



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für metalltechnische Berufe

# Fachkunde

# Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik

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

8. Auflage

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

**Europa-Nr.: 1521X**

Autoren der „Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik“

Anderer, Ralf	Dipl.-Ing., Oberstudienrat	Borkum
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
Kruck, Robert	Dipl.-Ing., Energien Systemtechnik	Frankfurt
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

8. Auflage 2025

Druck 5 4 3 2 1

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

ISBN 978-3-7585-1487-6

Bei Fragen zur Produktsicherheit wenden Sie sich bitte an [produktsicherheit@europa-lehrmittel.de](mailto:produktsicherheit@europa-lehrmittel.de).

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

© 2025 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
[www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de)

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

Umschlag: Verlag Europa-Lehrmittel, Abt. Bildbearbeitung, Ostfildern

Umschlagfotos: stock.adobe.com: Ronstik; nikkytok; rh2010; 4th Life Photography; IRINA

Druck: Printer Trento s.r.l., 38121 Trento – Italy

# 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.

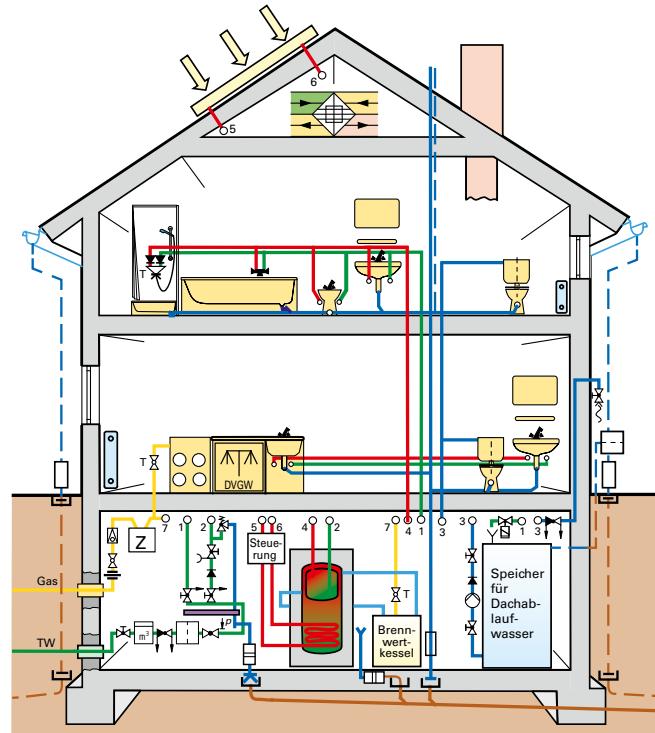
## // Zielgruppen

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 Freunde finden, die sich auf ein Studium vorbereiten oder im Praktikum auf fachliche Fragen Antworten suchen.

In der **achten 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 7. Auflage und freuen sich auf weitere konstruktive Verbesserungsvorschläge an: [lektorat@europa-lehrmittel.de](mailto:lektorat@europa-lehrmittel.de) .

# Lernfelder

## 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 Wärmeverteileranlagen installieren



8 Sanitärräume ausstatten



9 Trinkwassererwärmungsanlagen installieren



10 Wärmeerzeugungsanlagen für gasförmige Brennstoffe installieren



11 Wärmeerzeugungsanlagen für flüssige und 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



## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Bauelemente mit handgeführten Werkzeugen fertigen</b>	
<b>1.1</b>	<b>Abwicklung eines Kundenauftrags</b>	13
1.1.1	Lösung des Kundenauftrags	15
1.1.2	Blechbauteil Rinne	17
1.1.3	Rohrkonsole	19
<b>1.2</b>	<b>Werkstofftechnik</b>	21
1.2.1	Einteilung der Werkstoffe	21
1.2.2	Werkstoffeigenschaften	22
1.2.3	Innerer Aufbau der Metalle, Eigenschaften	26
1.2.4	Nichteisenmetalle (NE-Metalle)	27
1.2.5	Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe	31
1.2.6	Eisen-Gusswerkstoffe	33
1.2.7	Handelsformen der Stähle	34
1.2.8	Bausteine	36
1.2.9	Kunststoffe	37
<b>1.3</b>	<b>Fertigungstechnik</b>	40
1.3.1	Prüfen	40
1.3.2	Trennen	44
1.3.3	Umformen	48
1.3.4	Fügen	53
1.3.5	Arbeitssicherheit	68
<b>1.4</b>	<b>Arbeitsplanung</b>	72
1.4.1	Zeichnungsnormen	72
1.4.2	Projektionen und räumliche Darstellungen	80
<b>1.5</b>	<b>Technische Berechnungen</b>	86
1.5.1	Lösungsweg technischer Berechnungen	86
1.5.2	Dreisatz- und Prozentrechnen	90
1.5.3	Längen	92
1.5.4	Flächen	97
1.5.5	Volumenberechnung	102
1.5.6	Masse und Dichte	105
1.5.7	Kraft und Gewichtskraft	106
1.5.8	Hebel und Drehmoment	107
1.5.9	Geradlinige und kreisförmige Bewegung	108
1.5.10	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad	109
<b>2</b>	<b>Bauelemente mit Maschinen fertigen</b>	
<b>2.1</b>	<b>Aufgaben zum Kundenauftrag</b>	113
2.1.1	Rohrwerkstoffe und Verbindungstechniken	114
2.1.2	Stahlrohre	115
2.1.3	Kupferrohre	118
2.1.4	Kunststoffrohre	119
2.1.5	Metallverbundrohre	119
2.1.6	Informationsmaterial	120
<b>2.2</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	121
<b>2.3</b>	<b>Lernsituationen</b>	123
<b>2.4</b>	<b>Bearbeiten von Kundenaufträgen</b>	124
2.4.1	Betriebliches Leistungsangebot	124
2.4.2	Waren- und Dienstleistungsangebot	125
<b>2.5</b>	<b>Auftragsbeschaffung</b>	126
2.5.1	Betriebskultur	126
2.5.2	Betriebsdarstellung	128
<b>2.6</b>	<b>Angebot</b>	129
2.6.1	Kundenbedürfnisse	129
2.6.2	Kostenrechnen zur Angebotserstellung	131
2.6.3	Angebotserstellung	133
<b>2.7</b>	<b>Auftragsplanung</b>	134
2.7.1	Betriebliche Organisation	134
2.7.2	Auftragsbearbeitung	135
<b>2.8</b>	<b>Ausführung und Übergabe</b>	135
2.8.1	Qualität der Handwerkerleistung	135
2.8.2	Auftragsausführung	137
2.8.3	Abnahme und Übergabe	137
2.8.4	Abrechnung und Nachkalkulation	138
2.8.5	Kundenservice und Kundenbetreuung	139
<b>2.9</b>	<b>Lösung des Kundenauftrages</b>	142
<b>3</b>	<b>Baugruppen herstellen und montieren</b>	
<b>3.1</b>	<b>Abwicklung des Kundenauftrages</b>	146
<b>3.2</b>	<b>Aufgaben zum Kundenauftrag</b>	147
<b>3.3</b>	<b>Informationsmaterial</b>	147
3.3.1	Installationssysteme	147
3.3.2	Beispiel eines Vorwandsystems	148
3.3.3	Urinalsteuerungen	150
<b>3.4</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	151
<b>3.5</b>	<b>Lernsituation 1</b>	154
<b>3.6</b>	<b>Lernsituation 2</b>	154
<b>3.7</b>	<b>Bauzeichnungen</b>	155
<b>3.8</b>	<b>Darstellung von SHK-Bauteilen und SHK-Anlagen</b>	158
3.8.1	Schemazeichnungen	158
3.8.2	Montageskizzen	161
<b>4</b>	<b>Technische Systeme instand halten</b>	
<b>4.1</b>	<b>Grundbegriffe der Instandhaltung</b>	167
<b>4.2</b>	<b>Inspektions- und Wartungsplan</b>	168

