

**Zeitschrift:** Schweizer Monat : die Autorenzeitschrift für Politik, Wirtschaft und Kultur  
**Band:** 93 (2013)  
**Heft:** 1010  
  
**Artikel:** Wir Simulanten  
**Autor:** Burkhart, Helmar  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-737135>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## 3 Wir Simulanten

Ob bei der Wahl der Kleidung, beim Betreten eines Zuges oder auf über 10 000 Metern Flughöhe: Computersimulationen nehmen in unserem Alltag längst eine Schlüsselfunktion ein. Nach welchen Regeln funktioniert die Welt, die zwischen Fiktion und Wirklichkeit angesiedelt ist?

von Helmar Burkhart

Was haben die Wettervorhersage für den morgigen Tag, der Luzerner Bahnhof und ein japanischer Kleinwagen mit Baujahr 2011 gemeinsam? Diese Frage ist nicht Auftakt für den Witz des Tages, sondern soll den Blick für die Erfolgsgeschichte zuverlässiger Modellrechnungen schärfen. Denn die Mittel der Informatik haben unsere reale Welt in einem Mass beeinflusst, das für uns selbstverständlich geworden ist, aber unseren Grosseltern unvorstellbar erschien.

Beginnen wir mit einer unerschöpflichen Quelle für leichte Gespräche. Kurzfristige Wetterprognosen sind heute sehr zuverlässig: je nach Grosswetterlage erreichen wir eine Prognosegüte von 95 bis 99 Prozent für den Folgetag. Wetterdienstleister wie die Basler Firma meteoblue AG geben sogar frei zugängliche Prognosen für 3-Stunden-Intervalle. Ob bei der Vorbereitung einer Sportveranstaltung oder einer privaten Party – wir haben uns alle daran gewöhnt, solche Informationen jederzeit abrufen zu können.

Zum zweiten Beispiel: Bahnhöfe sind eingebunden in Streckengeleise und werden operativ betrieben mit Fahrplänen. Die Leistungsfähigkeit dieser Schaltstellen der Mobilität ist das Ergebnis von Simulationen. Schon im Jahre 2000 beschrieb die Betriebszeitung der SBB die Umbauarbeiten am Kopfbahnhof treffend mit «Virtuelle Züge lösen echte Knöpfe». Fachleute bezweifelten zuvor, dass die Verlegung von Teilen des Zugverkehrs auf ein einziges Gleis möglich sei. Simulationen kamen zu einem anderen Schluss: Virtuelle Züge testeten das Modell unter verschiedenen Rahmenbedingungen

(Fahrplan, mögliche Verspätungen, Rollmaterial, Umweltbedingungen). Auf Bildschirmen erschien die Umstellung als machbar. In der Tat: der Verkehr brach auch nach der realen Umstellung nicht zusammen – das virtuelle Modell konnte seine Korrektheit empirisch beweisen.

Die von der ETH entwickelte Software «OpenTrack» hat sich inzwischen zu einem auch international unverzichtbaren Werkzeug für solche und ähnliche Fälle entwickelt. Vor allem für Grossbauprojekte im Bahnwesen sind solche Werkzeuge unumgänglich. Die Konsequenzen nicht gemachter virtueller Hausaufgaben mussten in jüngster Zeit die Planer des künftigen Stuttgarter Hauptbahnhofs «Stuttgart 21» erkennen. Mit einer simplen Power-Point-Animation reklamierte Boris Palmer, Oberbürgermeister in Tübingen, vor laufenden Fernsehkameras das Fehlen von verlässlichen Simulationen aus der Planungswerkstatt. Der im Nachgang des Mediationsprozesses durchgeführte Stresstest durch die Schweizer Firma SMA und Partner AG brachte in der Tat Mängel der ursprünglichen Planung zutage: beispielsweise fand man heraus, dass einzelne andere Bahnhöfe ausgebaut werden müssten, um den angepeilten Durchsatz auf der Hauptstrecke zu erreichen. Nun ist Nachbessern angesagt – und das ist teuer.

