

## Wissenschaftliche Beiträge

### **Systemisches Denken und System-Modellierung: Forschendes Lernen in den Kriminalwissenschaften**

*Dirk Fabricius/Esther Kahle\**

**Zusammenfassung:** Erfahrungsbasiert möchten wir im Folgenden plausibel machen, dass der Einsatz von Modellierung und Simulation im kriminalwissenschaftlichen Bereich, und zwar sowohl im kriminologischen wie im juristischen, sich als nützlich erweisen wird, Hand in Hand für Lehre und Forschung. Gleichsam ein „mikroinvasiver“ Weg zum forschenden Lernen (und lernendem Forschen). Zunächst begründen wir die Methode und ihre wissenschaftliche Validität, dann gehen wir auf eigene Erfahrungen ein und stellen Modelle exemplarisch vor, um am Ende einige Hinweise für „Nachahmer“ zu geben.

#### **A. Unberechenbares: Warum Modellierung und Simulation nützlich sind**

Modellierung und Simulation mit Computerunterstützung haben sich zu einem mächtigen Werkzeug der Forschung entwickelt. Im Management und der Unternehmensberatung ist Systemmodellierung ein vielfach verwendetes Werkzeug.<sup>1</sup> Der Einsatz in der Lehre liegt nahe, weil man in sequentiellen Texten beschriebene komplexe Zusammenhänge häufig schlecht synoptisch vor seinem geistigen Auge halten kann, was mit einem externalisierten Modell leichter fällt, weil das eigene Denken reflexiv wird und weiteres Forschen aktiviert. Modellieren ist in seinen elementaren Schritten leicht zu erlernen und zu praktizieren, was unsere Erfahrungen aus der Lehre belegen (siehe dazu unter F.); die häufige Übung und das Nachdenken über die Modelle trainiert, während man immer wieder Erfolgserlebnisse unterwegs hat, Fortschritte gut sichtbar sind.

Computer können viele Tausend Zusammenhangsaussagen in Modellen bewältigen. Jeder Mensch ist schon ein komplexes System und die Erstellung und Analyse eines differenzierten Individuums-Modells erst mit neuer Technik möglich.<sup>2</sup> Das gilt für komplexe Systeme allgemein.<sup>3</sup> Modellbildung allerdings ist nichts Neues. Eine kurze Einführung in den Modellbegriff, das Verhältnis von Realität, Theorie und Modell sowie ein Blick auf „System“ und komplexes System sollen auf die Beschäftigung mit

\* Der Autor *Fabricius* war bis September 2014 Professor für Strafrecht, Kriminologie und Rechtspsychologie an der Goethe-Universität Frankfurt am Main. Die Autorin *Kahle* ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Goethe-Universität Frankfurt am Main.

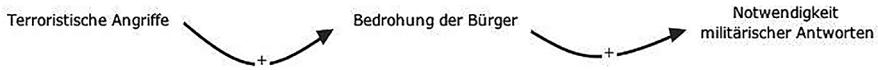
1 Liehr, Komponentenbasierte Systemmodellierung und Systemanalyse; *Schlachte*, in: Coaching Magazin 3 (2010), S. 24 ff.

2 Dörner/Bartl et al., Die Mechanik des Seelenwagens, S. 16; s. zur Modellierung in der Psychoanalyse die Arbeiten von Moser und von Zeppelin, z.B. Moser, in: Psyche 53 (1999), S. 220 (227); Moser/ von Zeppelin, in: Psyche 58 (2004), S. 250 (254).

3 Boriss/Loeschke, Complexity theory provides metaphors for a better understanding of biological processes, S. 74-95.

computersimulierten Modellen einstimmen und vorbereiten. Zur Illustration und Einführung in die Notation soll (schrittweise) ein kleines Modell vorgestellt werden.

**Abbildung 1:** Modellbau 1. Stufe – Terroristische Attacken



Oben sind drei Faktoren (Variablen) enthalten. Eine Verbindung soll bedeuten, dass ein Faktor auf einen anderen wirkt, die Wirkungsrichtung wird durch den Pfeil bedeutet, das „+“ zeigt an, dass eine Zunahme im Ausgangsfaktor zu einer Zunahme im beeinflussten Faktor führt, ein „–“ würde entsprechend eine Abnahme anzeigen. Je dicker ein Pfeil, desto stärker der Zusammenhang.

## I. Modell

Ein Modell ist eine Repräsentation, ein Abbild der Realität, keine Reproduktion. Modelle bauen heißt gleichsam, Metaphern für ein System zu bilden.<sup>4</sup> Wahrnehmen ist immer auch schon Modellbildung.<sup>5</sup> Es steht in einer Ähnlichkeitsbeziehung zu ihr. Anders als Bilder sind Modelle mehrdimensional und oft modellieren sie auch Funktionsabläufe. Die Zeichnung eines Gebäudes wird man nicht als Modell ansehen, sondern erst das dreidimensionale Architektur- oder vierdimensionale Prozessmodell. Im Falle der elektrischen Modell-Eisenbahn zum Beispiel werden auch Funktionsabläufe nachgebildet. Der Modellbegriff ist nicht auf Abbildungen körperlicher Gegenstände beschränkt, vielmehr können auch abstrakte Gegenstände, etwa das semantische Netz einer Sprache, modelliert werden. Modelle werden benutzt, um eine sonst über- oder undurchschaubare Wirklichkeit beschreiben und gegebenenfalls das Modellverhalten prognostizieren oder belastbare Annahmen anstellen zu können, wie man das System beeinflussen kann.

Dabei geht es um eine maßstäbliche Verkleinerung oder auch, bei mikroskopisch kleinen Gegenständen, um Vergrößerung. Wir bringen das Modell in Einklang mit unserem angeborenen Sensorium, im Wissen, dass es viele Dinge in der Welt gibt, die wir damit nicht oder nur schlecht erfassen können. Modelle helfen uns, in das Reich des so Unerfassbaren auszugreifen. Bloße Phänomen-, Datensammlungen ohne konzeptuelle Modelle der zugrundeliegenden Strukturen und Prozesse sagen wenig.<sup>6</sup> Modelle sind daher eher realistisch als naturalistisch.

Die Verkleinerung kann sich auch darauf beziehen, die Zahl der Faktoren und Variablen zu reduzieren. Mittels einfachen Modellen, bei denen die Parameter variabel

4 Boris/Loeschke, Complexity theory provides metaphors for a better understanding of biological processes, S. 74-95.

5 Albus/Meystel, Engineering of Mind, S. 57, 70.

6 Gregory, Mind in Science, S. 263.

eingestellt werden können, kann man komplexe Systeme besser verstehen.<sup>7</sup> Eine Theorie ohne Modell kann logisch widerspruchsfrei sein. Verfügt eine Theorie über ein Modell, kann es gleichwohl widersprüchlich sein.<sup>8</sup> Das liegt daran, dass man von Modell nur dort sprechen kann, wo der Bezug auf eine Realität gegeben ist und die Isomorphie zwischen Original und Abbild respektive Modell eine Rolle spielt. Das Modell impliziert sozusagen eine Interpretation der Theorie. Und in diesem Moment kann sich die Theorie als falsch erweisen, weil es zu widersprüchlichen Aussagen kommt, sobald man die Beziehung zwischen Begriff und Realität hergestellt hat. In diesem Sinne können Theorien Wahnsystemen entsprechen. Auch schamanistische, religiöse oder mythologische Gedankengebäude können widerspruchsfrei sein, wie auch die individuellen idiosynkratischen Hervorbringungen einzelner Kranker.

Viele Modelle in den Wirtschaftswissenschaften gehen von einem, allseits informierten und rational handelnden Menschen, dem homo oeconomicus aus. Das Rational-Choice-Modell hat der negativen Generalprävention neuen Treibstoff verschafft. Jedoch hat sich gezeigt, dass diese Modelle, ihrer eleganten inneren Logik zum Trotz mit der äußeren Realität in Widerspruch stehen. Ihre Voraussagen über Entwicklungen auf Märkten und Verhalten von Menschen treffen oft nicht zu.<sup>9</sup> Heuristiken und Daumenregeln, moralisches und faires Verhalten sind in Feldstudien wie in Experimenten zu beobachten und das Verhalten weicht von den RC-Modellen ab. Aus solcher Sicht ist faires Verhalten irrational „systematisch irrational oder aber sonst uneigennützig“.<sup>10</sup> Wenn die Ähnlichkeit zur Realität abnimmt, weil man aus methodischen Zwängen heraus das glatte interne Funktionieren der „logischen Maschine“ optimieren will, verliert diese ihren Modellcharakter. Man verhält sich wie der Betrunkene, der den verlorenen Schlüssel unter der Laterne sucht, weil es dort heller ist (*Holzkamp*). Der im Kontext der Systemmodellierung verwendete Modellbegriff stellt die Relation zur Realität ins Zentrum.