4.2.1	Trinkwasserinstallation . . . . .	168	5.1.2	Physikalische und chemische Eigenschaften . . . . .	259
4.2.2	Abwasserinstallation. . . . .	168	5.1.3	Trinkwassergewinnung und -verteilung . . . . .	263
<b>4.3</b>	<b>Inspektion, Wartung und Instandsetzung haustechnischer Systeme . . . . .</b>	<b>169</b>	<b>5.1.4</b>	<b>Anforderungen an Trinkwasser . . . . .</b>	<b>266</b>
4.3.1	Rückflussverhinderer in Rohrleitungen . . . . .	169	<b>5.2</b>	<b>Trinkwasseranlagen. . . . .</b>	<b>267</b>
4.3.2	Nicht rückspülbarer Filter . . . . .	169	5.2.1	Verbrauchsleitungen . . . . .	267
4.3.3	Rückspülbarer Filter . . . . .	171	5.2.2	Leitungsverlegung . . . . .	270
4.3.4	Druckminderer . . . . .	171	5.2.3	Dämmung von Kaltwasserleitungen .	270
<b>4.4</b>	<b>Einsatz und Wartung elektrischer Betriebsmittel . . . . .</b>	<b>172</b>	5.2.4	Korrosion. . . . .	271
4.4.1	Speisepunkt . . . . .	173	5.2.5	Schallschutz . . . . .	276
4.4.2	Leitungsroller . . . . .	174	5.2.6	Brandschutz . . . . .	279
4.4.3	Handleuchten . . . . .	174	5.2.7	Sicherungsmaßnahmen gegen Rückfließen. . . . .	282
4.4.4	Handgeführte Elekrowerkzeuge. . . . .	174	5.2.8	Sicherungsarmaturen . . . . .	286
4.4.5	Instandsetzung, Wartung, Prüfung . . . . .	174	5.2.9	Inbetriebnahme von Trinkwasseranlagen . . . . .	289
<b>4.5</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags. . . . .</b>	<b>176</b>	<b>5.3</b>	<b>Behandlung von Trinkwasser. . . . .</b>	<b>291</b>
<b>4.6</b>	<b>Lernsituation. . . . .</b>	<b>177</b>	5.3.1	Kalk und Kohlensäure im Trinkwasser . . . . .	291
<b>4.7</b>	<b>Elektrotechnik . . . . .</b>	<b>178</b>	5.3.2	Härestabilisierung . . . . .	292
4.7.1	Dreiphasenwechselspannungs- Erzeugung . . . . .	179	5.3.3	Enthärtung. . . . .	294
4.7.2	Dreiphasenwechselspannungs- Verteilung und Transformation . . . . .	180	5.3.4	Entsalzung. . . . .	295
4.7.3	Drehstrom-Systeme . . . . .	181	<b>5.4</b>	<b>Pumpen in der Wasserversorgung</b>	<b>296</b>
4.7.4	Hausanschluss . . . . .	183	5.4.1	Pumpenarten . . . . .	296
4.7.5	Schutz elektrischer Leitungen und Geräte . . . . .	186	5.4.2	Betriebsverhalten von Pumpen . . . . .	298
4.7.6	Gefahren im Umgang mit dem elektrischen Strom . . . . .	190	<b>5.5</b>	<b>Darstellung von Trinkwasseranlagen. . . . .</b>	<b>299</b>
4.7.7	Maßnahmen bei Arbeiten an elektrischen Anlagen . . . . .	193	5.5.1	Teilzeichnung. . . . .	299
4.7.8	Isolierte Leitungen und Kabel. . . . .	194	5.5.2	Leitungsschema und Strangschemata .	300
4.7.9	Verlegearten von Leitungen und Kabeln . . . . .	200	<b>5.6</b>	<b>Berechnungen bei Trinkwasseranlagen. . . . .</b>	<b>302</b>
4.7.10	Elektroinstallation im Wohnbereich .	216	5.6.1	Druck in Flüssigkeiten. . . . .	302
4.7.11	Elektroinstallation in Räumen mit Badewanne oder Dusche . . . . .	219	5.6.2	Volumenstrom, Fließ- geschwindigkeit, Rohrweite. . . . .	305
4.7.12	Prüfen von elektrischen Anlagen . . . . .	223	5.6.3	Druckverluste in Wasserleitungen . . . . .	306
4.7.13	Schaltungsunterlagen . . . . .	229	5.6.4	Pumpenberechnungen . . . . .	307
4.7.14	Installationsschaltungen . . . . .	235	<b>5.7</b>	<b>Lernsituationen zur Trinkwasserinstallation. . . . .</b>	<b>309</b>
4.7.15	Bemessung von fest verlegten Kabeln und Leitungen. . . . .	240	5.7.1	Kundenauftrag: Wasserzähleranlage mit Verteilung . . . . .	309
4.7.16	Messungen an elektrischen Bauteilen . . . . .	245	5.7.2	Lernsituationen . . . . .	311
4.7.17	Fehlersuche in elektrischen Anlagen und Geräten . . . . .	251	<b>6</b>	<b>Entwässerungsanlagen installieren</b>	
<b>5</b>	<b>Trinkwasseranlagen installieren</b>		<b>6.1</b>	<b>Abwasserentsorgung . . . . .</b>	<b>313</b>
<b>5.1</b>	<b>Trinkwasser. . . . .</b>	<b>257</b>	6.1.1	Öffentliche Abwasserentsorgung . . . . .	314
5.1.1	Kreislauf des Wassers . . . . .	258	6.1.2	Private Abwasserentsorgung . . . . .	315
6			6.1.3	Gesetzliche Grundlagen der Abwasserentsorgung . . . . .	316
			<b>6.2</b>	<b>Entwässerungsanlagen. . . . .</b>	<b>316</b>
			6.2.1	Leitungsabschnitte . . . . .	317

