



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für metalltechnische Berufe

Installations- und Heizungstechnik

Fachkunde

Grundlagen & Lernfelder 1 – 15

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

6. Auflage

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

Europa-Nr.: 1521X

Autoren der „Fachkunde Installations- und Heizungstechnik“

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

Leitung des Arbeitskreises und Lektorat:

Manfred Härterich, M. A., Oberstudiendirektor, Ditzingen

Bildbearbeitung:

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

6. Auflage 2017, korrigierter Nachdruck 2018

Druck 5 4 3 2

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

ISBN 978-3-8085-1537-2

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

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

Satz: rkt, 42799 Leichlingen, www.rktypo.com

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

Druck: M.P. Media-Print Informationstechnologie GmbH, 33100 Paderborn

Einführung



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

Inhalt

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

Gliederung und Gestaltung

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

Methodische Konzeption

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

Zielgruppen

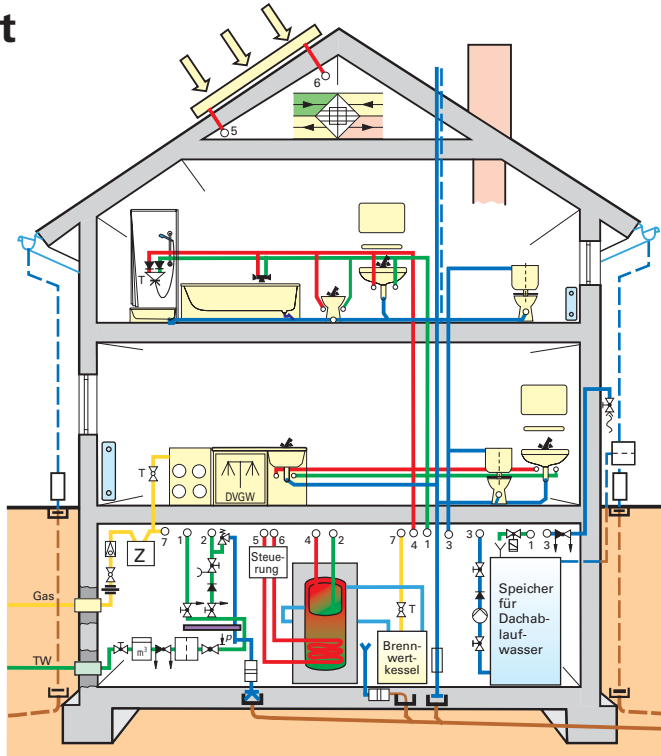
Die „Fachkunde Installations- und Heizungstechnik“ ist vorrangig als Lernmittel für Schüler, Schülerinnen und Auszubildende in der **Berufsschule**, in der **Berufsfachschule** und im **Berufskolleg** sowie in der **betrieblichen** und **überbetrieblichen Ausbildung** konzipiert. Außerdem eignet es sich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

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

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 u. feste Brennstoffe installieren |  |
| 4 Technische Systeme instand halten |  | 12 Ressourcenschonende Wärmeerzeugungsanlagen installieren |  |
| 5 Trinkwasseranlagen installieren |  | 13 Raumlufttechnische Anlagen installieren |  |
| 6 Entwässerungsanlagen installieren |  | 14 Versorgungstechnische Anlagen einstellen und energetisch optimieren |  |
| 7 Wärmeverteilungsanlagen 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	14
1.1.2	Blechbauteil Rinne	16
1.1.3	Rohrkonsole	18
1.2	Werkstofftechnik	20
1.2.1	Einteilung der Werkstoffe	20
1.2.2	Werkstoffeigenschaften	21
1.2.2.1	Physikalische Eigenschaften	21
1.2.2.2	Mechanisch-technologische Eigenschaften	22
1.2.2.3	Chemisch-technologische Eigenschaften	23
1.2.2.4	Umweltverträglichkeit, gesundheitliche Unschädlichkeit	23
1.2.3	Innerer Aufbau der Metalle, Eigenschaften	24
1.2.4	Nichteisenmetalle (NE-Metalle)	25
1.2.5	Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe	28
1.2.6	Eisen-Gusswerkstoffe	30
1.2.7	Handelsformen der Stähle	31
1.2.8	Bausteine	32
1.2.9	Kunststoffe	34
1.3	Fertigungstechnik	36
1.3.1	Prüfen	36
1.3.2	Trennen	40
1.3.2.1	Schneiden	40
1.3.2.2	Spanen	41
1.3.3	Umformen	44
1.3.3.1	Umformen von Blechen	44
1.3.3.2	Biegen von Rohren	47
1.3.3.3	Befestigen von Rohren	47
1.3.4	Fügen	49
1.3.4.1	Schraubverbindungen	49
1.3.4.2	Dübel	51
1.3.4.3	Schweißen	52
1.3.4.4	Löten	59
1.3.4.5	Nieten	62
1.3.5	Arbeitssicherheit	63
1.3.5.1	Sicherheitszeichen	63
1.3.5.2	Sicherheitsmaßnahmen	64
1.3.5.3	Aufgaben im betrieblichen Arbeitsschutz	65
1.4	Arbeitsplanung	66
1.4.1	Zeichnungsnormen	66
1.4.1.1	Größe der Zeichnung, Blattfaltung	66
1.4.1.2	Linien in Zeichnungen	67
1.4.1.3	Beschriften der Zeichnungen	68
1.4.1.4	Maßeintrag in Zeichnungen	68
1.4.1.5	Bemaßungsregeln	69

