



## Vorwort

Die Simulation spielt in der Produktentstehung eine stetig wachsende Bedeutung. Aktuelle Technologien wie der Digitale Zwilling und der Digitale Schatten, Augmented und Mixed Reality, Künstliche Intelligenz und synthetische Lernumgebungen, wissensbasierte Konfiguratoren und webbasierte Simulationssysteme sowie die Erweiterung der Verhaltensmodellierung auf alle physikalischen Domänen sind spannende Themen, die auf der ASIM-Fachtagung Simulation in Produktion und Logistik 2021 präsentiert und diskutiert werden.

Die ASIM präsentiert die größte europäische Fachtagung zur Simulation in Produktion und Logistik nur alle zwei Jahre. Wissenschaftliche Forschungsbeiträge und interessante Anwendungsberichte aus der Industrie zeigen aktuelle Entwicklungen und zukunftsweisende Trends zu simulationsgestützten Ansätzen zur Optimierung der Markteinführungszeiten, der operativen Exzellenz und der Ressourceneffizienz. Diskutiert werden technische Möglichkeiten und organisatorische Voraussetzungen zur Nutzung digitaler Modelle in der Planung und im Betrieb von manuellen, automatisierten und hybriden Fertigungs- und Logistikprozessen.

Der vorliegende Tagungsband umfasst die Beiträge der 19. ASIM Fachtagung „Simulation in Produktion und Logistik“ (SPL 2021), die aufgrund der Coronapandemie als digitale Tagung durchgeführt wird.

Kernthemen der Konferenz bilden neue und weiterentwickelte Simulationswerkzeuge und deren fortschrittliche Nutzung zur Vorhersage und zur Rückverfolgbarkeit des Verhaltens sowie zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit von Maschinen, Anlagen und komplexen Systemen. Zunehmende Schwerpunkte sind die tragende Rolle der Modellierung und Simulation für die Digitalisierung sowie der Einsatz von datenbasierten Methoden, der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens.

Wir bedanken uns herzlich bei allen AutorInnen für die Teilung ihres Wissens, den Mitgliedern des Programmkomitees für die Sicherung der Qualität und den Verantwortlichen in der Organisation für den reibungslosen Ablauf der Tagung. Besonderer Dank gilt den Sponsoren und den Ausstellern für die Gestaltung der Ausstellung und die finanzielle Unterstützung der Tagung.

Wir sind überzeugt, dass auch die digitale Form der ASIM-Fachtagung Simulation in Produktion und Logistik 2021 eine effektive Plattform bietet, um neue technologische Ansätze zu diskutieren, aufschlussreiche Einblicke in neue Anwendungen der Simulation in Produktion und Logistik zu erhalten, Fachkontakte zu knüpfen und alte Bekannte in modernen Online-Tools zu treffen. Bei der Lektüre des vorliegenden Tagungsbandes wünschen wir Ihnen viel Vergnügen und Anregungen für Ihre eigenen Tätigkeiten in Forschung und Entwicklung.

Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke und Prof. Dr. rer. Pol. Peter Schuderer

Erlangen, September 2021



## Foreword

Simulation plays an ever-increasing role in product development. Current technologies such as the Digital Twin and the Digital Shadow, Augmented and Mixed Reality, Artificial Intelligence and synthetic learning environments, knowledge-based configurators and web-based simulation systems as well as the extension of behavioral modeling to all physical domains are exciting topics that will be presented and discussed at the ASIM Dedicated Conference Simulation in Production and Logistics 2021.

ASIM presents the largest European symposium on simulation in production and logistics only every two years. Scientific research contributions and interesting application reports from industry will show current developments and forward-looking trends on simulation-based approaches to optimize time-to-market, operational excellence and resource efficiency. Technical possibilities and organizational requirements for the use of digital models in planning and operation of manual, automated and hybrid manufacturing and logistics processes are discussed.

This conference volume comprises the contributions of the 19th ASIM Symposium "Simulation in Production and Logistics" (SPL 2021), which is being held as a digital conference due to the Corona pandemic.

Core topics of the conference are new and advanced simulation tools and their advanced use for predicting and tracing behavior and improving the performance of machines, plants and complex systems. Increasing emphasis is being placed on the supporting role of modeling and simulation for digitization, as well as the use of data-based methods, artificial intelligence, and machine learning.

