

# FORSCHUNGSPROJEKT ZUR ENTWICKLUNG DES PROCESS DOCUMENTATION EDITOR (PDE)

>> von Michael Felleisen > Bei der Planung verfahrenstechnischer Anlagen kommt es immer wieder zu Kommunikationsproblemen an der Schnittstelle der Verfahrens- zur Automatisierungstechnik. Während die Verfahrenstechnik die Aufgabe hat, eine im Labor vom Chemiker entwickelte Reaktionsgleichung zur Produktion eines gewünschten Produktes in eine dafür konzipierte verfahrenstechnische Anlage umzusetzen, sorgt die Automatisierungstechnik für den bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage, wobei Anforderungen der Kostenreduktion, der Rohstoff- und Energieminimierung, der Produktqualität etc. die Prozessführung beeinflussen. Dieser Beitrag beschreibt die Entwicklung eines Softwarewerkzeugs, das bestehende Kommunikationsprobleme zwischen den an der Planung verfahrenstechnischer Anlagen beteiligten unterschiedlichen Fachgebieten vermeiden soll.

## Erste Kommunikationsversuche, Entwicklung einer Richtlinie und des PDE

Bereits in den frühen 1980er Jahren wurden Forderungen nach einer verbesserten Kommunikation zwischen Experten der Verfahrens- und Automatisierungstechnik durch die Idee des „Phasenmodells“ zur fachgebietsübergreifenden Darstellung verfahrenstechnischer Prozesse aufgegriffen<sup>1</sup>. Im Jahre 1999 übernahm ein von der Gesellschaft für Mess- und Automatisierungstechnik (GMA) des VDI/VDE eingerichteter Fachausschuss die Weiterentwicklung dieser Idee. Als Ergebnis wurde 2005 die VDI/VDE-Richtlinie 3682 Formalisierte Prozessbeschreibungen veröffentlicht<sup>2</sup>; vgl. Bild 1:

Der Begriff „Formale Prozessbeschreibungen“ fasst die in der Richtlinie definierte Beschreibungsmethode zusammen, mit der Informationen über Prozesse verfahrenstechnischer Anlagen durch einfache Regeln und Symbole bereits zu Beginn der Planungsphase für alle beteiligten Experten gleichermaßen verständlich beschrieben werden können. Nach Veröffentlichung der Richtlinie wurde diese auf dem VDE-Kongress im Jahre 2006 in Aachen diskutiert. Die in der Richtlinie vorgestellte Form der Prozessbeschreibung sei eine große Hilfe bei der Erstellung von Prozessmodellen und zwar von der Planung über die Realisierung und Inbetriebnahme einer Anlage bis hin zur Betreiberschulung; so das Diskussionsergebnis<sup>3</sup>. Dabei wurde betont, dass die Realisierung der formalisierten Prozessbeschreibung durch ein softwaregestütztes Werkzeug die Voraussetzung für deren Anwendung in industriellen Projekten sei.

Dieser Forderung entsprechend wurde im September 2006 ein Gemeinschaftsprojekt mit Sitz am Institut für Angewandte Forschung (IAF) an der Hochschule Pforzheim gestartet, das die Entwicklung des geforderten Softwarewerkzeugs zum Ziel hatte. Projektpartner des IAF waren die Firma LeiKon Herzogenrath, Dr.-Ing. Udo Enste, die Helmut-Schmidt-Universität/Universität der Bundeswehr Hamburg, das Institut für Automatisierungstechnik, Professor Dr.-Ing. Alexander Fay, und die Rheinische Fachhochschule Köln, Professor Dr. Burkard Polke. Die Projektleitung lag in den Händen des IAF der Hochschule Pforzheim bei Professor Dr.-Ing. Michael Felleisen. In einer zweijährigen Entwicklungsphase wurde ein Prototyp mit dem Arbeitstitel „Process Documentation Editor“ (PDE) entwickelt, der in Pilotprojekten während der Entwicklung getestet wurde. Seit dem Ende des Projekts im November 2008 wird der PDE-Prototyp einem breiten Anwenderkreis als Download-Datei von der Homepage des IAF der Hochschule Pforzheim über die Internet-Adresse <http://www.hs-pforzheim.de/De-de/Forschung/aktuelles/Seiten/pdeditor.aspx> zur Verfügung gestellt. Neben verschiedenen anderen Pilotprojekten wurde der PDE bei einer Abfallaufbereitungsanlage der GfA (Gesellschaft für Abfallwirtschaft mbH & Co KG) eingesetzt.

