



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für metalltechnische Berufe

Fachkunde

Sanitärtechnik

Fachstufen

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

9. Auflage

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

Europa-Nr.: 14515

Autoren der „Fachkunde Sanitärtechnik“:

Blickle, Siegfried	Dipl.-Ing., Oberstudienrat	Freudenstadt
Flegel, Robert	Wissenschaftlicher Lehrer	Stuttgart
Härterich, Manfred	M. A., Oberstudiendirektor	Ditzingen
Jungmann, Friedrich	Oberstudienrat	Heidelberg
Merkle, Helmut	Dipl.-Ing., Studiendirektor	Forst
Schuler, Karl	Dipl.-Ing. (FH), Studienrat	Neenstetten
Uhr, Ulrich	Dipl.-Ing., Studiendirektor	Rheinfelden

Lektorat:

Manfred Härterich, M. A., Oberstudiendirektor, Ditzingen

Bildbearbeitung:

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

9. Auflage 2017

Druck 5 4 3 2 1

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

ISBN 978-3-8085-1479-5

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: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald

Umschlagfotos: © dkiimges und © siro46 – fotolia.com

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

Einführung



Die im Verlag Europa-Lehrmittel in der **9. Auflage** erschienene „Fachkunde Sanitärtechnik“ wurde an die aktuellen Normen angepasst und dient der Aus- und Weiterbildung in der Sanitärtechnik.

Inhalt

Der Inhalt des Buches ist an die einschlägigen **Bildungspläne der Bundesländer** für Berufliche Schulen und auf die **Verordnung über die Berufsausbildung** zum Anlagenmechaniker/in für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik des Bundeswirtschaftsministeriums angelehnt. Er baut auf dem Fachwissen des ersten Berufsschul- bzw. Ausbildungsjahres auf und umfasst den sanitärtechnischen Lehrstoff der folgenden Berufsschul- bzw. Ausbildungsjahre. Die Inhalte entsprechen den für diesen Fachbereich geltenden **technischen Regeln** und den **gesetzlichen Verordnungen** sowie den **fachbezogenen Vorschriften**, insbesondere den **DIN-Normen**. Fragen des **Umweltschutzes** und der **Arbeitssicherheit** sind bei den jeweiligen Fachbereichen angemessen berücksichtigt.

Gliederung und Gestaltung

Das Fachbuch umfasst **elf Kapitel**. In den **Kapiteln eins bis zehn** ist die Sanitärtechnik in **zehn Lernbereiche** sachlogisch aufgeteilt und dargestellt. Das **Kapitel elf** ist als bereichsübergreifendes **Projekt** gestaltet. 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 Sanitärtechnik. Der im jeweiligen Kapitel behandelte Teilbereich ist dem Leitprojekt entnommen. Eine entsprechende Schnittzeichnung fasst dessen Inhalt in anschaulicher Weise zusammen. 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

Der inhaltliche Schwerpunkt des Fachstufenbuches liegt im Fach **Technologie**. Daneben enthält es die zum jeweiligen Themenbereich gehörenden **mathematischen, zeichnerischen und arbeitsplanerischen** Lerninhalte. Dadurch kann der Unterricht **fächerübergreifend** gestaltet werden. Merksätze und Formeln sowie Fragen zur **Lernzielkontrolle** sind farblich herausgehoben. Über tausend mehrfarbige Fotos und Zeichnungen, Tabellen und Diagramme veranschaulichen den Text und ermöglichen es, handlungsorientiert zu arbeiten.

Die Lernbereiche schließen mit einem **Projekt** einschließlich der Lösung ab, in der die Inhalte der jeweiligen Fächer zusammenfließen. Zwei weitere **Projektaufgaben** zur Wahl dienen der Vertiefung und Übung des Gelernten. Im letzten Kapitel des Buches wird ein **Gesamtprojekt** dargestellt, in dem Lerninhalte aus dem gesamten Buch zur Anwendung kommen.

