



Fraunhofer
IFF

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR FABRIKBETRIEB UND -AUTOMATISIERUNG IFF, MAGDEBURG

9. FACHTAGUNG »ANLAGENBAU DER ZUKUNFT«



**19. IFF-WISSENSCHAFTSTAGE
22.-23. JUNI 2016**

9. Tagung »Anlagenbau der Zukunft« 22. - 23. Juni 2016

ANLAGENBAU 4.0 – STAND UND PERSPEKTIVEN FÜR BETREIBER, PLANER UND KONTRAKTOREN

Herausgeber:
Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk

In Kooperation mit:



INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF	Seite 7
Industrie 4.0 – neue Geschäftsmodelle in der Prozessindustrie Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk und Dr.-Ing. Nico Zobel, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg	Seite 9
Digitales Projektengineering 4.0 Dr.-Ing. Thomas Köhler, DOW Olefinverbund GmbH, Schkopau,	Seite 17
Projektmanagement 4.0 Herausforderungen für die Zukunft Andrea Urbansky und Andre Winge, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg	Seite 23
Industrie 4.0 – Möglichkeiten und Chancen in Raffinerien Steffen Weber, Total Raffinerie Mitteldeutschland, Leuna	Seite 29
Mobile digitale Anwendungen in der Montage – auf dem Weg zu integrierten Lösungen Dr.-Ing. Marco Gärtner und Michael Höchel, BASF SE, Ludwigshafen	Seite 37
Augmented-Reality-basierte mobile Anlageninbetriebnahme in der Industrie Alexander Mankel, Augmensys Deutschland GmbH, Schwelm	Seite 41
Fluch oder Segen von Industrie 4.0 – ein Eindruck aus dem Sondermaschinenbau Sebastian Möser, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg und Sven Kießling, IAB Ionenaustauscher GmbH Bitterfeld/Lanxess Deutschland GmbH	Seite 47
Chemiestandort im Wandel Mark Muschick, InfraLeuna GmbH, Leuna	Seite 57
AVEVAs Lösungen für den Anlagenbau der Zukunft Norbert Frank, AVEVA GmbH, Sulzbach	Seite 61
Ganzheitliche Cloudlösungen zur Unterstützung der Projektabwicklung Carsten Gerke, Bentley Systems Germany GmbH, Wildeshausen	Seite 65
Globaler Kampf um Marktanteile – neue Wettbewerbschancen Ingrid Weinhold, stellv. Vorstandsvorsitzende des VDMA Ost	Seite 71
Digitalisierung in der Prozessindustrie aus der Sicht eines Engineeringdienstleisters Arndt Staudinger, euro engineering AG, Leipzig	Seite 75
Industrie 4.0 im Anlagenbau – Evolution oder Revolution? Björn Dufhues, maexpartners GmbH, Düsseldorf	Seite 79

Assistenzsysteme für die Instandhaltung prozesstechnischer Anlagen**(BMBF-Projekt: ProcessAssist)**

Seite 83

Dr.-Ing. Simon Adler, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg und
Florian Hupka, CeH4 technologies GmbH, Celle

Mobile Rückmeldung im Stillstand – Daten-Logistik Just in Time

Holger Springer, BAYERNOIL Raffineriegesellschaft mbH, Neustadt

Seite 93

Mit Kennzahlen die Energieeffizienz von Prozessen bewerten

Prof. Sankol, HAW Hamburg und
Carsten Keichel, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg

Seite 97

Industrie 4.0 – Digitale Baustelle

Udo Ramin, Cosmo Consult TIC GmbH, Magdeburg
Andrea Urbansky und Andre Winge, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg

Seite 103

VORWORT



**Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult.
Michael Schenk**
*Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für
Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF*
Foto: Dirk Mahler

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,
die 9. Fachtagung »Anlagenbau der Zukunft« bildet den Rahmen für den Fachdialog zum Thema »Anlagenbau 4.0 – Stand und Perspektiven für Betreiber, Planer und Kontraktoren«. Das Fraunhofer IFF, der Zweckverband zur Förderung des Maschinen- und Anlagenbaus Sachsen-Anhalt e.V. (FASA), der VDMA, der VDI sowie das Center for Digital Engineering haben Sie als Fachexperten und Wissenschaftler aus der Branche eingeladen, um gemeinsam über aktuelle Themen, Technologien und Zukunftsszenarien rund um den Fokus der Industrie 4.0 zu diskutieren.

Der digitale Wandel

Maschinen- und Anlagenbauer, Komponentenlieferanten und Dienstleister bringen neue Konzepte, Komponenten und Werkzeuge für die vernetzte Produktion auf den Markt. Kleine und mittelständische Unternehmen müssen ebenso wie Großkonzerne die Potenziale und die Chancen der Vernetzung über Unternehmensgrenzen hinweg und somit zur Industrie 4.0 für sich erkennen und umsetzen. Wettbewerber im globalen Markt, wie die USA, gehen mit dem »Industrial Internet« ähnliche Wege, aber oft mit pragmatischerem Ansatz. Noch hat der deutsche Maschinen- und Anlagenbau die Chance, in diesem Wettbewerb ganz vorne mitzuspielen. Die Vermittlung erfolgreicher Konzepte sowie Best-Practice-Beispiele können helfen, neue Ideen für das eigene Unternehmen zu generieren.

Neben den technischen Umwälzungen wird Industrie 4.0 auch die Rolle des Menschen im Produktionsprozess neu definieren. Die Anforderungen werden sich zum Teil grundlegend ändern. Neue Qualifizierungs- und Ausbildungskonzepte sind also ebenso gefragt wie Methoden zur Migration von Industrie 4.0 in den Produktionsprozess. Die Digitalisierung im Fabrik- und

Anlagenlebenszyklus, der Einsatz mobiler Endgeräte und Assistenzsysteme für effizienten und sicheren Betrieb sowie die innovative Qualifizierung von Mitarbeitern zum sichereren und effizienten Betreiben von Anlagen und Fabriken stellen in diesem Jahr die Schwerpunkte der Fachtagung »Anlagenbau der Zukunft« dar.

Forum für neue Trends und Perspektiven

Mit der 9. Tagung »Anlagenbau der Zukunft« bieten wir unserem Fachpublikum aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik ein Forum, auf dem Trends, Strategien, Technologien und Lösungsansätze vorgestellt werden.

Ihr

A handwritten signature in black ink, appearing to read "M. Schenk".

**Prof. Dr.-Ing. habil. Prof.
E. h. Dr. h. c. mult.
Michael Schenk,
Institutsleiter**

INDUSTRIE 4.0 – NEUE GESCHÄFTSMODELLE IN DER PROZESSINDUSTRIE

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk,
Dr.-Ing. Nico Zobel,
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

LEBENSLAUF



Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und
-automatisierung IFF, Institutsleiter
Lehrstuhl für »Logistische Systeme«,
Fakultät für Maschinenbau,
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

- | | |
|-------------------|--|
| 1972 – 1976 | Studium der Mathematik mit dem Abschluss als Diplom-Mathematiker,
TH Magdeburg |
| 1976 – 1977 | IT-Manager in einem Großunternehmen der Armaturenindustrie |
| 1983 | Promotion zum Dr.-Ing. an der Fakultät Maschinenbau,
TH Magdeburg |
| 1988 | Habilitation |
| 1992 – 1994 | Leitung der Abteilung Logistik, Produktionsplanung und -steuerung am
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF |
| 1994 | Berufung zum Professor für das Fachgebiet Fabrikplanung und Logistik am
Institut für Arbeitswissenschaft, Fabrikautomatisierung und Fabrikbetrieb der
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg |
| seit 1994 | Institutsleiter, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF |
| 1999 | Berufung zum Professor für das Fachgebiet Logistische Netzwerke am Institut für
Fördertechnik, Baumaschinentechnik, Stahlbau und Logistik der Otto-von-
Guericke-Universität Magdeburg (heute Institut für Logistik und
Materialflusstechnik) |
| 2003 | Berufung zum Universitätsprofessor – Lehrstuhl für Logistische Systeme – an der
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg |
| 10/2006 – 10/2010 | Geschäftsführender Leiter des Instituts für Logistik und Materialflusstechnik der
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg |
| seit 02/2009 | Sprecher des Center for Digital Engineering CDE (im Aufbau) gemeinsam mit
Prof. Gunter Saake, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg |
| seit 10/2014 | Geschäftsführender Leiter des Instituts für Logistik und Materialflusstechnik der
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg |

Mitgliedschaften in wiss. Gremien u. a.

seit 1996	Wissenschaftlicher Beirat der Jenoptik AG, Mitglied
1996 – 2008	Bundesvereinigung Logistik e.V. (BVL), Mitglied des Vorstands und des Präsidiums
seit 1999	Innovations- und Gründerzentrum Magdeburg GmbH IGZ, Mitglied des Beirats
2003 – 2013	Bundesvereinigung Logistik e.V. (BVL), Juryvorsitzender Wissenschaftspris Logistik
seit 2005	Wissenschaftliche Gesellschaft für Arbeits- und Betriebsorganisation - Hochschulgruppe Arbeits- und Betriebsorganisation HAB e.V., Mitglied
2007 – 2013	VDI-Landesverband Sachsen-Anhalt, Vorsitzender
seit 2008	Bundesvereinigung Logistik e.V. (BVL), Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats
seit 2008	Bundesverband für Wirtschaftsförderung und Außenwirtschaft e.V., Mitglied des Senats
seit 2009	VDI e.V., Vorsitzender des Regionalbeirats und Mitglied des Präsidiums
seit 2012	Wissenschaftliche Gesellschaft für Montage, Handhabung und Industrierobotik MHI e.V., Mitglied
seit 10/2013	Fraunhofer-Gesellschaft, Mitglied des Präsidiums
seit 10/2013	Verbund Produktion der Fraunhofer-Gesellschaft, Vorsitzender

LEBENSLAUF



Dr.-Ing. Nico Zobel

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
Sandtorstr. 22,
39106 Magdeburg

Telefon: +49 391 40 90 363
E-Mail: nico.zobel@iff.fraunhofer.de

1997 – 2003	Studium der Energie- und Verfahrenstechnik an der TU Berlin sowie am Illinois Institute of Technology, Chicago, USA.
2003 – 2007	Promotion am Fachgebiet EVUR der TU Berlin im Bereich Reaktionstechnik.
2006 – 2007	Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fritz-Haber-Institut Berlin.
2007 – 2013	Leiter der Arbeitsgruppe »Thermochemische Prozesse in Festbettreaktoren« am FG EVUR der TU Berlin
2013 – 2014	Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IFF Magdeburg, Geschäftsfeld Prozess- und Anlagentechnik
seit 2014	Gruppenleiter am Fraunhofer IFF, Magdeburg, Geschäftsfeld Prozess- und Anlagentechnik

INDUSTRIE 4.0 - NEUE GESCHÄFTSMODELLE IN DER PROZESSINDUSTRIE

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk,
Dr.-Ing. Nico Zobel

1 Stand der Dinge

»Im Jahr 2015 ist die Chemie- und Pharmabranche noch unterdurchschnittlich digitalisiert«, so heißt das Fazit des Monitoring-Reports »Wirtschaft DIGITAL 2015«, welcher vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie beauftragt wurde¹. Dass die Umsetzung der Digitalisierung in der Prozessindustrie im Vergleich zu anderen Branchen noch nicht sehr weit fortgeschritten ist, wird unter anderem durch folgende Tatsachen illustriert:

Keines der bestehenden Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren hat prozesstechnische Anwendungen im Fokus.

Es gibt im Rahmen der letzten großen Förderinitiative »Industrie 4.0 - Forschung auf den betrieblichen Hallenboden« lediglich ein einziges Projekt, welches in der Prozessindustrie beheimatet ist (und welches vom Fraunhofer IFF gemanagt wird²).

Im Leitfaden »Big Data und Geschäftsmodell-Innovationen in der Praxis: 40+ Beispiele« der BITKOM (2015) ist kein Beispiel aus der Chemiebranche aufgeführt.

Zum Teil liegt die Ursache dafür in der Natur der Prozessindustrie, denn plakativ formuliert: Es ist schlicht nicht möglich, einen Chip an einem Enzym, einem Liter Dieselkraftstoff oder einem Partikel Waschmittel zu fixieren, um daraus Mehrwerte zu generieren. Sprich: das Konzept intelligenter Produkte ist in der Prozessindustrie in der Regel nicht ohne weiteres umsetzbar.

Doch die technische Dimension ist nur eine Seite der Medaille. Auf die andere Seite der Medaille wird bereits in der Definition von Industrie 4.0 der acatech³ verwiesen: die neuen technischen Möglichkeiten der Digitalisierung eröffnen unter Umständen gänzlich neue Geschäftsmodelle. Insbesondere dieser unternehmerische Aspekt von Industrie 4.0 ist bisher in der deutschen Wirtschaft (insbe-

sondere in der Prozessindustrie) deutlich zu kurz gekommen. Dies wird nicht zuletzt durch eine Umfrage des VDI unter IT-Entscheidern und Unternehmensführern untermauert⁴.

In der Entwicklung neuer Geschäftsmodelle liegt allerdings für das einzelne Unternehmen womöglich viel größeres Potential als »nur« die Optimierung bestehender Geschäfts- beziehungsweise Produktionsprozesse. Die Digitalisierung eröffnet dem einzelnen Unternehmen gegebenenfalls die Möglichkeit, gänzlich neue Kundengruppen mit vollkommen neuen Angeboten zu erschließen.

Um Denkanstöße für die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle insbesondere im Bereich der Prozessindustrie zu geben, soll in diesem Beitrag zunächst auf neue Geschäftsmodelle in anderen Branchen (Kapitel 2) eingegangen werden. Anschließend werden (mögliche) neue Geschäftsmodelle für die Prozessindustrie illustriert (Kapitel 3) sowie deren technische und nicht-technische Rahmenbedingungen kurz erörtert (Kapitel 4). Der Beitrag endet mit einem Ausblick (Kapitel 5).

2 Neue Geschäftsmodelle in anderen Branchen

Die am häufigsten aufgeführten Beispiele für die disruptive Wirkung neuer Geschäftsmodelle kommen in aller Regel aus dem Endanwender-Bereich. Hier einige wenige Beispiele:

- Statt einzelne Filme zu verkaufen oder zu verleihen, wie es in Videotheken möglich war und ist, bieten Video-Streaming-Dienste (z.B. amazone prime, maxdome, netflix, watchever, skyonline) die Möglichkeit, gegen Zahlung einer Abonnement-Gebühr das gesamte Film-Portfolio des Dienstes zu konsumieren. Analoge Geschäftsmodelle gibt es für Bücher (skoobe, amazon, u.a.) und Musik (spotify, deezer, apple music u.a.).

- In anderen Branchen gewinnen Portale mehr und mehr Marktanteile, die Angebote von Privatperson zu Privatperson vermitteln, etwa Ferienwohnungen (airbnb, wimdu) oder Fahrdienste (uber, mitfahrzentrale).

Ein branchenübergreifender Trend ist, dass weniger Produkte als vielmehr die damit verbundenen Dienstleistungen angeboten werden. Das bedeutet, dass immer häufiger die Nutzung bezahlt wird (»pay per use«).

Kerngedanke ist dabei, dass nicht das Produkt/das Gerät/der Apparat an sich den Nutzen darstellt, sondern die

¹ Unter »Digitalisierung« ist dabei die Nutzungsintensität von digitalen Technologien und Diensten, die Ausrichtung der Unternehmen auf die Digitalisierung und den Einfluss der Digitalisierung auf den Geschäftserfolg zu verstehen.

² www.cppsprocessassist.de

³ »Industrie 4.0 meint im Kern die technische Integration von Cyber-Physical-Systems in die Produktion und die Logistik sowie die Anwendung des Internets der Dinge und Dienste in industriellen Prozessen – einschließlich der sich daraus ergebenden Konsequenzen für die Wertschöpfung, die Geschäftsmodelle sowie die nachgelagerten Dienstleistungen und die Arbeitsorganisation.«

⁴ https://www.vdi.de/fileadmin/user_upload/2016-03-14_VDI-Praesentation_CeBIT2016.pdf

Funktionalität, welche das Produkt gewährleistet. Diese Funktionalität sollte messbar sein und wird vom Kunden bezahlt. In Tabelle 1 sind einige Beispiele für »pay per use« Geschäftsmodelle aus dem Privatkundenbereich aufgeführt.

Produkt / Leistung	Service, der mit dem Produkt / der Leistung verbunden ist	Bezahlung pro...
Auto	Mobilität	... gefahrenem Kilometer
Kfz-Versicherung	Versicherungsschutz beim Autofahren	... gefahrenem Kilometer
Online-Werbung	Potentielle Kunden »landen« auf der Website des Unternehmens	... Click auf das Werbebanner
Fernsehen	Unterhaltung, Information	... tatsächlich genutzter Fernsehzeit (»pay per view«)

Tabelle 1: Beispiele für »pay per use« Geschäftsmodelle aus dem Privatkundenbereich

Der Vorteil für den Kunden: er bezahlt nur für die Menge, die er tatsächlich in Anspruch genommen hat und er muss ein deutlich geringeres Investment (oder gar keines) tätigen. Der Vorteil für den Anbieter: er kann Einnahmen über wesentlich längere Zeit generieren und erhält Informationen über das Kundenverhalten, die er gegebenenfalls für zusätzliche Angebote nutzen kann. Nachteil ist, dass das Investitionstrisiko vom Kunden an den Anbieter übergeht.

Das Geschäftsmodell des »pay per use« hat mittlerweile auch mehr und mehr Einzug in die industrielle Produktion gefunden. Das betrifft insbesondere die Bereitstellung von Medien der Infrastruktur, die für industrielle Produktion erforderlich ist. Einige Beispiele dafür sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Anlage	Erzeugtes Medium	Bezahlung pro...
Kompressor	Druckluft	... m³ Druckluft
Dampfkessel	Dampf	... t Dampf
BHKW	Wärme	... kWh Wärmemenge
BHKW	Elektrische Energie	... kWh Strom

Tabelle 2: Beispiele für die Bereitstellung von Medien der Infrastruktur

In der Vergangenheit haben industrielle Produktionsbetriebe in BHKWs oder Kompressoranlagen investiert und diese selbst betrieben. Die Entwicklung geht schon seit einigen Jahren in die Richtung, dass stattdessen die in den

jeweiligen Anlagen erzeugten Medien bezahlt werden und der Betrieb von sogenannten Kontraktoren realisiert wird. Auch hier geht das Investitionsrisiko vom Kunden an den Anbieter (Kontraktor) über.

Eine interessante Entwicklung ist, dass das »pay per use« Geschäftsmodell inzwischen auch auf einzelne Komponenten von Produkten durchaus erfolgreich heruntergebrochen wurde. Ein prominentes Beispiel dafür ist der Flugzeugturbinen-Hersteller Rolls-Royce. Dessen Flugzeugturbinen werden nach Flugstunden verkauft (»XaaS« - X as a Service). Auch hier besteht ein wesentlicher Kundennutzen darin, dass das Investrisiko drastisch reduziert wird.

3 Neue Geschäftsmodelle in der Prozessindustrie

Natürlich werden auch in der Prozessindustrie seit Jahr und Tag neue Geschäftsmodelle entwickelt und umgesetzt. Auch solche, bei denen der Kunde den mit dem Produkt verbundenen Nutzen bezahlt und nicht das Produkt selbst.

Ein Beispiel dafür ist, dass Lack für die Autolackierung zum Teil nicht mehr pro Liter bezahlt wird, sondern pro Fläche lackierter Karosserie. Ein weiteres Beispiel ist, dass Dünger in Zukunft möglicherweise nicht mehr pro Tonne verkauft wird, sondern die Dienstleistung, dass eine gewisse Ackerfläche eine bestimmte Fruchtbarkeit besitzt. Vielleicht zahlt in Zukunft der Kunde nicht mehr das Waschmittel pro kg, sondern für jedes einzelne gereinigte Wäschestück. Diese Beispiele betreffen die Art der Vermarktung typischer Endprodukte der Prozessindustrie: Lacke, Dünger, Waschmittel.

Doch wie steht es mit neuen Geschäftsmodellen im Bereich der prozesstechnischen Produktion? Eventuell ist es sinnvoll, das oben geschilderte Geschäftsmodell von Rolls-Royce (XaaS) in die Prozesstechnik zu übertragen.

Bisher werden Anlagenkomponenten - wie beispielsweise Pumpen, Gebläse, Rohrleitungen, Wärmetauscher, Filter, Förderbänder - als solche stückweise verkauft, in seltenen Fällen vermietet oder geleast. Der eigentliche Kundennutzen besteht im engeren Sinne jedoch nicht darin, diese Komponente zu besitzen, sondern den Service in Anspruch zu nehmen, welchen diese Komponenten bereitstellen. In möglichen zukünftigen Geschäftsmodellen nach dem XaaS-Prinzip werden die mit den Komponenten verbundenen Services bezahlt. Was das im Einzelnen für die in einzelnen Komponenten bedeuten kann, ist in Tabelle 3 beispielhaft dargestellt.

Komponente	Service, der mit der Komponente verbunden ist	Beispielsweise Bezahlung pro...
Förderband	Förderung von Feststoff über eine gewisse Distanz	... geförderter Menge Feststoff
Rohrleitung	Förderung von Fluid über eine gewisse Distanz	... geförderter Menge Fluid
Filter	Abscheidung von Feststoff aus einem partikelbeladenen Fluidstrom	... abgeschiedener Menge Feststoff
Pumpe	Förderung und Druckerhöhung eines Fluids	... Menge Fluid und Druckerhöhung
Wärmetauscher	Übertragung von Wärme von Fluid X auf Fluid Y	... übertragener Wärmemenge

Tabelle 3: Beispiele für die Anwendung des XaaS-Prinzips auf bestimmte Anlagenkomponenten

Der wesentliche Vorteil der in Tabelle 3 kurz skizzierten XaaS-Geschäftsmodelle für die potenziellen Kunden ist, dass das Investitionsrisiko für eine neue Anlage deutlich verringert wird. Das Investitionsrisiko ginge im Falle des XaaS-Konzepts auf den Komponentenlieferanten (besser: den XaaS-Geber) über. Dieses höhere Risiko auf Seiten der Lieferanten/XaaS-Gebers wird jedoch potenziell dadurch kompensiert, dass die Komponente im Rahmen des XaaS-Geschäftsmodells potenziell mehr Ertrag generieren kann als durch den Verkauf der Komponente, weil der Ertrag über die gesamte Lebens-/Betriebsdauer generiert wird.

Nun ist auch beim Mieten oder Leasing der Anlagenkomponenten das Risiko des Investments im Vergleich zum Kauf der Komponente geringer. Worin liegt nun der Vorteil des XaaS-/»pay per xy«-Geschäftsmodells im Vergleich zum mieten/leasen aus Sicht des Kunden? Der Vorteil liegt in den geringeren Kosten. Die Miete oder Leasinggebühr wird fällig, unabhängig davon, inwieweit die Komponente beansprucht wird. Die Nutzungsgebühr muss der Kunde nur proportional zum Nutzungsumfang entrichten. Steht die Anlage still, fällt keine Nutzungsgebühr an. Zudem ist zu erwarten, dass die Instandhaltungskosten im Vergleich zum Mieten bzw. Leasing reduziert werden. Dies soll im folgenden (Abschnitt 4 b) erläutert werden.

4 Rahmenbedingungen neuer Geschäftsmodelle

(a) Anlagenkomponenten werden intelligent

Da zur technischen Realisierung des XaaS-Konzepts die Implementierung von entsprechenden Mengenzählern erforderlich sein wird und aus Gründen der rechtlichen Absicherung ist vermutlich zusätzliche Sensorik und Aktorik erforderlich, die über eine lokale Intelligenz angesteu-

ert werden kann. Mit anderen Worten: die einzelnen Anlagenkomponenten werden zu cyber-physicalen Systemen entwickelt. Die dafür erforderliche lokale Steuerung kann zum Beispiel mit Hilfe des DIMA-Konzepts⁵ in bestehende Prozessleitsysteme integriert werden.

(b) Datenanalysen zur Optimierung der Instandhaltung

Das XaaS-Konzept beinhaltet, dass bisherige Lieferanten von Anlagenkomponenten in Zukunft wahrscheinlich auch für deren Instandhaltung verantwortlich sein werden. Um einen Wettbewerbsvorteil gegenüber Konkurrenten zu erhalten, ist es erforderlich, diesen Instandhaltungsaufwand möglichst gering zu halten. Dazu ist es sinnvoll, die Betriebsdaten der bei den Kunden im Einsatz befindlichen Komponenten mit dem Ziel einer betriebsabhängigen (gegebenenfalls auch prädiktiven) Wartung zu analysieren, um letztlich die Verfügbarkeit der Komponenten zu maximieren. Genau dies geschieht im Übrigen im Falle der Flugzeugturbinen von Rolls-Royce. Sollte das XaaS-Geschäftsmodell für Anlagenkomponenten tatsächlich Realität werden und eine damit verbundene datenbasierte Optimierung der Wartungsaufwände möglich werden, bedeutet das letztendlich, dass nicht nur die Investitionskosten für eine prozesstechnische Produktionsanlage sinken, sondern auch die Betriebskosten.

(c) Daten

Die Analysen der Betriebsdaten sind natürlich nur dann möglich, wenn diese tatsächlich verfügbar sind. Das Beispiel Rolls-Royce zeigt, dass es offenbar möglich ist, einvernehmliche Regelungen zwischen XaaS-Anbieter und XaaS-Kunde zu finden, was die Themen Datenübertragung, Datensicherheit, Datenschutz und nicht zuletzt die Frage betrifft, wem denn nun eigentlich die Daten gehören: dem XaaS-Anbieter oder dem XaaS-Kunden. Insbesondere die letzte Frage wird beim Thema datenbasierter Dienstleistungen kontrovers diskutiert.

Im Falle der Anwendung des XaaS-Geschäftsmodells auf Anlagenkomponenten in der Prozessindustrie hilft es vielleicht, sich aus Sicht des Produktionsbetriebs deutlich zu machen, dass die XaaS-Anbieter nur einen sehr begrenzten Einblick in den gesamten Produktionsprozess bekommen, wenn sie Betriebsdaten der einzelnen Komponenten zur Abrechnung, Überwachung und Analyse erhalten. Letztlich gilt es für den XaaS-Kunden abzuwegen, ob der Mehrwert der geringeren Produktionskosten (siehe b) als größer eingeschätzt wird als das Risiko, welches mit einem Datentransfer an den beziehungsweise an die XaaS-Anbieter verbunden wird.

⁵ <http://www.dima-process.com/>

(d) Vertragswerk

Nicht nur die Frage des Datenbesitzes muss beim XaaS-Geschäftsmodell vertraglich geregelt werden. Aufgrund der Tatsache, dass die XaaS-Anlagenkomponente Eigentum des XaaS-Anbieters bleiben wird und nicht - wie derzeit - Eigentum des Produktionsbetriebs, ergeben sich vermutlich vielfältige Konsequenzen für zukünftige Vertragsgestaltungen, zum Beispiel mit Blick auf die Themen Gewährleistung und Haftung bei Schäden oder Produktionsausfällen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Der Einzug der Digitalisierung in die Prozessindustrie birgt nicht nur Potenziale bezüglich der Effizienzsteigerung beziehungsweise Flexibilisierung von Produktionsprozessen. Die Digitalisierung ermöglicht neue Geschäftsmodelle. Führt man den bereits seit einigen Jahren zu beobachtenden Trend von Produkten hin zu Dienstleistungen gedanklich fort, so scheint es realistisch, dass in Zukunft einzelne Anlagenkomponenten wie zum Beispiel Pumpen oder Wärmeübertrager als Dienstleistung (»pay per use«, Contracting, XaaS) angeboten werden. Der Vorteil für den XaaS-Kunden im Vergleich zu derzeitigen Geschäftsmodellen besteht darin, dass die Investitionskosten für die Anlagenkomponenten geringer ausfallen. Wenn es möglich ist, die Betriebsdaten für die vorausschauende Wartung zu nutzen, können auch die Betriebskosten der einzelnen Anlagenkomponenten im Vergleich zu heute verringert werden.

Doch es ist auch denkbar, dass gänzlich neue Marktteilnehmer auftreten: Analog zu den Energiedienstleistern wie zum Beispiel Lichtblick SE oder Yello Strom GmbH, welche Energie von Erzeugern beziehen und diese an Endkunden vermarkten, ist es denkbar, dass in Zukunft neue Marktteilnehmer Anlagenkomponenten von Herstellern beziehen und diese per XaaS-Geschäftsmodell an XaaS-Kunden verkaufen.

Das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Magdeburg hat sich zusammen mit Herstellern von Anlagenkomponenten wie Pumpen, Rohrleitungen, Filtern und Förderanlagen sowie einem Unternehmen aus dem Bereich des Energie-Contractings sowie eines Cloud-Anbieters auf den Weg gemacht, solche innovativen Geschäftsmodelle zu entwickeln und zu implementieren.

DIGITALES PROJEKTEENGINEERING 4.0

Dr.-Ing. Thomas Köhler,
DOW Olefinverbund GmbH

LEBENSLAUF



Dr.-Ing. Thomas Köhler

Dow Olefinverbund GmbH,
Associate Engineering Director
Engineering Solutions

Werk Schkopau
PF 1163
06258 Schkopau

Telefon: + 49 3461 49 2096
E-Mail: tkoehler@dow.com

10/1998 – 07/2002

Institut für Neuwertwirtschaft GmbH (Chemical R&D), Site Zeitz,
Project Manager

09/2002 – 10/2005

Dow Chemical Company, Site Schkopau, Germany,
Lead Mechanical Engineer, Engineering

11/2005 – 04/2008

Dow Chemical Company, Site Schkopau, Germany,
Manufacturing Representative, Automotive

05/2008 – 10/2009

Dow Chemical Company, Site Schkopau, Germany,
Sr. Improvement Engineer, Automotive

11/2009 – 03/2012

Dow Chemical Company, Site Schkopau, Germany,
Operations Leader Engineering, Engineering

04/2012 – 09/2014

Dow Chemical Company, Site Schkopau, Germany,
Production Leader, Electronic Materials and Performance Plastics

seit 10/2014

Dow Chemical Company, Site Schkopau, Germany,
Associate Engineering Director, Engineering

DIGITALES PROJEKTENGINEERING 4.0

Dr.-Ing. Thomas Köhler

1 Datenfluss in Projekten zur Planung und Errichtung von Chemieanlagen

Automatisierte Datenverarbeitung in Projekten zur Planung und Errichtung von Chemieanlagen erfordern einerseits detaillierte Planungsunterlagen in parallel arbeitenden Gewerken zu erstellen und vorzuhalten, andererseits müssen diese aber auch nach Planungsstand aktualisiert, überarbeitet und synchronisiert werden. Insbesondere nachträgliche Änderungen verursachen oft einen enormen Mehraufwand.

Die digitale Vernetzung komplexer Planungssysteme ermöglicht es, auch kontinuierlich verändernde Daten aktiv zu verarbeiten und schafft Möglichkeiten mit innerbetrieblichen und externen Partnern automatisiert zu kooperieren. Dies bietet insbesondere mittelständischen Unternehmen die Möglichkeit, z.B. über Open Sources kostengünstig auf Expertenwissen oder Softwaretools zuzugreifen.

Mit aktiven Systemen können zudem ganzheitliche digitale Planungsmodelle über den gesamten Lebenszyklus einer Chemieanlage erstellt und aktualisiert werden, welche einerseits zur Planung, andererseits aber auch für die Instandhaltung und den Betrieb genutzt werden können.

2 Digitales Engineering, Procurement und Construction (EPC)

Im Zuge der Globalisierung wird die digitale Kollaboration bei der Planung und Konstruktion zum Stand der Technik. Mit Industrie 4.0 werden auch an EPC's (Engineering, Procurement, Construction) neue Anforderungen gestellt, u.a. Projekte noch flexibler und kundenspezifischer zu realisieren. Dabei reicht die Spanne von standardisierten Komponenten bis hin zu individuell massgefertigten Anlagen.



