



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für metalltechnische Berufe

Fachkunde

Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik

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

7. 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 | Studienrat | Waldbronn |
| 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 |
| Kiebusch, Burkhard | Studiendirektor | Berlin |
| 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

7. Auflage 2021

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 978-3-7585-1060-1

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

© 2021 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt

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

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.

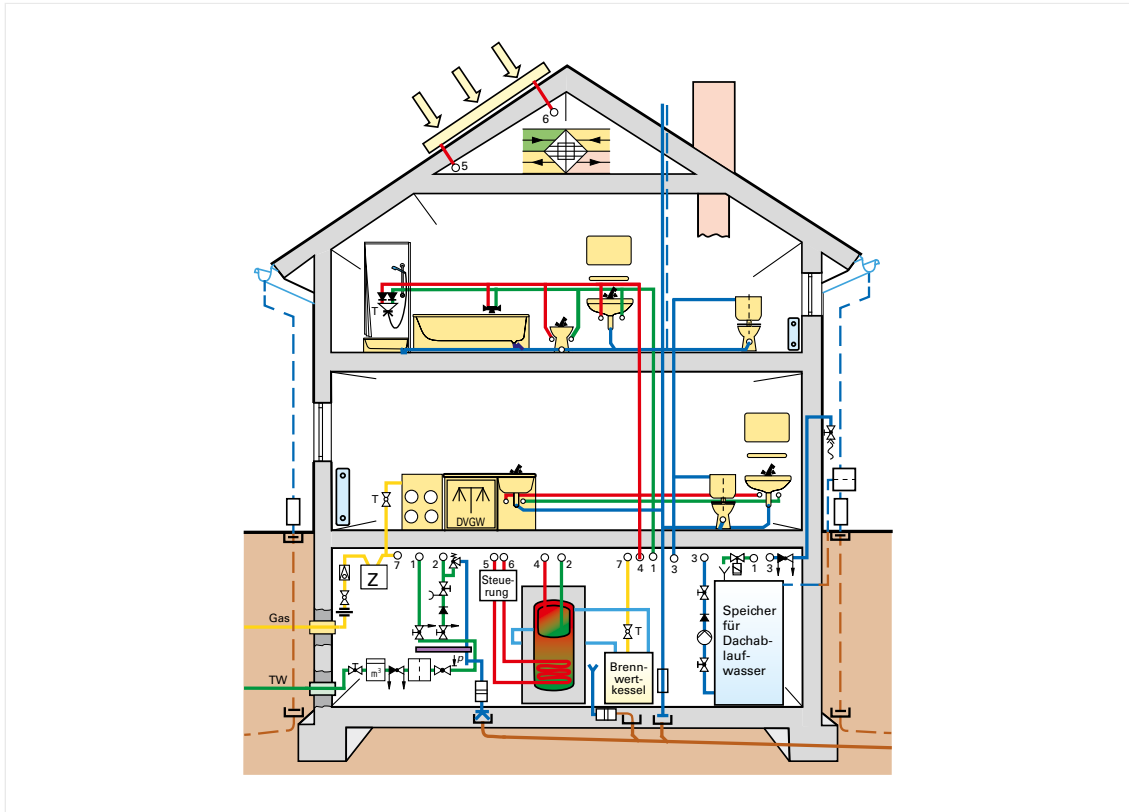
// Zielgruppen

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

In der **siebten 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.

Lernfelder

Leitprojekt



- | | | | |
|--|---|--|---|
| 1 Bauelemente mit handgeführten Werkzeugen fertigen |  | 9 Trinkwassererwärmungsanlagen installieren |  |
| 2 Bauelemente mit Maschinen fertigen |  | 10 Wärmeerzeugungsanlagen für gasförmige Brennstoffe installieren |  |
| 3 Baugruppen herstellen und montieren |  | 11 Wärmeerzeugungsanlagen für flüssige und feste Brennstoffe installieren |  |
| 4 Technische Systeme instandhalten |  | 12 Ressourcenschonende Wärmeerzeugungsanlagen installieren |  |
| 5 Trinkwasseranlagen installieren |  | 13 Raumlufttechnische Anlagen installieren |  |
| 6 Entwässerungsanlagen installieren |  | 14 Versorgungstechnische Anlagen einstellen und energetisch optimieren |  |
| 7 Wärmeverteileranlagen installieren |  | 15 Versorgungstechnische Anlagen instand halten |  |
| 8 Sanitärräume ausstatten |  | K Kundenaufträge und Aufgaben |  |

