

II. Nach der *Modellierungsebene* lassen sich die M.e danach unterscheiden, welche Modellierungsmittel benutzt werden, d. h. danach, in welcher Realitätsebene modelliert wird. Danach unterscheidet man natürliche, künstliche, semiotische und sigmatische M.e.

II. 1. *Natürliche M.e* sind in der objektiven Realität bereits vorhandene Systeme, die vom Subjekt nicht geschaffen, sondern nur auf Grund gewisser Ähnlichkeiten mit dem untersuchten Objekt ausgewählt werden. Das hat allerdings zur Folge, daß ihnen nicht nur die vom Subjekt ausgewählten Eigenschaften zukommen, sondern eine Vielzahl mehr, die im Einzelfall meist nicht überschaubar ist. Für den Psychologen ist dies vor allem die *Klasse organismischer Systeme*, aus der zu Forschungs- oder Demonstrationszwecken z. B. Tiere ausgewählt werden. Auch Personenstichproben sind natürliche M.e des zugehörigen Universums.

II.2. *Künstliche M.e* sind Systeme, die auf Grund bestimmter Ähnlichkeitskriterien mit dem Original vom Subjekt konstruiert und technisch realisiert werden. In der Psychologie werden häufig *elektronische Geräte* als technische M.e eingesetzt, da sie besonders ökonomisch arbeiten und Simulationen möglich machen.

Nach der Art der als Informationsträger benutzten Signale unterscheidet man dabei Analog-M.e von Digital-M.en. In einem *Analog-M.* werden die Parameter zur Beschreibung der Eigenschaften als Variable angesehen, deren Wert für jeden Zeitpunkt mit Hilfe von Meßgeräten bestimmt werden kann. Als Variable im M. werden z. B. eine elektrische Spannung oder ein Leitwert benutzt. In einem *Digital-M.* können die Werte der Variablen nur zu diskreten Zeitpunkten als Zahlen gewonnen und die Beziehungen zwischen ihnen als Operationen mit diesen Zahlen dargestellt werden, z. B. in einem Simulationsprogramm kognitiver Prozesse.

II.3. In einem *semiotischen oder sigmatischen M.* werden die Eigenschaften und die im Original bestehenden Relationen zwischen ihnen ausgedrückt durch Zeichenfolgen mit Hilfe eines Alphabets, z. B. dem binären Alphabet  $\{0,L\}$ . Wenn die Bildung von Wörtern aus Zeichenfolgen durch eine Syntax und die von Ausdrücken durch eine Grammatik festgelegt sind, lassen sich M.Operationen innerhalb des Zeichensystems darstellen und untersuchen. Auf dieser Ebene hat die Mathematik einen vielseitigen M.Vorrat für die Einzelwissenschaften bereitgestellt.

II.4. Manchmal unterscheidet man innerhalb dieser Gruppe noch die symbolischen von den mathematischen M.en. Ein *mathematisches M.* liegt dann vor, wenn für Alphabet und Grammatik exakte, willkürbeschränkende Aussagen existieren, die die zulässigen Kombinationen und Umformungen der Zeichen in eindeutiger Weise durch eine im voraus fixierte Gesamtheit von widerspruchsfreien, unabhängigen und vollständigen Regeln und Bedingun-

gen festgelegt sind. Mathematische M.e sind danach Zeichensysteme, die unabhängig vom modellierten Objekt ein selbständiges, strukturiertes System bilden. *Symbolische M.e* sind dagegen nur ökonomische Darstellungen von Eigenschaften und Relationen realer Systeme, z. B. das System der Symbole einer Landkarte oder die Symbolik der Hullschen Lerntheorie. Die willkürbeschränkenden Aussagen stammen aus dem speziellen Objektbereich, nicht aus dem Kalkül selbst.

III. Nach der *Analogie* zwischen M. und Original lassen sich Struktur-M.e und Funktions-M.e grob unterscheiden.

III. 1. Ein *Struktur-M.* liegt vor, wenn die Analogie zwischen Original und M. in der Übereinstimmung der die Elemente eines Systems verbindenden Relationen besteht. Die Realisierung der Elemente kann, muß aber nicht gleichartig sein. Die Aufgabe der Struktur-M.e besteht darin, die internen Mechanismen zu modellieren; Beispiele sind faktorenanalytisch bestimmte Konstrukte der Intelligenz, Psychomotorik oder des Gedächtnisses.

III. 2. Ein *Funktions-M.* liegt dann vor, wenn entweder die äußeren oder die inneren Verhaltensweisen eines Systems über Eingangs-Ausgangs-Beziehungen modelliert werden. Die Betrachtung erfolgt dabei unter Vernachlässigung der Struktur, sie ist nur auf die *funktionalen Ähnlichkeiten* gerichtet. Im ersten Falle spricht man auch von *Verhaltens-M.en*, im zweiten Falle auch von Funktions-M.en i. e. S., z. B. vom M. der lateralen Inhibition oder vom M. zur Regulation des Blutzuckers nach DRISCHEL.

IV. Nach den *Beziehungen zwischen M.Subjekt* und dem M. unterscheidet man M.e interner von denen externer Phänomene.

IV. 1. Ein M. *interner Phänomene* liegt vor, wenn ein System über *innere Abbilder* äußerer Eigenschaften und Relationen verfügt. Interne M.e setzen das M.Subjekt in die Lage, am internen M. Handlungsentwürfe in bezug auf ihre Verhaltenskonsequenzen zu überprüfen. Sie ermöglichen auf ökonomische und risikoärmere Weise ein *inneres Probandeln*, z. B. die M.e lernender Systeme, die ein internes M. der Außenwelt enthalten.

IV.2. Ein M. *externer Phänomene* liegt vor, wenn es Phänomene beschreibt, die außerhalb des M.Objekts existieren, die als Umwelt im strengen Sinne noch zum M.objekt gehören. Sie sind immer dann notwendig, wenn entweder noch keine M.e interner Phänomene existieren oder wenn die Phänomene so komplexer Natur sind, daß die internen Strukturen und Funktionen nicht aus den Verhaltenskonsequenzen allein abgeleitet werden können. Bei dieser, wie auch bei den anderen Unterscheidungen ist selbstverständlich zu beachten, daß diese Unterscheidung nur die jeweilige Dominanz der Aspektierung angibt, da eine dialektische Beziehung zwischen innen und außen existiert.