

o. Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. W. Eversheim
Lehrstuhl für Produktionssystematik RWTH Aachen

Rechnerunterstützte Projektierung komplexer Industrieanlagen

Dipl.-Ing. R. Koch

Einleitung

Die Angebotsbearbeitung für komplexe Industrieanlagen ist mit einem erheblichen Aufwand verbunden, der aus der Vielzahl notwendiger Berechnungen und der Menge der dabei zu handhabenden Informationen resultiert. Hier führt der Einsatz der EDV für weitgehend schematische Tätigkeiten, d. h. Berechnen, Informationsbereitstellung, Darstellen usw., zu einer erheblichen Entlastung des Projektors. Als weitere Vorteile des EDV-Einsatzes sind zu erwarten:

- schnellere Angebotsabgabe,
- unmittelbare Erarbeitung von Alternativlösungen und
- einheitliche hohe Angebotsqualität [1; 2].

Als besonders geeignet erweisen sich Systeme, die nicht nur die Bearbeitung einzelner Teilaufgaben, wie Materialflußrechnung, Auslegung oder Darstellung, unterstützen, sondern den gesamten Projektierungsablauf von der Ermittlung der notwendigen Anlagenfunktionen bis zur Dokumentation der technischen Lösung überdecken.

Ein derartiges Programmsystem wurde am Lehrstuhl für Produktionssystematik des Werkzeugmaschinenlabors der RWTH Aachen entwickelt. Der Projektor hat bei diesem System die Möglichkeit, den Entwurfsablauf und damit die Gestaltung der Anlage im Dialog mit dem Rechner zu beeinflussen.

Schwerpunkte bei der Entwicklung* des Systems waren

- die Einsetzbarkeit des Systems auch für die Projektierung von Anlagen mit vernetztem Materialfluß,
- die strikte Trennung von neutralen und betriebs- oder anlagenspezifischen Programmteilen und
- eine dateiorientierte Programmierung. Dadurch soll eine möglichst problemlose Anpassung für die Projektierung unterschiedlicher Anlagenarten und an die Planung auf anderen Komplexitätsebenen (Anlage, Maschinengruppe, Maschine) erreicht werden. Das System wurde für die Projektierung von Stahlwerken erprobt.

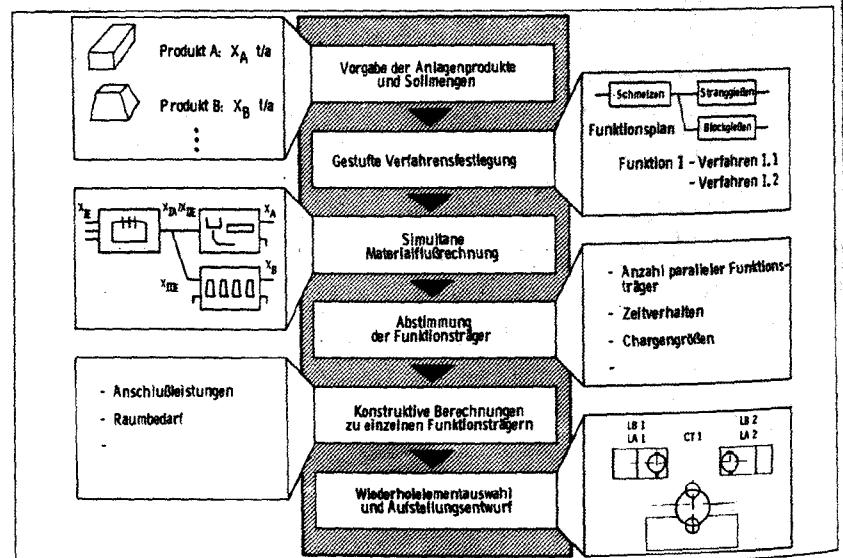
Projektierungsablauf

Der Ablauf der rechnerunterstützten Projektierung, der sich an den Methoden der Konstruktionssystematik [3] zur Bestimmung der technischen Lösung orientiert, ist in Bild 1 dargestellt.

