

Rechtlicher Hinweis

© Werner Schneider und den zitierten Autoren bzw. ihren Verlagen.

Das Material wird ausschließlich für wissenschaftliche und unterrichtliche Zwecke zur Verfügung gestellt. Sie sind auf der sicheren Seite, wenn Sie es behandeln wie Material aus einer Bibliothek: danach können Sie bis zu sieben Kopien zum privaten Gebrauch ziehen.

Alle darüber hinausgehenden Verwertungsrechte bleiben unberührt.

Technischer Hinweis

Aus technikhistorischen Gründen sind die Fonts nur für den Ausdruck, nicht jedoch die Bildschirmdarstellung optimiert.

Aber nun viel Spaß und erfrischende Adrenalinschübe!

;-) Werner und die Drachen

<Fuzzylogik> und logischer Fundamentalismus

Die noch ziemlich junge Geschichte der Fuzzylogik ist eine Fundgrube bizarr falscher Scheinargumente und ideologischer Projektionen. Am schlimmsten gebärden sich die angeblich pragmatischen westlichen Ingenieure. Ganz im Ernst und sehr süß auf den Punkt gebracht von Bart Kosko:

(350p63) “Es ist die Wissenschaft, die die Gesellschaft in Bewegung hält. Die Sprache aber der Wissenschaft ist die Mathematik, die Struktur der Mathematik ist die Logik, und das Urgestein, auf dem die Logik ruht, ist Aristoteles – und das ist es, was mit Fuzzy Logic nicht zusammengeht.”

Lies statt ‘Urgestein’ ‘festes Fundament’, und wir wissen, warum Fundamentalismus Fundamentalismus heißt. Hier ist er in prototypischer Reinkultur. Nichts läge dem modernen Wissenschafts-Auffasser ferner, als sich so ernsthaft und unbedingt auf eine Autorität zu berufen. Dass Kosko ganz “katholisch” den *Aristoteles* als Vorbedingung wahren Wissens anruft, ist ein wirklich süßer Einklang mit der mittelalterlichen Scholastik (die im übrigen besser ist als ihr Ruf).

(350p43) Albert Einstein urteilt schon vorsichtiger über die Gewissheiten der Mathematik: “Insofern die Gesetze der Mathematik sich auf die Wirklichkeit beziehen, sind sie nicht sicher, und insofern sie sicher sind, beziehen sie sich nicht auf die Wirklichkeit.”

Auch Ernst Mayr zeigt erheblich stärkeres wissenschaftliches Selbstbewusstsein; er hinterfragt die Bedeutung so genannter ‘Selbst’-Verständlichkeiten, die dem Wissenschaftler normalerweise eben nicht bewusst sind:

“Die Analyse der Grundannahmen oder ideologischen Vorbedingungen von Wissenschaftlern ist ausgesprochen schwierig, da niemand sie artikuliert. Sie bestehen im Wesentlichen aus stillschweigenden Annahmen, die für so selbstverständlich gehalten werden, dass man sie niemals ausspricht... Aber jeder, der versucht, diese selbstverständlichen Wahrheiten zu hinterfragen, wird einem furchtbaren Widerstand begegnen.”

Denn “es gibt Dinge, an denen ist nicht zu rütteln. Das sind dann die Fundamente”, wie einer meiner Physik-Kommilitonen einst sarkastisch bemerkte.

Unter der gebieterischen Wirkung des tatsächlich herrschenden Zeitgeistes lässt auch sonst ganz vernünftige, ja geniale Leute die Vernunft im Stich. Oder umgekehrt: sie sind es, die die Vernunft im Stich lassen. Aufklärung hat mehr mit Mut als mit Intelligenz zu tun! Manche Gedanken werden nicht gedacht, ja nicht einmal im Ansatz richtig registriert, nicht aus Mangel intellektueller Kapazität, sondern aus ‘Mangel der Entschlusskraft und des Mutes’; das hat eine moralische Dimension.

(350p66) So ist Kalmans Unterstellung, die Fuzzy Sets “werten die Präzision ab”, ein Ausdruck einer schweren, nur aus Gemütsgründen erklärbare Denkstörung. William Kahan stößt ins gleiche Horn; bei ihm kommt die moralisierende Unmoral dabei noch deutlicher zum Ausdruck:

(350p67) “Was wir brauchen, ist mehr logisches Denken, nicht weniger. Die Gefahr an der Theorie der Unschärfe ist, dass sie jene Art ungenaues Denken ermutigt, die uns schon so viele Schwierigkeiten gebracht hat.”

Zumindest Kalman, der Erfinders des Kalman-Filters, hätte sofort erkennen müssen, dass die Fuzzy-Theorie präziser ist als die aristotelische; und genau in diesem Sinne – Präzisierung, sauberere Klassifizierung, bessere Nutzung allen verfügbaren Wissens – hat sie sich in der Anwendung bewährt, keine neue Heilslehre, sondern ein fruchtbares technisches Paradigma. Gott lob für die Japaner – die wahren Pragmatiker!

Tatsächlich ist die durchgängig ablehnende Reaktion der westlichen Wissenschaft und Technik nur aus halluzinierten ideologischen Schützengräben heraus nachvollziehbar, in denen erbittert um jeden Fußbreit vermeintlichen Privilegienbodens gestritten wird, wobei die Vernunft zwischen den Gräben verblutet.

In der Tat bedeutet die Fuzzy-Theorie mehr logisches Denken; es ist präziser, welt- und lebensnäher, weil es auch sonst nicht zugängliche Information auswerten hilft und naturgemäß vage Beschreibungen zur Verbesserung von Regelkreisen einbezieht, die sonst ganz verloren gingen; augenfällig die Präzisierung 'verwackelter' Camcorder-Aufnahmen!

Aristoteles 'digitalisiert' die Welt der Wahrheitswerte nur mit 2 Stufen, also größtmöglich, unendlich gröber, als wenn man die ganze überabzählbare Mannigfaltigkeit der reellen Zahlen zwischen diesen beiden Extrema hinzunimmt: welche gewaltige Vergrößerung der 'logischen Auflösung'! Was ist 'genauer', eine 1-bit-Quantisierung oder eine prinzipiell beliebig stetige Darstellung?

Aber schon die uneuphemistische (aber keineswegs kakophemistische!) Namensgebung 'Fuzzylogik' stieß sie schon alle vor den Kopf, die Identitäts- und Baukastlendenker. Man hätte ja – mit fast gleichem Recht – auch von 'hochauflösender Logik' sprechen können ...

(350p67-68)

Kahan beruft sich auf den Falsifikationismus: Fuzzy-Aussagen seien – anders als statistische – weder verifizierbar noch falsifizierbar.

Mit den angeführten Argumentativgeschossen kartätscht Kalman aber nicht nur die Statistik und die Wahrscheinlichkeitstheorie nieder, sondern Dreiviertel der ganzen Wissenschaft (auch wenn ers bestreitet). Uninterpretiert sind seine Argumente nur befremdliche Verweigerungen ureigener Hausaufgaben. Vielleicht liefert eine psychologische Interpretation rationale Erklärungen seiner Windmühl-Attacken: Wir vermuten Ablehnung des 'wirklichen Lebens' als Erkenntnisquelle, darunter Angst vor vermeintlich nicht zu bewältigender Komplexität, darum Projektion eigener Unzulänglichkeiten und Verschanzen in illusionärer Sicherheit – als habe Wissenschaft je auf festem Grund gestanden, einem 'Fundament', an dem keiner rütteln darf, sonst stürzen die Himmel ein.

Es macht die moderne Wissenschaft ja gerade aus, dass sie ein solches Fundament nicht braucht. Ihr Ausgangspunkt ist, im Gegenteil, der Zweifel, nicht die Gewissheit.

