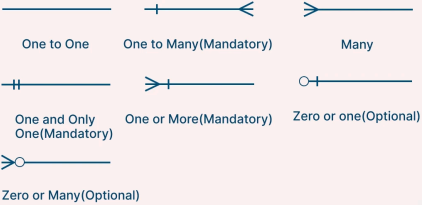
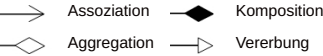


TODO: glossar
DataBase System (DBS)
Besteht aus DBMS und Datenbasen
DataBase Management System (DBMS)
Redundanzfreiheit, Datenintegrität, Kapselung, **TODO: 2 weitere**
ANSI Modell

Logische Ebene: Logische Struktur der Daten
Interne Ebene: Speicherstruktur, Definition durch internes Schema (Beziehungen, Tabellen etc.)
Externe Ebene: Sicht einer Benutzerklasse auf Teilmenge der DB, Definition durch externes Schema
Mapping: Zwischen den Ebenen ist eine mehr oder weniger komplexe Abbildung notwendig
Relationales Modell
PK sind unterstrichen, FK sind *kursiv*
tabellenname (
id SERIAL PRIMARY KEY,
grade DECIMAL(2,1) NOT NULL,
fk INT FOREIGN KEY REFERENCES t2,
u VARCHAR(9) DEFAULT CURRENT_USER,
);

Unified Modeling Language (UML)



Complete: Alle Subklassen sind definiert
Incomplete: Zusätzliche Subklassen sind erlaubt
Disjoint: Ist Instanz von genau einer Unterklasse
Overlapping: Kann Instanz von mehreren überlappenden Unterklassen sein
Normalisierung
1NF: Atomare Attributwerte

id	full_name	⇒	id	first	last
1	First Last		1	First	Last

2NF: Nichtschlüsselattr. voll vom Schlüssel abhängig

track	title	cd_id	album
1	Turnover	1	Repeater
2	Repeater	1	Repeater

⇒ track

track	cd_id	title	id	album
1	1	Turnover	1	Repeater
2	1	Repeater		

3NF: Keine transitiven Abhängigkeiten

id	album	interpret	land
1	Repeater	Fugazi	USA
2	Red Medicine	Fugazi	USA

⇒ cd

id	album	interpret	id	name	land
1	Repeater	1	1	Fugazi	USA

BCNF: Nur abhängigkeiten vom Schlüssel
(Voll-)funktionale Abhängigkeit: B hängt von A ab, zu jedem Wert von A gibt es genau einen Wert von B (**A → B**)
Transitive Abhängigkeit: B hängt vom Attribut A ab, C hängt von B ab (**A → B ∧ B → C ⇒ A → C**)
Denormalisierung: In geringere NF zurückführen (Verbessert Performance und reduziert Joins-Komplexität)
Anomalien
Einfügeanomalie, Löschanomalie, Änderungsanomalie
Data Control Language (DCL)

```
CREATE ROLE u WITH LOGIN PASSWORD ''; -- user
GRANT INSERT ON TABLE t TO u;
ALTER ROLE u CREATEROLE, CREATEDB, INHERIT;
CREATE ROLE r; -- group
GRANT r TO u; -- put user u in group r
REVOKE CREATE ON SCHEMA s FROM r;
CREATE ROLE u PASSWORD ' ' IN ROLE r; -- equivalent

-- creating
REVOKE CREATE ON SCHEMA public FROM PUBLIC;
CREATE ROLE u WITH LOGIN ENCRYPTED PASSWORD ' '
NOINHERIT; -- don't inherit privileges
GRANT SELECT ON ALL TABLES IN SCHEMA public TO u;
-- read all new tables (also created by others):
ALTER DEFAULT PRIVILEGES IN SCHEMA public GRANT
SELECT ON TABLES TO u;
-- deleting
REVOKE SELECT ON ALL TABLES IN SCHEMA public FROM u;
ALTER DEFAULT PRIVILEGES IN SCHEMA public
REVOKE SELECT ON TABLES FROM u;
DROP USER u;
```

Row-Level Security (RLS)

```
CREATE TABLE exams (
  id SERIAL, -- other fields...
  teacher VARCHAR(60) DEFAULT current_user
);
CREATE POLICY teachers_see_own_exams ON exams
FOR ALL TO PUBLIC USING (teacher = current_user);
ALTER TABLE exams ENABLE ROW LEVEL SECURITY;
```

Data Definition Language (DDL)