6.2.2	Rohrwerkstoffe und Verbindungstechniken bei Abwasserleitungen . . . . .	317	<b>6.12</b>	<b>Lernsituationen</b> . . . . .	368
6.2.3	Verlegen von Abwasserleitungen . . . . .	323	6.12.1	Bearbeitung des Kundenauftrages . . . . .	368
6.2.4	Befestigung von Abwasserleitungen . . . . .	332	6.12.2	Lernsituationen, Beispiele . . . . .	373
6.2.5	Ablaufstellen . . . . .	333	<b>7</b>	<b>Wärmeverteileranlagen installieren</b>	
<b>6.3</b>	<b>Rückhalten schädlicher Stoffe</b> . . . . .	334	<b>7.1</b>	<b>Energie – Wärme – Temperatur</b> . . . . .	375
6.3.1	Sand- und Schlammfänge . . . . .	335	<b>7.2</b>	<b>Temperaturmessung</b> . . . . .	378
6.3.2	Fettab scheider . . . . .	335	<b>7.3</b>	<b>Thermische Ausdehnung</b> . . . . .	379
6.3.3	Leichtflüssigkeitsabscheider . . . . .	336	7.3.1	Längenausdehnung . . . . .	380
6.3.4	Stärkeabscheider . . . . .	337	7.3.2	Volumenänderung . . . . .	381
6.3.5	Neutralisationsanlagen . . . . .	338	7.3.3	Volumenänderung bei Wasser . . . . .	382
<b>6.4</b>	<b>Schutz gegen Rückstau</b> . . . . .	339	7.3.4	Volumenänderung bei Gasen . . . . .	383
6.4.1	Hebeanlagen . . . . .	339	<b>7.4</b>	<b>Wärmemenge</b> . . . . .	383
6.4.2	Rückstauverschlüsse . . . . .	340	7.4.1	Wärmemenge bei Temperaturänderung . . . . .	383
6.4.3	Rückstaupump anlagen . . . . .	343	7.4.2	Wärmemenge zur Änderung des Aggregatzustandes . . . . .	384
<b>6.5</b>	<b>Darstellung von Entwässerungsanlagen</b> . . . . .	343	<b>7.5</b>	<b>Wärmeleistung</b> . . . . .	385
6.5.1	Sinnbilder, Leitungsarten . . . . .	344	<b>7.6</b>	<b>Wärmeübertragung</b> . . . . .	386
6.5.2	Zeichnungsarten . . . . .	345	<b>7.7</b>	<b>Wärmeverteilungssysteme</b> . . . . .	389
<b>6.6</b>	<b>Dachentwässerung, Dachrinnen</b> . . . . .	347	7.7.1	Obere Verteilung . . . . .	390
6.6.1	Ablaufverhalten des Regenwassers . . . . .	347	7.7.2	Untere Verteilung . . . . .	390
6.6.2	Dacharten . . . . .	347	7.7.3	Zweirohrheizung . . . . .	390
6.6.3	Bezeichnung der Dachteile . . . . .	348	7.7.4	Einrohrheizung . . . . .	391
6.6.4	Werkstoffe zur Ableitung des Niederschlagwassers . . . . .	348	7.7.5	Stockwerks- und Etagenheizungen . . . . .	392
6.6.5	Dachrinnen . . . . .	350	7.7.6	Rohrarten . . . . .	392
<b>6.7</b>	<b>Regenfallrohre</b> . . . . .	352	<b>7.8</b>	<b>Heizungspumpen</b> . . . . .	394
6.7.1	Regenfallrohre mit Teillfüllung . . . . .	352	7.8.1	Pumpenwasserheizung . . . . .	394
6.7.2	Dachentwässerung mit Druckströmung . . . . .	354	7.8.2	Pumpenbauart und Funktion . . . . .	394
<b>6.8</b>	<b>Nutzung von Dachablaufwasser</b> . . . . .	354	7.8.3	Montage der Heizungspumpe . . . . .	395
<b>6.9</b>	<b>Verwahrungen</b> . . . . .	356	7.8.4	Pumpenauswahl . . . . .	396
6.9.1	Kehlbleche . . . . .	356	7.8.5	Regelbare Heizungspumpen . . . . .	397
6.9.2	Mauer- und Gesimsabdeckungen . . . . .	357	<b>7.9</b>	<b>Heizflächen</b> . . . . .	399
6.9.3	Ortgangbleche, Dachrandabschlüsse . . . . .	357	7.9.1	Heizkörperanordnung . . . . .	399
6.9.4	Maueranschlüsse . . . . .	357	7.9.2	Heizkörperarten . . . . .	400
6.9.5	Einfassen von Schornsteinen und Gauben . . . . .	358	7.9.3	Flächenheizung . . . . .	404
<b>6.10</b>	<b>Arbeitssicherheit</b> . . . . .	358	<b>7.10</b>	<b>Heizungsarmaturen</b> . . . . .	409
6.10.1	UVV bei Dacharbeiten . . . . .	358	7.10.1	Absperr- und Regelarmaturen in Rohrleitungen . . . . .	410
6.10.2	UVV bei Arbeiten in Gräben . . . . .	359	7.10.2	Armaturen an Heizkörpern . . . . .	413
<b>6.11</b>	<b>Berechnungen bei Entwässerungsanlagen</b> . . . . .	360	7.10.3	Heizungsverteiler und Sammler . . . . .	415
6.11.1	Gefälle . . . . .	360	<b>7.11</b>	<b>Montage der Heizungsanlage</b> . . . . .	417
6.11.2	Schmutzwasserabfluss . . . . .	361	7.11.1	Montage der Rohrleitungen . . . . .	417
6.11.3	Längenänderung durch Temperaturänderung . . . . .	364	7.11.2	Montage der Heizkörper . . . . .	420
6.11.4	Bemessung von Dachrinnen und Regenfallrohren . . . . .	365	7.11.3	Montage der Fußbodenheizung . . . . .	421
			7.11.4	Füllen, Entlüften und Entleeren . . . . .	422
			7.11.5	Hydraulischer Abgleich . . . . .	423
			7.11.6	Wärmedämmung der Heizungsrohre . . . . .	424
			7.11.7	Korrosionsschutz in Heizungsanlagen . . . . .	425
			<b>7.12</b>	<b>Darstellung von Wärmeverteilungsanlagen</b> . . . . .	425

7.12.1	Erstellen von Zeichnungen . . . . .	425	8.9.3	Klosettanlagen . . . . .	483
7.12.2	Erstellen von Materiallisten. . . . .	428	8.9.4	Urinalanlagen . . . . .	487
<b>7.13</b>	<b>Berechnungen zu Wärmeverteilungsanlagen</b> . . . . .	430	8.9.5	Badewannenanlagen . . . . .	489
7.13.1	Wärmedurchgang . . . . .	430	8.9.6	Duschanlagen . . . . .	493
7.13.2	Wärmedurchgangskoeffizient. . . . .	431	8.9.7	Spülbeckenanlagen . . . . .	496
7.13.3	Heizlastberechnung . . . . .	433	<b>8.10</b>	<b>Abnahme und Übergabe von Sanitärräumen</b> . . . . .	499
7.13.4	Auslegung von Heizflächen . . . . .	435	8.10.1	Pflegehinweise der sanitären Einrichtungen in Bade- und WC-Räumen. . . . .	499
7.13.5	Dimensionierung des Rohrnetzes . . . . .	437	8.10.2	Übergabe des Sanitärraums an den Kunden . . . . .	501
7.13.6	Auswahl von Umwälzpumpen . . . . .	440	<b>8.11</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b> . . . . .	503
<b>7.14</b>	<b>Lösung des Kundenauftrages</b> . . . . .	442	8.11.1	Bauplan und Bauausführung. . . . .	503
7.14.1	Vorüberlegungen zum Auftrag . . . . .	442	8.11.2	Einrichtungsvorschläge . . . . .	503
7.14.2	Kundengespräch. . . . .	442	8.11.3	3D-Darstellung der Planungsvorschläge . . . . .	505
7.14.3	Vorschlag zur Raumbeheizung . . . . .	443	8.11.4	Detailplanung . . . . .	506
7.14.4	Berechnungen zur Raumheizung . . . . .	443	<b>8.12</b>	<b>Lernsituationen, Beispiele</b> . . . . .	509
<b>7.15</b>	<b>Lernsituationen zu Wärmeverteilanlagen</b> . . . . .	445			

