

Die Blaupause als Innovationsbremse

Standardisierter elektronischer Datenaustausch von der Planung bis zur Instandhaltung mittels des PROLIST-Engineering-Workflows

Jürgen George, Geschäftsführer PROLIST[®] INTERNATIONAL e.V.

Kurzfassung

Der Lebenszyklus einer prozesstechnischen Anlage durchläuft unterschiedliche Stadien, in denen zwischen den in den Phasen beteiligten Partnern ein hoher Bedarf des differenzierten Produktdatenaustausches besteht. Die einzelnen Funktionen Planer/EPC, Lieferanten/Hersteller, Betreiber/Anwender und Instandhalter arbeiten durchweg rechnergestützt. Dabei kommen unterschiedliche Software-Werkzeuge, wie Systeme für die Planung, ERP-Systeme für die Beschaffung, Bevorratung und Instandhaltung und Gerätesektoren, Katalogsysteme und Produktdatendatenbanken beim Hersteller zum Einsatz. Der Datenaustausch untereinander wird jedoch überwiegend mittels Papier abgewickelt. Das ist ein aufwändiges Verfahren, Schreib- und Kopierfehler erhöhen das Risiko teurer Planungsfehler. Änderungen, die im späten Planungsprozess, bei der Inbetriebnahme und im laufenden Betrieb auftreten, werden oft nur in eine als Papier vorliegende Dokumentation handschriftlich eingetragen. Die Arbeit im Verbund einer standardisierten, elektronischen Kommunikation verbessert die Qualität des Workflows und gestaltet ihn gleichzeitig effizienter.

Im Dreieck Planer – Lieferant – Betreiber werden die folgenden Phasen näher betrachtet:

- Planung: Anfrage und Angebot
- Planung: Bestellung
- Planung: Abschluss und Inbetriebnahme
- After Sales Service
- Instandhaltung: Ersatzteilanfrage
- Instandhaltung: Ersatzteilbestellung

- Planung: Erweiterung

Dabei werden die Arbeitsabläufe mit konventionellem Datenaustausch mittels Papier und mit elektronischem Datenaustausch verglichen. Basis hierfür sind maschinenlesbare Merkmalleisten entsprechend PROLIST / NAMUR NE 100 V.3.2, eCI@ss 7.0 und IEC 61987.

Ein Ausblick gibt Hinweise auf eine weiter detaillierte Betrachtung der Lebenszyklusphasen und einen Workflow, der maschinenlesbare Beschreibungen von Teilanlagen und ganzen Anlagen ermöglichen kann, wie er z.B. von der niederländischen USPI formuliert wurde, die Beschreibungen mittels Gellish und entsprechenden ISO-Normen vorschlägt. Die Merkmalleisten der DIN PAS 1040 für Maschine und Apparate können ebenso in den bestehenden PROLIST-Engineering-Workflow einfach integriert werden. Damit wäre es möglich, auch andere Gewerke neben der Prozessleittechnik, z.B. die Verfahrenstechnik, in einen einheitlichen Workflow einzubinden.

1. PROLIST® INTERNATIONAL e.V.

PROLIST® INTERNATIONAL e.V. wurde 2008 als Nachfolger der Projektgruppe "Merkmalleisten" (PROLIST®) auf Basis einer engen Zusammenarbeit mit NAMUR und ZVEI gegründet. PROLIST kooperiert mit eCI@ss e.V. [1], [2] und anderen Organisationen. Das Ziel der über 30 Hersteller, Anwender und Universitäten im Verein ist die lückenlose Integration des Workflows aller am „Plant Life Cycle Management“ einer Prozessanlage Beteiligten. Die Basis in Form von maschinenlesbaren Beschreibungen der auslegungsrelevanten Merkmale von Prozess-Automatisierungs-Komponenten wurde in PROLIST / NE 100 geschaffen.

