

Ulrich Frank (Hrsg.)

# **Wissenschaftstheorie in Ökonomie und Wirtschaftsinformatik**

Theoriebildung und -bewertung,  
Ontologien, Wissensmanagement

Deutscher Universitäts-Verlag

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek  
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie;  
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

1. Auflage April 2004

Alle Rechte vorbehalten

© Deutscher Universitäts-Verlag/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2004

Lektorat: Ute Wrasmann / Anita Wilke

Der Deutsche Universitäts-Verlag ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media.  
[www.duv.de](http://www.duv.de)



Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlags unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: Regine Zimmer, Dipl.-Designerin, Frankfurt/Main

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

ISBN-13:978-3-8244-0738-5 e-ISBN-13:978-3-322-81127-1

DOI: 10.1007/978-3-322-81127-1

# Analogisches Denken als Erkenntnisstrategie zur Modellbildung in der Wirtschaftsinformatik

Alfred Holl, Robert Auerochs  
Georg-Simon-Ohm-Fachhochschule Nürnberg  
Kesslerplatz 12  
D-90489 Nürnberg  
Alfred.Holl@fh-nuernberg.de  
Robert.Auerochs@t-online.de

**Abstract:** Die Wirtschaftsinformatik als empirische Wissenschaft benötigt Modelle im Sinne von Realitätsinterpretationen als Hilfsmittel zur Beschreibung, Erklärung und Gestaltung realer (offener) Systeme. In Bezug auf die Fragestellung, wie der Mensch zu solchen Modellen kommt, wird in diesem Aufsatz das analogische Denken als eine mögliche Erkenntnisstrategie erörtert. Hierzu ist sowohl eine erkenntnistheoretische Definition von Analogie bzw. analogischem Denken, als auch die Klärung ihres Zusammenhangs mit induktiv-deduktivem Denken gefordert. Eine formale Methode für Erkenntnisgewinn und -übertragung wird aufgezeigt. Analogie-induktion und Analogiededuktion werden dabei als neue Termini eingeführt. Das Poppersche ontologische Drei-Welten-Modell wird dazu als epistemologische Verständnis- und Arbeitsgrundlage vorgestellt. Durch den bewussten Einsatz dieser vorwiegend unbewusst ablaufenden Erkenntnisstrategie im Rahmen von Modellbildung und Modelltest in einem wissenschaftlichen Kreisprozess werden semantische Richtigkeit, Relevanz, Klarheit und Vergleichbarkeit der solcherart erstellten Modelle gefördert.

## 1 Intention, Modellbegriff und Überblick

Die Wirtschaftsinformatik hat zum Ziel, informationsverarbeitende Prozesse in realen Wirtschaftssystemen vorwiegend durch den Einsatz von Informationstechnik zu unterstützen und zu optimieren. Dazu ist es notwendig, Strukturen (z. B. Daten-, Geschäftsprozess-Strukturen) innerhalb von Wirtschaftssystemen herauszuarbeiten, zu dokumentieren und diese zu optimieren bzw. sich beim Entwurf von IT-Lösungen daran zu orientieren. Derartige Strukturen konstituieren *Informationsmodelle* ([Hol99], S. 174 f.). Ein Informationsmodell speist sich aus Interpretationen der Zusammenhänge und Strukturen innerhalb von Wirtschaftssystemen aus der Sicht eines Modellentwicklers ([Sc95], S. 435 f.). Der Vorgang, wie der Modellentwickler zu diesen Erkenntnissen kommt, wird in der Literatur i. d. R. als ein intuitiver, spekulativer, kreativer Akt, als Geistesblitz oder eine Eingebung und somit als

nicht objektivierbar bezeichnet. Während bisherige Methodencharakterisierungen vorwiegend die syntaktische *Formulierung von Erkenntnissen* in Informationsmodellen diskutierten (EPK, ERM, UML etc.), wurde die eigentliche *Erkenntnisgewinnung* oft nicht einmal problematisiert, geschweige denn ausreichend mittels Lösungsansätzen diskutiert ([HK02], S. 65). Analogisches Denken ist, wie in diesem Aufsatz gezeigt wird, eine mögliche, zudem formalisierbare *Strategie der Erkenntnisgewinnung*. Ziel dieser Arbeit ist es, auf Analogien beruhende Typisierungen als Modelle zu charakterisieren und so der Methodologie der Modellbildung neue Aspekte hinzuzufügen. Hierzu werden nach einer Einführung in Karl Poppers ontologisches Drei-Welten-Modell (Kapitel 2) darauf aufbauende epistemologische Definitionen von Analogie, Analogieinduktion und Analogiededuktion in Kapitel 3 gegeben. In Kapitel 4 werden die Korrektheit solcherart erhaltener Modelle sowie die Grenzen und Konsequenzen analogischen Denkens diskutiert.

## 2 Erkenntnistheoretischer Hintergrund

Um adäquat über Erkenntnisgewinnung im Rahmen von Modellbildung diskutieren zu können, wird ein *Modell von Modellbildungsprozessen* benötigt. Einen hervorragenden, weil eingängig und leicht auf die Belange der Wirtschaftsinformatik übertragbaren, erkenntnistheoretischen Ansatz hierzu stellt – bei aller möglichen Kritik – Karl Poppers „These von den drei Welten“ dar. Durch Übertragung dieses ontologischen Kategorisierungsschemas auf die Wirtschaftsinformatik können erkenntnisgewinnende Vorgänge besser lokalisiert und beschrieben werden (2.1). Darüber hinaus können essentielle Fachtermini definiert werden (2.2).

### 2.1 Poppers Drei-Welten-Modell

Neben Wesen und Inhalt der ontologischen Seinsebenen Poppers (2.1.1) sind aus erkenntnistheoretischer Sicht insbesondere die Übergänge und Schnittstellen zwischen den „Welten“ interessant (2.1.2).

#### 2.1.1 Die Seinsebenen des Drei-Welten Modells

Popper postuliert in „Objektive Erkenntnis“ drei ontologische Existenzebenen: „Natur“ (Welt 1), „Bewusstsein“ (Welt 2) und „Kultur“ (Welt 3). Es handelt sich hierbei um eine Erweiterung der Lehren Aristoteles’ vom sinnlich Wahrnehmbaren und von Platons Geistesgegenständen um deren jeweilige (Re-)Konstruktion in einem Individualbewusstsein ([Po73], S. 158 f.).

**Welt 1: Realwelt, natürliches Universum, insbes. Wirtschaftssysteme:** Poppers Definition der Welt 1 umfasst die vorhandene Natur, das Materielle, die physischen Dinge (z. B. Mitarbeiter, Dokumente etc.) ebenso wie auch von

Menschen mittels Konventionen eingeführte immaterielle Dinge (z. B. Staaten, Sozietäten, Kartelle etc.). Ein Modellbildungsprozess in der Wirtschaftsinformatik hat zum Ziel, Zusammenhänge und Strukturen bezüglich dieser *mittelbaren* (dem Menschen nicht direkt zugänglichen) *Erkenntnisgegenstände* innerhalb eines Wirtschaftssystems (eines Ausschnitts der Welt 1) offen zu legen. Es muss einem eigenen Beitrag vorbehalten bleiben zu versuchen, Poppers Welt 1 im Sinne konstruktivistischer Ansätze zu differenzieren und neu zu interpretieren.

**Welt 2: Individualbewusstsein des Modellentwicklers:** Die Wahrnehmung mittelbarer Erkenntnisgegenstände der Welt 1 führt zu subjektiven *Realitätsrekonstruktionen*, den sog. *Phänomenen*, im Individualbewusstsein eines Modellentwicklers. Dieses wird von Popper als Welt 2 bezeichnet und speist sich neben den genannten sinneswahrnehmbaren Empfindungen über Beobachtungsgegenstände bzw. Vorgänge der Welt 1 aus der Internalisierung von Geistesgegenständen, d. h. *Aktivierungen* aus einem Wissenskontext der Welt 3 (z. B. erlernte wissenschaftliche Theorien). Aktivierungen und Phänomene sind die *unmittelbaren* (mental (re-)konstruierten) *Erkenntnisgegenstände* unseres Geistes und sind Ausgangspunkt eines abstrahierenden Erkenntnisgewinnungsschritts, welcher methodisch systematisierbar und zumindest in Teilen bewusstseinsfähig ist. Diese Trennung in einen (unbewussten) Wahrnehmungs- und einen (bewusstseinsfähigen) Abstraktionsschritt wird in 2.1.2 und 2.2 wieder aufgegriffen. Die Welt 2 konstituiert sich aus den Welt-1-Bildern unserer Sinne, den erlernten Welt-3-Konzepten und den Folgerungen, die wir daraus ableiten.

