

Einführung in Datenbanksysteme

Tutorium 06

Funktionale Abhängigkeit, Normalisierung

Tutoren

Mit Folienmaterial aus der Vorlesung und anderen Quellen



Fachgebiet Datenbanksysteme und Informationsmanagement
Technische Universität Berlin

<http://www.dima.tu-berlin.de/>

- Wiederholung
 - Logischer Entwurf
 - Schlüssel aus ER-Diagrammen
- Funktionale Abhängigkeit
 - Übung
- Normalformen
 - 1. – 3. Normalform
 - Boyce-Codd-Normalform
- Übung

1. Wandle jeden Entitytypen in eine Relation mit den gleichen Attributen um.
 2. Wandle jeden Relationshiptypen in eine Relation um, deren Attribute die zugehörigen Attribute und die Schlüsselattribute der beteiligten Entitytypen sind.
 3. Verfeinere den Entwurf
 1. Zusammenlegung von Relationen
 2. Normalisierung **(HEUTE)**
- Ausnahmen
- Schwache Entitytypen
 - vererbte Schlüssel einbeziehen
 - Relation zusammenlegen, wenn keine eigenen Attribute
 - IST Relationships

- Falls die Relation von einem Entitytypen stammt
 - Der Schlüssel der Relation besteht aus den Schlüsselattributen des Entitytypen.
- Falls die Relation von einem Relationshiptypen stammt
 - m:n Beziehungen:
 - besteht der Schlüssel aus den Schlüsselattributen der verbundenen Entitytypen.
 - 1:n Beziehungen:
 - besteht der Schlüssel aus den Schlüsselattributen des Entitytypen der n-Seite.
 - 1:1 Beziehungen, besteht der Schlüssel aus den Schlüsselattributen eines der beiden beteiligten Entitytypen (egal welcher).
- Bei n-ären Relationshiptypen
 - Lage ist komplizierter
 - 1-Seite muss nie am Schlüssel beteiligt sein.

- Einfaches Schema
- Keine Redundanz
- Wenig NULL-Werte
- Vermeidung von Anomalien
 - Einfügeanomalie(INSERT)
 - Löschanomalie(DELETE)
 - Änderungsanomalie(UPDATE)

„Normalformen knüpfen unterschiedlich starke Bedingungen an das Schema einer Datenbank und vermeiden insbesondere Redundanzen.“

⇒ Zusätzliche Bedingungen an das Datenbankdesign

- „ $X \rightarrow A$ “

Wenn zwei Tupel in den Werten für X übereinstimmen, dann gilt das auch für das Attribut A.

- Oder

Ein Attribut B ist von einem Attribut A funktional abhängig, wenn es zu jedem A genau ein B gibt

„X bestimmt A funktional“ oder „A ist funktional abhängig von X“

- Beispiel: Relation „Student“

Matr-Nr	Name	Semester	Fachrichtung
007	James	9	Film/Gestaltung
350	Magdalena	7	Film/Gestaltung
007	James	9	Sport
190	Bert	8	Sport

- Welche Funktionale Abhängigkeiten gibt es im Beispiel?
- Welches Attribut ist der Schlüssel?

A	B	C	D
a1	b1	c1	d1
a2	b1	c2	d2
a3	b2	c4	d3
a4	b2	c1	d3

$B \rightarrow A$

$B \rightarrow C$

$D \rightarrow B$

$D \rightarrow C$

$C \rightarrow D$

$A \rightarrow B, A \rightarrow C, A \rightarrow D$

- Welche Funktionale Abhängigkeiten gibt es im Beispiel?
- Welches Attribut ist der Schlüssel?

A	B	C	D
a1	b1	c1	d1
a2	b1	c2	d2
a3	b2	c4	d3
a4	b2	c1	d3

$B \rightarrow A$ ☒ $B \rightarrow C$ ☒ $D \rightarrow B$ ☒ $D \rightarrow C$ ☒ $C \rightarrow D$ ☒

$A \rightarrow B, A \rightarrow C, A \rightarrow D$ ☒

A ist Primärschlüssel

- Gegeben $R(A,B,C,D)$ und folgende FD's
 - $A \rightarrow C, C \rightarrow D$
 - Bestimme den Primärschlüssel! Begründe deine Entscheidung!