1.4.1.6	Schnittdarstellung	71
1.4.1.7	Gewindedarstellung	71
1.4.1.8	Darstellung von Schweißnähten	72
1.4.2	Projektionen und räumliche Darstellungen	74
1.4.2.1	Parallelprojektion	74
1.4.2.2	Räumliche Darstellungen	74
1.4.2.3	Isometrische Darstellungen	76
1.4.2.4	z-Maß-Methode	77
1.5	Technische Berechnungen	80
1.5.1	Lösungsweg technischer Berechnungen	80
1.5.1.1	Gleichungen	81
1.5.1.2	Schaubilder, Diagramme und Tabellen	82
1.5.2	Dreisatz- und Prozentrechnen	84
1.5.3	Längen	86
1.5.3.1	Längeneinheiten, Maßstäbe	86
1.5.3.2	Teilungen	87
1.5.3.3	Gebogene und gestreckte Längen	88
1.5.3.4	Pythagoras	90
1.5.4	Flächen	91
1.5.4.1	Flächeneinheiten	91
1.5.4.2	Flächen mit geraden Linien	91
1.5.4.3	Flächen mit gebogenen Linien	93
1.5.5	Volumenberechnung	95
1.5.5.1	Volumeneinheiten	95
1.5.5.2	Gleichdicke Körper	95
1.5.5.3	Spitze Körper	96
1.5.5.4	Abgestumpfte Körper	96
1.5.5.5	Kugeln	96
1.5.5.6	Ringförmige Körper	96
1.5.5.7	Zusammengesetzte Körper	96
1.5.6	Masse und Dichte	97
1.5.7	Kraft und Gewichtskraft	99
1.5.8	Hebel und Drehmoment	99
1.5.9	Geradlinige und kreisförmige Bewegung	100
1.5.10	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad	102

2	Bauelemente mit Maschinen fertigen	
2.1	Aufgaben zum Kundenauftrag	105
2.1.1	Rohrwerkstoffe und Verbindungstechniken	106
2.1.2	Stahlrohre	106
2.1.3	Kupferrohre	109
2.1.4	Kunststoffrohre	110
2.1.5	Metallverbundrohre	111
2.1.6	Informationsmaterial	112