Es ist antiaufklärerischer Missbrauch respektabler Autoritäten, die antike Logik des Aristoteles oder den moderne Falsifikationismus Poppers als 'Urgestein' zur Ich-Stützung zu vereinnahmen. Imre Lakatos wird nicht müde, in seiner gründlichen Analyse des kritischen Rationalismus auf die Unbrauchbarkeit von 'Falsifikationen' zu fundamentalistischen Zwecken hinzuweisen:

(297p23)

Popper setze die 'empirische Basis' der Wissenschaft mit bewusstem ironischem Nachdruck in Anführungszeichen. Nichts in ihr sei bewiesen, sie bestehe aus Pfeilern, die sich von oben her in einen Sumpf senken. "Wenn diese 'empirische Basis' mit einer Theorie in Konflikt gerät, dann kann man die Theorie wohl 'falsifiziert' nennen, aber sie ist nicht falsifiziert in dem Sinn, dass sie widerlegt wäre... Folgt dieser Art von Falsifikation die 'Beseitigung' einer Theorie auf dem Fuße, so kann dies wohl die Beseitigung der wahren und die Annahme einer falschen Theorie nach sich ziehen." (Kontext →WK-16)

Es gibt kaum Abträglicheres (ja: Unmoralischeres) in der Wissenschaft als die Behauptung der Gewissheit. Wissenschaft gründet auf dem Zweifel. Wer existenzielles Urgestein sucht, möge sich an die Theologen wenden. Der Wissenschaftler muss lernen, im Sumpf ständiger Ungewissheit der Grundlagen zu leben.

Fundamentalismus, Puritanismus und paranoide Denkbehinderungen (um nicht zu sagen gelinde Wahnideen) in schöner Eintracht. Diverse reaktionäre Ideologie-

me (politischer, moralischer Natur) sind deutlich auszumachen. Fallt nicht in Anfechtung: das Ende ist nahe.

(350p63) Rudolph E. Kalman (1972): “Es besteht kein Zweifel, dass Prof. Zadehs Enthusiasmus für Unschärfe durch das in den USA herrschende politische Klima gefördert wurde, ein Klima von noch nie dagewesener Toleranz. Fuzzy Logic führt zur Beliebigkeit in der Wissenschaft und läuft Gefahr, in populistischen Parolen zu enden, die nicht von der Disziplin harter wissenschaftlicher Arbeit und geduldiger Beobachtung begleitet werden. Ich muss gestehen, dass ich dieses Verfahren nicht als eine praktikable Alternative zur anerkannten Verfahrensweise der Wissenschaft in Betracht ziehen kann.”

“Beliebigkeit”: lies Nonkonformismus. (Dementsprechend ist die oft eingeforderte politische Abstinenz des Wissenschaftlers-als-solchem zu lesen als Aufforderung zu geräuschlosem politischem Konformismus.)

(350p68) Kahan: “Fuzzy Logic ist das Kokain der Wissenschaft.”

Wenn Konzepte zu sehr in Lebensnähe geraten, lösen sie bei einem erstaunlich großen Teil der Wissenschaftler neurotische (bis paranoide) Denkbehinderungen aus und mobilisieren von Komplexitätsangst getriebene fundamentalistische Abwehr. Das Ende der wissenschaftlichen Methode!

Schwere Rezeptionsstörungen. Anklage wg. Jugendgefährdung

Da werden abstruse Scheinargumente geliefert und rhetorische Scheinfragen gestellt:

(350p65) “Woher kommen diese Zugehörigkeitsgrade?”

Normalerweise überbieten sich die Wissenschaftler darin, solch laienhaft falsch gestellte Fragen huldvollst zurechtzurücken!

Woher kommt die Zugehörigkeitsfunktion? Natürlich genau daher, wo die ‘extremen Wahrheitswerte’ 0 und 1 auch herkommen: aus der Semantik, also eher der Erfahrung (Wahrheitstabellen), oder aber aus der Theorie, aus Modellen – hat denn Hilbert umsonst gelebt? Dem Mathematiker ist das schlicht eine Definition, und dem empirischen Wissenschaftler etwas, was sich im Rahmen von Modellen bewährt oder nicht bewährt.

Insofern ist die Zugehörigkeitsfunktion keineswegs ‘subjektiv’ (also des Teufels), sondern ‘objektiver’ noch als die aristotelisch-verkürzte wahr/falsch-Aussage (maximum-likelihood-Argument); natürlich gibt es hier eine Brücke zur Wahrscheinlichkeitstheorie, ohne dass Wahrheitsgrad mit Wahrscheinlichkeit identifiziert werden muss.

Einstein und stärker noch Bohr (138) wurden Opfer gleichermaßen bizarrer Vorwürfe: opportunistische Denkweise, verdirbt die Leut’, vor allem die Jugend (wie weiland Sokrates), weicht die Hirne auf, böser böser Relativismus, ela-hop, Beliebigkeit – das ganze durchgeknallte Lamento.

Geheimnisverrat. Zu populärer Name?

(350p69-70) Schon die Namenswahl hat die Ablehnung provoziert. Bewusster Verstoß Zadehs gegen den wissenschaftsesoterischen Kommentar: populäre Ausdrucksweise, führt prompt zu Artikeln in der Times, shocking. “Publizitätshascherei” ... wissenschaftlicher Geheimnisverrat!

Fuzzylogik = schlampiges Denken!

(350p71) “Das Konzept unscharfer Mengen bedeutet für den etablierten Wissenschaftsbetrieb ein großes Ärgernis.” Es stelle nämlich einige der ältesten und grundlegendsten Prämissen westlichen Denkens in Frage.

Fuzzy Logic als Ausdruck schlampigen Denkens zu verstehen, ist selber Ausdruck schlampigen Denkens. Den Quatsch im eigenen Kopf auf den projiziert, der droht, den Sumpf auszutrocknen.

Aristoteles Schwarz/Weiß-Maler. Angst vor Kontrollverlust und Auflösung. Notwendige Wahrheiten.(350P⁷¹)

Der Satz vom ausgeschlossenen Dritten “prägte das westliche Denken, es gab ihm Halt und nahm ihm die Angst, die Kontrolle über sich selbst und die Wirklichkeit zu verlieren.”

“Die Mathematiker Ernest Nagel und James R. Newman brachten es auf den Punkt: ‘Niemand wird bezweifeln, dass der Satz [*Es regnet oder es regnet nicht*] notwendig wahr ist, gleichgültig wie das Wetter tatsächlich ist ...’ Aber jedermann kennt jenen feinen Nebel, der kein Regen ist und bei dem man doch nass wird.” Offensichtlich ist der Satz [...] *meistens nicht* wahr. Er zählt ja nur zwei Fälle auf; in Wirklichkeit gibt es wesentlich mehr Fälle als die beiden genannten:

[*Die Luft ist völlig trocken oder es ist neblig oder es fliegen ein paar Tropfen in der Luft herum oder es regnet ein bisschen oder es geht ein Landregen nieder oder es regnet richtig oder es regnet stark oder es schüttet wie blöd or its raining cats and dogs ou il pleut comme une vache qui pisse oder es geht ein Platzregen nieder oder wir stehen direkt unterm Wasserfall*] kommt der Wahrheit schon näher.

Aber bei Anlegung mathematisch strenger Maßstäbe ist auch dieser Satz nicht notwendig wahr, sondern nur in genau 12 Fällen, nämlich den aufgezählten. Für überabzählbar viele Niederschlagsgrade ist er falsch. Wir müssen reelle Zahlen einführen und zur Prädikatenlogik übergehen, um die korrekte Verallgemeinerung zu erhalten:

$$\bigvee_{0 \leq x \leq 100} (\text{Es regnet zu } x\%)$$

(*Es gibt ein x zwischen 0 und 100, für das gilt “Es regnet zu x%”*)

– sprachlich enorm hässlich. Vielleicht ist dies im Falle des Regens die ‘notwendig wahre Aussage’, ihr Herren Mathematiker? Aber bleibt weiter vorsichtig, das hängt nämlich alles von der Interpretation ab, letztlich dem ‘Sitz im Leben’ der Aussage. Ich weiß, ich weiß, das macht euch Angst, aber es nutzt nichts: morgen fällt jemand vielleicht schon eine Verallgemeinerungsmöglichkeit ein, die ich übersehen habe?