A	B	C
a1	b5	c1
a3	b5	c1
a6	b6	c3
a8	b7	c5
a8	b7	c5

- Gegeben $R(A,B,C,D)$ und folgende FD's
 - $A \rightarrow C, C \rightarrow D$
 - Bestimme den Primärschlüssel! Begründe deine Entscheidung!

A	B	C
a1	b5	c1
a3	b5	c1
a6	b6	c3
a8	b7	c5
a8	b7	c5

- A ist Primärschlüssel, da $\{A \rightarrow B, B \rightarrow C\} \Rightarrow A \rightarrow C$
- (Siehe Armstrong Axiome.)

- Nur atomare Attribute, keine Einschränkung bezüglich FA
 - Mengenwertige Attribute als eigene Relation
 - Komplexe Attribute: Eine Spalte pro Attribut
 - Beispiel: Buch(Isbn, Titel, {Autor(Vorname, Name)})

Buch	<u>ISBN</u>	Titel	Autor
	978-0131354289	Database Systems	(Hector, Garcia-Molina), (Jeffrey D. Ullman), (Jennifer Widom)

Autor	<u>ISBN</u>	<u>AVorname</u>	AName
	978-0131354289	Hector	Garcia-Molina
	978-0131354289	Jeffrey	Ullman
	978-0131354289	Jennifer	Widom

Buch	<u>ISBN</u>	Titel
	978-013135428	Database Systems

- erste Normalform muss gelten und jedes Nicht-Schlüssel-Attribut voll funktional abhängig vom gesamten Primärschlüssel, d.h. ein Nicht-Schlüssel-Attribut darf nicht vom Teilschlüssel abhängig sein.
- Beispiel $S(A,B,C,D)$ mit FD: $A,C \rightarrow D$, und $A \rightarrow B$, alle Attribute atomar

Schlüsselkandidat? $\{A,C\}$

2 NF? NEIN, da $A \rightarrow B$, also B funktional abhängig vom Teilschlüssel

Dekomposition in: $S1(\underline{A},C,D)$ und $S2(\underline{A},B)$

- Alle Relationen mit nur einem Schlüsselattribut, die in der 1NF sind, sind in der 2NF

- 3 NF: wenn R in der Zweiten Normalform ist und jedes Nicht-Schlüssel-Attribut von keinem Schlüsselkandidaten transitiv abhängig ist.

$R(\underline{A}, \underline{B}, C, D)$ mit $C \rightarrow D$

Dekomposition zu $R(\underline{A}, \underline{B}, C)$ und $S(\underline{C}, D)$

- BCNF (Boyce-Codd-Normalform)
 - dritte NF muss gelten und keine FA des Teilschlüssels vom Nichtschlüsselattribut
 - Beispiel:
 $R(\underline{A}, \underline{B}, C, D)$ mit $AB \rightarrow C$, $AB \rightarrow D$ und $C \rightarrow B$
Dekomposition in $R(\underline{A}, \underline{C}, D)$ und $S(\underline{C}, B)$

- 1.NF: nur atomare Attribute
 - Mengenwertige Attribute als eigene Relation
- 2.NF: 1NF und jedes Nicht-Schlüssel-Attribut voll funktional abhängig vom Primärschlüssel.

$R(\underline{A}, \underline{B}, C, D)$ mit $B \rightarrow D$

Dekomposition zu $R(\underline{A}, \underline{B}, C)$ und $S(\underline{B}, D)$

- 3.NF: 2NF und jedes Nicht-Schlüssel-Attribut von keinem Schlüsselkandidaten transitiv abhängig ist.

