

Physische Datenorganisation

- Beeinflussung der Funktionsfähigkeit und Effektivität eines Datenbanksystems
- Optimierung der physischen Speicherstruktur
- Zusammenhang Speichermedium und Zugriffsform

Aufgabenkomplexe:

- Bildung und Strukturierung interner Sätze
- Festlegung von Zugriffspfaden zu internen Sätzen

Bildung und Strukturierung interner Sätze

- Aufgabe, Attribute eines konzeptuellen Datenobjektes internen Sätzen zuzuordnen und eine geeignete Satzstruktur zu entwerfen
- Treffen von Entscheidungen über Satzarten und ihre Formate (fest, variabel, unformatiert, geblockt, ungeblockt)
- Der Satz ist gegebenenfalls in Segmente einzuteilen, und diese sind bezüglich ihrer Felder zu spezifizieren
- Für Segmente und insbesondere für Felder ist über das Format und die Darstellungsform zu entscheiden

Probleme:

- Blockung
- Segmentierung
- Segmentbeginn fest/beliebig
- Auswahl Datentyp (CHAR, NUMERIC oder DATE), Problem BLOB
- Felder mit fester oder variabler Formatierung / Länge (CHAR oder VARCHAR)
- Sätze mit fester oder variabler Länge
- Zuordnung der Dateiblöcke auf dem Datenträger/Cluster
- Organisation des Datei-Header

Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme II
Physische Datenorganisation

Folie 4.1



Grundprinzip der Indizierung

	Mitnr	Name	Ort	Alter
ADR1	101	Hase	Dresden	37
ADR2	102	Igel	Dresden	19
ADR3	103	Fuchs	Dresden	23
ADR4	104	Elster	Freiberg	26
ADR5	105	Uhu	Berlin	22
ADR6	106	Rabe	Radebeul	68

Primärindex
Mitnr

Feldinhalt	Adresse
101	ADR1
102	ADR2
103	ADR3
104	ADR4
105	ADR5
106	ADR6

Sekundärindex
Ort

Feldinhalt	Schlüssel
Berlin	105
Dresden	101
Dresden	102
Dresden	103
Freiberg	104
Radebeul	106

Sekundärindex
Alter

Feldinhalt	Schlüssel
19	102
22	105
23	103
26	104
37	101
68	106

Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme II
Physische Datenorganisation

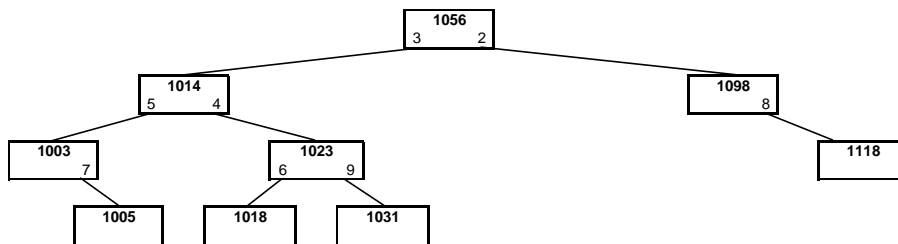
Folie 4.2



Geordneter binärer Baum - Beispiel

Art.-Nr.	Bezeichnung
1056	Laserdrucker
1098	Beamer
1014	Monitor 17"
1023	Scanner
1003	Grundgerät
1018	Monitor 15"
1005	Tastatur
1118	Mainboard
1031	Monitor 21"

pos	Art.-Nr.	Adr	ptr1	ptr2
1	1056	23	3	2
2	1098	32		8
3	1014	12	5	4
4	1023	2	6	9
5	1003	21		7
6	1018	30		
7	1005	0		
8	1118	13		
9	1031	10		



Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme II
Physische Datenorganisation

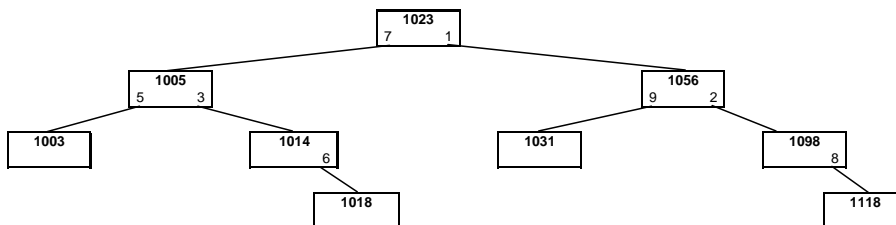
Folie 4.3



Balancierter, geordneter binärer Baum - Beispiel

Art.-Nr.	Bezeichnung
1056	Laserdrucker
1098	Beamer
1014	Monitor 17"
1023	Scanner
1003	Grundgerät
1018	Monitor 15"
1005	Tastatur
1118	Mainboard
1031	Monitor 21"

pos	Art.-Nr.	Adr	ptr1	ptr2
1	1056	23	9	2
2	1098	32		8
3	1014	12		6
4	1023	2	7	1
5	1003	21		
6	1018	30		
7	1005	0	5	3
8	1118	13		
9	1031	10		



Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme II
Physische Datenorganisation

Folie 4.4



B*-Bäume

Ein **B*-Baum** ist ein ausgeglichener sortierter Mehrweg-Schlüsselbaum, in dessen Nichtblattknoten die Schlüssel und Zeiger zum nächsten Knoten und in dessen Blättern die Tupel (Sätze) stehen.

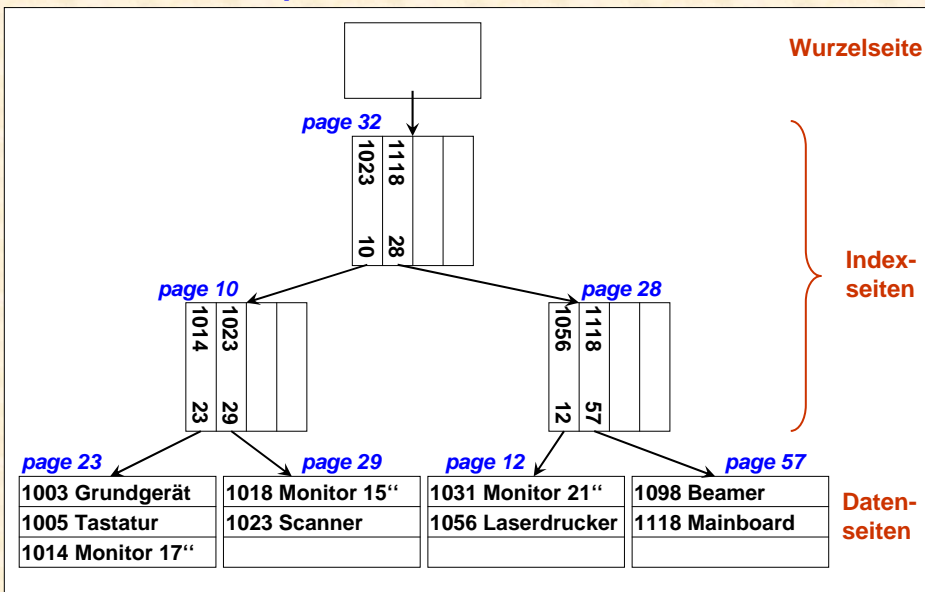
- **Schlüsselbaum:** In den Knoten des Baumes sind Schlüssel abgespeichert.
- **Mehrweg:** Jeder Knoten kann mehrere Nachfolger haben (außer Blätter).
- **sortiert:** Die Schlüssel in den Knoten einer Ebene sind aufsteigend sortiert.
- **ausgeglichen:** Die Äste des Baumes haben die gleiche Länge.

