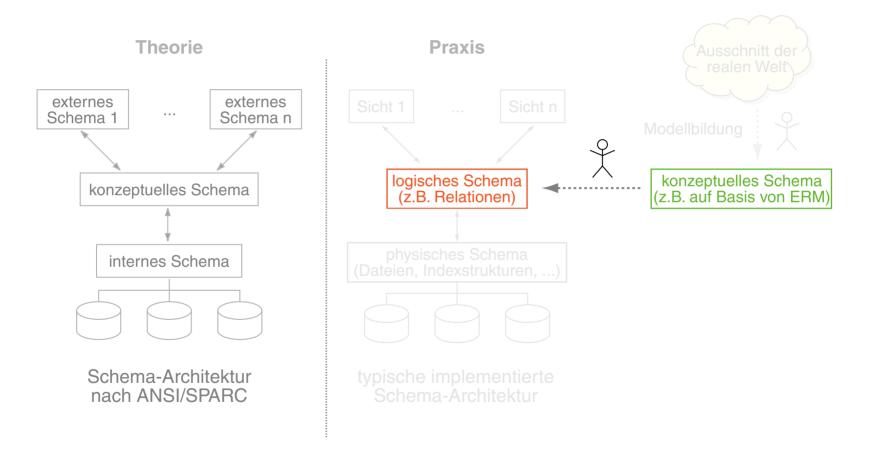
# Kapitel DB:IV (Fortsetzung)

- IV. Logischer Datenbankentwurf mit dem relationalen Modell
  - □ Das relationale Modell
  - □ Integritätsbedingungen
  - Umsetzung ER-Schema in relationales Schema

DB:IV-46 Relational Design © STEIN 2004-2018

#### Einordnung



DB:IV-47 Relational Design © STEIN 2004-2018

Einordnung (Fortsetzung)

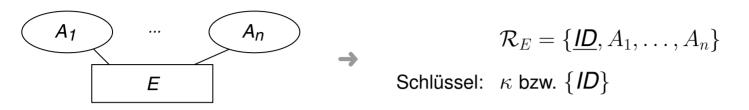
Das ER-Modell besitzt zwei grundlegende Strukturierungskonzepte:

- 1. Entity-Typen  $E(A_1, \ldots, A_n)$
- 2. Beziehungstypen  $R(E_1, \ldots, E_m; A_1, \ldots, A_n)$

Im relationalen Modell werden beide auf das einzige Strukturierungskonzept "Relationenschema",  $\mathcal{R}$ , abgebildet. Hierbei dient das Konzept der Fremdschlüssel zur Abbildung von Beziehungstypen.

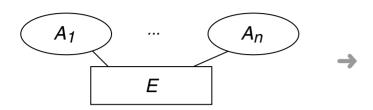
DB:IV-48 Relational Design © STEIN 2004-2018

## Reguläre Entity-Typen



DB:IV-49 Relational Design © STEIN 2004-2018

#### Reguläre Entity-Typen



$$\mathcal{R}_E = \{\underline{\textit{ID}}, A_1, \dots, A_n\}$$

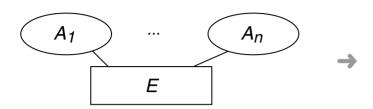
Schlüssel:  $\kappa$  bzw.  $\{ID\}$ 

#### Umsetzung:

1. Dem Entity-Typ E wird Relationenschema  $\mathcal{R}_E$  zugeordnet. Die Attribute  $A_1, \ldots, A_n$  von E werden Attribute von  $\mathcal{R}_E$ .

DB:IV-50 Relational Design © STEIN 2004-2018

#### Reguläre Entity-Typen



$$\mathcal{R}_E = \{\underline{\mathit{ID}}, A_1, \dots, A_n\}$$

Schlüssel:  $\kappa$  bzw.  $\{ID\}$ 

#### Umsetzung:

- 1. Dem Entity-Typ E wird Relationenschema  $\mathcal{R}_E$  zugeordnet. Die Attribute  $A_1, \ldots, A_n$  von E werden Attribute von  $\mathcal{R}_E$ .
- 2. Der Primärschlüssel  $\kappa \subseteq \{A_1, \dots, A_n\}$  von E wird Primärschlüssel von  $\mathcal{R}_E$ .

#### Alternative:

Festlegen eines formalen Primärschlüssels durch Hinzufügen eines Schlüsselattributes ID zur Umsetzung der Eindeutigkeit von Entitäten. Der ursprüngliche Primärschlüssel  $\kappa$  ist dann ein weiterer Schlüssel im Relationenschema  $\mathcal{R}_E$ .

DB:IV-51 Relational Design © STEIN 2004-2018

#### Reguläre Entity-Typen



#### Umsetzung:

- 1. Dem Entity-Typ E wird Relationenschema  $\mathcal{R}_E$  zugeordnet. Die Attribute  $A_1, \ldots, A_n$  von E werden Attribute von  $\mathcal{R}_E$ .
- 2. Der Primärschlüssel  $\kappa \subseteq \{A_1, \dots, A_n\}$  von E wird Primärschlüssel von  $\mathcal{R}_E$ .

#### Alternative:

Festlegen eines formalen Primärschlüssels durch Hinzufügen eines Schlüsselattributes ID zur Umsetzung der Eindeutigkeit von Entitäten. Der ursprüngliche Primärschlüssel  $\kappa$  ist dann ein weiterer Schlüssel im Relationenschema  $\mathcal{R}_E$ .

3. Der Primärschlüssel wird durch Unterstreichen gekennzeichnet.

DB:IV-52 Relational Design © STEIN 2004-2018

#### Bemerkungen:

- □ Die Bezeichnung "regulärer Entity-Typ" dient als Unterscheidung zu
  - abhängigen bzw. schwachen Entity-Typen sowie zu den
  - spezialisierten Entity-Typen, die in einer IST-Beziehung stehen.

DB:IV-53 Relational Design © STEIN 2004-2018

Beziehungstypen

#### Zwei Umsetzungsstrategien:

(a) Direkte Abbildung auf ein adäquates Schema.

(b) Kanonische Umsetzung ("Cross-Reference") mit anschließender Zusammenfassung von Relationenschemata.

DB:IV-54 Relational Design © STEIN 2004-2018

#### Beziehungstypen

#### Zwei Umsetzungsstrategien:

- (a) Direkte Abbildung auf ein adäquates Schema.
- (b) Kanonische Umsetzung ("Cross-Reference") mit anschließender Zusammenfassung von Relationenschemata.

#### Besondere Behandlung für folgende Fälle:

- 1. 1:n-Beziehung (Formalismus I für Kardinalitäten)
- 2. 1:1-Beziehung (Formalismus I für Kardinalitäten)
- 3. [0,1] und [1,1] bei [min, max]-Beschränkung (Formalismus II für Kardinalitäten)
- 4. existenzabhängige (schwache) Entity-Typen
- 5. IST-Beziehungstypen
- 6. reflexive Beziehungstypen

DB:IV-55 Relational Design © STEIN 2004-2018

Beziehungstypen: Kapazitätserhaltung

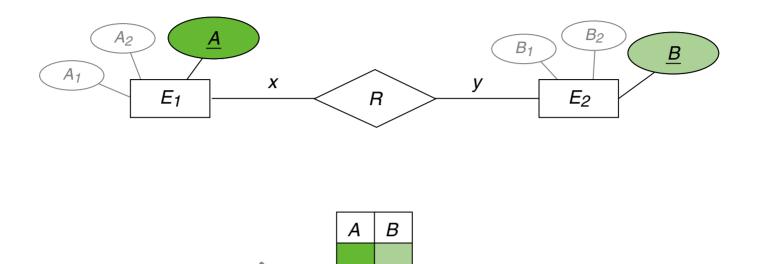
Eine zentrale Forderung bei der Abbildung von Beziehungstypen ist die Kapazitätserhaltung: alle Zustände des ER-Modells sind auch Instanzen des relationalen Modells und umgekehrt.

