



**Hochschule
Bonn-Rhein-Sieg**
University of Applied Sciences

Datenbanken

- Übung 4 -
Logisches (relationales) Schema

**Harm Knolle
Markus Schneider**

DBS Übung 04.doc vom 04.05.2024 19:09:00

Druck vom 05.05.2024 00:57:00

**Prof. Dr. H. Knolle
Hochschule Bonn-Rhein-Sieg
Fachbereich Informatik
Grantham-Allee 20
53757 Sankt Augustin**

Inhaltsverzeichnis

1	Erstellung eines logischen (relationalen) Schemas	3
2	Transformation der Beziehungstypen	4
2.1	„1:N“-Beziehungen	4
2.2	„1:1“-Beziehungen	5
2.3	„N:M“-Beziehungen	6
2.4	Generalisierung / Spezialisierung	7
3	Normalisierung des Schemas	8
3.1	Erste Normalform	8
3.1.1	Eliminierung von strukturierten Attributen	8
3.1.2	Eliminierung von Wiederholungsgruppen	8
3.2	Die weiteren Normalformen	9
4	Einreichung Ihrer Ergebnisse	11
4.1	Umsetzung Ihrer Beziehungskette aus Übung 2	11

1 Erstellung eines logischen (relationalen) Schemas

Das in der zweiten und dritten Übung erstellte semantisch ausdrucksstarke konzeptionelle Schema (ER-Diagramm) soll mit Hilfe des CASE-Werkzeugs DB-Main in ein logisches relationales Schema transformiert werden. Grundlage hierfür sind die Konzepte der relationalen Modellierung.

Damit das vorhandene konzeptionelle (semantische) Schema nicht verloren geht, alle Begrifflichkeiten im logischen Schema nicht erneut eingegeben werden müssen und die Vollständigkeit weiterhin gegeben ist, erfolgt der Übergang zur neuen Abstraktionsebene Schritt für Schritt durch Umwandlung einer Kopie Ihres fertigen und qualitätsgesicherten semantischen konzeptionellen Schemas (Entity Relationship Diagramms). Gehen Sie zur Vorbereitung bitte wie folgt vor:

- a) Zeigen Sie Ihr aktuelles Entity Relationship Diagramm an.
- b) Wählen Sie (`Product / Copy Product...`) und benennen Sie das neue Schema „Logisches relationales Schema“
- c) Zeigen Sie das kopierte Schema an.

Die Arbeitsgrundlage dieser Übung ist das so erstellte logische Schema, das momentan noch einer exakten Kopie Ihres semantischen konzeptionellen Schemas entspricht.

Das sich technologisch bereits sehr stark an die physikalischen Speicherstrukturen orientierende relationale Modell kennt keine Beziehungstypen mehr. Als Konzepte stehen im Wesentlichen zur Verfügung:

- a) Zweidimensionale Entitätstypen (einfache Tabellen mit atomaren Werten):
 - a. Keine Wiederholungsgruppen (keine mengenwertigen Attribute wie Set oder List).
 - b. Keine zusammengesetzten Attribute (keine Unterattribute).
- b) Primärschlüssel und sekundäre Schlüssel (im Unterschied zu einer Relation in der Mathematik sind Schlüssel in der Datenbankwelt nicht zwingend erforderlich, sollten aber immer vorhanden sein).
- c) Fremdschlüssel zur Simulation der Beziehungen des semantischen Schemas (nur möglich, wenn die referenzierten Werte über einen (Primär-) Schlüssel verfügen).
- d) Kennzeichnung der Pflichtfelder (u.a. auch erforderlich zur Simulation der im semantischen Schema enthaltenen Muss-Kardinalitäten).

2 Transformation der Beziehungstypen

Beginnen Sie die Transformation mit den Beziehungstypen.

2.1 „1:N“-Beziehungen

Die einfache und allgemeine Regel lautet: „Ersetze eine Beziehung des semantischen ER-Schemas in der „Min-Max“-Notation nach Abrial durch einen Fremdschlüssel, der von der Entität mit der einfachen Kardinalität auf die Entität mit der mehrfachen Kardinalität verweist.“
(Frage: Warum ist das so?) Gehen Sie bitte wie folgt vor:

- a) Wählen Sie eine „1:N“-Beziehung.
- b) Falls die beteiligten Entitätstypen noch nicht über einen Primärschlüssel verfügen, legen Sie diese bitte jetzt an (künstliche Schlüssel).
- c) Fügen Sie der Entität mit der einfachen Kardinalität ein (oder bei zusammengesetzten Primärschlüssel auch mehrere) Fremdschlüsselattribut(e) hinzu, das (die) vom selben Typ wie das (die) zuvor hinzugefügte(n) Primärschlüsselattribut(e) sein muss (müssen)
(Frage: Warum würde die Referenzierung ansonsten nicht funktionieren?).
- d) Selektieren Sie den (vollständigen) Fremdschlüssel im einfachen Entitätstyp und wählen Sie in der Icon-Leiste die Schaltfläche (GR) :
 - a. In der Property Box des neuen Objektes wählen Sie `constraint`.
 - b. Im sich öffnenden Fenster Constraint Properties wählen Sie `Ref Equ` (Referenz mit Gleichheit) und wählen Sie den zu referenzierenden Entitätstypen und den dort geltenden Primärschlüssel aus.
 - c. Sollten Sie im Fenster der Constraint Properties die Ziel-Entität nicht aufgelistet sehen,
 - i. so basieren Fremd- und Primärschlüssel auf unterschiedliche Datentypen und können sich somit auch nicht referenzieren.
 - ii. Passen Sie in diesem Fall die Typen von Fremd- und Primärschlüssel an.
 - iii. Wiederholen Sie den Schritt b).
 - d. Wählen Sie `ok` und passen Sie die minimale Kardinalität in der Property Box des neuen Fremdschlüsselattributs an („Muss“- (1-1) oder „Kann“-Beziehung (0-1) auf der einfachen Seite).
 - e. Zur Festlegung der minimalen Kardinalität auf der mehrfachen Seite verfügt das relationale Modell nicht über die erforderlichen modellinhärenten Konzepte:

- i. Es wird daher immer von einer Kann-Beziehung ausgegangen.
 - ii. Für den Fall einer Muss-Beziehung auf der mehrfachen Seite sollte von den formlosen Dokumentationsmöglichkeiten des CASE-Tools Gebrauch gemacht werden (z.B. die Nutzung von Notes oder Farben). Achten Sie darauf, dass die Zuordnung der Notiz nachvollzogen werden kann.
- f. Bestätigen Sie Ihre Referenz und es erscheint die Fremdschlüsselbedingung als Pfeil.
- g. Anschließend muss der noch existierende Beziehungstyp gelöscht werden.

2.2 „1:1“-Beziehungen

Da die einfache Kardinalität einen Spezialfall der mehrfachen Kardinalität darstellt (**Frage:** Warum ist das so?), kann die Regel: „Ersetze eine Beziehung des semantischen Schemas durch einen Fremdschlüssel, der von der Entität mit der einfachen Kardinalität auf die Entität mit der mehrfachen Kardinalität verweist.“ im Falle einer „1:1“-Beziehung auf beiden Seiten angewendet werden.

- a) Wählen Sie eine „1:1“-Beziehung.
- b) Falls die Entitätstypen noch nicht über einen Primärschlüssel verfügen, legen Sie diese bitte jetzt an (in der Regel künstliche Schlüssel).
- c) Die grundsätzliche Vorgehensweise zum Anlegen des Fremdschlüssels in DB-Main entspricht der Transformation von „1:N“-Beziehungen (siehe oben).
- d) Verfügen beide Entitätstypen über exakt identische Kardinalitäten (also auch über identische Min-Werte), so soll der Fremdschlüssel die Hauptzugriffsrichtung unterstützen, d.h. die Entität, auf der in der zukünftigen Anwendung in der Regel zuerst zugegriffen wird, erhält den Fremdschlüssel auf die Entität, auf die weniger häufig initial zugegriffen wird.
- e) Verfügen beide Entitätstypen nicht über identische Kardinalitäten (also über unterschiedliche Min-Werte), so ist die Richtung des Fremdschlüssels abhängig von der Speichereffizienz. Es erfolgt daher ein Fremdschlüssel von der einfachen Entität zur bedingt einfachen Entität (**Frage:** Warum ist das speichereffizienter?).
- f) Legen Sie den Fremdschlüssel als (alternativen) Schlüssel fest (**Frage:** Warum darf das nicht vergessen werden?).
- g) Wie bereits bei der Transformation von „1:N“-Beziehungen festgestellt, verfügt das relationale Modell nicht über die erforderlichen modellinhärenten Konzepte, die minimale Kardinalität auf der Zielseite des Fremdschlüssels zu garantieren. Für den Fall einer Muss-Beziehung auf der zu referenzierenden einfachen Seite sollte daher an dieser Stelle ebenfalls von den formlosen Dokumentationsmöglichkeiten des CASE-Tools Gebrauch gemacht werden (z.B. die Nutzung von Notes). Achten Sie darauf, dass die Zuordnung der Notiz nachvollzogen werden kann.

