



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-Öfblingen
Merkle, Helmut	Dipl.-Ing., Studiendirektor	Forst
Uhr, Ulrich	Dipl.-Ing., Studiendirektor	Rheinfelden

Leitung des Arbeitskreises und Lektorat:

Manfred Härterich, M. A., Oberstudiendirektor, Ditzingen

Bildbearbeitung:

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

6. Auflage 2017, korrigierter Nachdruck 2018

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

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

ISBN 978-3-8085-1537-2

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

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

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

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

Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

Einführung



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

Inhalt

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

Gliederung und Gestaltung

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

Methodische Konzeption

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

Zielgruppen

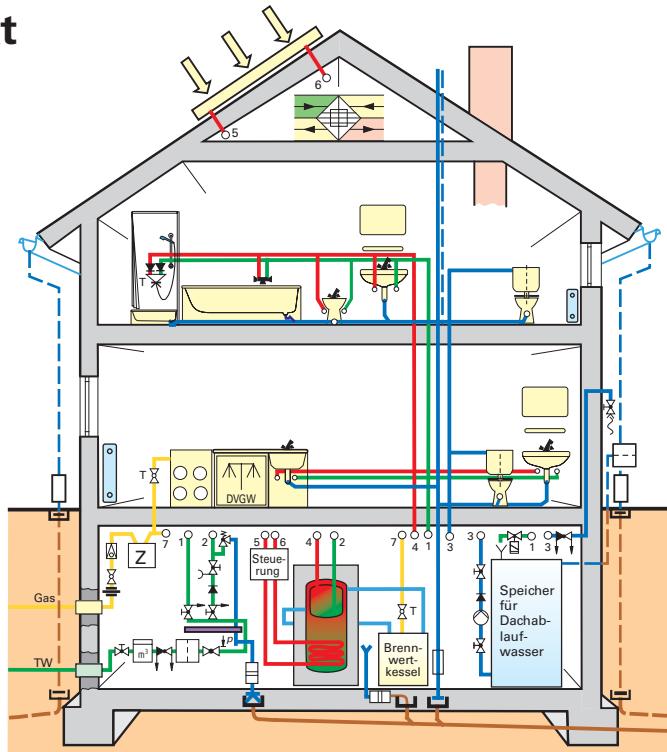
Die „Fachkunde Installations- und Heizungstechnik“ ist vorrangig als Lernmittel für Schüler, Schülerinnen und Auszubildende in der **Berufsschule**, in der **Berufsfachschule** und im **Berufskolleg** sowie in der **betrieblichen und überbetrieblichen Ausbildung** konzipiert. Außerdem eignet es sich in der **Meisterschule**, **Technikerschule** und **Akademie für handwerkliche Berufe** zur Wiedergewinnung und Sicherung des Grundwissens. Daneben kann es in der Praxis als Informationsquelle und als Nachschlagewerk dienen. Das Fachbuch wird auch unter denjenigen Freunde 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	1.4.1.6	Schnittdarstellung 71
1.1.1	Lösung des Kundenauftrags 14	1.4.1.7	Gewindedarstellung 71			
1.1.2	Blechbauteil Rinne 16	1.4.1.8	Darstellung von Schweißnähten 72			
1.1.3	Rohrkonsole 18	1.4.2	Projektionen und räumliche Darstellungen 74			
1.2	Werkstofftechnik 20	1.4.2.1	Parallelprojektion 74			
1.2.1	Einteilung der Werkstoffe 20	1.4.2.2	Räumliche Darstellungen 74			
1.2.2	Werkstoffeigenschaften 21	1.4.2.3	Isometrische Darstellungen 76			
1.2.2.1	Physikalische Eigenschaften 21	1.4.2.4	z-Maß-Methode 77			
