

**.Klausur Datenbanken**  
**Wintersemester 2025/2026**  
**Prof. Dr. Wolfgang May**  
**26. Februar 2026, 14:00-15:xx Uhr**  
**Bearbeitungszeit (Papier): 80 Minuten (Ilias: 90 Minuten)**  
**(Ilias-basierte Klausur)**

Vorname:

Nachname:

Matrikelnummer:

Zwecks besserer Lesbarkeit (insbesondere auch für Nicht- $\{\text{Mut/d/Va}\}$ tersprachler\*innen) wird in der Aufgabenstellung auf gegenderte Sprache verzichtet.

- Im Folgenden wird die Aufgabenstellung beschrieben. Für das ER-Diagramm, und auch für das relationale Schema ist ein Teil bereits vorgegeben. In den Aufgaben 1 und 2 (wahlweise, ER-Diagramm) und 3 und 4 (wahlweise, Umsetzung in das relationale Modell) müssen nur noch die fehlenden Teile ergänzt werden.
- Bearbeiten Sie zuerst *entweder* Aufgabe 1 *oder* 2 (ER-Diagramm), dann *entweder* Aufgabe 3 *oder* 4 (Umsetzung in das Relationale Modell), und dann die weiteren Aufgaben, die darauf aufbauen.

	Max. Punkte	Schätzung für "4"
Aufgabe 1 (ER-Modell (Foto oder PDF-Upload) )	14	12
Aufgabe 2 (ER-Modell (ASCII-Art-Modus) )	0	0
Aufgabe 3 (Transformation in das Rel. Modell (Upload) )	6	4
Aufgabe 4 (Transformation in das Rel. Modell (ASCII) )	0	0
Aufgabe 5 (Relationales Modell: Beispieldupel Auftrag heute )	2	1
Aufgabe 6 (Relationales Modell: CREATE TABLE)	5	3
Aufgabe 7 (Anfragen (1) )	6	5
Aufgabe 8 (Anfragen (2) )	4	3
Aufgabe 9 (Anfragen (3) )	4	2
Aufgabe 10 (Anfragen (4) )	5	2
Aufgabe 11 (Anfragen (5) )	5	1
Aufgabe 12 (Anfragen (6) )	6	1
Aufgabe 13 (Anfragen (7) )	5	2
Aufgabe 14 (Anfragen (wahlweise: Bäume als Upload) )	0	0
Aufgabe 15 (Update an der Datenbank )	8	5
Aufgabe 16 (Datenbankentwurf (1))	5	3
Aufgabe 17 (Datenbankentwurf (2))	5	3
Summe	80	47

**Note:**

# Themenstellung: Datenbank eines Heizungs- und Energietechnik-Installationsunternehmens

Alle Klausuraufgaben basieren auf einem gemeinsamen “Auftrag”:

Es soll eine Datenbank zur Kunden- und Auftragsverwaltung eines Heizungs- und Energietechnik-Installateurs-Unternehmens (Ölheizungen, Gasheizungen, Wärmepumpen, Solaranlagen, Energiespeicher) zu verwalten.

Hinweis: Für die Bearbeitung muss man keine konkrete Ahnung von der Technik haben.

## Im ER-Diagramm und im relationalen Modell bereits größtenteils vorgegebener Teil:

1. Es gibt *Kunden*. Jeder Kunde hat einen Namen, eine Kundennummer, eine Telefonnummer, und eine Adresse (für die Rechnung).  
*Hans Meier* hat die Kundennummer 42, Telefonnummer 0551 123456 und wohnt in der Straße “Sonnenberg 3” in 37124 Rosdorf.
2. Kundeninstallationen sind nicht notwendigerweise an der Rechnungsadresse, sondern können z.B. auch an anderen *Standorten*, z.B. in Gewerbebetrieben, in vermieteten Häusern, oder sonstwo (z.B. Solaranlagen auf einer Wiese) sein. An jedem Standort kann es mehrere Installationen geben. Jeder Standort hat eine ID. Zu jedem Standort ist also gespeichert, zu welchem Kunden er gehört, und an welcher Adresse der Standort ist. Optional kann abgespeichert werden, wo geklingelt werden muss (z.B. bei vermieteten Wohnungen)
3. Das Unternehmen verkauft Geräte von verschiedenen Marken/Herstellern: (Buderus, Vaillant, Viessmann, ...). Zu jeder Marke ist der Name und die Telefonnummer der herstellerseitigen Kontaktperson sowie die Kundennummer (des Installateurs als Kunde des Herstellers) gespeichert. Die Kontaktperson bei Buderus ist *Stefan Schmidt*, seine Telefonnummer ist 06441 987654, die Kundennummer ist 3333.
4. An jedem Standort kann es mehrere *Installationen* (z.B. eine Solaranlage und einen Batteriespeicher) geben, die von der Firma betreut werden. Jede Installation hat eine eindeutige ID. Für jede Installation ist die Art des Geräts (z.B. “Gasheizung”), von welcher Marke das Gerät ist, und der Modellname (z.B. Marke “Buderus”, Modell “GB20”), das Installationsdatum und die Leistungsangabe in kW (Heizungen, Solaranlagen) bzw. die Speicherkapazität in kWh gespeichert.
  - Hans Meier hat in seinem Wohnhaus (Standort-ID 12345) mit der Adresse “Sonnenberg 3” eine (siehe oben) Gasheizung vom Typ “Buderus” “GB20” (Leistung: 20 kW), die am 10.10.2010 installiert wurde, und die ID 5264-004 hat. (Er hat das Haus Anfang gebraucht 2010 gekauft).
  - Hans Meier besitzt außerdem ein älteres Wohnhaus an der Adresse “Alte Straße 32, 37000 Göttingen” (Standort-ID 987). Dort steht eine Ölheizung der Marke “Viessmann”, Modell “Vitola 18” (Leistung 18 kW), die am 5.12.1996 installiert wurde und die ID 42-001 hat.
  - Am selben Standort befindet sich eine Werkstatt, auf deren Dach am 3.5.2020 eine Solaranlage (ID 42-007) der Marke “Luxor”, Modell “M108” mit 10kW Leistung installiert wurde. Ausserdem ist dort ein Batteriespeicher (ID 42-008) der Marke “BYD”, Modell “LVS 24” mit 24kWh Kapazität, sowie eine

Wärmepumpe “Vaillant” “aerothrm 75” mit 7kW Leistung (ID 42-009), die beide schon am 2.5.2020 installiert wurden.

