



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für metalltechnische Berufe

# **Installations- und Heizungstechnik**

## **Fachkunde**

### **Grundlagen & Lernfelder 1–15**

Bearbeitet von Lehrern an berufsbildenden Schulen und von Ingenieuren  
(siehe Rückseite)

6. Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG  
Düsseldorfer Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

**Europa-Nr.: 1521X**

## Autoren der „Fachkunde Installations- und Heizungstechnik“

Blickle, Siegfried	Dipl.-Ing., Oberstudienrat	Freudenstadt
Flegel, Robert	Wissenschaftlicher Lehrer	Stuttgart
Grevenstein, Hans-Werner	Dipl.-Ing. (FH)	Wurster Nordseeküste
Härterich, Manfred	M. A., Oberstudiendirektor	Ditzingen
Jungmann, Friedrich	Oberstudienrat	Heidelberg
Kiebusch, Burkhard	Studiendirektor	Berlin
Kögel, Peter	Dipl. Ing. (FH), Oberstudienrat	St. Maximin
Küpper, Elmar	Dipl. Ing. (FH), Oberstudienrat	Wehr-Öflingen
Merkle, Helmut	Dipl.-Ing., Studiendirektor	Forst
Uhr, Ulrich	Dipl.-Ing., Studiendirektor	Rheinfelden

## Leitung des Arbeitskreises und Lektorat:

Manfred Härterich, M. A., Oberstudiendirektor, Ditzingen

## Bildbearbeitung:

Irene Lillich, Zeichenbüro, Schwäbisch Gmünd  
Verlag Europa-Lehrmittel, Abt. Bildbearbeitung, Ostfildern

6. Auflage 2017, korrigierter Nachdruck 2018

Druck 5 4 (keine Änderung seit der 2. Druckquote)

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-8085-1537-2

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2017 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
[www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de)

Satz: rkt, 42799 Leichlingen, [www.rktypo.com](http://www.rktypo.com)

Umschlaggestaltung: MediaCreativ, 40724 Hilden und Michael M. Kappenstein, 60594 Frankfurt

Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

# Einführung



Die im Verlag Europa-Lehrmittel neu erschienene „Fachkunde Installations- und Heizungstechnik“ dient der Aus- und Weiterbildung im Beruf Anlagenmechaniker/in für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik.

## Inhalt

Der Inhalt des Buches ist auf die einschlägigen **Bildungspläne der Bundesländer** für Berufliche Schulen und auf die **Verordnung über die Berufsausbildung** zum/ zur Anlagenmechaniker/in für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik des Bundesministeriums abgestimmt. Er umfasst den gesamten Lehrstoff der Berufsschul- bzw. Ausbildungsjahre sowie des Berufskollegs. Die Inhalte entsprechen den für diesen Fachbereich geltenden **technischen Regeln** und den gesetzlichen Verordnungen sowie den **fachbezogenen Vorschriften**, insbesondere den **DIN EN-Normen** und **DIN-Normen**. Fragen des Umweltschutzes und der Arbeitssicherheit sind bei den jeweiligen Fachbereichen berücksichtigt.

## Gliederung und Gestaltung

Das Fachbuch umfasst **16 Kapitel**. In den **Kapiteln eins bis fünfzehn** ist die **Installations- und Heizungstechnik** in **fünfzehn Lernfelder** sachlogisch aufgeteilt und dargestellt. Das **Kapitel K** enthält zwei lernfeldübergreifende Kundenaufträge mit Lösungen und weitere Kundenaufträge und Aufgaben. Bei der Gliederung des Buches wurde von einem **Leitprojekt** ausgegangen, das dem Inhaltsverzeichnis vorangestellt ist. Das Leitprojekt ist als Schnitt durch ein Wohngebäude dargestellt und enthält alle erforderlichen Bereiche der Installations- und Heizungstechnik. Die Lernfelder behandeln Teilbereiche und sind dem Leitprojekt entnommen. Jedem Kapitel ist ein **Piktogramm** zugeordnet, das jeweils am Außenrand der Seiten angeordnet ist und auf den Inhalt der Seiten hinweist. Dadurch ist ein schnelles und müheloses Zurechtfinden im Buch gewährleistet.

## Methodische Konzeption

Jedem Lernfeld ist als Aufgabenstellung ein Kundenauftrag voran gestellt. Das Fachbuch untergliedert die jeweiligen Lernfelder in **technologische, mathematische, zeichnerische** und **arbeitsplanerische** Lerninhalte. Dadurch kann der Unterricht handlungsorientiert gestaltet werden. Merksätze und Formeln sowie **Fragen zur Lernzielkontrolle** sind farblich herausgehoben. Über tausend mehrfarbige Fotos und Zeichnungen, Tabellen und Diagramme ermöglichen es, die Lernfelder selbstständig zu erarbeiten. Die Lernfelder schließen mit der Lösung des Kundenauftrages ab. Zwei weitere Lernsituationen dienen der Vertiefung und Übung des Gelernten. Im letzten Kapitel des Buches wird ein Gesamtprojekt dargestellt, in dem Lerninhalte aus allen Lernfeldern zur Anwendung kommen.

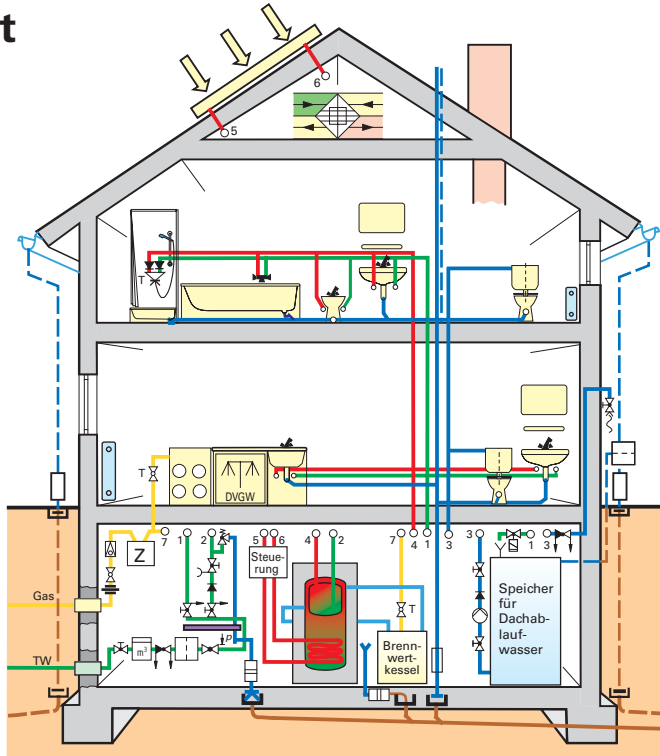
## Zielgruppen

Die „Fachkunde Installations- und Heizungstechnik“ ist vorrangig als Lernmittel für Schüler, Schülerinnen und Auszubildende in der **Berufsschule**, in der **Berufsfachschule** und im **Berufskolleg** sowie in der **betrieblichen** und **überbetrieblichen Ausbildung** konzipiert. Außerdem eignet es sich in der **Meisterschule**, **Technikerschule** und **Akademie für handwerkliche Berufe** zur Wiedergewinnung und Sicherung des Grundwissens. Daneben kann es in der Praxis als Informationsquelle und als Nachschlagewerk dienen. Das Fachbuch wird auch unter denjenigen Freunden finden, die sich auf ein Studium vorbereiten oder im Praktikum auf fachliche Fragen Antworten suchen.

In der **sechsten Auflage** sind die Normänderungen sowie der Rahmenlehrplan 2016 berücksichtigt. Einige Abbildungen wurden optimiert und Textstellen aufgrund von Leserhinweisen geändert. Autoren und Verlag danken für die zahlreichen Hinweise zur 1. bis 6. Auflage und freuen sich auf weitere konstruktive Verbesserungsvorschläge an: [lektorat@europa-lehrmittel.de](mailto:lektorat@europa-lehrmittel.de).



## Leitprojekt



1 Bauelemente mit handgeführten Werkzeugen fertigen



2 Bauelemente mit Maschinen fertigen



3 Baugruppen herstellen und montieren



4 Technische Systeme instand halten



5 Trinkwasseranlagen installieren



6 Entwässerungsanlagen installieren



7 Wärmeverteilungsanlagen installieren



8 Sanitärräume ausstatten



9 Trinkwassererwärmungsanlagen installieren



10 Wärmeerzeugungsanlagen für gasförmige Brennstoffe installieren



11 Wärmeerzeugungsanlagen für flüssige u. feste Brennstoffe installieren



12 Ressourcenschonende Wärmeerzeugungsanlagen installieren



13 Raumlufttechnische Anlagen installieren



14 Versorgungstechnische Anlagen einstellen und energetisch optimieren



15 Versorgungstechnische Anlagen instand halten



K Kundenaufträge und Aufgaben





## 2 Bauelemente mit Maschinen fertigen



<b>2.2</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	113
<b>2.3</b>	<b>Lernsituationen</b>	115
<b>2.4</b>	<b>Berbeiten von Kundenaufträgen</b>	116
2.4.1	Betriebliches Leistungsangebot	116
2.4.2	Waren- und Dienstleistungsangebot	117
<b>2.5</b>	<b>Auftragsbeschaffung</b>	118
2.5.1	Betriebskultur	118
2.5.2	Betriebsdarstellung	120
<b>2.6</b>	<b>Angebot</b>	121
2.6.1	Kundenbedürfnisse	121
2.6.2	Kostenrechnen zur Angebotserstellung	123
2.6.3	Angebotserstellung	125
<b>2.7</b>	<b>Auftragsplanung</b>	126
2.7.1	Betriebliche Organisation	126
2.7.2	Auftragsbearbeitung	127
<b>2.8</b>	<b>Ausführung und Übergabe</b>	127
2.8.1	Qualität der Handwerkerleistung	127
2.8.2	Auftragsausführung	129
2.8.3	Abnahme und Übergabe	129
2.8.4	Abrechnung, Nachkalkulation	129
2.8.5	Kundenservice und -betreuung	131
<b>2.9</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	134

### 3 Baugruppen herstellen und montieren



<b>3.1</b>	<b>Abwicklung des Kundenauftrags</b>	137
<b>3.2</b>	<b>Aufgaben zum Kundenauftrag</b>	138
<b>3.3</b>	<b>Informationsmaterial</b>	138
3.3.1	Installationssysteme	138
3.3.2	Beispiel eines Vorwandsystems	139
3.3.3	Urinalsteuerungen	141
<b>3.4</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	142
<b>3.5</b>	<b>Lernsituation 1</b>	145
<b>3.6</b>	<b>Lernsituation 2</b>	145
<b>3.7</b>	<b>Bauzeichnungen</b>	146
<b>3.8</b>	<b>Darstellung von SHK-Bauteilen und SHK-Anlagen</b>	149
3.8.1	Schemazeichnungen	149
3.8.2	Montageskizzen	151