1.2.2.2	Mechanisch-technologische Eigenschaften 22	1.5	Technische Berechnungen 80			
1.2.2.3	Chemisch-technologische Eigenschaften 23	1.5.1	Lösungsweg technischer Berechnungen 80			
1.2.2.4	Umweltverträglichkeit, gesundheitliche Unschädlichkeit 23	1.5.1.1	Gleichungen 81			
1.2.3	Innerer Aufbau der Metalle, Eigenschaften 24	1.5.1.2	Schaubilder, Diagramme und Tabellen 82			
1.2.4	Nichteisenmetalle (NE-Metalle) 25	1.5.2	Dreisatz- und Prozentrechnen 84			
1.2.5	Stähle und Eisen-Gusswerkstoffe 28	1.5.3	Längen 86			
1.2.6	Eisen-Gusswerkstoffe 30	1.5.3.1	Längeneinheiten, Maßstäbe 86			
1.2.7	Handelsformen der Stähle 31	1.5.3.2	Teilungen 87			
1.2.8	Bausteine 32	1.5.3.3	Gebogene und gestreckte Längen 88			
1.2.9	Kunststoffe 34	1.5.3.4	Pythagoras 90			
1.3	Fertigungstechnik 36	1.5.4	Flächen 91			
1.3.1	Prüfen 36	1.5.4.1	Flächeneinheiten 91			
1.3.2	Trennen 40	1.5.4.2	Flächen mit geraden Linien 91			
1.3.2.1	Schneiden 40	1.5.4.3	Flächen mit gebogenen Linien 93			
1.3.2.2	Spanen 41	1.5.5	Volumenberechnung 95			
1.3.3	Umformen 44	1.5.5.1	Volumeneinheiten 95			
1.3.3.1	Umformen von Blechen 44	1.5.5.2	Gleichdicke Körper 95			
1.3.3.2	Biegen von Rohren 47	1.5.5.3	Spitze Körper 96			
1.3.3.3	Befestigen von Rohren 47	1.5.5.4	Abgestumpfte Körper 96			
1.3.4	Fügen 49	1.5.5.5	Kugeln 96			
1.3.4.1	Schraubverbindungen 49	1.5.5.6	Ringförmige Körper 96			
1.3.4.2	Dübel 51	1.5.5.7	Zusammengesetzte Körper 96			
1.3.4.3	Schweißen 52	1.5.6	Masse und Dichte 97			
1.3.4.4	Löten 59	1.5.7	Kraft und Gewichtskraft 99			
1.3.4.5	Nieten 62	1.5.8	Hebel und Drehmoment 99			
1.3.5	Arbeitssicherheit 63	1.5.9	Geradlinige und kreisförmige Bewegung 100			
1.3.5.1	Sicherheitszeichen 63	1.5.10	Mechanische Arbeit, Leistung und Wirkungsgrad 102			
1.3.5.2	Sicherheitsmaßnahmen 64					
1.3.5.3	Aufgaben im betrieblichen Arbeitsschutz 65					
1.4	Arbeitsplanung 66					
1.4.1	Zeichnungsnormen 66	2.1	Aufgaben zum Kundenauftrag 105			
1.4.1.1	Größe der Zeichnung, Blattfaltung 66	2.1.1	Rohrwerkstoffe und Verbindungstechniken 106			
1.4.1.2	Linien in Zeichnungen 67	2.1.2	Stahlrohre 106			
1.4.1.3	Beschriften der Zeichnungen 68	2.1.3	Kupferrohre 109			
1.4.1.4	Maßeintrag in Zeichnungen 68	2.1.4	Kunststoffrohre 110			
1.4.1.5	Bemaßungsregeln 69	2.1.5	Metallverbundrohre 111			
		2.1.6	Informationsmaterial 112			