5. Alle (auch frühere) Mitarbeiter der Firma sind gespeichert: Jeder Mitarbeiter hat einen Namen, eine eindeutige ID-Nummer, und eine firmeninterne Handynummer. Außerdem ist angegeben, seit wann (und ggf. bis wann) die Mitarbeiter bei der Firma arbeiten, bzw. gearbeitet haben, und welchen Ausbildungsstatus (Helfer, Azubi, Geselle, Meister) sie zur Zeit haben. Wenn ein Mitarbeiter die Firma verlässt, wird die ID-Nummer nicht neu vergeben, damit nachvollziehbar ist, wer welche Aufträge durchgeführt hat. Für jeden Mitarbeiter ist gespeichert, für welche Marken er geschult ist (bzw. war).
  - Der derzeitige Chef, Meister *Walter Röhrich*, hat die ID 5, und die Handynummer 0160 1234110. Er ist seit 1.9.1984 in der Firma und ist geschult für Geräte der Marken *Buderus*, *Viessmann* und *Luxor*.
  - Sein Vater, Meister *Ernst Röhrich*, hat die ID 1, und hat vom 1.5.1980 (Firmengründung) bis 31.12.2010 die Firma geleitet. Er war geschult für Geräte der Marken *Viessmann*, *Vaillant* und *Buderus*.
  - *Eckhard Feldmann* hat die ID 3, ist ebenfalls Meister, und hat die Handynummer 0160 1234112. Er ist ebenfalls seit 1.5.1980 in der Firma. Er ist geschult für Geräte der Marken *Vaillant* und *BYD*.
  - *Werner Brösel* ist Geselle, hat die ID 12 und die Handynummer 0160 1234116, ist seit 1.1.2018 in der Firma und ist geschult für Geräte der Marken *Vaillant* und *Horex*.
  - es gibt noch weitere Mitarbeiter, so dass für jede Marke mindestens zwei Mitarbeiter geschult sind.
6. Es gibt –nicht im ER-Modell, sondern nur im Relationalen Modell in der Datenbank– eine kleine Tabelle, in der die aktuellen Personalkosten pro Stunde gespeichert sind, siehe Aufgabe 3. (Das ist nicht der Stundenlohn, den der Mitarbeiter bekommt, sondern die arbeitgeberseitige Kalkulation.)

**In der Klausur soll das ER-Diagramm und das Relationale Modell um die folgenden Daten erweitert werden:**

7. Die Informationen über die Marken und welche Mitarbeiter für welche Marken geschult sind, fehlen im ER-Diagramm noch.
8. *Aufträge* und dabei ausgeführte *Arbeiten*: Mit der Datenbank sollen die Rechnungen erstellt werden, und alle bisher durchgeführten Arbeiten protokolliert werden.
9. Jeder *Auftrag* bekommt eine Nummer, die praktischerweise dann auch später die Rechnungsnummer ist.
10. Für jeden Auftrag wird gespeichert, an welchem *Standort* ein *Auftrag* durchgeführt wurde (bzw. werden soll), außerdem das Anfangsdatum und die Anfangszeit. Der Auftrag umfasst dann eine oder mehrere *Arbeiten*. Größere Aufträge (z.B. Neuinstallationen) können sich auf mehrere Tage verteilen, ggf. auch mit mehreren Mitarbeitern.

