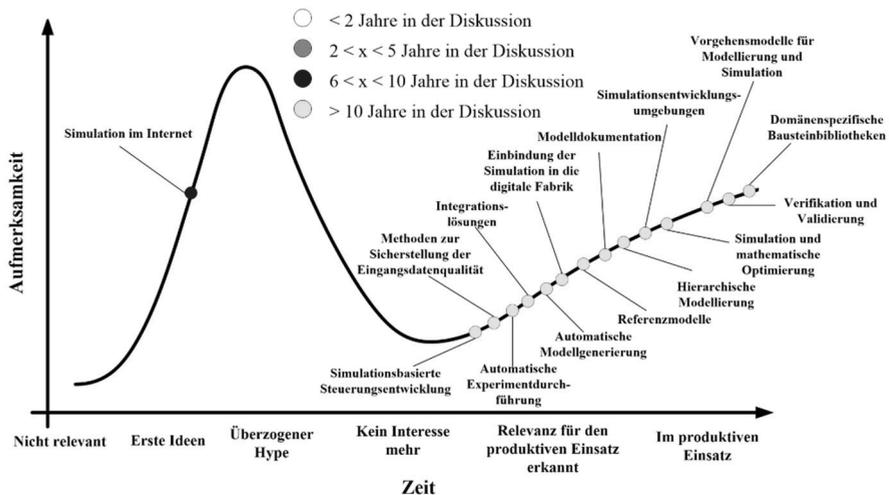


## Simulation in Produktion und Logistik – Quo vadis?

Sigrid Wenzel, Universität Kassel  
 sigrid.wenzel@uni-kassel.de

Seit den 1980er Jahren hat sich die ereignisdiskrete Simulation mehr und mehr in Produktion und Logistik etabliert. Mit zunehmender Durchdringung der Anwendung wurden die Simulationswerkzeuge auf Modellierungs-, Simulations-, Experiment- und Auswertungsebene sowie in Bezug auf ihre Interoperabilität mit anderen Werkzeugen sukzessive weiterentwickelt. Nichtsdestotrotz scheinen weder alle Entwicklungstrends hinreichend bekannt oder relevant zu sein, noch genügen die Werkzeuge den Bedarfen der Industrie vor dem Hintergrund der aktuellen Entwicklungen zur digitalen Transformation. Der vorliegende Beitrag fasst, ausgehend von einer Standortbestimmung, die aktuellen Forschungs- und Entwicklungstrends zusammen.



**Abbildung 1:** Gartner Hype Cycle basierend auf den Umfragedaten zur Studie 2013 (vgl. Peter und Wenzel 2013, S. 262)

Die Ergebnisse einer Studie in 2013 zum Einsatz der Simulation in Unternehmen, zum Einfluss der Simulation auf die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen sowie zum Entwicklungsstand der Simulation (Wenzel und Peter 2013) bestätigen, dass die Simulation als Analysemethode in vielen Unternehmen etabliert ist und ihr Einsatz ei-

