

Engineering von „Mechatronik und Software“ in automatisierten Anlagen: Anforderungen und Stand der Technik

Thomas Holm, Sebastian Schröck, Alexander Fay

Institut für Automatisierungstechnik
Helmut-Schmidt-Universität / Universität der Bundeswehr Hamburg
Holstenhofweg 85
22043 Hamburg
thomas.holm@hsu-hh.de
sebastian.schroeck@hsu-hh.de
alexander.fay@hsu-hh.de

Tobias Jäger, Ulrich Löwen

Siemens AG CT RTC SYE
San-Carlos-Str. 7
91058 Erlangen
jaeger.tobias@siemens.com
ulrich.loewen@siemens.com

Abstrakt: Dieser Beitrag stellt das Vorgehen und die genutzten Modelle bei der Erstellung von Automatisierungssoftware beim Engineering automatisierter Anlagen dar. Darauf aufbauend wird die Idee, welche der Kontextmodellierung im allgemeinen Software-Engineering zu Grunde liegt, auf Anwendbarkeit innerhalb der Automatisierungstechnik geprüft. Daraus werden Chancen und Herausforderungen abgeleitet werden, welche im Schlussteil dieses Beitrags angeführt sind.

1. Ausgangssituation und Motivation

Das Engineering automatisierter Anlagen ist ein Prozess, indem eine Vielzahl verschiedener Fachdisziplinen integriert werden müssen. So müssen u.a. die Fähigkeiten von Verfahrenstechnik, Mechanik, Elektrotechnik und Automatisierungstechnik genutzt werden, um das Ziel einer funktionsfähigen Anlage zu realisieren. All diese Fachdisziplinen verwenden Software-basierte Werkzeuge, um ihre Planungsaufgaben zu lösen. Diese Werkzeuge werden hier jedoch nicht betrachtet. Die Entwicklung der eigentlichen Anwendungs-Software, d.h. der Software, die in der fertigen Anlage Funktionen erfüllt, erfolgt dabei in der Fachdisziplin Automatisierungstechnik (AT). Diese ist somit für das

Software-Engineering zuständig. Die Automatisierungssoftware (AT-Software) ist projektspezifisch und baut auf den Lösungen der zeitlich vorgelagerten Fachdisziplinen auf. Die Entwicklung der Automatisierungssoftware stellt somit eine der letzten Tätigkeiten im Ablauf des Gesamtprojekts dar. Planungsfehler in den vorgelagerten Fachdisziplinen sowie Inkonsistenzen zwischen den disziplinbezogenen Planungsergebnissen zeigen sich meist erst nach dem Test und der Implementierung der AT-Software. Späte Korrekturen ziehen Nachbesserungen mit zusätzlichen Planungsiterationen nach sich – eine Verlängerung der Projektlaufzeit und ein damit verbundener finanzieller Mehraufwand sind die Folge. Durch Analyse und Beherrschung der Abhängigkeiten zwischen den beteiligten Fachdisziplinen können diese Fehler minimiert werden. Daher stellt dies ein wichtiges aktuelles Forschungsfeld der Automatisierungstechnik dar.

Die zu entwickelnden Anlagen haben sich in den letzten Jahren immer mehr zu mechatronische integrierten Systemen entwickelt [WL11]. Ansätze zur Nutzung mechatronischer Sichtweisen haben sich im Anlagenbau allerdings bisher erst dort durchgesetzt, wo die Systemgrenzen der betrachteten Anlagenteile (= Systembestandteile) in den beteiligten Fachdisziplinen deckungsgleich sind. Im Engineering automatisierter Anlagen wird dies durch die räumliche Verteilung des Systems zusätzlich erschwert. So ergeben sich nicht nur Abhängigkeiten aus der Arbeitsteilung der Fachdisziplinen, sondern auch solche, die aus der verteilten Anordnung der mechatronischen Systembestandteile entstehen.

In diesem Beitrag werden zunächst das Vorgehen beim Engineering automatisierter Anlagen beschrieben und die dabei erarbeiteten Artefakte erläutert. Daran schließt eine Darstellung des charakteristischen Vorgehens bei der Entwicklung von AT-Software an. Der zweite Teil des Beitrags fasst sich mit der Kontextbeschreibung und zeigt, wie diese in der Domäne Automatisierungstechnik angewandt wird. Die Formulierung der sich daraus ableitenden Herausforderungen für die Entwicklung von AT-Software bildet den Abschluss dieses Beitrags.

