

WHITEPAPER · 1×1 DES CONTROLLINGS

Modellbildung in Wissenschaft und Wirtschaft

Theoretische Fundierung, ordnungsmäßige Richtlinien und der Transfer auf betriebswirtschaftliche Entscheidungs- und Simulationskonzepte.

AUTOR
Peter Saubert

BASIS
KI-gestützte Recherche

REIHE
1×1 des Controllings

ZUSAMMENFASSUNG

Worum es geht

Modellbildung ist das zentrale Werkzeug der wissenschaftlichen Welterfassung und zugleich die Voraussetzung belastbarer betrieblicher Steuerung. Dieses Whitepaper ordnet die wissenschaftstheoretischen Grundlagen ein – von Stachowiaks Modellbegriff über die Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM) bis zu Hans Alberts Kritik des Modellplatonismus – und überträgt sie auf Controlling, Projektmanagement und Simulation. Es bildet die wissenschaftliche Basis für unseren Hub-Beitrag «Die fünf Grundsätze der Modellierung im Controlling».

1 · Wissenschaftstheoretische Grundlagen

Die wissenschaftliche Erfassung der Realität braucht Werkzeuge, die die unendliche Komplexität der Welt auf ein für den menschlichen Verstand handhabbares Maß reduzieren. Modellbildung ist das primäre kognitive Bindeglied zwischen Realität und Erkenntnis.

Etymologisch leitet sich der Begriff vom lateinischen *modulus* (Maß, Regel, Muster, Vorbild) ab. In der modernen Wissenschaftstheorie ist ein Modell eine vereinfachte, zweckgerichtete Repräsentation eines realen oder gedanklichen Objektsystems.

Stachowiaks drei konstitutive Hauptmerkmale

- **Abbildungsmerkmal:** Modelle sind Repräsentationen natürlicher oder künstlicher Originale; auch Originale können selbst Modelle sein.
- **Verkürzungsmerkmal:** Modelle erfassen nicht alle Attribute des Originals. Nicht abgebildete Eigenschaften heißen *präteriert*, hinzugefügte Eigenschaften *abundant*.
- **Pragmatisches Merkmal:** Modelle sind ihrem Original nicht aus sich heraus zugeordnet, sondern erfüllen eine Ersetzungsfunktion für bestimmte Subjekte, Zeitintervalle und Zwecke.

Formalisiert: Ein Modell M ist Abbild des Originals O für den Verwender V in einer Zeitspanne t bezüglich eines Zwecks Z .

Das K-System als Regelkreis

Stachowiak bettet die Erkenntnisgewinnung in ein kybernetisches K-System ein – Motivator (Zielgrößen), Perzeptor (Wahrnehmung) und Operator (Regler) interagieren im Regelkreis zwischen Mensch und Außenwelt.

Deskriptive und präskriptive Modellbildung

- **Deskriptiv:** beschreibt, erklärt oder prognostiziert ein System wertfrei – z. B. Naturgesetze, Auswertung historischer Buchhaltung.

- Präskriptiv: entwirft eine gewünschte zukünftige Realität – Soll-Vorgaben für neue Systeme oder Prozesssteuerung.

Beide Ausrichtungen betreffen den Modellierungsprozess, nicht das Modell selbst: dasselbe Modell kann gegenüber einem Original deskriptiv und gegenüber einem anderen präskriptiv sein.

Gütekriterien wissenschaftlicher Modelle

- Objektivität: Ergebnisse unabhängig vom Forschenden.
- Reliabilität: Wiederholte Durchläufe liefern unter identischen Bedingungen identische Ergebnisse.
- Validität: Das Modell bildet tatsächlich das intendierte Objektsystem ab.
- Falsifizierbarkeit (Popper): Empirische Modelle müssen an der Realität scheitern können – ihr Informationsgehalt steigt mit der Zahl ausgeschlossener Zustände.
- Ockhams Rasiermesser (Lex Parsimoniae): Bei gleicher Erklärungsleistung ist das Modell mit den wenigsten Parametern vorzuziehen.

2 · Grundsätze ordnungsmäßiger Modellierung (GoM)

Die Wirtschaftsinformatik hat mit den Grundsätzen ordnungsmäßiger Modellierung einen operationalen, methodenneutralen Qualitätsrahmen geschaffen (Becker, Rosemann, Schütte, Mitte der 1990er Jahre). Fehlerhafte Modellentwürfe im Requirements Engineering verursachen massive Folgekosten in nachgelagerten Realisierungsphasen.

