



Doctoral Thesis

Interaktiver rechnergestützter Entwurf von absatzweise arbeitenden chemischen Anlagen

Author(s):

Toller, Werner

Publication Date:

1986

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000362991> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 7997

**Interaktiver rechnergestützter Entwurf
von
absatzweise arbeitenden chemischen Anlagen**

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels eines
Doktors der technischen Wissenschaften
der
**EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE
ZÜRICH**

vorgelegt von
WERNER TOLLER
Dipl. Chem.-Ing. ETH
geboren am 27. September 1956
von Zürich

Angenommen im Auftrag von
Prof. Dr. D.W.T. Rippin, Referent
Prof. Dr. J.R. Bourne, Korreferent
PD Dr. L.M. Rose, Korreferent

ADAG Administration & Druck AG

Zürich 1986

KAPITEL I

ZUSAMMENFASSUNG

Das Entwerfen von chemischen Anlagen als kreativer Vorgang verlangt vom Ingenieur Erfahrung und Intuition während dem ganzen Designvorgang. Wird das Design mit Hilfe von Computerprogrammen ausgeführt, so soll dieses Werkzeug dem kreativen und interaktiven Aspekt des Entwerfens Rechnung tragen. Um eine gezielte Entwicklung solcher Programmpakete zu ermöglichen wird in dieser Arbeit ein Designmodell erarbeitet, das den Designprozess in eine Vorphase und zwei Designebenen unterteilt. In der ersten Designebene wird vor allem eine Prozesspolitik optimiert. Die Prozessstrategien sollen unabhängig von apparativen Detailgrößen untersucht werden. Neben der 'besten' Steuerpolitik erhält der Designer weitere, für die spätere Auslegung relevante Informationen. Der Benutzer kann auf diese Weise einfach die Einflüsse von Randbedingungen auf die Prozesspolitik und sein System untersuchen. In der zweiten Designebene legt der Designer die apparativen Größen fest und untersucht die vorgeschlagene Lösung ausführlich durch Simulation.

In einem ersten Beispiel wird der Designprozess zur Auslegung einer absatzweise arbeitenden Filteranlage bestehend aus Trenn-, Wasch- und Trocknungsstufe näher betrachtet. Das Vorgehen kann in ein Computerprogramm umgesetzt werden, wobei in der ersten Designebene der maximal mögliche Austrag ermittelt wird. Die dafür benötigten mathematischen Gleichungen werden in dieser Arbeit hergeleitet. Der, die zweite Designebene unterstützende Programmteil simuliert eine vollständige Filteranlage. Der Filterkuchen wird als kompressibel angenommen und als Fördermittel kann eine Pumpe mit konstantem Druckabfall, oder mit konstantem Durchfluss oder eine Zentrifugalpumpe simuliert werden. Zusätzlich besteht die Möglich-

keit mit dem Rechner Modellparameter an experimentelle Daten in der Vorphase anzupassen. An einem konkreten Beispiel, der Filtration von Kaolin wird die Arbeitsweise des Programmes demonstriert.

Als zweites Beispiel wird die Umsetzung des Designprozesses für einen absatzweise oder halbkontinuierlich arbeitenden Reaktor mit überlagerter Kolonne in ein Computerprogramm behandelt. Um die Festlegung der Prozesspolitik in der ersten Designebene frei von apparativen Grössen zu ermöglichen, wird ein vereinfachtes Modell des Reaktors mit Zulauf und Destillationskolonne entwickelt. Die Simulation in der zweiten Designebene basiert auf einem bestehenden, umfangreichen Programm einer Batchkolonne.

An je einem Beispiel einer Gleichgewichts- und einer Folge-reaktion wird wiederum die Arbeitsweise des entwickelten Reaktorprogrammes verdeutlicht.

In zwei Beispielen konnte gezeigt werden, dass durch Verwendung des erarbeiteten Designmodelles interaktive Computerprogramme entwickelt werden konnten. Diese Designwerkzeuge unterstützen den Ingenieur nicht nur auf zwei Designebenen, sondern erlauben weiterhin die Verwendung von Intuition und Erfahrung während dem ganzen Designprozess.

ABSTRACT

The design of chemical plant is a creative process requiring both experience and intuition on the part of the engineer. If computer software is to be used to assist with the design, programs must take account of the creative and interactive nature of the design process.

In order to facilitate the development of such programs and to enhance their effectiveness, the manner in which chemical engineering designs are carried out is analyzed as a part of this work. It is proposed that the design procedure can be divided into three stages, a preparatory phase and two design levels. The first design level is an optimization of overall process strategy, which should be independent of the dimensions of specific equipment items. In addition to an idea of 'optimal' process operation, -for example batch as compared to semi-batch mode-, the engineer obtains important information relevant to the more detailed design in this first stage. By temporarily removing the need to determine detailed unit dimensions, the program user can relatively quickly and easily examine the influence of process constraints on the process strategy and plant characteristics. In the second design level, the user fixes the values of unit dimensions and explores the behaviour of the plant through simulation techniques. By varying unit dimensions, the engineer can establish which values lead to plant operating characteristics which are in accord with his experience and intuition.

As a first example of such a procedure, a filtration unit operating in batch mode is considered. The design procedure described above is implemented in a computer program. In the first design level, the maximum possible output is determined. Equations necessary for establishing this maximum are derived. A complete and detailed simulation of the batch filter unit represents the second design level. The filter

cake is assumed compressible. A pump having constant pressure drop or constant flow or a centrifugal pump can be selected by the user for the simulation. The computer aided design procedure is demonstrated on the industrial problem of clay filtration from an aqueous solution.

As a second example, batch and semi-batch reactors operating under reflux are analyzed. In order to eliminate the need to determine unit dimensions in the first design level, a simplified model of the reactor and separation system is developed. The second level is based on an available, detailed batch distillation program. Examples of both an equilibrium and a sequential reaction are employed to demonstrate the proposed computer-aided design procedure.

The two examples show that a two level interactive computer - aided design procedure enables a design engineer to make use of the computer's ability to handle complex and detailed unit design models while also permitting him to incorporate his experience and intuition into the final design.