2. Vorgehen beim Engineering automatisierter Anlagen

Beim Engineering automatisierter Anlagen der Prozess- und Fertigungsindustrie ist eine Vielzahl verschiedener Fachdisziplinen beteiligt. Diese unterscheiden sich in ihren Zuständigkeiten. Typische Fachdisziplinen sind die AT, die Elektrotechnik und die Mechanik. Hinzukommen weitere Fachdisziplinen, die für den Anwendungsbereich der Anlage spezifisch sind. Im Bereich der verfahrenstechnischen Anlagen und dem damit typischerweise verbundenen Transport von fluiden oder granularen Stoffen kommt z.B. der Rohrleitungsbau hinzu. Alle Fachdisziplinen nutzen unterschiedliche, ihren Aufgaben entsprechende Sichten auf das System und verwenden unterschiedliche Software-Werkzeuge. Die Software der Anlage, die das Verhalten dieser bestimmt und in den Speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) verarbeitet wird, wird jedoch ausschließlich von der AT entwickelt.

Gekennzeichnet sind die zu entwickelten Anlagen durch ihre Einmaligkeit, da sie im Auftrag eines Kunden erstellt und nachfolgend im Rahmen eines Projektes geplant und

realisiert werden [Fa09]. Diese Einmaligkeit entsteht durch die in den Fachdisziplinen getroffenen Entscheidungen und die jeweils erarbeiteten Lösungen. Die Lösungsfindung ist dabei als ein arbeitsteiliger Prozess zu verstehen, bei dem Ergebnisse aus zeitlich vorgelagerten Fachdisziplinen genutzt und um weitere Ergebnisse angereichert werden [Ja11]. Es kann somit von einem Prozess der Informationsanreicherung gesprochen werden.

Die Anlage wird dabei meist top-down vom Grobentwurf sukzessive bis ins Detail geplant, bevor sie realisiert wird. Auf Grund des zeitlichen Drucks während der Projektierung einer Anlage arbeiten die Fachdisziplinen parallel, um die Projektdauer zu verringern. Wo jedoch inhaltlich auf den Ergebnissen anderer aufgebaut wird, werden die Arbeiten sequentiell durchgeführt [Fa09]. Die Ablaufreihenfolge ist somit sowohl innerhalb als auch zwischen den Tätigkeiten nicht beliebig [Ja11]. Die Realisierung der dis-

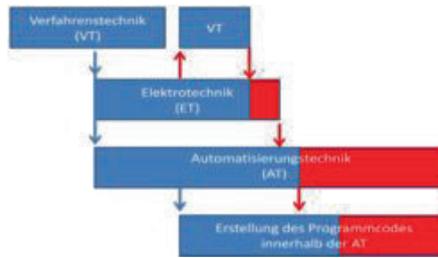


Abb. 1: Zusätzlicher Planungsaufwand durch Iteration und geringe Reifegrade von Planungsergebnissen.

ziplinspezifischen Aufgabe wird durch die planenden Ingenieure mit den ihnen zur Verfügung gestellten Mitteln gelöst. Die Schwierigkeiten ergeben sich meist durch die außerhalb dieses disziplinspezifischen Prozesses entstehenden Randbedingungen. Diese Schwierigkeiten werden durch die Forderung nach einer weiteren Verkürzung der Projektlaufzeit verstärkt. Die Planungstätigkeiten innerhalb der Fachdisziplinen müssen aus diesem Grund meist auf vorläufigen und teilweise lückenhaften Ergebnissen anderer Fachdisziplinen aufgebaut werden. Nach Eintreffen ergänzender oder korrigierender Informationen sind die Fachdisziplinen gezwungen, ihre eigenen Planungsergebnisse iterativ zu überarbeiten [KI02]. Durch diesen zusätzlichen Planungsaufwand können allerdings Projektverzögerungen entstehen, wie sie in Abb. 1 zu erkennen sind. Die Fachdisziplinen stehen somit während des Engineerings nicht nur durch ihr zeitliches Vorgehen zueinander in einem Abhängigkeitsverhältnis, sondern aufgrund der geplanten Weitergabe der Planungsergebnisse auch in kausalen Abhängigkeitsverhältnissen.