#### **Definition 7 (kapazitätserhaltend)**

Gibt es eine bijektive totale Abbildung zwischen den Zuständen eines Entity-Relationship-Modells und den Instanzen eines relationalen Modells, so nennt man die Transformation zwischen den Modellen kapazitätserhaltend.

DB:IV-56 Relational Design © STEIN 2004-2018

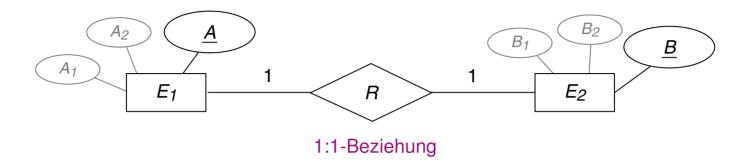
Beziehungstypen: Kapazitätserhaltung (Fortsetzung)



 $r(R_R)$ 

DB:IV-57 Relational Design © STEIN 2004-2018

Beziehungstypen: Kapazitätserhaltung (Fortsetzung)

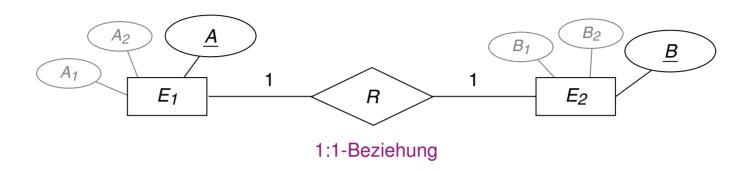


#### Modellierung (a)

$$\mathcal{R}_R = \{\underline{A}, B\}$$
 mit Schlüssel  $\{A\}$ 

DB:IV-58 Relational Design © STEIN 2004-2018

Beziehungstypen: Kapazitätserhaltung (Fortsetzung)



#### Modellierung (a)

$$\mathcal{R}_R = \{\underline{A}, B\}$$
 mit Schlüssel  $\{A\}$ 

#### mögliche Relationen:

$$r_1(\mathcal{R}_R) = \{(a_1, b_1), (a_2, b_2)\}$$
  
 $r_2(\mathcal{R}_R) = \{(a_1, b_1), (a_2, b_1)\}$ 

(kapazitätserhöhend)

DB:IV-59 Relational Design © STEIN 2004-2018

Beziehungstypen: Kapazitätserhaltung (Fortsetzung)



Modellierung (a)

 $\mathcal{R}_R = \{\underline{A}, B\}$  mit Schlüssel  $\{A\}$ 

Modellierung (b)

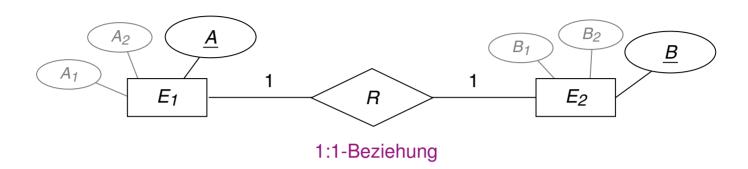
 $\mathcal{R}_R = \{\underline{A}, B\}$  mit *zwei* Schlüsseln  $\{A\}, \{B\}$ 

mögliche Relationen:

$$r_1(\mathcal{R}_R) = \{(a_1, b_1), (a_2, b_2)\}$$
  
 $r_2(\mathcal{R}_R) = \{(a_1, b_1), (a_2, b_1)\}$ 

(kapazitätserhöhend)

Beziehungstypen: Kapazitätserhaltung (Fortsetzung)



Modellierung (a)

$$\mathcal{R}_R = \{\underline{A}, B\}$$
 mit Schlüssel  $\{A\}$ 

Modellierung (b)

$$\mathcal{R}_R = \{\underline{A}, B\}$$
 mit *zwei* Schlüsseln  $\{A\}, \{B\}$ 

mögliche Relationen:

$$r_1(\mathcal{R}_R) = \{(a_1, b_1), (a_2, b_2)\}$$

$$r_2(\mathcal{R}_R) = \{(a_1, b_1), (a_2, b_1)\}$$

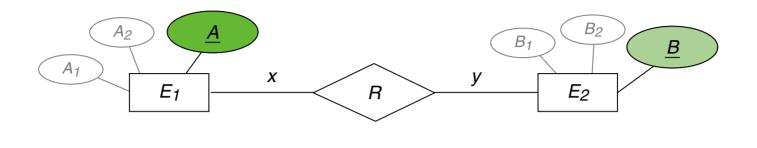
mögliche Relation:

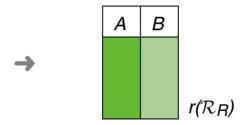
$$r(\mathcal{R}_R) = \{(a_1, b_1), (a_2, b_2)\}$$

(kapazitätserhaltend)

(kapazitätserhöhend)

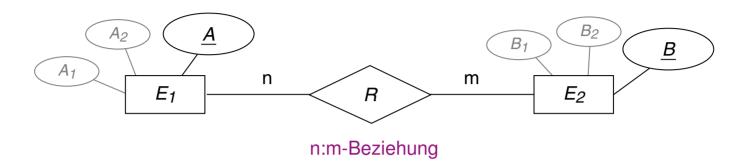
Kapazitätserhaltung (Fortsetzung)





DB:IV-62 Relational Design © STEIN 2004-2018

Kapazitätserhaltung (Fortsetzung)

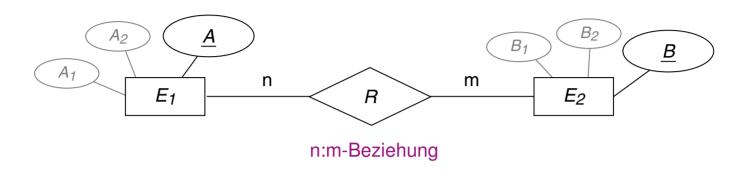


#### Modellierung (a)

$$\mathcal{R}_R = \{\underline{A}, B\}$$
 mit Schlüssel  $\{A\}$ 

DB:IV-63 Relational Design © STEIN 2004-2018

Kapazitätserhaltung (Fortsetzung)



#### Modellierung (a)

$$\mathcal{R}_R = \{\underline{A}, B\}$$
 mit Schlüssel  $\{A\}$ 

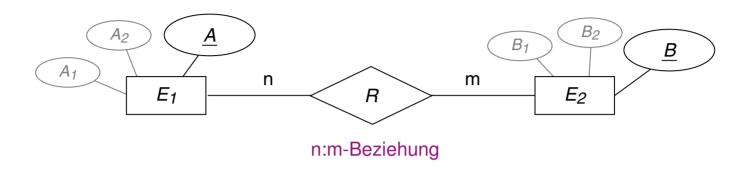
#### mögliche Relation:

$$r(\mathcal{R}_R) = \{(a_1, b_1), (a_2, b_1)\}$$
  
$$r(\mathcal{R}_R) = \{(a_1, b_1), (a_1, b_2), (a_2, b_2)\}$$

(kapazitätsvermindernd)

DB:IV-64 Relational Design © STEIN 2004-2018

Kapazitätserhaltung (Fortsetzung)



Modellierung (a)

 $\mathcal{R}_R = \{\underline{A}, B\}$  mit Schlüssel  $\{A\}$ 

Modellierung (b)

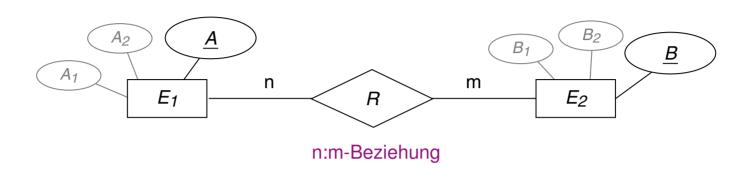
 $\mathcal{R}_R = \{\underline{A}, \underline{B}\}$  mit Schlüssel  $\{A, B\}$ 

mögliche Relation:

$$r(\mathcal{R}_R) = \{(a_1, b_1), (a_2, b_1)\}$$
  
$$r(\mathcal{R}_R) = \{(a_1, b_1), (a_1, b_2), (a_2, b_2)\}$$

(kapazitätsvermindernd)

Kapazitätserhaltung (Fortsetzung)