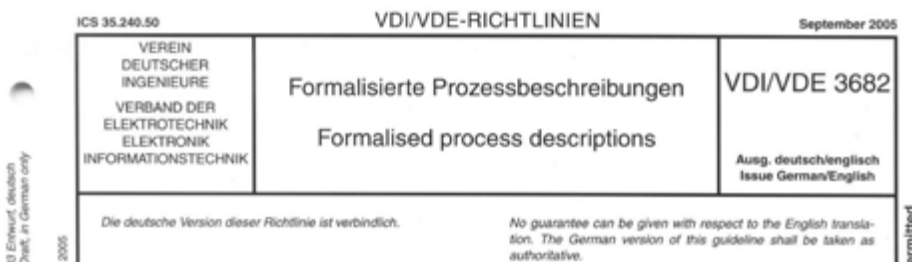
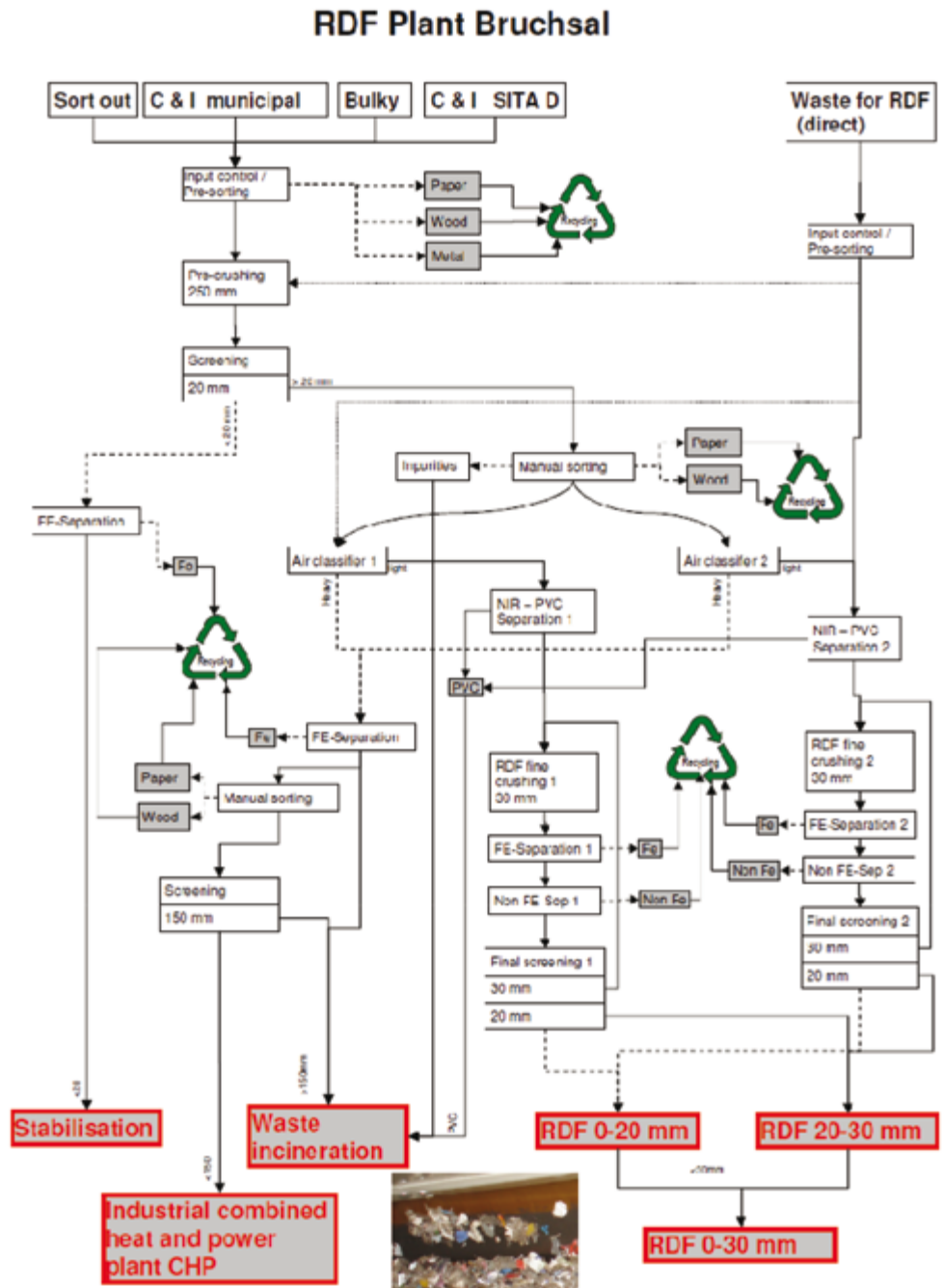


