

Digitales Unternehmen – Bausteine für Effizienz, Agilität und Transparenz

Ulrich John¹

Abstract: Digitaler Wandel, digitale Transformation, digitale Wirtschaft, digitale Agenda und ähnliche „Digitalbegrifflichkeiten“ sind derzeit verstärkt Schlagwörter diverser Publikationen jeglicher Couleur und bestimmen maßgeblich die Schwerpunkte von Programmen und Projekten in Wirtschaft, Politik und Forschung. In diesem Paper skizzieren wir - ohne Anspruch auf Vollständigkeit - einige Aspekte/ Bausteine des Digitalen Unternehmens bzgl. der Digitalisierung von Unternehmen, die die Unternehmenseigenschaften Effizienz, Agilität und Transparenz erreichen helfen. Neben der Unterstützung von Planungs- und Optimierungsfunktionalitäten liegt ein besonderer Fokus auf der Schaffung zielgruppenorientierter Transparenz und auf der Informationsgewinnung für Planung- und Organisationsprozesse.

Keywords: Digitales Unternehmen, Digitale Revolution, Digitaler Wandel, Digitalisierung in Wirtschaftsunternehmen, Effiziente Prozesse, Agile Unternehmen, Transparenz

1 Einleitung

Digitalisierung scheint in diesem Jahr (2015) in vielfältigen begrifflichen Kontexten ein beherrschendes Thema in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik zu sein. Wir beschäftigen uns in diesem Paper mit einigen Aspekten des *Digitalen Unternehmens*. Der Begriff *Digitales Unternehmen* wurde und wird mit unterschiedlichen Bedeutungen verwendet. So wurde er früher zum Beispiel oft als Synonym für Unternehmen mit „papierlosen Verwaltung- und Managementprozessen“ genutzt, die durch Vermeidung von Medienbrüchen durchgängige Prozesse erlauben. In den letzten Jahren werden „rein digitale Unternehmen“ wie zum Beispiel *linkedIn* und *Xing*, die ihren Umsatz und Gewinn derzeit ausschließlich durch Softwarefunktionalitäten im Internet oder in Clouds generieren, als digitale Unternehmen bezeichnet.

Wir verwenden den Begriff *Digitales Unternehmen* seit Jahren in dualer Weise. Zum einen verstehen wir unter ihm - in konsequenter „Weiterentwicklung“ des Begriffes *Digitale Fabrik* (vgl. [BGW11]) - einen Oberbegriff für digitale Modelle, Verfahren und Methoden, die der ganzheitlichen Planung, Realisierung und Steuerung sowie der laufenden Verbesserung aller wesentlichen Unternehmensprozesse und Unternehmensressourcen dienen, wobei dies natürlich auch auf unternehmensübergreifende Prozesse (z.B. Supply Chains, kollaborative Produktentwicklungen in Unternehmensverbänden etc.) ausgeweitet werden kann. Zum anderen verstehen wir unter einem *digitalen*

¹ Hochschule für Wirtschaft, Technik und Kultur (HWTk), Fachbereich Wirtschaftsinformatik, Friedrichstr. 189, 10117 Berlin, ulrich.john@hwtk.de/ john@sir-john.de

Unternehmen ein Unternehmen, das einerseits über IT-basierte und softwareintegrierte Prozesse verfügt, die eine weitgehende Effizienz der Unternehmensfunktionalitäten sichern und andererseits (softwaregestützte) Prozesse und digitale Unternehmensmodelle besitzt, die eine marktgerechte Wandlungsfähigkeit/ Agilität (vgl. Abb. 1) im Sinne einer Unternehmensentwicklung beziehungsweise Unternehmenstransformation ermöglichen. Allgemeiner Konsens ist, dass Unternehmen durch Digitalisierung in diesem Sinne mittel- und langfristig Kosten sparen können, ihre Effizienz steigern und insbesondere durch die Unterstützung von agilen Unternehmenstransformationen, die rasch und kostengünstig auf neue Randbedingungen reagieren, im Wettbewerb bestehen können. Neben der reinen Kostenersparnis können Zeit- und Qualitätseffekte erzielt werden. So können beispielsweise Entwicklungszeiten für Produkte und Produktionsanlagen, für die Entwicklung und Etablierung neuartiger Services usw. verkürzt werden und die Qualität der Produkte kann deutlich erhöht werden.

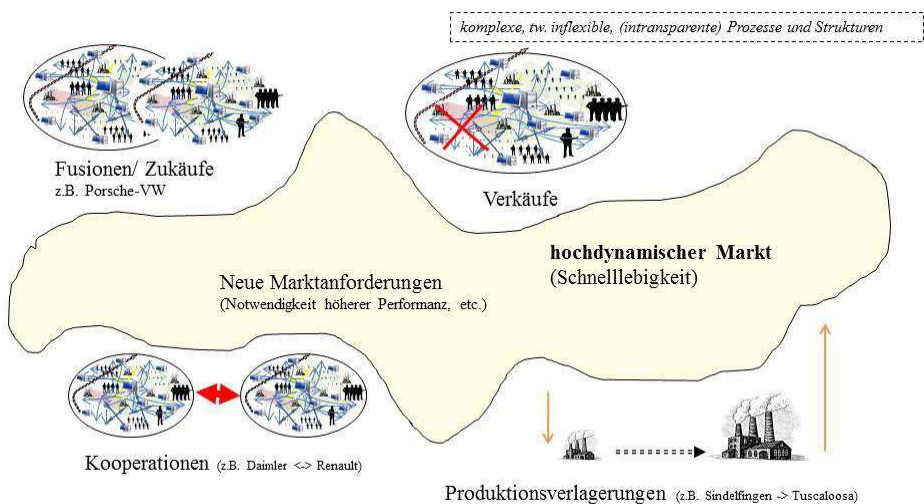


Abb. 1: Agilität - eine notwendige Eigenschaft für zukunftsfähige Unternehmen

Zusammenfassend und ergänzend formuliert, geht es neben der softwarebasierten Automatisierung und Verbesserung von Unternehmensfunktionalitäten im Wesentlichen auch um die Schaffung neuer Funktionalitäten, um Prozessoptimierungen und um Ressourcenoptimierungen. Darüber hinaus benötigt ein digitales Unternehmen Software, Modelle und Methoden für die Gewährleistung von *Flexibilität/ Agilität, Transparenz* und *Effizienz*. Hierfür kann sich die Wirtschaftsinformatik im Einklang mit prozessorganisatorischen Maßnahmen auf verschiedene technologische Entwicklungen der letzten Jahre auf dem Gebiet der Informatik stützen. Stellvertretend genannt seien dabei Entwicklungen auf dem Gebiet PPS-/ ERP-Systeme (siehe z.B. [Kur10]), auf dem Gebiet der deklarativen Programmierung/ Constraint Programmierung, Business Rules und Service-orientierte Architekturen (SOA), deren adäquate Anwendung entscheidende

Vorteile für die Agilität, Effizienz und Transparenz von Unternehmen mit sich bringen.