2. Gegebenheiten

In prozesstechnischen Anlagen setzt der im Allgemeinen hohe Automatisierungsgrad ein qualifiziertes Know-how bei den für die Planung, Errichtung und Betrieb zuständigen Firmen voraus. Für die eingesetzten Automatisierungsgeräte, wie Sensoren (z.B. Druck- und Temperaturmessgeräte), Aktoren (z.B. Stellventile), Speicherprogrammierbaren Steuerungen, Regelungen und Prozessleitsysteme wird eine angepasst hohe Qualität und Lebensdauer gefordert. Häufig müssen die Betriebsmittel explosionsgeschützt ausgeführt sein. Vielfältige weitere Systeme, Geräte und Baugruppen in den Anlagen, Schalträumen und Messwarten vervollständigen die Instrumentierung. Die Ziele eines modernen

Prozessmanagements sind die Steigerung der Performance der Anlage und der Senkung der Kosten (Bild 1).



Bild 1: Modernes Prozessmanagement

Der Lebenszyklus solcher Anlagen wird durch Planer / Dienstleister, Lieferanten / Hersteller, Instandhalter und Betreiber / Anwender bestimmt (Bild 2). Spezifisch sind vor allem Engineeringprozesse in der Planung und der Instandhaltung von verfahrenstechnischen Anlagen in der Prozessindustrie, die primär Ingenieurprozesse sind.

Die im Folgenden für die Prozessleittechnik beschriebene Methode nach PROLIST / NE 100 ließe sich durchaus auf andere Gewerke der Verfahrenstechnik sowie auf ähnliche Prozesse in der Fertigungstechnik übertragen.

3. Dreiecksbeziehung Planer – Betreiber - Instandhalter

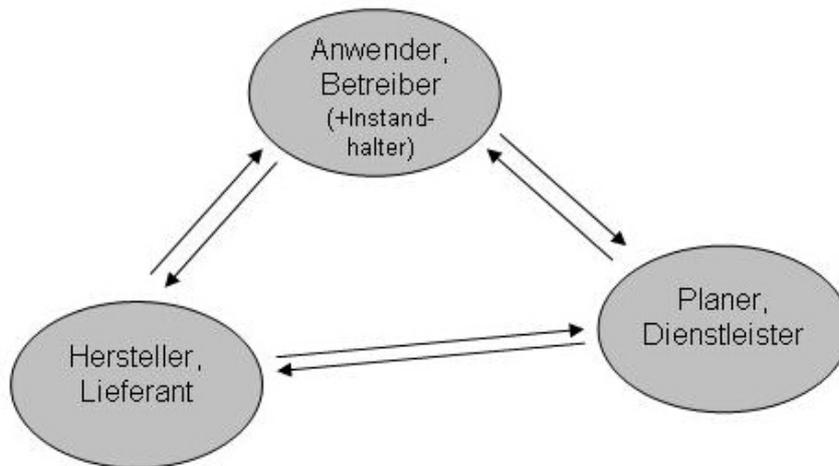


Bild 2: Datenaustausch zwischen Anwendern, Lieferanten und Planern von PLT-Geräten und -Systemen

Viele Betreiber, die Anwender in dem hier gemeinten Sinn, unterhalten eigene Planungsabteilungen, oft wird die Planung jedoch von Fremdfirmen durchgeführt. Die Instandhaltung wird überwiegend von den Betreibern und seltener von externen Firmen durchgeführt.

Das Basic- und Detail-Engineering wird von Engineering-Firmen oder EPC-Kontraktoren durchgeführt, die für verschiedene Gewerke der Prozessindustrie arbeiten. Die zwei wichtigsten Gewerke sind zum einen die Verfahrenstechnik, die Maschinen, Apparate und Rohrleitungen betrifft und die Prozessleittechnik, mit der wir uns hier befassen. Sie betrifft die Geräte für Messen, Steuern und Regeln einer Anlage.

Die Hersteller und Lieferanten stellen in erster Linie die Geräte für die Anlagen bereit.

4. Lebenszyklus

Der Lebenszyklus einer prozesstechnischen Anlage durchläuft unterschiedliche Phasen, in denen zwischen den beteiligten Partnern ein hoher Bedarf des differenzierten Produktdatenaustausches besteht (Tabelle 1).

