

# CKDCHAIN: Completely-knocked-down(CKD)-Produktion im Maschinen- und Anlagenbau

## Simulationsbasierte Gestaltungsunterstützung für CKD-Supply-Chains

Um langfristig in einem Umfeld zunehmenden Wettbewerbs mit internationalen Anbietern erfolgreich zu sein, müssen Unternehmen verstärkt regionale Märkte erschließen. Analog zur Automobilindustrie werden wichtige Wachstumsmärkte zunehmend durch Handelshemmnisse abgeschottet, sodass die Markterschließung durch Exporte vollständig montierter Erzeugnisse häufig ausscheidet. Um dennoch die Handelshemmnisse zu umgehen, hat sich in der Automobilindustrie die Completely-knocked-down(CKD)-Strategie durchgesetzt, bei der Erzeugnisse teilzerlegt in die Märkte exportiert und dort lokal endmontiert werden. Zielsetzung des von der *Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF)* geförderten Forschungsvorhabens „CKDCHAIN“ ist die Übertragung dieses Konzepts auf Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus, in dem eine simulationsbasierte Gestaltungsunterstützung entwickelt werden soll. Das IGF-Vorhaben 18384 N des FIR e. V. an der RWTH Aachen wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

**Projekttitel**  
CKDCHAIN

**Projekt-/Forschungsträger**  
AiF

**Förderkennzeichen**  
18384 N

**Projektpartner**  
Abels & Kemmner GmbH;  
Schuh & Co. GmbH

**Ansprechpartner**  
Dipl.Ing. (BA) Manfred Ihne,  
M.Sc.

**Internet**  
forschungsprojekte.fir.de

### Ausgangssituation und Problemstellung

Der deutsche Maschinen- und Anlagenbau ist derzeit zwar, als Gesamtbranche betrachtet, noch immer global führend, gerät aber zunehmend durch weltweit agierende Konkurrenten unter Druck [1]. Bereits in sieben Untersparten belegen chinesische Hersteller den ersten Platz. Der VDMA geht davon aus, dass sich diese, bedingt durch die absatzstarken Heimatmärkte, zunehmend als globale und große Wettbewerber für die deutschen Unternehmen etablieren werden [2]. Für die Absicherung der Spitzenposition des deutschen Maschinenbaus identifiziert der VDMA die Erschließung regionaler Märkte als oberstes Ziel [2].

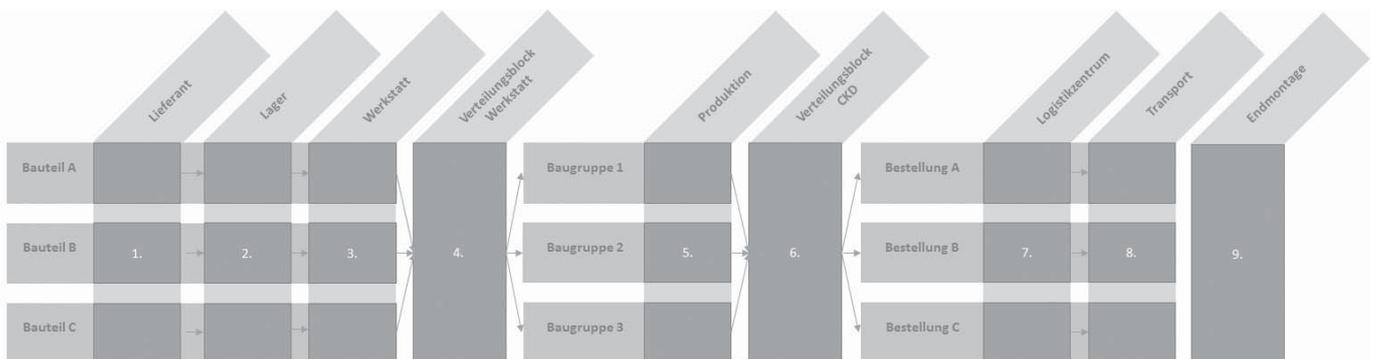
Analog zur Automobilindustrie ist zu beobachten, dass wichtige Absatzmärkte für den Maschinen- und Anlagenbau, z. B. in der Bau- und Landmaschinenindustrie, schon heute durch Handelshemmnisse abgeschottet werden. Trotz des zunehmenden Beitritts von Schwellen- und Schlüsseländern zur WTO nehmen die Handelshemmnisse, sowohl tarifär als auch nichttarifär, ständig zu [3; 4; 5; 6]. So hat Russland z. B. trotz WTO-Mitgliedschaft zum Schutz eigener lokaler Hersteller im