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|------------|--|-----|
| 1 | Bauelemente mit handgeführten Werkzeugen fertigen | |
| 1.1 | Abwicklung eines Kundenauftrags | 13 |
| 1.1.1 | Lösung des Kundenauftrags | 15 |
| 1.1.2 | Blechbauteil Rinne | 17 |
| 1.1.3 | Rohrkonsole | 19 |
| 1.2 | Werkstofftechnik | 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 |
| 1.3 | Fertigungstechnik | 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 |
| 1.4 | Arbeitsplanung | 72 |
| 1.4.1 | Zeichnungsnormen | 72 |
| 1.4.2 | Projektionen und räumliche Darstellungen | 80 |
| 1.5 | Technische Berechnungen | 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 |
| 2 | Bauelemente mit Maschinen fertigen | |
| 2.1 | Aufgaben zum Kundenauftrag | 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 |
| 2.2 | Lösung des Kundenauftrags | 121 |
| 2.3 | Lernsituationen | 123 |
| 2.4 | Bearbeiten von Kundenaufträgen | 124 |
| 2.4.1 | Betriebliches Leistungsangebot | 124 |
| 2.4.2 | Waren- und Dienstleistungsangebot | 125 |
| 2.5 | Auftragsbeschaffung | 126 |
| 2.5.1 | Betriebskultur | 126 |
| 2.5.2 | Betriebsdarstellung | 128 |
| 2.6 | Angebot | 129 |
| 2.6.1 | Kundenbedürfnisse | 129 |
| 2.6.2 | Kostenrechnen zur Angebotserstellung | 131 |
| 2.6.3 | Angebotsdarstellung | 133 |
| 2.7 | Auftragsplanung | 134 |
| 2.7.1 | Betriebliche Organisation | 134 |
| 2.7.2 | Auftragsbearbeitung | 135 |
| 2.8 | Ausführung und Übergabe | 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 |
| 2.9 | Lösung des Kundenauftrages | 142 |
| 3 | Baugruppen herstellen und montieren | |
| 3.1 | Abwicklung des Kundenauftrages | 146 |
| 3.2 | Aufgaben zum Kundenauftrag | 147 |
| 3.3 | Informationsmaterial | 147 |
| 3.3.1 | Installationssysteme | 147 |
| 3.3.2 | Beispiel eines Vorwandsystems | 148 |
| 3.3.3 | Urinalsteuerungen | 150 |
| 3.4 | Lösung des Kundenauftrags | 151 |
| 3.5 | Lernsituation 1 | 154 |
| 3.6 | Lernsituation 2 | 154 |
| 3.7 | Bauzeichnungen | 155 |
| 3.8 | Darstellung von SHK-Bauteilen und SHK-Anlagen | 158 |
| 3.8.1 | Schemazeichnungen | 158 |
| 3.8.2 | Montageskizzen | 161 |
| 4 | Technische Systeme instandhalten | |
| 4.1 | Grundbegriffe der Instandhaltung | 167 |
| 4.2 | Inspektions- und Wartungsplan | 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 |
| 4.3 | Inspektion, Wartung und Instandsetzung haustechnischer Systeme. | 169 | 5.1.4 | Anforderungen an Trinkwasser | 266 |
| 4.3.1 | Rückflussverhinderer in Rohrleitungen | 169 | 5.2 | Trinkwasseranlagen. | 267 |
| 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 |
| 4.4 | Einsatz und Wartung elektrischer Betriebsmittel. | 172 | 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 Elektrowerkzeuge. | 174 | 5.2.8 | Sicherungsarmaturen | 286 |
| 4.4.5 | Instandsetzung, Wartung, Prüfung | 174 | 5.2.9 | Inbetriebnahme von Trinkwasseranlagen | 289 |
| 4.5 | Lösung des Kundenauftrags. | 176 | 5.3 | Behandlung von Trinkwasser. | 291 |
| 4.6 | Lernsituation. | 177 | 5.3.1 | Kalk und Kohlensäure im Trinkwasser | 291 |
| 4.7 | Elektrotechnik | 178 | 5.3.2 | Härtstabilisierung | 292 |
| 4.7.1 | Dreiphasenwechselfrequenz- Erzeugung | 179 | 5.3.3 | Enthärtung. | 294 |
| 4.7.2 | Dreiphasenwechselfrequenz- Verteilung und Transformation | 180 | 5.3.4 | Entsalzung. | 295 |
| 4.7.3 | Drehstrom-Systeme | 181 | 5.4 | Pumpen in der Wasserversorgung | 296 |
| 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 | 5.5 | Darstellung von Trinkwasseranlagen. | 299 |
| 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 Strangschema | 300 |
| 4.7.9 | Verlegearten von Leitungen und Kabeln | 200 | 5.6 | Berechnungen bei Trinkwasseranlagen. | 302 |
| 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 | 5.7 | Lernsituationen zur Trinkwasserinstallation. | 309 |
| 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 | 6 Entwässerungsanlagen installieren | | |
| 5 Trinkwasseranlagen installieren | | | 6.1 | Abwasserentsorgung | 313 |
| 5.1 | Trinkwasser. | 257 | 6.1.1 | Öffentliche Abwasserentsorgung | 314 |
| 5.1.1 | Kreislauf des Wassers | 258 | 6.1.2 | Private Abwasserentsorgung | 315 |
| | | | 6.1.3 | Gesetzliche Grundlagen der Abwasserentsorgung | 316 |
| | | | 6.2 | Entwässerungsanlagen. | 316 |
| | | | 6.2.1 | Leitungsabschnitte | 317 |