### 4 Technische Systeme instand halten



<b>4.1</b>	<b>Grundbegriffe der Instandhaltung</b>	155
<b>4.2</b>	<b>Inspektions- und Wartungsplan</b>	155
4.2.1	Trinkwasserinstallation	155
4.2.2	Abwasserinstallation	156
<b>4.3</b>	<b>Inspektion, Wartung und Instandsetzung haustechnischer Systeme</b>	157
4.3.1	Rückflussverhinderer in Rohrleitungen	157
4.3.2	Nicht rückspülbarer Filter	157
4.3.3	Rückspülbarer Filter	158
4.3.4	Druckminderer	159
<b>4.4</b>	<b>Einsatz und Wartung elektrischer Betriebsmittel</b>	160
4.4.1	Speisepunkt	160
4.4.2	Leitungsroller	161
4.4.3	Handleuchten	161

4.4.4	Handgeführte Elektrowerkzeuge	162
4.4.5	Instandsetzung, Wartung, Prüfung	162
<b>4.5</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	162
<b>4.6</b>	<b>Lernsituation</b>	164
<b>4.7</b>	<b>Elektrotechnik</b>	165
4.7.1	Dreiphasenwechselspannungs-Erzeugung	165
4.7.2	Dreiphasenwechselspannungs-Verteilung und Transformation	167
4.7.3	Drehstrom-Systeme	168
4.7.4	Hausanschluss	170
4.7.5	Schutz elektrischer Leitungen und Geräte	173
4.7.6	Gefahren im Umgang mit dem elektrischen Strom	177
4.7.7	Maßnahmen bei Arbeiten an elektrischen Anlagen	179
4.7.8	Isolierte Leitungen und Kabel	180
4.7.9	Verlegearten von Leitungen und Kabeln	185
4.7.10	Elektroinstallation im Wohnbereich	198
4.7.11	Elektroinstallation in Räumen mit Badewanne oder Dusche	201
4.7.12	Prüfen von elektrischen Anlagen	204
4.7.13	Schaltungsunterlagen	209
4.7.14	Installationsschaltungen	214
4.7.15	Bemessung von fest verlegten Kabeln und Leitungen	219
4.7.16	Messungen an elektrischen Bauteilen	224
4.7.16.1	Messen und Prüfen	224
4.7.16.2	Messfehler	224
4.7.16.3	Spannungsmessung	225
4.7.16.4	Strommessung	226
4.7.16.5	Messen von Widerständen	227
4.7.16.6	Messen mit Vielfach-Messinstrumenten	227
4.7.17	Fehlersuche in elektrischen Anlagen und Geräten	229
4.7.17.1	Fehlerarten	229
4.7.17.2	Fehlersuche	230
4.7.17.3	Instandhalten von Elektrogeräten	231

### 5 Trinkwasseranlagen installieren



<b>5.1</b>	<b>Trinkwasser</b>	235
5.1.1	Kreislauf des Wassers	235
5.1.2	Physikalische und chemische Eigenschaften	236
5.1.3	Trinkwassergewinnung und -verteilung	240
5.1.4	Anforderungen an Trinkwasser	243
<b>5.2</b>	<b>Trinkwasseranlagen</b>	244
5.2.1	Verbrauchsleitungen	244

5.2.2	Leitungsverlegung	246	6.3.3	Leichtflüssigkeitsabscheider	302
5.2.3	Dämmung von Kaltwasserleitungen	247	6.3.4	Stärkeabscheider	303
5.2.4	Korrosion	247	6.3.5	Neutralisationsanlagen	303
5.2.4.1	Korrosionsarten	247	<b>6.4</b>	<b>Schutz gegen Rückstau</b>	303
5.2.4.2	Korrosionsschutz	248	6.4.1	Hebeanlagen	304
5.2.4.3	Erscheinungsformen der Korrosion	250	6.4.2	Rückstauverschlüsse	305
5.2.5	Schallschutz	251	<b>6.5</b>	<b>Darstellung von</b>	
5.2.5.1	Schallentstehung	251		<b>Entwässerungsanlagen</b>	306
5.2.5.2	Schallausbreitung	252	6.5.1	Sinnbilder, Leitungsarten	307
5.2.5.3	Schallschutzmaßnahmen	253	6.5.2	Zeichnungsarten	308
5.2.6	Brandschutz	254	<b>6.6</b>	<b>Dachentwässerung, Dachrinnen</b>	309
5.2.7	Sicherungsmaßnahmen gegen		6.6.1	Ablaufverhalten des Regenwassers	309
	Rückfließen	257	6.6.2	Dacharten	309
5.2.8	Sicherungsarmaturen	261	6.6.3	Bezeichnung der Dachteile	310
5.2.9	Inbetriebnahme von		6.6.4	Werkstoffe zur Ableitung des	
	Trinkwasseranlagen	264		Niederschlagwassers	310
<b>5.3</b>	<b>Behandlung von Trinkwasser</b>	266	6.6.5	Dachrinnen	311
5.3.1	Kalk und Kohlensäure im Trinkwasser	266	<b>6.7</b>	<b>Regenfallrohre</b>	313
5.3.2	Härtestabilisierung	267	6.7.1	Regenfallrohre mit Teilfüllung	313
5.3.3	Enthärtung	268	6.7.2	Dachentwässerung mit	
5.3.4	Entsalzung	269		Druckströmung	314
<b>5.4</b>	<b>Pumpen in der Wasserversorgung</b>	271	<b>6.8</b>	<b>Nutzung von Dachablaufwasser</b>	315
5.4.1	Pumpenarten	271	<b>6.9</b>	<b>Verwahrungen</b>	316
5.4.2	Betriebsverhalten von Pumpen	272	6.9.1	Kehlbleche	316
<b>5.5</b>	<b>Darstellung von Trinkwasseranlagen</b>	273	6.9.2	Mauer- und Gesimsabdeckungen	316
5.5.1	Teilzeichnung	273	6.9.3	Organgbleche, Dachrandabschlüsse	316
5.5.2	Leitungsschema und Strangschema	274	6.9.4	Maueranschlüsse	317
<b>5.6</b>	<b>Berechnungen bei</b>		6.9.5	Einfassen von Schornsteinen	
	<b>Trinkwasseranlagen</b>	276		und Gauben	317
5.6.1	Druck in Flüssigkeiten	276	<b>6.10</b>	<b>Arbeitssicherheit</b>	318
5.6.2	Volumenstrom,		6.10.1	UVV bei Dacharbeiten	318
	Fließgeschwindigkeit, Rohrweite	278	6.10.2	UVV bei Arbeiten in Gräben	318
5.6.3	Druckverluste in Wasserleitungen	279	<b>6.11</b>	<b>Berechnungen bei</b>	
5.6.4	Pumpenberechnungen	280		<b>Entwässerungsanlagen</b>	319
<b>5.7</b>	<b>Lernsituationen zur</b>		6.11.1	Gefälle	319
	<b>Trinkwasserinstallation</b>	282	6.11.2	Schmutzwasserabfluss	320
5.7.1	Kundenauftrag:		6.11.3	Längenänderung durch	
	Wasserzähleranlage mit Verteilung	282		Temperaturänderung	322
5.7.2	Lernsituationen	283	6.11.4	Bemessung von Dachrinnen und	
				Regenfallrohren	324

## 6 Entwässerungsanlagen installieren



<b>6.1</b>	<b>Abwasserentsorgung</b>	285
6.1.1	Öffentliche Abwasserentsorgung	285
6.1.2	Private Abwasserentsorgung	286
6.1.3	Gesetzliche Grundlagen der	
	Abwasserentsorgung	287
<b>6.2</b>	<b>Entwässerungsanlagen</b>	287
6.2.1	Leitungsabschnitte	287
6.2.2	Rohrwerkstoffe und Verbindungs-	
	techniken bei Abwasserleitungen	288
6.2.3	Verlegen von Abwasserleitungen	292
6.2.4	Befestigung von	
	Abwasserleitungen	298
6.2.5	Ablaufstellen	299
<b>6.3</b>	<b>Rückhalten schädlicher Stoffe</b>	300
6.3.1	Sand- und Schlammfänge	301
6.3.2	Fettabscheider	301

## 7 Wärmeverteilanlagen installieren



<b>7.1</b>	<b>Energie – Wärme – Temperatur</b>	331
<b>7.2</b>	<b>Temperaturmessung</b>	333
<b>7.3</b>	<b>Thermische Ausdehnung</b>	334
7.3.1	Längenänderung	335
7.3.2	Volumenänderung	336
7.3.3	Volumenänderung bei Wasser	337
7.3.4	Volumenänderung von Gasen	337
<b>7.4</b>	<b>Wärmemenge</b>	338
7.4.1	Wärmemenge	
	bei Temperaturänderung	338
7.4.2	Wärmemenge zur Änderung des	
	Aggregatzustandes	339

<b>7.5</b>	<b>Wärmeleistung</b>	339
<b>7.6</b>	<b>Wärmeübertragung</b>	340
<b>7.7</b>	<b>Wärmeverteilungssysteme</b>	342
7.7.1	Obere Verteilung	343
7.7.2	Untere Verteilung	343
7.7.3	Zweirohrheizung	343
7.7.4	Einrohrheizung	344
7.7.5	Stockwerks- und Etagenheizung	345
7.7.6	Rohrarten	345
<b>7.8</b>	<b>Heizungspumpen</b>	347
7.8.1	Pumpenwarmwasserheizung	347
7.8.2	Pumpenbauart und Funktion	347
7.8.3	Montage der Heizungspumpe	348
7.8.4	Pumpenauswahl	348
7.8.5	Regelbare Heizungspumpen	349
<b>7.9</b>	<b>Heizflächen</b>	351
7.9.1	Heizkörperanordnung	351
7.9.2	Heizkörperarten	352
7.9.3	Flächenheizungen	356
<b>7.10</b>	<b>Heizungsarmaturen</b>	360
7.10.1	Absperr- und Regelarmaturen in Rohrleitungen	361
7.10.2	Armaturen an Heizkörpern	364
7.10.3	Heizungsverteiler und -sammler	365
<b>7.11</b>	<b>Montage der Heizungsanlagen</b>	367
7.11.1	Montage der Rohrleitungen	367
7.11.2	Montage der Heizkörper	369
7.11.3	Montage der Fußbodenheizung	370
7.11.4	Füllen, Entlüften und Entleeren	371
7.11.5	Hydraulischer Abgleich	372
7.11.6	Wärmedämmung der Heizungsrohre	373
7.11.7	Korrosionsschutz in Heizungsanlagen	373
<b>7.12</b>	<b>Darstellung von Wärmeverteilungsanlagen</b>	374
7.12.1	Erstellen von Zeichnungen	374
7.12.2	Erstellen von Materiallisten	375
<b>7.13</b>	<b>Berechnungen zu Wärmeverteilungsanlagen</b>	377
7.13.1	Wärmedurchgang	377
7.13.2	Wärmedurchgangskoeffizient	377
7.13.3	Heizlastberechnung	379
7.13.4	Auslegung von Heizflächen	381
7.13.5	Dimensionierung des Rohrnetzes	383
7.13.5.1	Massenstrom	383
7.13.5.2	Druckverluste	383
7.13.6	Auswahl von Umwälzpumpen	386
<b>7.14</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	387
7.14.1	Vorüberlegungen zum Auftrag	387
7.14.2	Kundengespräch	387
7.14.3	Vorschlag zur Raumbeheizung	387
7.14.4	Berechnungen zur Raumheizung	388
7.14.5	Kostenvoranschlag	388
7.14.6	Arbeitsablauf	388
<b>7.15</b>	<b>Lernsituationen zu Wärmeverteilungsanlagen</b>	389