Im Falle zweier (unbedingt) einfacher Kardinalitäten können die beiden Entitäten auch zu einer Entität zusammengefasst werden (**Frage:** Warum ist eine Zusammenfassung möglich und wie könnte diese aussehen?).

2.3 „N:M“-Beziehungen

Da in diesem Fall zwei mehrfache Kardinalitäten vorliegen, kann die einfache Regel: „Ersetze eine Beziehung des semantischen Schemas durch einen Fremdschlüssel, der von der Entität mit der einfachen Kardinalität auf die Entität mit der mehrfachen Kardinalität verweist.“ im Falle einer „N:M“-Beziehung nicht mehr angewendet werden (**Frage:** Warum nicht?). Da im relationalen Modell zur Simulation von Beziehungen lediglich die Kombination von Fremd- und Primärschlüssel existiert, muss die doppelt mehrfache „N:M“-Beziehung künstlich auf Beziehungen mit einfachen Kardinalitäten abgebildet werden. Zu diesem Zweck ist eine schwache und explizite Beziehungsentität erforderlich, die zwei mal die Rolle der einfachen Kardinalität übernehmen wird. Jede „N:M“-Beziehung lässt sich auf zwei „1:N“-Beziehungen abbilden, wodurch sich die Transformationsregel nun wieder anwenden lässt.

- a) Wählen Sie eine „N:M“-Beziehung.
- b) Erstellen Sie einen neuen Entitätstypen mit dem Namen des vorhandenen Beziehungstypen:
 - a. Dieser neue Entitätstyp erhält - sofern vorhanden - die Attribute des Beziehungstypen.
 - b. Darüber hinaus erhält er sämtliche Primärschlüsselattribute der an der Beziehung beteiligten Entitätstypen.
 - c. Der Primärschlüssel des neuen Entitätstypen setzt sich aus den Schlüsselattributen der an der Beziehung beteiligten Entitätstypen zusammen (**Frage:** Warum ist hier ein zusammengesetzter Schlüssel erforderlich?).
- c) Interpretieren Sie diesen neuen (künstlichen) Beziehungs-Entitätstypen:
 - a. Bestimmen Sie die Rolle vom neuen Beziehungs-Entitätstypen, zu den beiden ursprünglich direkt in Beziehung stehenden Entitätstypen (**Frage:** Warum handelt es sich bei dem neuen (künstlichen) Beziehungs-Entitätstypen um einen doppelt schwachen Entitätstypen?).
 - b. Bestimmen Sie die Rollen der einfachen und mehrfachen Kardinalitäten für die beiden neu entstandenen Beziehungen (**Frage:** Warum entstehen durch den neuen (künstlichen) Beziehungs-Entitätstypen zwei „1:N“-Beziehungen?).
 - c. Was sind identische Beziehungen? Ist es möglich, identische Beziehungen im Rahmen eines „N:M“-Beziehungstypen zu verwalten?
- d) Die weitere Vorgehensweise entspricht der Transformation von „1:N“-Beziehungen (siehe oben).

- e) Wie lassen sich n-äre „N:M“-Beziehungstypen umsetzen?
- f) Wie lassen sich „N:M“-Beziehungstypen mit einfach abhängigen Entitätstypen transformieren, wie sie insbesondere im Rahmen der Versionierung bzw. Historisierung vorkommen?

2.4 Generalisierung / Spezialisierung

Wie bereits beim Übergang von der zweiten auf die dritte Übung festgestellt worden ist, entspricht die Generalisierung / Spezialisierung bei mehreren Subtypen mehreren „1:1“-Beziehungen. Der Subtyp verfügt über eine „Muss-Kardinalität“, während der Supertyp über eine „Kann-Kardinalität“ verfügt (**Frage:** Warum ist das so?).