$R(\underline{A}, \underline{B}, C, D)$ mit $C \rightarrow D$

Dekomposition zu $R(\underline{A}, \underline{B}, C)$ und $S(\underline{C}, D)$

- BCNF: 3NF und keine FA des Teilschlüssels von Nichtschlüsselattributen. BCNF ist eine Erweiterung vom 3NF

$R(\underline{A}, \underline{B}, C, D)$ und $C \rightarrow B$

Dekomposition in $R(\underline{A}, \underline{C}, D)$ und $S(\underline{C}, B)$

Achtung: Normalformen bauen immer aufeinander auf

- Eine Zerlegung einer Relation ist **verlustfrei**, wenn sich alle Tupel der ursprünglichen Tabelle durch einen Join aus den abgeleiteten Relationen wiederherstellen lassen.
- Die Zerlegung einer Relation ist **abhängigkeitstreu**, wenn jede funktionale Abhängigkeit der Ausgangstabelle in einer der resultierenden Tabellen erhalten bleibt.

- Sei eine Relation $R(A,B,C)$ gegeben

R

A	B	C
a1	b1	c1
a2	b1	c2
a3	b1	c1

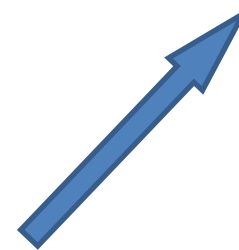
- Teilung der Relation in zwei Teilrelationen

R1

A	B
a1	b1
a2	b1
a3	b1

R2

B	C
b1	c1
b1	c2



A	B	C
a1	b1	c1
a1	b1	c2
a2	b1	c1
a2	b1	c2
a3	b1	c1
a3	b1	c2

- Natural Join zwischen R1 und R2
- Dekomposition also nicht verlustfrei

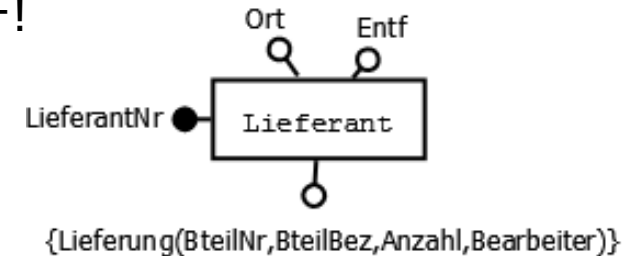
- Normalisieren Sie die Relationen bis zur BCNF!
- Ist Lieferant in der 1NF?

Lieferant (LieferantNr, Ort, Entf, { Lieferung (BteilNr, BteilBez, Anzahl, Bearbeiter) })

Lieferant	LieferantNr	Ort	Entf(km)	Lieferung			
				BteilNr	BteilBez	Anzahl	Bearbeiter
L1	London	600		T1	Schrauben	100	Meier
				T2	Zangen	200	Müller
				T3	Hammer	50	Oheim
L2	Paris	1000		T1	Schrauben	200	Meier
				T4	Muttern	500	Schmidt
L3	London	600		T4	Muttern	1000	Busse
L4	Stockholm	600		T5	Muttern	800	Leicher

- Normalisieren Sie die Relationen bis zur BCNF!

- Ist Lieferant in der 1NF?



Wiederholungsgruppe
komplexes Attribut

Lieferant (LieferantNr, Ort, Entf, { Lieferung (BteilNr, BteilBez, Anzahl, Bearbeiter) })

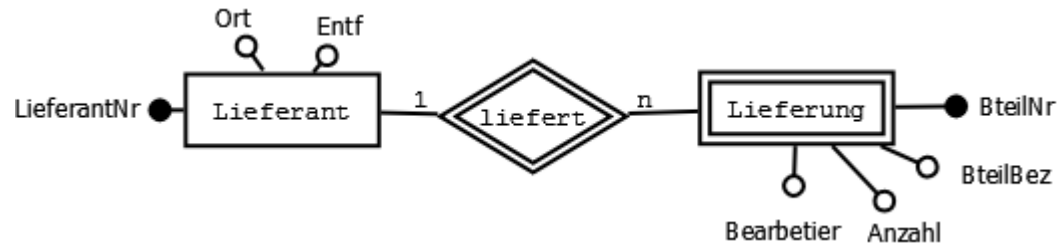
Lieferant	LieferantNr	Ort	Entf(km)	Lieferung			
				BteilNr	BteilBez	Anzahl	Bearbeiter
L1	London	600		T1	Schrauben	100	Meier
				T2	Zangen	200	Müller
				T3	Hammer	50	Oheim
L2	Paris	1000		T1	Schrauben	200	Meier
				T4	Muttern	500	Schmidt
L3	London	600		T4	Muttern	1000	Busse
L4	Stockholm	600		T5	Muttern	800	Leicher