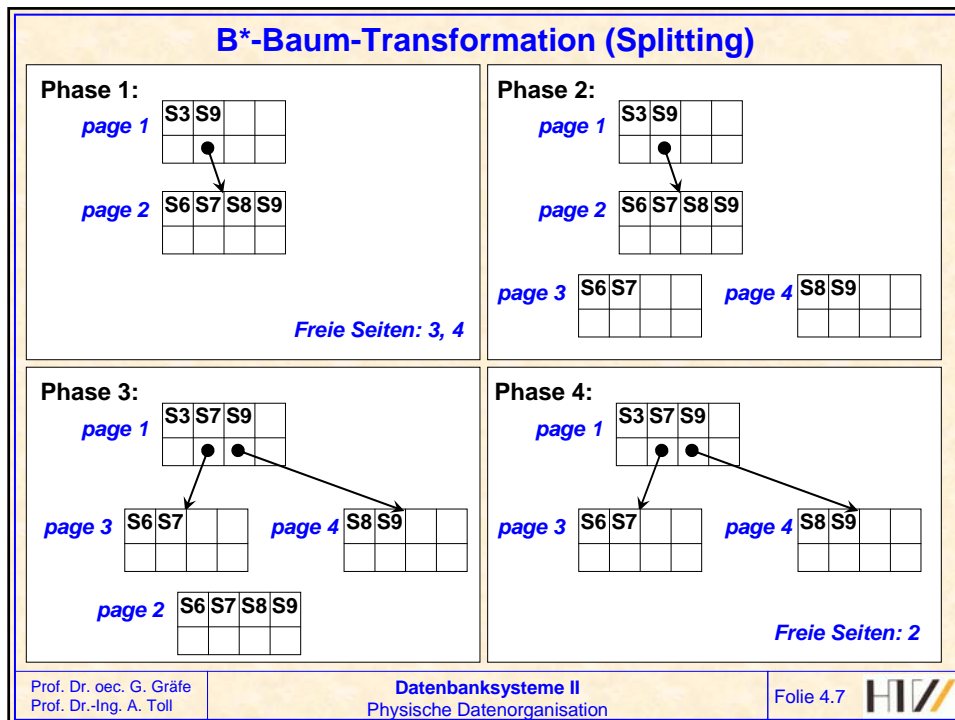
Weitere Kennzeichen eines B*-Baumes

- Alle Blätter haben die gleiche Höhe.
- Die Wurzel hat entweder keinen Sohn oder mindestens zwei Söhne.
- Jeder Knoten, der nicht Blatt ist, hat die für ihn mögliche Anzahl an Söhnen.
- Jeder Knoten (außer der Wurzel) hat mindestens k und höchstens $2k$ Schlüssel
- Die Blätter enthalten die Datensätze.

Die B*-Baum-Struktur ist in der Lage, sehr große Datenvolumina zu speichern!

Beispielstruktur eines B*-Baums





Ermittlung der benötigten Kapazität (Anzahl der Seiten)

Allgemeine Parameter:

Größe eines Blockes: 2 KB = 2048 Byte

Platzhalter für Erweiterg. (nfree): 10% (Standard für große DB)

Overhead-Informationen für

1 Tupel:	5 Byte
1 Spalte:	1 Byte
1 Seite:	90 Byte

Berechnungsformel:

$$\text{Anzahl Seiten} = \frac{[\text{Anz. Tupel}] * (5 + [\text{Anz. Spalten}] * 1 + [\text{Gesamtlänge Tupel}])}{(\text{Blockgröße} - 90) * (1 - \text{nfree}/100)}$$

Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

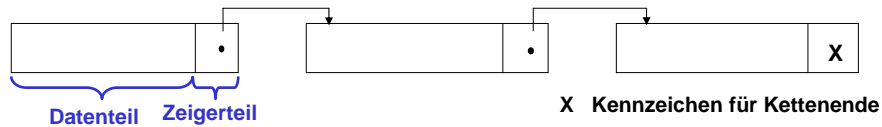
Datenbanksysteme II
Physische Datenorganisation

Folie 4.8

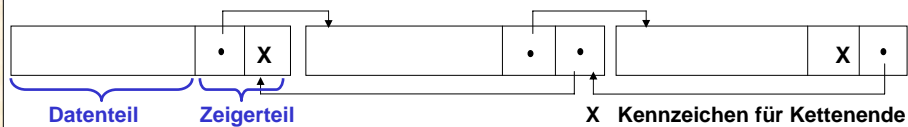
Adressverkettung

Liste mit Vorwärtsverkettung

relative Adresse	Bestell_Nr	Kund_Nr	Erznr	Liefertermin	Menge	Eingangsdatum	Kett-adresse
ADR1	1	101	10010	06.03.2007	1	05.01.2007	ADR4
ADR2	2	103	10010	09.03.2007	1	05.01.2007	
ADR3	3	102	10010	03.06.2007	1	06.01.2007	
ADR4	4	101	10020	12.08.2007	1	09.02.2007	ADR6
ADR5	5	102	10030	12.08.2007	1	28.02.2007	
ADR6	6	101	10020	08.05.2007	1	02.03.2007	ENDE



Liste mit Rückwärtsverkettung



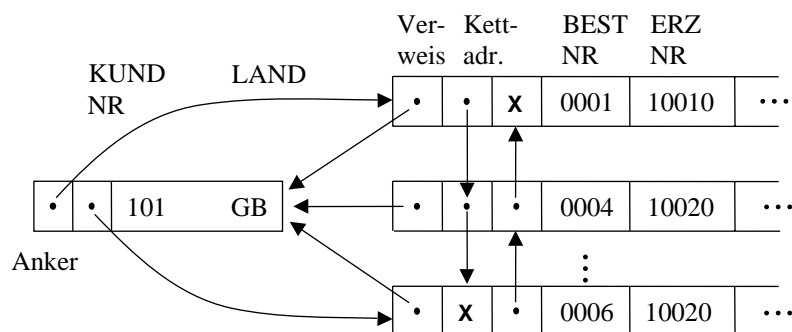
Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme II
Physische Datenorganisation