## 8 Sanitärräume ausstatten

<b>8.1</b>	<b>Planungsgrundlagen für Sanitärräume</b> . . . . .	447
8.1.1	Ausstattung von Sanitärräumen. . . . .	448
8.1.2	Stellflächen, seitliche Abstände und Bewegungsflächen. . . . .	448
8.1.3	Planungsgrundlagen für Bäder und WC-Räume . . . . .	449
8.1.4	Barrierefreie Sanitärräume . . . . .	450
8.1.5	Planungsgrundlagen für Küchen. . . . .	451
<b>8.2</b>	<b>Erdung, elektrische Schutzbereiche und Schutzarten</b> . . . . .	454
<b>8.3</b>	<b>Vorwandinstallation</b> . . . . .	455
<b>8.4</b>	<b>Abdichtung von Flächen und Fugen</b> . . . . .	459
<b>8.5</b>	<b>Fliesengerechte Installation</b> . . . . .	460
<b>8.6</b>	<b>Lüftung innenliegender Sanitärräume</b> . . . . .	462
<b>8.7</b>	<b>Werkstoffe für Sanitärgegenstände</b> . . . . .	464
8.7.1	Keramische Werkstoffe . . . . .	464
8.7.2	Metallische Werkstoffe. . . . .	465
8.7.3	Kunststoffe . . . . .	465
<b>8.8</b>	<b>Sanitärmaturen</b> . . . . .	467
8.8.1	Absperrarmaturen. . . . .	467
8.8.2	Auslaufarmaturen . . . . .	468
8.8.3	Ablaufarmaturen, Spülkästen. . . . .	474
<b>8.9</b>	<b>Sanitäre Anlagen</b> . . . . .	478
8.9.1	Waschbecken und Waschtischsanlagen. . . . .	478
8.9.2	Sitzwaschbeckenanlagen. . . . .	481

## 9 Trinkwassererwärmungsanlagen installieren

<b>9.1</b>	<b>Warmwasserbedarf</b> . . . . .	511
9.1.1	Warmwasserbedarf im Wohnungsbau. . . . .	512
9.1.2	Warmwasserbedarf im Gewerbe. . . . .	513
<b>9.2</b>	<b>Wärmegewinnung</b> . . . . .	513
<b>9.3</b>	<b>Wärmetauscher</b> . . . . .	515
9.3.1	Wärmetauscher für Abgase . . . . .	515
9.3.2	Wärmetauscher für Flüssigkeiten. . . . .	516
9.3.3	Wärmetauscher bei elektrischer Trinkwassererwärmung . . . . .	518
<b>9.4</b>	<b>Bauarten von Trinkwassererwärmern</b> . . . . .	519
9.4.1	Funktionsprinzipien von Trinkwassererwärmern . . . . .	520
9.4.2	Elektrische Trinkwassererwärmer . . . . .	525
9.4.3	Gasbeheizte Trinkwassererwärmer . . . . .	539
9.4.4	Indirekt beheizte Trinkwassererwärmer . . . . .	547
9.4.5	Solarbeheizte Trinkwassererwärmer . . . . .	548
9.4.6	Wärmepumpen. . . . .	557
<b>9.5</b>	<b>Leitungsanlagen für Trinkwassererwärmer</b> . . . . .	559
9.5.1	Trinkwasseranschlüsse von Wassererwärmern . . . . .	559
9.5.2	Verteilsysteme für Warmwasser . . . . .	561
9.5.3	Begleitheizung. . . . .	566
9.5.4	Wärmedämmung . . . . .	567
<b>9.6</b>	<b>Darstellung von Trinkwasser-Erwärmungsanlagen</b> . . . . .	568

<b>9.7</b>	<b>Berechnungen bei Trinkwasser-Erwärmungsanlagen</b>	570	10.5.3	Abgasrohre . . . . .	624
9.7.1	Wassermischung . . . . .	570	10.5.4	Schorndecksteine (Abgasleitungen) . . . . .	625
9.7.2	Berechnung von Temperaturen . . . . .	571	<b>10.6</b>	<b>Brennstoffversorgungsanlage</b>	631
9.7.3	Berechnung von Wassermengen . . . . .	571	10.6.1	Öffentliche Gasversorgung . . . . .	631
9.7.4	Energie und Leistung . . . . .	574	10.6.2	Lagerung von Flüssiggas . . . . .	632
9.7.5	Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung . . . . .	578	10.6.3	Erdgasleitungen . . . . .	636
<b>9.8</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	579	10.6.4	Flüssiggasleitungen . . . . .	639
<b>9.9</b>	<b>Lernsituationen</b>	581	10.6.5	Prüfen von Gasleitungen . . . . .	639
9.9.1	Erweiterung in einer Waschküche . . . . .	581	10.6.6	Inbetriebnahme von Gasleitungen . . . . .	640
9.9.2	Änderung einer zentralen Trinkwassererwärmungsanlage . . . . .	582	10.6.7	Arbeiten an gasführenden Leitungen . . . . .	641
9.9.3	Solaranlage . . . . .	582	10.6.8	Prüfen von Flüssiggasanlagen . . . . .	643
9.9.4	Auswirkungen des Austausches eines Kessels auf die Trinkwassererwärmung . . . . .	583	<b>10.7</b>	<b>Inbetriebnahme von Gasanlagen</b>	643
9.9.5	Indirekt beheizten Trinkwassererwärmer anschließen . . . . .	583	10.7.1	Information zur Inbetriebnahme . . . . .	643
<b>10</b>	<b>Wärmeerzeugungsanlagen für gasförmige Brennstoffe installieren</b>		10.7.2	Einlassen von Gas . . . . .	643
<b>10.1</b>	<b>Unterscheidung der Wärmeerzeugungsanlagen</b>	587	10.7.3	Einstellen von Gaswärmeerzeugern . . . . .	644
10.1.1	Wärmeträger- oder Heizmedium . . . . .	587	10.7.4	Funktionsprüfung der Abgasanlage . . . . .	645
10.1.2	Art und Entstehung von gasförmigen Brennstoffen . . . . .	588	10.7.5	Unterrichtung des Betreibers . . . . .	647
10.1.3	Bauarten der Wärmeerzeuger . . . . .	589	<b>10.8</b>	<b>Darstellung von Wärmeerzeugern</b>	649
10.1.4	Brennraumkonstruktion . . . . .	590	10.8.1	Erstellen von Zeichnungen . . . . .	649
10.1.5	Gasbrenner . . . . .	591	10.8.2	Erstellung von Materiallisten . . . . .	650
<b>10.2</b>	<b>Aufstellungsrichtlinien für Wärmeerzeuger</b>	593	<b>10.9</b>	<b>Berechnungen bei Wärmeerzeugern</b>	651
10.2.1	Allgemeine Festlegungen für Aufstellräume . . . . .	594	10.9.1	Energiebedarf zur Stofferwärmung . . . . .	651
10.2.2	Zusätzliche Festlegungen für Aufstellräume . . . . .	594	10.9.2	Geräteleistung und Wirkungsgrad . . . . .	653
10.2.3	Unterscheidungsmerkmale der Gasgeräte . . . . .	594	10.9.3	Anschluss- und Einstellwerte . . . . .	655
10.2.4	Funktion von Gas-Wärmeerzeugern . . . . .	604	10.9.4	Abgasverluste und Wirkungsgrade . . . . .	656
<b>10.3</b>	<b>Sicherheitstechnische Ausrüstung</b>	612	10.9.5	Abgasvolumen und Verbindungsstücke . . . . .	659
10.3.1	Bauart der Anlage . . . . .	612	<b>10.10</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags</b>	661
10.3.2	Vorlauftemperatur und Brennstoffart . . . . .	613	10.10.1	Vorüberlegung und Vorgehensweise . . . . .	661
10.3.3	Funktion der Sicherheitseinrichtungen . . . . .	615	10.10.2	Kundengespräch . . . . .	661
<b>10.4</b>	<b>Verbrennung</b>	618	10.10.3	Berechnungen zum Wärmeerzeuger . . . . .	662
10.4.1	Verbrennungsvorgang . . . . .	618	10.10.4	Materialzusammenstellung . . . . .	663
10.4.2	Verbrennungsprodukt . . . . .	620	10.10.5	Montage des Wärmeerzeugers . . . . .	664
<b>10.5</b>	<b>Abgasanlage</b>	621	10.10.6	Inbetriebnahme des Wärmeerzeugers . . . . .	665
10.5.1	Strömungssicherung . . . . .	621	<b>10.11</b>	<b>Lernsituation</b>	666
10.5.2	Abgasklappen . . . . .	623	<b>11</b>	<b>Wärmeerzeugungsanlagen für flüssige und feste Brennstoffe installieren</b>	
<b>11.1</b>	<b>Wärmeerzeugungsanlagen und ihre Unterscheidungen</b>	669			
11.1.1	Wärmeträger- oder Heizmedium . . . . .	670			
11.1.2	Art der Brennstoffe . . . . .	670			
11.1.3	Bauart . . . . .	672			
11.1.4	Brennraumkonstruktion . . . . .	673			
11.1.5	Brenner . . . . .	674			
<b>11.2</b>	<b>Aufstellungsrichtlinien für Wärmeerzeuger</b>	679			
11.2.1	Allgemeine Festlegungen für Aufstellräume . . . . .	680			