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

Inhaltsverzeichnis

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

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	Pumparten	271
5.4.2	Betriebsverhalten von Pumpen	272
5.5	Darstellung von Trinkwasseranlagen	273
5.5.1	Teilzeichnung	273
5.5.2	Leitungsschema und Strangschemata	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	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	Fettabstreicher	301
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 Teilstützung	313
6.7.2	Dachentwässerung mit Druckströmung	314
6.8	Nutzung von Dachablaufwasser	315
6.9	Verwahrungen	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

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 -sampler	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	Sanitärrarmaturen	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 Waschtischsanlagen	417
8.9.2	Sitzwaschbeckenanlagen	420
8.9.3	Klosettanlagen	421
8.9.4	Urinalanlagen	424
8.9.5	Badewannenanlagen	425
8.9.6	Duschanlagen	429
8.9.7	Spülbeckenanlagen	431
8.10	Abnahme und Übergabe von Sanitärräumen	434
8.10.1	Pflegehinweise der sanitären Einrich- tungen in Bade- und WC-Räumen	434
8.10.2	Übergabe der Sanitärräume an den Kunden	436
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	10.3	Sicherheitstechnische Ausrüstung	520	
9.4	Bauarten von Trinkwassererwärmern	449	10.3.1	Bauart der Anlage	520	
9.4.1	Funktionsprinzipien von Trinkwassererwärmern	449	10.3.2	Vorlauftemperatur und Brennstoffart	521	
9.4.2	Elektrische Trinkwassererwärmer	454	10.3.3	Funktion der Sicherheits-einrichtungen	522	
9.4.3	Gasbeheizte Trinkwassererwärmer	465	10.4	Verbrennung	525	
9.4.4	Indirekt beheizte Trinkwassererwärmer	470	10.4.1	Verbrennungsvorgang	525	
9.4.5	Solarbeheizte Trinkwassererwärmer	471	10.4.2	Verbrennungsprodukt	527	
9.4.6	Wärmepumpen	479	10.5	Abgasanlage	527	
9.5	Leitungsanlagen für Trinkwassererwärmer	480	10.5.1	Strömungssicherung	528	
9.5.1	Trinkwasseranschlüsse von Wassererwärmern	480	10.5.2	Abgasklappen	529	
9.5.2	Verteilsysteme für Warmwasser	482	10.5.3	Abgasrohre	530	
9.5.3	Begleitheizung	484	10.5.4	Schornsteine (Abgasleitungen)	530	
9.5.4	Wärmedämmung	485	10.6	Brennstoffversorgungsanlage	535	
9.6	Darstellung von Trinkwasser-Erwärmungsanlagen	486	10.6.1	Öffentliche Gasversorgung	535	
9.7	Berechnungen bei Trinkwasser-Erwärmungsanlagen	488	10.6.2	Lagerung von Flüssiggas	536	
9.7.1	Wassermischung	488	10.6.3	Erdgasleitungen	540	
9.7.2	Berechnung von Temperaturen	488	10.6.4	Flüssiggasleitungen	542	
9.7.3	Berechnung von Wassermengen	489	10.6.5	Prüfen von Gasleitungen	543	
9.7.4	Energie und Leistung	491	10.6.6	Inbetriebnahme von Gasleitungen	543	
9.7.5	Solaranlagen zur Trinkwassererwärmung	494	10.6.7	Arbeiten an gasführenden Leitungen	544	
9.8	Lösung des Kundenauftrags	496	10.6.8	Prüfen von Flüssiggasanlagen	546	
9.9	Lernsituationen	498	10.7	Inbetriebnahme	546	
9.9.1	Erweiterung in einer Waschküche	498	10.7.1	Information zur Inbetriebnahme	546	
9.9.2	Änderung einer zentralen Trinkwassererwärmungsanlage	498	10.7.2	Einlassen von Gas	546	
9.9.3	Solaranlage	498	10.7.3	Einstellen von Gaswärmeerzeugern	546	
9.9.4	Auswirkungen des Austausches eines Kessels auf die Trinkwassererwärmung	499	10.7.4	Funktionsprüfung der Abgasanlage	548	
9.9.5	Indirekt beheizten Trinkwassererwärmer anschließen	499	10.7.5	Unterrichtung des Betreibers	549	
10	Wärmeerzeugungsanlagen für gasförmige Brennstoffe installieren			10.8	Darstellung von Wärmeerzeugern	550
10.1	Unterscheidung der Wärmeerzeuger	502	10.8.1	Erstellen von Zeichnungen	550	
10.1.1	Wärmeträger- oder Heizmedium	502	10.8.2	Erstellung von Materiallisten	551	
10.1.2	Art und Entstehung von gasförmigen Brennstoffen	503	10.9	Berechnungen von Wärmeerzeugern	552	
10.1.3	Bauarten der Wärmeerzeuger	504	10.9.1	Energiebedarf zur Stofferwärmung	552	
10.1.4	Brennraumkonstruktion	504	10.9.2	Geräteleistung und Wirkungsgrad	553	
10.1.5	Gasbrenner	505	10.9.3	Anschluss- und Einstellwerte	555	
10.2	Aufstellungsrichtlinien für Wärmeerzeuger	507	10.9.4	Abgasverluste und Wirkungsgrade	556	
10.2.1	Allgemeine Festlegungen für Aufstellräume	507	10.9.5	Abgasvolumen und Verbindungsstücke	558	
10.2.2	Zusätzliche Festlegungen für Aufstellräume	507	10.10	Lösung des Kundenauftrags	560	
10.2.3	Unterscheidungsmerkmale der Gasgeräte	508	10.10.1	Vorüberlegung und Vorgehensweise	560	
10.2.4	Funktion von Gas-Wärmeerzeugern	515	10.10.2	Kundengespräch	561	
			10.10.3	Berechnungen zum Wärmeerzeuger	562	
			10.10.4	Materialzusammenstellung	562	
			10.10.5	Montage des Wärmeerzeugers	562	
			10.10.6	Inbetriebnahme des Wärmeerzeugers	563	
			10.11	Lernsituation	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