Modellierung (a)

$$\mathcal{R}_R = \{\underline{A}, B\}$$
 mit Schlüssel  $\{A\}$ 

mögliche Relation:

$$r(\mathcal{R}_R) = \{(a_1, b_1), (a_2, b_1)\}$$

$$r(\mathcal{R}_R) = \{(a_1, b_1), (a_1, b_2), (a_2, b_2)\}$$

(kapazitätsvermindernd)

Modellierung (b)

$$\mathcal{R}_R = \{\underline{A}, \underline{B}\}$$
 mit Schlüssel  $\{A, B\}$ 

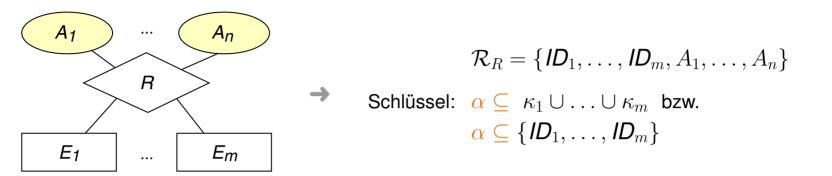
mögliche Relationen:

$$r_1(\mathcal{R}_R) = \{(a_1, b_1), (a_2, b_2)\}$$

$$r_2(\mathcal{R}_R) = \{(a_1, b_1), (a_1, b_2), (a_2, b_2)\}$$

(kapazitätserhaltend)

Reguläre Beziehungstypen (beliebige Entity-Anzahl)



DB:IV-67 Relational Design © STEIN 2004-2018

Reguläre Beziehungstypen (beliebige Entity-Anzahl)



#### Cross-Reference [Elmasri/Navathe 2010]:

1. Dem Beziehungstyp R wird Relationenschema  $\mathcal{R}_R$  zugeordnet. Die Attribute  $A_1, \ldots, A_n$  von R werden Attribute von  $\mathcal{R}_R$ .

DB:IV-68 Relational Design ©STEIN 2004-2018

Reguläre Beziehungstypen (beliebige Entity-Anzahl)



#### Cross-Reference [Elmasri/Navathe 2010]:

- 1. Dem Beziehungstyp R wird Relationenschema  $\mathcal{R}_R$  zugeordnet. Die Attribute  $A_1, \ldots, A_n$  von R werden Attribute von  $\mathcal{R}_R$ .
- 2. Die Attribute in den  $\kappa_i$  (bzw. die  $\emph{ID}_i$ ) von  $\mathcal{R}_{E_i}$  werden Attribute von  $\mathcal{R}_R$ .

DB:IV-69 Relational Design ©STEIN 2004-2018

Reguläre Beziehungstypen (beliebige Entity-Anzahl)



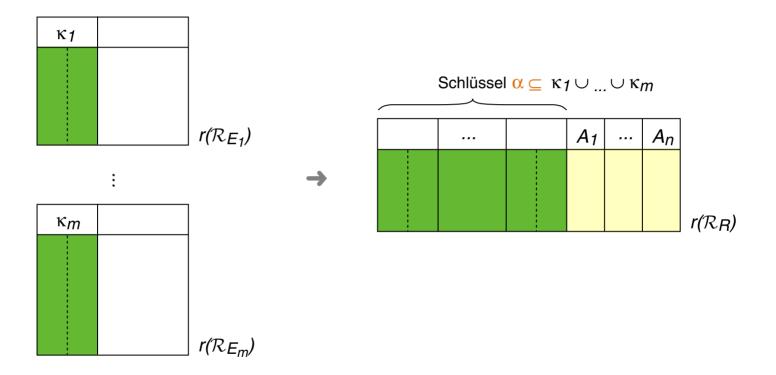
#### Cross-Reference [Elmasri/Navathe 2010]:

- 1. Dem Beziehungstyp R wird Relationenschema  $\mathcal{R}_R$  zugeordnet. Die Attribute  $A_1, \ldots, A_n$  von R werden Attribute von  $\mathcal{R}_R$ .
- 2. Die Attribute in den  $\kappa_i$  (bzw. die  $ID_i$ ) von  $\mathcal{R}_{E_i}$  werden Attribute von  $\mathcal{R}_R$ .
- 3. Der Schlüssel von  $\mathcal{R}_R$  ist eine Teilmenge der Vereinigungsmenge der  $\kappa_i$  (bzw. der Menge aller  $ID_i$ ).

DB:IV-70 Relational Design ©STEIN 2004-2018

Reguläre Beziehungstypen (beliebige Entity-Anzahl) (Fortsetzung)

#### Cross-Reference:



DB:IV-71 Relational Design © STEIN 2004-2018

#### Bemerkungen:

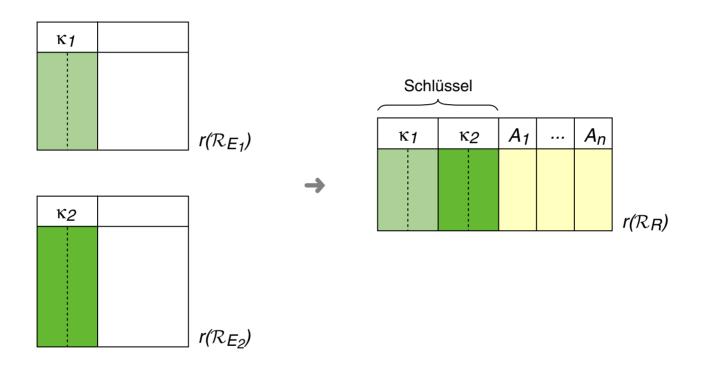
- Die Bezeichnung "regulärer Beziehungstyp" dient als Unterscheidung zu
  - Beziehungstypen f
    ür abh
    ängige bzw. schwache Entity-Typen sowie zu
  - IST-Beziehungstypen.
- $\square$  Die  $\kappa_i \subset \mathcal{R}_R$  (bzw. die  $\{ID_i\} \subset \mathcal{R}_R$ ) sind Fremdschlüssel in  $\mathcal{R}_R$  bzgl.  $\kappa_i$  (bzw.  $\{ID_i\}$ ) in  $\mathcal{R}_{E_i}$ .
- Es stellt sich die Frage, wie die Teilmenge aus der Vereinigungsmenge der  $\kappa_i$  gebildet wird, so dass ein Schlüssel für die Relation  $\mathcal{R}_R$  entsteht. Man kann diese Frage nicht in der Allgemeinheit beantworten.

Vergleiche hierzu die möglichen funktionalen Beziehungen, die beispielsweise von einer x:y:z-Relation,  $x,y,z\in\{1,n,m\}$ , impliziert sein können: falls keine funktionale Beziehung gegeben ist, also x und y und  $z\neq 1$ , so bilden nur alle Schlüsselattribute der drei Entity-Typen zusammen einen Schlüssel für  $\mathcal{R}_R$ . Gibt es einen funktionalen Zusammenhang, also x oder y oder z=1, so bildet die Vereinigungsmenge der Schlüsselattribute der beiden Entity-Typen des Urbildbereiches einen Schlüssel für  $\mathcal{R}_R$ .

DB:IV-72 Relational Design © STEIN 2004-2018

n:m-Beziehungstypen

#### Cross-Reference:



Die Primärschlüssel der beteiligten Relationenschemata  $\mathcal{R}_{E_1}$  und  $\mathcal{R}_{E_2}$  bilden zusammen den Schlüssel im Relationenschema  $\mathcal{R}_R$  des n:m-Beziehungstyps.