nen positiven Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit eines Unternehmens hat. Die von der Industrie eindeutig benannten Entwicklungsthemen sind in Abbildung 1 eingetragen. Nicht aufgeführte Themen wurden in Bezug auf eine Einordnung in den Gartner Hype Cycle uneinheitlich bewertet. Dies betrifft Virtual Reality und 3D-Visualisierung (im produktiven Einsatz versus überzogener Hype) sowie Emulation, Interoperabilität von Modellen, Modellmanagementsysteme, Product Lifecycle Management, Simulation als Service und simulationsbasierte Assistenzsysteme (im produktiven Einsatz versus erste Ideen). Serious Games und Data Farming konnten 2013 fast gar nicht eingeschätzt werden. Ein Jahr später benennt der Wissenschaftsrat (2014) die Simulation als Schlüsseltechnologie und kritisiert, dass ihrer zunehmenden Bedeutung und ihrem Potenzial für Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft nicht hinreichend Rechnung in Forschung und Lehre getragen wird. Mayer und Mieschner (2019) wiesen eindringlich darauf hin, dass die Werkzeuge zur Ablaufsimulation als Baustein für Industrie 4.0 und digitale Zwillinge schnellstens weiterentwickelt werden müssen; sie benennen etwa die Anbindung an neue Methoden wie Big Data Analytics und die Interoperabilität zu anderen (Simulations-)Werkzeugen. Auch Wenzel et al. (2018) sprechen der Simulation die Rolle eines integralen Werkzeugs in den Entwicklungen im Kontext Industrie 4.0 zu. So kann die digitale Transformation in Produktion und Logistik nicht ohne die Ablaufsimulation umgesetzt werden, erfordert aber – wie der VDI mit seinen Thesen in Furmans et al. (2021) formuliert – Forschungen und Entwicklungen zur Modellbildung, zur Interoperabilität mit anderen Methoden sowie mit Produktions- und Logistiksystemen zum Aufbau digitaler Zwillinge, zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit von Simulationsmodellen sowie ihrer Validität und Prognosequalität, aber vor allem auch zur Umsetzung intelligenter Modelle und Assistenzsysteme auch unter Einbeziehung des maschinellen Lernens und der Datenanalyse. Zudem müssen Aus- und Weiterbildung forciert und Simulations- und Modellbildungskompetenz auch in kleinen und mittleren Unternehmen gestärkt werden. Nur so kann die Rolle der ereignisdiskreten Simulation in der Industrie langfristig festigt und als fester Bestandteil der digitalen Transformation etabliert werden – sei es als Planungs- und Analysewerkzeug, als Bestandteil eines digitalen Zwillings im laufenden Betrieb oder als Datenlieferant für Modelle der künstlichen Intelligenz.

## Literaturverzeichnis

- Furmans, K.; Hanschke, T.; Möller, D.P.F., Rabe, M.; Wenzel, S.; Zabel, A.; Zisgen, H.: VDI-Thesen und Handlungsfelder – Simulation in Produktion und Logistik. VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik, September 2021.
- Mayer, G.; Mieschner, M.: Industrie 4.0 – Chance oder Risiko für die Ablaufsimulation. In: Wenzel, S.; Peter, T.: Simulation in Produktion und Logistik 2017, Kassel: kassel university press, 2017, S. 1-5.
- Wenzel, S.; Peter, T.: Simulation zur Sicherstellung der Wettbewerbsfähigkeit – Ergebnisse einer Umfrage zur Simulation in Produktion und Logistik. In: Lödging, H.; Friedewald, A. (Hrsg.): Produzieren in Deutschland – Wettbewerbsfähigkeit im 21. Jahrhundert. Berlin: GITO mbH Verlag, 2013, S. 243-264.
- Wenzel, S.; Stolipin, J.; Jessen, U.: Ablaufsimulation in Industrie 4.0: Handlungsfelder für die industrielle digitale Transformation. In: Industrie 4.0 Management 34 (2018) 3, S. 29-32.
- Wissenschaftsrat (Hrsg.): Bedeutung und Weiterentwicklung von Simulation in der Wissenschaft, Positionspapier. Drucksache 4032-14, Dresden, Juli 2014.



*Drei Dutzend Jahre Simulationstechnik  
Markus Rabe & Anne Antonia Scheidler (Hrsg.)  
Festkolloquium ITPL, Dortmund, 29./30. September 2022*

## **Transportlogistik und Simulation**

*Uwe Clausen, TU Dortmund  
uwe.clausen@itl.tu-dortmund.de*

Gegenstand der Transportlogistik ist der externe Materialfluss, der Unternehmen mit seinen Lieferanten, Dienstleistern und Kunden sowie gegebenenfalls weiteren Standorten des Unternehmens verbindet. In der Modellierung spielen sowohl logistische Knoten wie beispielsweise Stückgutspeditionsanlagen, Paketverteilzentren, Häfen oder Flughäfen als oft schon komplexe Teilsysteme transportlogistischer Systeme, als auch die übergeordneten Transport- und Service-Netzwerke oder Distributionsnetze als „Makrostrukturen“ eine Rolle.

In Wissenschaft und Praxis werden die vorkommenden Transportnetze nach den zugrunde liegenden Konzepten, Gutarten und Serviceleveln unterschieden. Auch wird unterschieden nach der Zulieferung von Material an einen Produktionsbetrieb, der Distribution von Konsumgütern von den Herstellern zum Handel oder auch an private Empfänger sowie nach den Transportnetzwerken wie etwa Paket-, Express- oder Stückgutnetzwerken.