## 8 Sanitärräume ausstatten



<b>8.1</b>	<b>Planungsgrundlagen für Sanitärräume</b>	391
8.1.1	Ausstattung von Sanitärräumen	391
8.1.2	Steifflächen, seitliche Abstände und Bewegungsflächen	392
8.1.3	Planungsgrundlagen für Bäder und WC-Räume	393
8.1.4	Barrierefreie Sanitärräume	394
8.1.5	Planungsgrundlagen für Küchen	395
<b>8.2</b>	<b>Erdung, elektrische Schutzbereiche und Schutzarten</b>	396
<b>8.3</b>	<b>Vorwandinstallation</b>	398
<b>8.4</b>	<b>Abdichtung von Flächen und Fugen</b>	401
<b>8.5</b>	<b>Fliesengerechte Installation</b>	403
<b>8.6</b>	<b>Lüftung innenliegender Sanitärräume</b>	404
<b>8.7</b>	<b>Werkstoffe für Sanitärgegenstände</b>	406
8.7.1	Keramische Werkstoffe	406
8.7.2	Metallische Werkstoffe	406
8.7.3	Kunststoffe	407
<b>8.8</b>	<b>Sanitärarmaturen</b>	408
8.8.1	Absperarmaturen	408
8.8.2	Auslaufarmaturen	409
8.8.3	Ablaufarmaturen, Spülkästen	414
<b>8.9</b>	<b>Sanitäre Anlagen</b>	417
8.9.1	Waschbecken und Waschtischanlagen	417
8.9.2	Sitzwaschbeckenanlagen	420
8.9.3	Klosettanlagen	421
8.9.4	Urinalanlagen	424
8.9.5	Badewannenanlagen	425
8.9.6	Duschanlagen	429
8.9.7	Spülbeckenanlagen	431
8.10	Abnahme und Übergabe von Sanitärräumen	434
8.10.1	Pflegehinweise der sanitären Einrich- tungen in Bade- und WC-Räumen	434
8.10.2	Übergabe der Sanitärräume an den Kunden	436
<b>8.11</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	437
8.11.1	Bauplan und Bauausführung	437
8.11.2	Einrichtungsvorschläge	437
8.11.3	3D-Darstellung der Planungsvorschläge	439
8.11.4	Detailplanung	439
<b>8.12</b>	<b>Lernsituationen, Beispiele</b>	441

## 9 Trinkwassererwärmungsanlagen installieren



<b>9.1</b>	<b>Warmwasserbedarf</b>	443
9.1.1	Warmwasserbedarf im Wohnungsbau	443
9.1.2	Warmwasserbedarf im Gewerbe	444
<b>9.2</b>	<b>Wärmegewinnung</b>	444
<b>9.3</b>	<b>Wärmetauscher</b>	446
9.3.1	Wärmetauscher für Abgase	446
9.3.2	Wärmetauscher für Flüssigkeiten	446



9.3.3	Wärmetauscher bei elektrischer Trinkwassererwärmung	448	10.3	<b>Sicherheitstechnische Ausrüstung</b>	520
9.4	<b>Bauarten von Trinkwassererwärmern</b>	449	10.3.1	Bauart der Anlage	520
9.4.1	Funktionsprinzipien von Trinkwassererwärmern	449	10.3.2	Vorlauftemperatur und Brennstoffart	521
9.4.2	Elektrische Trinkwassererwärmer	454	10.3.3	Funktion der Sicherheitseinrichtungen	522
9.4.3	Gasbeheizte Trinkwassererwärmer	465	10.4	<b>Verbrennung</b>	525
9.4.4	Indirekt beheizte Trinkwassererwärmer	470	10.4.1	Verbrennungsvorgang	525
9.4.5	Solarbeheizte Trinkwassererwärmer	471	10.4.2	Verbrennungsprodukt	527
9.4.6	Wärmepumpen	479	10.5	<b>Abgasanlage</b>	527
9.5	<b>Leitungsanlagen für Trinkwassererwärmer</b>	480	10.5.1	Strömungssicherung	528
9.5.1	Trinkwasseranschlüsse von Wassererwärmern	480	10.5.2	Abgasklappen	529
9.5.2	Verteilssysteme für Warmwasser	482	10.5.3	Abgasrohre	530
9.5.3	Begleitheizung	484	10.5.4	Schornsteine (Abgasleitungen)	530
9.5.4	Wärmedämmung	485	10.6	<b>Brennstoffversorgungsanlage</b>	535
9.6	<b>Darstellung von Trinkwasser-Erwärmungsanlagen</b>	486	10.6.1	Öffentliche Gasversorgung	535
9.7	<b>Berechnungen bei Trinkwasser-Erwärmungsanlagen</b>	488	10.6.2	Lagerung von Flüssiggas	536
9.7.1	Wassermischung	488	10.6.3	Erdgasleitungen	540
9.7.2	Berechnung von Temperaturen	488	10.6.4	Flüssiggasleitungen	542
9.7.3	Berechnung von Wassermengen	489	10.6.5	Prüfen von Gasleitungen	543
9.7.4	Energie und Leistung	491	10.6.6	Inbetriebnahme von Gasleitungen	543
9.7.5	Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung	494	10.6.7	Arbeiten an gasführenden Leitungen	544
9.8	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	496	10.6.8	Prüfen von Flüssiggasanlagen	546
9.9	<b>Lernsituationen</b>	498	10.7	<b>Inbetriebnahme</b>	546
9.9.1	Erweiterung in einer Waschküche	498	10.7.1	Information zur Inbetriebnahme	546
9.9.2	Änderung einer zentralen Trinkwassererwärmungsanlage	498	10.7.2	Einlassen von Gas	546
9.9.3	Solaranlage	498	10.7.3	Einstellen von Gaswärmeerzeugern	546
9.9.4	Auswirkungen des Austausches eines Kessels auf die Trinkwassererwärmung	499	10.7.4	Funktionsprüfung der Abgasanlage	548
9.9.5	Indirekt beheizten Trinkwassererwärmer anschließen	499	10.7.5	Unterrichtung des Betreibers	549
10	<b>Wärmeerzeugungsanlagen für gasförmige Brennstoffe installieren</b>		10.8	<b>Darstellung von Wärmeerzeugern</b>	550
10.1	<b>Unterscheidung der Wärmeerzeuger</b>	502	10.8.1	Erstellen von Zeichnungen	550
10.1.1	Wärmeträger- oder Heizmedium	502	10.8.2	Erstellung von Materiallisten	551
10.1.2	Art und Entstehung von gasförmigen Brennstoffen	503	10.9	<b>Berechnungen von Wärmeerzeugern</b>	552
10.1.3	Bauarten der Wärmeerzeuger	504	10.9.1	Energiebedarf zur Stofferwärmung	552
10.1.4	Brennraumkonstruktion	504	10.9.2	Geräteleistung und Wirkungsgrad	553
10.1.5	Gasbrenner	505	10.9.3	Anschluss- und Einstellwerte	555
10.2	<b>Aufstellungsrichtlinien für Wärmeerzeuger</b>	507	10.9.4	Abgasverluste und Wirkungsgrade	556
10.2.1	Allgemeine Festlegungen für Aufstellräume	507	10.9.5	Abgasvolumen und Verbindungsstücke	558
10.2.2	Zusätzliche Festlegungen für Aufstellräume	507	10.10	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	560
10.2.3	Unterscheidungsmerkmale der Gasgeräte	508	10.10.1	Vorüberlegung und Vorgehensweise	560
10.2.4	Funktion von Gas-Wärmeerzeugern	515	10.10.2	Kundengespräch	561
			10.10.3	Berechnungen zum Wärmeerzeuger	562
			10.10.4	Materialzusammenstellung	562
			10.10.5	Montage des Wärmeerzeugers	562
			10.10.6	Inbetriebnahme des Wärmeerzeugers	563
			10.11	<b>Lernsituation</b>	564
			11	<b>Wärmeerzeugungsanlagen für flüssige und feste Brennstoffe installieren</b>	
			11.1	<b>Unterscheidung der Wärmeerzeuger</b>	567
			11.1.1	Wärmeträger- oder Heizmedium	567
			11.1.2	Art der Brennstoffe	567