Tabelle 1: Lebenszyklusphasen

Phase Nr.	Phase
1	Planung: Anfrage und Angebot
2	Planung: Bestellung
3	Planung: Abschluss und Inbetriebnahme

4	After Sales Service
5	Instandhaltung: Ersatzteilanfrage
6	Instandhaltung: Ersatzteilbestellung
7	Planung: Erweiterung

In der frühen Phase 1 wird die Planung erstellt. Der Planer legt dabei die Funktionen und Eigenschaften der einzusetzenden Geräte fest. Genaugenommen beschreibt er die Einsatzbedingungen des Gerätes in der Anlage und definiert die Eigenschaften des Gerätes. Dabei erstellt er eine Gerätespezifikation aus Anwendersicht. Diese übermittelt er dem Hersteller und fragt an, ob ein solches Gerät lieferbar ist. Der Hersteller sendet ihm ein technisches Angebot zurück, das ein Datenblatt für das Gerät, sei es ein Seriengerät oder auch eine Spezialanfertigung, enthält. Natürlich können diese Vorgänge, wie auch die folgenden, iterativ ablaufen (Bild 3).

Sowie die Planung stabil ist, löst der Planer in der Phase 2 die Bestellung des Geräts aus. Dabei sendet er die aktuelle Spezifikation mit. Der Hersteller übermittelt mit der Lieferung des Geräts auch dessen tatsächliche Daten, die dann Bestandteil der Anlagendokumentation werden.

Bei der Inbetriebnahme sind weitere Änderungen die Regel. Sie müssen ebenfalls in die Dokumentation der neuen Anlage aufgenommen werden. Erst danach ist in der Phase 3 die Planung abgeschlossen. Der Planer übergibt die Unterlagen der Betriebsbetreuung und Instandhaltung. Die Dokumentation besteht dabei meist aus mehreren zehn Ordnern Papier ergänzt durch einige CD-ROMs oder DVDs.

Während des langjährigen Betriebs der Anlage wird der Hersteller in der After-Sales-Phase 4 den Betreiber über die künftige Lieferbarkeit von Ersatz für die eingesetzten Geräte informieren und, wenn nötig, auf kompatiblen Ersatz hinweisen. Auch hier werden Informationen über die eingesetzten und künftig einzusetzenden Geräte mittels Merkmalen ausgetauscht.

Bei Bedarf kauft der Betreiber ein Ersatzgerät beim Hersteller. Dabei wird, wenn es sich um ein komplexes und teures Gerät handelt, beim Lieferanten ein Angebot angefragt. Im Ablauf ähneln die Phasen 5 und 6 den Phasen 1 und 2, jetzt aber aus Sicht der Instandhaltung und nicht des Planers.

Bei einer Lebensdauer einer prozesstechnischen Produktionsanlage von 30 Jahren und manchmal auch mehr sind Umbauten und Erweiterungen an der Tagesordnung. Der damit betraute Planer – sei es ein neuer oder der, der die Anlage ursprünglich entworfen hatte – muss sich zuerst den aktuellen Stand der Anlage aus der Dokumentation der

Betriebsbetreuung besorgen. Die Zahl der Ordner, deren Inhalt er nun in sein CAE-System bringen muss, hat sich dabei im Laufe der Jahre vergrößert. Nach dieser Phase 7 startet der Workflow wieder mit Phase 1, nur eben für die Erweiterung.