Die Ergebnisse der Planungsphasen werden in Modellen festgehalten. Diese sind meist traditionell gewachsen. Da jede Fachdisziplin unterschiedliche Sichten auf das System hat und auf die spezifischen Aufgabenstellungen ausgerichtete Werkzeuge nutzt, entstanden in den einzelnen Fachdisziplinen verschiedene Modelle und Beschreibungsmittel. So betrachtet die Verfahrenstechnik die Gesamtanlage eher aus einer prozessualen Sicht und legt den Schwerpunkt auf das Zusammenspiel der dafür benötigten prozesstechnischen Geräte und Apparate. Folglich stehen die physikalischen Größen (Durchfluss, Druck, Temperatur) sowie deren Zusammenwirken im Fokus. Die AT hingegen

betrachtet die Anlage als Zusammenwirken von Funktionen, die durch Quellcode innerhalb der SPSEN determiniert werden. Die Darstellung innerhalb der AT erfolgt somit durch Modelle, welche die Informationen funktionsorientiert zusammenfassen. Durch diese Fülle an unterschiedlichen Modellen kommt es bei der Informationsübergabe zwischen den Fachdisziplinen immer wieder zu Problemen [KR12].

Gerade bei der Entwicklung umfangreicher automatisierter Anlagen kann die Anzahl der ausführenden Firmen und Zulieferer beträchtlich sein. Dabei können die Planung und Realisierung ganzer Anlagenteile durch externe Zulieferer übernommen werden. Dies kann zu einer Verschärfung der Problematik der Kommunikation an den Informationsschnittstellen führen [WL11].

3. Artefakte im Engineering automatisierter Anlagen

Die zuvor aufgezeigte Beteiligung vieler verschiedener Fachdisziplinen im Engineering automatisierter Anlagen spiegelt sich auch darin wieder, dass eine Vielzahl an Beschreibungsmitteln und Modellen verwendet werden. Die Existenz der unterschiedlichen Modelle und Beschreibungsmittel erschwert einen durchgängigen Planungsablauf. An den Informationsschnittstellen zwischen den Fachdisziplinen kommt es somit, bedingt durch die informationstechnische und semantische Vielfalt, zu Informationsverlust und Fehlinterpretationen von Planungsdaten [U109]. Im Folgenden werden die Planungs-Artefakte erläutert, die einen maßgeblichen Einfluss auf die Erstellung der AT-Software haben.

Lastenheft nach [VDI3694]

Den Beginn des Engineerings des AT-Systems stellt die Anforderungserhebung dar. Die Anforderungen werden vom Auftraggeber typischerweise im Lastenheft formuliert. Eine mögliche Struktur wird in der [VDI3694] vorgeschlagen. Ziel ist es, mit dem Lastenheft die Funktion der automatisierten Anlage zu spezifizieren. Dies umfasst sowohl eine Beschreibung des Ist-Zustandes als auch eine exakte Definition der Aufgaben der Automatisierungstechnik sowie deren Rahmenbedingungen. Hierzu zählen auch Anforderungen bzgl. des Projektmanagements, der Qualität und weiterer organisationspezifischer Charakteristika.

Ein Lastenheft wird vom Auftraggeber meist in Volltext formuliert. Gerade im Bereich der AT werden allerdings zahlreiche Anhänge in Form von Stellenplänen angegeben. Diese umfassen Informationen von vorgegebenen zu nutzenden Komponenten z.B. den Regelkreis einer Füllstandregelung mit Sensor, Datenübertragung, Datenverarbeitung und Aktor.

R&I Fließbild

Das Rohrleitung- und Instrumentierungsfließbild (kurz: R&I-Fließbild) stellt das zentrale Dokument für das Engineering des AT-Systems dar. Es entsteht an der Schnittstelle zwischen Verfahrenstechnik und AT. Ein Ausschnitt eines R&I-Fließbild ist exemplarisch in Abb. 2 dargestellt. Es wird durch Informationsanreicherung auf Grundlage des

Verfahrensfließbild erstellt. Im R&I-Fließbild sind Informationen über Stoffflüsse sowie wichtige Informationsflüsse enthalten. Primär werden die Rohrleitungen, welche die verschiedenen am Prozess beteiligten Apparate miteinander verbinden, dargestellt. Darüber hinaus ist hier definiert, wo welcher Messwert aufgenommen werden soll. Durch die Nutzung von Akronymen wird definiert, wo und wie dieser Messwert verarbeitet wird. Die Zusammenstellung aus Sensor und Benennung der Aufgabe (nach [DIN62424] PCE-Aufgabe, Process Control Engineering) wird auch als Messstelle bezeichnet.

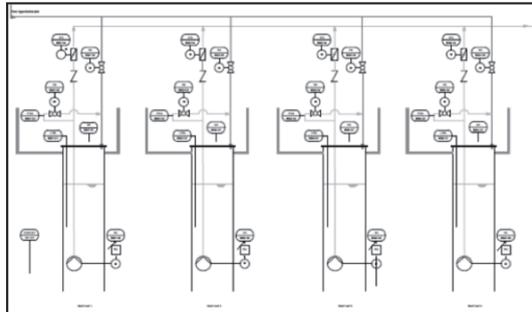


Abb. 2: Auszug aus einem R&I-Fließbildes einer Meerwasserentsalzungsanlage

Stellenblatt, Stellenplan und Stellenverzeichnis

Aufbauend auf den Informationen im R&I-Fließbild werden von der AT weitere prozessleittechnische Artefakte erstellt.