Zielgruppen

Die „Fachkunde Sanitärtechnik – Fachstufen“ ist vorrangig als Lernmittel für Schüler, Schülerinnen und Auszubildende in der **Berufsschule** sowie in der **betrieblichen und überbetrieblichen Ausbildung** konzipiert. Das Buch eignet sich auch für die Verwendung an Meister- und Technikerschulen zur Wiedergewinnung und Sicherung des Grundwissens. Daneben kann es in der **Praxis**, sei es im Büro, in der Werkstatt oder auf der Baustelle 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 Antwort suchen.

Autoren und Verlag sind allen Benutzern der „Fachkunde Sanitärtechnik – Fachstufen“ für kritische Hinweise und für Verbesserungsvorschläge an lektorat@europa-lehrmittel.de dankbar.

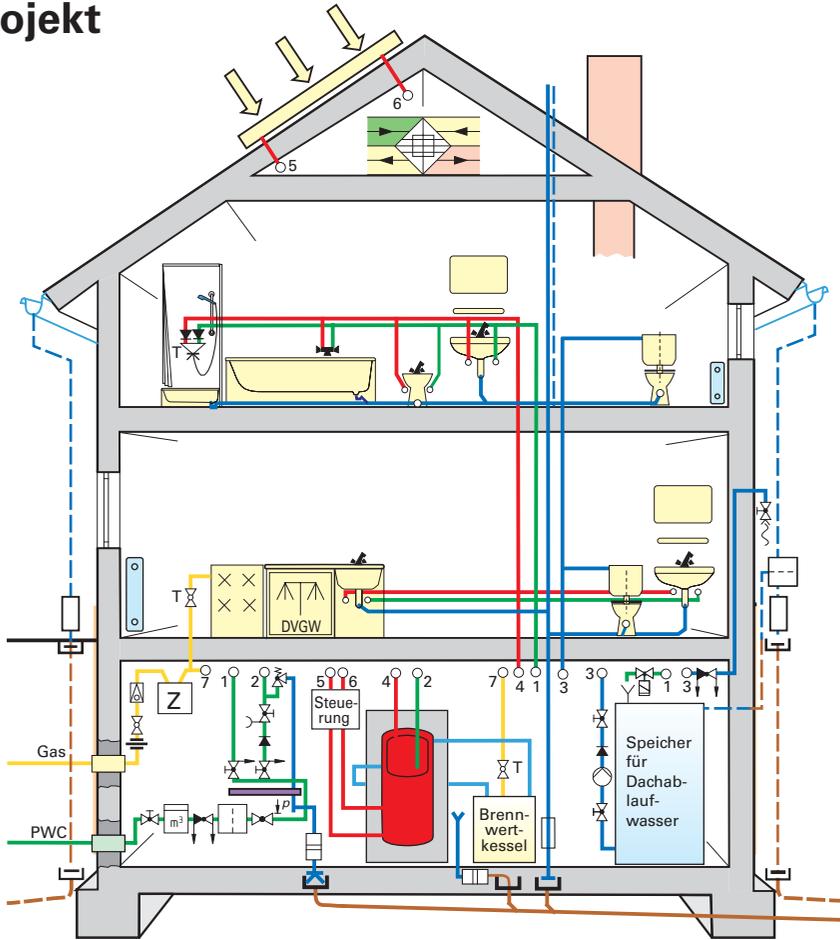
Herbst 2017

Die Verfasser

Lernbereiche



Leitprojekt



1 Rohrleitungsanlagen



2 Trinkwasserinstallation



3 Trinkwassererwärmung



4 Abwasserinstallation



5 Ableitung von Niederschlagswasser



6 Sanitäre Einrichtungen



7 Gas- und Abgasinstallation



8 Elektrotechnik



9 Steuerungs- und Regelungstechnik



10 Informationstechnik



Inhaltsverzeichnis



1 Rohrleitungsanlagen



1.1 Rohrwerkstoffe und Verbindungstechniken	11
1.1.1 Stahlrohre und Stahlrohrverbindungen	11
1.1.2 Kupferrohre und Kupferrohrverbindungen	20
1.1.3 Kunststoffrohre und Kunststoffrohrverbindungen	24
1.1.4 Metallverbundrohre und Metallverbundrohrverbindungen	28
1.2 Korrosion	29
1.2.1 Korrosionsarten	29
1.2.2 Erscheinungsformen der Korrosion	31
1.2.3 Korrosionsverhalten wichtiger Werkstoffe	32
1.2.4 Korrosionsvoraussetzungen	33
1.2.5 Korrosionsschutz	33
1.3 Brandschutz	36
1.3.1 Baustoffklassen	36
1.3.2 Brandabschnitte	36
1.3.3 Feuerwiderstandsklassen	36
1.3.4 Rohrabschottungen	37
1.4 Arbeitssicherheit	39
1.4.1 Sicherheitszeichen	39
1.4.2 Sicherheitsmaßnahmen	40
1.4.3 Aufgaben im betrieblichen Arbeitsschutz	41
1.5 Schallschutz	42
1.5.1 Schallentstehung	42
1.5.2 Schallausbreitung	43
1.5.3 Geräuschquellen bei sanitären Anlagen	44