Inhaltsverzeichnis

11.1.3	Bauart	569	12.2.2	Wärmepumpen.	604
11.1.4	Brennraumkonstruktion	570	12.2.3	Kraft-Wärme-Kopplung (KWK).	613
11.1.5	Brenner	570	12.2.4	Brennstoffzellen	616
11.1.5.1	Brennraum für feste Brennstoffe	571	12.2.5	Stirlingmotoren (Heißgasmotoren)	618
11.1.5.2	Ölbrenner	571	12.2.6	Wärmerückgewinnung.	618
11.2	Austellungsrichtlinien für Wärmeerzeuger.	575	12.3	Energetische Bewertung und Optimierung von Systemen und Anlagen	619
11.2.1	Allgemeine Festlegungen für Aufstellräume	575	12.3.1	Energieausweise nach EnEV	619
11.2.2	Zusätzliche Festlegungen für Aufstellräume	575	12.3.2	Anforderungen an Wohngebäude	621
11.3	Sicherheitstechnische Ausrüstung	575	12.4	Energieberatung	624
11.3.1	Bauart der Anlage.	576	12.4.1	Umweltaspekte	624
11.3.2	Vorlauftemperatur und Brennstoffart	576	12.4.2	Maßnahmen gegen Umweltbelastungen durch Verbrennung	626
11.3.3	Funktion der Sicherheitseinrichtungen.	577	12.5	Lösung des Kundenauftrags.	627
11.4	Verbrennung	578	12.6	Lernsituationen.	627
11.4.1	Verbrennungsvorgang	578			
11.4.2	Verbrennungsprodukt.	578			
11.5	Brennstoff-Versorgungsanlagen	579			
11.5.1	Unterscheidung der Brennstoffe	579	13	Raumluftechnische Anlagen installieren	
11.5.2	Brennstoffflagerung.	579	13.1	Unterscheidung von RLT-Anlagen.	629
11.5.3	Versorgungsleitungen	581	13.1.1	Freie Lüftung.	629
11.5.4	Prüfen von Ölanlagen.	583	13.1.2	RLT-Anlagen ohne Lüftungsfunktion.	631
11.6	Inbetriebnahme.	584	13.1.3	RLT-Anlagen mit Lüftungsfunktion	631
11.6.1	Abgaswegeüberprüfung.	584	13.2	Bauteile zu RLT-Anlagen	633
11.6.2	Unterrichtung des Betreibers.	586	13.2.1	Luftfilter.	633
11.7	Darstellung von Wärmeerzeugern	586	13.2.2	Heiz- und Kühlregister.	635
11.7.1	Erstellen von Zeichnungen.	586	13.2.3	Be- und Entfeuchtungseinrichtungen.	636
11.7.2	Erstellung von Materiallisten	587	13.2.4	Wetterschutzgitter und Jalousiekuppen	637
11.7.3	Aufgabe.	588	13.2.5	Ventilatoren.	638
11.8	Berechnungen bei Wärmeerzeugungsanlagen	589	13.2.6	Zu- und Abluftkanäle	640
11.8.1	Energiebedarf zr Stofferwärmung	589	13.2.7	Luftein- und Luftauslässe	641
11.8.2	Geräteleistung und Wirkungsgrad.	590	13.2.8	Schalldämpfer	642
11.8.3	Öldurchsatz und Auswahl von Brennerdüsen	591	13.2.9	Brandschutzeinrichtungen.	643
11.8.4	Abgasverluste und Wirkungsgrade	593	13.3	Regelung von RLT-Anlagen	644
11.8.5	Brennstoffverbrauch und Lagergrößen	595	13.3.1	Mischluftregelung.	644
11.8.6	Brennstoffbedarf für die Trinkwassererwärmung.	595	13.3.2	Regelung der Raumtemperatur	645
11.8.7	Brennstoffbedarf bei Holzheizung	596	13.3.3	Regelung der Luftfeuchtigkeit	645
11.9	Lösung des Kundenauftrags	596	13.4	Wärmerückgewinnung.	646
11.9.1	Aufnahme der Gebäudedaten.	596	13.4.1	Wasserumlaufsysteme	646
11.9.2	Berechnung des Jahresbrennstoffbedarfs	596	13.4.2	Wärmerohrtauscher.	646
11.9.3	Darstellung des Aufstellraumes	596	13.4.3	Rotations-Wärmetauscher.	647
11.9.4	Kundengespräch	597	13.4.4	Platten-Wärmetauscher	647
11.9.5	Materialiste	597	13.5	Inbetriebnahme und Wartung	647
11.9.6	Arbeitsschritte	597	13.5.1	Inbetriebnahme	647
11.10	Lernsituationen	598	13.5.2	Wartung	648
11.10.1	Lernsituation 1	598	13.6	Darstellung von RLT-Anlagen	648
11.10.2	Lernsituation 2	599	13.6.1	Erstellen von Zeichnungen	648
12	Ressourcenschonende Wärmeerzeugungsanlagen installieren		13.7	Berechnungen zu RLT-Anlagen	651
12.1	Regenerative Energiequellen	601	13.7.1	Außenumlaufströme	651
12.2	Technologien zur Nutzung regenerativer Energieträger	601	13.7.2	Zu- und Abluftmengen.	652
12.2.1	Solarthermie	601	13.7.3	Dimensionierung von Lüftungskanälen	652
			13.7.4	Zustandsänderungen der Luft	653
			13.7.5	Luftmischung	654
			13.7.6	Luftwärzung	654
			13.8	Kontrollierte Wohnraumlüftung	655
			13.8.1	Abluftanlagen mit Abluftventilatoren.	655
			13.8.2	Zentrale Abluftanlagen ohne WRG.	656

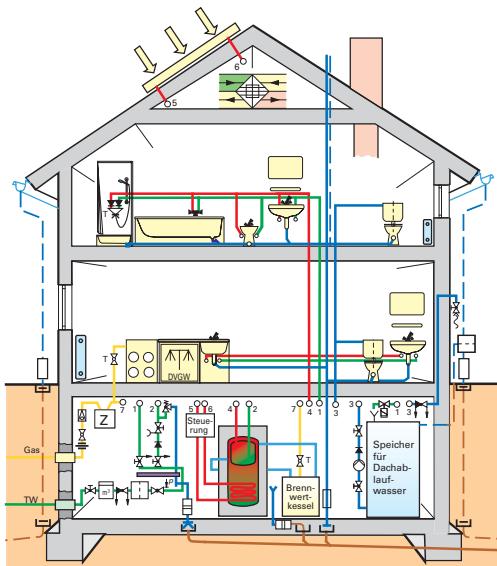
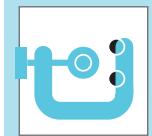


