

Modellierung von Anlagen und Betriebsro

Brühne: Wer in Neuanlagen oder Technik zur Erweiterung der gegebenen Möglichkeiten investiert, entwickelt auch Antworten für sein Unternehmen. Je genauer diese ausfallen, umso sicherer ist die Investitionsentscheidung zu treffen. Um belastbare Antworten zu erhalten, suchte ein Unternehmen nach einer Lösung, die Betriebssituation mit Modellierungsansätzen abzubilden. Dies gelang so gut, dass andere Firmen von dieser geleisteten Vorlage profitieren könnten.

» Die 1899 gegründete H. Brühne Baustoff- und Transport betreibt unter anderem in Warstein einen Steinbruch, in dem hochwertiger Kalkstein abgebaut, aufbereitet und vermarktet wird. Hauptabnehmer sind die Zement-, Kalk- und Stahlindustrie. Weitere Tätigkeitsbereiche der Brühne Gruppe sind im Segment Entsorgung & Recycling von mineralischen Abfällen angesiedelt.

Glücklicherweise wurde der Steinbruchbetrieb durch die schwächelnde Konjunktur der letzten Jahre nicht beeinträchtigt, so dass die vorhandenen Anlagenkapazitäten bereits gut ausgelastet waren als sich in 2005 ein zusätzlicher Auftrag eines Stahlproduzenten anbahnte, der immerhin zu einer Produkti-

onsausweitung um 30% führen sollte. Klar war, dass mit den vorhandenen Kapazitäten der zusätzliche potenzielle Auftrag nicht zu bewältigen sein konnte und eine Erweiterungsinvestition notwendig wurde. Dabei ergaben sich unter anderem folgende wichtige Fragen:

- Welche Anlagenaggregate sind zu ergänzen? (z.B. Silos)
- Welche Anlagenteile bilden einen Engpass? (z.B. Mühlen)
- Wie verändern sich die Prozesskosten?
- Wie kann Liefersicherheit gewährleistet werden?
- Fallen Kuppelprodukte an, die zusätzlich vermarktet werden müssten?
- Muss die Arbeitszeit verlängert werden?

Viele Fragen mit dem Ziel, mögliche Zukünfte zu antizipieren, um wettbewerbsfähige und nachhaltige Lösungen zu schaffen. Es musste ein marktfähiger Angebotspreis fixiert werden, aber dennoch die Erweiterungsinvestition zur Amortisation gelangen. Das sollte man mit verschiedenen Szenarien „durchspielen“ können, dachten sich die Verantwortlichen und suchten nach einer Lösung, die Betriebssituation in einem Modell abzubilden. Dazu benutzten sie zwei Modellierungsansätze, die hier abgebildet werden sollen.

Die Methode der Modellierung

Es ist für ein Unternehmen wie die Brühne Gruppe nicht unbedingt zu erwarten, dass es die Herausforderungen mit den hier beschriebenen Methoden angeht. Zugute kam den Entscheidern dabei aber, dass nach einigen Preisen zum Thema Innovations- und Wissensmanagement, z.B. die zum „Wissensmanager des Jahres 2003“, ein Spin Off gegründet worden war. Die think!t@nk Gesellschaft für Zukunftsgestaltung mbH hat die Kernkompetenzen in den beschriebenen Methodiken der

Wissensgenerierung, die auch in diesem Projekt eingesetzt werden konnten.

Ein Modell ist eine Nachbildung eines Gegenstands, bei dem die für wesentlich erachteten Eigenschaften hervorgehoben werden. Die als nebensächlich angesehenen Aspekte werden außer Acht gelassen. In diesem vereinfachten Abbild der Wirklichkeit, entscheidet der Betrachter (Benutzer) des Modells, was wichtig ist. Vorab ist zu klären, was man mit einem Modell erreichen will.

Entscheidungen werden immer anhand von Modellen getroffen, die sich im Gehirn des Entscheiders darstellen. Oftmals sind es reine mentale Modelle, die zu intuitiven Entscheidungen führen. Sind mehrere Bereiche betroffen gibt es unterschiedliche Ansätze und Konsensentscheidungen werden schwierig. Modelle, die man gemeinsam erarbeitet, helfen diese Konsensentscheidung zu unterstützen, denn damit werden auch Wissensunterschiede ausgeglichen. So entsteht Organisationales Wissen und es wird eine gemeinsame Sprache gesprochen, nämlich die der gewählten Modellierungsmethode.

