

Wirtschafts kybernetik und Systemanalyse

Band 30

Digitale Welten: Neue Ansätze in der Wirtschafts- und Sozialkybernetik

Konferenz für Wirtschafts- und Sozialkybernetik KyWi 2014
vom 10. bis 11. Juli 2014 in Stuttgart

Herausgegeben von

Meike Tilebein, Thomas Fischer, Sabina Jeschke,
Markus Schwaninger und Stefan N. Grösser



Duncker & Humblot · Berlin

Meike Tilebein (Hrsg.)
Innovation und Information

Wirtschaftskybernetik und Systemanalyse

Herausgegeben von

Prof. Dr. Jörg Baetge, Münster/Westfalen
Prof. Dr. Heribert Meffert, Münster/Westfalen
Prof. Dr. Karl-Ernst Schenk, Stuttgart
Prof. Dr. Bernd Schiemenz, Marburg

Band 26

Innovation und Information

Wissenschaftliche Jahrestagung der
Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialkybernetik
vom 3. bis 5. Dezember 2008 in Oestrich-Winkel

Herausgegeben von

Meike Tilebein



Duncker & Humblot · Berlin

Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialkybernetik e. V. Frankfurt am Main
Sekretariat: Institut für Textil- und Verfahrenstechnik
Postfach, D-73766 Denkendorf
Tel. + 49 711 93 40 0 / Fax + 49 711 93 40 297

Institut für Unternehmenskybernetik e. V.
Schurzelter Straße 25, D-52075 Aachen
Tel. + 49 241 80 911 70 / Fax + 49 241 80 911 22

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in
der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten
sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen
Wiedergabe und der Übersetzung, für sämtliche Beiträge vorbehalten

© 2011 Duncker & Humblot GmbH, Berlin
Fremddatenübernahme: L101 Mediengestaltung, Berlin
Druck: Berliner Buchdruckerei Union GmbH, Berlin
Printed in Germany

ISSN 0947-2452
ISBN 978-3-428-13683-4 (Print)
ISBN 978-3-428-53683-2 (E-Book)
ISBN 978-3-428-83683-3 (Print & E-Book)

Gedruckt auf alterungsbeständigem (säurefreiem) Papier
entsprechend ISO 9706 ☼

Internet: <http://www.duncker-humblot.de>

Geleitwort

Mit den neuen digitalen Möglichkeiten zur computergestützten Simulation sind Simulationstechnologien unentbehrlich für die Lösung komplexer Probleme in Wissenschaft, Wirtschaft, Industrie und vielen weiteren Lebensbereichen geworden. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Exzellenzcluster SimTech der Universität Stuttgart haben diese Entwicklung erkannt und eine Plattform für die effiziente und umfassende Weiterentwicklung wissenschaftlicher Methoden und Anwendungen auf allen Gebieten der Modellierungs- und Simulationswissenschaften geschaffen.

Im Cluster werden Simulationsmodelle und -methoden entwickelt und zu einer umfassenden Systemwissenschaft gebündelt. Diese zeichnet sich durch die enge Zusammenarbeit von Forscherinnen und Forschern aus den einzelnen Anwendungsgebieten der Mathematik, Informatik, Ingenieurwissenschaften und Sozialwissenschaften aus. Mit seinem Disziplinen übergreifenden Ansatz beschreitet der Exzellenzcluster SimTech damit neue Wege, um Simulationen noch leistungsfähiger, Vorhersagen zuverlässiger und Visualisierungen noch effektiver zu machen.

Im interdisziplinären Austausch begegnet SimTech drängenden Fragen aus Wissenschaft und Gesellschaft. Als eine seiner zentralen Visionen hat SimTech daher die Entwicklung von Cyber-Infrastrukturen identifiziert. Die wissenschaftliche Arbeit an dieser Vision befasst sich mit der Nutzung und Entwicklung von Simulationstechnologien in allen Bereichen des heutigen Lebens.

Eine besondere Rolle kommt dabei auch dem Projektnetzwerk „Reflexion und Kontextualisierung“ zu. Forscherinnen und Forscher aus Management- und Computerwissenschaften, aus Philosophie und Sozialwissenschaften analysieren in diesem Rahmen den Interaktionskontext von Computersimulationen auf verschiedenen Ebenen. Zu diesen Ebenen gehören zum Beispiel die des Individuums, der Gruppe, speziell der virtuellen Community, Institutionen und Unternehmen und die Gesellschaft im Allgemeinen. Auf dieser Grundlage wird die Rolle des Interaktionskontextes in verschiedenen Phasen von computergestützten Simulationen bestimmt. Die analysierten Phasen können von der Problemdefinition oder des Modellierungsprozesses über die Nutzung bis hin zur Interpretation reichen.