| | | | | | |
|-------------|---|-----|---|--|-----|
| 6.2.2 | Rohrwerkstoffe und Verbindungstechniken bei Abwasserleitungen | 317 | 6.12 | Lernsituationen | 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 | 7 Wärmeverteileranlagen installieren | | |
| 6.3 | Rückhalten schädlicher Stoffe | 334 | 7.1 | Energie – Wärme – Temperatur | 375 |
| 6.3.1 | Sand- und Schlammfänge | 335 | 7.2 | Temperaturmessung | 378 |
| 6.3.2 | Fettabscheider | 335 | 7.3 | Thermische Ausdehnung | 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 |
| 6.4 | Schutz gegen Rückstau | 339 | 7.3.4 | Volumenänderung bei Gasen | 383 |
| 6.4.1 | Hebeanlagen | 339 | 7.4 | Wärmemenge | 383 |
| 6.4.2 | Rückstauverschlüsse | 340 | 7.4.1 | Wärmemenge bei Temperaturänderung | 383 |
| 6.4.3 | Rückstaupumpenanlagen | 343 | 7.4.2 | Wärmemenge zur Änderung des Aggregatzustandes | 384 |
| 6.5 | Darstellung von Entwässerungsanlagen | 343 | 7.5 | Wärmeleistung | 385 |
| 6.5.1 | Sinnbilder, Leitungsarten | 344 | 7.6 | Wärmeübertragung | 386 |
| 6.5.2 | Zeichnungsarten | 345 | 7.7 | Wärmeverteilungssysteme | 389 |
| 6.6 | Dachentwässerung, Dachrinnen | 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 Niederschlagswassers | 348 | 7.7.5 | Stockwerks- und Etagenheizungen | 392 |
| 6.6.5 | Dachrinnen | 350 | 7.7.6 | Rohrarten | 392 |
| 6.7 | Regenfallrohre | 352 | 7.8 | Heizungspumpen | 394 |
| 6.7.1 | Regenfallrohre mit Teilfüllung | 352 | 7.8.1 | Pumpenwasserheizung | 394 |
| 6.7.2 | Dachentwässerung mit Druckströmung | 354 | 7.8.2 | Pumpenbauart und Funktion | 394 |
| 6.8 | Nutzung von Dachablaufwasser | 354 | 7.8.3 | Montage der Heizungspumpe | 395 |
| 6.9 | Verwahrungen | 356 | 7.8.4 | Pumpenauswahl | 396 |
| 6.9.1 | Kehlblöcke | 356 | 7.8.5 | Regelbare Heizungspumpen | 397 |
| 6.9.2 | Mauer- und Gesimsabdeckungen | 357 | 7.9 | Heizflächen | 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 |
| 6.10 | Arbeitssicherheit | 358 | 7.10 | Heizungsarmaturen | 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 |
| 6.11 | Berechnungen bei Entwässerungsanlagen | 360 | 7.10.3 | Heizungsverteiler und Sammler | 415 |
| 6.11.1 | Gefälle | 360 | 7.11 | Montage der Heizungsanlage | 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 |
| | | | 7.12 | Darstellung von Wärmeverteilungsanlagen | 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 |
| 7.13 | Berechnungen zu | | 8.9.5 | Badewannenanlagen | 489 |
| | Wärmeverteilungsanlagen | 430 | 8.9.6 | Duschanlagen | 493 |
| 7.13.1 | Wärmedurchgang | 430 | 8.9.7 | Spülbeckenanlagen | 496 |
| 7.13.2 | Wärmedurchgangskoeffizient. | 431 | 8.10 | Abnahme und Übergabe von | |
| 7.13.3 | Heizlastberechnung | 433 | | Sanitärräumen | 499 |
| 7.13.4 | Auslegung von Heizflächen | 435 | 8.10.1 | Pflegehinweise der Sanitären | |
| 7.13.5 | Dimensionierung des Rohrnetzes | 437 | | Einrichtungen in Bade- und | |
| 7.13.6 | Auswahl von Umwälzpumpen | 440 | | WC-Räumen | 499 |
| 7.14 | Lösung des Kundenauftrages | 442 | 8.10.2 | Übergabe des Sanitärraums an den | |
| 7.14.1 | Vorüberlegungen zum Auftrag | 442 | | Kunden | 501 |
| 7.14.2 | Kundengespräch | 442 | 8.11 | Lösung des Kundenauftrags. | 503 |
| 7.14.3 | Vorschlag zur Raumbeheizung | 443 | 8.11.1 | Bauplan und Bauausführung. | 503 |
| 7.14.4 | Berechnungen zur Raumheizung | 443 | 8.11.2 | Einrichtungsvorschläge. | 503 |
| 7.14.5 | Kostenvoranschlag | 444 | 8.11.3 | 3D-Darstellung der | |
| 7.14.6 | Arbeitsablauf | 444 | | Planungsvorschläge | 505 |
| 7.15 | Lernsituationen zu | | 8.11.4 | Detailplanung | 506 |
| | Wärmeverteilungsanlagen | 445 | 8.12 | Lernsituationen, Beispiele | 509 |
| | | | | | |
| 8 | Sanitärräume ausstatten | | 9 | Trinkwassererwärmungsanlagen | |
| | installieren | | | | |
| 8.1 | Planungsgrundlagen für | | 9.1 | Warmwasserbedarf | 511 |
| | Sanitärräume | 447 | 9.1.1 | Warmwasserbedarf im | |
| 8.1.1 | Ausstattung von Sanitärräumen. | 448 | | Wohnungsbau. | 512 |
| 8.1.2 | Stellflächen, seitliche Abstände und | | 9.1.2 | Warmwasserbedarf im Gewerbe. | 513 |
| | Bewegungsflächen | 448 | 9.2 | Wärmegewinnung | 513 |
| 8.1.3 | Planungsgrundlagen für Bäder und | | 9.3 | Wärmetauscher | 515 |
| | WC-Räume | 449 | 9.3.1 | Wärmetauscher für Abgase | 515 |
| 8.1.4 | Barrierefreie Sanitärräume | 450 | 9.3.2 | Wärmetauscher für Flüssigkeiten. | 516 |
| 8.1.5 | Planungsgrundlagen für Küchen. | 451 | 9.3.3 | Wärmetauscher bei elektrischer | |
| 8.2 | Erdung, elektrische | | | Trinkwassererwärmung | 518 |
| | Schutzbereiche und Schutzarten | 454 | 9.4 | Bauarten von | |
| 8.3 | Vorwandinstallation | 455 | | Trinkwassererwärmern. | 519 |
| 8.4 | Abdichtung von Flächen und | | 9.4.1 | Funktionsprinzipien von | |
| | Fugen | 459 | | Trinkwassererwärmern. | 520 |
| 8.5 | Fliesengerechte Installation | 460 | 9.4.2 | Elektrische Trinkwassererwärmer | 525 |
| 8.6 | Lüftung innenliegender | | 9.4.3 | Gasbeheizte Trinkwassererwärmer | 539 |
| | Sanitärräume | 462 | 9.4.4 | Indirekt beheizte Trinkwasser- | |
| 8.7 | Werkstoffe für | | | erwärmer | 547 |
| | Sanitärgegenstände | 464 | 9.4.5 | Solarbeheizte Trinkwassererwärmer | 548 |
| 8.7.1 | Keramische Werkstoffe | 464 | 9.4.6 | Wärmepumpen. | 557 |
| 8.7.2 | Metallische Werkstoffe. | 465 | 9.5 | Leitungsanlagen für | |
| 8.7.3 | Kunststoffe | 465 | | Trinkwassererwärmer. | 559 |
| 8.8 | Sanitärarmaturen | 467 | 9.5.1 | Trinkwasseranschlüsse von | |
| 8.8.1 | Absperrarmaturen. | 467 | | Wassererwärmern | 559 |
| 8.8.2 | Auslaufarmaturen | 468 | 9.5.2 | Verteilsysteme für Warmwasser | 561 |
| 8.8.3 | Ablaufarmaturen, Spülkästen | 474 | 9.5.3 | Begleitheizung. | 566 |
| 8.9 | Sanitäre Anlagen | 478 | 9.5.4 | Wärmedämmung | 567 |
| 8.9.1 | Waschbecken und | | 9.6 | Darstellung von Trinkwasser- | |
| | Waschtischanlagen. | 478 | | Erwärmungsanlagen | 568 |
| 8.9.2 | Sitzwaschbeckenanlagen | 481 | | | |

