

Entscheidungsunterstützung in der Produktionsplanung und -steuerung

Kompendium zum Forschungsprojekt SOPHIE

Klaus Herrmann,
Dieter Kreimeier (Hrsg.)



SOPHIE

**Klaus Herrmann,
Dieter Kreimeier (Hrsg.)**

Entscheidungsunterstützung in der Produktionsplanung und -steuerung

Kompodium zum Forschungsprojekt SOPHIE

Herausgeber:

Klaus Herrmann, Festo Lernzentrum Saar GmbH

Prof. Dr. Dieter Kreimeier, Lehrstuhl für Produktionssysteme, Ruhr-Universität
Bochum

Redaktion:

Eva Minnig, Festo Lernzentrum Saar GmbH

Gernot Mühge, Gemeinsame Arbeitsstelle Ruhr-Universität Bochum/IG Metall

Thorsten Rodner, Festo Lernzentrum Saar GmbH

**Klaus Herrmann,
Dieter Kreimeier (Hrsg.)**

Entscheidungsunterstützung in der Produktionsplanung und -steuerung

Kompendium zum Forschungsprojekt SOPHIE

Shaker Verlag

Aachen 2018

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.

Copyright Shaker Verlag 2018

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-5852-9

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 9596 - 0 • Telefax: 02407 / 9596 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Förderhinweis:

Das diesem Buch zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Förderkennzeichen der Partner im Forschungsvorhaben SOPHIE:

01IM14005A	Festo Lernzentrum Saar GmbH
01IM14005B	FESTO AG & Co. KG
01IM14005C	Volkswagen Sachsen GmbH
01IM14005D	Vorwerk Elektrowerke GmbH & Co. KG
01IM14005E	GROB-WERKE GmbH & Co. KG
01IM14005F	SimPlan AG
01IM14005G	GEFASOFT GmbH
01IM14005H	Ruhr-Universität Bochum
01IM14005I	Technische Universität Chemnitz

Grußwort

Wolfgang Milszus, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt

Die Projektidee für „SOPHIE“ wurde im Rahmen der Förderung innovativer Techniken im Themenkomplex „Industrie 4.0“ entwickelt. Mit der Bekanntmachung „Virtuelle Techniken für die Fabrik der Zukunft“ durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) sollte die zielgerichtete Weiterentwicklung von Techniken der Virtuellen und Erweiterten Realität (VR/AR) gefördert werden. Die Förderung durch das BMBF sollte die Teilnehmer zu größeren Anstrengungen in Forschung und Entwicklung anregen und sie in die Lage versetzen, den erwarteten Wandel zur „Smart Factory“ mit intelligenten Produktionssystemen und -verfahren aktiv mitzugestalten.

In den Unternehmen sind die Mitarbeiter auf allen Hierarchieebenen mit einer ständig zunehmenden Daten- und Informationsflut konfrontiert. Um als Unternehmen wettbewerbsfähig zu bleiben, ist es daher wichtig, durchgängige Prozesse zu schaffen, Daten automatisch zu erfassen und auszuwerten sowie die Entscheidungsfähigkeit über Hierarchieebenen und ggf. Unternehmensgrenzen hinweg zu gewährleisten.

Ziel des Projektes war es, die digitale Welt der Fabrikplanung in Echtzeit mit der realen Welt in der Produktion zu verknüpfen, um kundenzentrierte Produktionsprozesse zu flexibilisieren und effizienter zu gestalten. Dabei sollte der Mitarbeiter im Sinne eines nutzerzentrierten Ansatzes im Vordergrund stehen. Mit der vorliegenden Veröffentlichung ist der Nachweis geführt, dass dieses Vorhaben erfolgreich war, sowohl in technischer und wissenschaftlicher Sicht, als auch aus der Perspektive der Partizipation der Mitarbeiter/innen. Die Anwendungsszenarien schaffen einen interessanten Einblick in die betriebliche Realität. Auch hinsichtlich der Gewährleistung des Datenschutzes der Beschäftigten und der Gestaltung von Betriebsvereinbarungen finden betriebliche Praktiker wertvolle Anregungen.

Vorwort der Herausgeber

Klaus Herrmann, Festo Lernzentrum Saar GmbH

Prof. Dr. Dieter Kreimeier, Lehrstuhl für Produktionssysteme, Ruhr-Universität Bochum

Das vorliegende Buch resultiert aus dem Forschungsprojekt SOPHIE. Dieses, im Verbund von Universitäten und Industrieunternehmen durchgeführte, Vorhaben fokussiert die Entscheidungsunterstützung für Produktionsmitarbeiter bei planerischen Tätigkeiten mittels digitaler Technologien. Die Handlungsmöglichkeiten von Industrie 4.0 sowie die Bandbreite von Chancen, die die Digitalisierung bietet, werden hierbei deutlich. Gleichzeitig werden auch Grenzen aufgrund betrieblicher Rahmenbedingungen aufgezeigt.

