# 5. Datenkontrolle

- **Sichtkonzept**
  - Semantik von Sichten
  - Abbildung von Sichten
  - eingeschränkte Aktualisierungsmöglichkeiten

- **Semantische Integritätskontrolle**
  - bisher in SQL schwach ausgebildet (z. B. NOT NULL, UNIQUE)
  - Relationale Invarianten erst in SQL2 verbindlich
  - benutzerdefinierte Integritätsbedingungen (*assertions*)
  - Erweiterungen in SQL99 (Trigger)

- **Das Transaktionsparadigma**
  - ACID-Prinzip
  - SQL-Operationen: COMMIT WORK, ROLLBACK WORK
    (Beginn einer Transaktion implizit)

# Sichtkonzept

- **Ziel: Festlegung**
  - welche Daten Benutzer sehen wollen
    (Vereinfachung, leichtere Benutzung)
  - welche Daten sie nicht sehen dürfen (Datenschutz)
  - einer zusätzlichen Abbildung
    (erhöhte Datenunabhängigkeit)

- **Sicht (*View*):** mit Namen bezeichnete, aus Tabellen abgeleitete, virtuelle Tabelle (Anfrage)

- **Korrespondenz zum externen Schema** bei ANSI/SPARC
  (Benutzer sieht jedoch i. allg. mehrere Sichten (Views) und Tabellen)

```
CREATE VIEW view [ (column-commalist ) ]
    AS table-exp
        [WITH [ CASCADED | LOCAL] CHECK OPTION]
```

**D2: Sicht, die alle Programmierer mit einem Gehalt < 30.000 umfasst**

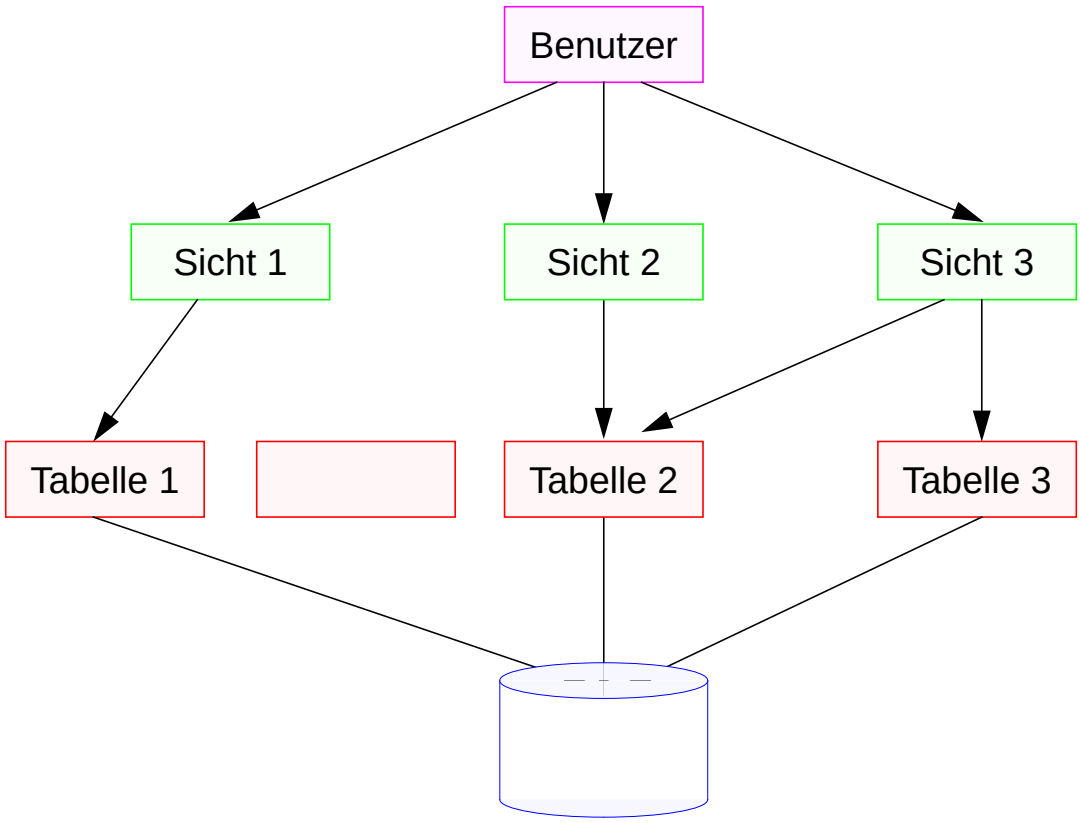
```
CREATE VIEW
    Arme_Programmierer (Pnr, Name, Beruf, Gehalt, Anr)
    AS    SELECT Pnr, Name, Beruf, Gehalt, Anr
          FROM Pers
          WHERE Beruf = 'Programmierer' AND Gehalt <  30 000
```