**Welt 3: Kultur, Modellwelt:** Der Welt des Realen ist in Poppers Drei-Welten-Modell eine Welt des Imaginären gegenübergestellt. Diese Welt des transsubjektivierte Wissens speist sich aus Konzepten, Ideen, Sprache, Modellen, Theorien, kurz gesagt aus den Inhalten *externalisierten menschlichen Denkens*; egal ob auf empirischer Basis beruhend, frei erfunden, lückenhaft oder sich gar gegenseitig widersprechend. Die Welt 3 ist aufgrund ihrer heterogenen Struktur daher dem Internet vergleichbar. Ebenso wie die Welt 1 existiert die Welt 3, im Gegensatz zu den subjektiven Bewusstseinswelten, nur einmal. Uns Menschen sind jeweils nur *individuelle Ausschnitte* dieser gemeinsamen Welt 3 zugänglich. Überlappungen zwischen individuellen Welt-3-Ausschnitten stellen einen gemeinsamen (kulturellen) Kontext dar, der es uns ermöglicht, sich z. B. über wissenschaftliche Theorien auszutauschen. Der Inhalt der Welt 3 ist zeitabhängig und unterliegt ebenso wie Welt 1 und 2 einer (evolutionären) Entwicklung des Entstehens, Sich-Bewährens und Vergehens. Alle individuellen Welt-3-Ausschnitte eines Zeitpunktes  $t$  zusammengenommen konstituieren das aktive *Menschheitswissen* zu diesem Zeitpunkt: die Welt 3 ( $t$ ).

### 2.1.2 Übergänge im Drei-Welten-Modell

Für eine ausführliche Diskussion des Drei-Welten-Modells wäre eine Analyse sämtlicher Schnittstellen zwischen den Welten erforderlich. Da aber lediglich die abstrahierende Erkenntnisgewinnungsphase innerhalb einer Welt 2 (siehe ② in Abb. 1) Gegenstand dieser Arbeit ist, werden lediglich hierfür relevante Übergänge angesprochen.

**Welt 1 → Welt 2:** Ein erkenntnisgewinnender Prozess verläuft zwischen einem erkennenden Subjekt und einem zu erkennenden Objekt. Die Strukturen der Erkenntnis können sowohl durch das Objekt (den mittelbaren Erkenntnisgegenstand) als auch durch das Subjekt bedingt sein, also auf Strukturen des Erkenntnisapparates des Modellentwicklers beruhen ([Vo98], S. 41). Dies äußert sich beim Wahrnehmungsübergang von Welt 1 nach Welt 2 (siehe ① in Abb. 1) in *allgemeinen* bzw. *individuellen primären* (nicht bewusstseinsfähigen) bzw. *sekundären* (bewusstseinsfähigen) *Verzerrungen*, z. B. durch Perspektive, kognitive Strategien und Fähigkeiten (primär) bzw. Vorwissen und Ängste etc. (sekundär); sie sind durch die menschliche Phylogenese (jedem Modellentwickler gleichermaßen zu eigen) bzw. Ontogenese (individuelle Eigenheiten eines Modellentwicklers) bedingt. Ein isomorphes Abbilden der Realität, wie vom naiven Realismus postuliert, ist prinzipiell nicht möglich. Dieses *Isomorphieproblem* kann aber durch einen wissenschaftlichen Kreisprozess aus Modellbildung und Modelltest angegangen werden (siehe 4.2).

**Welt 2 → Welt 3:** Erkenntnisse über unmittelbare Erkenntnisgegenstände können sowohl in non-verbaler vorwissenschaftlicher Form (z. B. als Ahnungen) als auch in versprachlichter Form (z. B. Theorien) vorliegen. Darüber hinaus kann zwischen internalisiertem (privatem) und externalisiertem (öffentlichem) Wissen unterschieden werden. Ersteres erlischt mit dem Tod seines Trägers; letzteres bleibt darüber hinaus erhalten. Jeder wissenschaftliche Modellbildungsprozess beinhaltet daher nicht nur eine Erkenntnisgewinnungsphase (siehe ② in Abb. 1) sondern auch eine Erkenntnisrepräsentations- und Transsubjektivierungsphase (③b), welche der Welt 3 den Modellinhalt (③c) und der Welt 1 eine Modellrepräsentation in Gestalt einer Notation (③a) hinzufügen.

**Welt 3 → Welt 2:** Die Aktivierung eines solchen Modellinhalts (das Erlernen) erfolgt über die Wahrnehmung einer Modellrepräsentation (siehe ④, ⑤ und ① in Abb. 1). Es ist wichtig, zwischen aktivierten Modellen und lediglich transsubjektivierten Erkenntnissen zu differenzieren. Ist der Code zur Interpretation einer transsubjektivierten Modellrepräsentation nicht in mindestens einem Welt-2-Bewusstsein aktiviert oder zumindest rekonstruierbar, so geht der Modellinhalt der Welt 3 und somit der Menschheit verloren; die Modellrepräsentation verfällt zu einem bloßen Strukturmuster auf

Papier oder Stein (vgl. ägyptische Hieroglyphen vor ihrer (Wieder-)Entzifferung durch J. F. Champollion 1822).

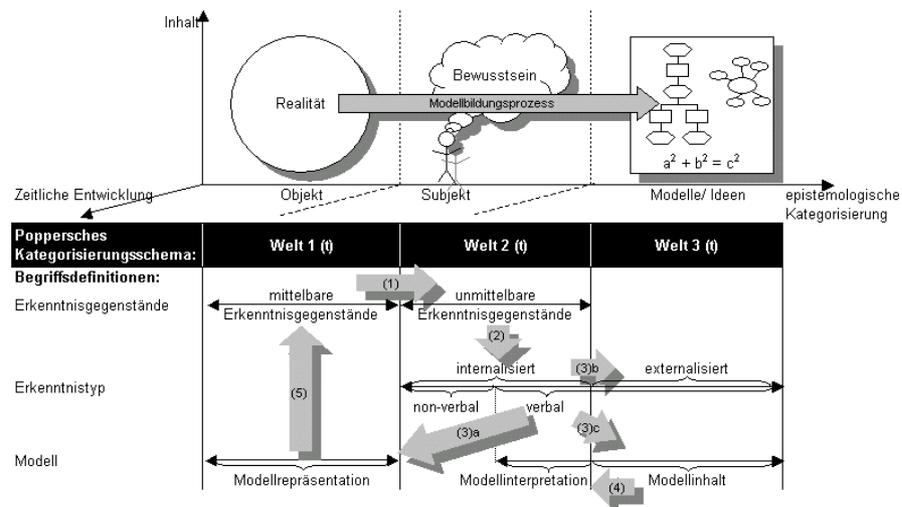


Abb. 1: Poppers Drei-Welten-Modell und Begriffsdefinitionen: ① Wahrnehmung, ② abstrahierender Erkenntnisgewinn, ③ Erkenntnisrepräsentation und -transsubjektivierung, ④ Aktivierung (mittels ⑤ + ①).

## 2.2 Begriffsdefinitionen und Konsequenzen

Auf der Basis des auf die Wirtschaftsinformatik übertragenen 3-Welten-Modells werden nun essentielle Konzepte und deren Auswirkungen definiert.

### 2.2.1 Modell

Der Terminus „Modell“ spaltet sich im Lichte der Popperschen drei Welten in drei entsprechende Teile auf. Der in dieser Arbeit verwendete Modellbegriff subsumiert sowohl die *Modellrepräsentation* in Welt 1 (z. B. Ordner mit notierten Organigrammen) als auch den *Modellinhalt* der Welt 3 (z. B. die semantische Bedeutung der Organigramme) und die *Modellinterpretation* in der Welt 2 eines Betrachters (siehe Abb. 1). Damit wird ein Modell als komplexes bilaterales sprachliches Zeichen mit Ausdruck und Inhalt nach F. de Saussure verstanden (Genfer Schule des Strukturalismus ([Li01], S. 31 f.)). Modellrepräsentationen der Welt 1 können im Verhältnis zur Dynamik der Welt 3 hinsichtlich ihrer Dauerhaftigkeit differenziert werden. Leichtflüchtige Modellrepräsentationen, wie z. B. die mündliche Übermittlung, führen aufgrund der Flüchtigkeit des Übertragungsmediums „Schall“ lediglich zu

kurzfristig externalisierten Modellen im Gegensatz zu schwer flüchtigen Repräsentationen, wie z. B. schriftlichen Aufzeichnungen.

### 2.2.2 *Merkmal*

Mittelbare Erkenntnisgegenstände haben Eigenschafts-Ausprägungen, die auf der Strukturiertheit der Welt I beruhen. Diese Eigenschaften finden in den unmittelbaren Erkenntnisgegenständen ihre Entsprechung in der Zuordnung von Merkmalen. Der für diese Arbeit grundlegende Begriff eines verbalen *Merkmals*  $M$  sei, im Gegensatz zum allgemeinen Sprachgebrauch, als Tupel aus *Merkmalsdimension*  $D$  und *Merkmalswert*  $W$  definiert, ähnlich den Termini Variable, Variablentyp und Variableninhalt. Das Tupel  $(D \text{ Farbe}, W \text{ rot})$  stellt ein mögliches verbales Merkmal  $M$  dar. Ein Merkmalswert  $W$  eines Merkmals  $M$  ist die konkrete Ausprägung einer Merkmalsdimension  $D$  und kann in nominale (z. B. Farbe), ordinale (z. B. Verfallsdatum), kardinale (z. B. Größe) und boolesche Merkmalswerte (z. B. gläubig) differenziert werden. Merkmalsdimensionen geben die *Wertemenge* möglicher Merkmalswerte vor (z. B. rot, grün, blau etc.).