Abbildung 1: Planungsoptionen im Anlagenbau
Quelle: Dr.-Ing. Thomas Köhler, DOW Olefinverbund GmbH

Grundvoraussetzung dazu ist ein digitaler Datenfluss durch alle am Arbeitsprozess miteinander verbundenen Bereiche:

Projektmanagement: Digitaler Informations- und Materialfluss,

Design Engineering / Detail Planung: 3D Virtual / Augmented Reality in Lifecycle von Anlagen,

Verfahrenstechnik: Dynamische (Real Time) Simulationen mit offenen Datenbanken und Integration in die 3D-Planung,

Prozessautomatisierung: Flexible integrierte Automationssysteme,

Baustellenbetrieb: Erstellung der »As Built«-Dokumentation, Verfügbarkeit aktueller Planungsunterlagen im Feld,

Einkauf: Anfrage, Bestellung, Nachverfolgung von Ausrüstungen, Qualitätsmanagement



Abbildung 2: Digitale Verknüpfungen im EPC's
Quelle: Dr.-Ing. Thomas Köhler, DOW Olefinverbund GmbH

Prozess- und Produktionsdaten erfordern eine zunehmende ganzheitliche Betrachtung aus verschiedenen Perspektiven.

Einerseits erfolgt die Verknüpfung der Produktion mit den Ingenieursdisziplinen der Planung, dem Einkauf und der Montage (EPC = Engineering, Procurement, Construction), andererseits entlang der Wertschöpfungskette, das heißt z.B. mit der Instandhaltung, Logistik, Qualitätssicherung bis hin zum Vertrieb.

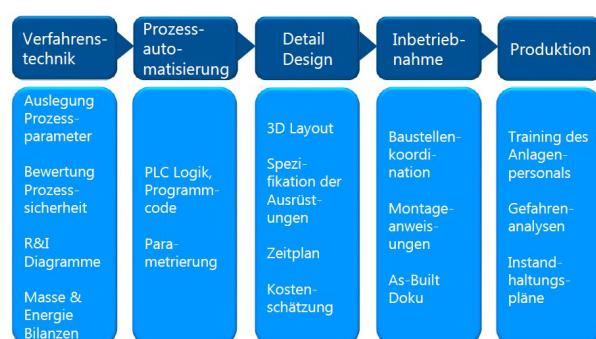


Abbildung 3: Digitale Verknüpfungen im Engineering
Quelle: Dr.-Ing. Thomas Köhler, DOW Olefinverbund GmbH

Voraussetzung sind systemkompatible und standardisierte Schnittstellen, um Daten über die Gewerke, Abteilungen und Prozesse hinweg aktiv und aktuell zur Verfügung zu

stellen. Ganzheitliche Anlagendatenmodelle werden zudem über den gesamten Lebenszyklus einer Chemieanlage für verschiedene Zwecke, auch für externe Partner nutzbar.

2.1 Anlagenplanung - Engineering

Obwohl das Niveau von »Computer Aided Engineering« zwischenzeitlich sehr hoch ist und die VR 3D-Planung im Design Engineering, Simulationen in der Verfahrenstechnik oder speicherprogrammierte Steuerungen (SPS) Standard sind, zeigt die disziplinübergreifende Planung noch Potential zur weiteren integralen Vernetzung. Die damit verbundenen Möglichkeiten, z.B. Could-Engineering, können die Planung und Konstruktion im Chemieanlagenbau vergleichbar »umkrempeln«, wie das Internet die Beschaffung und Verbreitung von Informationen revolutioniert hat.

Die Automatisierungs-, IT- und Elektrotechnik sowie die Instrumentierung übernehmen dabei im Vergleich zur Mechanik und dem Rohrleitungs- und Apparatebau eine Vorreiterrolle. Durch die Vernetzung von Softwaretools können z.B. die manuelle Eingabe von Daten, das Handtieren mit Listen und Datenbanken oder der Abgleich von Unterlagen minimiert werden. Damit wird kann der Anteil an gering wertschöpfender Arbeit signifikant reduziert werden. Viel bedeutender aber ist, dass Fehlerquellen eliminiert und gleichzeitig Änderungen flexibel in das Projekt eingearbeitet werden können.

Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) ermöglichen zudem die interaktive Verwendung von 3D-Daten und verbindet so Daten aus der realen mit der virtuellen Welt. Die Analyse von Echtzeitinformationen der unmittelbaren Umgebung der Produktion, Instandhaltung oder Logistik kann mit Informationen aus Datenbanken und des Engineering kombiniert werden. Zur Visualisierung können VR-Brillen (sog. Head-mounted Display) mit handelsüblichen Smartphones kombiniert werden. Somit werden dem Nutzer die benötigten Informationen selektiv, aktuell und mobil zur Verfügung gestellt.

2.2 Einkauf - Procurement

Die Kommunikation zu Lieferanten und Dienstleistern wird, z.B. mit Fokus auf die Terminplanung und Kostenkontrolle, zunehmend online via Internet erfolgen. Beginnend mit der Auswahl strategischer Lieferanten und dem Qualitätsmanagement können zudem routinemässige Arbeitsschritte, wie z.B. das Bestell- und Reklamationsmanagement automatisiert werden. Die Anfrage von Ausrüstungen, deren Bestellung sowie die Nachverfolgung bieten Potential Daten intern und extern automatisiert auszutauschen. Anfragen nach Ausrüstungsteilen können bei passenden Schnittstellen zu Katalogdaten und geklärten Einkaufsbedingungen direkt aus der Planungssoftware generiert werden. Für standardisierte Ausrüs-

tungen können mit den Angeboten diverse Informationen (z.B. Gefährdungsbeurteilungen, Ersatzteillisten, Montagezeichnungen, Instandhaltungsanweisungen usw.) als Datenpaket geliefert werden, um als Eingangsinformation für nachfolgende Ingenieursgewerke zur Verfügung zu stehen.

Nach erfolgter Montage und Abnahme kann die Rechnungsfreigabe automatisch nach dem realen Aufwand erfolgen.

2.3 Baustelle - Construction

Beginnend mit der Planung der Baustelleneinrichtung, gefolgt von der Montage bis hin zur »As Built« Dokumentation, wird es zukünftig eine hohe Vernetzung der Montagegewerke und Inbetriebnahmeteams zu betriebsinternen Schlüsselgewerken, wie z.B. dem Detail Engineering, dem Einkauf, der Produktion, der Instandhaltung oder der Betriebssicherheit geben.

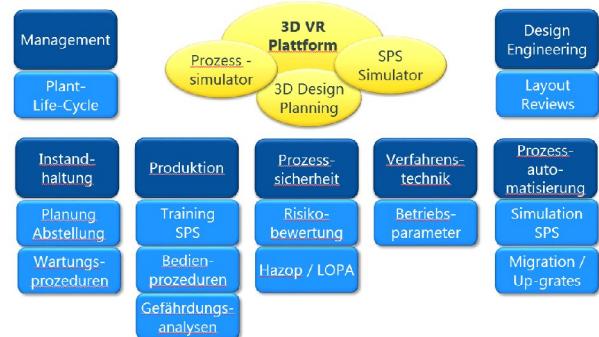


Abbildung 4: Digitalisierung: Interaktive Virtual Reality
Quelle: Dr.-Ing. Thomas Köhler, DOW Olefinverbund GmbH

Zur Montage und Inbetriebnahme erforderliche spezifische Unterlagen können im Vorfeld zur Verfügung gestellt und automatisch geprüft sowie freigegeben werden.

3 Datentransfer mit kollaborativen Partnern

3.1 Instandhaltung

Die sich aus der Anlagenplanung ergebenden Anforderungen an Ersatzteile und Stillstandszeiten sowie die damit verbundenen Instandhaltungskosten müssen bereits in der Projektidentifikation und zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Berücksichtigung finden.

Anforderungen, welche sich aus der langjährigen Instandhaltung von Chemieanlagen ergeben, werden dabei oft in der Definition des Projektumfangs unterschätzt. Insbesondere die Verfügbarkeit und Bewertung von Daten zu Ausfallwahrscheinlichkeiten sind elementare Basis zur Auslegung von sicherheitsgerichteten Steuerungen, der Redundanz von Ausrüstungen sowie der Festlegung von Ersatzteilkonzepten. Vorhersagemodelle (sog. Predictive Maintenance), welche auf mathematischen Algorith-

men Risiken abschätzen, unterstützen in der Anlagenplanung frühzeitig die Festlegung der richtigen Abstellungsstrategie (Turnaround Management). Damit können geplante Stillstands- und ungeplante Ausfallzeiten minimiert werden. Predictive Maintenance ermöglicht zudem qualifizierten Lieferanten, die Herstellung kritischer Ersatzteile mit langen Lieferzeiten besser vorzuplanen. Insbesondere die Bereiche Elektrik und Mechanik zeigen durch Überlappungen zwischen dem Engineering und der Instandhaltung Potential für Effektivitätssteigerungen, z.B. bei der Beschaffung von Expertenwissen.

In der Detailplanung kann z.B. der Platzbedarf und die Zugänglichkeit für Wartungsabläufe mittels VR in der Erstellung von Aufstellungsplänen Berücksichtigung finden.

3.2 Produktion

Der hohe Automatisierungsgrad bei chemischen Produktionsanlagen sowie die kontinuierliche Erfassung von Prozessdaten ermöglicht es zunehmend, dass auch die Planung online auf Daten aus dem MES zugreifen und diese als Planungsgrundlage, z.B. für die Verfahrenstechnik, Instrumentierung oder Prozessautomatisierung nutzen kann. Voraussetzung dafür ist, dass die 3D-VR Modelle über den Anlagen-Life Cycle aktuell gehalten werden. Dazu kommen zunehmend immer kostengünstiger werdende Laser Scans zum Einsatz.

Weiterhin ermöglichen 3D-Reviews dem Betreiber die Bedienbarkeit der Anlage schon in einer frühen Phase der Planung zu prüfen. Somit kann einerseits Einfluss auf das Design ausgeübt werden, andererseit können Bedienprozeduren besser vorbereitet, simuliert und trainiert werden. Selbst nach der Inbetriebnahme können diese Simulationen zur kontinuierlichen Schulung des Anlagenpersonals und zur Erstellung von Gefahrenanalysen genutzt werden. Virtual Reality (VR) eignet sich besonders für die Schulung oder Vorbereitung kritischer Prozeduren und dem Training gefährlicher Notfallszenarien.

3.3 Externe Schnittstellen zwischen dem Engineering mit Herstellern und Lieferanten

Mit der kommerziellen Nutzung von Interaktionen über das Internet wurde die grundlegende IT-Infrastruktur für Industrie 4.0 geschaffen. Während die Standardisierung im privaten Bereich bzgl. Kommunikation, Einkauf, Terminverfolgung und Bezahlung sehr erfolgreich implementiert wurde, bietet der industrielle Sektor noch viel Raum zur Verbesserung.

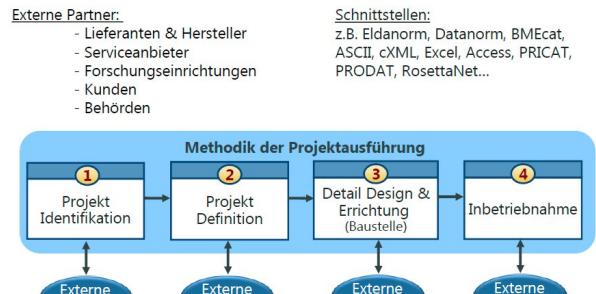


Abbildung 5: Kollaborativer Datenfluss in Engineering Projekten
Quelle: Dr.-Ing. Thomas Köhler, DOW Olefinverbund GmbH

PROJEKTMANAGEMENT 4.0

HERAUSFORDERUNGEN

FÜR DIE ZUKUNFT

Dipl.-Ing. Andrea Urbansky,
Dipl.-Inf. André Winge,
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

LEBENSLAUF



Dipl.-Ing. Andrea Urbansky

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Projektmanagerin
Sandtorstr. 22
39106 Magdeburg

Telefon: +49 391 4090 321
E-Mail: andrea.urbansky@iff.fraunhofer.de

09/1978 – 02/1983

Studium der Technischen Kybernetik und Automatisierungstechnik an
der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, Vertiefungsrichtung
Prozessmesstechnik

03/1983 – 12/1991

wissenschaftliche Mitarbeiterin im Ingenieurbüro für Forschung,
Entwicklung und Rationalisierung (FER) in Magdeburg

seit 01/1992

wissenschaftliche Mitarbeiterin im Fraunhofer IFF Magdeburg, Abteilung
Automatisierungstechnik, Qualitätsmanagement, Informationslogistik,
Virtuell-interaktives Training, Prozess- und Anlagentechnik

03/1994 – 03/1995

Ausbildung zum EOQ Quality Auditor

seit 06/1996

Geschäftsführerin des Zweckverbandes zur Förderung des Maschinen-
und Anlagenbaus Sachsen-Anhalt e. V. (FASA)

PROJEKTMANAGEMENT 4.0 HERAUSFORDERUNGEN FÜR DIE ZUKUNFT

Dipl.-Ing. Andrea Urbansky, Dipl.-Inf. André Winge

1 Industrie 4.0 in der Prozessindustrie

1.1 Projektmanagement 4.0

Was unterscheidet das klassische Projektmanagement vom Projektmanagement 4.0?

Die Herausforderung bei der Realisierung von Projekten ist allgegenwärtig und in allen Branchen gleich. Es gilt das Projekt in Time und Budget bei bester Qualität abzuarbeiten. Um dieser Herausforderung gerecht zu werden, bedarf es eines gestandenen und durchsetzungsfähigen Projektleiters, einem verlässlichen und gut ausgebildeten Team und einer Unternehmenskultur, die von Vertrauen und kooperativem Miteinander geprägt ist.

In Abhängigkeit der Komplexität des Projektes kommen heute unterschiedliche Methoden und Werkzeuge zum Einsatz. Das können Excel-Tabellen oder MS-Projektpläne sein, die die Meilensteine und Haltepunkte im Projekt dokumentieren.

Projektpläne ersetzen jedoch nicht die Kommunikation und Information innerhalb eines Projektes. Sie geben lediglich den Rahmen des Projektes incl. der Ressourcen- und Zeitplanung vor. Der Schlüssel zum Erfolg einer qualitätsgerechten Projektentwicklung ist eine effiziente Information und Kommunikation im Projektteam.

Was wäre, wenn alle am Projekt Beteiligten zu jedem Zeitpunkt den Status des Projektes direkt abrufen könnten und visuell angezeigt bekämen, ob das Projekt innerhalb oder außerhalb der Planung liegt? Wenn quasi das »Gläserne Projekt« nicht Wunschtraum sondern Realität wäre und die Information und Kommunikation im Projekt eine völlig neue Qualität hätte?

1.2 Industrie 4.0 im Projektmanagement

Gegenüber dem klassischen Projektmanagement stehen heute diverse Technologien und Tools bereit, die das Projektmanagement 4.0 wesentlich unterstützen können. Das Projektmanagement 4.0 setzt die Digitalisierung der Geschäftsprozesse wie z. B. den Entwicklungs- und Konstruktionsprozess, den Einkaufsprozess, den Fertigungsprozess, Bau und Montage, die Inbetriebnahme und den Betriebsprozess im Unternehmen voraus.

Damit wird gleichzeitig das Fundament zur Konzipierung und Umsetzung des Megatrends »Industrie 4.0« im Unternehmen gelegt. Das Fraunhofer IFF und der FASA e. V. definieren »Industrie 4.0« wie folgt: »Industrie 4.0« ist eine Strategie zur Umsetzung der vierten industriellen

Revolution. Diese Strategie ist die zielführende Nutzung und Weiterentwicklung der Automatisierung und Informations- und Kommunikationstechnologie in eine digitale und vernetzte Wertschöpfungskette. (Quelle: Studie des FASA e. V. »Industrie 4.0 im Maschinen- und Anlagenbau in Sachsen-Anhalt«, Dezember 2015)

2 Herausforderungen im Projektmanagement

4.0

2.1 Projektphasen

Projektphasen im verfahrenstechnischen Anlagenbau sind die Studienphase, das Basic Engineering, das Extended Basic Engineering, das Detail Engineering, Bau und Montage, die Inbetriebnahme und der Betrieb der Chemieanlage. In den Projektphasen arbeiten die technischen Gewerke Verfahrenstechnik, Maschinen- und Apparatetechnik, Rohrleitungstechnik und Isolierung, Elektro- und Prozessleittechnik, Montage und Inbetriebnahme sowie Beton- und Stahlbau zusammen. In den Projektphasen werden folgende Planungsdokumente erzeugt: Blockfließbild, Verfahrensfließbild, Prozessbeschreibung, Lageplan, M&A Liste, technische Datenblätter, Medienschlüssel, Liste der Sicherheitseinrichtungen, Rohrleitungsliste, Liste der Energieverbraucher, Messstellenliste. Ein komplexes Team bestehend aus Chemikern, Stahlbauern, Automatisierungstechnikern u.v.a. muss innerhalb des Projektes kommunizieren, Informationen austauschen und Entscheidungen treffen. Wie die Informationen und Daten im Projektmanagement effizienter genutzt werden können und für die Kommunikation und Information des gesamten Projektteams z. B. in Projektmeetings zur schnelleren Entscheidungsunterstützung beitragen, wird im Folgenden aufgezeigt.

2.2 Integration in und Teilhabe an Wertschöpfungsketten

Der verfahrenstechnische Anlagenbau ist in besonderem Maße durch eine hohe Komplexität in der Projektentwicklung gekennzeichnet. Der unternehmensinterne und unternehmensübergreifende Informationsaustausch stellt besondere Anforderungen an das Projektteam.

Wie unter 1.2 beschrieben, ist die Digitalisierung der Geschäftsprozesse eine zwingende Voraussetzung, um sich in Wertschöpfungsketten integrieren zu können. In der Prozessindustrie wird die Thematik der »Digitalen Anlage« bereits seit 2011 (s. Digital Plant Kongress in Würzburg) diskutiert.

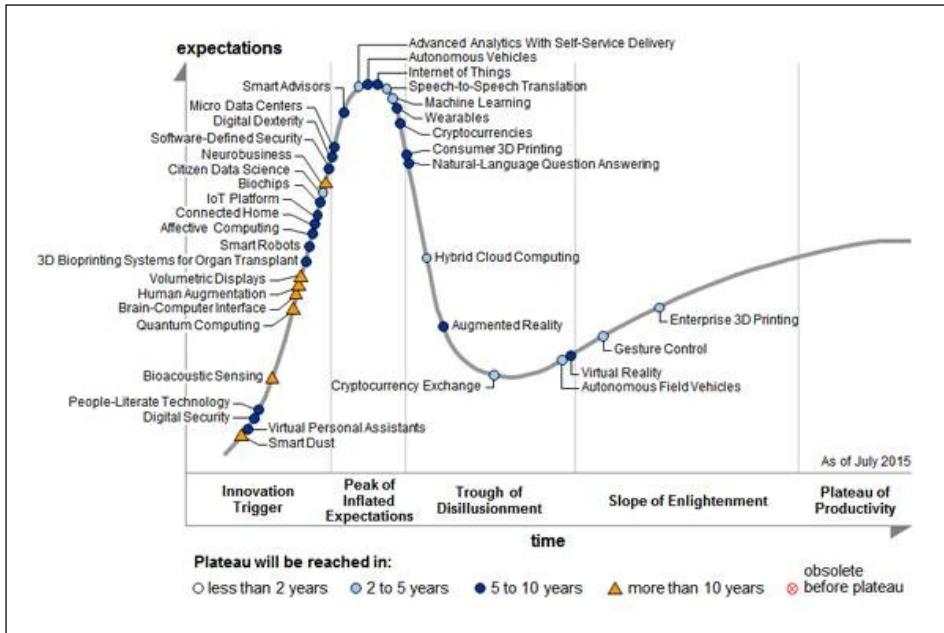


Abbildung 1: Gartner Hypercycle

Die BASF favorisiert, dass es zu jeder realen Anlage eine Digitale Anlage geben muss. Das bedeutet, dass jede Prozessanlage über ihren gesamten Lebenszyklus digital abgebildet ist und jederzeit auf der Basis der vorliegenden digitalen as built Daten der Anlage ein Projektmanagement 4.0 aufgesetzt werden kann.

Nach dem Gartner Hypecycle wird sich die VR-Technologie in den nächsten Jahren konsequent durchsetzen. Als Unternehmen muss man sich auf den Weg machen, ein »digitales Unternehmen« zu werden. Die Identifizierung und der Einsatz der richtigen Technologien zur richtigen Zeit ist das entscheidende Kriterium.

Große Betreiber und auch mittelständische Unternehmen haben durch den konsequenteren Einsatz der VR-Technologie vornehmlich in der Designphase Erfahrungen gesammelt und sind von den Vorteilen überzeugt.

Eine offene Fragestellung ist, welcher konkrete quantifizierbare Aufwand und welcher quantifizierbare Nutzen entstehen, wenn die Vision der Digitalen Anlage Realität wird. Was hindert uns, die Vision zeitnah umzusetzen?

3 Lösungsansatz und Beispiele

Das Fraunhofer IFF hat ein Vorgehensmodell entwickelt, wie mittels einer interaktiven Virtual Reality Umgebung die Information und Kommunikation in allen Projektphasen eines Anlagenlebenszyklus wirkungsvoll unterstützt werden kann.

Der Lösungsansatz besteht darin, innerhalb einer interaktiven Virtual Reality Umgebung alle speziellen Informationen und Daten, die zur effizienten und qualitätsgerechten Projektabwicklung relevant sind, visuell zusammenzuführen und dem Projektteam als Informations- und Kommunikationsplattform zu dienen.

Innerhalb diverser Projekte wurde der Nutzen der interaktiven Virtual Reality Umgebung konkret nachgewiesen. Im Vortrag werden folgende Beispiele direkt gezeigt:

- Beispiel 1: Virtuell interaktive Industrieparkentwicklung
- Beispiel 2: Visualisierung von 3D-Laserscandaten
- Beispiel 3: VR-Modell eines Chemieparks incl. 3D-Anlagenmodell und Visualisierung GIS-Daten



Abbildung 2: Virtuell interaktive Industrieparkentwicklung
Foto: Fraunhofer IFF

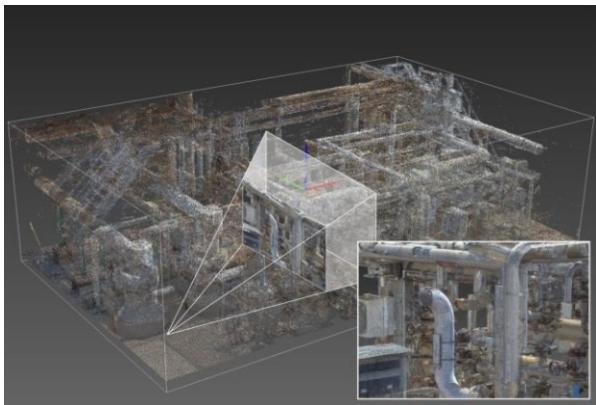


Abbildung 3: Visualisierung eines 3D-Laserscans
Foto: Fraunhofer IFF

4 Fazit

Die VR-Technologie wird zukünftig alle Informationen und Daten zentral unterstützen. Sie wird die spezifischen Werkzeuge nicht ablösen sondern diese visuell zusammenführen. Das Interagieren in virtuellen Modellen wird die Information und Kommunikation im Projektmanagement 4.0 unterstützen.

5 Literatur

FASA e.V. Studie
»Industrie 4.0 im Maschinen- und Anlagenbau«:
http://www.fasa-ev.de/wp-content/uploads/160114_Studie_FINAL-Druck.pdf
(Stand: 10.05.2016)

6 Abbildungen

Gartner Hypercycle:
<https://translate.google.de/translate?hl=de&sl=en&u=http://www.gartner.com/newsroom/id/3114217&prev=search>
(Stand: 10.05.2016)

INDUSTRIE 4.0. – MÖGLICHKEITEN UND CHANCEN IN RAFFINERIEN

Dipl.-Ing. Steffen Weber,
TOTAL Raffinerie Mitteldeutschland GmbH

LEBENSLAUF



Dipl.-Ing. Steffen Weber

TOTAL Raffinerie Mitteldeutschland GmbH, SD/TA-Manager
Maienweg 1
06237 LEUNA

Telefon: +49 3461 48 4220
E-Mail: steffen.weber@total.de

1986 – 1991	Studium Maschinenbau an der TU Chemnitz
1995 – 1997	Studium Werkstofftechnik am Imperial College London
1991 – 1992	THYSSEN Stahl AG, Duisburg, Forschung, Anwendungstechnik Feinbleche
1992 – 2002	Germanischer Lloyd Hamburg, Hauptverwaltung Bereich Werkstoff- und Korrosion, Sachverständiger
2000 – 2002	TOTAL Raffinerie Mitteldeutschland GmbH, Leuna, Fachbereich Inspektion
2002 – 2008	TOTAL Raffinerie Mitteldeutschland GmbH, Leuna, Fachbereichsleiter Inspektion
2008 – 2011	SATORP, Rom und Singapore, Engineering Manager EPC Package Offsites
2011 – 2014	TOTAL Raffinerie Mitteldeutschland GmbH, Leuna, TA2014, Leiter Stillstandsplanung POX/MeOH
seit 2015	TOTAL Raffinerie Mitteldeutschland GmbH, Leuna, Fachbereichsleiter Shutdowns/Turnaround

INDUSTRIE 4.0 – MÖGLICHKEITEN UND CHANCEN IN RAFFINERIEN

Dipl.-Ing. Steffen Weber

1 Rahmenbedingungen

Die Mineralölraffinerien in Deutschland sind seit längerem einem Strukturwandel ausgesetzt. Neben dem volatilen Ölpreis und einer schwankenden Raffineriemarge ist dieser Strukturwandel dadurch gekennzeichnet, dass gesellschaftspolitische Themen wie z.B. Decarburisierung, Schwefelreduzierung, Benzolproblematik etc. Anpassungen der Anlagen erfordern (können) und Investitionsentscheidungen beeinflussen. Die weitere Entwicklung der CO2-Problematik und die Erwartungshaltung an die Entwicklung der Energiepreise werden sicherlich den Trend verstärken, Investitionen und Anpassungen zu fördern, welche eine Steigerung der Energieeffizienz, die Reduzierung der reinen Betriebskosten, die Verbesserung der Ausbeutestruktur sowie die verstärkten Nutzung klimaneutraler Energieträger zum Ziel haben [Abbildung 1]. Neben der reinen Produktion von Mineralölprodukten und den damit verbundenen Bilanzen (Energie, Ausbeutestruktur, Verfügbarkeit und Performance) wird die Wirtschaftlichkeit der Raffinerie wesentlich durch die Instandhaltung und die damit verbundenen Personal- und Materialkosten beeinflusst. Die Instandhaltung wird mehr und mehr als Asset Management gesehen, obwohl dieser Begriff teilweise unterschiedlich verstanden wird. Bei vielen deutschen Raffinerien ist der Trend zu sehen, verstärkt Fixkosten zu reduzieren und den variablen Kostenanteil rigide zu kontrollieren. Kaum eine Raffinerie hat noch eine eigene Instandhaltungsmannschaft. Die Konzentrierung auf das Kerngeschäft, sprich das Betreiben der Raffinerie im Sinne der Produktionsprozesse, wird als Kernkompetenz gesehen. Die notwendigen Service- und Dienstleistungen, wie zum Beispiel die Instandhaltung oder Projekte, sind zu einem hohen Grad an fremde Anbieter, Servicedienstleister und Spezialfirmen vergeben. Sicherlich sind die Personal- und Instandhaltungskosten nicht die größten Positionen in der Wirtschaftsbilanz einer Raffinerie. Dennoch sind hier Größenordnungen im mehrstelligen Millionenbereich, je nach Raffinerie, jährlich zu verbuchen. Diese Positionen haben eine lange, gewachsene Tradition mit den damit verbundenen Arbeitsabläufen, Sicherheitsanforderungen und organisatorischen Anforderungen, wie z.B. dem Arbeitserlaubniswesen, dem meist SAP-gesteuerten Instandhaltungsworkflow oder der Abwicklung im Baufeld um nur einige zu nennen. Es sind genau diese Prozesse, die für die Thematik Industrie 4.0 Chancen und Möglichkeiten bieten. Im Vergleich zu anderen Industrien, wie z.B. die Automobilindustrie, ist hier sicherlich ein erhebliches Potential für den Einsatz der mit der Industrie 4.0 verbundenen The-

men und Technologien, wie z.B. mobile Lösungen, Datenkonsolidierung und Datenanalyse und -management vorhanden. Diese durch den »Industrie 4.0«-Gedanken getragenen Technologien und der damit verbundene Paradigmenwechsel bedeutet auch eine Anpassung der Organisation und damit der Organisationsformen und -abläufe. Dies gilt es im Sinne der Effizienz im Interesse der Raffinerien zu nutzen, bedeutet jedoch dass die entsprechenden Dienstleister und Servicelieferanten dieses Potential erkennen und mobile Lösungen anbieten.

2 Industrie 4.0 - Potentielle Anwendungen

Die Industrie 4.0 Thematik ist im Bereich der Raffinerien und der Chemischen Industrie sicherlich nicht neu. Insbesondere die großen deutschen Chemieunternehmen wie BASF und EVONIK haben das Potential erkannt und verstärken hier Ihre Programme. Ansätze gibt es auch in der Mineralölindustrie, wie z.B. Fraunhofer Magdeburg, ROSER oder das MOST Programm der TOTAL. Jedoch zeigt sich, dass viele Themen sich noch in der Anfangsphase befinden und eine branchenübergreifende Bearbeitung noch in den »Kinderschuhen« steckt. Ein oft beobachtetes Bild zeigt, dass ein echtes Verständnis über den eigentlichen Bedarf der Raffinerien und den Lösungen von Industrie 4.0 Technologien / Techniken zwischen der Mineralölindustrie und den Serviceanbietern nur teilweise vorhanden ist und es sich fast immer auf Einzelapplikationen beschränkt. Die Verknüpfung zwischen beiden Interessenverbänden wird zudem erschwert, dass lokal, regional und über die den Raffinerien zugeordneten Großkonzerne unterschiedliche IT-Architekturen und Strukturen vorhanden sind und verschiedene Zielstellungen und Programme verfolgt werden.

Der bisher nur in Ansätze realisierte Industrie 4.0 Gedanke in der Raffinerielandschaft hat auch Ursachen im eigentlichen Betrieb. Nach wie vor gibt es eine zögernde bzw. widerstrebende Bereitschaft zum Einsatz von mobilen Geräten aufgrund der Explosionsschutz-Problematik in Anlagen bzw. aufgrund von Restriktionen der geforderten Datensicherheit. Die Signalübertragung vom Feld in die entsprechende Serverapplikation / PC des Nutzers wird erschwert durch eine rigide Standardisierung der Firmensoftware und deren Software-Anforderungen aufgrund der Vorgaben globaler Firmenstrategien. Zudem verstehen es Dienstleister und Serviceanbieter oft nicht, die Wirtschaftlichkeit einer Industrie 4.0 Technologie dem Raffineriebetreiber zu vermitteln bzw. ihm die Effizienzsteigerung seiner Geschäftsprozesse zu erklären.

An einigen Beispielen soll nachfolgend aufgezeigt werden, wie aus Sicht einer Raffinerie das Potential von Industrie 4.0 in Raffinerien genutzt werden könnte [Abbildung 5].