Das PLT¹-Stellenverzeichnis stellt in geordneter und übersichtlicher Form die wesentlichen Informationen zu den im R&I-Fließbild enthaltenen PCE-Aufgaben dar. Die eindeutige PCE-Aufgabe sowie die PCE-Kategoriebezeichnung [DIN62424] dienen der Funktionsbeschreibung und Kurzbeschreibung der PCE-Aufgabe.

Das PLT-Stellenverzeichnis wird durch die jeweiligen PLT-Stellenblätter konkretisiert, wobei zu jedem Eintrag des PLT-Stellenverzeichnisses ein PLT-Stellenblatt entsteht.

Das PLT-Stellenblatt (Abb. 3 links) gibt Aufschluss über die zu einer PCE-Aufgabe gehörenden Informationen. Diese umfassen die allgemeine Kennzeichnung der Aufgabe, die verfahrenstechnischen Betriebsdaten (Bezeichnung, Zusammensetzung, Stoffeigenschaften), den genauem Einbauort und die für die PCE-Aufgabe genutzten Geräte. Die graphische Repräsentation des PLT-Stellenblatts ist der PLT-Stellenplan (Abb. 3 rechts). Er gibt die zur PCE-Aufgabe gehörenden Einrichtungen, Antriebe, Stellglieder, Signalgeber, Befehlsgeräte sowie alle zugehörigen Funktionselemente, ihre örtliche Lage und ihre Verbindungen untereinander an [Fe01]. Im PLT-Stellenplan werden die Funkti-

¹ In der [DIN62424] wird lediglich die Nomenklatur PCE (Process Control Engineering) verwendet, die entsprechenden Dokumente jedoch nicht explizit benannt. In der gängigen Literatur (bspw. [Fe01]) wird hingegen in Bezug auf die Dokumente das Akronym PLT (Prozessleittechnik) verwendet. Eine Anpassung dieser Namensgebung fand bisher nicht statt. Die PLT ist als Teil der AT anzusehen.

nen Schritten. Schritte und Transitionen sind mit gerichteten Kanten verbunden. In der einfachsten Form verbindet eine Transition einen Schritt bzw. umgekehrt. Komplexere Sequenzen können auch mit Sprüngen innerhalb des SFC-Plans oder Alternativ- und Parallelzweigen modelliert werden.

Weitere Artefakte

Ergänzend zu den zuvor angeführten Artefakten werden im Engineering der AT von Anlagen auch weitere verwendet, die hier nur in Kürze angeführt werden. Das Human-Machine-Interface (kurz HMI) stellt die Gesamtheit der Bedienbilder sowie der hinterlegten Software dar, die eine Bedienung der Anlage überhaupt erst ermöglichen. Ebenso unerlässlich ist die Erstellung der Hardware-Konfiguration. Hier wird in der Software definiert, welches Automatisierungsgerät verwendet wird. Desweiteren werden die Parameter der Kommunikations-Busse und die Adressenräume und deren Speicherplatz-zuweisung innerhalb der SPS festgelegt.

4. Der Kontext für das Engineering automatisierter Anlagen

Die Kontextmodellierung ist im Bereich der allgemeinen Softwareentwicklung weit verbreitet. Nach [PR11] ist der Systemkontext (nachfolgend kurz: Kontext) derjenige Teil der Umgebung, der für die Anforderungsgewinnung aber auch deren Verständnis relevant ist. Im Gegensatz zur allgemeinen Softwareentwicklung wird im Engineering automatisierter Anlagen der Kontext i.d.R. nicht explizit modelliert. Dies stellt einen entscheidenden Unterschied zwischen den verglichenen Domänen dar. Der Kontext ist jedoch implizit in verschiedenen Artefakten enthalten, wobei die Lage der Systemgrenze Auswirkungen darauf hat, welche der zuvor genannten Artefakte dem System und welche dem Kontext zuzuordnen sind. Um diesen Sachverhalt klären zu können, bedarf es der Erläuterung des Systems bzw. dessen Interaktion mit dem Kontext.