1.5.4 Schallschutzmaßnahmen	44
1.6 Montage von Rohrleitungen	47
1.6.1 Trennen von Rohren	47
1.6.2 Biegen von Rohren	47
1.6.3 Befestigen von Rohren	48
1.6.4 Wand- und Deckendurchführungen von Rohren	50
1.7 Darstellung von Rohrleitungsanlagen ..	52
1.7.1 Darstellung in Ansichten	52

1.7.2 Isometrische Darstellung	52
1.7.3 Vorfertigen von Rohrleitungen	53
1.8 Berechnungen bei Rohren	55
1.8.1 Rohrabmessungen	55
1.8.2 Querschnitt	55
1.8.3 Querschnittsverminderung	55
1.8.4 Gestreckte Längen	56
1.8.5 Rohrmantelfläche	56
1.8.6 Rohrinhalt	57
1.8.7 Rohrmasse	57
1.8.8 Längen- und Volumenänderung	57
1.9 Projekte zu Rohrleitungsanlagen	59
1.9.1 Projektbeispiel: Kellerverteilung	59
1.9.2 Projektaufgaben	61

2 Trinkwasserinstallation



2.1 Trinkwasser	63
2.1.1 Kreislauf des Wassers	63
2.1.2 Physikalische und chemische Eigenschaften	64
2.1.3 Trinkwassergewinnung und Verteilung	68
2.1.4 Anforderungen an Trinkwasser	72
2.2 Trinkwasseranlagen	72
2.2.1 Verbrauchsleitungen	72
2.2.2 Leitungsverlegung	74
2.2.3 Sicherungsmaßnahmen gegen Rückfließen	75
2.2.4 Sicherungsarmaturen	79
2.2.5 Inbetriebnahme von Trinkwasseranlagen	82
2.3 Behandlung von Trinkwasser	84
2.3.1 Kalk und Kohlensäure im Trinkwasser ..	84
2.3.2 Härtestabilisierung	85
2.3.3 Enthärtung	86
2.3.4 Entsalzung	87
2.4 Pumpen in der Wasserversorgung	89
2.4.1 Pumpenarten	89
2.4.2 Betriebsverhalten von Pumpen	92
2.4.3 Eigenwasserversorgung	92
2.4.4 Druckerhöhungsanlagen	94
2.4.5 Feuerlösch- und Brandschutzanlagen ..	96

2.5	Darstellung von Trinkwasseranlagen ..	98
2.5.1	Teilzeichnung	98
2.5.2	Leitungsschema und Strangschema ..	100
2.6	Berechnungen bei Trinkwasseranlagen	102
2.6.1	Druck in Flüssigkeiten	102
2.6.2	Volumenstrom, Fließgeschwindigkeit, Nennweite	104
2.6.3	Druckverluste in Wasserleitungen	105
2.6.4	Pumpenberechnungen	106
2.7	Projekte zur Trinkwasserinstallation ..	108
2.7.1	Projektbeispiel: Wasserzähleranlage mit Verteilung	108
2.7.2	Projektaufgaben	109