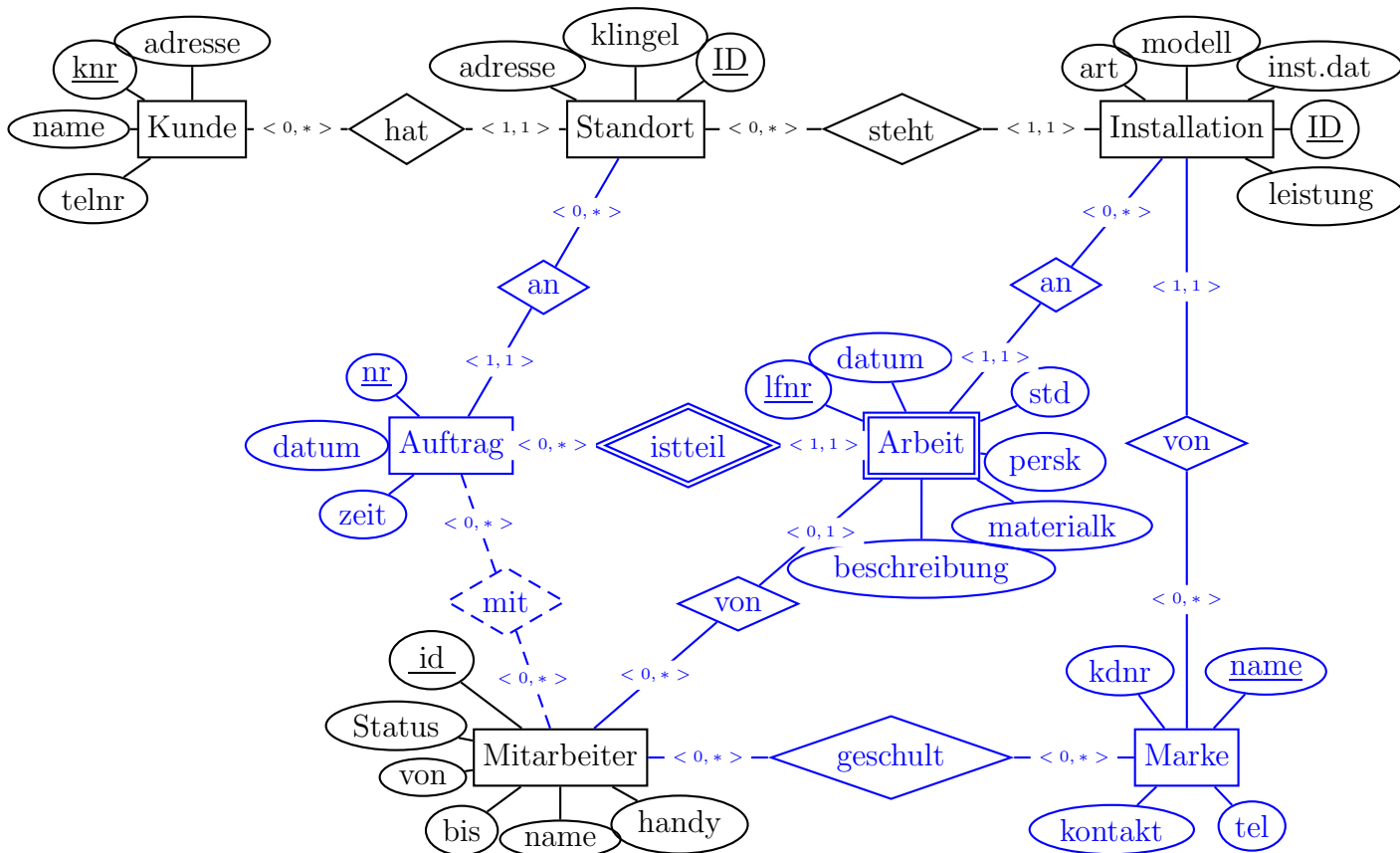
11. Für jede einzelne im Rahmen eines Auftrages durchgeführte *Arbeit* ist dabei gespeichert, welcher Mitarbeiter an welchem Datum verantwortlich an welcher Installation gearbeitet hat, und was getan wurde (wichtige wiederkehrende Arbeiten sind dabei “Neuinstallation”, “Wartung” und “Abbau”; in anderen Fällen Freitext, z.B. “Ausgleichsgefäß ausgetauscht”). Die Materialkosten, sowie die Anzahl der Arbeitsstunden, und die sich daraus ergebenden Personalkosten (diese werden beim Erstellen der Rechnung fest gespeichert, da sich die Stundenkosten über die Zeit ändern).
12. Bei der Auftragsplanung wird bereits –soweit vorher bekannt– gespeichert, welche Arbeit(en) der Auftrag umfasst. Dabei können auch schon Mitarbeiter eingeplant werden.
13. Über die bestehenden Installationen in Hans Meiers oben genannter Werkstatt “Alte Straße 32” ist folgendes gespeichert:  
Die Auftragsnummer war 2020-1031, das Anfangsdatum 2.5.2020 um 08:00 Uhr. Die einzelnen Arbeiten waren: Unter anderem wurde am 2.5.2020 der Batteriespeicher (ID 42-008) für 6000 EUR Materialkosten in 2 Arbeitsstunden (100 EUR Personalkosten), und die Wärmepumpe (ID 42-009) für 5000 EUR Materialkosten in 4 Arbeitsstunden (200 EUR Personalkosten) von *Eckart Feldmann* neu installiert. Am 3.5.2020 wurde die Solaranlage (ID 42-007) für 5500 EUR Materialkosten in 5 Arbeitsstunden (250 EUR Personalkosten) von *Walter Röhrich* neu installiert.
14. Mit der Auftragsnummer 2025-645 wurde am 25.2.2025 ab 14:00 Uhr bei jedem der drei o.g. Geräte eine Wartung durch dieselben Mitarbeiter durchgeführt, in 0.5, 1, bzw. 1.5 Arbeitsstunden und entsprechend 30, 60, bzw 90 EUR Personalkosten. Dabei wurde bei der Solaranlage (42-007) ein Solarmodul für 70 EUR Materialkosten erneuert.
15. Mit der Auftragsnummer 2026-630 ist geplant, am 26.2.2026 ab 08:00 Uhr bei Hans Meiers (altem) Wohnhaus “Alte Straße 32” die alte Ölheizung (siehe oben) abzubauen und zu besprechen, ob eine Wärmepumpe eingebaut werden könnte. Es steht schon fest, dass Walter Röhrich für den Auftrag zum Abbau und für die Beratung eingeplant ist.
16. Mit der Auftragsnummer 2026-631 ist geplant, am 3.3.2026 ab 08:00 Uhr bei Hans Meiers (neuem) Wohnhaus in Rosdorf eine Wartung der Gasheizung (Installations-ID 5264-004, siehe oben) durchzuführen. Hier ist noch kein Mitarbeiter zugeordnet.

### Aufgabe 1 (ER-Modell (Foto oder PDF-Upload) [14 Punkte])

Vervollständigen Sie das angegebene ER-Modell (einschl. Kardinalitäten); ergänzen Sie auch Attribute zu gegebenen Entitätstypen, falls Ihnen das sinnvoll erscheint.

(d.h. machen Sie eine eigene Grafik (z.B. mit draw.io) in der Sie von dem vorhandenen nur die benötigten Entitätstypen (ohne deren Attribute) "neu" zeichnen und das Gesuchte dazwischenfügen, oder kopieren Sie das untenstehende ER-Diagramm in ein Zeichenprogramm und malen rein ... oder verwenden ein Blatt Papier+Smartphone.)

- Wenn Sie die ER-Modell-Aufgabe als pdf/png/jpg- oder Foto-Upload bearbeiten wollen, machen Sie dies **HIER** (fotografieren Sie bitte so, dass oben oben ist, im Ilias kann man die Bilder nicht drehen),
- wenn Sie die Aufgabe stattdessen als ASCII-Art im Editor bearbeiten wollen, machen Sie dies in Aufgabe 2.



- Da die Marken nur Strings sind, kann man sie auch als Attribut bei "Installation" und "Mitarbeiter" (hier mehrwertiges Attribut!) unterbringen.
- Eine Beziehung zwischen Auftrag und Installation ist eher nicht sinnvoll: Wenn konkrete Arbeiten eingetragen (schon bei der Auftragsplanung) sind, geht dieser Zusammenhang aus diesen hervor. Wenn eine Beziehung eingetragen wird, muss die Kardinalität sowieso n:m sein, da ein Auftrag eventuell noch kein vorhandenes Gerät betrifft, oder auch mehrere Geräte betreffen kann. (So ein typischer Fall, wo man im Entwurf eine Beziehung eintragen könnte, aber sie im Relationalen Modell dann garnicht konkret umsetzen möchte.)

