
Jens Vollmar • Roman Becker
Isabella Hoffend (Hrsg.)

Macht des Vertrauens

Perspektiven
und aktuelle Herausforderungen
im unternehmerischen Kontext

 Springer Gabler

Herausgeber
Jens Vollmar,
Roman Becker,
Isabella Hoffend,
Universität St.Gallen,
Schweiz

Springer Gabler

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2013

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, 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.

Einbandentwurf und Einbandabbildung: Gundula Zehner-Varga

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Gabler ist eine Marke von Springer DE. Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media
www.springer-gabler.de

Gibt es Modelle, denen wir vertrauen können?

3

Eine Analyse anhand dynamischer Simulationsmodelle



Markus Schwaninger

3.1	Einleitung	55
3.2	Wir brauchen bessere Modelle	56
3.3	Der Weg zu besseren Modellen	60
3.4	Schlussfolgerungen	62
3.5	Literatur	63

Background Information

PROF. DR. MARKUS SCHWANINGER ist Professor für Management an der Universität St.Gallen. Seine Forschung konzentriert sich auf die Modellierung und Simulation komplexer dynamischer Systeme auf der Grundlage von Systemtheorie und Kybernetik. Methodische Schwerpunkte: Organisationskybernetik und System Dynamics. Forschungsprojekte unter anderem zu Fragen der organisationalen Intelligenz, der Gestaltung, der Transformation und des Lernens ganzer Organisationen sowie systemischen Aspekten der ökologischen Nachhaltigkeit. Synthese von Theorie und Praxis durch Anwendungsforschung. Beratungsmandate als Beitrag zur Bewältigung aktueller Probleme.

Abstract

In einem Umfeld der sozioökonomischen und ökologischen Turbulenzen gewinnt die Verwendung von Modellen zur Unterstützung von Führungskräften stark an Bedeutung. Bessere mentale Modelle sowie dynamische Simulationsmodelle sind maßgebend für die Qualität der Entscheidungen in Unternehmungen. Gute Modelle ermöglichen es, Krisen zu vermeiden oder besser mit ihnen zu leben.

3.1 Einleitung

Bankenkrise, Wirtschaftskrise, Eurokrise, ökologische Krise etc. beschäftigen uns laufend. Offenbar wiederholen sich Krisen mit erstaunlicher Regelmäßigkeit, und das seit 800 Jahren oder länger (Reinhart und Rogoff 2009). Immer wieder beginnt der Teufelskreis von neuem, aber man versteht die Ursachen noch immer schlecht.

Betrachten wir die Wirtschaftskrise, in der sich die Industrieländer seit 2008 befinden:
Woher kommt diese Krise?

In der Politik, im Finanzsektor und im Management sind schwere Fehler gemacht worden.
Wieso diese Fehler?

Weil falsch gehandelt wurde.

Wieso das falsche Handeln?

Weil falsch gedacht wurde.

Aus falschem Denken entstehen falsche Modelle.

Bei unserem Denken fängt es an, bei den Modellen in unseren Köpfen! Alles beginnt also im Kopf; falsche oder schlechte Modelle sind die Krisenursache. Wir sprechen hier primär über mentale Modelle, Abbilder einer Realität, die Wirkfaktoren und sachliche Zusammenhänge zwischen Variablen darstellen oder erklären. Defekt ist ein Modell dann, wenn wichtige Variablen oder Wirkungsweisen falsch verstanden oder vernachlässigt, respektive übersehen werden.

Im Falle der Bankenkrise lässt sich vereinfachend folgende Erklärung geben: Mit Blick auf rasche und immer höhere Gewinne warfen viele Bankiers ihre etablierten Geschäftsprinzipien über Bord. Es wurden nicht gedeckte Gelder in großem Ausmaß vergeben. Schließlich saßen die meisten Banken auf Bergen „fauler“ Kredite, was früher oder später zum Konkurs von Banken führen musste. Diese „Krankheit“ war ansteckend und schließlich konnten viele Banken nur mit staatlicher Hilfe überleben; nicht wenige gingen zugrunde.