11.2.2	Zusätzliche Festlegungen für Aufstellräume . . . . .	680	12.2.1	Solarthermie . . . . .	716
<b>11.3</b>	<b>Sicherheitstechnische Ausrüstung . . . . .</b>	<b>680</b>	12.2.2	Wärmepumpen . . . . .	719
11.3.1	Bauart der Anlage . . . . .	680	12.2.3	Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) . . . . .	740
11.3.2	Vorlauftemperatur und Brennstoffart . . . . .	681	12.2.4	Fernwärmeanlagen . . . . .	747
11.3.3	Funktion der Sicherheits-einrichtungen . . . . .	682	12.2.5	Wärmerückgewinnung . . . . .	757
<b>11.4</b>	<b>Verbrennung . . . . .</b>	<b>683</b>	<b>12.3</b>	<b>Energetische Bewertung und Optimierung von Systemen und Anlagen . . . . .</b>	<b>757</b>
11.4.1	Verbrennungsvorgang . . . . .	683	12.3.1	Energieausweise nach GEG . . . . .	758
11.4.2	Verbrennungsprodukt . . . . .	683	12.3.2	Anforderungen an Wohngebäude . . . . .	760
<b>11.5</b>	<b>Brennstoff-Versorgungsanlagen . . . . .</b>	<b>684</b>	12.3.3	Betriebskosten von Heizungsanlagen . . . . .	763
11.5.1	Unterscheidung der Brennstoffe . . . . .	684	<b>12.4</b>	<b>Energieberatung . . . . .</b>	<b>764</b>
11.5.2	Brennstofflagerung . . . . .	685	12.4.1	Umweltaspekte . . . . .	765
11.5.3	Versorgungsleitungen . . . . .	687	12.4.2	Maßnahmen gegen Umweltbelastungen durch Verbrennung . . . . .	767
11.5.4	Prüfen von Ölanlagen . . . . .	690	<b>12.5</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags . . . . .</b>	<b>768</b>
<b>11.6</b>	<b>Inbetriebnahme . . . . .</b>	<b>691</b>	<b>12.6</b>	<b>Lernsituationen . . . . .</b>	<b>768</b>
11.6.1	Abgaswegeüberprüfung . . . . .	691			
11.6.2	Unterrichtung des Betreibers . . . . .	692			
<b>11.7</b>	<b>Darstellung von Wärmeerzeugungsanlagen . . . . .</b>	<b>694</b>	<b>13</b>	<b>Raumluftechnische Anlagen installieren</b>	
11.7.1	Erstellen von Zeichnungen . . . . .	694	<b>13.1</b>	<b>RLT-Anlagen . . . . .</b>	<b>771</b>
11.7.2	Erstellung von Materiallisten . . . . .	695	<b>13.2</b>	<b>Unterscheidung von RLT-Anlagen</b>	<b>772</b>
11.7.3	Aufgabe . . . . .	695	13.2.1	Freie Lüftung . . . . .	772
<b>11.8</b>	<b>Berechnungen bei Wärmeerzeugungsanlagen . . . . .</b>	<b>697</b>	13.2.2	RLT-Anlagen ohne Lüftungsfunktion . . . . .	773
11.8.1	Energiebedarf zur Stofferwärmung . . . . .	697	13.2.3	RLT-Anlagen mit Lüftungsfunktion . . . . .	774
11.8.2	Geräteleistung und Wirkungsgrad . . . . .	698	<b>13.3</b>	<b>Bauteile zu RLT-Anlagen . . . . .</b>	<b>777</b>
11.8.3	Öldurchsatz und Auswahl von Brennerdüsen . . . . .	700	13.3.1	Luftfilter . . . . .	777
11.8.4	Abgasverluste und Wirkungsgrade . . . . .	702	13.3.2	Heiz- und Kühlregister . . . . .	778
11.8.5	Brennstoffverbrauch und Lagergrößen . . . . .	705	13.3.3	Be- und Entfeuchtungseinrichtungen . . . . .	780
11.8.6	Brennstoffbedarf für die Trinkwassererwärmung . . . . .	705	13.3.4	Wetterschutzbretter und Jalousiekappen . . . . .	782
11.8.7	Brennstoffbedarf bei Holzheizung . . . . .	706	13.3.5	Ventilatoren . . . . .	782
<b>11.9</b>	<b>Lösung des Kundenauftrags . . . . .</b>	<b>707</b>	13.3.6	Zu- und Abluftkanäle . . . . .	784
11.9.1	Aufnahme der Gebäudedaten . . . . .	707	13.3.7	Luftein- und Luftauslässe . . . . .	786
11.9.2	Berechnung des Jahresbrennstoffbedarfs . . . . .	707	13.3.8	Schalldämpfer . . . . .	788
11.9.3	Darstellung des Aufstellraumes . . . . .	708	13.3.9	Brandschutzeinrichtungen . . . . .	789
11.9.4	Kundengespräch . . . . .	709	<b>13.4</b>	<b>Regelung von RLT-Anlagen . . . . .</b>	<b>790</b>
11.9.5	Materialiste . . . . .	709	13.4.1	Mischluftregelung . . . . .	790
11.9.6	Arbeitsschritte . . . . .	709	13.4.2	Regelung der Raumtemperatur . . . . .	791
<b>11.10</b>	<b>Lernsituationen . . . . .</b>	<b>710</b>	13.4.3	Regelung der Luftfeuchtigkeit . . . . .	792
			<b>13.5</b>	<b>Wärmerückgewinnung . . . . .</b>	<b>793</b>
			13.5.1	Wasserumlaufsysteme . . . . .	793
			13.5.2	Wärmerohrtauscher . . . . .	793
			13.5.3	Rotations-Wärmetauscher . . . . .	794
			13.5.4	Platten-Wärmetauscher . . . . .	794
			<b>13.6</b>	<b>Inbetriebnahme und Wartung . . . . .</b>	<b>795</b>
			13.6.1	Inbetriebnahme von RLT-Anlagen . . . . .	795
			13.6.2	Wartung von RLT-Anlagen . . . . .	795
			<b>13.7</b>	<b>Darstellung von RLT-Anlagen . . . . .</b>	<b>796</b>
			13.7.1	Erstellen von Zeichnungen . . . . .	796

