Prof. Dr. Th. Härder
Universität Kaiserslautern
Fachbereich Informatik
E-mail: haerder@informatik.uni-kl.de
WWW: http://wwwdbis.informatik.uni-kl.de/

Vorlesung

Realisierung von Datenbanksystemen

SS01

Th. Härder

Vorlesung:

Mo., 10.00 - 11.30 Uhr, 46-280

Beginn: Mo., 23. 4. 2001

Ziele

- **Vermittlung von vertieften Kenntnissen**
  zu Entwurf, Aufbau, Realisierung und Programmierung von DBS, insbesondere
  - Architektur von zentralisierten und verteilten DBS (Schichtenmodelle),
  - Speichersystem, Zugriffssystem und Datensystem
  - Implementierungstechniken für Konzepte und Verfahren, mit denen die einzelnen Schichten eines DBS aufgebaut werden

- **Erarbeitung eines tiefergehendes Verständnisses**
  - für das Zusammenspiel der DBS-Schichten und -Komponenten
  - zur Erklärung des Leistungsverhaltens bei der Abwicklung von DB-Operationen
  - für das Entwerfen, Aufbauen und Warten von Datenbanken sowie für die Programmierung von DB-Anwendungen

- **Voraussetzungen für Übernahme von Tätigkeiten:**
  - DB-Systementwicklung und -implementierung
  - Entwicklung und Einsatz von DB-gestützten Anwendungen
  - Integration von kooperativen Informations- und Anwendungssystemen
  - Installation, Administration und Tuning von DB- und Transaktionssystemen
  - Systemverantwortlicher für Datenbanksysteme, insbesondere Unternehmens-, Datenbank-, Anwendungs- und Datensicherungsadministrator, Informationswirt, ...

ÜBERSICHT

1. Architekturen von DB- und TA-Systemen

- statische Abbildungshierarchie eines DBS – Schichtenmodell
- Aufbau von zentralisierten Transaktionssystemen
- Verteilte Transaktionssysteme: Einsatz von Mehrrechner-DBS
- Client/Server-DBS

2. Externspeicherverwaltung

- Datei- und Segmentkonzepte
- Maßnahmen zur Fehlertoleranz
- Einbringverfahren

3. DB-Pufferverwaltung

- Nutzung von Lokalität
- Verwaltung des DB-Puffers (Suche, Speicherzuordnung)
- Ersetzungsverfahren und Vorausplanung

4. Speicherungsstrukturen

- Freispeicherverwaltung
- Adressierung von Sätzen
- Satzabbildung, Cluster-Bildung

5. Eindimensionale Zugriffspfade

- Mehrwegbäume, statische und dynamische Hashverfahren
- Zugriffspfade für Sekundärschlüssel
- Zugriffspfade für Setstrukturen
- Verallgemeinerte Zugriffspfadstrukturen

ÜBERSICHT (2)

6. Mehrdimensionale Zugriffspfade

- Unterstützung für raumbezogene Zugriffe
- Organisation der Datensätze
- Organisation des umgebenden Datenraums
- Grid-File, R-Baum u. a.
- Vergleich verschiedener Zugriffsverfahren

7. Satzorientierte Schnittstelle

- Data-Dictionary-Funktionen
- Scan-Konzepte,
- Sortier-Operator

8. Implementierung relationaler Operatoren

- Operatoren auf einer und auf mehreren Relationen
- Implementierung der Verbundoperation

9. Mengenorientierte Schnittstelle

- Formen der Spracheinbettung
- Übersetzung von DB-Anweisungen
- Anfrageoptimierung (Standardisierung, Vereinfachung, Restrukturierung und Transformation, Kostenmodelle)
- Code-Erzeugung
- Ausführung von DB-Anweisungen

LITERATURLISTE

Härder, T., Rahm, E.: Datenbanksysteme — Konzepte und Techniken der Implementierung, Springer-Verlag, 1999 (Es sind Hörerscheine erhältlich).

Gray, J., Reuter, A.: Transaction Processing—Concepts and Techniques, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Mateo, CA., 1998 (5th printing).

Ramakrishnan, R.: Database Management Systems, McGraw-Hill, Boston, 1998.

O'Neil, P.: Database—Principles, Programming, Performance, Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Mateo, CA., 1994.

Saake, G., Heuer, A.: Datenbanken: Implementierungstechniken, MITP-Verlag, 1999.

Mitschang, B.: Anfrageverarbeitung in Datenbanksystemen — Entwurfs- und Implementierungskonzepte, Reihe Datenbanksysteme, Vieweg, 1995.

<u>ZEITSCHRIFTEN:</u>

ACM TODS Transactions on Database Systems, ACM-Publikation (vierteljährl.)

THE VLDB Journal VLDB Foundation (vierteljährlich)

Information Systems Pergamon Press (8-mal jährlich)

ACM Computing Surveys ACM-Publikation (vierteljährlich)

<u>TAGUNGSBÄNDE:</u>

ICDE Proceedings, „International Conference on Data Engineering", jährliche Konferenz der IEEE

SIGMOD Proceedings, jährliche Konferenz der ACM <u>S</u>pecial <u>I</u>nterest <u>G</u>roup on <u>M</u>anagement of <u>D</u>ata

VLDB Proceedings, jährliche Konferenz „Very Large Data Bases" (ACM, IEEE, ...)

BTW Tagungsbände der alle 2 Jahre stattfindenden Tagungen „Datenbanksysteme in Büro, Technik und Wissenschaft" der Gesellschaft für Informatik (GI),
sowie weitere Tagungen innerhalb des GI-FA 2.5 Informationssysteme

Datenbanktechnologie - Was ist das?

Konzepte, Methoden, Werkzeuge und Systeme für die

■ dauerhafte	Lebensdauer Daten > Dauer Erzeugungsprozeß
■ zuverlässige	Integrität, Konsistenz, Verlustsicherheit
■ unabhängige	wechselseite Änderungsimmunität AWP-DB

Verwaltung und

■ komfortable	„höhere“ abstrakte Schnittstelle
■ flexible	Ad-hoc-Zugriffsmöglichkeit

Benutzung von

■ großen	Größe Daten >> Größe Hauptspeicher
■ integrierten	kontrollierte Redundanz von/für mehrere Anwendungen,
■ mehrfachbenutzbaren	paralleler Zugriff

Datenbasen

1. Architekturen von DB- und TA-Systemen

- **Schichtenmodell eines DBS**
  - schrittweise Abstraktion von einem Bitstring auf der Magnetplatte zu logischen Sichten und SQL-Operationen oder komplexen Objekten
  - Prinzipien der Schichtenbildung
  - effiziente (dynamische) Abbildung über mehrere Schichten hinweg?
- **Transaktionssysteme**
  - Grundlegende Abstraktionen und Grobaufbau
  - Schichtenmodell
  - Anforderungen
- **Verteilte Transaktionssysteme**
  - Aspekte/Prinzipien der Verteilung
  - Verteilung unter Kontrolle des TP-Monitors
  - Verteilung unter Kontrolle des DBS (Mehrrechner-DBS)
- **Client/Server-DBS**
  - „Verschicken von Anfragen” vs „Verschicken von Daten”
  - Client/Server-Architekturen für objektorientierte DBS