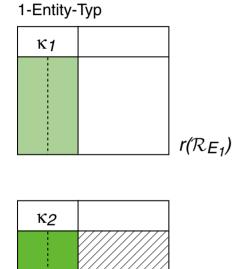
[Kapazitätserhaltung]

DB:IV-73 Relational Design © STEIN 2004-2018

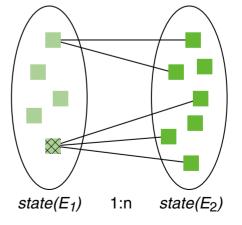
1:n-Beziehungstypen

n-Entity-Typ

#### Funktionaler Zusammenhang $E_2 \rightarrow E_1$ :



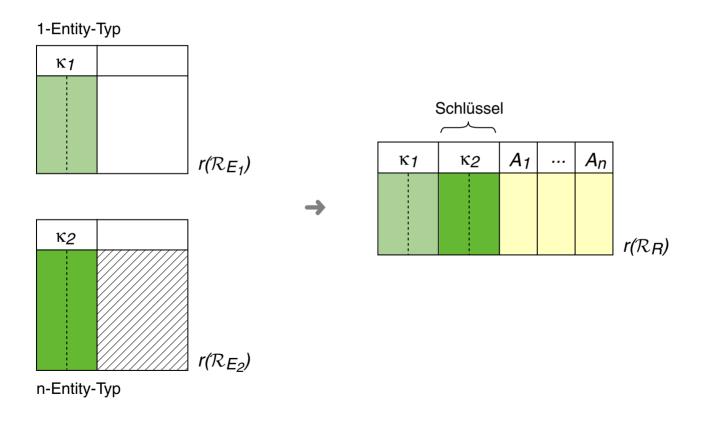
 $r(R_{E_2})$ 



DB:IV-74 Relational Design © STEIN 2004-2018

1:n-Beziehungstypen (Fortsetzung)

#### Cross-Reference:



DB:IV-75 Relational Design © STEIN 2004-2018

1:n-Beziehungstypen (Fortsetzung) [Sonderfall 1]

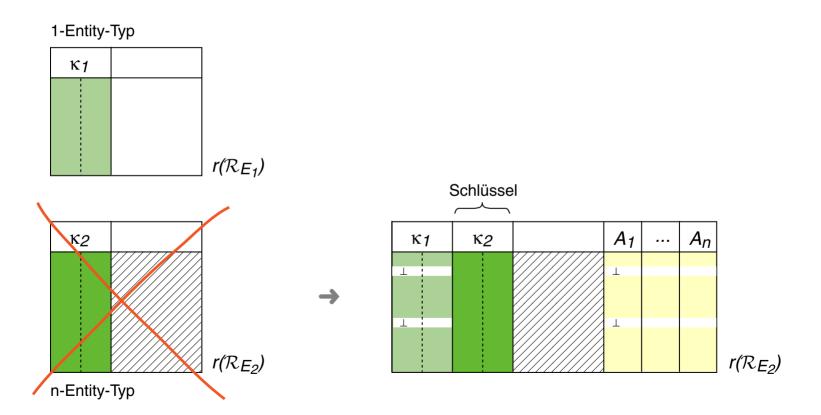
Als Verfeinerung der Cross-Reference kann man bei 1:n-Beziehungstypen das Relationenschema  $\mathcal{R}_R$  mit dem Relationenschema  $\mathcal{R}_{E_2}$ , das den n-Entity-Typ im 1:n-Beziehungstyp repräsentiert, zusammenfassen:

- 1. Die Attribute des Primärschlüssels in  $\mathcal{R}_{E_1}$  werden Attribute in  $\mathcal{R}_{E_2}$  und stellen dort einen entsprechenden Fremdschlüssel dar.
- 2. Die Attribute des 1:n-Beziehungstyps werden Attribute in  $\mathcal{R}_{E_2}$ .
- 3. Der Primärschlüssel des n-Entity-Typs wird Schlüssel im zusammengefassten Relationenschema.

DB:IV-76 Relational Design © STEIN 2004-2018

1:n-Beziehungstypen (Fortsetzung)

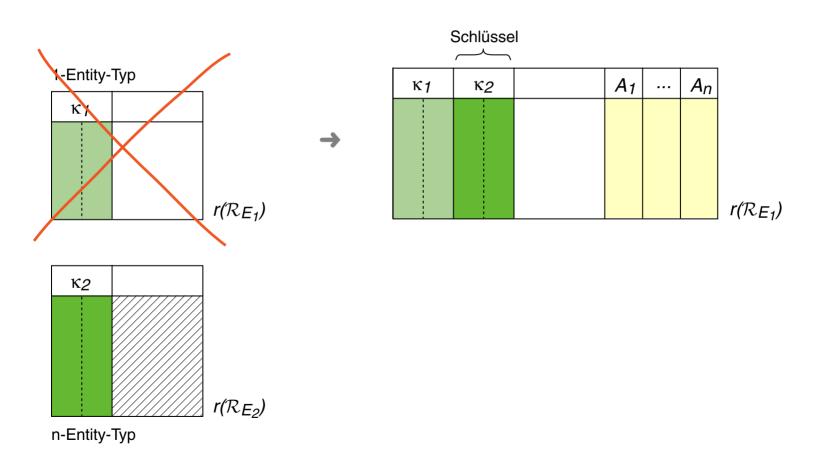
Erlaubte Zusammenfassung von  $\mathcal{R}_R$  und  $\mathcal{R}_{E_2}$ :



DB:IV-77 Relational Design © STEIN 2004-2018

1:n-Beziehungstypen (Fortsetzung)

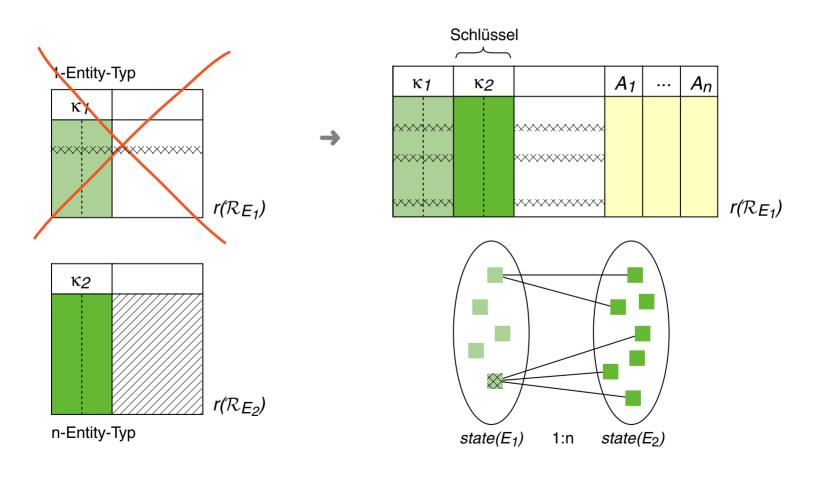
Unerlaubte Zusammenfassung von  $\mathcal{R}_R$  und  $\mathcal{R}_{E_1}$ :



DB:IV-78 Relational Design © STEIN 2004-2018

1:n-Beziehungstypen (Fortsetzung)

Unerlaubte Zusammenfassung von  $\mathcal{R}_R$  und  $\mathcal{R}_{E_1}$ :



DB:IV-79 Relational Design © STEIN 2004-2018

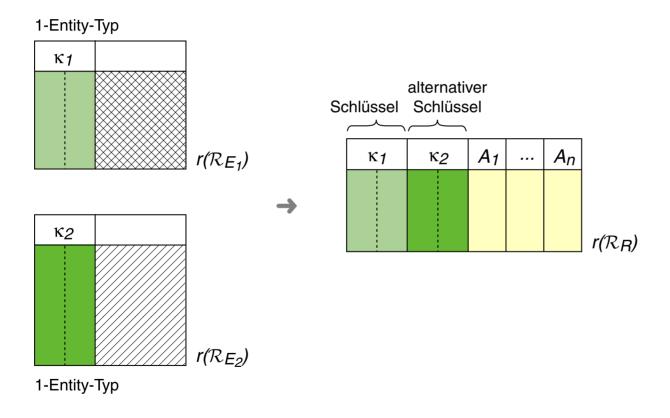
#### Bemerkungen:

- [Kemper/Eickler 2011] gibt folgende Regel als Hilfe bei der Zusammenfassung von Relationen an: "Nur Relationen mit gleichem Schlüssel zusammenfassen." In der Illustration sind das die beiden Relationen  $\mathcal{R}_R$  und  $\mathcal{R}_{E_2}$ ; beide haben den Schlüssel  $\kappa_2$ .
- Bei der "erlaubten" Zusammenfassung entstehen Nullwerte ( $\perp$ ) bei allen Entitäten des Typs  $E_2$ , die nicht in Beziehung mit einer Entität des Typs  $E_1$  stehen. Dies führt dazu, dass Speicherplatz reserviert, aber nicht verwendet wird.
- Bei der "unerlaubten" Zusammenfassung werden alle Daten der Entitäten des Typs  $E_2$ , die mit mehr als einer Entität des Typ  $E_1$  in Beziehung stehen, redundant gespeichert. Außerdem ist der wahlfreie Zugriff auf eine einzelne Entität des Typs  $E_1$  mangels Schlüssel nicht mehr möglich.
- Die Konsistenz wird in beiden Zusammenfassungen erhalten.