Merke:

Die aristotelische Logik gilt nur dann, wenn auch die Voraussetzungen für die aristotelische Logik gelten. Wie können Mathematiker dies übersehen? Weil sie irgendwo im Kontinuum der oben angegebenen Zustände eine willkürliche Linie gezogen haben und dem Aberglauben aufsitzen, diese völlig subjektive Linie sei objektive Realität. Wie nennen wir dies?

Nota bene: Die Zwischenzustände sind objektiv, physikalisch und messtechnisch quantifizierbar (etwa Volumenanteil des Wassers in der Luft), realiter (nicht nur in Termen von Wahrscheinlichkeit) zwischen den beiden Aussagen ‘regnet’ und ‘regnet nicht’ gelegen und mit keinem von diesen identisch, intersubjektiv kommunizierbar, konsistent in überprüfbar Modellen zu beschreiben, dem aber mit der aristotelischen Ausschlussregel nicht beizukommen ist. In Falle des feinen Nebels zu sagen ‘es regnet’ ist ebenso gelogen wie ‘es regnet nicht’, sozusagen gleich weit von der Wahrheit entfernt. ‘Es regnet halb’ ist schlechtes Deutsch, wäre aber inhaltlich jedenfalls schon richtiger. Gerade im zitierten Fall beobachten wir einen Verlust an ‘logischer Auflösung’, einen echten Informationsverlust, bei Anwendung aristotelischer Formalistik. Vorhersagemodelle, die mit der 1-bit-Quantisierung des Aristoteles arbeiten, sind in diesem Fall dem besser auflösenden Fuzzy-Modell eindeutig unterlegen.

Brauch ich jetzt nen Regenschirm oder soll ich besser gleich ein Taxi nehmen? Schon für diese alltägliche Problemlage ist mein ‘Es-regnet-oder-es-regnet-nicht-Modell’ unbrauchbar.

Im Reich der Mathematik gibt es durchaus Regionen, wo die zweiwertige Logik konkurrenzlos angemessen ist. Aber in der Welt der Wirklichkeit ist sie sehr oft eine grob falsche Idealisierung. Warum, zum Teufel, wurde die Prädikatenlogik, wurde die Bruchrechnung, wurden gar die reellen Zahlen erfunden?

Woher die beiden Mathematiker die verschrobene Gewissheit nehmen, die notwendige Wahrheit ihres Satzes sei nicht zu bezweifeln? Weil sie keine Ahnung vom Regen haben, genauer: weil sie glauben, die reine Form, das nackte, mit sich ewig identische Ideal enthebe sie dieses ‘unwissenschaftlichen’ Inhalts-Wissen, dieser schnöden Akzidenz ...

Was sind das für Leute, die es so dringend nach ‘notwendigen Wahrheiten’ verlangt? Verkappte Theologen? Wahrscheinlich gar nicht so weit daneben!

Der Vorwurf mangelnder Präzision geht also genau nach hinten los: Fuzzy bietet eine überabzählbar unendlich mal höhere Genauigkeit als Aristoteles.

Warum hat Zadeh seine Theorie nicht ‘hochauflösende Logik’ genannt? Schelmerei oder Zen?

(350p72) *Aristoteles knüpft an die Mathematik an und will deren Gewissheit auf das gesamte Denken ausdehnen.*

Aber Gewissheit um den Preis der Unschärfe: die Welt wird grob gerastert (‘mit 1 Bit quantisiert’), und im Rahmen dieser groben Quantisierung darf man sich dann gewiss sein – auf das Risiko hin, bei weiterer logischer Verrechnung umso gewisser völlig danebenzuliegen und nur noch Quantisierungs-Artefakte zu betrachten, wo man sich in der scholastischen Welt metaphysischer Gewissheiten wähnte.

(350p78) Ein Wahrheitswert zwischen *wahr* und *falsch* wurde in der Aristoteles-Interpretation bis heute immer wieder erwogen – z.B. in der Hochscholastik von Duns Scotus (1266–1308) und Occam (1285–ca.1350)

In der *Nikomachischen Ethik* kompletter Verzicht auf logische Axiome, stattdessen die Aufforderung, die Mitte zwischen den Extremen zu suchen.

Zadeh 1965 Unterschied zwischen Unschärfe (Gewissheitsgrad) und Wahrscheinlichkeit.

(350p81) “Befindet sich im Kühlschrank ein Apfel?”

Die Antwort “m.W. 0,5” impliziert, dass wir nichts Genaueres über den Apfel wissen.

Gesetzt den Fall, wir wissen *genau*, dass ein halber Apfel drin liegt, kann nur die Fuzzylogik eine ebenso genaue Antwort geben, etwa “Es ist halb wahr, dass ein Apfel im Kühlschrank ist” als genau äquivalent zu “Es ist ein halber Apfel im Kühlschrank.” – eine offensichtlich *genauere* Antwort, als wenn man Ihnen unter Berufung auf Aristoteles inquisitorisch vorschriebe: “Antworten Sie mit Ja und mit Nein.” Denn beide Antworten wären offensichtlich eine Halbwahrheit – nur die Antwort “Halb ja und halb nein” ist die ganze Wahrheit,

Wahrscheinlichkeit Abstufung der Erwartung

Gewissheitsgrad Abstufung der Wahrheit (genauer Bewertung der Wahrheit)

Paradigmenbrecher

(350p84) Cantors Mengenlehre wird von Poincaré und Kronecker scharf abgelehnt, die beiden behindern Cantors Karriere: er musste an der unattraktiven Universität Halle bleiben, erlitt mehrere Nervenzusammenbrüche und starb 1918 in örtlichen Altenasyl.

(350p86) Die aristotelische Logik entspricht der Alltagslogik, dem praktischen Hang zum ‘Runden’.

(350p87) Nietzsche: “Ähnliches als gleich zu behandeln” sei die “Grundlage der Logik”.

(350p88) Russellsche Antinomie

aber “Menge aller Mengen, die mehr als 5 Elemente enthalten”, enthält sich selber, ohne Widersprüche zu erzeugen.

Identitätsdenken

(350p⁸⁸) Platos Ideenlehre verwandelt “die Realität in eine Bühne des Ungefähren”. Universalienstreit. Damaliger Universalienrealismus heißt heute “Essenzialismus”, *Von Mayr identifiziert als ideologisches Akzeptanzhindernis der Evolutionstheorie: nach dem Essenzialismus durfte es keine fließenden Übergänge zwischen den Arten und damit keine kontinuierliche Entwicklung der Arten geben. →Ev-32 Allerdings gab es und gibt es reale Gründe, Übergänge zwischen Arten als Problem zu sehen. Bis heute nicht befriedigend gelöst!*

Die radikal nominalistische Position dagegen war, Arten als bloße taxonomische Artefakte zu sehen.

Wir sehen keinen Anlass, den Universalisten oder den Nominalisten Recht geben. Es riecht nach einer falschen Alternative.

(350p⁹¹) Immerhin wird das Unschärfe heute als biologische Realität akzeptiert.

(350p⁹⁵) Zahdeh wechselt zu I.B.M – lernen, lernen, lernen als Prinzip – ganz im Sinne von Ardennes Diktum, Wissenschaftler sollten alle 10 Jahre das Fachgebiet wechseln.