Schichtenmodell eines DBS – Überblick

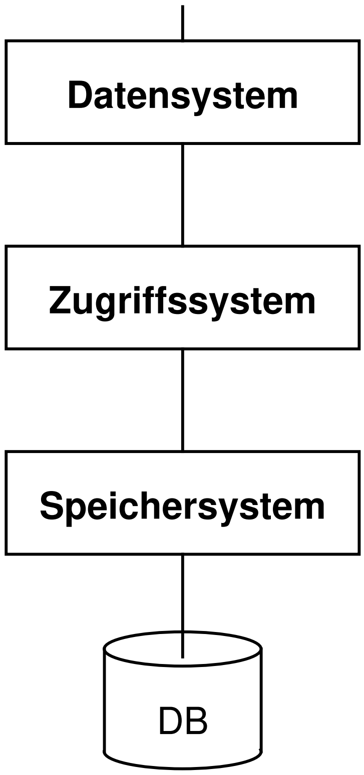
- **Vereinfachtes Schichtenmodell**

Aufgaben der Systemschicht

Art der Operationen an der Schnittstelle

deskriptive Anfragen
Zugriff auf Satzmengen

Übersetzung und Optimierung von Anfragen



Satzzugriffe

Verwaltung von physischen Sätzen und Zugriffspfaden

Seitenzugriffe

DB-Puffer- und Externspeicher-Verwaltung

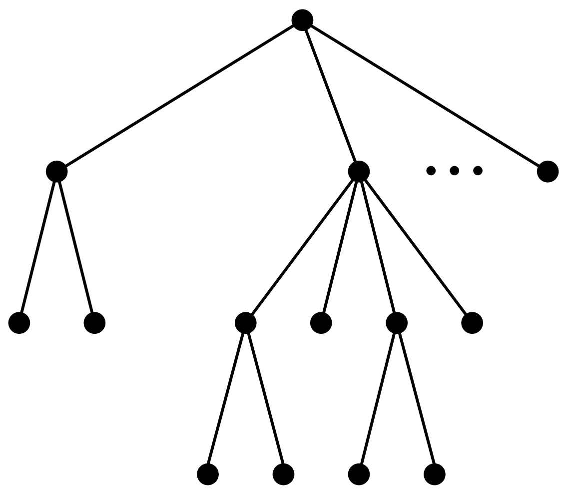
- **Dynamischer Kontrollfluß einer Operation an das DBS**

Datensystem — DBS-Operationen (API)

Zugriffssystem — Füge Satz ein, Modifiziere Zugriffspfad

Speichersystem — Stelle Seite bereit, Gib Seite frei

Lies / Schreibe Seite



Schichtenbildung im Schichtenmodell

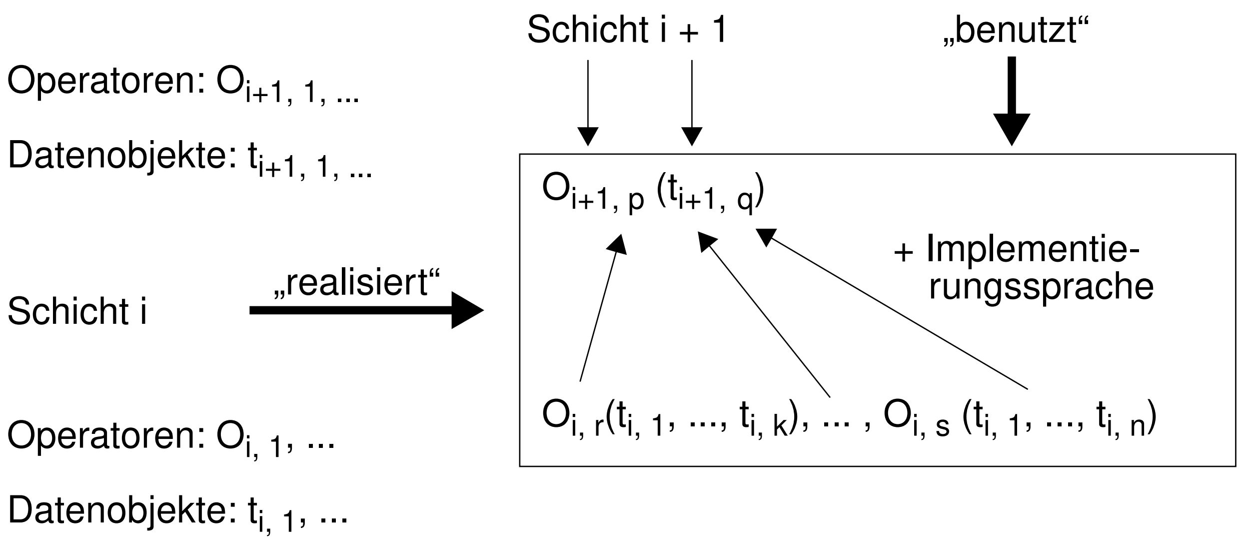
- **Ziel: Architektur eines datenunabhängigen DBS**

- **Wieviele Schichten braucht man?**

  ➥ Es gibt keine Architekturlehre für den Aufbau großer SW-Systeme

- **Empfohlene Konzepte:**
  - Geheimnisprinzip (*Information Hiding*)
  - Hierarchische Strukturierung

- **Aufbauprinzip:**



- **„benutzt“-Relation:**

  A **benutzt** B, wenn A B aufruft und die korrekte Ausführung von B für die vollständige Ausführung von A notwendig ist

Statisches Modell eines Datenbanksystems

Adressierungseinheiten:	Relationen, Sichten, Tupel	Transaktionsprogramme

Mengenorientierte DB-Schnittstelle

Sprachen wie
SQL, QBE usw.

Adressierungseinheiten:	Relationen, Sichten, Tupel	Logische Datenstrukturen
Hilfsstrukturen:	externe Schemabeschreibung, Integritätsregeln	
Adressierungseinheiten:	externe Sätze, Sets, Schlüssel, Zugriffspfade	

Satzorientierte DB-Schnittstelle

FIND NEXT Satzname,
STORE Satzname, usw.

Adressierungseinheiten:	externe Sätze, Sets, Schlüssel, Zugriffspfade	Logische Zugriffspfadstrukturen
Hilfsstrukturen:	Zugriffspfaddaten, interne Schemabeschreibung	
Adressierungseinheiten:	interne Sätze, B*-Bäume, Hash-Tabellen, usw.	

Interne Satzschnittstelle

Speichere Satz,
Füge Eintrag in
B*-Baum ein, usw.

Adressierungseinheiten:	interne Sätze, B*-Bäume, Hash-Tabellen, usw.	Speicherungsstrukturen
Hilfsstrukturen:	Freispeicher-Info., Adreßtab., Seitenindices, usw.	
Adressierungseinheiten:	Seiten, Segmente	

DB-Pufferschnittstelle

Stelle Seite j bereit,
Gib Seite j frei

Adressierungseinheiten:	Seiten, Segmente	Seitenzuordnungsstrukturen
Hilfsstrukturen:	Seitentabellen, Blocktabellen, usw.	
Adressierungseinheiten:	Blöcke, Dateien	

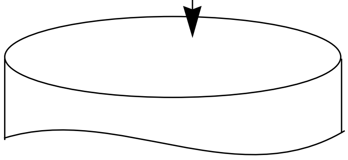
Dateischnittstelle

Lies Block k,
Schreibe Block k

Adressierungseinheiten:	Blöcke, Dateien	Speicherzuordnungsstrukturen
Hilfsstrukturen:	Freispeicher-Info., Extent-Tabellen, Dateikataloge, usw.	
Adressierungseinheiten:	Spuren, Zylinder, Kanäle, usw.	