Insbesondere für große Unternehmen/ Konzerne sollte es im Kontext *Digitales Unternehmen* auch um die Schaffung von IT-basierten Prozessen gehen, die neben der Flexibilisierung und Expertenunterstützung auch die *Straffung und Vereinfachung von Managementprozessen* bewirken. Insgesamt geht es nicht nur um die Einsparung von Kosten und die Steigerung der Leistungsfähigkeit, sondern auch um die Reduzierung von vermeidbarer Verschwendung menschlicher Arbeitskraft.

In Kapitel 2 stellen wir exemplarisch für einen vernetzbaren *Baustein/ Modul digitaler Unternehmen* einen constraintbasierten Ansatz für verschiedene Planungsfunktionalitäten in einem produzierenden Unternehmen mit Fließproduktion vor. Kapitel 3 diskutiert die Wichtigkeit verlässlicher Informationen als Grundlage von manuellen oder automatisierten Managementfunktionalitäten und gibt einige Anregungen, wie die Daten-, Informations- und Wissensqualitäten insbesondere in großen komplexen Unternehmen erhöht werden können. Hierzu gehört, dass eine zielgruppengerechte Transparenz innerhalb des Unternehmens (erweitert um weitere Stakeholder, wie zum Beispiel Aktionäre) gewährleistet wird. In diesem Kontext werden betriebswirtschaftliche Planungsproblemklassen benannt, deren Lösung auf Grundlage einer hohen Transparenz und Informations-/ Wissenskorrektheit in Unternehmen durch die Services digitaler Planungskomponenten optimierend unterstützt werden kann. Das Paper schließt mit einer Zusammenfassung und einem kurzen Ausblick.

2 Operative und strategische Produktions- und Logistikplanung – Beispiel AutoMPP (Multi-Purpose Planning for Automotive)

Die Entwicklungen auf den Gebieten der Programmiersprachen, der Softwaretechnologie und die Schaffung neuer leistungsfähigerer Algorithmen für das Lösen kombinatorisch komplexer Probleme ermöglichen in den letzten Jahren verstärkt die Realisierung von leistungsstarken Planungs-, Konfigurations- und Entscheidungsunterstützungssystemen. Mit solchen Softwaresystemen lassen sich Entscheidungen fundierter treffen. Planungssysteme ermöglichen i.d.R. das Berechnen von korrekten Plänen² in kurzer Zeit, darüber hinaus sollen die berechneten Pläne im Sinne von Optimierungen eine höhere Güte als konventionelle Pläne besitzen. Dennoch gilt die Entwicklung guter Planungssoftware- und Entscheidungsunterstützungssysteme weiterhin als nichttrivial. Sie benötigt erfahrende Spezialisten und ist in der Regel zeit- und kostenintensiv sowie mit überdurchschnittlichen Risiken behaftet. Gelingt die Entwicklung solcher Systeme, so können die bisherigen Unternehmensprozesse in der Regel gewinnbringend reorganisiert werden, wobei die neu geschaffenen Softwaresysteme integrierte Prozessbestandteile werden. Sie leisten damit einen entscheidenden Beitrag „auf dem Weg zum digitalen Unternehmen“.

² D.h., die spezifizierten Randbedingungen werden erfüllt.

Im Hinblick auf die notwendige Flexibilität und Agilität von Unternehmen ist die inhärente Potenz zur Änderbarkeit und Skalierbarkeit ein weiterer Aspekt für die Entwicklung o.g. Softwaresysteme. Insbesondere der Aspekt der Anpassbarkeit kann durch die Verwendung deklarativer Spezifikationen/ Anwendung der deklarativen Programmierung erheblich begünstigt werden. Als Beispiele für leistungsfähige Planungssystemtypen im betrieblichen Umfeld kann man unter anderem Schedulingssysteme, Personaleinsatzplanungssysteme, Workflowplanungssysteme, MRO-Planungssysteme³ oder allgemeiner *Multiressourcen-Planungssysteme* nennen.

Im Folgenden stellen wir exemplarisch überblickshaft das prototypisches Planungssystem *AutoMPP* (Multi-Purpose Planning for Automotive) vor, das ursprünglich für die Unterstützung der Produktflussplanung (*gewerkeorientierte Produktionsprogrammplanung*) in Automobilunternehmen gedacht war. Durch geeignete Erweiterungen des entwickelten Softwaremodells konnte das Anwendungsspektrum für das Planungssystem diversifiziert werden, so dass verschiedene Planungsfunktionen eines Automobilkonzerns unterstützt werden können. Die Entwicklung der prototypischen constraint-basierten Software *AutoMPP* (U. John & H. Windisch, SIR Plan GmbH⁴/ SIR Dr. John UG⁵) basiert auf jahrelangen Softwareentwicklungserfahrungen, die die beteiligten Entwickler als Mitarbeiter der damaligen DaimlerChrysler-Forschung in Forschungs- und Softwareentwicklungsprojekten sammelten. Das Planungssystem wurde in den Programmiersprachen JAVA und CHIP (vgl. www.cosytec.com) entwickelt und 2013/14 in Auszügen auf Basis von CHOCO (vgl. www.choco-solver.org) als ideenspendender Forschungsprototyp für einen deutschen Automobilkonzern reimplementiert.

Betrachten wir die Situation, in der sich einige Automobilkonzerne befinden bzw. in den letzten Jahren befanden: Zum einen gibt es unter den Automobil-OEMs⁶ einen heftigen Wettbewerb. Neben der nachhaltigen Erschließung neuer Märkte, z.B. Russland und China, gilt es vor allem, die Produktionskosten zu senken, die Entwicklungszeiten zu reduzieren, die Produktionsdurchlaufzeiten zu senken und immer schneller immer attraktivere Modelle zu entwickeln und zu produzieren. Diese Ziele resultieren in diversen Reorganisationen, Standardisierungen und anderweitigen Aktivitäten innerhalb der Konzerne, die unseren Erachtens teilweise durch erhebliche Intransparenz und Ineffizienz geprägt sind und zusätzlich natürlich auch in Optimierungs- und Reorganisationsaktivitäten hinsichtlich der Konzern-Zuliefernetze.