Die bewusste Zuordnung eines *semantischen Netzwerks* von Merkmalstupeln  $M(D, W)$  zu einem unmittelbaren Erkenntnisgegenstand erfordert eine geistige Willensleistung. Das Konzept dieser Zuordnung ist eine Folge unseres evolutionshistorisch geprägten *Weltbildapparates* und unseres Denkens in Begriffen, welches seinerseits auf *individueller Konditionierung* ([Lo73], S. 117 f.) – sprich dem Erlernen von Begriffen und Bedeutungen wie „Farbe“ und „rot“ durch Kopplung eines unkonditionierten Wahrnehmungsreizes an eine zu konditionierende Bezeichnung – und den *Konstanzleistungen der Wahrnehmung* ([Vo98], S. 37) beruht. Merkmale lassen sich gemäß der aristotelischen Ursachenlehre in die *inneren Merkmale* Form (z. B. Struktur) und Stoff (z. B. Material) sowie die *äußeren Merkmale* Wirkweise (z. B. Prinzip) und Zweck (z. B. Funktion) einteilen. Äußere Merkmale sind im Gegensatz zu den inneren nicht unmittelbar wahrnehmbar, sondern nur durch Einbeziehung der Wechselwirkung des mittelbaren Erkenntnisgegenstandes mit seinem jeweiligen Kontext. Indem der Beobachtungsgegenstand in eine imaginäre *Blackbox* eingeschlossen wird, bei der die Schnittstellen Input und Output betrachtet werden, lässt sich z. B. das Merkmal „Zweck“ bestimmen. Wird diese Blackbox geöffnet, lässt sich ein „Wirkprinzip“ ermitteln.

### 2.2.3 *Ereignis*

Die Merkmalswerte (un)mittelbarer Erkenntnisgegenstände sind mitunter nur teilweise statisch. Aufgrund der Dauer der Konstanz der Merkmalswerte können Merkmale daher auch in (quasi-)statische und dynamische Merkmale differenziert werden. Einen Wechsel im Merkmalswert eines Merkmals (z. B. das Umschalten einer Ampel von „rot“ auf „grün“) nennen wir ein *Ereignis*  $E$ .

Jedem Ereignis kann ein eindeutiger Name und Zeitpunkt zugeschrieben werden ([HKM00], S. 204 f.).

### **3 Analogie und Analogieschluss – Definition**

Aus evolutionshistorischen Gründen ist das menschliche Gehirn kein Erkenntnisorgan mit Selbstzweck, sondern auf das Überleben ausgerichtet. Unsere begrenzten geistigen Ressourcen stehen einem unbegrenzten Universum gegenüber; um darin zu überleben, müssen erfolgreich Vorhersagen getroffen werden. Die in Anpassung an die Welt 1 entwickelten kognitiven Strategien und Strukturen sind daher lediglich ausreichend für das Überleben unter Konkurrenz, nicht aber ideal ([Vo98], S. 93 f.). Eine mögliche kognitive (Überlebens-)Strategie ist das Abstrahieren von Einzelphänomenen zu Klassen gleichartiger Phänomene, indem Akzidentalitäten abgezogen und Essentialitäten fokussiert werden. Solcherart induktiv konstruierte Typen werden auf das wahrgenommene Weltbild deduktiv angewandt und so Prognosen erstellt, die es unseren Vorfahren etwa ermöglichten, einen Steinschlag als solchen zu erkennen und vor seinen Konsequenzen zu fliehen ([Ri80], S. 32 f. und 84 f.). Diese steinzeitliche Form der Erkenntnisgewinnung ist für uns Menschen symptomatisch und für die Erstellung moderner wissenschaftlicher Modelle immer noch relevant, obwohl wir dem Paläolithikum längst entwachsen sind. Effiziente Modellbildung erfordert daher bewusste Reflexion über Vorgänge, Probleme und Grenzen der Modellerstellung. Um diese Reflexion zu ermöglichen, werden im Folgenden analogische Gruppenbildung (3.1), darauf aufbauende induktive Typbildung (3.2) und deduktive Typverwendung (3.3) im Rahmen des Drei-Welten-Modells erörtert.

#### **3.1 Analogie – Koinzidenz von Merkmalswerten**

Analogisches Denken als Erkenntnisstrategie verfolgt das Ziel, eine Menge von ähnlichen Erkenntnisgegenständen so zu gruppieren, dass Strukturen erkennbar werden (3.1.1). Um dies zu ermöglichen, benötigt man ein Ähnlichkeitsmaß (3.1.2), welches in Abhängigkeit zielrelevanter Parameter (3.1.3) eine Gruppenzugehörigkeit misst. In Anlehnung an die formale Terminologie des Data Minings werden im Folgenden diese Teilaspekte eingehender erörtert.

##### **3.1.1 Gruppierung – wie und warum?**

Beim Einteilen von Erkenntnisgegenständen in Gruppen gibt es zweierlei Vorgehensweisen: Beim sog. *agglomerativen* Ansatz steht die Suche nach Gemeinsamkeiten, nach wiederkehrenden Mustern im Vordergrund. Hierbei konstituieren sich Gruppen durch fortschreitende Zusammenlegung

unmittelbarer Erkenntnisgegenstände mit jeweils größter Ähnlichkeit (Analogie). Beim *divisiven* Ansatz werden fortwährend Untergruppen aufgrund herausragendster Differenzen abgespalten. Beide Verfahren haben zum Ziel, innerhalb einer Gruppierung eine möglichst große *Homogenität*, im Vergleich der Gruppen zueinander eine möglichst große *Heterogenität* zu schaffen. Die Signifikanz der Zusammengehörigkeit innerhalb einer solchen Gruppe bildet die Grundlage der Modellbildung, indem diese Zusammengehörigkeit als typisch angesehen und induktiv darauf aufbauend ein entsprechender Typus konstruiert wird (siehe 3.2.). Die Annahme, dass eine gefundene Zusammengehörigkeit repräsentativ für einen Typus sei, scheint auf den ersten Blick willkürlich, doch, wie Vollmer zeigt, ist die Strukturiertheit der Welt 1 und die (zumindest teilweise) Erkennbarkeit dieser Strukturiertheit ein zwar nicht beweisbarer, aber vertretbarer Ausgangspunkt, der diese Vorgehensweise rechtfertigt ([Vo98], S. 28 f.).

### 3.1.2 Ähnlichkeitsmaße – Distanzfunktionen und ihre Parameter

Um den Ähnlichkeitsgrad zweier oder mehrerer unmittelbarer Erkenntnisgegenstände ermitteln zu können, müssen diese einander vergleichend gegenübergestellt werden. Es bedarf eines *Proximitätsmaßes*, welches den Analogiegrad zweier Erkenntnisgegenstände bzw. Gruppen aufgrund ihrer Eigenschaften misst. Ein solches Ähnlichkeitsmaß ist das Ergebnis einer reellwertigen Abstandsfunktion, der sog. *Distanzfunktion*, welche sich dadurch auszeichnet, dass ihr Wert umso größer ist, je ähnlicher sich die Erkenntnisgegenstände sind ([Mo85], S. 73 f.). Die Variablen dieser Distanzfunktion seien die Merkmalswerte der Merkmalsdimensionen der Erkenntnisgegenstände, das Ergebnis ihr Analogiegrad, der das Maß für ihre Zusammengehörigkeit darstellt. Je höher dieser ist, desto größer ist die Zusammengehörigkeit innerhalb einer Gruppe. Eine mögliche Distanzfunktion  $f$  ist das *Zählen der Koinzidenzen* von Merkmalswerten zweier Erkenntnisgegenstände: Sei  $W_{ij}$  der Merkmalswert einer Merkmalsdimension  $i$  eines Erkenntnisgegenstandes  $j$ , so gilt beispielsweise:

$$f(W_{11}, W_{12}, W_{21}, W_{22}, \dots, W_{n1}, W_{n2}) = \sum_{\substack{i=1..n \\ W_{i1}=W_{i2}}} 1$$

So ergibt sich für die beiden Erkenntnisgegenstände aus Abb. 2 beispielsweise ein Analogiegrad 3, da diese in den Merkmalen Zweck, Material und Geschwindigkeit koinzidieren. Diese Verrechnung ordnet Riedl einem ratiomorphen Apparat zu, der unser rationales Denken und Handeln lenkt ([Ri80], S. 52 f.). Erfordert ein Modellzweck, dass bestimmten Merkmalen eine größere Bedeutung beizumessen ist (z. B. das kausale Verhalten in Prozessmodellen), werden diese zusätzlich mit entsprechenden *Gewichtungsfaktoren*  $G$  bewertet, so dass sich folgende Bewertungsfunktion zur Ermittlung des Analogiegrades ergibt:

$$f(W_{11}, W_{12}, W_{21}, W_{22}, \dots, W_{n1}, W_{n2}) = \sum_{\substack{i=1..n \\ W_{i1}=W_{i2}}} G_i$$

Gewichtete Merkmale können darüber hinaus zur Definition von Systemgrenzen und somit zur Lösung des Isolierbarkeitsproblems der Modellbildung ([Hol99], S. 192) beitragen. Systeme sind vor diesem Hintergrund Bereiche, in denen als wesentlich erachtete Merkmalskombinationen übereinstimmen. Durch lupenmäßig abnehmende, immer schwächer werdende Übereinstimmung der Merkmalskombinationen in Randbereichen des Problemraumes lassen sich weiche Systemgrenzen bilden.