4.1 System und Kontext aus der Sicht des Anlagenbaus

Im Anlagenbau umfasst das zu entwickelnde System i.d.R. die gesamte Anlage mitsamt den verfahrenstechnischen oder fertigungstechnischen Prozessen. Hier ist das relevante System die gesamte Anlage mit Prozess, allen Apparaten, Rohrleitungen, Gebäuden, Kommunikationssystemen, sowie der nötigen Informationsverarbeitung.

Der Kontext dieses sehr weit gefassten und damit stark interdisziplinären Systems ist durch verschiedene Rahmenbedingungen geprägt. Die Anlage wird in eine Umgebung integriert die spezifische Charakteristika aufweist. Sind diese für das Engineering bzw. den Betrieb der Anlage relevant, zählen diese zum Kontext. Hinzu kommen aber auch behördliche Vorgaben, die es zu beachten gilt. Wie in Abb. 4 ersichtlich, beinhaltet der Kontext Aspekte, die alle Projektphasen des Engineerings und den gesamten Lebenszyklus der Anlage beeinflussen.

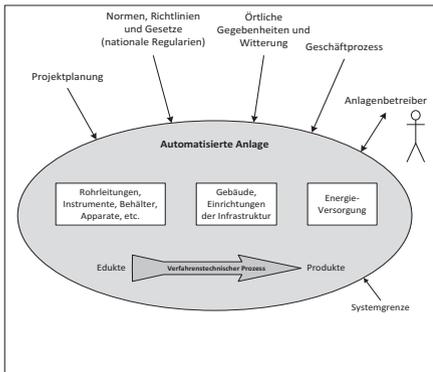


Abb. 4: Kontext beim Engineering der Anlage

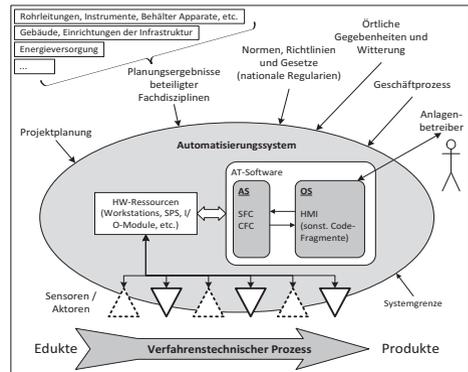


Abb. 5: Kontext beim Engineering des AT-Systems

Diese umfassen sowohl Informationen zu vorherrschenden klimatischen Bedingungen aber auch Forderungen, die den Geschäftsprozess betreffen. So werden u.a. Komponenten zugekauft, die zuvor von einem externen Zulieferer konzipiert wurden. Diese können in ihren Eigenschaften jedoch nicht mehr angepasst sondern maximal parametrisiert werden und sind somit ebenfalls als Randbedingung anzusehen. Wird die Systemgrenze verschoben und auf das AT-System fokussiert (Abb. 5), führt dies zu einer Veränderung des Kontexts. Da sich das AT-System innerhalb der Anlage befindet, enthält der Kontext nun zusätzlich auch von anderen Fachdisziplinen geplante und realisierte Teile der Anlage, die für das AT-System von Relevanz sind.

4.2 System und Kontext aus der Sicht der Automatisierungstechnik

Richtet man den Fokus auf das von der AT zu entwickelnde System, verändert sich der Kontext. Lag die Entwicklung des verfahrenstechnischen Prozesses (formalisiert dargestellt im R&I-Fließbild) im Schwerpunkt der Aktivitäten der Verfahrenstechnik, wird dieser nun zum Kontext. Das Planungsergebnis der Verfahrenstechnik (R&I-Fließbild) ist daher Anforderungsdokument der AT. Darauf aufbauend werden das AT-System entwickelt und die Planungsergebnisse in den oben beschriebenen Planungsartefakten modelliert.

Die Wechselwirkung mit dem Prozess geschieht über entsprechende Hardware (Sensoren/Aktoren), die jedoch auch aus dem AT-System heraus konfiguriert wird somit nicht in Gänze zum Kontext zuzurechnen ist. Einige Teile der Hardware werden allerdings auch im AT-System zugekauft. Die durch den Zukauf festgelegten Eigenschaften stellen somit Randbedingungen dar. Wie in Abb. 5 ersichtlich, hat die AT-Software über das HMI eine Schnittstelle zum Anlagenfahrer – die diesbezüglich formulierten Anforderungen sind ebenfalls in Teilen dem Kontext zuzuschreiben. Planungsergebnisse anderer Disziplinen stellen ebenfalls Randbedingungen dar und können folglich direkte Auswirkungen auf das AT-System haben, weshalb auch diese hier als Teil des Kontexts anzusehen sind.