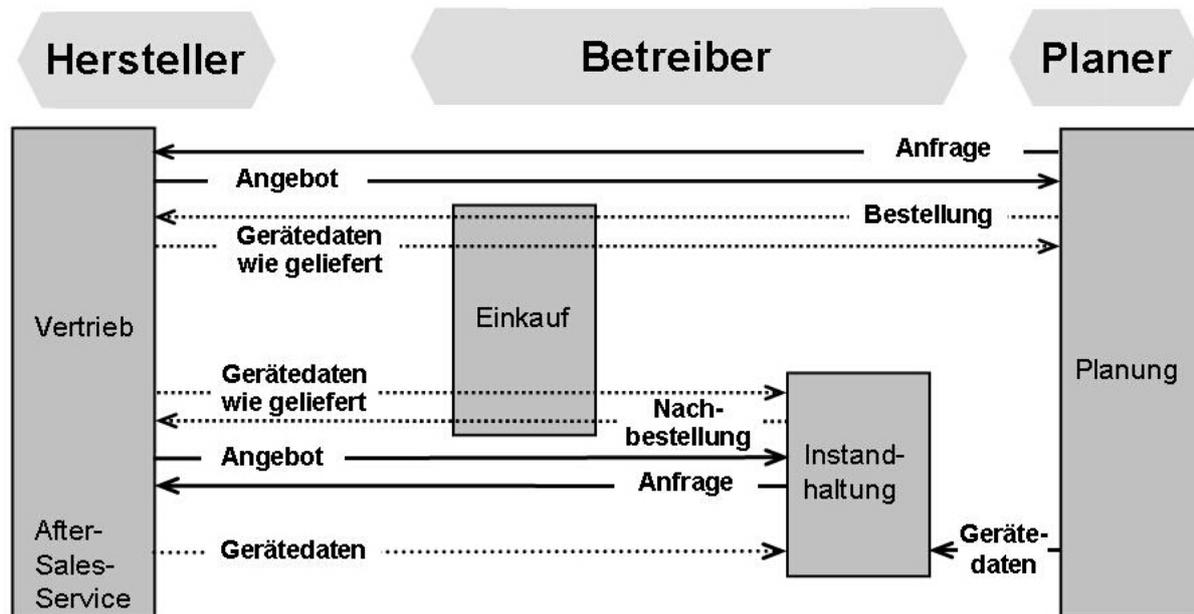


Bild 3: Engineering-Workflow über die Lebenszyklusphasen

5. Engineering-Workflow

Die einzelnen Funktionen (Planung beim Kontraktor, Einkauf und Instandhaltung beim Betreiber, Vertrieb und After Sales Service beim Hersteller) arbeiten durchweg rechnergestützt, der Datenaustausch untereinander wird gegenwärtig noch überwiegend mittels Papier abgewickelt. Das ist ein aufwändiges Verfahren, Abschreib- und Kopierfehler erhöhen das Risiko teurer Planungsfehler. Änderungen, die im späten Planungsprozess, bei der Inbetriebnahme und im laufenden Betrieb auftreten, werden oft nur in eine als Papier vorliegende Dokumentation handschriftlich eingetragen, gelegentlich auch vergessen. Damit sind die Informationen nicht einheitlich in den Datenbanken der Planung, Betriebsbetreuung, Instandhaltung und schon gar nicht beim Gerätehersteller verfügbar. Mit anderen Worten: „Die Blaupause ist die Innovationsbremse schlechthin“. Die Datenhaltung und Datenverarbeitung findet innerhalb der einzelnen Systeme elektronisch statt, aber der Transfer der Informationen zwischen den Systemen geschieht per E-Mail, Fax oder Post. Spätestens bei der Bestellung wird Papier bedruckt und verschickt. Die elektronischen Systeme produzieren aufwändig Ausdrucke oder es wird gar von den Bildschirmen abgeschrieben. Sinnentstellende Schreibfehler sind dabei der Alltag. Die Systeme verstehen

einander nicht. Die Menschen, die mit diesen Systemen arbeiten, lesen von den Bildschirmen ab und beschreiben Papier.

