

# Inter- und Intratransaktionsparallelität in Datenbanksystemen

## Entwurf, Implementierung und Evaluation eines Datenbanksystems mit Inter- und Intratransaktionsparallelität

**Doctoral Thesis**

**Author(s):**

Hasse, Christof

**Publication date:**

1995

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-001440388>

**Rights / license:**

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

Diss. ETH Qx. B

Diss. ETH Nr. 11045

## **Inter- und Intratransaktionsparallelität in Datenbanksystemen**

Entwurf, Implementierung und Evaluation eines Datenbanksystems mit Inter- und  
Intratransaktionsparallelität

ABHANDLUNG

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

vorgelegt von  
CHRISTOF HASSE  
Dipl.-Inform. TH Darmstadt  
geboren am 24. Juli 1964  
aus Frankfurt a.M.

Angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. G. Weikum, Referent  
Prof. Dr. H.-J. Schek, Korreferent



CatE

## Kurzfassung

Gegenstand dieser Arbeit ist die effektive Ausnutzung von Inter- und Intratransaktionsparallelität für Datenbanksysteme, bei denen OLTP-Transaktionen und Decision-Support-Transaktionen im Dialogbetrieb kombiniert werden. Um die hieraus erwachsenden Leistungsanforderungen erfüllen zu können, ist der Einsatz der Parallelverarbeitung auf allen Ebenen eines Datenbanksystems notwendig. Durch die Heterogenität der auszuführenden Transaktionen sind die Wechselwirkungen der Inter- und Intratransaktionsparallelität ein zentrales Problem in solchen Systemen. In diesem Kontext untersucht diese Arbeit die folgenden drei zentralen Fragestellungen.

Als erstes stellt sich die Frage nach geeigneten Transaktionskonzepten, um Intratransaktionsparallelität auch für ändernde Datenbankoperationen zu ermöglichen. Das in dieser Arbeit verwendete Konzept der Mehrschichten-Transaktionen bietet die notwendige theoretische Grundlage für die parallele Ausführung allgemeiner Datenbankoperationen innerhalb einer Transaktion. Dabei legt die Arbeit ein besonderes Augenmerk auf eine effiziente Realisierung der Recovery, da allzu einfache Implementierungen leicht zu einem hohen Logging-Aufwand führen.

Nachdem durch Intratransaktionsparallelität Transaktionen in kleinere Einheiten zerlegt werden, stellt sich als zweite zentrale Frage die Bestimmung optimaler Ausführungsreihenfolgen dieser kleineren Einheiten. Da die Bestimmung optimaler Ausführungsreihenfolgen unter Umständen mit einem exponentiellen Aufwand verbunden ist, müssen geeignete Heuristiken eingesetzt werden, welche mit einem akzeptablen Aufwand eine möglichst gute Ausführungsreihenfolge bestimmen. Die Arbeit greift Heuristiken aus dem Gebiet der Theorie des deterministischen Scheduling auf, um neue, für das Zusammenwirken von Inter- und Intratransaktionsparallelität besser geeignete Heuristiken zu entwickeln.

Zur Leistungsüberprüfung der entwickelten Recovery- und Scheduling-Algorithmen ist das Datenbanksystem PLENTY entwickelt worden. Der dritte Fragenkomplex befaßt sich mit der Architektur dieses Datenbanksystems. Im Vordergrund stehen die Realisierung einer flexiblen Transaktionsverwaltung, die flexible Integration neuer Scheduling-Algorithmen und die Erweiterbarkeit um neue Datentypen und Elementaroperatoren.

Abschließend werden die entwickelten Recovery- und Scheduling-Algorithmen einer systematischen Evaluation unterzogen. Die Evaluationsstudien stützen sich einerseits auf synthetische Lasten aus dem Bereich der Großhandelsanwendungen und andererseits auf reale Lasten aus dem Bereich der Bankanwendungen. Die Studien zeigen eindeutig das Leistungspotential der Intratransaktionsparallelität auf der Basis der Inter-Query-Parallelität sowie die Notwendigkeit neuer Scheduling-Algorithmen, die die Wechselwirkungen der Inter- und Intratransaktionsparallelität berücksichtigen.

## Abstract

This thesis aims at the effective use of inter- and intra-transaction parallelism in database systems, in which OLTP transactions and decision-support transactions are combined during on-line processing. This combination results in higher performance demands which makes parallel processing on all levels of a database system more and more essential. Due to the heterogeneous workload of those systems, the interaction of inter- and intra-transaction parallelism becomes a crucial point. In this context this thesis adresses three major questions.

Firstly, which transaction models are suited to deal with concurrent update operations within the same transaction? In this thesis the multi-level transaction model provides the formal basis of concurrent update operations within the same transaction. Special attention is payed to an efficient realization of multi-level recovery, since straight forward realizations suffer from exhaustive logging which severely affects overall performance.

Secondly, after having transactions split up into smaller units, what are the optimal execution orders? Since determining the optimal execution order may cause exponential costs, heuristics are used to obtain near optimal execution order with acceptable costs. This work picks up heuristics from the area of the theory of deterministic scheduling and improves them to meet the demands of inter- and intra-transaction parallelism.

Thirdly, to be able to verify the suitability of the developed recovery and scheduling algorithms, what are the architectural constraints for building a database system for inter- and intra-transaction parallelism? The developed database system PLENTY features flexible transaction management, the flexible integration of new scheduling algorithms, and the definition of new datatypes and basic operators.

A comprehensive performance evaluation have been carried out, based on a synthetic benchmark and a banking application, to verify the suitability of the developed recovery and scheduling algorithms. The evaluation shows the improvements by exploiting intra-transaction parallelism. Furthermore, the evaluation shows the need for scheduling algorithms which take into account the interaction of inter- and intra-transaction parallelism.