| | | | |
|---|-----|--|-----|
| 9.7 Berechnungen bei Trinkwasser-Erwärmungsanlagen | 570 | 10.5.3 Abgasrohre | 624 |
| 9.7.1 Wassermischung | 570 | 10.5.4 Schornsteine (Abgasleitungen) | 625 |
| 9.7.2 Berechnung von Temperaturen | 571 | 10.6 Brennstoffversorgungsanlage | 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 |
| 9.8 Lösung des Kundenauftrags. | 579 | 10.6.4 Flüssiggasleitungen | 639 |
| 9.9 Lernsituationen | 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 | 10.7 Inbetriebnahme von Gasanlagen | 643 |
| 9.9.5 Indirekt beheizten Trinkwassererwärmer anschließen | 583 | 10.7.1 Information zur Inbetriebnahme. | 643 |
| 10 Wärmeerzeugungsanlagen für gasförmige Brennstoffe installieren | | 10.7.2 Einlassen von Gas. | 643 |
| 10.1 Unterscheidung der Wärmeerzeugungsanlagen. | 587 | 10.7.3 Einstellen von Gaswärmeezeugern. | 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 | 10.8 Darstellung von Wärmeezeugern | 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 |
| 10.2 Aufstellungsrichtlinien für Wärmeerzeuger | 593 | 10.9 Berechnungen bei Wärmeezeugern | 651 |
| 10.2.1 Allgemeine Festlegungen für Aufstellräume | 594 | 10.9.1 Energiebedarf zur Stoffwärmerzeugung | 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-Wärmeezeugern | 604 | 10.9.4 Abgasverluste und Wirkungsgrade | 656 |
| 10.3 Sicherheitstechnische Ausrüstung | 612 | 10.9.5 Abgasvolumen und Verbindungsstücke | 659 |
| 10.3.1 Bauart der Anlage | 612 | 10.10 Lösung des Kundenauftrags. | 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 |
| 10.4 Verbrennung | 618 | 10.10.3 Berechnungen zum Wärmeezeuger | 662 |
| 10.4.1 Verbrennungsvorgang. | 618 | 10.10.4 Materialzusammenstellung. | 663 |
| 10.4.2 Verbrennungsprodukt. | 620 | 10.10.5 Montage des Wärmeezeugers. | 664 |
| 10.5 Abgasanlage | 621 | 10.10.6 Inbetriebnahme des Wärmeezeugers | 665 |
| 10.5.1 Strömungssicherung. | 621 | 10.11 Lernsituation. | 666 |
| 10.5.2 Abgasklappen | 623 | 11 Wärmeerzeugungsanlagen für flüssige und feste Brennstoffe installieren | |
| | | 11.1 Wärmeerzeugungsanlagen und ihre Unterscheidungen | 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 |
| | | 11.2 Aufstellungsrichtlinien für Wärmeezeuger | 679 |
| | | 11.2.1 Allgemeine Festlegungen für Aufstellräume | 680 |