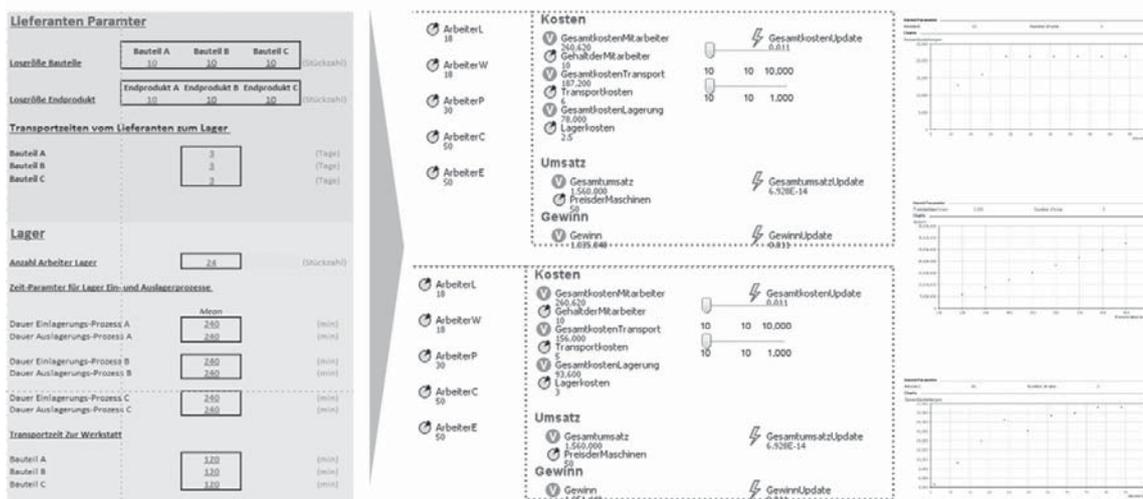
Januar 2013 einen Schutzzoll auf Mähdrescher von 27,5 Prozent und verstärkt nichttarifäre Handelshemmnisse für importierte Land-, Bau- und Forstmaschinen durch Abwrackgebühren und den Ausschluss von Subventionen eingeführt [5]. Klassische Erzeugnisse des Maschinen- und Anlagenbaus, wie z. B. Bergwerksausstattung und Einrichtungen für die Stahlproduktion, sind ebenfalls bereits betroffen (Erhöhung des Zollsatzes um 10 Prozent) [5].

Diese tarifären und nichttarifären Handelshemmnisse schließen für Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus eine Markterschließungsstrategie durch Exporte vollständig aufgebauter Maschinen und Anlagen aus. Stattdessen werden die Unternehmen gezwungen, einen Teil ihrer Wertschöpfung in Wachstumsregionen anzusiedeln. Bedingt durch den hohen Kapitalbedarf, fehlende lokale Lieferanten, unsichere Absatzmengen, die Gefahr des Know-how-Abflusses und der hohen politischen Instabilität in den Regionen können insbesondere Unternehmen des durch KMU geprägten Maschinenbaus nicht mit dem Aufbau regionaler Produktionsstätten mit hoher Fertigungstiefe reagieren [2; 6]. Um dennoch die Handelshemmnisse zu umgehen,



Bild 1: Grobstruktur des Simulationsmodells





hat sich in der Automobilindustrie die CKD-Strategie durchgesetzt, bei der Erzeugnisse teilerlegt in die Märkte exportiert und dort lokal endmontiert werden. Eine Übertragung auf Unternehmen des Maschinenbaus ist von besonderem Interesse, da diese somit, trotz hohen Risikos, tarifäre Handelshemmnisse bei gleichzeitig geringem Investitionsbedarf umgehen und regionale Marktnachfragen wirtschaftlich bedienen können. Des Weiteren können mit dieser Strategie die Absatzmärkte auch temporär abgeschöpft werden, da die Investitionsaufwände relativ gering sind.