We would like to express our sincere gratitude to all authors for sharing their knowledge, to the members of the program committee for ensuring quality, and to those responsible in the organization for the efficient running of the conference. Special thanks go to the sponsors and exhibiting companies for the presentation of the exhibition and the financial support of the conference.

We are convinced that the digital form of the ASIM Symposium Simulation in Production and Logistics 2021 will also provide an effective platform to discuss new technological approaches, gain insightful insights into new applications of simulation in production and logistics, establish expert contacts and meet old acquaintances in modern online tools. While reading the present conference proceedings, we hope you will enjoy the conference and find inspiration for your own activities in research and development.

Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke und Prof. Dr. rer. Pol. Peter Schuderer  
Erlangen, September 2021



Die ASIM-Fachtagung „Simulation in Produktion und Logistik“ ist die regelmäßige Tagung der Fachgruppe „Simulation in Produktion und Logistik“ der Arbeitsgemeinschaft Simulation (ASIM). Die ASIM ist zugleich der Fachausschuss 4.5 der Gesellschaft für Informatik (GI).

**Dieses Buch ist registriert als ASIM-Mitteilung Nummer 177.**

## Programmkomitee

- Chairmen: Jörg Franke, FAU Erlangen-Nürnberg (Erlangen, Germany)  
Peter Schuderer, TH Ingolstadt (Ingolstadt, Germany)
- Hans-Peter Barbey (Germany)  
Thomas Bauernhansl, Universität Stuttgart (Germany)  
Eva Brandmeier, HAW Coburg (Germany)  
Thorsten Claus, TU Dresden - IHI Zittau (Germany)  
Uwe Clausen, TU Dortmund (Germany)  
Jochen Deuse, TU Dortmund (Germany)  
Toni Donhauser, Siemens Mobility GmbH (Germany)  
Klaus Dröder, TU Braunschweig (Germany)  
Johannes Fottner, TU München (Germany)  
Jörg Franke, FAU Erlangen-Nürnberg (Germany)  
Frank Herrmann, OTH Regensburg (Germany)  
Steffen Ihlenfeldt, TU Dresden (Germany)  
János Jósvai, Széchenyi István University (Hungary)  
Angel A. Juan, Universitat Oberta de Catalunya (Spain)  
Markus Klug, SSI Schäfer IT Solutions GmbH (Austria)  
Bernd Kuhlenkötter, Ruhr-Universität Bochum (Germany)  
Gisela Lanza, Karlsruher Institut für Technologie (Germany)  
Christoph Laroque, Westsächsische Hochschule Zwickau (Germany)  
Mathias Liewald, Universität Stuttgart (Germany)  
Lothar März, STREMLER AG (Germany)  
Jochen Merhof, HAW Coburg (Germany)  
Joachim Metternich, TU Darmstadt (Germany)  
Hans-Christian Möhring, Universität Stuttgart (Germany)  
Alexander Pflaum, Otto-Friedrich Universität Bamberg (Germany)  
Carsten Pöge, Volkswagen AG (Germany)  
Bastian Prell, TH Wildau (Germany)  
Markus Rabe, TU Dortmund (Germany)
- Andreas Rinkel, HSR Hochschule für Technik Rapperswil (SUISSE)  
Oliver Rose, Universität der Bundeswehr München (Germany)  
Jürgen Roßmann, RWTH Aachen (Germany)  
Johannes Schilp, Universität Augsburg (Germany)  
Andreas Schlegel, Fraunhofer IWU (Germany)  
Robert Schmitt, WZL der RWTH Aachen (Germany)  
Monika Schneider, RSE Fabrik-/Logistik-Planungsgesellschaft mbH (Germany)  
Peter Schuderer, Technische Hochschule Ingolstadt (Germany)  
Sven Spieckermann, SimPlan AG (Germany)  
Dirk Steinhauer, SimPlan AG (Germany)  
Patricia Stock, REFA-Institut e.V. (Germany)  
Johannes Stoldt, Fraunhofer IWU (Germany)  
Steffen Straßburger, TU Ilmenau (Germany)  
Sebastian Thiede, University of Twente (Netherlands)  
Margit Thomsen, INCONTROL Simulation Solutions (Germany)  
Alexander Verl, Universität Stuttgart (Germany)  
Markus Vorderwinkler, University of Applied Sciences Upper Austria (Austria)  
Matthias Wenk, Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden (Germany)  
Sigrid Wenzel, Universität Kassel (Germany)