- a) Wählen Sie eine Generalisierung / Spezialisierung.
- b) Für jeden der Subtypen entspricht die weitere Vorgehensweise der Transformation einer „1:1-Kann“-Beziehung (siehe oben), wobei der Subtyp (in der Regel) einen Fremdschlüssel auf den Supertypen erhält. Vergessen Sie auch hier nicht, den Fremdschlüssel gleichzeitig als Schlüssel festzulegen. Es ist meistens effizient, den Fremdschlüssel direkt als Primärschlüssel im Subtypen zu verwenden (**Frage:** Warum ist das so?).
- c) Zur Festlegung der Eigenschaften der Generalisierung / Spezialisierung verfügt das relationale Modell leider über keine modellinhärenten Konzepte:
 - a. Es lassen sich daher nur nicht-totale Generalisierungen / Spezialisierungen garantieren.
 - b. Es lassen sich daher nur nicht-disjunkte Generalisierungen / Spezialisierungen garantieren.
 - c. Für den Fall einer disjunkten und / oder totalen Generalisierung / Spezialisierung sollte von den formlosen Dokumentationsmöglichkeiten des CASE-Tools Gebrauch gemacht werden (z.B. die Nutzung von Notizen oder Farben).
- d) Anschließend muss das Symbol für die Generalisierung / Spezialisierung (das Dreieck) gelöscht werden.

3 Normalisierung des Schemas

Nachdem die Beziehungstypen des semantischen Schemas (Entity-Relationship-Diagramm) durch Fremdschlüssel/Primärschlüssel-Kombinationen ersetzt worden sind, gilt es nun die Normalisierungskriterien sicherzustellen: die Transformation des Schemas in die erste und dann zur Reduzierung der Redundanzen über die zweite und dritte in die Boyce Codd Normalform.

3.1 Erste Normalform

Im Rahmen der ersten Normalform werden zweidimensionale Tabellen erzeugt. Gehen Sie hierbei bitte wie folgt vor:

3.1.1 Eliminierung von strukturierten Attributen

- a) Wählen Sie einen Entitätstypen mit einem strukturierten Attribut (ohne Wiederholungsgruppe).
- b) Selektieren Sie das komplexe Attribut und wählen Sie (Transform / Attribute / Disaggregation). Wählen Sie als Präfix für die zu normalisierenden Attribute den Namen des komplexen Attributes (ist gekürzt vorgegeben) und bestätigen Sie die Normalisierung.
- c) Die internen Attribute wurden nun um eine Dimension „reduziert“ (**Frage:** Welche Rolle spielt der Name des ursprünglichen komplexen Attributs in der normalisierten Entität?)

3.1.2 Eliminierung von Wiederholungsgruppen

- a) Wählen Sie einen Entitätstypen mit einer Wiederholungsgruppe (mengenwertiges Attribut mit Set oder List).
- b) Legen Sie einen neuen Entitätstypen mit dem Namen der Wiederholungsgruppe an (**Frage:** warum kann nicht einfach wie bei der oben beschriebenen Vorgehensweise hinsichtlich der strukturierten Attribute ohne Wiederholungsgruppe vorgegangen werden?).
- c) Dieser neue Entitätstyp erhält die Attribute der Wiederholungsgruppe.
- d) Darüber hinaus erhält er sämtliche Primärschlüsselattribute des Entitätstypen, aus dem die Wiederholungsgruppe ausgelagert wird:
- e) Diese „vererbten“ Schlüsselattribute sind für die Eindeutigkeit der späteren Datensätze im neuen Entitätstypen nicht ausreichend (**Frage:** Warum nicht?). Es ist ein weiteres künstliches Schlüsselattribut erforderlich, dass Sie bitte hinzufügen und einfach mit „laufende_Nummer“ benennen (**Frage:** Welche Semantik hat dieses neue Attribut?).

- f) Interpretieren Sie diesen neuen Entitätstypen:
- Bestimmen Sie die Rolle dieses neuen Entitätstypen zu dem ursprünglichen Entitätstypen.
 - Bestimmen Sie die Rollen der einfachen und mehrfachen Kardinalität für den neuen und alten Entitätstypen (**Frage:** Warum entsteht eine „1:N“-Beziehungen mit einem schwachen Entitätstypen?).
- g) Die weitere Vorgehensweise entspricht der Transformation von „1:N“-Beziehungen (siehe oben).