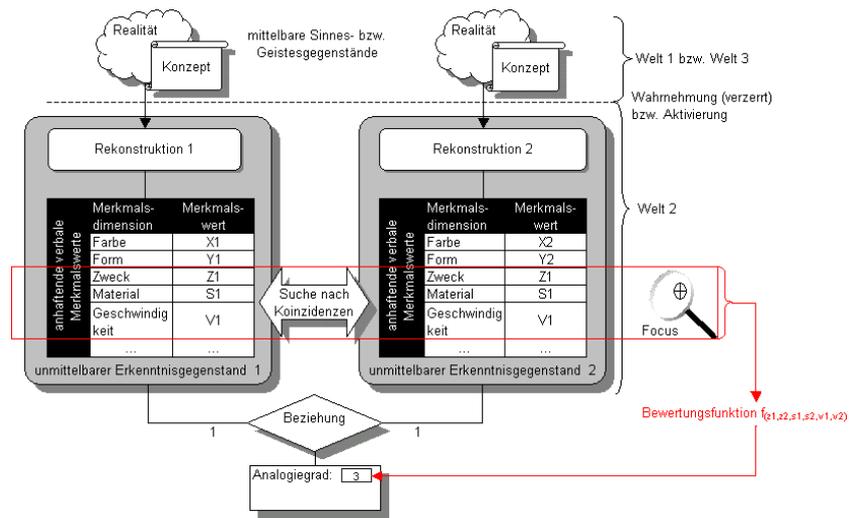


Abb. 2: Analogien beruhen auf Koizidenzen in Merkmalen. Analogie ist ein Attribut der Beziehung zweier unmittelbarer Erkenntnisgegenstände und ihrer Pendanten in Welt 1 und 3.

Neben der rein statischen *Identität in Merkmalswerten* (z. B. gleiche Form) kann die Bewertungsfunktion auch Koizidenzen in der *Simultanität bzw. Sukzedanität von Merkmalswechseln*, also das Koizidieren in Ereignissen, bewerten. So lassen sich z. B. Ampeln an einer Kreuzung aufgrund der Simultanität des Umschaltens von „rot“ auf „grün“ jeweils paarweise in Gruppen einteilen, während sich aus der sukzedan wiederkehrenden Folge des wechselseitigen Schaltens der Ampelgruppen eine Kausalzusammengehörigkeit im Sinne eines Prozesses postulieren lässt. Im Gegensatz zu Riedl ([Ri80], S. 96 f.), der den Simultanitätsbegriff stellvertretend für eine

Inseparabilität von Merkmalen im Sinne der Gestaltwahrnehmung ohne zeitliche Komponente versteht, ist der hier verwendete Simultanitätsbegriff rein auf das gleichzeitige Wechseln dynamischer Merkmale bezogen. Um diese Wechsel feststellen zu können, ist das Vorhandensein eines Merkmalspeichers (Gedächtnisses) notwendig. Zu beachten ist dabei, dass vermeintlich statische Merkmalswerte implizit Aussagen über Merkmalswechsel (z. B. „blinkend“) enthalten können. Die bisherige Trennung in funktionale, strukturelle, temporale etc. Analogien erweist sich als janusköpfig und lässt sich durch die Betrachtung zeitlicher Strukturen (Ereignisfolgen) bzw. räumlich-materieller Strukturen auf rein strukturelle Analogien zurückführen.

### **3.1.3 Auswahl zielrelevanter Parameter**

Um unmittelbare Erkenntnisgegenstände derartig bewerten zu können, fließt lediglich eine als *relevant angenommene Teilmenge* der jeweils assoziierten Merkmale in die entsprechende Distanzfunktion ein. Die Anzahl feststellbarer Koinzidenzen innerhalb dieses „Fensters“ bestimmt den Analogiegrad (siehe Abb. 2). Ob ein Merkmal Element der relevanten Teilmenge ist, hängt maßgeblich vom jeweiligen Modellziel ab. Es ist daher notwendig, dieses Ziel (den *Modellzweck*) zu explizieren. Das „Fenster“ definiert sich durch nach expliziten Zielen selektiv ausgewählte Merkmalsdimensionen. Für die Erstellung organisationsorientierter Prozessmodelle ist ein zeitlich aufgelöster Handlungsverlauf, z. B. hinsichtlich beteiligter Personen und Abteilungen, zu fokussieren. Die Analyseverfahren „gezielte Suche nach Analogien“ lässt sich aufgrund ihrer Flexibilität bei der Auswahl der zu vergleichenden Merkmalsdimensionen im Hinblick auf die „von einem Subjekt mit der Abbildung des Objekt- in ein Modellsystem verfolgten Zielsetzung“ ([Sc95], S. 438) anpassen. Dies stellt eine der wesentlichen Stärken dieser Erkenntnisstrategie dar, da dadurch die Analyseverfahren an die Aufgabenstellung angepasst wird, nicht umgekehrt. Modellelemente, die durch Typisierung beruhend auf solcherart postulierten Analogien konstruiert wurden (siehe 3.2), erfüllen dank dieser Anpassbarkeit die *Relevanz-Forderung* der Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung ([Sc95]).

## **3.2 Analogieinduktion – Gleiches zu Gleichem**

Die Postulierung allgemeiner Aussagen im Sinne einer Modellbildung erfordert eine Differenzierung zwischen Zufälligem und Wesentlichem (3.2.1) und eine *Abstraktion* von Akzidenzien ([Hol99], S. 174). Erkannte Strukturen innerhalb einer Gruppe analoger Erkenntnisgegenstände werden beim Induktionsschritt als typisch und somit essentiell erachtet. Ein (neuer) Typus wird durch die Fixierung koinzidierender und daher als essentiell betrachteter Merkmale konstituiert (3.2.2); zufällige Individualitäten werden bei dieser Typisierung abgezogen, man abstrahiert. Eine derartiges Vorgehen fördert den

Wirtschaftlichkeits-, Nachvollziehbarkeits- und Verständlichkeitsaspekt des erstellten Modells (3.2.3).

### 3.2.1 Differenzierung zwischen Zufälligem und Wesentlichem

Die Erkenntnisgegenständen zugeordneten Merkmale lassen sich in *essentielle* (wesentliche) und *akzidentielle* (zufällige) *Merkmale* differenzieren. Hierzu müssen die einander analogen Erkenntnisgegenstände im Sinne einer Synopse vergleichend analysiert werden. Seien  $E_i$   $n$  zueinander analoge Erkenntnisgegenstände,  $M$  ein konkretes verbales Merkmal, und  $W$  dessen Merkmalswert, so gilt folgender Zusammenhang:

$$M \text{ essentiell} \Leftrightarrow \forall 1 \leq i, j \leq n: W(M, E_i) = W(M, E_j)$$

$$M \text{ akzidentuell} \Leftrightarrow \exists i, j: W(M, E_i) \neq W(M, E_j)$$

Ein Merkmal ist genau dann essentiell, wenn dessen Merkmalswert bei allen unmittelbaren Erkenntnisgegenständen innerhalb der analogen Gruppe paarweise identisch ist (z. B. Zweck). Findet sich darunter ein Paar, das in seinen Merkmalswerten differiert, so ist das zugehörige Merkmal akzidentuell (z. B. Farbe).

### 3.2.2 Fixierung des Wesentlichen in Typen

Isolation, Fixierung und Benennung des Essentiellen führt zu einer Typisierung. Ein *Typus* wird konstituiert durch Abstraktion von akzidentiellen Merkmalen und Fixierung von essentiellen (Abb. 3). Ein naheliegendes Beispiel aus der Wirtschaftsinformatik ist der Entitätstyp „Kunde“, der aus essentiellen Merkmalen wie „Name“, „Anschrift“ etc. besteht.