<b>13.8 Berechnungen zu RLT-Anlagen</b> . . . . .	800	14.7.2 Vorüberlegungen. . . . .	833
13.8.1 Außenluftströme. . . . .	800	14.7.3 Kundengespräch. . . . .	833
13.8.2 Zu- und Abluftmengen . . . . .	800	14.7.4 Kostenzusammenstellung . . . . .	834
18.8.3 Dimensionierung von Lüftungskanälen . . . . .	801	<b>14.8 Lernsituationen</b> . . . . .	835
13.8.4 Zustandsänderungen der Luft . . . . .	802	<b>14.9 Gebäudeautomation</b> . . . . .	836
13.8.5 Luftmischung . . . . .	803	14.9.1 Anlagen mit Gebäudeleittechnik . . . . .	836
13.8.6 Lufterwärmung. . . . .	804	14.9.2 Anlagen mit Gebäudesystemtechnik . . . . .	837
<b>13.9 Kontrollierte Wohnraumlüftung</b> . . . . .	804	14.9.3 Struktur einer Anlage mit Gebäudesystemtechnik . . . . .	838
13.9.1 Abluftanlagen mit Abluftventilatoren	805	14.9.4 Programmierung der Busteilnehmer . . . . .	839
13.9.2 Zentrale Abluftanlagen ohne WRG. . . . .	806	14.9.5 EIB-Anwendung . . . . .	841
13.9.3 Wohnungs-Lüftungssysteme mit WRG . . . . .	807		
<b>13.10 Lösung des Kundenauftrags</b> . . . . .	808		
<b>13.11 Lernsituationen</b> . . . . .	809		
<b>14 Versorgungstechnische Anlagen einstellen und energetisch optimieren</b>			
<b>14.1 Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik</b> . . . . .	811	<b>15.1 Inspektions- und Wartungspläne</b> . . . . .	845
14.1.1 Aufbau und Wirkungsweise einer Steuerung . . . . .	811	15.1.1 Instandhaltung . . . . .	845
14.1.2 Arten der Steuerungen. . . . .	814	15.1.2 Instandhaltung von Trinkwasseranlagen und Trinkwasser-Erwärmungsanlagen . . . . .	846
14.1.3 Aufbau und Wirkungsweise einer Regelung. . . . .	815	15.1.3 Instandhaltung von Entwässerungsanlagen . . . . .	848
<b>14.2 Regelung von Heizungsanlagen</b> . . . . .	817	15.1.4 Instandhaltung von Regenwassernutzungsanlagen . . . . .	849
14.2.1 Regelung der Kesselwassertemperatur . . . . .	818	15.1.5 Instandhaltung von Heizungsanlagen	849
14.2.2 Regelung der Vorlauftemperatur . . . . .	819	15.1.6 Instandhaltung RLT-Anlagen. . . . .	853
14.2.3 Regelung der Raumtemperatur . . . . .	820	15.1.7 Instandhaltung von Solaranlagen . . . . .	856
14.2.4 Beimischregelung . . . . .	822		
<b>14.3 Brennersteuerung</b> . . . . .	823	<b>15.2 Protokolle zu Inbetriebnahme-, Übergabe- und Instandhaltungsarbeiten</b> . . . . .	856
14.3.1 Feuerungssystem . . . . .	824	15.2.1 Erstellung von Protokollen . . . . .	857
<b>14.4 Temperaturregelung beim TWE</b> . . . . .	825	<b>15.3 Wartungsverträge</b> . . . . .	857
14.4.1 Speicher-Vorrangsschaltung. . . . .	825	15.3.1 Afbassen von Wartungs- oder Instandhaltungsverträgen. . . . .	857
14.4.2 Verminderung von Legionellenwachstum. . . . .	825		
14.4.3 Zirkulationspumpen-Steuerung . . . . .	825	<b>15.4 Herstellerunterlagen</b> . . . . .	858
<b>14.5 Darstellung von Heizungsregelungen</b> . . . . .	826	<b>15.5 Lösung des Kundenauftrags</b> . . . . .	859
14.5.1 Funktionsablauf. . . . .	826	<b>15.6 Lernsituationen</b> . . . . .	859
14.5.2 Stromlaufplan . . . . .	826		
14.5.3 Verdrahtungspläne . . . . .	827		
14.5.4 Vernetzungspläne . . . . .	827		
<b>14.6 Gebäudeleittechnik</b> . . . . .	828		
14.6.1 BUS-Systeme . . . . .	829		
14.6.2 Funksystem. . . . .	829		
14.6.3 BUS- und Funksystem . . . . .	831		
14.6.4 Gebäudeüberwachung. . . . .	831		
<b>14.7 Lösung des Kundenauftrags</b> . . . . .	833		
14.7.1 Vorhandene Gebäudedaten . . . . .	833		

## K Kundenaufträge und Aufgaben

<b>K1 Kundenauftrag zur Wasser- und Umwelttechnik</b> . . . . .	861
<b>K2 Kundenauftrag zur Wärme- und Lufttechnik</b> . . . . .	870
<b>K3 Aufgaben zur Wassertechnik</b> . . . . .	878
<b>K4 Aufgaben zur Wärmetechnik</b> . . . . .	879
<b>K5 Aufgaben zu Lufttechnik</b> . . . . .	880
<b>K6 Aufgaben zur Umwelttechnik</b> . . . . .	881
<b>Sachwortverzeichnis</b> . . . . .	882
<b>Bildquellenverzeichnis</b> . . . . .	898

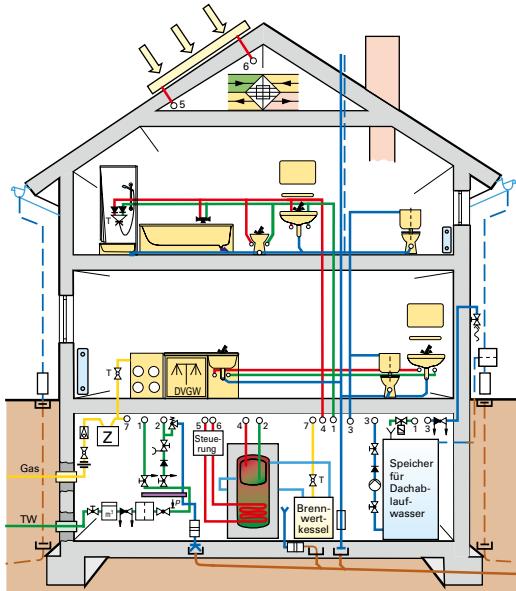


# 01

## Bauelemente mit handgeführten Werkzeugen fertigen

*Processing and finishing of system components with handheld tools*

### Leitprojekt



#### 1.1 Abwicklung eines Kundenauftrags

*Execution of a customer order*

#### 1.2 Werkstofftechnik

*Materials technology*

#### 1.3 Fertigungstechnik

*Manufacturing technology*

#### 1.4 Arbeitsplanung

*Work planning*

#### 1.5 Technische Berechnungen

*Technical calculations*



### Kundenauftrag

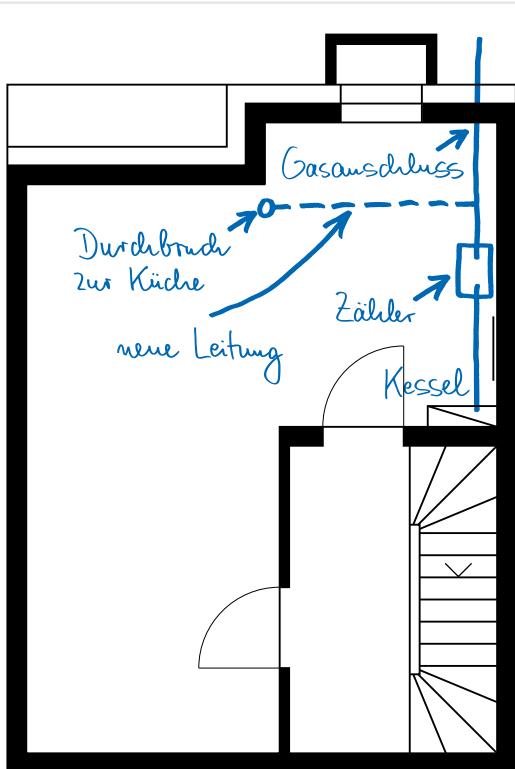


Bild 1: Skizze zum Kundenauftrag

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 Gasherden 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