13.8.3	Wohnungs-Lüftungssysteme mit WRG	657	15.1.3	Instandhaltung von Entwässerungsanlagen	691
13.9	Lösung des Kundenauftrages	658	15.1.4	Instandhaltung von Regenwasser-Nutzungsanlagen	691
13.10	Lernsituationen	659	15.1.5	Instandhaltung von Heizungsanlagen	692
14 Versorgungstechnische Anlagen einstellen und energetisch optimieren					
14.1	Grundlagen der Steuerungs- und Regelungstechnik	661	15.2	Protokolle zu Inbetriebnahme-, Übergabe- und Instandhaltungsarbeiten	697
14.1.1	Aufbau und Wirkungsweise einer Steuerung	661	15.2.1	Erstellung von Protokollen	697
14.1.2	Arten der Steuerungen	663	15.3	Wartungsverträge	698
14.1.3	Aufbau und Wirkungsweise einer Regelung	664	15.3.1	Abfassen von Wartungs- oder Instandhaltungsverträgen	698
14.2	Regelung von Heizungsanlagen	666	15.4	Herstellerunterlagen	698
14.2.1	Regelung der Kesselwassertemperatur	666	15.5	Lösung des Kundenauftrags	699
14.2.2	Regelung der Vorlauftemperatur	667	15.6	Lernsituationen	699
14.2.3	Regelung der Raumtemperatur	668			
14.2.4	Beimischregelung	670			
14.3	Brennersteuerung	671			
14.3.1	Feuerungssystem	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			

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

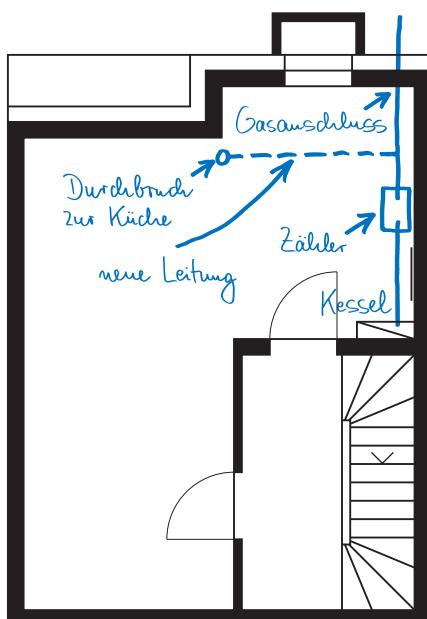


Bild 1: Skizze zum Kundenauftrag

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 begeisteter Hobbykoch möchte ich auf meinen Gasherden nicht verzichten und diesen auch im neuen Haus wieder aufstellen.

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

Mit freundlichen Grüßen

Hans Dampf

Bild 2: Anfrage eines Kunden

1 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.