Wo ist das falsche Modell? Der Zusammenhang von ethischen Prinzipien und Geschäftserfolg wurde nicht mehr verstanden oder verdrängt. Diese „Geisteskrankheit“ führte dazu, dass Legionen von Bankmanagern und Finanzexperten vom Herdentrieb erfasst wurden und das fatale Verhalten imitierten.

Mit diesem Beitrag soll das Erfordernis qualitativ hochstehender Modelle demonstriert und der Weg zu einer Modellierungspraxis skizziert werden, welcher dieser Anforderung besser gerecht wird, als der Status Quo.

3.2 Wir brauchen bessere Modelle

Ist diese Behauptung zu halten? Das Gesetz von Conant und Ashby (1981) ist ihre Grundlage. Im Original „Every good regulator of a system must be a model of that system“, besagt dieses Gesetz, dass ein Führungsergebnis nicht besser sein kann, als das der Führung zugrunde liegende Modell. Man muss ergänzen „...“, es sei denn durch Zufall“. Wenn ich aufgrund eines schlechten Modells manage, wird das Resultat schlecht sein. Ich kann dann höchstens ein gutes Ergebnis erzielen, wenn ich allenfalls durch den Zufall begünstigt werde.

Eine wichtige Führungsaufgabe besteht deshalb darin, für bessere Modelle zu sorgen, auf deren Basis gearbeitet wird. Letztlich muss jedes Mitglied einer Organisation darum bemüht sein, die Modelle, auf deren Grundlage er oder sie operiert, ständig zu verbessern. Nicht zuletzt müssen die Modelle auch angepasst werden, oder gegebenenfalls neue Modelle geschaffen werden, falls sich die Bedingungen verändern.

Dies ist derzeit bezüglich vieler Geschäftsmodelle notwendig. Nehmen wir exemplarisch das Geschäftsmodell von Microsoft. Während rund 20 Jahren hat Microsoft näherungsweise die gleiche Anzahl an Lizenzen verkauft wie Microcomputer produziert wurden:

$$S = f_c(C); f_c \cong 1,$$

wobei S die Anzahl verkaufter Softwarelizenzen und C die Anzahl produzierter Microcomputer (ausgenommen solche des Apple-Standards) repräsentiert. Die Funktion f_c verkörpert einen Multiplikator, der in der Nähe des Werts 1 liegt, weil fast durchwegs das Windows-Operating System von Microsoft zur Anwendung kommt.

Dieser Zusammenhang hat sich drastisch verändert, seit die Tablet-Computer auf den Markt gekommen sind. Diese Produkte von Herstellern wie Samsung, Acer, Asus, Lenovo usw. waren im Prinzip durchwegs potentielle Plattformen für die Installation von Microsoft-Systemen. Darauf vertraute zumindest Microsoft. Es hat sich jedoch herausgestellt,

dass kein Geschäft mit den Tablet-Herstellern zustande kam. Unter anderem deshalb, weil die Hersteller die Zusammenarbeit mit Microsoft als zu kompliziert betrachteten. Die Tablets wurden laufend revidiert und verbessert, in einem Rhythmus, mit dem die Software-Updates von Microsoft nicht Schritt halten konnten. Zusammengefasst war die neue Situation wie folgt:

$$C = M + T$$

Der Markt für Microcomputer hatte eine Ausdifferenzierung in M , herkömmliche Microcomputer und T , Tablet-Computer erfahren. Die Absatzsituation stellte sich wie beschrieben dar:

$$S = f_m(M) + f_i(T); f_m < 1, f_i = 0$$

Microsoft hat nun, wenn auch mit Verspätung, reagiert. Die bisher ausschließlich in der Softwareproduktion tätige Firma kündigte im Juni 2012 an, dass sie noch im laufenden Jahr einen eigenen Tablet-Computer auf den Markt bringen wird. Sie sieht darin den einzigen Weg, ihren Softwareabsatz zu erhöhen oder zumindest das bisherige Niveau zu halten.