Grundsatz	Theoretischer Gehalt	Praktische Umsetzung
Richtigkeit	Syntaktische Korrektheit (Konformität zum Metamodell) und semantische Richtigkeit (Konsistenz zum Objektsystem).	Logische Widersprüche vermeiden; wahrheitsgetreue Repräsentation sichern.
Relevanz	Pragmatische Filterfunktion: bestimmt den Ausschnitt des modellierten Systems.	Elemente ohne Nutzen für das Modellierungsziel ausschließen.
Wirtschaftlichkeit	Abwägung zwischen Erstellungskosten und Nutzen der Komplexitätsbeherrschung.	Referenzmodelle einsetzen; Detaillierungsgrad auf das Nötige begrenzen.
Klarheit	Kognitive Verständlichkeit und intuitive Lesbarkeit für die Nutzergruppen.	Standardisierte Notationen, keine Homonyme, übersichtliches Layout.
Vergleichbarkeit	Semantischer Abgleich zweier Modelle hinsichtlich inhaltlicher Deckungsgleichheit.	Konsistente Methodik und Begrifflichkeit über Entwürfe hinweg.
Systematischer Aufbau	Sichtenübergreifende Konsistenz zwischen Daten-, Funktions- und Organisationssicht.	Integration aller Teilmodelle in ein konsistentes Metamodell.

Horizontale und vertikale Dekomposition wahrt den Grundsatz der Klarheit auch bei hohem Detaillierungsgrad: komplexe Prozesse werden hierarchisch in Untermodelle zerlegt, damit der kognitive Filter des Betrachters nicht überfordert wird.

3 · Hans Alberts Kritik des Modellplatonismus

Hans Albert wendet sich gegen die methodische Praxis, theoretische Modelle systematisch gegen empirische Falsifikation zu immunisieren. Drei Mechanismen sind zentral:

- Missbrauch der ceteris-paribus-Klausel: Abweichungen werden auf nicht-konstante Randbedingungen geschoben; das Modell wird unantastbar und verliert realwissenschaftlichen Charakter.
- Flucht in Tautologien und Identitätsgleichungen: Empirische Hypothesen werden in formale Definitionen überführt (z. B. Fishersche Verkehrsgleichung $M \cdot V = P \cdot T$ ohne unabhängige Messung von V).
- Unrealistische Verhaltensannahmen: Annahmen unbegrenzter Rationalität und vollständiger Information klammern soziale und psychologische Faktoren aus.

Alberts Antwort: konsequente Realwissenschaftlichkeit. Modelle müssen von empirisch nachweisbaren Motivstrukturen, Einstellungen und kognitiven Restriktionen realer Akteure ausgehen. Diese Forderung begründet die verhaltenstheoretische Betriebswirtschaftslehre und schließt an Herbert Simons Konzept der begrenzten Rationalität (*bounded rationality*) und des satisficing an.

4 · Transfer auf das Controlling

Im Controlling dient Modellbildung der datenbasierten Koordination und Steuerung. Controller nutzen Kennzahlensysteme als quantitative Erklärungs- und Steuerungsinstrumente.

- DuPont-System: hierarchisches Rechensystem mit Spitzenkennzahl Return on Investment.
- ZVEI-System: kombiniert Rechensystem mit struktur- und wachstumsbezogenen Ordnungssystemen; Spitzenkennzahl Eigenkapitalrentabilität.
- Balanced Scorecard (BSC): ordnendes System, das finanzielle Ziele mit vorlaufenden, nicht-finanziellen Leistungsindikatoren verknüpft.

Modelltheoretische Kritik der BSC

Eckart Zwicker kritisiert, dass herkömmliche BSC-Entwürfe normativ unbestimmt bleiben. Aus modelltheoretischer Sicht müssen Verknüpfungen klar in Definitionsgleichungen (z. B. $R_G = (G + Z_F) / K_G$) und Hypothesengleichungen (empirisch zu prüfende Ursache-Wirkungs-Beziehungen) getrennt werden. Eine wissenschaftlich tragfähige BSC muss sich an fünf Kernfragen messen lassen:

- F1. Wird das Modell durch ein Hypothesendiagramm beschrieben?
- F2. Ist es ein komparatives Hypothesendiagramm (Je-Desto mit \pm -Kennzeichnung)?
- F3. Ist das Diagramm statisch oder dynamisch (Time-Lags berücksichtigt)?
- F4. Ist das Modell als Gleichungssystem spezifiziert?
- F5. Sind alle Kennzahlen operational messbare Größen?

Flexible Plankostenrechnung

Im operativen Kosten- und Abweichungsmanagement wird das Kostenverhalten einer Kostenstelle als mathematische Funktion modelliert. Die Sollkosten ergeben sich aus:

$$K_{Soll} = K_{Fix} + K_{v,Plan} \cdot (B_{Ist} / B_{Plan})$$

Dieses Modell zerlegt eine Gesamtabweichung präzise in Beschäftigungsabweichung (Über-/Unterdeckung fixer Kosten) und Verbrauchsabweichung (unwirtschaftlicher Ressourceneinsatz) – und sichert objektive, valide Steuerungsentscheidungen.

5 · Transfer auf das Projektmanagement

Projekte sind nach DIN 69901 zeitlich begrenzte, zielgerichtete, im Wesentlichen neuartige Vorhaben. Die Netzplantechnik bildet logische und zeitliche Interdependenzen aller Aktivitäten ab.