13.8 Berechnungen zu RLT-Anlagen . . . 790
 13.8.1 Außenluftströme. 790
 13.8.2 Zu- und Abluftmengen 790
 13.8.3 Dimensionierung von Lüftungskanälen 791
 13.8.4 Zustandsänderungen der Luft 792
 13.8.5 Luftmischung 793
 13.8.6 Lufterwärmung. 794
13.9 Kontrollierte Wohnraumlüftung . . . 794
 13.9.1 Abluftanlagen mit Abluftventilatoren 795
 13.9.2 Zentrale Abluftanlagen ohne WRG. . . 796
 13.9.3 Wohnungs-Lüftungssysteme mit WRG 797
13.10 Lösung des Kundenauftrags. 798
13.11 Lernsituationen 799

14 Versorgungstechnische Anlagen einstellen und energetisch optimieren

14.1 Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik 801
 14.1.1 Aufbau und Wirkungsweise einer Steuerung 801
 14.1.2 Arten der Steuerungen 804
 14.1.3 Aufbau und Wirkungsweise einer Regelung. 805
14.2 Regelung von Heizungsanlagen . . . 807
 14.2.1 Regelung der Kesselwassertemperatur 808
 14.2.2 Regelung der Vorlauftemperatur 809
 14.2.3 Regelung der Raumtemperatur 810
 14.2.4 Beimischregelung 812
14.3 Brennersteuerung 813
 14.3.1 Feuerungsautomat 814
14.4 Temperaturregelung beim TWE . . . 815
 14.4.1 Speicher-Vorrangschaltung. 815
 14.4.2 Verminderung von Legionellenwachstum. 815
 14.4.3 Zirkulationspumpen-Steuerung 815
14.5 Darstellung von Heizungsregelungen 816
 14.5.1 Funktionsablauf. 816
 14.5.2 Stromlaufplan 816
 14.5.3 Verdrahtungspläne 817
 14.5.4 Vernetzungspläne 817
14.6 Gebäudeleittechnik 818
 14.6.1 BUS-Systeme 819
 14.6.2 Funksystem. 819
 14.6.3 BUS- und Funksystem 821
 14.6.4 Gebäudeüberwachung 821
14.7 Lösung des Kundenauftrags. 823
 14.7.1 Vorhandene Gebäudedaten 823

14.7.2 Vorüberlegungen. 823
 14.7.3 Kundengespräch 823
 14.7.4 Kostenzusammenstellung 824
14.8 Lernsituationen 825
14.9 Gebäudeautomation 826
 14.9.1 Anlagen mit Gebäudeleittechnik 826
 14.9.2 Anlagen mit Gebäudesystemtechnik 827
 14.9.3 Struktur einer Anlage mit Gebäudesystemtechnik 828
 14.9.4 Programmierung der Busteilnehmer . 829
 14.9.5 EIB-Anwendung 831

15 Versorgungstechnische Anlagen instand halten

15.1 Inspektions- und Wartungspläne . 835
 15.1.1 Instandhaltung 835
 15.1.2 Instandhaltung von Trinkwasseranlagen und Trinkwasser-Erwärmungsanlagen . . . 836
 15.1.3 Instandhaltung von Entwässerungsanlagen 838
 15.1.4 Instandhaltung von Regenwassernutzungsanlagen 839
 15.1.5 Instandhaltung von Heizungsanlagen 839
 15.1.6 Instandhaltung RLT-Anlagen. 843
 15.1.7 Instandhaltung von Solaranlagen 846
15.2 Protokolle zu Inbetriebnahme-, Übergabe- und Instandhaltungsarbeiten 846
 15.2.1 Erstellung von Protokollen 847
15.3 Wartungsverträge 847
 15.3.1 Abfassen von Wartungs- oder Instandhaltungsverträgen. 847
15.4 Herstellerunterlagen 848
15.5 Lösung des Kundenauftrags. 849
15.6 Lernsituationen 849

