

Leben mit dem digitalen Zwilling

Simulationstechnik im gesamten Lebenszyklus von Prozessanlagen

Die hohe Komplexität verfahrenstechnischer Anlagen stellt besondere Anforderungen an Design, Engineering und Betrieb dieser Anlagen. Der Einsatz von Simulationstechniken kann einen wichtigen Beitrag dazu leisten, dass sich Fragestellungen frühzeitiger, zuverlässiger und mit geringerem Risiko beantworten lassen. CHEManager sprach mit Dr. Mathias Oppelt, Siemens Process Industries and Drives Division über den Stand und zukünftige Möglichkeiten von Simulationsverfahren. Das Gespräch führte Dr. Volker Oestreich.

CHEManager: Herr Dr. Oppelt, was genau bedeutet Simulation?

Dr. M. Oppelt: Jede Simulation kann als ein virtuelles Experiment verstanden werden, dessen Ziel es ist, ein System besser zu verstehen. Das System wird dafür in seinen Eigenschaften modelliert, sodass die Beschreibung in einer hinreichend genauen mathematischen Beschreibung mündet. Simulationsmodelle können zum Beispiel das physikalische, chemische, energetische und/oder das informations-

Heute werden die meisten dieser Entscheidungen auf Basis der Erfahrungen von Einzelpersonen getroffen. Langfristig kann dies zu Problemen führen, wenn – zum Beispiel durch häufige Produktwechsel oder aber auch durch Personalfuktuation – diese Erfahrungen nicht vorliegen. Eine Technologie, die den Entscheidungsprozess unterstützen und gleichzeitig zur Speicherung von Wissen und Erfahrung genutzt werden kann, ist die Simulation. Der Einsatz von Simulation findet heute bereits in allen Phasen des



Simulationstools liefern künftig wie ein Navigationssystem verschiedene Vorschläge für die optimale Fahrweise einer Anlage.

technische Verhalten eines Systems beschreiben.

Durch die Simulation von Produktionsanlagen lassen sich schon in einem frühen Stadium der Planung Fehler vermeiden, die einen Anlagenbetreiber später teuer zu stehen kommen würden. Doch die Simulation kann noch mehr. Wir befassen uns bei Siemens intensiv mit der Frage, wie sich mittels Simulation eine Anlage bei laufendem Betrieb optimieren lässt. Gut möglich, dass Simulationstools künftig wie ein Navigationssystem beim Auto verschiedene Vorschläge für die optimale Fahrweise einer Anlage liefern werden.

Können Sie das in Bezug auf die Prozesstechnik konkretisieren?

Dr. M. Oppelt: Komplexe Produktionsanlagen, in denen Dutzende von Aggregaten, Motoren, Ventilen oder Pumpen miteinander verschaltet sind, können heute von einem Menschen kaum noch überblickt werden. Daher setzt man Software-Systeme ein, mit deren Hilfe man die verschiedenen Komponenten bei der Planung miteinander verknüpft und im Betrieb automatisch steuert. So lässt sich beispielsweise sicherstellen, dass zuerst ein Ventil geöffnet wird, bevor eine Förderpumpe anspringt – andernfalls würden die Pumpe oder die Leitung trocken laufen und beschädigt werden. Dies ist eine wesentliche Aufgabe der Automatisierung und deren fehlerfreie Projektierung ist für den Anlagenbetrieb entscheidend.

In welchen Phasen einer Anlage können Simulationstechniken eingesetzt werden?

Dr. M. Oppelt: Der Lebenszyklus von Prozessanlagen kann in die Phasen Konzept-Planung, Basis-Planung, Detail-Planung, Errichtung, Inbetriebsetzung, Betrieb und Wartung und Modernisierung unterteilt werden. Über all diese Phasen hinweg treffen Menschen wichtige Entscheidungen.

Anlagenlebenszyklus statt, jedoch nicht durchgängig und kann in vier Gruppen zusammenfasst werden.

In der Design-Simulation führt die Nutzung einer statischen Prozesssimulation zur Auslegung des Produktionsprozesses für ausgewählte Betriebspunkte. Ergebnis ist das Anlagenprozesslayout. Dieses umfasst auch eine erste Grobauslegung und eine Dimensionierung der einzelnen Hauptprozessapparate. Teilweise werden in dieser Phase bereits dynamische Prozesssimulationen eingesetzt, die es ermöglichen, das transiente Verhalten zwischen verschiedenen Betriebspunkten des Prozesses abzubilden und somit das An- und Abfahrverhalten des Prozesses genauer zu betrachten und effizienter auszuliegen.

