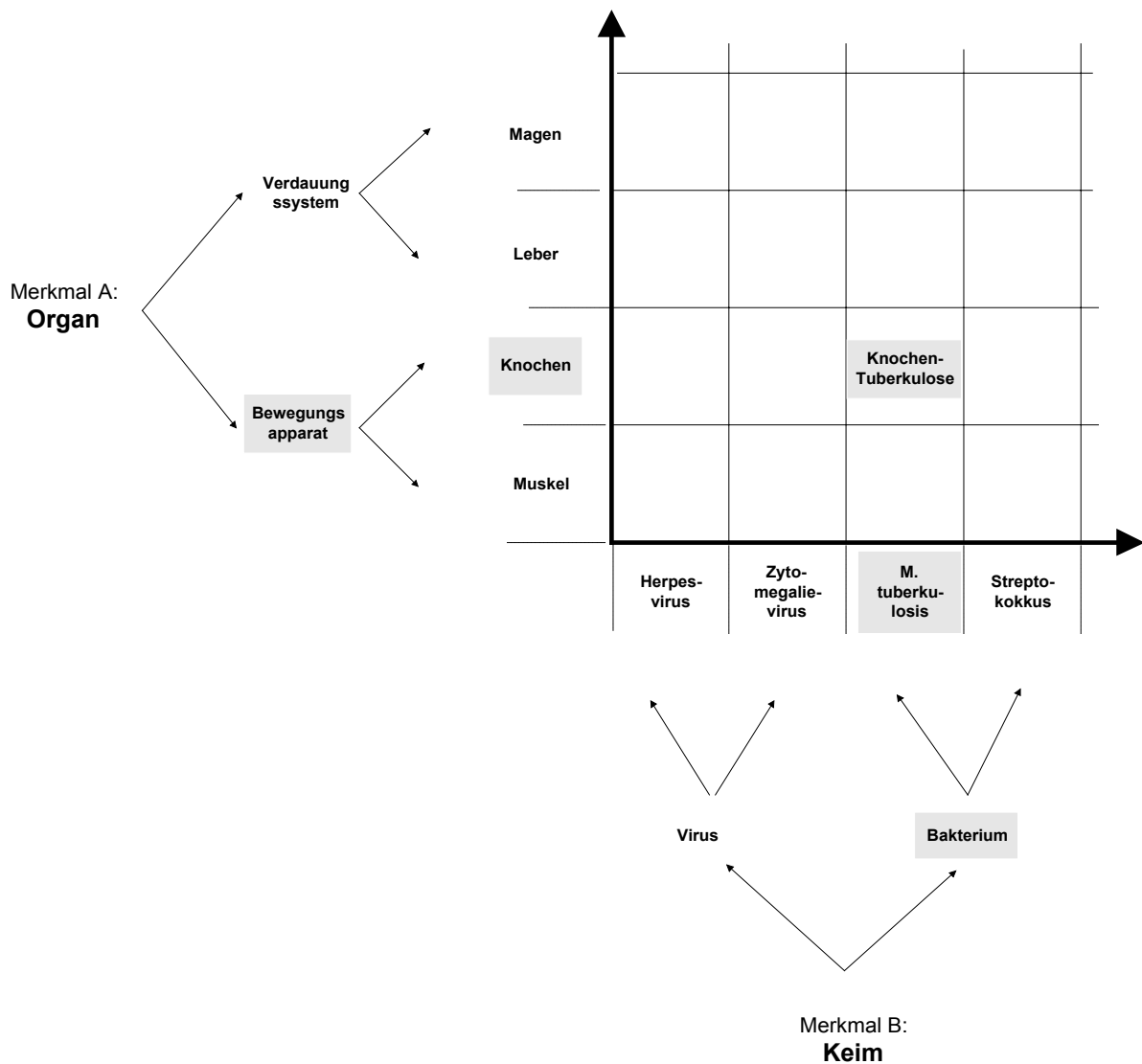
¹²ein typischer mehrdimensionaler Code. SNOMED = Standardized NOmenclature of MEDicine

¹³In der aktuellen Version 3 sind es 12 Achsen. Zur Achseninflation siehe das Folgekapiel.

¹⁴d.h dass zur Beschreibung einer Diagnose nicht in jeder Achse eine Ausprägung nötig ist.

Ein eindimensionales System kann auch mehrdimensional erscheinen, nämlich eine Hierarchie zweidimensional. Diese Zweidimensionalität ist aber nur vorgetäuscht, da in der zusätzlichen Dimension keine zusätzlichen Information steckt (siehe oben). Beim echten mehrdimensionalen System steckt aber in jeder Dimension unabhängige Information.

Zur Veranschaulichung: Bei einem echten zweidimensionalen System können die Achsen als 1-dimensionale Subsysteme gesehen werden, welche ihre eigenen Hierarchien haben. Hier folgt ein Graph eines 2-dimensionalen Systems mit den zwei Merkmalen (Typen/Achsen/ Dimensionen/Freiheitsgraden) Organ und Keim:



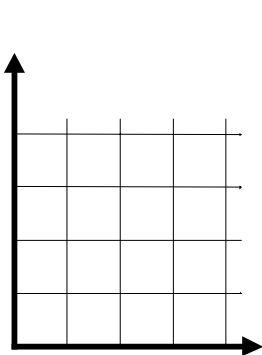
3: mehrdimensionales, multifokales, unipunktuelleres Modell

Das beschriebene einfache multidimensionale Modell hat (vorerst) zwei Nachteile:

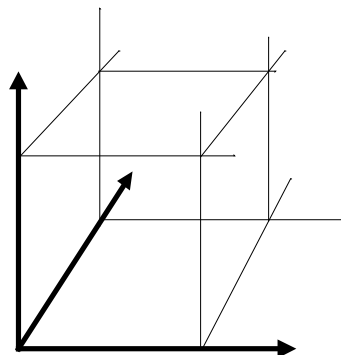
- "irrelevante", d.h. nicht belegbare Felder können entstehen.
- wir haben Mühe, uns über die Zahl der Achsen zu einigen

Mit den Achsen ist es nämlich wie weiter oben beschrieben mit den Begriffen (oder Schubladen oder Feldern). Wenn wir zuviele erlauben, dann wird das System unhandlich, wenn wir zuwenige haben, wird es unscharf.

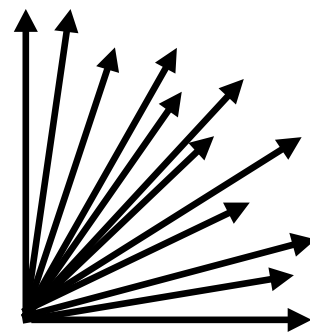
Die "Unschärfe" einer Achse bedeutet, dass sie nicht mehr wirklich "linear" ist. Das heisst: Die Werte (Begriffe) auf den Achsen sind nicht mehr wirklich vom selben Typ, was sich darin äussert, dass die Hierarchien, die auf dieser Achse Oberbegriffe bilden, nicht mehr eindeutig sind. Es geschieht also genau das, was im Vorkapitel als negativ für das unidimensionale Modell beschrieben wurde. Als Lösung wurde dort angeboten, den Typ zu entwirren und die Zahl der Achsen zu vermehren. Wir müssen also beim Auftreten von Unschärfe die Achsenzahl vermehren. Die Frage ist, ob die Zahl der Achsen nicht ins Unendliche vermehrt werden muss, bzw. wie mit einer sehr grossen Zahl von Achsen handlich umgegangen werden kann.