- Wiederholungsgruppe als eigene Relation
- Lieferant(LieferantNr, Ort, Entf)
- Lieferung(LieferantNr, BteilNr, BteilBez, Anzahl, Bearbeiter)

■ Dekomposition in 1 NF

Lieferant	<u>LieferantNr</u>	Ort	Entf(km)
	L1	London	600
	L2	Paris	1000
	L3	London	600
	L4	Stockholm	600

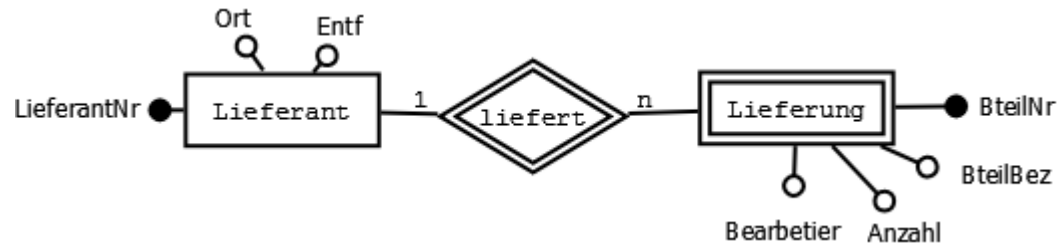
Lieferung	<u>LieferantNr</u>	<u>BteilNr</u>	BteilBez	Anzahl	Bearbeiter
	L1	T1	Schrauben	100	Meier
	L1	T2	Zangen	200	Müller
	L1	T3	Hammer	50	Oheim
	L2	T1	Schrauben	200	Meier
	L2	T4	Muttern	500	Schmidt
	L3	T4	Muttern	1000	Busse
	L4	T5	Muttern	800	Leicher



- 2NF: erste Normalform muss gelten und jedes Nicht-Schlüssel-Attribut voll funktional abhängig vom Primärschlüssel
- Ist Lieferant und Lieferung in der 2NF?

■ Dekomposition in 1 NF

Lieferant	<u>LieferantNr</u>	Ort	Entf(km)
	L1	London	600
	L2	Paris	1000
	L3	London	600
	L4	Stockholm	600

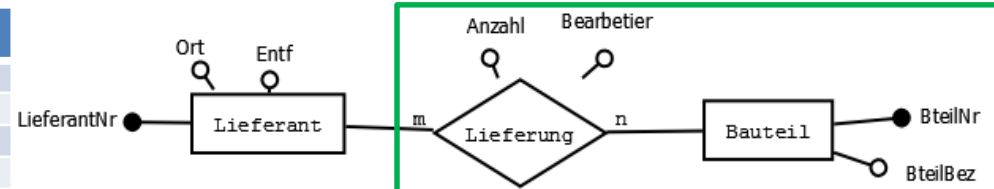


Lieferung	<u>LieferantNr</u>	<u>BteilNr</u>	BteilBez	Anzahl	Bearbeiter
	L1	T1	Schrauben	100	Meier
	L1	T2	Zangen	200	Müller
	L1	T3	Hammer	50	Oheim
	L2	T1	Schrauben	200	Meier
	L2	T4	Muttern	500	Schmidt
	L3	T4	Muttern	1000	Busse
	L4	T5	Muttern	800	Leicher

- 2NF: erste Normalform muss gelten und jedes Nicht-Schlüssel-Attribut voll funktional abhängig vom Primärschlüssel
- Ist Lieferant und Lieferung in der 2NF?
- Lieferung ist in der 2 NF, Lieferant nicht, da **BteilNr → BteilBez** gilt
- Dekomposition in:
 - Lieferung(LieferantNr, BteilNr, Anzahl, Bearbeiter)
 - Bauteil(BteilNr, BteilBez)

■ Lieferant, Lieferung und Bauteil in der 2NF

Lieferant	<u>LieferantNr</u>	Ort	Entf(km)
	L1	London	600
	L2	Paris	1000
	L3	London	600
	L4	Stockholm	600