Im Anschluss an den Prozessentwurf folgt das Engineering des Prozessleitsystems. Da die Automatisierung eine entscheidende Rolle für den sicheren und effizienten Betrieb der Anlage spielt, ist es wichtig, dass diese im Betrieb korrekt funktioniert. Hierbei kann die virtuelle Inbetriebnahme einen wichtigen Beitrag leisten. Wichtig dabei ist, dass das originale Steuerungspro-



Mit dem virtuellen Zwilling können Anlagenfahrer schon geschult werden, bevor die reale Anlage in Betrieb geht.

gramm entweder auf einer realen oder emulierten Steuerung getestet werden kann. Bei der Modellierung ist auch über das Prozessverhalten hinaus besonders das Verhalten aller Geräte, mit denen die Automatisierung kommuniziert, zu berücksichtigen. Das kann sowohl auf der realen Hardware – zum Beispiel einer speicherprogrammierbaren Steuerung oder einem Prozessleitsystem – zum Ablauf gebracht werden als auch auf einer auf einem PC emulierten Automatisierung. Zudem besteht der Bedarf nach einem Operator-Training mittels Simulation,



um das Bedienpersonal möglichst realitätsnah auf dessen spätere Aufgaben vorzubereiten. Dies umfasst den Umgang mit dem Prozessleitsystem und mit dem verfahrenstechnischen Prozess. Die Schulung im Umgang mit dem Prozessleitsystem kann – in Abhängigkeit der Modellierungstiefe – auf Basis des Modells erfolgen, das für eine virtuelle Inbetriebnahme erstellt wurde.

Zuletzt gibt es die Gruppe der betriebsbegleitenden Entscheidungsunterstützung und Optimierung mittels Simulation. Hier erstreckt sich das Feld von Modell-prädiktiven Reglern bis hin zu Assistenzsystemen für den Bediener. Der Bediener kann hier bei seinen Entscheidungen unterstützt werden, indem verschiedene Produktionsszenarien vorab in einer Simulation untersucht werden können.

Welchen besonderen Nutzen bietet der Einsatz von Simulationstechniken und wie kann er quantifiziert werden?

Dr. M. Oppelt: Die Komplexität von modernen Prozessanlagen wächst stetig und damit steigen die Her-

ausforderungen an Design, Engineering und Betrieb dieser Anlagen. Die Optimierung von Kosten, Time-to-Market, Qualität und vor allem des sicheren Betriebs von Anlagen stellt Designer, Ingenieure und Bediener – ohne weitere Unterstützung – vor eine kaum lösbare Aufgabe. Prozessanlagen zeichnen sich darüber hinaus häufig durch ihre kontinuierliche oder chargenbasierte Produktion von gefährlichen Produkten aus. Somit ist im Betrieb von Prozessanlagen die Sicherheit ein entscheidender Faktor. Besondere Herausforderun-

gen sind, dass einerseits Prozessanlagen häufig über mehrere Jahre hinweg ohne Stillstand produzieren sollen, andererseits im Kontext von Industrie 4.0 erwartet wird, dass in Zukunft in vielen Sparten häufigere und kurzfristigere Produktionsänderungen erfolgen werden. Ziel der beteiligten Gewerke ist es, den möglichst idealen Betrieb der Anlage von Beginn an zu gewährleisten. Die Simulation spielt eine wichtige Rolle, um diese Herausforderungen zu meistern.

Ein konkretes Beispiel: Durch eine virtuelle Inbetriebnahme kann nach unseren Erfahrungen die reale Inbetriebnahmezeit um 30 – 60% reduziert werden, eine höhere Qualität der Automatisierungslösung wirkt sich direkt positiv auf die Time-to-Produktion aus.

Anlagen in der Prozesstechnik werden im Allgemeinen nicht vom zukünftigen Betreiber, sondern von Anlagenbauern – zum Beispiel einem EPC-Contractor – gebaut. Wer profitiert in der Kette von der Planung bis zur Inbetriebnahme einer Anlage am meisten von der Simulation?