- Für die Beziehung zwischen Auftrag und Mitarbeitern gilt dasselbe:  
Wenn konkrete Arbeiten eingetragen (schon bei der Auftragsplanung) sind, geht dieser Zusammenhang aus diesen hervor.
- Für den Schlüssel des Entitätstyps Arbeit gibt es mehrere Möglichkeiten:
  - der Entitätstyp “Arbeit” (bzw. Rechnungspositionen) braucht nicht unbedingt einen Schlüssel. Zum einen kann es ggf. mehrere gleiche Einträge geben, zum anderen müssen die Entitäten nirgendwo anders referenziert werden, brauchen also keinen (alle Beziehungen haben die Kardinalität <1,1>).
  - Entsprechend der zu erstellenden Rechnung könnte man jeder Arbeit –innerhalb eines Auftrages– eine Nummer/Rechnungsposition geben. In einem realen System könnte man (mit einem BEFORE-Trigger) immer, wenn eine neue Arbeit eingetragen wird, dieser eine laufende Nummer bzgl. dem Auftrag geben. Dann wäre Arbeit ein schwacher Identitätstyp bzgl. Auftrag und LfdNr wäre der lokale Schlüssel (dies ist in der Musterlösung angegeben).
  - Brutale Methode: jede Arbeit bekommt einen globalen Identifier, entweder eine hochzählende Nummer, oder einen String der Form “anr-n”.
  - Ansatz über die Modellierung: Arbeit als schwacher Entitätstyp bzgl. Auftrag und Installation, und Beschreibung (und ggf. auch Datum) als lokale Schlüssel. Dann kann aber irgendwann der Fall eintreten, dass eine Arbeit an einem Tag an einer Installation mehrmals durchgeführt wird, z.B. Düse reinigen - Emissionsmessung (schlechtes Ergebnis), Zündkerze austauschen, Emissionsmessung; oder 5x “ein Solarmodul gewechselt”.

**Aufgabe 2 (ER-Modell (ASCII-Art-Modus) [0 Punkte])**

Alternativ zu Aufgabe 1 können Sie dasselbe hier als ASCII-Art im Editor bearbeiten. So etwa so:

```
[Entity]---<0,1>---<<ident-beziehung>>---<1,1>---[[weakEnt]]-(attr)
  \
  (_keyattr_)
  |
  (_keyattr_)
```

**Aufgabe 3 (Transformation in das Rel. Modell (Upload) [6 Punkte])**

Vervollständigen Sie in dieser Aufgabe das relationale Modell. Gegeben sind die folgenden Relationen

Kunde			
<u>knr</u>	Name	Adresse	telnr
42	Hans Meier	Sonnenberg 3, 37124 Rosdorf	0551 123456
:	:	:	:

Standort			
<u>id</u>	Adresse	<u>knr</u>	<u>klngel</u>
12345	Sonnenberg 3, 37124 Rosdorf	42	null
987	Alte Straße 32, 37000 Göttingen	42	null
:	:	:	:

Installation						
id	Standort	Art	Marke	Modell	inst.dat	Leistung
5264-004	12345	Gashz.	Buderus	GB20	10.10.2010	20
42-001	987	Ölhz.	Viessmann	Vitola 18	5.12.1996	18
42-007	987	Solar	Luxor	M108	3.5.2020	10
42-008	987	Batterie	BYD	LVS 24	2.5.2020	24
42-009	987	Wärmepumpe	Vaillant	arotherm 75	2.5.2020	7
:	:	:	:	:	:	:

Mitarbeiter						
id	name	status	von	bis	handy	
5	Walter Röhrich	Meister	1.9.1984	null	0160 1234110	
1	Ernst Röhrich	Meister	1.5.1980	31.12.2010	null	
3	Eckhard Feldmann	Meister	1.5.1980	null	1234112	
4	Werner Brösel	Geselle	1.1.2018	null	1234116	
:	:	:	:	:	:	

Personalkosten	
Status	Kosten
Meister	62.00
Geselle	57.00
Azubi	48.00
Helfer	46.00

Geben Sie die noch fehlenden Tabellen (mit Attributen, Schlüsseln, Fremdschlüsseln etc.) für die Marken, Schulungsinformationen, Aufträge und Arbeiten mit jeweils mindestens zwei Beispieldupeln (z.B. welche, die sich aus dem Aufgabentext ergeben) an (kein SQL CREATE TABLE-Statement, sondern grafisch als Tabellen).

Geben Sie die Fremdschlüsselreferenzen in der Form

rel1(A,B) -> rel2(X,Y)

an.

- Wenn Sie die Relationales-Modell-Aufgabe als pdf/png/jpg- oder Foto-Upload bearbeiten wollen, machen Sie dies **HIER** (fotografieren Sie bitte so, dass oben oben ist, im Ilias kann man die Bilder nicht drehen) ,
- wenn Sie die Aufgabe stattdessen als ASCII-Text im Editor bearbeiten wollen, machen Sie dies in Aufgabe 4.

**Lösung**

Marke			
name	Kontakt	tel	kdnr
Buderus	Stefan Schmidt	06441 987654	3333
:	:	:	:

geschult	
Mitarbeiter	Marke
3	Vaillant
3	BYD
5	Buderus
5	Viessmann
5	Luxor
12	Vaillant
12	Horex
:	:

Auftrag			
ANr	Standort	datum	zeit
2020-1031	987	2.5.2020	08:00
2025-645	987	25.2.2025	14:00
2026-630	987	26.2.2026	08:00
2026-631	12345	3.3.2026	08:00
:	:	:	:

Arbeit								
ANr	lfnr	datum	Mitarbeiter	Installation	beschreibung	material	std	persk
2020-1031	1	2.5.2020	4	42-008	Neuinstallation	6000.00	2	100.00
2020-1031	2	2.5.2020	4	42-009	Neuinstallation	5000.00	4	200.00
2020-1031	13	3.5.2020	5	42-007	Neuinstallation	5500.00	5	250.00
2025-645	1	25.2.2025	5	42-007	Wartung	0	0.5	30.00
2025-645	4	25.2.2025	5	42-007	Solarm. erneuert	70.00	0	0
2025-645	2	25.2.2025	4	42-008	Wartung	0	1	60.00
2025-645	3	25.2.2025	4	42-009	Wartung	0	1.5	90.00
2026-630	1	26.2.2026	5	42-001	Abbau	null	null	null
2026-631	1	3.3.2026	null	5264-004	Wartung	null	null	null
:	:	:	:	:	:	:	:	:

Zum Schlüssel der Tabelle "Arbeit" siehe Bemerkungen bei Aufgabe 1.