### Die dritte Säule der Wissenschaft

Vom Gleis auf die Autobahn mit dem japanischen Kleinwagen und damit zu einer anderen Schlüsselfrage aus dem Bereich Mobilität: Wie senkt man den Benzinverbrauch von Fahrzeugen? Antwort: geringe-

### Helmar Burkhart

ist Professor für Informatik an der Universität Basel und leitet dort die High-Performance-and-Web-Computing-Gruppe am Departement Mathematik und Informatik. Er engagiert sich für eine stärkere Verbreitung von Informatikwissen in der Gesellschaft und ist Koautor von «Informatik@Gymnasium: Ein Entwurf für die Schweiz» (NZZ, 2013).

res Gewicht, bessere Aerodynamik, effizientere Verbrennung im Motor und einiges mehr. Alle genannten Punkte gehen heute Entwicklungsabteilungen mittels Simulation an. Etwa die Gewichtsfrage von Bauteilen: je dünner die Bleche, desto leichter das Auto. Allerdings muss die Reduktion der Blechstärke abgesichert, die Reissfestigkeit gewährleistet sein. Ingenieure können im virtuellen Raum Bauteile vorgängig modellieren und mit unterschiedlichen Parametern Stresstests an ihnen durchführen. Die Schweiz hat zwar keine eigene Autoindustrie, der Weltmarktführer von Software für Blechverformungen in der Autoform kommt aber aus den Hallen der Autoform AG im Kanton Schwyz. Dort werden Tag für Tag Softwarekomponenten zur Fabrikation des Autos von morgen entwickelt. Virtuell, versteht sich.

Die Liste der Erfolgsgeschichten liesse sich problemlos verlängern. Neue Flugzeuge werden heute nicht zuerst gebaut und getestet, sondern modelliert und simuliert – die Zeiten von realen 1:1-Modellen, die noch im Windkanal getestet wurden, sind vorbei. Der Pilot des Erstflugs vertraut den Resultaten vorhergehender Computersimulationen. Auch in den Lebenswissenschaften spielen Simulationen eine immer grö-



sere Rolle. Um beim vorigen Beispiel zu bleiben: Die Reissfestigkeit einer künstlichen Arterie und die eines Blechs können beide mit ähnlichen Methoden berechnet werden.

Die Simulation hat in Wirtschaft und Gesellschaft längst eine Schlüsselfunktion eingenommen. Hintergrund dieser Entwicklung ist nichts anderes als der Einzug der Informatik in viele Wissenschaftsgebiete. Sie ist neben den klassischen Ansätzen der «Theorie» und des «Experiments» zur dritten Säule der Wissenschaft geworden und hat sich in Form der sogenannten rechnergestützten Wissenschaften (engl. computational sciences) inzwischen an den Hochschulen nicht nur in den Ingenieur- und Naturwissenschaften etabliert. Computational Finance, Computational Psychology, Computational Linguistics – in all diesen Disziplinen sind «Modelle» zum unverzichtbaren Arbeitsinstrument geworden.

#### Wie funktioniert ein virtuelles «Modell»?

Grundsätzlich handelt es sich bei einem «Modell» um formale Beschreibungen einer vereinfachten Wirklichkeit. In der Meteorologie teilen wir die Erdoberfläche und die nähere Atmosphäre in Gebiete von Quadern ein, die in Wechselwirkung zueinander stehen. Pro Quader berechnen wir aus den Daten zu einem Zeitpunkt  $t$  charakteristische Parameter wie Temperatur und Luftdruck für den Zeitpunkt  $t+1$ . Abhängig von der Grösse der Gebiete, dem Einbezug unterschiedlicher Nachbarschaften und der Anzahl Zeitschritte entstehen so rechenintensive Probleme, die den Einsatz leistungsfähiger Computer bis hin zu Supercomputern erfordern. Im Falle der Blechverformung im Autobeispiel ist das Vorgehen ähnlich: Strömungsverhältnisse und Materialreissfestigkeit werden durch Formeln mathematisch modelliert und in Computerprogramme umgesetzt. Eine Verkehrssimulation wie im Bahnbeispiel hingegen geht anders vor. Sie formuliert mögliche Systemzustände und Ereignisse. In einer Ablaufsimulation wird mittels statistisch oder zufällig gewählter Zeitintervalle der Systemablauf bestimmt, der sich dynamisch anpasst. Die Zeiten, in denen reine Ereignisprotokolle ausreichen, sind längst

vorbei. Heute bestimmen graphische Darstellungen bis hin zu automatisch erstellten Animationen, wann wir wo und wie in welchen realen Zug oder in welchen Flieger einsteigen.