Experimentelle Semiotik

(350p⁹⁸) Versuchsgruppen werden gebeten, eine Reihe zeitlicher Quantifikatoren aus dem Spektrum “nie → immer” auf einer Skala von 0 bis 100 einzuordnen. Der Versuch wurde 24 Jahre später wiederholt; insgesamt gaben sich erstaunlich konsistente Einschätzungen

‘Einall’

(350p¹⁰³) Unschärfer Syllogismus wirklichkeitsnäher. Vermeidung von ‘alle ...’-Aussagen ganz im Sinne von R.A. Wilsons Wortvorschlag ‘einall’ = ‘einige, aber nicht alle’

Rot Hammer Geige –**Natürliche Begriffsbildung an Hand sprachlicher Prototypen**

(350p¹²¹) Präzis unscharfe Kategorien: Eleanor Rosch machte 1973 ein bahnbrechendes Experiment: “Sie verteilte an 113 College-Studenten Listen von jeweils sechs Wörtern aus acht Kategorien ... Auf einer Skala von 1 bis 7 sollten die Studenten angeben, wie typisch ein jedes Wort für seine Kategorie war”, “ein gutes Beispiel” gewissermaßen. “Erstes Ergebnis”: Die Studenten “verstanden die Anweisung sofort” und brauchten “im Mittel etwa drei Sekunden pro Einschätzung eines Wortes” Das Ergebnis:

(350p¹²¹⁻¹²²)

| Frucht | | Wissenschaft | | Sport | | Vogel | |
|-------------|-----|-----------------|-----|------------------|-----|-------------|-----|
| Apfel | 1,3 | Chemie | 1,0 | Football | 1,2 | Rotkehlchen | 1,1 |
| Pflaume | 2,3 | Botanik | 1,7 | Hockey | 1,8 | Adler | 1,2 |
| Ananas | 2,3 | Anatomie | 1,7 | Gymnastik | 2,6 | Zaunkönig | 1,4 |
| Erdbeere | 2,3 | Geologie | 2,6 | Ringens | 3,0 | Strauß | 3,3 |
| Feige | 4,7 | Soziologie | 4,6 | Bogenschießen | 3,9 | Huhn | 3,8 |
| Olive | 6,2 | Geschichte | 5,9 | Gewichtheben | 4,7 | Fledermaus | 5,8 |
| Fahrzeug | | Verbrechen | | Krankheit | | Gemüse | |
| Auto | 1,0 | Mord | 1,0 | Krebs | 1,2 | Karotte | 1,1 |
| Motorroller | 2,5 | Diebstahl | 1,3 | Malaria | 1,4 | Spargel | 1,3 |
| Boot | 2,7 | Überfall | 1,4 | Muskeldystrophie | 1,9 | Sellerie | 1,7 |
| Dreirad | 3,5 | Erpressung | 1,7 | Masern | 3,5 | Zwiebel | 2,7 |
| Ski | 5,7 | Unterschlagung | 1,8 | Rheuma | 3,5 | Petersilie | 3,8 |
| Pferd | 5,9 | Landstreicherei | 5,3 | Erkältung | 4,7 | Essiggurke | 4,4 |

(350p¹²²) Prototypen übergeordneter Begriffe. Die Streuung der Ergebnisse waren gering. “So stuften alle 113 Testpersonen *Chemie*, *Mord* und *Auto* als das beste Beispiel für die jeweilige Kategorie ein.”

(350p123) Kindliche Entwicklung des begrifflichen Denkens läuft vom konkreten Einzelfall zum Allgemeinen.

(350p124) Auch der späte Wittgenstein rückt vom ‘rein logischen’ Tractatus ab und ‘entdeckt’ die ‘Familienähnlichkeit’ der Begriffe.

(350p125)

| | Möbel | Fahrzeug | Waffe | Kleidung |
|----|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | Stuhl | Auto | Gewehr | Hose |
| 2 | Sofa | Lastwagen | Messer | Hemd |
| 3 | Tisch | Bus | Schwert | Kleid |
| 4 | Küchenschrank | Motorras | Bombe | Rock |
| 5 | Schreibtisch | Zug | Handgranate | Jacke |
| 6 | Bett | Trolley-Bus | Speer | Mantel |
| 7 | Bücherschrank | Fahrrad | Kanone | Pullover |
| 8 | Fußschemel | Flugzeug | Pfeil & Bogen | Unterhose |
| 9 | Lampe | Boot | Stock | Socken |
| 10 | Klavier | Traktor | Panzer | Pyjama |
| 11 | Kissen | Karren | Tränengas | Badehose |
| 12 | Spiegel | Rollstuhl | Peitsche | Schuhe |
| 13 | Teppich | Panzer | Eispickel | Weste |
| 14 | Radio | Floss | Fäuste | Schlips |
| 15 | Ofen | Schlitten | Rakete | Handschuhe |
| 16 | Uhr | Pferd | Gift | Hut |
| 17 | Bild | Fesselballon | Schere | Schürze |
| 18 | Wandschrank | Rollschuhe | Worte | Handtasche |
| 19 | Vase | Schubkarre | Fuß | Armbanduhr |
| 20 | Telefon | Aufzug | Schraubenzieher | Halskette |

Natürliche Prototypen “halten Abstand” im Eigenschaftsraum “Ein Schwert oder eine Schere können gleichermaßen tödlich wirken, doch ist *Schwert* ein Wort, das keine andere Kategorie als *Waffe* suggerieren würde. *Schere* dagegen kann auch zur Kategorie *Haushalt* oder *Handwerkszeug* gehören, und eignet sich daher nicht als Prototyp.”

(350p126) Statt starrer Hierarchie drei vage umgrenzte Rangstufen von Kategorien:

| | Begriff | | Kategorie |
|---|----------------|------------------------|------------------|
| Anfang der Begriffsbildung | Möbel | <i>verallgemeinern</i> | übergeordnet |
| | Stuhl | | grundlegend |
| | Bürostuhl | <i>differenzieren</i> | untergeordnet |
| Ausdifferenzierung | | | |
| Schema der natürlichen Begriffsbildung nach Rosch | | | |

Akzeptanzprobleme der Identitätsdenkerei

Rosch stößt jahrelang auf enorme **Akzeptanzprobleme**. “Wenn etwas als neu erscheint, muss es in genau vorgegebenem Maß von den gängigen Strömungen abweichen.”

(350p127) Kategorien seien durch eng umrissene Merkmale definiert – ist das gängige Verdikt. Vorliebe der Identitätsdenkerei fürs Apriorische, logisch Ausgedünnte.

(350p128) Prototypen “erfassen den Kern unscharfer Mengen”. Dies könnte begreiflich machen, “warum das durch Sprache erzeugte Bild der Welt für die Kulturgeschichte des Westens bedeutsam werden konnte, weshalb Plato seinen Ideen eine höhere Wahrhaftigkeit zuschrieb als der Wirklichkeit, warum Aristoteles sein Gesetz vom

ausgeschlossenen Dritten postulierte, warum die Biologen dem Essenzialismus anheimfielen und warum so viele Wissenschaftler und Philosophen über die Jahrhunderte hin annahmen, dass Kategorien scharf definiert seien, selbst wenn sie das Problem der Unbestimmtheit eingestehen mussten. Aber auch die Feindseligkeit gegen Fuzzylogik erklärt sich damit zumindest teilweise: Wenn Menschen Kategorien automatisch auf ihren Kern hin abrunden, dann neigen sie auch dazu, die ständig vorhandene unscharfe Randzone zu ignorieren.”

(350p128-129)

“Wenn Wörter derart verschwommene Grenzen besitzen, warum verwirrt uns ihr Gebrauch dann nicht? Weil es vor allem die Prototypen sind, mit denen wir über die Dinge nachdenken. Mögen Gelehrte auch viel Mühe auf die Frage verwenden, ob es sich bei einer Randerscheinung wie dem Riesenpanda ^{p129} um einen Bären oder einen Waschbären handelt, sie selbst wissen, was Bären und was Waschbären sind,”

Aristotelische Logik und schaeffe Kategorien sind also vor allem auf begriffliche Effizienz hin zugeschnitten und im Rahmen einer 90:10-Regel gut zu gebrauchen – falls man davon absieht, die 10%, für die sie nicht gemacht sind, nicht unter denselben Hut zu zwingen oder – schlimmer noch – dieselben ganz zu verdrängen.