Dabei fokussiert sich die Forschung im Projektnetzwerk „Reflexion und Kontextualisierung“ auf die Begriffe und die Bedeutung von Unsicherheit,

von Perspektiven- und Wissensvielfalt, von Wissensentstehung, von Mehrdeutigkeit, Komplexität und von der Entscheidungsfindung während der verschiedenen Phasen von Simulationsprozessen. Im Ergebnis liefert die Arbeit in diesem Projektnetzwerk Typologien, soziale und begriffliche Analysen und Rahmenwerke für das kollektive Handlungsfeld, soziale Faktoren und die Entscheidungsfähigkeit. Die so entstehenden Erkenntnisse ermöglichen es, Simulationen sowie deren Verbreitung und Gebrauch zu optimieren.

Gerade für die Wirtschafts- und Sozialkybernetik bergen neue Erkenntnisse in der Simulationstechnologie große Potenziale. In Abstimmung mit Konzepten aus der Simulationswissenschaft können bisherige kybernetische Ansätze ergänzt und künftigen Anforderungen angepasst werden. In diesem Zusammenhang freue ich mich sehr, dass SimTech zu dieser Konferenz mit einer eigenen Special Session und vier Vorträgen zum Thema „Modellierung und Simulation komplexer, dynamischer Systeme und Netzwerke“ beiträgt.

Stuttgart, im August 2015

Prof. Dr.-Ing. *Wolfgang Ehlers*
Koordinator SimTech-Cluster/
Geschäftsführender Direktor
SRC SimTech

Vorwort

Im Juli 2014 fand in Stuttgart die Konferenz für Wirtschafts- und Sozialkybernetik – KyWi 2014 – statt. Die Konferenz als interdisziplinäres Forum für Forschungsarbeiten aus den Wirtschafts-, Geistes- und Ingenieurwissenschaften wurde vom Institut für Diversity Studies in den Ingenieurwissenschaften der Universität Stuttgart mit finanzieller Unterstützung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialkybernetik sowie des Exzellenzclusters Simulation Technology – SimTech der Universität Stuttgart organisiert. Das Konferenzformat war eine Kooperation zwischen der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialkybernetik e.V. (GWS), dem Institut für Unternehmenskybernetik e.V. (IfU) der RWTH Aachen und dem Strategy and Simulation Lab der Berner Fachhochschule (BFH). Dieser Tagungsband umfasst die wichtigsten Konferenzbeiträge der KyWi 2014 und bietet vielfältige Möglichkeiten der Reflexion.

Unter dem Leitthema „Digitale Welten: Neue Ansätze in der Wirtschafts- und Sozialkybernetik“ stellt der vorliegende Sammelband ein breites Spektrum der Verwendung kybernetischer Konzepte in verschiedenen heutigen Entscheidungssituationen dar. Kybernetisch fundierte Modelle und Methoden tragen zu Analyse und Planung bei und liefern wichtige Unterstützung angesichts komplexer Entscheidungen. Die kybernetische Perspektive eröffnet zusätzliche Möglichkeiten, solche Entscheidungen besser zu fundieren.

Da die Kybernetik zunehmend Eingang in verschiedene Disziplinen findet, ist es auch ein Ziel dieses Sammelbandes, einen Austausch zwischen den verschiedenen Akteuren zu fördern und neue Ansätze in der Wirtschafts- und Sozialkybernetik aufzuzeigen. Hier sind vor allem die Einflüsse digitaler Technologien und der anwachsenden Komplexität zu nennen. Die heutigen digitalen Möglichkeiten zur Simulation und zur Unterstützung von Kommunikation und Kollaboration sowie zur Ausgestaltung der Mensch-Maschine-Interaktion bieten dabei großes Potenzial, bisherige kybernetische Ansätze zu ergänzen und den künftigen Anforderungen anzupassen.