3 Turnarounds (TA) und Shutdowns (SD)

Turnarounds (TA) und Shutdowns (SD) sind wichtige Zeitabschnitte im operativen Lebenslauf einer Raffinerie. Sie sind als Meilensteine zu betrachten und deren »Finish« bzw. Ergebnis beeinflusst entscheidend die weitere Entwicklung der Raffinerie. TA/SD's sind genau diese engen Zeitabschnitte, in denen es möglich ist, Investitionen umzusetzen und neben den erforderlichen gesetzlichen Prüfungen auch die Verfügbarkeitsrelevanten, notwendigen Reparatur- und Instandhaltungsmaßnahmen zu realisieren. Deren Abwicklung und somit der quantitative und qualitative Erfolg eines TA/ SD wirkt sich entscheidend auf die Wirtschaftlichkeit wie auch auf die Verfügbarkeit der Raffinerie für die nächste Betriebsperiode aus. Die TA/SD-Zeitpläne, d.h. die konkreten Abstellzeiträume, müssen im Vorfeld relativ zeitig benannt werden. Das heißt, sie werden zu einem Zeitpunkt fixiert, wenn die Kenntnis über die durchzuführenden Maßnahmen und die eigentliche Arbeitsvorbereitung bzw. Detailterminplanung noch in den Kinderschuhen stecken. Mit einer entsprechenden Datenanalyse der Vorgänge könnte es möglich sein, Abstellszenarien im Vorfeld zu simulieren und somit den Raffinerien mehr Planungssicherheit in Bezug auf die Abstelldauer sprich Produktionsausfall und damit auf die verbundenen Lieferverpflichtungen der Kunden zu geben. Die »Scope-of-Work« Definition im Stillstand hat immer wieder das Ziel den Arbeitsumfang zu reduzieren und in ein bereits Monate vorher gegebenes Zeitfenster anzupassen. Jeder der Beteiligten hat natürlich ein Interesse, Puffer und Zeiten zu reservieren, um den Stillstand für seinen Bereich möglichst gut abzuwickeln. Die Aufsummierung dieser Pufferzeiten bedeutet de facto eine Stillstandsverlängerung. Untersuchungen zeigen, dass 20-40 Prozent der zur Verfügung stehenden Arbeitszeit als unproduktive Zeit angesehen werden muss. Datenanalyse der Vorgänge und Simulierung der Abstellszenarien bieten Möglichkeiten, um realistische Zeitpläne im Vorfeld zu definieren [Abbildung 6].

4 Sicherheit

Das Thema »Sicherheit« nimmt in der Raffinerie eine zentrale Stellung ein und HSEQ ist das zentrale Thema. TRIR Ziele von 0,0 bis 1,5 sind derzeit branchenüblich und übergreifend definiert.

Beim Abfahren der Anlagen erfolgen Spül-und Entleerprozesse, die die kohlenwasserstoffhaltigen Medien aus den Anlagen entfernen sollen. Je nach Anlagenkonfiguration, Zeitdauer und Methode verbleiben Reste in den Anlagen. Beim Öffnen der Ausrüstungen ist demzufolge

Vorsorge für die Mitarbeiter durch Anwendung entsprechender Schutzmaßnahmen zu treffen. Es ist eine Grundvoraussetzung des sicheren Arbeitens, dass die Ausrüstungen vor Befahr- und Reparaturaktivitäten auf das Vorhandensein von Kohlenwasserstoffen überprüft werden. Anforderungen an den Explosionsschutz müssen zudem berücksichtigt werden. Dazu werden sogenannte Gasanalysen an den Ausrüstungen in regelmäßigen Abständen durchgeführt. Üblich ist es, diese Analysen einmal pro Schicht pro Mannloch durchzuführen. [Abbildung 2] zeigt die entsprechende Anzahl in einer Anlage der Raffinerie während des Stillstandes in 2014. Täglich waren in der Spur ca. 250-350 Gasanalysen durchzuführen. Die Gasanalysen werden an der Ausrüstung durchgeführt, das Reporting erfolgt in der außerhalb der Anlage befindlichen Projektleitung. Die ist mit einem beträchtlichen Zeitverzug verbunden. Im TA2014 wurden in einer Anlage ca. 25-35 Personen im 2x10hr-Schichtsystem eingesetzt. Verständlich ist, dass hier beträchtliches Potential zur Reduzierung des Aufwandes vorhanden ist. Dies ist aber nur die Spitze des Eisberges, denn ohne Freigaben der Gasanalyse erfolgt keine Freigabe der Arbeiten im Feld. Im TA2014 waren 400-700 Mechaniker im Einsatz. Die Verzögerung von nur einer Stunde bei der Freigabe der Arbeiten, was durchaus vorgekommen ist, bedeutet dass 400-700 Mannstunden verloren gehen, was mit direkten Kosten von mehreren 10.000EUR verbunden ist [Abbildung 5].

Abhilfe könnten mobile Lösungen im Rahmen der Industrie 4.0 Thematik schaffen. Gespräche mit entsprechenden Servicefirmen zeigten, dass dieses Potential teilweise nicht bei Anbietern von diesen Dienstleistungen bekannt war.

5 Einweisung vor Ort

Der Einsatz von fremdsprachigem Personal ist mehr oder weniger Standard. Das Personal muss belehrt und in die Anlagen eingewiesen werden. Die frühzeitige Einbeziehung des Vertragspartners in die Planung erfolgt in der Regel. Die Montage-Mannschaften, d.h. der Schlosser, kommen in der Regel erst sehr kurz vor der Ausführungsphase in den Stillstand auf den Standort. Eine Einweisung vor Ort ist notwendig, jeder Standort hat spezifische Themen, die belehrt und deren Nachweis der Kenntnis für das sichere Arbeiten erforderlich ist. Digitale Lagepläne und webbasierte Unterweisungen können hier den Aufwand beträchtlich reduzieren. Zudem schaffen digitale Zugangskontrollen zu den Anlagen, die elektronische Erfassung von Personal und die Erfassung des eingesetzten Personals bei Störfällen entscheidende Vorteile zur besseren Beherrschung der Risiken. Virtuelle Lagepläne von Chemiestandorten, angepasst auf das jeweilige Projekt, unterstützen die Orientierung der Fachkräfte vor Ort. Training und Unterweisung kann an jedem Ort durchgeführt werden und mehrfach wiederholt werden. Diese Vorteile müssen natürlich unter Berücksichtigung der

betriebsorganisatorischen und arbeitsrechtlichen Rahmenbedingungen betrachtet werden.

6 Abwicklung

Industrie 4.0 bietet Möglichkeiten für eine bessere Abwicklung der Tätigkeiten im Baufeld. Derzeit erfolgt die Planung im Vorfeld sehr detailliert auf Ressourcen und Arbeitsvorgangsebene. Viel Energie wird in die Vorbereitung, wie z.B. die Ressourcenermittlung und Nivellierung gesteckt. Sobald jedoch die eigentliche Ausführungsphase beginnt, ist aufgrund der Dynamik im Feld eine Steuerung der Aktivitäten aufgrund von Zeitverzug durch die verspätete bzw. fehlende Rückmeldung erschwert. Zusatzarbeiten aufgrund von plötzlichen Reparaturen und der sich ständig ändernden Ressourcenbedarf erschwert die Projektsteuerung. Abhilfe schafft hier sicherlich eine zeitnahe Rückmeldung verbunden mit einer automatischen Aktualisierung des Projektablaufplanes. Dies ist nur möglich, wenn mobile Lösungen die Vorarbeiterebene in die Lage versetzen, diese Rückmeldung an die Projektleitung zu übermitteln. Die Aktualisierung des Terminplanes bei manueller Rückmeldung ist aufgrund der Dynamik im Feld sehr schlecht umsetzbar. Elektronische Rückmeldungen, angefangen von den Sicherheitsanalysen (Gasanalytik) über die Zurückmeldung von einzelnen Arbeiten (Reinigen, Öffnen) bis hin zu Qualitätsabnahmen bieten immenses Potential, die Arbeiten besser, qualitativ hochwertiger und auch sicherer zu machen. Die zeitnahe elektronische Rückmeldung schafft Voraussetzungen, um die Arbeitsfolge und die eingesetzten Ressourcen im Feld überhaupt steuern zu können.

7 Objekt Tracking

Verschiedene Hersteller, wie z.B. BOSCH arbeiten an marktauglichen Lösungen zum Tracking von Objekten. BOSCH bietet z.B. Lösungen an, um Werkzeuge zu orten und deren Nutzung durch Zuweisung an eine Baustelle / Monteur pro Zeiteinheit zu optimieren. Während eines Stillstandes werden verschiedenen Ausrüstungen in den Anlagen demontiert und verschiedenen Servicepartner innerhalb oder meist außerhalb der Raffinerie zugeführt. Typische Beispiele sind die Wartung und Einstellüberprüfung von Sicherheitsventilen in externen Werkstätten, die Überholung von Regelarmaturen oder die Neuberohrung von Wärmetauscherbündel. Im letzten Stillstand 2014 der TRM wurden über 700 Sicherheitsventile, 500 Wärmetauscher und ca. 1000 Regelventile demontiert und extern gewartet [Abbildung 3]. In dem relativ engen Zeitfenster der Ausführungsphase ist die optimale Auslastung der Servicepartner neben der Materialbereitstellung der Ersatzteile die wichtigste Zielgröße. Eine manuelle Steuerung der Ressourcen ist aufgrund der oben genannten Umfänge praktisch schwierig, zudem ist

Anbindung externer Partner an die IT-Landschaft der Raffinerie sehr schwierig.

Besondere Brisanz hat die Reinigung von Wärmetauscherbündeln auf Waschplätzen. Diese Waschplatzreinigung ist (fast) immer wieder ein Nadelöhr bei der Abwicklung. Die Reinigung des Apparats an sich findet in der Anlage statt. Kleinteile, wie Vorkammer und Schwimmkopf werden demontiert und separat gereinigt. Die Bündel werden auf dem Waschplatz gereinigt und gegebenenfalls durch Wirbelstromprüfungen / IRIS geprüft. Dies erfolgt in der Regel auf einem zentralen Waschplatz. Die Durchführung dieser Leistungen erfolgt durch mehrere Vertragspartner. Mehrere mechanische Kontraktoren liefern die Ausrüstungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten dem Waschplatz zu bzw. fordern die fristgerechte Rücklieferung. Die gesamte Logistik-Kette wird von mehreren Faktoren beeinflusst und muss zentral gesteuert werden. Der Zeitpunkt der Anlieferung und die geforderte Rücklieferung, der Reinigungszustand bzw. die Dauer der Reinigung, der Einsatz der Reinigungsmannschaft und Gerätetechnik sowie die Lagerungskapazitäten sind hier als wichtige Faktoren zu nennen [Abbildung 4]. In der Dynamik der Ausführungsphase ist die Kenntnis wo und in welchem Zustand das betreffende Ausrüstungsteil ist, von erheblichem Vorteil zur Steuerung der Aktivitäten und kann somit den Ressourceneinsatz optimieren. Mit Hilfe einer Kombination von Objekt Tracking und in-situ Erfassung des Ausrüstungszustandes kann hier »Industrie 4.0« einen beträchtlichen Effizienzgewinn liefern. Durch die Vielzahl der Ausrüstungen und demontierten Ausrüstungsteile ist hier die in-situ Verfolgung der Objekte, gekoppelt mit einer effizienten Datenverarbeitung und Rückkopplung zum Projektablaufplan, von essentieller Bedeutung.

8 Grenzen

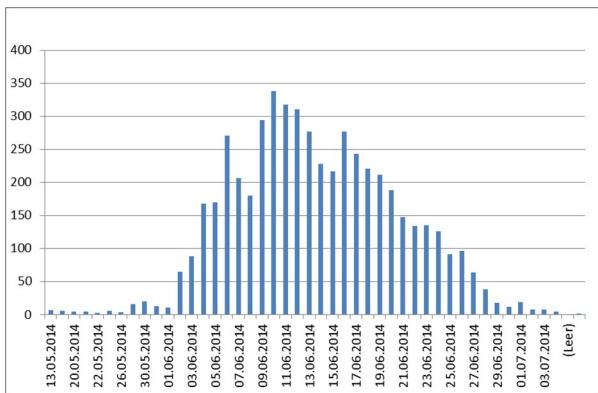
Die Anwendung neuer Technologien setzt natürlich die Akzeptanz bei den Mitarbeitern voraus. Bedingt durch den demographischen Wandel ist die Mitarbeiterstruktur stark zwischen 40-55 ausgebildet. Der Einsatz neuer Techniken setzt entsprechende Trainings- und Pilotierungsphasen voraus, um die entsprechende Akzeptierung stufenweise zu realisieren. Die Mitarbeiter müssen Zeit »bekommen«, um sich an die neuen Arbeitsabläufe gewöhnen zu können. Die Übertragung der Signale vom Feld zum Rechner wird momentan erschwert durch Fragen wie Internet-Sicherheit, Explosionsschutz und die Übertragbarkeit vom Feld aufgrund der Konzentration von Stahl im Baufeld. Die Einführung der Industrie 4.0-Techniken und das Gewinnen der Mitarbeiter für die neuen Prozesse sind mit erheblichem Zeitaufwand verbunden. Organisatorische Veränderung der Arbeitsabläufe und das Stammdatenmanagement sind zentrale Themen. Innerhalb des Mineralölwirtschaftsverbandes bzw. der DGMK sind zwar Ansätze zu Industrie 4.0 vorhanden

sind, jedoch die Bildung konkreter Umsetzungsprogramme steckt noch in den Ansätzen. Um die deutschen Raffinerien und die Serviceanbieter der Technologien in das gemeinsame »Boot« zu holen, sind mehr und gezielte Anstrengungen von Nöten, was wiederum die Empfehlungen der FASA-Studie unterstreicht. Das Potential ist vorhanden und bietet bei entsprechender Nutzung einen Wettbewerbsvorteil für die deutschen Raffinerien.

9 Abbildungen



*Abbildung 1: TOTAL Raffinerie
Mitteldeutschland GmbH, Leuna
Foto: TRM Leuna*



*Abbildung 2: Anzahl der Gasanalyse und deren Verteilung während des Groß-Stillstandes 2014 bei der TRM
Foto: TRM Leuna*



*Abbildung 3: Demontierte Einzelteile von Messeinrichtungen in der POX/MeOH-Anlage im TA2014
Foto: TRM Leuna*



*Abbildung 4: Waschplatzaktivitäten im TA2014
Foto: TRM Leuna*

Ranking	DigiTAR Komponente	Zeithorizont	Hoher Nutzen (Einsparpotenzial größer als 25%)	Erheblicher Nutzen (Einsparpotenzial zw. 5 und 25%)	Kaum Nutzen (Einsparpotenzial geringer als 5%)
1	Mobile Rückmeldung	2016	6	8	
2	Tracking kritischer Objekte	2016	2	10	2
3	Nutzung virtueller Realität und intelligenter Logistik für POX-Revamp	Beginn 2018 Nutzung Anfang 2019	4	4	2
4	Kontraktorenportal	bis Ende 2016	4	6	4
5	Digitaler Lageplan	Voraussetzung für DigiTAR	1	8	5
6	Simulation von Planungsszenarien	20??	1	7	5

Abbildung 5: Umfrage über Anwendungspotentiale Industrie 4.0 bei TRM, Ergebnisse des Workshops mit Fraunhofer IFF Magdeburg
Bild: TRM Leuna

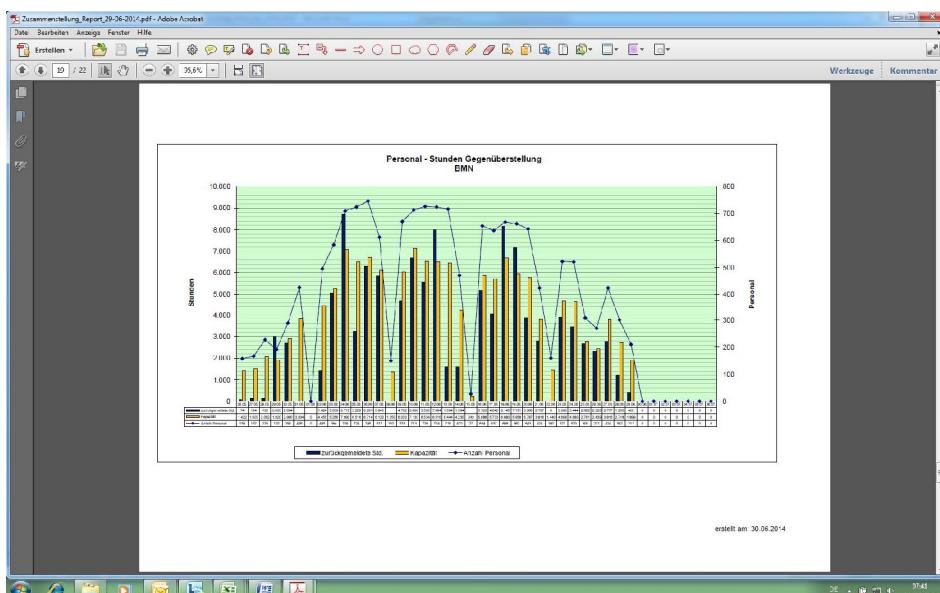


Abbildung 6: Eingesetzte Manpower im Groß-Stillstand 2014 und Rückmeldung der geleisteten Arbeit
Bild: TRM Leuna

MOBILE DIGITALE ANWENDUNGEN IN DER MONTAGE – AUF DEM WEG ZU INTEGRIERTEN LÖSUNGEN

Dipl.-Ing. (FH) Michael Höchel,
Dr.-Ing. Marco Gärtner,
BASF, SE

LEBENSLAUF



Dipl.-Ing (FH) Michael Höchel

BASF SE, Director Digital Plant
BASF SE, Q920
67056 Ludwigshafen, Germany

E-Mail: michael.hoechel@basf.com

10/1992 – 08/1996	Diplomstudium (FH) Verfahrenstechnik Hochschule Mannheim
09/1996 – 03/2001	Entwicklungsingenieur BASF SE
04/2001 – 09/2003	Instandhaltungsingenieur BASF SE
10/2003 – 09/2006	Planungsmanager BASF SE
10/2006 – 09/2010	Senior Construction Manager BASF SE
10/2010 – 10/2015	Head of Engineering & Maintenance BASF Lampertheim GmbH
seit 11/2015	Projekt Digital Plant; Projektleiter seit 04/2016 BASF SE

LEBENSLAUF



Dr.-Ing. Marco Gärtner

BASF SE, LEAN Manager
BASF SE, K 240
67056 Ludwigshafen, Germany

E-Mail: marco.gaertner@basf.com

10/2004 – 07/2008	Diplomstudium Maschinenbau HS Mannheim
10/2008 – 04/2011	Masterstudium Maschinenbau TU Darmstadt
08/2008 – 09/2012	Wissenschaftlicher Mitarbeiter TU Darmstadt
11/2012	Promotion im Fachbereich Maschinenbau TU Darmstadt
10/2012 – 03/2016	Construction Manager BASF SE
seit 03/2016	LEAN Manager BASF SE

MOBILE DIGITALE ANWENDUNGEN IN DER MONTAGE – AUF DEM WEG ZU INTEGRIER-TEN LÖSUNGEN

Dipl.-Ing (FH) Michael Höchel, Dr.-Ing. Marco Gärtner

BASF verfolgt das langfristige Ziel von »Digital Plant« – zu jeder realen Anlage soll ein vollständiges digitales Abbild aus intelligent vernetzten Daten verfügbar sein.

Aus dem Blick eines Chemieanlagenbetreibers stellen sich dabei zwei große Herausforderungen: Wie können digitale Werkzeuge intelligent vernetzt werden? Wie gestaltet sich die Realisierung des damit notwendigen Changes?

Über den gesamten Asset-Life-Cycle hinweg werden neue, digitale Prozesse implementiert – dies erfordert Mitarbeiter, die sich auf die entsprechenden Veränderungen einlassen und bereit sind, diese zukünftig eigenständig voranzutreiben.

Aus diesem Grund wählt die BASF zur Implementierung von Digital Plant ein agiles Vorgehen. Dabei werden inhaltlich eng abgegrenzte, digitale Prozessbausteine entwickelt, die ein Team von Coaches in der Praxis erprobt. Sukzessive wird der gesamte Asset-Life-Cycle einbezogen.

Ein Beispiel für die auf diese Weise erprobten Konzepte ist die Nutzung mobiler Anwendungen in der Montage. Hierbei wird der verantwortliche Montagemeister mit einem speziellen Tablet ausgestattet, mit dem es möglich ist, Absprachen vor Ort mit Unterstützung des 3D-Modells durchzuführen sowie verschiedene Baustellendokumentationen vor Ort zu führen bzw. zu aktualisieren. Realitätsnahe Visualisierung und vielfältige Interaktionsmöglichkeiten führen hierbei sowohl zu einem Effizienzgewinn (z.B. vereinfachte, schnellere Absprachen) als auch zu einem Exzellenzbeitrag (z.B. Fehlerreduktion).

Insgesamt zeigen die in realen Projekten erzielten Ergebnisse, dass der gewählte Projektansatz als auch die entwickelten Inhalte geeignet sind, den notwendigen Change zu realisieren und deutliche Vorteile bezogen auf Änderungskosten und Realisierungszeit zu erreichen.



Abbildung 1: Vision von Digital Plant: Ein digitales Abbild – zu jeder realen Anlage
Quelle: BASF SE

AUGMENTED-REALITY- BASIERTE MOBILE ANLAGENINBETRIEBNAHME IN DER INDUSTRIE

Dipl.-Wirt.-Ing. Alexander Mankel,
Augmensys Deutschland GmbH

LEBENSLAUF



Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Alexander Mankel

Augmensys Deutschland GmbH, Geschäftsführung
Eisenwerkstraße 1
58332 Schwelm

Telefon: +49 2336 47482 0
E-Mail: alexander.mankel@augmensys.com

1994

Abschluss des Studiums Wirtschaftsingenieurwesen zum Dipl.-Wirt. Ing. (FH)

1994 – 2008

innotec Systemtechnik GmbH – Vertriebsleitung In-/Ausland für die Engineering Lösung COMOS

2008 – 2012

Siemens Industry Software GmbH – VP Global Sales and Service

seit 2013

Gesellschafter Augmensys GmbH in Österreich und Geschäftsführer der Augmensys Deutschland GmbH.

AUGMENTED-REALITY-BASIERTE MOBILE ANLAGENINBETRIEBNNAHME IN DER INDUSTRIE

Dipl.-Wirt.-Ing. Alexander Mankel

1 Einführung

Unternehmen haben in den vergangenen Jahrzehnten enorm in neue IT-Systeme für ERP-, CAx-, Dokumenten-, Instandhaltungs- und Projektmanagementaufgaben investiert. In jüngerer Vergangenheit kam noch das Thema mobiler Applikationen, kurz »Apps« als neuer Trend hinzu.

Es besteht kein Zweifel daran, dass diese aufwendig implementierten Systeme für den betroffenen Anwender, die Anwendergruppe oder eine gesamte Abteilung wertvolle Daten in hoher Qualität liefern. Die Industrie hat diesen Aufwand, um derartige Lösungen einzuführen, in der Regel mit der Zielsetzung den ständig steigenden Herausforderungen des immer komplexer werdenden Geschäftsalltagsalltags besser zu begegnen. Parallel dazu wurden die Prozesse der Gruppen bzw. Aufgaben an diese Veränderungen angepasst.

Wenn wir den Lebenszyklus heutiger Projekte und Assets mit dem der IT-Landschaften vergleichen, müssen wir immer noch feststellen, dass diese sich nicht vollständig decken, denn es gibt nach wie vor viele Lücken im Austausch wie auch in der Bereitstellung der produzierten Daten: Die ERP Daten sind noch immer nicht ausreichend

mit den Engineering Daten vernetzt. Die Engineering Daten ziehen nach wie vor nicht mit den Instandhaltungsdaten am selben Strang ... sogar ganze Lebenszyklusphasen stranden auf Informationsinseln oder, schlimmer noch, sind nur auf Papier vorhanden. In diesem Vor-

trag möchten wir uns mit einer der komplexesten und zeitkritischsten dieser vernachlässigten Phasen beschäftigen, der Inbetriebnahme bzw. »Mechanical Completion« einer Anlage und generell mit dem Thema Baustellenmanagement. Das Entscheidende wird sein, das Spannungs-dreieck zwischen Mensch, Daten und Anlage optimal aufzulösen.

Herausforderungen bei der Inbetriebnahme

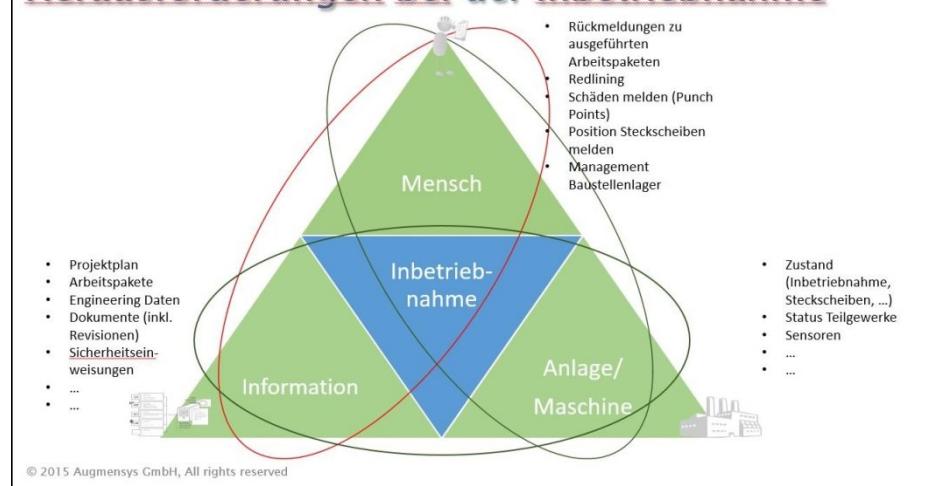


Abbildung 1: Nutzung mobiler Daten in der Anlage

2 Die Phasen nach der Anlagenplanung - Baustelle/Inbetriebnahme

2.1 Die Anlage ist geplant ... und jetzt?

Nach dem Beenden des Engineerings beginnt die Phase des Baus und in Folge der Inbetriebnahme wo Daten, Pläne, Listen, Arbeits- und Sicherheitsprozeduren vor Ort verfügbar sein müssen. Ab nun sollen also die gut designeten »in-house« Planungsergebnisse aus den Systemen ihren Weg auf die Baustelle zu den Nutznießern irgendwo auf der Welt finden. Unserer Erfahrung nach passiert das heute noch immer entweder auf Papierbasis (physisch als auch elektronisch), oder in etwas innovativeren Umgebungen mittlerweile auch mit nicht selten hochkomplexen Single-Purpose-Apps, die immer nur einen speziellen Bereich der zu erledigenden Arbeiten abdecken. Häufig wird festgestellt, dass sich eine wachsende Lücke zwischen den hervorragend erarbeiteten Engineering Daten und der Baustelle auftut, welche letztlich mit einer Unmenge an Papier gefüllt wird. Man weiß zwar, dass die Projekte zunehmend mit Herausforderungen wie steigender Komplexität, abgelegenen Locations, vielen involvierten Beteiligten und kulturellen Unterschieden sowie dem sich erhöhenden Preis- und Termindruck zu kämpfen haben, dennoch wird noch immer nicht mit innovativen und ganzheitlichen Softwarelösungen vor Ort gearbeitet. Das gesamte Personal, wie auch Subkontraktoren mit unterschiedlichsten Wissensständen wären damit aber nicht nur in der Lage ihre Arbeiten sicherer durchzuführen, sondern könnten auch die Informationen darüber viel effizienter und mit höherer Qualität abliefern. Sie wären ja von Beginn an immer in die gesamten Prozesse integriert und würden damit auch die hochwertigen Planungsdaten aus erster Hand und vollständig erhalten.



*Abbildung 2: Nutzung mobiler Daten in der Anlage
Quelle: Augmensys GmbH*

2.2 Erfolg und Misserfolg in den Händen weniger Individuen

An diesem Punkt müssen wir uns wahrscheinlich tief vor jenen Männern und Frauen dieser Welt verbeugen, die

solche Projekte heute managen und mit ihren Erfahrungen und unglaublich hartem Einsatz das Einzigartige leisten, nämlich so viele Inbetriebnahmen trotz dieser widrigen Umstände in funktionierende Anlagen zu verwandeln.

Doch wollen wir uns darauf wirklich immer verlassen? Sollte man nicht über Veränderungen nachdenken? Wird es nicht immer schwieriger solch qualifizierte und hochmotivierte Leute zu finden, die die kleinen und großen Projekte in dieser Welt organisieren können? Verpassen wir nicht die unglaubliche Chance den Wert der bestehenden Engineering Daten durch die Nutzung auf der Baustelle beträchtlich zu erhöhen, weil wir uns immer noch auf diese Kombination aus Papier, persönlichem Einsatz und Hoffnung verlassen? Tatsächlich müssen wir in Zukunft z.B. die unzähligen Listen und zehntausenden Punch Points effizienter verwalten, um nachhaltiger und verantwortungsvoller arbeiten zu können. Wir müssen diese Probleme in den Griff bekommen bevor sie uns dauerhaft im Griff haben ... oder aber der Marktbegleiter den erforderlichen Innovationsprozess frühzeitiger abgeschlossen hat.

2.3 Wenig investieren, viel profitieren

Natürlich möchte niemand das nächste Mammut IT Projekt mit unvorhersehbarem Ausgang starten. Das altbekannte, vielleicht ein bisschen stark vereinfachende Pareto Prinzip besagt das 80% der Ergebnisse mit 20% des Gesamtaufwandes eines Projektes erreicht werden. Macht man sich aber moderne, in diesem Fall AR-basierte Software Technologien und das Pareto Prinzip zu Nutze, kann man sich umgehend 75% der zeitverschwendenden Aktivitäten wie Suchen von Informationen, Finden der richtigen Dokumente und Überprüfen auf deren Vollständigkeit, Erstellen von Reports für das Management usw. auch ohne das Implementieren gewaltiger IT-Projekte sparen.

3 Der Lösungsansatz – Alle RELEVANTEN Daten konsolidiert in einer mobilen Lösung

Konsolidierte Engineering- und Projektplanungs-Daten sind dann sofort verfügbar, egal für wen oder für welches Endgerät – immer Rollen-, Orts- und Aufgabenspezifisch, in einer einzigen, intuitiven Benutzeroberfläche. Aufgabenlisten werden anwender- und themenabhängig angeboten und, falls nötig, auch durch die geografische Position bestimmt. Es gibt keine ÜbergabeprozEDUREN, Dokumentensuche oder dergleichen mehr. Als Resultat werden zudem alle fertiggestellten Aufgaben automatisch in das konsolidierte und integrierte Anlagendatenmodell zurückgemeldet, direkt von dem ausführenden Verantwortlichen selbst. Und natürlich kann man mit demselben Gerät und derselben Software auch das Abarbeiten aller

Punch Points durch geodätische Abfragen optimieren. Hilfreiche Zusatzdaten wie Schadensberichte, Fotos oder Videos, Sprachnotizen oder der zuständige Kollege oder Kontraktoren werden automatisch bei dem jeweiligen Equipment gespeichert.

Mit der Verwendung eines Tablets ist umgehend jeder in der Lage die richtige Position des Punch Points zu finden, an diesem zu arbeiten, die Arbeit nach der Vollendung zu bestätigen und die Daten an das Quellsystem zurück zu senden. Der Baustellenmanager kann diese notwendigen Informationen ständig abrufen und die jeweiligen Punch-points für die Abnahmeprozessur freigeben.



*Abbildung 3: Fehlermeldung inkl. Schadensfoto
Quelle: Augmensys GmbH*

Gleches gilt selbstverständlich für alle anderen Aktivitäten, wie das Rückmelden von abgeschlossenen Arbeitspaketen, das Redlining von Dokumenten, etc.

4 Einsparpotenziale

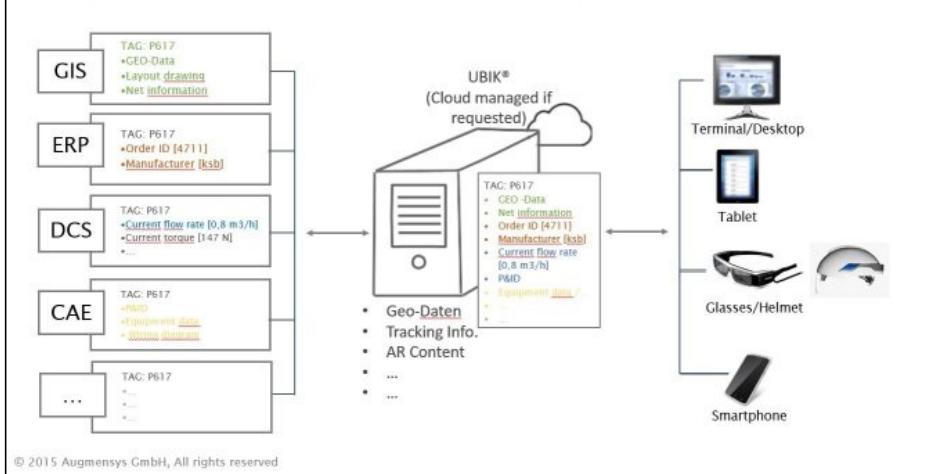
- Keine Daten- und Dokumentensuchzeiten mehr
- Alle für die Baustelle relevanten Engineering Ergebnisse sind jederzeit und überall maßgeschneidert verfügbar
- Alle Aufgaben sind ordentlich dokumentiert und immer auf dem neuesten Stand abrufbar

- Management Dashboards und Berichte jeder Art bilden eine solide Entscheidungsbasis
- Projektbezogene und auch projektübergreifende Lieferantenbewertung ist ab sofort möglich
- Die Analyse welcher Hersteller oder welches Equipment unverhältnismäßig große Probleme oder Kosten über verschiedene Projekte oder Baustellen hinweg verursacht, ist per Klick verfügbar
- Das Claim-Management wird durch Fakten unterstrichen, die vom System automatisch bereitgestellt werden
- Alle beschäftigten Personen werden auf ihrer Suche nach den richtigen Daten und Dokumenten mit Augmented Reality Systemen unterstützt
- Kosten während der Vor- bzw. Inbetriebnahme Phase können signifikant reduziert werden
- Inbetriebnahmzeiten verkürzen sich (z.B. bei Loop Checks)
- Automatische Wissenserfassung in einem stetig wachsenden Wissenspool, einfach durch die Verwendung des Werkzeuges.