In sogenannten „Modellversuchen“ wird eine Einrichtung ins Werk gesetzt, die dadurch zum Modell wird, dass besonders ausgewählte Akteure oder Klienten, unter besonders günstigen Bedingungen und unter wissenschaftlicher Begleitung etwas ausprobieren, von dem man noch nicht weiß, ob es verallgemeinert werden kann und soll. Im Konzept „Schule als Polis“ ist die Schule Modell für ein größeres Gemeinwesen.<sup>11</sup>

Eine andere Konnotation des Modellbegriffs geht dahin, im Modell gleichsam den Prototyp, die Inkarnation eines idealen Gegenstandes zu sehen, eine, wenn man so will idealistische Tendenz.

7 Maynard Smith et al., *The Origins of Life*, S. 140.

8 Wüsing/Alten et al., *Sechstausend Jahre Mathematik*, S. 446.

9 Sterman, *Business Dynamics*, S. 597 ff.

10 Eidenmüller, Effizienz als Rechtsprinzip, S. 40. Aus anderer Sicht hingegen ist das Ausdruck „weitsichtiger Klugheit“, Fabricius, *Kriminalwissenschaft – Grundlagen und Grundfragen I*.

11 von Hentig, *Die Schule neu denken*, S. 109.

Menschliches Denken ist größtenteils Modellieren. Diese inneren Modelle sind meist dynamisch, das heißt sie modellieren Prozesse, sind funktionale Modelle externer Situationen.<sup>12</sup> Wir reagieren auf das, was wir vorhersehen, nicht auf das, was wir sehen.<sup>13</sup> Für alles, was wir tun, brauchen wir ein Modell unserer Fähigkeiten, um realistische Ziele und Pläne zu entwerfen.<sup>14</sup> Soziales Lernen, am Vorbild, durch Nachahmung funktioniert, weil der Lernende ein inneres Modell des Vorbilds erstellt.<sup>15</sup> Unser verhältnismäßig riesiges Gehirn entwickelte sich, so jedenfalls die überwiegenden Behauptungen, nicht, um technische Intelligenz zu ermöglichen, sondern vielmehr soziale. Wir sind daher bestens darauf eingestellt, Modelle unserer Mitmenschen und der sozialen Umgebung zu entwerfen. Eine mögliche Beschreibung zumindest einer Funktion des menschlichen Gehirns wäre daher die einer vorausschauenden Simulation unserer Umgebung und unserer Mitmenschen, deren Verhalten wir modellieren und uns entsprechend verhalten.<sup>16</sup> Das heißt, die anderen in ihren Beziehungen zueinander, feindselig oder in Koalitionen verbunden, und unsere eigene Stellung dazu abzubilden, darüber nachzudenken, welche unserer Aktionen im sozialen Netz welche Auswirkungen haben werden usw.<sup>17</sup> Die technische Intelligenz nutzt das einmal evolvierte Gehirn. Dieses innere Modellieren ist ein ständiger meist unbewusster Vorgang, der uns so selbstverständlich ist, dass wir ihn häufig nicht bemerken. Im Rahmen der Realität, die über überschaubare Gruppengrößen hinausgeht oder sich auf die nichtorganische Welt beziehen, und schon die außermenschliche Welt, sind für unsere Modellierungsfähigkeiten bemerkenswert gering. Die meisten sind schon damit überfordert, Modelle mit vier Faktoren innerlich, in der Vorstellung „arbeiten“ zu lassen.<sup>18</sup> Die Schwierigkeit wird vergrößert, wenn es exponentielle oder hyperbolische Verläufe gibt und wenn man lange Zeiträume in Betracht ziehen soll.<sup>19</sup> Daher ergeben sich Probleme aus unvorhergesehenen Nebeneffekten vergangener Handlungen.<sup>20</sup>

Die in den Naturwissenschaften lange Zeit erfolgreiche analytische Vorgehensweise arbeitet mit Modellen aus Differential- und Integralgleichungen und vergleicht die Voraussagen mit Beobachtungsdaten.<sup>21</sup> Genau und verlässlich sind diese Modelle, doch für komplexe Systeme stößt man an die Grenze der Berechenbarkeit,<sup>22</sup> wie an die der Beschaffung aller erforderlichen Beobachtungsdaten. Die Strukturinformationen reduzieren den Datenbedarf. Wenn man die Rückkopplungen kennt hilft das

12 *Gregory*, Mind in Science, S. 359.

13 *Gärdenfors*, How Homo Became Sapiens, S. 27.

14 *Minsky*, The Emotion Machine, S. 162.

15 *Bandura*, Aggression, S. 68.

16 *Dawkins*, Unweaving the Rainbow, S. 282.

17 *Kaës*, in: Psyche 63 (2009), S. 281 (284).

18 *Halford et al.*, in: Psychological Science 16 (2005) S. 70 ff.

19 *Vester*, Ausfahrt Zukunft, S. 6.

20 *Sterman*, Business Dynamics, S. VII; *Dörner/Burschaper*, in: Ahlemeyer/Königswieser (Hrsg.), S. 79 ff.

21 Exemplarisch *Dyson*, Origins of Life, S. 47 und passim; *Bak*, How Nature works, S. 33.

22 *Belew/Mitchell et al.*, in: Belew/Mitchell (Hrsg.), S. 431 (437).

dem Systemverständnis mehr als Messreihen isolierter Variabler.<sup>23</sup> Lässt man Sandkörner rieseln, so dass sich ein Haufen bildet, ist vorhersagbar, dass es an einem Punkt zu einer „Lawine“ kommt. Das Vermessen jedes einzelnen Sandkorns in seinen physikalischen Eigenschaften und seiner kinetischen Energie trägt jedoch nicht entscheidend zur „Lawinen-Prognostik“ bei.<sup>24</sup> Das System ist mehr als die Summe seiner Teile. Man kann das systemische Modellieren holistisch nennen.<sup>25</sup>

Genau an dieser Stelle setzt das computerunterstützte Modellieren und Simulieren ein. Der Computer ist uns insoweit weitauß überlegen. Er ist im Stande auch Systeme mit vielen Faktoren, die untereinander netzwerkartig und mit exponentiellen Funktionen verbunden sind, zu modellieren. Unsere Intuitionen sind für überschaubare Gruppen und Zeiträume sehr gut. Doch solche großen komplexen Systeme, die für moderne Gesellschaften typisch sind, haben oft eine kontraintuitive Dynamik.<sup>26</sup> Intuition, schreibt Axelrod,<sup>27</sup> sei „kein besonders guter Ratgeber um vorauszusagen, was selbst ein sehr einfaches dynamisches Modell produzieren wird.“<sup>28</sup> Computersimulierte Systeme zeigen Verhalten, das der Konstrukteur der Modelle nicht voraussehen kann.<sup>29</sup>

Es sollte aus dem Gesagten schon deutlich geworden sein, dass es immer viele Modelle desselben Gegenstandes geben mag, und etliche davon auch gleich gut sein können. Dieselbe Landschaft kann in verschiedenen Landkarten abgebildet werden, und welche die beste Landkarte ist, hängt oft vom Kontext ab, in dem sie genutzt werden soll. Vieles ist nicht messbar. Sich auf das Messbare zu beschränken bedeutet, sich wie der Betrunkene zu verhalten, der nach dem verlorenen Schlüssel unter der Laterne sucht, weil es dort heller ist.<sup>30</sup>