K Kundenaufträge und Aufgaben

K1 Kundenauftrag zur Wasser- und Umwelttechnik 851
K2 Kundenauftrag zur Wärme- und Lufttechnik 860
K3 Aufgaben zur Wassertechnik 868
K4 Aufgaben zur Wärmetechnik 869
K5 Aufgaben zu Lufttechnik. 870
K6 Aufgaben zur Umwelttechnik 871
Sachwortverzeichnis 872
Firmenverzeichnis 888

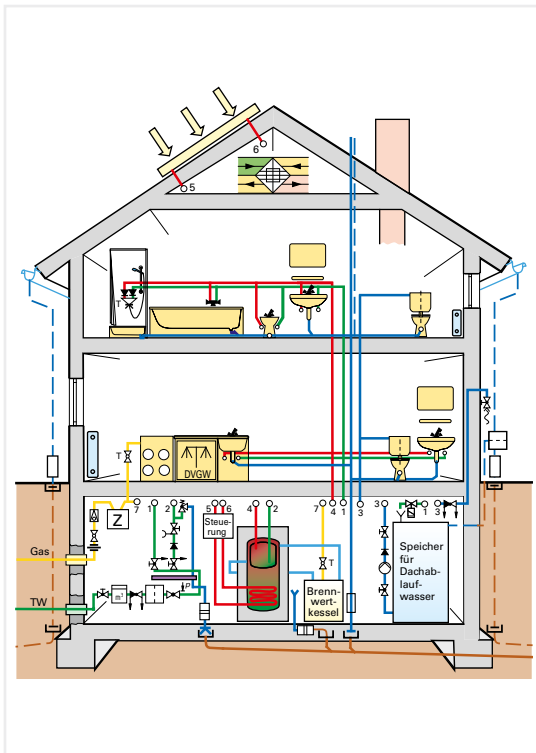


01

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

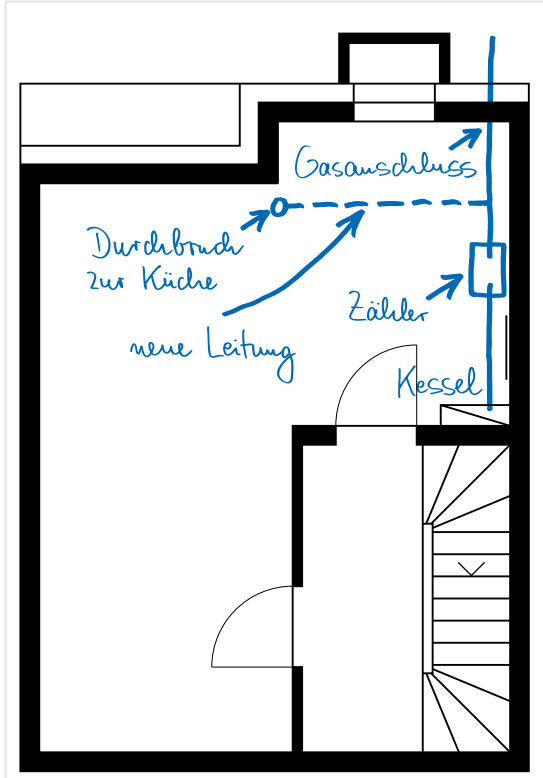


Bild 1: Skizze zum Kundenauftrag

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 Reihenhäus 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

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.