## Contents

### **DIGITALER ZWILLING UND DIGITALER SCHATTEN**

#### DIGITAL TWIN AND DIGITAL SHADOW

Die neue VDI-Richtlinie zur Prognose von Umgebungseinflüssen in der Digitalen Fabrik <i>Zülch, Gert; Karlsruher Institut für Technologie; Keller, Volker; Stadler Rail Service Deutschland</i> .....	1
Digital-physische Verbundkonzepte: Gegenüberstellung, Nutzeffekte und kritische Hürden <i>Scheer, Richard; Robert Bosch GmbH; Straßburger, Steffen; TU Ilmenau; Knapp, Marc; Robert Bosch GmbH</i> .....	11
Simulationsbasierte Bewertung von kombinierten Lean und Industrie 4.0 Maßnahmen in wandlungsfähigen Produktionssystemen <i>Martin, Niels L.; Dé, Antal; Langer, Adrian; Henningsen, Nadja; Ortmeier, Christian; Abraham, Tim; Herrmann, Christoph; TU Braunschweig</i> .....	21
Der Digitale Zwilling als echtzeitnahes Fertigungsabbild <i>Selmaier, Andreas; Herbert, Meike; Sjarov, Martin; FAU Erlangen-Nürnberg; Distler, Johannes; Fürst, Jens; Siemens Healthcare GmbH; Franke, Jörg; FAU Erlangen-Nürnberg</i> .....	31
Von der Simulation zum Experimentierbaren Digitalen Zwilling und zurück <i>Schluse, Michael; Roßmann, Jürgen; RWTH Aachen</i> .....	41

### **ENERGIEEFFIZIENZ, -FLEXIBILITÄT UND NACHHALTIGKEIT**

#### ENERGY EFFICIENCY, ENERGY FLEXIBILITY AND SUSTAINABILITY

Modulare Simulation bei der energieorientierten Planung industrieller Heiz- und Kühlsysteme <i>Moog, Daniel; Borst, Fabian; Weigold, Matthias; TU Darmstadt</i> .....	51
Simulationsbasierte Optimierung zur Konfiguration von ökoeffizienten Supply Chains <i>Schreiber, Lucas; Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (IML); Niehus, Christian; TU Dortmund; Moroff, Nikolas; Fraunhofer Institut für Materialfluss und Logistik (IML)</i> .....	61
Analyse von konventionellen Prioritätsregeln zur Reduktion von CO <sub>2</sub> -Emissionen durch den Einsatz von Photovoltaikanlagen <i>Terbrack, Hajo; TU Dresden; Claus, Thorsten; IHI Zittau; Götz, Matthias; TU Dresden; Herrmann, Frank; Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg; Selmaier, Maximilian; BMW Group</i> .....	75