**D3: Sicht für den Datenschutz**

```
CREATE VIEW  Statistik (Beruf, Gehalt)
    AS    SELECT Beruf, Gehalt
          FROM Pers
```

# Sichtkonzept (2)

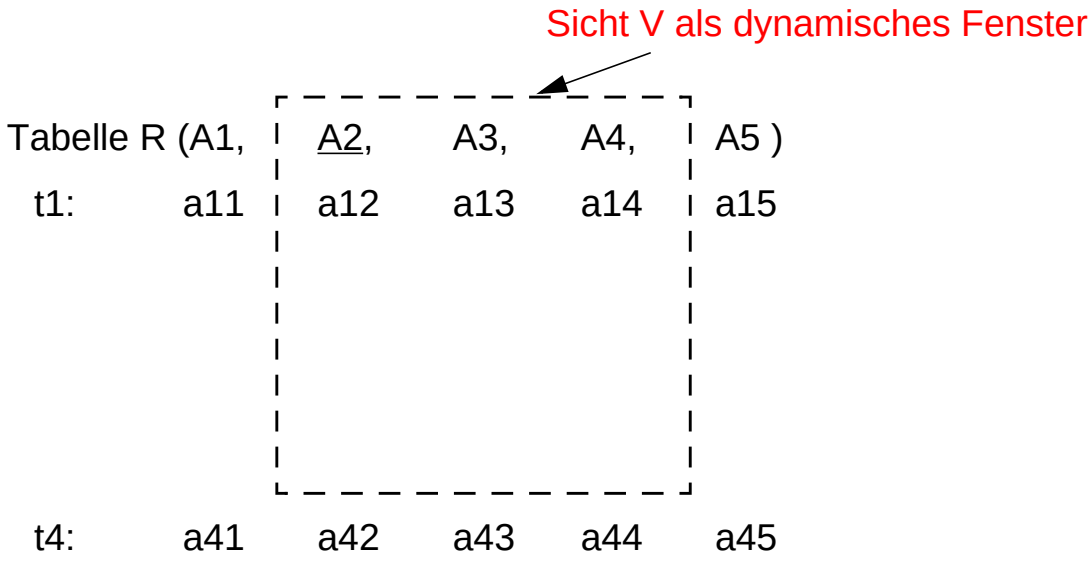
- **Sichten zur Gewährleistung von Datenunabhängigkeit**




- **Eigenschaften von Sichten**
  - Sicht kann wie eine Tabelle behandelt werden
  - Sichtsemantik:
    **„dynamisches Fenster“** auf zugrundeliegende Tabellen
  - Sichten auf Sichten sind möglich
  - eingeschränkte Änderungen:
    aktualisierbare und nicht-aktualisierbare Sichten