3.2 Die weiteren Normalformen

Es ist nicht zwingend, aber grundsätzlich möglich, dass Ihr Schema Verstöße gegen weitere Normalformen enthält:

- 2NF: Von Teilschlüsseln abhängige Attribute
- 3NF: Von Nichtschlüsselattributen abhängige Attribute
- BCNF: Abhängigkeiten zwischen Schlüsselattributen

Im Rahmen der weiteren Normalisierungen werden die funktional von Teilschlüssel- (zweite Normalform), Nichtschlüsselattributen (dritte Normalform) und zwischen Schlüsselattributen (Boyce Codd Normalform) abhängigen Attribute in eigenständige (Stammdaten-)Entitätstypen ausgelagert. Diese neuen Entitätstypen müssen dann wieder im Rahmen von Primär-/Fremdschlüsselkombinationen mit dem Schema verbunden werden (**Frage:** Warum?).

Die bekannte Regel: „Ersetze eine Beziehung des semantischen Schemas durch einen Fremdschlüssel, der von der Entität mit der einfachen Kardinalität auf die Entität mit der mehrfachen Kardinalität verweist.“ kann auch hier angewendet werden. Es muss lediglich festgestellt werden, welcher Entitätstyp die Rolle der Stammdatenverwaltung und welcher Entitätstyp die Rolle der Bewegungsdaten im normalisierten Schema übernimmt.

Um die Referenzierung anschließend „semantisch“ einfach zu entscheiden, kann die folgende Hilfsregel angewendet werden: „Entitäten der Bewegungsdaten verweisen auf die Entitäten mit den Stammdaten“. Offenbar spielen die Bewegungsdaten im Rahmen der Beziehung zu den Stammdaten die Rolle der einfachen Kardinalität (**Frage:** Warum ist das so?).

- a) Beginnen Sie bei der weiteren Normalisierung jeweils mit der niedrigsten Normalform:
- Finden Sie nicht-normalisierte funktionale Abhängigkeiten.
 - Exportieren Sie die jeweils funktional abhängigen Attribute in einen neuen Entitätstypen.

- c. Bestimmen Sie für diesen neuen Entitätstypen einen Schlüssel aus den vorhandenen auszulagernden Attributen oder fügen Sie einen künstlichen Schlüssel hinzu.
- b) Interpretieren Sie diesen neuen Entitätstypen:
 - a. Bestimmen Sie die Rolle dieses neuen Entitätstypen zu dem ursprünglichen Entitätstypen (Stammdaten bzw. Bewegungsdaten).
 - b. Bestimmen Sie die Rollen der einfachen und mehrfachen Kardinalität für den neuen und alten Entitätstypen (**Frage:** Warum entsteht eine „1:N“-Beziehungen?)
- c) Die weitere Vorgehensweise entspricht der Transformation von „1:N“-Beziehungen (siehe oben).

4 Einreichung Ihrer Ergebnisse

Sie entscheiden, ob Sie Ihre Ergebnisse im Rahmen der Übung aktiv präsentieren und somit zur Diskussion stellen und Feedback erhalten oder „nur“ im Rahmen der Klausurzulassung einreichen wollen.

Die Einreichung Ihrer Ergebnisse erfolgt über den Praktomaten (Link im LEA-Kurs), der während des Uploads eine formale Umfangs- und Konsistenzprüfung durchführt und Ihnen zu dieser Ebene ein unmittelbares Feedback gibt. Es handelt sich dabei allerdings nicht um eine semantisch-inhaltliche Prüfung Ihrer Lösung. Für die inhaltliche Diskussion und für Feedback zu dieser Ebene ist Ihre Arbeitsgruppe, das LEA-Forum und der Übungsbetrieb vorgesehen.

Eine Diskussion Ihrer Ergebnisse ist im Rahmen des Übungstermins möglich, wenn Sie:

1. Eine formal gültige Einreichung rechtzeitig über den Praktomaten durchführen.
2. In der enthaltenen .ods-Datei bestätigen, dass Sie bereit sind, Ihre Ergebnisse im Rahmen des Übungstermins zu präsentieren und Sie Feedback und eine Diskussion wünschen. Für diese Angabe existiert in der Tabelle „Thema“ ein entsprechendes Feld.

Bitte beachten Sie, dass die tatsächliche Präsentation Ihrer Ergebnisse insbesondere von der Menge der zur Verfügung gestellten Ergebnisse abhängig ist und leider nicht garantiert werden kann.

Eine Einreichung umfasst die Ergebnisse der Übungen 1-3 sowie ein neues Schema in der .lun-Datei, benannt als „Logisches relationales Schema“. Dieses Schema soll manuell durch Anwendung der Transformationsregeln aus Kapitel 2 und 3 dieser Übung auf Ihr Entity-Relationship-Diagramm erzeugt werden.