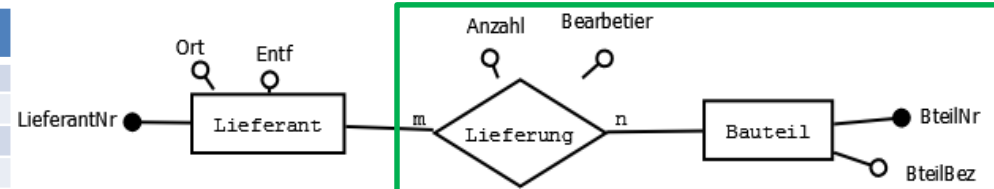
Lieferung	<u>LieferantNr</u>	<u>BteilNr</u>	Anzahl	Bearbeiter
	L1	T1	100	Meier
	L1	T2	200	Müller
	L1	T3	50	Oheim
	L2	T1	200	Meier
	L2	T4	500	Schmidt
	L3	T4	1000	Busse
	L4	T5	800	Leicher

Bauteil	<u>BteilNr</u>	BteilBez
	T1	Schrauben
	T2	Zangen
	T3	Hammer
	T4	Muttern
	T5	Muttern

- 3 NF: wenn R in der Zweiten Normalform ist und jedes Nicht-Schlüssel-Attribut von keinem Schlüsselkandidaten transitiv abhängig ist.
- Welche Relation ist nicht in der 3NF? Begründe!

■ Lieferant, Lieferung und Bauteil in der 2NF

Lieferant	<u>LieferantNr</u>	Ort	Entf(km)
	L1	London	600
	L2	Paris	1000
	L3	London	600
	L4	Stockholm	600



Lieferung	<u>LieferantNr</u>	<u>BteilNr</u>	Anzahl	Bearbeiter
	L1	T1	100	Meier
	L1	T2	200	Müller
	L1	T3	50	Oheim
	L2	T1	200	Meier
	L2	T4	500	Schmidt
	L3	T4	1000	Busse
	L4	T5	800	Leicher

Bauteil	<u>BteilNr</u>	BteilBez
	T1	Schrauben
	T2	Zangen
	T3	Hammer
	T4	Muttern
	T5	Muttern

- 3 NF: wenn R in der Zweiten Normalform ist und jedes Nicht-Schlüssel-Attribut von keinem Schlüsselkandidaten transitiv abhängig ist.
- Welche Relation ist nicht in der 3NF? Begründe!
- Lieferant ist nicht in 3NF, da **Ort** \rightarrow **Entf**
- Dekomposition in
 - Lieferant(LieferantNr, Ort)
 - Entfernung(Ort, Entfernung)