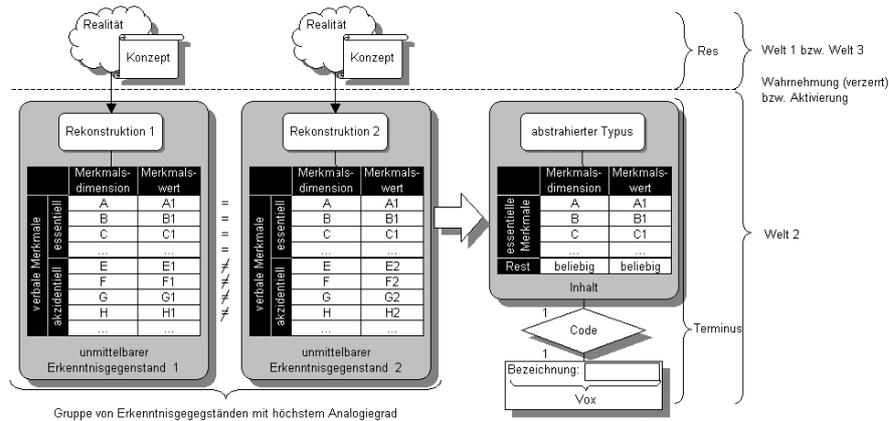


Abb. 3: Induktionsschritt aufgrund postulierter Analogie.

Bei dieser Typisierung wird vom Besonderen (der Individualität) auf das Allgemeine (die Gemeinsamkeit) der Erkenntnisgegenstände geschlossen: in der Methodologie als *Induktion* und daher hier als *Analogieinduktion* bezeichnet. Ordnet man einem solcherart erhaltenen Typus eine eindeutige Bezeichnung zu, ergibt sich ein bilaterales sprachliches Zeichen aus *signifiant* (*vox*) und *signifié* (*conceptus*): ein Terminus ([Do99], S. 222 f.; vgl. 2.2.1).

### 3.2.3 Vorteile von Typen

Die Entwicklung von Verarbeitungsalgorithmen für Informationsobjekte macht i. d. R. nur Sinn, wenn sie mehrfach eingesetzt werden können. Diese „Wiederverwendbarkeit“ eines Algorithmus setzt allerdings voraus, dass es eine Menge analoger Probleme geben muss, auf die eine gefundene Lösung anwendbar ist. Diese Menge innerhalb eines zu analysierenden Wirtschaftssystems der Welt 1 aufzuzeigen und abzugrenzen, ist Aufgabe des Modellentwicklers im Modellbildungsprozess – auch wenn er sich dessen i. d. R. nicht bewusst ist. Er ist daher gut beraten, die Suche nach Analogien zu seiner Maxime zu machen, denn je mehr Analogien und somit Typen aufgezeigt werden, umso weniger individuelle Lösungsalgorithmen und deren softwaretechnische Umsetzungen sind zu entwickeln. So lässt sich z. B. die doppelte Erstellung von Auswertungsalgorithmen für „Kunden“ und „Lieferanten“ vermeiden, wenn erkannt wird, dass beide als Manifestationen eines durch Analogieinduktion entstandenen Typus „Geschäftspartner“ aufgefasst werden können.

Neben diesem Wirtschaftlichkeitsaspekt forcieren Analogien die Verständlichkeit bzw. Nachvollziehbarkeit eines Modells, da sowohl historische Klarheit (Modellherleitung) als auch modellimmanente Klarheit, welche die Aspekte Strukturiertheit, Übersichtlichkeit, Lesbarkeit, Anschaulichkeit und (ästhetische) Wohlgeformtheit subsumiert, betont werden, indem die in den Typen offengelegten Strukturen (z. B. mittels OO-Glossar) die Sollbruchstellen für eine Modell-Dekomposition vorgeben (vgl. [HKM00], S. 205 f.). Damit erfüllt Analogie als Erkenntnisstrategie den Schütteschen Modellierungsgrundsatz *größtmöglicher Klarheit* ([Sc95], S. 438 f.). Auf höhere Abstraktionsgrade und eine damit einhergehende Reduzierung der Komplexität und Anzahl von Modellkomponenten wird in 4.3 eingegangen.

Neben der Klarheit eines Modells liefert die Offenlegung und Dokumentation analogischen Denkens darüber hinaus die Möglichkeit inhaltlicher Modellvergleichbarkeit. Mit Merkmalen dokumentierte Typen bilden die semantischen Synchronisationspunkte beim Vergleich zweier Modelle. Der Interpretationsspielraum gängiger OO-Glossare in Prosa-Formulierung wird durch das formale Explizieren der zur Typbildung verwendeten Analogie eingeschränkt. Die Identifizierung analoger Komponenten in Modellen verschiedener Tochterunternehmen beispielsweise wird dadurch ermöglicht.

Dies schafft die Grundlage für eine weitere induktiv-abstrahierende Referenzmodellbildung.

### 3.3 Analogiededuktion – pars pro toto

Neben der induktiven Typkonstruktion erlaubt analogisches Denken darüber hinaus die deduktive Typ-Verwendung. Seien von einem Typus dessen essentielle Merkmale bekannt, so kann aufgrund festgestellter Analogie zu einem weiteren wahrgenommenen bzw. aktivierten Erkenntnisgegenstand (3.3.1) in einem *pars-pro-toto-Schritt* von einer teilweisen Gleichheit in (primären) essentiellen Merkmalen versuchsweise auf eine weitergehende Gleichheit in weiteren (sekundären) essentiellen Merkmalen (3.3.2) geschlossen werden. Der Typus wird damit zu einem Referenzmodell (3.3.3).

#### 3.3.1 Klassifikationsanalogie – Erkennen einer Sache

Weist ein unmittelbarer Erkenntnisgegenstand gewisse Merkmale auf, die mit einer Teilmenge der Merkmale eines erlernten bzw. induktiv erstellten Typus übereinstimmen, so ist diesbezüglich (partielle) Analogie vorhanden. Auf diesen Schlüsselmerkmalen aufbauend findet eine *Identifikation und Benennung* des Erkenntnisgegenstandes (z. B. einer wahrgenommenen Erdbeere) mit (s)einer Typ-Klasse („Erdbeere“) statt. Wir sprechen daher von *Klassifikationsanalogie*. Die Gruppe der essentiellen Merkmale eines Typus kann dabei in *primäre (Schlüsselmerkmale)* und *sekundäre essentielle Merkmale* unterteilt werden. Diese Differenzierung ist nicht typus-immanent, sondern wird jeweils aufgrund einer partiellen Klassifikationsanalogie angenommen. Primäre essentielle Merkmale sind diejenigen Merkmale, die für einen Erkenntnisgegenstand bekannt bzw. beobachtet sind und in denen er mit (s)einem Typus koinzidiert. Weitere bekannte Merkmale des Typus werden als sekundäre essentielle Merkmale bezeichnet (vgl. Abb. 4; [Hol02], S. 2; [Lo43], S. 240).

#### 3.3.2 Transferanalogie – Schluss auf Analogie

Beim versuchsweisen Schließen von partieller auf weitergehende Gleichheit werden ein oder mehrere sekundäre essentielle Merkmale eines Typus auf ein Analogon und somit implizit auf dessen Pendant in Welt 1 bzw. 3 übertragen. Der Typus wird bei diesem Schritt zum Referenzmodell; dessen Gegenüber zum Anwendungsfall. Akzidentielle Merkmale bleiben von diesem Transfer unberührt. Man erweitert quasi den Definitionsbereich der partiellen Klassifikationsanalogie (in primären essentiellen Merkmalen) auf eine weiterreichende (vollständige) *Transferanalogie* (in allen essentiellen Merkmalen). Hierbei wird vom Allgemeinen (der Gemeinsamkeit) auf das Spezielle (das Individuum) geschlossen. Die Herabführung von Merkmalen eines Typus auf ein Individuum wird allgemein als *Deduktion* bezeichnet; da sie in diesem Fall auf einer Analogie beruht, als *Analogiededuktion*. Aufgrund selektiver

Merkmalsauswahl bei der Typ-Konstruktion sind die Ergebnisse darauf aufbauender Schlüsse nur wahrscheinlich, aber nicht zwingend. Ein Diskurs über Wesen und Grenzen dieser Vorgehensweise wird in 4 geführt.

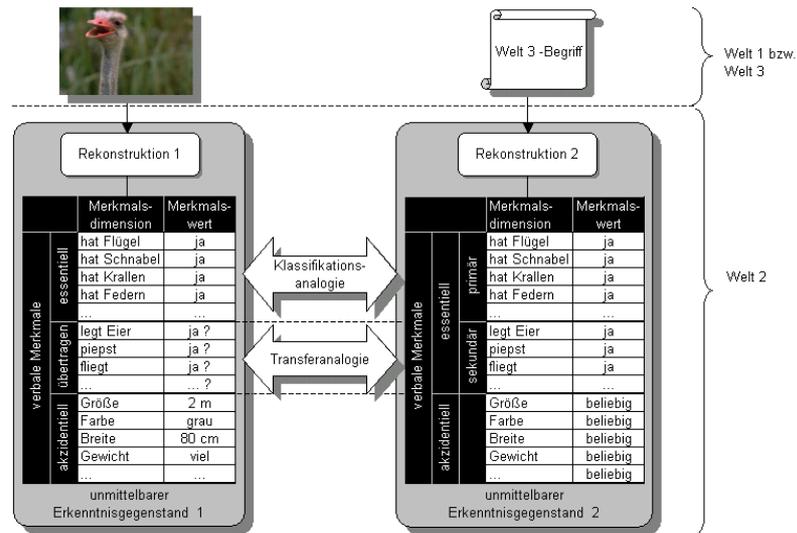


Abb. 4: Deduktives Schließen mittels Analogie.