Bild 1: VDI/VDE-Richtlinie 3682 Formalisierte Prozessbeschreibungen.

## Pilotprojekt Abfallaufbereitungsanlage

Aufgabe der Abfallaufbereitungsanlage der GfA ist die Trennung und Aufbereitung von Haus- und Gewerbemüll. Die Anlagenkapazität beträgt 75.000 Jahrestonnen, aus denen Ersatzbrennstoffe mit einem Heizwert von ca. 23.000 kJ/kg gewonnen werden. Dies entspricht dem Brennwert von 24.000 t Heizöl oder 90.000 t Braunkohle. Rund 65 % des angelieferten Materials lässt sich durch die Aufbereitung in der Anlage als Ersatzbrennstoff wieder verwerten. Aus Kostengründen wurde für die Planung der Anlage ein Materialflussbild (Grundfließbild) mit dem CAE-Werkzeug „AutoCAD“ für die Genehmigungsplanung erstellt. Änderungen während des Betriebs führte man mit Hilfe von „Microsoft Visio“ bzw. „Power Point“ und Berechnungen mit „Microsoft Excel“ durch. Um die Vielfalt dieser Planungswerkzeuge zu reduzieren und den Gesamtprozess fachübergreifend und anschaulich darzustellen, wurde die Abfallaufbereitungsanlage mit Hilfe des PDE beschrieben. Ausgangspunkt war das vorhandene Materialflussbild:

Bild 2: Materialflussbild der Abfallaufbereitungsanlage.



Im Materialflussbild sind alle Materialflüsse der Abfallaufbereitungsanlage dargestellt. In der Vorverarbeitung „Input Control/ Pre-Sorting“ werden Papier, Holz und Metalle aussortiert und der Restabfall zerkleinert. In der Zerkleinerung bildet das „Überkorn“ mit einer Kantenlänge von 20 mm den Hauptbestandteil von ca. 85%. Dieser Anteil wird in einer manuellen Sortierung „Manual Sorting“ in die Leicht- und Schwerfraktion über „Air classifier 1“ und „Air classifier 2“ getrennt. Die Leichtfraktion bildet den Grundstoff für das Ausgangsprodukt „RDF“ (Refuse Derived Fuel), das als Ersatzbrennstoff wieder verwertet wird. Hauptfunktionen der formalisierten Prozessbeschreibung sind die Zerlegung (Dekomposition) der Anlage in ihre Prozesssteile (Prozessoperatoren) und die Definition der spezifischen Eigenschaften (Attributierung) der in der Zerlegung beschriebenen Prozessoperatoren und deren Ein- und Ausgangsprodukte.

### Dekomposition der Abfallaufbereitungsanlage

Das in *Bild 2* gezeigte Materialflussbild wurde im Editor des PDE nach den Regeln der VDI/VE-Richtlinie 3682 zunächst in eine erste Dekompositionsstufe überführt, wie es *Bild 3* zeigt:

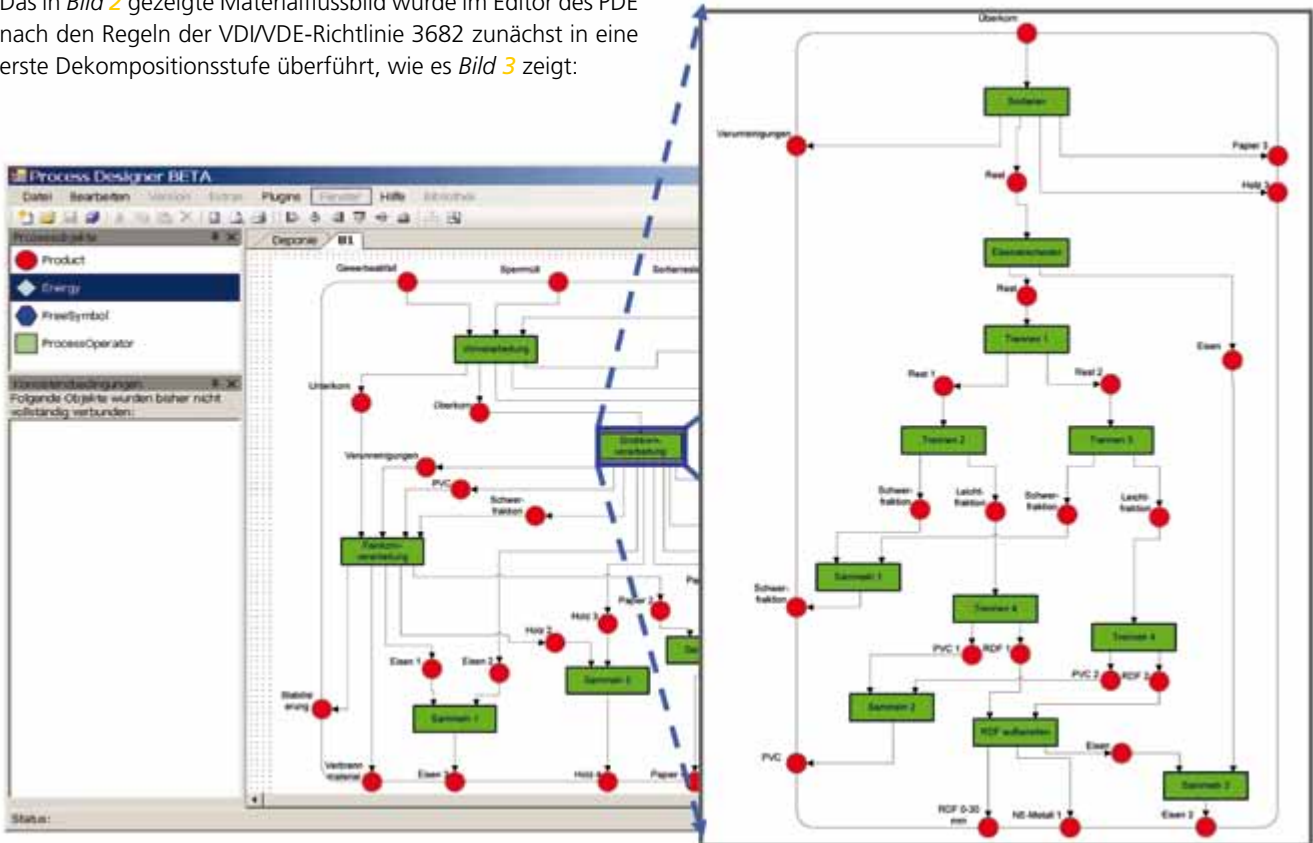


Bild 3: Dekomposition der Abfallaufbereitungsanlage im PDE.

Der PDE-Editor besitzt verschiedene Fenster zur Bearbeitung und Übersicht: In *Bild 3* sind links oben die zur Beschreibung zur Verfügung stehenden Operatoren zu erkennen, mit denen die Abfallaufbereitungsanlage im rechts daneben befindlichen Editor-Fenster in der ersten Dekompositionsstufe dargestellt wurde. Dabei wurde die Abfallaufbereitungsanlage mit den Prozessoperatoren „Vorverarbeitung“, „Grobkornverarbeitung“, „Feinkornverarbeitung“, „Sammeln 1“ etc. beschrieben.

In einer zweiten Dekompositionsstufe werden alle in der ersten Stufe definierten Prozessoperatoren weiter zerlegt. Um diese zweite Dekomposition aufzuzeigen ist in *Bild 3* ein zusätzliches Fenster dargestellt, indem die Zerlegung des Prozesselements „Grobkornverarbeitung“ in dessen Prozessoperatoren zu erkennen ist.

Durch die Dekomposition des Prozessoperators „Grobkornverarbeitung“ werden wiederum dessen Prozessoperatoren und Ein- und Ausgangsprodukte sichtbar: Zu erkennen ist, dass das Eingangsprodukt „Überkorn“ sortiert wird. Als

Ausgangsprodukte verlassen „Verunreinigungen“, „Papier 3“ und „Holz 3“ den ersten Prozessoperator „Sortieren“. Dessen Ausgangsprodukt „Rest“ wird über den folgenden Prozessoperator „Eisenabscheider“ weiter verarbeitet. Diese Dekomposition ist für alle weiteren Prozessoperatoren so weit fortzuführen, bis eine unterste Dekompositionsebene erreicht wird, in der die Prozessoperatoren nicht mehr weiter zerlegt werden können.