Material- und Energieflusssimulation zur prädiktiven Bestimmung von Ofenreinigungsintervallen <i>Dettelbacher, Johannes; Schlüter, Wolfgang; Hochschule Ansbach</i> .....	85
Eine Datenbank für klassifizierte Forschungs- und Anwendungsberichte zu energieorientierter Simulation in Produktion und Logistik <i>Stoldt, Johannes; Fraunhofer IWU; Prell, Bastian; TH Wildau; Rabe, Markus; TU Dortmund; Wenzel, Sigrid; Universität Kassel; Thiede, Sebastian; University of Twente</i> .....	93
Simulation-based assessment of energy demand and costs associated with production scrap in the battery production <i>Ventura Silva, Gabriela; Thomitzek, Matthias; Abraham, Tim; Herrmann, Christoph; TU Braunschweig</i> .....	103
<b>EREIGNISDISKRETE SIMULATION</b>	
DESCRETE EVENT SIMULATION	
A modular, discrete-event simulation framework for modelling free ranging transportation vehicles in intralogistics <i>Reith, Karl-Benedikt; Rank, Sebastian; Schmidt, Thorsten; TU Dresden</i> .....	113
Referenzmodell zur wertstrombasierten Simulation von Unstetigförderern in der Grobplanungsphase von Produktionssystemen <i>Rabe, Markus; TU Dortmund; Wincheringer, Walter; Sohny, Tobias; Hochschule Koblenz</i> .....	123
Application of discrete-event simulation for factory planning - A case study <i>Herbert, Meike; Selmaier, Andreas; Mühlmann, Felix; FAU Erlangen-Nürnberg; Fürst, Jens; Siemens Healthcare GmbH; Franke, Jörg; FAU Erlangen-Nürnberg</i> .....	133
Einsatz der ereignisdiskreten Materialflusssimulation bei Methoden aus der kontinuierlichen Verbesserung im Fertigungsumfeld: Erfolg und Auswirkungen der Speedweek 4.0 <i>Sitz, Sarah; Zerreis, Maximilian; Robert Bosch GmbH; Lechler, Tobias; Franke, Jörg; FAU Erlangen-Nürnberg</i> .....	143
Methoden und Konzepte des Digitalen Logistikzwillings der AG der Dillinger Hüttenwerke (Dillinger) <i>Herzog, Alexander; TU Clausthal; Necil, Jan; Pollet, Martin; Busch, Heike; AG der Dillinger Hüttenwerke</i> .....	157
Einsatz ereignisdiskreter Simulation zur simultanen Allokation von Bestands-, Kapazitäts- und Zeitpuffern in variabilitätsbeeinflussten Produktionssystemen <i>Lenze, David; TU Dortmund; Schallow, Julian; RIF e.V. - Institut für Forschung und Transfer; Deuse, Jochen; TU Dortmund</i> .....	167

**INTRALOGISTIK, LIEFERKETTEN UND PRODUKTIONSNETZWERKE**

## INTRALOGISTICS, SUPPLY CHAINS AND PRODUCTION NETWORKS

- Simulationsbasierte Validierung eines automatisierten Produktions- und Materialflusssteuerungssystems  
*Lichtenstern, Isabella; Wucherer, Stefanie; Hochschule für angewandte Wissenschaften Augsburg;*  
*Klarmann, Steffen; Valeo Schalter und Sensoren GmbH;*  
*Kerber, Florian; Hochschule für angewandte Wissenschaften Augsburg..... 177*
- Einfluss von Störungen auf den Umgang mit Deadlocks in einem fahrerlosen Transportsystem  
*Müller, Marcel; Ulrich, Jan Hendrik; Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg;*  
*Reyes Rubiano, Lorena Silvana; University of La Sabana;*  
*Reggelin, Tobias; Zadek, Hartmut;*  
*Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg ..... 187*
- Simulationsbasierte Untersuchung der Grenzproduktivität von Robotern in einem AutoStore-Lagersystem  
*Galka, Stefan; Scherbarth, Christoph; OTH Regensburg ..... 197*
- Simulationsmodell mit 3D-Animation zur schnellen Bewertung von Ablaufplänen in der Produktion  
*Rolf, Benjamin; Reggelin, Tobias; Lang, Sebastian; Müller, Marcel;*  
*Prehm, Johann; Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg..... 207*
- Demand Driven Resupply of Offshore Components by Cascading Simulation and Linear Optimization  
*Rippel, Daniel; Lütjen, Michael; Universität Bremen;*  
*Szczerbicka, Helena; Universität Hannover;*  
*Freitag, Michael; Universität Bremen ..... 217*
- Utilising Relations between Actions to Improve the Performance of Optimisation Procedures for Distribution Networks  
*Rabe, Markus; TU Dortmund;*  
*Ammouriova, Maja; Universitat Oberta de Catalunya..... 227*
- Analytical and Empirical Study of Proper Parameters for TOC under Uncertainty  
*Rükgauer, Andreas; FHWS Würzburg-Schweinfurt ..... 237*

**PRODUKTIONSPROZESSE**

## PRODUCTION PROCESSES

- Die Materialflusssimulation im Kontext eines Produktlebenszyklusmanagements  
*Pöge, Carsten; Meyer, Torben; Volkswagen AG..... 247*
- Optimierung der Auslastung eines Matrix-Montage-Systems durch Konzeptionierung und Implementierung eines Genetischen Algorithmus für Maschinenbelegungsplanung  
*Purgander, Jana; Hinckeldeyn, Johannes; TU Hamburg ..... 257*