2.2 Lösung des Kundenauftrags 113

2.3 Lernsituationen 115

2.4 Berbeiten von Kundenaufträgen 116

2.4.1 Betriebliches Leistungsangebot 116

2.4.2 Waren- und Dienstleistungsangebot .. 117

2.5 Auftragsbeschaffung 118

2.5.1 Betriebskultur 118

2.5.2 Betriebsdarstellung 120

2.6 Angebot 121

2.6.1 Kundenbedürfnisse 121

2.6.2 Kostenrechnen zur Angebotserstellung 123

2.6.3 Angebotserstellung 125

2.7 Auftragsplanung 126

2.7.1 Betriebliche Organisation 126

2.7.2 Auftragsbearbeitung 127

2.8 Ausführung und Übergabe 127

2.8.1 Qualität der Handwerkerleistung 127

2.8.2 Auftragsausführung 129

2.8.3 Abnahme und Übergabe 129

2.8.4 Abrechnung, Nachkalkulation 129

2.8.5 Kundenservice und -betreuung 131

2.9 Lösung des Kundenauftrages 134

3 Baugruppen herstellen und montieren



3.1 Abwicklung des Kundenauftrags 137

3.2 Aufgaben zum Kundenauftrag 138

3.3 Informationsmaterial 138

3.3.1 Installationssysteme 138

3.3.2 Beispiel eines Vorwandsystems 139

3.3.3 Urinalsteuerungen 141

3.4 Lösung des Kundenauftrags 142

3.5 Lernsituation 1 145

3.6 Lernsituation 2 145

3.7 Bauzeichnungen 146

3.8 Darstellung von SHK-Bauteilen und SHK-Anlagen 149

3.8.1 Schemazeichnungen 149

3.8.2 Montageskizzen 151

4 Technische Systeme instand halten



4.1 Grundbegriffe der Instandhaltung 155

4.2 Inspektions- und Wartungsplan 155

4.2.1 Trinkwasserinstallation 155

4.2.2 Abwasserinstallation 156

4.3 Inspektion, Wartung und Instandsetzung haustechnischer Systeme 157

4.3.1 Rückflussverhinderer in Rohrleitungen 157

4.3.2 Nicht rückspülbarer Filter 157

4.3.3 Rückspülbarer Filter 158

4.3.4 Druckminderer 159

4.4 Einsatz und Wartung elektrischer Betriebsmittel 160

4.4.1 Speisepunkt 160

4.4.2 Leitungsroller 161

4.4.3 Handleuchten 161

4.4.4 Handgeführte Elektrowerkzeuge 162

4.4.5 Instandsetzung, Wartung, Prüfung 162

4.5 Lösung des Kundenauftrags 162

4.6 Lernsituation 164

4.7 Elektrotechnik 165

4.7.1 Dreiphasenwechselspannungs-Erzeugung 165

4.7.2 Dreiphasenwechselspannungs-Verteilung und Transformation 167

4.7.3 Drehstrom-Systeme 168

4.7.4 Hausanschluss 170

4.7.5 Schutz elektrischer Leitungen und Geräte 173

4.7.6 Gefahren im Umgang mit dem elektrischen Strom 177

4.7.7 Maßnahmen bei Arbeiten an elektrischen Anlagen 179

4.7.8 Isolierte Leitungen und Kabel 180

4.7.9 Verlegearten von Leitungen und Kabeln 185

4.7.10 Elektroinstallation im Wohnbereich 198

4.7.11 Elektroinstallation in Räumen mit Badewanne oder Dusche 201

4.7.12 Prüfen von elektrischen Anlagen 204

4.7.13 Schaltungsunterlagen 209

4.7.14 Installationsschaltungen 214

4.7.15 Bemessung von fest verlegten Kabeln und Leitungen 219

4.7.16 Messungen an elektrischen Bauteilen 224

4.7.16.1 Messen und Prüfen 224

4.7.16.2 Messfehler 224

4.7.16.3 Spannungsmessung 225

4.7.16.4 Strommessung 226

4.7.16.5 Messen von Widerständen 227

4.7.16.6 Messen mit Vielfach-Messinstrumenten 227

4.7.17 Fehlersuche in elektrischen Anlagen und Geräten 229

4.7.17.1 Fehlerarten 229

4.7.17.2 Fehlersuche 230

4.7.17.3 Instandhalten von Elektrogeräten 231

5 Trinkwasseranlagen installieren



5.1 Trinkwasser 235

5.1.1 Kreislauf des Wassers 235

5.1.2 Physikalische und chemische Eigenschaften 236

5.1.3 Trinkwassergewinnung und -verteilung 240

5.1.4 Anforderungen an Trinkwasser 243

5.2 Trinkwasseranlagen 244

5.2.1 Verbrauchsleitungen 244

5.2.2 Leitungsverlegung 246

5.2.3 Dämmung von Kaltwasserleitungen ... 247

5.2.4 Korrosion 247

5.2.4.1 Korrosionsarten 247

5.2.4.2 Korrosionsschutz 248

5.2.4.3 Erscheinungsformen der Korrosion ... 250

5.2.5 Schallschutz 251

5.2.5.1 Schallentstehung 251

5.2.5.2 Schallausbreitung 252

5.2.5.3 Schallschutzmaßnahmen 253

5.2.6 Brandschutz 254

5.2.7 Sicherungsmaßnahmen gegen
Rückfließen 257

5.2.8 Sicherungsarmaturen 261

5.2.9 Inbetriebnahme von
Trinkwasseranlagen 264

5.3 Behandlung von Trinkwasser 266

5.3.1 Kalk und Kohlensäure im Trinkwasser ... 266

5.3.2 Härtestabilisierung 267

5.3.3 Enthärtung 268

5.3.4 Entsalzung 269

5.4 Pumpen in der Wasserversorgung 271

5.4.1 Pumpenarten 271

5.4.2 Betriebsverhalten von Pumpen 272

5.5 Darstellung von Trinkwasseranlagen ... 273

5.5.1 Teilzeichnung 273

5.5.2 Leitungsschema und Strangschema ... 274

**5.6 Berechnungen bei
Trinkwasseranlagen** 276

5.6.1 Druck in Flüssigkeiten 276

5.6.2 Volumenstrom,
Fließgeschwindigkeit, Rohrweite 278

5.6.3 Druckverluste in Wasserleitungen 279