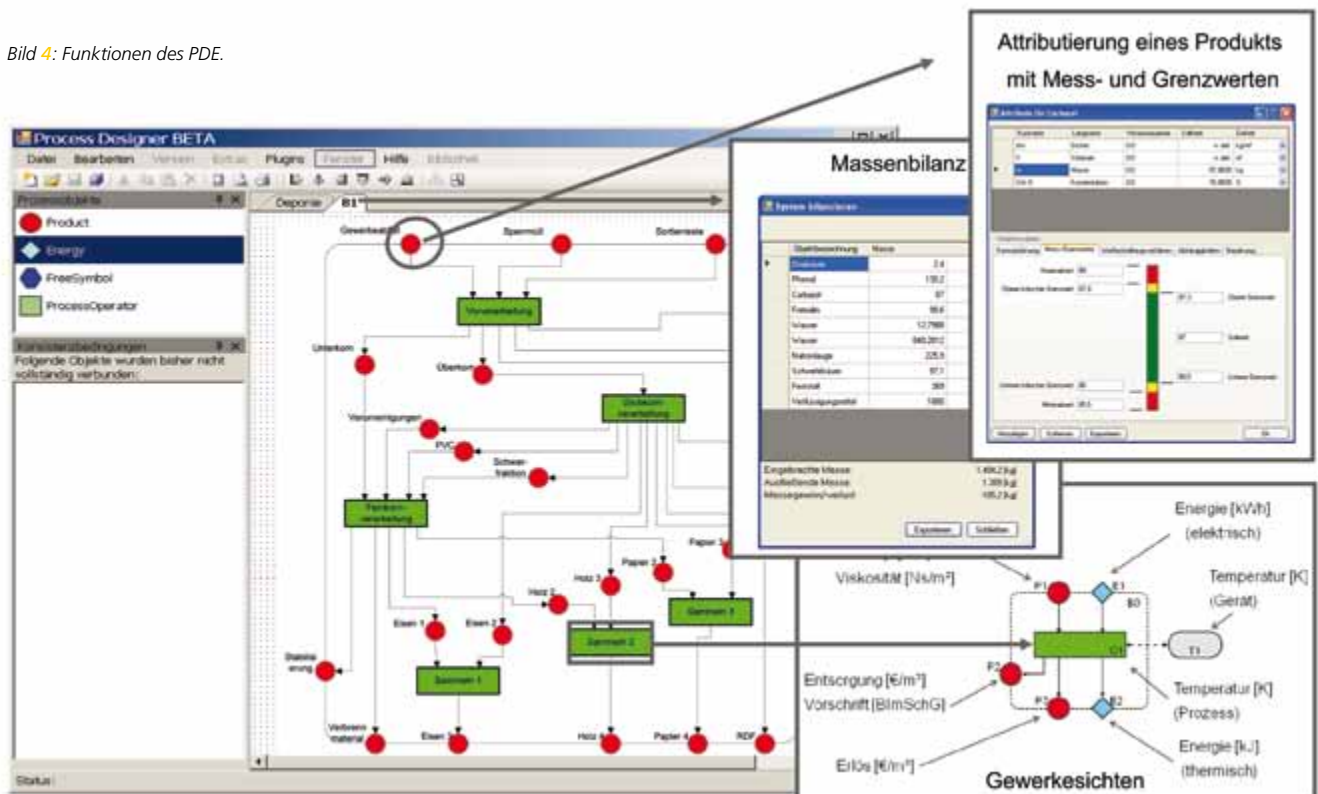
Nach dieser Top-Down-Beschreibung der Anlagenteile (Prozessoperatoren) durch die Dekomposition werden durch eine gegenläufige Bottom-Up-Beschreibung alle Prozessoperatoren und deren Ein- und Ausgangsprodukte durch ihre spezifischen Eigenschaften in allen zuvor erzeugten Dekompositionsstufen beschrieben; dies wird Attributierung genannt.