Modularer Simulationsbaukasten zur Modellierung der Instandhaltungsabläufe in Zugdepots <i>Donhauser, Toni; Siemens Mobility GmbH;</i> <i>Natterer, Niklas; Siemens Advanta Consulting;</i> <i>Genc, Emin; Siemens Mobility GmbH</i> .....	267
Collaborative Virtual Reality System for Industrial based Assembly Training <i>Müller, Rainer; Hörauf, Leenhard; Eichenwald, Max; ZeMA gGmbH</i> .....	275
Simulationsbasierte Konfiguration der Stationen von Matrix-Produktionssystemen <i>Völker, Sven; Verbeet, Richard; Technische Hochschule Ulm</i> .....	285
Rückwärtssimulation als Instrument zur Produktionsplanung - Erkenntnisse aus einer praxisbezogenen Fallstudie <i>Schneider, Germar; Scholl, Wolfgang;</i> <i>Infineon Technologies Dresden GmbH &amp; Co. KG;</i> <i>Leissau, Madlene; Laroque, Christoph;</i> <i>Westfälische Hochschule Zwickau</i> .....	295
<b>SIMULATION MIT DATA ANALYTICS UND MACHINE LEARNING</b>	
SIMULATION WITH DATA ANALYTICS AND MACHINE LEARNING	
Scalable cooperative Multi-Agent-Reinforcement-Learning for order-controlled on schedule manufacturing in flexible manufacturing systems <i>Denkena, Berend; Dittrich, Marc-André; Fohlmeister, Silas; Kemp, Daniel;</i> <i>Palmer, Gregory; Leibniz Universität Hannover</i> .....	305
A review on simulation metamodeling for decision support systems using artificial neural networks <i>Billiet, Harold; Stark, Rainer; TU Berlin</i> .....	315
Towards Production-Ready Reinforcement Learning Scheduling Agents: A Hybrid Two-Step Training Approach Based on Discrete-Event Simulations <i>Kemmerling, Marco; Samsonov, Vladimir; Janke, Tim; Lütticke, Daniel;</i> <i>Cybernetics Lab IMA &amp; IfU;</i> <i>Gützloff, Andreas; Schmidhuber, Matthias; WZL der RWTH Aachen;</i> <i>Meisen, Tobias; Cybernetics Lab IMA &amp; IfU;</i> <i>Schuh, Günther; WZL der RWTH Aachen</i> .....	325
Entscheidungsbäume und bestärkendes Lernen zur dynamischen Auswahl von Reihenfolgeregeln in einem flexiblen Produktionssystem <i>Heger, Jens; Abdine, Mazhar Zein El; Sekar, Sughanthan;</i> <i>Voß, Thomas; Leuphana Universität Lüneburg</i> .....	337
An Approach for Deep Reinforcement Learning for Production Program Planning in Value Streams <i>West, Nikolai; Hoffmann, Florian; Schulte, Lukas; TU Dortmund;</i> <i>Hernandez Moreno, Victor; University of Technology;</i> <i>Deuse, Jochen; TU Dortmund</i> .....	347