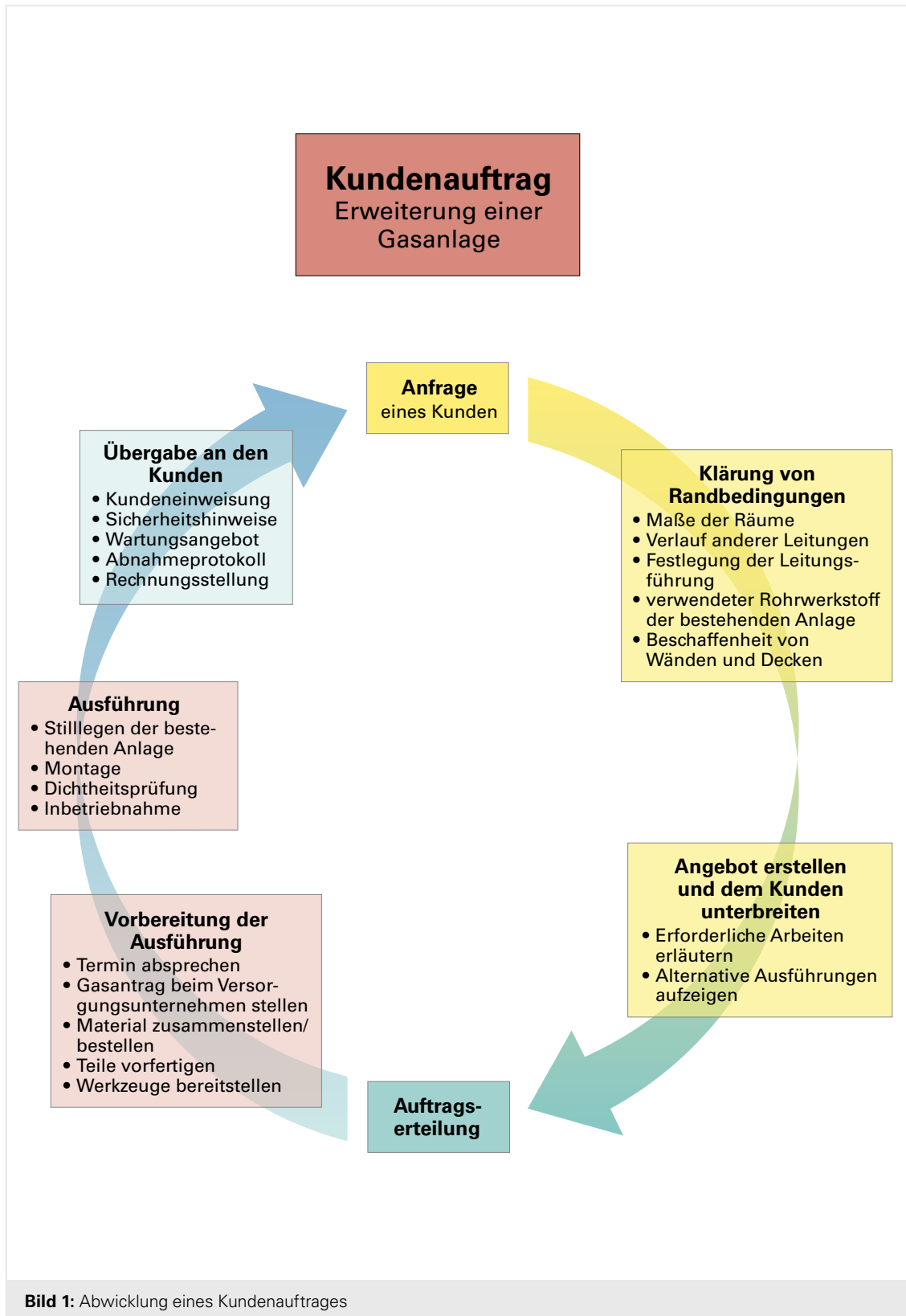


Bild 1: Abwicklung eines Kundenauftrages

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**).

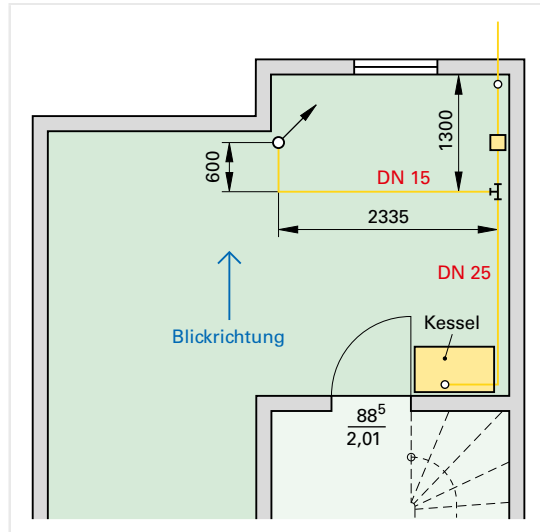


Bild 1: Gasleitung im UG, Maßstab 1: 100

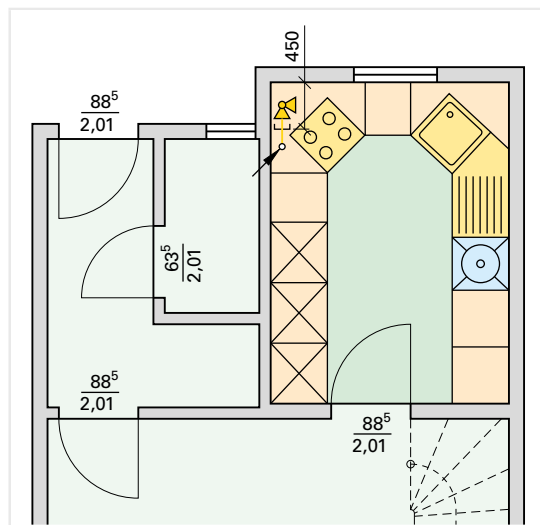


Bild 2: Gasleitung im EG, Maßstab 1: 100

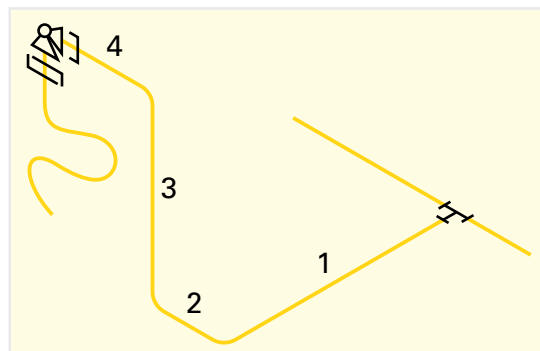


Bild 3: Raumschema der Gasleitung

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 | Rp | 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

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 Bieegerät. 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 ₁ in mm | z ₂ 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 |
|---|-------|-------------------------------|----------|
| 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 × ½ |
| 5 | 1 | Gassteckdose | ½ |
| 6 | 5 | Rohrschellen mit Metalldübeln | 15 |
| 7 | 1 | Sicherheits-Gasschlauch | 15 |
| Ausführung mit Bieegerät (R = 55 mm) | | | |
| 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 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 |

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 (2×19 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 probeweise 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 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.