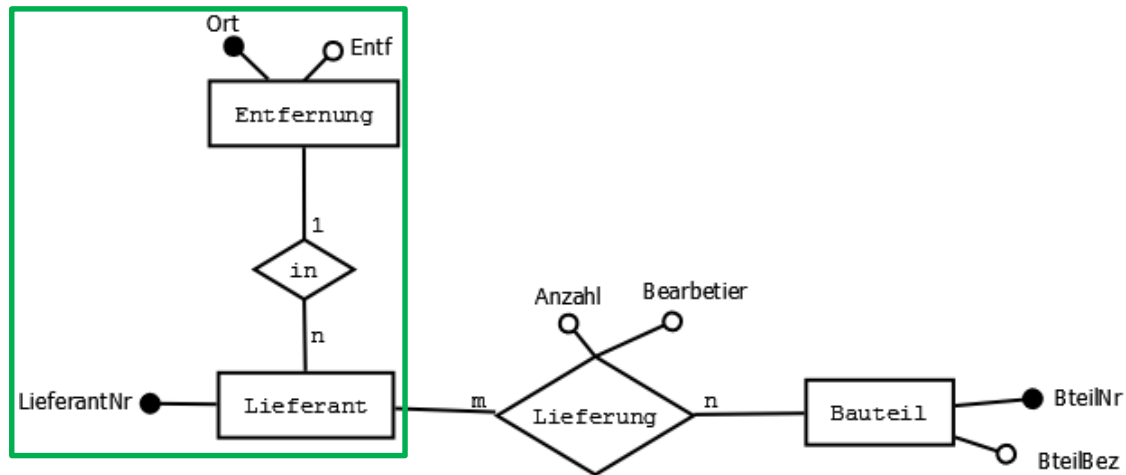
- Alle Relationen sind in 3NF

Lieferant	<u>LieferantNr</u>	Ort
	L1	London
	L2	Paris
	L3	London
	L4	Stockholm

Entfernung	<u>Ort</u>	Entf(km)
	London	600
	Paris	1000
	Stockholm	600

Lieferung	<u>LieferantNr</u>	<u>BteilNr</u>	Anzahl	Bearbeiter
	L1	T1	100	Meier
	L1	T2	200	Müller
	L1	T3	50	Oheim
	L2	T1	200	Meier
	L2	T4	500	Schmidt
	L3	T4	1000	Busse
	L4	T5	800	Leicher

Bauteil	<u>BteilNr</u>	BteilBez
	T1	Schrauben
	T2	Zangen
	T3	Hammer
	T4	Muttern
	T5	Muttern



- Alle Relationen sind in 3NF

Lieferant	<u>LieferantNr</u>	Ort
	L1	London
	L2	Paris
	L3	London
	L4	Stockholm

Entfernung	<u>Ort</u>	Entf(km)
	London	600
	Paris	1000
	Stockholm	600

Lieferung	<u>LieferantNr</u>	<u>BteilNr</u>	Anzahl	Bearbeiter
	L1	T1	100	Meier
	L1	T2	200	Müller
	L1	T3	50	Oheim
	L2	T1	200	Meier
	L2	T4	500	Schmidt
	L3	T4	1000	Busse
	L4	T5	800	Leicher

Bauteil	<u>BteilNr</u>	BteilBez
	T1	Schrauben
	T2	Zangen
	T3	Hammer
	T4	Muttern
	T5	Muttern

- BCNF: dritte NF muss gelten und keine FA des Teilschlüssels vom Nichtschlüsselattribut

$R(\underline{A}, \underline{B}, C, D)$ mit $AB \rightarrow C$, $AB \rightarrow D$ und $C \rightarrow D$

Dekomposition in $R(\underline{A}, \underline{C}, D)$ und $S(\underline{C}, B)$

ABER: $AB \rightarrow D$

- Alle Relationen sind in 3NF

Lieferant	<u>LieferantNr</u>	Ort
	L1	London
	L2	Paris
	L3	London
	L4	Stockholm

Entfernung	<u>Ort</u>	Entf(km)
	London	600
	Paris	1000
	Stockholm	600

Lieferung	<u>LieferantNr</u>	<u>BteilNr</u>	Anzahl	Bearbeiter
	L1	T1	100	Meier
	L1	T2	200	Müller
	L1	T3	50	Oheim
	L2	T1	200	Meier
	L2	T4	500	Schmidt
	L3	T4	1000	Busse
	L4	T5	800	Leicher

Bauteil	<u>BteilNr</u>	BteilBez
	T1	Schrauben
	T2	Zangen
	T3	Hammer
	T4	Muttern
	T5	Muttern

- Alle Relationen in BCNF?
- Entfernung(Ort, Entf), Lieferant(LieferantNr, Ort) und Bauteil(BteilNr, BteilBez)
- Begründung: Jede Relation mit nur zwei Attributen ist in BCNF. (VL, Folie 82)
- Lieferung(LieferantNr, BteilNr, Anzahl, Bearbeiter) **ist nicht** in BCNF, da **Bearbeiter → BteilNr**