Abhilfe kann neben rein prozessorganisatorischen Aktivitäten der digitale Wandel der Konzerne zu digitalen Unternehmen im Sinne der im Kapitel 1 diskutierten Kriterien bringen. Um die Möglichkeiten einer durch *AutoMPP* prototypisch motivierten Planungssoftware zu verstehen, wollen wir nun zunächst die funktionale Aufbauweise von PKW-Aufbauwerken (vgl. Abb. 2) betrachten.

³ Maintenance, Repair and Overhaul (MRO)

⁴ www.sir-plan.com

⁵ www.sir-john.de

⁶ Original Equipment Manufacturer (OEM)

PKW-Aufbauwerke bestehen im Wesentlichen aus drei Produktionsstufen/ Gewerken, dem Rohbau (in Abbildung exemplarisch R1, R2, R3), der Oberflächenbehandlung (Lackierung; in Abbildung exemplarisch O1 & O2) und der Montage (in Abbildung exemplarisch M1, M2 & M3). Diese Gewerke sind in der Regel in unterschiedlichen Werkshallen lokalisiert und besitzen als Produktionsuntereinheiten jeweils verschiedene Fertigungslinien, die als zentrales Bestandteil ein Fließband besitzen, das eine bestimmte Anzahl von Karosserien beherbergen kann und mit einer festgelegten – in längeren Zeiträumen konstanten - Geschwindigkeit bewegt wird. Zwischen den Rohbauhallen und den Oberflächenhallen sowie zwischen den Oberflächenhallen und den Montagehallen gibt es Karosseriepuffer, die ihrerseits wiederum aus verschiedenen Pufferelementen, z.B. Puffersträngen, Sortierern usw. bestehen. Alle Produktionseinheiten besitzen eine technische Maximalkapazität, für die einzelnen Fertigungslinien gibt es jeweils einen Schichtplan, der bestimmt, in welcher Zeit gearbeitet wird (Fließband läuft) und in welcher nicht. Zeitlich unterbrochen durch Pufferungen und Schichtpausen praktiziert ein typisches PKW-Aufbauwerk planerisch eine reine Fließfertigung: Aus den Presswerken gelieferte Blechkomponenten werden in den Rohbauhallen durch Schweißroboter zu Karosserien verschiedener *Baureihen/ Modelle* zusammengefügt und in den Rohbaupuffer transportiert.

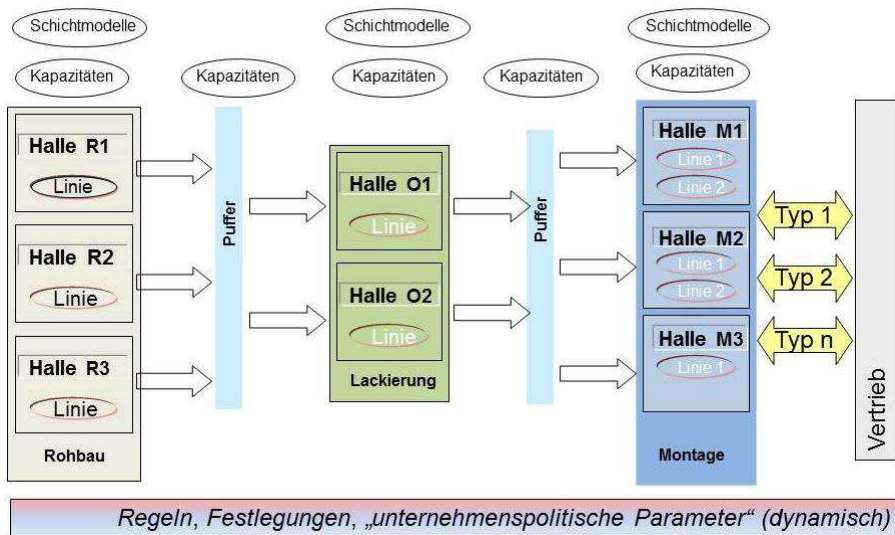


Abb. 2: PKW-Aufbauwerk

Aus dem Rohbaupuffer werden Karossen (meist sortiert in sogenannten Farbblöcken) in die Lackierung transportiert⁷ und dort lackiert. Planerisch geht man hierbei in der Regel

⁷ In der Praxis kann es auch sogenannte Bypass-Anlieferungen von Karosserien zu Oberflächenlinien geben, das heißt, der Puffer wird dann durch die Bypass-Karosserien nicht durchlaufen.

ebenfalls von einem jeweils einmaligen Durchfluss der Karossen aus⁸. Lackierte Karosserien werden in den Pufferstrukturen des Oberflächenpuffers gepuffert und zielgerichtet auf geeignete Montagelinien eingespeist. Da die verschiedenen Fahrzeuge in der Regel kundenindividuell ausgestattet und gefertigt werden, verwendet man hierbei das sogenannte Perlenkettenprinzip⁹, damit die Logistiksteuerung die jeweils individuell zu montierenden Komponenten in der korrekten Reihenfolge bereitstellen kann. Haben die lackierten Karosserien die Montagelinien durchlaufen, so sind die jeweiligen PKWs – möglicherweise mit Ausnahme einiger durchzuführender Nacharbeiten, wie z.B. dem Anbau der Außenspiegel etc. - fertig produziert und können nach erfolgter Endabnahme dem Vertrieb und schließlich den Kunden übergeben werden.

Die Planung der Produktion ist abhängig von diversen Randbedingungen technischer und organisatorischer Natur, z.B., gibt es Restriktionen bzgl. der Zulieferungen verschiedener zu montierender Komponenten, Vorgaben bzgl. erlaubter Mischungsverhältnisse von Modellen innerhalb einer Linie, Vorgaben für Mindestpufferbefüllungen, Arbeitszeitvorgaben, die mit dem Betriebsrat teilweise bis zu zwei Jahre im Voraus abgestimmt sein müssen etc.. Die Restriktionen können klassifiziert werden und können zeitlich variabel sein. In der Regel verfügt ein Automobil-Konzern über mehrere Aufbauwerke. Grundfrage der zu behandelnden Planungsproblematik ist: Können die vom Vertrieb für bestimmte Zeitfenster angefragten Mengen verschiedener PKW-Modelle durch die Aufbauwerke des Konzerns gefertigt werden? Wenn ja, wie sind die Mengen auf die Werke aufzuteilen? Wie sind jeweilige Mengen zu terminieren? Lassen sich Zusatzschichten vermeiden? Wenn nein, dann soll die Anzahl der Zusatzschichten minimiert werden. Begrenzt ist die Anzahl der Zusatzschichten in jedem Fall durch mit dem Betriebsrat ausgehandelte Vorgaben.