---

Simulative dispatching optimization of maintenance resources in a semiconductor use-case using reinforcement learning <i>Altenmüller, Thomas; Hoffmann, Clara; Infineon Technologies AG; May, Marvin Carl; Kuhnle, Andreas; Lanza, Gisela; Karlsruher Institut für Technologie</i> .....	357
Automatisierung im Prozess der Wissensentdeckung in Simulationsdaten - Charakterisierung der Ergebnisdaten <i>Genath, Jonas; Bergmann, Sören; Feldkamp, Niclas; Straßburger, Steffen; TU Ilmenau</i> .....	367
Entwicklung einer integrierten Lösung für das Data Farming und die Wissensentdeckung in Simulationsdaten <i>Genath, Jonas; Bergmann, Sören; TU Ilmenau; Spieckermann, Sven; Stauber, Stephan; SimPlan AG; Feldkamp, Niclas; TU Ilmenau</i> .....	377
Simulationsgestützter Ansatz zur Verbesserung der Leistungsprognose maschineller Tunnelvortriebe mithilfe baubegleitender Prozessdaten <i>Jodehl, Annika; Salloum, Yara; König, Markus; Thewes, Markus; Ruhr-Universität Bochum</i> .....	387
Simulation-based demand forecast generation to analyze forecast accuracy and its influence on logistical performance <i>Felberbauer, Thomas; St. Pölten UAS; Seiringer, Wolfgang; Altendorfer, Klaus; UAS Upper Austria</i> .....	399
Combining Engineering Data, Sensor Data and Artificial Intelligence for automated edge network infrastructures <i>Hürkamp, André; Aschersleben, Franziska; Czarski, Marvin; Gellrich, Sebastian; Herrmann, Christoph; Dröder, Klaus; TU Braunschweig</i> .....	409
<b>SIMULATION UND OPTIMIERUNG</b>	
SIMULATION AND OPTIMIZATION	
Entwicklung einer dynamischen Routenfindung in hybriden Mensch-Roboter-Kommissioniersystemen <i>Kauke, Dirk; Rett, Angelika; Fottner, Johannes; TU München</i> .....	421
Improving Blood Supply Chain CrisisManagement by Simulation-based Optimization <i>Horstkemper, Dennis; WWU Münster; Reuter-Oppermann, Melanie; TU Darmstadt; Middelhoff, Michael; Widera, Adam; Hellingrath, Bernd; WWU Münster</i> .....	433



---

System concept for semi-automated generation of layouts for simulation models based on point clouds <i>Zeiser, Reinhard; Fraunhofer IGCV;</i> <i>Ullmann, Felix; Hörmann Rawema Engineering &amp; Consulting GmbH;</i> <i>Neuhäuser, Thomas; Fraunhofer IGCV;</i> <i>Hohmann, Andrea; Fraunhofer IGCV;</i> <i>Schilp, Johannes; Universität Augsburg</i> .....	443
Exploiting the potential of human-machine work systems: Cycle-time reduction through simulation-based analysis and optimized task allocation <i>Komenda, Titanilla; Schelle, Maximilian; Kamhuber, Felix;</i> <i>Fraunhofer Austria Research GmbH;</i> <i>Schlund, Sebastian; TU Wien</i> .....	453
Modelling of Microstructures during in-situ Alloying in Additive Manufacturing for efficient Material Qualification Processes <i>Zimbrod, Patrick; Schilp, Johannes; Universität Augsburg</i> .....	463
Simulationsbasierte Optimierung von Bestelllosgrößen in der verbrauchsgesteuerten Materialdisposition der Investitionsgüterindustrie <i>Schmid, Alexander; Fraunhofer Austria Research GmbH;</i> <i>Lielacher, Magdalena; TU Wien;</i> <i>Sobotka, Thomas; Fraunhofer Austria Research GmbH;</i> <i>Sihn, Wilfried; TU Wien</i> .....	475
Zuweisung bester Abstellplätze im LIFO-Lager unter Berücksichtigung der Kommissionierungsreihenfolge mittels genetischem Algorithmus <i>Kuhn, Dominik; Adelsbach, Jan; Bashir, Attique; Hörauf, Leenhard;</i> <i>Müller, Rainer; ZeMA gGmbH</i> .....	485
Interoperabilität realer und simulierter Produktionssysteme mittels OPC UA <i>Schmidl, Elisabeth; Wenk, Matthias; OTH Amberg-Weiden;</i> <i>Russwurm, Eva; Franke, Jörg; FAU Erlangen-Nürnberg</i> .....	495
<b>TRANSPORTLOGISTIK UND -SYSTEME</b>	
TRANSPORT LOGISTICS AND -SYSTEMS	
Ein unternehmensübergreifender Standard für Logistiksimulation mit grafischer Prozessmodellierung <i>Sokoll, Kristina; AUDI AG;</i> <i>von Braunschweig, Philipp; Volkswagen AG;</i> <i>Gustafsson-Ende, Linda; BMW Group;</i> <i>Hilmer, Frank; SimPlan AG</i> .....	505
A Simulation Study on Electric Last Mile Delivery with Mobile Smart Cargo Boxes <i>Davidsson, Paul; Johansson, Emil; Lorig, Fabian; Persson, Jan;</i> <i>Malmö University</i> .....	515
Entwicklung eines anwendungsorientierten Bausteinkastens zur Simulation kombinierter Transportmodelle mittels autonomer Fahrzeuge <i>Staritz, Johannes; Auf der Landwehr, Marvin; Trott, Maik;</i> <i>von Viebahn, Christoph; Hochschule Hannover</i> .....	525