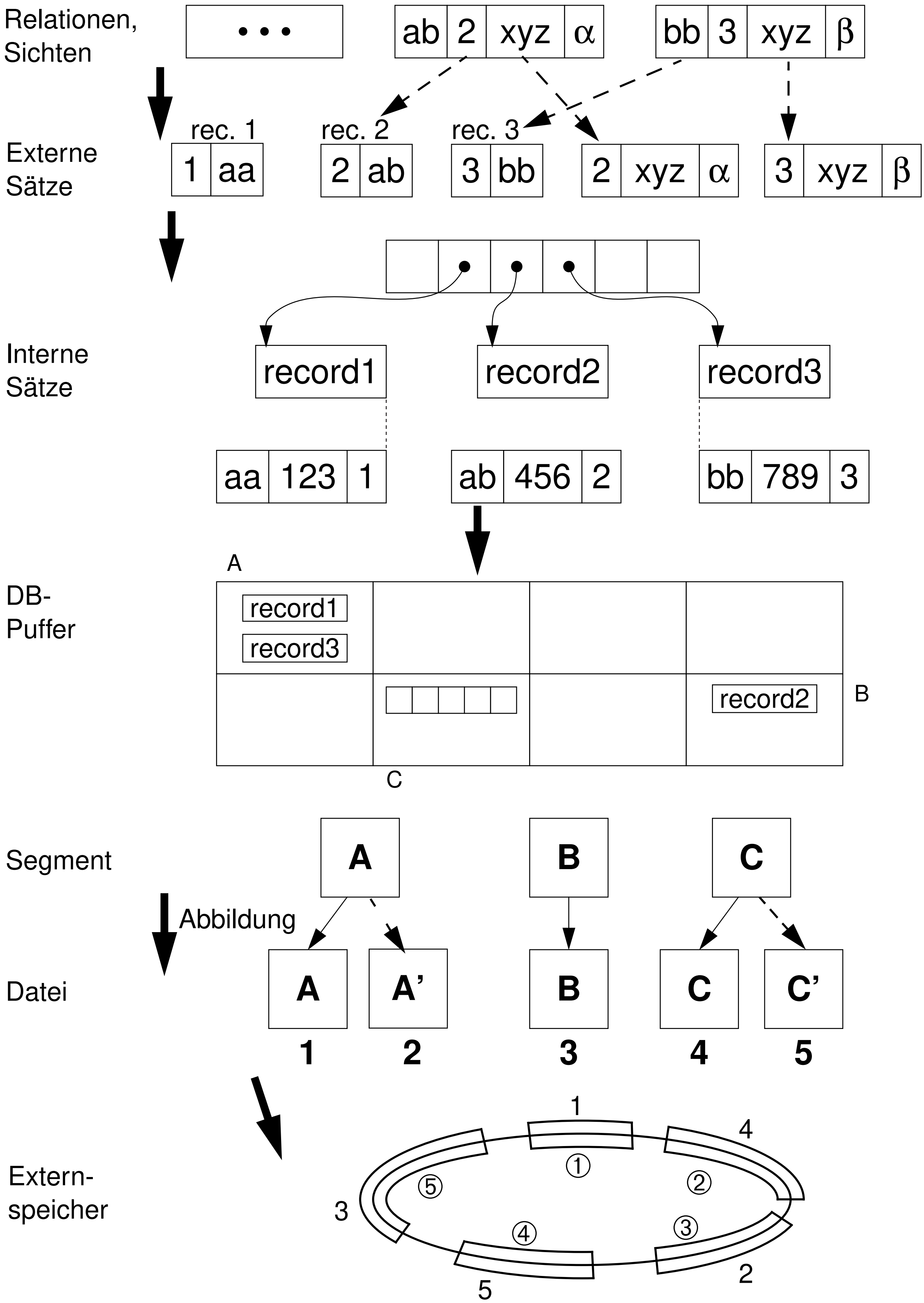
Geräteschnittstelle

Kanalprogramme



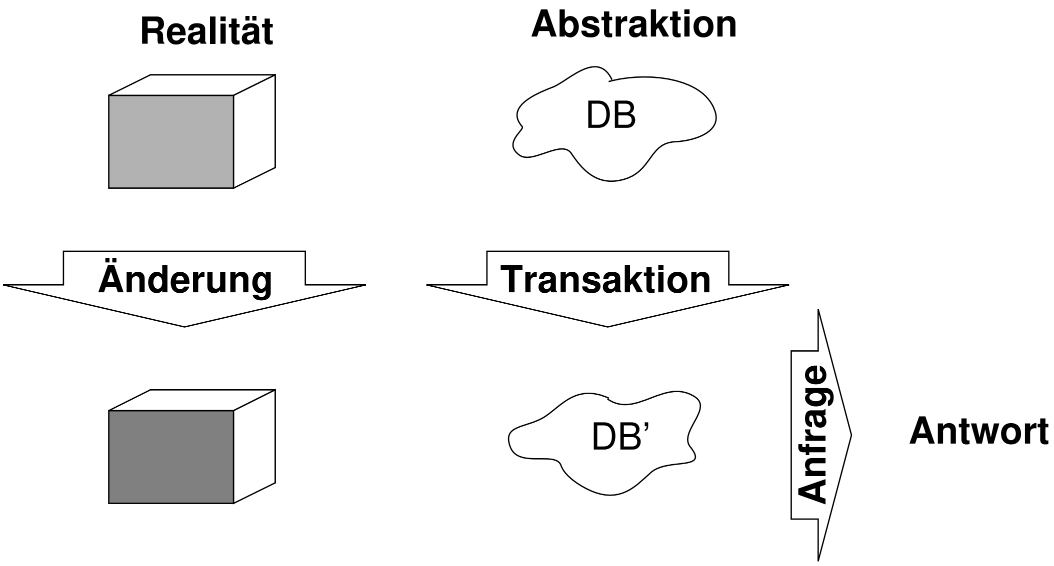
Externe Speichermedien

Schichtenweise Abbildungen in einem DBS



Transaktionssysteme – Grundlegende Abstraktionen

- **Abstraktion**
  - Der reale Zustand (einer Miniwelt) wird durch eine Abstraktion – DB genannt – dargestellt
  - Eine Veränderung des realen Zustands wird durch ein Programm – Transaktion genannt – in der DB nachvollzogen



- **Definitionen einer TA aus verschiedenen Sichten**
  - Mit einer Transaktion (TA) wird ein Vorgang einer Anwendung in einem Rechensystem abgewickelt.
    Ein solcher Vorgang bildet typischerweise einen **nicht-trivialen Arbeitsschritt (*unit of work*)** in betrieblichen Abläufen.
  - Eine (On-line) Transaktion ist die Ausführung eines Programmes, das mit Hilfe von Zugriffen **auf eine gemeinsam genutzte Datenbank** (DB) eine Anwendungsfunktion erfüllt.
  - Eine DB-Transaktion ist eine **ununterbrechbare Folge von DB-Operationen**, welche die Datenbank von einem logisch konsistenten in einen logisch konsistenten Zustand überführt.

ACID-Eigenschaften

Eine Transaktion ist eine **Sammlung von Aktionen** mit folgenden Eigenschaften:

- ***Atomicity***

  Die Änderungen einer TA, die den Zustand der Miniwelt betreffen, sind atomar; es gilt „Alles oder Nichts“. Zu diesen Änderungen gehören **DB-Aktualisierungen, Nachrichten und Operationen auf Steuerungsgeräten.**

- ***Consistency***

  Eine TA ist eine korrekte Transformation des Miniwelt-Zustandes. Die Operationsfolge verletzt keine der Integritätsbedingungen, die mit dem Zustand verknüpft sind. Deshalb muß eine TA ein korrektes Programm sein.

- ***Isolation***

  Trotz der konkurrenten Abwicklung von TA erscheint jeder TA T, daß andere TA entweder vor T oder nach T ablaufen, aber nicht beides zusammen.