Wenn die Aufteilung der Montageprogramme bzw. der sogenannten Schlussabnahmeprogramme auf die verschiedenen Werke und Montagelinien erfolgt ist, gilt es zu bestimmen, wann welche Modelle im Rohbau mit der Produktion gestartet werden müssen, damit der Fertigstellungstermin gewahrt wird, die Puffer nicht „überfahren werden“, die Sicherheitsbestände im Puffer planerisch nicht unterfahren werden, usw. Dieser Aspekt, in welcher Schicht Karossen einer Typklasse im Rohbau mit der „Fertigung beginnen“ ist planerisch wesentlich und nicht trivial. Konventionell sind derartige Berechnungen nur ungenau und sehr zeitaufwendig durchzuführen. Flexible Reaktionen auf geänderte Vorgaben und die Nachvollziehbarkeit notwendiger Produktionsstarttermine beziehungsweise auch Nachweise, dass „Produktionszahlen“/Produktionsprogramme bei bestimmten (vorgegebenen) Randbedingungen nicht realisierbar sind, sind kaum möglich. Aus diesen Gründen ist bereits bei den skizzierten planerischen Fragestellungen eine Unterstützung durch eine leistungsstarke Planungssoftware „extrem wünschenswert“ und hinsichtlich der Erreichung der Zielstellungen Effizienz, Flexibilität und Transparenz unabdingbar.

⁸ In der Realität sind des Öfteren Wiederholungslackierungen notwendig. Planerisch wird hierfür eine Erhöhung der durchschnittlichen technischen Durchlaufzeit berücksichtigt.

⁹ Die Einhaltung der Perlenkettenreihenfolge braucht planerisch durch AutoMPP nicht berücksichtigt werden.

Die Realisierbarkeit einer Planungssoftware, die die oben genannten Planungsaufgaben essentiell unterstützt, wurde aufbauend auf den Ideen eines früheren Prototypen (vgl. [JW06]) durch das prototypische Planungssystem AutoMPP (vgl. [JW08]) auf Basis der constraintbasierten Programmiersprache CHIP demonstriert.

Abb. 3 schematisiert die Architektur unseres Prototypen AutoMPP. Ein mit CHIP realisiertes Kernsystem konsultiert deklarative Spezifikationen der Produktionsstrukturen des Aufbauwerkes (Produktionstopologie), der bereits bekannten Randbedingungen, der Schichtmodelle sowie zusätzlich gewünschte Parametrierungen für die grafische Oberfläche des Systems, die in JAVA realisiert wurde. Aus den konsultierten Spezifikationen wird ein internes constraintbasiertes Problemlösungsmodell generiert, das aus Finite-Domain Constraintvariablen und Constraints sowie aus parametrisierten Suchheuristiken besteht.

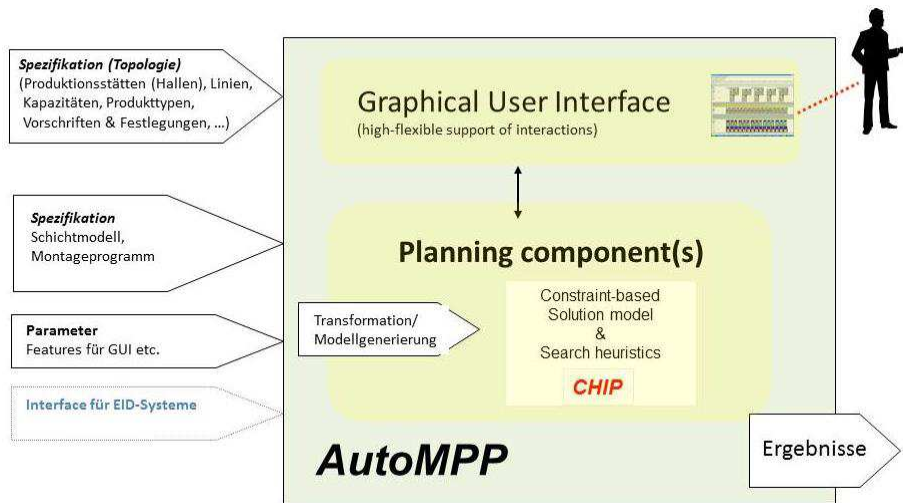


Abb. 3: AutoMPP - Architektur

Abhängig von den Intervallgrenzen der jeweiligen Schichtmodelle werden Zeitpunkte berechnet, zu denen verschiedene Systemgrößen in Form von Constraint-Variablen repräsentiert werden. Beispiele für diese Systemgrößen sind typklassenspezifische Pufferbestände, Gesamtpufferbestände, typklassenspezifische Fortschrittszahlen, Gesamtfortschrittszahlen. Für die verschiedenen Schichten werden typklassenspezifische Ein- und Ausbringungsmengen repräsentiert, desgleichen die Summen der typklassenspezifischen Ein- und Ausbringungen. Die generierten Constraintvariablen bilden die Grundlage für die durch das System zur Verfügung gestellten vielfältigen Interaktionsmöglichkeiten sowie für die Steuerung des Lösungsprozesses, der im Resultat eine Belegung aller Constraintvariablen mit gültigen Werten liefern soll und dann damit einen gültigen Gesamtplan repräsentiert.

Abb. 4 zeigt einen Snapshot des AutoMPP-Systems für eine beispielhafte Produktionstopologie in einem für die Visualisierung ausgewählten Zeithorizont¹⁰ (eine Woche). Auf der Y-Achse des Ganttcharts werden die einzelnen Produktionsbereiche/ Fertigungslinien der spezifizierten Produktionstopologie angezeigt¹¹. Diese lassen sich bei Bedarf gruppieren sowie aus- oder einblenden. Die X-Achse des Charts ist die Zeitachse.

Bereits durch die Vorgaben der für die zu planende Produktion verbindlichen Randbedingungen und des festgelegten Montageprogrammes/ Schlussabnahme-programmes berechnet das System erste Konsequenzen für andere Systemgrößen. Zum Beispiel sind Ober- und Untergrenzen für die verschiedenen Pufferbestände berechnet worden. In dieser Situation hat der systemnutzende Experte die Möglichkeit, interaktiv weitere Vorgaben für den zu berechnenden Plan zu tätigen. Diese können zum Beispiel auch der Abwägung verschiedener Alternativen dienen (Simulationen/ Berechnung und Bewertung von What-If-Szenarien), da die Vorgaben bei Nichtgefallen der resultierenden Konsequenzen gezielt zurück genommen werden können. Sollen keine weiteren interaktiven Vorgaben getätigt werden, dann kann eine automatische Planberechnung initiiert werden. Der berechnete Plan kann visualisiert werden und über Schnittstellen zur weiteren Verarbeitung kommuniziert werden.