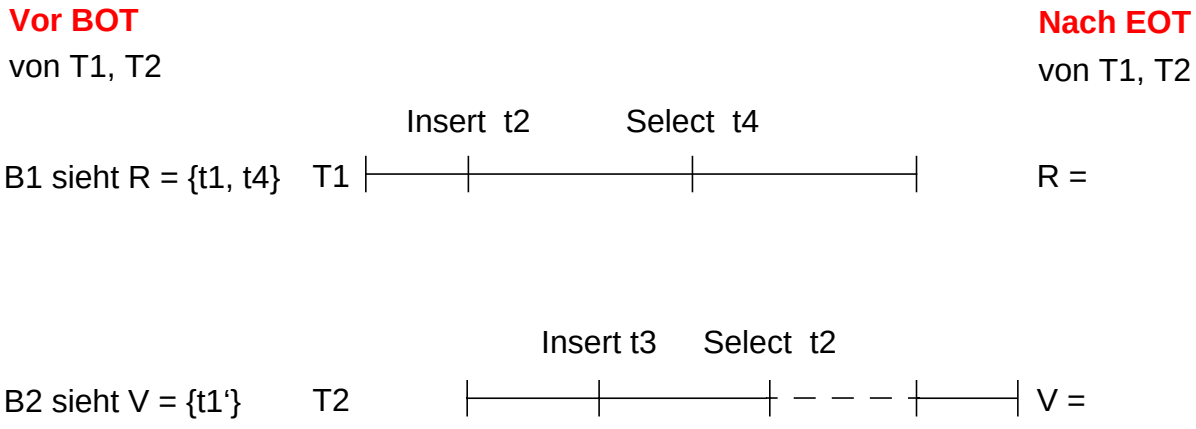
# Sichtkonzept (3)

- **Zum Aspekt: Semantik von Sichten**




- **Sichtbarkeit von Änderungen – Wann und Was?**

  Wann werden welche geänderten Daten in der **Tabelle/Sicht** für die **anderen Benutzer** sichtbar?



# Sichtkonzept (4)

- **Abbildung von Sicht-Operationen auf Tabellen**
  - Sichten werden i. allg. nicht explizit und permanent gespeichert, sondern Sicht-Operationen werden in äquivalente Operationen auf Tabellen umgesetzt
  - Umsetzung ist für Leseoperationen meist unproblematisch

Anfrage (Sichtreferenz):

```
SELECT Name, Gehalt
FROM Arme_Programmierer
WHERE Anr = 'K55'
```

Ersetzung durch:

```
SELECT Name, Gehalt
FROM
WHERE Anr = 'K55'
```

- **Abbildungsprozess auch über mehrere Stufen durchführbar**

Sichtendefinitionen:

```
CREATE VIEW V  AS SELECT  ... FROM R WHERE P
CREATE VIEW W  AS SELECT  ... FROM V WHERE Q
```

Anfrage:

```
SELECT ... FROM W WHERE  C
```

Ersetzung durch

```
SELECT ... FROM V WHERE Q AND C
```

und

```
SELECT ... FROM R WHERE Q AND P AND C
```

# Sichtkonzept (5)

- **Einschränkungen der Abbildungsmächtigkeit**
  - keine Schachtelung von Aggregat-Funktionen und Gruppen-bildung (GROUP-BY)
  - keine Aggregat-Funktionen in WHERE-Klausel möglich

Sichtendefinition:

```
CREATE VIEW Abtinfo (Anr, Gsumme) AS
        SELECT Anr, SUM (Gehalt)
        FROM Pers
        GROUP BY Anr
```

Anfrage:

```
SELECT AVG (Gsumme) FROM Abtinfo
```

Ersetzung durch

```
SELECT
FROM Pers
GROUP BY Anr
```

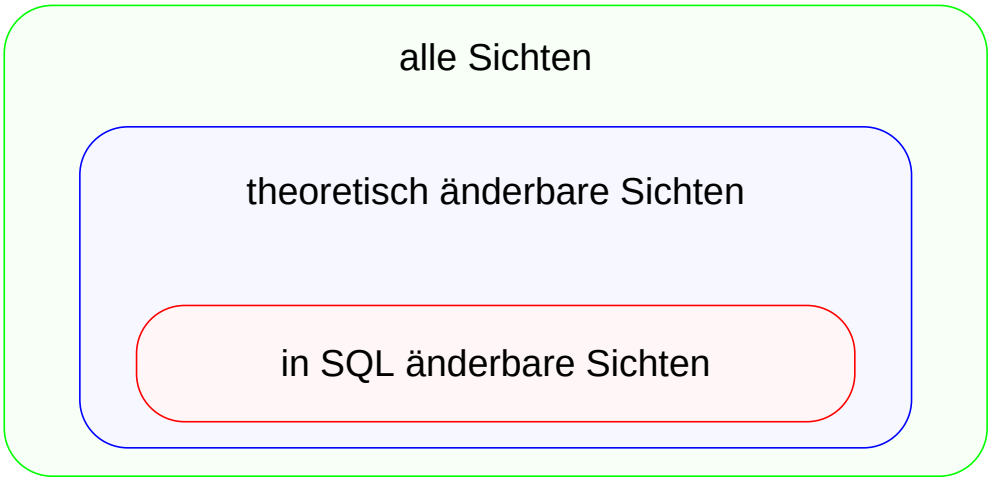
**D4: Löschen von Sichten:**

```
DROP VIEW  Arme_Programmierer
           CASCADE
```