Im dargestellten Fall galt es eine Zukunftssituation abzubilden. Insbesondere bei der Formulierung von Zukunftsszenarien hilft die Modellbildung, zumal verschiedene Anlagenkonzeptionen nicht real dargestellt werden können. Auf Modellebene lassen sich verschiedene mögliche Zukünfte durchspielen und aus den Erkenntnissen im Vorfeld lernen.

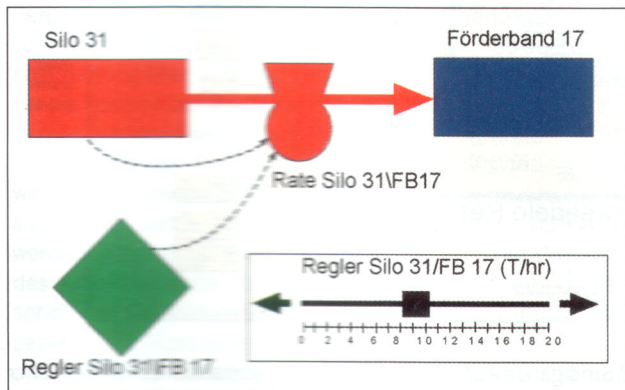
Modellierung der technischen Aufbereitungsanlage

Bei der Modellierung der Aufbereitungsanlage wurde auf die Modellierungssprache system dynamics language (SDL) zurückgegriffen. Die Methode wurde bereits in den Fünfzigern des letzten Jahrhunderts am Massachusetts Institute of Technology (MIT) in den USA von Jay Forrester entwickelt. Die SDL nutzt nur wenige Symbole um ein System zu beschreiben. Hier seien nur zwei erwähnt, die Stocks und Flows.

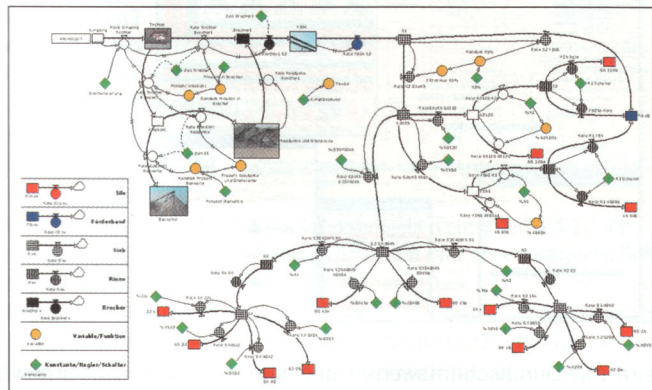
Stocks sind Speicher und Flows die Bewegungen, die zu Veränderungen der Speicherinhalte führen. Die Speicher werden benötigt, um später Simulationen durchzuführen und die Zustände während des Simulationslaufes anzeigen zu lassen. Im Bild dargestellt ist der Abfluss aus einem Silo auf ein Förderband. Beide sind (in rot und blau) als Stock dargestellt, damit jederzeit bekannt ist, welche Mengen in bzw. auf den Aggregaten vorhanden sind.

Transparenz von fern und nah

Die Baumaschine hat sich auf die Socken gemacht - natürlich nicht allein, sondern mit „Hilfe“ eines findigen Diebes. Daneben muss noch die aktuelle Tagesproduktion ermittelt, die Anlagenhydraulik überprüft und gegebenenfalls die Disposition der Transportfahrzeuge auf die Reihe gebracht werden. Alles gar kein Problem mit den richtigen Lösungen. Die Baumaschine „meldet“ sich von selbst, sobald sie den programmierten Einsatzbereich verlässt und auch für alle anderen Fragen, die im Tagesgeschäft am Rande der Produktion eine Rolle spielen, wurden von verschiedenen Anbietern zuverlässige Lösungen geschaffen. Sie sorgen für Transparenz, ermöglichen rechtzeitiges Eingreifen bei Störungen oder noch besser davor und erleichtern künftige Planungen.