3.6.2	Warmwasserleitungen	123
3.6.3	Zirkulationsleitungen	124
3.6.4	Warmwasserbegleitheizung	124
3.6.5	Wärmedämmung	124
3.6.6	Energieeinsparungsmaßnahmen	125

3.7	Darstellung von Trinkwasser- Erwärmungsanlagen	127
3.7.1	Warmwasserbedarf	127
3.7.2	Schemazeichnungen	127
3.7.3	Detailzeichnungen	128
3.7.4	Schutzbereiche nach VDE 0100	129

3.8	Berechnungen bei Trinkwasser- Erwärmungsanlagen	130
3.8.1	Temperatur	130
3.8.2	Wärmemenge	131
3.8.3	Mischwassertemperatur	131
3.8.4	Elektrische Energie und Leistung	132
3.8.5	Wirkungsgrad	132
3.8.6	Energiekosten der Trinkwasser- erwärmung	133
3.8.7	Volumenänderung bei Wasser	134

3.9	Projekte zur Trinkwassererwärmung ..	135
3.9.1	Projektbeispiel: Solaranlage	135
3.9.2	Projektaufgaben	137

3 Trinkwassererwärmung



3.1	Trinkwasser-Erwärmungsanlagen	111
3.1.1	Anforderungen an Trinkwasser-Erwärmungsanlagen	111
3.1.2	Energieträger der Wassererwärmung ..	112
3.1.3	Betriebsarten	112
3.2	Bauarten von Trinkwassererwärmern ..	113
3.2.1	Speicherwassererwärmer	113
3.2.2	Durchflusswassererwärmer	113
3.2.3	Offene Wassererwärmer	114
3.2.4	Geschlossene Wassererwärmer	114
3.2.5	Unmittelbar beheizte Wassererwärmer	114
3.2.6	Mittelbar beheizte Wassererwärmer ...	114
3.3	Elektrische Trinkwassererwärmer	115
3.3.1	Offene Elektro-Speicherwasser- erwärmer	115
3.3.2	Geschlossene Elektro-Speicher- wassererwärmer	115
3.3.3	Elektro-Durchflusswassererwärmer ...	116
3.3.4	Offene Elektroboiler	117
3.3.5	Kochendwassergeräte	117
3.4	Anschlüsse von Trinkwassererwärmern	117
3.4.1	Kaltwasseranschluss geschlossener Wassererwärmer	117
3.4.2	Kaltwasseranschluss offener Wassererwärmer	118
3.5	Trinkwassererwärmung mit Umweltenergie	119
3.5.1	Solaranlagen	119
3.5.2	Wärmepumpen	121
3.6	Zentrale Trinkwassererwärmung	123
3.6.1	Warmwasserverteilung	123

4 Abwasserinstallation



4.1	Abwasserentsorgung	139
4.1.1	Öffentliche Abwasserentsorgung.	139
4.1.2	Private Abwasserentsorgung	141
4.1.3	Gesetzliche Grundlagen der Abwasserentsorgung	141
4.2	Entwässerungsanlagen	142
4.2.1	Leistungsabschnitte	142
4.2.2	Rohrwerkstoffe und Verbindungs- techniken	142
4.2.3	Verlegen von Abwasserleitungen	149
4.2.4	Befestigen von Abwasserleitungen ...	156
4.2.5	Ablaufstellen	157
4.3	Rückhalten schädlicher Stoffe	159
4.3.1	Sand- und Schlammfänge	159
4.3.2	Fettabscheider	160
4.3.3	Leichtflüssigkeitsabscheider	160
4.3.4	Stärkeabscheider	161
4.3.5	Neutralisationsanlagen	162
4.4	Schutz gegen Rückstau	162
4.4.1	Hebeanlagen	163
4.4.2	Rückstauverschlüsse	164