## II. System

Unter einem System versteht man (nicht nur) im Kontext der Systemmodellierung einen geordneten Zusammenhang von Elementen. Die Abstraktion vom Physischen und Materiellen in der Luhmannschen Systemtheorie vollzieht die Modellierung im Kontext der System-Dynamics nicht mit – eine Abstraktion die auch in der Biologie wie der Artificial Life Forschung kritisiert wird.<sup>31</sup> Die Trias „Funktion, Prozedur, Mechanismus“ (Gregory, Mind in Science), die Frage nach der Funktion der untersuchten „Maschinerie“, der logischen Maschine und den physischen Mechanismen,

23 Bossel, Simulation dynamischer Systeme, S. 33.

24 Bak, How Nature works, S. 49 ff.

25 Gharajedaghi, Systems Thinking, S. 8 f.

26 Gharajedaghi, Systems Thinking, S. 49.

27 Axelrod, The Complexity of Cooperation, S. 168.

28 S.a. Dörner/Burschaper, in: Ahlemeyer/Königswieser (Hrsg.), S. 79 ff.

29 Luhmann, in: Ahlemeyer/Königwieser (Hrsg.), S. 51 ff.

30 Holzkamp, Grundlegung der Psychologie, S. 521; vgl. auch Gharajedaghi, Systems Thinking, S. 140.

31 Vgl. für die Biologie Küppers, Ursprung biologischer Information; Churchland/Sejnowski, Computational brain; Kaufman, Origins of Order; für Artificial Life Hofstadter, Strange Loop und Dörner, Bauplan einer Seele. In der Soziologie ist Bourdieu et al., Elend der Welt, S. 159 ff. zu nennen.

die die Prozeduren abarbeiten, ist implizit oder explizit immer im Spiel. Komplex wird ein System insbesondere dann, wenn es Wechselwirkungen zwischen einigen Elementen gibt. Nichtlineare Zusammenhänge – exponentiell,<sup>32</sup> hyperbolisch, oszillierend – können Menschen besonders schlecht innerlich modellieren. Kleine Veränderungen können dann große Wirkungen haben. Unsere Voraussagen sind daher beklagenswert schlecht. Solche Systeme scheinen sich chaotisch, unkoordiniert, unvorhersehbar zu verhalten.

Das führt dann auch im wahrsten Sinne zur „Unberechenbarkeit“, die auf der Infinitesimalrechnung gegründete Modellierung mittels Integral- und Differenzialgleichung kommt bei solchen Modellen an ihre Grenzen.<sup>33</sup> Daher wird die Simulation auch in solchen klassisch „naturwissenschaftlichen“ Bereichen eingesetzt.

Neben der im Folgenden näher vorgestellten System-Modellierung ist besonders das *agent-based modelling* (ABM) interessant. Dieses lässt zum Beispiel Marktverhalten, politische Prozesse, Verkehr simulieren,<sup>34</sup> Situationen, in denen Individuen ohne gemeinsames Ziel interagieren und aus den individuellen Aktionen ein Systemverhalten, beispielsweise Verkehrsstau, ein Marktgleichgewicht emergiert sind evolutionäre Modelle, Modelle mit lernenden Individuen.<sup>35</sup> Hierzu gehört das „Tribut-Modell“, bei dem neue politische Akteure entstehen, bei denen die „imperiale Überdehnung“ auftritt, ein Terminus, der von *Kennedy* für das Habsburger-Reich im 17., für Großbritannien im 19./20. Jahrhundert geprägt wurde.<sup>36</sup>

Die System-Dynamik (SD) setzt nicht bei Individuen oder Akteuren an, sondern eher bei Beständen und Flüssen, beispielsweise Konten und Überweisungen, Lagern und Auslieferungen, Einkauf, Produktion, Verkauf, Ressourcen, ihren Zu- und Abflüssen und ihrer Produktion. Die Individuen sind typischerweise nicht als Akteure repräsentiert. Entstanden als Business-Dynamic ging es im Ausgangspunkt um die Perspektive der Unternehmensführung. Doch lässt sich das leicht davon abstrahieren, wovon besonders das Buch von *Gharajedaghi*,<sup>37</sup> aber auch die Untersuchungen von *Vester* zeugen. Während bei den AB-Modellen das globale Systemverhalten aus den dezentralisierten Entscheidungen der Akteure emergiert, können in die SD-Modelle bekannte globale oder zentrale Variablen eingehen. Der Bienenschwarm könnte insgesamt eingesetzt werden, während beim AB-Modell die Ausbildung des Schwärms Effekt der kommunizierenden Bienen wäre.

32 Bakterien in der Cola-Flasche verdoppeln sich jede Minute, 60 min nach 11:00 Uhr gibt es nur noch Bakterien, keine Cola mehr. Wieviel Cola ist um 11:55 in der Flasche? Das Beer-Game simuliert Oszillationen, die durch die zeitliche Differenz zwischen Nachfrage und erhöhter Produktion (bei steigender) bzw. zurückgehender (bei sinkender) im Lagerbestand der Händler entstehen. Hyperbolisch dürfte es bei Ausbeutung natürlicher Ressourcen verlaufen.

33 Belew/Mitchell et al., in: Belew/Mitchell (Hrsg.), S. 431 (432).

34 Albus/Meystel, Engeneering of Mind, S. 123 ff.

35 Todd, in: Belew/Mitchell (Hrsg.), S. 211 ff.; Axelrod, The Complexity of Cooperation, S. 3.

36 Axelrod, The Complexity of Cooperation, S. 121 ff.

37 Gharajedaghi, Systems Thinking.

Beide Ansätze suchen nach „endogenen Erklärungen“. Sie ziehen die Systemgrenzen so, dass interne Faktoren in ihrer Wechselwirkung die Systemdynamik erzeugen. Erkundet werden soll, wie sich das Verhalten ändert, wenn man Struktur und Regeln verändert.<sup>38</sup>

Die Modelle, von denen im Folgenden die Rede ist (und die auch in der Biologie und in der „Künstliches Leben“-Forschung gebaut werden),<sup>39</sup> beziehen sich auf Systeme, die auch stoffliche Dimensionen haben. Die sogenannte „Allgemeine Systemtheorie“ hat in manchen Varianten das Materielle aus ihren Systemvorstellungen vertrieben. Das soll hier nicht im Einzelnen diskutiert werden. Die Modelle der System-Modellierung wie des AB-Modells lassen sich in den Dimensionen „Funktion, Prozedur, Mechanismus“ beschreiben.<sup>40</sup> Warum gibt es das System, was ist seine Funktion? Welches sind die Schritte, die das System geht, um die Funktion zu erfüllen, die „logische Maschine“, welche physischen gekoppelten Mechanismen werden genutzt, damit die Maschine funktioniert? Anders gesagt, es geht nicht um ein Modell wie das „System des Deutschen Strafrechts“. Vielmehr würde man dieses gedankliche System als Theorie verstehen. Dieses enthielt jedenfalls einen Teil der „logischen Maschine“ der Prozeduren, die von Menschen in geeigneten Architekturen wie Gerichtsgebäuden und Gefängnisbauten, abgearbeitet und umgesetzt werden. Der „holistische Charakter“ führt auch dazu, dass Produktion, nicht nur Markt und Verteilung, in Modellen Eingang finden.<sup>41</sup>

## B. Validierung, die Gefahren des Modellierens

Solche Modelle, besonders wenn sie quantifiziert sind und erst recht, wenn sie simulationsfähig sind, können gefährlich sein, weil sie Adäquanz suggerieren, die tatsächlich nicht vorhanden ist. Kurz, sie können eher aufgrund ihrer Kohärenz wirken. Diese ist, sofern einigermaßen plausible Annahmen zugrunde gelegt werden, herzustellen, weil es viele Parameter gibt, an denen man drehen kann. Das eigentliche Problem ist die sogenannte Validierung, das heißt die Prüfung der Übereinstimmung des Modellverhaltens mit dem realen Verhalten des Systems.<sup>42</sup> Vor einem Transport in die Realität sind daher Daten aus der wirklichen Welt zu nutzen oder zu erheben.<sup>43</sup> Man muss sich daher immer wieder daran erinnern, dass das Modell nur deswegen lauffähig sein mag, weil es generös von vielen Faktoren und Variablen in der Wirklichkeit abstrahiert. Verhält sich der Modellierer wie jemand, der „auf Bäume

38 Sterman, Business Dynamics, S. 94 f.; zum Vergleich dieser Ansätze s. Borshchev/Filippov, From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling. <http://www2.econ.iastate.edu/tesfatsi/systemdyn discreteeventabmcompared.borshchevfilippov 04.pdf> (18.12.14).