Folie 4.9



Adressverkettung Owner-Member



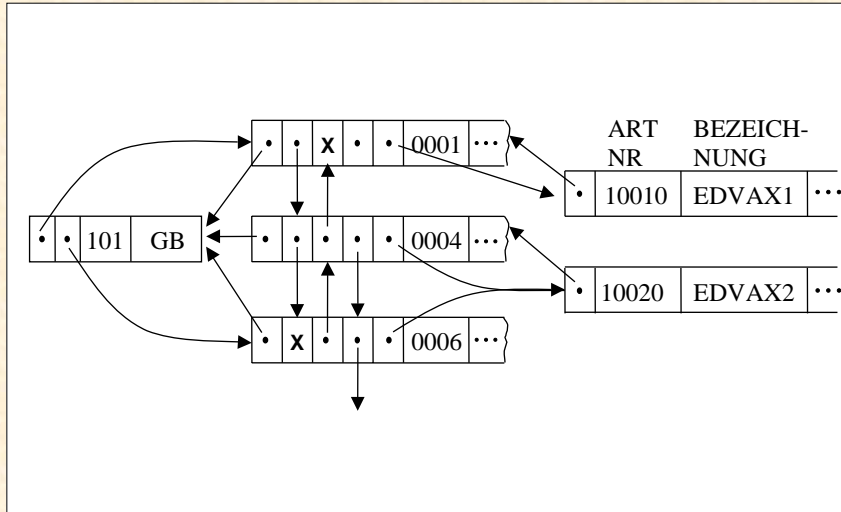
Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme II
Physische Datenorganisation

Folie 4.10



Adressverkettung Owner1-Member-Owner2



Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme II
Physische Datenorganisation

Folie 4.11

Anfragebeispiel an ein Relationales DBMS

Berechnung des durchschnittlichen Absatzes von „Radeberger“
in Gastronomie-Einrichtungen in Sachsen

Mon	Einr	Typ	Land	Prod	Abs	...
9805	32	G	SA	Werne	6	
9805	36	G	MV	Becks	9	
9805	38	G	SA	Radeb	5	
9805	41	K	NS	Jever	11	
9805	43	G	SA	Radeb	9	...
9805	46	G	BY	Paula	3	
9805	47	M	NW	Dortm	7	
9805	49	K	SA	Lands	12	

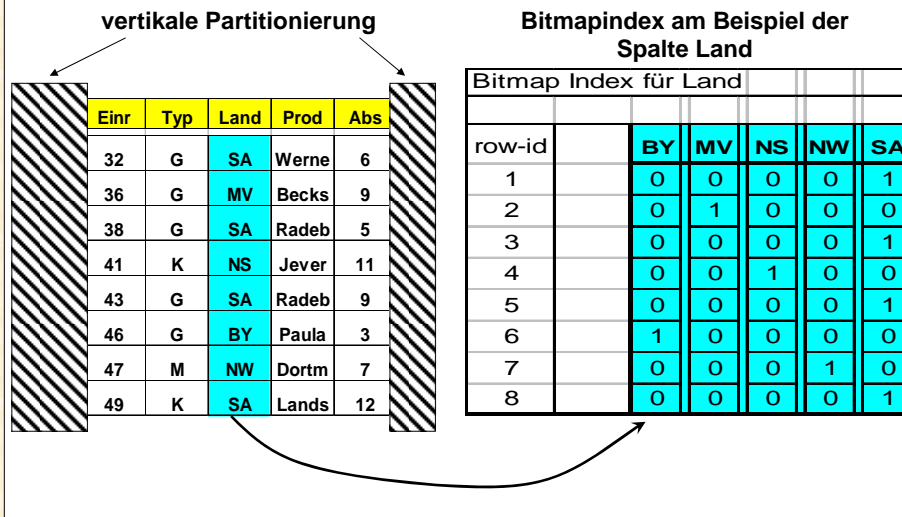
```
SELECT AVG (Abs), SUM(Abs)/AnzGSA/36
FROM Absatz,
      (SELECT COUNT(DISTINCT Einr)
       AS AnzGSA
      FROM Absatz
      WHERE Land = 'SA' AND
            Typ = 'G')
WHERE Land = 'SA' AND
      Typ = 'G' AND
      Prod = 'Radeb'
```

Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme II
Physische Datenorganisation

Folie 4.12

Vertikale Partitionierung und Bitmap Index



Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme II
Physische Datenorganisation

Folie 4.13



Beispiel für die I/O-Reduzierung

“Wieviele Männer sind in Kalifornien nicht versichert?”