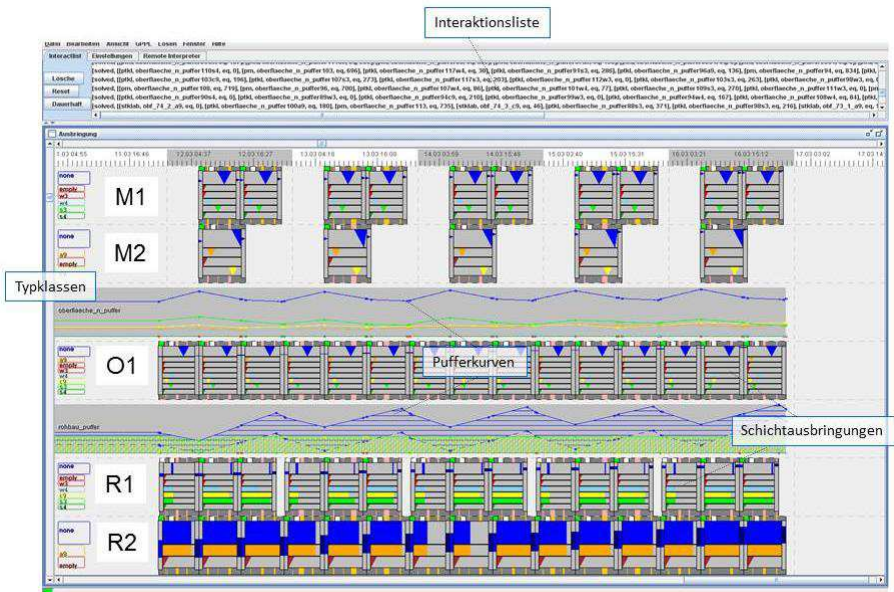


Abb. 4: GUI des AutoMPP-Prototypen - Interaktionsunterstützung

¹⁰ Planungen können mit verschiedenen Granularitäten über wählbaren Planungshorizonten, z.B. ein Monat, ein Quartal usw. durchgeführt werden.

¹¹ Der Prototyp bietet die Möglichkeit, verschiedene Ausschnitte des Planungsproblems parallel zu visualisieren und als Grundlage für Interaktionen zu verwenden.

In einer weiterentwickelten Version des Prototypen hätte man nun die Möglichkeit, gezielte Umplanungen, z.B. unter Verwendung operationalisierter Constraint-Hierarchien, durchzuführen.

Aufgrund der Multidirektionalität¹² des AutoMPP zugrunde liegenden constraint-basierten Systemmodells lassen sich über die bereits behandelten Planungsfunktionalitäten hinaus verschiedene andere Planungsfunktionalitäten von PKW-Aufbauwerken (im Sinne des *digitalen Unternehmens*) unterstützen. Wesentliche Beispiele hierfür sind:

1. Produktionsanläufe (*ramp-up*) und Produktionsausläufe (*ramp-off*)

Regelmäßig werden neue Produktmodelle entwickelt, die dann stufenweise in der Produktion „hochgefahren“ werden. Da die in der Produktion beschäftigten Arbeitskräfte für die neuen Produkte/ Modelle in der Regel neue Handgriffe/ Arbeitsgänge erlernen und eintrainieren müssen, ist es für gewöhnlich nicht möglich, die Produktion des neuen Modells sofort mit „voller Stückzahl“ zu starten. Stattdessen werden die neuen Modelle in der Regel mit anderen Modellen gemischt, wobei die Produktionsmengen des neuen Modells stufenweise erhöht werden (Plateau-Fahrweise). Dieses sowie auch das „Herunter-fahren“ der Produktion einer Baureihe, die nicht mehr produziert werden soll, muss im Kontext der Gesamtproduktion geplant werden, wobei sinnvollerweise verschiedene Alternativen gegeneinander abgewogen werden sollten.

2. Arbeitszeitmodellplanungen

Ein gesonderter Funktionsbereich ist die Arbeitszeitplanung. Hierbei geht es um die Planung von für das Unternehmen sinnvollen Arbeitszeitmodellen/ Schichtmodellen. Unter anderem muss gesichert werden, dass die gesetzlichen Vorgaben und die Vorgaben des Betriebsrates eingehalten werden, dass die voraussichtlichen Produktions- und Logistikrandbedingungen erfüllt werden und so weiter. Es muss zum Beispiel geklärt werden, in welchen Produktions-einheiten Einschicht-, Zweischicht oder Dreischichtbetrieb gefahren wird und wie die Lage der Pausen innerhalb der Schichten zu wählen ist. Traditionell ist die Arbeitszeitmodellplanung von der Produktionsplanung weitgehend entkoppelt und bildet eine vorgeschaltete Planungsstufe. Durch entsprechende Modellerweiterungen kann AutoMPP zum Design von Arbeitszeitmodellen verwendet werden.

3. Arbeitskräfteplanungen

Die Anzahl der qualifizierten Arbeitskräfte an den jeweiligen Produktionslinien hat eine direkte Auswirkung auf die „fahrbare“ Geschwindigkeit der Produktionsbänder. AutoMPP beziehungsweise eine auf Basis des Prototypen entwickelbare Software kann einerseits für die Planung dieser Abhängigkeiten im operativen

¹² Die Auswertung der Constraints erfolgt ungerichtet, somit können insbesondere auch Interaktionen an nahezu beliebigen Problemgrößen in beliebiger Reihenfolge durchgeführt und ausgewertet werden.

Betrieb und andererseits für die aktive strategische Arbeitskräfteplanung/ Personalplanung eingesetzt werden.

4. strategische Produktionsplanungen und Produktionsanlagenplanungen (*Fabrikplanungen*)

Zentrale Aufgabe der strategischen Produktions-/ Fabrikplanung ist es, Fertigungsstrukturen zu planen, die zukünftige Modellreihen in prognostizierten oder angestrebten Stückzahlen produzieren können. Zunehmend sind dabei auch Aspekte der geplanten Flexibilität von Produktionsanlagen und die Wiederverwendbarkeit von Teilen bestehender Fertigungsanlagen ausschlaggebend. Einerseits durch „händische Spezifikationsänderungen“ und deren simulative Überprüfung/ Absicherung oder aber durch entsprechende Kombination mit Konfigurationssoftwaremodellen (z.B. ConBaCon, vgl. [JG04] oder [JG03]) können solche Planungen durch AutoMPP unterstützt werden.