- ***Durability***

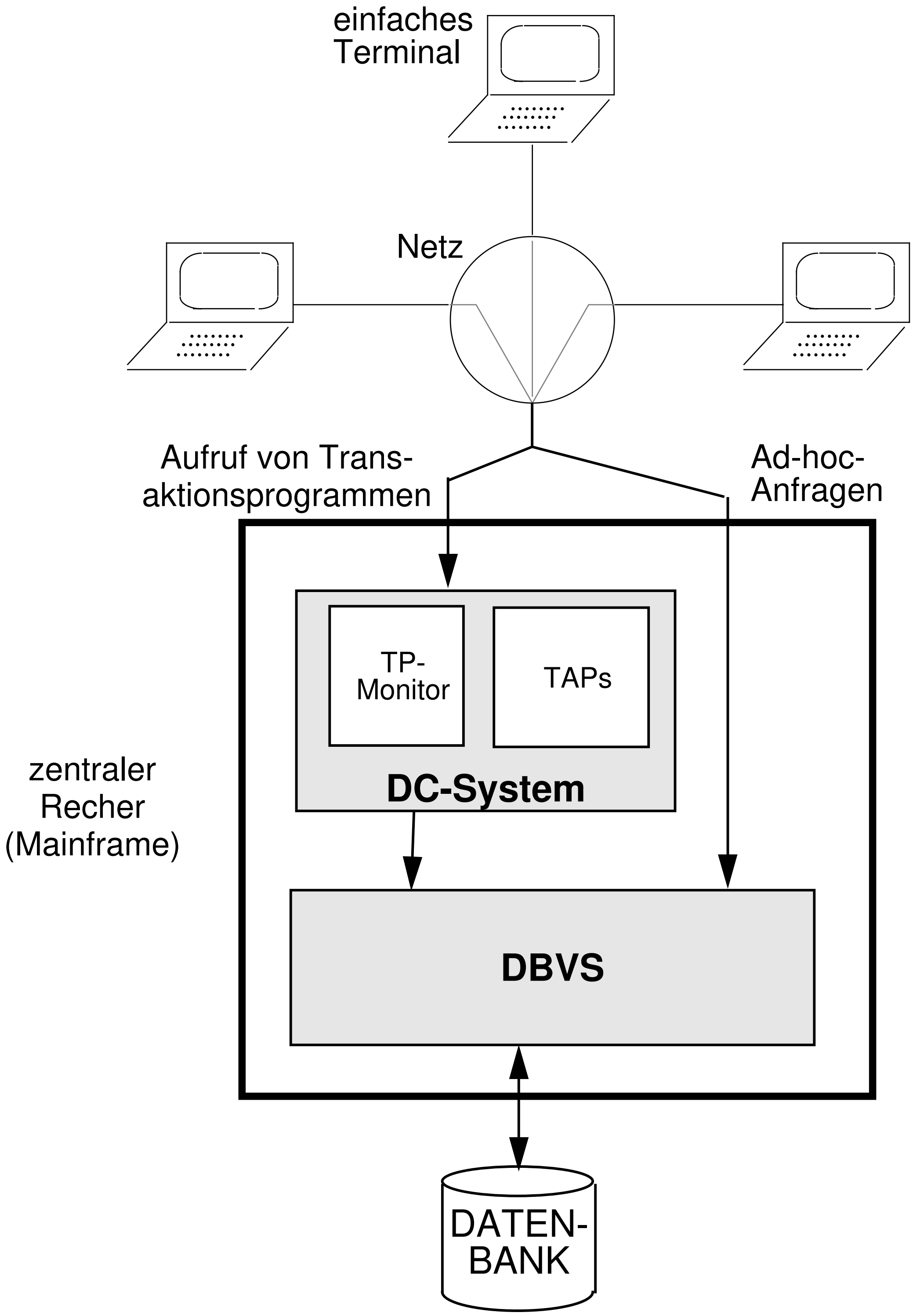
  Sobald eine TA erfolgreich beendet wird (*commit* ausführt), überleben ihre Zustandsänderungen alle erwarteten Fehler

➥ Was garantieren diese Eigenschaften beim Ablauf einer Kontenbuchungs-TA?

- **Struktur eines TA-Programms**

  - BEGIN_WORK() → alle nachfolgenden Operationen gehören zur TA
  - COMMIT_WORK() → neuer konsistenter Zustand wird persistent (*Durability*)
  - ROLLBACK_WORK() → Fehler erzwingt rückwirkungsfreies Rücksetzen der TA (*Atomicity*)

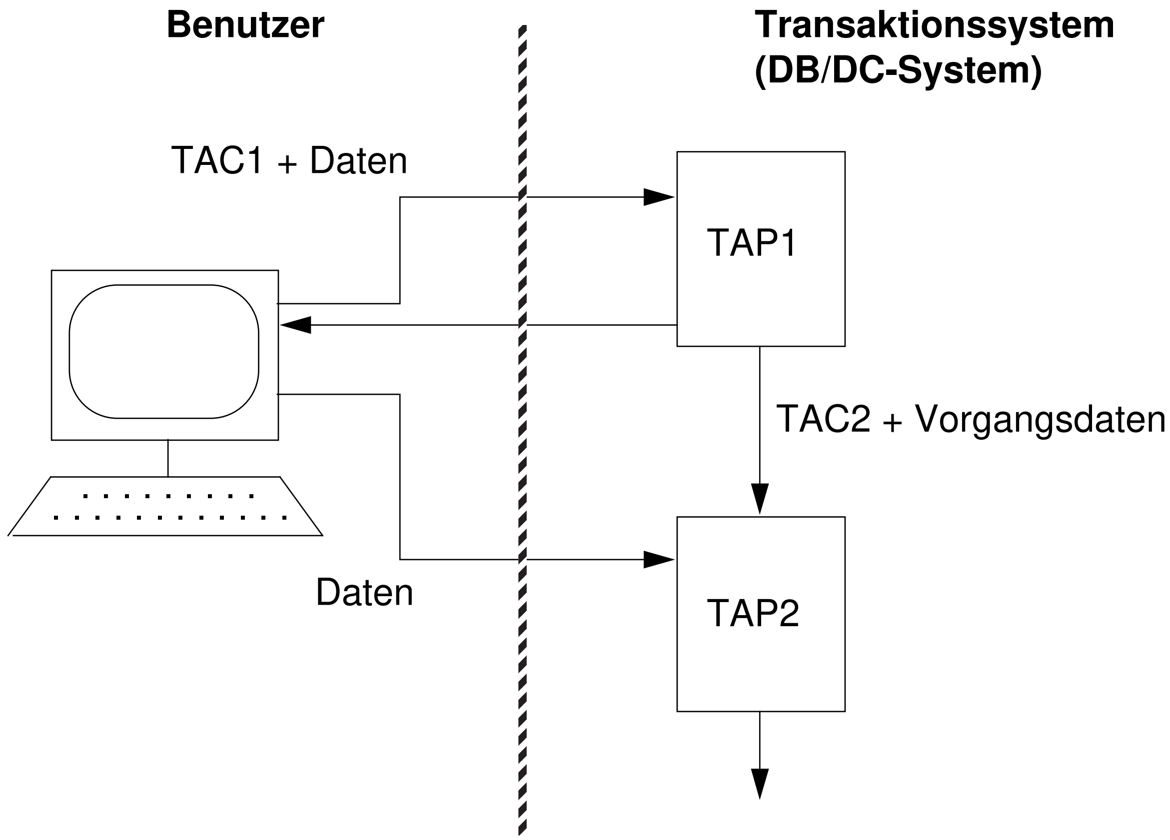
Grobaufbau eines zentralisierten Transaktionssystems