2-achsiges System



3-achsiges System



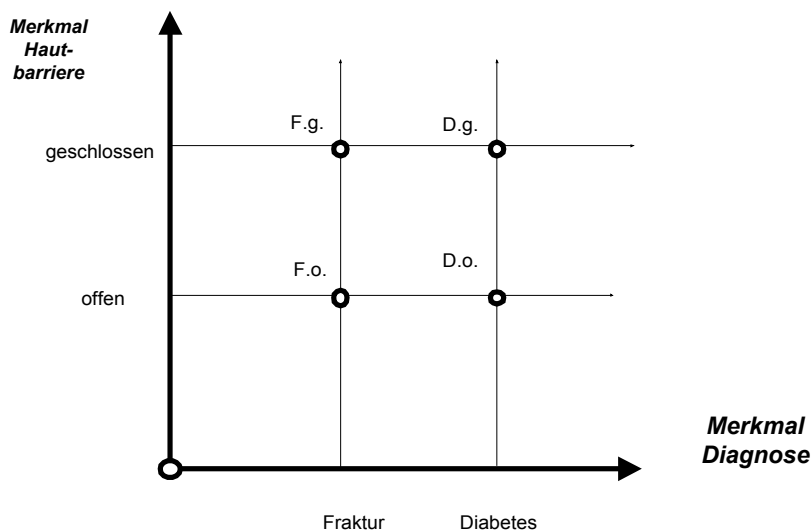
12-achsiges System¹⁵

Begriffe können im 2-achsigen System sowohl Abschnitte auf den beiden Achsen wie auch Felder besetzen, im 3-achsigen System zusätzlich auch Würfel. Einen

¹⁵Die Hilfslinien, welche die einzelnen 12-dimensionalen "Würfel" umreissen würden, sind im 12-achsigen System im Gegensatz zum 3-achsigen (wegen kleineren praktischen Problemen) nicht mehr eingezeichnet.

12-dimensionalen Würfel können wir uns räumlich schlecht vorstellen, ebensochlecht 12-dimensionale Begriffe (die ja dann je zwölf elfdimensionale Oberbegriffe hätten, und diese wieder je elf zehndimensionale Ober-Oberbegriffe mit ..). Trotzdem treffen wir, wie oben ausgeführt, unweigerlich auf solche hochdimensionalen "Ungetüme", nicht nur theoretisch, sondern - wie sich im praktischen Umgehen mit medizinischen Terminologien zeigt - auch ganz konkret. Die komplexe Terminologie ist in der Medizin der Normalfall. Das beschriebene Dimensions-Problem hat allerdings eine relativ einfache Lösung. Dabei werden beide Nachteile, derjenigen der "irrelevanten" Felder wie derjenige der Unhandlichkeit hochachsiger Darstellungen gleichzeitig behoben.

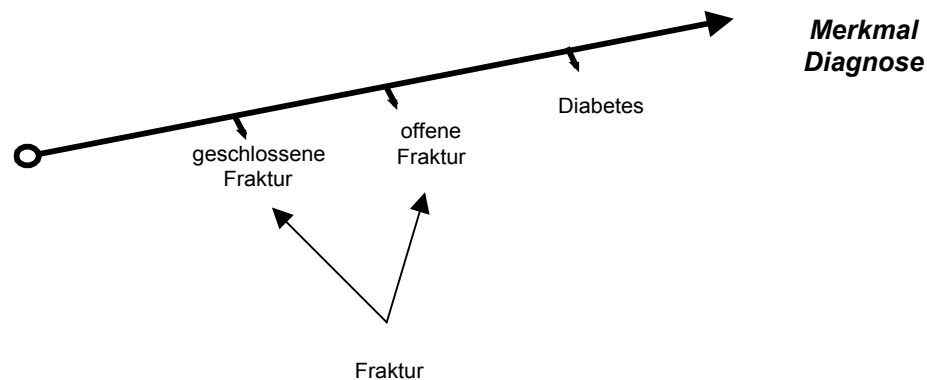
Irrelevante (oder nicht belegbare¹⁶) Felder entstehen dort, wo Kombinationen von Werten keinen Sinn ergeben. Hierzu ein Beispiel: "*Fraktur*" sei ein Wert auf der Achse "*Diagnose*". Dieser Wert kann sich kombinieren mit einem Wert auf einer anderen Achse, welche den Zustand der Hautbarriere bezeichnet und zwei Werte kennt, nämlich "*offen*" und "*geschlossen*".¹⁷ "*Diabetes mellitus*" ist eine andere Diagnose. Die Achse "*offen/geschlossen*" ist nun schlecht mit "*Diabetes*" kombinierbar, d.h. es hat keinen Sinn von einem "*offenen*" oder einem "*geschlossenen Diabetes*" zu sprechen.



¹⁶gemäss F.WINGERT, 1984

¹⁷Bei einer offenen Fraktur ist die Hautbarriere verletzt und Fremdkörper und Keime können eindringen und Entzündungen verursachen. Offene Frakturen heilen deshalb schlechter und das Merkmal "offen/geschlossen" ist für Frakturen wichtig.

Die Punkte D.g. und D.o. (geschlossener und offener Diabetes) des obenstehenden Graphen sind im Gegensatz zu den Punkten F.g. und F.o. sinnlos. Die multiaxiale Begriffsrepräsentation lässt sie aber entstehen. Eine mögliche Lösung wäre:



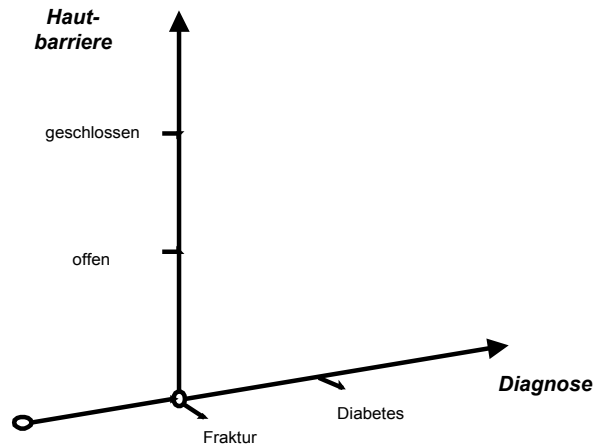
Hier verschwindet das Merkmal "offen/geschlossen" ganz in der Achse der Diagnosen und der Oberbegriff "Fraktur" mit den Unterbegriffen der "offenen" und der "geschlossenen Fraktur" entsteht. Diese Lösung ist allerdings ausgesprochen kurzsichtig:

1. Frakturen haben noch andere Merkmale ausser dem Zustand der Hautbarriere. Z.B. spielt die Gelenkbeteiligung eine Rolle, die Zahl der Knochenfragmente, der betroffene Knochen usw. Diese Merkmale sind praktisch beliebig miteinander kombinierbar und lassen sich nicht in *einer* Hierarchie ordnen¹⁸, sondern sind eben multidimensional.
2. Das Merkmal "offen/geschlossen" spielt nicht nur für Frakturen eine Rolle, sondern kommt auch andernorts vor - z.B. bei offener und geschlossener Lungentuberkulose, kann also nicht in die Hierarchie obligat *unterhalb* der Fraktur eingeordnet werden.