- Alle referenzierenden Sichtdefinitionen und Integritätsbedingungen werden mitgelöscht
- RESTRICT würde eine Löschung zurückweisen, wenn die Sicht in weiteren Sichtdefinitionen oder CHECK-Constraints referenziert werden würde.

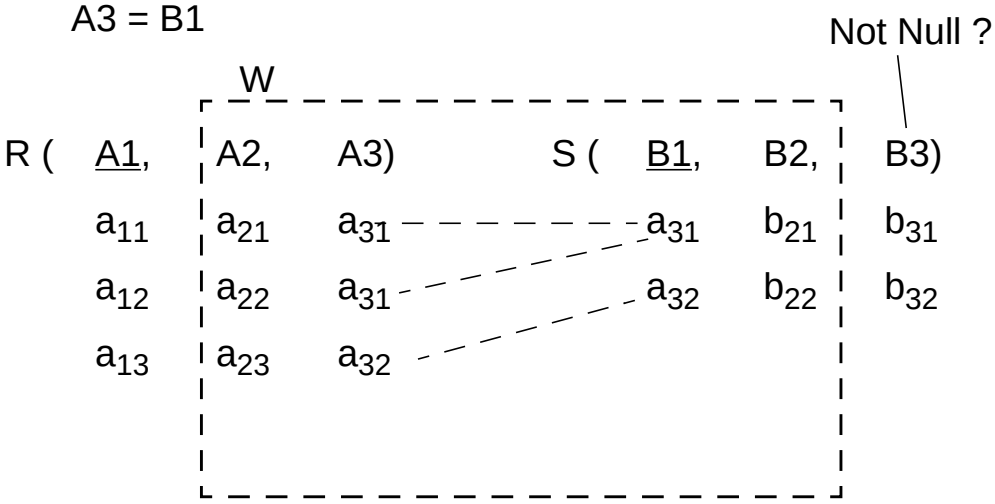
# Sichtkonzept (6)

- **Änderbarkeit von Sichten**




- Sichten über mehr als eine Tabelle sind i. allg. **nicht aktualisierbar**!

$W = \Pi_{A2,A3,B1,B2}(R \bowtie_{A3 = B1} S)$




Einfügen ?

Ändern?

- **Änderbarkeit in SQL**
  - nur eine Tabelle (Basistabelle oder Sicht)
  - Schlüssel muß vorhanden sein
  - keine Aggregatfunktionen, Gruppierung und Duplikateliminierung

# Integritätskontrolle

- **ZIEL**[1]
  - Nur DB-Änderungen zulassen, die allen definierten *Constraints* entsprechen (offensichtlich ‘falsche’ Änderungen zurückweisen!)
  - Möglichst hohe Übereinstimmung von DB-Inhalt und Miniwelt (Datenqualität)

➥ *Integritätsbedingungen der Miniwelt sind explizit bekannt zu machen, um automatische Überwachung zu ermöglichen.*

- **Konsistenz der Transaktionsverarbeitung**
  - Bei COMMIT müssen alle semantischen Integritätsbedingungen erfüllt sein.
  - Zentrale Spezifikation/Überwachung im DBS: *„system enforced integrity“*

- **Physische Konsistenz**
  der DB ist Voraussetzung für logische Konsistenz
  - Gerätekonsistenz
  - Speicherkonsistenz
    (Speicherungsstrukturen/Zugriffspfade/Zeiger sind konsistent)

- **Logische Konsistenz**
  (TA-Konsistenz)
  - modellinhärente Bedingungen (z. B. Relationale Invarianten)
  - benutzerdefinierte Bedingungen aus der Miniwelt

1. **„Golden Rule“** nach C. J. Date: No update operation must ever be allowed to leave any relation or view (relvar) in a state that violates its own predicate. Likewise no update transaction must ever be allowed to leave the database in a state that violates its own predicate.

