8. Datenkontrolle

- ACID und Datenkontrolle
- Zugriffskontrolle/Autorisierung in SQL
  - GRANT (with GRANT OPTION)
  - REVOKE
- Synchronisation
  - Anomalien
  - Isolation Level
- Recovery

ACID und Datenkontrolle

- Transaktionskonzept (ACID-Eigenschaften)
  - im SQL-Standard: COMMIT WORK, ROLLBACK WORK, Beginn einer Transaktion implizit
  - Einhaltung der logischen DB-Konsistenz (Consistency)
  - Verdeckung der Nebenläufigkeit (concurrency isolation)
  - Verdeckung von (erwarteten) Fehlerfällen -> Logging und Recovery
- Integritätskontrolle
  - *semantische Integritätskontrolle:* möglichst hohe Übereinstimmung von DB-Inhalt und Miniwelt (Datenqualität)
  - bei COMMIT müssen alle semantischen Integritätsbedingungen erfüllt sein (Transaktionskonsistenz)
  - Einhaltung von *physischer Integrität* und *Ablaufintegrität* (operationale Integrität)
- Zugriffskontrolle
  - Maßnahmen zur Datensicherheit und zum Datenschutz
  - Sichtkonzept
  - Vergabe und Kontrolle von Zugriffsrechten

ACID und Datenkontrolle (2)

Art der Integrität	Transaktions-eigenschaft	realisierende DBS-Komponente
semantische Integrität	C (Consistency, Konsistenz)	(semantische) Integritätskontrolle
physische Integrität	D: Dauerhaftigkeit A: Atomarität	Logging, Recovery (+ korrekte Implementierung der DB-Operationen)
Ablaufintegrität	I (Isolation)	Synchronisation (z. B. Sperrverwaltung)

Zugriffskontrolle in SQL

- Sicht-Konzept: wertabhängiger Zugriffsschutz
  - Untermengenbildung
  - Verknüpfung von Relationen
  - Verwendung von Aggregatfunktionen
- GRANT-Operation: Vergabe von Rechten auf Relationen bzw. Sichten

```
GRANT  {privileges-commalist | ALL PRIVILEGES}
       ON accessible-object TO grantee-commalist [WITH GRANT OPTION]
```

- Zugriffsrechte: SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE, REFERENCES, USAGE
  - Erzeugung einer „abhängigen“ Relation erfordert REFERENCES-Recht auf von Fremdschlüsseln referenzierten Relationen
  - USAGE erlaubt Nutzung spezieller Wertebereiche (character sets)
  - Attributeinschränkung bei INSERT, UPDATE und REFERENCES möglich
  - dynamische Weitergabe von Zugriffsrechten: WITH GRANT OPTION (dezentrale Autorisierung)
- Empfänger: Liste von Benutzern bzw. PUBLIC

Vergabe von Zugriffsrechten: Beispiele

- GRANT SELECT ON ABT TO PUBLIC
- GRANT INSERT, DELETE ON ABT TO Mueller, Weber WITH GRANT OPTION
- GRANT UPDATE (GEHALT) ON PERS TO Schulz
- GRANT REFERENCES (PRONR) ON PROJEKT TO PUBLIC

Rücknahme von Zugriffsrechten: Revoke

```
REVOKE      [GRANT OPTION FOR]  privileges-commalist
      ON  accessible-object
      FROM grantee-commalist {RESTRICT | CASCADE }
```

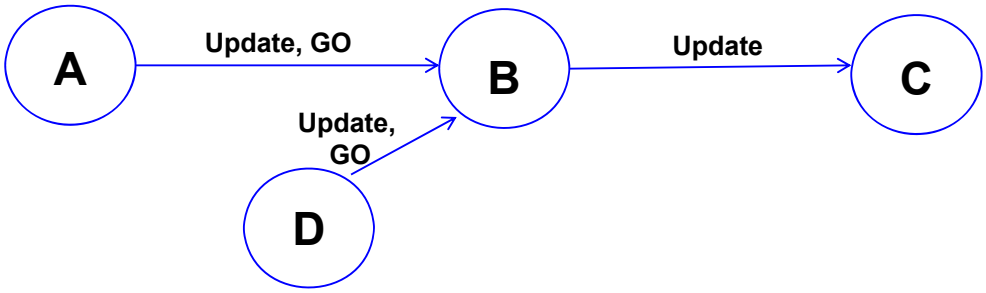
- ggf. fortgesetztes Zurücknehmen von Zugriffsrechten