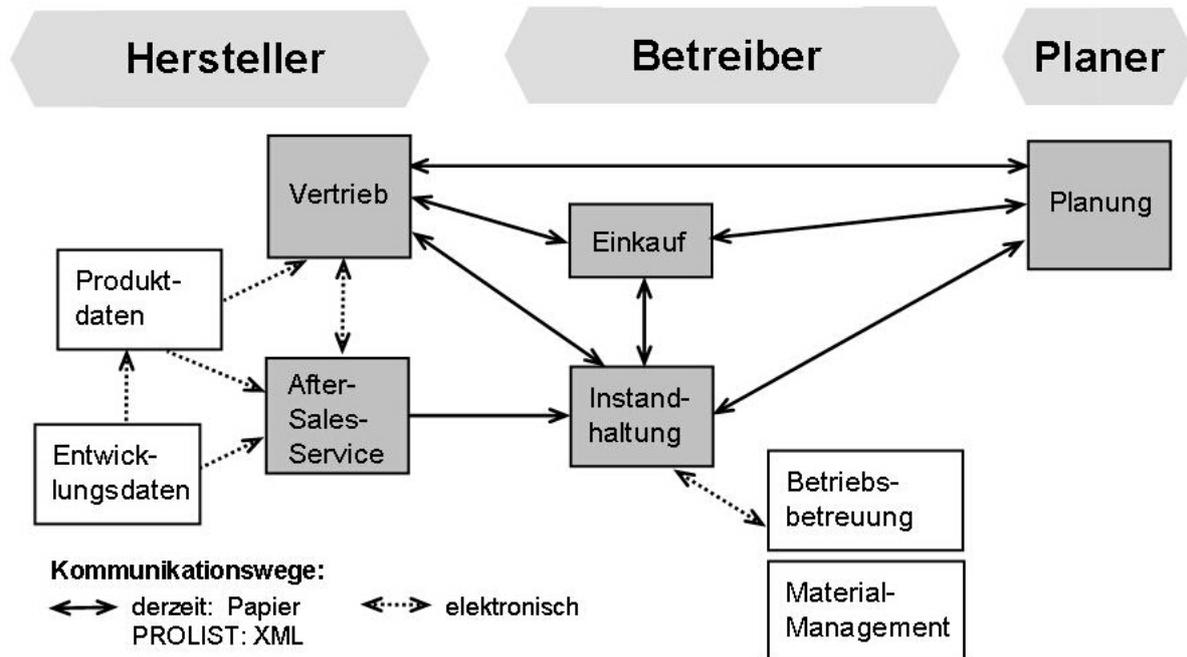


Bild 4: Kommunikationswege

Technisch bereits erprobt, aber noch nicht weit verbreitet ist ein Ablauf wie der PROLIST-Workflow, bei dem die elektronischen Systeme ihre Daten untereinander direkt standardisiert und maschinenlesbar austauschen (Bild 4). Der Planer an seinem CAE-System sendet die Beschreibung der Funktionen der in seine Anlage hinein geplanten Geräte auf Tastendruck dem Gerätehersteller als Anfrage zu. Bei diesem wird sie vom elektronischen Vertriebssystem empfangen und direkt ausgewertet. Das Vertriebssystem gleicht die Anfrage mit der Produktdatenbank des Herstellers ab, an die es bereits heute üblicherweise gekoppelt ist. Automatisiert werden dem Vertriebsfachbearbeiter mehrere passende Geräte vorgeschlagen, woraus er die aus seiner Sicht für den Kunden günstige auswählt. Per Tastendruck – nicht per Blaupause - werden nun die Gerätedaten als Angebot und Antwort auf die Anfrage in das CAE-System des Planers eingespielt. Unter Umständen kommen auch Angebote unterschiedlicher Hersteller zusammen. Auf dem Bildschirm des Planers werden die Unterschiede in den Daten der angebotenen Geräte zu seiner Anfrage automatisch gekennzeichnet. Der Planer hat die Übersicht und trifft seine Auswahl. Er übernimmt die Daten der ausgewählten Geräte elektronisch, richtig und vollständig in sein Planungssystem. Richtig und vollständig heißt z.B. dass die Parameter für den Explosionsschutz oder die funktionale Sicherheit auf die richtigen Werte gesetzt und schon

gar nicht einzelne Parameter vergessen werden. In der nächsten Phase leitet der Planer die Daten aus seinem CAE-System als Bestellung an den Hersteller aus.