5.6.4 Pumpenberechnungen 280

**5.7 Lernsituationen zur
Trinkwasserinstallation** 282

5.7.1 Kundenauftrag:
Wasserzähleranlage mit Verteilung ... 282

5.7.2 Lernsituationen 283

6.3.3 Leichtflüssigkeitsabscheider 302

6.3.4 Stärkeabscheider 303

6.3.5 Neutralisationsanlagen 303

6.4 Schutz gegen Rückstau 303

6.4.1 Hebeanlagen 304

6.4.2 Rückstauverschlüsse 305

**6.5 Darstellung von
Entwässerungsanlagen** 306

6.5.1 Sinnbilder, Leitungsarten 307

6.5.2 Zeichnungsarten 308

6.6 Dachentwässerung, Dachrinnen 309

6.6.1 Ablaufverhalten des Regenwassers ... 309

6.6.2 Dacharten 309

6.6.3 Bezeichnung der Dachteile 310

6.6.4 Werkstoffe zur Ableitung des
Niederschlagwassers 310

6.6.5 Dachrinnen 311

6.7 Regenfallrohre 313

6.7.1 Regenfallrohre mit Teilfüllung 313

6.7.2 Dachentwässerung mit
Druckströmung 314

6.8 Nutzung von Dachablaufwasser 315

6.9 Verwerfungen 316

6.9.1 Kehlbleche 316

6.9.2 Mauer- und Gesimsabdeckungen 316

6.9.3 Ortgangbleche, Dachrandabschlüsse .. 316

6.9.4 Maueranschlüsse 317

6.9.5 Einfassen von Schornsteinen
und Gauben 317

6.10 Arbeitssicherheit 318

6.10.1 UVV bei Dacharbeiten 318

6.10.2 UVV bei Arbeiten in Gräben 318

**6.11 Berechnungen bei
Entwässerungsanlagen** 319

6.11.1 Gefälle 319

6.11.2 Schmutzwasserabfluss 320

6.11.3 Längenänderung durch
Temperaturänderung 322

6.11.4 Bemessung von Dachrinnen und
Regenfallrohren 324

6.12 Lernsituationen 326

6.12.1 Bearbeitung des Kundenauftrages ... 326

6.12.2 Lernsituationen, Beispiele 329

6 Entwässerungsanlagen installieren



6.1 Abwasserentsorgung 285

6.1.1 Öffentliche Abwasserentsorgung 285

6.1.2 Private Abwasserentsorgung 286

6.1.3 Gesetzliche Grundlagen der
Abwasserentsorgung 287

6.2 Entwässerungsanlagen 287

6.2.1 Leitungsabschnitte 287

6.2.2 Rohrwerkstoffe und Verbindungs-
techniken bei Abwasserleitungen 288

6.2.3 Verlegen von Abwasserleitungen 292

6.2.4 Befestigung von
Abwasserleitungen 298

6.2.5 Ablaufstellen 299

6.3 Rückhalten schädlicher Stoffe 300

6.3.1 Sand- und Schlammfänge 301

6.3.2 Fettabscheider 301

7 Wärmeverteilanlagen installieren



7.1 Energie – Wärme – Temperatur 331

7.2 Temperaturmessung 333

7.3 Thermische Ausdehnung 334

7.3.1 Längenänderung 335

7.3.2 Volumenänderung 336

7.3.3 Volumenänderung bei Wasser 337

7.3.4 Volumenänderung von Gasen 337

7.4 Wärmemenge 338

7.4.1 Wärmemenge
bei Temperaturänderung 338

7.4.2 Wärmemenge zur Änderung des
Aggregatzustandes 339

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

8 Sanitärräume ausstatten



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

9 Trinkwassererwärmungsanlagen installieren



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

9.3.3 Wärmetauscher bei elektrischer
Trinkwassererwärmung 448

9.4 Bauarten von Trinkwassererwärmern . . . 449

9.4.1 Funktionsprinzipien von
Trinkwassererwärmern 449

9.4.2 Elektrische Trinkwassererwärmer 454

9.4.3 Gasbeheizte Trinkwassererwärmer 465

9.4.4 Indirekt beheizte
Trinkwassererwärmer 470

9.4.5 Solarbeheizte Trinkwassererwärmer . . . 471

9.4.6 Wärmepumpen 479

**9.5 Leitungsanlagen für
Trinkwassererwärmer 480**

9.5.1 Trinkwasseranschlüsse von
Wassererwärmern 480

9.5.2 Verteilsysteme für Warmwasser 482

9.5.3 Begleitheizung 484

9.5.4 Wärmedämmung 485

**9.6 Darstellung von Trinkwasser-
Erwärmungsanlagen 486**

**9.7 Berechnungen bei Trinkwasser-
Erwärmungsanlagen 488**

9.7.1 Wassermischung 488

9.7.2 Berechnung von Temperaturen 488

9.7.3 Berechnung von Wassermengen 489

9.7.4 Energie und Leistung 491

9.7.5 Solaranlagen zur
Trinkwassererwärmung 494

9.8 Lösung des Kundenauftrags 496

9.9 Lemsituationen 498

9.9.1 Erweiterung in einer Waschküche 498

9.9.2 Änderung einer zentralen
Trinkwassererwärmungsanlage 498

9.9.3 Solaranlage 498

9.9.4 Auswirkungen des Austausches
eines Kessels auf die Trinkwasser-
erwärmung 499

9.9.5 Indirekt beheizten Trinkwasser-
erwärmer anschließen 499

10 Wärmeerzeugungsanlagen für gasförmige Brennstoffe installieren



10.1 Unterscheidung der Wärmeerzeuger . . . 502

10.1.1 Wärmeträger- oder Heizmedium 502

10.1.2 Art und Entstehung von gasförmigen
Brennstoffen 503

10.1.3 Bauarten der Wärmeerzeuger 504

10.1.4 Brennraumkonstruktion 504

10.1.5 Gasbrenner 505

**10.2 Aufstellungsrichtlinien für
Wärmeerzeuger 507**

10.2.1 Allgemeine Festlegungen für
Aufstellräume 507

10.2.2 Zusätzliche Festlegungen für