Schematische Darstellung des Abflusses aus einem Silo auf ein Förderband. Beide sind (in rot und blau) als Stock dargestellt, damit jederzeit bekannt ist, welche Mengen in bzw. auf den Aggregaten vorhanden sind.



System Dynamics Modell des Vöbrechers Förderbänder, Silos, Rinnen, Siebe, Brecher und Mühlen sind im Modell als Stocks angelegt. Die komplexe Grafik zeigt hier lediglich die Systemumgebung des Vöbrechers der Anlage.

Die Rate gibt die Menge je Zeiteinheit an, mit der Material von einem Aggregat zum nächsten fließt.

Förderbänder, Silos, Rinnen, Siebe, Brecher und Mühlen sind im Modell als Stocks angelegt. Die entsprechende Grafik vermittelt einen Eindruck von der Komplexität des Modells; und dabei zeigt sie lediglich die Systemumgebung des Vöbrechers der Anlage.

Die komplette Aufbereitungsanlage wurde mit einem Aufwand von drei Mannmonaten modelliert. Erst danach ließen sich verschiedene Betriebssituationen simulieren. Die eingesetzte Software Powersim bietet die Möglichkeit, die im Modell formulierten Variablen und Hilfsgrößen als Regler abzubilden und auch während der Simulation zu verändern. Solche Hilfsgrößen sind zum Beispiel die Länge der Förderbänder und die Förderbandgeschwindigkeit. Den Ausfall eines Förderbandes würde man durch die Reduzierung der Bandgeschwindigkeit auf 0 darstellen. So ließ sich ein Simulations-Cockpit aufbauen, mit dem Veränderungen in der Anlage getestet werden konnten.

Ergebnis der Betrachtung war die Konkretisierung der notwendigen Erweiterungsinvestitionen. Da die Mengenerhöhung für das Stahlwerk komplett im Bereich der feinen Körnung lag (Brechsand) wurden zusätzlich zwei parallel laufende

Mühlen eingeplant, die in Verbindung mit zusätzlichen Puffersilos eine Belieferung auch dann sicher stellt, wenn eine Mühle ausfallen sollte. Erfreulich war, dass durch die Mengenführung ein Vermarktungszwang für Kuppelprodukte nicht nötig wurde. Damit war die technische Machbarkeit geprüft und die Grundlage zur Investitionsplanung gelegt. Was fehlte war eine Einschätzung der Veränderung in den Prozesskosten, um die Preisfindung zu validieren. Hierfür fiel die Entscheidung auf eine andere Methode der Modellierung.

Modellierung des Prozessmodells

Die Prozessmodellierung verfolgt das Ziel, sämtliche Geschäftsprozesse im Detail zu beschreiben und zu vernetzen. Im Gegensatz zu einer reinen grafischen und statischen Darstellung aus unserem Qualitätsmanagement sollten auch die Prozesse so modelliert werden, dass eine Simulation zur Ermittlung der Prozesskosten möglich wird. In Abweichung zur Modellierung der Technischen Anlage standen hier logistische, dispositive und administrative Prozesse im Vordergrund. So sollte das Zusammenspiel der Faktoren Abbaugelände, Lage der Aufbereitungsanlage, Waagen und Lagerflächen ebenso berücksichtigt werden, wie die

Verfügbarkeit von Anlagen, Personal und Maschinenkapazitäten.

Unter Moderation eines externen Beraters kamen Mitarbeiter aus Betrieb, Vertrieb, Qualitätsmanagement und Geschäftsleitung zu einem Workshop zusammen. Für die Prozessanalysen stehen zahlreiche Softwarelösungen bereit, die vom Fraunhofer-Institut miteinander verglichen und bewertet wurden. Verwendet wurde schließlich das Modellierungstool Bonapart aus dem Softwarehaus pikos. Im Bild wird ein Teilprozess gezeigt. Aufgaben, die darin etwas dunkler dargestellt werden, besitzen noch eine weitere Detaillierungsstufe.