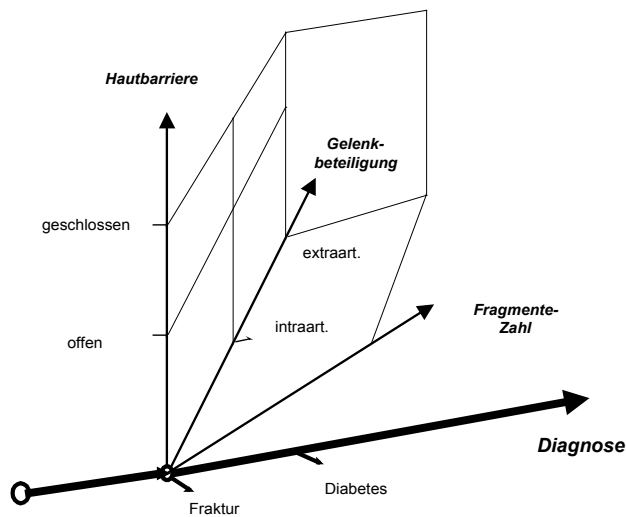
Deshalb muss die dargestellte "Einhierarchisierung" des Merkmals aufgegeben werden. Die Lösung liegt in der Beibehaltung der individuellen Achse, allerdings in einem Modell, in dem nicht alle Achsen *zentral* zusammentreffen, sondern in

¹⁸ Die ICD-10 simuliert für das Merkmal "offen/geschlossen" die Multidimensionalität mit einer fakultativen 5. Stelle, kann wegen ihrer prinzipiell hierarchischen Struktur aber nicht systematisch alle benötigten Merkmale analog, d.h. mit einer jeweils eigenen, zusätzlichen Stelle berücksichtigen.

einem Modell, in dem die Achsen *fokal* bei bestimmten Werten angesetzt sind, wobei die gleiche Achse an mehreren Orten angesetzt werden kann:



Die Achse der Diagnosen (mit den Werten "Fraktur" und "Diabetes") ist am Wert "Fraktur" mit der Achse "offen/geschlossen" (= "Hautbarriere") verknüpft. Der Wert "Fraktur" ist gewissermassen der Fokus für diese und weitere Achsen. Diese Art Darstellung erlaubt im Gegensatz zum einfachen multidimensionalen Modell nicht nur einen zentralen Fokus, sondern mehrere Foci zur Verknüpfung der Achsen¹⁹.



¹⁹Die Foci sind in der Abbildung als kleine Kreise dargestellt. Der etwas grössere Kreis ganz links ist der zentrale Fokus - oder das Zentrum - des multifokalen Systems.

Dadurch, dass die Achsen vom Zentrum in die Peripherie geschoben werden, ist der Nachteil der Unhandlichkeit der Vielachsigkeit behoben. Jede Achse ist genau dort wo sie sein muss.

Der zweite Nachteil, das Entstehen von irrelevanten Feldern ("offener Diabetes") wird dadurch vermieden, dass nicht mehr die Kombinationen von *allen* Achsen gelten, sondern nur noch Kombinationen, für welche die Merkmalsachsen explizit vorgesehen sind. So wie die Forderung nach Disjunktivität durch die Multiaxialität erreicht werden kann, kann die Forderung nach vollständiger Besetzbarkeit durch die Multifokalität der Achsen erreicht werden.

Disjunktivität und vollständige Besetzbarkeit sind gegenläufige Forderungen und erst ihre gemeinsame Einlösung erlaubt ein plastisches Ordnen der Begriffe. Die Begriffe und ihre Relationen werden in einem Modell dargestellt und erlauben ein plastisches, realitätsnahes Modellieren der darzustellenden Materie.

Vorkommen des multiaxialen²⁰, multifokalen Modells:

Systeme der beschriebenen 3. Generation sind sehr verbreitet, allerdings weniger bei medizinischen Klassifikationen, als vielmehr bei:

- relationalen Datenbanken
- Objektorientierter Programmierung
- Frame-Systemen

J.F.SOWA²¹ zeigt die Verwandtschaft der inneren Strukturen dieser drei Konzeptdarstellungsmöglichkeiten. Natürlich sind RDB, OOP²² und Frames²³ drei sehr unterschiedliche Welten mit unterschiedlichen Absichten, Stärken und Möglichkeiten. Trotzdem sind sie verwandt, was die Strukturierung ihrer Datenkonzepte angeht, die aufeinander abbildbar sind. Die Datenkonzepte sind die Infostatik, d.h. das "Schubladensystem", also das Klassifikationsmodell, wie es uns hier interessiert. Was die OOP bezüglich Methodenhandling von den anderen unterscheidet, hat nichts mit dieser Infostatik zu tun, sondern ist bereits Infodynamik, d.h. *zeitlicher* Umgang mit den Daten, d.h. das Mitteilen, Bearbeiten

²⁰Hier synonym mit mehrdimensional.

²¹J.F.SOWA,1997

²²RDB=relationale DatenBank. OOP= ObjektOrientierte Programmierung.

²³Der Begriff geht auf M.Minsky zurück, und wurde unterschiedlich interpretiert. Bekannt ist vor allem die Interpretation wie sie mit KL-1 gegeben wurde, einer AI-Sprache.

und Verändern von Daten. Wie die Daten im Moment jedoch angeordnet²⁴ sind, das ist Infostatik, und in dieser Datenanordnung unterscheiden sich RDB, KL-1 und OOP nicht. Sie unterscheiden sich aber alle zusammen gleichermassen vom simplen monohierarchischen und vom mehrdimensionalen, jedoch unifokalen Modell. RDB, KL-1 und OOP sind Beispiele für die dritte Generation von Datenanordnung, sind multiaxiale, multifokale Systeme.

In Anbetracht der Ausdehnung und Komplexität der medizinischen Terminologie und auch in Anbetracht der Bedeutung der Medizin für unser Leben, ist es erstaunlich, dass gerade auf diesem Gebiet bisher kaum Anstrengungen unternommen worden sind, die Klassifikationen und Terminologien realitätsnaher anzupacken als dies etwa durch die ICD-9 oder die ICD-10 möglich ist. Man würde denken, gerade in der Medizin gäbe es ein Bedürfnis dafür. Neben vielen anderen, hier nicht näher auszuführenden Gründen für die Unterlassung, gibt es einen verborgenen Hauptgrund: Wer oberflächlich hinsieht, gibt sich mit monohierarchischen Systemen zufrieden. Wer aber genau hinsieht, der kapituliert und wendet sich "praktischeren" Fragen zu. Denn auch die Klassifikationen der 3. Generation sind für die Medizin noch unzureichend. Mit anderen Worten:

Medizinische Probleme können auch mit Modellen der 3. Generation nicht klassifiziert werden.

Die Gründe dafür und den Lösungsansatz zeigt das nächste Kapitel.