Die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) ist vor allem hinsichtlich kurzfristiger Änderungsbedarfe eine im Wesentlichen menschenzentrierte Aufgabe. Essentiell für diese Aufgabe sind die organisationale Einbindung von Maschinen und Mitarbeitern sowie entitäts- und prozessbeschreibende Daten und Informationen. Erhebliche Teile der Prozesse und Zusammenhänge sind jedoch nur begrenzt digital verfügbar. Daten die bereits digital vorliegen sind häufig unvollständig und noch stark interpretationsbedürftig. Ferner ist davon auszugehen, dass alleine die Menge zur Verfügung stehender Daten noch nichts über die Qualität und den möglichen Nutzen daraus resultierender Informationen aussagt. Daten werden im bestehenden Produktionsumfeld häufig noch auf analoge Art und Weise übermittelt. In vielen Bereichen des Shopfloors erfolgt dies beispielsweise noch durch Zuruf oder mittels Nutzung von Handzetteln. Aber auch wenn digitale Informationswege existieren, sind die verwendeten Systeme und Formate oft nicht zueinander kompatibel, was einer ganzheitlichen Vernetzung entgegensteht. Eine anspruchsvolle Herausforderung bei Industrie 4.0 allgemein und bei SOPHIE im Besonderen ist daher die Realisierung einer durchgängigen Digitalisierung auf dem Shopfloor.

Es bedarf geeigneter Methoden und Werkzeuge, um die Daten für die PPS zu nutzen und die steigende Zahl von Entscheidungsvorgängen zu unterstützen. Hier bieten sich Simulationen als geeignetes Instrument an. Diese werden aktuell jedoch primär vor der Produktion und nicht in der Betriebsphase eingesetzt. Zur Entscheidungsunterstützung in der PPS sind die Simulationsmodelle mit der realen Produktion zu synchronisieren und die physischen Objekte, wie Maschinen, Mitarbeiter und Produkte, mit den Modellen zu verknüpfen. Um

dies bewerkstelligen zu können und mittels Simulation verwertbare Ergebnisse zum Zweck der Entscheidungsunterstützung zu erzeugen, ist daher ein gewisses Minimum an geeigneter digitaler Infrastruktur auf dem Shopfloor notwendig. Ist diese nicht vorhanden, so muss sie geschaffen werden.

Unter diesen allgemeinen Rahmenbedingungen ist das Forschungsvorhaben SOPHIE gestartet. Die konkreten Voraussetzungen bei den im Projekt beteiligten Anwendungsunternehmen, nicht zuletzt der bereits erreichte Grad an Digitalisierung, waren sehr unterschiedlich. Die jeweiligen individuellen Anforderungen und vorgefundenen Bedingungen hinsichtlich digitaler Vernetzung, Nutzung von Simulationsmodellen, aber auch der organisationalen und personalen Voraussetzungen bilden sicherlich einen interessanten Querschnitt der unterschiedlichsten Ausgangssituationen der Industrieunternehmen in Deutschland ab. Wobei man jedoch davon ausgehen kann, dass die beteiligten Anwendungspartner zu den vergleichsweise fortschrittlichen Unternehmen zählen und daher in einem Ranking hinsichtlich ihres Industrie-4.0-Reifegrades eher zu dem oberen Drittel von Unternehmen in Deutschland zählen.

Zu der oben angeführten Problematik bezüglich der Datenlage kommt hinzu, dass neben der digitalen Vernetzung von Maschinen und Anlagen auch die Mitarbeiter digital mit einbezogen werden müssen. Die Tatsache, dass Mitarbeiter innerhalb dieser Systeme in entscheidendem Maße Einfluss auf die Gestaltung nehmen, sie aber wiederum nur in begrenztem Maße in ihrem Handeln digital eingebunden sind, stellt eine zentrale Hürde dar. Wenn aus diesem menschlichen Handeln Informationen erfassbar wären, aufgezeichnet würden und somit digital zur Verfügung ständen, könnte dies die beschriebene Lücke schließen. Um einen Mehrwert durch Simulation zu erhalten, die alle realen Aktivitäten erfasst, muss der Mensch und seine individuelle Sichtweise in ein System von objektivierbaren Daten und Informationen (entstanden z. B. aus BDE oder MDE) mit einbezogen werden. Dies stellt eine große Herausforderung dar.