Das in diesem Kapitel vorgestellte prototypische System AutoMPP beziehungsweise das diesem zugrunde liegende constraintbasierte Modell stellt die solide Grundlage für einen erweiterbaren und adaptierbaren multifunktional einsetzbaren Baustein für Digitale Unternehmen dar, die Fließfertigungsproduktionen besitzen und ist exemplarisch für die auf dem Gebiet der Planungssoftwarekomponenten realisierbaren Funktionalitäten zu sehen. AutoMPP lässt sich mit anderen Bausteinen (z.B. im Sinne von Service-orientierten Architekturen) kombinieren und kann in einer weiterentwickelten Version signifikante Beiträge zum Erreichen der unternehmensbezogenen Zielstellungen Effizienz, Transparenz und Agilität liefern. Aufgrund der Deklarativität der vom System konsultierten Spezifikationen lassen sich Änderungen der Produktionstopologie (in Grenzen¹³), der vorgegebenen technischen und logistischen Randbedingungen sowie der unternehmenspolitischen Vorgaben relativ einfach umsetzen. Damit wird die Agilität des Unternehmens unterstützt. Das constraintbasierte Problemlösungsmodell unterstützt bei der Berechnung von visualisier- und auswertbaren Konsequenzen (Transparenz), die sich in Form von Kennzahlen kompakt darstellen und verwerten lassen und ermöglicht die effiziente Berechnung und Optimierung von Plänen.

Da es sich bei dem hier in Auszügen vorgestellten System um einen Prototypen handelt¹⁴, der kombinatorisch komplexe Planungsprobleme lösen soll, sind für die Weiterentwicklung zu einem voll einsatzfähigen Softwaresystem weitere Arbeiten erforderlich. Insbesondere hinsichtlich der erforderlichen Flexibilität müssen aufgrund der Möglichkeit unterschiedlichster Merkmalskombinationen von Fertigungs- und Pufferstrukturen im Zusammenspiel mit unterschiedlichsten Arbeitszeitmodellen sowie

¹³ Für den „allgemeinen Änderungsfall“ insbesondere hinsichtlich der Fertigungsstruktur ist derzeit eine Garantie der automatischen Lösbarkeit in praxisrelevanter Zeit nicht gegeben. Bei tiefer greifenden Strukturänderungen müssen strukturspezifische Heuristiken händisch angepasst werden. Bezüglich einer vollständigen Automatisierung besteht weiterer Forschungsbedarf.

¹⁴ Auf der Basis von AutoMPP wurde in 2013/ 14 für einen deutschen Automobilkonzern ein weiterer Softwareprototyp entwickelt, der weitere Erkenntnisse hinsichtlich der Planung zukünftiger softwaregestützter Planungsfunktionalitäten liefern soll.

hinsichtlich der Forderung nach Planbarkeit für große Planungshorizonte (bis zu zwei Jahre „schichtgenau“) verschiedene Erweiterungen des Grundmodells durchgeführt und untersucht werden. Außerdem sind Untersuchungen und Entwicklungen hinsichtlich merkmalspezifischer Suchheuristiken notwendig, damit im allgemeinen Fall (in jeglichen Kombinationen) Lösungen/ Pläne in praxisrelevanter Zeit berechnet werden können.

3 Transparenz, Informations- und Wissensqualität, Planungsfunktionalitäten für die Unternehmensorganisation

Managementprozesse und –entscheidungen betreffen unter anderem die Steuerung des laufenden Betriebs und Fragestellungen der Unternehmensorganisation beziehungsweise der Reorganisation des Unternehmens. Ein agiles Unternehmen befindet sich potenziell in einem ständigen Wandel also in fortlaufenden Reorganisationsprozessen. Neben korrektem Wissen benötigen „richtige Entscheidungen“ im Sinne der aktuellen Unternehmensziele signifikante aktuelle Daten, aktuelle Informationen und aktuelles Wissen in der richtigen Menge und in der jeweils passenden Aufbereitungsform¹⁵. Ein diesbezüglicher Aspekt des *Digitalen Unternehmens* ist die IT-gestützte Erfassung, Verwaltung und Auswertung vielfältiger Daten des Unternehmens und des Unternehmensumfeldes (*Data Warehouses*). Arbeiten, die sich diesbezüglich insbesondere mit großen/ riesigen Daten- bzw. Informationsmengen beschäftigen, finden sich in den Themengebieten *BIG Data*, *Databiliy* und *Smart Data* wieder.

Insbesondere großen Unternehmen und Organisationen mangelt es bis dato oft an Transparenz. Einerseits ist die Daten- und Informationslage oft schlecht, da veraltet, unvollständig oder gar fehlerhaft, andererseits gibt es unter anderem Probleme beim zeitnahen Auffinden beziehungsweise beim geeigneten Zugriff auf die gewünschten/ erforderlichen Informationen. Untermauert wird dies durch das Resultat einer Umfrage, der zufolge amerikanische Manager im Durchschnitt 25% ihrer Arbeitszeit mit dem Suchen nach Informationen verbringen (vgl. [Leh14]).

Die fehlende Transparenz behindert erheblich die Effizienz und wirkt sich negativ auf die Performanz von Unternehmen aus. Eine fehlende Transparenz bezüglich der eigenen Prozesse oder/ und der IT-Landschaft des Unternehmens führt oft dazu, dass eigentlich notwendige Reorganisationen nicht durchgeführt werden (Motto „never stop a running system“) oder extrem aufwendig und risikoreich sind¹⁶.

Ein anderes Beispiel ist die „suboptimale Organisation“ des Gesamtmitarbeitereinsatz in großen Unternehmen. Einerseits liegen an den „entscheidenden Stellen“ oft nur unvollständige, veraltete oder „einseitige“ Informationen und Bewertungen hinsichtlich

¹⁵ z.B. in Form managertauglicher Kennzahlen

¹⁶ Das bestätigte sich in den vergangenen Jahren bei einigen gescheiterten Unternehmensfusionen.

der Qualifikation, der Fähigkeiten und der Erfahrungen der Mitarbeiter vor. Andererseits ist eine längerfristige Verfolgung von personellen und organisatorischen Aktivitäten, Erfolgen und Misserfolgen derzeit nicht oder nur sehr schwer möglich. Von zentraler Bedeutung sind darüber hinaus das Management des organisationalen Wissens und das gesteuerte Lernen des Unternehmens.