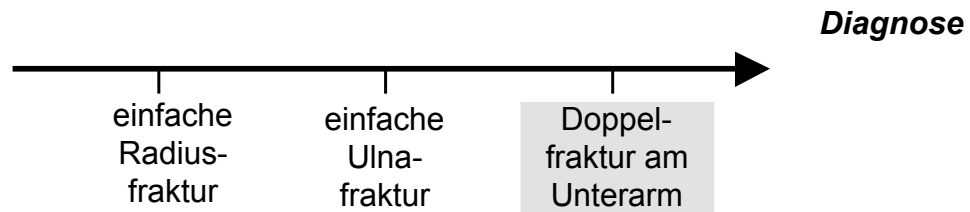
4: multifokales, multipunktuelleres Modell

Wir haben gesehen, wie die Forderung nach Disjunktivität den Sprung vom monohierarchischen zum multidimensionalen Modell nahelegte. Die Forderung nach vollständiger Besetzbarkeit andererseits hat dann die Rolle der Dimensionen wieder eingeschränkt und den Achsen einen gekapselten (fokalen) Geltungsbereich zugewiesen. Wenn wir mit solchen Systemen arbeiten, sehen wir, dass wir erneut Probleme bekommen, und diese stehen wieder mit der Forderung nach Disjunktivität im Zusammenhang, nur dass es jetzt nicht mehr reicht, eine neue Achse zu bauen. Hierzu ein Beispiel:

Knochenfrakturen treten an bestimmten Knochen auf. So gibt es am Unterarm Frakturen der Elle (Ulna) und der Speiche (Radius). Im weiteren besteht die

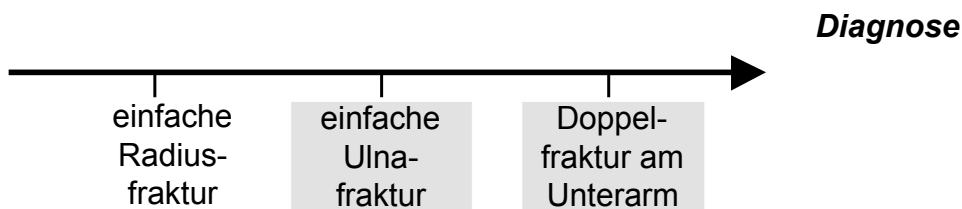
²⁴Inkl. der Vererbung, die ebenfalls zum 3. Generations-Modell und zur Infostatik gehört, hier aber aus Platzgründen nicht behandelt wird.

Möglichkeit, dass beim gleichen einen Unfall beide Knochen brechen. Es gibt dann eine Hospitalisation, eine Operation, eine Rechnung und auch eine Diagnose: Doppelfraktur des Unterarms.

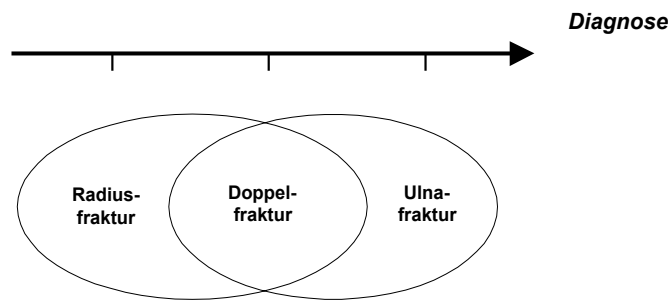


Die Doppelfraktur des Unterarms ist natürlich etwas anderes als die Summe einer Radius- und einer Ulnafraktur. Der Patient braucht nicht zwei, sondern nur eine Hospitalisation, wird nur einmal operiert, braucht nur eine Narkose. Von den finanziellen und medizinischen Konsequenzen her ist das alles andere als eine sophistische Haarspalterei. Und es ist ganz klar: Das Ganze ist nicht das gleiche wie die Summe der Teile. Deshalb nehmen wir die "Doppelfraktur UA" als einen eigenen Wert des Merkmals/der Achse "Diagnose" auf.

Doch diese Einteilung befriedigt nicht. Zwar können wir jetzt klar die Doppelfrakturen von den einfachen Ulnafrakturen trennen. Das Prinzip der Disjunktivität scheint erfüllt und wir können alle Frakturen klar zuordnen. Wenn wir jedoch nach der erfolgreich durchgeführten Zuordnung alle Ulnafrakturen in unserem Krankengut finden wollen, müssen wir die Doppelfrakturen - quasi als ein Spezialfall der Ulnafrakturen - ebenfalls mit einbeziehen.



Das Diskjunktheitsproblem schlüpft damit - wenn auch nur bei der Auswertung - durch die Hintertür wieder herein. Doch das ist nicht alles. Die Doppelfrakturen sind ja nicht nur ein Spezialfall der Ulna-, sondern auch ein Spezialfall der Radiusfrakturen. Wirklich korrekt (vorerst) wäre also nur die folgende Mengendarstellung:



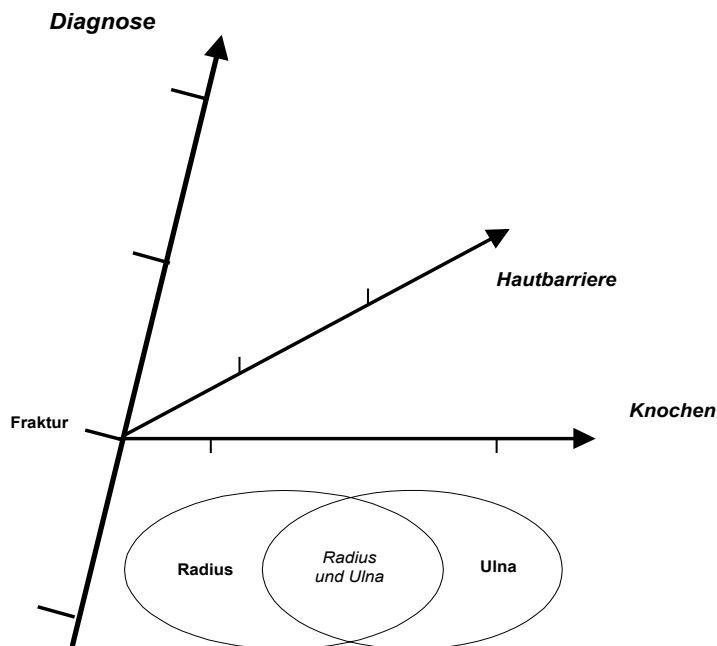
Hier überschneiden sich die Menge der Ulna- und der Radiusfrakturen und die Unterarmdoppelfrakturen bilden ihre Schnittmenge. So verhält es sich in Wirklichkeit. Die Forderung nach Diskjunktivität ist damit allerdings unerfüllt. Wir könnten zwar - wenn wir die obige Mengendarstellung im Kopf haben, oder im Computersystem, und zwar explizit - auf der Achse "Diagnose" drei Orte (Codes) für die drei Arten von Diagnosen vergeben und damit die Realität relativ korrekt einfangen. Nur:

- Das Prinzip der Disjunktivität, welches für ein Merkmal voraussetzt, dass die auf seiner Merkmalsachse den Merkmalsausprägungen zugeordneten Objekte voneinander unabhängige Mengen bilden, dieses Postulat bleibt grob verletzt. Und die Forderung nach Disjunktivität ist nicht einfach irgendein theoretisches Postulat. Erst wenn eine eindeutige Zuordnung in der Praxis möglich ist, ist eine Klassifikation sinnvoll.
- Die mengenmässigen Zusammenhänge müssten bei dieser Darstellung irgendwo explizit festgelegt werden. Jeder, der die Klassifikation im Einzelfall durchführt, muss die Regeln kennen, sonst klassiert er falsch. Er darf also zB. nicht eine einfache Ulnafraktur klassieren, wenn zusätzlich der Radius gebrochen ist, und umgekehrt. In beiden Fällen muss er die Ulna- bzw Radiusfraktur bei der Doppelfraktur einordnen. Zusätzlich muss aber auch der Auswerter die Regeln kennen. Wenn er die Radiusfrakturen sucht, muss er die Unterarmdoppelfrakturen in die Suche miteinbeziehen und sich dabei überlegen, was er möglicherweise jetzt noch vergessen hat.
- Mehrfachverletzungen sind keineswegs seltene, statistisch vernachlässigbare Ausnahmen, sondern sie sind im Gegenteil sehr häufig. Viele davon haben eigene Namen (zB. Monteggiafraktur, unhappy triad, Weber-Fraktur). Bei Knochenverletzungen werden oft Haut, Nerven und Sehnen mitverletzt. Im Bereich der Inneren Medizin ist es genau gleich. Die Multimorbidität ist die Regel. Viele Diagnosen kommen schon fast regelmässig kombiniert vor (z.B. Adipositas,

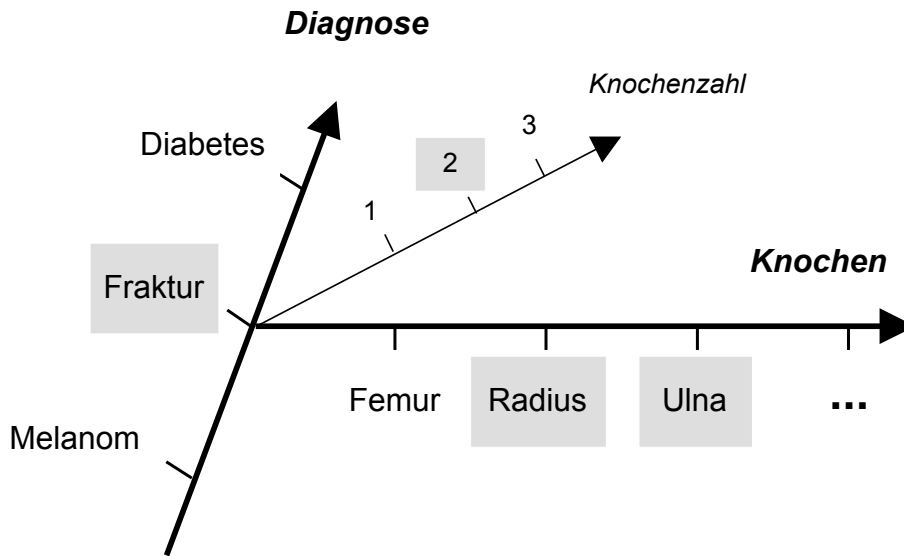
Diabetes und Hypertonie samt Folgen beim sog. Metabolischen Syndrom). Viele Krankheiten kennt man überhaupt nur als Syndrome, also Kombinationen von Symptomen.

- Weil Multimorbidität und Mehrfachverletzungen die Regel sind, ist die Klassifikation von Diagnosen so schwierig und sind Fehler, wenn der einzelne Anwender codiert, praktisch unausweichlich. Der Ressourcenbedarf für diese Arbeit wird gewaltig unterschätzt.

Die obige Abbildung ist in einer weiteren Hinsicht nicht ideal: Die Lokalisation ist nicht die einzige Eigenschaft einer Fraktur. Frakturen haben viele weitere Merkmale (wie die Intaktheit der Hautbarriere, usw.), welche sich mit der Lokalisation praktisch beliebig kombinieren. Wie bereits bei der Vorstellung des multifokalen Typs erklärt, ist es sinnvoll, "Fraktur" als einen Fokus zu betrachten, in den sich die für diesen Fokus relevanten Achsen treffen, u.a. die Achse, welche den gebrochenen Knochen bezeichnet. Dies führt (vorerst) zu folgender Abbildung:



Etwas stört aber: Auf der Achse der *Diagnosen* konnten wir uns einen Wert für die Doppelfraktur vorstellen. Auf der Achse der *Knochen* ist ein Wert für Doppelknochen nicht mehr sinnvoll. M.a.W: Wir müssen das Prinzip der Disjunktivität brechen - allerdings kontrolliert und gezielt:



Im multipunktuellen Modell kann also - im Gegensatz zu den drei bisher besprochenen Modellen - ein Merkmal (eine Achse) gleichzeitig mehrere Ausprägungen (Werte) aufweisen. Dabei müssen die Werte nicht benachbart sein, sich also nicht unter einen gleichen Oberbegriff dieser Achse subsummieren lassen. Mengen (Sets) beliebiger Werte auf der gleichen Achse können zusammengestellt werden und bilden - als Menge - die Ausprägung dieses Merkmals für eine inhaltliche Entität (Klasse).

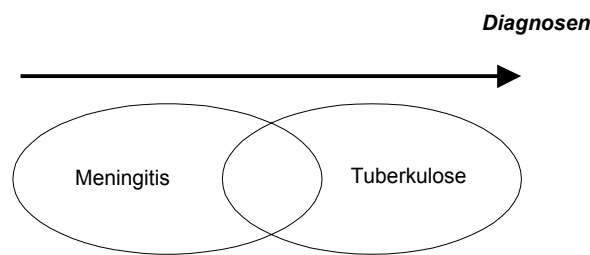
Dieser Bruch der Disjunkтивität und Eindeutigkeit innerhalb des Merkmals muss jedoch im Begriffssystem vermerkt werden. Im gezeigten Beispiel wird deshalb die Mehrfachnennung auf der Achse "Knochen" durch den Wert "2" auf der Achse "Knochenzahl" angezeigt. Dem System müssen die häufigsten Mehrfachdiagnosen bekannt und als "Alias" verfügbar sein. Es muss - insbesondere den auswertenden Statistikern - klar sein, dass auf verschiedenen Ebenen "gesprochen" wird. Diese Klarheit kann durch verschiedene Lösungen verschieden perfekt erreicht werden, genauso wie das vorher besprochene multifokale Modell verschiedene Ausformungen (KL-1, OOP-Sprachen, RDB's, Partikelmodell der CSL²⁵ usw.) erfuhr. Ohne eine gebührende Berücksichtigung der Multipunktualität kann jedoch kein Klassifikationssystem bestehen.