4.5 Darstellung von Entwässerungsanlagen	166
4.5.1 Sinnbilder, Leitungsarten	166
4.5.2 Zeichnungsarten	168
4.6 Berechnungen bei Entwässerungsanlagen	170
4.6.1 Gefälle von Rohrleitungen	170
4.6.2 Schmutzwasserabfluss, Leitungsdurchmesser	171
4.6.3 Längenänderung durch Temperaturänderung bei Abwasserleitungen	174
4.7 Projekte zur Abwasserinstallation	176
4.7.1 Projektbeispiel: Einfamilienhaus	176
4.7.2 Projektaufgaben	177

5.6 Projekte zur Ableitung von Niederschlagswasser	215
5.6.1 Projektbeispiel: Erkeranbau	215
5.6.2 Projektaufgaben	217

6 Sanitäre Einrichtungen



6.1 Werkstoffe für Sanitärgegenstände ..	219
6.1.1 Keramische Werkstoffe	220
6.1.2 Metallische Werkstoffe	221
6.1.3 Kunststoffe	222
6.2 Sanitärarmaturen	223
6.2.1 Absperrarmaturen	225
6.2.2 Auslaufarmaturen	226
6.2.3 Ablaufarmaturen, Spülkästen	232
6.3 Sanitäre Anlagen	235
6.3.1 Waschbecken- und Waschtischanlagen	235
6.3.2 Sitzwaschbeckenanlagen	238
6.3.3 Klosettanlagen	240
6.3.4 Urinalanlagen	243
6.3.5 Badewannenanlagen	245
6.3.6 Duschanlagen	248
6.3.7 Spülbeckenanlagen	251
6.3.8 Ausgussbeckenanlagen	254
6.4 Planungsgrundlagen für Sanitärräume	255
6.4.1 Ausstattung von Sanitärräumen	255
6.4.2 Stellflächen, seitliche Abstände und Bewegungsflächen	256
6.4.3 Planungsgrundlagen für Bäder und WC-Räume	257
6.4.4 Planungsgrundlagen für Küchen	258
6.4.5 Vorwandinstallation	263
6.4.6 Lüftung innenliegender Sanitärräume	268
6.5 Montageskizzen	270
6.5.1 Montageskizze für Gäste-WC	270
6.5.2 Montageskizze für Bad	271
6.5.3 Montageskizze für Duschbad	272
6.5.4 Montageskizze für Küchenspüle und Spülmaschine	273
6.6 Fliesengerechte Installation	274
6.6.1 Fliesengerechte Installation eines WC-Raumes	275
6.7 Projekte zu Sanitäre Einrichtungen ..	275
6.7.1 Projektbeispiel: Etagenwohnung mit Küche und Bad	276
6.7.2 Projektaufgaben	277

5 Ableitung von Niederschlagswasser



5.1 Grundlagen	179
5.1.1 Physikalische Vorgänge	179
5.1.2 Chemische Vorgänge	180
5.1.3 Ablaufverhalten des Regenwassers ..	180
5.2 Dachentwässerung	181
5.2.1 Dacharten	181
5.2.2 Bezeichnung der Dachteile	182
5.2.3 Werkstoffe für die Ableitung des Niederschlagswassers	182
5.2.4 Dachrinnen	185
5.2.5 Regenfallrohre	189
5.2.6 Dachentwässerung mit Druckströmung	189
5.2.7 Nutzung von Dachablaufwasser	190
5.2.8 Verwahrungen	192
5.3 Arbeitssicherheit	195
5.3.1 UVV bei Dacharbeiten	195
5.3.2 UVV bei Arbeiten in Gräben	196
5.4 Darstellung von Bauteilen zur Dachentwässerung	197
5.4.1 Formstücke mit eckigem Querschnitt ..	197
5.4.2 Formstücke mit kreisrundem Querschnitt	199
5.4.3 Formstücke für Dachrinnen	206
5.5 Berechnungen bei der Ableitung von Niederschlagswasser	211
5.5.1 Berechnen des Blechgewichtes	211
5.5.2 Bemessung von Dachrinnen und Regenfallrohren	212
5.5.3 Gefälle zur Ableitung von Niederschlagswasser	213
5.5.4 Längenänderung durch Temperaturänderung	214