39 Langton, in: Langton (Hrsg.), S. 63.

40 S. zum Trias „Funktion, Prozedur, Mechanismus“ ausführlich Fabricius, in: Feltes/Pfeiffer et al. (Hrsg.), S. 270 ff.

41 Gharajedaghi, Systems Thinking, S. 77 ff.

42 Bischof, Das Rätsel Ödipus, S. 466.

43 Sterman, Business Dynamics, S. 34.

klettert, um auf den Mond zu kommen“?<sup>44</sup> Gerade wenn man berücksichtigt, dass in komplexen Systemen manche kleinen Veränderungen große Auswirkungen haben können, darf man das Modellverhalten nie mit der Realität verwechseln. Denn es kann ja sein, dass man genau die Variable, deren kleine Veränderung diese großen, gegebenenfalls katastrophalen Veränderungen nach sich zieht, nicht ins Modell aufgenommen hat. Die Versuchung, in einer beherrschbaren Modellwelt zu bleiben und sich zu freuen, wie gut alles läuft, ist gefährlich.

Im Übrigen sind keine Gefahren zu erkennen. Jede solcher Modellierungen, wenn nur im Ausgangspunkt ein brauchbarer Entwurf gegeben ist, verbessert die Vorstellung von der Realität auch in dynamischer Hinsicht und erlaubt es, „Hebel“ auszumachen und das System wirkungsvoll und effizient zu beeinflussen. Kein Modell liefert den „Stein der Weisen“, das ergibt sich schon daraus, dass von jeder Realität unendlich viele Modelle vorstellbar sind, von denen viele auch „gut“ sein können. Aber dieses Zurückbleiben hinter einem idealisierten Modell ist kein wirklicher Nachteil, sondern erinnert uns daran, dass das „Ding an sich“ nie zugänglich ist und sein kann. Das Modellieren kann heuristisch mit Brainstorming, Sammeln von Faktoren bei „lockerer Definition“, ähnlich wie Mind-Mapping, einen Überblick über Faktoren und Zusammenhänge schaffen, es kann, mit wohl-definierten Faktoren und Einfütterung von Daten empirischer Forschung dazu dienen, ein auf ein Ziel hin arbeitendes System zu konstruieren, zum Beispiel ein Strafverfahren oder eine Hauptverhandlung auf bestimmte Ziele hin zu optimieren.

Vor etlichen Jahren hatte ich in einer Expertengruppe mit *Vesters* „Sensitivitäts-Modell“ begonnen,<sup>45</sup> dem „Drogenproblem“ auf die Spur zu kommen. *Vester* hatte bei Ford mit Experten aus dem Management Verkehr und die Zukunft des Automobils darin modelliert. Die Expertinnen und Experten setzten in Gruppendiskussionen ihre Expertise in ein Modell um, dessen Implikationen sie selbst überraschte, neue Diskussionen veranlasste, die wiederum Verbesserungen des Modells erbrachten. Waren wir damals noch auf Tabellenkalkulation verwiesen, weil das *Vester'sche* Sensitivitäts-Modell zu teuer war, gibt es inzwischen, für verschiedene Ansätze, erschwingliche oder gar open-source-Software.<sup>46</sup>

## C. Modellproduktion

Warum will man ein Modell? Diese Frage sollte man klären. Welches Problem will man lösen und was verspricht man sich von der Modellierung, welches sind die Sys-

<sup>44</sup> Pinker, The Blank Slate, S. 79.

<sup>45</sup> Vester/von Heseler, Sensitivitätsmodell; Vester, Auf Fahrt Zukunft; ders., Chrashtest Mobilität; ders., Denken, Lernen, Vergessen; ders., Die Kunst vernetzt zu denken.

<sup>46</sup> Axelrod, <http://www.econ.iastate.edu/tesfatsi/abmread.htm#Modeling> (Axelrods Seite zum ABM); <http://www.frederic-vester.de/deu/aktuell/>; CONSIDEO: Strategy Development and Problem Solving: <http://www.frederic-vester.de/deu/aktuell/> (alle 18.12.2014). In der Lehre arbeiten wir mit dem co-sideo modeler, www.consideo.de. Wenn im Folgenden vom „Modeler“ die Rede ist, ist der „Consideo Modeler“ gemeint. Inzwischen ist neben letzterem der vom selben Anbieter vertriebene iModeler getreten. Andere Tools sind Vensim sowie Heraklit.

temgrenzen? Um ein Modell zu erstellen, trägt man zunächst alle Faktoren zusammen, die man für relevant hält. Diese werden gruppiert, dies ist auch im Modeler unter „kreativ“ der erste Schritt.

Der zweite Schritt besteht darin, zu überlegen, wie diese Faktoren zusammenhängen, zunächst, welche überhaupt in irgendeiner Beziehung zueinander stehen. Dann wird man die Wirkungsrichtung überlegen und die Polarität. Schließlich bietet der Modeler dann schon im qualitativen Teil an, die Wirkungsstärke und gegebenenfalls Verzögerungen einzugeben.

Abbildung 2: Modellbau 2. Stufe – militärischer Gegenschlag



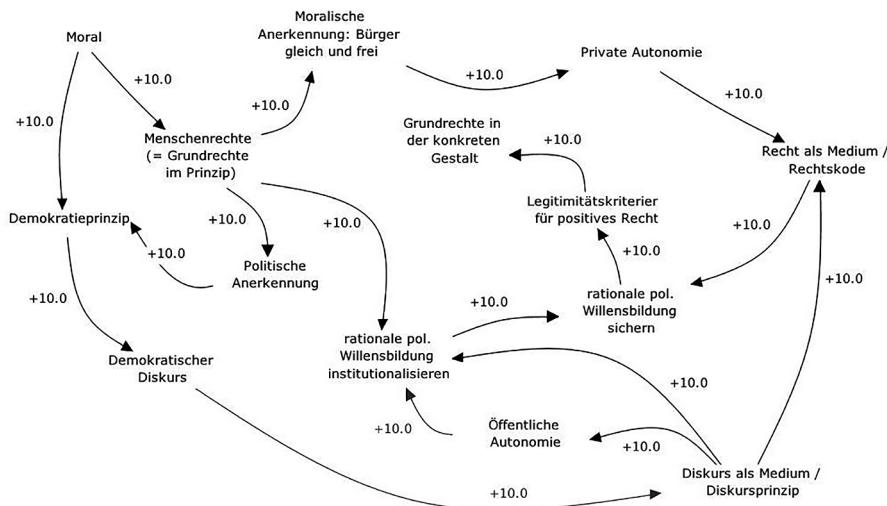
Nun kann man in dem so entstandenen Modell, was das vorherige „interne“ geistige Modell schon meist überschreitet, die positiven oder negativen Rückmeldungsschleifen ansehen. Positive Rückkopplungen sind „Teufelskreise“ und führen zur Erhitzung des Systems, negative wirken balancierend und sorgen für ein Gleichgewicht des Systems. Je mehr negative Rückkopplungen ein System aufweist, desto schwerer ist es aus dem Gleichgewicht zu bringen. Positive Rückkopplungen mit Faktoren, die sich beeinflussen lassen, sind umgekehrt wirksame „Hebel“, ein System zur Veränderung zu bewegen. Der Modeler bietet in seinen Auswertungsfunktionen an, Wirkungs- und Ursachenketten für einzelne Variablen zu betrachten und in sogenannten Erkenntnismatrizen einen Überblick über die Rolle der verschiedenen Variablen für das Gesamtgefüge des Systems zu gewinnen.

Bereits auf dieser qualitativen Ebene wird man schnell einen Einblick gewinnen, ob das eigene Modell plausibel ist bzw., ob der Autor eines fremden Modells, das man in ein System-Modell „übersetzt“, sich in einer realitätsnahen Vorstellung bewegt.

So hatte der Mitverfasser zum Beispiel Schwierigkeiten, ein Kapitel in *Gosepath* (2004, S. 322) zu verstehen.<sup>47</sup> Um sich ein Verständnis zu erarbeiten, sammelte er zunächst im Abschnitt „kreativ“ alles, was als Faktor in Betracht kam. Bei genauerem Zusehen ergab sich, dass sich die Zahl der im Text auftauchenden Termini auf zum Teil gleiche Gegenstände bezog. So reduzierte sich die Zahl der relevanten Faktoren, die Terminologie kondensierte. Das erleichterte den Aufbau eines qualitativen Modells.