Aufstellräume 507

10.2.3 Unterscheidungsmerkmale der
Gasgeräte 508

10.2.4 Funktion von Gas-Wärmeerzeugern . . . 515

10.3 Sicherheitstechnische Ausrüstung 520

10.3.1 Bauart der Anlage 520

10.3.2 Vorlauftemperatur und
Brennstoffart 521

10.3.3 Funktion der Sicherheits-
einrichtungen 522

10.4 Verbrennung 525

10.4.1 Verbrennungsvorgang 525

10.4.2 Verbrennungsprodukt 527

10.5 Abgasanlage 527

10.5.1 Strömungssicherung 528

10.5.2 Abgasklappen 529

10.5.3 Abgasrohre 530

10.5.4 Schornsteine (Abgasleitungen) 530

10.6 Brennstoffversorgungsanlage 535

10.6.1 Öffentliche Gasversorgung 535

10.6.2 Lagerung von Flüssiggas 536

10.6.3 Erdgasleitungen 540

10.6.4 Flüssiggasleitungen 542

10.6.5 Prüfen von Gasleitungen 543

10.6.6 Inbetriebnahme von Gasleitungen 543

10.6.7 Arbeiten an gasführenden
Leitungen 544

10.6.8 Prüfen von Flüssiggasanlagen 546

10.7 Inbetriebnahme 546

10.7.1 Information zur Inbetriebnahme 546

10.7.2 Einlassen von Gas 546

10.7.3 Einstellen von Gaswärmeerzeugern . . . 546

10.7.4 Funktionsprüfung der Abgasanlage . . . 548

10.7.5 Unterrichtung des Betreibers 549

10.8 Darstellung von Wärmeerzeugern 550

10.8.1 Erstellen von Zeichnungen 550

10.8.2 Erstellung von Materiallisten 551

**10.9 Berechnungen von
Wärmeerzeugern 552**

10.9.1 Energiebedarf zur
Stoffwärmerzeugung 552

10.9.2 Geräteleistung und Wirkungsgrad 553

10.9.3 Anschluss- und Einstellwerte 555

10.9.4 Abgasverluste und Wirkungsgrade 556

10.9.5 Abgasvolumen und
Verbindungsstücke 558

10.10 Lösung des Kundenauftrags 560

10.10.1 Vorüberlegung und
Vorgehensweise 560

10.10.2 Kundengespräch 561

10.10.3 Berechnungen zum
Wärmeerzeuger 562

10.10.4 Materialzusammenstellung 562

10.10.5 Montage des Wärmeerzeugers 562

10.10.6 Inbetriebnahme des
Wärmeerzeugers 563

10.11 Lemsituation 564

11 Wärmeerzeugungsanlagen für flüssige und feste Brennstoffe installieren



11.1 Unterscheidung der Wärmeerzeuger . . . 567

11.1.1 Wärmeträger- oder Heizmedium 567

11.1.2 Art der Brennstoffe 567

11.1.3 Bauart 569

11.1.4 Brennraumkonstruktion 570

11.1.5 Brenner 570

11.1.5.1 Brennraum für feste Brennstoffe 571

11.1.5.2 Ölbrenner 571

11.2 Ausstellungsrichtlinien für Wärmeerzeuger 575

11.2.1 Allgemeine Festlegungen für Aufstellräume 575

11.2.2 Zusätzliche Festlegungen für Aufstellräume 575

11.3 Sicherheitstechnische Ausrüstung 575

11.3.1 Bauart der Anlage 576

11.3.2 Vorlauftemperatur und Brennstoffart .. 576

11.3.3 Funktion der Sicherheitseinrichtungen. . 577

11.4 Verbrennung 578

11.4.1 Verbrennungsvorgang 578

11.4.2 Verbrennungsprodukt 578

11.5 Brennstoff-Versorgungsanlagen 579

11.5.1 Unterscheidung der Brennstoffe 579

11.5.2 Brennstofflagerung 579

11.5.3 Versorgungsleitungen 581

11.5.4 Prüfen von Ölanlagen 583

11.6 Inbetriebnahme 584

11.6.1 Abgaswegeüberprüfung 584

11.6.2 Unterrichtung des Betreibers 586

11.7 Darstellung von Wärmeerzeugern 586

11.7.1 Erstellen von Zeichnungen 586

11.7.2 Erstellung von Materiallisten 587

11.7.3 Aufgabe 588

11.8 Berechnungen bei Wärmeerzeugungsanlagen 589

11.8.1 Energiebedarf zur Stoffwärmung 589

11.8.2 Geräteleistung und Wirkungsgrad 590

11.8.3 Öldurchsatz und Auswahl von Brennerdüsen 591

11.8.4 Abgasverluste und Wirkungsgrade ... 593

11.8.5 Brennstoffverbrauch und Lagergrößen 595

11.8.6 Brennstoffbedarf für die Trinkwassererwärmung 595

11.8.7 Brennstoffbedarf bei Holzheizung 596

11.9 Lösung des Kundenauftrags 596

11.9.1 Aufnahme der Gebäudedaten 596

11.9.2 Berechnung des Jahresbrennstoffbedarfs 596

11.9.3 Darstellung des Aufstellraumes 596

11.9.4 Kundengespräch 597


11.9.5 Materialliste 597

11.9.6 Arbeitsschritte 597

11.10 Lernsituationen 598

11.10.1 Lernsituation 1 598

11.10.2 Lernsituation 2 599

12 Ressourcenschonende Wärme-erzeugungsanlagen installieren 

12.1 Regenerative Energiequellen 601

12.2 Technologien zur Nutzung regenerativer Energieträger 601

12.2.1 Solarthermie 601

12.2.2 Wärmepumpen 604

12.2.3 Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) 613

12.2.4 Brennstoffzellen 616

12.2.5 Stirlingmotoren (Heißgasmotoren) ... 618

12.2.6 Wärmerückgewinnung 618

12.3 Energetische Bewertung und Optimierung von Systemen und Anlagen 619

12.3.1 Energieausweise nach EnEV 619

12.3.2 Anforderungen an Wohngebäude ... 621

12.4 Energieberatung 624

12.4.1 Umweltaspekte 624

12.4.2 Maßnahmen gegen Umweltbelastungen durch Verbrennung 626