4.1 Relationale Umsetzung Ihrer Beziehungskette aus Übung 2

Ihr logisches Schema muss die relationale Entsprechung der Beziehungskette enthalten, die Sie in Übung 2 ausgewählt haben (siehe Abbildungen 1+2).

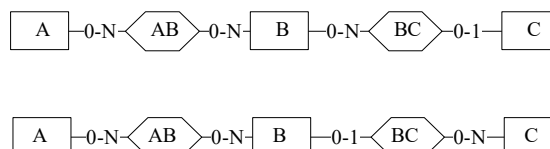
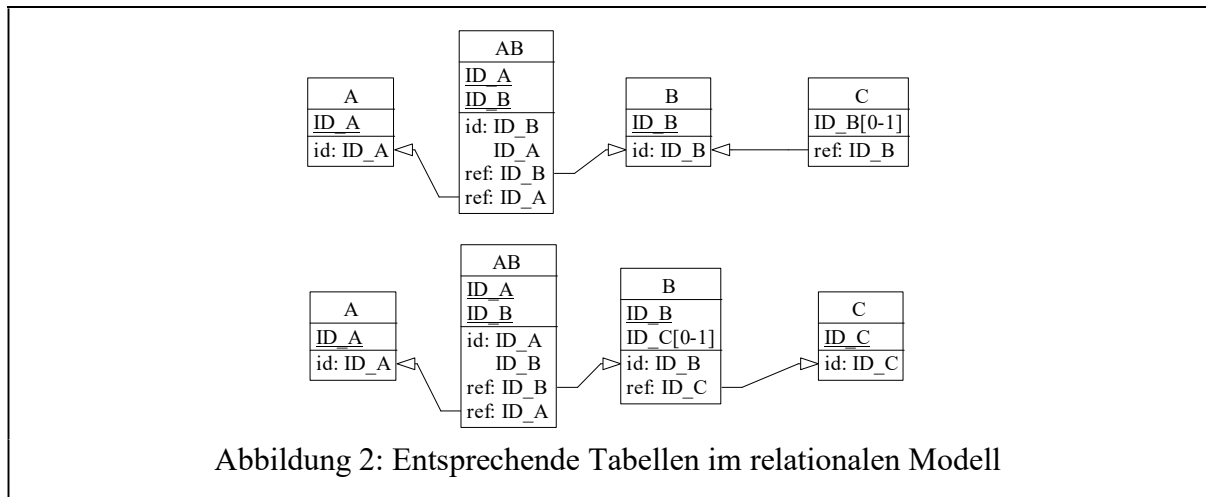


Abbildung 1: Eine ausgewählte Beziehungskette aus semantischer Sicht



Eventuell haben Sie bei den Entitätstypen bzw. Tabellen „A“, „B“ und „C“ aus fachlichen Überlegungen zusammengesetzte oder nicht-numerische Primärschlüssel verwendet. Damit die Folgeübungen reibungslos mit Ihren Tabellen durchgeführt werden können, müssen die Schlüssel aus technischen Gründen die folgenden Bedingungen erfüllen:

- Die Tabellen „A“, „B“ und „C“ müssen jeweils einen Primärschlüssel haben, der aus einem einzigen numerischen Attribut besteht.
- Die „N:M“-Beziehungstabelle „AB“ muss einen Primärschlüssel haben, der aus den zwei numerischen Fremdschlüsselattributen besteht, die auf die Tabellen „A“ und „B“ verweisen. Falls die „N:M“-Beziehung versioniert wurde, darf der Schlüssel noch weitere Attribute enthalten.
- Die drei Fremdschlüssel müssen auf die numerischen Primärschlüssel verweisen.

Der Praktomat prüft die Einhaltung dieser Bedingungen und gibt Ihnen entsprechende Rückmeldungen. Es kann nun notwendig sein, dass Sie fachlich motivierte Primärschlüssel im semantischen und logischen Schema zu alternativen Schlüsseln machen müssen und im logischen Schema künstliche Primärschlüssel anlegen müssen. Außerdem müssen Sie ggf. Fremdschlüssel anpassen, so dass sie auf die numerischen Primärschlüssel verweisen.

Falls bei der Herstellung dieser Schlüsselkonfiguration ein vorher schwacher Entitätstyp eine vollständige Identität bekommt, so ist das im Sinne der Übung notwendig und soll hier semantisch ignoriert werden. Für die Folgeübungen ist das völlig in Ordnung.