47 *Gosepath*, Gleiche Gerechtigkeit.

Abbildung 3: Qualitatives Modell zu Gosepath (2004, S. 322, Abb. 1)<sup>48</sup>



Deutlich wird auch, dass das *Gosepath'sche* System eine axiomatische Setzung, Moral, enthält. Diese wird vorausgesetzt – sie wird im Modell von keinem anderen Faktor beeinflusst. Das erschwert bzw. verunmöglicht es, jemanden zu überzeugen, der diese Axiomatik nicht teilt. Andererseits scheint mir, wird für denjenigen, der den Grund mit *Gosepath* teilt, dessen Modell anschaulich und nachvollziehbar vorgestellt, und lässt auch den philosophisch nicht so bewanderten Leser, die wesentlichen Gedanken nachzuvollziehen.

Als ein zweites Beispiel sei auf das qualitative „spirit level“-Modell verwiesen (s. Fn. 48, dort die Abb. 2-5). Hier sollte ein klareres Bild davon entstehen, wie die deutlich vorgestellten korrelativen Zusammenhänge zwischen Ungleichheit und zahlreichen gesellschaftlichen Problemen kausal vermittelt werden. Das ist zu großen Teilen ebenfalls eine Reproduktion der Gedanken von *Wilkinson* bzw. *Wilkinson/Pickett*, geht schon zum Teil aber auch darüber hinaus.

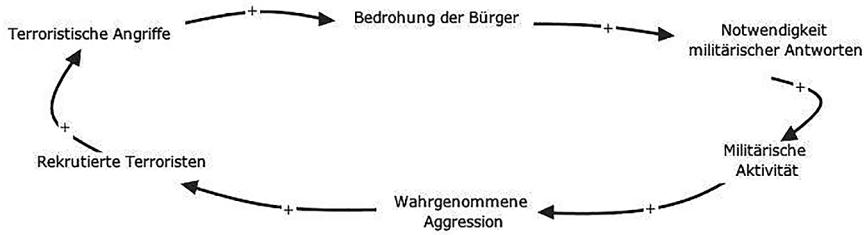
#### D. Qualitative Modelle

Qualitative Modelle erfassen die Faktoren und ihre Zusammenhänge beschreibend. Dabei können Wirkungsgrade und Verzögerungen bestimmt werden. Man erhält eine Gewichtungs-Matrix, die wiedergibt, welche Faktoren mit welchem relativen Gewicht (man arbeitet mit Prozenten) auf eine Variable wirken. Man kann sich po-

48 Diese, wie die im Folgenden in Bezug genommenen Abbildungen sind in einer separaten PDF-Datei zusammengefasst. Die Nummerierung der Abbildungen hier entspricht den Seitenzahlen dort. Die Modelle werden auf der Homepage des Mitverfassers unter „Downloads laufend“ zugänglich gemacht: [http://www.dfabricius.de/template.php?seite=downloads\\_laufend](http://www.dfabricius.de/template.php?seite=downloads_laufend) (12.03.2015).

sitive und negative Rückkopplungen, Wirkungs- und Ursachenketten anzeigen lassen. Schließlich lassen sich in der sogenannten Erkenntnismatrix wirksamere und unwirksamere Faktoren identifizieren. Beim qualitativen Modellieren muss man sich über die Funktionszusammenhänge ebenso wenig Gedanken machen wie über die Art der Variablen, die im Spiel sind.

Abbildung 4: Modellbau 3. Stufe – Gefährliche positive Rückkopplung



Das qualitative Modell – das an Vesters „Terror Prevention Model“ anknüpft<sup>49</sup> – verdeutlicht, dass ein Präventivschlag gegen den Terror auf den Angreifer zurückfällt: ein Teufelskreis. Aufgrund mangelnden Systemverständnisses bleibt eine Kontrolle von Überreaktionen aus. Langfristig trägt der sogenannte „Anti-Terror-Krieg“ so erheblich zu einer Stabilisierung des Terror-Systems bei.<sup>50</sup>

## E. Quantitative Modelle

Der Übergang zu einem quantitativen Modell setzt zwar einiges Bemühen voraus, allerdings kann man danach zur Simulation übergehen und „Was wäre wenn“-Szenarien durchspielen. Das erleichtert eine Plausibilitätsprüfung des jeweiligen Modells erheblich. Die sogenannte „Montecarlo“ Methode erlaubt es, viele Szenarien „auf einen Streich“ durchzurechnen.<sup>51</sup> Noch weitergehend kann man vorhandene Daten „einfüttern“, was die Realitätsnähe des Modells weiter erhöhen kann. Man kann im Modell probieren, was in der Realität unmöglich (oder verboten) wäre,<sup>52</sup> zum Beispiel das Strafrecht abschaffen und die in der Literatur behaupteten Konsequenzen einbauen bzw. umgekehrt Strafhöhen und Polizeidichte radikal erhöhen. Je mehr man die Einflüsse von Faktoren kennt, desto eher gehen solche Simulationen über Heuristik (oder auch nur Spielerei) hinaus.

Für diese Art der System-Modellierung ist es unabdingbar, sich darüber Gedanken zu machen, ob es sich um eine „Fluss“, „Bestands“ oder „Informationsvariable“ handelt. Das einfachste Beispiel ist die Wasserleitung, durch die Wasser in einer be-

49 Vester, in: Direkt Marketing 5 (2013) S. 88-89.

50 Vester, Die Kunst vernetzt zu denken, S. 332-339.

51 Genauer gesagt, kann man Variablen in einem Wertebereich zufällig bestimmen und erhält im Ergebnis dann ein „Spaghetti-Diagramm“ mit den Verläufen in Abhängigkeit von den Zufallswerten.

52 Bossel, Simulation dynamischer Systeme, S. 27.

stimmten Menge pro ).Zeiteinheit in die Badewanne fließt, wobei der Zufluss vom Wasserhahn geregelt wird, der dazwischen „geschlossen“ und zu einem Maximum aufgedreht sein mag. Der Wasserbestand in der Badewanne wird zu einem bestimmten Zeitpunkt gemessen. Das Wasser ist eine Fluss-, der Wasserstand in der Badewanne eine Bestands- und die Öffnung des Wasserhahns eine Informationsvariable. *Sterman* weist darauf hin,<sup>53</sup> dass viele ökonomische Modelle sich auf Nachfrage und Angebot beschränken, beides Flussvariablen. Blendet man die korrespondierenden Bestandsvariablen aus, erfasst man reale Ungleichgewichtscharakteristika nicht.

Dabei muss man sich klar machen, dass auch Daten und Informationen fließen die zu Beständen auflaufen können. Über den Zeitablauf werden für Fluss Differenzialgleichungen, für Bestand Integralgleichungen gebraucht – diese allerdings erstellt das Programm dankenswerterweise selbst, so dass man von der komplizierten Mathematik befreit ist.

Ein höchst interessantes Beispiel in diesem Zusammenhang ist die Frage, ob es sich bei Kriminalität um eine Fluss- oder Bestandsvariable handelt. Denkt man darüber nach, wird man auf die einzelne Handlung abstellen und auf die Zahl der Handlungen pro Zeiteinheit, wie es in den Kriminalstatistiken ja auch gemeinhin geschieht. Kriminalität ist dann eine Flussvariable. Die Bestandsvariablen in diesem Zusammenhang entsprechen den Schäden, die durch kriminelle Handlungen entstehen. Diese kann man sowohl im Materiellen aber auch im Geistigen oder Emotionalen finden. So kann man etwa den Verlust an Rechtsbewusstsein, Sicherheitsgefühl usw. mühelos in einem solchen Modell unterbringen. Wenn man zu einem simulationsfähigen Modell kommen will, muss man allerdings seine Widerstände gegen Mathematik insoweit überwinden, dass man die funktionalen Abhängigkeiten der Faktoren in Formeln übersetzt. Man muss sich überlegen, ob es sich um lineare, exponentielle oder hyperbolische Verläufe handelt. Der Modeler bietet hier eine Reihe von Funktionen an, und man kann, etwa unter Zuhilfenahme von Wolfram-Alpha<sup>54</sup> schnell bestimmen, wie ein Funktionsverlauf aussieht. Passt er zur eigenen Vorstellung oder zu bekannten Daten?