DB:IV-80 Relational Design © STEIN 2004-2018

1:1-Beziehungstypen [Kapazitätserhaltung]

#### Cross-Reference:



DB:IV-81 Relational Design © STEIN 2004-2018

1:1-Beziehungstypen (Fortsetzung) [Sonderfall 2]

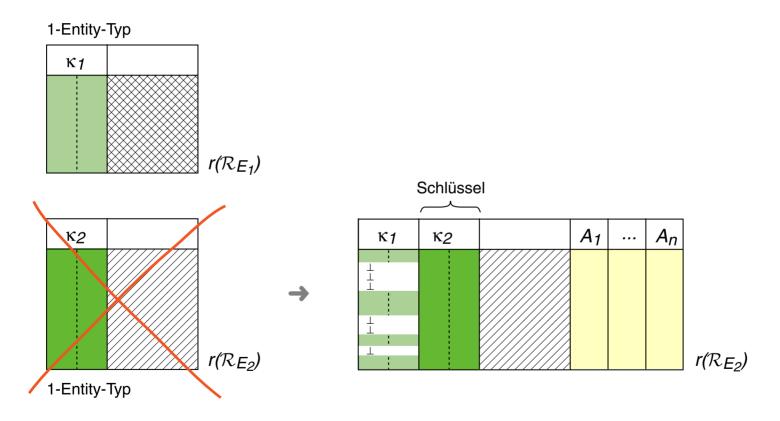
Als Verfeinerung der Cross-Reference kann man bei 1:1-Beziehungstypen das Relationenschema  $\mathcal{R}_R$  mit einem der beiden Relationenschemata der beteiligten Entity-Typen,  $\mathcal{R}_{E_2}$  oder  $\mathcal{R}_{E_1}$ , zusammenfassen:

- 1. Die Attribute des Primärschlüssels in  $\mathcal{R}_{E_1}$  ( $\mathcal{R}_{E_2}$ ) werden Attribute in  $\mathcal{R}_{E_2}$  ( $\mathcal{R}_{E_1}$ ) und stellen dort einen entsprechenden Fremdschlüssel dar.
- 2. Die Attribute des 1:1-Beziehungstyps werden Attribute in  $\mathcal{R}_{E_2}$  ( $\mathcal{R}_{E_1}$ ).
- 3. Der Primärschlüssel von  $\mathcal{R}_{E_2}$  ( $\mathcal{R}_{E_1}$ ) wird Schlüssel im zusammengefassten Relationenschema.

DB:IV-82 Relational Design © STEIN 2004-2018

1:1-Beziehungstypen (Fortsetzung)

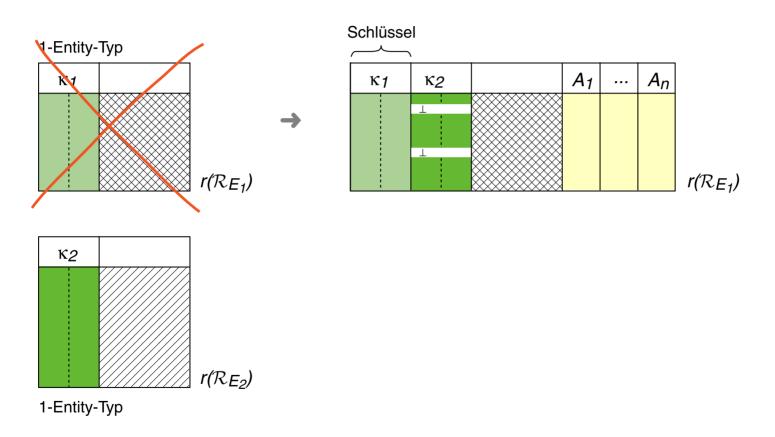
## Zusammenfassung von $\mathcal{R}_R$ und $\mathcal{R}_{E_2}$ :



DB:IV-83 Relational Design © STEIN 2004-2018

1:1-Beziehungstypen (Fortsetzung)

### Zusammenfassung von $\mathcal{R}_R$ und $\mathcal{R}_{E_1}$ :



DB:IV-84 Relational Design © STEIN 2004-2018

#### Bemerkungen:

- □ Die dargestellten Zusammenfassungen bei der Umsetzung von 1:1-Beziehungstypen finden sich so auch in der Literatur; sie sind aber mit Vorsicht zu genießen:
  Im Gegensatz zu der Cross-Reference-Umsetzung ist die Kapazitätserhaltung nur bei einer totalen Teilnahme des aufnehmenden Entity-Typs gegeben. Liegt dieser Sachverhalt nicht vor, enthält der Fremdschlüssel Nullwerte mit der Folge, dass er im zusammengefassten Schema keinen alternativen Schlüssel mehr darstellt.
- Manche DBMS stellen Datentypen zu Verfügung, mittels derer die Eindeutigkeit aller Nicht-Null-Werte vereinbart werden kann und gleichzeitig beliebig viele Nullwerte zugelassen sind. Damit kann die Kapazitätserhaltung sichergestellt werden, auch wenn der aufnehmende Entity-Typ ( $E_2$  im ersten bzw.  $E_1$  im zweiten Beispiel) nicht total teilnimmt.
- □ Nehmen nur wenige Instanzen der beiden Entity-Typen an der Beziehung teil, sollte auf eine Zusammenfassung verzichtet werden.

DB:IV-85 Relational Design © STEIN 2004-2018

1:1-Beziehungstypen (Fortsetzung)

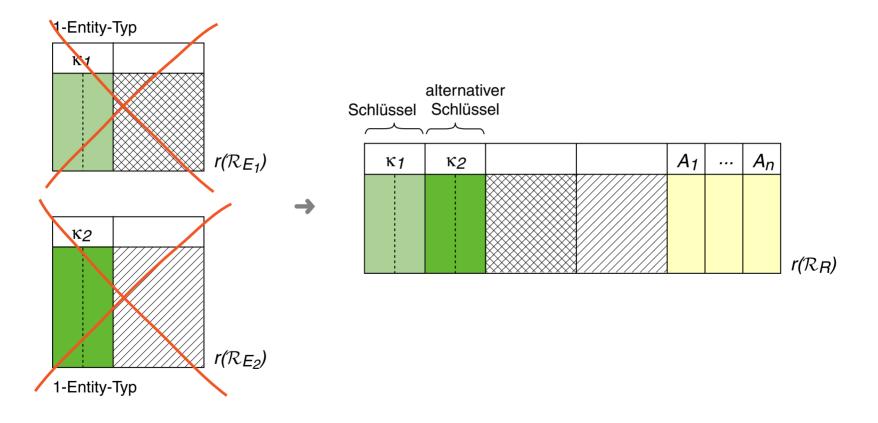
Ist die Teilnahme beider Entity-Typen am Beziehungstyp total – existiert also eine bijektive totale Abbildung zwischen  $E_1$  und  $E_2$  – lassen sich  $\mathcal{R}_{E_1}$  und  $\mathcal{R}_{E_2}$  in *einem* Relationenschema zusammenfassen. Merged-Relation [Elmasri/Navathe 2010]:

- 1. ...
- 2. ...
- 3. Die Primärschlüssel beider Entity-Typen sind Schlüssel im zusammengefassten Relationenschema; von ihnen wird einer als Primärschlüssel gewählt. [Kapazitätserhaltung]