Es liegt außerhalb der Möglichkeiten dieses Beitrags, die Erfolgsaussichten dieser neuen Strategie und allfällige alternative Optionen zu diskutieren. Tatsache ist erstens, dass die Bedeutung der herkömmlichen Mikrocomputer schwindet. Die zweite Tatsache ist, dass Microsoft ihr Geschäftsmodell revidiert hat, um nicht vom Markt verdrängt zu werden und eine große Krise des Unternehmens zu vermeiden.

Soweit ein aktuelles, typisches Beispiel. Diesem folge ein zweites, generelles Beispiel, generell insofern, als es sich wiederkehrend und weitgehend zeitunabhängig manifestiert: Die Kurzfristorientierung im Management.

Es ist schon sprichwörtlich, dass Kurzfristorientierung nachteilig und sogar gefährlich ist. Handkehrum wird immer wieder festgestellt, dass solche Kurzfristorientierung heute weit verbreitet, ja allgegenwärtig sei. Als treibende Kraft wird der Zwang identifiziert, welcher von den durch die Firmen auszuweisenden Quartalszahlen und deren Amplifikation durch Medien und Börse ausgeht. Analysieren wir den Wirkungsmechanismus des Kurzfristdenkens. Wir bedienen uns dabei eines Kausaldiagramms in der Tradition der qualitativen System Dynamics (Lane 2008).¹ In der Folge kommt die quantitative System-Dynamics-Methodik zur Anwendung.²

¹ Diagramme dieses Typs werden auch in der „Methodik des Vernetzten Denkens“ verwendet (siehe z. B. Gomez und Probst 1999).

² System Dynamics ist eine Methodik für die Modellierung und Simulation komplexer dynamischer Systeme. Sie wurde von Prof. Jay Forrester am MIT (Massachusetts Institute of Technology) entwickelt (Forrester 1961; Sterman 2000). Die qualitativen Modelle werden mittels Kausaldiagrammen dargestellt, die quantitativen Modelle durch Stock-and-Flow-Diagramme, welche mit Differentialgleichungen unterlegt sind. Eine große Vielfalt von Systemen kann auf diese Weise realitätsnah und treffender abgebildet werden, als mit konventionellen linearen und multivariaten Verfahren. Dies mittels einer Modellierungstechnik, deren Bausteine geschlossene Kreisläufe von Variablen mit Rückkopplungen („Feedbacks“) und Zeitverzögerungen sind. System Dynamics eignet sich insbesondere für die Entdeckung der Verhaltensmuster eines Systems, die oft kontraintuitiv sind (Forrester 1971). Diese Methodik wird vor allem für den Zweck der Systemanalyse und -gestaltung, im Kontext sozialer Systeme, einschließlich Organisationen aller Art, angewandt.