11.1.3	Bauart	569
11.1.4	Brennraumkonstruktion	570
11.1.5	Brenner	570
11.1.5.1	Brennraum für feste Brennstoffe	571
11.1.5.2	Ölbrenner	571
<b>11.2</b>	<b>Ausstellungsrichtlinien für Wärmeerzeuger</b>	<b>575</b>
11.2.1	Allgemeine Festlegungen für Aufstellräume	575
11.2.2	Zusätzliche Festlegungen für Aufstellräume	575
<b>11.3</b>	<b>Sicherheitstechnische Ausrüstung</b>	<b>575</b>
11.3.1	Bauart der Anlage	576
11.3.2	Vorlauftemperatur und Brennstoffart	576
11.3.3	Funktion der Sicherheitseinrichtungen	577
<b>11.4</b>	<b>Verbrennung</b>	<b>578</b>
11.4.1	Verbrennungsvorgang	578
11.4.2	Verbrennungsprodukt	578
<b>11.5</b>	<b>Brennstoff-Versorgungsanlagen</b>	<b>579</b>
11.5.1	Unterscheidung der Brennstoffe	579
11.5.2	Brennstofflagerung	579
11.5.3	Versorgungsleitungen	581
11.5.4	Prüfen von Ölanlagen	583
<b>11.6</b>	<b>Inbetriebnahme</b>	<b>584</b>
11.6.1	Abgaswegeüberprüfung	584
11.6.2	Unterrichtung des Betreibers	586
<b>11.7</b>	<b>Darstellung von Wärmeerzeugern</b>	<b>586</b>
11.7.1	Erstellen von Zeichnungen	586
11.7.2	Erstellung von Materiallisten	587
11.7.3	Aufgabe	588
<b>11.8</b>	<b>Berechnungen bei Wärmeerzeugungsanlagen</b>	<b>589</b>
11.8.1	Energiebedarf zur Stoffwärmung	589
11.8.2	Geräteleistung und Wirkungsgrad	590
11.8.3	Öldurchsatz und Auswahl von Brennerdüsen	591
11.8.4	Abgasverluste und Wirkungsgrade	593
11.8.5	Brennstoffverbrauch und Lagergrößen	595
11.8.6	Brennstoffbedarf für die Trinkwassererwärmung	595
11.8.7	Brennstoffbedarf bei Holzheizung	596
<b>11.9</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	<b>596</b>
11.9.1	Aufnahme der Gebäudedaten	596
11.9.2	Berechnung des Jahresbrennstoffbedarfs	596
11.9.3	Darstellung des Aufstellraumes	596
11.9.4	Kundengespräch	597
11.9.5	Materialliste	597
11.9.6	Arbeitsschritte	597
<b>11.10</b>	<b>Lernsituationen</b>	<b>598</b>
11.10.1	Lernsituation 1	598
11.10.2	Lernsituation 2	599

## 12 Ressourcenschonende Wärme- erzeugungsanlagen installieren



<b>12.1</b>	<b>Regenerative Energiequellen</b>	<b>601</b>
<b>12.2</b>	<b>Technologien zur Nutzung regenerativer Energieträger</b>	<b>601</b>
12.2.1	Solarthermie	601

12.2.2	Wärmepumpen	604
12.2.3	Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	613
12.2.4	Brennstoffzellen	616
12.2.5	Stirlingmotoren (Heißgasmotoren)	618
12.2.6	Wärmerückgewinnung	618
<b>12.3</b>	<b>Energetische Bewertung und Optimierung von Systemen und Anlagen</b>	<b>619</b>
12.3.1	Energieausweise nach EnEV	619
12.3.2	Anforderungen an Wohngebäude	621
<b>12.4</b>	<b>Energieberatung</b>	<b>624</b>
12.4.1	Umweltaspekte	624
12.4.2	Maßnahmen gegen Umweltbelastungen durch Verbrennung	626
<b>12.5</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	<b>627</b>
<b>12.6</b>	<b>Lernsituationen</b>	<b>627</b>

## 13 Raumluftechnische Anlagen installieren



<b>13.1</b>	<b>Unterscheidung von RLT-Anlagen</b>	<b>629</b>
13.1.1	Freie Lüftung	629
13.1.2	RLT-Anlagen ohne Lüftungsfunktion	631
13.1.3	RLT-Anlagen mit Lüftungsfunktion	631
<b>13.2</b>	<b>Bauteile zu RLT-Anlagen</b>	<b>633</b>
13.2.1	Luftfilter	633
13.2.2	Heiz- und Kühlregister	635
13.2.3	Be- und Entfeuchtungseinrichtungen	636
13.2.4	Wetterschutzgitter und Jalousieklappen	637
13.2.5	Ventilatoren	638
13.2.6	Zu- und Abluftkanäle	640
13.2.7	Luftin- und Luftauslässe	641
13.2.8	Schalldämpfer	642
13.2.9	Brandschutzeinrichtungen	643
<b>13.3</b>	<b>Regelung von RLT-Anlagen</b>	<b>644</b>
13.3.1	Mischluftregelung	644
13.3.2	Regelung der Raumtemperatur	645
13.3.3	Regelung der Luftfeuchtigkeit	645
<b>13.4</b>	<b>Wärmerückgewinnung</b>	<b>646</b>
13.4.1	Wasserumlaufsysteme	646
13.4.2	Wärmerohrtauscher	646
13.4.3	Rotations-Wärmetauscher	647
13.4.4	Platten-Wärmetauscher	647
<b>13.5</b>	<b>Inbetriebnahme und Wartung</b>	<b>647</b>
13.5.1	Inbetriebnahme	647
13.5.2	Wartung	648
<b>13.6</b>	<b>Darstellung von RLT-Anlagen</b>	<b>648</b>
13.6.1	Erstellen von Zeichnungen	648
<b>13.7</b>	<b>Berechnungen zu RLT-Anlagen</b>	<b>651</b>
13.7.1	Außenluftströme	651
13.7.2	Zu- und Abluftmengen	652
13.7.3	Dimensionierung von Lüftungskanälen	652
13.7.4	Zustandsänderungen der Luft	653
13.7.5	Luftmischung	654
13.7.6	Lufterwärmung	654
<b>13.8</b>	<b>Kontrollierte Wohnraumlüftung</b>	<b>655</b>
13.8.1	Abluftanlagen mit Abluftventilatoren	655
13.8.2	Zentrale Abluftanlagen ohne WRG	656

13.8.3	Wohnungs-Lüftungssysteme mit WRG	657
<b>13.9</b>	<b>Lösung des Kundenauftrages</b>	658
<b>13.10</b>	<b>Lernsituationen</b>	659

## 14 Versorgungstechnische Anlagen einstellen und energetisch optimieren



<b>14.1</b>	<b>Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik</b>	661
14.1.1	Aufbau und Wirkungsweise einer Steuerung	661
14.1.2	Arten der Steuerungen	663
14.1.3	Aufbau und Wirkungsweise einer Regelung	664
<b>14.2</b>	<b>Regelung von Heizungsanlagen</b>	666
14.2.1	Regelung der Kesselwassertemperatur	666
14.2.2	Regelung der Vorlauftemperatur	667
14.2.3	Regelung der Raumtemperatur	668
14.2.4	Beimischregelung	670
<b>14.3</b>	<b>Brennersteuerung</b>	671
14.3.1	Feuerungsautomat	671
<b>14.4</b>	<b>Temperatur beim TWE</b>	672
14.4.1	Speicher-Vorrangschaltung	672
14.4.2	Verminderung von Legionellenwachstum	672
14.4.3	Zirkulationspumpen-Steuerung	672
<b>14.5</b>	<b>Darstellung von Heizungsregelungen</b>	672
14.5.1	Funktionsablauf	672
14.5.2	Stromlaufplan	673
14.5.3	Verdrahtungspläne	673
14.5.4	Vernetzungspläne	673
<b>14.6</b>	<b>Gebäudeleittechnik</b>	673
14.6.1	BUS-Systeme	674
14.6.2	Funksysteme	675
14.6.3	BUS- und Funksystem	676
<b>14.7</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	678
14.7.1	Vorhandene Gebäudedaten	678
14.7.2	Vorüberlegungen	678
14.7.3	Kundengespräch	679
14.7.4	Kostenzusammenstellung	679
<b>14.8</b>	<b>Lernsituationen</b>	680
14.8.1	Lernsituation 1	680
14.8.2	Lernsituation 2	680
<b>14.9</b>	<b>Gebäudeautomation</b>	680
14.9.1	Anlagen mit Gebäudeleittechnik	681
14.9.2	Anlagen mit Gebäudesystemtechnik	682
14.9.3	Struktur einer Anlage mit Gebäudesystemtechnik	683
14.9.4	Programmierung der Busteilnehmer	684
14.9.5	EIB-Anwendung	685

## 15 Versorgungstechnische Anlagen instand halten



<b>15.1</b>	<b>Inspektions- und Wartungspläne</b>	689
15.1.1	Instandhaltung	689
15.1.2	Instandhaltung von Trinkwasser- und Trinkwassererwärmungsanlagen	689

15.1.3	Instandhaltung von Entwässerungsanlagen	691
15.1.4	Instandhaltung von Regenwasser-Nutzungsanlagen	691
15.1.5	Instandhaltung von Heizungsanlagen	692
15.1.6	Instandhaltung von RLT-Anlagen	695
<b>15.2</b>	<b>Protokolle zu Inbetriebnahme-, Übergabe- und Instandhaltungsarbeiten</b>	697
15.2.1	Erstellung von Protokollen	697
<b>15.3</b>	<b>Wartungsverträge</b>	698
15.3.1	Abfassen von Wartungs- oder Instandhaltungsverträgen	698
<b>15.4</b>	<b>Herstellerunterlagen</b>	698
<b>15.5</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	699
<b>15.6</b>	<b>Lernsituationen</b>	699

## K Kundenaufträge und Aufgaben

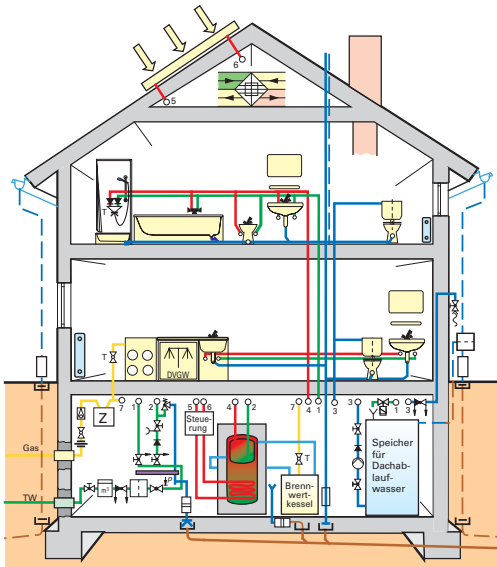


<b>K1</b>	<b>Kundenauftrag zur Wasser- und Umwelttechnik</b>	700
<b>K2</b>	<b>Kundenauftrag zur Wärme- und Lufttechnik</b>	709
<b>K3</b>	<b>Aufgaben zur Wassertechnik</b>	717
<b>K4</b>	<b>Aufgaben zur Wärmetechnik</b>	718
<b>K5</b>	<b>Aufgaben zur Lufttechnik</b>	719
<b>K6</b>	<b>Aufgaben zur Umwelttechnik</b>	720
<b>Sachwortverzeichnis</b>		721
<b>Firmenverzeichnis</b>		735

# 1

## Bauelemente mit handgeführten Werkzeugen fertigen

Processing and finishing of system components with handheld tools



- 1.1 Abwicklung eines Kundenauftrags  
*Execution of a customer order*
- 1.2 Lösung des Kundenauftrags  
*Solution for the customer*
- 1.3 Blechbauteil Rinne  
*Metal sheet components: channels, drains*
- 1.4 Rohrkonsole  
*Pipe/tube bracket*
- 1.5 Technische Berechnungen  
*Technical calculations*