Beispiel: REVOKE SELECT
ON ABT
FROM Weber CASCADE

- wünschenswerte Entzugssemantik:
  - der Entzug eines Rechtes ergibt einen Zustand der Zugriffsberechtigungen, als wenn das Recht nie erteilt worden wäre
- Probleme:
  - Rechteempfang aus verschiedenen Quellen
  - Zeitabhängigkeiten

Revoke (2)

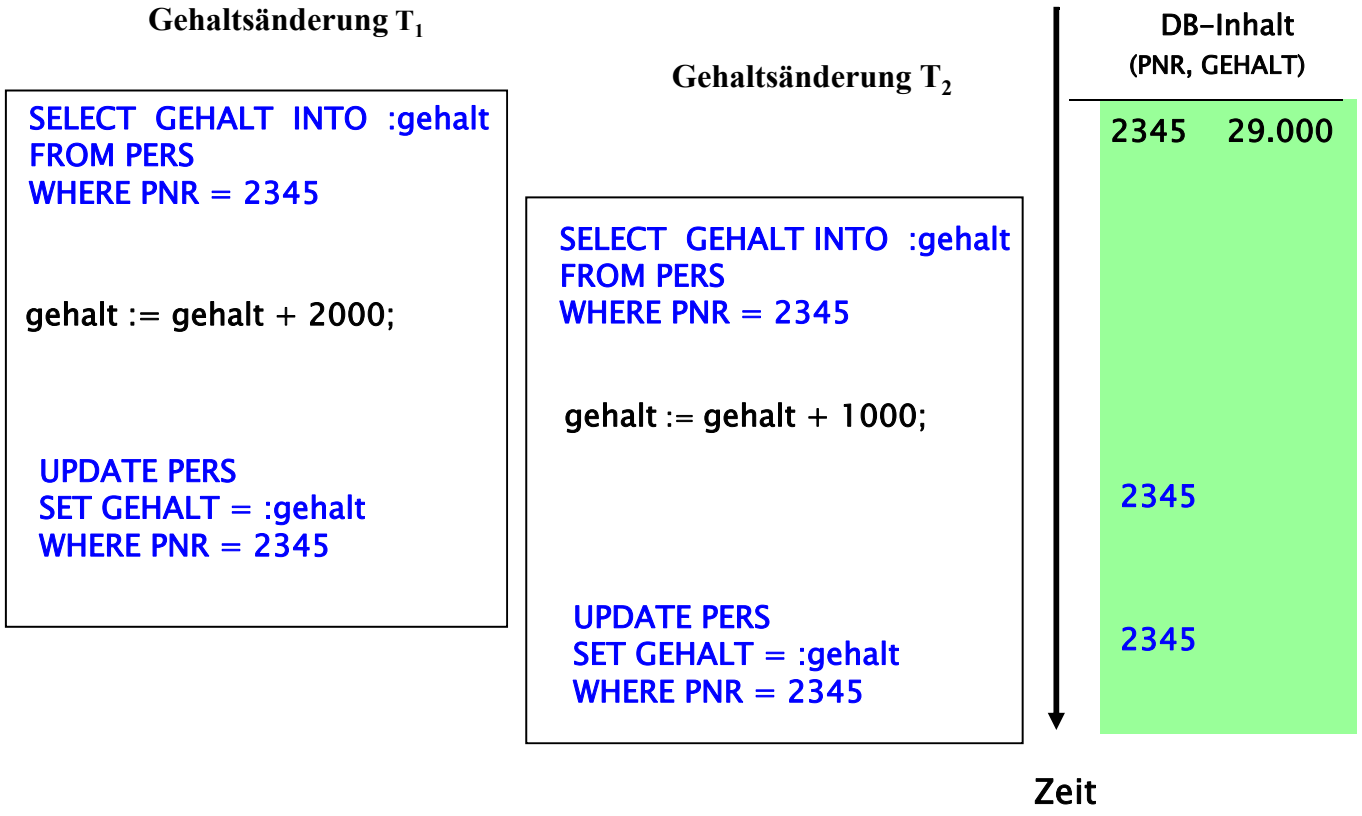
- Führen der Abhängigkeiten in einem *Autorisierungsgraphen* pro Objekt (z.B. Tabelle)
  - *Knoten: User-Ids*
  - *gerichtete Kanten: Weitergabe von Zugriffsrechten (Recht, ggf. Zeitpunkt)*
- Beispiel für Tabelle R
  - User A: GRANT UPDATE ON R TO B WITH GRANT OPTION
  - User B: GRANT UPDATE ON R TO C
  - User D: GRANT UPDATE ON R TO B WITH GRANT OPTION
  - User A: REVOKE UPDATE ON R FROM B CASCADE
- Autorisierungsgraph für R:



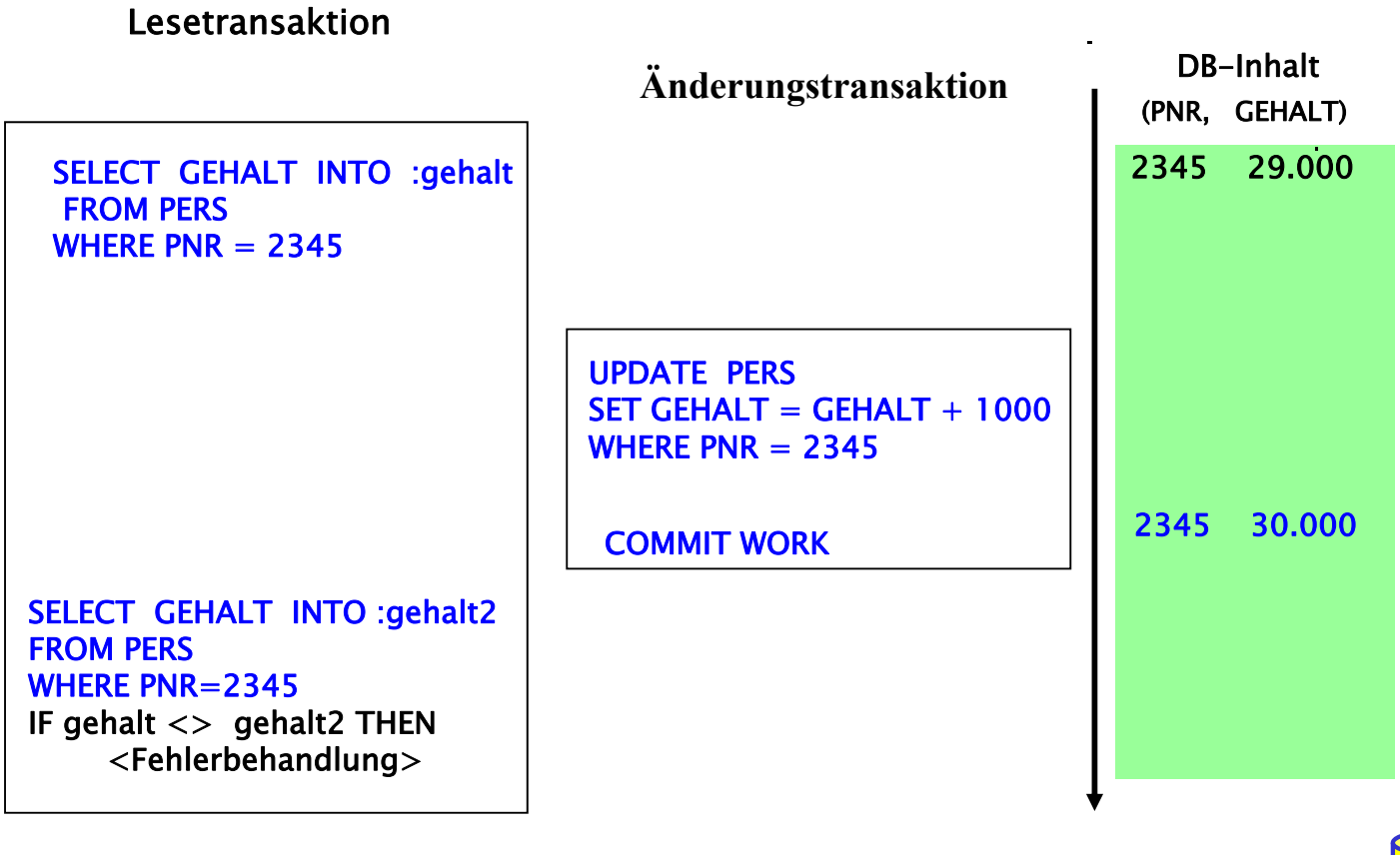
Synchronisation

- DBS müssen Mehrbenutzerbetrieb unterstützen
- ohne Synchronisation kommt es zu so genannten Mehrbenutzer-Anomalien
  - verlorengegangene Änderungen (lost updates)
  - Zugriffe auf nicht freigegebene Änderungen (dirty read, read uncommitted)
  - inkonsistente Analyse (non-repeatable read)
  - Phantom-Probleme
- Anomalien sind nur durch Änderungen verursacht

Verloren gegangene Änderung (Lost Update)



Non-repeatable Read



Phantom-Problem

Lesetransaktion

(Gehaltssumme überprüfen)

```
SELECT  SUM (GEHALT)   INTO  :summe
FROM PERS
WHERE ANR = 17



SELECT SUM (GEHALT) INTO :summe2
FROM PERS
WHERE ANR = 17

IF summe <>  summe2 THEN
      <Fehlerbehandlung>
```

Änderungstransaktion

(Einfügen eines neuen Angestellten)

```
INSERT  INTO PERS (PNR, ANR, GEHALT)
VALUES (4567, 17, 55.000)

COMMIT WORK
```

Zeit

Synchronisation

- Synchronisation erfolgt automatisch durch DBS, z.B. durch
  - Setzen von (Lese/Schreib-) Sperren vor Datenzugriff
  - Freigabe der Sperren am Transaktionsende
- idealerweise werden alle Anomalien beseitigt (logischer Einbenutzerbetrieb)
  - Synchronisation gewährleistet „*Serialisierbarkeit*“
  - gleichzeitige Ausführung von Transaktionen hat den gleichen Effekt auf die DB wie eine serielle Ausführung dieser Transaktionen
- Inkaufnahme einiger Anomalien verbessert jedoch i.a. Leistungsfähigkeit
  - weniger Sperren, Blockierungen (Warteverzögerungen auf frei werdende Sperren) und Deadlocks

Konsistenzstufen in SQL92

- vier Konsistenzebenen (Isolation Level) zur Synchronisation
  - Default ist Serialisierbarkeit (serializable)
  - Lost-Update muss generell vermieden werden
  - READ UNCOMMITTED für Änderungstransaktionen unzulässig

Isolation Level	Anomalie		
	Dirty Read	Non-Repeatable Read	Phantome
Read Uncommitted	+	+	+
Read Committed	-	+	+
Repeatable Read	-	-	+
Serializable	-	-	-

- SQL-Anweisung zum Setzen der Konsistenzebene:

```
SET TRANSACTION [READ WRITE | READ ONLY] ISOLATION LEVEL <level>
```