Wichtig: NOT NULL wo notwendig nicht vergessen

```
CREATE SCHEMA s;
CREATE TABLE t (
  id SERIAL PRIMARY KEY,
  name TEXT UNIQUE,
  grade DECIMAL(2,1) NOT NULL,
  fk INT FOREIGN KEY REFERENCES t2.id
  ON DELETE CASCADE,
  added TIMESTAMP DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
  u VARCHAR(9) DEFAULT CURRENT_USER,
  CHECK (grade between 1 and 6)
);
ALTER TABLE t2 ADD CONSTRAINT c PRIMARY KEY (a, b);
TRUNCATE/DROP TABLE t;
```

Vererbung

Tabelle pro Sub- und Superklasse:

```
CREATE TABLE sup ( -- 3.a
  id SERIAL PRIMARY KEY,
  name TEXT UNIQUE
);
CREATE TABLE sub1 (
  id SERIAL PRIMARY KEY,
  age INT
);
CREATE TABLE sub2 (
```

```
id SERIAL PRIMARY KEY
);
ALTER TABLE sub1 ADD CONSTRAINT id FOREIGN KEY
REFERENCES sup (id);
ALTER TABLE sub2 ADD CONSTRAINT id FOREIGN KEY
REFERENCES sup (id);
```

Tabelle pro Subklasse: Enthält jeweil. Subklassattribute

```
CREATE TABLE sub1 ( -- 3.b
  id SERIAL PRIMARY KEY,
  name TEXT UNIQUE,
  age INT
);
CREATE TABLE sub2 (
  id SERIAL PRIMARY KEY,
  name TEXT UNIQUE
);
```

Einzige Tabelle für Superklasse: Enthält alle Attribute

```
CREATE TABLE sup ( -- 3.c
  id SERIAL PRIMARY KEY,
  name TEXT UNIQUE,
  age INT
);

-- Junction Tabellen
CREATE TABLE a_b(
  a: INTEGER REFERENCES a(id),
  b: INTEGER REFERENCES b(id),
  PRIMARY KEY(a, b)
);
```

Datentypen

```
SMALLINT INT INTEGER BIGINT REAL FLOAT
DOUBLE NUMERIC(precision,scale) DECIMAL(p,s)
VARCHAR(size) TEXT CHAR(size) -- fixed size
DATETIME DATE INTERVAL TIME BINARY
CLOB /*Char Large Object*/ BLOB VARBINARY
```

Casting

Implicit TODO

```
CAST(5 AS float8) = 5::float8
```

Views

Resultate werden jedes mal dynamisch queried

```
CREATE VIEW v (id, u) AS SELECT id, u FROM t;
-- complex query
CREATE VIEW cheap_restaurant_view AS
WITH big_restaurant AS (
  SELECT * FROM restaurant
  WHERE anzahl_plaetze ≥ 20
)
SELECT r.name AS restaurant_name, s.name,
MIN(g.preis) AS cheap_gericht
FROM big_restaurant r
LEFT JOIN skigebiet s ON (s.id = r.skigebiet_id)
LEFT JOIN menukarte m ON (r.id = m.restaurant_id)
LEFT JOIN menukarte_gericht mg ON (m.id =
mg.menukarte_id)
LEFT JOIN gericht g ON (g.id = mg.gericht_id)
WHERE ist_tagesmenu = true
GROUP BY r.id, s.id, restaurant_name
HAVING MIN(g.preis) ≥ 3
ORDER BY cheap_gericht;
```

Updatable View

Views sind updatable wenn diese Kriterien erfüllt sind:

- Single base table
- Keine aggregate, DISTINCT, GROUP BY, oder HAVING klauseln
- Alle Spalten müssen zur originalen Tabelle direkt gemappt werden können

Materialized View

Speichert resultat auf Disk

```
CREATE MATERIALIZED VIEW mv AS SELECT * FROM t;
REFRESH MATERIALIZED VIEW mv; -- refresh results
```

Temporäre Tabellen

TODO

Data Manipulation Language (DML)

FROM -> JOIN -> WHERE -> GROUP BY -> HAVING ->
SELECT (WINDOW FUNCTIONS) -> ORDER BY -> LIMIT

Common Table Expressions (CTE)

```
-- normal
WITH cte AS (SELECT * FROM t) SELECT * FROM cte;
WITH tmp(id, name) AS (SELECT id, name FROM t)
SELECT id, name FROM tmpstable;
-- recursive
WITH RECURSIVE q AS (SELECT * FROM t WHERE grade>1
UNION ALL SELECT * FROM t INNER JOIN q ON
q.u = t.name) SELECT id as 'ID' FROM q;
```