## Leitprojekt

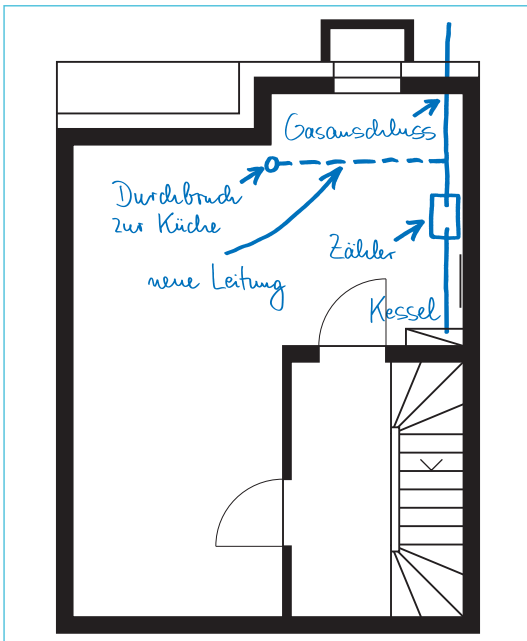


Bild 1: Skizze zum Kundenauftrag

## Kundenauftrag:

Hans Dampf  
Robert-Koch-Straße 51  
70123 Stuttgart

Tel. (0711) 685746  
e-Mail: dampf-koch@germ.de

An Firma  
Wasser und Wärme  
Karpatenweg 9  
70321 Stuttgart

19. Januar 20XX

### Gasleitung für den Gasherd

Sehr geehrte Damen und Herren,

bitte machen Sie mir ein Angebot für den Gasanschluss meines Gasherdes. Ich habe ein Reihenhaus gekauft, welches mit Gas beheizt wird. Als begeisterter Hobbykoch möchte ich auf meinen Gasherd nicht verzichten und diesen auch im neuen Haus wieder aufstellen.

Leider ist in der Küche keine Anschlussmöglichkeit vorhanden. Anbei zur Orientierung der Grundriss des Untergeschosses mit der von mir skizzierten bestehenden Gasanlage.

Mit freundlichen Grüßen

*Hans Dampf*

Bild 2: Anfrage eines Kunden

# Bauelemente mit handgeführten Werkzeugen fertigen

## 1.1 Abwicklung eines Kundenauftrags

Jeder Auftrag erfordert eine Vielzahl von Tätigkeiten, welche von den verschiedenen Mitarbeitern des ausführenden Betriebes zu erledigen sind. Für den Auszubildenden nehmen Umfang und Schwierigkeitsgrad der Arbeiten bis zur Gesellenprüfung zu. Vom Gesellen wird die selbstständige Ausführung des technischen Anteils der Aufträge erwartet (**Bild 1**).

Bei diesem ersten Kundenauftrag werden die Tätigkeiten des Auszubildenden vom Gesellen oder Meister kontrolliert und beschränken sich auf:

- Anfertigen von Maßskizzen der bestehenden und der geplanten Leitungen,
- zusammenstellen des benötigten Materials für die Rohrleitung und deren Befestigung,

- vergleichen der Material- und Arbeitszeitkosten für die Ausführung mit Winkeln und dem Biegen des Rohres,
- begründen der günstigeren Ausführung bezüglich Preis und technischen Vorteilen,
- zusammenstellen der benötigten Materialien und Werkzeuge und
- Montage der Leitungen.

Dem Gesellen und Meister bleiben alle übrigen der in Bild 1 dargestellten Aufgaben. Der Auszubildende sollte von Anfang an versuchen, eine Vorstellung über das Zusammenwirken aller im Betrieb tätigen Personen zu entwickeln, um seine eigene Rolle realistisch einzuschätzen und aktiv auszufüllen.

Ein Einblick in den Umfang der späteren Tätigkeiten als Geselle wird in Kapitel 2.4 gegeben.

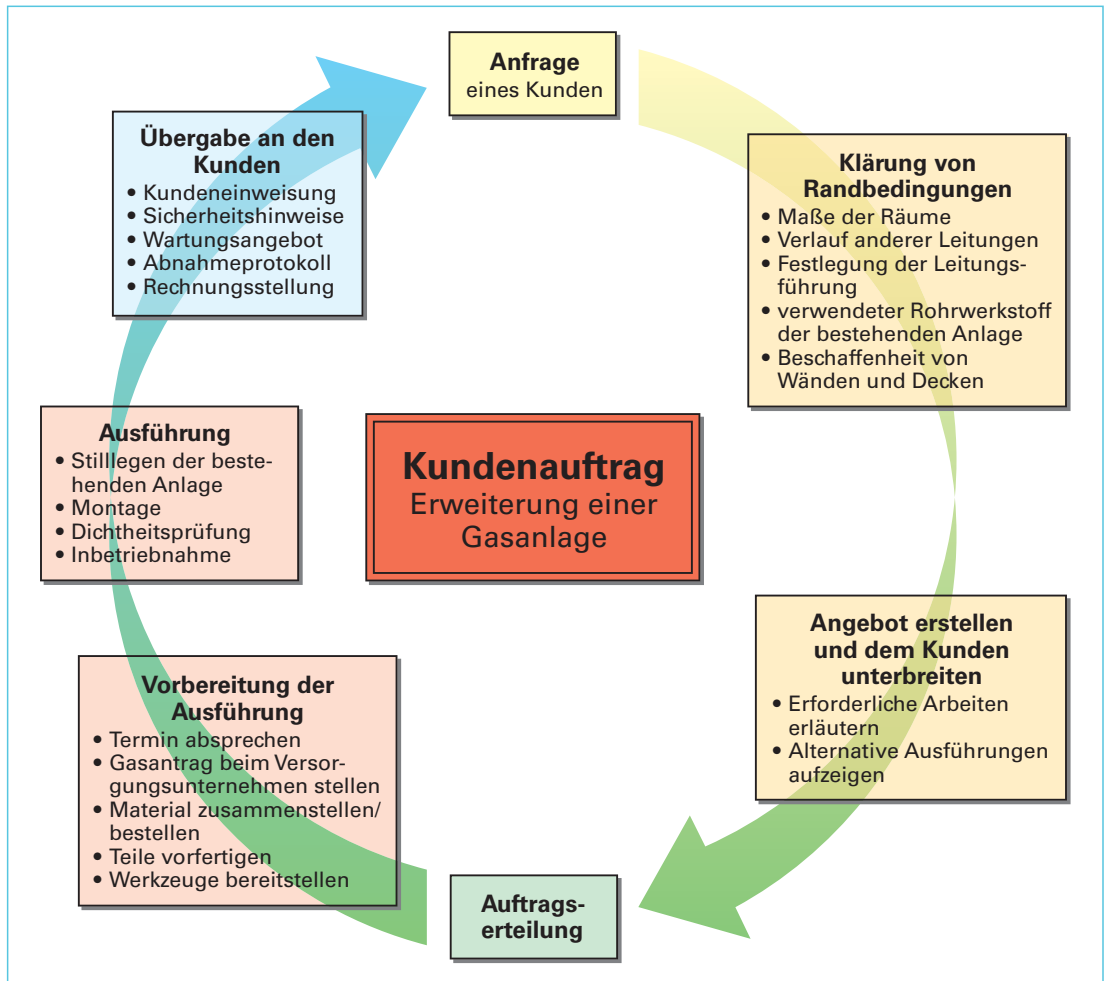


Bild 1: Abwicklung eines Kundenauftrags

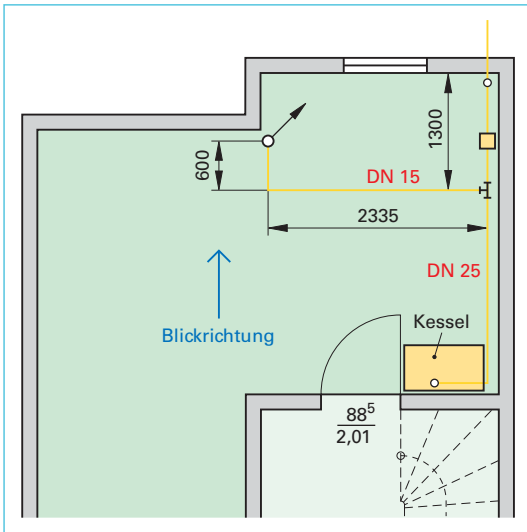


Bild 1: Gasleitung im UG, Maßstab 1 : 100

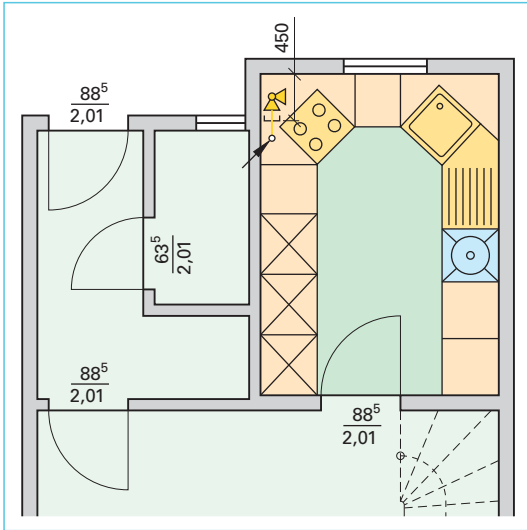


Bild 2: Gasleitung im EG, Maßstab 1 : 100

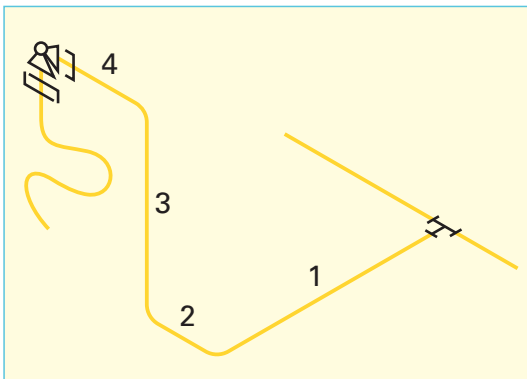


Bild 3: Raumschema der Gasleitung

## 1.1.1 Lösung des Kundenauftrags

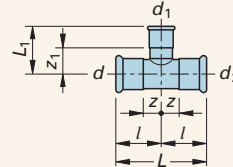
Nach der Besichtigung beim Kunden erstellt der Auszubildende eine Maßskizze des Untergeschosses. Der Deckenabstand der bestehenden Leitung beträgt 10 cm. Den Deckendurchbruch hat der Auftraggeber bereits hergestellt. Die Leitung für den Gasherd kann natürlich erst nach dem Zähler von der bestehenden Leitung zum Kessel abzweigen (**Bild 1**).