#### Fremdschlüsselreferenzen:

geschult.Mitarbeiter → Mitarbeiter.id

Auftrag.Standort → Standort.ID

Arbeit.ANr → Auftrag.ANr

Arbeit.Mitarbeiter → Mitarbeiter.ID

Arbeit.Installation → Installation.ID

#### Aufgabe 4 (Transformation in das Rel. Modell (ASCII) [0 Punkte])

Alternativ zu Aufgabe 3 können Sie dasselbe (Tabellen und Fremdschlüsselreferenzen) hier als Textfile eingeben

(Empfehlung: editieren Sie es in einer lokalen Datei und kopieren es dann ins Ilias, dann können Sie Ihre lokale Datei zur Bearbeitung der SQL-Aufgaben auch sehen).

- Die Tabellenskizze kann z.B. so aussehen:

```
tabname(_attr1_,_attr2_,attr3, attr4)
-----
      bsp11  bsp12  bsp13  bsp14
      bsp21  bsp22  bsp23  bsp24
```

oder analog mit

```
tabname(attr1,attr2,attr3,attr4) Primary Key: (attr1,attr2)
```

- Geben Sie die Fremdschlüsselreferenzen in der Form

rel1(A,B) -> rel2(X,Y)

an.

### Aufgabe 5 (Relationales Modell: Beispieltupel Auftrag heute [2 Punkte])

Geben Sie in hier oder in Ihrer Lösung zu Aufgabe 3 bzw. 4 (Tabellen) an, wie der für heute (26.2.2026) geplante Auftrag Nr. 2026-630, die alte Heizung in Hans Meiers Wohnhaus in der "Alten Straße 32" abzubauen (Punkt 15 im Projekttext) durch Tupel in den Tabellen abgebildet ist (diese Tupel werden nachher für das Update wieder gebraucht).

### Lösung

Siehe oben. Die Kosten sind noch nicht bekannt.

### Aufgabe 6 (Relationales Modell: CREATE TABLE [5 Punkte])

Geben Sie das CREATE TABLE-Statement für Ihre Tabelle, in der die Daten über die ausgeführten Arbeiten abgespeichert sind, so vollständig wie möglich an.

### Lösung

```
CREATE TABLE Arbeit                                -- Basis  1.5P
(Anr  VARCHAR2(30) REFERENCES Auftrag.ANr          -- 0.5P
  lfnr NUMBER                                       -- opt
  datum DATE ,                                     -- kann NULL sein zur Planung -- 0.5P
  Mitarbeiter NUMBER REFERENCES Mitarbeiter(id),   -- 0.5P
  Installation REFERENCES Installation(id),        -- 0.5P
  -- NOT NULL ist auch OK, könnte NULL sein zur Beratung von Neukunden
  beschreibung NOT NULL,                          -- 0.5P
  material NUMBER CHECK (material >=0),
  std      NUMBER CHECK (std      >=0),            -- zus. 1 P
  persk    NUMBER CHECK (persk    >=0),          -- opt
  PRIMARY KEY (Anr, lfnr)
)
```

Mitarbeiter kann *null* sein, wenn bei einem geplanten Auftrag schon feststeht, was zu tun ist, aber noch kein Mitarbeiter zugewiesen ist. Installation als NULL kann bei Beratung sein, sonst eigentlich nicht.

Verwenden Sie für diese und die folgenden Aufgaben die von Ihnen vervollständigte relationale Datenbasis. Keine der Antworten soll Duplikate enthalten.

**Aufgabe 7 (Anfragen (1) [6 Punkte])**

Geben Sie eine SQL-Anfrage (3P) *und* einen Algebra-Ausdruck oder Baum (3P) der relationalen Algebra an, die alle Tripel (Installation (ID), Datum,  $x.name$ ) ausgibt, an denen ein Mitarbeiter  $x$  eine Arbeit an einer Installation durchgeführt hat, bei der ursprünglich ein anderer Mitarbeiter die Neuinstallation durchgeführt hatte.

(Algebra-Baum entweder hier oder als Grafik in Aufg. 14)

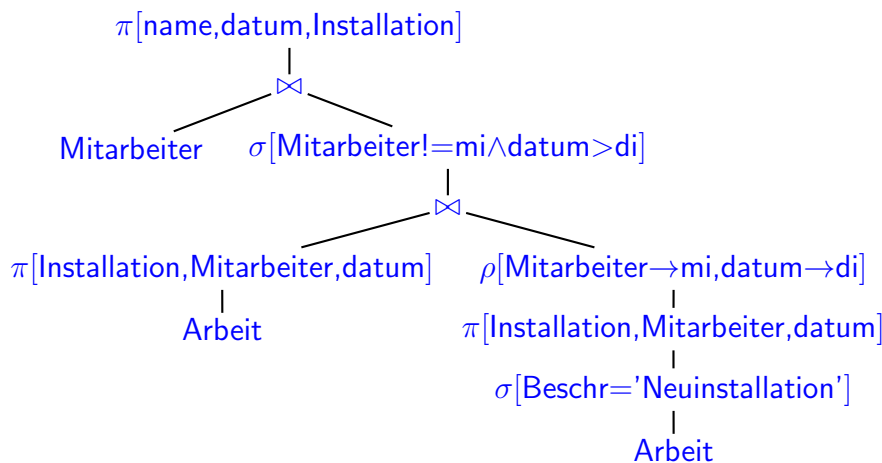
**Lösung**

```
SELECT DISTINCT a.installation, a.datum, x.name
FROM Mitarbeiter x, Arbeit a, Arbeit ai
WHERE x.id = a.Mitarbeiter
      AND a.installation = ai.installation
      AND a.Mitarbeiter != ai.Mitarbeiter
      AND ai.beschreibung='Neuinstallation'
      AND ai.datum < a.datum
```