Herausforderung für viele Unternehmen ist die adäquate Ausgestaltung einer CKD-Supply-Chain. Insbesondere KMU fehlt an dieser Stelle aufgrund der Vielschichtigkeit und Komplexität der Gestaltungsmöglichkeiten und zu berücksichtigender Parameter der Überblick. So können Entscheidungen an vielen Stellen nicht fundiert getroffen werden, sondern beruhen rein auf der Erfahrung der Mitarbeiter. Insbesondere für die Umsetzung einer CKD-Strategie und den damit verbundenen Aufbau einer Supply-Chain, fehlt diese Erfahrung oftmals gänzlich bei KMU.

### Ansatz der simulationsbasierten Gestaltungsunterstützung

Im Rahmen des Forschungsprojekts CKD-Chain ist eine Gestaltungsunterstützung entwickelt worden, die es Unternehmen ermöglicht, unterschiedliche Supply-Chain-Szenarien auf Basis differenzierter Parametrierung zu untersuchen. So sind als Grundlage, basierend auf den bereits im Projekt entwickelten Beschreibungs- und Erklärungsmodellen, die erarbeiteten Wirkungszusammenhänge in ein Simulationsmodell überführt worden. Dazu ist mithilfe der Simulationsumgebung AnyLogic ein Modell erstellt worden, womit

die Reaktionen von CKD-Supply-Chains unter Berücksichtigung des Produktzerlegungsgrades und der Nachfragecharakteristik analysiert werden können. Dem Aufbau des Simulationsmodells folgt die logische und empirische Validierung desselben mit dem Ziel, das Verhalten einer CKD-Chain bei sich ändernden Rahmenbedingungen zu analysieren.

Hauptausforderung für die Entwicklung des Simulationsmodells stellt die Abbildung bzw. Überführung der Komplexität der realen CKD-Supply-Chain in ein Modell dar. Damit für den späteren Anwender der angestrebte Mehrwert erzielt werden kann, muss das Modell die Bestandteile und Arbeitsprozesse sowohl möglichst nah an der Realität als auch hinreichend einfach darstellen. Nur so kann sichergestellt werden, dass der Anwender bei dem Einsatz der Gestaltungsunterstützung den Überblick behält und dieses den gewünschten Mehrwert erreicht. Aus diesem Grund ist das Simulationsmodell modular aufgebaut. Die Grobstruktur zeigt Bild 1 (s. S. 14).

Das entwickelte Simulationsmodell erlaubt es Parametervariationen, die sich entweder aus einer Veränderung der Produktstruktur, einer alternativen Auswahl der Gestaltungselemente oder aus der direkten Veränderung variabler Größen, z. B. der Versorgungsstrategie, ergeben, zu untersuchen. Der Anwender hat die Möglichkeit, über ein Steuerungscockpit (s. Bild 2) unterschiedlichste Parameterkombinationen der CKD-Supply-Chain zu simulieren und damit einhergehende Auswirkungen auf definierte Zielgrößen (z. B. Zeit, Kosten) direkt auszuwerten.

Im Anschluss an die Erstellung des Simulationsmodells ist dieses in Workshops verifiziert und validiert worden. In diesen ist bestätigt worden, dass das Modell Anwendern erlaubt, individuelle Supply-Chain-Konfigurationen simulations-

**Bild 2:**  
Auswirkung unterschiedlicher Parameterkonfigurationen auf ausgewählte Zielgrößen (Ausschnitt)

basiert zu testen und damit die gewonnenen Erkenntnisse in die Gestaltung der eigenen realen CKD-Supply-Chain einfließen zu lassen.