Moderne CAE-Systeme für das PLT-Gewerk ermöglichen nicht nur die Eingabe von technischen Daten, sondern auch eine Übernahme von Daten aus anderen Modulen (für Verfahrenstechnik oder für Rohrfachplanung) in das PLT-Modul. Alle Daten können mit Hilfe von Spezifikationsblättern visualisiert werden.

6. Merkmalleisten

Die Basis dieses Workflows ist der elektronische Austausch maschinenlesbarer Beschreibungen der geplanten, angebotenen, bestellten, gelieferten und eingesetzten Geräte und deren Einsatzbedingungen während des ganzen Lebenszyklus der Produktionsanlage. Die Geräte werden durch Merkmalleisten beschrieben, wie sie für die Prozessleittechnik in PROLIST / NE 100, eCI@ss 7.0 und IEC 61987 festgeschrieben sind (Bild 5), [2], [3], [4], [5], [6]. Die Merkmalleisten werden über XML-Kommunikation zwischen den Systemen ausgetauscht.

1	PROLIST-AAA137.003	Durchflussmesser (Masse-, Coriolis)	NE 100
2	Gerätespezifikation in der Sicht mit allen Merkmalen		
3	Administrative Merkmalleiste		
102	Betriebs-Merkmalleiste von Durchflussmesser (Coriolis)		
294	Geräte-Merkmalleiste von Durchflussmesser (Coriolis)		
295	Gerätedaten		
296	Betriebsmittelkennzeichnung		
297	Gerätebezeichnung		
298	Hersteller Name		
299	Lieferant		
300	Hersteller Produkt Name		
301	Hersteller Produkt Typ		
302	Hersteller Bestellcode		
303	Hersteller Artikelnummer		
304	EAN Code		
305	Lagernummer ERP-System		
306	Softwareversion		
307	Hardwareversion		
308	Seriennummer		
309	Elektronikeinsatz		
310	Kennzeichnung Gerät		
321	Anwendungsbereich		
323	Arbeitsweise und Systemaufbau (1)		
324	Messprinzip		
325	Systemarchitektur		
326	Parametriersoftware		
327	Kommunikation und Datenübermittlung		
328	Digitale Kommunikation		
329	Anzahl der digitalen Kommunikationsschnittstellen	1	
330	Digitale Kommunikationsschnittstelle		
407	Anzahl der Signalkanäle	1	
408	Signalkanal		
409	Typ Signalkanal		
410	Durchflussmessung		
411	Typ Signalkanal	Durchflussmessung	
412	Funktionskennzeichnung		
413	Arbeitsweise und Systemaufbau (2)		
430	Anzahl der Eingänge	1	
431	Eingang		
747	Anzahl der Ausgänge	1	
748	Ausgang		
1238	Statussignale		

Bild 5: Merkmalleiste mit Blockstruktur für einen Coriolis-Massedurchflussmesser (Auszug aus einer Excel-Ausleitung)

7. CAE-Systeme und Tools

Die im elektronischen Workflow verbundenen Systeme unterstützen die Verwendung der PROLIST / NE 100-Merkmalleisten mit elektronischem XML-Datenaustausch. Ab seiner Version 8.0 hat das PRODOK-CAE-System die NE 100-Schnittstelle implementiert. Andere CAE-Systeme, wie Comos PT, SmartPlant Instrumentation oder Planets haben Implementierungen in Vorbereitung. Dagegen ist PRO-SPEC eine PC-Anwendung zur Unterstützung der operativen Nutzung des PROLIST-Workflows, mit der Gerätespezifikationen gemäß NE 100 im PROLIST-XML-Format erstellt, gelesen, editiert und miteinander verglichen werden können.

8. Praktischer Nutzen

Der merkmalleistenbasierte PROLIST-Workflow und seine Abwandlungen, die auf die Gegebenheiten bei den Beteiligten in der Dreiecksbeziehung nach Bild 2 zugeschnitten sind, führen zu Kosteneinsparungen und Nutzen, wie die Praxis zeigt.