# Klassifikation semantischer Integritätsbedingungen

| • **Reichweite** | **Beispiel** |
|---|---|
| a) Attributbedingungen | GEB-JAHR ist numerisch, 4-stellig |
| b) Bedingungen bezüglich einer Satzausprägung | ABT.GEHALTSSUMME < ABT.JAHRESETAT |
| c) Satztypbedingungen | PNR ist eindeutig |
| d) Satztypübergreifende Bedingungen | ABT.GEHALTSSUMME ist Summe aller Angestelltengehälter |

- **Zeitpunkt der Überprüfbarkeit**
  - unverzögert (sofort bei Änderungsoperation)z.B. a)
  - verzögert (am Transaktionsende)


zyklische Fremdschlüsselbedingungen

- **Art der Überprüfbarkeit**
  - Zustandsbedingungen
  - Übergangsbedingungen

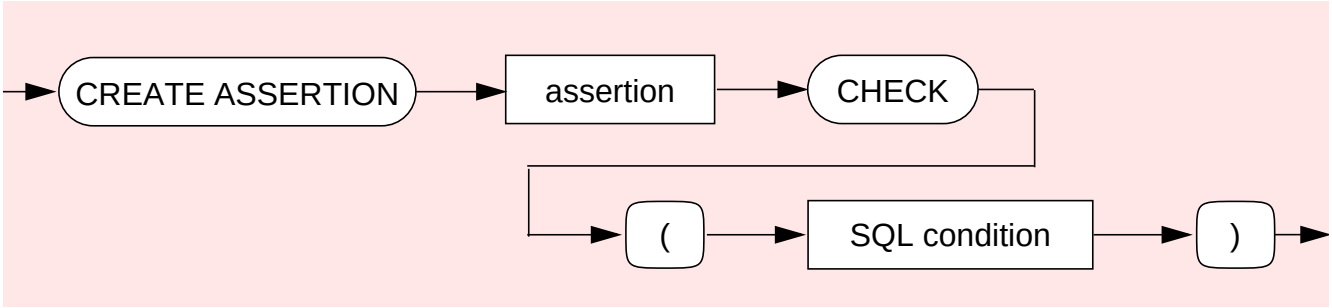
  Beispiele:
  - Übergang von FAM-STAND von 'ledig' nach 'geschieden' ist unzulässig
  - Gehalt darf nicht kleiner werden

# Integritätsbedingungen in SQL

- **Bereits eingeführt** (siehe Datendefinition)
  - CHECK-Bedingungen bei CREATE DOMAIN, CREATE TABLE, Attributdefinition
  - UNIQUE, PRIMARY KEY, Verbot von Nullwerten
  - Fremdschlüsselbedingungen (FOREIGN-KEY-Klausel)

  ➥ Diese Integritätsbedingungen sind an DB-Objekte gebunden

- **Allgemeine Integritätsbedingungen**
  - beziehen sich typischerweise auf mehrere Relationen
  - lassen sich als eigenständige DB-Objekte definieren
  - erlauben die Verschiebung ihres Überprüfungszeitpunktes
  - Syntax der Assertion-Anweisung




- **Beispiel**

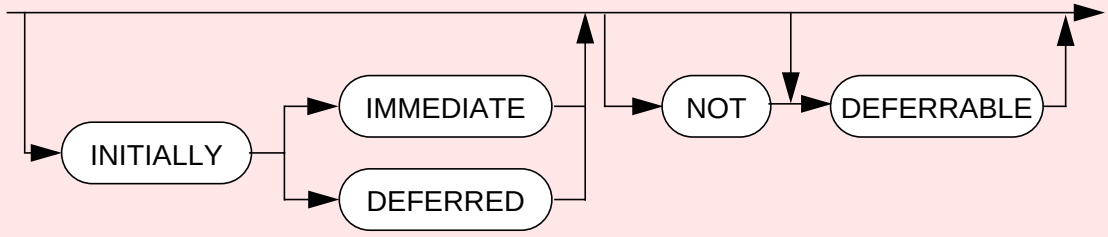
  Die Relation Abt enthält ein Attribut, in dem (redundant) die Anzahl der Angestellten einer Abteilung geführt wird. Es gilt folgende Zusicherung:

```
CREATE ASSERTION A1
    CHECK (NOT EXISTS
              (SELECT * FROM Abt A
               WHERE A.Anzahl_Angest <>
                   (SELECT COUNT (*) FROM Pers P
                    WHERE P.Anr = A.Anr)));
```

  ➥ Bei welchen Operationen und wann muss überprüft werden?