In der Küche soll der Gasherd über Eck eingebaut werden. Die Leitung endet an einer Gassteckdose mit thermischer Absperreinrichtung 75 cm über dem Fertigfußboden. Die Decke ist 20 cm dick, der Fußbodenaufbau beträgt 12 cm. In der Arbeitsplatte ist eine Lüftungsöffnung bereits vorgesehen. Die Küche hat das für die Aufstellung eines Gasherdes erforderliche Raumvolumen und ein Fenster ins Freie, das geöffnet werden kann (**Bild 2**).

Der räumliche Verlauf der Leitung ist unmaßstäblich in einem Raumschema dargestellt (**Bild 3**).

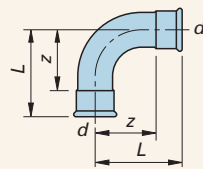
Die z-Maße der benötigten Formstücke sind Firmenunterlagen zu entnehmen (**Bild 4**).

### T-Stück, 90°, reduziert



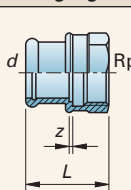
d <sub>1</sub> in mm	d=d <sub>2</sub> in mm	L in mm	L <sub>1</sub> in mm	z in mm	z <sub>1</sub> in mm	Preis in €
15	18	68	42	14	22	5,60
15	22	74	44	16	24	6,70
18	22	74	44	16	24	8,30
15	28	84	47	19	27	16,80
18	28	84	47	19	27	21,80
22	28	84	48	19	27	15,80

### Bogen, 90°



d in mm	L in mm	z in mm	Preis in €
15	38	18	2,90
18	42	22	3,70
22	47	26	4,70
28	57	34	9,30
35	65	39	19,60
42	76	46	39,40

### Übergang mit Innengewinde



d in mm	Rp in "	L in mm	z in mm	Preis in €
15	1/2	38	5	3,90
15	3/4	39	4	8,40
18	1/2	37	4	5,20
18	3/4	39	4	10,00
22	1/2	36	2	6,20
22	3/4	39	3	6,20
22	1	43	5	11,30

Bild 4: z-Maße für Kupferpressverbindungen

Die Rohrlänge der vier benötigten Teilstücke beträgt 4,192 m (**Tabelle 1**).

Die Alternative zum Pressen mit 90°-Bogen besteht im Biegen mit einem Biegegerät. Der Biegeradius für Kupferrohre beträgt laut Hersteller 55 mm. Damit ergibt sich je 90°-Bogen eine Länge von

$$l = 1/2 \cdot \pi \cdot R \quad l = 1,57 \cdot 55 \text{ mm} \quad l = 86 \text{ mm}$$

Dafür entfällt zweimal der Biegeradius, also  $2 \cdot 55 \text{ mm}$ . Von den Rohrlängen Mitte – Mitte müssen für jeden Bogen 110 mm abgezogen und 86 mm dazugezählt werden. Die benötigte Rohrlänge beim Biegen beträgt somit

$$L = (2335 + 600 + 1170 + 250 - 3 \cdot (110 - 86) - 27 - 4) \text{ mm}$$

$$L = 4252 \text{ mm} \quad L = 4,25 \text{ m}$$

Dabei wird unwesentlich mehr Kupferrohr benötigt, dafür aber drei Pressfittings eingespart. Der Preis für die drei Fittings beträgt 11,10 €. Das andere Material wird unverändert benötigt (**Tabelle 2**).

Beim Biegen gibt es weniger Verbindungen und damit weniger mögliche Undichtheiten. Der Nachteil des Biegens besteht darin, dass eventuell ein falsch gebogenes Rohr nicht mehr zurückgebogen werden kann. Die Arbeitszeit ist bei beiden Ausführungen mit etwa zwei Stunden gleich. Aufgrund der beiden Vorschläge wünscht der Kunde die Ausführung mit gebogenem Rohr. Die vom Gesellen auszuführenden Arbeiten werden ebenfalls mit zwei Stunden angenommen. Dem Kunden wird die Durchführung des Auftrages für 438,92 € angeboten (**Tabelle 3**).

Die Firma Wasser und Wärme erhält den Auftrag. Als Termin für die Durchführung wird die 9. Woche 20xx vereinbart.

Am Tag vor der Montage versichert sich der Meister beim Kunden, ob die Ausführung wie vereinbart möglich ist. Der Auszubildende richtet das Material und die benötigten Werkzeuge vor. Bereits im Fahrzeug befinden sich Gabelschlüssel, Metallsäge, Rohrabstecher, Entgrat- und Kalibrierwerkzeug sowie ein Koffer mit der Ausrüstung zur Dichtheitsprüfung von Gasleitungen. Zusätzlich wird ein Presswerkzeug, eine Schlagbohrmaschine, ein

Kabelroller mit RCD-Schutzeinrichtung und Spezialwerkzeug zum Lösen manipulationssicherer Verschraubungen von Gasleitungen benötigt.

**Tabelle 2: Materialauszüge**

Pos.	Menge	Bezeichnung	Größe / DN
Ausführung mit Pressfittings			
1	4,2 m	Kupferrohr DIN EN 1057	15
2	1	T-Stück	25 × 15
3	3	Bogen 90°	15
4	1	Übergang, Innengewinde	15 × 1/2"
5	1	Gassteckdose	1/2"
6	5	Rohrschellen mit Metalldübeln	15
7	1	Sicherheits-Gasschlauch	15
Ausführung mit Biegegerät (R = 55 mm)			
1	4,3 m	Kupferrohr DIN EN 1057	15
2	1	T-Stück	25 × 15
3	1	Übergang, Innengewinde	15 × 1/2"
4	1	Gassteckdose	1/2"
5	5	Rohrschellen mit Metalldübeln	15
6	1	Sicherheits-Gasschlauch	15

**Tabelle 3: Angebot**

Pos.	Menge	Bezeichnung	Einh.-Preis in €	Ges.-Preis in €
1	4,3 m	Kupferrohr DIN EN 1057	7,01	30,14
2	1 Stück	T-Stück	21,80	21,80
3	1 Stück	Übergang, Innengewinde	5,20	5,20
4	1 Stück	Gassteckdose	106,00	106,00
5	5 Stück	Rohrschellen mit Metalldübeln	3,16	15,80
6	1 Stück	Sicherheits-Gasschlauch	49,90	49,90
Gesamt-Materialpreis				228,84
1	2 Std.	Auszubildender	22,00	44,00
2	2 Std.	Geselle	48,00	96,00
Arbeitszeit				140,00
Gesamtbetrag				368,84
Mehrwertsteuer 19 %				70,08
Angebotspreis				438,92

**Tabelle 1: Rohrlängen von Gasleitungen**

**Ausführung von Pressfittings (90°-Bogen)**

Pos.	M in mm	z-Maße		Länge in mm	DN
		z <sub>1</sub> in mm	z <sub>2</sub> in mm		
1	2335	27	22	2286	15
2	600	22	22	556	15
3	1170	22	22	1126	15
4	250	22	4	224	15

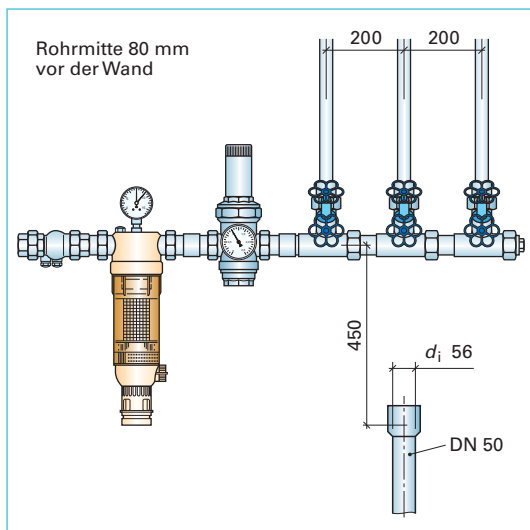


Zur Vorbereitung der Montage muss die Gasleitung abgesperrt und entleert werden. Vor dem Lösen der Verschraubung nach dem Gaszähler wird die Trennstelle elektrisch überbrückt.

Nun wird die Leitung im Abstand von 1319 mm, gemessen von der Wand mit der Hauseinführung, abgesägt und das dem Gaszähler zugewandte Rohr um die z-Maße des Fittings ( $2 \times 19$  mm) gekürzt. Beide Rohrenden werden entgratet und kalibriert. Die beiden ersten 90°-Bogen des mitgebrachten Kupferrohres DN 15 werden auf Maß gebogen. Danach wird das Rohr probehalber durch den Deckendurchbruch geführt und die Position der Rohrschellen an der Kellerdecke angezeichnet und gebohrt. Zwei Schellen werden in der Küche gesetzt. Nach Einsetzen der Metalleidübel und Anbringen der Rohrschellen wird das Rohr lose befestigt und mit dem Pressfitting zusammengesteckt. Die Einstecktiefe wird angezeichnet und durch nochmaliges Herausziehen des Rohres aus dem Fitting kontrolliert. Nach dem Einstecken wird der Fitting verpresst.

In der Küche wird der letzte Bogen hergestellt und der Übergangs-Fitting angebracht und verpresst. Die Gassteckdose wird eingeschraubt und die Rohrschellen werden angezogen. Nach der Dichtheitsprüfung durch den Gesellen wird die Leitung am Zähler angebracht sowie die elektrische Überbrückung entfernt.

Die Gasleitung wird entlüftet, die Verschraubungen zur Kontrolle der Dichtheit abgesprüht und der Kessel wird eingeschaltet. Pünktlich kommt der Meister zur Übergabe an den Kunden. Nachdem er sich nach der Dichtheitsprüfung erkundigt hat und die Leitung besichtigt hat, übergibt er sie Herrn Dampf.



**Bild 1: Verteiler**

### 1.1.2 Blechbauteil Rinne

Für einen Trinkwasser-Verteiler soll eine Entleerrinne angefertigt werden (**Bild 1**). Es werden folgende Anforderungen gestellt. Die Rinne soll

- jeweils 10 cm nach vorn und nach beiden Seiten über die Rohrmittle hinausreichen,
- 10 Liter Wasser aufnehmen können, ohne überzulaufen,
- an der Vorderseite die tiefste Oberkante haben, damit bei einer Verstopfung des Ablaufes das Wasser nicht an der Wand herunter laufen kann und
- an eine Abwasserleitung DN 50 angeschlossen werden.