7.1 Gas als Brennstoff	279
7.1.1 Gasarten und Gasfamilien	279
7.1.2 Gasgewinnung	279
7.1.3 Öffentliche Gasversorgung	282
7.1.4 Zusammensetzung und Kenndaten ...	284
7.1.5 Verbrennungsvorgang	286
7.1.6 Verbrennungsprodukt	287
7.2 Versorgung von Gebäuden mit Naturgas	289
7.2.1 Leitungsanlage	289
7.2.2 Prüfen von Gasleitungen	292
7.2.3 Inbetriebnahme von Gasleitungen ...	293
7.2.4 Arbeiten an gasführenden Leitungen ..	294
7.2.5 Verhalten bei Gasgeruch	295
7.3 Gasarmaturen	296
7.3.1 Absperrarmaturen	296
7.3.2 Gasdruckregler	296
7.3.3 Gasdruckwächter	297
7.3.4 Gasfilter	297
7.3.5 Brandschutzarmaturen	298
7.4 Gaszähler	299
7.4.1 Bauarten	299
7.4.2 Funktion	299
7.4.3 Aufstellen von Gaszählern	299
7.5 Gasgeräte	301
7.5.1 Unterscheidungsmerkmale	301
7.5.2 Gasbrenner	303
7.5.3 Aufstellung von Gasgeräten	305
7.5.4 Anschluss von Gasgeräten	311
7.5.5 Aufbau und Funktion von Gasgeräten ..	312
7.5.6 Sicherungs- und Zündeinrichtungen ..	326
7.5.7 Einstellen von Gasgeräten	329
7.5.8 Inbetriebnahme von Gasanlagen	330
7.5.9 Instandhaltung von Gasanlagen	330
7.6 Versorgung von Gebäuden mit Flüssiggas	334
7.6.1 Flüssiggas als Brennstoff	334
7.6.2 Regeln für Flüssiggasanlagen	335
7.6.3 Flüssiggasanlagen	336
7.6.4 Prüfung und Inbetriebnahme von Flüssiggasanlagen	341
7.7 Abgasanlage	342
7.7.1 Strömungssicherung	342
7.7.2 Abgasklappen	343
7.7.3 Abgasrohre	344
7.7.4 Schornsteine	346

7.7.5 Funktionsprüfung der Abgasanlage ...	352
7.7.6 Umweltbelastungen durch Abgase	355
7.8 Darstellung von Gasanlagen	359
7.8.1 Erstellen von Zeichnungen	359
7.8.2 Erstellen von Materiallisten	361
7.9 Berechnungen bei Gasanlagen	365
7.9.1 Gasgesetze	365
7.9.2 Gasverbrauch zur Stoffwärmung ...	368
7.9.3 Geräteleistung und Wirkungsgrad ...	369
7.9.4 Anschluss- und Einstellwerte	371
7.9.5 Kostenermittlung für Gasverbrauch ...	372
7.9.6 Raum- und Verbrennungsluftverbund ..	373
7.9.7 Abgasverluste und feuerungs- technischer Wirkungsgrad	376
7.9.8 Abgasvolumen und Abgasrohre	377
7.9.9 Schornsteinquerschnitte	378
7.10 Projekte zu Gasanlagen	380
7.10.1 Projektbeispiel: Etagenwohnung	380
7.10.2 Projektaufgaben	383