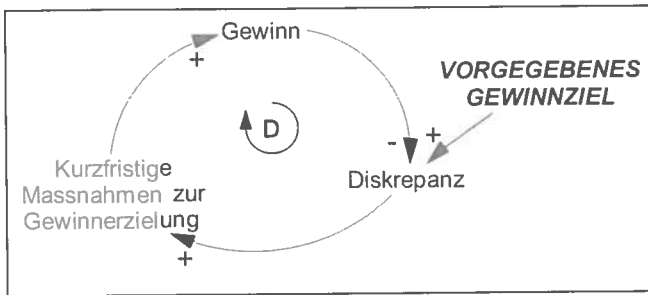


Abb. 3.1 Der Kreislauf kurzfristig orientierter Interventionen

Beginnen wir im Schema der Abb. 3.1. Ein Vergleich von Gewinnziel und Ist-Gewinn ergibt eine Differenz. Dies ist im Fall eines positiven Saldo eine Lücke. Die Diskrepanz ist umso grösser, je geringer der Erfolg, und umso grösser, je höher das Gewinnziel ist. Die Lücke veranlasst das Management dazu, gewinnsteigernde Maßnahmen zu treffen, beispielsweise im Hinblick auf Kostensenkungen oder Umsatzsteigerungen. Im Fall der erwähnten Banken senkte man die Anforderungen an die Bonität der Kunden bei der Kreditvergabe. Sind solche Aktionen erfolgreich, steigt der Gewinn. Insgesamt ergibt sich ein dämpfender Kreislauf (D): Er hat die Polarität (-), denn die Vorzeichen der drei Pfeile ergeben ein Minus: $(+)*(-)*(+)=(-)$.

Dieser Kreislauf ist das Modell, welches bei der klassischen doppelten Buchhaltung anknüpft. Es ist bewährt, aber nicht ausreichend. Wir wissen, dass die beschriebene Rechnung oft nicht aufgeht. Inwiefern? Ergänzend wird das Modell wie in Abb. 3.2 dargestellt.

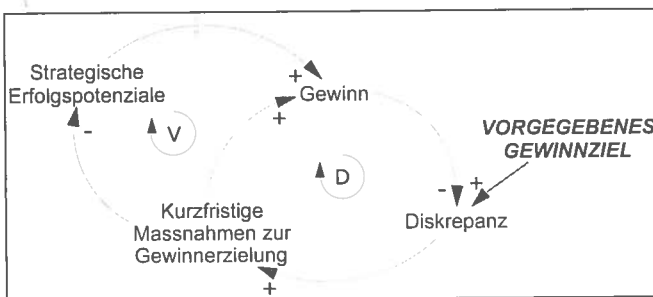


Abb. 3.2 Überlagerung durch eine längerfristige Perspektive

Das Ausgangsmodell ist deshalb nicht ausreichend, weil es nur die kurzfristigen Zusammenhänge abbildet. Führen wir eine längerfristige Betrachtung ein, zeigt sich Folgendes: Jede Anstrengung (finanziell, personell, geistig) für die Aufrechterhaltung des Gewinns (m. a. W. des buchhalterischen Erfolgs) geht im Prinzip zulasten der Erfolgspotenziale. Dies sind die Erfolgsvoraussetzungen, die spätestens dann vorliegen müssen, wenn es um die Realisierung der Erfolge geht (Gälweiler 2005); deshalb das negative Vorzeichen vor dem entsprechenden Pfeil. Wenn beispielsweise der Erfolg erhöht wird, indem die Verkaufsorganisation „verschlankt“ wird, führt dies zunächst zu einer Gewinnsteigerung (Vorzeichen Plus), reduziert aber gleichzeitig das Erfolgspotential (Vorzeichen Minus). Der Aufbau von

Erfolgspotentialen, beispielsweise durch die Entwicklung neuer Produkte respektive Problemlösungen, erhöht langfristig den Gewinn. Eine Schädigung von Erfolgspotentialen, etwa ein Abbau bei der Leistungsqualität, wird auf Dauer die Gewinne beeinträchtigen. Die Zeitverzögerung wird durch den Senkrechtbalken versinnbildlicht.

Der größere Kreislauf wirkt verstärkend (V); das Produkt der Polaritäten ist Plus. Wie die Abb. 3.2 zeigt, interagieren die beiden Kreisläufe.

Das Verhalten dieses Systems abzuschätzen, ist im konkreten Einzelfall schwierig. Erst die Verwendung eines quantitativen, dynamischen Simulationsmodells gibt Aufschluss, wie sich das System verhält. Zum Diagramm in Abb. 3.2 wurde ein solches Modell erstellt.³ Dabei legen wir eine gesamtwirtschaftliche Betrachtung zugrunde, nicht eine einzelwirtschaftliche. Das Modell bezieht sich also auf die Gesamtheit der Unternehmen einer Volkswirtschaft.