### Attributierung und Auswertung der Prozessbeschreibung

Bei der Attributierung der Prozessoperatoren und deren Ein- und Ausgangsprodukte über alle Dekompositionsstufen hinweg, beginnend mit der untersten, werden spezifische Eigenschaften wie ein eindeutiges Ident, ein Lang- und Kurzname und eine Revisionsnummer bei Änderungen der Eigenschaften angegeben. Bei der Spezifikation der Objektattribute können zusätzlich fachbezogene Sichten zugeordnet werden. Jeder Experte der an der Anlagenbeschreibung beteiligten Fachgebiete kann seine speziellen Informationen hinzufügen, als auch mit Hilfe bereits eingetragener Informationen anderer Experten eigene Aufgaben besser informiert lösen. Damit ist z.B. die Bilanzierung über die definierten Attribute jederzeit möglich. Neben Eigenschaften wie „Kosten pro m<sup>3</sup>“, „Entsorgungskosten pro m<sup>3</sup>“, „Energieaufwendungen“ oder die „Temperatur des Prozesses“ lassen sich von unterschiedlichen Experten Informationen speichern, die andere Experten nutzen können. Ziel des PDE ist die Erleichterung des Informationsaustauschs durch einheitliche Prozess- oder Produktattribute und einheitliche Prozessbeschreibung (Prozessmodell).

Der dafür zuständige Attributierungsdialog wird im PDE durch Doppelklick auf ein Produkt oder einen Prozessoperator geöffnet. Damit kann z.B. zum Produkt „Gewerbeabfall“ der Kurz- und Langname der Dichte, ein zugehöriger Sollwert oder die Einheit der Dichte eingetragen werden. Weiterhin sind das Volumen, die Masse, die Wertschöpfung und der Erlös zu definieren. Die beiden letzten Eigenschaften dienen der späteren Bilanzierung innerhalb dafür definierter Bilanzgrenzen. Die Funktionen zur Bilanzierung ermöglichen es dem Anlagenbetreiber, gezielt auf die Fahrweise des beschriebenen Prozesses einzuwirken. Diese Funktionen des PDE fasst *Bild 4* zusammen:

Bild 4: Funktionen des PDE.



Der Einsatz des PDE erleichtert die Zusammenarbeit der an einer Anlagenplanung beteiligten Experten, weil jeder seine fachspezifischen Informationen im einheitlichen Informationsmodell speichern kann,<sup>4,5</sup>. Alle an dieser Prozessbeschreibung Beteiligten, vom Chemiker über die Verfahrenstechnik bis hin zur Elektro- und Automatisierungstechnik, können ihre bisherigen Arbeitsabläufe beibehalten. Der Informationsfluss über alle Beteiligten hinweg schafft neue Sichtweisen im Umgang mit dem Prozess, die bisher in unterschiedlichen Dokumenten und Werkzeugen „verborgen“ waren.

Informationen über physikalische und chemische Bedingungen im Prozess können in die Spezifikation von Messstellen, vorzugsweise entsprechend der NAMUR-Empfehlung NE100 (Merkmaleisten zur Erstellung von PLT-Gerätespezifikationen) überführt werden. Die herstellernerneutrale Anbindung über das Kommunikationssystem ACPLT/KS<sup>6</sup> ist mit dem PDE bereits getestet. Den mit dem PDE möglichen Informationstransfer zeigt Bild 5:

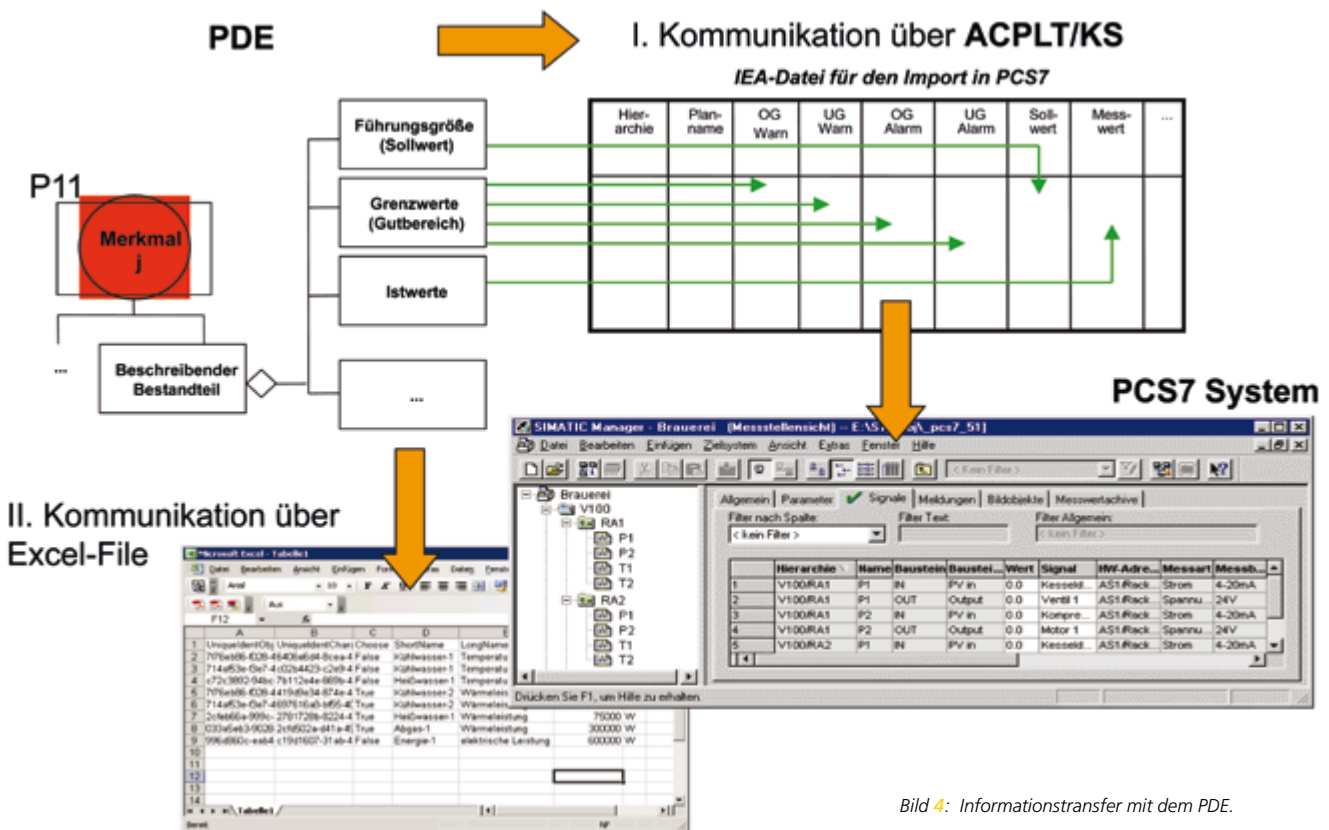


Bild 4: Informationstransfer mit dem PDE.

Die mit dem Produkt hinterlegten Attribute können vom PDE in das Software Engineering z.B. im SIMATIC Manager des Prozessleitsystems SIMATIC PCS 7 der Firma Siemens übertragen werden. Die Informationen aus der formalisierten Prozessbeschreibung im PDE stehen dann z.B. zur Erstellung von Engineering-Funktionen (Regelkreisschemata, Ablaufdiagramme etc.) zur Verfügung.

### Nutzung der formalisierten Prozessbeschreibung

Während der Beschreibung der Abfallaufbereitungsanlage mit dem PDE war für den Betreiber zu erkennen, dass die Darstellung des Materialflusses mit Fließbildern nach DIN EN ISO 10628<sup>7</sup> bisher nicht vollständig war. Mit der im PDE erstellten Prozessbeschreibung erkannte der Betreiber, ohne in weiteren Dokumenten zu suchen, dass über die Trennapparate 5 % des aufbereiteten Massestroms in der Anlage verloren gehen.

Dieser Masseilstrom war nur als Wert in der Massebilanz der Excel-Tabelle berücksichtigt oder durch die Befragung des Anlagenfahrers als Information vorhanden.

Der Betreiber konnte bisher nicht mit schnellen Reaktionen der Prozessführung auf Preisschwankungen im Rohstoffmarkt reagieren. Schwankungen des Materialerlöses im Bereich von +/-20 Euro pro Tonne Material wurden durch eine entsprechende Fahrweise der Anlage bisher grob in Excel erfasst, obwohl Apparate (Prozessoperatoren) je nach Durchsatz und Fahrweise unterschiedliche Genauigkeiten bei den Trennprodukten erreichen. Mit dem Einsatz des PDE wurden zukünftige Vergleiche unterschiedlicher Fahrweisen der Anlage zur Verbesserung der Wertschöpfung und der Erhöhung des Erlöses anschaulicher und einfacher kommunizierbar.

