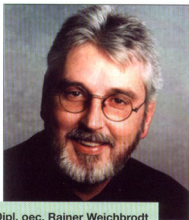


Modellierung von Anlagen und Betriebsprozessen

von Rainer Weichbrodt* und Michael Herbes**



Dipl. oec. Rainer Weichbrodt



Dipl. Ing. Michael Herbes

Die 1899 gegründete H. Brühne Baustoff- und Transport betreibt u.a. 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 mit ihren 70 Mitarbeitern sind die Bereiche Entsorgung und Recycling von mineralischen Abfällen an den Standorten Wetter-Volmarstein und Duisburg.

*Dipl. oec. Rainer Weichbrodt ist Geschäftsführer und

**Dipl. Ing. Michael Herbes Qualitätsbeauftragter der H. Brühne Baustoff- und Transport GmbH & Co KG

Glücklicherweise wurde der Steinwerksbetrieb durch die schwächelnde Konjunktur in den letzten Jahren nicht beeinträchtigt, so dass die vorhandenen Anlagenkapazitäten bereits gut ausgelastet waren, als sich im Jahr 2005 ein zusätzlicher Auftrag der Thyssen Krupp Steel AG anbahnte, der immerhin zu einer Produktionsausweitung um 30% führen sollte. Deutlich wurde, dass mit den vorhandenen Kapazitäten der zusätzliche potenzielle Auftrag nicht zu bewältigen und eine Erweiterungsinvestition erforderlich war. Dabei ergaben sich u.a. 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 die 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. Wenn man alles mal "durchspielen" könnte, dachten wir und suchten nach einer Lösung, die Betriebssituation in einem Modell abzubilden. Dazu benutzen wir zwei Modellierungsansätze, die hier im Folgenden vorgestellt werden sollen.

Die Methode der Modellierung

Es ist für ein Unternehmen wie die Brühne-Gruppe nicht unbedingt zu erwarten, die Herausforderungen mit den hier beschriebenen Methoden angehen zu wollen. Zugute kam uns, dass wir nach einigen Preisen zum Thema Innovations- und Wissensmanagement, z.B. die durch die Commerzbank, die Zeitschrift Impulse und die Financial Times Deutschland vergebene Auszeichnung zum Wissensmanager des Jahres 2003, ein Spin-Off gegründet hatten. Die think!@nk Gesellschaft für Zukunftsgestaltung mbH aus Dortmund hat die Kernkompetenzen in den beschriebenen Methodiken der Wissensgenerierung, die auch in diesem Projekt eingesetzt werden konnten.

Was ist ein Modell?

Ein Modell ist eine Nachbildung (Darstellung, Wiedergabe oder Reproduktion) eines Gegenstands, bei dem die für wesentlich erachteten Eigenschaften hervorgehoben werden. Die als nebensächlich angesehenen Aspekte lässt man außer Acht. Ein Modell ist in diesem Sinn also ein vereinfachtes Abbild der Wirklichkeit. Was wichtig ist, hängt vom Betrachter (Benutzer) des Modells ab. Von Bedeutung ist dabei, was man mit einem Modell erreichen will bzw. wozu es dient. Menschen versuchen mit Hilfe von Modellen den Gedanken, Fantasien und Vorstellungen ein „Gesicht“ zu geben. Modelle helfen beim Erklären von Problemstellungen, Sachverhalten und Erkenntnisständen.

Warum Modellierung?

Nun wir mussten Entscheidungen treffen. 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 Meinungen und Konsensentscheidungen werden schwierig. Modelle, die man gemeinsam erarbeitet, helfen diese Konsensentscheidung zu unterstützen. Jeder Beteiligte gibt sein Wissen in das gemeinsame Modell ein, so dass Wissensunterschiede ausgeglichen werden. So entsteht Organisationales Wissen und es wird eine gemeinsame Sprache gesprochen, nämlich die der gewählten Modellierungsmethode. In unserem Fall galt es eine Zukunftssituation abzubilden. Insbesondere bei der Formulierung von Zukunftsszenarien hilft die Modellbildung. Es leuchtet ein, dass verschiedene Anlagenkonzeptionen nicht real dargestellt werden können. Man kann so mögliche Zukünfte durchspielen und aus den Erkenntnissen im Vorfeld lernen.