Window Functions

```
SELECT id, RANK() OVER
(ORDER BY grade DESC) as r FROM t;
SELECT id, u, LAG(name, 1) OVER
(PARTITION BY fk ORDER BY id DESC) FROM t;
-- PERCENT/DENSE_RANK(), FIRST_VALUE(v),
LAST_VALUE(n)
-- NTH_VALUE(v,n), NTILE(n), LEAD(v,o), ROW_NUMBER()
```

INSERT

```
INSERT INTO t (added, grade)
VALUES ('2002-10-10', 1) RETURNING id;
```

UPDATE

```
UPDATE t SET grade = grade+1, name=' ' WHERE id = 1;
```

Subqueries

```
SELECT * FROM t WHERE grade > ANY (SELECT g FROM
t2);
SELECT * FROM t WHERE EXISTS (SELECT g FROM t2);
-- ALL, ANY, IN, EXISTS, =
```

Inner Join

Zeilen, die in beiden Tabellen matchen

```
SELECT a.*, b.* FROM a INNER JOIN b ON a.id = b.id;
```

Equi Join

Wie Inner Join

```
SELECT a.*, b.* FROM a JOIN b ON a.id = b.id;
```

Natural Join

Wie Inner Join aber ohne Duplikate

```
SELECT a.*, b.* FROM a NATURAL JOIN b ON a.id =
b.id;
```

Semi Join

Nur Zeilen aus a, wobei b matchen muss

```
SELECT a.* FROM a WHERE EXISTS
(SELECT 1 FROM b WHERE a.id = b.id);
```

Anti Join

Nur Zeilen aus a, wobei b nicht matchen darf

```
SELECT a.* FROM a WHERE NOT EXISTS
(SELECT 1 FROM b WHERE a.id = b.id);
```

Left outer Join

Alle Zeilen beider Tabellen, NULL für b falls kein match

```
SELECT a.*,b.* FROM a LEFT OUTER JOIN b ON
a.id=b.id;
```

Right outer Join

Alle Zeilen beider Tabellen, NULL für a falls kein match

```
SELECT a.*,b.* FROM a RIGHT OUTER JOIN b ON
a.id=b.id;
```

Full outer Join

Alle Zeilen beider Tabellen, NULL falls kein match

```
SELECT a.*,b.* FROM a FULL OUTER JOIN b ON
a.id=b.id;
```

Lateral Join

Join, der Subqueries erlaubt

```
SELECT x.*, y.* FROM a AS x JOIN LATERAL
(SELECT * FROM b WHERE b.id = y.id) AS y ON TRUE;
```

GROUP BY

```
SELECT id, COUNT(*) FROM t
GROUP BY grade, id HAVING COUNT(*) > 2;
```

WHERE

```
BETWEEN 1 AND 5; LIKE '___%'; AND; IS (NOT) NULL
IN (1, 5) ; LIKE '%asd'; OR ;
```

INDEX

	B-Tree	Hash	BRIN
Gleichheitsabfragen	✓	✓	✗
Range Queries	✓	✗	✓
Sortierte Daten	✓	✗	✓
Grosse Tabellen	*	*	✓

* Hash: Nur bei Gleichheitsabfragen

```
CREATE INDEX i ON t/*USING BTREE*/ (grade,UPPER(u));
CREATE INDEX j ON t (fk) INCLUDE (added) WHERE fk<4;
DROP INDEX i;
```

Transaktionen

Note: In postgres gibt es keine geschachtelten T.
Atomicity: Vollständig oder gar nicht
Consistency: Konsistenter Zustand bleibt erhalten
Isolation: Transaktion ist von anderen T isoliert
Durability: Änderungen sind persistent

```
BEGIN; SAVEPOINT s;
COMMIT; ROLLBACK /*TO SAVEPOINT s*/;
```

Isolation

```
SET TRANSACTION ISOLATION LEVEL ...; -- transaction
SET SESSION CHARACTERISTICS AS TRANSACTION
ISOLATION LEVEL ...; -- session
```

READ UNCOMMITTED: Lesezugriffe nicht synchronisiert (keine Read-lock), Read ignoriert jegliche Sperren
READ COMMITTED: Lesezugriffe nur kurz/temporär synchronisiert (default), setzt für gesamte T Write-Lock, Read-lock nur kurzfristig
REPEATABLE READ: Einzelne Zugriffe ROWS sind synchronisiert, Read und Write Lock für die gesamte T
SERIALIZABLE: Vollständige Isolation nach ACID