Die Lektüre der Beiträge dieses Sammelbandes zeigt die Breite kybernetischer Anwendungen im Kontext der „digitalen Welten“ auf. Im ersten Themenkomplex, „Kybernetische Ansätze in der Ausbildung“, sind Lehrensätze zusammengefasst. Beiträge, die vornehmlich betriebswirtschaftliche Fragestellungen im Fokus haben, präsentieren sich im zweiten Themenkomplex unter der Überschrift „Das kybernetische Unternehmen“. Unter Einbe-

zug einer auch technischen Wertschöpfungsperspektive als Beispiele für Kybernetik-Anwendungen in technischen Fachdisziplinen sind drei entsprechende Beiträge in den Themenkomplex „Dynamiken in Produktionssystemen“ eingeordnet.

Die Konferenz wurde durch zwei Special Sessions ergänzt, welche die Einflüsse digitaler Technologien und der anwachsenden Komplexität mit besonderen Schwerpunkten akzentuierten. Der Exzellenzcluster SimTech gab den Anstoß für einen Schwerpunkt mit dem Titel „Simulationstechnologie – Reflexion und Kontextualisierung“. Die zunehmende Komplexität in Wertschöpfungsprozessen und -ergebnissen wurde reflektiert in der Special Session mit dem Titel „Kollaborative Entwicklung und Bereitstellung von innovativen hybriden Leistungsbündeln in Manufacturing Ecosystems“. Die jeweiligen Beiträge der Special Sessions finden sich in den Themenkomplexen III. und V.

Die Beiträge des vorliegenden Tagungsbandes zeigen die Vielfalt an kybernetischen Konzepten, Methoden und Modellen in unterschiedlichen Disziplinen auf und belegen die Aktualität der kybernetischen Perspektive.

Stuttgart, im April 2017

Prof. Dr. *Meike Tilebein*

Inhaltsverzeichnis

Forum I

Kybernetische Ansätze in der Ausbildung

- Früh übt sich: Das Zusammenspiel von Bestands- und Flussgrößen in Ökosystemen – eine Unterrichtseinheit mit System Dynamics für Viertklässler
Von *Florian Kapmeier* und *Jörg Gerigk* 13
- „Deliberate practice“ in digitalen Welten? – Möglichkeiten für die Managementausbildung
Von *Andreas Größler* 43

Forum II

Das kybernetische Unternehmen

- Die Organisation als Soziales System – Eine sozialkybernetische Betrachtung
Von *Falko C. P. Wilms* 55
- Gestaltung komplementärer Beziehungen in Innovationsnetzwerken
Von *Sven-Völker Rehm* 71

Forum III

Beiträge aus dem Projektnetzwerk „Reflexion und Kontextualisierung“ des Exzellenzclusters SimTech

- Entwicklung von Simulationswerkzeugen für Laien – Herausforderungen und Ziele
Von *Miriam Greis* 91
- Kontextszenarien als Ergänzung modellgestützter Szenarioanalysen – Grundlagen und aktuelle Fragestellungen
Von *Ricarda Scheele, Hannah Kosow* und *Sigrid Prehofer* 107
- Computersimulationen als Erkenntnis- und Kommunikationsinstrument
Von *Dirk Scheer* 123

*Forum IV***Dynamiken in Produktionssystemen**

Entwurf eines Archetypen zum Modellieren von „Zeit“, „Bestand“ und „Kapazität“ in Produktionssystemen Von <i>Tobias Maschler</i> und <i>Meike Tilebein</i>	139
Varietätsdimensionierung in der Produktionsplanung für komplexe Lieferketten Von <i>Stephan Printz</i> , <i>René Vossen</i> und <i>Katharina Tarnacki</i>	157
Effiziente Kollisionsvermeidung für industrielle Handhabungsgeräte mit überschneidenden Arbeitsbereichen Von <i>Philipp Ennen</i> , <i>Daniel Ewert</i> , <i>Daniel Schilberg</i> und <i>Sabina Jeschke</i> .	173

Forum V

**Beiträge aus dem Projekt
„Manufacturing Service Ecosystem (MSEE)“**

Ideenfindung und -evaluierung mithilfe semantischer Ähnlichkeitsmaße Von <i>Manuel Hirsch</i> und <i>David Opresnik</i>	189
MSEE Service Delivery Platform: A Semantically-Enabled Service-Oriented Architecture Instantiation By <i>Ioan Toma</i> , <i>José María García</i> and <i>Dieter Fensel</i>	203
Mass Customization von Orthesen Von <i>Christian Kaiser</i> und <i>Thomas V. Fischer</i>	211
Autorenverzeichnis	225