■ Alle Relationen sind in BCNF

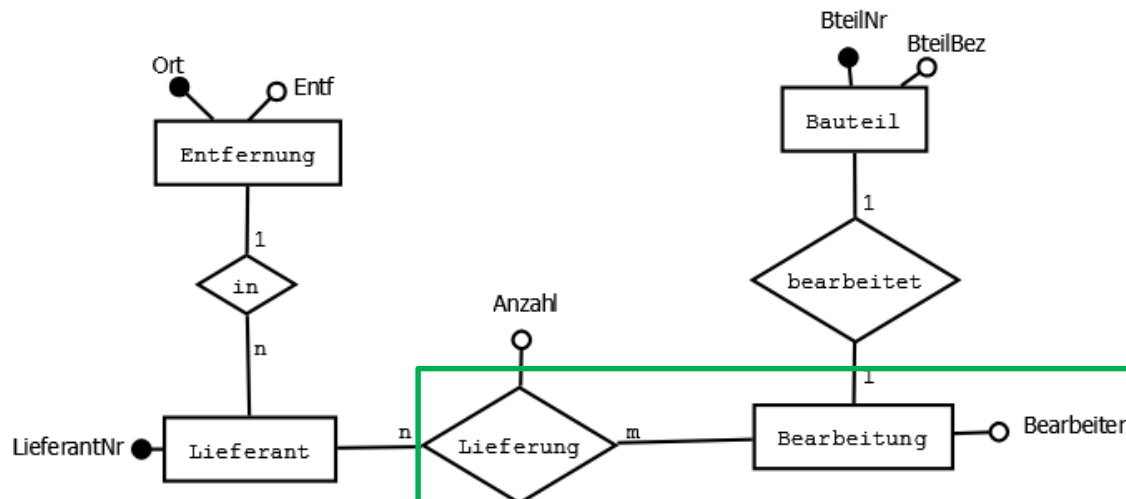
Lieferant	<u>LieferantNr</u>	Ort
	L1	London
	L2	Paris
	L3	London
	L4	Stockholm

Entfernung	<u>Ort</u>	Entf(km)
	London	600
	Paris	1000
	Stockholm	600

Bauteil	<u>BteilNr</u>	BteilBez
	T1	Schrauben
	T2	Zangen
	T3	Hammer
	T4	Muttern
	T5	Muttern

Lieferung	<u>LieferantNr</u>	Anzahl	<u>Bearbeiter</u>
	L1	100	Meier
	L1	200	Müller
	L1	50	Oheim
	L2	200	Meier
	L2	500	Schmidt
	L3	1000	Busse
	L4	800	Leicher

Bearbeitung	<u>Bearbeiter</u>	<u>BteilNr</u>
	Meier	T1
	Müller	T2
	Oheim	T3
	Schmidt	T4
	Busse	T4
	Leicher	T5



■ Alle Relationen sind in BCNF

Lieferant	<u>LieferantNr</u>	Ort
	L1	London
	L2	Paris
	L3	London
	L4	Stockholm

Entfernung	<u>Ort</u>	Entf(km)
	London	600
	Paris	1000
	Stockholm	600

Bauteil	<u>BteilNr</u>	BteilBez
	T1	Schrauben
	T2	Zangen
	T3	Hammer
	T4	Muttern
	T5	Muttern

Lieferung	<u>LieferantNr</u>	Anzahl	<u>Bearbeiter</u>
	L1	100	Meier
	L1	200	Müller
	L1	50	Oheim
	L2	200	Meier
	L2	500	Schmidt
	L3	1000	Busse
	L4	800	Leicher

Bearbeitung	<u>Bearbeiter</u>	<u>BteilNr</u>
	Meier	T1
	Müller	T2
	Oheim	T3
	Schmidt	T4
	Busse	T4
	Leicher	T5

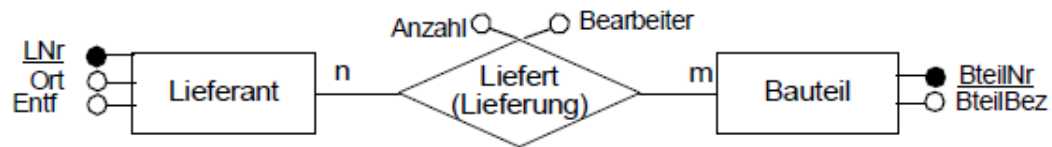
■ Verlustlose Zerlegung?