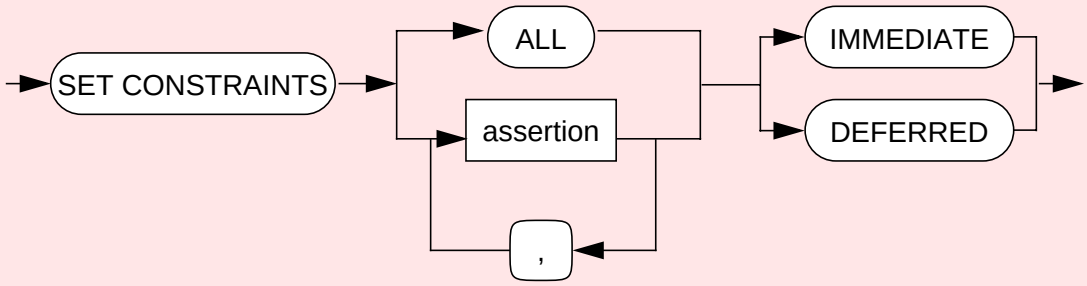
# Integritätsbedingungen in SQL (2)

- **Festlegung des Überprüfungszeitpunktes:**




  - IMMEDIATE: am Ende der Änderungsoperation (Default)
  - DEFERRED: am Transaktionsende (COMMIT)

- **Überprüfung** kann durch **Constraint-Modus gesteuert** werden




  - Zuordnung gilt für die aktuelle Transaktion
  - Bei benamten Constraints ist eine selektive Steuerung der Überprüfung möglich; so können gezielt Zeitpunkte vor COMMIT ausgewählt werden.

- **Beispiel**

| IB | Zustand bei BOT |
|---|---|
| IB1 | IMMEDIATE, DEFERRABLE |
| IB2 | DEFERRED, DEFERRABLE |

TA ⊢——————————————————————————————⊣

# Beispiel-DB

| Abt | Anr | Aname | Ort | Anzahl_Angest |
|---|---|---|---|---|
| | K51 | PLANUNG | KL | 1 |
| | K53 | EINKAUF | F | 1 |
| | K55 | VERTRIEB | F | 2 |

| Pers | Pnr | Name | Alter | Gehalt | Anr | Mnr |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 406 | COY | 47 | 50 000 | K55 | 123 |
| | 123 | MÜLLER | 32 | 43 500 | K51 | - |
| | 829 | SCHMID | 36 | 45 200 | K53 | 777 |
| | 574 | ABEL | 28 | 30 000 | K55 | 123 |

- Gehaltssumme an Abt anhängen

- Gehaltssumme mit Werten füllen
- Einfügen eines neuen Angestellten

Wann wird Constraint A2 überprüft?

```
CREATE ASSERTION A2
    CHECK (NOT EXISTS
              (SELECT * FROM Abt A
               WHERE A.Geh_Summe <>
                   (SELECT SUM (P.Gehalt) FROM Pers P
                    WHERE P.Anr = A.Anr)))
     INITIALLY DEFERRED;
```

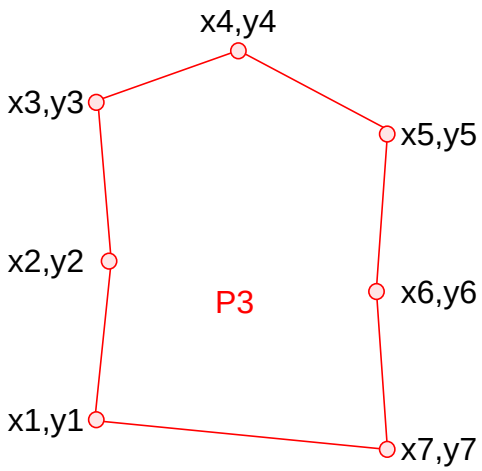
# Beispiel-DB (2)