Forum I

Kybernetische Ansätze in der Ausbildung

Früh übt sich: Das Zusammenspiel von Bestands- und Flussgrößen in Ökosystemen – eine Unterrichtseinheit mit System Dynamics für Viertklässler

Von *Florian Kapmeier*¹ und *Jörg Gerigk*²

A. Einführung

Das Verständnis der Struktur sozialer und natürlicher Systeme und ihrer Verhaltensweisen ist notwendig, um den vielfältigen Herausforderungen auf persönlicher, gesellschaftlicher und globaler Ebene gewachsen zu sein. Zu diesen sozialen und natürlichen Systemen zählen bspw. im unternehmerischen Kontext die Auswirkungen strategischer Entscheidungen oder im ökologischen Umfeld die langfristigen Konsequenzen der Emission von Treibhausgasen auf das Erdklima. Allerdings haben Studien zur ‚Badewannenendynamik‘ gezeigt, dass selbst Erwachsene häufig Schwierigkeiten haben, die Struktur und die Dynamik selbst einfacher Systeme nachzuvollziehen.³ Die gleichen Studien zeigen aber auch, dass Schulungen in systemischem Denken und System Dynamics dieses Verständnis schärfen. In Deutschland werden Menschen, wenn überhaupt, meist erst nach Abschluss ihrer Schulbildung mit systemischem Denken und System Dynamics vertraut gemacht. In den U.S.A. hingegen wird seit mehr als 40 Jahren darauf hingewirkt, systemisches Denken und System Dynamics in die Curricula von Kindergärten und Schulen aufzunehmen. Dieses K-12 – vom Kindergarten bis zur 12. Klasse – genannte Projekt⁴ hat sich zum Ziel gesetzt, Kinder und Jugendliche in amerikanischen Kindergärten und Schulen an systemisches Denken und System Dynamics heranzuführen, damit sie als Erwachsene den

¹ Hochschule Reutlingen, ESB Business School, Alteburgstraße 150, 72762 Reutlingen, florian.kapmeier@reutlingen-university.de.

² PricewaterhouseCoopers AG, Birchstrasse 160, 8050 Zürich.

³ Vgl. bspw. *Booth Sweeney/Sterman* (2000), *Kapmeier/Zahn* (2001), *Sterman/Booth Sweeney* (2002), *Fisher* (2002), *Ossimitz* (2002), *Kapmeier* (2004), *Cronin/Gonzales* (2007), *Cronin/Gonzales/Sterman* (2009) *Moxnes/Jensen* (2009), *Fischer/Degen* (2012), *Kapmeier/Happach/Tilebein* (2014), *Kapmeier/Tilebein/Happach* (2015), *Fischer/Gonzales* (2015), *Fischer/Kapmeier/Tabacaru/Kopainsky* (2015).

⁴ Vgl. *Sterman* (2011) und *Forrester* (2007).

oben genannten vielfältigen Herausforderungen besser gewachsen sind.⁵ Die International System Dynamics Society hat im Jahr 2011 die Bedeutung dieses Projekts mit der Auszeichnung der High-School-Lehrerin Diana Fisher für ihr Lebenswerk unterstrichen, die eine Initiatorin dieses Projekts ist. Fisher zeigt auf, dass in den letzten Jahren viele Lehrkonzepte für System Dynamics und systemisches Denken für Kinder und Jugendliche im Alter zwischen fünf und achtzehn Jahren entwickelt wurden.⁶ Weitere Schwerpunkte der Forschung liegen bspw. in einer Metastudie über K-12-Projekte zu systemischem Denken⁷, in pädagogischen Herangehensweisen⁸, in der Vorgehensweise zur Einführung von System Dynamics in Curricula⁹, im Einsatz von Spielen zu systemischem Denken¹⁰, sowie in generellen Studien zur Anwendung von System-Dynamics-Beispielen im Schulunterricht¹¹. Damit liegt die Zielgruppe der bestehenden Literatur zu dem Thema vornehmlich in den Erziehungs- und Lehrberufen selbst. In der einschlägigen Literatur fehlt bisher eine konkrete, strukturierte Darlegung einer Vorgehensweise für eine zeitlich beschränkte Unterrichtseinheit zur Unterstützung von Methodenexperten in System Dynamics und systemischen Denken, die an einer Schule eine Lehreinheit dazu durchführen wollen – und denen die Erfahrung im Entwickeln einer solchen Einheit für Schulkinder fehlt.