RDBMS:

	Geschlecht	Staat	Versichert
↑	M	CA	J
	M	CA	N
	W	NY	J
	M	CA	N
	M	MA	J
↓	W	CT	N

20M Sätze

800 Bytes/Satz

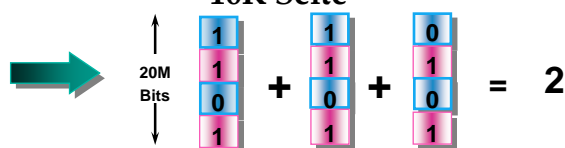
$$\frac{800 \text{ Bytes} \times 20\text{M}}{16\text{K Seite}} = 1.000.000 \text{ I/Os}$$

- Verarbeitet grosse Mengen nicht benötigter Daten
- Erfordert oft “Full Table Scan”

Bitmap Index

	Geschlecht	Staat	Versichert
1	M	CA	J
2	M	CA	N
3	W	NY	J
4	M	CA	N

$$\frac{20\text{M Bits} \times 3 \text{ Spalten}}{16\text{K Seite}} = 470 \text{ I/Os}$$



Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

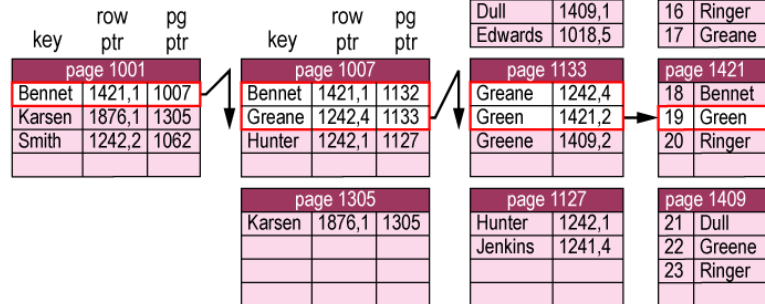
Datenbanksysteme II
Physische Datenorganisation

Folie 4.14



Beispiel für einen Index eines RDBMS

```
SELECT * FROM employee
WHERE employee_lname = "Green"
```



Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme II
Physische Datenorganisation

Folie 4.15



Fast Projection - FP

Die Daten einer Spalte werden komprimiert gespeichert.

Land
Sachsen
Sachsen-Anhalt
Thüringen
Niedersachsen
Hessen
Brandenburg
Sachsen
Hessen

```
SELECT Land
FROM Absatz
WHERE Land LIKE 'Sa%'
```

- Default Speicherung, die automatisch durch IQ realisiert wird und nicht entfernt werden kann
- für alle Spalten: notwendig für **select** list Spalten, string Suche, ad-hoc joins

Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

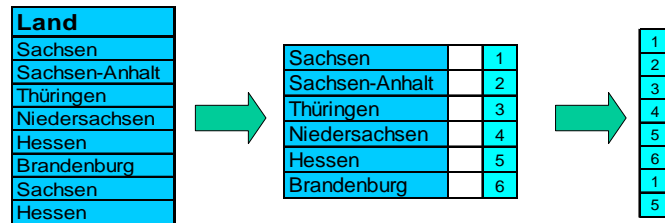
Datenbanksysteme II
Physische Datenorganisation

Folie 4.16

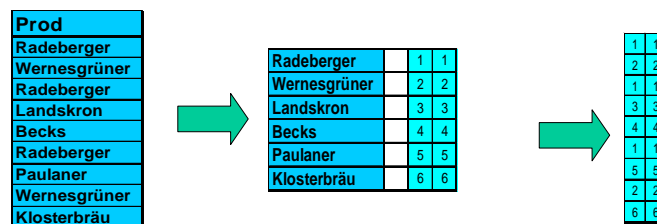


Fast Projection - FFP und FFFP

Subtype: Fast Fast Projection (FFP)



Subtype: Fast Fast Fast Projection (FFFP)