Oftmals sind die Prozesse, die eigentlich der Transparenzschaffung und Objektivität dienen sollen, mit anderen Prozessen und Individualzielen nicht konform. Sie wurden ursprünglich eingeführt, um die Komplexität des Unternehmens beherrschen zu können und können unseres Erachtens aufgrund des aktuellen Entwicklungsstandes der Informatik/ Wirtschaftsinformatik revolutioniert werden.

Wenn man verschiedene Großunternehmen analysiert, kann man feststellen, dass die Schaffung einer weitgehenden Transparenz (für „berechtigte Personen“) von Teilen des Managements (unausgesprochen) und auch für einige Mitarbeiter nicht gewünscht ist und somit mindestens unterschwellig behindert wird. Dies ist unter anderem durch die bestehenden Unternehmensprozesse und Regelungen bedingt. Auf detailliertere Ausführungen hierzu muss in dieser Arbeit verzichtet werden. Als unkommentierte Stichpunkte seien hier lediglich genannt: „blinder Aktionismus“ und gezielte Ausnutzung der Intransparenz, da Manager-Boni oft ausschließlich an „kurzem Zeithorizont“ bemessen werden; Konkurrenz von Cost Centern/ Werken führt zu „Geheimniskrämerei“ und verdeckten kontraproduktiven Aktivitäten; „individuelle und teilorganisationale Beschäftigungssicherung“ führt zum entwicklungshemmenden und kostensteigernden Aktionen/ Aktivitäten, managementgesteuerter „Missbrauch“ von Transparenzschaffungsinstrumenten/ -prozessen für Vergütungspolitik (Deckelung von Gehaltssteigerungen), Beförderungshemmung wegen Gefahr der Abwanderung fähiger Mitarbeiter und so weiter.

Zielgruppengerechte Transparenz - im Einklang mit der Reorganisation von Prozessen und Steuerungsinstrumenten - ist für die Performanz und Zukunftsfähigkeit eines Unternehmens essentiell. Auch bei börsenorientierten Großkonzernen könnten die meisten Aktionäre ein gesundes Interesse an einer angemessenen zielgerichteten Transparenz haben, da sie gerne gesichert haben möchten, dass ihr Kapital optimal und nachhaltig eingesetzt wird. Gleichzeitig kann eine solche Transparenzschaffung eine solide Grundlage für Agilitätseigenschaften von digitalen Unternehmen sein.

In Abb. 5 wird ein Baustein (im Sinne des *Digitalen Unternehmens*) schematisiert, der im Kontext eines Gesamtunternehmens-Wissensmanagementkonzeptes der Transparenzmachung und Transparenzsicherung dienen kann.

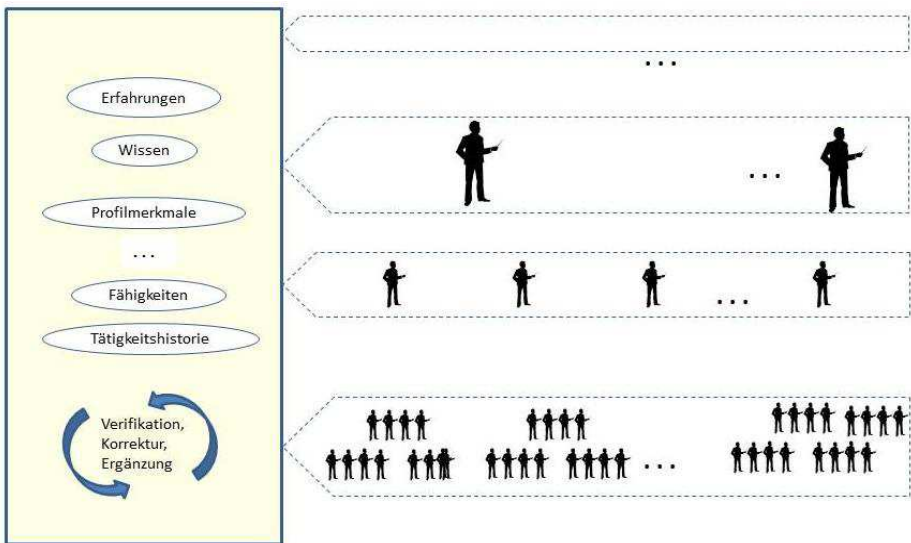


Abb. 5: Wissensmanagement in hierarchischen Organisationsstrukturen

Die Grundmerkmale des zum Beispiel über ein unternehmensweites Mitarbeiterportal (mit unterstützender Business-Prozess-Engine) realisierbaren Gesamtprozesses sind die prozessgesteuerte und -geprüfte Pflicht für Mitarbeiter und Manager, zu prozessbestimmten Zeitpunkten Informationen und ggf. Wissen zu erfassen und zu überarbeiten. Diese Informationen können sich unter anderem auf Erfahrungen, Qualifikationen, Projektstände¹⁷, Projektergebnisse, Gründe für Projektverzögerungen oder für das Scheitern von Projekten, analysierte Profilmerkmale, Bewertungen¹⁸, Eigenbewertungen und Organisationsstrukturen beziehen. Dabei wird eine Informationserhebung und -pflege aus multiplen Perspektiven beabsichtigt, wobei zu überlegen ist, ob auch teilanonymisierte Informationen erhoben werden sollten.

Grundsätzlich könnten zusätzlich automatisch erfasste Daten, zum Beispiel auch aus unternehmensinternen *Social Computing Systemen*, im Sinne von BIG Data hinzugefügt und aufbereitet werden.

Treten deutliche Abweichungen zwischen verschiedenen Sichten auf gleiche „Dinge“ auf, sind prozessgesteuert Verifikations- und ggf. Korrektur- und Ergänzungszyklen zu durchlaufen. Dabei sind Änderungen und Korrekturen im System in „verarbeitbarer Form“ zu begründen und zu dokumentieren. Klar ist, dass die skizzierte Vorgehensweise erstmal zusätzlichen Arbeitsaufwand erfordert. Dieser zahlt sich, unserer Meinung nach,

¹⁷ Teile dieser Informationen können/ sollen natürlich automatisch aus anderen Systemen (ebenfalls Bausteine des digitalen Unternehmens), z.B. aus Projektmanagementsystemen, übernommen werden, die im betrieblichen Alltag verwendet werden.