Im SOPHIE-Projekt wurde ein ganzheitlicher Ansatz mit gleichzeitiger Betrachtung von Technik, Organisation und Personal (TOP) verfolgt. Zum einen waren primär technisch geprägte Aufgabenstellungen zu lösen. Die zur teilautonomen Planung und humanzentrierten Entscheidungsunterstützung notwendige technische Struktur wurde entwickelt und erprobt. Zum anderen müssen selbstverständlich neben der Technologie auch die Organisation, die bestehenden Prozesse und die Befähigung des Menschen zur Systemnutzung in die Gesamtbetrachtung integriert werden. Für die notwendige Weiterbildung

und Kompetenzentwicklung von Mitarbeitern, die mit solchen Systemen arbeiten, bedeutet dies insbesondere, immer wieder und vor allem auch nachhaltig zu qualifizieren und zu informieren. Mitarbeiter müssen die neuen Möglichkeiten erkennen und nutzen lernen, ebenso aber auch die jeweiligen Grenzen der Systeme ständig im Bewusstsein haben. Dies wird in den nächsten Jahren sicherlich nicht leichter, wenn Systeme eine digitale Realität abbilden, die der bisher erlebten so ähnlich ist, sie hinsichtlich ihrer Möglichkeiten mitunter übertrifft und dabei aber fast unbemerkt bisher real erlebte und relevante Dimensionen ausblendet. Hier werden alle Betroffenen eine neue Sensibilität, Interpretation und den Umgang erlernen müssen.

Umso mehr wird deutlich, dass die Entscheidungsunterstützung menschliche Interventionen, das Einbringen der Mitarbeiter und Führungskräfte, noch notwendig macht. Ein absolutes Systemvertrauen, bzw. das blinde Vertrauen in dort generierte Vorschläge und Vorgehensweisen, sollte es daher bei den Nutzern solcher Systeme nicht geben. Dies setzt für die Mitarbeiter voraus, darüber in Kenntnis gesetzt zu sein, was die Rechenlogik und die Entscheidungsgrundlage des Systems sind. Das heißt, es muss vermieden werden, dass eine unreflektierte Systemgläubigkeit entsteht. Die bisher damit arbeitenden Mitarbeiter waren grundsätzlich in die Entwicklung von SOPHIE eingebunden und kennen somit Abläufe und Eigenheiten des Systems. Dies schützt aber dennoch nicht davor, sich eine gewisse Systemgläubigkeit anzugewöhnen, was nicht zuletzt auch darin begründet zu liegen scheint, dass es nun mal in allen Lebensbereichen funktionierende Assistenzen gibt, die auch komplexe kritische Situationen besser beurteilen bzw. handhaben können als Menschen.

Es ist ferner davon auszugehen, dass insbesondere die Einbeziehung individueller Einschätzungen und Daten in den Systemen einen besonderen Schutz bedürfen. Die in SOPHIE entwickelten Systeme werden auch die Entscheidungsräume verändern und damit die Ausgestaltung von Mitarbeiter- und Führungsrollen. Dies konstruktiv-kritisch zu begleiten war Aufgabe aller beteiligten Projektpartner. Alleine die Betrachtung eines zu erwartenden Mehrwertes wird hier in der Bewertung und unter dem Aspekt einer nachhaltigen und zukunftsfähigen Lösung nicht reichen. SOPHIE hat, wie auch andere Industrie 4.0-Projekte, gezeigt, dass eine frühe Einbindung der Sozialpartner dem Gesamtprozess zuträglich und absolut notwendig ist. Vertrauensbildung und entsprechender Umgang zwischen Entwicklern, Unternehmensverantwortlichen und Beschäftigten lässt auch komplexe und zukunftsweisende Entwicklungen zu.

Die im SOPHIE-Projekt umgesetzten technischen Lösungen, wie zum Beispiel die Verknüpfung der relevanten IT-Systeme über Agentensysteme und somit die teilweise Auflösung der klassischen Automatisierungspyramide, stellen eine beachtenswerte Leistung dar. Dies wird in den entsprechenden Fachkapiteln hinreichend beleuchtet, um sich ein Bild von der Komplexität und auch des Anspruchs der Umsetzung zu machen. Ferner wird deutlich, dass das, was Simulationssoftware heute ermöglicht, eine vorzeigbare und anwendbare Basis für die Entscheidungsunterstützung darstellt.

Die Herausgeber bedanken sich ganz herzlich bei allen Autorinnen und Autoren für ihre bereichernden Beiträge in diesem Kompendium. Zudem gilt der Dank allen Projektmitarbeiterinnen und Projektmitarbeitern, die mit großem Engagement zum Gelingen des SOPHIE-Projektes beigetragen haben.