#### Grenzen virtueller Modelle

Modellbildung und Simulation stossen aber, wie jede Technik, an Grenzen in ihrer Anwendbarkeit. Beispielsweise ist die Prognose einer genauen Wolkenbildung extrem schwierig, eine Frage wie «Wird in zwei Stunden mein Garten Sonne haben oder beschattet sein?» im allgemeinen nicht beantwortbar. Wissenschaft kann zum Glück nicht alle Fragen beantworten. Was wäre das Leben ohne Überraschungen?

Wenn Entscheidungsträger Simulationsergebnisse heranziehen, müssen sie sich bewusst sein, dass beim Abbilden eines realen Systems in ein Modell zwangsläufig Annahmen getroffen und Vereinfachungen vorgenommen werden. Falsche oder ungenaue Annahmen beim Modellieren und Simulieren können zu weitreichenden Fehlentscheidungen führen. Ein aktuelles Beispiel ist die Diskussion um die Schuldenquote einer Volkswirtschaft, d.h. das Verhältnis zwischen Staatsschulden und nominalem Bruttoinlandsprodukt (BIP). Die Ökonomen Carmen Reinhart und Kenneth Rogoff haben in einer Studie aus dem Jahre 2010 eine Schuldenquote von 90 Prozent des BIP als kritische Obergrenze identifiziert, weil diese ein Wirtschaftswachstum prinzipiell verunmöglichen würde. Dieses Resultat wurde in der Folge von führenden EU-Politikern herangezogen, um weitreichende Entscheide zur Bekämpfung der Finanzprobleme Griechenlands zu treffen. In einer Überprüfung der MIT-Studie entdeckten die Wirtschaftswissenschaftler Thomas Herndon, Michael Ash und Robert Pollin, dass in der ursprünglichen Excel-Simulation in der Berechnungsformel fünf wichtige Länder irrtümlich ausgeklammert waren. Wird dies korrigiert, ergeben sich weniger gravierende Aussagen. Neben diesem Excel-Anwendungsfehler, der schon schlimm genug ist, startete in der Fachwelt eine bis heute noch nicht beendete Modellierungsdiskus-

sion: Soll in den verwendeten Formeln mit dem Median oder dem Durchschnittswert gearbeitet werden? Soll beispielsweise die Volkswirtschaft von Neuseeland als Datensatz mitverwendet werden? Vielfältige Lehren lassen sich aus diesem Beispiel ziehen, die wichtigste davon ist wohl: Simulationen müssen reproduzierbar sein. Sowohl die Simulationswerkzeuge als auch die verwendeten Datensätze müssen für eine Überprüfung jederzeit zur Verfügung stehen.

#### Die Post-PC-Informatik wird neue Formen von Grenzgängen bieten.

Virtuelle Modelle schaffen eine eigene Welt, die zwischen Fiktion und Wirklichkeit angesiedelt ist. Kann damit unsere reale Welt aber auch virtuell verfremdet werden? Ja, sie kann und wird. Wenn die natürliche Wahrnehmung durch elektronische, ortsbezogene Informationen angereichert wird, entsteht eine sogenannte erweiterte Realität (engl. augmented reality). Neue Mensch-Maschine-Schnittstellen in Form von eigens geschaffenen Ausrüstungen (z.B. intelligenten Brillen) machen es möglich, dass etwa potentielle Bewohner eines noch nicht gebauten Gebäudes ihr künftiges Heim immersiv erleben, d.h. als in die zukünftige Szene mit allen Sinnen einbezogene Menschen.

Waren die letzten drei Computerjahrzehnte von Dingen wie Bildschirm, Fenster und Mausbewegungen geprägt, wird die Post-PC-Informatik neue Formen von Grenzgängen zwischen Fiktion und Wirklichkeit bieten. Der informatische Mensch wird diese Chancen annehmen und – wie bei allen Änderungen seiner Lebenswelt in der Vergangenheit – einen mediengerechten Umgang lernen. So wie wir die Freiheit haben, das Smartphone jederzeit auszuschaalen, werden wir auch diese Brillen jederzeit abziehen und ausschliesslich die Realität geniessen können. ◀