- Ja, bis BCNF ist eine verlustfreie Zerlegung möglich

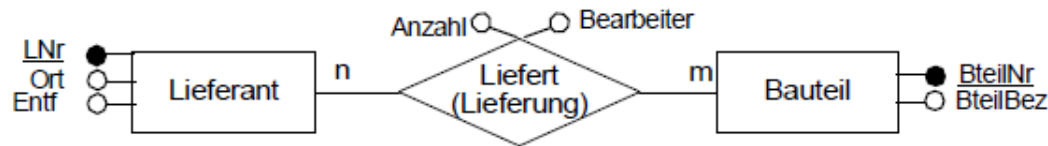
■ Abhängigkeitstreue Zerlegung?

- Ja, bis zu 3NF, BCNF garantiert nicht die Abhängigkeitstreue Zerlegung

- In welcher Normalform ist folgende ERD?



- In welcher Normalform ist folgende ERD?



- Lieferant (LNr, Ort, Entf)
- Bauteil (BteilNr, BteilBez)
- Lieferung (LNr, BteilNr, Anzahl, Mitarbeiter)
- Tabellen befinden sich bereits in der 2. Normalform!

Regatta	Bootsname	Segelfläche	Besatzung	Regatta (Wettfahrt)			
				Name	Start	Ziel	Länge
	Marie	30	4	Havelpokal	Potsdam	Spandau	25
	Marie	30	3	Ostseem.	Rostock	Bornholm	200
	Grünspan	10	2	Havelpokal	Potsdam	Spandau	25
	Grünspan	10	3	Spreepokal	Teltow	Wannsee	25
	Knatter	8	3	Havelm.	Wannsee	Spandau	10
	Knatter	8	3	Wannseem.	Wannsee	Wannsee	3

- 1.Normalform
 - Regatta(Bootsname, Segelfläche, Besatzung, Name, Start, Ziel, Länge)
- 2.Normalform
 - Regatta (Name, Start, Ziel, Länge)
 - Boot (Bootsname, Segelfläche)
 - Teilnahme (Bootsname, Name, Besatzung)
- 3.Normalform
 - Regatta (Name, Start, Ziel)
 - Strecke (Start, Ziel, Länge)
 - Boot (Bootsname, Segelfläche)
 - Teilnahme (Bootsname, Name, Besatzung)
- BCNF
 - Tabellen der 3. NF sind auch in der BCNF

MatNr	Name	Vorname	Geb	FBNr	FBName	PNr	Fach	Prüfer	Termin	Note
150001	Huber	Hans	10160	13	Informatik	1	InfoA	Pepper	21-May-94	2,7
						2	TEGI	Ehrig	18. Jul 94	1,7
						3	PDV	Hommel	22. Jul 94	3
						6	DBS	Oheim	15. Jul 94	1,3
150002	Meier	Mirko	30363	4	Mathematik	5	GIM	Classen	15. Jul 94	1,7
						6	DBS	Weber	27. Jul 94	2
150003	Bauer	Bertram	130562	13	Informatik	5	GIM	Classen	15. Jul 94	1,7
						3	PDV	Hommel	22. Jul 94	3
150004	Paulsen	Peter	50967	4	Mathematik	1	InfoA	Pepper	21-May-94	2,7
						3	PDV	Hommel	22. Jul 94	3
150005	Wichtig	Wolfram	130169	14	BWL	5	GIM	Weber	27. Jul 94	2
						6	DBS	Oheim	15. Jul 94	1,3
150006	Gans	Gertrud	250465	13	Informatik	1	InfoA	Pepper	21-May-94	2,7
						2	TEGI	Ehrig	18. Jul 94	1,7
150007	Federick	Fersen	120165	13	Informatik					

- 1.Normalform
 - Student (MatNr, Name, Vorname, Geb, FBNr, FBName)
 - Ergebnis (MatNr, PNr, Fach, Prüfer, Termin, Note)

- 2.Normalform
 - Student (MatNr, Name, Vorname, Geb, FBNr, FBName)
 - Ergebnis (MatNr, PNr, Prüfer, Termin, Note)
 - Prüfungsfach (PNr, Fach)

- 3.Normalform
 - Student (MatNr, Name, Vorname, Geb, FBNr),
 - Fachbereich (FBNr, FBName)
 - Ergebnis (MatNr, PNr, Prüfer, Termin, Note)
 - Prüfungsfach (PNr, Fach)

- BCNF
 - Tabellen der 3.NF sind auch in der BCNF