Wir zeigen im Folgenden die Resultate von zwei Simulationen, in denen die Szenarien mit zwei verschiedenen Gewinnansprüchen gerechnet wurden:

Szenario A: Renditeziel 10 Prozent. Wir nennen es etwas verkürzt „Lebensfähigkeit“, in dem Sinne, dass ein weniger anspruchsvolles Gewinnziel gesetzt wird, das auf Dauer die Unternehmungen nicht überfordert.

Szenario B: Renditeziel 20 Prozent. Wir nennen es etwas verkürzt „Gewinnmaximierung“. Es wird nicht eine Maximierung im strengen Sinne unterstellt, sondern ein sehr hohes Renditeziel. Die Resultate der Simulationen ergeben folgendes Bild.

Das Verhalten der erzielten Renditen zeigt in den beiden Szenarien einen völlig anderen Verlauf (Abb. 3.3). Die Werte steigen im Szenario A kontinuierlich an. Dabei wird das Renditeziel von 10 Prozent mit der Zeit überschritten. Im Szenario B wird das Renditeziel von 20 Prozent nie erreicht. Während rund 15 Jahren ist die Rendite höher als im Szenario A. Im Jahr 2015 wird ihre Steigung negativ. Sie fällt dann mit zunehmender Geschwindigkeit und kollabiert schließlich vollends.

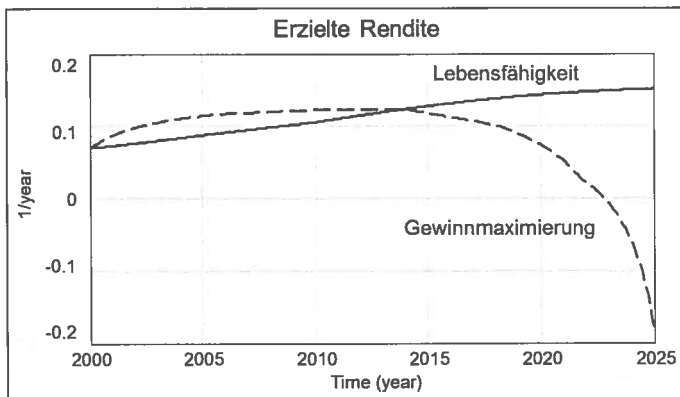


Abb. 3.3 Entwicklung der erzielten Rendite in beiden Szenarien

³ Dieses Modell hat einen rein didaktischen Zweck. Es wurde mit der Methodik der System Dynamics erstellt und mit der Vensim-Software implementiert. Das Modell kann hier aus Platzgründen nicht im Detail vorgestellt werden.

Die Entwicklung der Erfolgspotentiale spiegelt dieses Muster (Abb. 3.4). Im Szenario A bleiben sie über den gesamten betrachteten Zeitraum hoch. Da das Renditeziel einen verträglichen Rahmen nicht sprengt, erleidet es keine Einbußen, weil die Aktionen zur Erhöhung kurzfristiger Gewinne maßvoll bleiben. Die kurzfristige Gewinnorientierung führen dagegen im Szenario B zur drastischen und kontinuierlichen Schädigung der Erfolgspotentiale.