Eine formale Methode zur logisch korrekten Übertragung einzelner Merkmalswerte sind die aristotelischen dreigliedrigen kategorischen *Syllogismen*. Bei dieser formalen Klassenlogik werden zwei (semi-)formale Aussagen, die so genannten *Prämissen*, aufgestellt. Eine der beiden Prämissen beinhaltet die festgestellte Klassifikationsanalogie aufgrund partieller Koinzidenz zweier Erkenntnisgegenstände in essentiellen (Schlüssel-)Merkmalen (z. B. Sokrates ist ein Mensch). Die zweite Prämisse beinhaltet die Zuordnung weiterer essentieller Merkmale zu einem der beiden Erkenntnisgegenstände (z. B. Alle Menschen sind sterblich). Durch einen Schluss *Modus ponens* (Analogiededuktion) erhält man als *Konklusion* eine Aussage über die Sterblichkeit des Sokrates ([Do99], S. 271 f.). Die in der Literatur ausführlich behandelten 19 sinnvoll möglichen syllogistischen Schlussmodi liefern daher dem Wirtschaftsinformatiker ein brauchbares Handwerkszeug zur Verwendung und Übertragung von (Referenz-)Modellen auf die betriebliche Realität.

Angenommen wir treffen in der Natur auf ein Tier wie in Abb. 4 gezeigt. Aufgrund der primären essentiellen Merkmale („hat Federn“, „hat Schnabel“, „hat Flügel“ etc.), die wir diesem Phänomen zuordnen, erkennen wir eine Klassifikationsanalogie zu dem uns geläufigen Typus „Vogel“. Zu diesem sind

weitere (sekundäre) essentielle Merkmale vorhanden, wie z. B. „legt Eier“. Diese werden nun in einem Deduktionsschritt auf unsere Wahrnehmungsrekonstruktion des Tieres übertragen: der Terminus „Vogel“ wird zum Referenzmodell. „Das wahrgenommene Phänomen ist ein Vogel. Vögel können Eier legen. Also kann das mit unserer mentalen Rekonstruktion korrelierende Tier, auch wenn es das im Moment gerade nicht tut, Eier legen.“ (Modus Barbara als Verfeinerung des Modus ponens)

### 3.3.3 *Referenzmodelle – Transfer komplexer Typen*

Im Rahmen einer eindeutigen Begriffsverwendung ist zwischen explizit zur Wiederverwendung konstruierten *Referenzmodellen* und Modellen, die durch (Analogie-)Deduktion zum Referenzmodell werden, zu unterscheiden. Erstere ergeben sich induktiv durch Abstraktion mehrerer spezifischer Modelle sowie deduktiv durch den Einbezug theoretischer Erkenntnisse ([Sc95], S. 436). Referenzmodelle können stets dann sinnvoll eingesetzt werden, wenn es gelingt, zwischen vorhandenen Gegebenheiten eines betrachteten Wirtschaftssystems und Modellen anderer Wirtschaftssysteme hinreichende Analogien aufzuzeigen. Die Suche nach Analogien wird dadurch zum ökonomischen Paradigma. Kostengründe setzen der *Modellierungsintensität* eine obere Grenze, indem der inhaltliche Umfang eines Modells durch monetäre Zwänge eingeschränkt wird. Analogisches Denken als Erkenntnisstrategie kann jedoch, wie im Folgenden gezeigt wird, die Kostenentwicklung durch entsprechende spätere Einsparungen im Gesamt-Softwareerstellungsprozess positiv beeinflussen.

Die zu erwartenden Einsparungen ergeben sich insbesondere durch die Reduktion des Modellerstellungsaufwandes aufgrund der Wiederverwendung von (Referenz-)Modellelementen in der Phase der präskriptiven Modellbildung und durch die Reduktion der Kosten der Softwareerstellung, indem in der Implementierungsphase auf bereits entwickelte *Software-Komponenten* zurückgegriffen werden kann. Anstatt diese erneut zu entwickeln, wird auf deren wesentlich kostengünstigere Anpassung zurückgegriffen. In der deskriptiven Phase können Referenzmodelle darüber hinaus dazu beitragen, das Risiko, etwas zu übersehen, zu minimieren, indem nicht nur zwischen den untersuchten Phänomenen untereinander nach Ähnlichkeiten gesucht wird, sondern auch zwischen Phänomenen und bekannten Konzepten ([Hol99], S. 191). Die deduktive Verwendung von Referenzmodellen als *Analysemuster* kann dadurch helfen, spätere Korrekturen und die damit verbundenen Kosten zu vermeiden.

## 4 Wesen, Grenzen und Konsequenzen analogischen Denkens

Wie ist die Korrektheit solcher durch Analogieinduktion erstellten Modelle zu bewerten (4.1)? Wo liegen die Grenzen dieser Erkenntnisstrategie (4.4)? Und welche Auswirkungen hat analogisches Denken auf die Güte der erstellten Modelle (4.3)? Um diese Fragestellungen zu diskutieren, bedarf es einer Definition des Korrektheitsbegriffs und der Klärung möglicher Konsequenzen (4.2) bezüglich des Modellbildungsprozesses.

### 4.1 Korrektheit von Informationsmodellen

Die *Korrektheit* eines (Informations-)Modells umfasst zwei Aspekte, nämlich seine syntaktische und seine semantische Korrektheit. Ein Modell gilt genau dann als *syntaktisch korrekt*, wenn seine Modellrepräsentation im Einklang mit den syntaktischen Regeln der zugrunde gelegten Modellierungssyntax (z. B. UML) ist ([Sc95], S. 437 f.). Da dies allerdings der Erkenntnisrepräsentationsphase und nicht der Erkenntnisgewinnungsphase zuzurechnen ist, hat die Anwendung des Analogieprinzips keinerlei Einfluss auf die syntaktische Korrektheit eines Modells. Die *semantische Korrektheit* hingegen bemisst sich an der *Struktur-* und *Verhaltenstreue* eines Modells gegenüber dem darin abgebildeten Realitätsausschnitt. Ein Modell gilt dann als semantisch korrekt, wenn sich dessen sachlogische Vorhersagen im Einklang mit der beobachteten Realität befinden.

Die Tatsache, dass ein Modellentwickler immer nur einen subjektiven zeitlich-räumlichen Realitätsausschnitt (Welt-1-Ausschnitt) analysiert, relativiert nach Poppers Falsifikationstheorie die festgestellten Zusammenhänge aufgrund der Möglichkeit, lediglich Sonderfälle beobachtet zu haben, zu reinen Hypothesen (vgl. hypothetischer Realismus ([Vo98], S. 34 f.)). Mit der Häufigkeit jedoch, mit der ein bestimmter Sachverhalt bei (un)mittelbaren Erkenntnisgegenständen konstatiert und somit verifiziert wird, sinkt die Wahrscheinlichkeit eines Irrtums; umgekehrt steigt nach diesem Maximum-Likelihood-Prinzip die Wahrscheinlichkeit für die Korrektheit des entsprechenden Modells (siehe Abb. 5). Endgültige Korrektheit ist jedoch, da eine Irrtums-Wahrscheinlichkeit von Null nie erreicht wird, die Asymptote der Wissenschaft und liegt unbeweisbar in der Unendlichkeitsstelle einer statistischen Exponentialfunktion: Es bleibt ein Vorläufigkeitscharakter unserer Modelle ([Vo98], S. 38 f.). Dem Manko der Vorläufigkeit lässt sich begegnen, indem von einer endgültigen Korrektheit Abstand genommen und eine vom jeweiligen Modellziel abhängige hinreichende Korrektheit angenommen wird (vgl. Poppers Fallibilismus ([Po71], S. 47 f.)). Die Entscheidung, wann ein Modell hinreichend korrekt bezüglich der Realität ist, hängt vom jeweiligen Modellzweck ab und ist somit je nach Anwendungsfall anderen Kriterien untergeordnet. Aus diesem Grund kann keine allgemein-

gültige Definition von Modellparametern gegeben werden, die erfüllt sein müssen, damit ein Modell als hinreichend korrekt angesehen werden kann.