Insgesamt wurden acht Workshoptage mit durchschnittlich sechs Mitarbeitern benötigt, um die Prozesse in der kompletten Aufbereitungsanlage abzubilden. Die Workshops wurden in drei Blöcken von zwei bis drei Tagen durchgeführt. Die Zwischenzeit galt der weiteren Datengewinnung. Kostensätze für die einzelnen Aggregate, aufgeteilt nach fixen und variablen Bestandteilen, sowie die benötigten Zeiten lagen nicht immer vor. So wurden im Werk beispielsweise Zeitmessungen und Strichlisten nötig. Die hierbei festgestellte Streubreite variiert je nach Anfahrtsweg, Verladestelle, zu verladenem Material, Wartezeiten und zahlreichen weiteren Faktoren. Aus diesem Grund

- Suspensions- Mischanlagen
- Chargen- und Durchlaufmischer
- Injektionsanlagen
- Schlauchpumpen
- Rührwerksbehälter
- Zubehör
- Serviceleistungen



Beste Ergebnisse und höchste Wirtschaftlichkeit!

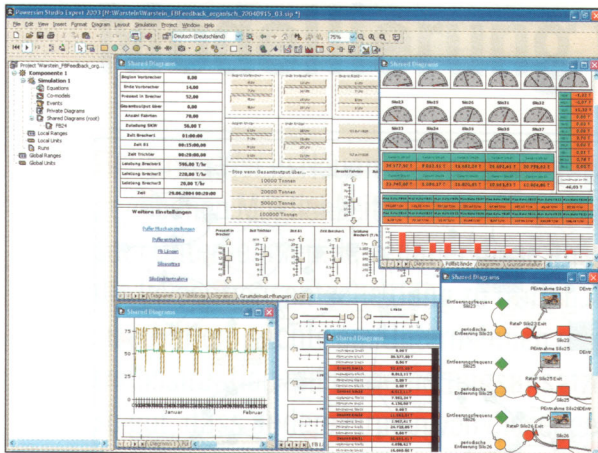
Für höchste Anforderungen an die Homogenität, bestem kolloidalen Aufschluss und konstanter Rheologie des dispersen Systems.

Wir führen ein lückenloses Programm von Geräten rund um das Mischen, Aufbereiten und Fördern von Suspensionen, Komplettausstattungen sowie individuelle Lösungen.

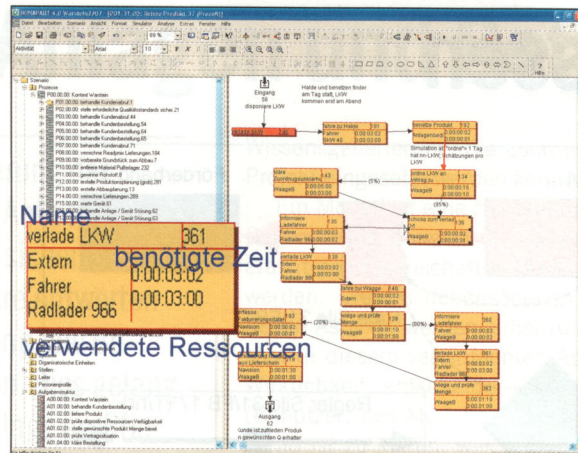
Wir beraten Sie gerne zu speziellen Lösungen.
Kontakt: franz.fink@mat-oa.de

MAT[®]
Mischanlagentechnik GmbH

Illerstraße 6 / D-87509 Immenstadt-Seifen
Telefon: +49 (0) 8323 / 9641-0
Telefax: +49 (0) 8323 / 9641-50



Simulations-Cockpit der Aufbereitungsanlage.
Ergebnis der Betrachtung war die Konkretisierung der notwendigen Erweiterungsinvestitionen.



Prozessdarstellung mit Bona-part.
(Bilder: brühne-gruppe)

wird mit Durchschnittswerten und Minstdauer gearbeitet. Ausreißer werden interpoliert.

Letztendlich vollzog sich die Modellierung in folgenden Schritten:

1. Festlegung der eingesetzten Ressourcen (z.B. Maschinen, Personal)
 2. Festlegung der variablen und fixen Kosten je Ressource
 3. Kapazität der Ressourcen
 4. Formulierung der Prozesse, Teilprozesse und Aufgaben inkl. Frequenzen und Durchlaufzeiten
 5. Zuordnung des Bedarfs an Ressourcen
- Das Ergebnis der Simulation sind Tabellen in denen die Kosten pro Geschäftsfall, bzw. die Kosten für den Prozess pro Jahr ausgewiesen werden. Über eine Energiebalance – eine Auswertung bezogen auf die kundenbezogenen Kosten – lässt sich die eigene Preispolitik überprüfen. Eine einfache Pareto-Aufstellung macht deutlich, an welchen Prozessschritten verstärkter Optimierungsbedarf besteht.