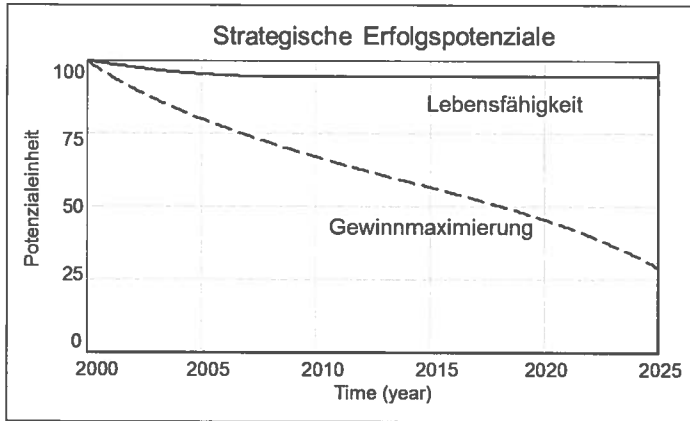


Abb. 3.4 Entwicklung der Erfolgspotentiale in beiden Szenarien

Die Erklärung für das Verhalten der erzielten Renditen ergibt sich aus der Entwicklung der Erfolgspotentiale. Dies ist eine Vereinfachung, denn wie das Diagramm in Abb. 3.2 zeigt, hängen beide Größen gegenseitig voneinander ab; es besteht eine Wechselwirkung. Schon in diesem einfachen Fall ist die Interaktion der Variablen relativ komplex. Um derartige Wechselbeziehungen zu erhellen, sind qualitative und quantitative Strukturmodelle besser geeignet als rein verbale Deskriptionen.

3.3 Der Weg zu besseren Modellen

Was ist ein „besseres Modell“ und wie kommen wir zu besseren Modellen?

Vom Statistiker George E.P. Box stammt die Aussage „... all models are wrong ...“ (Box 1976, S. 792). Mit anderen Worten gibt es kein perfektes Modell. Demnach ist ein besseres Modell immer eines, das weniger falsch ist. Ein Zweck der Modellierung besteht darin, Abbilder einer Wirklichkeit zu erschaffen, die es ermöglichen, sich in dieser Realität besser zurechtzufinden. Ein weiterer Zweck von Modellen ist die Unterstützung von Entscheidungsprozessen und die Erleichterung des Diskurses in Organisationen. Aus dieser Perspektive können auch nicht perfekte Modelle einen Nutzen entfalten. In diesem Sinne ist die oft vorgebrachte Ergänzung des obigen Zitats von Box, bezüglich der Relevanz von Modellen, zu verstehen: „... , but some are useful.“ Das Kriterium für die Beurteilung eines Modells ist also zwangsläufig nicht dessen Perfektion, sondern dessen Qualität im Sinne seiner Nützlichkeit.

Immerhin können wir danach trachten, möglichst gute Modelle zu bauen, und diese sukzessive zu verbessern. Die wichtigste Komponente der Modellqualität ist die Validität des Modells. Damit wird die Gültigkeit ausgedrückt, das Ausmaß in dem das Modell der Realität entspricht. Die Leitfrage in der Validierung heißt somit: „Wird das konkrete Real-system durch das abstrakte Modellsystem adäquat repräsentiert?“

Validierung ist ein Prozess, durch den sukzessive die Vertrauenswürdigkeit eines Modells erhöht wird (Barlas 1996; Sterman 2000). Durch systematisches Testen, graduelle Verbesserung und die zunehmende Annäherung an die tatsächlichen Verhältnisse nähert man sich dem Ideal eines vollkommenen Modells an, ohne sie je zu erreichen (Schwaninger und Grösser 2009). Die Validierung ist meist nicht Sache eines Modellierers am grünen Tisch. Vielmehr sind Modellierung und Validierung Gruppen übertragen, deren Kommunikationsprozesse das verfügbare Wissen maximieren und einen Irrtumsausgleichsmechanismus gewährleisten sollen. Dabei sind Modellierung und Validierung zwei Aspekte ein- und desselben Vorgangs.

Es sind ganze Testbatterien entwickelt worden, die das Vorgehen im Validierungsprozess unterstützen. Empfohlen werden in diesem Zusammenhang folgende Arten von Tests (siehe: Forrester und Senge 1980; Barlas 1996; Sterman 2000; Schwaninger und Grösser 2009):

- Tests des modellspezifischen Kontext (z. B. Adäquanz der Zielsetzung, Richtigkeit der Methodenwahl)
- Direkte Strukturtests (z. B. Strukturprüfung, Parameterprüfung, dimensionale Konsistenz)
- Indirekte Strukturtests (z. B. Test von Extrembedingungen, Sensitivitätsanalysen, Prüfung der Modellgrenzen)
- Tests des Modellverhaltens (Verhaltensreproduktion, Verhaltensantizipation).