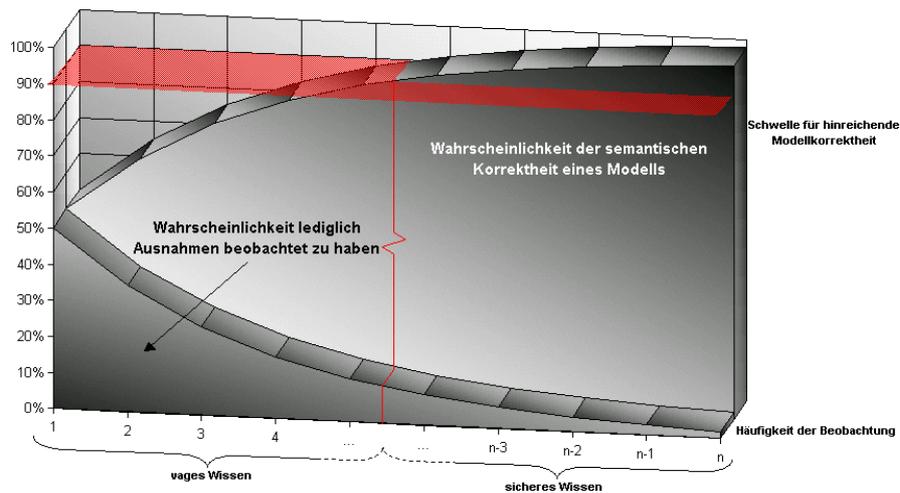


Abb. 5: Wahrscheinlichkeit der semantischen Modellkorrektheit.

#### 4.2 Maieutische Zyklen – approximative Korrektheit

Da es endgültige Gewissheit nicht gibt, ist die Korrektheit eines Modells immer nur vorläufig. Modelle bzw. Theorien werden daher auf ihre Korrektheit getestet, indem daraus per Analogiededuktion Vorhersagen über die Realität abgeleitet und diese anhand von weiteren Beobachtungen verifiziert werden. Zeigt sich dabei, dass das gegenwärtige Modell die Eigenschaften der (verzerrt) wahrgenommenen Realität noch nicht hinreichend genau und somit fehlerhaft rekonstruiert, wird es unter Einbezug dieser neuen Erkenntnis modifiziert und erneut getestet. Im Rahmen dieses Erkenntnis-Geburtszyklus (auch *Experiential Learning Model* oder *maieutischer Zyklus* genannt) wird ein Modell iterativ verbessert und somit der Realität angenähert.

Modellkorrektheit kann aufgrund der Konsequenzen des hypothetischen Realismus und der allgemeinen bzw. individuellen primären und sekundären Verzerrungen beim Wahrnehmungsübergang von Welt 1 nach Welt 2 (siehe 2.1.2) lediglich bezüglich einer vom Modellziel vorgegebenen Schranke, niemals aber vollständig erreicht werden ([Hol99], S. 189 f.). Das *Isomorphieproblem* wird approximativ durch einen wissenschaftlichen Kreisprozess aus Modellbildung und Modelltest bzw. (in dieser Arbeit nicht

behandelter) Reflexion über Wesen und Grenzen des menschlichen Erkenntnisapparates ([Ri80]) angegangen; 1:1-Abbildungen der Realität sind aber nach wie vor nicht möglich.

Innerhalb eines maieutischen (Erkenntnisgewinnungs-)Zyklus lassen sich zwei Aktivitäten abgrenzen, nämlich einerseits die *Generierung* von Modellen und Theorien und andererseits deren *Test* auf hinreichende Genauigkeit bezüglich der Realität. Diese werden solange durchlaufen, bis die Testeinheit die erstellten Thesen nicht mehr falsifizieren kann: Das Modell ist nun hinreichend korrekt bezüglich der wahrgenommenen Realität ([HS98], S. 11 f.). Stellt man diesem Prinzip das Konzept der biologischen Evolution der Arten gegenüber, so scheint es, dass die Generierungseinheit die Aufgabe der „Mutation“, die Testeinheit die Rolle der „Selektion“ übernommen hat. Es liegt eine Evolution des Wissens vor: Welt 3 (t). Das Wechselspiel zwischen Analogieprinzip und maieutischem Zyklus zeigt Abb. 6 ausführlich.

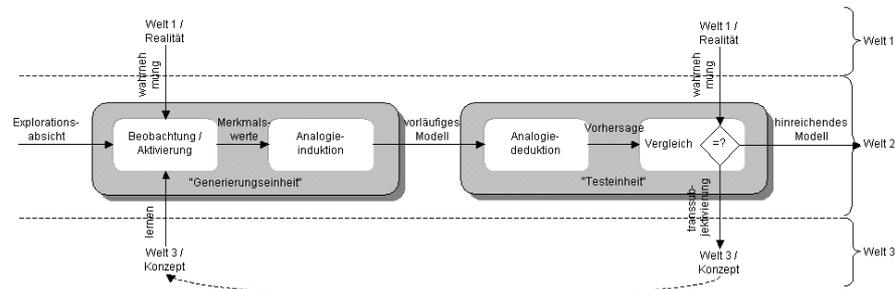


Abb. 6: Analogieinduktion und -deduktion im Kontext eines maieutischen Zyklus.

Während sich am Beispiel aus Abb. 4 die Fortpflanzung eines Straußes per Eiablage bei genügend langer Beobachtung verifizieren lässt, wurde die Erwartung des Fliegen-Könnens bisher nicht bestätigt. Wir müssen also davon ausgehen, dass die durch Analogiededuktion erhaltene Aussage, das beobachtete Phänomen (und somit das Tier) könne fliegen, falsch sei. Gemäß dem hypothetischen Realismus sind solche Negativ-Aussagen allerdings ebenfalls nie definitiv, lediglich die Wahrscheinlichkeit für deren Zutreffen erhöht sich aufgrund der Häufigkeit der (Nicht-) Beobachtung. Der Vogel-Typus ist daher im Rahmen des maieutischen Zyklus bezüglich der Essentialität des Merkmals „kann fliegen“ nach einer von zwei möglichen Arten zu modifizieren. Entweder wird am bisherigen Vogel-Begriff festgehalten und das entsprechende Merkmal nun als akzidentiell eingestuft (Einige Vögel können fliegen) oder der Vogel-Typus wird in zwei neue Typen (z. B. „Lauf-“ bzw. „Flugvogel“) differenziert, wobei das Merkmal des Fliegen-Könnens bzw. Nicht-Fliegen-Könnens jeweils essentiell wird. Die

Tatsache, dass diese neuen Typen aus dem ursprünglichen „Vogel“-Begriff hervorgegangen sind, ihn spezialisieren, bringen wir durch *Taxonomien* zum Ausdruck, indem wir sagen „Ein Vogel ist entweder Lauf- oder Flugvogel“. Beim erneuten Auftreten eines Straußes wird dieser aufgrund der höheren Kongruenz der Merkmalswerte sofort mit einem Laufvogel assoziiert und somit der Trugschluss der Analogiededuktion vermieden. Unser Weltbild ist auf diese Weise der „erreichbaren Realität“ näher gerückt; es ist strukturierter und damit präziser geworden.

Durch das Einbetten von Analogieinduktion und -deduktion in einen oder mehrere endogene (im Bewusstsein des Modellentwicklers ablaufende) bzw. exogene (im Zusammenhang mit einer Modelltranssubjektivierung und -aktivierung ablaufende) maieutische Zyklen kann wie gezeigt innerhalb gewisser Grenzen hinreichende Modellkorrektheit erreicht werden. Somit ist die beschriebene Vorgehensweise innerhalb gewisser Grenzen eine mögliche Methode, um den Grundsatz der (semantischen) Richtigkeit eines Modells im Sinne ordnungsgemäßer Modellierung hinreichend zu erfüllen ([Sc95], S. 437 f.). Die erwähnten Grenzen analogischen Denkens werden in 4.4 erörtert.

### 4.3 Wiederholte Anwendung im Modellbildungsprozess

Ist mittels maieutischer Zyklen ein hinreichend genaues Modell der wahrgenommenen Realität erstellt worden, endet für gewöhnlich die Analyse-Arbeit des Wirtschaftsinformatikers und man beginnt, aus dem nun vorhandenen deskriptiven Modell durch Optimierung ein entsprechendes präskriptives Modell abzuleiten. So ist möglicherweise in der Analysephase festgestellt worden, dass es in einem Unternehmen „Kunden“ und „Lieferanten“ sowie „Angestellte“ und „Arbeiter“ gibt. Bei einem Großteil der Informatiker schliesse sich nun dieser Erkenntnisphase purer Aktivismus an und sie begännen diese Modellelemente unreflektiert in Objekt-Klassen und Programmcode umzusetzen. Macht man aber stattdessen dieses Modell zum Untersuchungsgegenstand eines erneuten Analyseschritts, bei dem Analogien innerhalb des Modells gesucht werden, kommt man zu neuen abstrahierten Modellelementen, wie z. B. „Geschäftspartner“ oder „Mitarbeiter“.

Die Postulierung von Analogien innerhalb eines Modells erlaubt also die Konstruktion von *Oberbegriffen* und *Verallgemeinerungen*, was wiederum in eleganteren, effizienteren, redundanzfreieren, leichter verständlichen, besser nachvollziehbaren und überprüfbareren sowie ökonomischeren Modellen resultiert. Indem bereits vorhandene Erkenntnisse zum Erwerb neuer Erkenntnisse genutzt werden, entpuppt sich der maieutische Zyklus als eine Spirale des Wissenserwerbs ([Ri80], S. 74 f. und 104 f.). Dies gleicht der Situation eines Kindes, welches den kritischen Punkt in der Beherrschung seiner Muttersprache erreicht hat und von nun an Sprache gebraucht, um noch mehr Sprache zu erwerben ([Hof91], S. 316).