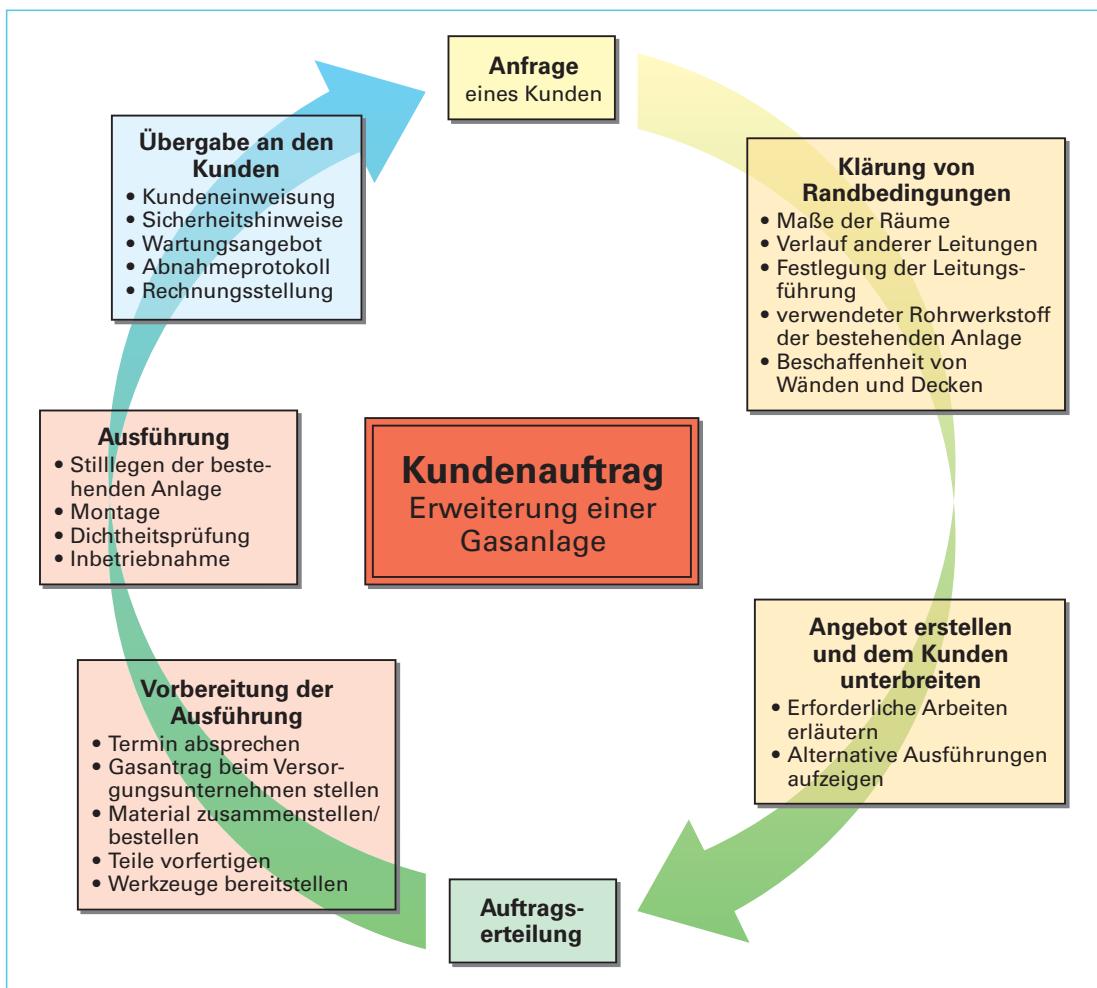


Bild 1: Abwicklung eines Kundenauftrags

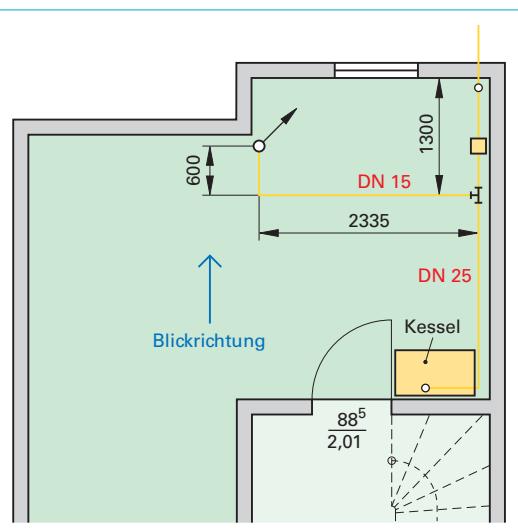


Bild 1: Gasleitung im UG, Maßstab 1 : 100

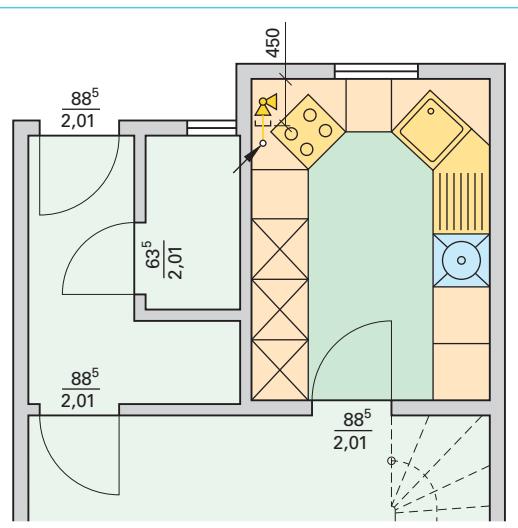


Bild 2: Gasleitung im EG, Maßstab 1 : 100

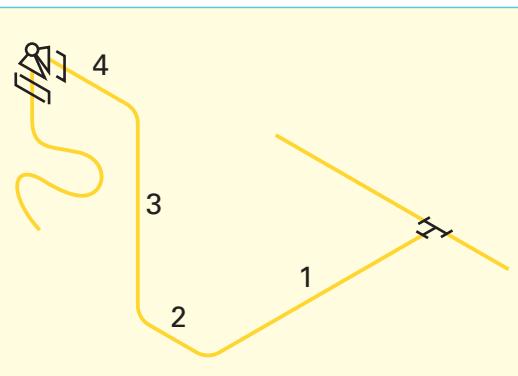


Bild 3: Raumschema der Gasleitung

1.1.1 Lösung des Kundenauftrags

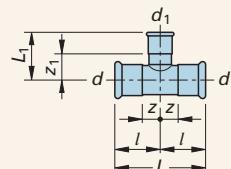
Nach der Besichtigung beim Kunden erstellt der Auszubildende eine Maßskizze des Untergeschosses. Der Deckenabstand der bestehenden Leitung beträgt 10 cm. Den Deckendurchbruch hat der Auftraggeber bereits hergestellt. Die Leitung für den Gasherd kann natürlich erst nach dem Zähler von der bestehenden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

In der Küche soll der Gasherd über Eck eingebaut werden. Die Leitung endet an einer Gassteckdose mit thermischer Absperreinrichtung 75 cm über dem Fertigfußboden. Die Decke ist 20 cm dick, der Fußbodenaufbau beträgt 12 cm. In der Arbeitsplatte ist eine Lüftungsöffnung 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).