Die Simulation hat sich seit den 1980er Jahren als eine wichtige Technologie in Produktion und Logistik bewährt. In den Anfängen gab es eine Art Hype, als einige Manager behaupteten, dass in Zukunft alles bis ins Detail simuliert werden würde, bevor eine praktische Entscheidung getroffen wird. Nachdem man erkannt hatte, dass die Simulation ein wertvolles Instrument ist, was die Ergebnisse, aber auch den erforderlichen Aufwand betrifft, gab es eine – kurze – Phase der Enttäuschung, als einige unrealistische Erwartungen auf die tatsächlichen Vorzüge dieser großartigen Technologie heruntergebrochen wurden. Seit vielen Jahren erlebt die Zunft nun eine Phase des stabilen Wachstums, in der die Simulationstechnik die Anwendung durchdringt und auch neue Anwendungsfelder erobert.

Der Vortrag zeigt, wie die Simulation reale logistische Knoten wie etwa Stückgutspeditionsanlagen und Paketverteilzentren abbildet und wie Ergebnisse der Simulation für die Bestimmung von Grenzleistungen sowie für taktische und strategische Entscheidungen der Steuerung in der Transportlogistik genutzt werden.

Kurz wird die Kombination von Simulation mit Optimierung adressiert, ebenso wie die Verdienste des Kollegen Rabe und die Rolle am Logistikstandort Dortmund. Gerade für die Logistik wird Effizienz und Energie immer wichtiger und gesellschaftliche Ziele wie die Reduzierung des THG-Fußabdrucks unserer Industrie, des Handels und der sie verbindenden Logistik.





*Drei Dutzend Jahre Simulationstechnik  
Markus Rabe & Anne Antonia Scheidler (Hrsg.)  
Festkolloquium ITPL, Dortmund, 29./30. September 2022*

## **Die ereignisdiskrete Simulation und ihr Verhältnis zu informationstechnischen Modetrends**

*Steffen Straßburger, Technische Universität Ilmenau  
steffen.strassburger@tu-ilmenau.de*

Dem Motto dieses Festkolloquiums entsprechend schaut dieser Beitrag auf die Methode der ereignisdiskreten *Simulation* und ihr Verhältnis zu informationstechnischen Modetrends im Betrachtungszeitraum.

Im Grunde argumentieren wir, dass sich an der *Methode* der ereignisdiskreten Simulation im Betrachtungszeitraum – also in den letzten 36 Jahren – nichts Wesentliches geändert hat. Dies ist nicht als Kritik an der ereignisdiskreten Simulation zu werten, sondern könnte heute als *Resilienz* bezeichnet werden. Die ereignisdiskrete Simulation ist weiterhin hochrelevant und zeigt im Zusammenspiel mit informationstechnischen Neuerungen ihr nach wie vor großes Nutzenpotential.

Zur Unterstützung unserer Argumentation verweisen wir darauf, dass Simulatoren, die auf der Methode der ereignisdiskreten Simulation basieren, heute wie vor 36 Jahren intern Ereignisse und Ereignislisten verwenden, um die zeitliche Dynamik der mit ihnen erstellten Modelle abzubilden. So hat man vor 36 Jahren hierzu beispielsweise Simulationssprachen wie die General Purpose Simulation Language (GPSS) verwendet und konnte bei der Modellentwicklung und beim Debuggen direkt auf Grundkonstrukte der ereignisdiskreten Simulation wie die aktuelle und die zukünftige Ereignisliste zugreifen. Dieselben Konstrukte existieren in den modernen Simulatoren mit grafischer Benutzeroberfläche, wie etwa Plant Simulation, Anylogic oder Simio. Auch diese Simulatoren führen nach wie vor aktuelle Ereignisse aus, die wiederum zukünftige Ereignisse erzeugen. Selbst die Einteilung dieser zukünftigen Ereignisse in „B-Events“ (Ereigniszeitpunkt ist bekannt) und „C-Events“ (Ereigniszeitpunkt ist unbekannt und hängt von logischen Bedingungen ab) findet sich in modernen Simulatoren wieder. Der 3-Phasen-Ansatz nach Banks et al. (2005) lebt seit über 36 Jahren in fast jedem Simulator. Seine Implementierung kann, insbesondere bezogen auf das Scannen bedingter Ereignisse hocheffizient sein (Henriksen 2009) oder weniger effizient oder weniger nutzerfreundlich erfolgen.