5 Zusammenfassung

Alleine in der Phase der Vorinbetriebnahme und Inbetriebnahme kann der Anlagenlieferant enorme Potentiale zur direkten Kosteneinsparung und stetigen Verbesserung realisieren – sowohl bei den Daten, als auch in der Realität. Augmented Reality in Verbindung mit Datenkonsolidierung und geeigneten mobilen Endgeräten ist eine Schlüsseltechnologie zur Erreichung ständig wachsender Kosten-, Qualitäts- und Sicherheitszielen, und fördert dabei den Wissensaufbau und unterstützt den Mitarbeiter vor Ort. Das Ergebnis ist eine höhere Wettbewerbsfähigkeit bei gleichzeitiger Steigerung der Kundenzufriedenheit.

Beispiel: Daten Konsolidierung und Mobilität



*Abbildung 4: Datenkonsolidierung und Bereitstellung auf mobilen Geräten
Quelle: Augmensys GmbH*

FLUCH UND SEGEN VON INDUSTRIE 4.0 – EIN EINDRUCK AUS DEM SONDERMASCHINENBAU

Dipl.-Ing. Sven Kießling,
IAB Ionenaustauscher GmbH Bitterfeld/ Lanxess Deutschland GmbH
Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Möser M.Sc.,
Marlene Eisenträger M.Sc.,
Sergii Skrytutskyi M.Sc.,
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

LEBENSLAUF



Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Möser, M.Sc.

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF,
Stellvertretender Geschäftsfeldleiter Virtual Engineering
Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg

Telefon: +49 391 4090 808
E-Mail: sebastian.moeser@iff.fraunhofer.de

- 10/2004 – 12/2008 Hochschule Magdeburg Stendal
Studium: Maschinenbau – Fachrichtung Produktentwicklung
- 03/2009 – 10/2010 Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Virtual Engineering
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
- 10/2009 – 03/2013 Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
Studium: Entwicklungs- und Simulationsmethoden
- 11/2010 – 11/2012 Projektleiter
Virtual Engineering
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
- seit 12/2012 Gruppenleiter Konstruktion & Entwicklung
Virtual Engineering
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
- seit 03/2015 Stellvertretender Geschäftsfeldleiter
Virtual Engineering
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

FLUCH UND SEGEN VON INDUSTRIE 4.0 – EIN EINDRUCK AUS DEM SONDERMASCHINENBAU

Dipl.-Ing. Sven Kießling, Dipl.-Ing. (FH) Sebastian Möser M.Sc., Marlene Eisenträger M.Sc., Sergii Skrytutskyi M.Sc.

1 Einführung zur Industrie 4.0

Kaum ein Fachbegriff wird derzeit häufiger und zugleich plakativer verwendet als die »Vierte Industrielle Revolution« oder auch Industrie 4.0. Getrieben von wirtschaftspolitischen Initiativen ist dieses Schlagwort nun seit Jahren in Forschung und Wirtschaft in aller Munde und auch das Kernelement zahlreicher Forschungsprojekte. So hat beispielsweise das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) bereits über 120 Millionen Euro Fördergelder für entsprechende Vorhaben bewilligt [1].

Trotzdem hat sich noch keine allgemeingültige Definition gefunden - insbesondere weil es sich hierbei um die Vision einer idealisierten Zukunft handelt, deren reale Umsetzung mit Unsicherheiten behaftet ist. Den grundlegenden Ansatz stellt folgende Begriffserklärung nach der Plattform Industrie 4.0 dar: »Der Begriff Industrie 4.0 steht für die vierte industrielle Revolution, einer neuen Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten.« [2], S. 8. Die Produkteigenschaften sollen dabei möglichst den individuellen Kundenwünschen entsprechen, während der Herstellungsprozess sich an der Massenproduktion orientiert.

Ähnliche Schwierigkeiten bestehen dabei, Teilespektive wie die Begriffe Digitale Fabrik, Internet der Dinge sowie die Smart Factory mit cyberphysischen Systemen klar voneinander abzugrenzen und in eindeutige Beziehungen zueinander zu setzen. Dies wird wohl erst nach der erfolgreichen Umsetzung von Industrie 4.0 durchgängig über alle Unternehmensbereiche möglich sein.

2 Anwendungsbereiche

Prinzipiell verbindet Industrie 4.0 zwei zentrale Wirtschaftsbereiche Deutschlands, die Branche der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) sowie den Maschinen- und Anlagenbau als produzierendes Gewerbe. Deutschlandweit waren 2012 840.000 Menschen im IKT-Sektor beschäftigt und erwirtschafteten einen Umsatz von 140 Milliarden Euro. Die Bedeutung dieser Branche ist besonders groß für dieses Hochlohnland, da 80% aller Innovationen hierzulande auf Informationstechnik basieren [3], S. 4. Daneben steht eine zweite wichtige Industrie, der Maschinen- und Anlagenbau. 2014 erwirtschafteten ca. 6.500 Unternehmen mit 1 Millionen Beschäftigten

über 212 Milliarden Euro Umsatz – jedes zehnte Maschinen- und Anlagenbauprodukt weltweit sowie 16% aller Maschinenexporte wurden hierzulande produziert [4], S. 22. Der hohe Innovationsgrad der Branche ist daran zu erkennen, dass sie 11% aller Forschungs- und Entwicklungskosten des verarbeitenden Gewerbes in Deutschland trägt [5], S. 10.

Für passende Industrie-4.0-Anwendungen eignet sich darunter der Zweig des Sondermaschinen- und Anlagenbaus hervorragend: Diese Branche ist so strukturiert, dass sich hier die Potenziale von Industrie 4.0 besonders gut ausschöpfen lassen. Mit ca. 2.000 Unternehmen stellen sie etwa ein Drittel der Unternehmen. Mit ca. 40 Mrd. Euro Umsatz und 200.000 Beschäftigten sind sie aber in diesen Kennzahlen unterproportional vertreten, da die meisten dieser Unternehmen Klein- und Mittelständler sind. Zudem sind sie meist in ländlich geprägten Regionen mit entsprechenden Problemen bei der Gewinnung qualifizierter Facharbeiter ansässig. Gleichzeitig sind die Unternehmen des Sondermaschinenbaus eine der wichtigsten Innovationstreiber in Deutschland, indem sie Spezialprodukte für und mit den Kunden entwickeln, zumeist in sehr geringer Stückzahl. Losgröße 1 und ein damit verbundenes hohes Entwicklungsrisiko sind durchaus typisch. Der überwiegende Teil dieser Unternehmen liefert darüber hinaus keine kompletten Fertigungsstraßen oder Prozessanlagen, sondern Teillösungen, die sich mit den Anlagenteilen anderer Zulieferer vernetzen müssen (z.B. in der Automobilfertigung).

Gerade für die mittelständischen Unternehmen dieser Branche würden ausgereifte Industrie-4.0-Anwendungen zu einer verbesserten Wettbewerbsfähigkeit führen [1]. Vor allem die kundenindividuelle Entwicklung und Produktion der Anlagen als das prägende Element des Sondermaschinenbaus könnte so beschleunigt werden und auch qualitativ hochwertigere Ergebnisse liefern. Auf diese Weise würde sich die Bedeutung des Sondermaschinenbaus gegenüber der Serienfertigung im Anlagenbau erhöhen, weil sich die Wirtschaftlichkeit dieser Branche verbessert. So kann das Ideal der »Mass Customisation«, also die Herstellung kundenindividueller Produkte unter den Bedingungen einer Massenproduktion, zukünftig erreicht werden. Gleichzeitig wird diese Entwicklung auch dazu führen, dass sich Kundenanforderungen noch weiter differenzieren, da die Konsumenten der Endprodukte und damit auch die industriellen Auftraggeber die neuen Möglichkeiten schnell erfassen werden.

3 Kritische Betrachtung

3.1 Der Fluch von Industrie 4.0

Allerdings ist dieses Ziel noch nicht erreicht, auch nach mehreren Jahren Forschung konnte die Vision Industrie 4.0 noch nicht durchgängig umgesetzt werden. Neben der begrifflichen Unklarheit ist eine wichtige Ursache für die langwirige Forschungszeit der enorme Umfang dieser revolutionären Entwicklung - der hauptsächliche Fluch von Industrie 4.0. Das Konzept beschreibt eine ideale Zukunftsvision eines perfekt aufeinander abgestimmten, intelligenten und intern kommunizierenden Produktionssystems. Inwieweit sich diese Idee tatsächlich real umsetzen lässt und welche wirtschaftlichen Vorteile erwartet werden können, kann noch nicht angegeben werden.

Für eine Umsetzung in der Produktion müssen jedenfalls alle Komponenten des Produktionssystems zwangsläufig cyberphysikalische Systeme (CPS) sein und ihrerseits ebenfalls aus CPS-Teilkomponenten bestehen. So soll es eine selbstständige Planung kundenindividueller Produkte ermöglichen und auf diesem Wege zu erheblichen Produktivitätssteigerungen führen. Auch alle über die eigentliche Produktion hinausgehenden Phasen des Produktlebenszyklus müssen dafür konform zu den Industrie-4.0-Ansätzen unterstützt und gemanagt werden. So ist beispielsweise die Entwicklung der Produktionsanlage als vorgelagerter Schritt der Anlagenfertigung und -nutzung so durchzuführen, dass alle wichtigen Informationen zum Produktionssystem vorliegen. Diese müssen zudem eine geeignete digitale Form aufweisen, um dann im Betrieb genutzt werden zu können.

Diese Beschreibung zeigt starke Diskrepanzen zur aktuellen Realität auf: Bestehende Produktionssysteme sind meist aus Bestandsanlagen verschiedener Hersteller zusammengesetzt. Dabei variieren der Automatisierungsgrad sowie die softwaretechnische Unterstützung dieser Anlagen stark. Sie sind zwar meist mechatronisch aufgebaut, bestehen aber nicht vollständig aus CPS-Systemen und ermöglichen somit keine Kommunikation zwischen den technischen Elementen. So sind keine verlässlichen Grundlagen für eine Anpassung der Produktionsstraße auf die Anforderungen der Zukunftsvision Industrie 4.0 gegeben.

Zudem werden heutzutage viele Neuerungen aus der Forschung nicht in der Praxis umgesetzt, obwohl der dadurch generierte Nutzen in der Wirtschaft anerkannt ist. Dies betrifft vor allem kleinere Unternehmen. Beispielsweise verfügen viele KMU noch nicht über ERP-Systeme zur Planung und Steuerung der Unternehmensprozesse. Ursächlich dafür ist neben fehlenden finanziellen Mitteln auch eine verbreitete Skepsis der Mitarbeiter gegenüber technischen Neuerungen. Das häufigste Argument gegen den Fortschritt ist, dass die aktuell beste-

henden Strukturen funktionieren und somit kein Änderungsbedarf besteht. Diese ablehnende Haltung in Kombination mit den beschränkten finanziellen Mitteln stellt ein bedeutendes Hindernis für Industrie 4.0 dar.

Eine Ursache für diese Skepsis ist der befürchtete Mitarbeiterschwund mit Einführung der Vierten Industriellen Revolution. Durch die verstärkte Automatisierung von Tätigkeiten in der Produktion werden vornehmlich einfache, körperliche Arbeiten wegfallen. Somit werden Mitarbeiter eher für kognitive Tätigkeiten mit höheren Anforderungen benötigt. Dies geht damit einher, dass Anwendungen von Industrie 4.0 in der Produktion auch von der Grundidee her für die Mitarbeiter problematisch sind. Diese besagt, dass die Bestandteile der Anlage durch Kommunikation Informationen austauschen und so selbstständig Entscheidungen treffen. Für die Mitarbeiter können diese Entscheidungen möglicherweise nicht nachvollziehbar sein. Durch Industrie 4.0 würden also nicht nur die Maschinen selbst komplexer, sondern auch ihre Arbeitsweise für den Bediener und den Fertigungsplaner zunehmend unverständlich. Dann wäre die Maschine schlauer als der Mensch, der jedoch für die Produkte und auch die Sicherheit der Produktion birgt. Daher muss für Industrie 4.0 die Qualifikation der Mitarbeiter erhöht werden und es müssen Wege aufgezeigt werden, die das Verständnis für die Entscheidungen der Maschinen fördern. Für diese Ansätze müssen noch geeignete Konzepte entwickelt werden. Als bewährter Weg zur Verbesserung der Personalqualifikation bietet sich zunehmende Spezialisierung an. Allerdings führt diese zu erheblichen Problemen bei der Koordination des Wissens verschiedener Personen. Solche Konflikte ergeben sich auch heute schon, z.B. bei interdisziplinären Produktentwicklungen.

Um jedoch überhaupt Industrie 4.0 umsetzen zu können, werden Informationen benötigt. Dazu gehören beispielsweise Angaben zu den vor- und nachgelagerten Produktionsschritten in einem Anlagenkomplex, Informationen aus der Entwicklung der Anlagen und Angaben zu weiteren Prozessschritten wie dem Vertrieb. Dieser Informationsbedarf stellt eine der größten Herausforderungen von Industrie 4.0 dar, weil dadurch im Vorfeld der Produktion ein erheblicher Zusatzaufwand durch die geeignete Dokumentation entsteht. Sämtliche vorgelagerte Produktlebensphasen müssen in die Sammlung und geeignete Aufbereitung von Informationen einbezogen werden. Dafür müssen auch innovative Technologien in diesen Phasen genutzt werden, deren Einführung Kosten verursacht und auch die Prozesse im Unternehmen verändert. Dies wiederum befördert die angesprochene Skepsis der Mitarbeiter. Den erhöhten Nutzen wiederum kann man erst vollends in der Betriebsphase der Anlage erfahren, sodass hier eine zeitliche Diskrepanz zwischen Aufwand und erzeugtem Benefit besteht.

Des Weiteren benötigt Industrie 4.0 definitionsgemäß eine erhebliche IT-Infrastruktur, um die empfangenen Informationen zu verarbeiten. Dies beinhaltet neben dem Bedarf nach passender Soft- und Hardware auch die elektrotechnische Realisierung des IT-Systems. Der zusätzlich auftretende Energiebedarf muss durch die gesteigerte Energieeffizienz der Anlage mindestens kompensiert werden. Die größten Unsicherheiten bestehen jedoch bei der Software. Aufgrund der Entscheidungsübertragung vom Mensch auf das technische System sind Programmierfehler kritisch, da ihre Auswirkungen lebensbedrohlich sein können. So könnte der Algorithmus beispielsweise eine Produktvariante produzieren lassen, die nicht ausreichend Sicherheit bei der späteren Nutzung bietet. Hierbei fehlen derzeit noch geeignete Standards für die Programme und die Sicherheit der genutzten Daten. Dafür werden aktuell in Verbandsinitiativen verschiedener Industrien mögliche Varianten erarbeitet. Diese basieren allerdings vornehmlich auf den Vorgaben der Branchengrößen, die so auch auf die KMU übertragen werden.

Zusammenfassend betrachtet sind noch enorme Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen erforderlich. Dabei ist ein Hauptaspekt die Frage, wie eine Einführung von Industrie 4.0 in Unternehmen realisiert werden kann. Um ein nach dem Ideal funktionierendes System zu erhalten, ist eine vollständig abgestimmte Produktion mit einem exakt angepassten Produktionssystem nötig. Aufgrund der enormen Veränderungen, insbesondere auf Seiten der softwaretechnischen Unterstützung und Steuerung, kann eine Bestandsanlage nachträglich nur bedingt Industrie-4.0-fähig gemacht werden. Eine vollständige Erneuerung der Produktionsstraßen ist jedoch gewöhnlich unrentabel, trotz der potenziellen Verbesserungen bei der Produktion. Ähnlich verhält es sich mit den Informationssystemen und anderer Software wie CAD-Programmen, deren kostenintensiver Austausch häufig unrentabel ist. Damit stellt der Beginn der Einführung umfassender Industrie-4.0-Anwendungen eines der größten Hindernisse für die revolutionäre Entwicklung dar.

3.2 Der Segen von Industrie 4.0

Trotz dieser Probleme, die in dieser Entwicklung auftreten, und den Schwierigkeiten, ein einheitliches Konzept für diese Zukunftsvision zu finden, ist eine Umsetzung von Industrie 4.0 zwingend erforderlich. Bisher stellt dieser Ansatz nämlich die beste Möglichkeit dar, auch zukünftig die Wettbewerbsfähigkeit des deutschen Sondermaschinenbaus zu erhalten und sogar mit kontinuierlichen Innovationen auszubauen [6] S. 9. Im Zuge der Globalisierung der Wirtschaft entwickelt sich der Anlagenbau bereits heute dahin, dass die Serienfertigung primär im Ausland erfolgt. Deutschland als Hochlohnland mit zugleich beträchtlichen Energiekosten ist schlicht kein wirtschaftlicher Standort für diese Produktion. Auch im

Bereich der informationstechnischen Innovationen im Maschinen- und Anlagenbau hat Deutschland zuletzt deutlich an Vorsprung verloren. Daher muss der Fokus zukünftig auf der Etablierung von kreativen, wissensbasierten Tätigkeitsfeldern und Dienstleistungen liegen, welche den Sondermaschinenbau ausmacht. Bei solchen Tätigkeiten bestehen für die internationale Konkurrenz stärkere Eintrittshürden, da hier auf Erfahrungswerte und erhöhte Qualifikationen der Mitarbeiter zurückgegriffen werden muss. So kann der steigenden Komplexität und Volatilität des Marktes mit Industrie 4.0 effektiv begegnet werden. Aufgrund der guten Voraussetzungen, also einer erfahrenen Maschinenbaubranche in Kombination mit einem innovativen Sektor der Informations- und Kommunikationstechnik, ist Deutschland prädestiniert dafür, ein Vorreiter bei dieser Bewegung zu sein.

Industrie 4.0 ist derzeit auch die einzige bekannte, theoretisch realisierbare Zukunftsvision, die »Mass Customisation« mit einer individualisierten Produktion tatsächlich ermöglichen könnte. Dies eröffnet den Betrieben die Option, »zu geringen Kosten eine hohe Zahl an Produktvarianten herzustellen und auf diese Weise individuelle Kundenwünsche zu bedienen« [6], S. 7. Dahinter steht die Annahme, dass die Tendenz zum kundenindividuellen Produkt anhält und die Weltbevölkerung wächst. So werden auch weitere Märkte durch neuartige Dienstleistungen erschlossen - ein weiterer Schritt zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands.

Diese Verbesserung würde auch den Mitarbeitern zugutekommen, deren Skepsis ein Hauptproblem der Umsetzung von Industrie 4.0 darstellt. Zwar werden einfache Arbeiten durch die Automatisierung ersetzt, aber diese Tendenz zeigt sich auch schon heute in der Industrie. Dabei sollen die Maschinen den Menschen nicht per se ersetzen, sondern seine Arbeit erleichtern und ihm Freiräume für sinnvollere Tätigkeiten mit höherer, kognitiver Beanspruchung ermöglichen. Zum anderen werden durch Industrie 4.0 auch neue Betätigungsfelder geschaffen, beispielsweise im Dienstleistungsgewerbe. Durch höhere Qualifikation und Spezialisierungen könnten die Mitarbeiter so nicht nur eine bessere Arbeitsstelle, sondern auch einen höheren Wohlstand erwarten. Hinzu kommt der demographische Wandel, durch den insgesamt eine geringe Erwerbstätigenquote in Deutschland zu verzeichnen ist. Auch der zunehmende Fachkräftemangel gerade im Entwicklungsbereich muss beachtet werden. Er hat sich mit den stagnierenden oder sinkenden Absolventenzahlen in den MINT-Studiengängen schon seit Jahren angedeutet und bezogen auf die Standorte von Sondermaschinen- und Anlagenbauern noch weiter verschärft. Diesen Entwicklungen muss zeitnah und effektiv begegnet werden und dafür ist Industrie 4.0 ideal geeignet.

Ein weiterer Aspekt, der für diese Zukunftsvision eine zentrale Rolle spielt, sind Informationen. Sie sind sowohl Voraussetzung als auch Ergebnis der softwaretechnischen Verarbeitung und sind damit zwingend für alle Prozesse bei Industrie 4.0 erforderlich. So fördern die umfangreichen Informationen, die zu jedem produzierten Objekt vorliegen müssen, das Verständnis für die Prozesse und Ergebnisse. Die Angaben befähigen die CPS-Systeme dazu, Entscheidungen zu treffen. Daher können durch Industrie 4.0 auch bereits vorhandene Informationen weit effektiver genutzt werden und sind dann auch durchgängig verfügbar. Das vereinfacht das Produktlebenszyklusmanagement erheblich. Allerdings besteht dafür die Herausforderung, dass auch ergänzende Informationen gesammelt und vorverarbeitet werden müssen, um sie in eine nutzbare Struktur zu überführen.

4 Auswege aus dem Dilemma

Diese Ausführungen zeigen, dass Industrie 4.0 alternativlos für die Zukunft der deutschen Wirtschaft ist. Bei der Umsetzung ergeben sich jedoch enorme Schwierigkeiten, vornehmlich aufgrund des ganzheitlichen Charakters dieser revolutionären Umwälzung der industriellen Geschäftsfelder.

Wie bereits erwähnt, ist ein Ansatz dafür, in Projekten vollkommen neue, Industrie-4.0-fähige Anlagen und passende Anwendungen zu entwickeln. Diese erfüllen dann die Anforderungen dieser Entwicklung nach den heutigen Maßstäben vollständig. In zahlreichen Betrieben ist dieser Ansatz jedoch nicht wirtschaftlich umsetzbar. Um die Neuerungen auch zusätzlich in Unternehmen mit Bestandsanlagen und unter Einbezug der vorhandenen Softwareprogramme einzubringen, sind also umfangreiche Methoden nötig. Daher fokussiert man am Fraunhofer IFF schon lange die Methodenentwicklung für eine erfolgreiche Umsetzung von Industrie 4.0 in KMU des Sondermaschinenbaus. Für diese kleinen Unternehmen mit hoher Spezialisierung wurde folgendes Konzept zur Einführung von Industrie 4.0 entwickelt:

Ausgehend von einem neuartigen Konzept für die virtuelle Inbetriebnahme wurde ein Baukasten an Programmen entwickelt, die eine virtuelle Produktentwicklung (engl. Virtual Engineering, VE) ermöglichen. Dieser Ansatz wurde gewählt, da in der Entwicklungsphase die Anlagenfunktionen festgelegt und die wichtigsten Informationen wie die konstruktive Zusammensetzung der Anlage erzeugt werden. Somit wird hier die erforderliche Basis dafür geschaffen, anschließend erste Schritte zu einem Industrie-4.0-fähigen Anlagenbetrieb vorzunehmen.

Hintergrund dieses Ansatzes ist, dass in der Entwicklung im Sondermaschinenbau konventionell strikt linear vorgegangen wird. Nach der mechanischen Konstruktion wird

der Elektronikentwurf ausgearbeitet und erst im Anschluss an die Montage der Anlage wird die Steuerungsprogrammierung vorgenommen. Diese Vorgehensweise ist jedoch ineffizient, da durch die mangelnde Kooperation der Domänen Informationen verloren gehen und notwendige Absprachen ausbleiben, wodurch erhebliche Nacharbeitskosten verursacht werden. Dies führt im Ergebnis zu häufigen Verzögerungen bei der Anlagenentwicklung.

Im neuartigen Ansatz des Virtual Engineering am Fraunhofer IFF wird diesen Problemen durch konsequente, digital unterstützte Parallelisierung der Entwicklung begegnet. So wird die Steuerungsentwicklung bereits kurz nach der Start der Mechanikkonstruktion begonnen und dann zeitlich parallel durchgeführt. Dafür wurde eine interdisziplinäre Entwicklungsumgebung (»VINCENT«) entwickelt, die auf die Daten von CAD-Systemen und anderer Programme zurückgreifen kann - die bestehenden Programme werden also in den VE-Ansatz integriert. Dies ist essentiell für KMU, die sich einen vollständigen Austausch ihrer Programme finanziell nicht leisten können. Anhand des virtuellen Modells, das die Anlage aus interdisziplinärer Sicht nachbildet, können Konzepte frühzeitig validiert und Eigenschaften abgesichert werden. Es dient auch als Grundlage dafür, die Abstimmung zwischen den Projektbeteiligten zu verbessern und damit Fehler durch mangelnde Kommunikation zu reduzieren.

Um den Datenzugriff zu steuern und die durchgängige Verfügbarkeit von Informationen abzusichern, wurde diese Entwicklungsumgebung durch eine Datenbank (»EMELI«) ergänzt. In dieser wird jeder konstruierten Komponente, die für die Anlagenfunktionen von Bedeutung sind, ein eindeutiger Identifikationschlüssel zugeordnet. Diese Kennzeichnung ermöglicht neben der Identifizierung einzelner Komponenten auch deren funktionale Verknüpfung in Form eines Beziehungsnetzes der Anlage.

Diese Verknüpfungen bilden die Grundlage für die Funktionen zweier Module (»VITES« und »AGENS«), welche die Steuerungsprogrammierung in der Entwicklungsumgebung ermöglichen. So lassen sich die Steuerungsabläufe generisch am Modell abzuleiten. Statt einer Programmierung wird also der Ablauf der Steuerung am dreidimensionalen Modell in Form von Bewegungen festgelegt. Außerdem können Sicherheitsregeln gegen Eigenkollisionen zwischen den Anlagenbestandteilen automatisch bestimmt werden. Anschließend können diese gemeinsam mit den generischen definierten Abläufen auf Knopfdruck in ein Steuerungsprogramm überführt werden können. In der Entwicklungsumgebung kann dieses Programm dann im Rahmen einer virtuellen Inbetriebnahme umfassend getestet werden. Da die Anlage zu diesem Zeitpunkt nur virtuell vorliegt, können umfassende

Änderungen noch zu vergleichsweise geringen Kosten erfolgen und die Anlage so einfacher optimiert werden. Die erläuterte Funktionsweise dieses Ansatzes wird in der folgenden Abbildung 1 illustriert.

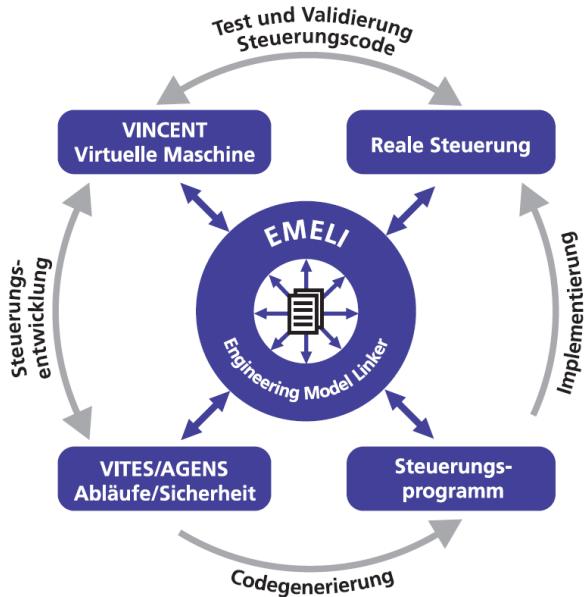


Abbildung 1: Bestehendes Softwaresystem des Fraunhofer IFF

Ausgehend vom Engineering wird am Fraunhofer IFF derzeit ein Assistenzsystem etabliert. Dessen Einsatzgebiete sind der Anlagenbetrieb sowie Instandhaltung und Wartung, Unterstützung von Servicemaßnahmen, Dokumentation und die Inspektion der Anlage. Das Assistenzsystem ermöglicht während des Betriebs der Anlage einen Zugriff auf die Informationen aus der Entwicklung und auf die aktuellen Zustandsdaten der Maschine. Es ist auf einem mobilen Gerät, beispielsweise einem Tablet, installiert, und kann so vor Ort genutzt werden. So wird die Energie- und Ressourceneffizienz bei der Produktion verbessert, indem Störungen schnell behoben, Stillstandszeiten vermieden und die Instandhaltung optimiert wird.

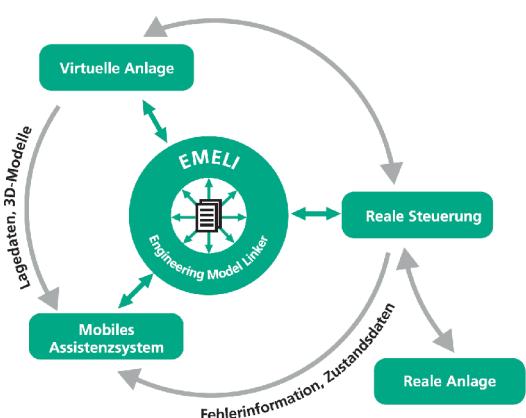


Abbildung 2: Softwaresystem des Fraunhofer IFF mit Erweiterung um ein Assistenzsystem für den Anlagenbetrieb

Erwartungsgemäß wird auch diesem innovativen Ansatz in der konventionell geprägten Branche des Sonderma-

schinenbaus mit Skepsis begegnet, wie auch Industrie 4.0 insgesamt kritisch gesehen wird. In der praktischen Anwendung in Projekten des Fraunhofer IFF konnten jedoch die enormen Vorteile der Programme nachgewiesen werden: durchgängig verfügbare und umfassendere Informationen, bessere Abstimmung der Entwicklungsprozesse und insgesamt ein qualitativ hochwertigeres Ergebnis bei verkürzter Entwicklungszeit. Daher wurde für den VE-Ansatz eine Entwicklungsmethodik entwickelt, welche die Programme als Rahmenkonstrukt begleitet. So kann den Ängsten der KMU begegnet werden und die Unternehmen bei der Einführung von Industrie 4.0 mit Expertise unterstützt werden. Dabei wird konkret aufgezeigt, wie der Prozess gegliedert sein muss, um eine effiziente Anlagenentwicklung zu erhalten. Die Darstellung als Modell ist auf der nächsten Seite in Abbildung 3 zu finden.

Die Entwicklungsmethodik ist in Phasen gegliedert und lehnt sich an das V-Modell der VDI-Richtlinie 2206 an, sowohl inhaltlich als auch optisch. Folglich beginnt sie analog mit einer interdisziplinären Entwurfsphase, in der die Anforderungen sowie die Grundstrukturen der Anlage definiert werden. Durch die Möglichkeit, in der Entwicklungsumgebung eine einfache Konzipierung anhand von Bauraumanalysen und grundlegenden Bewegungsmodellen durchzuführen, wird diese Phase bereits durch den VE-Ansatz unterstützt und die Konzepte können objektiver bewertet werden.

Anschließend folgt der Detailentwurf, welcher parallel in den drei Disziplinen Mechanik, Steuerungstechnik und Elektronik vorgenommen wird. Dabei wird mit der Steuerungsprogrammierung begonnen, sobald die ersten Entwürfe aus der mechanischen Konstruktion vorliegen. Der Elektronikentwurf folgt dann als drittes und setzt die Vorgaben der Steuerung physikalisch um.