### 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, Seite 14**).

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

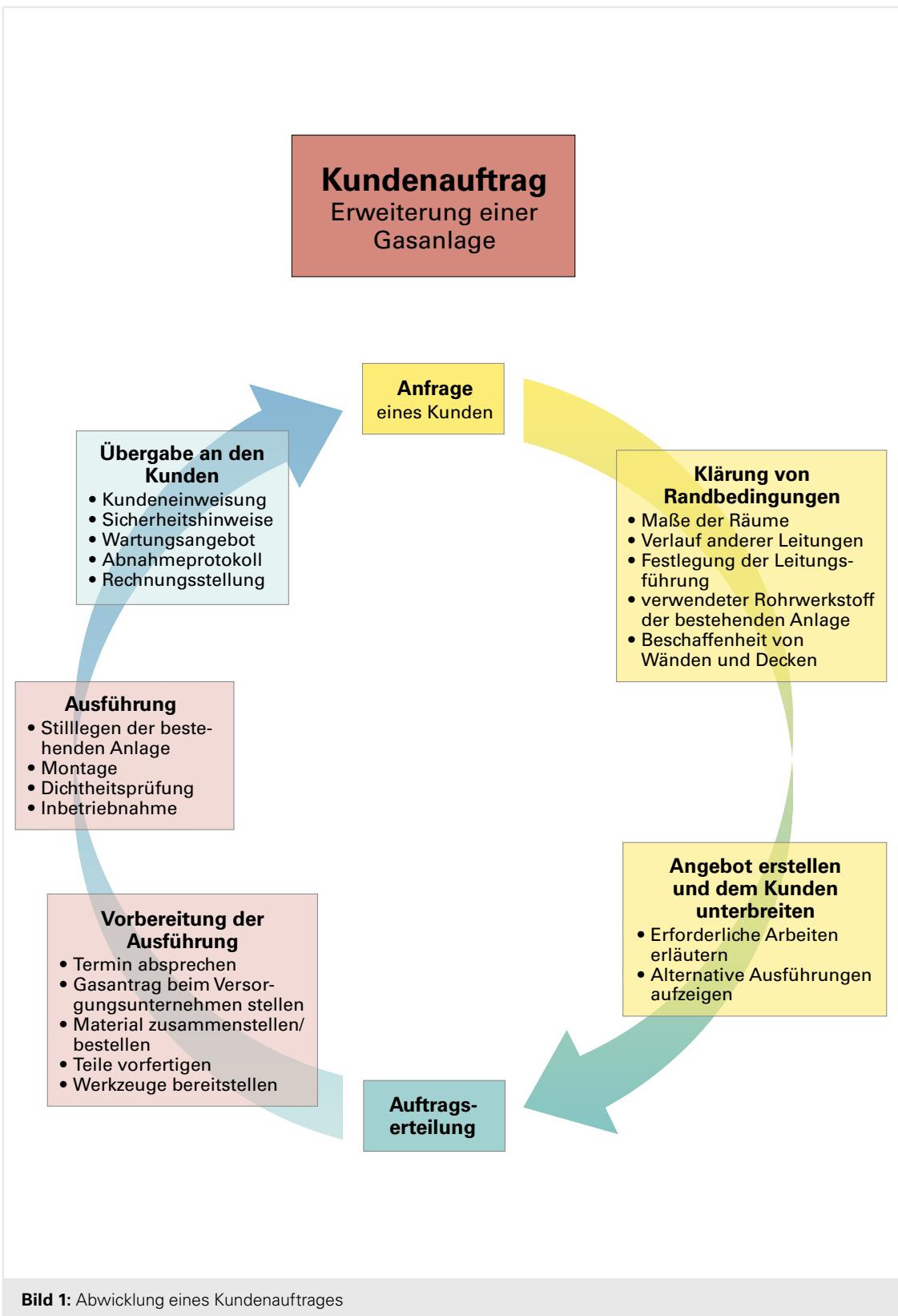
- Anfertigen von Maßskizzen der bestehenden und der geplanten Leitungen,
- Zusammenstellen des benötigten Materials für die Rohrleitung und deren Befestigung,
- Vergleichen der Material- und Arbeitszeitkosten für die Ausführung mit Winkeln und dem Biegen des Rohres,
- Begründen der günstigeren Ausführung 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 (Seite 14) 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.



## 1.1 Abwicklung eines Kundenauftrags



### 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 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**

$d_1$	$d=d_2$	$L$	$L_1$	$z$	$z_1$	Preis
in mm	in mm	in mm	in mm	in mm	in mm	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

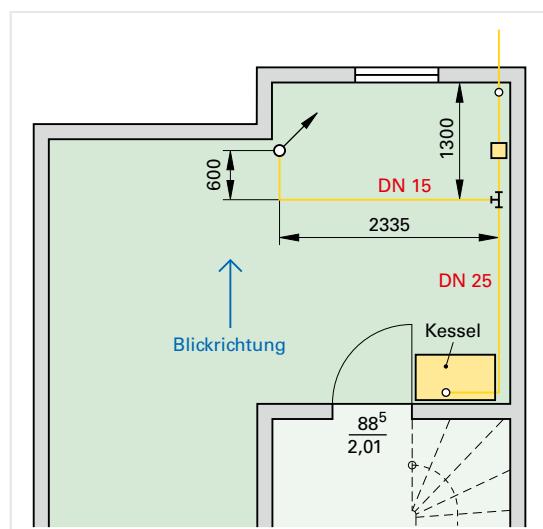
**Bogen, 90°**

$d$	$L$	$z$	Preis
in mm	in mm	in mm	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

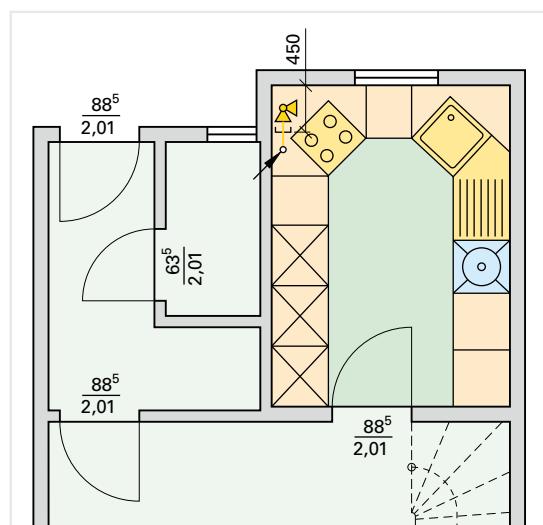
**Übergang mit Innengewinde**

$d$	$R_p$	$L$	$z$	Preis
in mm	in "	in mm	in mm	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

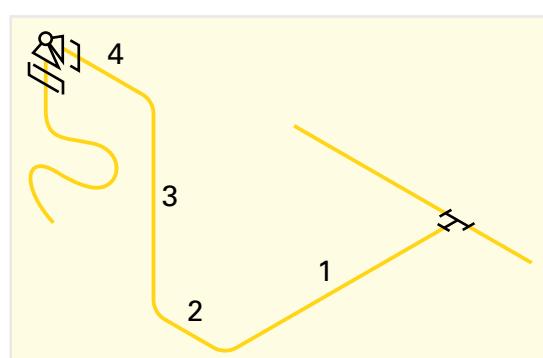
**Bild 4:** z-Maße für Kupferpressverbindungen



**Bild 1:** Gasleitung im UG, Maßstab 1: 100



**Bild 2:** Gasleitung im EG, Maßstab 1: 100



**Bild 3:** Raumschema der Gasleitung



## 1.1 Abwicklung eines Kundenauftrags

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

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

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

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

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

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, Rohrabschneider, 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 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