	Read Un-committed	Read Com-mitted	Repeata-ble Read	Seria-lizable
Dirty Write	*	*	*	✗
Dirty Read	✓	✗	✗	✗
Lost Update	✓	✓	✗	✗
Fuzzy Read	✓	✓	✗	✗
Phantom Read	✓	✓	✓	✗
Read Skew	✓	✓	✗	✗
Write Skew	✓	✓	✓	*

* Nur in SQL92 möglich, PSQL >= 9.1 verhindert dies
Dirty Read: Lese Daten von nicht committed T's
Fuzzy Read: Versch. Werte beim mehrmaligen Lesen gleicher Daten (da durch andere T geändert)
Phantom Read: Neue/Gelöschte Rows einer anderen T
Read Skew: Daten lesen, die sich während der T ändern
Write Skew: Mehrere T lesen Daten und Ändern sie
Deadlock: Mehrere T blockieren sich, da sie auf die gleiche Ressource warten
Cascading Rollback: T schlägt fehl und alle davon abhängigen T müssen ebenfalls zurückgerollt werden

	Serialisierbar	Deadlocks	Cascading RollB.	Konflikt-RollB.	Hohe Parallelität	Realistisch
Two-Phase Locking	✓	✓	✓	✗	✗	✗
Strict 2PL	✓	✓	✗	✗	✗	✓
Preclaiming 2PL	✓	✗	✗	✗	✗	✗
Validation-based	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Timestamp-based	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Snapshot Isolation	✗	*	✗	✓	✓	✓
SSI	✓	*	✗	✓	✓	✓

* Deadlock in PSQL mit Snapshot Isolation

Relationale Algebra

$\pi_{R1,R4}(R)$ `SELECT R1,R4 FROM R;`
 $\sigma_{R1>30}(R)$ `SELECT * FROM R WHERE R1 > 30;`
 $\rho_{a \leftarrow R}$ `SELECT * FROM R AS a;`
 $R \times S$ `SELECT * FROM R,S;`
 $R \bowtie_{A=B} S$ `SELECT * FROM R JOIN S ON R.A=S.B;`

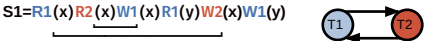
Serialisierbarkeit

Shared Lock: Schreib- & Lesezugriffe (eine Transaktion)

Exclusive Lock: Lesezugriffe (mehrere Transaktionen)

Serieller Schedule: Führt Transaktionen am Stück aus

Nicht serialisierbar:



Konfliktpaare:

R1(x) < W2(x) R2(x) < W1(x)

Konflikt-Serialisierbar:

r1(b)r2(b)w2(b)r2(c)r2(d)w3(a)r4(d)r3(b)w4(d)r5(c)r5(a)w4(c)

Konflikt-Äquivalenter serieller Schedule:

r1(b)r2(b)w2(b)r2(c)r2(d)w3(a)r3(b)r5(c)r5(a)r4(d)w4(d)w4(c)



Vollständiges Backup

Exakte kopie der ganzen DB

Inkrementelles Backup

Sichert nur die seit dem letzten Backup geänderten Daten.

Logisches Backup (SQL Dump)

Blockiert keine T. Für mittelgrosse Datenmengen, interkompatibel mit neuen PG-Versionen und anderen Maschinen.

Physisches Backup (File System)

Datenbank muss gestoppt werden, schneller als logisches Backup, passt nur zu derselben «Major Version» von PG.

Multi-Version Concurrency Control (MVCC)

Ermöglicht es, mehreren T gleichzeitig zu laufen. Bei jeder Änderung wird eine neue Version der Daten erstellt. Leser sehen die älteren Versionen, während Schreiber die neuesten Versionen sehen.

Two-Phase Locking (2PL)

Stellt Isolation der T sicher

- 1) Growing Phase: Die T. kann neue Locks erwerben, jedoch keine freigeben
- 2) Shrinking Phase: Locks können freigegeben werden, aber keine neuen mehr erworben werden

Write-Ahead Log (WAL)

Schreibt Änderungen der T in Log, dann Commit loggen, dann Updates in DB. Kann bei Absturz replayed werden
LSN, TaID, PageID, Redo, Undo, PrevLSN

Dreiwertige Logik (cursed)

SELECT NULL IS NULL; -- true
SELECT NULL = NULL; -- [null]

B-Baum