Validierung des Modells

Bevor man Zukunftsszenarien abbildet, wird das Modell für die gegenwärtige Situation erstellt. Bei der ersten Simulation ergaben sich etwa nur 50% der im Rechnungswesen tatsächlich ausgewiesenen Kosten. Das Modell war also nicht geeignet, die Realität wider zu spiegeln. Außerdem war der simulierte Bedarf an Radladern größer als der Bestand. Hier war eine zweite Iterationsrunde gefragt. Welche Prozesse wurden falsch beschrie-

ben oder falsch bewertet? Sind ganze Aufgaben vergessen worden?

Das Ergebnis ist nicht verwunderlich, da in der Tat viele Aufgaben anfallen, die eher unbewusst aus Routine durchgeführt werden. Nach zwei Runden konnte die Validierungshürde von 80% aber weit überschritten werden. Das Modell ermittelte mit einer zehnpromtigen Unsicherheit den Ressourcenbedarf und die Kosten, wie sie bekannt waren. Veränderungen für die Zukunft dürfen nur auf Basis dieses bereits validierten Modells erfolgen, da sonst die Ungenauigkeit zu groß würde.

Die Simulation ist schließlich nur so gut wie die Rohdaten, die man zur Verfügung stellt. Die Analysesoftware ist kein Buchhaltungsprogramm, das auf die Nachkommastelle genau arbeitet, sondern ein Instrument, welches ein wahrscheinliches Verhalten von komplexen Systemen voraussagen lässt. Prozessmodellierung ist daher ein exzellentes Werkzeug, um frühzeitig Fehler zu erkennen und zu vermeiden.

Erkenntnisse aus der Umsetzung

Besonders fruchtbar war die Workshopmethode zur Prozessmodellierung. Zwar kennen die handelnden Personen ihre Prozesse und die damit verbundenen Schwächen in der Regel genau, jedoch können sie nicht vorher-sagen, wie sich das System bei Änderungen verhalten wird. Zusammen mit der erhöhten Transparenz über bestehende Prozesse liegt hierin genau die Stärke der Methode. Durch den Workshop ließ sich zusätzliches Wissen

generieren und vorhandenes Wissen über das Modell verteilen. So wurden erstmals Prozesskosten sowie Kunden- und Produktdeckungsbeiträge sichtbar. Auch wenn ein hoher Personalaufwand damit verbunden war, hat die Modellierung sich ausgezahlt.

Etwas anders stellt sich die Situation bei der Anlagenmodellierung dar. Hier hat ein Mitarbeiter allein das Modell entwickelt, während es für die anderen Mitarbeiter eine Art Black Box war. Entsprechend entwickelte sich Skepsis bei den Mitarbeitern, weil nicht immer nachvollziehbar war, warum bestimmte Ergebnisse herauskamen. Die Bereitschaft, hieraus Erkenntnisse zu ziehen, war wesentlich geringer. Die Komplexität der Methodensystem dynamics schließt allerdings die Anwendung der Workshopmethode aus.

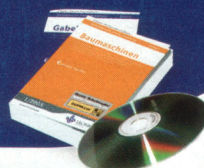
Leider sind beide Anwendungen alles andere als trivial, denn sie verlangen zeintensive hochqualifizierte Arbeit, die entsprechend dimensionierte Kosten verursacht.

Im Mai 2005 konnte die brühne-gruppe schließlich real einen zehnjährigen Liefervertrag mit einem Stahlproduzenten unterzeichnen. Daraufhin ging es in die Realisierungsphase zum Bau einer neuen Bahnverladung und der Anlagenerweiterung. Der Liefervertrag startete pünktlich im Februar 2007.

✗ **SUSA Wegweiser**
Dipl. oec. Rainer Weichbrodt
Dipl. Ing. Michael Herbes
H. Brühne Baustoff- und Transport GmbH & Co KG
www.bruehne.de

GEBRAUCHTMASCHINEN
sicher und schnell bewerten

www.lectura.de



erfolgreich verhandeln –
sicher und gut entscheiden!



LECTURA
Fachverlag