Regeln und Ausnahmen

Dies ist der tiefere Sinn des Dictums “Keine Regel ohne Ausnahme.” Wenn man komplexe Ordnungen so strukturiert, dass nur 90% von er Regel erfasst sind und 10% unter Ausnahmen fallen, ist das ‘denkökonomischer’, ja positiv wahrheitsnäher, als 100% unter Regeln zu zwingen. Taxonomie und Logik werden dann artifiziell und wirklichkeitsfremd.

Die “idealen” platonischen Denkelemente erweisen sich als rein praktischen (nicht einmal: empirischen!) Ursprungs, in der Sphäre des Realen wurzelnd, über die der Idealistiker sich erheben zu können wähnt.

Wir denken vor allem mit Hilfe der Prototypen über die Dinge nach.

(350p130)

“Nicht sehr groß” hat ironischen Unterton und bedeutet “ziemlich klein”. Folgt nicht der formalen Logik!

Semiotisches Experiment verlangt nach Verallgemeinerung der Fuzzylogik

(350p131)

Über Fuzzylogik und Quantifikatoren: “absolut kein Becher, nicht wirklich ein Becher, . . ., eine Art Becher” (“Eingrenzungen”)

“Der Anthropologe Willet Kempton von der Universität Berkeley führte 1978 ein Experiment mit überraschenden Ergebnissen durch. Er zeigte 51 Versuchspersonen 51 Tischutensilien und fragte stets, ob es ein Krug, eine Tasse, eine Kaffeetasche, ein Becher, ein Topf oder ein Trinkgefäß sei. Er benutzte dabei sowohl einen scharfen Ansatz – Ist es ein Becher oder nicht? – als auch einen unscharfen: Inwiefern ist es ein Becher? Die Versuchspersonen konnten zwischen sechs Zugehörigkeitsgraden auswählen, von ‘Es ist absolut kein Becher’, ‘Es ist nicht wirklich ein Becher’ bis hin zu ‘Es ist eine Art Becher’.

(350p131-132)

Das Experiment brachte die erwarteten Ergebnisse. Kempton stellte fest, wie schon andere vor ihm, dass für die Versuchspersonen die Eingrenzungen durchaus einen Sinn machten und selbst unscharfe Grenzen besaßen. ‘Kaffeetasche’ erwies sich als eine Teilmenge der Menge ‘Trinkgefäß’ und der Menge ‘Tasse’, ‘Trinkgefäß’ und ‘Topf’ stellten sich als ^{p132} getrennte Mengen dar. Die Beziehung zwischen ‘Tasse’ und ‘Becher’ hingegen warf Probleme auf.”

Die Ergebnisse bestätigen nämlich natürlichsprachliche Wahrheit der Sätze:

Die Tasse ist eine Art Becher, der Becher ist eine Art Tasse, der Becher ist keine “richtige” Tasse.

Formalisiert $T \subset B$, $B \subset T$, $B \neq T$.

Solche “natürlichen” Begriffrelationen können auch mit Zadehs Fuzzylogik nicht konsistent beschrieben werden.

Kempton: ‘Wenn aber Dinge zu einem gewissen Grad Elemente einer unscharfen Menge sein können, so könnten wir fragen, ob es nicht ebenso sein könnte, dass Mengen zu einem gewissen Grad Teilmengen anderer Mengen sind?’
 “Eine erweiterte Unschärfetheorie könnte [nach Kempton] einen leistungsfähigen Formalismus für ein Modell des kognitiven Denkens abgeben.”

Farbenlehre

(350p¹³³) ‘Typisches Grün’, ‘typisches Rot’, usw. zeigt sich in Experimenten gut und schnell konsensfähig, leicht ‘intersubjektiv kommunizierbar’. ‘Purpur’ und ‘Orange’ erwiesen sich dagegen als problematisch.

“Auch zeigen Kulturen eine festgelegte Folge der Farbbezeichnungen. Steinzeitliche Dani in Nue-Guinea haben nur zwei Farbwörter: Schwarz-kalt und Weiß-warm. Höhere Differenzierungen werden wie folgt besetzt:”

Rekonstruierte historische Reihenfolge der Farb-Ausdifferenzierungen:

- rot
- gelb, grün (gleichrangig)
- blau, braun (gleichrangig)
- purpur, pink, orange, grau.

Dreifarbentheorie

(350p¹³⁴) aufgestellt von Thomas Young (1773-1829) und Hermann von Helmholtz (1821-1894): Farbwahrnehmung aus drei “Primärfarben” Rot, Grün und Blau zusammengesetzt, die ans Hirn weitergeleitet werden, welches daraus dann die übrigen Spektralfarben herleite.

Komplementärfarbentheorie

Goethe hatte dagegen “mit Leidenschaft die Ansicht vertreten, dass es sechs grundlegende Farben gebe: Rot, Grün, Blau, Gelb, Schwarz und Weiß. Der deutsche Physiologe Ewald Hering (1834 - 1918) untersuchte die These näher” und stieß auf die Komplementarität von Gelb und Blau, Rot und Grün.

Hering stellte die Komplementärfarbentheorie auf, “dass die Farbwahrnehmung sich aus grundlegenden Entgegensetzungen herleiten lässt: aus den Gegenfarben Rot-Grün, Blau-Gelb und Schwarz-Weiß”.

(350p¹³⁵) Herings Theorie geriet in Vergessenheit, aber heute wissen wir, dass er (und mit ihm Goethe) Recht hatten. “Es gibt drei Arten von Zäpfchen ... mit jeweils einem Gipfel der Empfindlichkeit bei Violett (419nm), Grün (531 nm) und Gelblich-Grün (558 nm). Die Zäpfchen senden ihre Signale ... zunächst zu Vermittlungsstationen, den Bipolarzellen”, wo die Signale in eine Pulsfrequenz-Modulation zur zentralen Weiterverarbeitung umgesetzt werden. Es gibt vier Typen von Bipolarzellen, die sich in zwei Paare Rot/Grün bzw. Blau/Gelb einteilen lassen, deren Aktivitäten antikorreliert sind.

Für Schwarz und Weiß gibt es dagegen eigene Rezeptoren und eine eigene Wahrnehmungsbahn.

(350p¹³⁵⁻¹³⁶) Schwarz und Weiß “sind nicht Opponenten wie etwa Blau und Gelb, so dass wir sie gleichzeitig in unserem Gesichtsfeld wahrnehmen können, wo sie sich zu Grau vermischen. Ironischerweise fließen p¹³⁶ Schwarz und Weiß, die ja im Sprachgebrauch als Inbegriff unvereinbarer Gegensätze gelten, sanft und mit Leichtigkeit ineinander über. Wirkliche Gegensätzlichkeit herrscht zwischen Blau und Gelb oder Rot und Grün. Wie Tag und Nacht können Rot und Grün ihre Gegenwart nicht gleichzeitig ertragen, und doch sind sie untrennbar.”

“Kay und McDaniel behaupten nun, dass jede dieser vier Farben eine unscharfe Menge bildet, mit einem Zugehörigkeitsgrad, dessen Gipfel bei der reinen Farbe

liegt und von dort nach beiden Seiten hin gegen Null abfällt. Unscharfe Operationen – wie die Bildung einer Vereinigungsmenge oder einer Durchschnittsmenge – könnten dann jede Farbbezeichnung in jeder menschlichen Sprache erklären.”

Kontrolle

(350p147) mittelalterliches Latein ‘contra-rotulare’ \Rightarrow frz. ‘contre-role’ = ‘gegen die Rolle (Register)’, gegen eine Datenbank abgleichen.