Inhalt

Grußwort	I
Vorwort der Herausgeber	III
1. Einleitung	1
2. Wandel der Arbeit durch Digitalisierung	3
2.1 Systeme der digitalen Entscheidungsunterstützung in der Industrie 4.0	3
2.2 Digitalisierung als Chance für die zukünftige Arbeitsgestaltung	7
2.3 Menschliches Erfahrungswissen als zentraler Faktor in der Pro- duktionsarbeit?	8
2.4 Der Mensch als Restkategorie in einer „unmenschlichen Cyberfa- brik“	11
2.5 Zusammenfassung	12
3 Anwendungsszenarien aus dem Projekt SOPHIE	17
3.1 Einführung	17
3.2 Anwendungsszenario Volkswagen	17
3.3 Anwendungsszenario Festo	19
3.4 Anwendungsszenario Vorwerk	21
4 Technische Gestaltung des SOPHIE-Systems	25
4.1 Einführung & Überblick	25
4.2 Agentensystem	28
4.2.1 Vernetzung im industriellen Umfeld	28
4.2.2 Agentenkonzept	29
4.2.3 Agenten als Schnittstellen zwischen Systemen	30
4.2.4 Aufgaben der Agenten im SOPHIE-System	31
4.2.5 Faktor Dezentralität	33
4.2.6 Technische Realisierung	34
4.3 Einheitliches Datenmodell	38
4.3.1 Allgemeine Informationen zu CMSD	38
4.3.2 Erweiterungen der CMSD-Struktur für SOPHIE	40
4.3.3 Implementierung	41
4.3.4 Beispiel CMSD-Dokument	43
4.4 Simulation der Produktion	46
4.4.1 Einführung	46
4.4.2 SOPHIE-Bausteinkasten	48

4.4.3	Integration der Simulation ins Agentensystem	51
4.5	Integration des MES ins Agentensystem.....	54
4.5.1	Motivation und Einführung	54
4.5.2	Anforderungen an einen MES-Agenten	56
4.5.3	Realisierung des MES-Agenten im Projekt SOPHIE	58
4.5.4	Erweiterungen an Legato Sapien.....	60
4.5.5	Schnittstelle zwischen MES-Agent und MES	61
4.6	Anbindung von Maschinen und Produktionsanlagen	63
4.7	Endgeräte für die Benutzerinteraktion	66
4.7.1	Informationsbedarfsanalyse	66
4.7.2	Lokalisierungstechnologien zur ortsgebundenen Informa- tionsbereitstellung.....	69
4.7.3	Einsatz von Webtechnologien.....	70
4.7.4	Klassifizierung von smarten mobilen Endgeräten	72
4.7.5	Zuordnung von Geräten zu Informationsbedarfen	74
4.7.6	Kommunikationsarchitektur.....	76
4.7.6	Transfererfahrungen zu Datenschutz und IT-Sicherheit	77
4.8	Benutzerinteraktion und Visualisierung mittels MES.....	82
4.8.1	Einführung	82
4.8.2	Realisierte Module	84
5	Datenschutz	91
5.1	Rechtlicher Rahmen - Datenschutz von Beschäftigten.....	91
5.2	Aufgaben und Rollen hinsichtlich des Datenschutzes	93
5.3	Welche Inputs sind für den Arbeitsablauf nötig und welche Metho- den werden angewendet?	94
5.4	Abschluss einer Betriebsvereinbarung	94
5.5	Prüfung durch den DS-Beauftragten	95
5.6	Prinzip der Datensparsamkeit	96
6	Digitale Entscheidungsunterstützung und der Wandel von Beschäfti- gungssystemen in der Produktion	99
6.1	Entscheidungsunterstützung in der Industrie	99
6.2	Decision Support Systems zur Objektivierung der Maschinenbe- legungsplanung	99
6.3	Wandel des mittleren Managements durch Informatisierung	102
6.4	DSS in der Praxis der Unternehmen	103
6.5	Wandel der Aufgaben für mittlere Führungskräfte	107
6.6	Zusammenfassung	108

7	Firmenporträts	113
7.1	Festo AG & Co.KG.....	113
7.2	Festo Lernzentrum Saar GmbH	115
7.3	GEFASOFT GmbH.....	116
7.4	GROB-WERKE.....	118
7.5	Lehrstuhl für Produktionssysteme, Ruhr-Universität Bochum.....	121
7.6	SimPlan AG	122
7.7	Professur für Fabrikplanung und Fabrikbetrieb, Technische Universität Chemnitz	124
7.8	VW Sachsen GmbH Motorenwerk Chemnitz	126
7.9	Vorwerk & Co.KG	128
8	Autorenverzeichnis	129