#### Literatur

- [1] IKB (Hrsg.): Maschinenbau und Investitionsgüterindustrie – weiter auf Erfolgskurs. Hrsg.: Bereich Volkswirtschaft und Research der IKB Deutsche Industriebank AG. IKB, Düsseldorf, 2013, S. 28ff.
- [2] VDMA (Hrsg.): Maschinenbau in Zahl und Bild. Mechanical engineering - figures and charts. <http://www.vdma.org/documents/105628/13117593/Maschinenbau+in+Zahl+und+Bild+2016.pdf/66c06897-b283-45b7-8787-coace726c389> (letzter Zugriff: 24.12.2016)
- [3] VDA (Hrsg.): Jahresbericht 2013. Berlin 2013. <http://www.vda.de/de/downloads/1182/> (letzter Zugriff: 24.11.2016)
- [4] Scholl, S.: Argentinien reduziert die Importbürokratie, erhöht jedoch Einfuhrzölle. Hrsg.: Germany Trade and Invest 08.02.2013. [https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKewjY492Fq8HQAhuAM8AKHXDvAkAQFggpMAI&url=https%3A%2F%2Fwww.lateinamerikaveroin.de%2Ffileadmin%2F\\_migrated%2Fnews%2FARG-Argentinien\\_reduziert\\_die\\_Importb%25C3%25BCrokratie\\_\\_erh%25C3%25B6ht\\_jedoch\\_Einfuhrz%25C3%25B6lle.pdf&usg=AFQjCNFjAQ8voFOMZ6BEQM-Om3NEwkWag](https://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKewjY492Fq8HQAhuAM8AKHXDvAkAQFggpMAI&url=https%3A%2F%2Fwww.lateinamerikaveroin.de%2Ffileadmin%2F_migrated%2Fnews%2FARG-Argentinien_reduziert_die_Importb%25C3%25BCrokratie__erh%25C3%25B6ht_jedoch_Einfuhrz%25C3%25B6lle.pdf&usg=AFQjCNFjAQ8voFOMZ6BEQM-Om3NEwkWag) (letzter Zugriff: 24.11.2016)
- [5] Hones, B.: WTO-Neuling Russland hintertreibt Freihandel nach Kräften. Hrsg.: German Trade and Invest 2013. [http://textination.de/de/TN\\_Archiv/dtTN\\_29.10.13.pdf](http://textination.de/de/TN_Archiv/dtTN_29.10.13.pdf) (letzter Zugriff: 24.11.2016)
- [6] IWC (Hrsg.): Industrielle Wertschöpfung. Industrielle Wertschöpfung als Drehscheibe der Wirtschaft - Fakten und Argumente. Hrsg.: IW Consult GmbH, Köln Februar 2013.



Dominik Frey, M.Sc., M.Sc. (li.)  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Fachgruppe Produktionsplanung  
FIR, Bereich Produktionsmanagement  
Tel.: +49 241 47705-439  
E-Mail: [Dominik.Frey@fir.rwth-aachen.de](mailto:Dominik.Frey@fir.rwth-aachen.de)

Dipl.Ing.(BA) Manfred Ihne, M.Sc. (mi.)  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Fachgruppe Supply-Chain-Management  
FIR, Bereich Produktionsmanagement  
Tel.: +49 241 47705-420  
E-Mail: [Manfred.Ihne@fir.rwth-aachen.de](mailto:Manfred.Ihne@fir.rwth-aachen.de)

Ben Lütkehoff, M.Sc. (re.)  
Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
Fachgruppe Produktionsregelung  
FIR, Bereich Produktionsmanagement  
Tel.: +49 241 47705-406  
E-Mail: [Ben.Luetkehoff@fir.rwth-aachen.de](mailto:Ben.Luetkehoff@fir.rwth-aachen.de)

Sie finden das FIR auch bei Facebook, XING, Twitter und YouTube!

[facebook.fir.de](https://www.facebook.com/fir.de)

[xing.fir.de](https://www.xing.com/companies/fir.de)

[twitter.fir.de](https://twitter.com/fir.de)

[youtube.cluster-smart-logistik.de](https://www.youtube.com/channel/UC-cluster-smart-logistik.de)

Aktuelle Nachrichten aus dem FIR finden Sie auch auf unserer Internetseite unter der Rubrik „Presse“:

[presse.fir.de](https://www.fir.de/presse)