Meist verkörpern Modelle bestimmte Theorien oder sie sind wesentliche Komponenten von Theorien. Modelle und Theorien sind gleicher Natur: Beide werden logisch konstruiert und in einem dialektischen Prozess von Propositionen (Sätzen, Aussagen) und Widerlegungen verbessert (Schwaninger und Grösser 2008).

Eine der vorherrschenden Überzeugungen betreffend der Forschungsmethodik ist die fixe Idee, dass Beweise der zuverlässige Prüfstein für die Validität von Theorien und Modellen sind. In dieser Tradition⁴ bildet die Verifikation den Kern der Theoriebildung. Von Bedeutung oder wahr ist aus dieser Sicht nur, was empirisch verifiziert werden kann.

Ich schlage vor, einem anderen Prinzip zu folgen: Wir stützen uns dabei auf die Wissenschaftsphilosophie des kritischen Rationalismus. Deren Begründer, der Wissenschaftsphilosoph Karl Popper argumentiert, dass alle Theorien provisorisch sind. Im Bereich der Sozialwissenschaften können sie nie definitiv bewiesen werden und damit nur einen höheren oder geringeren Grad der Wahrheit erlangen. Deshalb ist das Kriterium für den

⁴ Dies ist der logische Positivismus (auch logischer Empirismus) mit Vertretern wie Schlick, Hempel, Neurath u. a.

Wahrheitsstatus einer Theorie die Falsifikation. Eine Theorie oder ein Modell kann also aufrechterhalten werden, solange es nicht widerlegt ist (Popper 2002).

Diese Philosophie sollte eine Validierungsmethodik auf fortgeschrittenem Niveau prägen: Modelle werden demnach gebaut und dabei fortgesetzt Argumenten ausgesetzt, was zu ihrer sukzessiven Verbesserung führt. Diese Kritiken und Diskussionen finden zuerst im Kopf des Modellbauers selbst statt, darüber hinaus aber auch im Rahmen der Modellierung in Gruppen und letztlich auch im wissenschaftlichen Diskurs.

Das Kriterium der Modellqualität ist letztendlich nicht die absolute Wahrheit, sondern das Erfüllen des Modellzwecks.⁵ Insgesamt gilt es, die Modelle so zu bauen, dass sie erhellend sind, dass man von ihnen lernen kann und dass sie trotzdem den Widerlegungsversuchen standhalten.

3.4 Schlussfolgerungen

Wir brauchen Modelle, denen wir vertrauen, damit wir sie konsultieren können, wenn wir sie brauchen. Vertrauenswürdige Modelle können einen bedeutenden Beitrag nicht nur zur Krisenheilung, sondern vor allem zur Krisenprophylaxe leisten: Es gilt, die Krisen-
genese zu verstehen und dadurch Krisen zu vermeiden. Das wäre Prävention aus Einsicht.

Ein gutes Modell kann genau das liefern: Erkennen, wie die Krisenmechanismen „ticken“ und damit wissen, wie man von Anfang an handeln muss, damit keine Krise eintritt. Das ist nicht unbedingt leicht. Relativ leicht ist das Kognitive, das Erfassen der Wirkungszusammenhänge, wenn man einmal das Modellieren gelernt hat und die einschlägige Sachkenntnis verfügbar ist. Allerdings gibt es keine Erfolgsgarantie. Immer können Faktoren übersehen werden oder auch übermächtig sein. Jederzeit können neue Strukturen oder Muster auftreten, die nicht erfasst wurden, respektive nicht vorhergesehen werden konnten.