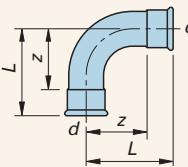
Die z-Maße der benötigten Formstücke sind Firmenunterlagen zu entnehmen (Bild 4).

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

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

Dafür entfällt zweimal der Biegeradius, also 2 · 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 besteh 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 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

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 Kupferrohrs DN 15 werden auf Maß gebogen. Danach wird das Rohr probehalber durch den Deckendurchbruch geführt und die Position der Rohrschellen an der Kellerdecke angezeichnet und gebohrt. Zwei Schellen werden in der Küche gesetzt. Nach Einsetzen der Metalldübel und Anbringen der Rohrschellen wird das Rohr lose befestigt und mit dem Pressfitting zusammengesteckt. Die Einstektleite wird angezeichnet und durch nochmaliges Herausziehen des Rohres aus dem Fitting kontrolliert. Nach dem Einsticken wird der Fitting verpresst.

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

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

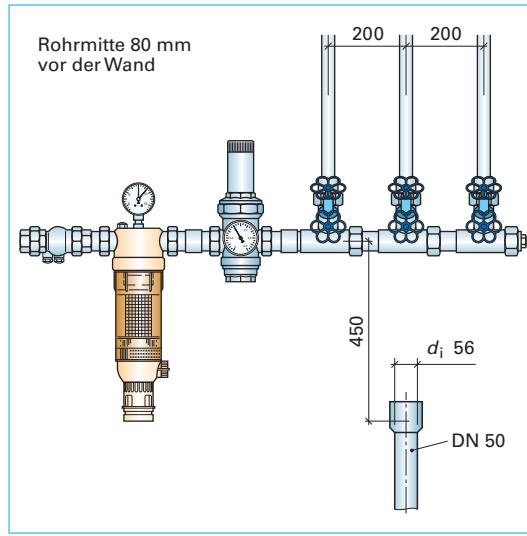


Bild 1: Verteiler

1.1.2 Blechbauteil Rinne

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

- jeweils 10 cm nach vorn und nach beiden Seiten über die Rohrmitte hinausreichen,
- 10 Liter Wasser aufnehmen können, ohne überzulaufen,
- an der Vorderseite die tiefste Oberkante haben, damit bei einer Verstopfung des Ablaufes das Wasser nicht an der Wand 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 wurde.
- 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.
- ⑭ Berechnen Sie die Masse von Rinne und Stutzen 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

Blech-dicke 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 weich-lötbar, sehr gut einfach und doppelt falzbar	vorwärmen für Schweißen, dunkle Farbe nicht überall erwünscht, (Abhilfe: verzinnte Oberfläche)
Edelstahl, rostfrei	mittlere Bruchdehnung, mittlere bis hohe Zugfestigkeit, geringe Wärmeleitfähigkeit, sehr korrosionsbeständig	mit größerem Kraftaufwand gut umformbar, Oberfläche glatt, sauber und fettfrei halten, schweißbar mit WIG- oder MAG-Verfahren	Fassaden, Dacheindeckungen, Regenrinnen, Kamineinzugsröhre, 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
Alu-minium	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 Wärmeflächenbeschichtung in vielen Farbvarianten möglich	hohe Wärmedehnung, Nachbearbeitung beim Gassschweißen erforderlich, beim Löten 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, weichlötbar	Regenrinnen, Regenfallrohre, Fassaden, Dacheindeckungen $> 15^\circ$ Neigung	günstiger Preis, bei günstigen Umweltbedingungen und Hinterlüftung bildet sich eine korrosionsbeständige Patina	muss bei Temperaturen unter 5 °C vor dem Umformen vorgewärmt werden, saurer Regen zerstört die Patina