Im Kontrast zum V-Modell wird die (virtuelle) Systemintegration nicht im Anschluss, sondern parallel durchgeführt. Dafür wird die Entwicklungsumgebung genutzt, in der auf Grundlage der Mechanik- und Elektronikentwürfe ein interdisziplinäres Anlagenmodell erstellt wird. Dieses wiederum ist die Grundlage für die vorgezogene Steuerungsentwicklung. So bestehen starke Abhängigkeiten zwischen den beiden Phasen. Im Modell werden diese durch Doppelpfeile abgebildet, welche den Datenaustausch repräsentieren

Aufgrund der Entkopplung der Disziplinen voneinander in der Phase des Detailentwurfs findet der Übergang in die Dokumentationsphase zeitlich versetzt statt – im Modell durch die schräge Form des Pfeils visualisiert. Auf Basis der erstellten Unterlagen wird parallel die Anlage gefertigt, um sie dann zur Erfüllung des Auftrags beim Kunden aufzubauen und so die geforderten Funktionen bereitzustellen.

Währenddessen wird die virtuelle Inbetriebnahme, also der Test der realen Steuerung am virtuellen Anlagenmo-

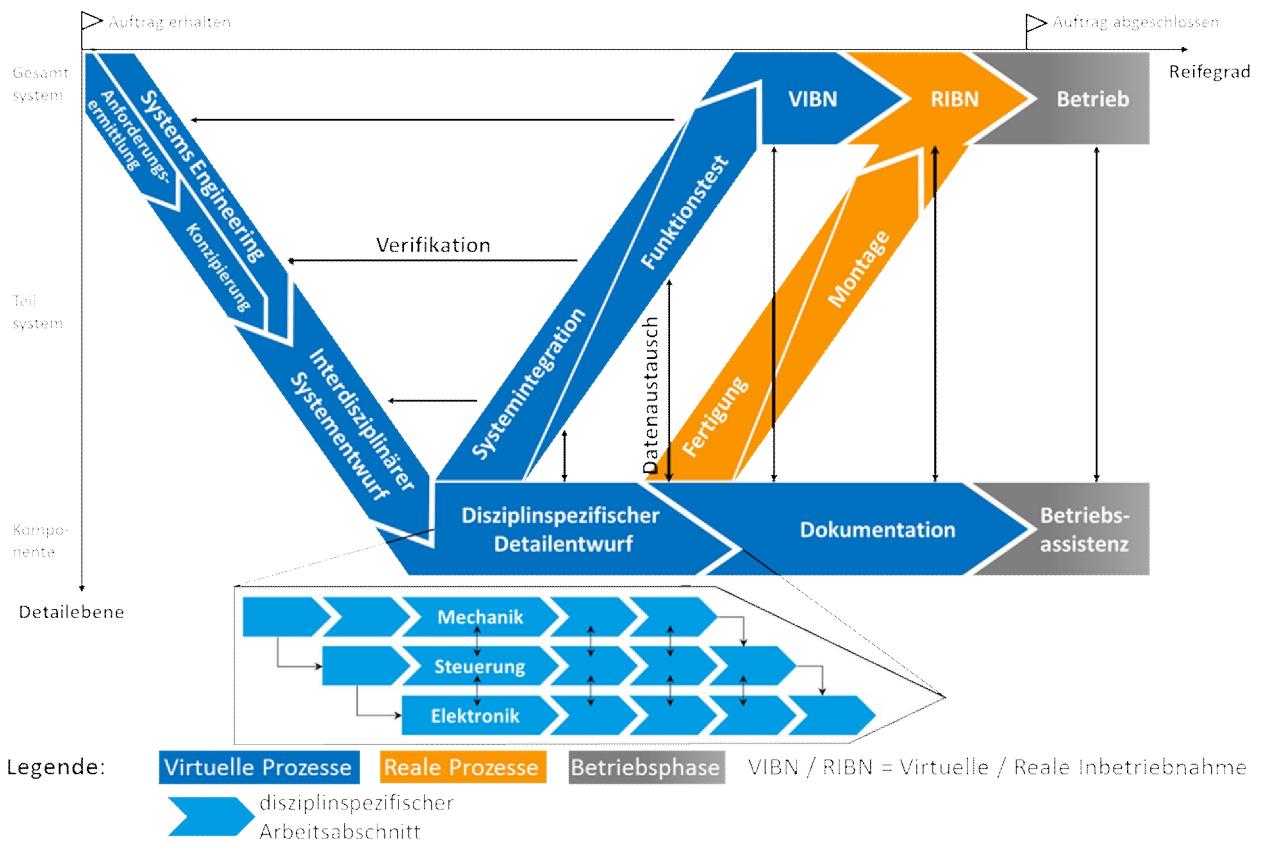


Abbildung 3: Modell der Entwicklungsmethodik zum Virtual-Engineering-Ansatz des Fraunhofer IFF

Modell, durchgeführt. Werden dabei alle geforderten Funktionen einwandfrei erfüllt und der Aufbau der Anlage ist abgeschlossen, folgt die reale Inbetriebnahme beim Kunden. Nachdem alle Funktionen erfolgreich am Produktionsystem getestet wurden, wird der Entwicklungsauftrag mit der Endabnahme sowie der Übergabe der Anlage an den Kunden abgeschlossen. Ab diesem Zeitpunkt kann der Anlagenbetrieb beginnen. Dieser wird durch das erläuterte Assistenzsystem begleitet und so die Stillstandszeiten bei Störungen, Instandhaltungstätigkeiten oder planmäßigen Wartungsarbeiten minimiert.

Die wichtigsten Neuerungen dieser Entwicklungsmethodik sind zusammengefasst:

- Durchgängige Einbindung aller Methoden des VE-Ansatzes
- Hochgradige Parallelisierung der Disziplinen und kurzzyklische Abstimmung im Detailentwurf
- Entkopplung von virtueller Systemintegration und realer Montage der Anlage, sodass die Systemintegration parallel zum Detailentwurf erfolgen kann
- Einbezug der virtuellen Inbetriebnahme als eigenständige Phase der Entwicklungsmethodik
- Integration von Betriebs- und Entwicklungsphase durch das Assistenzsystem

Insgesamt führt die beschriebene Methodik zu einer schnellen Entwicklung der Anlage, die bessere Ergebnisse

bei geringeren Kosten liefert. Dabei ist das phasenorientierte Modell in seinen Grundzügen bekannt, weil es an das bekannte V-Modell angelehnt ist. Dadurch soll die Skepsis bei den Unternehmen verringert werden. Zudem erzeugt der Ansatz durch das Assistenzsystem auch einen Nutzen über die Anlagenentwicklung hinaus - ein wichtiger Wettbewerbsvorteil für den zukünftigen Anwender des Softwaresystems, die deutschen KMU im Sondermaschinenbau.

5 Literatur

- [1] <https://www.bmbf.de/de/zukunftsprojekt-industrie-4-0-848.html> (Stand: 12.05.2016)
- [2] Plattform Industrie 4.0: Umsetzungsstrategie Industrie 4.0 (Ergebnisbericht), 2015
- [3] Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft ; Kagermann, Henning ; Wahlster, Wolfgang ; Johannes Helbig: Im Fokus: Das Zukunftsprojekt Industrie 4.0, Handlungsempfehlungen zur Umsetzung, 2012
- [4] VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.: Wirtschaftspolitische Positionen 2015, 2015
- [5] VDMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.: Zukunftsperspektive deutscher Maschinenbau, Erfolgreich in einem dynamischen Umfeld agieren, 2014
- [6] BMBF Referat IT-Systeme: Zukunftsbild »Industrie 4.0«, Bonn, 2013

CHEMIESTANDORT IM WANDEL

Dipl.-Ing. (FH) Mark Muschick,
InfraLeuna GmbH

LEBENSLAUF



Dipl.-Ing. (FH) Mark Muschick

InfraLeuna GmbH, Bereichsleiter Telekommunikation / Organisation / IT
Am Haupttor, Bau 4310
06237 Leuna

Telefon: +49 3461 43 3570
E-Mail: m.muschick@infraleuna.de

- | | |
|-------------|--|
| 1998 – 2003 | Studium Elektrotechnik an der FH Merseburg
Abschluss: Dipl.-Ing. (FH) Elektrotechnik |
| 2004 – 2006 | InfraLeuna GmbH, Trainee |
| 2006 – 2013 | InfraLeuna GmbH, Projektleiter in der Ingenieurtechnik für Energie-, Elektro-, EMSR- und Leittechnik |
| seit 2013 | InfraLeuna GmbH, Bereichsleiter Telekommunikation, Organisation und IT |

CHEMIESTANDORT IM WANDEL

Dipl.-Ing. (FH) Mark Muschick

1 Veränderungen als stetiger Begleiter

Im Jahr 2016 begeht der Chemiestandort Leuna sein 100-jähriges Jubiläum und die InfraLeuna wird zwanzig Jahre. Die Geschichte des Chemiestandortes ist geprägt von einer Vielzahl von Veränderungsprozessen. Im Rahmen der Restrukturierung nach 1990 wurde der Chemiestandort durch umfassende Maßnahmen zu einem der modernsten Chemiestandorte gestaltet. In diesem Prozess wurde die InfraLeuna als Standortbetreiber gegründet, um den Unternehmen am Standort bestmögliche Bedingungen für ihr Geschäft zu ermöglichen.

Zur Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit in einem sich schnell verändernden globalem Umfeld sind Anpassungen unerlässlich. Zu den wesentlichen Themen zählt u.a. die Steigerung der Effizienz von Prozessen, Kostenoptimierungen und die Berücksichtigung der demographischen Entwicklung.

Wir als InfraLeuna verstehen die Themen wie Industrie 4.0 als eines der Werkzeuge zur Bewältigung der anstehenden Herausforderungen.

2 Infrastruktur als Basis für Projekte

Die Bereitstellung von flächendeckenden IP- Diensten ist die Grundlage für viele Geschäftsprozesse und Projekte u.a. in dem Bereich Industrie 4.0. Die Verfügbarkeit bzw. die Bereitstellung der für das jeweilige Projekt benötigten Infrastruktur stellt einen wesentlichen Faktor für die finanzielle und terminliche Gestaltung von Projekten dar. Die InfraLeuna als Standortbetreiber investiert in die Zukunftsfähigkeit der Infrastruktur, damit sowohl die Kunden als auch unsere eigenen Dienstleistungssparten von schnellen Umsetzungen profitieren.

2.1 Beispielprojekt Zentralwarte

Für die Realisierung einer Zentralen Messwarte für die Energie- und Wasserversorgung des Standortes mussten die ehemals dezentral vorhandenen Warten mit Ihren jeweiligen Leitsystemen zentralisiert werden. Die technische Realisierung konnte auf Grund der sehr gut vorbereiteten Infrastruktur in kurzer Zeit erfolgen. Es ist eine moderne Messwarte entstanden, welche dem Stand der aktuellen Technik entspricht. Die Visualisierung an dem jeweiligen Arbeitsplatz zum Beispiel ist flexibel durch den Operateur gestaltbar. Des Weiteren werden für einzelne Systeme die Oberflächen und Bedienbarkeit modernisiert, um diese auf Tablet-PC nutzbar zu gestalten. So stehen den Mitarbeitern in den Anlagen die gleichen Informationen wie dem Operateur zu Verfügung. Dies ist eine spür-

bare Verbesserung für Kommunikation und gegenseitiges Verständnis der Situation.

3 Fazit

Der InfraLeuna ist für die Industrie 4.0 Projekte vorbereitet und hat bereits erste Erfahrungen bei eigenen Projekten sammeln können. Wir werden diese Erfahrungen in aktuelle Projekte wie die Optimierung unserer Anmelde- und Abfertigungsprozesse einfließen lassen. Wir sind gern für einen Austausch mit den bei Ihnen gesammelten Erfahrungen oder Ideen bereit und würden uns über Ihre Anfragen freuen.



Abbildung 1: Luftbild Chemiestandort.
Foto: Ralf Lehmann

AVEVAS LÖSUNGEN FÜR DEN ANLAGENBAU DER ZUKUNFT

Norbert Frank,
AVEVA GmbH

LEBENSLAUF



Norbert Frank

AVEVA GmbH, Technical Sales Consultant
Otto-Volger-Str. 7c
65843 Sulzbach (im Taunus)

Telefon: +49 6196 5052 01
E-Mail: norbert.frank@aveva.com

09/1984	IHK-Abschluss als Bauzeichner im Ingenieurbau
05/1988	Privates Lehrinstitut Spiess, CAD-AutoCAD-Lehrgang, AutoLisp-Schulungen
09/1988	BauCAD GmbH, CAD im Bauwesen, CAD-Softwarehaus
03/1990	EZ AG, speedikon, Schulleitung, Projektleiter, Präsentator, Vertrieb Einführung von CAD-Software in die Großindustrie
03/1999	FRANK CAD-Consulting, CAD-Dienstleistung im Chemie- und Pharma-Bereich
01/2000	Vorstand der PTI-AG Generalplanung
01/2007	Technischer Mitarbeiter / Leitender Angestellter Ingenieurbüro Kunkel
10/2010	AVEVA-Mitarbeiter als Technical Consultant (OO/EPC)

AVEVAS LÖSUNGEN FÜR DEN ANLAGENBAU DER ZUKUNFT

Norbert Frank

In einem Markt, in dem Brownfield-Projekte immer wichtiger werden, haben diejenigen Anlagenbau-Unternehmen einen bedeutenden Wettbewerbsvorteil, die in der Lage sind, schnelle, effiziente und risikoarme Umbauten und Modernisierungen zu liefern.

Die aktuelle Version von AVEVA Everything3D™ (AVEVA E3D™) hat eine Reihe von neuen Funktionalitäten, die es auf der einen Seite Anlagenbetreibern ermöglichen, eine höhere Rendite mit weniger Risiko und minimalem Ein-griff in die laufende Produktion zu erreichen und auf der anderen Seite Anlagenbauern einen wertvollen Vorsprung bei der Abgabe von Angeboten für zukünftige Projekte gewähren.

1 Lean Construction für bestehende Anlagen

AVEVAs wegweisende Laserscanning-Technologien können in die Arbeitsabläufe in jeder Phase des Anlagenlebenszyklus eingebaut werden. Diese Technologien erlauben nicht nur ‚Lean Methodologies‘ während der Projekt-ausführung, sondern sie stellen auch leistungsfähige Funktionalitäten für den effizienten Anlagenbetrieb und das Anlagenmanagement zur Verfügung. Die weiter verbesserten Funktionalitäten in AVEVA E3D vereinfachen die Anwendung von sog. schlanken Verfahren insbesondere in Brownfield-Projekten.

Die Nutzung von Laserscanning für die schnelle, präzise und detaillierte Standortaufnahme ist inzwischen weitge-hend eingeführt. Mit AVEVA E3D wurden neue Wege beschritten, indem Punktwolken direkt in der 3D-Planungsumgebung verwendet werden können. Die neue Version geht nun einen Schritt weiter und bringt fotorealistische HyperBubble™-Scansbilder in die Planungsumgebung. Diese neue Funktionalität ermöglicht es dem Konstrukteur, sich durch eine realistische und präzise 3D-Abbildung des gescannten Standorts zu bewegen, die mittels einer hoch entwickelten Integration von vielen überlappenden Laserscans erzeugt wurde.

Diese Funktionalität ist jedoch nicht nur auf Walk-Throughs begrenzt. Der Konstrukteur kann diese hybride Laser/Modell-Umgebung als seinen Arbeitsraum verwen-den. Teams können Kollisionschecks durchführen, Objekte messen und in der exakt gleichen Art und Weise modellieren, wie in der normalen AVEVA E3D-Modellierungsumgebung. Damit steht dem Konstrukteur die genaueste As-built-Umgebung zur Verfügung, die es überhaupt gibt.

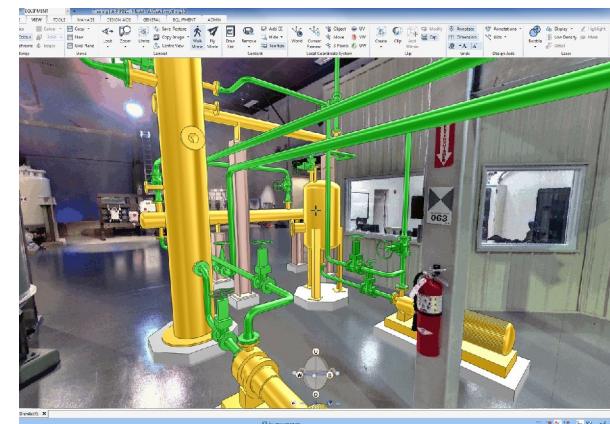


Abbildung 1: AVEVA E3D bringt die fotorealistischen Bubble-View-Laserscan-Daten in die 3D-Planungsumgebung
Foto: AVEVA

2 Nachmodellierung wird überflüssig

Zeichnungen sind nach wie vor notwendige Projektunterlagen. Bei Modernisierungsprojekten müssen existierende Anlagenteile oft mühsam in 3D nachmodelliert werden, um sowohl die Ist-Planung als auch die Neu-Planung in der aktualisierten Zeichnung zu integrieren (Markierung als Bestand, Abbruch und Neubau). Wo der Bestand unverändert bleibt, bedeutet das eindeutig eine Ver-schwendungen an Ressourcen.

Mit AVEVA E3D 2.1 wird die Integration der Laser- und Modelldaten in der 3D-Planungsumgebung auch in der Zeichnungsumgebung widergespiegelt. Bekannt als ‚Laser in Draw‘ werden im Prinzip Hybrid-Laser- und Modell-Zeichnungen direkt aus der endgültigen 3D-Umgebung erzeugt und vereinigen bestehende Anlagenteile mit neuen Elementen. Dies beschleunigt die Erstellung von Zeichnungen, die von den Konstruktions- und Montage-Mitarbeitern benötigt werden und versorgt diese Teams mit Unterlagen, die neben neuen Planungs-Elementen die existierende As-built-Planung in einem einzigen Doku-ment enthalten.

GANZHEITLICHE CLOUDLÖSUNGEN ZUR UNTERSTÜTZUNG DER PROJEKTABWICKLUNG

Dipl.-Wirt.-Math. Carsten Gerke,
Bentley Systems Germany GmbH

LEBENSLAUF



Dipl.-Wirt.-Math. Carsten Gerke

Bentley Systems Germany GmbH, VP Project Delivery Advancement
Bamlerstr. 5a
45141 Essen, Deutschland

Telefon: +49 4431 739 6488 / +49 201 959400
E-Mail: carsten.gerke@bentley.com

10/1986	Technische Universität Karlsruhe Wirtschaftsmathematik
05/1993	Kunkel CAD/CARE Systeme Sales and Marketing
01/1995	Bentley Systems Account Manager Channel D/A/CH
01/1997	Bentley Systems Sales Director D/A
01/1999	Bentley Systems Regional Director D/A/CH
01/2003	Bentley Systems Senior Industry Sales Director D/A/CH and EE
01/2007	Bentley Systems Senior Industry Sales Director EMEA Plant
01/2012	Bentley Systems Global Practice Lead Plant
01/2013	Bentley Systems Vice President Global Services
01/2016	Bentley Systems Vice President Project Delivery Advancement

GANZHEITLICHE CLOUDLÖSUNGEN ZUR UNTERSTÜTZUNG DER PROJEKTABWICKLUNG

Dipl.-Wirt.-Math. Carsten Gerke

1.1 Einleitung

Der Beitrag erörtert in zwei Abschnitten die neuen Möglichkeiten, die sich durch eine Weiterentwicklung der Informationstechnik ergeben haben. Zunächst werden die allgemeinen Trends der Softwareindustrie beleuchtet inklusive der sich daraus ergebenden veränderten Beziehungen zwischen Anbieter und Nutzer. Auf diesen Erkenntnissen aufsetzend erfolgt eine Betrachtung der Auswirkung auf den Engineering- oder Planungsbereich. Durch zwei heute verfügbare Lösungen für das Engineering Information Management und Construction Management werden diese Erörterungen dann in den Kontext der direkten Umsetzbarkeit dieser Trends gesetzt.

2 Generelle Marktentwicklung

2.1 Entwicklung der Softwareindustrie

Die traditionellen Interaktionen zwischen einem Anbieter und einem Nutzer - nicht nur in der Softwareindustrie - sind seit Jahrzehnten geprägt von Transaktionen. Es wird ein Gut verkauft - zum Beispiel ein Werkzeug. Die nach der Transaktion (hoffentlich) stattfindende Nutzung des Gutes liegt allein in der Verantwortung des Käufers. Der Verkäufer hat in den meisten Fällen weder einen Einblick in die antizipierte noch in die realisierte Nutzung. In der Softwareindustrie, sowie auch in vielen anderen Bereichen, hat sich eine Weiterentwicklung dieses Modells seit Jahrzehnten etabliert. Da die Nutzung des Werkzeuges zunehmend komplexer wurde und auch die Möglichkeit der Nutzung wichtiger für den Käufer, wurden von den Anbietern gegen Entgelt diverse Dienstleistungen angeboten. Zum einen sind dies sogenannte 'Ramp-up Services', die durch beispielsweise Konfiguration, Anpassungen und Schulungen den Anwender in die Lage versetzen, die ursprünglich angedachte Nutzung zu realisieren. Dies erfolgt gemeinhin in zwei Varianten. Entweder werden auf der Nutzerseite sogenannte Administratoren ausgebildet, die fortlaufend selbstständig weitere Anpassungen bedingt durch neue Versionsstände oder Umnutzungsnotwendigkeiten realisieren. Alternativ wird der Anbieter für diese Arbeiten in Änderungsfällen wiederholt beauftragt.

Zum anderen sind Wartungsverträge und fortlaufende Trainingsvereinbarungen ein Standardmittel, um eine ursprünglich gedachte Nutzung aufrechtzuerhalten. In der Softwarebranche enthalten diese Wartungsverträge zunehmend standardmäßig ebenfalls das Zurverfügungstellen der neuesten Versionen.

Die Weiterentwicklung der Informationstechnologie hat vor ungefähr zehn Jahren begonnen, dieses seit Jahrzehnten etablierte System zu erschüttern. Big data, Cloud-Computing, Mobile data, schnelles Internet überall, Industrie 4.0 / Internet of Things - all dies hat dazu geführt, dass Softwareanbieter (und zunehmend andere Branchenhersteller) nun in der Lage sind zu wissen, wie, wann, wo und eventuell auch warum ihre Lösungen genutzt werden. Unter diesen Umständen war der nächste Schritt sehr naheliegend, der bedeutet, dass die Verantwortung des Betreibens der Lösungen übergeht vom Anwender auf den Anbieter. Damit einhergehend ändert sich auch die monetäre Entschädigung. Von hohen Einstandskosten für Kauf und Ramp-up geht es über in ein 'pay-per-use' Konzept, wobei es hier unterschiedliche Modelle, wie per Nutzer, per Projekt oder per Nutzungsart gibt. Ein für jeden verständliches Beispiel dieser Entwicklung stellt die Musikbranche dar. Waren vor nicht zu langer Zeit die Kooperation zwischen Anbieter und Nutzer geprägt durch Blocktransaktionen (LP/Kassette, CD/DVD) wurden diese durch das Internet und entsprechender Portalangebote zunächst individualisiert (herunterladen einzelner Lieder), um dann später komplett auf eine Nutzungsgebühr umgestellt zu werden (Streaming). Transaktionen gibt es hier weiterhin doch erstmalig hat der Umsatz durch Nutzungsentgelte großer Unterhaltungskonzerne die traditionellen Transaktionsumsätze überholt. Die logische Weiterentwicklung dieses Konzeptes würde dann ein resultatorientiertes Modell mit entsprechender Entlohnung sein - beispielsweise eine prozentuale Beteiligung des Anbieters an erzielten Ersparnissen des Nutzers. Dieses Modell setzt vor allem eine gute Messbarkeit der Ergebnisse voraus, um eine gerechte Entlohnung zu ermöglichen. Aus diesem Grunde beginnen sich Angebot auf dieser Ebene erst allmählich zu etablieren.

2.2 Auswirkungen auf den Anlagenbau

Auch für den traditionell eher konservativ ausgerichteten Anlagenbau ergeben sich durch die aufgezeigten Marktentwicklungen neue Möglichkeiten. Dabei spielt das Thema Sicherheit im Anlagenbau eine doppelte Rolle. Zum einen ist die physikalische Sicherheit in der entsprechenden Anlage zu gewährleisten, wenn man über IoT (Kommunikation einzelner Komponenten) oder mobile Lösungen (Tablet, Handy) spricht. Zum anderen steht bei Cloudlösungen das Thema Datensicherheit immer an erster Stelle der Diskussionen. In allen Bereichen wird hier mit Hochdruck erfolgreich gearbeitet, um die Anforderungen zu erfüllen. Beispielsweise sei hier nur die Ankündigung der Microsoft Cloud Deutschland erwähnt, die mit einem deutschen Datentreuhänder die Speicherung von Kundendaten in deutschen Rechenzentren nach höchsten Standards ermöglicht.

Die Palette der sich ergebenden Möglichkeiten ist sehr vielfältig und zieht sich von den ersten konzeptionellen Phasen bis hin zum Betrieb durch. Auch hier seien nur ein paar wenige punktuelle Beispiele, bei denen der Mehrwert durch neue Flexibilität direkt sichtbar wird aufgezeigt. Berechnungen jeglicher Art erfordern oftmals teure Spezialsoftware und enorme Rechenpower bei infrequent Nutzung - ein ideales Feld für eine 'pay-per-use' Anwendung sofern die entsprechende Infrastruktur zur Verfügung steht. Um im Betrieb ein Asset Performance Management einzuführen, das die Wartungsstrategien optimiert beispielsweise durch risiko-basierende Ansätze, bedarf der Verfügbarkeit von Daten unterschiedlichster Herkunft. Entwicklungen wie IoT oder big data analytics beschleunigen die Umsetzung solcher Möglichkeiten. Im Folgenden werde ich näher auf ein alle Lebenszyklusphasen übergreifendes Engineering- und Datenmanagement sowie eine spezielle Lösung für den Bau-/Construction-Bereich eingehen.

3 Cloudbasierende Lösungen

3.1 ProjectWise Connect Edition

Seit fast zwei Jahrzehnten bildet ProjectWise den Standard für Designkoordination auf den fast alle größeren Planungsfirmen aber auch Betreiber weltweit aufsetzen. Multidisziplinäres Arbeiten geografisch verteilter Teams mit unterschiedlichsten Designwerkzeugen ist und war die Anforderung vieler Projekte. Die Lösung wird auch oft als Common Data Environment bezeichnet und das Portfolio der abgedeckten Bereiche umfasst ein breites Spektrum, unter anderem von Design-Applikationsintegration, Versionierung und Workflows, automatisierter pdf- und i-model-Erstellung, hoch integriertem Design-Review Workflow, Transmittals/Submittals bis hin zu räumlicher Kodierung von Dokumenten und Daten. Die angesprochenen Entwicklungen der Branche ermöglichen seit einigen Jahren ein 'as-a-service' Konzept. Hierbei wird die Lösung

in der Cloud über Microsoft Rechenzentren als Service angeboten. Neben der standardmäßigen Produktfunktionalität sind damit Leistungen wie Betriebsmonitoring, Applikationsmanagement oder Infrastrukturmanagement enthalten. Die Bezahlung erfolgt ausschließlich auf Basis der Nutzung durch den Anwender, nicht über verwendete Serversoftware.

Der Kunde hat somit die Möglichkeit, sehr schnell und flexible auf Projektanforderungen zu reagieren, die notwendigen Funktionalitäten global zur Verfügung zu stellen und schlussendlich nur die individuelle effektive Nutzung auch zu bezahlen. Die Anpassung und den spezifischen Betrieb der Software übernimmt der Kunde weiterhin selbstständig.

Sollte auch das Anpassen und Pflegen der projektspezifischen Umgebungen, das Anwendermanagement, die projektspezifische Anwenderbetreuung oder strategische Weiterentwicklung der Umgebung übernommen werden, so ist dies seit Beginn dieses Jahres durch ein ebenfalls nutzerbezogenes Zusatz-Servicepaket möglich. Damit wird dann der komplette Betrieb der Lösung ganzheitlich übergeben und durch sogenannte Service-Level-Agreements vertraglich vereinbart, wobei die Kosten transparent planbar und eindeutig zuordenbar pro Nutzer anfallen.

3.2 ConstructSim AWP und ConstructSim Planner

Ein weiteres Beispiel für eine 'as-a-service' Lösung stellen ConstructSim AWP und Planner dar, die über die oben beschriebenen Prinzipien hinaus eine weitere interessante und später beschriebene Servicekomponente aufweisen. AWP steht für Advanced Work Packaging und ist eine vom Construction Industry Institute (CII) und der Construction Owners Association of Alberta (COAA) entwickelte Methode zur besseren Kontrolle des Bauprozesses, die bis zu 10 Prozent der gesamten Baukosten einsparen kann.

Daten unterschiedlichster Herkunft - Designmodelle (unterschiedlichster Formate), Zeitpläne, ERP Daten (z.B. aus der Materialwirtschaft) - werden aggregiert und einfach zur Verfügung gestellt. Dies kann je nach Nutzungsfall mittels webbasierter Berichte oder auf mobilen Geräten für Installationscrews sein. Durch den integrierten Ansatz ist eine Verfolgung des Bauprozesses oder eine Analyse von Änderungsauswirkungen jederzeit möglich. Wie der Name schon sagt ist das Erstellen von Arbeitspaketen für die entsprechenden Monteurgruppen der Kern der Lösung.

Das Zusammenfassen von vorhandenen Daten und eine kontextspezifische Umsetzung zu einem virtuellen Bau-Modell aus dem dann die baurelevante Uminterpretation dieser Daten erfolgt, das ist das sogenannte Workface Planning. Basierend auf tatsächlich vorhandenem Material, Planungsfreigaben oder Hilfswerkzeugen (z.B. Kräne)

werden Schichtpläne erstellt, die einen der größten Verlustbringer beim Bau vermeiden - untätige Arbeitstruppen. Die Erstellung der Pläne selbst erfolgt in wenigen Minuten und enthält akkurate Kostensätze (Stunden und Material).

Ein Prozess, der eigentlich Tage oder zumindest einige Stunden bedeutete.

Gemäß den oben beschriebenen Prinzipien kann die Lösung als ein 'Service' zur Verfügung gestellt werden, wobei die gesamte Administration für den Nutzer übernommen wird und eine Abrechnung über die Nutzung erfolgt. Die Erfahrungen in vielen Projekten haben gezeigt, dass ein weiterer Service einen hohen Nutzen für die Anwender bringt - das Datenladen. Wie beschrieben kommen die für den Bau relevanten Daten aus unterschiedlichsten Quellen mit oftmals höchst unterschiedlicher Qualität. Der optional zusätzliche Service bietet eine Datenkontrolle (inklusive des Zurückweisens von Datenlieferungen mit nicht ausreichender Qualität) und eine Datentransformation, so dass ein (soweit möglich) 'sauberes' virtuelles Baumodell entsteht.

Der Nutzer der Lösung kann sich somit auf sein eigenliches Geschäft - die Planung von Arbeitspakten - fokussieren. Der gesamte administrative Betrieb der Lösung ist über ein Service-Level-Agreement an den Anbieter übertragen.

GLOBALER KAMPF UM MARKTANTEILE – NEUE WETTBEWERBSCHANCEN

Dipl.-Ing. Klaus Müller,
Kranbau Köthen GmbH / VDMA Ost

LEBENSLAUF



Dipl. Ing. Klaus Müller

Geschäftsführer GMH Krantchnik GmbH und Vorsitzender VDMA Ost
Am Holländer Weg 5-7
06366 Köthen

Telefon: +49 34 96 700 102
E-Mail: k.mueller@kranbau.de

1976 – 1983

Studium der Elektrotechnik an der TU Braunschweig
Schwerpunkt Hochspannungstechnik und Elektrische Antriebe

1983 – 1997

Windhoff AG in Rheine:
Konstrukteur, Projektleiter, Konstruktionsleiter
Elektrotechnik, Software und Hydraulik für Schienenfahrzeuge
Automatisierungstechnik für die Stahlindustrie

seit 1997

Windhoff AG:
Technischer Vorstand zuständig für Technik, Vertrieb und IT
u.a. Entwicklung und Bau von Spezialschienenfahrzeugen, Aufbau von
Serienfertigung, Einführung neues ERP-Systems, usw.

seit 2002

Geschäftsführer Kranbau Köthen GmbH
zuständig für Technik und Vertrieb
u.a. Ausbau des Krangeschäfts, Ausweitung des Umsatzes,
Internationalisierung des Vertriebs

Zusätzlich:

seit 2004

Geschäftsbereichsleiter Krantchnik
Gründung und Ausbau des Geschäftsbereiches
u.a. Erwerb von Alpha, SHB, usw.

seit 2011

Geschäftsführer Alpha Elektronik GmbH

seit 2013

Geschäftsführer GMH Krantchnik GmbH

Ehrenamtliche
Tätigkeiten:

VDMA (Vorstandsvors. Ost), VDEh, VME Sachsen-Anhalt,
iff- Fraunhofer (stellv. Kuratoriumsvors.), Lions-Club

GLOBALER KAMPF UM MARKTANTEILE – NEUE WETTBEWERBSCHANCEN

Dipl.-Ing. Klaus Müller

Die gute Nachricht voran: Der deutsche Anlagen- und speziell Großanlagenbau zeigte sich 2015 trotz eines äußerst volatilen Marktumfeldes robust. Der Umsatz war mit zirka 20,5 Milliarden Euro stabil. Auch die Auftrags eingänge lagen mit 19,5 Milliarden Euro in etwa auf dem – wenn auch recht niedrigen – Vorjahresniveau.

