

## Synchronisation (1)

Korrektheitskriterium (Ziel):  
logischer Einbenutzerbetrieb, d.h. Vermeidung **aller** Mehrbenutzeranomalien

Formales Korrektheitskriterium:

Serialisierbarkeit: Parallele Ausführung einer Menge von Transaktionen ist serialisierbar, wenn es **eine** serielle Ausführung derselben TA-Menge gibt, die den gleichen DB-Zustand und die gleichen Ausgabewerte wie die ursprüngliche Ausführung erzielt.

Datenbanksysteme für Hörer anderer Fachrichtungen WS 2011/2012

25.01.2012

## Synchronisation (2)

Aber: Serialisierbarkeit behindert parallele Ausführung von Transaktionen

→ Inkaufnahme von Anomalien ermöglicht weniger Behinderung von TAs  
sehr mit **Vorsicht** zu verwenden!!

Wie Gewährleistung der Serialisierbarkeit?  
.. durch *Sperrverfahren*.

Datenbanksysteme für Hörer anderer Fachrichtungen WS 2011/2012

25.01.2012

## Sperrverfahren (1)

Beispiel: RX-Sperrverfahren (einfach)

zwei Sperrmodi:

Lese- oder Read (R)-Sperrungen

Schreib- oder exclusive (X)-Sperrungen

Kompatibilitätätsmatrix:

	keine	R	X
R	+	+	-
X	+	-	-

"+" bedeutet: Sperre wird gewährt

"-" bedeutet: Sperrkonflikt

Datenbanksysteme für Hörer anderer Fachrichtungen WS 2011/2012

25.01.2012

## Sperrverfahren (2)

bei Sperrkonflikt muss anfordernde TA warten bis unverträgliche Sperre(n) freigegeben werden

Blockierung und Deadlocks möglich

Zwei-Phasen-Sperrungen → kaskadierendes Zurücksetzen möglich

Strenges Zwei-Phasen-Sperrungen (Sperrungen bis zum TA-Ende gehalten) → kein kaskadierendes Zurücksetzen

Datenbanksysteme für Hörer anderer Fachrichtungen WS 2011/2012

25.01.2012

## Sperrverfahren (3)

mögliche Optimierungen zur Erhöhung der Parallelität:

hierarchische Sperrverfahren

reduzierte Konsistenzebene

Mehrversionen-Ansatz (Oracle)

Datenbanksysteme für Hörer anderer Fachrichtungen WS 2011/2012

25.01.2012

## Konsistenzebenen in SQL

vier Konsistenzebenen (isolation levels)

bestimmt durch die Anomalien, die in Kauf genommen werden

Lost Update wird immer vermieden: Schreibsperrungen bis zum TA-Ende.

Default: Serializable

	Dirty Read	Non-Repeatable R.	Phantome
Read Uncommitted	+	+	+
Read Committed	-	+	+
Repeatable Read	-	-	+
Serializable	-	-	-

Datenbanksysteme für Hörer anderer Fachrichtungen WS 2011/2012

25.01.2012

## Konsistenzebenen in DB2 (1)

Sperrverfahren in DB2: Hierarchisches Sperrverfahren (komplexer, aber leistungsfähiger als RX)

Konsistenzebenen:

- Uncommitted Read (UR): entspricht Read Uncommitted
- Cursor Stability (CS): entspricht Read Committed
- Read Stability (RS): entspricht Repeatable Read
- Repeatable Read (RR): entspricht Serializable

Datenbanksysteme für Hörer anderer Fachrichtungen WS 2011/2012

25.01.2012

## Konsistenzebenen in DB2 (2)

Wahl der Konsistenzebene im CLI:

default: CS (!), auch in Oracle: Read Committed

Änderung: ohne Datenbankverbindung  
`change isolation to {RS | RR | UR | CS}`

In Oracle keine Unterstützung von Read Uncommitted, Repeatable Read)

Optimierer legt Sperren fest!!

Datenbanksysteme für Hörer anderer Fachrichtungen WS 2011/2012

25.01.2012

## Deadlock, Timeout

Unverträglichkeit eines Sperrwunsches: TA muss warten

Deadlock: in periodischen Abständen (einstellbar) wird nach Deadlocks gesucht (Zyklen-Erkennung), durch Zurücksetzen einzelner TA aufgelöst

Timeout: maximale Wartezeit (einstellbar) nach der eine TA abgebrochen wird

Datenbanksysteme für Hörer anderer Fachrichtungen WS 2011/2012

25.01.2012

## Hierarchische Sperrverfahren (1)

- Sperrgranulate: Table Spaces, Tables, Rows
- Anwartschaftssperren (Intentionssperren)
- Kompatibilitätsmatrix reicht nicht aus
- Sperrdisziplin erforderlich
- zusätzliche Regeln für Anfordern und Freigeben von Sperren

Anfordern:

von der Wurzel zu den Blättern, d.h. von gröberen zu feineren Sperrgranulaten

Freigeben

von den Blättern zur Wurzel, d.h. von feineren zu gröberen Sperrgranulaten

Datenbanksysteme für Hörer anderer Fachrichtungen WS 2011/2012

25.01.2012

## Hierarchische Sperrverfahren (2)

zusätzliche Regeln (cont'd)

Sperr-Konversion:

Sperren können in einen restriktiveren Modus konvertiert werden

Sperr-Eskalation:

Sperren können von kleinerem Granulat auf größeres Granulat ausgeweitet werden

Sperrdauer und Konsistenzebene:

Freigabe nach SQL-Anweisung (kurze Sperren)

Freigabe bei TA-Ende (lange Sperren)

Lange Sperren sind restriktiver

Datenbanksysteme für Hörer anderer Fachrichtungen WS 2011/2012

25.01.2012

## Weitere Synchronisationsverfahren

- Zeitstempel:
  - jedes Objekt hat zwei Zeitstempel
    1. wann zuletzt gelesen
    2. wann zuletzt geschrieben
  - jede Transaktion hat einen Zeitstempel: wann begonnen
  - Bei Zugriffswunsch werden die Zeitstempel verglichen nur, wenn Transaktion jünger ist,
    - > bei Lesewunsch jünger als der Schreibstempel
    - > bei Schreibwunsch jünger als der Schreib- und der Lesestempeldarf sie zugreifen und den Objektstempel entsprechend setzen

Datenbanksysteme für Hörer anderer Fachrichtungen WS 2011/2012

25.01.2012

## Weitere Synchronisationsverfahren

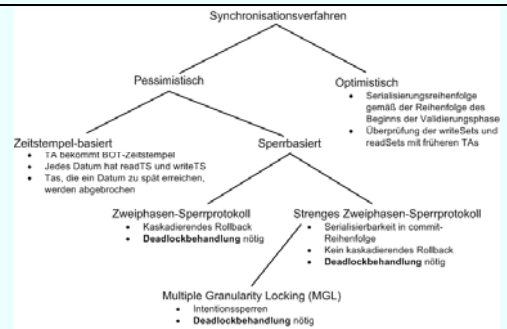
Optimistische Synchronisation:

1. Lesephase:  
Arbeiten nur auf lokalen Variablen
2. Validierungsphase:  
Konflikt mit anderen Transaktionen?
3. Schreibphase:  
Bei überstandener Validierung: Schreiben in der Datenbank

Datenbanksysteme für Hörer anderer Fachrichtungen WS 2011/2012

25.01.2012

## Klassifikation der Synchronisationsverfahren



Datenbanksysteme für Hörer anderer Fachrichtungen WS 2011/2012

25.01.2012