Die erforderlichen Maße können Bild 1 entnommen werden.

### Aufgaben

- 1 Entscheiden Sie, welche Form und Größe die Rinne haben soll.
- 2 Berechnen Sie den Inhalt der geplanten Rinne.
- 3 Wie soll der Anschluss an den Ablauf ausgeführt werden?
- 4 Legen Sie fest, wie die Befestigung an der Wand erfolgen soll.
- 5 Erstellen Sie eine Zeichnung der Rinne in Vorder- und Seitenansicht im Maßstab 1 : 5.
- 6 Begründen Sie, welchen Werkstoff für die Rinne gewählt wird.
- 7 Wählen Sie die Blechdicke für die Rinne entsprechend der für Dachrinnen üblichen Dicken. Informieren Sie sich dafür in Lernfeld 6 (Abschnitt 6.6).
- 8 Durch welche Verbindungstechniken kann die Dichtheit der Rinne sichergestellt werden?
- 9 Erstellen Sie die Abwicklungen aller für die Rinne benötigten Blechbauteile im Maßstab 1 : 5.
- 10 Stellen Sie eine Materialliste zusammen.
- 11 Ermitteln Sie, wie viel Prozent Verschnitt Sie haben werden. Es steht eine Tafel mit  $1000 \times 2000$  mm zur Verfügung.
- 12 Stellen Sie eine Liste der Werkzeuge auf, welche Sie zur Herstellung und Montage der Rinne benötigen.
- 13 Erstellen Sie einen Plan für die Reihenfolge der Arbeitsschritte.
- 13 Berechnen Sie die Masse von Rinne und Stützen und wiegen Sie die gefertigten Bauteile. Begründen Sie die Abweichung!



## Blechwerkstoffe

Blech wird in 1000 mm × 2000 mm großen Tafeln angeboten. Bei hohem Bedarf wird das Blech in gewünschter Breite aufgerollt zu einem Coil als Band geliefert. Die Blechdicken sind fein abgestuft erhältlich (**Tabelle 1**). Die flächenbezogene Masse gibt an, wie viel Kilogramm ein Quadratmeter Blech des entsprechenden Werkstoffes bei der jeweiligen Blechdicke hat.

Zur Auswahl des geeigneten Werkstoffes sind die Eigenschaften zu berücksichtigen (**Tabelle 2**).

Die **Zugfestigkeit** beschreibt, welche Kraft der Werkstoff je mm<sup>2</sup> Querschnitt aushalten kann, ohne zerstört zu werden. Je höher die Festigkeit ist, umso dünner kann das Blech gewählt werden. In Abschnitt 6.6 sind die Blechdicken für Dachrinnen einiger Werkstoffe in Abhängigkeit von der Rinnengröße angegeben. Bei der Verwendung von Edelstahl kann 0,6 mm dickes Blech verwendet werden. Bei geringer Festigkeit kann der Werkstoff mit wenig Kraftaufwand geschnitten und umgeformt werden.

Die **Bruchdehnung** gibt an, wie stark sich ein Werkstoff dehnen oder stauchen lässt, ohne zu brechen. Diese Eigenschaft ist für das Biegen und Falzen von Blechen wichtig. Eine hohe Bruchdehnung ermöglicht kleine Biegeradien und problemloses Falzen. Bei einer geringen Bruchdehnung reißt der Werkstoff.

**Tabelle 1: Flächenbezogene Masse  $m''$  von Blechen in kg/m<sup>2</sup>**

Blechdicke $s$ in mm	D-Znbd	SF-CuF22 SF-CuF25	Pb 99,94 (Cu)	AlMnF12 AlMnF14	Stahlblech DIN 17162
0,6	4,32	5,34	6,84	1,62	4,710
0,65	4,68	5,78	–	1,76	–
0,70	5,04	6,23	7,98	1,89	5,495
0,75	5,40	6,67	8,60	2,03	–
0,8	5,76	7,12	9,12	2,16	6,280
0,9	6,48	8,01	10,26	2,43	7,065
1,0	7,20	8,90	11,40	2,70	7,850

**Tabelle 2: Übersicht zu Blechwerkstoffen**

Werkstoff	Eigenschaften	Verarbeitung	Verwendung	Vorteile	Nachteile
Kupfer	hohe Bruchdehnung, geringe Zugfestigkeit, hohe Wärmeleitfähigkeit, korrosionsbeständig	gut umformbar, leicht schneidbar, gut schweißbar (SF-Kupfer), über 5 mm Dicke gut vorwärmen	Regenrinnen, Regenfallrohre, Einfassungen, Abdeckungen, Dacheindeckungen	gut hart- und wechlötbar, sehr gut einfach und doppelt falzbar	vorwärmen fürs Schweißen, dunkle Farbe nicht überall erwünscht, (Abhilfe: verzinnete Oberfläche)
Edelstahl, rostfrei	mittlere Bruchdehnung, mittlere bis hohe Zugfestigkeit, geringe Wärmeleitfähigkeit, sehr korrosionsbeständig	mit größerem Kraftaufwand gut umformbar, Oberfläche glatt, sauber und fettfrei halten, schweißbar mit WIG- oder MAG-Verfahren	Fassaden, Dacheindeckungen, Regenrinnen, Kamineinzugrohre, vandalensichere Sanitäreinrichtungen	gute Korrosionsbeständigkeit durch Passivierung der Oberfläche, geringe Wärmedehnung	hoher Preis, nur mit glatter Oberfläche korrosionsbeständig, Korrekturen nach dem Umformen sind kaum noch möglich
Aluminium	mittlere bis hohe Bruchdehnung, geringe Zugfestigkeit, geringe Wärmeleitfähigkeit, hohe Korrosionsbeständigkeit	sehr gute Verformbarkeit, leicht schneidbar, Kontakt mit anderen Metallen vermeiden, schweißbar mit WIG- oder MAG-Verfahren	Fassaden, Dacheindeckungen, Dachrinnen, Regenfallrohre	hohe Wärmestrahlung, günstiger Preis, Oberflächenbeschichtung in vielen Farbvarianten möglich	hohe Wärmedehnung, Nachbearbeitung beim Gasschweißen erforderlich, beim Löten keine korrosionsbeständigen Nähte
feuerverzinkter Stahl	mittlere Bruchdehnung, mittlere Zugfestigkeit, korrosionsbeständig	gut umformbar, weich lötbar	Fassaden, Regenrinnen, Regenfallrohre Dacheindeckungen mit Trapez- oder Wellblech	günstiger Preis, Anstrich in allen Farben möglich	bei beschädigter Oberfläche nicht korrosionsbeständig, nach dem Schweißen muss die Oberfläche nachverzinkt werden
Titanzink	hohe Bruchdehnung, mittlere Zugfestigkeit, korrosionsbeständig	über 5 °C gut umformbar, Biegeradius $R > 2$ mm, wechlötbar	Regenrinnen, Regenfallrohre, Fassaden, Dacheindeckungen $> 15^\circ$ Neigung	günstiger Preis, bei günstigen Umweltbedingungen und Hinterlüftung bildet sich eine korrosionsbeständige Patina	muss bei Temperaturen unter 5 °C vor dem Umformen vorgewärmt werden, saurer Regen zerstört die Patina

## 1.1.3 Rohrkonsole

Eine Sammelleitung für Regenwasser muss im Untergeschoss in einer Höhe von 1,3 m über dem Fußboden durch ein Gebäude geführt werden (Bild 1).

Als Rohrwerkstoff ist Gusseisen vorgesehen. Für die Befestigung an der Wand sind Rohrschellen ungeeignet, weil sie das Gewicht der gefüllten Leitung nicht halten können, ohne sich stark zu verformen. Geeignete Rohrkonsolen können mit Zubehör für die Befestigung auch fertig gekauft werden.

Zu Ausbildungszwecken wird bei diesem Auftrag eine Eigenkonstruktion angefertigt. Die Befestigung soll von Auszubildenden der Firma entworfen und hergestellt werden.

Die Leitung soll an 12 Stellen befestigt werden. Als Material stehen Flachstahl, Stahlblech und verschiedene Stahlprofile zur Verfügung (Bild 2). Darüber hinaus können Normteile verwendet werden (Bild 1, Seite 19).

Bei der Herstellung der Konsolen soll nicht geschweißt werden. Zur Herstellung von Bohrungen kann eine Ständerbohrmaschine eingesetzt werden. Alle anderen Bearbeitungen sind von Hand vorzunehmen.

### Aufgaben

- 1 Entwerfen Sie Konzepte zur Befestigung der Leitung.
- 2 Fertigen Sie Modelle aus Papier oder Karton und untersuchen Sie deren Belastbarkeit.
- 3 Informieren Sie sich anhand von Herstellerunterlagen über angebotene Befestigungssysteme.
- 4 Entscheiden Sie, welches der Modelle am besten geeignet ist und begründen Sie die Wahl.
- 5 Entscheiden Sie, wie die Befestigung an der Wand erfolgen soll.
- 6 Wählen Sie Halbzeuge aus, die Sie verwenden werden und begründen Sie die gewählte Form und Abmessung.
- 7 Zeichnen Sie die geplante Konsole in Vorder- und Seitenansicht im Maßstab 1 : 1.
- 8 Erstellen Sie eine Liste der benötigten Normteile.
- 9 Stellen Sie eine Liste der Werkzeuge auf, welche Sie zur Herstellung der Konsole benötigen.
- 10 Erstellen Sie einen Plan für die Reihenfolge der Arbeitsschritte.