8 Elektrotechnik



8.1 Grundlagen	385
8.1.1 Elektrischer Stromkreis	385
8.1.2 Stromarten	386
8.1.3 Stromquellen	388
8.2 Elektrische Bauteile	390
8.2.1 Transformator	390
8.2.2 Gleichrichter	391
8.2.3 Magnetventil	391
8.2.4 Heizwiderstand	392
8.2.5 Kondensator	392
8.2.6 Wechselstrommotor	393
8.2.7 Drehstrommotor	394
8.3 Funktionsprüfungen	396
8.3.1 Spannungs-, Strom- und Widerstands- messung	396
8.3.2 Arbeitsfolge bei der Beseitigung von Funktionsstörungen	397
8.4 Betriebs- und Arbeitssicherheit	398
8.4.1 Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Berührung	398
8.4.2 Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme	399
8.4.3 Schutzmaßnahmen gegen Überlastung und Kurzschluss	399
8.4.4 Anschlüsse elektrischer Geräte und Maschinen	400
8.4.5 Erdung, Schutzbereiche und Schutzarten	401

8.5	Darstellung und Inbetriebnahme von Sanitäranlagen mit Elektroanschluss ..	402
8.5.1	Symbole	402
8.5.2	Schaltpläne	403
8.5.3	Schütz- und Anlaufschaltung	404
8.5.4	Betriebsdaten und Betriebsanleitungen	404
8.6	Berechnungen bei Sanitäranlagen mit Elektroanschluss	406
8.6.1	Ohmsches Gesetz	406
8.6.2	Elektrische Leistung	407
8.6.3	Anschlusswert und Absicherung	408
8.6.4	Elektrische Arbeit	408
8.6.5	Erwärmzeit und Durchfluss bei elektrischen Wassererwärmern	408

9.6	Regelstrecken	441
9.7	Darstellung von Steuerungen und Regelungen	443

10 Informationstechnik



10.1	Computersystem	445
10.1.1	Zentraleinheit	445
10.1.2	Eingabegeräte	448
10.1.3	Ausgabegeräte	449
10.1.4	Betriebssysteme	451
10.2	Datenkommunikation	453
10.2.1	Multimedia	453
10.2.2	Netzwerke	453
10.2.3	Online-Dienste	454
10.2.4	Internet	454
10.3	Anwendersoftware	455
10.3.1	Textverarbeitung	455
10.3.2	Blechabwicklungen	456
10.3.3	Badplanung	456

9 Steuerungs- und Regelungstechnik



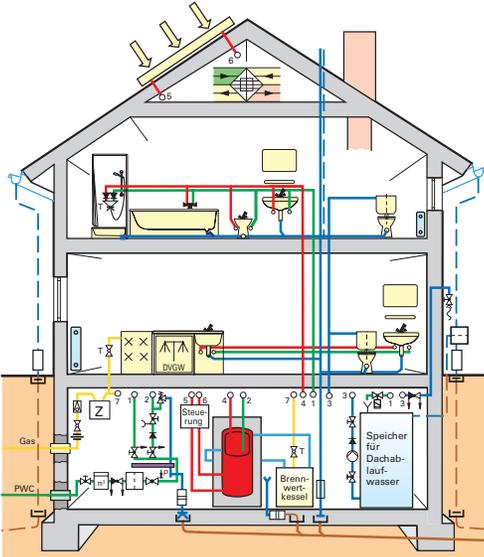
9.1	Aufbau und Wirkungsweise einer Steuerung	411
9.2	Arten der Steuerungen	413
9.2.1	Mechanische Steuerungen	413
9.2.2	Hydraulische Steuerungen	414
9.2.3	Pneumatische Steuerungen	416
9.2.4	Elektrische Steuerungen	417
9.2.5	Elektronische Steuerungen	419
9.2.6	Analoge Steuerungen	419
9.2.7	Binäre Steuerungen	420
9.2.8	Ablaufsteuerungen	420
9.2.9	Verknüpfungssteuerungen	422
9.2.10	Programmsteuerungen	424
9.3	Aufbau und Wirkungsweise einer Regelung	425
9.4	Arten der Regelungen	426
9.4.1	Druckregeleinrichtungen	426
9.4.2	Temperaturregeleinrichtungen	428
9.4.3	Volumenregeleinrichtungen	431
9.4.4	Unstetige Regler	432
9.4.5	Stetige Regler	435
9.5	Arten der Regler nach dem Regelverhalten	437