²⁵H.R. STRAUB, 1994

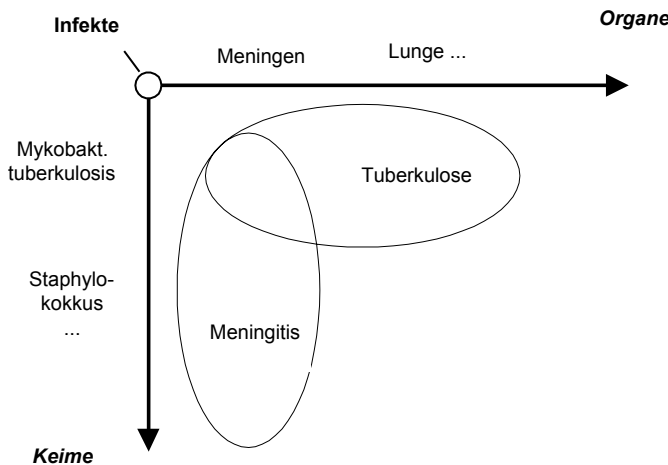
Unterschied zwischen der multiaxialen und der multipunktuellen Lösung

Weshalb muss die Multipunktualität eingeführt werden? Die Forderung nach Disjunktivität hat doch bereits einmal zu einem neuen Modell geführt. Weshalb kann man die dortige Lösung - nämlich die Bildung neuer Achsen - nicht erneut für das vorliegende Problem verwenden?

Zur Beantwortung der Frage hilft es, sich die Mengenverhältnisse und die Abbildung der Mengen in das dimensionale Gerüst vorstellen. Zuerst am Beispiel, das zur Einführung der Mehrdimensionalität geführt hat:

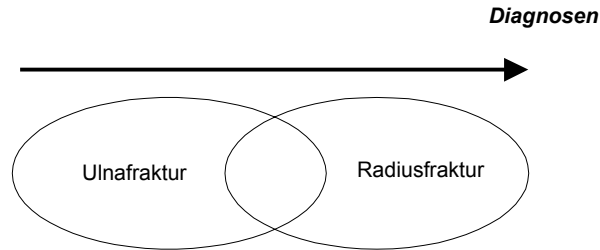


Meningitis und Tuberkulose sind beides einwandfreie medizinische Diagnosen. Sie überschneiden sich allerdings, dh. sie sind nicht disjunkt. Die Schnittmenge ist die tuberkulöse Meningitis.



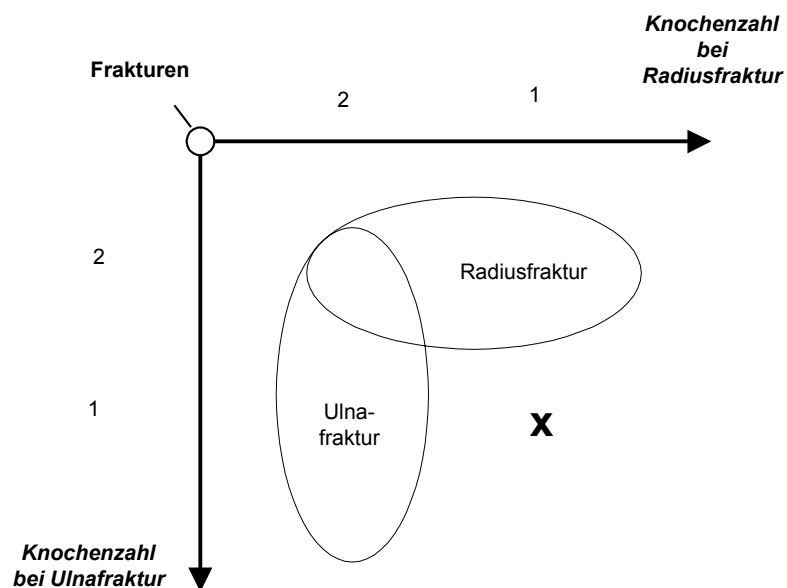
Wenn man nun wie aufgeführt die Mengen auf zwei Achsen verteilt, bekommt man eine weitgehende Äquivalenz der Mengen- zu den Achsenverhältnissen. M.a.W: Man kann die real existierenden Mengenbeziehungen einwandfrei auf ein Koordinatensystem abbilden, sobald man eine zusätzliche Achse einführt.

Bei den Unterarmfrakturen sind die Verhältnisse grundlegend anders:



Auf den ersten Blick besteht zwar eine weitgehende Aehnlichkeit zu den vorigen Verhältnissen: Ulnafraktur und Radiusfraktur sind einwandfreie medizinische Diagnosen. Sie gehören beide zu einer gleichen Klasse (den Frakturen). Sie sind nicht ganz disjunkt, und ihre Schnittmenge sind die UA-Doppelfrakturen. Aber hier hört die Analogie auf, und es erweist sich, dass hier die Disjunktivität von einem grundlegend anderen Charakter ist als am Vorbeispiel. Die Disjunktivität lässt sich nämlich mit einer Vermehrung der Achsen NICHT sinnvoll zum Verschwinden bringen.

Hier mein gescheiterter Versuch die Mengenbezüge analog zum vorhergehenden Beispiel auf ein zweiachsiges Koordinatensystem abzubilden:



Die horizontale Achse muss den Unterschied der Schnittmenge (=UA-Doppelfraktur) zu den übrigen Radiusfrakturen thematisieren, analog wie im Vorbeispiel der Unterschied der Schnittmenge (=tuberkulöse Meningitis) zu den übrigen Tuberkulosen thematisiert wurde. Der erste Unterschied betraf das Merkmal "Organ". Jetzt liegt der Unterschied in der Zahl der gebrochenen Knochen. Analog betrifft der Unterschied in vertikaler Richtung die Zahl gebrochener Knochen bei Ulnafraktur.

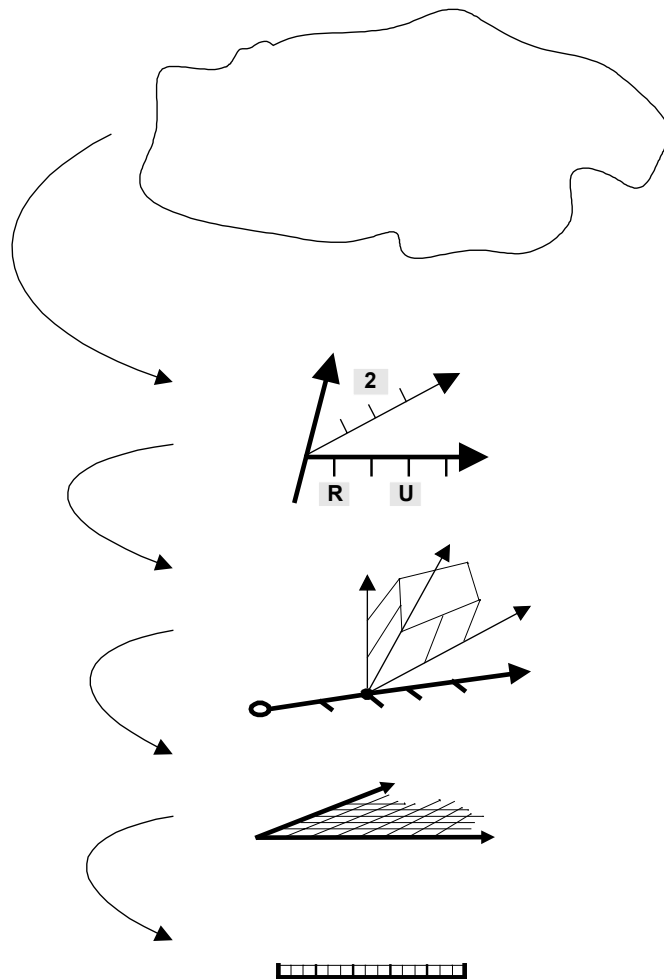
Diese Achsenbenennung macht aber insgesamt keinen Sinn, was zB daran ersichtlich ist, dass der Ort, den ich mit dem Kreuz gekennzeichnet habe, logisch paradox ist. Er würde eine Fraktur bezeichnen, bei der ein Knochen gebrochen ist, und die gleichzeitig eine Radius- und eine Ulnafraktur ist. Im Vorbeispiel der Meningitis ist der entsprechende Ort aber nicht nur völlig frei von jedem logischen Widerspruch, sondern er bezeichnet - ohne dass dies speziell erwähnt wurde - eine Diagnose, die auch tatsächlich vorkommt, nämlich die Staphylokokkenpneumonie.