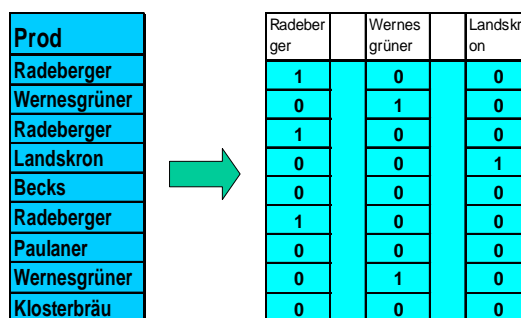
Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme II
Physische Datenorganisation

Folie 4.17 HIZ

Low Fast

Bitmap Index, der für Spalten mit kleiner Kardinalität benutzt wird



SELECT *
FROM Absatz
WHERE Prod = 'Radeberger'

- Eine Menge von werte-basierten Bitmaps wird für Bearbeitung fast aller Anfragen angewendet.
- Ideal für Spalten mit einer Kardinalität <1000

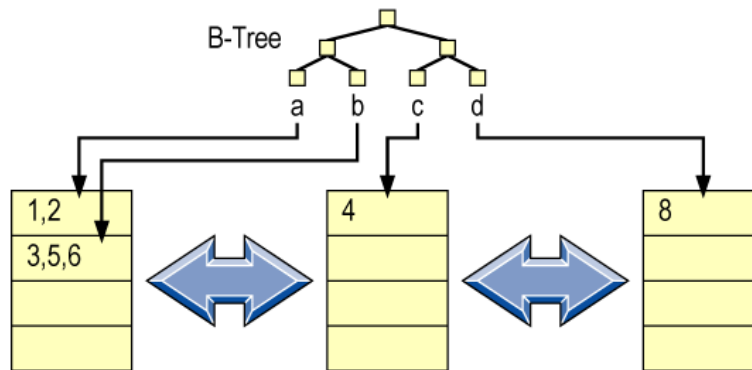
Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme II
Physische Datenorganisation

Folie 4.18 HIZ

High Group

Index für Daten mit hoher Kardinalität



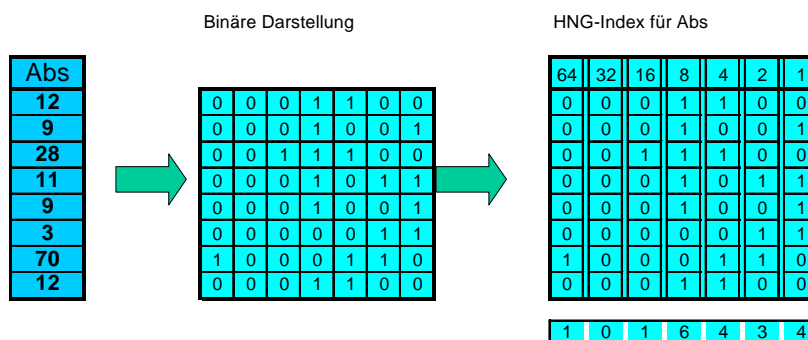
Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme II
Physische Datenorganisation

Folie 4.19

High Non Group

Bit-weiser Index, optimiert für Rang-Suche und
Aggregations-Funktionen



Beispiel:

SELECT SUM(Abs) FROM Absatz
 $(1 * 64) + (0 * 32) + (1 * 16) + (6 * 8) +$
 $(4 * 4) + (3 * 2) + (4 * 1) = 154$

Prof. Dr. oec. G. Gräfe
Prof. Dr.-Ing. A. Toll

Datenbanksysteme II
Physische Datenorganisation

Folie 4.20

Beispiel für den Einsatz der Indexarten

Berechnung des durchschnittlichen Absatzes von „Radeberger“
in Gastronomie-Einrichtungen in Sachsen

Mon	Einr	Typ	Land	Prod	Abs	...
9805	32	G	SA	Werne	6	...
9805	36	G	MV	Becks	9	
9805	38	G	SA	Radeb	5	
9805	41	K	NS	Jever	11	
9805	43	G	SA	Radeb	9	
9805	46	G	BY	Paula	3	
9805	47	M	NW	Dortm	7	
9805	49	K	SA	Lands	12	

```

SELECT AVG (Abs), SUM(Abs)/AnzGSA/36
FROM Absatz,
    (SELECT COUNT(DISTINCT Einr)
     AS AnzGSA
    FROM Absatz
   WHERE Land = 'SA' AND
         Typ = 'G')
WHERE Land = 'SA' AND
      Typ = 'G' AND
      Prod = 'Radeb'
    
```