TP-System	=	Transaktionssystem (*Transaction Processing System*)
TAP	=	TA-Programm/Anwendungsprogramm
TP-Monitor	=	*Transaction Processing Monitor*
DC-System	=	Datenkommunikationssystem

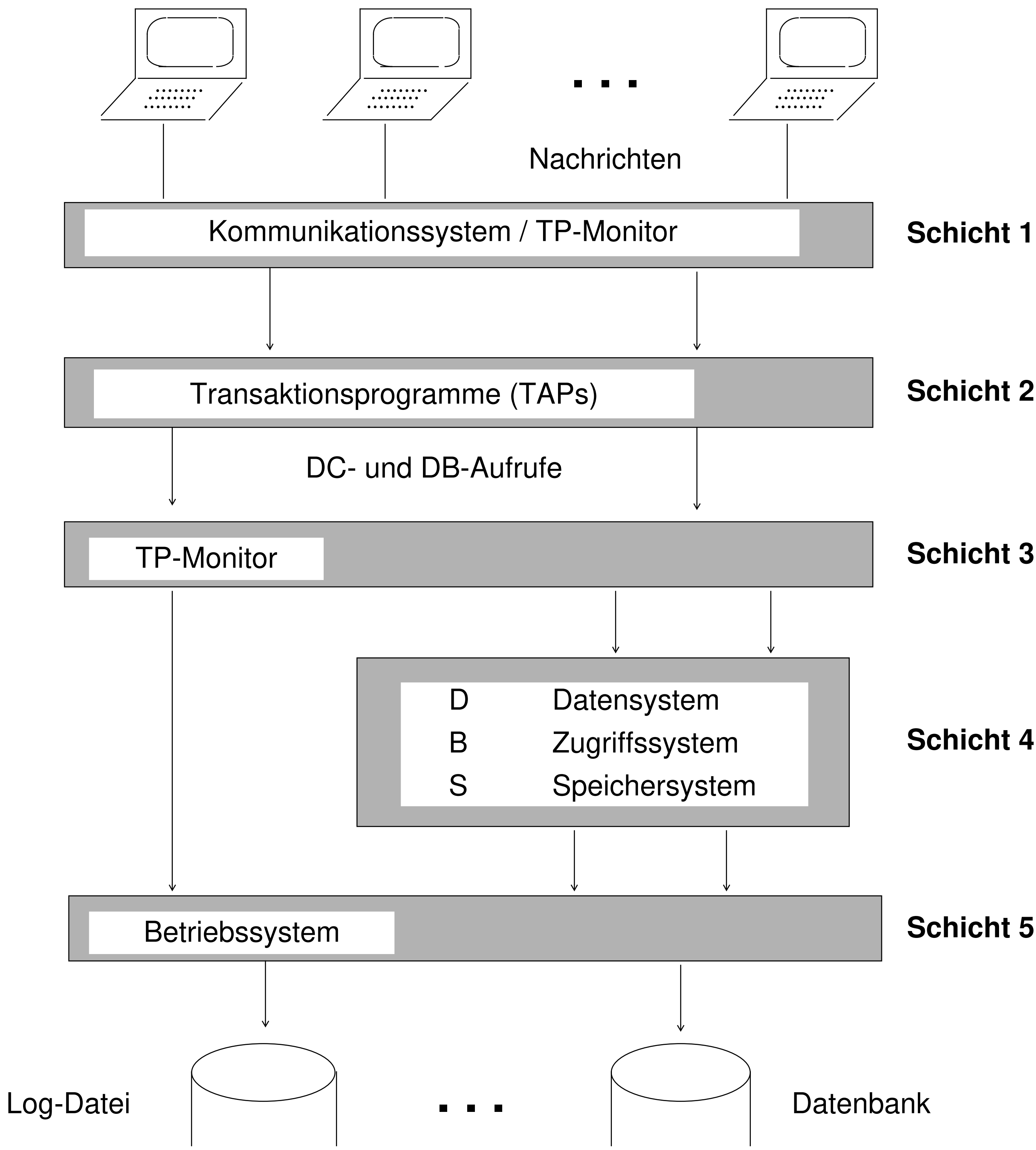
Transaktionssysteme – operationale Eigenschaften

- **Prinzipieller Ablauf**



- **System- und Betriebsmerkmale**
  - Benutzung im Dialog: „parametrischer“ Benutzer
  - wenige kurze Transaktionstypen: hohe Wiederholrate
  - sehr viele Benutzer gleichzeitig
  - gemeinsame Datenbestände mit größtmöglicher Aktualität
  - kurze Antwortzeiten als Optimierungsziel vor Auslastung
  - stochastisches Verkehrsaufkommen
  - hohe Verfügbarkeit des Systems

Schichtenmodell eines Transaktionssystems



Anforderungen an Transaktionssysteme

- **Abwicklung sehr hoher TA-Raten**
  - TA-Typ „Kontenbuchung“: Maßeinheit bei den Benchmarks TPC-A, TPC-B
    ➥ n Ktps vom Typ TPC-B?
  - komplexere Transaktionen „Abwicklung von Bestellungen“ beim TPC-C
    ➥ n*100 Ktpm vom Typ TPC-C
  - Es ist immer mehr Funktionalität gefragt!
    (benutzerdefinierte Datentypen, große Objekte, Multimedia, ...)

- **Gewährleistung hoher Verfügbarkeit**
  - Vermeidung eines Systemausfalls
  - Verfügbarkeit aller Daten
  - **Mehrrechner-Architekturen** erforderlich

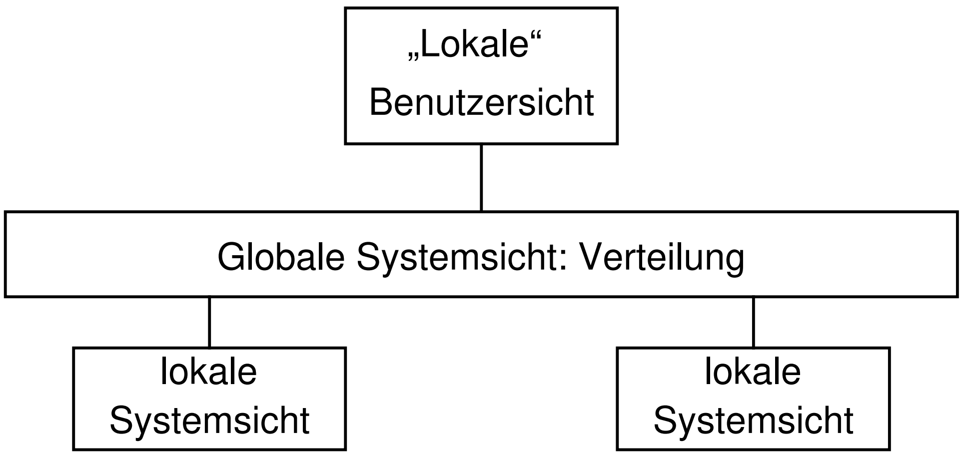
- **Modulares Systemwachstum**
  - Subsysteme als Einheiten des Entwurfs, der Kontrolle und des Ausfalls
  - annähernd lineare Durchsatzerhöhung
  - Zuordnung von Prozessoren und **Daten** (Platten)

- **Einbindung in Client/Server-Architekturen**
  - 2-stufig: Präsentation - Anwendung/Datenhaltung
  - 3-stufig: Präsentation - Anwendung - Datenhaltung (Skalierbarkeit!)
  - 4-stufig: Einbezug von Web-Servern