Umso wichtiger ist es, permanent an der Verbesserung der Modelle zu arbeiten. Die dargestellte Logik des Falsifikationismus zwingt dazu, einem Modell zunächst zu misstrauen und deshalb zu versuchen, es zu widerlegen. Je mehr das Modell solchen Attacken standhält, umso vertrauenswürdiger ist es. Dies ergibt folgende Paradoxie: Je mehr ich dem Modell misstrauere, umso mehr kann ich ihm vertrauen.

Die größte Schwierigkeit liegt im Beharrungsvermögen des Status Quo; das kognitiv Erkannte setzt sich nicht wie von selbst durch. Die Abläufe im menschlichen Gehirn sind schnell, während in der Praxis alles viel langsamer vor sich geht. Dort zeigen sich Beharrungstendenzen aufgrund von Meinungsverschiedenheiten, fehlender Einsicht, partikulärer Interessen, mangelnder Flexibilität, allgemeiner Trägheit oder Inkompetenz. Der erste Kardinalfehler besteht darin, Warnsignale und Einsichten in das Erfordernis Veränderungen vorzunehmen, zu ignorieren.

Die Frage der Umsetzung von Erkenntnissen aus Modellierung und Simulation verdient mehr Aufmerksamkeit. Die Prophylaxe ist essentiell, denn die nächste Krise lauert wahrscheinlich schon um die Ecke.

⁵ Dieses Prinzip geht auf den von Charles Sanders Peirce begründeten Pragmatismus zurück.

3.5 Literatur

- [1] Barlas Y. 1996. Formal Aspects of Model Validity and Validation in System Dynamics. *System Dynamics Review*; 12(3): 183-210.
- [2] Box GEP. 1976. Science and Statistics. *Journal of the American Statistical Association*; 71(351): 791-799.
- [3] Conant R, Ashby CWR. 1981. Every Good Regulator of a System Must Be a Model of that System. *Mechanisms of Intelligence: Ross Ashby's Writings on Cybernetics*. R. C. Conant. Seaside, CA: Intersystems Publications; 205-214.
- [4] Forrester JW. 1961. *Industrial Dynamics*. Cambridge, MA: MIT Press.
- [5] Forrester JW. 1971. Counterintuitive Behavior of Social Systems. *Technology Review*; 73(3): 52-68.
- [6] Forrester JW, Senge PM. 1980. Tests for Building Confidence in System Dynamics Models. *System Dynamics*. Legasto AAJ, Forrester JW, Lyneis JM. Amsterdam, North-Holland: 209-228.
- [7] Gälweiler A. 2005. *Strategische Unternehmensführung*. Frankfurt a.M., New York: Campus.
- [8] Gomez P, Probst GJB. 1999. *Die Praxis des ganzheitlichen Problemlösens. Vernetzt Denken – Unternehmerisch handeln – Persönlich überzeugen*. 3. Aufl., Bern: Haupt.
- [9] Lane DC. 2008. The emergence and use of diagramming in system dynamics: a critical account. *Systems Research and Behavioral Science*; 25(1): 3-23.
- [10] Popper KR. 2002. *Logik der Forschung*. Nachdruck der 10. Aufl., Tübingen: Mohr.
- [11] Reinhart CM, Rogoff K. 2009. *The Time is different: Eight Centuries of Financial Folly*. Princeton: Princeton University Press.
- [12] Schwaninger M, Groesser S. 2008. System Dynamics as Model-Based Theory Building. *Systems Research and Behavioral Science*; 25(4): 447-65.
- [13] Schwaninger M, Groesser S. 2009. Model Validation: The Quest for Quality in System Dynamics Modeling. *Meyers: Encyclopedia of Complexity and Systems Science*. R. A. Meyers. Volume 9. Berlin: Springer.
- [14] Sterman JD. 2000. *Business Dynamics. Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Boston, MA Irwin: Mc Graw-Hill.