- **Integritätsbedingungen auf einer Relation**

```
CREATE TABLE Polygon
    (Id       CHAR(5)      NOT NULL,
    PktNr     INTEGER      NOT NULL,
    X         DECIMAL      NOT NULL,
    Y         DECIMAL      NOT NULL,
        PRIMARY KEY (Id, PktNr));
```

- Es sollen mehrere Polygone (Id) in Relation Polygon enthalten sein.
- Die Position jedes Punktes (PktNr) in der „Liste“ der Polygon-Punkte ist erforderlich!

Polygon P3 und seine relationale Darstellung




| Polygon | | | |
|---|---|---|---|
| Id | PktNr | X | Y |
| ••• | | | |
| P3 | 1 | x1 | y1 |
| P3 | 2 | x2 | y2 |
| P3 | 3 | x3 | y3 |
| P3 | 4 | x4 | y4 |
| P3 | 5 | x5 | y5 |
| P3 | 6 | x6 | y6 |
| P3 | 7 | x7 | y7 |
| ••• | | | |

- **Wie lassen sich folgende Integritätsbedingungen formulieren?**
  - Folgeänderungen bei
    „Füge neuen Eckpunkt von P3 zwischen (x2,y2) und (x3,y3) ein!“
  - Die Linien eines Polygons sollen sich nicht kreuzen!
  - Der Umfang U eines Polygons darf nicht größer als Konstante c sein!

$$U = \sum_{i=2}^{n} \sqrt{(x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2} + \sqrt{(x_1 - x_n)^2 + (y_1 - y_n)^2}$$

➥ **Deskriptive Formulierungen sind hier sehr schwierig!**

# Das Transaktionsparadigma

- **DB-bezogene Definition der Transaktion:**

  Eine TA ist eine ununterbrechbare Folge von DML-Befehlen,
  welche die Datenbank von einem logisch konsistenten Zustand in einen neuen logisch konsistenten Zustand überführt.

➥ Diese Definition eignet sich insbesondere für relativ kurze TA,
die auch als ACID-Transaktionen bezeichnet werden.