Ausgehend von den mit der Anlage herzustellenden Produkten und den zugehörigen Mengengerüsten werden die erforderlichen

Verfahrensschritte festgelegt. Hierbei erweist sich eine gestufte Vorgehensweise als zweckmäßig, um die dem Projektor in den einzelnen Phasen angebotenen Informationen auf ein überschaubares Maß zu begrenzen.

ordnung von Funktionen und Funktionsträgern nicht automatisieren. Hier kann nur der Projektor aufgrund seiner Kenntnis der Randbedingungen für den späteren Anlagenbetrieb - Umweltschutzforderungen, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen,



1 Ablauf der rechnerunterstützten Projektierung von Industrieanlagen

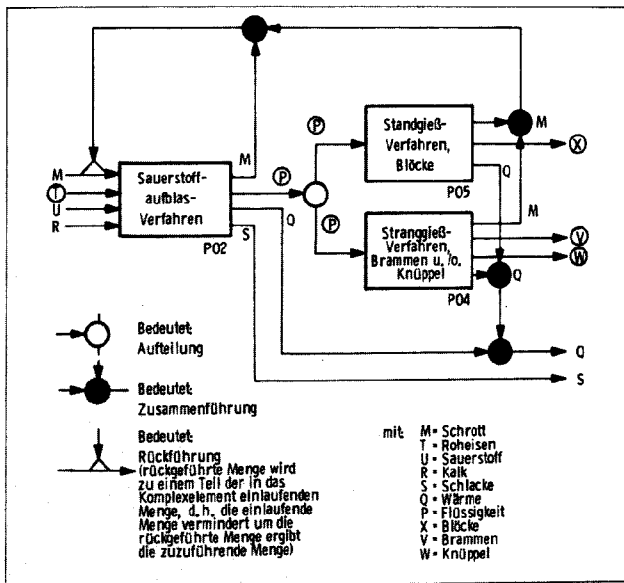
Zunächst entwirft der Projektor für jedes Produkt der zu planenden Anlage einen Funktionsplan, der alle technologisch notwendigen und aus Kundenforderungen hervorgehenden Funktionen enthält. Durch die Zusammenfassung gleicher Funktionen, die in mehreren produktspezifischen Plänen enthalten sind, entsteht der Anlagenfunktionsplan, der gleichzeitig die Hauptmaterialflüsse zwischen den Anlagenteilsystemen wiedergibt. Die einzelnen Funktionspläne wie auch der gesamte Anlagenfunktionsplan werden zur Kontrolle durch den Projektor auf einem graphischen Bildschirm dargestellt. Dabei besteht die Möglichkeit, sie im Interesse eines günstigeren Materialflusses umzuordnen oder im Rahmen der technologischen Grenzen zu verändern.

Den nächsten Schritt der Verfahrensfestlegung stellt die Zuordnung von Funktionsträgern (Verfahren) zu den Funktionen dar. Als Beispiel ist hier die Auswahl zwischen „Elektrolichtbogenofenverfahren“, „Sauerstoffaufblasverfahren“, „Sauerstoffbodenblasverfahren“ usw. für die Funktion „Rohstahl erzeugen“ zu nennen. Ebenso wie die Einplanung von Funktionen, die aus Kundenforderungen resultieren, technologisch jedoch nicht erforderlich sind, läßt sich auch die Zu-

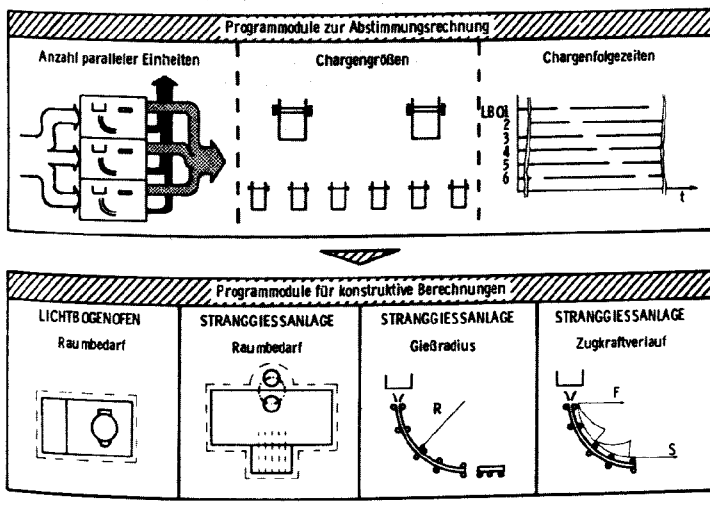
vorhandene Energieträger - die geeignete Alternative auswählen.

Der so entstandene, auf die Gesamtanlage bezogene Funktionsträgerplan bildet die Basis für die Materialflußrechnung. Für alle Funktionsträger sind sogenannte Richteinsätze definiert, die das Verhältnis von Einsatzstoffen zu Produkten und - zum Teil wiedereinsatzbaren - Nebenprodukten kennzeichnen. Mit diesen Richteinsatzfunktionen wird ein Gleichungssystem aufgebaut, das die Materialflüsse innerhalb der Gesamtanlage beschreibt. Die Lösung des Gleichungssystems ergibt die Einsatzstoff- und Produktionsmengen für die Gesamtanlage und die einzelnen Funktionsträger. Als besonderer Vorteil dieses Verfahrens ist zu nennen, daß wiedereinsatzbare Nebenprodukte, die den Gesamteinsatz in die Anlage vermindert, direkt berücksichtigt werden (Bild 2), ohne daß rechenzeitintensive Iterationen durchzuführen sind.