Ein kleines Beispiel findet sich in zwei Modellen, die ebenfalls dem „spirit level“ gewidmet sind. Diese Modelle dienen einmal dazu, deutlich zu machen, wie so etwas Abstraktes wie die Relation zwischen zwei Reichtümern (deren Gegenstände materieller oder immaterieller Art sein können und über die man sich zunächst auch keine weiteren Gedanken machen muss) solch weitreichende Wirkungen entfalten können. Das impliziert zugleich bestimmte Annahmen über Individuen, Annahmen darüber, woraus sich Wohlbefinden in seinen verschiedenen Dimensionen ergeben mag (s. Fn. 48, dort die Abb. 6-7). Zum anderen versuchen diese Modelle Hypothesen darüber anzubieten, wie die stetig zunehmende Ungleichheit in den entwickelten Ländern zu erklären sein mag.

<sup>53</sup> *Sterman*, Business Dynamics, S. 663.

<sup>54</sup> www.wolfram-alpha.com (18.12.2014).

Weitere Beispiele sind die Modelle, die während des Abfassens des Beitrages „Gehör – Verständnis – Einsicht“ entstanden sind,<sup>55</sup> das eine zu dem Zusammenhang der in der Überschrift genannten Vorgänge (s. Fn. 48, dort die Abb. 8-9), das andere zu der „Verständigung im Strafverfahren“ (s. Fn. 48, dort die Abb. 10-12), die, so diese, dem Verständnis und damit der Einsicht hinderlich im Wege steht.

Kurz gesagt, als Forscher hilft uns die Modellierung, herauszufinden, was ein Autor behauptet, was man selbst behauptet, und was man sich unausgesprochen vorstellt. Im weiteren Verlauf können auf der Basis der Modellierung und insbesondere der Simulation besser Hypothesen gebildet werden, die sich dann mit klassischen Methoden prüfen lassen. Dabei ist zu erwarten, dass die Nutzung des vorhandenen Wissens wesentlich dazu beiträgt, dass Hypothesen gebildet werden, die weder trivial noch unüberprüfbar sind.

Gerade angesichts der Unsicherheiten im kriminologischen Feld – schon über die (vermeintlichen) Rohdaten – ist zu erwarten, dass es niemals möglich sein wird, alle Zusammenhänge in klassischer Manier empirisch zu überprüfen. Selten wird Kriminalität beobachtet. Der Kriminologe hat es häufig mit Berichten von Berichten zu tun: Zeugenaussagen, Gutachten in Akten oder Hauptverhandlungen, denen, mehr oder minder genaue, tatsächliche oder erfundene „Beobachtungen“ zu Grunde liegen. Denkt man allein an die Gewalt und Missbrauch-Semantik, mit all ihren Unschärfen und Verwirrungen, ist die Vorstellung von Roh-Daten illusionär. Aber vielleicht sind sie auch nicht nötig. So wird man etwa über die Vielzahl von Faktoren, die wirken, und ihre relative Stärke zueinander, auch ohne genaue Messungen einigermaßen sicher sein können und Übereinstimmungen erzielen. Dann aber ist schon relativ deutlich für viele Systeme, dass einzelne Veränderungen nur minimale Systemveränderungen nach sich ziehen werden. Auch dürfte die Identifikation von positiven oder negativen Rückkopplungsschleifen äußerst hilfreich sein, um abzuschätzen, ob und welche „Hebel“ es gibt bzw. umgekehrt, wie stabil oder instabil ein System ist. Damit aber kommt man erheblich weiter als mit vielen Behauptungen, die jetzt aufgrund von Erfahrungswissen aufgestellt werden können. Die gesammelten Strafzwecklehren sind in dieser Hinsicht ein ausgezeichnetes Beispiel. Ihre Übersetzung in solche Systemmodelle wird eine ganze Menge klären können.

## F. Anwendungsmöglichkeiten und Nutzen des Modellierens in der Ausbildung

Im Verlauf mehrerer Semester haben wir<sup>56</sup> seit 2008 drei Kolloquien und drei Seminare durchgeführt und mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern eine fortlaufende Arbeitsgruppe gegründet, die ohne Prüfungsdruck und Scheinanreiz arbeitet. Die jeweiligen Kolloquien und Seminare bauten theoretisch, konzeptionell sowie inhaltlich aufeinander auf, so dass eine Teilnahme am einführenden Kolloquium die Voraussetzung für die Teilnahme am im folgenden Semester veranstalteten Seminar darstellte. Während die Kolloquien einen einführenden Charakter hatten wurde in den

<sup>55</sup> *Fabricius*, in: Herzog/Neumann (Hrsg.), S. 37-48.

<sup>56</sup> *Dirk Fabricius, Esther Kable, Mona Wolff, Sebastian Läßle, Benjamin Jungkind*.

Seminaren sowohl in der Modellierungsdimension – Analyse von Ursachen- und Wirkungsketten, Rückkopplungsschleifen – als auch in der theoretischen Dimension tiefergehend und zielgerichteter gearbeitet. In den Seminararbeiten wurden schließlich spezifische Themen modelliert, das heißt Themen systematisch aufgearbeitet und analysiert. Im Anschluss an die Seminararbeiten wurden vielfach wissenschaftliche Hausarbeiten verfasst, so dass die Arbeitsmethode in den universitär-wissenschaftlichen Kontext eingebunden wurde. Aktuell sind an der Professur zudem zwei Promotionsvorhaben in Arbeit, die unter zu Hilfenahme systemischen Modellierens verfasst werden.<sup>57</sup> In sämtlichen Stadien der Teilnahme stand den Studierenden darüber hinaus die Mitgliedschaft in der Arbeitsgruppe offen. Über die Professur konnten durch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer darüber hinaus Lizenzen zur uneingeschränkten Nutzung des Programms erworben werden.

Im Rahmen der Kolloquien erfolgte eine theoretische wie praktische Einführung in das Systemische Denken sowie die Arbeit mit dem Consideo Modeler. Den Studierenden wurde ein Leitfaden an die Hand gegeben,<sup>58</sup> der einen Schnelleinstieg in die Systemmodellierung ermöglicht und die fünf Arbeitsschritte – beschreiben, kreativ, qualitativ, quantitativ, simulieren – erläutert, in die sich die Benutzeroberfläche des Consideo Modelers aufgliedert. Bei gemeinsamem „open space modeling“, einer Methode, bei der Themen gemeinsam unter Anleitung eines Experten modelliert werden, konnten sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer mit der Software vertraut machen und erste Berührungsängste überwinden. Die Vorteile systemischen Arbeitens, wie die Notwendigkeit der Operationalisierung der Variablen oder Erkenntniszugewinne durch die Visualisierung von Wirkungszusammenhängen wurden erfahrbar. Die Erfahrung hat jedoch gezeigt, dass man sich dieses Werkzeug letztlich selbst erschließen muss: „learning by doing“ ist auch hier die Devise. Größtenteils ist der Modeler insoweit selbsterklärend. Die Benutzeroberflächen sind anwenderfreundlich ausgestaltet, durch verschiedene Instruktionen oder Beispiele wird der Anwender durch die fünf Arbeitsschritte hindurch angeleitet. Eine Hürde, die jeder Neu-Modellierende auf dem Weg zum qualitativen Modell nehmen muss, liegt – so konnten wir in den Lehrveranstaltungen immer wieder feststellen – in der „Versuchung“ ein Systemmodell mit einer klassischen Mind-Map zu verwechseln: Während in einem Modell Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge erfasst werden, dient eine Mind-Map der Veranschaulichung inhaltlicher Zusammenhänge. Als Werkzeug des vernetzen Denkens ermöglicht der Modeler seinem Anwender das Zusammenspiel vieler Faktoren strukturiert abzubilden und zu analysieren.