Wo liegen nun also die Neuerungen?

Zum einen sind hier natürlich die Modellierung (heute meist grafisch mit Bausteinbibliotheken), die Visualisierung (jeder Simulator, der etwas auf sich hält, „kann heute 3D“) und die Unterstützung des Experimentierens zu nennen.

Aber wie hält es die ereignisdiskrete Simulation mit informationstechnischen Modetrends? Sie steht wie ein Fels in der Brandung. Und erlaubt es, von den Wellen umschlossen zu werden.



Betrachten wir zunächst das Aufkommen des World Wide Web (WWW). Und, ja, es gab die ereignisdiskrete Simulation schon lange, bevor es Internet und Email gab. Mit Aufkommen des WWW versuchte man, dessen Vorteile für den „Simulanten“ nutzbar zu machen. Noch weit bevor der Begriff der „Cloud“ aufkam, wurden Simulatoren auf Webserver verlagert und web-basierte Simulationsumgebungen entstanden (Lorenz et al. 1997). An der Methode änderte sich nichts, aber an der Art des Zugriffs und der Ausführung.

Betrachten wir sodann die verteilte Simulation. Über lange Zeit als Forschungsgebiet auf sehr spezielle Anwendungen des High Performance Computing beschränkt, gab es mit der High Level Architecture for Modeling and Simulation (HLA) seit Mitte der 1990er Jahre einen Standard, der versprach, ein Interoperabilitätsstandard zur Kopplung verschiedenster Simulatoren zu sein – dies schloss die ereignisdiskrete Simulation explizit mit ein. Diverse Forschungsarbeiten im universitären und außeruniversitären Bereich wurden hierdurch angestoßen. Änderungen an der Methode der ereignisdiskreten Simulation erforderte die HLA nicht – im Gegenteil, ihr Ziel war es gerade, bestehende Simulatoren einzubinden.

Die 2000er Jahre brachten den Trend der „Digitalen Fabrik“. Im Kern betrachtet sie unterschiedliche Planungs- und Simulationsmethoden und deren Vernetzung sowie durchgängige Nutzung. Die ereignisdiskrete Simulation stellt hierbei einen wichtigen Teil dar. Die Simulatoren mussten sich öffnen – etwa um an PLM-Systeme angebunden zu werden – und über Schnittstellen unterschiedlich erfolgreiche Versuche der automatischen oder teilautomatischen Modellgenerierung erdulden. Änderungen an der Methode der ereignisdiskreten Simulation ergaben sich hierdurch nicht.

Der aktuelle Modetrend lautet *künstliche Intelligenz* (KI) und *maschinelles Lernen*. Auch hier gilt wieder, dass die ereignisdiskrete Simulation wie ein Fels in der Brandung steht. Apokalyptiker, die mit Big Data und maschinellem Lernen der Simulation ein jähes Ende prophezeiten, dürften mittlerweile widerlegt sein. Es ist im Gegenteil so, dass maschinelles Lernen und Verfahren der KI die Erstellung von Simulationsmodellen geschickt ergänzen können, und dass die ereignisdiskrete Simulation oftmals sogar die Basis der Datengenerierung für KI-Verfahren liefert. Auch für die so entstehenden vielfältigen Spielarten der *hybriden* Simulation ergibt sich somit kein Änderungsbedarf an der Methode der ereignisdiskreten Simulation.

Und die Prognose für die Zukunft? Auch wenn wir in Dutzender-Schritten nach vorn schauen, wird die ereignisdiskrete Simulation lebendig und relevant sein, und mit dem technischen Fortschritt mithalten.