---

Direktumschlag an der Kaikante - Eine Machbarkeitsstudie für hafenerinterne Containertransporte <i>Nellen, Nicole; Lange, Ann-Kathrin; Jahn, Carlos; TU Hamburg</i> .....	535
Simulation von kombinierter Stau- und Routenplanung in Multi-Terminal Häfen <i>Franzkeit, Janna; TU Hamburg;</i> <i>Voß, Thomas; Leuphana Universität Lüneburg;</i> <i>Pache, Hannah; TU Hamburg;</i> <i>Heger, Jens; Leuphana Universität Lüneburg;</i> <i>Jahn, Carlos; TU Hamburg</i> .....	545
Erarbeitung einer Prozesssteuerungsstrategie für zwei Transportmittel mit gemeinsamen Aktionsbereich am Beispiel eines Prozesskransystems zur Kommissionierung von Schüttgut <i>Betker, Vincent; Völker, Michael; Schmidt, Thorsten; TU Dresden</i> .....	555
<b>VERIFIKATION, VALIDIERUNG UND VIRTUELLE INBETRIEBNAHME</b> VERIFICATION, VALIDATION AND VIRTUAL COMMISSIONING	
Generierung realitätsnaher Testdaten für die Simulation von Produktionen <i>Krockert, Martin; Matthes, Marvin; Munkelt, Torsten;</i> <i>Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden;</i> <i>Völker, Sven; Hochschule Ulm</i> .....	565
Remote-Lernfabrik - Simulationsmodelle im Anlagenentstehungsprozess und deren Integration in die Virtuelle Inbetriebnahme <i>Massow, Benjamin Bastian; Hausberger, Thomas; Geiger, Dominique Mathäus;</i> <i>Klotz, Matthias; Die Unternehmerische Hochschule MCI;</i> <i>Schlegel, Andreas; Putz, Matthias; Fraunhofer IWU</i> .....	575
Konzept zur Integration eines kontinuierlichen Materialflussmodells in die Virtuelle Inbetriebnahme durch Signalgenerierung <i>Kienzlen, Annika; Verl, Alexander; Universität Stuttgart</i> .....	585
Virtuelle Inbetriebnahme eines Leitsystems für die roboterbasierte automatische Kommissionierung in der Automobilindustrie <i>Xie, Xinyi; Büttner, Thomas; Friedemann, Marco; Wenzel, Ken;</i> <i>Fraunhofer IWU</i> .....	595
Continuous validation and precise updating for high accuracy of digital twins of production system <i>Overbeck, Leonard; Le Louarn, Arthur; Brützel, Oliver; Stricker, Nicole; Lanza, Gisela; Karlsruher Institut für Technologie</i> .....	609
Investigation and evaluation of 3D recording methods for use cases in production planning <i>Metzner, Maximilian; Schiessel, Svenja; Siemens AG;</i> <i>Grünhöfer, Lukas; Franke, Jörg; FAU Erlangen-Nürnberg</i> .....	619
Physikalische Sensorsimulation zur Verifikation und Validierung von optischen Systemen <i>Thieling, Jörn; Roßmann, Jürgen; RWTH Aachen</i> .....	629



Entwicklung und Erprobung eines Vorgehens zur Validierung von  
Simulationsbausteinen komplexer Werkzeugmaschinen  
*Tjaden, Greta; Mieth, Carina;*  
*TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG*..... 641

**WIRTSCHAFTLICHKEIT DURCH SIMULATION**

ECONOMIC EFFICIENCY THROUGH SIMULATION

Simulation der Einplanung der terminkritischen Montage von Abfüllanlagen am  
Beispiel der Krones AG  
*Herrmann, Frank; OTH Regensburg;*  
*Savasci, Faruk; KRONES AG* ..... 653

Notations in the simulation development: A state-of-the-art Literature Research  
*Trott, Maik; Auf der Landwehr, Marvin; von Viebahn, Christoph;*  
*Hochschule Hannover* ..... 663