Ziel der Kolloquien war es, dass die Studierenden im Verlauf der Lehrveranstaltungen ein eigenes kriminalwissenschaftliches Projekt entwickeln: Den Ausgangspunkt bildete die Entwicklung einer eigenen Fragestellung. Von der Untersuchung einzelner Variablen auf ihre kriminogene Wirkung hin, bis zur Wirksamkeit kriminalpolitischer Reformen und Gesetzesvorschläge konnten die Studierenden eigene Interes-

57 Esther Kahle, Mona Wolff.

58 S. Neumann, Consideo-Modeler; Neumann, Modelst du schon oder tappst du noch im Dunkeln.

senschwerpunkte wählen. Juristen analysierten – meist ausschließlich qualitativ – vorwiegend kriminologische Fragestellungen.<sup>59</sup> Nicht-Juristinnen, namentlich eine Psychologin und eine Soziologin unternahmen es, im Rahmen ihrer Nebenfach-Ausbildung juristische Texte in Modelle zu übersetzen, was auch für Juristinnen und Juristen interessante Ergebnisse zeigte. Im weiteren Verlauf des Kolloquiums sollten dann Hypothesen zur gewählten Fragestellung aufgestellt und mittels einer qualitativ systemischen Betrachtung überprüft werden. Die so entwickelten Systemmodelle wurden im Rahmen des Kolloquiums vorgestellt, in der Gruppe diskutiert sowie anschließend auf dieser Grundlage fortentwickelt. In der Kolloquiums-Hausarbeit am Semesterende erfolgte dann eine Auswertung des qualitativen Modells. Durch das systemische Denken konnte in den Hausarbeiten ein Zugewinn an Struktur sowie eine vertiefte Auseinandersetzung mit den Themengebieten festgestellt werden. Das Modelldenken entwickelt einen heilsamen Zwang, Variablen zu benennen, zu definieren, über ihre Zusammenhänge nachzudenken, etwas, was sonst im juristischen Studium, auch soweit Kriminologie gelehrt wird, so gut wie nicht stattfindet. Das Modelldenken zwingt dazu, sich von den Autoritäten zu lösen, befähigt zu eigenem Denken. Der Abstand zu üblich belegbaren Zusammenhängen wird deutlich. Anders gesagt, es wird einsichtig, dass viele kriminalpolitische Vorschläge sich kaum auf brauchbare empirische Daten stützen können, wie wenig verlangt wird, die erwarteten Wirkungen zu spezifizieren, was natürlich eine Überprüfung wiederum so gut wie unmöglich macht. Für viele Vorschläge lässt sich schon auf der Basis qualitativer Modellierung absehen, dass sie ins Leere laufen bzw. die versprochenen Funktionen nicht, dafür aber andere unausgesprochene übernehmen können. Studierende mit einem solchen methodischen Rüstzeug auszustatten, wird sich für die spätere Berufspraxis in vielerlei Hinsicht als förderlich erweisen. Gleichzeitig stellten sich die Modelle als vorzugswürdige Diskussionsgrundlage heraus, das heißt die Themen konnten den anderen Kolloquiums- und Seminarteilnehmern strukturiert präsentiert werden, wodurch eine rasche inhaltliche Auseinandersetzung ermöglicht wurde.

Zu Beginn des vertiefenden Seminars wurden die Themen, deren aktueller Bearbeitungsstand in den Kolloquiums-Hausarbeiten festgehalten war, an einen anderen Bearbeiter weitergereicht. Die Seminarteilnehmerinnen und -teilnehmer hatten nunmehr die Aufgabe, sich kritisch mit den Arbeitsergebnissen ihres Vorgängers auseinanderzusetzen sowie das entwickelte Modell zu überarbeiten bzw. weiterzuentwickeln. Dieses Vorgehen erwies sich als sehr gewinnbringend, Themen wurden weiterentwickelt oder spezifiziert, neue Schwerpunkte gesetzt oder Kontroversen diskutiert – insgesamt ein neues Vorgehen im Kontext universitärer Lehrveranstaltungen. Als wissenschaftliche Arbeitsmethode wird das Modellieren durch einen stetigen

<sup>59</sup> Beispielahaft einige Themen: Akkulturation und Kriminalität; „Ausländerkriminalität“; „Arrabellion“ (Modell zur politischen Lage in Ägypten 2011); Beschniedung; „Deal“ im Strafprozess; Drogen – Kriminalität – Gefährlichkeit; Elektronische Fußfessel; Emotionen und Befangenheit; Intelligenz & Kriminalität; Internetkriminalität; Kommunikation im Hauptverfahren; Parallelwelt Psychiatrie; Reform des Prostitutionsgesetzes; Rehabilitation Jugendlicher; Systemmodell „Straftheorien“; Warnschussarrest; Züchtigung.

Überarbeitungsprozess gekennzeichnet, der sich in der Konzeption der Lehrveranstaltungen spiegelt.

Die Rückmeldungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Modellieren ist zwar arbeitsintensiv, hilft jedoch bei der Gliederung eines Themas, der Strukturierung der eigenen Gedanken, der Überprüfung erstellter Thesen sowie der Schwerpunktsetzung. Zudem eröffnet Modellieren neue Blickwinkel, verschafft weitergehende (manchmal überraschende) Erkenntnisse, veranschaulicht Gesamtzusammenhänge und gewährleistet Selbstkontrolle des Erstellers.

## G. Perspektiven: Modellieren in Studium und Ausbildung

Was wirkt wie auf etwas ein? Wie schnell? Wie dauerhaft? Wenn Sie bei Ihrer Forschung solche Fragen beantworten wollen, können Sie von der Systemmodellierung Gebrauch machen. Gleich, ob Sie bereits fortgeschritten sind oder gerade erst anfangen: Das Zusammentragen von Faktoren und Variablen und der Vorstellungen, wie sie aufeinander wirken und wechselwirken platziert Ihr internes oder auch bereits sequenziell in einem Text beschriebenes Modell auf dem Papier oder dem Bildschirm. Damit sind die Zusammenhangsannahmen und ihre Integration in dem Modell nicht belegt oder bewiesen, aber Sie haben damit ein hypothetisches Modell, dass Sie nun in einem „kontinuierlichen Verbesserungsprozess“ zu einer plausibleren, kommunizierbaren, testbaren Hypothese(nsammlung) weiterentwickeln können. Sie werden die einzelnen Faktoren und Variablen definieren, fragen, ob es sich um Bestands-, Fluss- oder Regelgrößen handelt, ob Stoffe oder Informationen gelagert werden oder fließen, wie man die Größen messen könnte. Das wird die Vorstellung der Wirkungen auf andere Variablen bekräftigen oder in Frage stellen, es kann deutlich werden, dass andere Faktoren dazwischengeschaltet sind, es keine direkte Wirkung gibt usw. Nachdem dieser iterative Rundgang schließlich keine Änderungen mehr provoziert, können Sie die Programme nutzen, um Schleifen zu identifizieren, Wirkungen und Wirkungsketten, um die Entwicklung des Systems im zeitlichen Verlauf abzuschätzen.

Keine Frage, dass vorbereitende und/oder begleitende Lektüre zur Systemmodellierung Ihre Modellbildung erst auf wissenschaftlichen Stand bringt, aber die Selbstreflexion eigener impliziter Modelle erweist sich regelmäßig auch ohne das als hilfreich.

Dementsprechend braucht Ihr Vorsprung vor den Studenten in Lehrveranstaltungen in Sachen Systemmodellierung nicht groß zu sein, um die Studenten zum Entwurf eigener Modelle zu den Fragestellungen, die in der Lehrveranstaltung behandelt werden anzuleiten. Ihre Kenntnis von belegten oder bewiesenen Zusammenhängen, Ihre Begriffe und Konzepte aus dem Gegenstandsbereich fließen während der Diskussion der studentischen Entwürfe fortlaufend ein. Bei solchen Diskussionen wird schnell deutlich, wie gering die Übereinstimmung der Begriffe ist, die mit demselben Namen (bspw. Kriminalität, Recht, Schuld) belegt werden, wie oft man sich mit einer prag-

matischen, operationalen Definition zufriedengeben muss, wie wichtig es ist, diese offenzulegen. Deutlich wird auch, wie gut es ist, sich über die Stärke, Intensität, eines Zusammenhangs, Verzögerungen, erschöpfbare Ressourcen Gedanken zu machen, über Neben- und Rückwirkungen.