## Literaturverzeichnis

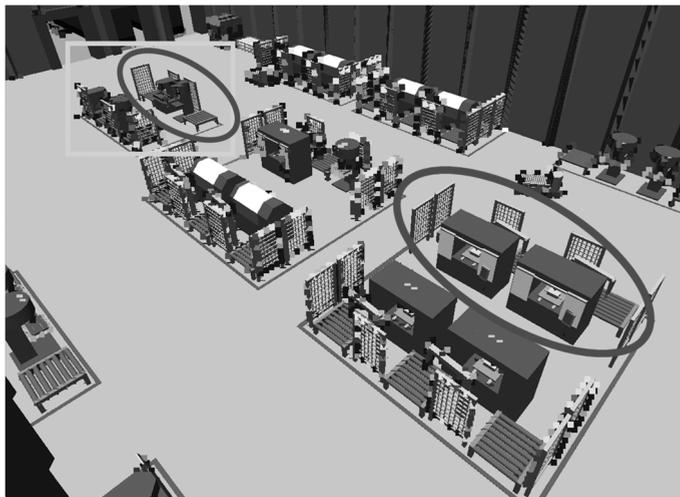
- Banks, J.; Carson, J.; Nelson, B.; Nicol, D. (2005) Discrete event simulation. 4<sup>th</sup> Edition, Englewood Cliffs, NJ: Pearson Prentice Hall, 2005.
- Henriksen, J. (2009) Efficient modeling of delays in discrete-event simulation. In: Alexopoulos, C.; Goldsman, D.; Wilson, J. (Hrsg.): Advancing the Frontiers of Simulation. Dordrecht u.a.: Springer 2009. S. 105-141.
- Lorenz, P.; Dorwarth, H.; Ritter, K.; Schriber, T. Towards a Web based simulation environment. In: Andradóttir, S.; Healy, K.; Withers, D.; Nelson, B. (Hrsg.): Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference. Piscataway, NJ: IEEE, S. 1338- 1344.

*Drei Dutzend Jahre Simulationstechnik  
Markus Rabe & Anne Antonia Scheidler (Hrsg.)  
Festkolloquium ITPL, Dortmund, 29./30. September 2022*

## **Simulation & Visualisierung – The Best is Yet to Come**

*Christoph Laroque, Westsächsische Hochschule Zwickau  
christoph.laroque@fh-zwickau.de*

In unserer Welt existieren reichlich Zitate über die Macht von Bildern und die Vorteile grafischer Darstellungen von komplexen Zusammenhängen. Auch im Gebiet der Simulation von Produktions- und Logistiksystemen gibt es eine lange Historie erfolgreicher Visualisierungsformen: Musste man sich in der etwas weiteren Vergangenheit noch mit recht rudimentären, zweidimensionalen Darstellungen von Modellen, Eingabe- und Ausgabedaten zufriedenstellen, arbeiten die kommerziellen Softwarelösungen heute mit leistungsfähigen 3D-Visualisierungen. Die Nützlichkeit von Visualisierungen muss daher hier nicht mehr prinzipiell diskutiert werden.



**Abbildung 1:** Beispiele einer 3D-Visualisierung für Materialflusssimulationen aus dem Jahr 2004 (Beispiel d<sup>3</sup>FACT)

Sieht man sich den Stand der Visualisierung in aktuellen Praxisprojekten an, ergeben sich aus den Prinzipien zur Gestaltung guter Visualisierungen einerseits und durch das Zusammensetzen einzelner Grafiken hin zu Dashboards, Berichten oder Stories andererseits durchaus noch signifikante Verbesserungspotentiale, die allerdings im Moment außerhalb der Simulationswerkzeuge erfolgen müssen. Hier können Best-Practices von Datenvisualisierungsprojekten aus den Bereichen Business Intelligence



und Business Analytics zweckdienlich sein und konkrete Mehrwerte in der Kommunikation der Ergebnisse liefern.

Richtet man den Blick zusätzlich zu den genannten Punkten der Zukunft entgegen, werden sich absehbar neue Möglichkeiten durch die beschleunigte Weiterentwicklung heute verfügbarer Technologien wie der Virtuellen Realität (VR) oder der Augmented Reality (AR) ergeben, die auch aus Sicht der Praxis und damit betriebswirtschaftlich sinnvoll eingesetzt werden könnten. Der Mehrwert und die Leistungsfähigkeit sind technisch heute wenig umstritten, erfordern aber einen signifikant erhöhten Aufwand, der sich in Zukunft durch neue Werkzeuge reduzieren wird. Darüber hinaus sind insbesondere durch die amerikanischen Social-Media-Konzerne recht konkrete Zukunftsbilder bekannt, die ein hybrides Leben und Arbeiten in realen und virtuellen Welten, im Metaversum, realistisch erscheinen lassen. Offen und in der wissenschaftlichen Community zu diskutieren ist, wie diese technischen Entwicklungen zweckdienlich genutzt werden könnten, um die unterschiedlichen Stakeholder von Simulationsstudien mit neuen Verfahren und Entscheidungsunterstützungssystemen zu begleiten, den Prozess der Modellbildung, Simulation, Szenarien- und Datenanalyse zu gestalten.