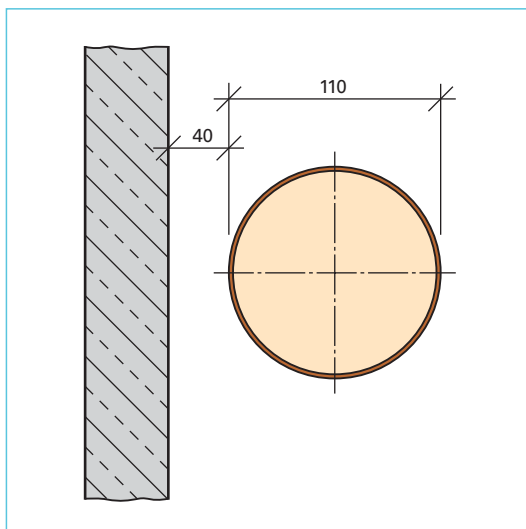


Bild 1: Maße zur Rohrbefestigung


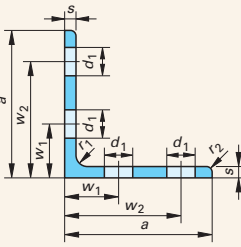
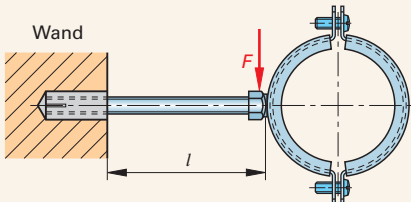
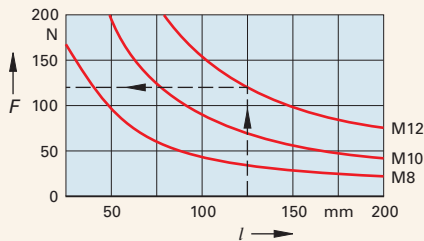
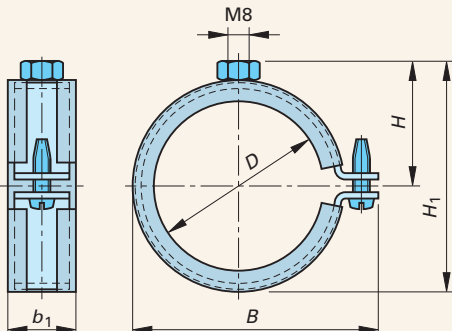
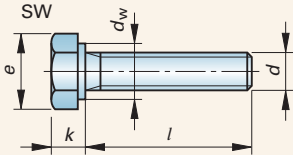
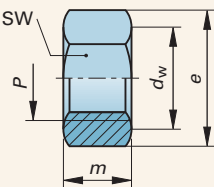
Flachstahl, warm gewalzt				DIN EN 10058			
		s Dicke b Breite		Bezeichnung: <div><div></div> b x s</div> <div>z.B. <div><div></div> 6 x 70</div></div>			
Dicke s in mm							
5	6	8	10	12	15	20	
Breite b in mm (Vorzugsbreiten)							
30	35	40	45	50	60	70	
Gleichschenkliger Winkelstahl, gewalzt				DIN EN 10056-1			
				s Schenkeldicke a Schenkelbreite w Bohrungsabstand d1 Bohrungsdurchmesser			
				<div><div>r<sub>1</sub> ≈ s</div><div>r<sub>2</sub> ≈ <math>\frac{s}{2}</math></div></div>			
Kurzzeichen	Abmessungen				Anreißmaße nach DIN 997		
L	a mm	s mm	S cm <sup>2</sup>	m' kg/m	w <sub>1</sub> mm	w <sub>2</sub> mm	d <sub>1</sub> mm
20 x 3	20	3	1,12	0,88	12	–	4,3
25 x 3	25	3	1,42	1,12	15	–	6,4
30 x 3	30	3	1,74	1,36	17	–	8,4
35 x 4	35	4	2,67	2,10	18	–	11
40 x 4	40	4	3,08	2,42	22	–	11
45 x 5	45	5	4,30	3,38	25	–	13
50 x 5	50	5	4,80	3,77	30	–	13
60 x 6	60	6	6,91	5,42	35	–	17
70 x 7	70	7	9,40	7,38	40	–	21
80 x 8	80	8	12,3	9,60	45	–	23
90 x 9	90	9	15,5	12,2	50	–	25
100 x 10	100	10	19,2	15,1	55	–	25
110 x 10	110	10	21,2	16,6	45	70	25
120 x 12	120	12	27,5	21,6	50	80	25
150 x 15	150	15	43,0	33,8	60	105	28
180 x 18	180	18	61,9	48,6	60	135	28
200 x 20	200	20	76,3	59,9	65	150	28

Bild 2: Flachstähle und Stahlprofile

Belastbarkeit von Gewindestangen					
					
					
Rohrschellen					
					
Größe in mm					
B	b <sub>1</sub>	H <sub>1</sub>	H		
1/4"	13,5/15	37	18	30	17
3/8"	7,2/18	40	18	33	19
1/2"	21,3/22	44	18	37	21
3/4"	26,9/28	50	18	43	24
1"	33,7	57	18	49	27
1 1/4"	42,4	67	18	59	32
1 1/2"	48,3	73	18	65	35
2"	60,3	85	18	77	41
	63,0	87	18	79	42
	68,0	98	23	92	52
	70,0	100	23	94	53
	75,0	104	23	100	56
2 1/2"	76,0	106	23	100	56
	80,0	111	23	105	58
	83,0	113	23	107	59
3"	88,9	121	23	115	63
	90,0	122	23	116	64
	102,0	133	23	127	69
	110,0	142	23	136	74
4"	114,3	146	23	140	76

Sechskantschraube DIN EN 24017 Gewinde bis Kopf						
						
SW Schlüsselweite  d <sub>w</sub> Durchmesser der Auflagefläche						
d	M5	M6	M8	M10	M12	M16
SW	8	10	13	16	18	24
k	3,5	4	5,3	6,4	7,5	10
d <sub>w</sub>	6,9	8,9	11,6	14,6	16,6	22,5
e	8,8	11,1	14,4	17,8	20	26,2
l von bis	10 50	12 60	16 80	20 100	25 120	30 150
Nennlängen l	10, 12, 16, 20, 25, 30, 35...60, 65, 70, 80, 90...140, 150,					
Sechskantschraube ISO 4017 - M8 x 40 - 10.9 d = M8, l = 40 mm, Festigkeitsklasse 10.9						

Sechskantmutter mit Regelgewinde						
1) Typ 1 DIN EN 24 032 2) niedrige Form DIN EN 24 035						
						
d	M5	M6	M8	M10	M12	M16
SW	8	10	13	16	18	24
d <sub>w</sub>	6,9	8,9	11,6	14,6	16,6	22,5
e	8,8	11,1	14,4	17,8	20	26,8
m <sup>1)</sup>	4,7	5,2	6,8	8,4	10,8	14,8
m <sup>2)</sup>	2,7	3,2	4	5	6	8
Typ 2 ISO 4033						
d	M5	M6	M8	M10	M12	M16
SW	8	10	13	16	18	24
d <sub>w</sub>	6,9	8,9	11,6	14,6	16,6	22,5
e	8,8	11,1	14,4	17,8	20	26,8
m	5,1	5,7	7,5	9,3	12	16,4

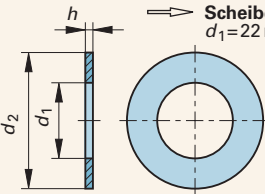
Scheibe DIN 4033						
						
Scheibe DIN 126-22-100 HV: d <sub>1</sub> = 22 mm, Härteklasse 100 HV						
Für Gewinde	M5	M6	M8	M10	M12	M16
d <sub>1</sub> min.	5,5	6,6	9	11	13,5	17,5
d <sub>2</sub> max.	10	12	16	20	24	30
h max.	1,2	1,9	1,9	2,3	2,8	3,6

Bild 1: Rohrschellen und Normteile

## 1.2 Werkstofftechnik

Die Werkstoffe ordnet man nach ihrer Zusammensetzung oder nach den gemeinsamen Eigenschaften in Gruppen. Damit erhält man einen Überblick über die Vielfalt dieser Materialien.

### 1.2.1 Einteilung der Werkstoffe

Die drei Hauptgruppen der Werkstoffe sind die

- **Metalle**
- **Nichtmetalle** und
- **Verbundwerkstoffe**.

Sie werden dann in Untergruppen unterteilt (Bild 1).

#### Metalle

Nach der Zusammensetzung unterteilt man die Metalle in Eisenwerkstoffe und **Nichteisenmetalle**, die man als NE-Metalle abkürzt.

Die **Eisenwerkstoffe** untergliedert man noch einmal in Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe.

**Stähle** sind Eisen-Basiswerkstoffe mit hoher Festigkeit. Aus ihnen werden Teile hergestellt, die hohe Kräfte aufnehmen und übertragen müssen wie z.B. Rohre, Träger und Schrauben.

**Eisen-Gusswerkstoffe** benötigt man, um z.B. schwierige Formen durch Gießen herzustellen (Bild 2).

**Nichteisenmetalle** werden unterschieden in

- **Schwermetalle** und
- **Leichtmetalle**.

**Schwermetalle** haben eine Dichte  $\rho$  größer als  $5 \text{ kg/dm}^3$ . Zu ihnen gehören Kupfer, Zink, Blei, Chrom und Nickel.

**Leichtmetalle** haben eine Dichte  $\rho$  kleiner als  $5 \text{ kg/dm}^3$ . Beispiele sind Aluminium und Titan.

#### Nichtmetalle

Die Gruppe der Nichtmetalle umfasst die in der Natur vorkommenden Stoffe und die von Menschen künstlich hergestellten Werk- und Baustoffe.

**Naturwerkstoffe** sind in der Natur vorkommende Stoffe wie z.B. Holz oder Steine (Bild 3).

**Künstliche Werkstoffe** werden für besondere Anwendungen entwickelt. Man zählt zu ihnen Kunststoffe wie z.B. Polyethylen, Polypropylen oder auch aus Mineralien gefertigte Bausteine und Sanitärkeramik.

#### Verbundwerkstoffe

Verbundwerkstoffe sind aus mehreren Werkstoffen zusammengesetzt.

Beispiele sind: Glasfaserverstärkte Kunststoffe zur Verstärkung von Kunststoff-Badewannen oder auch Hartmetalle für die Schneiden von Steinbohrern (Bild 4).

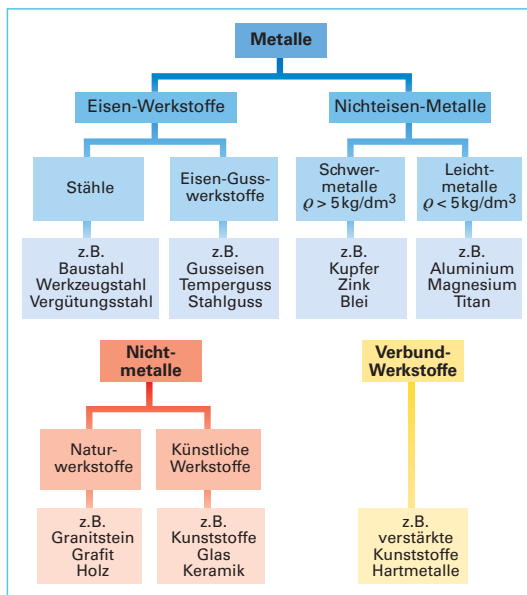


Bild 1: Einteilung der Werkstoffe in Werkstoffgruppen



Bild 2: Werkstücke aus Eisenwerkstoffen



Bild 3: Werkstücke aus Nichtmetallen



Bild 4: Bauteile aus Verbundwerkstoffen