Die Mengenbilanzen der Anlagenteilsysteme stellen die Ausgangsdaten für die weitere Abstimmung der Funktionsträger dar. Über das Zusammenwirken der Anlagenteilsysteme entscheidet nicht nur, daß sie hinsichtlich des Durchsatzes angepaßt sind. Das Zeitverhalten der Teilsysteme, die Chargen- oder Losgrößen und die



2 Berechnungsmodell für ein Stahlwerk unter Berücksichtigung der wiedereinsatzbaren Stoffe



Beispiele zur Abstimmungsrechnung und zu konstruktiven Berechnungen

Da bei Wiederholelementen auch deren geometrische Daten bekannt sind, bietet es sich an, einen Programmodul zur interaktiven Layouterstellung in das System zu integrieren, um neben den alphanumerischen technischen Beschreibungen zusätzlich eine graphische Darstellung der projektierten Anlage zu generieren.

Zusammenfassung

Das entwickelte System ANPRO 2 eignet sich zur Projektierung komplexer Industrieanlagen mit linearen oder verzweigten Materialflüssen. Es unterstützt den Projektteur bei schematischen Tätigkeiten, läßt ihm andererseits genügend Entscheidungsspielraum, um bei der Gestaltung der Anlage seine Erfahrungen und Kenntnisse einzubringen. Das System ist auf die Projektierung anderer Anlagenarten übertragbar, wobei folgende Vorbereitungs-schritte durchzuführen sind:

- systematische Zusammenstellung der mit der betrachteten Anlagenart zu produzierenden Stoffe sowie Definition der zugehörigen Anlagenfunktionen und Funktionsträger,
- Ermittlung der Richtzeitsfunktionen für alle Funktionsträger,
- Definition der Abstimmungsregeln und Entwicklung der Bausteine für konstruktive Berechnungen.

Für die Wiederholteilsuche und die graphische Ergebnisdokumentation befinden sich z. Z. Programmmodule in der Planung, die auf diese Problemstellungen speziell ausgerichtet sind und eine zusätzliche Verbesserung der Arbeit des Projektteurs ermöglichen werden.

Schrifttum

1. Bracke, W.: Automatisierte technische Angebotsbearbeitung für Industrieanlagen. Dissertation TH Aachen 1978.
2. Eversheim, W.; Bracke, W.; Koch, R.: Rechnerunterstützte Anlagenprojektierung am Beispiel von Verzinkungslinien. Industrie-Anzeiger 101 (1979) Nr. 73, S. 22/25.
3. Baumann, H.-G.: Systematisches Konstruieren und Berechnen komplexer technischer Systeme. Blech Rohre Profile (1976) Nr. 9, S. 234/240.

kt- bzw. Chargenfolgezeiten sind von hoher Bedeutung. Nach erfolgter Abstimmungsrechnung, deren Ablauf der Projektteur im Dialog mit dem Rechner bestimmt, werden zu den einzelnen Funktionsträgern Berechnungsmodulare angefordert, mit deren Hilfe funktionsträgerbezogene Kenndaten zu generieren sind (Bild 3).

Für die beiden zuletzt beschriebenen Planungsaufgaben, die Abstimmung und konstruktiven Berechnungen, werden in der Systemimplementierung eindeutig begrenzte, betriebsspezifische Programmbausteine in das entwickelte System eingebunden. Die betriebsneutralen Systemteile übernehmen die Ergebnisplanung zwischen den Berechnungsbausteinen und die Ergebnisverwaltung. Schnittstelle zwischen den spezifi-

schen Programmteilen und dem neutralen System ist einheitlich, so daß ein Austausch von Programmmodulen, Änderungen oder Erweiterungen erheblich erleichtert wird.

Die im Rahmen der bisher beschriebenen Planungsabschnitte ermittelten Daten sind geeignet, um im letzten Arbeitsschritt aus dem Bestand vorhandener konstruktiver Lösungen wiederverwendbare Ausführungen zu suchen, die die festgelegten Anforderungen möglichst gut erfüllen. Ziel hierbei ist, für alle Anlagenteilsysteme vorhandene oder ähnliche Lösungen zu finden und damit eine weitgehend gesicherte Aussage über Realisierbarkeit, Investitionsvolumen, Liefermöglichkeiten, technische Eigenschaften der Gesamtanlage und der enthaltenen Teilsysteme treffen zu können.