12.5 Lösung des Kundenauftrags 627

12.6 Lernsituationen 627

13 Raumlufttechnische Anlagen installieren 

13.1 Unterscheidung von RLT-Anlagen 629

13.1.1 Freie Lüftung 629

13.1.2 RLT-Anlagen ohne Lüftungsfunktion ... 631

13.1.3 RLT-Anlagen mit Lüftungsfunktion ... 631

13.2 Bauteile zu RLT-Anlagen 633

13.2.1 Luftfilter 633

13.2.2 Heiz- und Kühlregister 635

13.2.3 Be- und Entfeuchtungseinrichtungen .. 636

13.2.4 Wetterschutzgitter und Jalousieklappen 637

13.2.5 Ventilatoren 638

13.2.6 Zu- und Abluftkanäle 640

13.2.7 Luftern- und Luftauslässe 641

13.2.8 Schalldämpfer 642

13.2.9 Brandschutzeinrichtungen 643

13.3 Regelung von RLT-Anlagen 644

13.3.1 Mischluftregelung 644

13.3.2 Regelung der Raumtemperatur 645

13.3.3 Regelung der Luftfeuchtigkeit 645

13.4 Wärmerückgewinnung 646

13.4.1 Wasserumlaufsysteme 646

13.4.2 Wärmerohrtauscher 646

13.4.3 Rotations-Wärmetauscher 647

13.4.4 Platten-Wärmetauscher 647

13.5 Inbetriebnahme und Wartung 647

13.5.1 Inbetriebnahme 647

13.5.2 Wartung 648

13.6 Darstellung von RLT-Anlagen 648

13.6.1 Erstellen von Zeichnungen 648

13.7 Berechnungen zu RLT-Anlagen 651

13.7.1 Außenluftströme 651

13.7.2 Zu- und Abluftmengen 652

13.7.3 Dimensionierung von Lüftungskanälen 652

13.7.4 Zustandsänderungen der Luft 653

13.7.5 Luftmischung 654

13.7.6 Lufterwärmung 654

13.8 Kontrollierte Wohnraumlüftung 655

13.8.1 Abluftanlagen mit Abluftventilatoren .. 655

13.8.2 Zentrale Abluftanlagen ohne WRG ... 656

13.8.3 Wohnungs-Lüftungssysteme mit WRG 657
13.9 Lösung des Kundenauftrages 658
13.10 Lernsituationen 659

14 Versorgungstechnische Anlagen einstellen und energetisch optimieren 

14.1 Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik 661

14.1.1 Aufbau und Wirkungsweise einer Steuerung 661

14.1.2 Arten der Steuerungen 663

14.1.3 Aufbau und Wirkungsweise einer Regelung 664

14.2 Regelung von Heizungsanlagen 666

14.2.1 Regelung der Kesselwassertemperatur 666

14.2.2 Regelung der Vorlauftemperatur 667

14.2.3 Regelung der Raumtemperatur 668

14.2.4 Beimischregelung 670

14.3 Brennersteuerung 671

14.3.1 Feuerungsautomat 671

14.4 Temperatur beim TWE 672

14.4.1 Speicher-Vorrangschaltung 672

14.4.2 Verminderung von Legionellenwachstum 672

14.4.3 Zirkulationspumpen-Steuerung 672

14.5 Darstellung von Heizungsregelungen 672

14.5.1 Funktionsablauf 672

14.5.2 Stromlaufplan 673

14.5.3 Verdrahtungspläne 673

14.5.4 Vernetzungspläne 673

14.6 Gebäudeleittechnik 673

14.6.1 BUS-Systeme 674

14.6.2 Funksysteme 675

14.6.3 BUS- und Funksystem 676

14.7 Lösung des Kundenauftrags 678

14.7.1 Vorhandene Gebäudedaten 678

14.7.2 Vorüberlegungen 678

14.7.3 Kundengespräch 679

14.7.4 Kostenzusammenstellung 679

14.8 Lernsituationen 680

14.8.1 Lernsituation 1 680

14.8.2 Lernsituation 2 680

14.9 Gebäudeautomation 680


14.9.1 Anlagen mit Gebäudeleittechnik 681

14.9.2 Anlagen mit Gebäudesystemtechnik .. 682

14.9.3 Struktur einer Anlage mit Gebäudesystemtechnik 683

14.9.4 Programmierung der Busteilnehmer 684

14.9.5 EIB-Anwendung 685

15 Versorgungstechnische Anlagen instand halten 

15.1 Inspektions- und Wartungspläne 689

15.1.1 Instandhaltung 689

15.1.2 Instandhaltung von Trinkwasser- und Trinkwassererwärmungsanlagen 689

15.1.3 Instandhaltung von Entwässerungsanlagen 691

15.1.4 Instandhaltung von Regenwasser-Nutzungsanlagen 691

15.1.5 Instandhaltung von Heizungsanlagen 692

15.1.6 Instandhaltung von RLT-Anlagen 695

15.2 Protokolle zu Inbetriebnahme-, Übergabe- und Instandhaltungsarbeiten 697

15.2.1 Erstellung von Protokollen 697


15.3 Wartungsverträge 698

15.3.1 Abfassen von Wartungs- oder Instandhaltungsverträgen 698

15.4 Herstellerunterlagen 698

15.5 Lösung des Kundenauftrags 699

15.6 Lernsituationen 699

K Kundenaufträge und Aufgaben 

K1 Kundenauftrag zur Wasser- und Umwelttechnik 700

K2 Kundenauftrag zur Wärme- und Lufttechnik 709

K3 Aufgaben zur Wassertechnik 717

K4 Aufgaben zur Wärmetechnik 718

K5 Aufgaben zur Lufttechnik 719

K6 Aufgaben zur Umwelttechnik 720

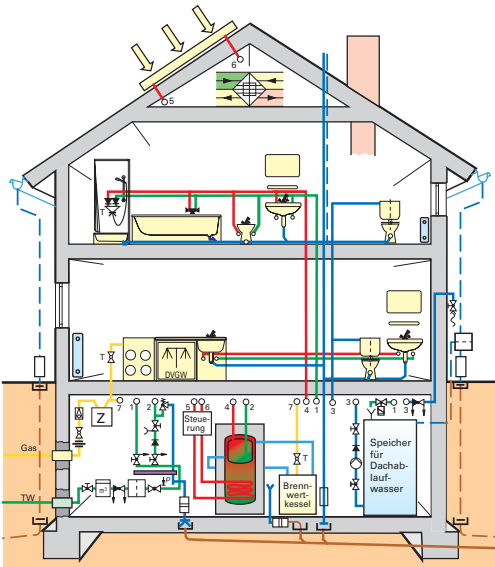
Sachwortverzeichnis 721

Firmenverzeichnis 735

1

Bauelemente mit handgeführten Werkzeugen fertigen

Processing and finishing of system components with handheld tools



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

Leitprojekt

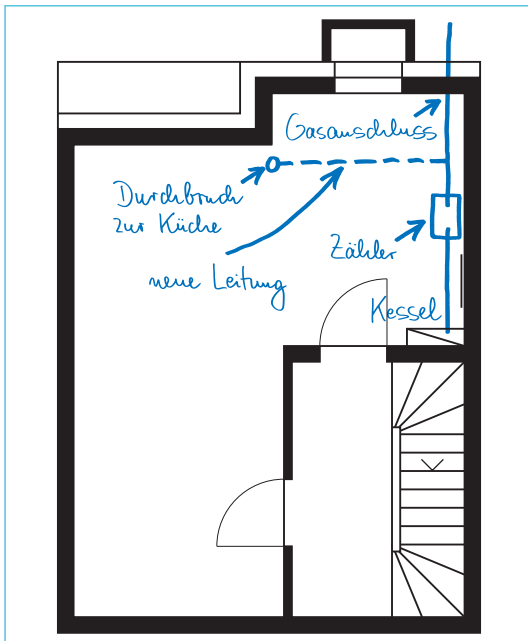


Bild 1: Skizze zum Kundenauftrag

Kundenauftrag:

Hans Dampf
Robert-Koch-Straße 51
70123 Stuttgart

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

An Firma
Wasser und Wärme
Karpatenweg 9
70321 Stuttgart

19. Januar 20XX

Gasleitung für den Gasherd

Sehr geehrte Damen und Herren,

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

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

Mit freundlichen Grüßen

Hans Dampf

Bild 2: Anfrage eines Kunden

1 Bauelemente mit handgeführten Werkzeugen fertigen

1.1 Abwicklung eines Kundenauftrags

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

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

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

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

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

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

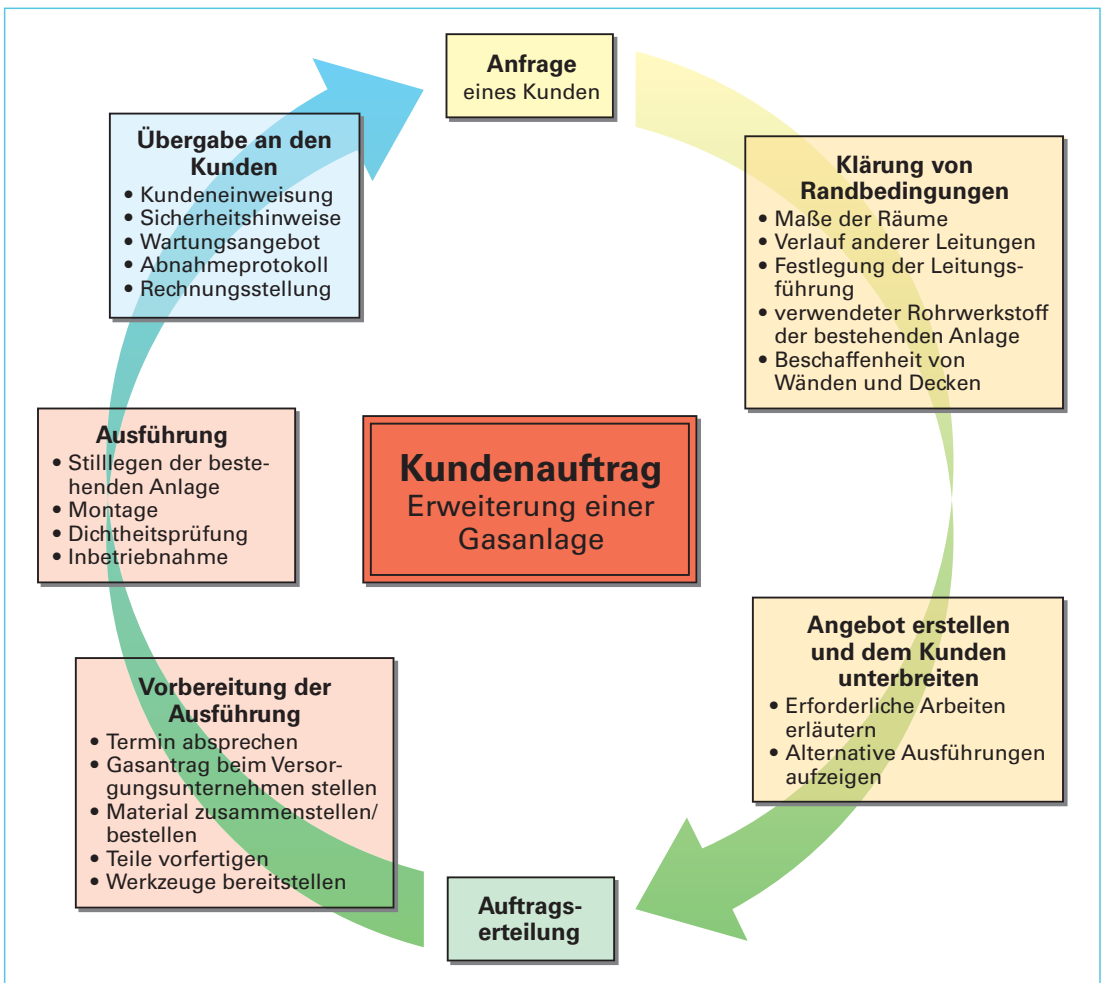


Bild 1: Abwicklung eines Kundenauftrags

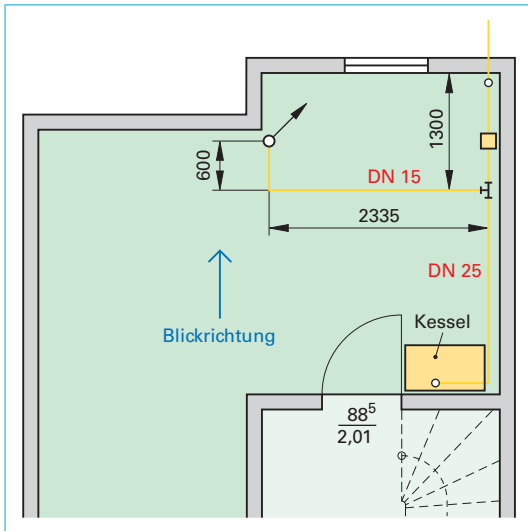


Bild 1: Gasleitung im UG, Maßstab 1 : 100

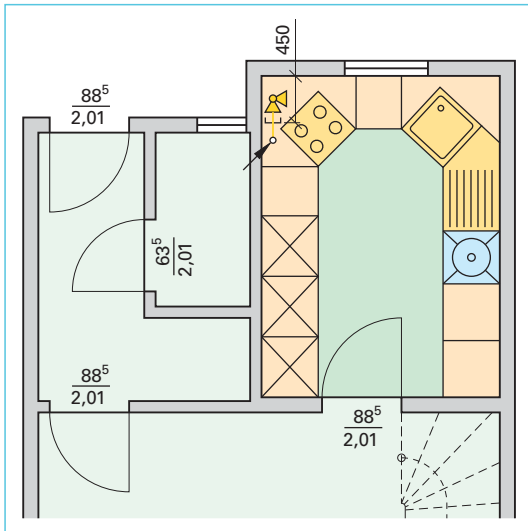


Bild 2: Gasleitung im EG, Maßstab 1 : 100

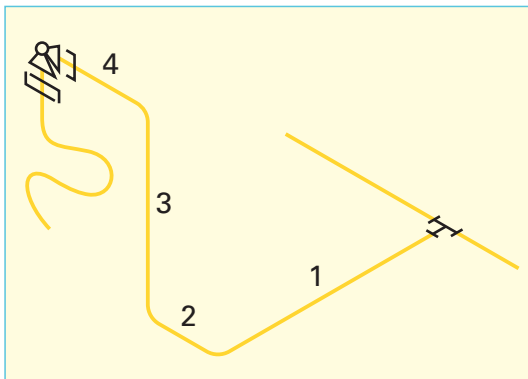


Bild 3: Raumschema der Gasleitung

1.1.1 Lösung des Kundenauftrags

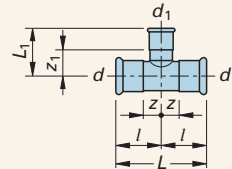
Nach der Besichtigung beim Kunden erstellt der Auszubildende eine Maßskizze des Untergeschosses. Der Deckenabstand der bestehenden Leitung beträgt 10 cm. Den Deckendurchbruch hat der Auftraggeber bereits hergestellt. Die Leitung für den Gasherd kann natürlich erst nach dem Zähler von der bestehenden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

In der Küche soll der Gasherd über Eck eingebaut werden. Die Leitung endet an einer Gassteckdose mit thermischer Absperrvorrichtung 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**).

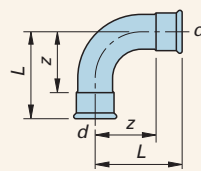
Die z-Maße der benötigten Formstücke sind Firmenunterlagen zu entnehmen (**Bild 4**).

T-Stück, 90°, reduziert



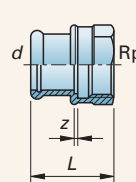
d_1 in mm	$d=d_2$ in mm	L in mm	L_1 in mm	z in mm	z_1 in mm	Preis in €
15	18	68	42	14	22	5,60
15	22	74	44	16	24	6,70
18	22	74	44	16	24	8,30
15	28	84	47	19	27	16,80
18	28	84	47	19	27	21,80
22	28	84	48	19	27	15,80

Bogen, 90°



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

Übergang mit Innengewinde



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

Bild 4: z-Maße für Kupferpressverbindungen

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabelle 1: Rohrlängen von Gasleitungen					
Ausführung von Pressfittings (90°-Bogen)					
Pos.	M in mm	z-Maße		Länge in mm	DN
		z 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

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 probelhalber 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 Pressfiting zusammengesteckt. Die Einstecktiefe wird angezeichnet und durch nochmaliges Herausziehen des Rohres aus dem Fitting kontrolliert. Nach dem Einstecken wird der Fiting verpresst.