Erstanwendung der Fuzzylogik

(350p157) Druck- und Drehzahlregelung einer Modell-Dampfmaschine im Rahmen einer Ingenieurs-Dissertation (Sedrak Assilian bei Ebrahim Mamdani). Nach vergeblichen Anläufen Versuch mit einem Set von Zadehs Wenn-Dann-Regeln: innerhalb eines Wochenendes gelang ihnen ein funktionierende Steuerung, “besser alles, was mit numerischen Methoden oder Modellen hätte entwickelt werden können”. “Die kleine Dampfmaschine ist der Urahn der heute gebräuchlichen, unscharfen Steuerungssysteme, die in Waschmaschinen, Camcordern und U-Bahnen Dienst tun, und die einfachen Experimente mit ihr machten sich bezahlt. Allerdings folgen solche Anwendungen nicht so offensichtlich aus der Theorie unscharfer Mengen, und jene Wissenschaftler, die sich über dieses Fachgebiet ausschließlich durch theoretische Fachzeitschriften informieren, können ihr Wesen leicht missverstehen.”

Die Steuerung war allem darum problematisch, weil der Zusammenhang zwischen Stellgröße Temperatur und Regelgröße Druck **nichtlinear** ist.

(350p164) Kein Überschwingen wie bei digitalen Steuerungen, trotzdem einfache Gleichungen.

(350p166) Nomenklatur-Fuzzies könnten darauf bestehen, dass Assilian in Wahrheit das erste **Expertensystem** realisiert habe – das allerdings nicht die akademisch hochwertige Weisheit von Wissenschaftlern und Medizinern verkörpert, sondern ‘nur’ das Erfahrungswissen eines Maschinisten.

(350p169) Erste Industrie-Anwendung Steuerung von Zement-Brennöfen (vorher keine befriedigende Lösung, bzw. als nicht lohnend gar nicht in Angriff genommen).

(350p171-175) Fuzzylogik in Backgammon-Programmen (Steuerung des Übergangs zwischen verschiedenen Spielphasen darf nicht starr sein)

Fortgesetzte Akzeptanzprobleme trotz klarer Erfolge

K.I.-Theoretiker wollten es nicht glauben. Fuzzylogik war zu einfach, um wahr zu sein.

NB Einfach, was die mathematisierbaren Grundlagen angeht; schwierig, was die erforderliche praktische Intelligenz und technische Intuition angeht!

(350p171-177) Interesse an Fuzzylogik verlor sich trotz der Anwendungserfolge.

E. Mamdani: “Innovationen gelten nur dann etwas, wenn man ihnen ansieht, dass sie einen großen intellektuellen Aufwand erfordern, und der wird üblicherweise daran gemessen, wieviel Mathematik erforderlich ist. Daher galt Fuzzylogik vor allem als eine praktische Erfindung, simpel und intellektuell nicht anspruchsvoll.”

Esoterische Pose, die kognitive Überforderung als Unterforderung tarnt!

Fuzzylogik verstieß “zu sehr gegen die Hauptforschungsrichtungen der westlichen Welt. Die ‘Mainstream’-Wissenschaftler akzeptierten sie nicht, sie aber waren es, die die Forschungsgelder kontrollierten. ‘Als origineller Arbeiter kann man nicht gegen die eigenen Kollegen arbeiten’, erkannte Mamdani. ‘Wenn die wissenschaftliche Vorhut an einem bestimmten Gebiet arbeitet, hat das zur Folge, dass überall daran gearbeitet wird.’”

(350p178) “Die Gelder flossen in die Forschungen über K.I. und in die traditionellen Expertensysteme.” “Die Situation war nicht ohne Ironie. Gerade als Fuzzylogik ihre ersten praktischen Erfolge vorweisen konnte, wandte sich das Interesse der Fors-

cher und potenziellen Anwender ab. Dennoch blieben die Entwicklungen von Mamdani und Holmblad nicht ohne Nachhall. Sie fanden Widerklang in einem Teil der Welt, in dem die Grundideen von Fuzzylogik seltsamerweise mit den Anschauungen einer jahrtausendealten Kultur korrespondierten“, nämlich in China und Japan.

Kulturelle Determinanten in Fernost: Jainismus, ahimsa

(350p181) “Vielleicht kann man sagen, dass die Japaner ... ein besonderes Merkmal ihrer Umwelt deutlicher wahrnehmen: die Unbestimmtheit. Sie spielt in ihrem Leben eine größere Rolle, wird von ihnen aufmerksamer registriert, und sie gehen geschickter damit um. Zudem handeln Japaner sehr pragmatisch und nutzen brauchbare Konzepte auch dann, wenn ihnen eine umfassende theoretische Begründung noch fehlt.”

Jainismus sei älter als Buddhismus. Grundprinzip *ahimsa* = Gewaltlosigkeit. (Gandhi).

Parallel vom Blinden und dem Elefant. Gegenbewegung zur indischen Logik (die der westlichen vergleichbar ist).

(350p181) “Die Welt sei wie dieser Elefant ..., und jeder von uns kenne nur jenen kleinen Teil, mit dem er zu tun habe. Diese Sicht der Dinge wird als syadvada bezeichnet.” Die Wahrheit habe mehrere Seiten. “Die Realität ist so komplex wie ein Regenbogen.” Die Jainisten entwickelten daraus eine Logik, nach der allen Dingen sowohl Existenz als auch Nicht-Existenz innewohnt, so dass jede Aussage teilweise wahr und teilweise falsch ist.”

(350p181) Dem Buddhismus liegt demgegenüber mehr an poetischer als wissenschaftlicher Wahrheit.

(350p184) Taoismus (Tao Te King):

Yin dunkel, komplex, intuitiv, kontemplativ, sanft, empfänglich, weiblich: **Der Weise**.
Yang hell, direkt, rational, aktiv, hart, kreativ, männlich: **Die Herrscherin**.

⇒ “tiefverwurzelter Sinn der Chinesen für Zyklen in der Geschichte”

+ Konfuzianismus; in Japan dazu noch Shinto, die ursprüngliche Landesreligion.

Kai Zen “Unbestimmtheit beeinflusst auch die japanische Einstellung zum Produktionsprozess. Japaner betrachten ein Produkt nicht als entweder fertig oder nicht fertig, sondern stets als teilweise fertig.”

Tatsuno: ‘Für Japaner ist ein Problem selten scharf abgegrenzt, in einfachen Antworten erfassbar; Probleme werden als komplex, inkohärent und unbestimmt angesehen, und sie erfordern eher schrittweise, diffuse statt pointierte, enggesteckte Lösungen, wie sie der Westen in der Regel anbietet.’

Natürlich schätzen die Japaner durchaus auch westliche Präzision! Unter *aimai* (jap.: unscharf) vorgestellte Produkte konnten bei den Japanern nicht landen. “Erst als die Firmen die Werbung auf *faaji* (fonetisch für fuzzy) umstellten, schnellten die Verkaufsziffern in die Höhe.”

(350p192) Pragmatismus, Mahayana-Buddhismus, Betonung des Weltlichen, Abneigung gegen Theorie. Verfügbaren (Siedlungs-)Raum gut nutzen.

(350p199) Nach isolationistischem Shogunat (etwa 1600 – 1868) Meiji-“Restauration”, die aber eher eine Revolution war.

Art. 5: “Es soll in der ganzen Welt nach Wissen gesucht werden, um die Grundlagen der kaiserlichen Herrschaft zu stärken.”

NB 1868: *japanisches Kaiserreich*

1871: *deutsches Kaiserreich*

Fuzzy-Anwendungen in Japan

(350p206f) Michio Sugeno stößt 1965 auf Zadehs Artikel, erkennt das Konzept der Unschärfe als wichtige Grundlage der K.I.