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 herunterlaufen kann und
- an eine Abwasserleitung DN 50 angeschlossen werden.

Die erforderlichen Maße können Bild 1 entnommen werden.

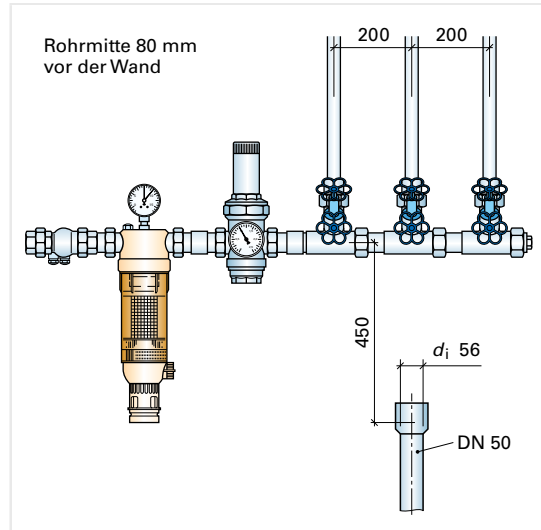


Bild 1: Verteiler



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 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 mm² 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/m²

| 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, Dach-eindeckungen | gut hart- und wechlötbar, sehr gut einfach und doppelt falzbar | vorwärmen fürs 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, Dach-eindeckungen, Regenrinnen, Kamineinzugrohre, vandalensichere Sanitär-einrichtungen | 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, Dach-eindeckungen, Dachrinnen, Regenfallrohre | hohe Wärmestrahlung, günstiger Preis, Oberflächenbeschichtung in vielen Farbvarianten möglich | hohe Wärmedehnung, Nachbearbeitung beim Gasschweißen erforderlich, beim Lötten keine korrosionsbeständigen Nähte |
| feuer- verzinkter 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. Je Meter hat das mit Wasser gefüllte Rohr eine Masse von 16,7 kg. Die Befestigung soll alle 2,5 m erfolgen. Geeignete Rohrkonsoles 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.

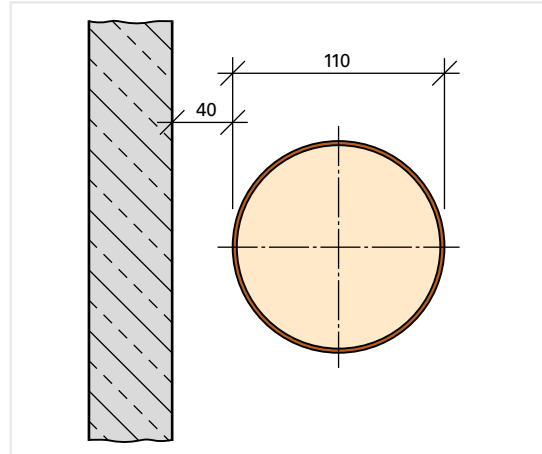
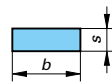


Bild 1: Maße zur Rohrbefestigung

Flachstahl, warm gewalzt

DIN EN 10058



s Dicke
b Breite

Bezeichnung:
□ b x s
z.B. □ 6 x 70

Dicke s in mm

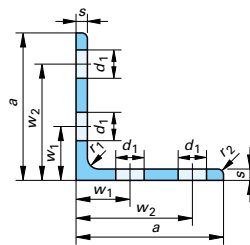
| | | | | | | |
|---|---|---|----|----|----|----|
| 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 20 |
|---|---|---|----|----|----|----|

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

$$r_1 \approx s \quad r_2 \approx \frac{s}{2}$$

| Kurzzeichen L | Abmessungen | | | | Anreißmaße nach DIN 997 | | |
|------------------|-------------|------|-------------------|---------|-------------------------|-------------------|-------------------|
| | a mm | s mm | S cm ² | m' kg/m | w ₁ mm | w ₂ mm | d ₁ 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



Lernzielkontrolle

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



1.1 Abwicklung eines Kundenauftrags

Belastbarkeit von Gewindestangen

Sechskantschraube DIN EN 24017 Gewinde bis Kopf

SW Schlüsselweite
 d_w 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_w | 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 12 16 20 25 30 35...60 65 70 80 90...140 150 | 60 | 80 | 100 | 120 | 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 | | | | | |

Rohrschellen

| Größe in mm | B | b_1 | H_1 | 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 |

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_w | 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^1 | 4,7 | 5,2 | 6,8 | 8,4 | 10,8 | 14,8 |
| m^2 | 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_w | 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:
 $d_1 = 22$ mm, Härteklasse 100 HV

| Für Gewinde | M5 | M6 | M8 | M10 | M12 | M16 |
|-------------|-----|-----|-----|-----|------|------|
| d_1 min. | 5,5 | 6,6 | 9 | 11 | 13,5 | 17,5 |
| d_2 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