Die Modellierung der technischen Aufbereitungsanlage

Bei der Modellierung der Aufbereitungsanlage griffen wir auf die Modellierungssprache system dynamics

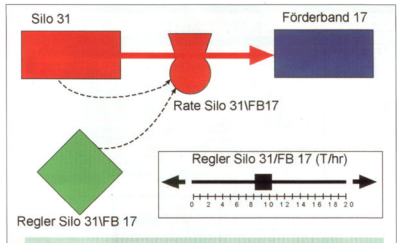


Abb. 1: Schematische Darstellung des Abflusses aus einem Silo

language (SDL) zurück. Die Methode system dynamics wurde bereits in den Fünfzigern des letzten Jahrhunderts am Massachusetts Institute of Technology (MIT) in den USA von Jay Forrester entwickelt. Bekannteste Anwendung war sicher das Welt-Modell, dass von Donella Meadows im Rahmen des Berichts an den Club of Rome „Die Grenzen des Wachstums“ 1992 entwickelt wurde. 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 Si-

mulationen durchzuführen und die Zustände während des Simulationslaufes anzeigen zu lassen. Die Abbildung zeigt den Abfluss aus einem Silo auf ein Förderband. Beide sind als Stock dargestellt, damit jederzeit bekannt ist, welche Mengen in bzw. auf den Aggregaten vorhanden sind. 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 in dem Modell als Stocks angelegt. Die obige Grafik gibt sicher einen Eindruck über die Komplexität des Modells. Abbildung 2 zeigt lediglich die Systemumgebung des Vorbereiters der Anlage.

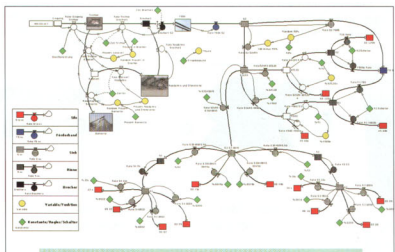


Abb. 2: System Dynamics Modell des Vorbereiters

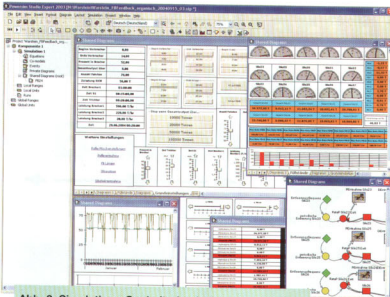


Abb. 3: Simulations-Cockpit der Aufbereitungsanlage

Die komplette Aufbereitungsanlage wurde mit einem Aufwand von drei Mannmonaten modelliert. Erst danach konnten wir verschiedene Betriebsituationen simulieren. Die von uns eingesetzte Software Powersim bietet die Möglichkeit, die im Modell formulierten Variablen und Hilfsgrößen als Regler abzubilden und auch während der Simulation zu verändern. Eine solche Hilfsgröße ist zum Beispiel die Länge der Förderbänder und die Förderbandgeschwindigkeit. Einen Ausfall eines Förderbandes würde man durch die Reduzierung der Bandgeschwindigkeit auf 0 darstellen. So konnten wir ein Simulations-Cockpit aufbauen, mit dem wir Veränderungen in der Anlage testen 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. Hier entschieden wir uns für eine andere Methode der Modellie-

rung.

Die Modellierung des Prozessmodells

Jedes Unternehmen ist ein komplexes Geflecht von aufeinander abgestimmten Prozessen. Die Prozessmodellierung hat 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. Im Gegensatz zur Modellierung der technischen Anlage standen hier logistische, dispositive und administrative Prozesse im Vordergrund. Hierbei 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. Abbildung 4 zeigt einen Teilprozess. Die Aufgaben, die etwas dunkler dargestellt werden, besitzen noch eine weitere Detaillierungsstufe. Insgesamt wurden acht Workshop-tage mit durchschnittlich sechs Mitarbeitern benötigt, um die Prozesse im

BR

Fachzeitschrift für Baustoff Recycling + Deponietechnik

Mediadaten 2006 – jetzt erhältlich!