Im Folgenden wird für diese Zielgruppe das Beispiel einer 4-stündigen Lehreinheit mit Schwerpunkt auf systemischem Denken und System Dynamics für 9- und 10-jährige Schülerinnen und Schülern einer vierten Klasse aufgezeigt. Die Autoren des vorliegenden Beitrags sind selbst Methodenexperten.

In dem vorgestellten Fall lud die Metropolitan School Frankfurt die Autoren ein, eine Unterrichtseinheit zur Analyse von Ökosystemen mit System Dynamics durchzuführen. Im nachfolgenden Kapitel wird anhand des Ablaufplans der Unterrichtseinheit zunächst die dafür gewählte Vorgehensweise beschrieben. Anschließend werden die von den Kindern direkt im Anschluss und dann drei Monate später eingeholten Rückmeldungen zu dieser Lehreinheit vorgestellt. Der Beitrag schließt mit Ideen und Verbesserungsvorschlägen für zukünftige System-Dynamics-Lehrveranstaltungen.

⁵ Vgl. *Creative Learning Exchange* (2014).

⁶ Vgl. *Fisher* (2011a).

⁷ Vgl. *Hopper/Steve* (2008).

⁸ Vgl. *Kennedy* (2009).

⁹ Vgl. *Fisher* (1997) und *Lyneis/Quaden/Ticotsky* (2003).

¹⁰ Vgl. *Booth Sweeney* (2001), *Booth Sweeney* (2009), *Booth Sweeney/Meadows* (2010), *Fisher* (2007b).

¹¹ Vgl. *Booth Sweeney/Sterman* (2007), *Fisher* (2009).

B. Modellieren von Ökosystemen an der Metropolitan School Frankfurt

Im Februar 2011 wurden die Autoren von der Metropolitan School Frankfurt eingeladen, in einer vierstündigen Unterrichtseinheit die Grundlagen von systemischem Denken und System Dynamics einer vierten Klasse mit Kindern im Alter von 9 und 10 Jahren zu vermitteln. Inhaltlicher Themenschwerpunkt sollten Ökosysteme sein, die im Curriculum eine mehrwöchige Fokuslehreinheit bilden. Die Metropolitan School Frankfurt ist eine IB- (International Baccalaureate)-Vorschule und -Schule, an der 300 Schülerinnen und Schüler aus über 30 Nationen auf Englisch unterrichtet werden. Die Schule verfolgt ein Lehrkonzept, das die Kinder zum eigenständigen Lernen führt und auf einem systemischen Weltverständnis basiert. Für die Erstellung der Lehrmaterialien sichteten die Autoren die von System-Dynamics-Schulexperten veröffentlichten Vorgehensweisen, Modelle und Beispiele¹² und tauschten sich mit Linda Booth Sweeney sowie Lees Stuntz und Diane Fisher vom Creative Learning Exchange und Tom Fiddaman, einem Spezialisten für die Modellierung von Ökosystemen, von Ventana Systems aus.

Fisher identifiziert sechzehn Themen, die im Rahmen von Intervention zur Vermittlung von systemischem Denken für Schüler zwischen fünf und zehn Jahren geeignet sind.¹³

- (1) Aufdecken mentaler Modelle,
- (2) Veränderungen über der Zeit,
- (3) Einfache Verknüpfungen,
- (4) Zirkuläre Kausalität,
- (5) Selbst-verstärkende Rückkopplungsschleifen,
- (6) Zielsuchende Rückkopplungsschleifen,
- (7) Unbeabsichtigte Konsequenzen,
- (8) Bestands- und Flussgrößen,
- (9) Zeichnen einfacher Flussdiagramme,
- (10) Kleine generische Strukturen (linear, exponentiell),
- (11) Nutzen und Erstellen einfacher Simulationsmodelle,
- (12) Einfache Populationsdynamik,
- (13) Archetyp: Eskalation¹⁴,

¹² Vgl. *Booth Sweeney* (2001, 2009), *Booth Sweeney/Meadows* (2010), *Davidson* (1994), *Fisher* (1994, 1997, 2003, 2008, 2009).

¹³ Vgl. *Fisher* (2011), S. 396.

¹⁴ Vgl. *Senge* (1999), S. 463 f.