1.1.3 Rohrkonsole

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

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

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

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

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

Aufgaben

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

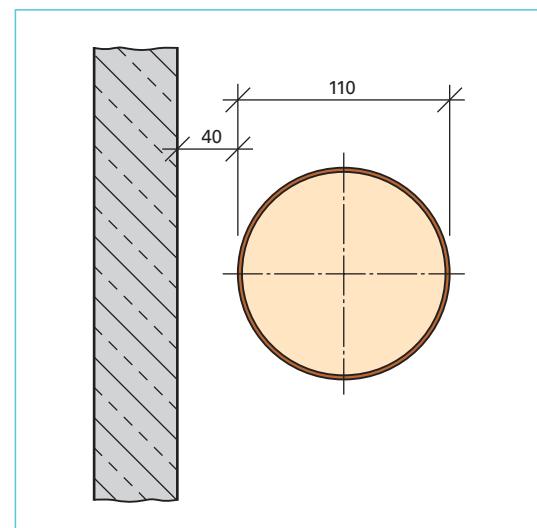
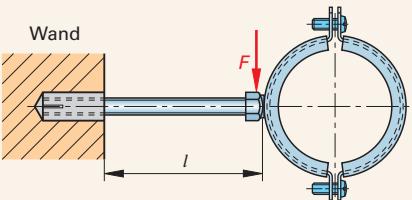
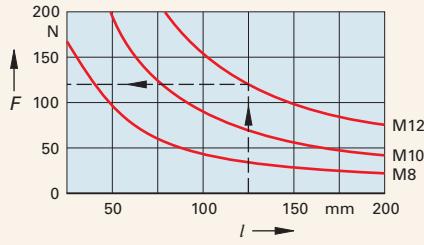
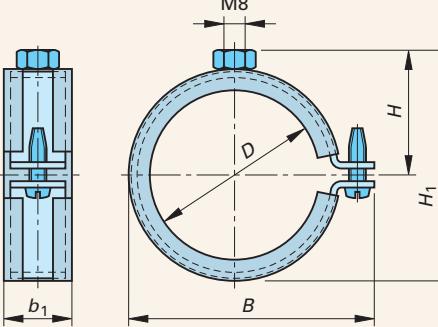


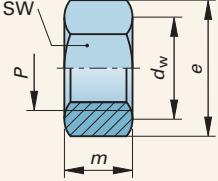
Bild 1: Maße zur Rohrbefestigung

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

Bild 2: Flachstähle und Stahlprofile

Belastbarkeit von Gewindestangen						
						
						
Rohrschellen						
						
Größe in mm		B	b₁	H₁	H	
1/4"		37	18	30	17	
3/8"		40	18	33	19	
1/2"		44	18	37	21	
3/4"		50	18	43	24	
1"		57	18	49	27	
1 1/4"		67	18	59	32	
1 1/2"		73	18	65	35	
2"		60,3	18	77	41	
		63,0	18	79	42	
		68,0	23	92	52	
		70,0	23	94	53	
		75,0	23	100	56	
2 1/2"		76,0	23	100	56	
		80,0	23	105	58	
		83,0	23	107	59	
3"		88,9	23	115	63	
		90,0	23	116	64	
		102,0	23	127	69	
		110,0	23	136	74	
4"		114,3	23	140	76	

Sechskantschraube DIN EN 24017 Gewinde bis Kopf						
SW	d_w	d	e	k	l	SW Schlüsselweite d_w Durchmesser der Auflagefläche
8	10	13	16	18	24	
3,5	4	5,3	6,4	7,5	10	
6,9	8,9	11,6	14,6	16,6	22,5	
8,8	11,1	14,4	17,8	20	26,2	
10	12	16	20	25	30	
50	60	80	100	120	150	Nennlängen l
→ Sechskantschraube ISO 4017 - M8x40 - 10.9 $d = M8, l = 40 \text{ mm}, \text{Festigkeitsklasse } 10.9$						

Sechskantmutter mit Regelgewinde						
1) Typ 1 DIN EN 24032						
2) niedrige Form DIN EN 24035						
						
d	M5	M6	M8	M10	M12	M16
8	10	13	16	18	24	
6,9	8,9	11,6	14,6	16,6	22,5	
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
8	10	13	16	18	24	
6,9	8,9	11,6	14,6	16,6	22,5	
8,8	11,1	14,4	17,8	20	26,8	
5,1	5,7	7,5	9,3	12	16,4	

Scheibe DIN 4033						
						Scheibe DIN 126-22-100 HV: $d_1=22 \text{ mm}$, Harteklasse 100 HV
h	d_1	d_2				
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: Glasfaser verstärkte Kunststoffe zur Verstärkung von Kunststoff-Badewannen oder auch Hartmetalle für die Schneiden von Steinbohrern (**Bild 4**).

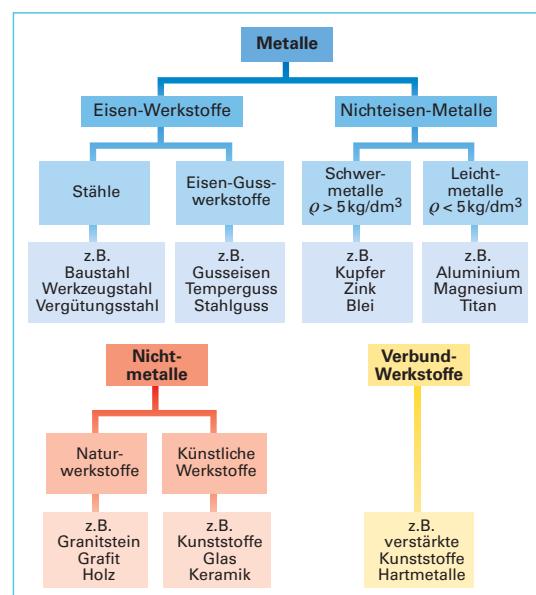


Bild 1: Einteilung der Werkstoffe in Werkstoffgruppen



Bild 2: Werkstücke aus Eisenwerkstoffen



Bild 3: Werkstücke aus Nichtmetallen



Bild 4: Bauteile aus Verbundwerkstoffen