1 Marktumfeld ist Herausforderung

Erstmals seit mehr als 30 Jahren rutschte allerdings die Inlandsnachfrage unter die Marke von 3 Milliarden Euro. Hauptgrund: Der deutsche Markt für den Neubau fossiler Kraftwerke ist zusammengebrochen.

Kompensiert wurde der beträchtliche Auftragsrückgang durch das Plus an Auslandsbestellungen. Der Zuwachs ist vor allem auf Großaufträge aus Ägypten für Kraftwerke und aus Russland für Chemieanlagen zurückzuführen. Der Abwärtstrend in China und anderen asiatischen Schwellenländern hat sich hingegen verfestigt. Auch die Nachfrage aus vielen europäischen Ländern war schwach. Erfreuliche Lichtblicke kamen unterdessen aus Brasilien, Indien sowie der Türkei. Und: Die Aufträge aus den USA stabilisierten sich auf einem hohen Level.

Die Gründe, die eine bessere Entwicklung verhindert haben, sind vielschichtig. In einem engen Zusammenhang mit der nachlassenden Marktdynamik steht die anhaltende Schwäche an den Rohstoffmärkten. Ebenfalls spürbar ist der hohe Preis-, Termin- und Margendruck. Der steigende Wettbewerbsdruck zeigt sich zudem auf eine neue Weise: Zum einen steigt die Zahl der Anbieter sehr stark bei einem tendenziell konstanten oder in einigen Kundenbranchen teilweise rückläufigen Projektvolumen. Zum anderen treten nicht mehr nur die klassischen Anlagenbauer aus Europa und Nordamerika als Wettbewerber auf, sondern zunehmend auch technologiegebundene, häufig lokal agierende Generalunternehmer aus Asien. Darüber hinaus wirken sich die zahlreichen politischen Unruhen, Kriege und terroristischen Aktionen negativ aus.

2 Erwartungen der Kunden steigen

Doch nicht nur das angespannte Wettbewerbsumfeld erfordert vom Anlagenbau umfassende Antworten in nahezu allen Unternehmensbereichen. Auch die Anforderungen der Kunden wandeln sich in einem erheblichen Maße.

Individuelle Lösungen, technische Exzellenz, wettbewerbsfähige Preise und kurze Umsetzungszeiten sind seit vielen Jahren ein Muss. In den meisten Segmenten des Anlagenbaus setzte sich 2015 zudem der Trend zu Mega-Anlagen fort. Die Kunden erwarten dabei vom Auftragnehmer, dass er als Generalunternehmer auftritt und eine schlüsselfertige Lieferung zum Festpreis garantiert. Bei solch komplexen Vorhaben stehen die Unternehmen vor vielfältigen finanziellen, technischen und planerischen Herausforderungen. Aber: Die Generalunternehmerschaft ist auch ein wesentliches Differenzierungsmerkmal und damit eine gute Wettbewerbschance.

Neu hinzugekommen sind Faktoren wie umfassende HSE-Kenntnisse – also Wissen rund um die Themen Gesundheit (Health), Sicherheit (Safety) und Umwelt (Environment) – sowie der Wunsch nach innovativen Services in Verbindung mit Industrie 4.0-Lösungen. Ebenso haben sich die vertraglichen Bedingungen nochmals verschärft. Sogenannte Clean Bids – vom Auftragnehmer unverändert zu akzeptierende Ausschreibungsbedingungen – sind mittlerweile keine Ausnahme mehr.

Ein weiterer Trend: Insbesondere Kunden aus Schwellen- und Entwicklungsländern fordern, dass immer mehr Leistungen lokal erbracht werden. Beschränkten sich die Vorgaben in der Vergangenheit häufig auf den reinen Bauteil, umfassen sie mittlerweile auch die Beschaffung von Ausrüstungsteilen, Planungsleistungen und die Ausbildung von Anlagenpersonal. Die staatlich verordneten Lokalisierungsquoten (local content) oder von den Kunden vorgegebene Zulieferer schmälern die Flexibilität der Unternehmen. Der deutsche Anlagenbau kann sich den Forderungen jedoch nicht verschließen, will er seine Geschäftschancen wahren. Konsequenterweise haben die Firmen begonnen, Planungsbüros und Fertigungsstätten in Kernmärkten wie China und Indien aufzubauen.

Doch wir sollten auch die Vorteile der Globalisierung sehen: Durch die Nähe zum Kunden fließen Erkenntnisse aus dem Anlagenbetrieb in die Unternehmen und können bei der Produktentwicklung genutzt werden. Überdies helfen die in den Gastländern aufgebauten Netzwerke – etwa mit Zulieferern, Beratern oder den Kunden selbst – auch bei der Geschäftsanhaltung in Drittstaaten.

3 Unternehmen reagieren mit neuen Trends

Stillstand bedeutet Rückschritt – und den Verlust der guten Wettbewerbsposition. Folgerichtig nehmen sich die Unternehmen der Herausforderung an. Der Anlagenbau und im Besonderen der Großanlagenbau wird jedoch nicht allein durch Kosten-, Zeit- und Qualitätsoptimierungen bestehen können. Um die Weltmarktposition zu stärken und mit Innovationskraft neue Maßstäbe zu setzen, sind umfassende strukturelle und technologische Neuerungen erforderlich.

So bauen die Unternehmen beispielsweise zielstrebig das Service-Geschäft aus. Während das Neugeschäft insbesondere in den gesättigten Märkten stagniert, gewinnen der Austausch von Komponenten, Prozessverbesserungen, Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz bestehender Anlagen sowie das Ersatzteilgeschäft an Bedeutung.

Ebenso erweitern die Betriebe kontinuierlich die ohnehin schon hohen Kompetenzen im Projekt- und Risikomanagement – ein wichtiger Baustein, blickt man auf den Wettbewerbsdruck und die zunehmende Komplexität der Anlagen.

Stärker in den Fokus treten zudem Industrie 4.0-Technologien. Kernelement dieser Entwicklung wird der umfassende Zugriff auf echtzeitnahe Informationen in hoher Auflösung sein. Los- und Bauteile werden weitreichend digitalisiert, um die Prozesse der einzelnen Anlagenbauphasen schneller optimieren und die Engineering-Kosten deutlich senken zu können. Noch mehr Potenziale erwartet die Branche im Logistik- und Baustellenmanagement.

Allerdings zeigt eine aktuelle Studie der VDMA-Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau, dass es bislang noch relativ wenige Industrie 4.0-Lösungen im Industrieanlagenbau gibt – auch wenn sich immer mehr Unternehmen intensiv mit dem Thema auseinandersetzen. Damit sich dies ändert, müssen die Betriebe ihre Organisation und Geschäftsprozesse anpassen. Dazu gehört auch, die Belegschaften gezielt aus- und weiterzubilden. Das größte Risiko sehen die Studienteilnehmer in der IT-Sicherheit. Die Befragten erwarten auch, dass sich vor allem die Arbeitsweise im Engineering sowie die Zusammenarbeit mit Kunden und Lieferanten spürbar ändern werden.

4 Wettbewerbsfähige Rahmenbedingungen notwendig

Die Zukunftsfähigkeit des Maschinen- und Anlagenbaus entscheidet sich jedoch nicht nur in den Unternehmen

und ihren Werkhallen. Die Betriebe brauchen vor allem stabile und wettbewerbsfähige Rahmenbedingungen.

Insbesondere in den Bereichen Exportfinanzierung, Exportkreditversicherung und Steuergesetzgebung sind praktikable Lösungen erforderlich. Wesentlich ist auch, diese regelmäßig an die strukturellen Veränderungen in den Märkten anzupassen. Hier ist die nationale und internationale Politik gefragt, um einen fairen Wettbewerb zu gewährleisten. Ein Beispiel: Die Politik muss ihre Instrumente der Finanzierung und Hermes-Deckung gesamtheitlich betrachten und neue Förderkonzepte entwickeln. Nur dann kann sie die Exportwirtschaft unterstützen und den Finanzierungsangeboten asiatischer Wettbewerber attraktive Lösungen entgegensezten.

Essenziell ist zudem eine pragmatische Arbeitsmarktpolitik. Die Unternehmen müssen flexibel und schnell auf ökonomische und technische Herausforderung reagieren können. Gerade Werk- und Dienstverträge sind daher für unsere Branche und unsere Technologienetzwerke unverzichtbar. Ihr Stellenwert steigt sogar durch die Digitalisierung der Produktion.

5 Stimmung verhalten optimistisch

Das Marktumfeld ist schwierig. Die Anforderungen der Kunden steigen stetig. Die politischen Rahmenbedingungen sind nicht optimal. Muss der Anlagenbau also »schwarz sehen«? Nein! Verzagen brauchen die Unternehmen keineswegs – denn so schlecht stehen die Wettbewerbschancen nicht.

Sicherlich können wir in diesem Jahr nicht mit einer grundlegenden Trendwende rechnen. Interessante Markttchancen könnten sich jedoch insbesondere im Iran, in den USA und in Südostasien eröffnen. Darüber hinaus versprechen der Ausbau des Service-Geschäfts, eine wachsende Nachfrage nach Betreibermodellen sowie die Nachrüstung bestehender Fabriken mit Industrie 4.0-Technologien weltweit steigende Umsätze.

Wir haben also alle Trümpfe selbst in der Hand. Nach wie vor wird der Weltmarkt für Großanlagen von Anbietern aus Westeuropa, Nordamerika und Japan beherrscht. Unter den europäischen Anbietern ist Deutschland Marktführer.

Bisher hat der deutsche Maschinen- und Anlagenbau immer Wege gefunden, sich gegen die harte Konkurrenz aus aller Welt durchzusetzen. Gut ausgebildete und motivierte Mitarbeiter, eine exzellente Hochschul- und Forschungslandschaft, innovative Ideen und überzeugende Produkte bilden dafür eine gute Basis.

DIGITALISIERUNG IN DER PROZESSINDUSTRIE AUS DER SICHT EINES ENGINEERING- DIENSTLEISTERS

Dipl.-Ing. (FH) Arndt Staudinger,
Dipl.-Ing. (FH) Christian Kant,
euro engineering AG

LEBENSLAUF



Dipl.-Ing. (FH) Arndt Staudinger

euro engineering AG, Projektleiter Chemie-, Raffinerie- und Kraftwerkstechnik
Löhrstr. 2
04105 Leipzig

Telefon: +49 341 30571 30
E-Mail: arndt.staudinger@ee-ag.com

2001 – 2006	Studium mit Abschluss Dipl.-Ingenieur (FH) Maschinenbau
2006 – 2007	Konstrukteur für Fördermaschinen und Behälterbau
2007	Euro Engineering AG, Projektingenieur
2015	Euro Engineering AG, Projektleiter Chemie-, Raffinerie- und Kraftwerkstechnik

DIGITALISIERUNG IN DER PROZESSINDUSTRIE AUS DER SICHT EINES ENGINEERING- DIENSTLEISTERS

Dipl.-Ing. (FH) Arndt Staudinger, Dipl.-Ing. (FH) Christian Kant

1 Digitalisierung in der Prozessindustrie

Die Digitalisierung der Prozessindustrie betrifft die euro engineering AG hauptsächlich während der Planung und Montage von Anlagen.

Daher liegt der Fokus unseres Vortrags auf der Anlagenplanung und hier speziell dem arbeitsintensiven Detail Engineering.

1.1 Anforderungen moderner Detailplanung

Seit Anfang der Neunziger Jahre bewegt sich die Detail-Anlagenplanung von der Baustelle zunehmend in das Büro des planenden Ingenieurbüros. D.h. Rohrleitungen wurden schon vorgeplant und kamen als montagefähige Isometrie auf Baustellen. Dadurch wurde es möglich die Rohrleitungen vorzumontieren und als ganze Segmente in die Anlage einzubauen. Dies führte neben Arbeitszeit-Einsparungen auch zu Qualitätssteigerungen, da die Werkstätten des Montageunternehmens genutzt werden konnten.

Durch den Einsatz von Software wurde es möglich, eine größere Anzahl von Dokumenten in kürzerer Zeit zu erstellen und zu aktualisieren. Dadurch wurden Planungszeiträume kürzer und Terminketten dichter.

Moderne Detailplanung wird mit Software-Systemen zur Modellierung der kompletten Anlage in einem 3D-Modell umgesetzt. Apparate, Pumpen und Ausrüstungen werden ebenso modelliert wie Rohrleitungen, Fundamente und Kabeltrassen. Dadurch lassen sich grundlegende Fehler vermeiden und Änderungen während der Bauphase auf ein unausweichliches Minimum reduzieren.

Die Anlagenplanung im Büro kann Fehler aktuell, die während der Ausführung entstehen, nur sehr begrenzt ausgleichen. Bautoleranzen können über Anpasslängen ausgeglichen werden, dieser Änderungsaufwand lässt sich nicht vermeiden.

1.2 Anlagenplanung der Zukunft

Um in Zukunft noch schneller eine Anlage realisieren zu können, ist eine weitere Verdichtung der Planungsschritte notwendig. Dazu startet die Anlagenmodellierung schon relativ kurz nach dem Start des Basic Engineernings. Durch

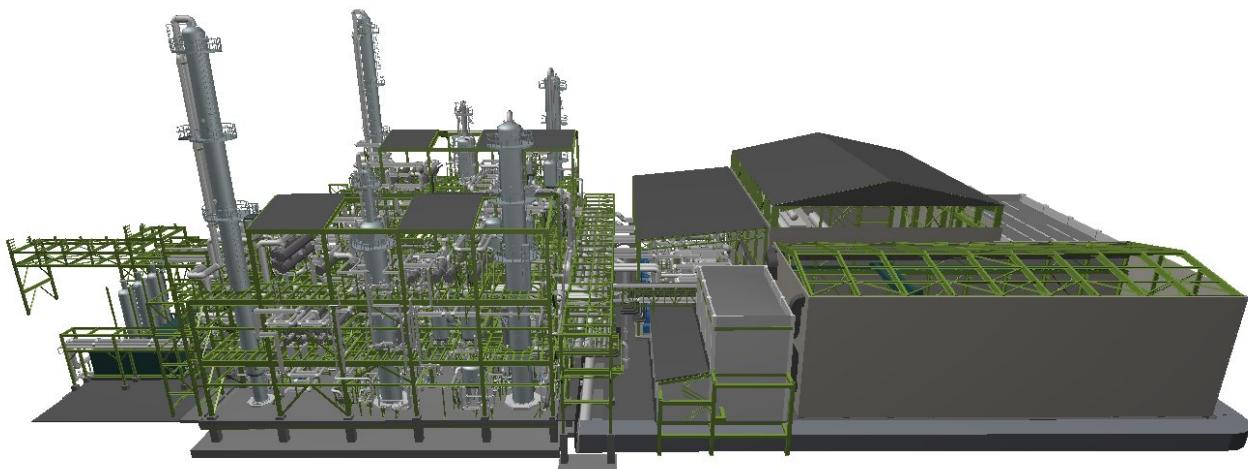
parallele Arbeiten sind immer wieder Änderungen in den verschiedenen 3D-Modellen notwendig. Hier muss das Software-System automatisch Fehler erkennen und hervorheben können. Clash checks und Finden von falschen Anschlüssen und Rohrbauteilen sind schon jetzt Stand der Technik.

Automatische Zeichnungserstellung mit Feinjustierung durch den Fachmitarbeiter sind Aufgaben die leicht automatisierbar sein sollten. Zeichnungen werden vom Programm in den Grundansichten erstellt. Vermaßungen und Beschriftungen werden vom Zeichner eingefügt.

Darüber hinaus muss eine Planung in bestehenden Anlagen auf den Millimeter passen. Dazu müssen 3D-Laserscan-Daten in die Modellierung von Anlagenteilen integriert werden. Es entspricht nicht mehr den aktuellen Standards vor Ort Rohrleitungen aufzunehmen und zu schätzen.

Modelle sollen auch während der Anlagenerrichtung genutzt werden. Diese geben dem Baustellenpersonal Einsichten, wie der Planer die Aufstellung und Verrohrung konzipiert hat. Ein räumliches Bild lässt sich schneller erschließen, als ein Stapel Papierzeichnungen. Für diese Aufgabe werden Modell-Viewer bereitgestellt. Diese ermöglichen die Betrachtung des Modells, ohne dass dieses verändert werden kann.

Auch werden 3D-Modelle im Betrieb und bei Erweiterungen weiter verwendet. Daher muss die Kompatibilität der verwendeten Schnittstellen von den Software-Lieferanten immer im Focus bleiben.



*Abbildung 1: 3D-Modell einer Anlage
Foto: Arndt Staudinger, euro engineering AG*

2 Umsetzung bei euro engineering AG

Rund 100 Mitarbeiter sind bundesweit im Fachbereich Chemieanlagenbau bei euro engineering AG tätig.

Seit 2004 wird bei der euro engineering AG digital geplant. D.h. seit diesem Zeitpunkt werden alle Detail-Planungsarbeiten in 3D durchgeführt. Nicht immer waren unsere Kunden an so einem Vorgehen interessiert. Trotzdem blieben wir diesem 3D-Modell treu, das bei Änderungen immer wieder seine Vorzüge beweist.

Die bei der euro engineering AG verfügbaren Software-Systeme reichen von Autodesk Plant 3D über AVEVA PDMS und E3 bis hin zu Intergraph SmartPlant 3D und PDS. Damit können wir auf die Kundenforderungen flexibel reagieren. In verschiedenen internen und externen Projekten werden seit mehreren Jahren teilweise drei Software-Systeme parallel im Unternehmen genutzt.

Diese Systeme werden von unseren Administratoren gepflegt. In internen Schulungen wird das Anwendungswissen unserer Mitarbeiter immer wieder auf den aktuellen Stand der Technik gehoben. Dabei hat sich gezeigt, dass die Softwarebedienung nur ein kleiner Teil der täglichen Arbeit ist. Hauptsächlich ist das Fachwissen rund um Planungsaufgaben, z.B. Rohrleitungsverlegung und -richtlinien, gefragt.

Durch eine sinnvolle Nutzung von Schnittstellen lässt sich viel Aufwand sparen. So können Daten aus dem 3D-Modell direkt in das Software für Elastizitätsberechnung von Rohrleitungen übergeben. Die zeitintensive Eingabe von Daten per Hand wurde so auf das Nötigste reduziert.

Durch die konsequente Anwendung von intelligenten Programmen und über die automatische Validierung von Zeichnungen wird vermieden, dass fehlerhafte Zeichnungen dem Kunden übergeben werden.

3 Literatur

- [1] »Planung und Bau verfahrenstechnischer Anlagen« - Bernecker
- [2] »Digital Plant for Life-Cycle« Dr. Traub, BASF

INDUSTRIE 4.0 IM ANLAGENBAU – EVOLUTION ODER REVOLUTION?

Dipl.-Kfm. Björn Dufhues,
maexpartners GmbH

LEBENSLAUF



Dipl.-Kfm. Björn Dufhues

maexpartners GmbH, Senior Manager
Grafenberger Allee, 277-287
40237 Düsseldorf

Telefon: +49 172 3225459
Telefax: +49 211 542 282 300
E-Mail: bjoern.dufhues@maex-partners.com

10/1998 – 09/2004

Studium der Betriebswirtschaftslehre – Innovations- und Technologie-management, Universität Regensburg / Copenhagen Business School

10/2003 – 05/2005

Strategischer Einkäufer, SiemensVDO Automotive AG

06/2005 – 12/2007

Commodity Manager, SiemensVDO Automotive AG

01/2008 – 06/2011

Senior Consultant, Management Engineers GmbH & Co. KG

07/2011 – 03/2013

Projekt Manager, Siemens AG
Corporate Supply Chain Management Consulting

seit 04/2013

Senior Manager, maexpartners GmbH

INDUSTRIE 4.0 IM ANLAGENBAU – EVOLUTION ODER REVOLUTION?

Dipl.-Kfm. Björn Dufhues

1 Einleitung

Ganzheitlich über alle technologieintensiven Branchen gesehen ist Industrie 4.0 eindeutig als Revolution zu sehen. Eine gemeinsam vom VDMA und maexpartners durchgeführte Studie gibt Aufschluss darüber, inwieweit die Revolution auch schon im Anlagenbau angekommen ist. Die Studie betrachtet insbesondere 3 Kernfragen:

- Wie wird der Anlagenbau durch I4.0 beeinflusst?
- Was erwartet der Anlagenbau von I4.0?
- Welches sind die Kernherausforderungen, die es zu überwinden gilt?

2 Einfluss auf den Anlagenbau

I4.0 stellt keine disruptive Veränderung für die bestehenden EPC-Geschäftsmodelle dar. Die Mehrheit (82 Prozent) sieht die Chance zu Umsatzsteigerung durch neue Produkte, wobei das Umsatzsteigerungspotential dabei allerdings von 86 Prozent der Teilnehmer deutlich unter 10% gesehen wird. Branchenfremde Unternehmen werden von 85 Prozent der Studienteilnehmer im Wesentlichen als weitere Dienstleister (z.B. in der Logistik) ohne Gefährdungspotential für das eigene Geschäft gesehen. Vielmehr stellen »Digitales Anlagenabbild über den Lebenszyklus« und »Big Data« Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung für Anlagenbauer und -betreiber dar.

3 Erwartungen

Die Erwartungen an I4.0 sind mit Blick auf Durchlaufzeitenverkürzung, Termintreue und Qualitätssteigerung durchweg hoch. In diesem Zusammenhang wird die Digitalisierung und Integration der industriellen Wertschöpfungskette von praktisch allen Studienteilnehmern als größter Hebel zur Optimierung des bestehenden EPC-Geschäftsmodells gesehen. Das »Internet der Dinge«, integrierte Datenplattformen und konsistente Datenstrukturen sind zwingende Voraussetzungen, deren Einführung die Arbeitsweisen entlang der gesamten Wertschöpfungskette verändern wird. Projektmanagement wird sich von starrer Planung und Terminkontrolle hin zu agiler Nutzung von optimalen Handlungsoptionen entwickeln. Fortschrittskontrolle erfolgt im optimalen Fall »Real time« und auf Knopfdruck. Schlussendlich werden einfache Standardmanagementprozesse zunehmend autonom ausgeführt.

4 Herausforderungen

Die Studienteilnehmer sehen im Wesentlichen 5 Herausforderungen bei der Einführung von I4.0:

- Qualifikation und Integration der Lieferanten
- Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal
- Rechtliche Rahmenbedingungen
- Einführung von Standards
- IT-Sicherheit

5 Empfehlung

Um das Potenzial von I4.0 im Anlagenbau auszuschöpfen und I4.0 auch im Anlagenbau zur Revolution zu machen, gilt es insbesondere die Kraft des Mooreschen Gesetzes nicht zu unterschätzen und I4.0 in den Unternehmensstrategien zu berücksichtigen. Außerdem ist es notwendig, bestehende Abläufe und Strukturen bezüglich ihrer I4.0-Tauglichkeit kritisch zu überprüfen und den »Cultural Fit« zwischen I4.0 und der eigenen Unternehmenskultur regelmäßig zu hinterfragen, um Anpassungsmaßnahmen abzuleiten.

ASSISTENZSYSTEME FÜR DIE INSTANDHALTUNG PROZESSTECHNISCHER ANLAGEN

Dipl. Ing. Florian Hupka,
Dipl.-Ing. Axel Eckstein,
Swen Harz,
CeH4 technologies GmbH
Dr.-Ing. Simon Adler,
Dr.-Ing. Nico Zobel,
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

LEBENSLAUF



Dipl.-Ing. (FH) Florian Hupka

Ceh4 technologies GmbH, Prokurist und Serviceleiter
Celler Str. 5A
29221 Celle

Telefon: +49 5141 9334 821
E-Mail: hupka@ceh4.de

04/2010	Diplomabschluss in Maschinenbau/Konstruktionstechnik an der Beuth Hochschule für Technik Berlin/ CeH4 technologies GmbH
08/2010	Projektleiter bei der Fa. nplan engineering GmbH Planung von Gas-Druck-Regel & Messanlagen
01/2011	Projektleiter bei der Fa. CeH4 technologies GmbH Bau von Biogaseinspeise und Verdichteranlagen
10/2011	Serviceleiter der Fa CeH4 technologies GmbH
12/2014	Prokurist der Fa. CeH4 technologies GmbH

LEBENSLAUF



Dr.-Ing. Simon Adler

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Sandtorstr. 22
39106 Magdeburg

Telefon: +49 391 4090 776
E-Mail: simon.adler@iff.fraunhofer.de

03/2000 – 03/2005	Studium zum Dipl.-Medieninform. (FH), S-H
seit 01/2005	Freiberufliche Tätigkeit, Modellierung 3D
09/2005 – 03/2006	Leitender Entwickler (Game Development), Fa. Sensator AG, Thüringen
03/2006 – 03/2008	Studium zum Master of Science in Computational Visualistics, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
seit 04/2008	Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
02/2014	Promotion

ASSISTENZSYSTEME FÜR DIE INSTANDHALTUNG PROZESSTECHNISCHER ANLAGEN

Dr.-Ing. Simon Adler, Dipl. Ing. Florian Hupka, Dipl.-Ing. Axel Eckstein, Swen Harz, Dr.-Ing. Nico Zobel

1 Motivation

Die Prozessindustrie ist in Deutschland (2,3 Prozent des BIP) nahezu ebenso bedeutend wie die Automobilindustrie (2,7 Prozent des BIP). Durch den globalen Wettbewerb werden jedoch zunehmend neue Anlagen in Asien und weniger in Europa realisiert. Im Vergleich zu anderen produzierenden Bereichen ist die Prozessindustrie durch einen hohen Energieeinsatz gekennzeichnet. Insbesondere in Deutschland führt dies zu hohen Kosten aufgrund der hohen Netzentgelte durch den zunehmenden Einsatz erneuerbarer Energien. In Europa und speziell in Deutschland wird wirtschaftliches Wachstum in der Prozessindustrie durch zunehmende Ressourcen- und Energieeffizienz bestehender Anlagen generiert.

Die Auslastung prozesstechnischer Anlagen ist entscheidend für ihre Wirtschaftlichkeit, so dass Zeiten für geplante und ungeplante Stillstände soweit wie möglich reduziert werden müssen. Hierdurch würden auch die ineffizienten und energie- sowie ressourcenintensiven An- und Abfahrtsprozeduren vermieden werden.

1.1 Industrie 4.0 in der Prozessindustrie

Zusätzlich zu den Herausforderungen eines effizienten und wirtschaftlichen Betriebes sieht sich auch die Prozessindustrie mit dem Potential und den Entwicklungen von Industrie 4.0 konfrontiert. In offiziellen Stellungnahmen wird häufig Industrie 4.0 auf die Fertigungsindustrie bezogen. Das Ziel ist hierbei die zunehmende Flexibilisierung der Produktion durch die integrierte Betrachtung von IKT-Technologien und den Produktionsanlagen. Durch Cyber-Physische Systeme (CPS) [1], soll eine vertikale, horizontale Datenintegration sowie die Datendurchgängigkeit vom Engineering bis in den Anlagenbetrieb realisiert werden [2]. Generell scheint die Vision einer umfangreichen Datenverfügbarkeit für alle Ebenen der Produktion reizvoll. Häufig wird als Anwendungsbeispiel die Flexibilisierung in der diskontinuierlichen Produktion bis auf die Losgröße 1 benannt, bei der Anlagen einer Fertigungsstraße (horizontale Datenintegration) direkt (M2M) Daten untereinander sowie zum Produktionsstand austauschen und alle betriebsrelevanten Daten vertikal (u.a. ERP-Systemen) zur Verfügung stellen. Diese Vision lässt sich nicht direkt auf die Prozessindustrie übertragen, da hier die Chargenproduktion und deren Effizienz vordergründig sind.

Flexibilisierung in der Prozessindustrie ist beispielsweise die Fähigkeit, eine Anlage schnell auf die Produktion eines anderen Produktes umzustellen oder Anlagen in flexiblen Betriebsoptima ohne Einfluss auf die Produktqualität zu

fahren (z.B. energie- oder verschleißeffizient). Im Gegensatz zu der diskontinuierlichen Fertigung werden in der Prozessindustrie bereits heute intensiv Daten aus dem Anlagenbetrieb durch die Prozessleitsysteme (PLS) erfasst. Hinsichtlich Industrie 4.0 besteht eine wesentliche Herausforderung in der Interpretation dieser Daten beispielsweise durch maschinenbasierende Lernverfahren oder als Ausgangspunkt für sehr komplexe Simulationen.

1.2 Assistenzsysteme in Industrie 4.0

Die Digitalisierung der Produktion erfordert eine gute Datengrundlage. Neben den Betriebsdaten sind hierbei insbesondere die Daten aus dem Anlagenengineering entscheidend, um die Betriebsdaten mit der Anlagenstruktur in Beziehung zu setzen. Häufig liegen diese Daten vom Anlagenhersteller beim -betreiber nicht vor. Insbesondere bei älteren Bestandsanlagen muss ein nach heutigen Maßstäben geeignetes digitales CAD-Modell nachträglich erstellt werden.

Assistenzsysteme sind ein erster Schritt in Richtung Industrie 4.0, bei denen vorhandene Anlagendaten orts-, anwender- und situationsabhängig zur Verfügung gestellt werden, um hierdurch Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten zu beschleunigen. Während Assistenzfunktionen wie die Remote-Assistenz und eine digitale Wissensdatenbank wenige Anlagendaten erfordern, ist der Zugriff auf aktuelle Zustandsdaten für die assistierte Fehlerbehebung abhängig von einer guten Datenbasis und von der Anbindung an das jeweilige PLS. Prinzipiell können sich Funktionalitäten eines Assistenzsystems mit dem Digitalisierungsgrad weiter entwickeln und damit begleitend zunehmend wertschöpfend wirken.

Bisher werden Assistenzsysteme für den Anlagenbetrieb entweder durch die Anlagenhersteller angeboten oder sind Spezialentwicklungen. Herstellersysteme sind meistens mobile Versionen des Anlagen-HMI für die Anlagen des jeweiligen Herstellers. Bei einer heterogenen Anlageninfrastruktur kann damit Assistenz nur begrenzt angeboten werden. Spezialentwicklungen sind aufgrund der hohen Entwicklungskosten für KMU nicht wirtschaftlich. Eigentlich sind dabei viele Assistenzfunktionen nahezu allgemeingültig (u.a. Fehlerinformation, Dokumentenzugriff, Prüflisten...). Der Hauptgrund für die Vielzahl individualisierter Lösungen liegt in der Datenanbindung an Leitsysteme und die firmenspezifische Infrastruktur.

2 Stand in Technik und Forschung

In mittelständischen Unternehmen finden Assistenzsysteme für Wartung und Instandhaltung bisher kaum Anwendung. Die Organisation und Dokumentation erfolgt über manuelle Listen und der Zugriff auf Anlageninformationen erfolgt meist räumlich getrennt von der Anlage. Die Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie (NAMUR) unterstrich dabei den hohen Bedarf nach Assistenzsystemen.

Mobile Panels gängiger PLS (Siemens, Emerson, ABB etc.) sind keine Assistenzsysteme im eigentlichen Sinne, da diese Systeme anlagen- aber nicht anwenderbezogen sind. Assistenzsysteme für Instandhaltungsprozesse müssen sich jedoch den Tätigkeitsprozessen des Betreibers anpassen.