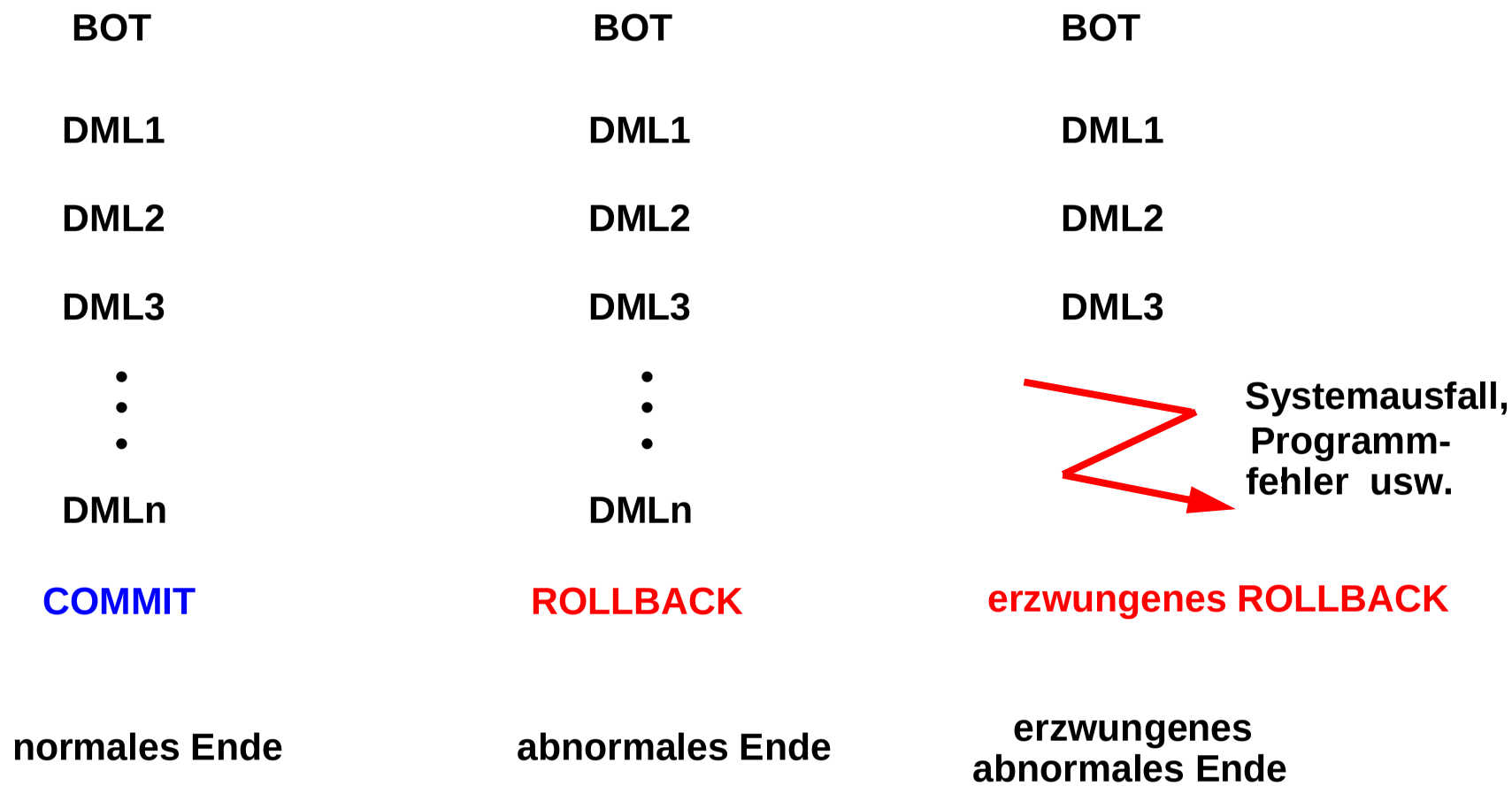
- **Wesentliche Abstraktionen aus Sicht der DB-Anwendung**
  - Alle Auswirkungen auftretender Fehler bleiben der Anwendung verborgen (*failure transparency*)
  - Es sind keine anwendungsseitigen Vorkehrungen zu treffen, um Effekte der Nebenläufigkeit beim DB-Zugriff auszuschließen (*concurrency transparency*)

➥ Gewährleistung einer fehlerfreien Sicht auf die Datenbank
im logischen Einbenutzerbetrieb

- **ACID-Prinzip**

| | |
|---|---|
| **A**tomicity: | 'Alles oder Nichts'-Eigenschaft (Fehlerisolierung) |
| **C**onsistency: | eine erfolgreiche TA erhält die DB-Konsistenz (Menge der definierten Integritätsbedingungen) |
| **I**solation: | alle Aktionen innerhalb einer TA müssen vor parallel ablaufenden TA verborgen werden |
| **D**urability: | sobald eine TA ihre Änderungen freigegeben hat, muß das System das Überleben dieser Änderungen trotz beliebiger (erwarteter) Fehler garantieren (*Persistenz*) |

# Mögliche Ausgänge einer Transaktion



# Zusammenfassung

- **Sichtenkonzept**
  - Erhöhung der Benutzerfreundlichkeit,
  - Flexibler Datenschutz
  - Erhöhte Datenunabhängigkeit
  - Rekursive Anwendbarkeit,
  - Eingeschränkte Aktualisierungsmöglichkeiten

- **Semantische Integritätskontrolle**
  - Relationale Invarianten, referentielle Integrität und Aktionen
  - Benutzerdefinierte Integritätsbedingungen (*assertions*)

    ➥ zentrale Spezifikation/Überwachung im DBS wird immer wichtiger

- **Das Transaktionsparadigma**
  - Verarbeitungsklammer für die Einhaltung von semantischen Integritätsbedingungen
  - Verdeckung der Nebenläufigkeit (*concurrency isolation*)

    ➥ Synchronisation
  - Verdeckung von (erwarteten) Fehlerfällen (*failure isolation*)

    ➥ Logging und Recovery
  - im SQL-Standard: COMMIT WORK, ROLLBACK WORK

    ➥ Beginn einer Transaktion implizit