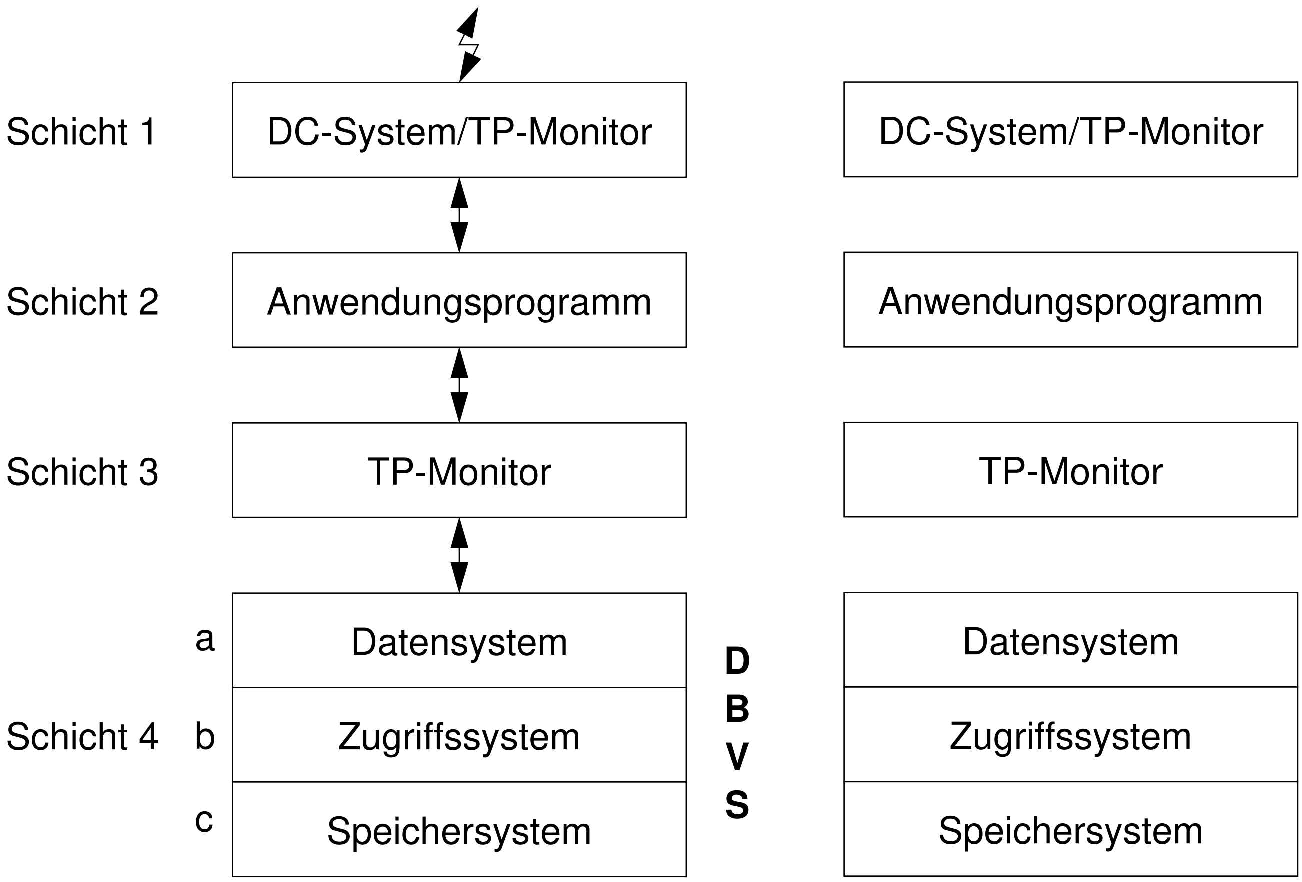
➥**Transaktionssysteme sind** i. allg. horizontal und/oder vertikal **verteilt**!

Klassifikation verteilter Transaktionssysteme

- **Vorgehensweise bei der Verteilung**
  - Partitionierung der Daten (ggf. mit Replikation)
  - Kommunikation zwischen Prozessen zum Zugriff auf jeweils lokalen Daten
- **gewünschte Sichtbarkeit**



- **Homogenes Systemmodell**



Klassifikation verteilter Transaktionssysteme (2)

- **Realisierung der globalen Systemsicht: wo?**
  - Forderung: lokale Sicht des Benutzers (Ortstransparenz, „single system image“)
  - Abbildung auf lokale Sichten der Knoten

- **Verteilung unter Kontrolle des TP-Monitors *(Verteilte DC-Systeme)***
  - TP-Monitor verbirgt weitgehend Heterogenität bezüglich Kommunikations-protokollen, Netzwerken, BS und Hardware
  - DBS bleiben weitgehend unabhängig (keine Kooperation zwischen DBS)
  - heterogene DBS möglich

    ➥ Einsatz von DBS-Gateways
  - geringe Implementierungskomplexität

- Drei wesentliche Alternativen (werden hier nicht vertieft):

  1. Transaction Routing
  - globale Sicht in Schicht 1 (Kommunikationssystem)
  - Einheit der Verteilung ist die Transaktion (TA-Typ)

  2. Programmierte Verteilung
  - globale Sicht in Schicht 2 (im AP)
  - Einheit der Verteilung ist eine Teil-Transaktion (Programmfragment)

  3. Verteilung von DB-Operationen (*Function Request Shipping*)
  - globale Sicht in Schicht 3 (TP-Monitor)
  - Einheit der Verteilung ist ein DML-Befehl

Klassifikation verteilter Transaktionssysteme (3)

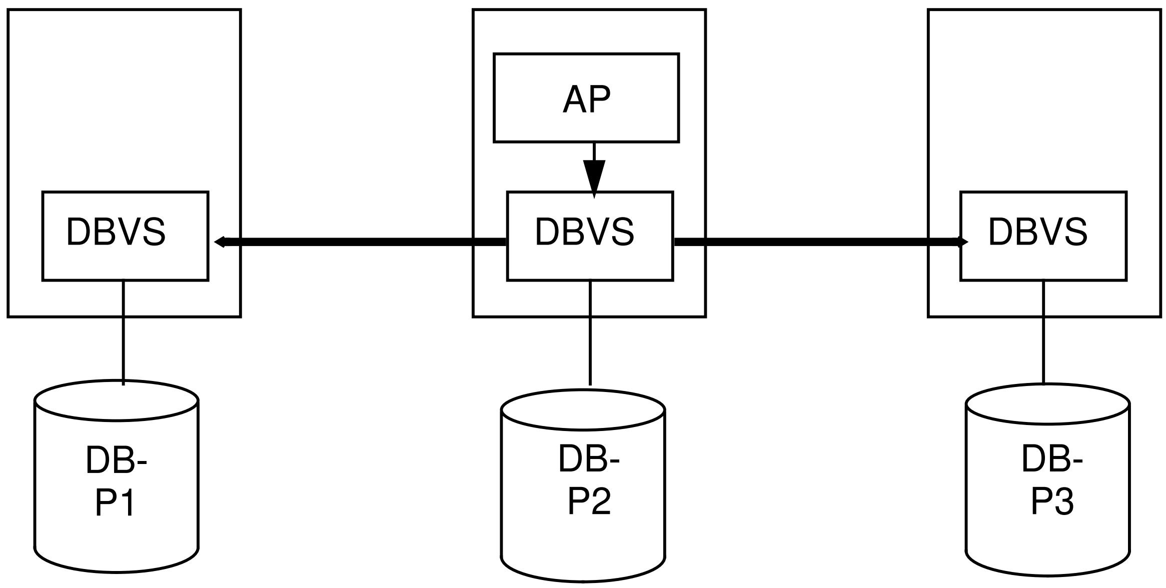
- **Verteilung unter Kontrolle des DBS (→ Mehrrechner-DBS)**
  - vollständige Verteilungstransparenz für AP
  - setzt eine logische Datenbank voraus
  - geringe Eignung für Knotenautonomie und Heterogenität