Beispiel: SET TRANSACTON Read Only ISOLATION LEVEL Read Committed

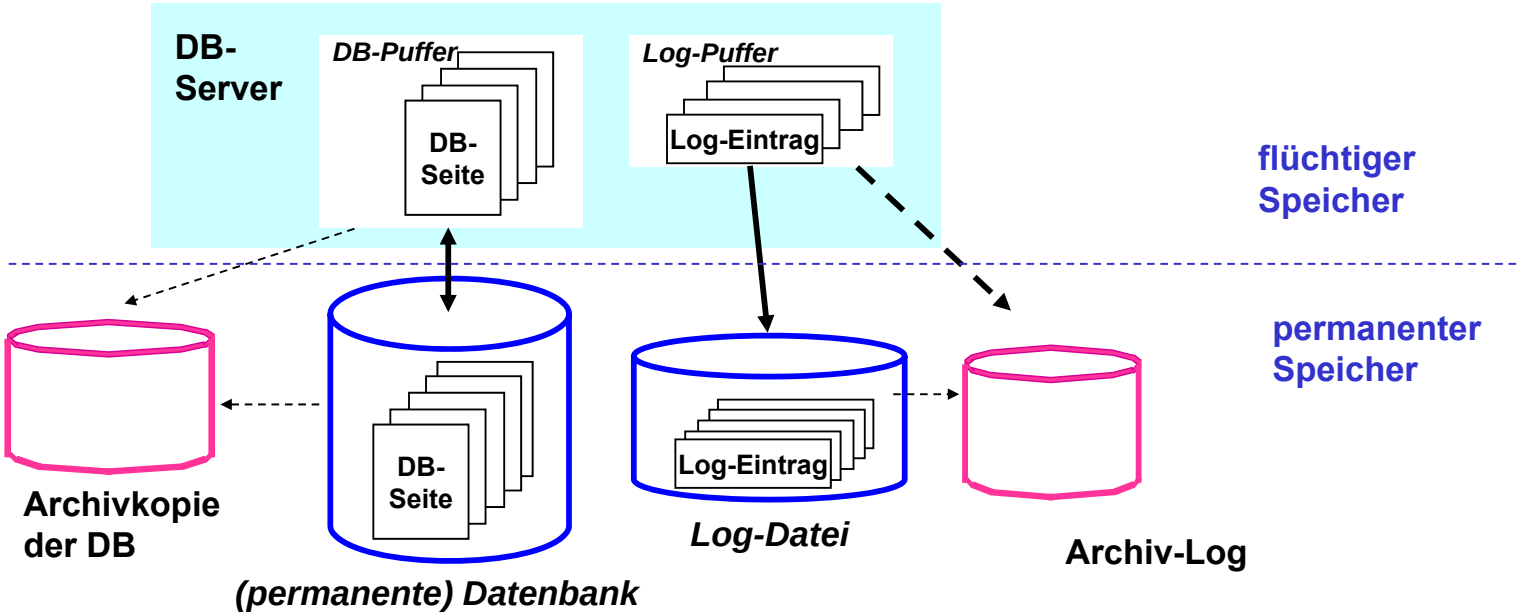
Recovery-Unterstützung

- automatische Behandlung aller erwarteten Fehler durch das DBS
- Transaktionsparadigma verlangt:
  - Alles-oder-Nichts-Eigenschaft von Transaktionen
  - Dauerhaftigkeit erfolgreicher Änderungen
- Zielzustand nach Recovery: jüngster, transaktionskonsistenter Zustand vor Erkennen des Fehlers
- Voraussetzung: Sammeln redundanter Informationen während Normalbetrieb (Logging)