DB:IV-86 Relational Design ©STEIN 2004-2018

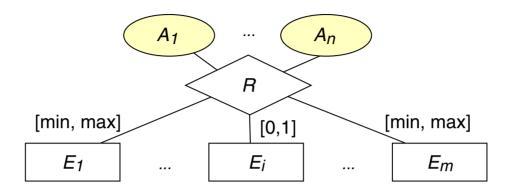
1:1-Beziehungstypen (Fortsetzung)

### Merged-Relation:



DB:IV-87 Relational Design © STEIN 2004-2018

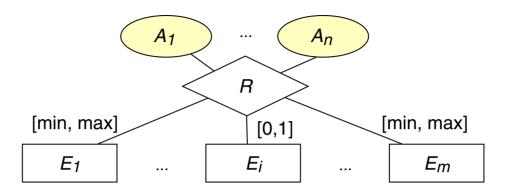
Beziehungstypen mit [min, max]-Beschränkung [Sonderfall 3]



- (a) m-äre Beziehungstypen mit [0,1]-Beschränkung für Entity-Typ  $E_i$ :  $R(E_1[\min_1, \max_1], \dots, E_i[0,1], \dots, E_m[\min_m, \max_m])$ 
  - o Der Primärschlüssel von  $\mathcal{R}_{E_i}$  wird ein Schlüssel von  $\mathcal{R}_R$ .

DB:IV-88 Relational Design © STEIN 2004-2018

Beziehungstypen mit [min, max]-Beschränkung [Sonderfall 3]

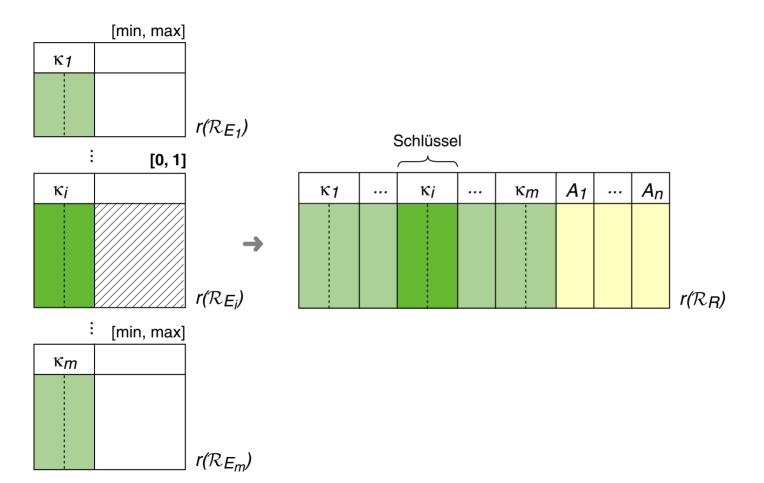


- (a) m-äre Beziehungstypen mit [0,1]-Beschränkung für Entity-Typ  $E_i$ :  $R(E_1[\min_1, \max_1], \dots, E_i[0,1], \dots, E_m[\min_m, \max_m])$ 
  - $\square$  Der Primärschlüssel von  $\mathcal{R}_{E_i}$  wird ein Schlüssel von  $\mathcal{R}_R$ .
- (b) m-äre Beziehungstypen mit [1,1]-Beschränkung für Entity-Typ  $E_i$ :  $R(E_1[\min_1, \max_1], \dots, E_i[1,1], \dots, E_m[\min_m, \max_m])$ 
  - $\square$  Der Primärschlüssel von  $\mathcal{R}_{E_i}$  wird ein Schlüssel von  $\mathcal{R}_R$ .
  - Die Relationenschemata  $\mathcal{R}_R$  und  $\mathcal{R}_{E_i}$  können zusammengefasst werden. Alle Schlüssel von  $\mathcal{R}_{E_i}$  werden auch Schlüssel von  $\mathcal{R}_R$ .

DB:IV-89 Relational Design © STEIN 2004-2018

Beziehungstypen mit [min, max]-Beschränkung

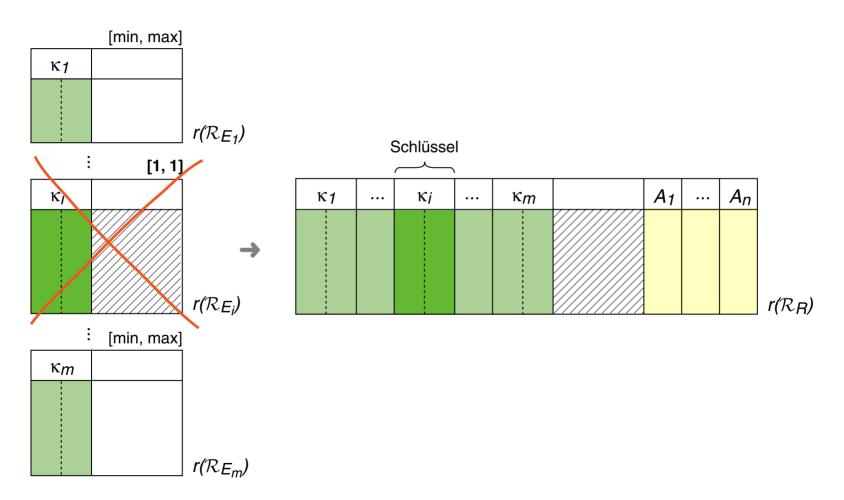
### zu (a) Cross-Reference:



DB:IV-90 Relational Design © STEIN 2004-2018

Beziehungstypen mit [min, max]-Beschränkung

zu (b) Zusammenfassung von  $\mathcal{R}_R$  und  $\mathcal{R}_{E_i}$ :



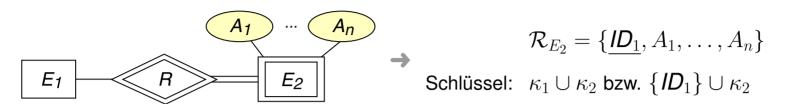
DB:IV-91 Relational Design © STEIN 2004-2018

#### Bemerkungen:

- $\square$  Eine [0,1]- bzw. [1,1]-Beschränkung qualifiziert den Schlüssel des zugehörigen Entity-Typs  $E_i$  offensichtlich als Schlüssel für den Beziehungstyp R, denn jedes Tupel vom Typ R ist höchsten bzw. genau mit einer Instanz von  $E_i$  assoziiert.
- $\Box$  Für m=2 und Vorliegen einer [0,1]-Beschränkung bei einem Entity-Typ entspricht die Umsetzung der Cross-Reference für binäre 1:n-Beziehungen.
- $\supset$  Für m=2 und Vorliegen einer [1,1]-Beschränkung bei einem Entity-Typ entspricht die Umsetzung der Zusammenfassung für binäre 1:n-Beziehungen.
- $\Box$  Für m=2 und Vorliegen einer [1,1]-Beschränkung bei *beiden* Entity-Typen ist eine Umsetzung als Merged-Relation wie bei binären 1:1-Beziehungen möglich.

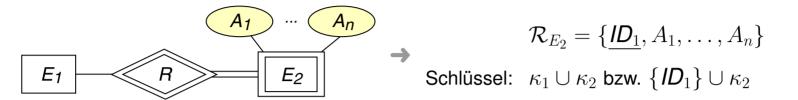
DB:IV-92 Relational Design © STEIN 2004-2018

Existenzabhängige Entity-Typen [Sonderfall 4]



DB:IV-93 Relational Design © STEIN 2004-2018

Existenzabhängige Entity-Typen [Sonderfall 4]

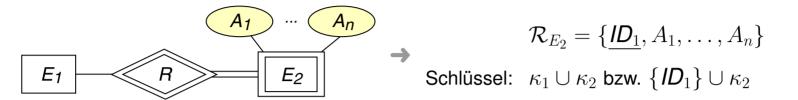


#### Umsetzung:

1. Dem abhängigen Entity-Typ  $E_2$  wird Relationenschema  $\mathcal{R}_{E_2}$  zugeordnet. Die Attribute  $A_1, \ldots, A_n$  von  $E_2$  werden Attribute von  $\mathcal{R}_{E_2}$ .