- 1974 “Unscharfe Maßtheorie”, Grade der Evidenz, die sich nicht auf 1 aufsummieren wie Wahrscheinlichkeiten.
- 1980-83 Anwendung in Abwasserklärung
- 1987 Sendai-U-Bahn
- ⇒ offenbares Funktionieren der Fuzzy-Steuerung

Erste Consumerprodukte

- Matsushita Matsushita Electric Industrial Company
= weltweit größter Produzent von Consumerelektronik.
Marken: Technics, Panasonic, Quasar.
Waschmaschine: wählt automatisch unter 600 Waschprogrammen
- 1990 Camcorder Bildstabilisierung
- Nissan Motor- und Fahrzeugsteuerung
- Canon Autofokus; Kopierersteuerung

Residualwiderstand in Japan: methodisches Defizit

- (350p²³⁸) Yuzo Kato, ein älterer japanischer Entwicklungsingenieur: es gebe auch in Japan Ingenieure, die nach wie vor gegen Fuzzylogik opponieren; diese Feindseligkeit sei auf das Bedürfnis nach Modellen zurückzuführen, welche Fuzzylogik aus Gründen der Ökonomie vermeide.
- Kato: ‘Einer der wichtigsten Kritikpunkte ist..., dass es keine Entwicklungsregeln gibt. In der konventionellen Technologie ist es sehr wichtig, Entwicklungsregeln aufzustellen: wie entwickelt man ein System, und wie stellt man ein Modell bereit? In der Fuzzylogik gibt es **keine Regel**, wie man entwickelt oder theoretische Modelle entwirft.’
- Marktgeschrei Währenddessen ist der Markterfolg ungeheuer; Fuzzy entwickelt sich in Japan zum Marketing-Hit. Alles muss fuzzy sein, auch wenns gaa nix mit zu tun hat.
- (350p²⁴⁵) 1989 gewinnt Zadeh den ‘Hondapreis’ und steht damit in einer Reihe mit Carl Sagan oder Ilya Prigogine.

Bayesianer gegen Fuzzies

- (350p²⁵⁰) In den 80-ern opponieren die ‘Bayesianer’ gegen die Fuzzy-Theorie. Sie könnten alles besser machen, Die Sendai-U-Bahn sei ein dünnes Brett, trivial. Dabei gibt es weltweit kein Beispiel für ein annähernd so leistungsfähiges System!
- NB Da gab es ein ganze Klasse von Problemen, an die sich die Ingenieure nicht recht herantrauten haben, es sei denn versteckt hinter Aufwandsschätzungen, die die Kaufleute erleichen ließen. Wenn sich nun im Kielwasser einer bestimmten technischen Ideologie so eine Problemklasse plötzlich als ‘dünnes Brett’ daherschwimmt, dann ist dies das höchste Lob, das man einer technischen Ideologie zollen kann! Sozusagen ein paradigmatisches Kolumbus-Ei. (‘Ach so! Das hätten wir auch gekonnt!’)*
- Tatsächlich folgt aus der Fuzzy-Ideologie weniger eine ‘Methode’, also ‘Vorgehensweise’, sondern mehr eine ‘Herangehensweise’, eine Art, die Dinge anzupacken. Gehen muss der Ingenieur dann schon selber, ohne dass ihn ein methodisches Gerüst Schritt für Schritt leitet.*
- Diese unbehagliche Aufforderung zur Selbständigkeit spiegelt sich neurotisch abgewehrt in der scholastischen Verachtung des praktischen Wissens bei Überschätzung formaler (algorithmischer) Strategien, der ‘geschlossenen Methodologie’, die einen nicht so ungeschützt im Freien stehen lässt.*

Siemens-Ingenieur M. Reinfrank zur Sendai-Zugsteuerung:

- “Fuzzylogik repräsentiert die Experteninformation des U-Bahn-Führers. Es grenzt an Unmöglichkeit, dies in einer anderen Form zu repräsentieren als mit Fuzzy.”
- (350p²⁵²) “Noch vor kurzem als eine kleine und obskure Sekte verworfen, sind die Bayesianer jetzt eine große, treibende Kraft im Wissenschaftsbetrieb.” Sie betrachten

‘subjektive Wahrscheinlichkeit’ als den Grad des Glaubens an ein Ereignis, da nachträglich über neu hinzukommende Information verbessert wird; sie schätzen die Wahrscheinlichkeit und verbessern die Schätzung: Wahrscheinlichkeitstheorie rückwärts.

Eingemeindung der Unschärfetheorien in die Mathematik

(350p275f) Protagonist: Bart Kosko. Aufgehängt am Begriff der Teilmengenrelation.

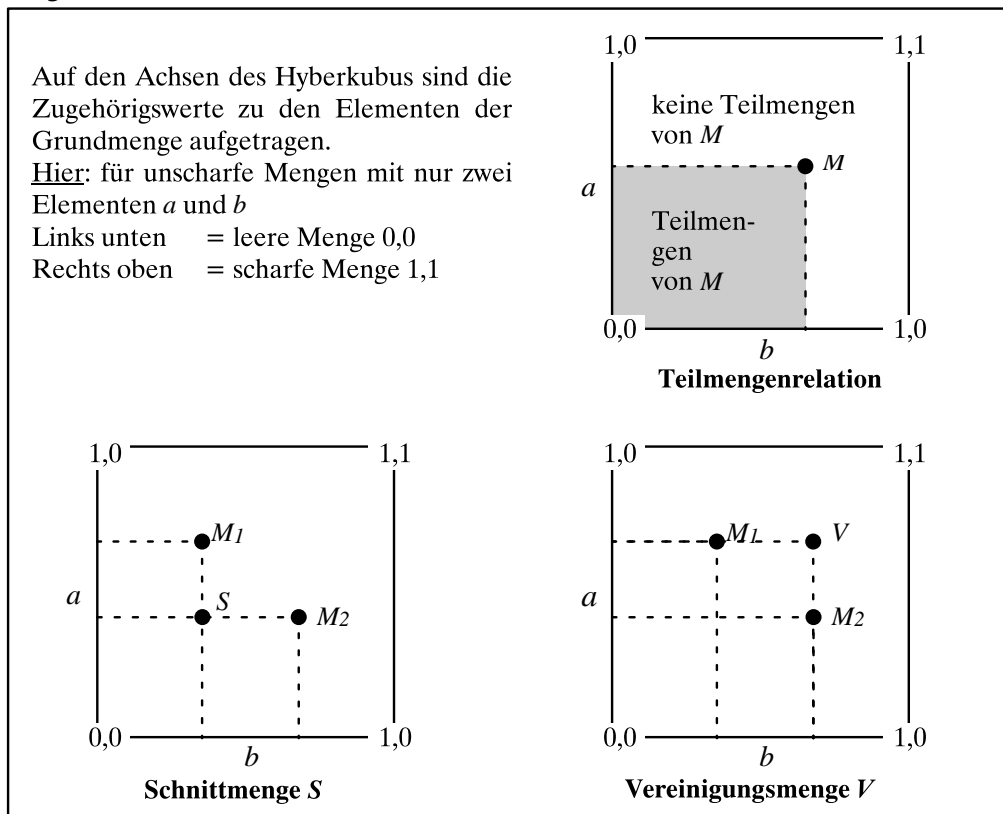
Rationalistischer Eskapismus der Identitätsdenker:

(350p280) “Ist Fuzzylogik das Kokain der Wissenschaft? Bringt die die wissenschaftliche Methode durcheinander? ‘Das ist eine emotionale Sichtweise’, sagt Kosko, ‘und ich kann sie verstehen. Sie ist die Sichtweise von jemandem, der gerade herausgefunden hat, dass es den Osterhasen nicht gibt.’ Für den Menschen, sagt er, ist die imaginäre Wirklichkeit einfacher als die tatsächliche. Also halten sie an jener fest.’

Hyperkubus als geometrisches Bild

Bereits von Zadeh vorgeschlagen: Betrachte einen Hyperwürfel der Kantenlänge 1, dessen Kanten die Mitgliedschaftsfunktionen der einzelnen Elemente der Grundmenge abbilden. Jeder Punkt in diesem Hyperwürfel repräsentiert dann eine Fuzzymenge. Die Teilmengenrelationen und -operationen Enthaltensein, Schnitt und Vereinigung sind dann auf Punktrelationen im Hyperkubus rückführbar

Für die Grundmenge $\{a, b\}$ ist dieser Hyperkubus folglich ein Quadrat der Seitenlänge 1.