Die neuen Mediadaten 2006 sind jetzt verfügbar
und zum Download bereit unter:

www.Giesel-Verlag.de



GIESEL Verlag

Giesel Verlag GmbH

Andrea Krause

Reh Kamp 3

30916 Isernhagen HB

Tel. +49 (0)511/7304-141

Fax +49 (0)511/7304-157

akrause@giesel.de

www.giesel-verlag.de

Steinwerk abzubilden. Diese Workshops wurden in drei Blöcken von zwei bis drei Tagen durchgeführt. Die Zwischenzeit wurde zur Datengewinnung genutzt. Kostensätze für die einzelnen Aggregate, aufgeteilt nach fixen und variablen Bestandteilen, sowie die benötigten Zeiten lagen nicht immer vor. So wurden im Steinwerk z. B. Zeitmessungen und Strichlisten nötig. Die hierbei festgestellte Streubreite variiert je nach Anfahrtsweg, Verladestelle, zu verladendem Material, Wartezeiten und zahlreichen weiteren Faktoren. Aus diesem Grund wird mit Durchschnittswerten und Mindestdauer gearbeitet. Ausreißer werden interpoliert. Letztendlich vollzog sich die Modellierung in folgenden Schritten.

1. Festlegung der eingesetzten Ressourcen (beispielsweise Maschinen, Personal)
2. Festlegung der variablen und fixen Kosten je Ressource
3. Kapazität der Ressourcen
4. Formulierung der Prozesse, Teilprozesse und Aufgaben inkl. deren 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 lässt schnell erkennen, 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 widerzuspiegeln. Außerdem war der simulierte Bedarf an Radladern größer als der Bestand. Also gingen wir in die zweite Iterationsrunde. Welche Prozesse wurden falsch beschrieben oder falsch bewertet? Sind ganze Aufgaben vergessen worden?

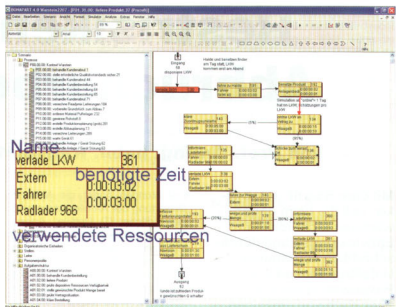


Abb. 4: Prozessdarstellung mit Bonapart

Das Ergebnis ist nicht verwunderlich, da in der Tat viele Aufgaben anfallen, die eher unbewusst aus Routine durchgeführt werden. Nach zwei Runden konnten wir die Validierungshürde von 80% weit überschreiten. Das Modell ermittelte mit einer zehnprozentigen Unsicherheit den Ressourcenbedarf und die Kosten, wie sie uns 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 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, das ein wahrscheinliches Verhalten von komplexem System voraussagen lässt. Prozessmodellierung ist daher ein exzellentes Werkzeug, um frühzeitige Fehler zu erkennen und zu vermeiden.

Erkenntnisse

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 vorhersagen, wie sich das System bei Änderungen verhalten wird. Zusammen mit der erhöhten Transparenz über be-

stehende Prozesse liegt hierin genau die Stärke der Methode. Durch den Workshop konnten wir zusätzliches Wissen generieren und vorhandenes Wissen über das Modell verteilen. Wir erhielten erstmals Prozesskosten sowie Kunden- und Produktdeckungsbeiträge. Auch wenn es einen hohen Personalaufwand bedurfte, hat die Modellierung sich ausgezahlt.

Etwas anders war es bei der Anlagenmodellierung. Hier hat ein Mitarbeiter allein das Modell entwickelt. Für die anderen Mitarbeiter war es mehr eine Black Box. Wir konnten eine deutliche Skepsis bei den Mitarbeitern feststellen, weil nicht immer nachvollziehbar war, warum nun bestimmte Ergebnisse herauskamen. Die Bereitschaft, hieraus Erkenntnisse zu ziehen war wesentlich geringer. Die Komplexität der Methodensystem dynamics erlaubt aber nicht die Anwendung der Workshopmethode.

Leider sind beide Anwendungen alles andere als trivial. Es verlangt zeitintensive hochqualifizierte Arbeit, die dementsprechend auch Kosten verursacht.

Im Mai 2005 konnte die brühne gruppe einen zehnjährigen Liefervertrag mit der Thyssen Krupp Steel AG unterzeichnen. Nun geht es in die Realisation des Baus einer neuen Bahnverladung und der Anlagenverlagerung, damit die Lieferungen pünktlich im Februar 2007 beginnen können.