- Critical Path Method (CPM): deterministisches Modell, klare Identifikation des kritischen Pfads – ignoriert stochastische Unsicherheiten.
- Program Evaluation and Review Technique (PERT): probabilistisch, mit Drei-Punkt-Schätzungen – erfordert höheren Schätzaufwand.
- Metra-Potential-Methode (MPM): flexibel für komplexe Anordnungsbeziehungen – grafisch bei großen Projekten unübersichtlich.
- Meilenstein-Netzplan: hohe Abstraktion für Berichtsempfänger – ohne Pufferzeitberechnung.

Rechnerischer Kern

Vorwärtsterminierung: $FAZ_i = \max\{FEZ_j\}$ über alle Vorgänger j , mit $FEZ_i = FAZ_i + d_i$.

Rückwärtsterminierung: $SEZ_i = \min\{SAZ_k\}$ über alle Nachfolger k , mit $SAZ_i = SEZ_i - d_i$.

Gesamtpuffer: $GP_i = SAZ_i - FAZ_i = SEZ_i - FEZ_i$. Der kritische Pfad besteht aus den Vorgängen mit $GP_i = 0$ – Verzögerungen dort verschieben unweigerlich den Endtermin.

Zur Verkürzung stehen Fast Tracking (Parallelisierung sequenzieller Aktivitäten) und Crashing (gezielter Ressourceneinsatz mit ökonomischer Optimierung) zur Verfügung.

6 · Transfer auf Simulationsbetrachtungen

Simulationsmodelle sind mathematisch-numerische Abbilder realer Systeme, an denen Experimente durchgeführt werden, die am Original unmöglich, zu teuer oder ethisch nicht vertretbar wären.

System Dynamics (SD)

Nach Jay W. Forrester werden komplexe, nichtlineare, rückgekoppelte Systeme als Systeme gekoppelter Differentialgleichungen erster Ordnung beschrieben – über Bestandsgrößen (Stocks) und Flussgrößen

(Flows). Statistische Korrelationen ohne ursächlichen Mechanismus sind unzulässig: das Modell muss «das richtige Verhalten aus den richtigen Gründen» erzeugen.

- Dimensional Consistency: jede Gleichung muss konsistente Maßeinheiten haben; willkürliche Skalierungsfaktoren sind unzulässig.
- Direct Extreme Condition Test: Gleichungen liefern auch unter extremen Parametern logisch konsistente Werte (z. B. via min/max-Funktionen).
- Boundary Adequacy: alle relevanten Rückkopplungen sind endogen abgebildet – nicht fälschlicherweise als konstante exogene Parameter.

Monte-Carlo-Simulation (MCS)

Stochastisches Verfahren mit Wahrscheinlichkeitsverteilungen statt deterministischer Einzelwerte. Typische Verteilungen:

- Normalverteilung (Mittelwert, Standardabweichung): symmetrische Risiken, Marktpreisschwankungen.
- Dreiecksverteilung (min, wahrscheinlichster Wert, max): Projektschätzungen, Business-Forecasting bei geringer Datenbasis.
- Gleichverteilung (a, b): Risiken mit unbekannter Charakteristik innerhalb fester Grenzen.
- Lognormalverteilung: asymmetrische, rechtsschiefe Variablen – Projektdauern, extreme Schadenhöhen.

Backtesting gegen historische Schadensfälle, Stress-Testing mit Extremszenarien und Sensitivitätsanalyse zur Identifikation der risikotreibenden Inputparameter sind Pflicht – sonst verkommt Simulation zur mathematischen Alchemie.

7 · Handlungsempfehlungen

- Konsequente Operationalisierung statt Scheingenauigkeit: Qualitative Zielgrößen wie Kundenzufriedenheit oder Innovationskraft brauchen eindeutige Indikatoren und Messvorschriften. Tautologien und sich selbst immunisierende ceteris-paribus-Setzungen sind zu vermeiden.
- Strukturelle Validierung vor Output-Validierung: Anpassungsgüte an historische Daten (Curve Fitting) reicht nicht. Modelle müssen primär strukturell valide sein – mit dimensionellen Konsistenzprüfungen und Extremwerttests.
- Kognitive Ergonomie durch Dekomposition: Klarheit verlangt hierarchische Teilmodelle und sichtenübergreifende Metamodelle. So bleibt das Modell kommunikationsfähig.
- Pragmatische Ausrichtung am Ökonomieprinzip: Im Sinne von Ockhams Rasiermesser und der GoM-Wirtschaftlichkeit ist das einfachste hinreichende Modell zu wählen. Mehr Detail nur, wenn der Informationsgehalt nachweisbar steigt.

ZUM WHITEPAPER

Autor: Peter Saubert · Unternehmensberatung Peter Saubert · peter-saubert.net. Erstellungsbasis: KI-gestützte Recherche mit anschließender redaktioneller Prüfung. Ergänzender Hub-Beitrag: «Die fünf Grundsätze der Modellierung im Controlling» – 1×1 des Controllings. Stand: Juni 2026.