Alltäglich sind solche Arbeitsabläufe z.B. in der BASF in Ludwigshafen. Für die Planung ist das PRODOK-System im Einsatz, das die Verwendung der PROLIST / NE 100-Merkmalleisten mit elektronischem XML-Datenaustausch komplett unterstützt. Spezifische Vorteile ergeben sich auch im laufenden Betrieb. Muss ein MSR-Gerät ersetzt werden, steht aufgrund der langen Lebensdauer der Anlage das Originalersatzteil oft nicht mehr zur Verfügung. Wird dann ein Ersatzgerät mit vergleichbarer Funktionalität eingebaut, muss auch die Anlagendokumentation entsprechend angepasst werden, vorzugsweise im CAE-System. Insbesondere bei älteren Produktionsanlagen liegen die relevanten Informationen zur Anlagendokumentation allerdings oft noch in Papierform oder auch in SAP gespeichert vor. Die PRO-SPEC-Software hilft dabei, diese verteilten Informationen erheblich effizienter ins PRODOK-System zu übertragen [7].

Bei der BASF spezifiziert üblicherweise der Anlagenbetreiber bzw. Instandhalter das gewünschte PLT-Ersatzgerät im Rahmen seiner internen Anforderung an das Gerätefachzentrum. Bereits mit dieser Spezifikation beginnt in einem neu festgelegten Prozess die elektronische Aktualisierung des Datenbestands der Produktionsanlage in PRODOK: Die betreffenden Gerätedaten können in strukturierter Form manuell eingegeben oder auch automatisch aus dem SAP-System erfasst werden. PRO-SPEC erzeugt für die endgültige Gerätekonfiguration des Ersatzgeräts ein NE 100-Datenfile (XML-Format), welches dann vom Gerätefachzentrum gemeinsam mit dem Ersatzgerät an den Anlagenbetreiber übergeben wird. Dieser kann nun seine Anlagendokumentation auf einfache Weise elektronisch und fehlerfrei aktualisieren, was im Verlauf des Anlagenlebenszyklus deutliche Vorteile bringt:

- Einsparungen von mindestens 0,5 Arbeitsstunden je Gerät für die manuelle Dateneingabe (einschließlich der teilweise notwendigen Recherchen zu fehlenden Informationen);
- Durchgängiger Datenfluss auch für bestehende Anlagenteile, deren Gerätedaten sukzessive auf den NE 100-Standard umgestellt werden;
- Keine fehlerträchtigen manuellen Doppeleingaben.

9. Ausblick

Der Nutzen kommt bei der Nutzung. Hat man sich erst einmal von der Blaupause gelöst und den elektronisch unterstützten Workflow verinnerlicht, so eröffnen sich weitere Möglichkeiten:

Der PROLIST-XML-Datenaustausch kann, wie Pelz auf der PI-Konferenz 2011 vorgeschlagen hat, die Basis für einen homogenen Datenaustausch zwischen Lieferant, Engineering, Betriebsbetreuung und der Prozessleittechnik, für ein Integriertes Engineering, bilden [8].

Die Sachmerkmalelisten der DIN PAS 1040 für Maschinen, Apparate und Rohrleitungen in der chemischen Industrie können in PROLIST integriert werden [9]. Dadurch wäre es möglich neben der Prozessleittechnik auch die Verfahrenstechnik und andere Gewerke in einen einheitlichen Workflow einzubinden.

Die PROLIST-Merkmalenlisten für die Beschreibung von PLT-Geräten können Bestandteil von maschinenlesbaren Beschreibungen von Teilanlagen und ganzen Anlagen werden. Die niederländische Organisation USPI-NL hat entsprechende Ansätze formuliert und dabei als Beschreibungssprache Gellish und die entsprechende Normen, wie ISO 15926-7, verwendet, [10], [11], [12]. Mit dem von USPI-NL vorgeschlagenen System lassen sich Daten von kompletten Anlagen vergleichen und systematisch speichern. Da der PROLIST-Ansatz in erster Linie für elektronischen Datenaustausch zwischen zwei Rechensystemen gedacht ist, können sich beide Ansätze ideal ergänzen.