Fehlerarten

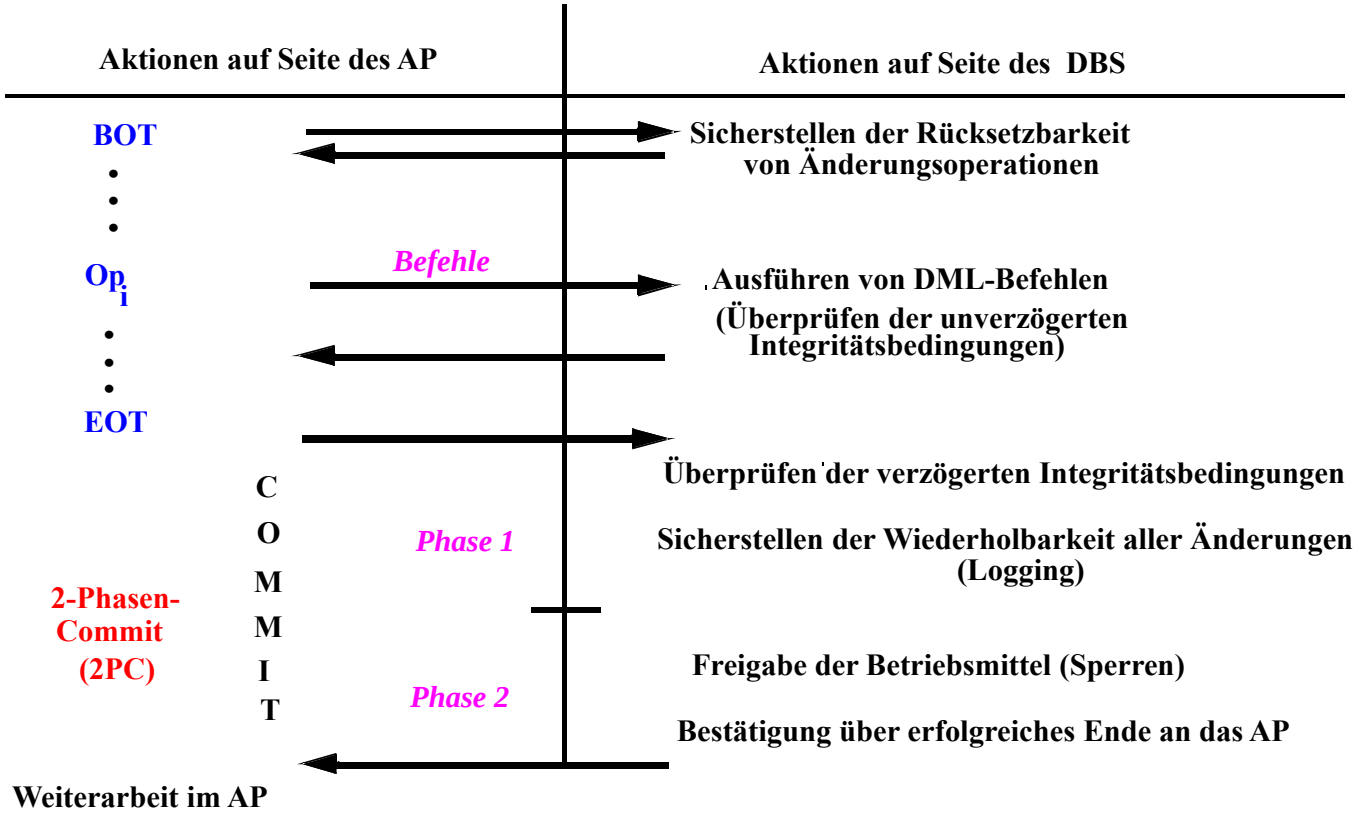
- *Transaktionsfehler*: vollständiges Zurücksetzen auf Transaktionsbeginn (Undo)
- *Systemfehler* (Rechnerausfall, DBVS-Absturz)
  - REDO für erfolgreiche Transaktionen (Wiederholung verlorengegangener Änderungen)
  - UNDO aller durch Ausfall unterbrochenen Transaktionen (Entfernen derer Änderungen aus der permanenten DB)
- *Gerätefehler* (Plattenausfall):
  - vollständiges Wiederholen (REDO) aller Änderungen auf einer Archivkopie
  - oder: Spiegelplatten bzw. RAID-Disk-Arrays
- Katastrophen (Komplettausfall Rechenzentrum durch Überschwemmung, Erdbeben, etc.)
  - verteilte Datensicherung auf geographisch separierten Systemen

Systemkomponenten zur Recovery



- Pufferung von Log-Daten im Hauptspeicher (Log-Puffer)
  - Ausschreiben spätestens am Transaktionsende ("Commit")
- Log-Datei zur Behandlung von Transaktions- und Systemfehler:
  DB + Log => DB
- Behandlung von Gerätefehlern: Archivkopie + Archiv-Log => DB

Die Transaktion als Schnittstelle zwischen Anwendungsprogramm und DBS



Zusammenfassung

- dezentrales Autorisierungskonzept
  - Grant (with Grant Option)
  - Revoke
- Synchronisation, z.B. durch Sperrverfahren
  - Umgehung von Mehrbenutzeranomalien
  - unterschiedliche Konsistenzstufen
- Recovery: automatische Behandlung erwarteter Fehler
  - Transaktions-, System- und Gerätefehlern mit Log-Daten
  - ggf. geographisch verteilte Replikation der Daten