Dr. M. Oppelt: Der Hauptbenefit der Simulation liegt zweifellos beim Anlagenbetreiber: Die Time-to-Market sinkt, er kann kostengünstiger produzieren, die Verfügbarkeit der Anlagen steigt. Fehler, die in einer frühen Phase des Lebenszyklus gefunden und korrigiert werden, rufen deutlich weniger Kosten hervor als Fehler, die erst spät, zum Beispiel in der Betriebsphase, gefunden werden. Außerdem sind Optimierungen der Produktion im laufenden Betrieb mit erheblich größeren Risiken verbunden als in der Planungsphase.

Werden heute bereits komplette Produktionsanlagen virtuell durch Simulation getestet?

Dr. M. Oppelt: Das Verfahren, eine komplette Produktionsanlage mithilfe der Simulation zu testen, bevor sie in Betrieb geht, ist in der Tat

noch nicht als Standard etabliert. Dabei sind die Vorteile einer solchen Simulation bestechend. Bereits in der Planungsphase – noch ehe auch nur ein einziges Bauteil installiert wird – lässt sich mithilfe der Simulation ermitteln, ob in der Produktionsanlage und vor allem in der Automatisierung Fehler vor-



Simulation ist heute bereits häufig Teil des normalen Engineering-Prozesses.

liegen. Wir haben bei Siemens dafür die Simulationssoftware Simit entwickelt, mit der eine komplette Produktionsanlage mit allen Komponenten, technischen Daten, Motoren, Pumpen usw. virtuell getestet werden kann, bevor der Bau beginnt. Simit bildet die künftige Anlage als eine Art virtuellen Zwilling ab, mit dem alle Schritte der Automatisierung im Detail durchgespielt werden können. Es hat sich gezeigt, dass neue Anlagen pünktlich und vor allem voll produktiv in Betrieb genommen werden können, wenn man sie vorher mit einem virtuellen Zwilling getestet hat. Ohne eine virtuelle Inbetriebnahme mithilfe einer Simulation kommt es immer wieder zu kostspieligen Stillstandzeiten, weil nachgebessert und optimiert werden muss.

Darüber hinaus lässt sich der virtuelle Zwilling nutzen, um Personal, vor allem die Anlagenfahrer in den Leitwarten, zu schulen, ehe die reale Anlage in Betrieb geht. Ein wichtiger Punkt dabei ist, dass Anlagenfahrer kritische Situationen beherrschen, die in der Realität sehr selten auftreten. Auch das lässt sich mithilfe der Simulation realitätsnah schulen.

Bei der Entwicklung von Simit war uns besonders wichtig, dass man nahtlos von der virtuellen Inbetriebnahme zum Operator-Training weiter gehen kann, ohne große zu-

sätzliche Investitionen in neue Tools und Modelle.

Wohin geht die Reise mit der Simulation?

Dr. M. Oppelt: Heutzutage werden Simulationen im Design, Engineering, Betrieb und fürs Training eingesetzt,

doch leider sind diese Anwendungen noch relativ losgelöst voneinander. Der investierte Aufwand aus frühen Phasen im Lebenszyklus einer Anlage wird so leider oft noch nicht vollständig weiterverwendet. Die durchgängige Nutzung von Simulation im Lebenszyklus wird ein wichtiger Schritt bei der weiteren Entwicklung sein.

Zudem wird sicher gerade im Bereich der betriebsbegleitenden Simulation in Zukunft einiges tun. So wird man zukünftig bei laufendem Betrieb verschiedene Optionen für die aktuelle Änderung eines Produktionsprozesses durchtesten, sich anschließend für die beste Möglichkeit entscheiden und diese sofort umsetzen können – genau wie bei einem Routenplaner, der in Echtzeit auf Basis aktueller Verkehrsdaten verschiedene Alternativrouten vorschlägt. Gerade bei Systemen mit langen Totzeiten werden diese Systeme mit prädiktiven Fähigkeiten sehr interessant sein. Darüber hinaus wird man mithilfe der betriebsbegleitenden Simulation auch bei Störungen besser entscheiden können, was zu tun ist. Tritt ein Schaden auf, kann man in Sekundenschnelle verschiedene Lösungen durchspielen und die beste davon auswählen.