Einige Einflussfaktoren, die den Kontext der gesamten Anlage betreffen, wirken auch auf das AT-System. Diese sind i.d.R. im Lastenheft der Anlage dokumentiert, da so das Wissen des Anlagebetreibers, z.B. über die nationalen Gegebenheiten, weiter gegeben werden kann und sollte.

In diesem Spannungsfeld aus prozessualen, technischen, gesetzlichen, klimatischen und menschlichen Einflüssen muss das AT-System bestehen, was eine erhebliche Herausforderung darstellt, da in der Regel keine Anlage der anderen gleicht. Somit steht auch jedes AT-System einem, wenn auch nur in Teilen, abweichenden Kontext gegenüber.

4.3 Abgrenzung des Kontextes zu anderen Domänen

Wie zuvor erwähnt, wird der Kontext in anderen Domänen z.B. der allgemeinen Softwareentwicklung im Detail modelliert, um die Anforderungen zu erheben, zu dokumentieren und möglichst auch zu formalisieren, um dadurch auch das Systemverhalten validieren zu können. In Domänen mit großen Zahlen gleichartiger Produkte ist es möglich, die durch den Modellierungsaufwand anfallenden Mehrkosten auf eine große Stückzahl von verkauften Produkten umzulegen. Da jedoch im Anlagenbau der Großteil der Anlagen einmalig ist, schlägt der Aufwand für die Modellierung des Kontextes in voller Höhe bei den Projektkosten zu Buche. Aus diesem Grund wird dieser nicht explizit modelliert. Um die Ermittlung und Modellierung des relevanten Kontextes dennoch zu ermöglichen, bedarf es der Verwendung effizienter Methoden, die die Ermittlung und Nutzung des Kontexts unterstützen. Bedingt durch den stark arbeitsteiligen Entwicklungsprozess im Anlagenbau müssten diese Methoden in der Lage sein, den Kontext je nach Lage der Systemgrenzen anzupassen bzw. aus vorhandenen Planungsartefakten abzuleiten. Dies bedarf jedoch des detaillierten Wissens der Wirkbeziehungen zwischen den Planungsergebnissen der verschiedenen Fachdisziplinen. Anstrengungen bzgl. einer methodengestützten Kontextmodellierung und -analyse können erst der Analyse dieser Wirkbeziehungen nachgelagert stattfinden und rücken zunächst in den Hintergrund.

5. Software für automatisierte Anlagen

Die Entwicklung der AT-Software ist eine der letzten Arbeitsschritte während des Engineerings automatisierter Anlagen. Es baut auf den getroffenen Auslegungsentscheidungen zeitlich vorgelagerter Fachdisziplinen auf. Im Folgenden werden die Auswirkungen dessen auf die AT-Software einer Anlage beleuchtet.

5.1 Architektur der Automatisierungssoftware

Der Aufbau und die Entwicklung von automatisierungstechnischer Software, also der Realisierung von Steuerungs- und Regelungsabläufen, unterscheiden sich von der einer allgemeinen Software. Bei der AT-Software ist die Kopplung zum technischen System eine sehr viel engere, als dies bei allgemeiner Software der Fall ist. Bei AT-Software ist der technologische Prozess, der die verfahrens- oder fertigungstechnischen Vorgänge

beschreibt, strukturgebender Faktor. Der technologische Prozess ist somit die zentrale Information, die im Kontext des AT-Systems dargestellt werden sollte. Der Betrieb einer automatisierten Anlage ist meist auf eine Vielzahl verschiedener Softwaresysteme aufgeteilt, die verschiedenen logischen Ebenen zugeteilt werden können. Im Folgenden wird lediglich Bezug genommen auf die Ebene des Prozessleitsystems, da hier das Automatisierungstechnische Know-How einfließt (vgl. [St12]).

In der Prozessindustrie ist das Prozessleitsystem typischerweise in zwei Teile unterteilt. Die Prozessführung erfolgt über eine oder mehrere „Operator Station“ (OS). Diese realisieren das Verhalten und die Auswertung der HMIs, über die die Anlage bedient und beobachtet wird. Die Steuerungs- und Regelungsfunktionen werden auf einer oder mehrerer „Automation Station“ (AS) ausgeführt. Diese bestehen aus den zuvor erwähnten SPSen und müssen auch bei Ausfall der OS rückwirkungsfrei arbeiten³.

Die AS ist i.d.R. anhand der Anlagentopologie strukturiert. Somit richtet sich die Struktur der Software im besten Fall nach der realen Struktur der Anlage. Die Softwarefunktionen der Anlagenelemente sind in den entsprechend CFC-Plänen durch Funktionsbausteine und deren Verschaltung repräsentiert. Hier ist das Verhalten einer jeden Komponente abgelegt, in Summe ist hier somit auch das Anlagenverhalten definiert.