Weitere Fragestellungen lassen sich durch die Anlagenbeschreibung mit dem PDE zukünftig auch quantitativ beantworten: So kann geklärt werden, ob die Anlage mit einer besseren Trennstufe an Preisschwankungen feiner angepasst werden kann, um mit einer verbesserten Fahrweise die Erlöse zu erhöhen. Diese Frage wird mit den sich verändernden Marktpreisen korreliert, so dass sich vorab zeigt, ob sich Investitionen in eine bessere Trennstufe in der vorgegebenen Zeit amortisieren.

## Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem BMBF-geförderten Forschungsprojekt wurde der beschriebene PDE-Prototyp entwickelt, womit der auf dem VDE-Kongress 2006 formulierte Wunsch nach einem softwaregestützten Werkzeug erfüllt ist. Durch die frühe Zusammenarbeit der Entwickler mit Nutzern, Pilotanwendern und Planungsexperten wurde die Entwicklung anwenderorientiert durchgeführt. Aus dem Informationsmodell abgeleitete Funktionen wie die Bilanzierung und der Datentransfer ließen sich auf die Nutzerwünsche fokussiert entwickeln.

Die Funktionen des PDE wurden während der Entwicklung an Pilotprozessen getestet und gegebenenfalls modifiziert. Die mit dem PDE realisierte formalisierte Prozessbeschreibung erlaubt es, Anlagen in ihrer apparate- und automatisierungstechnischen Ausstattung zu verbessern, eine Über- und Unterdimensionierung sowie eine Über- und Unterinstrumentierung zu vermeiden, darüber hinaus durch die Transparenz des Prozesses die Anlagen an verschiedene Fahrbedingungen anzupassen. Das entwickelte Werkzeug erhebt nicht den Anspruch, vorhandene etablierte Planungswerkzeuge abzulösen. Der neue „PDE - Process Documentation Editor“ soll bisherige Arbeitsabläufe, Dokumente und Planungswerkzeuge nicht verdrängen, sondern ein gemeinsames Grundkonzept zur fachübergreifenden Dokumentation aller Planungsdaten anbieten. Mit ihm steht ein Werkzeug zur Verfügung, das von Beginn der Planung an bis zum Betrieb einer Anlage heute noch vorhandene Informationsbrüche zwischen einzelnen an der Planung beteiligten Fachexperten vermeidet.

### Dr.-Ing. Michael Felleisen

ist Professor für Mess- und Regelungstechnik an der Hochschule Pforzheim. Seit 2008 ist er hauptamtlicher Prorektor der Hochschule.

## Literatur:

- <sup>1</sup> Polke, M.:  
**Informationshaushalt technischer Prozesse.**  
In: Automatisierungstechnische Praxis – atp 27 (1985), Nr. 4, [S. 161–171].
- <sup>2</sup> VDI/VDE Richtlinie 3682:  
**Formalisierte Prozessbeschreibungen.**  
Berlin 2005-9.
- <sup>3</sup> Kuschnerus, N.; Rauprich, G.; Rehn, G.:  
**Optimale Prozess Performance – Welche Methoden und Engineering-Werkzeuge fehlen uns?**  
VDE-Kongress 2006, Aachen, 23.-25.10.2006, Tagungsband 2, [S. 275–278].
- <sup>4</sup> Polke, B.:  
**Das Phasenmodell zur integrierten Beschreibung von Material- und Energieströmen.**  
GMA-Kongress 1996, VDI-Berichte 1282, [S. 127–136].
- <sup>5</sup> Polke, B., Schnieder, E.:  
**Formalisierte Prozessbeschreibungen – Entwurf der Richtlinie VDI/VDE 3682 und deren Anwendung.**  
In: Automatisierungstechnische Praxis - atp 45 (2003), H.8, S. 26-33
- <sup>6</sup> Leber, T.:  
**Anbindung eines Service-PCs an das PCS7-Leitsystem über ACPLT/KS mit Microsoft .NET.**  
Master-Thesis an der Hochschule Pforzheim, Juni 2007.
- <sup>7</sup> DIN EN ISO 10628:  
**Fließschemata für verfahrenstechnische Anlagen.**  
Berlin 2001.