(In Tupeln, wo Arbeit.mitarbeiter NULL ist, damit ist "ungleich" in SQL nicht erfüllt, muss man also nicht separat abfangen)

Wenn man ganz exakt ist, kann man noch

```
WHERE std IS NOT NULL AND datum < SYSDATE
hinzunehmen.
```



**Aufgabe 8 (Anfragen (2) [4 Punkte])**

Geben Sie eine SQL-Anfrage an, die für jeden Kunden (mit Namen) angibt, wieviel *Personalkosten* er im Jahr 2025 bezahlt hat.

Auf das Jahr eines Datumswertes kann man (in Oracle) mit `extract(year from datum)` zugreifen.

**Lösung**

```
SELECT knr, name, sum(a.persk)
FROM kunde k, standort s, installation i, arbeit a
```

```

WHERE k.knr = s.knr
      AND s.id = i.standort
      AND i.id = a.installation
      AND extract(year from a.datum) = 2025
GROUP BY knr, name -- zwei Kunden können denselben Namen haben
-- der Name muss dann auch im GROUP BY stehen, weil er ausgegeben werden soll.

SELECT knr, name, sum(a.persk)
FROM kunde k, standort s, auftrag auf, arbeit arb
WHERE k.knr = s.knr
      AND s.id = auf.standort
      AND auf.ANr = arb.ANr
      AND extract(year from a.datum) = 2025
GROUP BY knr, name -- zwei Kunden können denselben Namen haben
-- der Name muss dann auch im GROUP BY stehen, weil er ausgegeben werden soll.

```

Wenn man ganz exakt ist, müsste man LEFT OUTER JOINS verwenden, um auch Kunden zu listen, bei denen in 2025 keine Aufträge ausgeführt wurden (mit Kosten=0).

### Aufgabe 9 (Anfragen (3) [4 Punkte])

Geben Sie eine SQL-Anfrage (und in der *nächsten Aufgabe* einen Algebra-Ausdruck oder -Baum) an, die für jede Installation (außer Batteriespeichern), bei denen in den Jahren 2025 und 2026 (bis jetzt) keine Wartung durchgeführt oder vorgesehen ist, den Namen des Kunden, seine Telefonnummer, die Adresse des Standorts, Art, Marke und Modell des Gerätes ausgibt.

SQL: Die Ausgabe soll dabei so geordnet sein, dass die Geräte jedes Kunden nach ihren Standorten gruppiert sind.

### Lösung

```

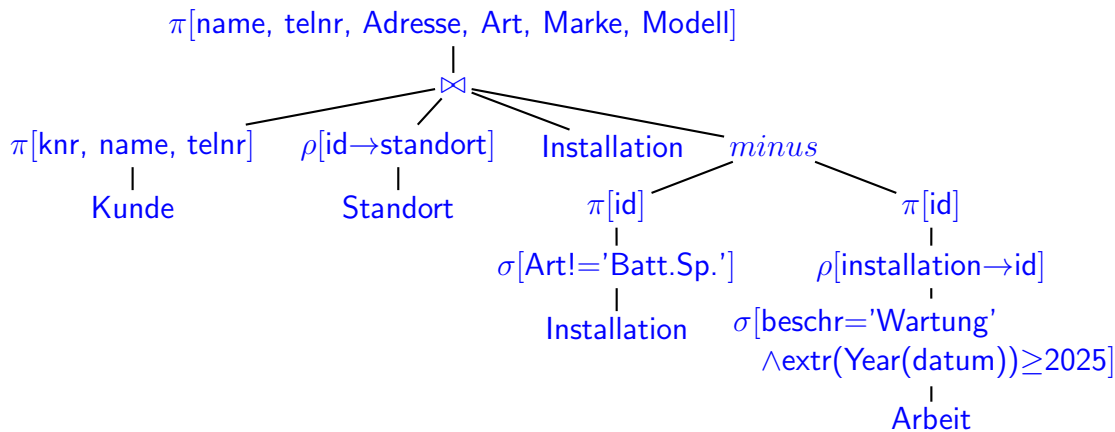
SELECT name, telnr, s.Adresse, i.Art, i.Marke, i.Modell
FROM kunde k, Standort s, Installation i
WHERE k.knr = s.knr
      AND i.standort = s.id
      AND i.Art != 'Batteriespeicher'
      AND NOT EXISTS
        (SELECT *
         FROM Arbeit
         WHERE installation = i.id
           AND extract(year from datum) >= 2025
           AND beschreibung = 'Wartung')
ORDER by knr, s.id --- zwei Kunden könnten denselben Namen haben

```

### Aufgabe 10 (Anfragen (4) [5 Punkte])

Geben Sie einen Algebra-Ausdruck oder -Baum an, der die Anfrage aus der vorhergehenden Aufgabe beantwortet. Sie können den Ausdruck oder Baum wahlweise hier (als ASCII-Art im Editor) abgeben, oder in Aufgabe 14 als Grafik oder Foto hochladen.

## Lösung



Hinweis: die Adresse des Kunden muss wegprojiziert werden, weil die Adresse des Standortes ausgegeben werden soll.

### Aufgabe 11 (Anfragen (5) [5 Punkte])

Geben Sie eine SQL-Anfrage (und in der *nächsten Aufgabe* einen Algebra-Ausdruck oder -Baum) an, die die *Namen* derjenigen Kunden ausgibt, bei denen *jeder* der aktuell angestellten Mitarbeiter schon einmal eine Arbeit erledigt hat (egal, an welchem der Standorte, die zu dem Kunden gehören).