- **mehrere (homogene) Realisierungsalternativen**
  - globale Sicht in Schicht 4
  - Verteilung ganzer DML-Befehle bzw. von Teiloperationen (Schicht 4a)
  - Verteilung von internen Satzoperationen (Schicht 4b)
  - Verteilung von Seitenzugriffen (Schicht 4c)

- **gleichgestellte Verarbeitungsrechner vs. Spezialisierung (Client/Server-Konfigurationen)**

- **Realisierung allgemeiner Resource-Manager-Architekturen**
  - Resource Manager (RMs) sind Systemkomponenten, die **Transaktionsschutz für ihre gemeinsam nutzbaren Betriebsmittel** (BM) bieten
  - Sie gestatten die externe Koordination von BM-Aktualisierungen durch ein 2PC-Protokoll
  - Beispiele: DBS, Dateisysteme, PS-Laufzeitsystem, Mail-Service, Window-Manager, ...

Mehrrechner-DBS



- **Verteilung unter Kontrolle der DBVS**
  - Kooperation zwischen (homogenen) DBVS
  - Ortstransparenz für AP (ein DB-Schema)*: single system image*
  - höchste Flexibilität für Daten- und Lastverteilung

- **Architekturklassen**

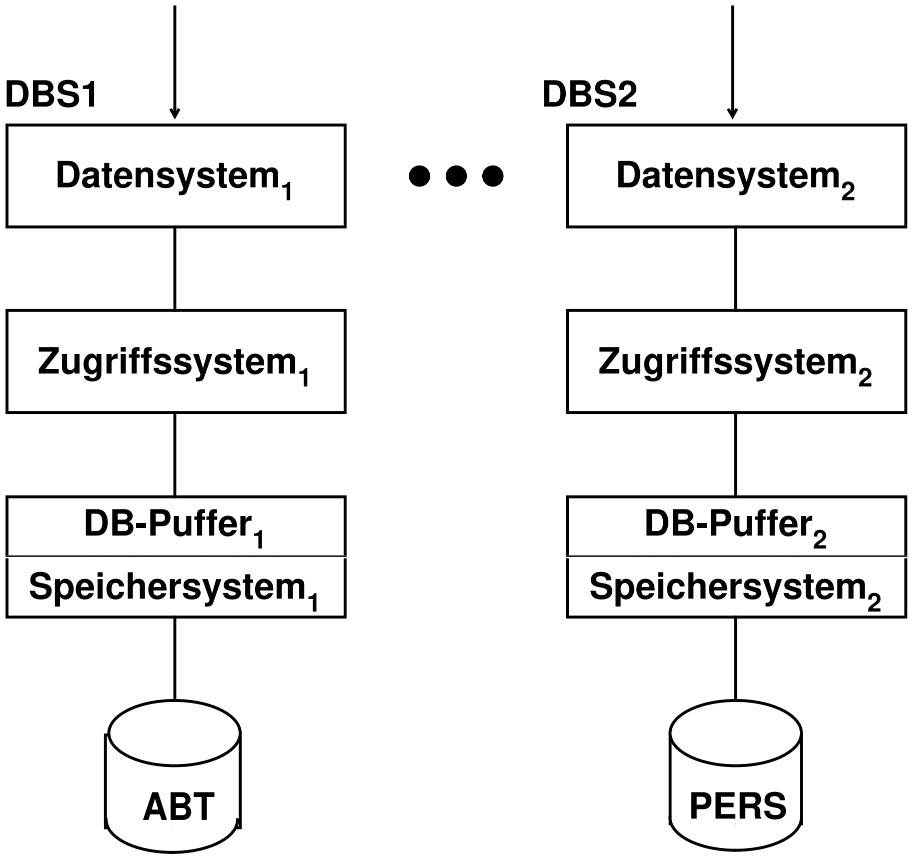
  1. DB-Partitionierung (*Shared Nothing*, VDBS)
  - Jeder Knoten besitzt volle Funktionalität und verwaltet eine Datenpartition
  - Datenreplikation erhöht Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit: Minimierung der Auswirkung von „entfernten“ Fehlern, Fehlermaskierung durch Redundanz
  - Verarbeitungsprinzip: **die Last folgt den Daten**

  2. DB-Sharing (*Shared Disk*)
  - lokale Ausführung von DML-Befehlen
  - Verarbeitungsprinzip: **Datentransport zum ausführenden Rechner**
  - lokale Erreichbarkeit der Externspeicher

Verarbeitungsaufwand bei VDBS

Q_1: SELECT ...
FROM PERS P
WHERE P.ANR = ’K55’
AND P.GEH < P.PROV

Q_2: SELECT ...
FROM PERS P, ABT A
WHERE P.ANR = A.ANR
AND P.ANR = ’K55’



Function Request Shipping

nach DBS2	nach DBS1
→ gesamtes Q1 ← Q1-Resultat	→ A.ANR = ’K55’ nach DBS1 ← Resultat: 1 ’K55’-Satz
Scan für alle Sätze mit P.ANR = ’K55’ → nächsten Satz anfordern ← Satz übertragen	**Scan für alle Sätze mit A.ANR = ’K55’** → nächsten Satz anfordern ← Satz übertragen
für alle Seiten von PERS-Datei: → nächste Seite anfordern ← Seite übertragen	**für alle Seiten von ABT-Datei:** → nächste Seite anfordern ← Seite übertragen

Annahmen:

- PERS-Datei habe 10^5 Seiten
- P.ANR = ’K55’: 100 Sätze in PERS
- ABT-Datei habe 10^3 Seiten
- P.ANR = ’K55’ AND P.GEH < P.PROV: 5 Sätze in PERS

Transaktionsverarbeitung [1] in Client/Server-DBS

- **Entscheidend für die DB-bezogene Leistungsfähigkeit**
  - Art und Komplexität der DB-Operationen (mengenorientiert, navigierend)
  - Nutzung der Referenzlokalität bei den Datenzugriffen

- **Bisheriges Verarbeitungskonzept**

  Bei allen bisherigen Architekturvorschlägen wurde ein „Verschicken der Anfragen“ zum Server-DBMS unterstellt (query shipping approach):
  - Die DML-Anweisung wird zum Server geschickt
  - Nach ihrer Verarbeitung wird das Ergebnis der AW (Client) zur Verfügung gestellt.

  ➥ keine Nutzung vorhandener Referenzlokalität im Client

- **Weiteres Verarbeitungskonzept**

  Folgende Vorgehensweise wird von den meisten OODBS verfolgt (data shipping approach):
  - Alle Daten, die zur Ausführung einer Anfrage benötigt werden, werden zum Client geholt und dort gepuffert
  - Danach wird die Anfrage (oder mehrere Anfragen hintereinander) im Client-Puffer ausgewertet

  ➥ Dieses Konzept ist vor allem bei hoher Referenzlokalität vorteilhaft.
  Es wird durch das **Checkout/Checkin-Konzept** genutzt.

---

1. Härder, T., Meyer-Wegener, K.: Transaktionssysteme in Workstation/Server-Umgebungen, Informatik - Forschung und Entwicklung (1990), 5: 127-143.