DB:IV-94 Relational Design ©STEIN 2004-2018

Existenzabhängige Entity-Typen [Sonderfall 4]

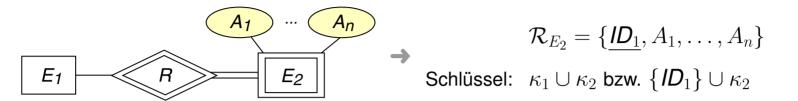


#### Umsetzung:

- 1. Dem abhängigen Entity-Typ  $E_2$  wird Relationenschema  $\mathcal{R}_{E_2}$  zugeordnet. Die Attribute  $A_1, \ldots, A_n$  von  $E_2$  werden Attribute von  $\mathcal{R}_{E_2}$ .
- 2. Die Attribute in  $\kappa_1$  (bzw.  $ID_1$ ) von  $\mathcal{R}_{E_1}$  werden Attribute von  $\mathcal{R}_{E_2}$  und stellen dort einen entsprechenden Fremdschlüssel dar.

DB:IV-95 Relational Design ©STEIN 2004-2018

Existenzabhängige Entity-Typen [Sonderfall 4]



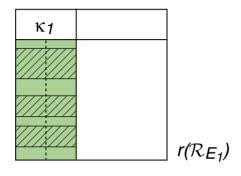
#### Umsetzung:

- 1. Dem abhängigen Entity-Typ  $E_2$  wird Relationenschema  $\mathcal{R}_{E_2}$  zugeordnet. Die Attribute  $A_1, \ldots, A_n$  von  $E_2$  werden Attribute von  $\mathcal{R}_{E_2}$ .
- 2. Die Attribute in  $\kappa_1$  (bzw.  $ID_1$ ) von  $\mathcal{R}_{E_1}$  werden Attribute von  $\mathcal{R}_{E_2}$  und stellen dort einen entsprechenden Fremdschlüssel dar.
- 3. Die Vereinigung des partiellen Schlüssels  $\kappa_2$  von  $E_2$  mit dem Primärschlüssel  $\kappa_1$  (bzw.  $\{ID_1\}$ ) von  $E_1$  bildet den Schlüssel für  $\mathcal{R}_{E_2}$ .

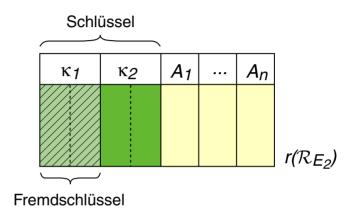
DB:IV-96 Relational Design ©STEIN 2004-2018

### Existenzabhängige Entity-Typen

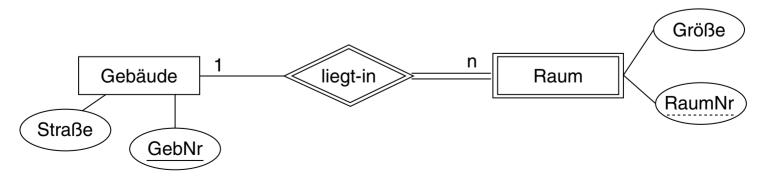
### Regulärer Entity-Typ:



#### Abhängiger Entity-Typ:



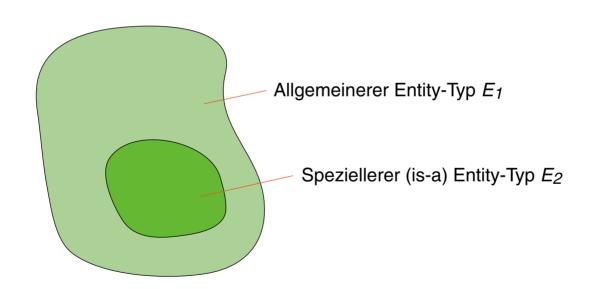
### Beispiel:



DB:IV-97 Relational Design © STEIN 2004-2018

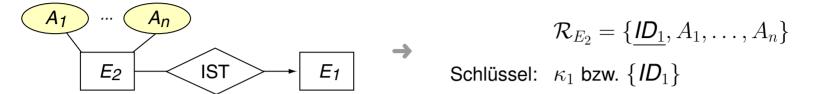
IST-Beziehungstypen [Sonderfall 5]





DB:IV-98 Relational Design © STEIN 2004-2018

IST-Beziehungstypen [Sonderfall 5]

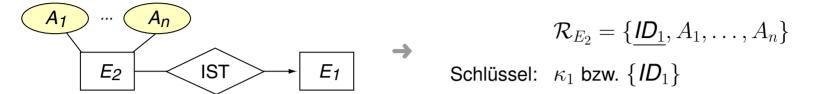


#### Umsetzung:

1. Dem speziellerem Entity-Typ  $E_2$  wird Relationenschema  $\mathcal{R}_{E_2}$  zugeordnet. Die Attribute  $A_1, \ldots, A_n$  von  $E_2$  werden Attribute von  $\mathcal{R}_{E_2}$ .

DB:IV-99 Relational Design ©STEIN 2004-2018

IST-Beziehungstypen [Sonderfall 5]

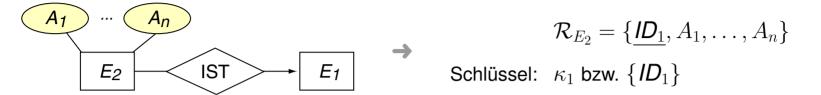


#### Umsetzung:

- 1. Dem speziellerem Entity-Typ  $E_2$  wird Relationenschema  $\mathcal{R}_{E_2}$  zugeordnet. Die Attribute  $A_1, \ldots, A_n$  von  $E_2$  werden Attribute von  $\mathcal{R}_{E_2}$ .
- 2. Die Attribute in  $\kappa_1$  (bzw.  $ID_1$ ) von  $\mathcal{R}_{E_1}$  werden Attribute von  $\mathcal{R}_{E_2}$  und stellen dort eine Art "Fremdschlüssel" dar.

DB:IV-100 Relational Design © STEIN 2004-2018

IST-Beziehungstypen [Sonderfall 5]



#### Umsetzung:

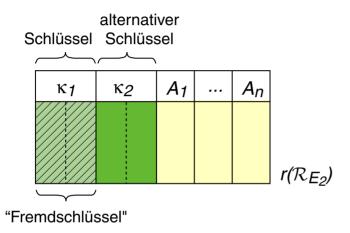
- 1. Dem speziellerem Entity-Typ  $E_2$  wird Relationenschema  $\mathcal{R}_{E_2}$  zugeordnet. Die Attribute  $A_1, \ldots, A_n$  von  $E_2$  werden Attribute von  $\mathcal{R}_{E_2}$ .
- 2. Die Attribute in  $\kappa_1$  (bzw.  $ID_1$ ) von  $\mathcal{R}_{E_1}$  werden Attribute von  $\mathcal{R}_{E_2}$  und stellen dort eine Art "Fremdschlüssel" dar.
- 3. Der Primärschlüssel  $\kappa_1$  (bzw.  $\{\emph{ID}_1\}$ ) von  $E_1$  wird Schlüssel für  $\mathcal{R}_{E_2}$ .

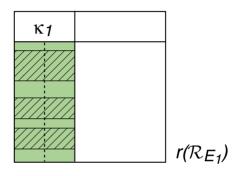
DB:IV-101 Relational Design © STEIN 2004-2018

**IST-Beziehungstypen** 

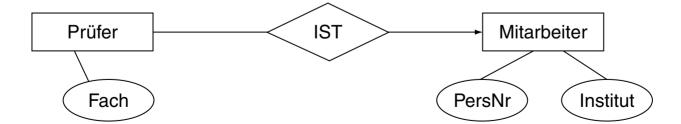
#### Speziellerer (is-a) Entity-Typ:

# Allgemeinerer Entity-Typ:





### Beispiel:



DB:IV-102 Relational Design © STEIN 2004-2018

#### Bemerkungen:

- □ Es wird die Bezeichnung "Fremdschlüssel" benutzt, obwohl es sich bei der Spezialisierung nicht um einen Verweis auf einen anderen Entity-Typ handelt, sondern um eine Rollenbeschreibung für ein und denselben Entity-Typ.
- $\sqsupset$  Ein spezialisierter Entity-Typ  $E_2$  kann bereits einen Schlüssel  $\kappa_2$  unabhängig von dem Entity-Typ  $E_1$  besitzen, von dem er spezialisiert ist. In diesem Fall hat man für  $E_2$  die Wahl zwischen zwei Schlüsseln, von denen einer als Primärschlüssel festzulegen ist.
- □ Bei mehrstufigen IST-Beziehungstypen wird der Primärschlüssel und damit die Identität top-down (vom allgemeineren zum spezielleren Entity-Typ) vererbt. Damit ist auch eine Transformationsreihenfolge vorgegeben.