¹⁸ Auf die Diskussion von möglichen Beschränkungen durch Betriebsrat etc. sein an dieser Stelle verzichtet, da zunächst das technisch Machbare und die erreichbaren Effekte im Fokus stehen.

im Laufe der Zeit aus, da eine (für berechnigte Personen) weitgehende Transparenz erzeugt wird. Werden zum Beispiel sehr viele Projektampeln innerhalb von zwei Tagen „von rot auf grün oder gelb gesetzt“, bevor einem Vorstandsmitglied oder dem Aufsichtsrat das Gesamtprojekt vorgestellt wird, können berechnigte Personen dies sofort erkennen und ggf. hinterfragen.

Aufgrund der über die Zeit gesammelten Informationen können automatisch „höherwertige Informationen“ und Wissen deduziert werden. Beispielsweise können potenzielle Personen-Cliquen identifiziert werden. Abhängigkeiten von Personen und Cliquen zu anderen Unternehmensgrößen (z.B. nachgelagertes Scheitern von Projekten, Häufung spontaner Projektampelumsetzungen, Krankenstand der untergebenen Mitarbeiter, Fluktuation, Anzahl weiter verfolgbarer durch die gemanagte Organisationseinheit generierter Ideen etc.) können erkannt werden. Neben hier nicht weiter beschriebenen Funktionalitäten des *Wissensmanagements* und der *Planung des organisationalen Wissenserwerbs* kann der skizzierte Ansatz/ Baustein als eine unterstützende Grundlage für die *Planung und Umplanung von Organisationsstrukturen* im Sinne von agilen Anpassungen, *Weiterentwicklungen und Optimierungen von Organisationsstrukturen* genutzt werden. Dies basiert auf erforderlichen Qualifikations- und Fähigkeitskomponenten von Mitarbeiter- und Organisationseinheitsprofilen, auf Kompetenzen, auf Kapazitäten und auf geschätzten Bedarfen und Bedarfsentwicklungen. Hiermit stellt diese Frage im Grunde ein Konfigurations- oder Designproblem dar und kann jeweils durch geeignete Unterstützung digitaler Bausteine für Konfigurationen und Rekonfigurationen (siehe [JG03, JG04]) gelöst werden. Eine ähnliche Verwendung ist für die *unternehmensweite Besetzungsplanung von Projektteams* möglich. Neben den erforderlichen fachlichen Qualitäten spielen dabei im Idealfall gesammelte Erfahrungen und die „Passung und Ergänzung von Persönlichkeitsprofilen“¹⁹ eine Rolle. Erweitert betrachtet, können Planungsfunktionalitäten bezüglich des *Multiprojektmanagements*, der *Priorisierung von Projekten* und bezüglich des *Programmmanagements* unterstützt werden. Zwei weitere durch den Ansatz unterstützbare Funktionalitäten sind die *strategische Personalbeschaffungs-* und die *Weiterqualifizierungsplanung*.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die meisten Unternehmen stehen vor großen Herausforderungen. Die technologischen Entwicklungen auf dem Gebiet der Informatik, die hohe Marktdynamik und der starke Wettbewerb zwingen die Unternehmen zur weitgehenden Digitalisierung. Neben der Erzeugung marktgerechter Produkte oder/ und dem Angebot von geeigneten Serviceleistungen sind *Effizienz*, *Agilität* und *gezielte Transparenz* entscheidende Wettbewerbsfaktoren. Unternehmen mit einem hohen Digitalisierungsgrad (im Sinne einer ange-

¹⁹ Diese können durch psychologische Tests erkannt werden. Die Zulässigkeit der Erhebung, Erfassung und Verarbeitung individueller Persönlichkeitsprofile ist in jedem Falle diskussionswürdig und sollte unserer Meinung nach nur bei vorliegendem Einverständnis der jeweiligen Mitarbeiter/-innen im Sinne der Identifikation von Win-Win Potenzialen praktiziert werden.

strebten Maximalautomatisierung) und der Fähigkeit, ihre Prozesse – einschließlich der prozessunterstützenden IT-Systeme - agil zu wandeln, bezeichnen wir als *Digitale Unternehmen*. In der vorliegenden Arbeit wurden diesbezüglich verschiedene Aspekte diskutiert. Vorgestellt wurden exemplarisch zwei Ansätze, die als Bausteine digitaler Unternehmen verwendet beziehungsweise ausgebaut werden können. Wie im Paper thematisiert, gibt es Einsatzfelder für weitere Bausteine von digitalen Unternehmen, z.B. Komponenten für Multi-Ressourcenplanung, für das Job-Shop Scheduling und für Smart-Data Funktionalitäten. Auf dem Weg zum *Digitalen Unternehmen* gilt es nun, diese Bausteine weiterzuentwickeln und zu ergänzen, damit sie z.B. als Komponenten von Service-orientierten Architekturen für vielfältige Unternehmenskonfigurationen einsetzbar sind. Hierfür sind bezogen auf constraintbasierte Komponenten unter anderem Untersuchungen und Forschungsaktivitäten hinsichtlich flexibel einsetzbarer Suchheuristiken und der dynamischer Generierung von lösungsbeschleunigenden redundanten Constraints notwendig. Ein anderes Forschungs-/ Tätigkeitsfeld bleibt die deklarative Spezifikation von Unternehmensprozessen und softwareinternen Logiken. Neben diesen Informatikaspekten gilt es, den „Weg zum Digitalen Unternehmen“ durch zu erarbeitende Vorgehensempfehlungen zu unterstützen.

Literaturverzeichnis

- [BGW11] Bracht, U.; Geckler, D.; Wenzel, S.: Digitale Fabrik: Methoden und Praxisbeispiele. Springer-Verlag, 2011.
- [JG03] John, U., Geske, U.: Constraint-based Configuration of Large Systems. In “Web Knowledge Management and Decision Support. (O. Bartenstein et al (Ed.))”. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2543, Springer-Verlag, 2003.
- [JG04] John, U., Geske, U.: Integrating Time Constraints into Constraint-Based Configuration Models. In “Applications of Declarative Programming and Knowledge Management. (D. Seipel et al (Ed.))”, Post-Conference Proceedings of INAP / WLP 2004, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3392, Springer-Verlag, 2004.
- [JW06] John, U., Windisch, H.: Factory wide production-program planning – the project gPPL. CHIP User’s Club Meeting 2006. Massy, April 2006.
- [JW08] John, U.; Windisch, H.: Agility and Cost Optimization – multi-purpose planning software for automotive industry. CHIP User’s Club Meeting 2008. Paris 2008.
- [Kur10] Kurbel, K.: Enterprise Resource Planning und Supply Chain Management in der Industrie. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2010.
- [Leh14] Lehner, F.: Wissensmanagement. Hanser-Verlag, 2014.