Transaktionsverarbeitung[1] in Client/Server-DBS (2)

- **Vorteile des „Verschickens von Daten"**
  - Datenpufferung reduziert die Interaktionen zwischen Client und Server (Verminderung der Netzbelastung; Vermeidung von wiederholten Server-Anfragen)
  - Es erhöhen sich die aggregierte Rechnerleistung und die insgesamt verfügbare Speicherkapazität des Systems
  - Die Server-Last wird reduziert
  - Die Skalierbarkeit des Systems wird verbessert

- **Ingenieur-AW brauchen eine lokale Datenhaltung**
  - Ausnutzung der Referenzlokalität bei der Verarbeitung
  - Lange Speicherung (Objektpuffer) großer Datenmengen im HSP
  - Lokale Darstellung der Objekte am Bildschirm
  - Schnelle Transformation und Verarbeitung komplexer Objekte
  - Erforderliche Eigenschaften auf Client-Seite, insbesondere
    - große Hauptspeicherkapazität
    - hohe Verarbeitungsleistung
    - breitbandige Datenübertragung
    - hochauflösende Darstellungsqualität
    - ggf. lokale Externspeicheranbindung

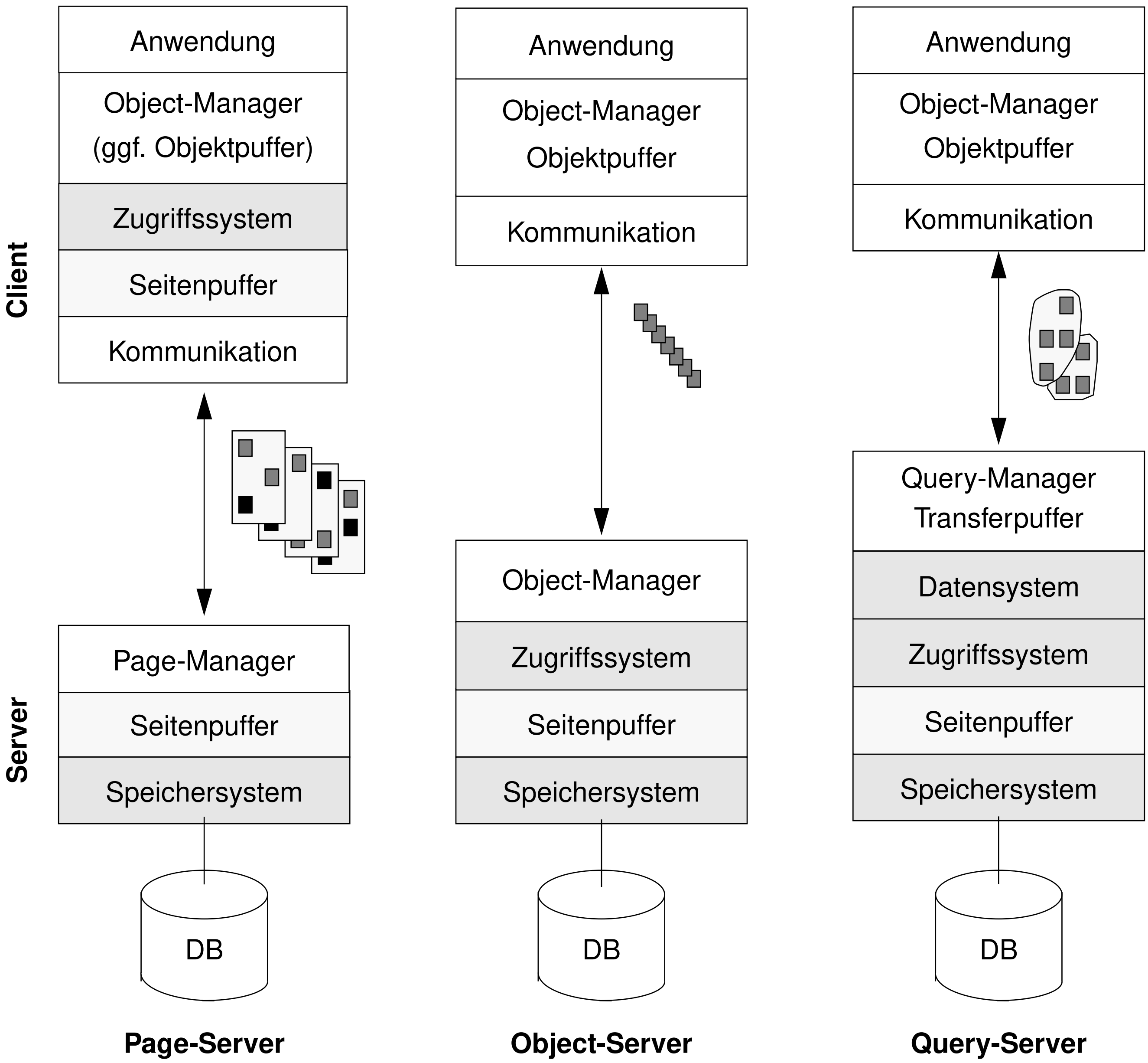
  ➥ DBS, die Entwurfsumgebungen unterstützen sollen, benötigen auf Client- und Server-Seite geeignete Funktionalität zur Datenverwaltung/Transaktionsunterstützung.

---

1. Neben dem Begriff Client/Server-Architektur wird auch der Begriff „**Workstation/Server-Architektur**" benutzt; er soll explizit machen, daß auf Client-Seite Workstation-Eigenschaften benötigt werden.

Schichtenmodelle für Client/Server-DBS

- **Client/Server-Architekturen für objektorientierte DBS**
  - File-Server, Page-Server
  - Object-Server
  - Query-Server



➥ Im Objektpuffer erfolgt typischerweise navigierende Verarbeitung!

Zusammenfassung

- **Allgemeine Aspekte des Schichtenmodells**
  - Schichtenmodell ist allgemeines Erklärungsmodell für die DBS-Realisierung
  - Schichtenbildung läßt sich zweckorientiert verfeinern/vergröbern: Anwendbarkeit für TA-Systeme, verteilte DBS, Client/Server-DBS, ...
  - Entwurf geeigneter Schnittstellen erfordert große Implementierungserfahrung
  - Konkrete Implementierungen verletzen manchmal die Isolation der Schichtenbildung aus Leistungsgründen (→ kritische Funktionen haben „Durchgriff“)
- **Implementierungskonzepte**
  - Die grundlegenden Implementierungskonzepte zentralisierter DBS finden sich auch in jedem Knoten eines verteilten DBS
  - Die Kenntnis der Implementierungskonzepte ermöglicht es, existierende DBS objektiv zu beurteilen und zu vergleichen
  - Ihre genaue Kenntnis ist Voraussetzung für Leistungsanalysen bzw. Abschätzungen des Systemverhaltens
  - Durch Identifizieren weniger, grundlegender Konzepte gelangt man zu einem tieferen Verständnis dessen, was mit „Datenunabhängigkeit“ gemeint ist
- **Klassifikation Verteilter Transaktionssysteme**
  - Transaction Routing, Programmierte Verteilung, Aufruf von DB-Operationen
  - Mehrrechner-DBS als Shared-Nothing oder Shared-Disk-Systeme
- **Client/Server-Systeme**
  - Data Shipping ist vor allem bei hoher Referenzlokalität vorteilhaft. Es wird durch das Checkout/Checkin-Konzept genutzt.
  - Ingenieur-AW brauchen große Datenmengen (lokale Pufferung der von der AW benötigten DB-Objekte, Verarbeitung dieser Objekte in HSP-Strukturen, Objektdarstellung am Bildschirm)
  - Nutzung von Lokalität in einem Objektpuffer im Client