DB:IV-103 Relational Design © STEIN 2004-2018

Reihenfolge der Regelanwendung [Elmasri/Navathe 2010]

- 1. Transformation der regulären Entity-Typen.
- 2. Transformation der abhängigen Entity-Typen.
- 3. Transformation der 1:1-Beziehungstypen.
- 4. Transformation der 1:n-Beziehungstypen.
- 5. Transformation der n:m-Beziehungstypen.
- 6. Transformation der übrigen Beziehungstypen.
- 7. Transformation der IST-Beziehungstypen.

DB:IV-104 Relational Design © STEIN 2004-2018

Zusammenfassung wichtiger Regeln

| Konzept im ER-Modell  | Konzept im relationalen Modell   |
|---|--|
| Entity-Typ $E$  | Relationenschema $\mathcal{R}_E$   |
| Attribute $A_1, \ldots, A_n$ von $E$                            | Attribute $A_1,\ldots,A_n$ von $\mathcal{R}_E$   |
| Primärschlüssel $\kappa \subseteq \{A_1, \ldots, A_n\}$ von $E$ | Primärschlüssel $\kappa$ von $\mathcal{R}_E$   |
| Beziehungstyp $R(E_1,,E_m;A_1,,A_n)$                            | Relationenschema $\mathcal{R}_R$   |
| Attribute $A_1, \ldots, A_n$ von $R$                            | Attribute $A_1,\ldots,A_n$ von $\mathcal{R}_R$   |
| Attribute in den Primärschlüsseln $\kappa_i$ der $E_i$          | Attribute von $\mathcal{R}_R$ (als Fremdschlüssel)   |
| 1:n-Beziehungstyp zwischen $E_1$ und $E_2$                      | $\kappa_2$ wird Primärschlüssel von $\mathcal{R}_R$  |
| 1:1-Beziehungstyp zwischen $E_1$ und $E_2$                      | $\kappa_1$ und $\kappa_2$ werden jeweils Schlüssel von $\mathcal{R}_R$ , $\kappa_1$ oder $\kappa_2$ wird Primärschlüssel von $\mathcal{R}_R$ |
| n:m-Beziehungstyp zwischen $E_1$ und $E_2$                      | $\kappa_1 \cup \kappa_2$ wird Schlüssel von $\mathcal{R}_R$  |
| $E_2$ hängt ab von $E_1$  | $\mathcal{R}_{E_2}$ erhält auch alle Attribute in $\kappa_1$ , $\kappa_1 \cup \kappa_2$ wird Schlüssel von $\mathcal{R}_{E_2}$               |
| IST-Beziehungstyp: $E_2$ IST $E_1$                              | $\mathcal{R}_{E_2}$ erhält auch alle Attribute in $\kappa_1$ , $\kappa_1$ wird Schlüssel von $\mathcal{R}_{E_2}$                             |

DB:IV-105 Relational Design

Zusammenfassung wichtiger Regeln

| Konzept im ER-Modell  | Konzept im relationalen Modell   |
|---|--|
| Entity-Typ $E$  | Relationenschema $\mathcal{R}_E$   |
| Attribute $A_1, \ldots, A_n$ von $E$                            | Attribute $A_1,\ldots,A_n$ von $\mathcal{R}_E$   |
| Primärschlüssel $\kappa \subseteq \{A_1, \ldots, A_n\}$ von $E$ | Primärschlüssel $\kappa$ von $\mathcal{R}_E$   |
| Beziehungstyp $R(E_1,,E_m;A_1,,A_n)$                            | Relationenschema $\mathcal{R}_R$   |
| Attribute $A_1, \ldots, A_n$ von $R$                            | Attribute $A_1,\ldots,A_n$ von $\mathcal{R}_R$   |
| Attribute in den Primärschlüsseln $\kappa_i$ der $E_i$          | Attribute von $\mathcal{R}_R$ (als Fremdschlüssel)   |
| 1:n-Beziehungstyp zwischen $E_1$ und $E_2$                      | $\kappa_2$ wird Primärschlüssel von $\mathcal{R}_R$  |
| 1:1-Beziehungstyp zwischen $E_1$ und $E_2$                      | $\kappa_1$ und $\kappa_2$ werden jeweils Schlüssel von $\mathcal{R}_R$ , $\kappa_1$ oder $\kappa_2$ wird Primärschlüssel von $\mathcal{R}_R$ |
| n:m-Beziehungstyp zwischen ${\it E}_1$ und ${\it E}_2$          | $\kappa_1 \cup \kappa_2$ wird Schlüssel von $\mathcal{R}_R$  |
| $E_2$ hängt ab von $E_1$  | $\mathcal{R}_{E_2}$ erhält auch alle Attribute in $\kappa_1$ , $\kappa_1 \cup \kappa_2$ wird Schlüssel von $\mathcal{R}_{E_2}$               |
| IST-Beziehungstyp: $E_2$ IST $E_1$                              | $\mathcal{R}_{E_2}$ erhält auch alle Attribute in $\kappa_1$ , $\kappa_1$ wird Schlüssel von $\mathcal{R}_{E_2}$                             |

DB:IV-106 Relational Design © STEIN 2004-2018

Zusammenfassung wichtiger Regeln

| Konzept im ER-Modell  | Konzept im relationalen Modell   |
|---|--|
| Entity-Typ $E$  | Relationenschema $\mathcal{R}_E$   |
| Attribute $A_1, \ldots, A_n$ von $E$                            | Attribute $A_1,\ldots,A_n$ von $\mathcal{R}_E$   |
| Primärschlüssel $\kappa \subseteq \{A_1, \ldots, A_n\}$ von $E$ | Primärschlüssel $\kappa$ von $\mathcal{R}_E$   |
| Beziehungstyp $R(E_1,,E_m;A_1,,A_n)$                            | Relationenschema $\mathcal{R}_R$   |
| Attribute $A_1, \ldots, A_n$ von $R$                            | Attribute $A_1,\ldots,A_n$ von $\mathcal{R}_R$   |
| Attribute in den Primärschlüsseln $\kappa_i$ der $E_i$          | Attribute von $\mathcal{R}_R$ (als Fremdschlüssel)   |
| 1:n-Beziehungstyp zwischen $E_1$ und $E_2$                      | $\kappa_2$ wird Primärschlüssel von $\mathcal{R}_R$  |
| 1:1-Beziehungstyp zwischen $E_1$ und $E_2$                      | $\kappa_1$ und $\kappa_2$ werden jeweils Schlüssel von $\mathcal{R}_R$ , $\kappa_1$ oder $\kappa_2$ wird Primärschlüssel von $\mathcal{R}_R$ |
| n:m-Beziehungstyp zwischen ${\it E}_1$ und ${\it E}_2$          | $\kappa_1 \cup \kappa_2$ wird Schlüssel von $\mathcal{R}_R$  |
| $E_2$ hängt ab von $E_1$  | $\mathcal{R}_{E_2}$ erhält auch alle Attribute in $\kappa_1$ , $\kappa_1 \cup \kappa_2$ wird Schlüssel von $\mathcal{R}_{E_2}$               |
| IST-Beziehungstyp: $E_2$ IST $E_1$                              | $\mathcal{R}_{E_2}$ erhält auch alle Attribute in $\kappa_1$ , $\kappa_1$ wird Schlüssel von $\mathcal{R}_{E_2}$                             |

DB:IV-107 Relational Design © STEIN 2004-2018