## Lösung

```
SELECT name
FROM Kunde k
WHERE NOT EXISTS
  (SELECT *
   FROM Mitarbeiter m
   WHERE (bis IS NULL
          OR bis >= SYSDATE) -- falls gekündigt oder befristet
        AND NOT EXISTS
          (SELECT *
           FROM Arbeit, Auftrag, Standort
           WHERE Arbeit.ANr = Auftrag.ANr
                 AND Auftrag.Standort = Standort.id
                 AND Standort.knr = k.knr
                 AND Arbeit.mitarbeiter = m.id)
        -- oder anstatt Auftrag über Installation gehen
```

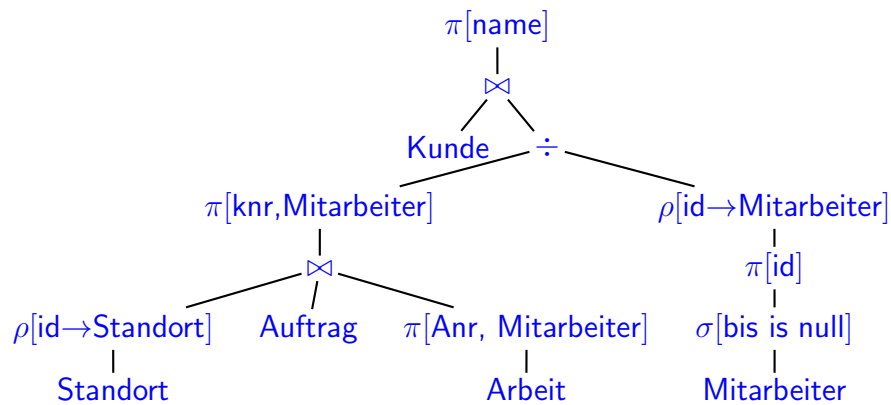
Wenn man ganz exakt ist, kann man noch  
WHERE std IS NOT NULL AND datum < SYSDATE  
hinzunehmen.

### Aufgabe 12 (Anfragen (6) [6 Punkte])

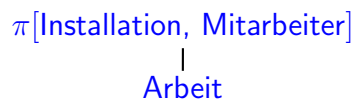
Geben Sie einen Algebra-Ausdruck oder Baum an, der die Anfrage aus der vorhergehenden Aufgabe beantwortet.

Sie können den Ausdruck oder Baum wahlweise hier (als ASCII-Art im Editor) abgeben, oder in Aufgabe 14 als Grafik oder Foto hochladen.

## Lösung



Hier ebenfalls möglich mit Spalte 2: "Installation", und in Spalte 3 dann



### Aufgabe 13 (Anfragen (7) [5 Punkte])

Geben Sie eine SQL-Anfrage an, die den Namen desjenigen Kunden ausgibt, der als erster eine Wärmepumpe installiert bekommen hat (bzw. die Namen derjenigen Kunden, falls es mehrere an demselben Tag waren).

## Lösung

```
SELECT DISTINCT name -- falls jemand an dem Tag zwei Wärmepumpen bekommen hat
FROM kunde k, standort s, installation i
WHERE k.knr = s.knr
      AND i.standort = s.id
      AND a.installation = i.id
      AND i.art = 'Wärmepumpe'
      AND i.instdat = (SELECT MIN(instdat)
                      FROM installation
                      WHERE art = 'Wärmepumpe' )
```

-- geht auch mit WHERE NOT EXISTS ... und "<"

```
SELECT DISTINCT name -- falls jemand an dem Tag zwei Wärmepumpen bekommen hat
FROM kunde k, standort s, installation i, arbeit a
WHERE k.knr = s.knr
      AND i.standort = s.id
      AND a.installation = i.id
      AND i.art = 'Wärmepumpe'
      AND a.installation = 'Neuinstallation'
      AND a.datum = (SELECT MIN(datum)
                    FROM installation, arbeit
                    WHERE id = installation
                      AND art = 'Wärmepumpe'
                      AND beschreibung = 'Neuinstallation')
```

Wenn man ganz exakt ist, kann man beid er zwieten Variante noch  
WHERE std IS NOT NULL AND datum < SYSDATE  
dazunehmen.

#### Aufgabe 14 (Anfragen (wahlweise: Bäume als Upload) [0 Punkte])

Laden Sie hier wahlweise die Algebra-Bäume für Aufgabe 7 (“Anfragen (1)”), Aufgabe 10 (“Anfragen (4)”), und Aufgabe 12 (“Anfragen (6)”) als Grafik/Fotos hoch (alle in einer Datei oder einzeln).

(fotografieren Sie bitte so, dass oben oben ist, im Ilias kann man die Bilder nicht drehen)

#### Aufgabe 15 (Update an der Datenbank [8 Punkte])

Wie im Text angegeben, wird heute (26.2.2026) im Rahmen des Auftrages 2026-630 die alte Ölheizung aus Hans Meiers Wohnhaus in der “Alten Strasse 32” von Meister Walter Röhrich abgebaut.

Diese Arbeit dauert 2 Stunden.

Die Beratung ergibt, dass gleich –wie schon in der Werkstatt– eine Wärmepumpe “Vaillant” “aerotherm 75” mit 7kW Leistung eingebaut und an den vorhandenen Batteriespeicher angeschlossen wird. Geselle Werner Brösel holt sie im Lager und baut sie auf (6000 EUR Materialkosten für die Wärmepumpe, 150 EUR Material), dazu benötigt er 4.5 Stunden.

- Auf dem Arbeitszettel von der Baustelle stehen exakt die obigen Informationen, die zuerst in die Datenbank eingepflegt werden (vgl. auch die Tupel zur Auftragsplanung aus Aufgabe 5).  
Geben Sie die Update-Statements an, die das Büro dazu an der Datenbank ausführen muss.
- Zuletzt müssen noch (für alle heute neu eingetragenen Arbeiten) die Personalkosten entsprechend der Tabelle berechnet und eingetragen werden. Geben Sie das SQL-Statement an, das das allgemein erledigt.