K.I. – ein Milliardengrab

(350p297) Bart Kosko;

“Etwa 100 Milliarden Dollar sind bisher weltweit in die Forschungen über Künstliche Intelligenz geflossen, und doch gibt es kein einziges Produkt auf der Basis Künstlicher Intelligenz in einem Büro, zu Hause, im Auto oder sonst irgendwo.”

(350p298) Grundirrtum der Kognitivisten: Ignorieren des Unbewussten, Reduktion des Geistes auf bewusste (oder bewusstseinsfähige) Prozesse.

“Wir kennen [den bewussten Geist], wie der Durchschnittsbürger sein Auto kennt. Er weiß, wozu die Pedale, Knöpfe und Hebel da sind, aber er versteht fast gar nichts von dem, was sich unter der Haube abspielt.

Die K.I.-Forscher hatten angenommen, unter der Haube würde sich gar nichts abspielen. Schach spielen wäre schwierig zu programmieren, aber das Sehen einfach, weil Schach große Konzentration erfordert, Sehen dagegen mühelos erfolgt. Das Maß dieser Täuschung lässt sich schwer vermitteln.”

K.I.-Geschichte

- (350p³⁰¹)
1956 Frühe, ‘heroische’ Phase der K.I.:
Allan Newell, Herbert Simon: ‘Logic Theorist’ beweist Sätze aus der Principia Mathematica mittels Heuristiken.
- 1957
(350p³⁰²) General Problem Solver – erweist sich als Sackgasse:
Schachspiel: “Indem sie auf die bloße Folgerungskraft setzten, zwangen Newell und Simon ihr Programm, bei jedem neuen Problem bei Null anzufangen.”
- (350p³⁰²)
1960er Edward Feigenbaum: “Wissenstechnologie” + Joshua Lederberg, Bruce Buchanan:
Proto-Expertensysteme DENDRAL: Schlussfolgerungen über Molekularstruktur aus Massenspektrogrammen.
- (350p³⁰⁴⁻³⁰⁵)
um 1975 Das erste eigentliche (und erfolgreiche) Expertensystem:
MYCIN von Edward Shortliffe begonnen. Diagnose von Krankheiten. 20 Jahre Entwicklungszeit. Verschrieb zu 65% das richtige Medikament. Ärzte kommen auf 42,5 – 62,5%.
Spricht weniger für die künstliche Intelligenz von Expertensystemen als gegen die natürliche Intelligenz von Ärzten. Programme dieser Art setzten sich darum nicht durch, weil die Ärzte sie nicht akzeptierten, u.a. weil “sie Fragen stellen wie ein Doktor”. Unsere Multiple-Choice-Artisten fühlten sich fatal gespiegelt und verüberflüssigt.
PROSPECTOR: Vorhersage von Bodenfunden.
R1: Konfiguration von DEC-Rechnern

Unschärfe Expertensysteme

- 1977 CADIAG2: medizinische Diagnose mit 93% Trefferquote
frühe 80er ASK: Kreditwürdigkeit, Bewertung von Aktienpaketen. 10 Jahre empirische Forschung, nun als Produkt auf dem Markt

Grenzen des Entscheidungsbaums

- (350p³⁰⁸) Der Entscheidungsbaum ist *die* Basisstruktur konventioneller Expertensysteme (und auch der konventionellen binären Logik). Sie haben nach Kosko folgende **inhärente Mängel**:
1. Sie neigen zu geschlossenen Schleifen.
 2. Ineffizienz; Mitte der 80-er Jahre technisch bedingte Begrenzung auf 1000 Regeln.
 3. Sie nutzen nicht alle Daten: die Pfade sind unabhängig.
 4. Sie sind nicht kombinierbar: “Ein Baum plus einen weiteren Baum ergibt nicht wieder einen Baum.”

Vorteile unscharfer Ansätze

- Eher parallele Verarbeitung, mit Mittelwertbildung. Regeln können verschmelzen.
- (350p³⁰⁹) Zahl der Regeln wird 100 bis 1000x kleiner.
- (350p³¹⁰) Wissensakquisition ist sehr viel einfacher. Daten müssen nicht eindeutig und widerspruchsfrei strukturiert werden (sonst häufig nötig bei abweichenden Expertenmeinungen: manchmal artifizielle Forcierungen)–
Unvollständige Information führt nicht zum Zusammenbruch–
(350p³¹¹) Seltsame Reaktionen des Systems (Spitzfindigkeiten!) können einfach durch Zugabe neuer Daten aufgefangen werden

(350p³¹¹) Bob Lea, NASA-Ingenieur: “Ich glaube, dass aufgrund der Arbeit der Japaner die Leute nunmehr sagen, wir sollten mehr über Fuzzylogik nachdenken, und sie grinsen und kichern nicht mehr darüber.”

Beispiele:
(350p³¹²) PHOTIS (Diabetikerbehandlung), EXPERT (Rheuma), SPHINX (Medizinische Diagnose), SYNTEX (Krankenhaus-Management), SPERIL-1 (Einschätzung von Erdbebenschäden an Gebäuden) ES/KERNEL “unscharfe Expertensystem-Umgebung” – verkauft sich am besten von allen Expertensystem-Shells.

Geldmaschinen:
(350p³¹³) Vorhersage des Aktienmarktes
30 Mitarbeiter, 600 Regeln, mit Hilfe von 10 Experten verfeinert und mit 3 Arten von Datenbank versehen:

- Unternehmensdaten
- Geldquellen (Banken usw.)
- Börsenmarkt

Nachtigall?!

Beim Test an Hand von rückliegenden Daten von Jan. 1987 – Jan. 1989 habe das System eine Woche vor dem Schwarzen Montag alle Aktien abgestoßen!

“Diesem Erfolg zum Trotz wankte die Software später, als der tokioter Nikkei-Aktienindex seine drastische Talfahrt begann und von Ende 1989 bis Frühjahr 1992 die Hälfte seines Wertes einbüßte. Nur ein Programm, das empfindlicher auf die Gesamtverfassung der Wirtschaft und der Gesellschaft reagiert, hätte diesen Kollaps voraussagen können; der Vorfall zeigt, dass das Geld noch nicht auf den Bäumen wächst.”

NB Transienten, ick hör dir trapsen. Die Parameter und damit die Regeln ändern sich manchmal drastisch; nicht jeder Zusammenbruch ist ‘systembedingt’, sondern es gibt externe (genauer: bisher verborgene, ‘okkulte’) Ursachen.

NB Und selbst falls der korrekt hinterhergesagte Schwarze Montag ohne Schielen aufs Ergebnis herauskam: falls solche Programme im Schwange wären, wäre der Einbruch eben früher erfolgt, vielleicht sogar drastischer. Nicht vergessen, dass er ja gerade dadurch ausgelöst wurde, dass eine große Anzahl von Experten mit langem Umsatz-Hebelarm etwa zur gleichen Zeit auf die Idee kam, nun seien Aktien im großen Stil abzustößen. Wahrscheinlich haben diese Experten auf dieselben ‘cues’ reagiert wie das System. Insofern könnte das methodisch hasenrein sein, dennoch aber ziemlich witzlos, sobald der Gebrauch nicht mehr exklusiv ist.

(350p³¹⁴) Flexibles Programm für Day Trading:

- 2 Entwickler ein halbes Jahr
- 150 Regeln Grundausstattung, durch 50 nachträglich ergänzt
- hilft, Trends früher zu erkennen.

NB Wieder die Frage: Prophetie oder Magie?

(350p³¹⁷) “Wir finden Muster, weil das Gehirn der Erfahrung eine Ordnung aufzwingt. Eine organisierte Welt ist einfacher zu bewältigen.”

Ein hübsches Paradigma

(350p³⁹³) Vivek Badani: “Was Fuzzylogik bietet, ist ... eine Erhöhung der Produktivität. Wenn man ein Werkzeug besitzt, das seinen Zweck mit 200 Regeln erfüllt, wäre es verrückt, es mit 1000 zu tun. Es handelt sich hier einfach um ein hübsches Programmier- und Implementationsparadigma, das in der traditionellen Logik nicht zur Verfügung steht.”