10. Zusammenfassung

Mit der Einführung der Blaupause und des Kopierers war das Vervielfältigen technischer Unterlagen kein Problem mehr. Sie ermöglichten den breiten Datenaustausch zwischen den Fachleuten. Der Arbeitsablauf ist nicht für den Austausch maschinenlesbarer Daten zwischen unterschiedlichen Systemen in einem rechnergestützten Workflow geeignet, der den Lebenszyklus einer prozesstechnischen Anlage begleitet. Hier blockiert das Papierdokument die jetzt schon vorhandenen technischen Möglichkeiten. Ein Workflow, wie ihn PROLIST für die Prozessleittechnik eingeführt hat, bringt den nutzvollen Einstieg in den systemübergreifenden Austausch von Gerätebeschreibungsdaten und die Einbindung in einen partnerorientierten CAE-Workflow. Eine Erweiterung auf andere Produkte und Gewerke einerseits und die Einbindung in vergleichbarer Workflows zur Planung ganzer Anlagen ist bereits angedacht.

10. Abkürzungen und Erläuterungen

CAD / CAE	Computer-Aided Design / Engineering
Comos PT	CAE-System der Siemens AG
eCl@ss	Non-Profit-Organisation, die den gleichnamigen Standard zur Klassifizierung und Beschreibung von Produkten branchenübergreifend international definiert, weiterentwickelt und verbreitet.
EPC	Engineering, Procurement and Construction
ERP	Enterprise Resource Planning
MSR	Mess-, Steuer- und Regeltechnik
NAMUR	Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie
Planets	CAE-System der Planets Software GmbH
PRODOK	CAE-System der Rösberg Engineering Ingenieurgesellschaft mbH
PRO-SPEC	Stand-alone-PC-Anwendung zur Unterstützung des PROLIST-Workflows der Paradine GmbH
SmartPlant Instrumentation	CAE-System der Intergraph PP&M Deutschland GmbH
USPI-NL	Uitgebreid Samenwerkingsverband Procesindustrie, Nederland, ein formeller Verband von Firmen der Prozessindustrie in den Niederlanden mit der Mission, den Gebrauch internationaler Standards und Best Practices bezüglich der Information zu den Lebenszyklen von Produkten und Anlagen zu entwickeln, anzuwenden und zu verbreiten.

11. Literaturhinweise

- [1] www.prolist.org
- [2] www.eCl@ss.de
- [3] NAMUR-Empfehlung NE 100. Nutzung von Merkmalleisten im PLT-Engineering-Workflow, 30.09.2010
- [4] George, J.: NE 100, Version 3.2, Vom Merkmalleistenlexikon zum standardisierten Workflow, Vortrag auf der Namur-Hauptsitzung 2010
- [5] IEC 61987: Industrial-Process Measurement and Control - Data Structures and Elements in Process Equipment Catalogues. Part 10: Lists of Properties (LOPs) for

Industrial-Process Measurement and Control for Electronic Data Exchange.
Fundamentals

- [6] Ahrens, W. und Zgorzelski P.: Der Branchenstandard PROLIST und die Harmonisierung mit eCI@ss. Automation 2010, 15.06.2010, Baden-Baden
- [7] Hartmann, W., Seelinger, P., Pohn, R.: BASF – Anwenderbericht: PRO-SPEC unterstützt die BASF-interne Geräteversorgung. Life-Cycle-Aktualisierung von PLT-Gerätedokumentationen mittels PROLIST NE100
- [8] George, J. u. Pelz. M.: Dokumentation der Profibus-Parameter innerhalb eines automatisierten CAE-Workflows. PI-Konferenz, 15.16.Februar 2011, Karlsruhe
- [9] DIN PAS 1040: Sachmerkmal-Leiste für Maschinen, Apparate und Rohrleitungen in der chemischen Industrie
- [10] www.uspi.nl
- [11] Renssen, A. van: Gellish: A Generic Extensible Ontological Language. Delft University Press, 2005
- [12] ISO 15926-7: Industrial automation systems and integration - Integration of life-cycle data for process plants including oil and gas production facilities - Part 7: Implementation methods for the integration of distributed system - Template methodology. 21.08.2008