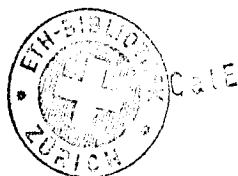


**METHODE ZUR DURCHFÜHRUNG BETRIEBLICHER  
SIMULATIONEN**

**Effiziente Optimierung der diskreten Simulation**



**ABHANDLUNG**

zur Erlangung des Titels

**DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN**

der

**EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH**

vorgelegt von

**Peter Paul Acél**

Dipl. Masch. Ing., TH Karlsruhe

geboren am 4. November 1959

von Dällikon (ZH)

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. Alfred Büchel, Referent

Prof. Fritz Huber, Korreferent

Prof. Dr. Urs Meyer, Korreferent

## KURZFASSUNG

Der grosse Wettbewerbsdruck erfordert eine rasche und effiziente Bewältigung der logistischen und strukturellen Defizite. Die diskrete *Computer-Simulation* - als *Schlüsseltechnologie* zur Lösung entsprechender Probleme - gewinnt eine immer grössere strategische Bedeutung.

Trotz der grossen Akzeptanz und der zunehmenden Verbreitung beinhaltet die Computer-Simulation einige aus der Praxis resultierende Einsatzhemmnisse, die es zu beseitigen gilt. Die Intention jeder Simulations-Anwendung muss es sein, möglichst schnell und möglichst kostengünstig die geforderte Unterstützung zu liefern.

Um die vorhandenen Defizite zu beheben, muss die Simulations-Anwendung kritisch ausgeleuchtet und beurteilt werden. Daraus sind dann Vorschläge zur Behebung abzuleiten. Dabei haben die gefundenen Aussagen auch qualitativen Kriterien zu genügen.

Die Arbeit hat das Ziel, bestehende Schwächen zu beheben bzw. auszugleichen und den Simulations-Einsatz anwendergerecht zu unterstützen, um die Planungsqualität sowie die Produktivität, d.h. die Nutzen/Aufwand-Relation der Simulation, zu erhöhen. Dieser Beitrag beinhaltet ein methodisches Instrumentarium zur Durchführung von Simulations-Studien. Dem Anwender werden bei den unterschiedlichsten logistischen Ablauf- und Strukturfragen schnell effiziente Lösungsalternativen aufgezeigt und optimiert.

Durch die Erfüllung dieser Zielsetzung wird eine verbesserte Akzeptanz der Computer-Simulation als eine analytische Methode in der Industrie erreicht.

Die in dieser Dissertation vorgeschlagenen Konzepte gelten für die diskrete Computer-Simulation von formalen Modellen im Rahmen der betrieblichen Leistungserstellung.

Die Ergebnisse gliedern sich in vier Teilbereiche:

1. Ein effizientes und zielgerichtetes Vorgehenskonzept für die Simulation unter Berücksichtigung der Qualitätssicherung, auf der Grundlage des *Systems Engineering* nach BWI der ETH Zürich
2. Entwicklung und Vorstellung einer Systematik zur Parameter-Reduktion im Rahmen der Modellkonzeption und als Vorarbeit zur Versuchsplanung
3. Integration der statistischen Versuchsplanung in die Simulation zur Systematisierung der Versuchsreihenfolge und Reduktion des erforderlichen Versuchsumfanges sowie zur vereinfachten anschliessende Auswertung der Simulations-Versuche
4. Ansatz zur schnelleren simulationsunterstützten Optimierung der Parameter in n-dimensionalen Zielräumen mittels einer neuen heuristischen Suche. Diese Heuristik beinhaltet auch einen speziellen Startwert.

Schlagworte: Computer-Simulation, Vorgehensmethode, Parameterreduktion, Versuchsplanung (DOE), Parameteroptimierung

## ABSTRACT

Strong competition demands fast and efficient instruments to overcome logistical and structural deficits. Therefore discrete *Computer-Simulation as a Key-Technology* gains more and more in strategic importance.

Despite a good acceptance and common use, computer simulation contains some limitations, which need to be eliminated. The aim of each use of simulation must be to supply quick and economical support.

To eliminate existing shortcomings, simulation applications have to be first critically evaluated and judged. On this basis proposals for improvement can be presented. These proposals need to satisfy also some qualitative criteria.

The target of this thesis is to bridge over existing gaps, to compensate for existing weaknesses and to support simulation applications in order to increase planning quality and productivity thereby improving the profit/cost relation of simulations. The thesis contains fast and efficient methodical instruments for simulation which help to show forth and optimize alternative solutions for different problems of structure design and procedures in logistics.

By accomplishing this goal, improved acceptance of computer simulation as an analytical method would be achieved in industry.

The proposed concepts are valid for discrete computer simulation of formal models in industrial processes.

The results are divided into four parts:

1. An efficient procedure for computer simulation under consideration of quality assurance, based on the methodology of *Systems Engineering* developed at the Institute for Management and Industrial Engineering (BWI) of the Swiss Federal Institute of Technology (ETH) in Zurich. A roadmap to successful simulation
2. Development and presentation of a systematic approach to parameter-reduction in the course of model conception and as a preparation to experimental design
3. Integration of statistical design of experiments (DOE) into the simulation in order to systematize the series of experiments, to reduce the required number of simulation runs and to simplify the follow up of experiments
4. An approach to support a faster way of parameter optimization for simulation in n-dimensional scope with a new heuristic searching method, based on a special starting point

Keywords: Computer Simulation Method, Quality, Experimental Design (DOE), Parameter Optimization