**Abbildung 2:** *Aktuelles Beispiel einer Datenvisualisierung in der virtuellen Realität*

Der Festvortrag wird die genannten Aspekte adressieren und nach einem knappen historischen Abriss – auch mit persönlichem Bezug – insbesondere auf die aktuellen und zukünftigen Möglichkeiten der innovativen Visualisierungs- und Kommunikationstechnologien eingehen. Aus verschiedenen Projekten werden Beispiele herangezogen, um die sich ergebenden Möglichkeiten vorzustellen und als Grundlage für weitere Diskussionen zu etablieren.



*Drei Dutzend Jahre Simulationstechnik  
Markus Rabe & Anne Antonia Scheidler (Hrsg.)  
Festkolloquium ITPL, Dortmund, 29./30. September 2022*

## **36 minus 6 Jahre kommerzielle Simulationsstudien – Was hat sich geändert und was ist geblieben?**

*Sven Spieckermann, SimPlan AG, Hanau  
sven.spieckermann@simplan.de*

Drei Dutzend Jahre Simulationstechnik lautet das Thema des Festkolloquiums. Auf mittlerweile immerhin zwei und ein halbes Dutzend Jahre Erfahrung in der kommerziellen Anwendung ereignisdiskreter Simulationssoftware kann der Autor dieses Beitrags zurückblicken. Vor diesem Hintergrund sind die folgenden Zeilen ein subjektiver, unvollständiger und ausdrücklich nicht wissenschaftlicher Versuch der Sammlung einer Reihe von Beobachtungen zu kommerziellen Simulationsstudien. Im Vordergrund steht dabei die Frage, was sich in den vergangenen drei Dekaden geändert oder eben auch nicht geändert hat. Gestreift werden Aspekte wie Simulation in der Lehre an Hochschulen und Universitäten, Rolle der Programmierung bei der Erstellung von Simulationsmodellen, Eigenschaften von Simulationswerkzeugen, Einsatzzeitpunkt der Simulation im Lebenszyklus realer Systeme und einiges mehr. Ohne zu viel vorwegzunehmen: Fast alles hat sich geändert und doch ist vieles noch so wie vor 30 Jahren!

Ganz anders als 1992 stellt sich heute das Lehrangebot im Bereich Simulation dar. Waren Simulationsvorlesungen vor dreißig Jahren noch vereinzelte Angebote an wenigen Fakultäten in Deutschland, finden sich heute entsprechende Kurse an so gut wie jeder Universität oder Hochschule entweder in der quantitativen Betriebswirtschaftslehre, in der Informatik oder in den Ingenieurwissenschaften. Das hat parallel bei vielen potenziellen Arbeitsgebern zu einem deutlichen Wandel des Anspruchs an die Qualifikation von Absolventen im Simulationsbereich geführt. Waren in den neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts Programmierkenntnisse eine der wesentlichen Voraussetzungen für den Berufseinstieg als künftiger Simulationsexperte, kommen heute regelmäßig zusätzlich erste Erfahrungen mit mindestens einem der gängigen ereignisdiskreten Simulationswerkzeuge als weitere Vorbedingung hinzu. Gleich geblieben hingegen sind die Grundlagen für eine fachgerecht durchgeführte Simulationsstudie und damit die elementaren Bestandteile einer Vorlesung, die in die Simulation einführt: die prinzipielle Funktionsweise der ereignisdiskreten Simulation, die Grundlagen der Statistik und der Versuchsplanung sowie Grundkenntnisse der Vorgehensweise bei Datensammlung, -aufbereitung und Modellierung waren und sind wesentliche Bausteine.