Diese erneuten Analyse-Schritte heben die erstellten Modelle auf qualitativ höhere Stufen. Die Überprüfung auf Vollständigkeit und mathematische Wohldefiniertheit mittels (Analogie-)Deduktion ist z. B. die Grundlage für die Erstellung eines mathematischen Modells, welches seinerseits wiederum die Grundlage für eine Axiomatisierung bildet, die u. U. auf den entdeckten Zusammenhängen, den Analogien, innerhalb des mathematischen Modells beruht ([Hof91], S. 39). Eine der Kernaussagen dieses Aufsatzes ist daher: Der Modellbildungsprozess darf nicht an der Stelle enden, an der eine erste Analysephase abgeschlossen ist. Stattdessen ist das erarbeitete Modell erneut zur Grundlage einer (wenn auch weniger umfangreichen) Analyse zu machen. Gezielte Suche nach Analogien innerhalb des Modells bzw. zu anderen bereits bekannten Modellen kann ökonomischere Modelle liefern und somit den monetären Aufwand bei Optimierung und Realisierung mindern.

#### 4.4 Grenzen analogischen Denkens

Seine Grenzen als Erkenntnisstrategie erreicht analogisches Denken in dem Moment, da ein festgestelltes Gleichartigkeitsverhältnis zweier Phänomene entweder absichtlich irreführend ist (z. B. *Mimikry*) oder aus einem *chaotischen System* hervorgegangen ist. In letzterem Fall reagieren Systeme unendlich empfindlich gegenüber ihren Anfangsbedingungen. So führen kleinste Veränderungen in Ausgangsparametern zu komplett anderen Resultaten (z. B. der „Flügel Schlag des Schmetterlings zum Wetterumschwung“) ([Da88], S. 105 f.). Das Proximitätsmaß zur Feststellung des Analogiegrades kann solche *infinitesimalen Unterschiede* nicht hinreichend berücksichtigen. Induktiv darauf aufbauende Typisierungen wären ebenso wie deduktiv daraus abgeleitete Schlüsse hochgradig zufällig. Hier scheint das Strukturiertheits-Postulat bzw. das Postulat des hypothetischen Realismus über die „teilweise Erkennbarkeit und Verstehbarkeit dieser Welt“ verletzt ([Vo98], S. 29 f.): Die Natur ist an dieser Stelle nicht berechenbar. Einzig die Relativierung dieser Kleinst-Unterschiede über die Betrachtung hinreichend großer Mengen von Phänomenen und die mathematische *Merkmals-Nivellierung* z. B. mittels Mittelwertbildung ermöglichen eine neue Form der Berechenbarkeit: die *Statistik* ([Hol02], S. 2).

Die Erkenntnisgegenstände der Wirtschaftsinformatik, also die zu untersuchenden Wirtschaftssysteme, weisen aber im Gegensatz zu denen der Naturwissenschaften insofern eine für uns Menschen erkennbare Struktur auf, da die Wirtschaftssysteme von Menschen prägend erschaffen wurden. Sie sind daher häufig vorformalisierter (z. B. Buchhaltung) oder zumindest formalisierbarer (z. B. Geschäftsprozesse) Natur. Betriebswirtschaftliche Notwendigkeiten schränken den Handlungsspielraum der beteiligten Wirtschaftssubjekte auf ein berechenbares Maß ein. Mit zunehmender Komplexität muss aber auch hier nicht formalisierbares, chaotisches Verhalten

konstatiert werden (z. B. Verhalten von Aktienmärkten). In diesem Bereich versagt analogisches Denken als Erkenntnisstrategie.

## **5 Zusammenfassung und Resümee**

Ähnlichkeiten zwischen wahrgenommenen oder aktivierten mittelbaren Erkenntnisgegenständen werden als typisch erachtet und darauf aufbauend entsprechende Typen abstrahiert: Die koinzidierenden (verbalen) Merkmale analoger unmittelbarer Erkenntnisgegenstände werden als essentiell definiert und konstituieren einen (neuen) Typus. Durch deduktive Übertragung essentieller Merkmale aufgrund festgestellter Koinzidenzen in primären essentiellen Merkmalen können Vorhersagen getroffen und Referenzmodelle angewandt werden. In maieutischen Zyklen werden nicht zutreffende Modelle anhand falsifizierter Vorhersagen iterativ verbessert. Verifizierte Typen (z. B. Typ „Kunde“) und deren Beziehungen untereinander konstituieren hinreichend korrekte (Informations-)Modelle. Im Rahmen chaotischer Systeme versagt diese Erkenntnisstrategie jedoch.

Analogisches Denken ist daher zugegebenermaßen nicht das Allheilmittel der Modellbildung. Angesichts jedoch der Alternativen, wie z. B. insbesondere spekulative oder frei assoziative Modellbildung, die einem blinden Stochern im Nebel des stochastischen Möglichkeitsraumes gleichen, ist analogischem Denken, aufgrund seines überwiegend zutreffend funktionierenden Mechanismus, als Erkenntnisstrategie in der Wirtschaftsinformatik eine hohe Bedeutung beizumessen. Modellbildung bleibt jedoch nach wie vor ein subjektiver Akt. Der Modellentwickler ist sich seiner Subjektivität jedoch i. d. R. nicht bewusst. Wird Modellbildung mittels der hier beschriebenen explizierten Typisierung aufgrund von Analogien vollzogen, so ist sie anstatt intuitiv subjektiv nun zumindest nachvollziehbar subjektiv. Ein kleiner Schritt für den Modellentwickler, ein großer Schritt für die Wirtschaftsinformatik.

## **Literaturverzeichnis**

[Da88] Davies, P.: Prinzip Chaos. Bertelsmann, München, 1988.

[Do99] Dörner, D.: Bauplan für eine Seele. Rowohlt, Hamburg, 1999.

[HK02] Holl, A.; Krach, T.: Ubiquitäre IT – ubiquitärer naiver Realismus? In (Britzelmaier, B. et al. Hrsg.): Der Mensch im Netz – Ubiquitous Computing. Teubner, Stuttgart, 2002; S. 53-69.

- [HKM00] Holl, A.; Krach, T.; Mnich, R.: Geschäftsprozessdekomposition und Gestalttheorie. In (Britzelmaier, B. et al. Hrsg.): Information als Erfolgsfaktor. Teubner, Stuttgart, 2000; S. 197-209.
- [Hof91] Hofstaedter, D.: Gödel, Escher, Bach – Ein endlos geflochtenes Band. dtv, München, 1991.
- [Hol02] Holl, A.: Nutzen und Tücken von Analogieschlüssen in der Verbalmorphologie: Rückläufige Ähnlichkeit als tertium comparationis in ausgewählten romanischen und germanischen Sprachen. In (Heinemann, S. et al. Hrsg.): Roma et Romania. Niemeyer, Tübingen, 2002; S. 151-167.
- [Hol99] Holl, A.: Empirische Wirtschaftsinformatik und Erkenntnistheorie. In (Becker, J. et al. Hrsg.): Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie – Bestandsaufnahme und Perspektiven. Gabler, Wiesbaden, 1999; S. 163-207.
- [HS98] Holl, A.; Scholz, M.: Objektorientierung und Poppers Drei-Welten-Modell als Theoriekerne in der Wirtschaftsinformatik. In (Schütte, R. et al. Hrsg.): Wirtschaftsinformatik und Wissenschaftstheorie – Grundpositionen und Theoriekerne. Universität Essen, 1999; S. 91-105.
- [Li01] Linke, A. et al.: Studienbuch Linguistik. Niemeyer, Tübingen, 2001.
- [Lo43] Lorenz, K.: Die angeborenen Formen möglicher Erfahrung. In: Zeitschrift für Tierpsychologie 5 (1943); S. 235-409.
- [Lo73] Lorenz, K.: Die Rückseite des Spiegels. Piper, München, 1973.
- [Mo85] Moog, W.: Ähnlichkeits- und Analogielehre. VDI, Düsseldorf, 1985.
- [Po71] Popper, K.: Logik der Forschung. Mohr, Tübingen, 1971.
- [Po73] Popper, K.: Objektive Erkenntnis – ein evolutionärer Entwurf. Hoffmann und Campe, Hamburg, 1973.
- [Ri80] Riedl, R.: Biologie der Erkenntnis, Paul Parey, Berlin / Hamburg, 1980.
- [Sc95] Schütte, R. et al.: Grundsätze ordnungsgemäßer Modellierung. In: Wirtschaftsinformatik 37 (1995); S. 435-445.
- [Vo98] Vollmer, G.: Evolutionäre Erkenntnistheorie, Hirzel, Stuttgart, 1998.