**Tabelle 2: Materialauszüge**

Pos.	Menge	Bezeichnung	Größe/DN
<b>Ausführung mit Pressfittings</b>			
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 × ½
5	1	Gassteckdose	½
6	5	Rohrschellen mit Metall-dübeln	15
7	1	Sicherheits-Gasschlauch	15
<b>Ausführung mit Biegegerät (R = 55 mm)</b>			
1	4,3 m	Kupferrohr DIN EN 1057	15
2	1	T-Stück	25 × 15
3	1	Übergang, Innengewinde	15 × ½
4	1	Gassteckdose	½
5	5	Rohrschellen mit Metall-dübeln	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 Metall-dübeln	3,16	15,80
6	1 Stück	Sicherheits-Gasschlauch	49,90	49,90
<b>Gesamt-Materialpreis</b>				<b>228,84</b>
1	2 Std.	Auszubildender	22,00	44,00
2	2 Std.	Geselle	48,00	96,00
<b>Arbeitszeit</b>				<b>140,00</b>
<b>Gesamtbetrag</b>				<b>368,84</b>
<b>Mehrwertsteuer 19%</b>				<b>70,08</b>
<b>Angebotspreis</b>				<b>438,92</b>



## 1.1 Abwicklung eines Kundenauftrags

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 Metalldübel und Anbringen der Rohrschellen wird das Rohr lose befestigt und mit dem Pressfitting zusammengesteckt. Die Einstechtiefe wird angezeichnet und durch nochmaliges Herausziehen des Rohres aus dem Fitting kontrolliert. Nach dem Einsticken 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.

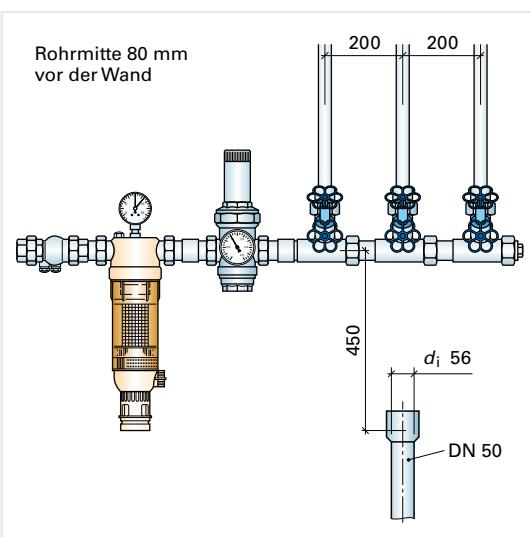
Die Gasleitung wird entlüftet, die Verschraubungen zur Kontrolle der Dichtheit abgesprüht und der Kessel wird eingeschaltet. Pünktlich kommt der Meister zur Übergabe an den Kunden. Nachdem er sich nach der Dichtheitsprüfung erkundigt hat und die Leitung besichtigt hat, übergibt er sie Herrn Dampf.

### 1.1.2 Blechbauteil Rinne

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

- jeweils 10 cm nach vorn und nach beiden Seiten über die Rohrmitte 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 herunterlaufen kann und
- an eine Abwasserleitung DN 50 angeschlossen werden.

Die erforderlichen Maße können Bild 1 entnommen werden.



**Bild 1:** Verteiler



#### Lernzielkontrolle

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, welcher 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. Stellen Sie eine Liste der Werkzeuge auf, welche Sie zur Herstellung und Montage der Rinne benötigen.
12. Erstellen Sie einen Plan für die Reihenfolge der Arbeitsschritte.
13. Berechnen Sie die Masse von Rinne und Stutzen und wiegen Sie die fertigten Bauteile. Begründen Sie die Abweichung!



## 1.1 Abwicklung eines Kundenauftrags

### // 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>**

Blech-dicke s in mm	D-Znbd	SF-CuF22 SF-CuF25	Pb 99,94 (Cu)	AlMnF12 AlMnF14	Stahl-blech 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 vorwärmbar	Regenrinnen, Regenfallrohre, Einfassungen, Abdichtungen, Dacheindeckungen	gut hart- und weichlötbar, sehr gut einfach und doppelt lötbar	vorwärmbar für Schweißen, dunkle Farbe nicht überall erwünscht, (Abhilfe: verzinnte 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 Wärmerückstrahlung, günstiger Preis, Oberflächenbeschichtung in vielen Farbvarianten möglich	hohe Wärmedehnung, Nachbearbeitung beim Gassschweißen 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, weichlötbar	Regenrinnen, Regenfallrohre, Fassaden, Dacheindeckungen > 15° 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 Abwicklung eines Kundenauftrags

### 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. Je Meter hat das mit Wasser gefüllte Rohr eine Masse von 16,7 kg. Die Befestigung soll alle 2,5 m erfolgen. 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.

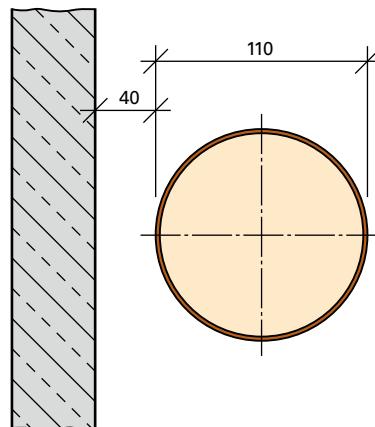
Als Material stehen Flachstahl, Stahlblech und verschiedene Stahlprofile zur Verfügung (**Bild 2**). Darüber hinaus können Normteile verwendet werden (**Bild 1, Seite 20**).

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.



#### Lernzielkontrolle

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			
		<i>s</i> Dicke	<i>b</i> Breite	Bezeichnung:						
		$b \times s$								
				z.B.						
				6	70					
Dicke <i>s</i> in mm		5	6	8	10	12	15	20		
Breite <i>b</i> in mm		30	35	40	45	50	60	70		
(Vorzugsbreiten)										
Gleichschenkliger Winkelstahl, gewalzt DIN EN 10056-1										
<i>s</i> Schenkeldicke <i>a</i> Schenkelbreite <i>w</i> Bohrungsabstand <i>d</i> Bohrungsdurchmesser $r_1 \approx s$ $r_2 \approx \frac{s}{2}$										
Kurz-zeichen	Abmessungen			<i>S</i> cm <sup>2</sup>	<i>m'</i> kg/m	<i>w</i> <sub>1</sub> mm	<i>w</i> <sub>2</sub> mm	<i>d</i> <sub>1</sub> mm		
<i>L</i>	<i>a</i> mm	<i>s</i> 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



## 1.1 Abwicklung eines Kundenauftrags

Belastbarkeit von Gewindestangen							
<b>Rohrschellen</b>	<b>Sechskantschraube DIN EN 24017 Gewinde bis Kopf</b>	<b>Sechskantmutter mit Regelgewinde</b>	<b>Scheibe DIN 4033</b>				
<b>Größe in mm</b>	<b>B</b>	<b>b<sub>1</sub></b>	<b>H<sub>1</sub></b>	<b>H</b>	<b>Typ 1 DIN EN 24032</b>	<b>Typ 2 ISO 4033</b>	
1/4"	13,5 / 15	37	18	30	17	8	
3/8"	7,2 / 18	40	18	33	19	10	
1/2"	21,3 / 22	44	18	37	21	13	
3/4"	26,9 / 28	50	18	43	24	16	
1"	33,7	57	18	49	27	18	
1 1/4"	42,4	67	18	59	32	25	
1 1/2"	48,3	73	18	65	35	26,6	
2"	60,3	85	18	77	41	32	
	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		

**Bild 1:** Rohrschellen und Normteile