#### Lösung

```
INSERT INTO Installation
VALUES('42-010',987,'Wärmepumpe','Vaillant','aerotherm 75','26.2.2026', 7); 1P
```

```
UPDATE Arbeit
SET std = 2, material = 0 -- oder NULL lassen
WHERE ANr = '2026-630' AND Installation = '42-001'
AND beschreibung='Abbau'; 2P
```

```
INSERT INTO Arbeit
VALUES('2026-630', '26.2.2026', 12, '42-010',
'Neuinstallation', 6000.00, 0, 0); 1P
```

```
INSERT INTO Arbeit
VALUES('2026-630', '26.2.2026', 12, '42-010',
'angeschlossen', 150.00, 4.5, null); 1P
-- kann man beides in ein Tupel machen
```

```

UPDATE Arbeit a
SET persk = SELECT a.std * p.kosten
            FROM Mitarbeiter m, Personalkosten p
            WHERE m.id = a.mitarbeiter
            AND m.status = p.status
            AND std IS NOT NULL AND persk IS NULL;    3P
-- nicht mit Datum einschränken, falls noch liegendebliebene
-- Arbeitszettel von anderen Tagen verarbeitet wurden

```

### Aufgabe 16 (Datenbankentwurf (1) [5 Punkte])

Da jede Installation eine firmeninterne ID bekommt, ist der Entitätstyp "Installation" im ER-Modell nicht schwach.

1. Beschreiben Sie, wie das ER-Modell im Bereich des Entitätstyps "Installation" aussehen müsste, wenn man ohne dieses ID-Attribut auskommen wollte. (2P)
2. Aus welchen Gründen (technisch, anwendungsspezifisch) wäre das keine gute Idee? (2P)
3. Anwendungssemantik: In den Beispieldaten ist die Installations-ID (z.B. "42-003") meistens aus der Kundennummer und einer laufenden Nummer zusammengesetzt. Warum kann man das nicht allgemein so machen/garantieren und damit evtl. in den Anfragen Joins sparen? (1P)

### Lösung

1. Es wäre ein schwacher Entitätstyp mit identifizierender Beziehung "steht", dadurch dem "geerbten" Schlüssel Standort.ID, und art oder Marke+Modell als lokalen Keys.
2. ergonomisch: Bei den Tabellen "Auftrag", "Arbeit" müsste man diese zwei bzw. drei Spalten immer mitschleppen.  
Wenn an einem Standort zwei gleiche Geräte (z.B. zwei Wärmepumpen oder Batteriespeicher desselben Typs) installiert würden, hätte man ein Problem.  
Man müsste also eine lokale ID nutzen um sie unterscheiden zu können. In einer echten Datenbank hätte jedes Gerät eine vom Hersteller vergebene Gerätenummer, etwa wie die Fahrgestellnummer eines Autos, die dort vermerkt wäre; z.B. auch für Garantiefälle.
3. Wenn ein Haus verkauft wird, hat der neue Besitzer eine andere Kundennummer, aber die Installations-ID, die in der Datenbank für alle bisher vorgenommenen Arbeiten gespeichert ist, möchte man nicht überall ändern müssen. (Z.B. hat auch die Heizung im Wohnhaus von Hans Meier die ID 5264-004 vom Vorbesitzer des Hauses).

### Aufgabe 17 (Datenbankentwurf (2) [5 Punkte])

Im Gegensatz zu den meisten früheren Klausuren gibt es in dieser Klausur viele IDs und wenige und nur einfache Foreign Keys.

1. Welche konkreten Zusammenhänge bzw. Integritätsbedingungen in dieser Anwendung, die sonst durch Foreign Keys überwacht werden können, können damit ggf. verletzt werden? (3P)

2. Wie könnte man das Anwendungsprogramm mit dem das Büro die entsprechenden Daten eingibt und verändert (oder die Datenbank intern selber – für Teilnehmer, die sich mit Datenbanken schon weiter auskennen) so gestalten, dass dabei keine Fehler eingetragen werden können? (2P)

## Lösung

1. Zusammengesetzte Foreign Keys können auf Tabellen referenzieren, in denen die Zusammenhänge abgelegt sind. Wenn man stattdessen IDs benutzt, die diese verdecken, kann man sie nicht mehr überwachen:
- Mitarbeiter dürfen nur Arbeiten an Installationen ausführen, für die sie geschult sind. Wenn bei "Arbeit" anstatt der Installations-ID die Marke des Gerätes im FK enthalten wäre:  
Arbeit(Mitarbeiter, Marke) → Schulung(Mitarbeiter, Marke) (1.5P)
  - Bei den Arbeiten könnten Installations-IDs eingetragen werden, die sich nicht an dem im Auftrag angegebenen Standort befinden:  
Wenn bei Auftrag anstatt Auftrags-ID die Attribute Standort+datum Schlüssel wären, und damit als Foreign Key auch in der Tabelle "Arbeit" enthalten wären:  
Arbeit(Standort, Installation-key) → Installation(Standort, localKey), Marke) (1.5P)
2. Datenbankseitig könnte man nach jeder Eingabe durch das Büropersonal mit einer Datenbankabfrage prüfen, ob die Werte zusammenpassen.  
Innerhalb der Datenbank könnte man das über einen Trigger machen:

```
-- ORACLE pseudocode --
CREATE TRIGGER checkGeschult
AS
marke VARCHAR2;
n NUMBER;
BEFORE INSERT ON Arbeit
BEGIN
    SELECT marke
    FROM Installation
    WHERE id = NEW:Installation;
    SELECT 1 INTO n
    FROM DUAL
    WHERE NEW:mitarbeiter, marke
    NOT IN (SELECT mitarbeiter, marke FROM geschult);
    IF N > 0
    THEN RAISE_APPLICATION_ERROR
        (-20101, 'Unerlaubte Aktion');
    -- und wenn keine Exception, wird das INSERT dann ausgeführt
END
```

Programmseitig könnte man bei der Eingabemaske Auswahllisten verwenden, die nach Eingabe des Kundennamens/Kundennummer die möglichen Standorte anbieten, und im nächsten Schritt die möglichen Installationen, und an der Stelle auch die Erzeugung neuer Standorte oder Installationen unterstützen.

Ebenso könnte man als verantwortliche Mitarbeiter für die einzelnen Aufträge/Arbeiten nur diejenigen zur Auswahl stellen, die entsprechend geschult sind (und an dem Tag keinen Urlaub haben usw.).