Dem gegenüber steht die OS, also der Teil der AT-Software, der die Bedienbilder, also HMIs beinhaltet. Die zum Verfahren der Anlage nötigen Bedienoberflächen sind i.d.R. hierarchisch aufgebaut. Einem grobstrukturiertem Anlagenbild, welches meist eine Übersicht über die wichtigsten Anlagenparameter aufzeigt, sind detailliertere Bedienbilder untergeordnet. Hier kommen rein grafische Elemente sowie Elemente mit weiteren Softwarefragmenten zum Einsatz, die mit den Variablen des AS verknüpft sind. Dies ist umso einfacher, je mehr die Struktur der Bedienbilder mit der realen Anlage und damit der AS übereinstimmt. Dies ist jedoch nicht zwingend erforderlich und auch nicht immer von Vorteil, da Anforderungen an die Usability dem entgegenstehen können. Die Informationen bezüglich Struktur, aber auch Art und Gestalt der HMI sind Informationen, die einem Kontext zu entnehmen wären.

5.2 Vorgehen bei der Erstellung der Automatisierungssoftware

Bei der Erstellung der AT-Software wird entsprechend der zuvor erläuterten Trennung zwischen AS und OS vorgegangen. Die AS wird unter der Verwendung von Typicals (die man sich als Kopiervorlagen vorstellen kann) erstellt. So lassen sich eine Vielzahl von CFC-Plänen für Messstellen mit bekannten Funktionen und Komponenten ableiten. Die relevanten Funktionsbausteine und Variablen werden aus spezifischen Bibliotheken instanziiert. Der Prozessleittechniker muss diese korrekt verknüpfen sowie SFC-Pläne erstellen, in denen Ablaufsequenzen definiert sind. Die Strukturierung und Hierarchisierung des Programmcodes der AS erfolgt typischerweise entlang der funktionalen Anlagenstruktur. Da diese zum Zeitpunkt der Software-Erstellung bereits vorliegt, ist die Architektur der AT-Software vorgegeben. Dies ist ein entscheidender Unterschied zur Entwicklung einer Software ohne starke Bindung zu einem technischen System.

³ Die Benennung entstammt dem Prozessleitsystem PCS7 der Siemens AG und wird im Weiteren verwendet.

Die Erstellung der Bedienbilder sowie deren Strukturierung und Programmierung erfolgt im Engineeringwerkzeug der OS. Dieser Schritt erfolgt in Teilen automatisch und unter Nutzung der von der AS übernommenen Anlagenstruktur. Dabei sind den Funktionsbausteinen in den CFC-Plänen Visualisierungselemente zugeordnet. Wird ein CFC-Plan in einem funktionalen Element der AS-Struktur instanziiert, wird dieses Visualisierungselement dem entsprechenden Bedienbild zugewiesen. Die hierarchische Struktur der Bedienbilder entspricht somit i.d.R. der funktionalen Struktur innerhalb der AS. Die entstandenen Bedienbilder verfügen zu diesem Zeitpunkt somit über Elemente, die automatisch mit den entsprechenden Variablen der Anlagenkomponenten verknüpft sind. Die Elemente auf dem Bedienbild müssen nun durch den Entwickler angeordnet und ggf. mit graphischen Elementen z.B. nicht animierten Rohrleitungen erweitert werden. Die Bedienbilder sollten so den funktionalen Ablauf der Anlage darstellen.

6. Herausforderungen und Chancen

Die Software ist innerhalb der AT von zentraler Bedeutung. Ihre Entwicklung stellt eine der letzten Entwicklungsschritte im Engineering automatisierter Anlagen dar. Hier findet somit die Integration der Lösungen der vorgelagerten Fachdisziplinen statt. Gleichzeitig zeigen sich hier mögliche Fehlplanungen. Um Effizienz und Qualität der Planung und Realisierung der AT und damit der Planung und Erstellung von automatisierten Anlagen insgesamt zu verbessern, sind mehrere Ansatzpunkte vorhanden:

- Die Wirkbeziehungen zwischen den einzelnen Fachdisziplinen müssen besser identifiziert, dokumentiert und im Anschluss modelliert werden, um im Falle einer Änderung in einer Fachdisziplin deren Auswirkungen auf die anderen Fachdisziplinen valide abschätzen zu können.
- Neben dem disziplinentorientierten Engineering sollte verstärkt das Engineering unter Nutzung mechatronischer Sichtweisen weiter vorangetrieben werden.
- Es gilt, das Engineering der vorgelagerten Fachdisziplinen methodisch zu verbessern, um somit die Fehler und damit die ungeplanten Iterationen zu reduzieren. Dies hat eine bessere Planungsgrundlage für die AT, und damit eine Software höherer Güte, zur Folge.
- Es müssen durchgängige Modelle und Methoden für die Entwicklung von automatisierten Anlagen erarbeitet werden. Noch sind diesbezügliche Ansätze stark abhängig von den verwendeten Engineering-Werkzeugen. Ebenso bestehen oft noch Schwächen bezüglich der methodischen Wiederverwendbarkeit. Hier müssen bisher werkzeugspezifisch existierende Teillösungen etabliert, standardisiert und in die durchgängige Methode integriert werden.
- Eine methodische Identifikation des relevanten Kontexts könnte einen Mehrwert für alle Projektbeteiligten bezüglich Validierung und Optimierung, aber auch im Fall einer Modernisierung der Anlage bieten. Auf Basis der zuvor erläuterten Rahmenbedingungen sind hier jedoch effiziente Methoden zu erarbeiten, um den bei der Modellierung entstehenden Aufwand reduzieren zu können.

Literaturverzeichnis

- [KR12] Kühnl, C., Rothhöft, M.: Unzufrieden mit Engineering Schnittstellen. In: Computer-automation.de 06/12, 2012
- [DIN10628] DIN EN ISO 10628, März 2001. DIN EN ISO 10628 - Fließschema für verfahrenstechnische Anlagen.
- [DIN19227] DIN 19227, Februar 1991. DIN 19227 - Graphische Symbole und Kennbuchstaben für die Prozeßleittechnik, Darstellung von Einzelheiten.
- [DIN62424] DIN EN 62424, April 2009. DIN EN 62424 - Festlegung für die Darstellung von Aufgaben der Prozessleittechnik in Fließbildern und für den Datenaustausch zwischen EDV-Werkzeugen zur Fließbilderstellung und CAE-Systemen.
- [Fa09] Fay, A.: Effizientes Engineering komplexer Automatisierungssysteme. In: Schnieder, Ständer (Hrsg.): Wird der Verkehr automatisch sicherer?; 04. September 2009 in Braunschweig. Braunschweig: iVA, S. 43–60, 2009.
- [Fe01] Felleisen, M.: Prozeßleittechnik für die Verfahrenstechnik, Oldenbourg Industrieverlag, 2001 München.
- [IEC61131] DIN IEC 61131-3, Juni.2009. IEC 61131-3 - Speicherprogrammierbare Steuerungen - Teil 3: Programmiersprachen.
- [Ja11] Jäger, T., Fay, A., Figalist, H., Wager, T.: Systematische Risikominimierung im Engineering mit Abhängigkeitsanalyse und Schlüsseldokumenten; in: Tagungsband „Automation 2011“; Baden-Baden, VDI-Verlag, Düsseldorf
- [KI02] Klein, R.A., Anhäuser, F., Burmeister, M., Lamers, J.: Planungswerkzeuge aus Sicht eines Inhouse-Planers. – In: atp-Automatisierungstechnische Praxis 44 (2002) Nr. 1, S. 46-50.
- [PR11] K. Pohl, C. Rupp: Basiswissen Requirements Engineering: Aus- und Weiterbildung zum "Certified Professional for Requirements Engineering" ; Foundation Level nach IREB-Standard. 3. Aufl. Heidelberg: dpunkt-Verl, 2011.
- [St12] M. Strube, I. Kühl, T. Holm, A. Fay, R. Mühlfeld, H. Figalist: Modellierung von Kommunikationsschnittstellen bestehender Automatisierungslösungen in Modernisierungsprojekten auf Basis von Signallisten. In: Automation 2012: Der 13. Branchentreff der Mess- und Automatisierungstechnik, Vol. 13, S. 95–98, 2012.
- [Ul09] A. Ulrich: Entwicklungsmethodik für die Planung verfahrenstechnischer Anlagen. Als Ms. gedr. Düsseldorf: VDI-Verl, 2009 (Fortschritt-Berichte VDI Reihe 20, Rechnerunterstützte Verfahren, 425).
- [VDI3694] VDI/VDE 3694, Januar 2008. VDI/VDE 3694 - Lastenheft/Pflichtenheft für den Einsatz von Automatisierungssystemen.
- [WL11] T. Wagner, U. Löwen: Modellierung: Grundlage für integriertes Engineering; in: Tagungsband „Automation 2011“; Baden-Baden VDI-Verlag, Düsseldorf