Die logischen Widersprüche gehen weiter: im Quadrant oben rechts findet sich eine einfache Radiusfraktur. Das wäre aber nach dem Achsensystem eine Fraktur sowohl mit einem Knochen (als Radiusfraktur) als auch mit zwei gebrochenen Knochen (als Ulnafraktur!). Und wo zeichnete man eine Oberarmfraktur ein? Die Verhältnisse im Vorbeispiel führen niemals in eine solche Widersinnigkeit. Zwar gibt es Kombinationsmöglichkeiten, die nicht wirklich vorkommen (zB Grippeviren in der Haut), aber ganz unmöglich sind sie nicht und sie führen hauptsächlich nicht zu *logischen* Widersprüchen im Koordinatensystem wie das Beispiel mit der Unterarmfraktur.

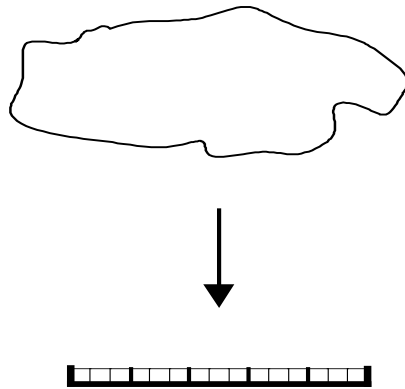
Man mag einwenden, dass ich die Achsen schlecht gewählt habe, doch der geneigte Leser möge selber versuchen, geschicktere Achsen zu wählen, die zu keinem Widerspruch führen. Die beobachteten Verhältnisse lassen mich annehmen, dass es in der Natur der Disjunktivität einen prinzipiellen Unterschied gibt und dass die Forderung nach Disjunktivität in den einen Fällen mit der Einführung einer neuen Achse, in den anderen jedoch nur mit dem prinzipiellen Akzeptieren der hier vorgestellten Multipunktualität gelöst werden kann.

Die Rolle von Klassifikationsmodellen (Reprise)

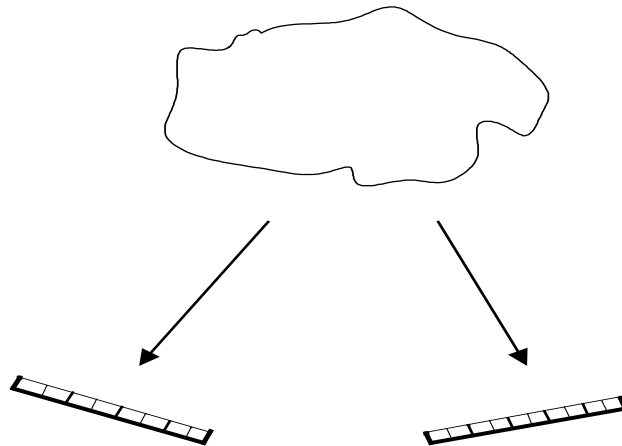
Weshalb klassieren wir? Wenn wir in der Realität eine grosse Zahl unterschiedlicher Objekte ansehen, müssen wir sie gruppieren, um ähnliche Fälle gleich behandeln zu können. Dabei soll die Komplexität der Realität möglichst präzise und einfach abgebildet werden. Die Modelle der 4. Generation kommen der Realität am nächsten:



Doch einfachere Modelle haben ebenfalls ihre Vorteile. Sie sind - wenn keine Präzision verlangt wird - vor allem einleuchtender und einfacher im Handling. Immer wenn wir handeln müssen, wollen wir eine einfache Sicht, damit wir nicht durch die Komplexität verwirrt werden. Auch sind nicht alle Aspekte gleich wichtig. Deshalb wollen wir nur den wichtigsten Aspekt für die Einteilung der Dinge verwenden und stützen uns in unseren Handlungen sinnvollerweise nicht auf unwesentliche Details:



Simple Klassifikationen besitzen ohne Zweifel eine grosse Attraktivität. Das Grundproblem zeigt aber folgendes Bild:

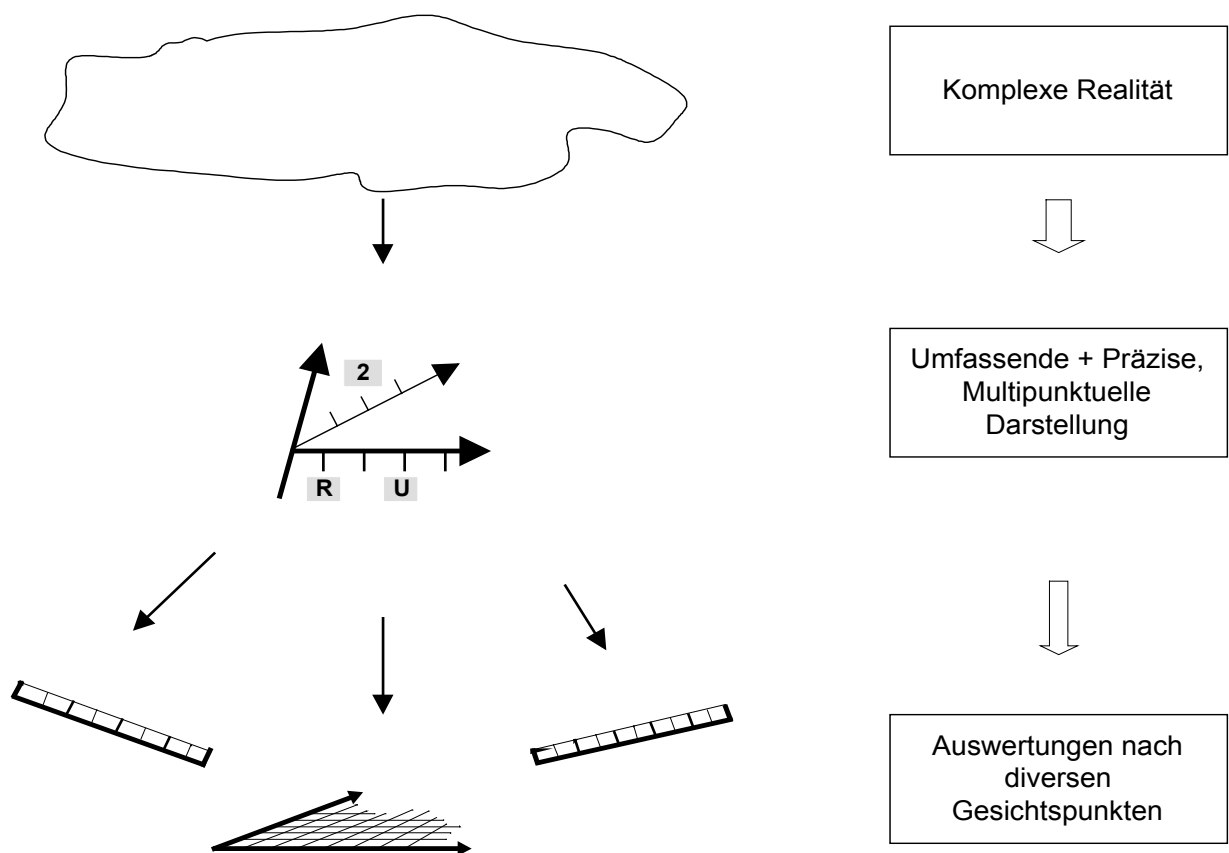


Weil die simple, hierarchische, unidimensionale Klassifikation zu einfach ist, sind IMMER auch alternative unidimensionale Klassifikation möglich. Deshalb ist es so schwierig, sich auf EINEN (unidimensionalen) Code zu einigen. Deshalb auch z.B. die grossen Probleme, sich auf einen bestimmten Satz von DRG's zu einigen. Und wenn sich alle Parteien anscheinend auf eine Klassifikation geeinigt haben, ist die Einigung oft eben nur scheinbar und im Konkreten werden wieder Abänderungen durchgeführt. Dann hat man zwar einfache Klassierungen, nur eben leider mehrere, sodass der Sinn der Klassifikation, das Vergleichen der Daten unterschiedlicher Herkunft, erneut verfehlt wird.

Eine einfache, sogar eine unidimensionale Klassifikation kann trotzdem sinnvoll sein - aber nur im Hinblick auf eine jeweilige Arbeit, auf ein jeweiliges Ziel. Eine

andere Fragestellung ergibt eine andere Sicht und somit eine andere unidimensionale Klassifikation.

Beide Forderungen - diejenige nach grösster Nähe zur Komplexität und grösster Präzision in der Abbildung der Realität einerseits und diejenige nach grösster Einfachheit der Darstellung andererseits - können gleichzeitig berücksichtigt werden, wenn Klassifikationen unterschiedlicher Natur gemischt werden. Dabei müssen die unterschiedlichen Systeme aber unbedingt am richtigen Ort eingesetzt werden:



Primär wird natürlich in das realitätsnaheste Modell abgebildet. Je nach dem Zweck der Untersuchung werden die gewonnenen Informationen dann aber in einfachen multi- oder unihierarchischen Einteilungen angeboten. Wenn die Information primär klar in ein widerspruchsfreies multifokales, multipunktueller Klassifikationssystem eingegeben wird, ist eine spätere Abbildung in beliebige Systeme tieferer Stufe einfach möglich, da immer klare Regeln für diese Abbildung

gefunden werden können²⁶. Wenn primär in ein komplexes Klassifikationssystem eingeteilt wird, ist man bei der späteren Interpretation nicht eingengt, da eine flexible Anordnung der Information, genau nach den Gesichtspunkten, welche die aktuelle Aufgabe erfordert, auf jeden Fall möglich ist.

Rekapitulierend sehen wir bei der Anordnung der Begriffe in Klassifikationen eine Entwicklung mit zunehmender Komplexität und Realitätsnähe. Die Systeme der ersten Generation, die hierarchischen Systeme, enthalten je einen Freiheitsgrad. Die mehrdimensionalen Systeme der zweiten Generation enthalten **n** Freiheitsgrade, für jede Dimension einen. Bei der dritten Generation sind die Freiheitsgrade nicht mehr unabhängig voneinander, sondern bilden ein Netz. Je nach Ausfall des einen Freiheitsgrades (Wert auf der einen Achse) sind andere Freiheitsgrade (Achsen) offen. Die Achsen berühren sich somit in mehreren Punkten (Foci), weshalb wir die Systeme der dritten Generation multifokal nennen. Bei der vierten Generation ist das Gewebe der Achsen (der semantische Raum) von der gleichen Struktur wie bei der dritten Generation. Auf einer Achse können bei der vierten Generation aber mehrere Punkte gleichzeitig aktiv sein, d.h. mehrere Werte des gleichen Typs gleichzeitig ausgewählt werden. Auf diese Weise können zusammengesetzte Objekte wie z.B. Mehrfachdiagnosen logisch widerspruchsfrei und computergängig dargestellt werden.

Anhang

Modellgeneration	Dimensionalität/Axialität	Fokalität	Punktualität
1.Generation	eindimensional=uniaxial=Hierarchie	-	unipunktuell
2.Generation	mehrdimensional=multiaxial	unifokal	unipunktuell
3.Generation	mehrdimensional= multiaxial	multifokal	unipunktuell
4.Generation	mehrdimensional= multiaxial	multifokal	multipunktuell

Tabelle1: Uebersicht über die den 4 Generationen zugeordneten Namen

²⁶Umgekehrt geht das natürlich nicht!

Modellgeneration	Anzahl semantische Achsen	Anzahl Achsenschnittpunkte (=Foci)	Anzahl Punkte pro Achse
1.Generation	1	0	1
2.Generation	n	1	1
3.Generation	n	z	1
4.Generation	n	z	m

Tabelle2: Unterschiede in der Anzahl der Achsen, Foci und Punkte bei den 4 Generationen

Literatur

- 1: DIMDI, 1994/95: ICD-10, Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10.Revision, Bände I / II / III, Urban & Schwarzenberg, München, 1237 + 129 + 784
- 2: FISCHER, W., 1997: Patientenklassifikationssysteme zur Bildung von Behandlungsfallgruppen im stationären Bereich, Bundesamt für Sozialversicherungen, Bern, 518
- 3: INGENERF, J., 1993: Benutzeranpassbare semantische Sprachanalyse und Begriffsrepräsentation für die medizinische Dokumentation, Infix, St. Augustin, 345
- 4: RASSINOX, Anne-Marie, 1994: Extraction et représentation de la connaissance tirée de textes médicaux, Genève, 322
- 5: SOWA, J.F., 1984: Conceptual Structures: Information Processing in Mind and Machine, Addison-Wesley, Reading, 481
- 6: SOWA, J.F., 2000: Knowledge Representation, Brooks/Cole, Pacific Grove
- 7: STRAUB, H.R., 1994, Wissensbasierte Interpretation, Kontrolle und Auswertung elektronischer Patientendossiers, Kongressband der IX. Jahrestagung der SGMI 1994, Schweizerische Gesellschaft für Medizininformatik, Nottwil, 81-87
- 8: STRAUB, H.R., 2001: Das interpretierende System. Z/I/M-Verlag, Wolfertswil
- 9: WINGERT, F., 1984: SNOMED Manual, Springer-Verlag, Berlin, 91

Korrespondenz

Hans Rudolf Straub
Semfinder AG
Hauptstrasse 23
CH-8280 Kreuzlingen
e-mail: straub@semfinder.com