Zur Bereitstellung von Daten für Assistenzsysteme existieren momentan keine Empfehlungen der NAMUR. Neue Schnittstellen wie OPC-UA können hier zukünftig zumindest hinsichtlich der Anbindung von Assistenzsystemen an Anlagen einen Ausgangspunkt bilden.

Hinsichtlich der Forschung fokussieren die meisten Projekte im Bereich Industrie 4.0 die diskontinuierliche Fertigung und nicht Fragestellungen der Prozessindustrie, da hier »an vielen Stellen bisher noch eine solide Empirie fehlt« [3]. Des Weiteren wird hier darauf hingewiesen, dass Konzepte für Beschäftigte, Qualifizierung und Arbeitsorganisation hinsichtlich Industrie 4.0 fehlen.

Das Forschungsprojekt APPsist [4] fokussiert die Interaktion zwischen Mensch und Maschine, indem Assistenzfunktionen entwickelt werden, die sich automatisch an die Kompetenz und den Unterstützungsbedarf der Anwender anpassen. Das Projekt SCPS [5] adressiert die Methoden zur Zusammenführung von Datenströmen von Produkten und Produktionsressourcen um diese Mitarbeitern mobil zu Verfügung zu stellen. Das österreichische Forschungsprojekt Assist 4.0 [6] untersucht Methoden um Mitarbeitern Informationen primär mit Augmented-Reality über kopfgetragene Displaysysteme zu Verfügung zu stellen.

Das Projekt CyberSystemConnector (CSC) hat das Ziel, eine technische Dokumentation als virtuelles Abbild einer Anlage über den gesamten Lebenszyklus einer Anlage basierend auf AutomationML zu gewährleisten. In Hinblick auf Assistenzsysteme bietet dies die Grundlage, Daten des Engineering im Anlagenbetrieb strukturiert nutzen zu können.

Das Forschungsprojekt PLuTO [7] widmet sich der Einbindung von episodischem Wissen und entwickelt Lösungen um wertvolles Erfahrungswissen zu erhalten.

Für die hier genannten laufenden Projekte liegen bisher keine abschließenden Ergebnisse vor. Sie adressieren in der Anwendung die diskontinuierliche Fertigung. Sie nehmen hierbei Bezug auf verschiedene assistenzrelevan-

te Teilespekte wie die Informationspräsentation (Assist 4.0, PLuTO), die Datenrepräsentation (SCS, SCPS) sowie die Interaktion durch Anwenders den Anwender (APPsist).

3 CPPSprocessAssist

Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Forschungsprojekt CPPSprocessAssist (FKZ: 02P14B084) adressiert die Bereitstellung flexibler Assistenzsysteme für Bestandsanlagen in der Prozessindustrie. Das Projektziel ist eine flexible Assistenzlösung bereitzustellen, die:

herstellerneutral im Betrieb heterogener Anlagenlandschaften eingesetzt werden kann

einfache Workflows für Aufgaben der Instandhaltung bei Bestandsanlagen zur Verfügung stellt

Analoge und digitale Störungen vom PLS direkt adressiert
Die Anlagendokumentation lückenlos in Echtzeit zur Verfügung stellt

Nachvollziehbarkeit von Wartungs- und Instandhaltungstätigkeiten verwaltet (Compliance)

Servicefälle und -maßnahmen überwacht und koordiniert
eine zentral mitwachsende Fehler- und Wissensdatenbank zum Know-How Erhalt bereitstellt

Hierdurch sollen Instandhaltungszeiten verkürzt und in Folge eine Reduzierung ungeplanter Stillstandszeiten prozesstechnischer Anlagen erreicht werden.

3.1 Projektpartner

Um zu gewährleisten, dass das zu entwickelnde Assistenzsystem flexibel in der Prozessindustrie eingesetzt werden kann, wird die Lösung in den Anwendungsbereichen der Chemie, Erdgasförderung, Energie und Raffinerie entwickelt und erprobt. Im Folgenden wird der jeweilige anwendungsbezogene Kontext der branchenrepräsentierenden KMU beschrieben, um die Breite des anvisierten Einsatzgebietes des Assistenzsystems zu verdeutlichen.
Bei der Firma Robeta Holz OHG soll das Assistenzsystem zunächst zur Instandhaltung eines Heizkraftwerkes, das aus Abfallstoffen eines Sägewerkes Strom und Wärme erzeugt, eingesetzt werden (Energie). Im Anwendungsfall der IPT Pergande GmbH wird die Lösung zur Instandhaltung einer Produktionsanlage zur Granulaterzeugung eingesetzt (Chemie). Die mitteldeutsche Bitumenwerk GmbH (MBW) evaluiert das System bei der Instandhaltung einer Oxid-Bitumen Blasanlage (Bitrox), um ungeplante Stillstände zu verhindern und Erfahrungswissen gezielt zu erfassen. Die CeH4 technologies GmbH ist in der Erdgasverteilung tätig. Neben dem Engineering, Bau und Service von Anlagen im Erdgasnetz vermietet CeH4 Gasdruckregelanlagen.

3.2 Prototypen

In dem Vorhaben CPPSprocessAssist soll das Assistenzsystem primär die Schwerpunkte des in-situ Dokumentenzugriffes, der Instandhaltungscompliance sowie dem Online-Zugriff auf Anlagenzustandsdaten ermöglichen.

Die Entwicklung erfolgt daher in drei auf einander aufbauenden Entwicklungsschritten.

Die Prototypen bestehen aus einer App für mobile Geräte, einem Server für die Datenbereitstellung und Datenkonnektivität die durch das Fraunhofer IFF für Fabrikbetrieb und -automatisierung entwickelt werden, dem PDM-System PRO.FILE der Firma PROCAD GmbH & Co. KG sowie der webbasierten Collaboration Plattform WEB inFACTORY der Fasihi GmbH.

Der erste Prototyp adressiert den Vor-Ort-Zugriff auf die Anlagendokumente. Hierfür wird das Assistenzsystem mit dem PDM-System gekoppelt.

Der hierauf aufbauende Prototyp adressiert die Compliance bei der Instandhaltung. Über die zusätzliche Collaboration Plattform werden Checklisten, Handlungsanweisungen sowie -empfehlungen verwaltet, durch die Vorgehensweisen bei Rundgängen oder Störungsbehebung strukturiert vorgegeben werden können. Aus der Abarbeitung der Tätigkeitsschritte kann zudem eine Dokumentationsgrundlage automatisiert zur Verfügung gestellt werden. Da Erfahrungswissen in der Instandhaltung essentiell ist, sollen Anwender jederzeit allgemeine sowie anlagenbezogene Anmerkungen (Annotationen) erstellen und hinterlegen können.

In der letzten Entwicklungsstufe wird das Assistenzsystem an die (verschiedenen) PLS der Anwendungspartner angebunden, um direkt Fehlerinformationen auf dem mobilen Endgerät anzuzeigen. Störungsmeldungen eines PLS sind Überschreitungen von betriebsrelevanten Zusicherungen, sind kritisch und führen unter Umständen zu einem Anlagenstillstand. Die Störungsmeldung zeigt den vom PLS erkannten Fehler an, der einen Hinweis auf die reale Störungsursache gibt, diesem aber nicht entsprechen muss. Um die Suche nach der echten Störungsursache zu unterstützen, soll über das Assistenzsystem auf die Historie relevanter Sensordaten zugegriffen werden können.

4 Anforderungsanalyse

Das Assistenzsystem soll einerseits flexibel bei der Integration an Bestandsanlagen und vorhandene Infrastrukturen sein, um den Aufwand und Workflow zur Übertragung in andere Firmen weitestgehend zu reduzieren. Andererseits soll das System flexibel im Sinne der Erweiterbarkeit um zusätzliche funktionale Aspekte sein. Hierdurch soll es Firmen ermöglicht werden, das Assistenzsystem abhängig vom Grad der Digitalisierung der Arbeitsprozesse um Funktionalitäten zu erweitern. Hierdurch kann sich das Assistenzsystem zusammen mit der Industrie 4.0-Fähigkeit des Unternehmens weiter entwickeln.

4.1 Szenariobasierendes Design

Das szenariobasierende Design (SBD) [8] ist eine Methode für die Anforderungsanalyse beim Design interaktiver Systeme. Bei interaktiven Systemen ist die Akzeptanz der Anwender entscheidend. Die Anforderungen sowie die Erwartungen in die schlussendliche Lösung sind häufig schwer strukturiert und vollständig zu erfassen, da die Interaktion wesentlich durch die konkrete Gestaltung des User-Interfaces bestimmt wird.

Im SBD werden zunächst User-Stories erfasst, in denen die Anwender die Ist-Abläufe der zu assistierenden Tätigkeiten beschreiben. In diesen diversen User-Stories werden dann Gemeinsamkeiten identifiziert und Konzeptszenarios abstrahiert. Von diesen allgemeingültigeren Szenarien werden dann konkrete Szenarien entworfen, bei denen erste Überlegungen technologischer Lösungen eingebracht werden. Anhand der konkreten Szenarien diskutieren Entwickler und Anwender gemeinsam, ob die angedachten Technologien und ihre immanente Eigenheiten im Anwendungsumfeld funktionieren könnten. Die vielversprechendsten konkreten Szenarien werden dann in Prototypen realisiert.

Im CPPSprocessAssist wurde das SBD angewendet, indem zunächst alle Projektpartner häufig auftretende Instandhaltungen als Prozesskette beschreiben sollten. Um die Anzahl identischer User-Stories zu reduzieren wurden diese Prozessketten diskutiert und zusammengefasst. Für repräsentative Prozessketten wurde dann die Prozesskette mit der Turtle-Methodik (auch 8W-Methode) detailliert. Hierdurch liegen für jeden Prozessschritt wesentliche Ein- und Ausgangsbedingungen vor. Diese im zweiten Schritt detaillierten Prozessketten, wurden dann als User-Stories im Sinne des SBD verwendet und zu abstrakten Szenarien, die sich als Vier-Phasen Modell beschreiben lassen, zusammengefasst (Abbildung 1).

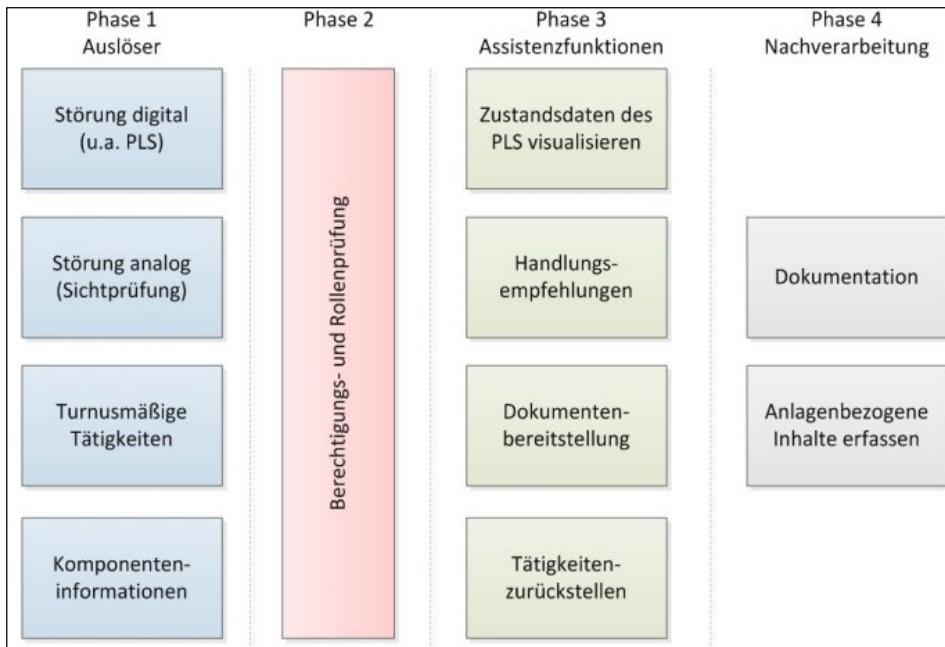


Abbildung 1: Vereinfachtes Phasenmodell als Teilergebnis des SBD
Quelle: Fraunhofer IFF

Die vier Phasen sind der Auslöser der Tätigkeit, die Berechtigungsbestimmung, miteinander kombinierbare Assistenzfunktionen sowie Module zur Nachnutzung der Anwenderdaten, die nachfolgend im Konzept beschrieben werden.

5 Konzept

Die Laufzeit des Projektes CPPSprocessAssist ist 01/2016-12/2018. Das hier vorgestellte Konzept basiert auf den ersten Ergebnissen.

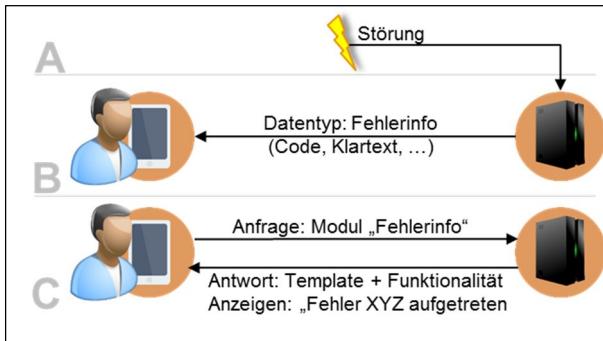
Basierend auf dem Vier-Phasen Modell liegen den Szenarien vier Auslöser zu Grunde. Digitale Störungen basieren auf Fehlern eines PLS oder einer Steuerung. Analoge Fehler sind hingegen Beobachtungen der Mitarbeiter (lautes Geräusch, Leckage) ohne dass hier bereits digitale Störungen eingetreten sind. Turnusmäßige Tätigkeiten sind Zeitpunkte oder -intervalle für geplante Tätigkeiten. Komponenteninformationen sollen dem Anwender hingegen Zugriff auf die Dokumente einer Komponente ermöglichen. Der Anwender soll über die Sensoren des mobilen Gerätes die Komponente mittels RFID und/oder QR-Code identifizieren können und dann Informationen über das PDM direkt zur Verfügung gestellt bekommen.

Ein generalisiertes Assistenzsystem muss die generellen Anforderungen der Erweiterbarkeit und der flexiblen Datenanbindung erfüllen, auf die im Folgenden eingegangen wird. Anschließend werden die Assistenzfunktionen mit Bezug auf die Anwendung mobiler Gasdruckanlagen exemplarisch beschrieben.

5.1 Erweiterbarkeit

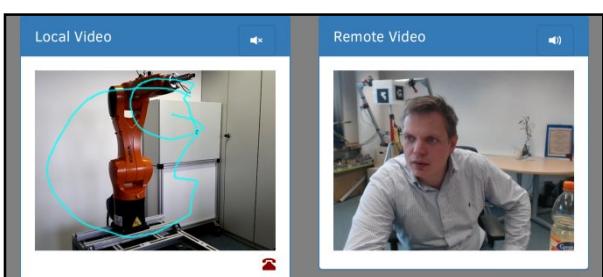
Industrie 4.0 wird häufig als neue industrielle Revolution bezeichnet. Genauso wie alle anderen sogenannten industriellen Revolutionen wird diese angestrebte technische Evolution erst rückblickend als Revolution wahrgenommen werden. Es ist daher zu erwarten, dass Firmen schrittweise IKT mit ihren Anlagen verbinden. Eigentlich besteht daher die Anforderung, dass Assistenzsysteme entsprechend dieser Entwicklung angepasst und erweitert werden können.

Der Instandhalter soll über mobile Geräte in-situ assistiert werden. Mobile Geräte werden in industriellen Umgebungen aus Sicherheitsgründen häufig kritisch gesehen. Im CPPSprocessAssist erfolgt die Datenkommunikation des mobilen Gerätes mit einem zentralen Server. Dieser Server bildet die Schnittstelle zu den PLS und Anlagen des Herstellers sowie zur firmenspezifischen IT-Infrastruktur, also zu PDM oder ERP Systemen (Abschnitt 5.2). Die Software des mobilen Assistenzsystems wird auf Basis von HTML5 realisiert und ist damit weitestgehend unabhängig vom konkreten Hersteller. Die einzelnen Elemente der Nutzeroberfläche (UI) werden jedoch modular auf dem Server verwaltet. Folgend wird die Anwendung des erweiterbaren Assistenzsystems anhand des Szenarios in Abbildung 2 beschrieben.



*Abbildung 2: Ablauf bei Nutzung des erweiterbaren Assistenzsystems
Quelle: Fraunhofer IFF*

Über das PLS tritt eine Fehlermeldung auf (A). Diese wird zusammen an den zentralen Server übermittelt (z.B. via OPC / OPC-UA). Soweit das PLS keine Klartextbeschreibung bereitstellt, wird diese vom Server ergänzt. Der Server schickt einen Datentyp »Fehlerinformation« an alle verbundenen mobilen Geräte (B). Die mobilen Geräte empfangen diesen Datentyp, aber können die Informationen zunächst nicht anzeigen. Das mobile Gerät fragt daher beim Server ein für diesen Datentyp geeignetes UI an (C). Der Server übermittelt nun ein Oberflächentemplate (HTML) sowie die damit verbundene Funktionalität (JavaScript), bindet dieses Oberflächenelement ein und übergibt ihm die bereits empfangenen Daten zur Anzeige.



*Abbildung 3: Im Prototyp des Remote-Experten hat der Experte den Kuka Roboter zur Unterstützung seiner Erklärung markiert
Quelle: Fraunhofer IFF*

An dem einfachen Beispiel wird das Funktionsprinzip dargestellt. Server sowie die Hauptanwendung des Gerätes müssen jedoch zusätzliche Aspekte verwalten. Die meisten UI-Module, die für ein industrielles Assistenzsystem benötigt werden, zeigen nicht nur statische Daten an. In den bisher erfolgten Arbeiten wurden JavaScript-basierte Prototypen zum Auslesen eines RFID-Typschildes (DIN 66277), zum bildbasierten Auslösen von QR-Codes, zur Darstellung von Echtzeitgraphen und ein Modul für die Konsultation von Remote-Experten realisiert. Das Remote-Experten Modul ist eine Ende-zu-Ende Videoverbindung, bei denen die Videobilder der beiden Teilnehmer gleichberechtigt angezeigt werden. Beide Teilnehmer können gleichberechtigt in beiden Videobildern zeichnen. Wenn der Instandhalter das Videobild des mobilen Gerä-

tes überträgt, kann der mit ihm verbundene Experte Sachverhalte erklären und Objekte durch das Zeichnen hervorheben.

Solche erweiterten Module erfordern zusätzliche Abhängigkeiten wie das Laden von Software-Bibliotheken für Bildverarbeitung, 3D-Visualisierung oder für die Darstellung von Messwertkurven. Der Server sowie die Basisanwendung des mobilen Endgerätes lösen hier beispielsweise zusätzlich das Nachladen von Bibliotheken, weiterer Quellen sowie das Auflösen von Abhängigkeiten aus.

Die Ende-zu-Ende Datenverbindung bei dem Remote-Experten sowie das dynamische Nachladen von Funktionalitäten adressieren die hohen Datensicherheitsanforderungen durch die Industrie. Auch wenn die Basisanwendung des Assistenzsystems auf dem mobilen Gerät installiert ist, wird die wesentliche Funktionalität vom Server bezogen. Die Server können zudem hierarchisch Arbeiten, so dass ein Server die häufig genutzten Funktionalitäten bereitstellt, während andere Server die Datenanbindung an die PLS steuern und individuelle bzw. spezialisierte Module anbieten. Wenn das Tablet keine Datenverbindung zum dem Server hat, ist das Assistenzsystem funktionslos und enthält keine Daten des Firmen Know-hows. Auf der anderen Seite kann der Anwender ein anlagen-spezifisches Assistenzsystem auf demselben Endgerät zur Verfügung gestellt bekommen, je nachdem mit welchem Server (Standort A oder B) er das mobile Gerät koppelt.

5.2 Flexible Datenanbindung

Ein Assistenzsystem für den Anlagenbetrieb soll den Anwender beim Auffinden von Störungen unterstützen. Zum einen kann er direkt auf Anlagendokumente des PDM-Systems zugreifen. Zum anderen sollen dem Anwender Sensorinformationen zur Verfügung gestellt werden. Der Server soll hierbei die Daten wichtiger Sensoren erfassen und protokollieren. Wenn es zu einer Störung kommt, kann der Instandhalter für Indizien auf Sensorhistorien zugreifen. Standards wie OPC oder OPC-UA sollen den Zugriff auf PLS vereinheitlichen. Diese Schnittstellen werden jedoch nicht von allen PLS bedient oder nutzen anlagenspezifische Erweiterungen. Die Hauptfunktion des Servers ist daher die Abstraktion der Anlagenkommunikation. Die Abfrage von Fehlerinformationen sowie Sensordaten werden pluginbasiert integriert. Aufgabe dieser Plugins ist die Transcodierung der Kommunikation mit dem PLS. Hierbei werden die Anfragen des Assistenzsystems in entsprechende PLS-spezifische Anfragen übersetzt und Antworten in ein Zwischenformat des Assistenzsystems überführt. Ziel ist hierbei, dass die Kernfunktionen des Servers sowie des Assistenzsystems auf einem einheitlichen Datenformat agieren und der Aufwand zur Implementierung einer Datenanbindung minimiert wird. Die Anbindung des so entwickelten Assistenzsystems ist somit PLS unabhängig und kann auch

direkt mit SPS oder einfachen Netzwerkservern (TCP) erfolgen.

6 Anwendung auf mobile Prozessanlagen zur Gasdruckregelung

Das Aufstellen der Anforderungen sowie die Evaluierung des Assistenzsystems in der Praxis erfolgt parallel in verschiedenen Anwendungsszenarien und -branchen durch die Firmen IPT Pergande GmbH, Robeta-Holz OHG, die Mitteldeutsches Bitumenwerk GmbH sowie die CeH4 technologies GmbH.

Durch die Anforderungen aus unterschiedlichen Anwendungsgebieten sollen die allgemein notwendigen Module für das Assistenzsystem sowie die Anforderungen an die Datenhaltung und insbesondere an die Rückwirkungen von Instandhaltungstätigkeiten auf die Stücklisten (MBOM, SBOM) berücksichtigt werden. Durch die parallele Evaluierung wird die Flexibilität des Gesamtsystems gewährleistet.

6.1 Anforderungen im Bereich mobiler Anlagen zur Gasdruckregelung

Die CeH4 technologies GmbH vermietet mobile Anlagen zur Gasdruckregelung und bietet daneben auch das Engineering, den Bau und den Service rund um Gasdruckregelanlagen an. Diese mobilen Anlagen sind im bestimmten Rahmen frei konfigurierbar und werden vor jedem Einsatz kundenspezifisch vorbereitet. Für die Nachvollziehbarkeit werden bei CeH4 sehr detaillierte Stücklisten geführt. Jede Anpassung der Anlage wird somit auch von der Stückliste (BOM) wiedergespiegelt.

Wenn bei diesen mobilen Anlagen eine Störung beim Kunden eintritt, kommissioniert ein Instandhalter alle erforderlichen Ersatzteile für seinen Werkzeugwagen und unterstützt den Kunden vor Ort. Hier muss der Instandhalter den Normalbetrieb der Anlage möglichst schnell wieder gewährleisten. Der Zugriff auf die Anlagendokumentation ist vor Ort jedoch nur sehr beschränkt möglich. Zudem kann nur über das Leitsystem auf Anlagendaten zugegriffen werden. Das Nachvollziehen der Ereignisse, die zur Störung führen, ist kaum möglich.

Nach einem Einsatz beim Kunden wird die Anlage regulär gewartet. Hierbei werden neben den digitalen Fehlern auch Schäden durch Sichtprüfung ermittelt, die ggf. dem Kunden in Rechnung zu stellen und daher gründlich zu dokumentieren sind. Des Weiteren muss eine Instandhaltungsliste für die Koordination der Instandhaltungstätigkeiten vor dem nächsten Einsatz erstellt werden.

Der hier ansatzweise beschriebene Vorgang zeigt die erforderliche Flexibilität, die von Instandhaltern gefordert wird, sowie den Bedarf, Anlageninformationen ebenso flexibel zur Verfügung zu stellen und alle Tätigkeiten, wie gefordert, zu dokumentieren. Die Dokumentation ist hierbei nicht nur für das interne Nachvollziehen sondern

vielmehr als Nachweis gegenüber dem Kunden und den zuständigen Behörden bei der jeweils erforderlichen Abnahme notwendig. Bei Übergabe der Anlage an den Kunden wäre daher ein Zugriff auf die erstellten Dokumentationen vor Ort wünschenswert, um insbesondere bei Nachfragen auch ad hoc lückenlos nachweisfähig zu sein.

6.2 Assistenz für mobile Anlagen

Im Anwendungsfall von CeH4 besteht eine hohe Anforderung, auf Anlagendokumente gezielt zuzugreifen (Auslöser Komponenteninformation). PDM Systeme verwalten jedoch Dokumente anhand der Artikelnummer und nicht über die Betriebsmittelkennzeichnung (BMK, TAG oder KKS). PDM-Systeme unterscheiden nicht zwischen einer gleichen Anlagenkomponente die mehrfach in einer Anlage verbaut ist. Im Betrieb sind jedoch betriebsbezogene Dokumentationen stets auf die individuelle Komponente am Verbauplatz bezogen (Prüfzeugnisse, Abnahmebescheinigungen usw.). Im Projekt wird daher eine Methode entwickelt, um Dokumente BOM-treu und für die verschiedenen Instanzen einer Komponente zu erfassen.

Das Assistenzsystem soll beispielsweise bei Wartung und Kommissionierung den Instandhalter durch eine Vollständigkeitsprüfung assistieren. Checklisten (Handlungsempfehlung) können hierbei dynamisch aus den Bestands- und Konfigurationslisten der Anlage erstellt werden. Der Instandhalter bestätigt bei der Kommissionierung die Tätigkeit, erhält Zugriff auf noch offene Posten und die bestätigten Tätigkeiten werden protokolliert. Bei einer Prüfung oder Wartung muss bei einem vorliegenden Mangel eine Mängelbewertung vorgenommen werden und es können optional Textinformationen oder Fotos für eine detailliertere Beschreibung hinterlegt werden. Diese Daten dienen dann als Grundlage zur Generierung des Prüfprotokolls, das dann vom Mitarbeiter erweitert werden kann (Dokumentation).

Bei digitalen Fehlern soll das Assistenzsystem den Zugriff auf Sensordaten und Fehlermeldungen ermöglichen (Abschnitt 5.2). Zu jedem Fehler sollen optional Handlungsempfehlungen hinterlegt werden, die dem Instandhalter mögliche Lösungen für diesen Fehler anbieten. Auch hier hat der Instandhalter die Möglichkeit, zum Fehler selbst oder zu Komponenten während der Fehlerbehebung zusätzliche Text- oder Bildinformationen zu erfassen, die dann wieder als Basis zur Erweiterung der Handlungsempfehlungen und der Dokumentation dienen.

7 Zusammenfassung

Es besteht in der Prozessindustrie sowie in der klassisch fertigenden Industrie ein hoher Bedarf nach Assistenzsystemen. Insbesondere bei KMU besteht zunächst ein hoher Bedarf nach Assistenzsystemen mit einfachen Grundfunktionen von Wissensdatenbanken, der Dokumentation von Wissen oder von Systemen zur Teilautomatisierung des Dokumentationsaufwandes. Durch Industrie 4.0 erhöht sich der Druck eines effizienten Anlagenbetriebes nochmals. Durch Assistenzsysteme können Instandhalter auch die steigenden Anforderungen und Komplexitäten durch Industrie 4.0 bewältigen.

CPPSprocessAssist befindet sich noch in der Startphase und adressiert als eines der ersten Projekte direkt die Prozessindustrie 4.0. Basierend auf der Anforderungsanalyse konnte ein fundiertes Konzept für weit verbreitete Assistenzfunktionen aufgestellt werden. Das Assistenzsystem ist hierbei keine isolierte Softwarelösung sondern ein Systemansatz einer verteilten IT-Infrastruktur aus Planungssystemen, PDM-Systemen sowie einer Anbindung an vorhandene PLS.

Bei der Evaluierung der Prototypen in den exemplarischen Anwendungsgebieten um den Nutzen des Systems auf die Instandhaltung zu quantifizieren. Das Einführen eines Assistenzsystems führt zudem zu einer Veränderung gewachsener Arbeitsabläufe. Es sollen daher erste Erfahrungen für eine perspektivische Einführungsstrategie gesammelt werden wie die aufeinander aufbauenden Prototypen akzeptiert werden.

8 Literatur

- [1] V. D. I. »Thesen und Handlungsfelder: Cyber-Physical Systems: Chancen und Nutzen aus Sicht der Automation«, VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Automatisierungs-technik, 2013.
- [2] B. Vogel-Heuser, »Cyber-Physical Systems - Herausforderungen für die Produktion?« in Erhöhte Verfügbarkeit und transparente Produktion, Technische Universität München, 2011, pp. 1-5.
- [3] N. Malanowski und J. C. Brandt, »Innovations- und Effizienzsprünge in der chemischen Industrie?«, VDI Technologiezentrum, 2014.
- [4] <http://www.appsist.de> (Stand: 28.04.2016)
- [5] Ressourcen-Cockpit für Sozio-Cyber Physische Systeme. <http://www.s-cps.de> (Stand: 28.04.2016)
- [6] <http://www.knapp.com/cms/cms.php?pageName=press&iD=142> (Stand: 28.04.2016)
- [7] <http://www.plutoprojekt.de/index.php/de/> (Stand: 18.09.2014)
- [8] D. Benyon, Designing Interactive Systems: A comprehensive Guide to HCI and interaction design, Addison Wesley, 2010.
- [9] VDMA, »Leitfaden Industrie 4.0 - Orientierungshilfe zur Einführung in den Mittelstand«, VDMA-Verlag, 2015.

9 Fördervermerk

Dieser Betrag wurde durch das Bildungsministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Projektes CPPSprocessAssist (FKZ 02P14B084) gefördert.



MOBILE RÜCKMELDUNG IM STILLSTAND – DATEN-LOGISTIK JUST IN TIME

Dipl.-Ing. Holger Springer,
Bayernoil Raffineriegesellschaft mbH

LEBENSLAUF



Dipl.-Ing. Holger Springer

Bayernoil Raffineriegesellschaft, Leiter Anlagenzuverlässigkeit
Postfach 12 52
93328 Neustadt

Telefon: +49 8457 81678
E-Mail: holger.springer@bayernoil.de

1987 – 1991

Maschinenbau-Studium an der Ostbayerischen Technischen Hochschule
Regensburg

seit 2000

BAYERNOIL-Raffinerie-Verbund
Verantwortlich für Schadensanalysen, Schadensprävention, Monitoring kritischer Komponenten. Umfangreiche Erfahrung auf dem Gebiet der Werkstofftechnik, Korrosion und der technischen Risikoanalyse.

2009

ZfP-Zertifizierung für Infrarot-Thermografie Level 2 n. DIN EN 473.

seit 2009

Fachreferent für innovative Instandhaltungs- und Zuverlässigkeitsthemen auf internationaler Ebene

seit 2011

Leiter Abteilung Anlagenzuverlässigkeit (Entwicklung / Betreuung von Zuverlässigkeitssystemen, Analysierung von Risiko-Szenarien, Optimierung von Instandhaltungs-Konzepten und Prozess-Abläufen)

MOBILE RÜCKMELDUNG IM STILLSTAND – DATEN-LOGISTIK JUST IN TIME

Dipl.-Ing. Holger Springer

1 Motivation

Ein Anspruch der Arbeitskreise, die sich mit dem Thema »Industrie 4.0 - Digitale Baustelle in der Prozessindustrie« beschäftigen, ist die Reduzierung von ineffizienten Arbeitszeiten auf der Baustelle.

Studien zu Großbaustellen (z.B. VDMA 2010) haben ergeben, dass ca. 30-40 Prozent aller Arbeiten unproduktiv sind und somit ersatzlos weggelassen werden könnten. Eine sinnvolle Nutzung der dadurch frei werdenden Zeiträume führt zu einer beachtlichen Steigerung der Arbeitsproduktivität.

Im Rahmen dieses Fachbeitrags soll die aus dem Studienergebnis ermittelte Zeitersparnis anhand einer Prozessablauf-Simulation rechnerisch belegt werden. Stellvertretend für die Großbaustelle wurden in diesem Zusammenhang die klassischen Arbeitsprozesse während eines Raffinerie-Stillstandes durchleuchtet.