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

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

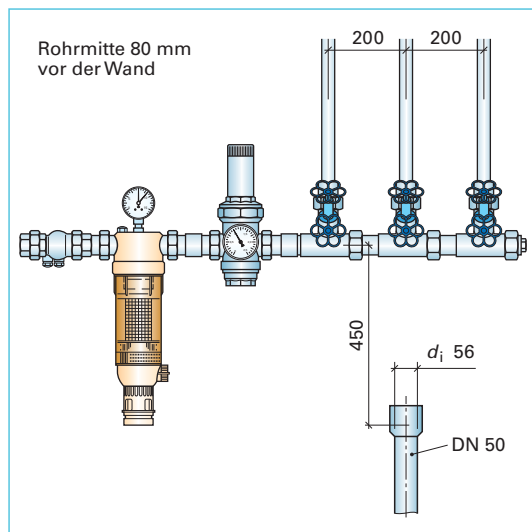


Bild 1: Verteiler

1.1.2 Blechbauteil Rinne

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

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

Die erforderlichen Maße können Bild 1 entnommen werden.

Aufgaben

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

Blechwerkstoffe

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

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

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

Tabelle 2: Übersicht zu Blechwerkstoffen

Werkstoff	Eigenschaften	Verarbeitung	Verwendung	Vorteile	Nachteile
Kupfer	hohe Bruchdehnung, geringe Zugfestigkeit, hohe Wärmeleitfähigkeit, korrosionsbeständig	gut umformbar, leicht schneidbar, gut schweißbar (SF-Kupfer), über 5 mm Dicke gut vorwärmen	Regenrinnen, Regenfallrohre, Einfassungen, Abdeckungen, Dacheindeckungen	gut hart- und weichtötbar, sehr gut einfach und doppelt falzbar	vorwärmen fürs Schweißen, dunkle Farbe nicht überall erwünscht, (Abhilfe: verzinnete Oberfläche)
Edelstahl, rostfrei	mittlere Bruchdehnung, mittlere bis hohe Zugfestigkeit, geringe Wärmeleitfähigkeit, sehr korrosionsbeständig	mit größerem Kraftaufwand gut umformbar, Oberfläche glatt, sauber und fettfrei halten, schweißbar mit WIG- oder MAG-Verfahren	Fassaden, Dacheindeckungen, Regenrinnen, Kamineinzugrohre, vandalsichere 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 Wärmehückstrahlung, günstiger Preis, Oberflächenbeschichtung in vielen Farbvarianten möglich	hohe Wärmedehnung, Nachbearbeitung beim Gasschweißen erforderlich, beim Löten keine korrosionsbeständigen Nähte
feuerverzinkter Stahl	mittlere Bruchdehnung, mittlere Zugfestigkeit, korrosionsbeständig	gut umformbar, weich lötlbar	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, weichtötbar	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

1.1.3 Rohrkonsole

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

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

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

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

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

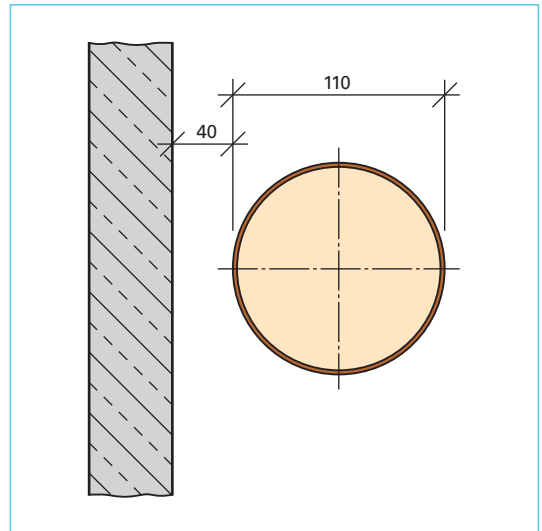


Bild 1: Maße zur Rohrbefestigung

Aufgaben

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

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 d ₁ Bohrungsdurchmesser $r_1 \approx s$ $r_2 \approx \frac{s}{2}$					
Kurzzeichen L	Abmessungen			m' kg/m	Anreißmaße nach DIN 997		
	a mm	s mm	S cm ²		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

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 50	12 60	16 80	20 100	25 120	30 150
Nennlängen l	10, 12, 16, 20, 25, 30, 35...60, 65, 70, 80, 90...140, 150,					
	Sechskantschraube ISO 4017 - M8 x 40 - 10.9 $d = M8, l = 40$ mm, Festigkeitsklasse 10.9					

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

1.2 Werkstofftechnik

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

1.2.1 Einteilung der Werkstoffe

Die drei Hauptgruppen der Werkstoffe sind die

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

Sie werden dann in Untergruppen unterteilt (Bild 1).

Metalle

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

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

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

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

Nichteisenmetalle werden unterschieden in

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

Schwermetalle haben eine Dichte ρ größer als 5 kg/dm^3 . Zu ihnen gehören Kupfer, Zink, Blei, Chrom und Nickel.

Leichtmetalle haben eine Dichte ρ kleiner als 5 kg/dm^3 . Beispiele sind Aluminium und Titan.

Nichtmetalle

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

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

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

Verbundwerkstoffe

Verbundwerkstoffe sind aus mehreren Werkstoffen zusammengesetzt.

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

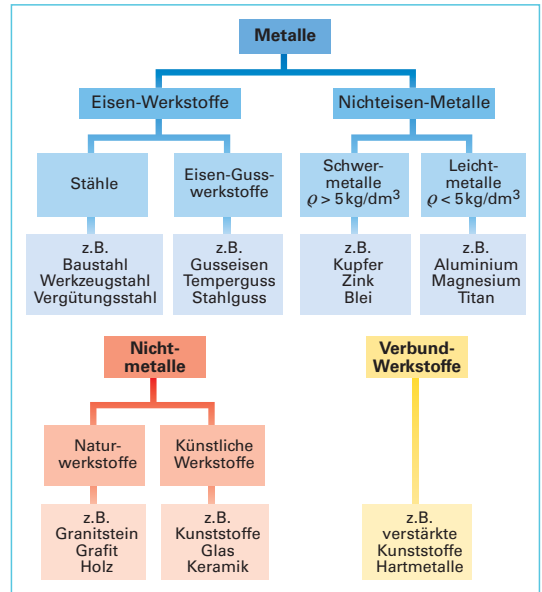


Bild 1: Einteilung der Werkstoffe in Werkstoffgruppen



Bild 2: Werkstücke aus Eisenwerkstoffen



Bild 3: Werkstücke aus Nichtmetallen



Bild 4: Bauteile aus Verbundwerkstoffen