## Literaturverzeichnis

- Albus, James S./Meystel, Alexander M., ,Engeneering of Mind‘ – An introduction to the Science of Intelligent Systems, New York 2001.*
- Axelrod, Robert, The Complexity of Cooperation, Princeton 1997.*
- Bak, Per, How Nature works, New York 1996.*
- Bandura, Albert, Aggression, Engelwood Cliffs, New York 1973.*
- Belew, Richard K./Mitchell, Melanie/Ackley, David H., Computation and the Natural Sciences, in: Belew/Mitchell (Hrsg.), Adaptive Individuals in Evolving Populations: Models and Algorithms, Menlo Park, CA: Addison-Wesley 1996, S. 431-440.*
- Bischof, Norbert (Hrsg.), Das Rätsel Ödipus, 2. Auflage, München et al. 1989.*
- Boriss, Hinnek Loeschcke, Volker, Complexity theory provides metaphors for a better understanding of biological processes, in: Buhl/van Kooten (Hrsg.), The significance of complexity, London 2003, S. 74-95.*
- Borschchev, Andrei/Filippov, Alexei, From System Dynamics and Discrete Event to Practical Agent Based Modeling: Reasons, Techniques, Tools, The 22nd International Conference of the System Dynamics Society, Oxford 2004.*
- Bossel, Hartmut, Simulation dynamischer Systeme, Braunschweig 1989.*
- Bourdieu, Pierre et al., Das Elend der Welt. Zeugnisse und Diagnosen des alltäglichen Leidens an der Gesellschaft, Konstanz 1997.*
- Churchland, Patricia S./Sejnowski, Terrence J., The Computational Brain, London 1992.*
- Dawkins, Richard, Unweaving the Rainbow, London, New York 1998.*
- Dörner, Dietrich, Bauplan für eine Seele, Reinbek bei Hamburg 1999.*
- Dörner, Dietrich/Burschaper, Cornelius, Denken und Handeln in komplexen Systemen, in: Ahlemeyer/Königswieser (Hrsg.), Komplexität managen. Strategien, Konzepte und Fallbeispiele, Wiesbaden 1997, S. 79-92.*
- Dörner, Dietrich/Bartl, Christina/Gerdes, Jürgen/Detje, Frank, Die Mechanik des Seelenwagens, Bern et al. 2002.*
- Dyson, Freeman, Origins of Life, 2. Auflage, Cambridge 1999.*
- Eidenmüller, Horst, Effizienz als Rechtsprinzip. Möglichkeiten und Grenzen der ökonomischen Analyse des Rechts, Tübingen 1995.*
- Fabricius, Dirk, Gehör, Verständnis, Einsicht, in: Herzog/Neumann (Hrsg.), Festschrift für Winfried Hassemer, Heidelberg 2010, S. 37-48.*
- ders., Generalprävention oder: Die beste Kriminalpolitik ist gute Rechtspolitik, in: Feltes/Pfeiffer/Steinhilper (Hrsg.), Festschrift für Hans-Dieter Schwind, Heidelberg 2010, S. 269-287.*
- ders., Kriminalwissenschaft – Grundlagen und Grundfragen I. Darwins angetretenes Erbe: Evolutionsbiologie auch für Nicht-Biologen, Münster 2011.*
- Gärdenfors, Peter, How Homo Became Sapiens: On the Evolution of Thinking, Oxford 2003.*
- Gharajedaghi, Jamshid, Systems Thinking, New York 2006.*
- Gosepath, S., Gleiche Gerechtigkeit, Frankfurt am Main 2004.*
- Gregory, Richard L., Mind in Science. A History of Explanations in Psychology and Physics, London 1981.*

- Halford, Graeme S./Baker, Rosemary/McCredden, Julie/Bain, John D.*, How many variables can humans process?, in: *Psychological Science*, 16 (2005) S. 70-76.
- Hofstadter, Douglas*, I Am a Strange Loop, New York 2007.
- Holzkamp, Klaus*, Grundlegung der Psychologie, Frankfurt et al. 1983.
- Kaës, René*, Innere Gruppen und psychische Gruppenalität: Entstehung und Hintergrund eines Konzepts, in: *Psyche* 63 (2009), S. 281-305.
- Küppers, Bernd-Olaf*, Der Ursprung biologischer Information. Zur Naturphilosophie der Lebensentstehung, München et al. 1986.
- Langton, Christopher G. (Hrsg.)*, Artificial Life, Menlo Park, CA: Addison-Wesley 1989.
- Liehr, Martin*, Komponentenbasierte Systemmodellierung und Systemanalyse: Erweiterung des System-Dynamics-Ansatzes zur Nutzung im strategischen Management, Wiesbaden 2004.
- Luhmann, Niklas*, Die Kontrolle von Intransparenz, in: Ahlemeyer/Königswieser (Hrsg.), Komplexität managen. Strategien, Konzepte und Fallbeispiele, Wiesbaden 1997, S. 51-76.
- Maynard Smith, John/Szathmáry, Eörs*, The Origins of Life, Oxford 1999.
- Minsky, Marvin*, The Emotion Machine. Commonsense Thinking, Artificial Intelligence, and the Future of the Human Mind, New York 2006.
- Moser, Ulrich*, Selbstmodelle und Selbstaffekte im Traum, in: *Psyche* 53 (1999), S. 220-248.
- Moser, Ulrich/von Zeppelin, Ilka*, „Borderline“ im Traumalltag, in: *Psyche* 58 (2004), S. 250-271.
- Neumann, Kai*, Consideo-Modeler, So einfach wie Mind Mapping: Vernetztes Denken und Simulation, Norderstedt 2008.
- ders.*, Modelst du schon oder tappst du noch im Dunkeln, Norderstedt 2007.
- Pattee, H. H.*, Simulations, Realizations, and Theories of Life, in: Langton (Hrsg.), Artificial Life, Menlo Park, CA: Addison-Wesley 1989, S. 63-78.
- Pinker, Steven*, The Blank Slate – The Modern Denial of Human Nature, New York 2002.
- Schlachte, Christoph*, Wenn es zu komplex wird im Coaching – über den Gebrauch von Werkzeugen zur Unterstützung des systemischen Denkens. in: *Coaching Magazin* 3 (2010), S. 24-28.
- Sterman, John*, Business Dynamics, New York 2000.
- Todd, Peter M.*, The Causes and Effects of Evolutionary Simulation in the Behavioral Sciences, in: Belew/Mitchell (Hrsg.), Adaptive Individuals in Evolving Populations: Models and Algorithms, Menlo Park, CA: Addison-Wesley 1996, S. 211-224.
- Vester, Frederic*, Denken, Lernen, Vergessen, München 1978.
- ders.*, Neuland des Denkens. Vom technokratischen zum kybernetischen Zeitalter, 3. Auflage, München 1985.
- ders.*, Transformation von Sinn. Ansätze zu einem Mehrebenenmodell, in: *ZfSoz* 15 (1986), S. 95-106.
- ders.*, Ausfahrt Zukunft. Strategien für den Verkehr von morgen. Eine Systemuntersuchung, München 1990.
- ders.*, Ausfahrt Zukunft. Supplement zur Systemuntersuchung, München 1991.
- ders.*, Crashtest Mobilität. Die Zukunft des Verkehrs, München 1995.
- ders.*, Die Kunst vernetzt zu denken. Ideen und Werkezeuge für einen neuen Umgang mit Komplexität. Ein Bericht an den Club of Rome, 9. Auflage, München 2012.
- ders.*, Systemmodell „Terror Prevention“. Frieden durch vernetztes Denken, in: *Direkt Marketing*, 5 (2013), S. 88-89.
- ders./von Hesler, Alexander*, Sensitivitätsmodell, 2. Auflage, Frankfurt am Main 1988.
- von Hentig, Hartmut*, Die Schule neu denken. Eine Übung in praktischer Vernunft, München et al. 1993.

*Wilkinson, Richard G.*, The impact of inequality, London 2005.

*ders./Pickett, Kate*, The Spirit Level. Why More Equal Societies Almost Always Do Better, London, New York 2009.

*Wußing, Hans/Alten, Heinz-Wilhelm/Wesemüller-Kock, Heiko*, Sechstausend Jahre Mathematik. Eine kulturgeschichtliche Zeitreise, Band 2, Berlin et al. 2008.