2 Arbeitsabläufe bei manueller Rückmeldung (konventionell)

Für die Abwicklung von Stillständen einer Raffinerie sind verschiedenartige Arbeitsgruppen, sowie Transport-Mittel und Hebezeuge, aber auch abgestimmte Strategien zur Koordination von Arbeitsabläufen erforderlich (siehe Schema »Arbeitsabläufe MANUELLE Rückmeldung« in den Vortrags-Unterlagen/Folie 6).

Die Arbeitsgruppen bestehen überwiegend aus Instandhaltungs-Personal (Kontrolle, Überwachung, Expertise, Reparaturen ...), Stillstands-Monteuren (De-/Re-Montage von Equipments, wie Pumpen, Ventilen, Wärmetauschern, Druckbehältern, ...), Inspektoren (TÜV, Befähigte Personen zur Anlagenüberprüfung nach gesetzlichen Vorgaben ...) und Sicherungs-Posten (Arbeits-Überwachung in sicherheitstechnischer Hinsicht). Um die häufig ortsabhängigen Aufgaben erfüllen zu können, sind die Gruppen immer wieder gezwungen, ihren Aufenthaltsort zu wechseln. Die Informationsverteilung durch das Stillstands-Management erfolgt in festgelegten Zeitabständen zentral in einem Besprechungs-Container für die Vertreter aller Arbeitsgruppen.

Zu den Transport-Mitteln und Hebezeugen zählen im Wesentlichen Krane, Flurförderzeuge, Tieflader, (Spezial)-Lastwagen, ... , die hauptsächlich zur Unterstützung der De- und Re-Montage-Arbeiten, zu Transport- und Reinigungszwecken, sowie zum Austausch von Apparaten und/oder Behältern eingesetzt werden.

Aufgrund hoher Ausfallkosten sind Raffinerien gezwungen, ihre Stillstände möglichst kurz und effektiv zu pla-

nen. Dazu sind jeweils zweckgebundene Strategien zu entwickeln, in denen der Gesamtumfang des Stillstandes, der Arbeitsumfang jedes einzelnen Auftrags, der zeitlich Ablauf, die Arbeitsprioritäten, der Personal- und Materialbedarf, Lager- und Stallplatz-Aufteilung, die Kosten-Abwicklungen ... präzise festgelegt werden. Den täglichen Besprechungen mit den Vertretern der Arbeitsgruppen sollen Auskünfte über den Arbeitsfortschritt, Probleme und erforderliche Änderungen am Ablauf oder Arbeitsumfang geben. Die Rückmeldung erledigter bzw. abgeschlossener Aufträge erfolgt durch handschriftlichen Eintrag in Wandlisten im Besprechungs-Container durch die jeweiligen Vertreter der Arbeitsgruppen.

3 Prozessablauf-Simulation mittels Stochastischer Petrinetze

Petrinetze eignen sich hervorragend, um stochastisch veranlagte Ablaufprozesse zu simulieren. Dabei können Aktionen mit beliebig definierbaren Zustandsvoraussetzungen verknüpft und durch die Auswahl einer beliebigen Verteilungsart (isochron, Gleich-, Normal-, Poisson-verteilt) beschrieben werden. Der Prozessablauf wird anhand von Flussrelationen beschrieben.

Detailliertere Information kann über das Seminar »Petrinetze und Monte-Carlo-Simulation« des VDI-Wissensforums bezogen werden.

Das verwendete Simulationsmodell ist in den Vortrags-Unterlagen (Folie 9) dargestellt. Die Grundlage dafür bilden die typischen Arbeitsabläufe während eines Raffinerie-Stillstandes. Bei der Abbildung eines Realprozesses in einem Simulationsmodell sind vereinfachende Annahmen zu treffen ohne dabei die Realität unzulässig zu verändern, um die Übersichtlichkeit des Modells nicht unnötig auszuhöhlen; im vorliegenden Fall wurden dazu folgende Randbedingungen definiert:

- a) 50 Apparate (Druckbehälter, Wärmetauscher, Reaktoren, ...).
- b) Dauer für Absetzen der RÜCKMELDUNG eines Arbeitsschrittes: 1,5 – 6 Stunden
- c) Berücksichtigung von Arbeitszeiten,
Störungen,
Reparaturfordernissen.
- d) Realitäts-kongruente Verteilungs-Funktionen für
Transitions-Vorgänge

- e) Nicht berücksichtigt (da erfahrungsgemäß unerheblich):
 Unfall-Ereignisse durch hohe Verkehrsdichte auf engstem Raum (mit-)verursacht durch konventionelle Datenübertragung (per Fahrrad, zu Fuß oder Auto)
 Lässt man das Simulationsmodell den Prozessablauf für die manuelle Rückmeldung unter diesen Voraussetzungen abarbeiten, dann errechnet das Modell daraus einen Gesamt-Zeitbedarf von durchschnittlich 1740 Stunden. Demgegenüber steht das nachfolgend beschriebene Konzept der Mobilen Rückmeldung im Stillstand (TAR).

4 Arbeitsabläufe bei mobiler (digitaler) Rückmeldung

Wesentlicher Unterschied dieses Verfahrens gegenüber dem konventionellen Ablauf ist der nahezu verzögerungsfreie Informations-Rückfluss nach Abschluss jedes Teil-Auftrages aus dem Stillstands-Gesamt-Volumen. Dies ermöglicht die Realisierung eines Datenverarbeitungsprozesses in Echtzeit. Dadurch entfallen die zurückzulegenden Wege und »Verlust«-Zeiten für die handschriftlichen Einträge in den Wandlisten im Besprechungs-Container vollständig (siehe Schema »Arbeitsabläufe MOBILE Rückmeldung« in den Vortrags-Unterlagen/Folie 12). Die unter Abschnitt 3 definierten Randbedingungen ändern sich demnach wie folgt:

- a) Unverändert
- b) Dauer für Absetzen der RÜCKMELDUNG eines Arbeitsschrittes: durchschnittlich 6 Minuten
- c) Unverändert
- d) Unverändert
- e) Nicht berücksichtigt:
 - Unfall-Ereignisse durch materialflussbedingt hohe Verkehrsdichte,
 - Entspannung der Verkehrsdichte durch Entfall der Datenübertragung per Fahrrad, zu Fuß oder mit dem Auto.

Voraussetzung für einen funktionierenden, geordneten Stillstands-Ablauf ist eine EDV-koordinierte Steuerung der Prozesse aus dem TAR-Management (bestehend aus TAR-Strategie, Auftrags-Prioritäten, Scope, Abrechnung, ...), im Sinne von Industrie 4.0 bezeichnet als »Smart TAR-Processing«.

Lässt man auch hier den Prozessablauf für die Mobile Rückmeldung unter den veränderten Voraussetzungen vom Simulationsmodell abarbeiten, dann resultiert daraus ein Gesamt-Zeitbedarf von durchschnittlich 1403 Stunden. Dem gegenüber benötigt die konventionelle Methode einen um ca. 25 Prozent höheren Zeitbedarf.

5 Resümee

Zusammengefasst eröffnet sich folgendes Optimierungs-Potenzial durch Einführung des Smart TAR Processing

- Deutliche Beschleunigung der Daten-Logistik
- Präzise terminliche Überwachung, Steuerung und Kommunikation des Big Data-Prozesses »Auftragsbearbeitung im TAR«
- Verkürzung des Zeitbedarfs für die Stillstands-Abwicklung (Größenordnung ca. 25 Prozent)
- Entspannung des ohnehin materialflussbedingt hohen Verkehrsaufkommens auf engstem Raum (Reduktion des Risikos für Verkehrsunfälle mit Personenschaden)

Gegenwärtig läuft bei BAYERNOIL ein Pilotprojekt unter dem Namen »Mobile Rückmeldung im TAR«, mit dem der zuvor beschriebene Benefit unter realen Bedingungen getestet werden soll.

MIT KENNZAHLEN DIE ENERGIEEFFIZIENZ VON PROZESSEN BEWERTEN

Dipl.-Ing. Carsten Keichel,
Fraunhofer IFF
Prof. Dr.-Ing. Bernd Sankol,
HAW Hamburg

LEBENSLAUF



Dipl.-Ing. Carsten Keichel

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Projektleiter
Sandtorstraße 22
39106, Magdeburg

Telefon: +49 391 40 90 368
E-Mail: carsten.keichel@iff.fraunhofer.de

11/2009 – 06/2010

Werksstudent bei der Konzernforschung für Antriebstechnologie der Volkswagen AG im Bereich der Brennstoffzellen im Technologiezentrum Elektrotraktion Isenbüttel

seit 11/2010

Projektleiter am Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF im Bereich Prozess- und Anlagentechnik

seit 09/2013

Leiter der Geschäftsstelle des Fraunhofer-Innovationsclusters ER-WIN®
»Intelligente, energie- und ressourceneffiziente regionale Wertschöpfungsketten in der Industrie«

LEBENSLAUF



Prof. Dr.-Ing. Bernd Sankol

Professur an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg;
Fachbereich Maschinenbau und Produktion, Konstruktion mit Schwerpunkt
Thermische Apparate
Berliner Tor 21
20099, Hamburg

Telefon: +49 40 42875 8704
E-Mail: bernd.sankol@wah-hamburg.de

1976 – 1981	TH »Otto-von-Guericke« Magdeburg; wissenschaftlicher Assistent; WB Thermischer Apparatebau
1981 – 1983	Abteilungsleiter Fernwärme bei den Stadtwerken Magdeburg
1983 – 1984	Hauptabteilungsleiter Wärmeversorgung für Technik und Produktion bei den Stadtwerken Magdeburg
1984 – 1989	wissenschaftlicher Assistent an der Technischen Universität Magdeburg; WB Thermischer Apparatebau
1990 – 1997	Leiter der Betriebstechnik bei der Hoechst AG, Werk Hamburg
1997 – 2000	Leiter Engineering bei der Siempelkamp Energie- und Anlagentechnik GmbH Dresden
2000 – 2001	Geschäftsführer bei der Dr. Odin GmbH Hamburg
2001 – 2002	Technischer Leiter bei der UMAG Technologie GmbH Husum
seit 9/2002	Professur an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg; Fachbereich Maschinenbau und Produktion, Konstruktion mit Schwerpunkt Thermische Apparate
8/2004 – 11/2006	Dekan des Fachbereichs Maschinenbau und Produktion

MIT KENNZAHLEN DIE ENERGIEEFFIZIENZ VON PROZESSEN BEWERTEN

Dipl.-Ing. Carsten Keichel, Prof. Dr.-Ing. Bernd Sankol

1 Prozesskennzahlen

Die Verwendung von Kennzahlen im Zuge von Bestrebungen zur Verbesserung der Energie- und Ressourceneffizienz von Produktionsprozessen nimmt stetig zu. Obwohl Kennzahlen nicht direkt zur Steigerung der Effizienz beitragen sind sie essentiell für die Analyse und Bewertung des Energie- und Ressourcenverbrauchs einzelner Prozesse sowie der gesamten Produktion.

Kennzahlen können z.B. ein geeignetes Mittel sein, um die energetische Qualität von Geräten, Anlagen, Systemen zu vergleichen und zu beurteilen und somit dazu beitragen, technische und wirtschaftliche Verbesserungen zu realisieren.

In der Regel sind Kennzahlen Verhältniszahlen die einen Zusammenhang zwischen zwei prozess- oder produktionsrelevanten Größen darstellen. Kennzahlen können somit sowohl dimensionslos oder dimensionsbehaftet sein.

1.1 Anforderungen an Kennzahlen

Kennzahlen sind alleinstehend nicht ausreichend für die Interpretation oder Bewertung der Effizienz. Um eine eindeutige Bewertung zu ermöglichen, sind zusätzliche Angaben zu der Grundlage der Kennzahl notwendig. Produktionssysteme und Produktionsprozesse unterliegen komplexen Verknüpfungen auf Basis von prozessrelevanten, wirtschaftlichen, sozialen, umwelt- und fertigungs-technischen Bedingungen und Strukturen, die meist nicht eindeutig quantitativ bestimmt werden oder sogar reproduziert werden können.

Kennzahlen müssen eine eindeutige, nachvollziehbare, wiederholbare und praktikable Bestimmung der für den zu analysierenden Prozess relevanten spezifischen Bewertung ermöglichen und langfristig als Kriterium der Effizienz verwendet werden können.

1.2 Messen

Zur Bildung geeigneter Kennzahlen sind tiefgreifende Kenntnisse über den Ablauf sowie den Energie- und Ressourcenbedarf des Produktionsprozesses notwendig. Diese Kenntnisse können nur durch umfangreiche Messungen gewonnen werden und mit Hilfe eines geeigneten Systemmodells für die Bewertung des Prozesses sowie für die Planung von Maßnahmen verwendet werden. Messungen können dabei durch zu Hilfenahme einfacher Zähler bis hin zu komplexen Messsystemen erfolgen. Für

die korrekte Datenerfassung durch Messungen sind zwei Grundprinzipien einzuhalten:

- Das Messkonzept muss jeden der Prozess beeinflussenden Energie- und Ressourcenströme erfassen sowie in der Art liefern, dass die durch die gewünschte Kennzahl zu beantwortende Fragestellung vollständig beantwortet werden kann,
- Die Erfassung der Messwerte muss eine zielorientierte Verarbeitung und Darstellung ermöglichen, so dass den prozessbeeinflussende Parameter und deren Wirkung, z.B. Änderung des Leistungs- oder Energiebedarfs, erkennbar und qualifizierbar sind.

Als Grundlage für ein Messkonzept sowie die Festlegung einer für den Prozess relevanten und geeigneten Kennzahl dienen ein Systemmodell sowie die Bilanzierung der am Prozess beteiligten Energie- und Ressourcenströme. In Abbildung 1 ist das Prinzip eines Systemmodells mit mehreren prozessrelevanten Bilanzräumen dargestellt.

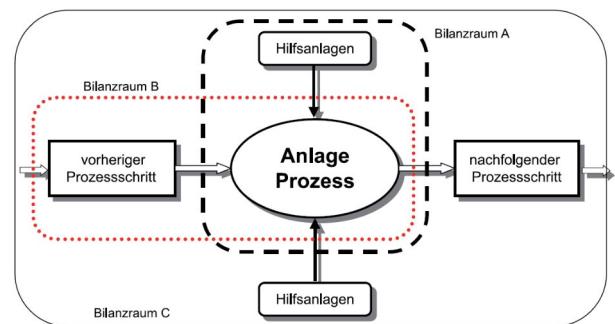


Abbildung 1: Möglichkeiten für die Festlegung von Bilanzräumen eines komplexen und vernetzten Prozesses [1]

1.3 Kennzahlen bilden

Kennzahlen sollen dazu dienen Transparenz hinsichtlich des zeitlichen und örtlichen Verlaufs und der Schwankungsbreite von Energieverbrauchsgrößen zu ermöglichen. Daher sind für die Bildung von Kennzahlen das jeweiligen Einsatzgebietes und der für die Umsetzung und Verfolgung der Kennzahlen verantwortliche Personenkreis zu berücksichtigen. Ggf. soll aus den Kennzahlen das unmittelbare Verbesserungspotential eines Prozesses abgeleitet werden. Eine konkrete Definition des Anwendungsbereites, der Aufgabenstellung und des durch Verwendung einer Kennzahl verfolgte Ziel ist somit Grundbestandteil bei der Bildung von Kennzahlen.

Als Zielgruppen für die Anwendung von Kennzahlen stehen der technische und prozesstechnische Bereich sowie der kaufmännische Bereich im Vordergrund.

- Technische und prozesstechnische Kenngrößen berücksichtigen die Energiemedien, die Energieeffizienz von Komponenten, Systemen und Prozessen. Als Basis dienen Wirkungsgrade sowie der Energieeinsatz in Form von Wärme, Arbeit und Leistung.
- Kaufmännische Kenngrößen berücksichtigen die für die Produktion notwendigen Energie-, Material- und Entsorgungskosten sowie das Fertigungsergebnis, die Stückzahl oder die Qualität.

Die VDI-Richtlinie 4661 [2] gibt grundlegende Beispiele über Bezugsgrößen für Energiekennzahlen und die VDI-Richtlinie 4462 [3] erläutert Möglichkeiten zu Bildung, Implementierung und Nutzung von Energiekennwerten. Zur Bildung von Kennzahlen müssen an den Systemgrenzen die erforderlichen Messwerte gewonnen werden. Die Anzahl der erforderlichen Messwerte bestimmt den Messaufwand.

Kennzahlen haben den Vorteil, dass sie Messwerte zu einer zu beurteilenden Größe zusammenfassen und dadurch die Auswertung wesentlich erleichtern.

1.4 Grenzen von Kennzahlen

Die größte Hürde für die Bildung und Etablierung geeigneter Kennzahlen ist die Diskrepanz zwischen der technischen und kaufmännischen Sicht auf den Prozess. Darüber hinaus verwendet eine Vielzahl an Kennzahlen einen variablen Bezugszustand, so dass eine langfristige Bewertung z.B. der Effizienz nicht eindeutig möglich ist.

2 Das Physikalische Optimum als idealer Referenzprozess

Entscheiden für die langfristige Anwendbarkeit einer Kennzahl sowie die Bewertung eines Prozesses aus technischer und kaufmännischer Sicht zugleich, sind die Definition des Prozesses und der dafür minimal notwendige Aufwand an Energie und Ressourcen.

Volta definierte dafür das »Physikalische Optimum« (PhO) [4] als idealen Referenzprozess. Dieser wird ausschließlich auf Basis des durch den Prozess zu erzielenden Nutzens und unter Verwendung physikalischer Gesetzmäßigkeiten sowie ingenieurtechnischer Berechnungsmodelle bestimmt. Als idealer Referenzpunkt ist dessen Verbrauch zur Erreichung des Nutzens minimal und kann nicht unterschritten werden.

2.1 Ultimative Kennzahl

Da mit Hilfe des physikalischen Optimums der nutzenspezifische Verbrauch eines Prozesses bestimmt werden

kann, leitet Volta daraus den PhO-Faktor ab. Dieser stellt den realen Verbrauch (V) ins Verhältnis zu dem idealen Verbrauch (V_{PHO}): $F_{PHO} = \frac{V}{V_{PHO}} > 1$

Liefert der betrachtete Prozess ideal ab, könnte der PhO-Faktor somit seinen minimalen Grenzwert von eins erreichen. Dem zu Folge hat jeder Prozess das Potential ideal abzulaufen.

Der Verbrauch eines Prozesses kann auch im Sinne des Aufwands aus kaufmännischer, umwelttechnischer und prozesstechnischer Sicht bestimmt werden. Dabei ist der Referenzpunkt der unterschiedlichen PhO-Faktoren immer der ideale Referenzprozess.

Die Betrachtung des Verbrauchs ist immer eine rückwirkende Betrachtung, d.h. Ursachen für hohe oder geringe Verbräuche sind nicht zuzuordnen.

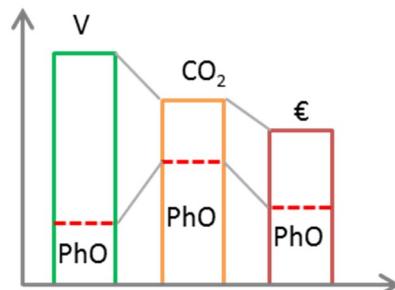


Abbildung 2: Der Zusammenhang des kaufmännischen, umwelttechnischen und prozesstechnischen Aufwands in Bezug auf den physikalisch optimalen Referenzprozess

Deshalb kann, neben der integralen Bewertung des Verbrauchs oder des Aufwands der PhO-Faktor, zur Bewertung des zeitlich aufgelösten Aufwands, der Leistung, verwendet werden.

Aus der Leistungsbewertung lässt sich vorrangig das Teillastverhalten des Prozesses analysieren und bewerten, so dass daraus Verbesserungen des Prozessablaufes oder der apparatetechnischen Ausrüstung ableiten und realisieren lassen.

2.2 Der PhO-Faktor als ideale Kennzahl

Auf Grund des Bezuges auf den idealen Referenzprozess unter Berücksichtigung des anvisierten Nutzen des Prozesses, der detaillierten Betrachtung des Prozesses durch die Anwendung der Methode des »Physikalischen Optimum«, dem daraus abgeleiteten spezifischen Messkonzept, der Bewertung des Aufwandes aus Sicht aller am Prozess beteiligten Zielgruppen oder Organisationseinheiten, sowie der Berücksichtigung des Teillastverhaltens, der Leistungsaufnahme und des absoluten Verbrauchs, ist der PhO-Faktor die ideale Kennzahl zu Bewertung von Produktionsprozessen.

3 Literatur

- [1] Layer, G.; Matula, F.; Saller, A.; Rahn, R.: Ermittlung von Energiekennzahlen für Anlagen, Herstellungsverfahren und Erzeugnisse – Zielsetzung, Durchführung, Methodik, Kennzahlen. Forschungsstelle für Energiewirtschaft, München 1999
- [2] VDI 4661:2014-08 Energiekenngrößen; Grundlagen; Methodik (Energetic characteristics; Fundamentals; Methodology). Berlin: Beuth Verlag
- [3] VDI 4662: 2015-02 Bildung, Implementierung und Nutzung von Energiekennwerten (Generation, implementation and application of energy characteristics). Berlin: Beuth Verlag
- [4] Volta, Dirk, Das Physikalische Optimum als Basis von Systematiken zur Steigerung der Energie- und Stoffeffizienz von Produktionsprozessen; Dissertation TU Clausthal 2014

INDUSTRIE 4.0 – DIGITALE BAUSTELLE

Dipl.-Ing. Udo Ramin,
COSMO Consult TIC GmbH
Dipl.-Ing. Andrea Urbansky,
Dipl.-Inf. André Winge,
Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

LEBENSLAUF



Dipl.-Ing. Udo Ramin

TEC EPM GmbH, Geschäftsführer
Listemannstraße 10
39104 Magdeburg

Telefon: +49 391 2549710
Telefax: +49 391 2549720
E-Mail: udo.ramin@tecepm.com

1982 – 1985	Technische Hochschule »Otto-von-Guericke«, Studium »Apparate und Anlagen der stoffumwandelnden Industrie«
1985 – 1990	PCK Raffinerie, CAD/CAE Engineer, verantwortlich für das 2D/3D-Team
1990 – 2000	STORK Comprimo (ab 1999 Jacobs Engineering), IT-Manager
2000 – 2003	Fraunhofer IFF, Hauptabteilungsleiter – Bereich Informationslogistik
2003 – 2004	ASTON IT Consulting GmbH, Leiter Niederlassung Magdeburg, Prokurist
2004 – 2014	TECTURA, Leiter Niederlassung Magdeburg – Bereich EPM, Prokurist (2005-2005) Tectura GmbH Magdeburg, Geschäftsführer (2006-2009) Tectura AG, Director Business Unit EPM (Prokurist) (2010-2014) Verantwortlich für den Geschäftsbereich »Enterprise Project Management für technische Projekte der Prozessindustrie«
seit 2014	TEC EPM GmbH (ehem. TECTURA EPM), Geschäftsführer

LEBENSLAUF



Dipl.-Ing. Andrea Urbansky

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, Projektmanagerin
Sandtorstr. 22
39106 Magdeburg

Telefon: +49 391 4090 321
E-Mail: andrea.urbansky@iff.fraunhofer.de

09/1978 – 02/1983

Studium der Technischen Kybernetik und Automatisierungstechnik an
der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg, Vertiefungsrichtung
Prozessmesstechnik

03/1983 – 12/1991

wissenschaftliche Mitarbeiterin im Ingenieurbüro für Forschung,
Entwicklung und Rationalisierung (FER) in Magdeburg

seit 01/1992

wissenschaftliche Mitarbeiterin im Fraunhofer IFF Magdeburg, Abteilung
Automatisierungstechnik, Qualitätsmanagement, Informationslogistik,
Virtuell-interaktives Training, Prozess- und Anlagentechnik

03/1994 – 03/1995

Ausbildung zum EOQ Quality Auditor

seit 06/1996

Geschäftsführerin des Zweckverbandes zur Förderung des Maschinen-
und Anlagenbaus Sachsen-Anhalt e. V. (FASA)

INDUSTRIE 4.0 – DIGITALE BAUSTELLE

Dipl.-Ing. Udo Ramin, Dipl.-Ing. Andrea Urbansky, Dipl.-Inf. André Winge

1 Ausgangssituation

Im Zeitalter der vierten industriellen Revolution steht der Mensch im Spannungsfeld der Digitalisierung im Mittelpunkt. Der Monteur oder Handwerker wird in der neuen digitalen Baustelle, mit kommunizierenden Werkzeugen und Ausrüstungen interagieren müssen. Er wird mit mobilen, digitalen Assistenzsystemen ausgestattet, mit denen er die reale Welt und digitale Welt zur Lösung seiner Aufgaben kombinieren kann.

Dennoch werden weiterhin seine handwerklichen Fähigkeiten und Fertigkeiten im Mittelpunkt stehen. Tablet, Smartphone, Datenbrille oder Datenhandschuh werden die Arbeit des Handwerkers oder Monteurs somit nicht ersetzen, sondern als arbeitserleichternde Werkzeuge mit vielfältigen Einsatzmöglichkeiten diverse Vorteile für den Baustellenprozess mit sich bringen.

Eine Übersicht mit einer Auswahl von Einsatzmöglichkeiten zeigt die nachfolgende Abbildung 1.

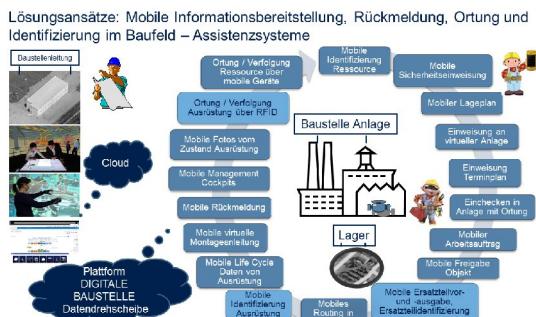


Abbildung 1: Lösungsansätze »Digitale Baustelle«

Durch eine schrittweise Digitalisierung der Baustelle, die Durchgängigkeit digitaler Prozessketten von Digital Engineering über Digital Construction bis hin zu Digital Assessment im Sinne von Industrie 4.0, werden wirtschaftliche, bauliche und sicherheitswirksame Potenziale gehoben. Das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung und die Cosmo Consult TIC GmbH (ehemals TECTURA EPM), beide seit vielen Jahren in Großprojekten der Prozessindustrie etabliert, haben ein F&E GP Projekt Industrie 4.0 – Digitale Baustelle gestartet.

2 Ziel des Projektes

Ziel des Projektes »Industrie 4.0 – Digitale Baustelle« ist es, die digitale Kette von Digital Engineering zu Digital Construction zu schließen, innovative IT Technologien und Assistenzsysteme für den Betreiber, den mittelständisch geprägten Anlagenbauer und Industrial Service Dienstleister und damit letztendlich für den Monteur im

Zeitalter von Industrie 4.0 und der digitalen Baustelle zu erforschen, zu entwickeln und zu pilotieren.

Die digitale Baustelle befasst sich daher mit »Digital Logistic«, »Digital Engineering« und »Digital Construction«. Als messbare Vorteile für die Arbeit auf den Baustellen, sollen durch die Realisierung des Projektes folgende Ziele erreicht werden:

- Erhöhung der Arbeitssicherheit
- Halbierung der unproduktiven Zeiten auf Baustellen/Senkung der Verlustzeiten
- Erhöhung der Produktivität
- Verbesserung der Qualität der baulichen Maßnahmen
- Erhöhung der Transparenz über den jeweils aktuellen Baufortschritt (Baufortschrittskontrolle)

Der Handwerker aus einem mittelständischen Unternehmen kann somit genauso von den erarbeiteten Lösungsansätzen dieses Projektes profitieren wie der Großanlagenbauer und der Bauherr, somit der Betreiber selbst.

3 IT-Innovationspreis-Auszeichnung für IoT/Industrie 4.0-Szenario auf der CeBIT

Auf der CeBIT 2016 wurden von Cosmo Consult und IFF der Status und erste Ergebnisse der Digitalen Baustelle in einem Szenario demonstriert:

Betrachtet und abgebildet wurde ein kleines Anlagenbauprojekt von der Kundenanfrage über die Konstruktion, die kaufmännische und technische Projektabwicklung, die Montageplanung und -durchführung sowie die Objektverfolgung bis hin zur Abrechnung und Nachkalkulation.

Dabei zeigten Cosmo Consult TIC und IFF die technische Planung und Abwicklung des Projektes in einem Project Management Office (PMO-Plattform), einer auf Microsoft SharePoint basierenden Projektmanagementlösung und ein digitales Projektportal mit mobilen Anwendungen.

Der Objekt Tracker ist eine dieser mobilen Anwendungen, mit deren Hilfe Objekte geografisch verfolgt werden können. Egal ob in der eigenen Fertigung oder beim Transport zur Baustelle: der Objekt Tracker dokumentiert auf Basis von Geodaten den zurückgelegten Weg und schafft damit maximale Transparenz und Nachvollziehbarkeit beim Transport. Darüber hinaus visualisiert das Standortinformationssystem vom IFF nicht nur den Anlagenstandort, sondern ermöglicht es auch, 3D-Modelle von Objekten zu laden (z. B. Material und Equipment), um so z. B. Transportwege zu simulieren um damit frühzeitig Konflikte erkennen und vermeiden zu können.

Das Fraunhofer IFF als Partner der angewandten Forschung bringt seine Expertise im Bereich der Visualisie-

rung und Simulation interaktiver 3D-Modelle und Szenarien auf der Basis des Fraunhofer IFF – Produktes »VRS-Plattform« in das Projekt ein. Ebenso werden Lösungsansätze des Fraunhofer IFF aus der »Intelligenten Logistik« in das Projekt eingebracht und mit virtuell-interaktiven 3D-Modellen verknüpft.

Folgende Demonstratoren werden durch das Fraunhofer IFF in Zusammenarbeit mit der COSMO Consult TIC GmbH innerhalb des Gemeinschaftsprojektes entwickelt:

- Virtuell - interaktive Baustelleneinrichtungsplanung
- Virtuell - interaktives Standortinformationssystem i. S. eines virtuell begehbar Chemieparkes bzw. einer begehbar Chemieanlage incl. GIS-Daten-Visualisierung
- Virtuell - interaktive Montageunterstützung incl. VR-gestützter Montageassistenz und Visualisierung von Montageabläufen
- Kopplung von Standard-Projektmanagement-systemen wie z. B. MS-Projekt mit dem virtuellen 3D-Modell zur Visualisierung des Projektablaufes und zur Visualisierung des Baufortschrittes i. S. der Baufortschrittskontrolle
- Integration der Methoden der intelligenten Logistik in die Auftragssteuerung incl. Identifikation und Rückverfolgbarkeit von Ressourcen (Mensch, Material, Werkzeug...) und Visualisierung der Ressourcen im virtuellen 3D-Modell

IMPRESSUM

9. Tagung »Anlagenbau der Zukunft« 22. - 23. Juni 2016
Anlagenbau 4.0 – Stand und Perspektiven für
Betreiber, Planer und Kontraktoren,
Magdeburg, Germany

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF
Herausgeber:
Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk
Sandtorstraße 22 | 39106 Magdeburg
Telefon +49 391 4090-0 | Telefax +49 391 4090-596
ideen@iff.fraunhofer.de
www.iff.fraunhofer.de

Umschlaggestaltung: Ina Dähre
Redaktion: Andrea Urbansky
Titelfoto: Dirk Mahler
Fotos, Bilder, Grafiken: Soweit nicht anders angegeben,
liegen alle Rechte bei den Autoren der einzelnen Beiträge.

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.
ISSN 2192-1776

© by Fraunhofer Verlag, 2016
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Postfach 800469 | 70504 Stuttgart
Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart
Telefon +49 711 970-2500 | Telefax +49 711 970-2508
verlag@fraunhofer.de | <http://verlag.fraunhofer.de>

Alle Rechte vorbehalten
Für den Inhalt der Vorträge zeichnen die Autoren verantwortlich.
Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich
geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des
Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung
des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für
Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die
Speicherung in elektronischen Systemen.
Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in
diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche
Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-
Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von
jedermann benutzt werden dürften.
Soweit in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften
oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI) Bezug genommen oder aus ihnen
zitiert worden ist, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit,
Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen.

© 07/2016 Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb
und -automatisierung IFF