Wie bereits angedeutet hat sich ebenfalls nicht geändert, dass für den Aufbau fast aller größeren Simulationsmodelle Programmierkenntnisse und Programmierung notwendig sind. Wie sollte auch sonst ein realitätsnahes Modell entstehen können, wo



doch der (individuelle) Softwareanteil in automatisierten Produktions- und Logistiksystemen eine immer größere Rolle spielt. In diesem Zusammenhang steht ebenfalls unverändert das Versprechen vieler Softwarehersteller im Raum, dass Simulationsmodelle, insbesondere mit ihrem jeweiligen Simulationswerkzeug, auch ganz ohne Programmierung erstellt werden können. Das mag für ausgesuchte Anwendungsfälle richtig sein, in der Breite gilt es aber nicht – wobei sich erfreulicherweise die Unterstützung des Modellierenden bei der Programmierung in vielen Fällen deutlich verbessert hat: ob das verbesserte Editoren, Templates für bestimmte Codesequenzen, die Möglichkeiten bei der Fehlersuche oder gar Low Code Methoden sind – effizientes Programmieren wird heute von vielen Simulationswerkzeugen deutlich besser unterstützt als vor 30 Jahren, und natürlich tragen auch verbesserte Bausteine oder Objektbibliotheken zur Reduzierung des Programmieraufwands insgesamt bei.

Allerdings sind höhere Effizienz und verringerter Programmieraufwand aus kommerzieller Perspektive auch dringend erforderlich. Für viele Simulationsanwendungen etwa im Automobil- oder Logistikbereich erwartet der Markt heute eine deutlich zügigere Modellerstellung als das in der Vergangenheit der Fall war. Es ist keine Seltenheit, dass Studien heute mit 30-50 % des Zeitbudgets auskommen müssen, welches für die gleiche Aufgabenstellung Mitte der neunziger Jahre noch zur Verfügung gestellt worden wäre. Da hilft auch, dass Simulationswerkzeuge heute in vielen Fällen deutlich umfassendere Entwicklungsumgebungen sind als das früher der Fall war. Das darf selbstverständlich nicht darüber hinwegtäuschen, dass ein ereignisdiskreter Simulator bei der Modellausführung heute immer noch genauso arbeitet wie schon vor drei Dutzend Jahren. Im Hinblick auf die Eigenschaften von Simulationswerkzeugen spielt die Fähigkeit zur 3D-Darstellung von Modellen und Modellabläufen eine kontinuierlich wachsende Rolle. Dabei reicht es teilweise nicht mehr aus, dass ein Werkzeug 3D-fähig ist; vielmehr wird im Lichte von Lösungen aus der Spieleindustrie oder etwa angesichts von NVIDIAs Omniverse mitunter die Frage nach fotorealistischer Darstellung gestellt.

In Kürze einige weitere Beobachtungen aus der Perspektive der Simulationsdienstleistung: Unverändert geht die ereignisdiskrete Simulation „von oben nach unten“ durch die Märkte – große Unternehmen beginnen, kleine und mittlere ziehen (bis heute mitunter oft eher zögerlich) nach. Unverändert dominiert der Simulationseinsatz in der Planung. Betriebsbegleitende Simulation, die aktuellen Trends folgend wohl als digitaler Zwilling zu bezeichnen wäre, ist nach wie vor die große Ausnahme. Unverändert gibt es trotz der spürbar gewachsenen Bekanntheit der Simulationstechnik immer noch eine große Schar an „Unwissenden“, die noch keine Berührung mit ereignisdiskreter Simulation hatten. Auf der anderen Seite ist in manchen Bereichen der Industrie Simulation so selbstverständlich, dass für ihre Beschaffung und Bereitstellung das neudeutsche Wort „Commodity“ durchaus treffend ist: Simulation ist in manchen Anwendungsbereichen eine standardisierte Leistung, die von einer Reihe von Anbietern erbracht werden kann und die sich in erster Linie über den Preis differenziert. Hier wie auch an anderen Stellen trägt es regelmäßig zu höherer Aufmerksamkeit und stärkerer Differenzierung bei, anstelle der Begriffe Simulation und Simulationstechnik von Digitalisierung und Digitalen Zwillingen zu reden. Ob es nun an aktuellen „Buzzwords“ liegt oder daran, dass sich der Nutzen der Simulation an sich durchsetzt: Es hat sich nicht geändert, dass der Markt für ereignisdiskrete Simulation kontinuierlich wächst, und wir sehen heute eine deutlich stärkere kommerzielle Nutzung der Simulationstechnik als jemals zuvor in den vergangenen 36 Jahren!