11 Gesamtprojekt



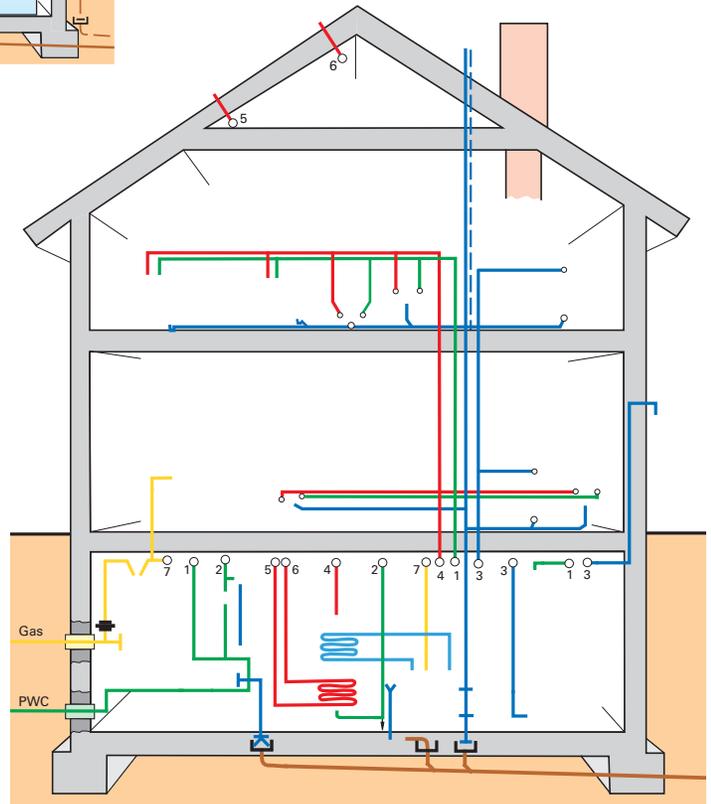
11.1	Baubeschreibung, Schnitt, Grundrisse	458
11.2	Planung der Sanitärinstallation	460
11.2.1	Planung der sanitären Einrichtungen und der Rohrleitungsführung	460
11.2.2	Strangschema	462
11.3	Detailzeichnungen und Montageskizzen	462
11.3.1	Küche, Badezimmer, WC-Raum	462
11.3.2	Abwasserentsorgung und Regenwassernutzung	464
11.3.3	Trinkwassererwärmung mit Solaranlage	465
Firmenverzeichnis		467
Sachwortverzeichnis		468

1 Rohrleitungsanlagen



- 1.1 Rohrwerkstoffe und Verbindungstechniken
- 1.2 Korrosion
- 1.3 Brandschutz
- 1.4 Arbeitssicherheit
- 1.5 Schallschutz
- 1.6 Montage von Rohrleitungen
- 1.7 Darstellung von Rohrleitungsanlagen
- 1.8 Berechnungen an Rohren
- 1.9 Projekte zu Rohrleitungsanlagen

Leitprojekt



Rohrleitungsanlagen

1 Rohrleitungsanlagen



In der Sanitärtechnik steht eine Vielzahl von Rohren aus unterschiedlichen Werkstoffen mit den entsprechenden Verbindungstechniken zur Verfügung. Bei der Planung und Montage von Rohrleitungsanlagen sind eine entsprechende Auswahl der Rohrwerkstoffe und eine fachgerechte Verlegung erforderlich. Daneben ist auf den Korrosionsschutz, den Schallschutz und den Brandschutz zu achten. Für Rohrleitungsanlagen sind in der Regel zeichnerische Darstellungen anzufertigen und Berechnungen durchzuführen.

1.1 Rohrwerkstoffe und Verbindungstechniken

Für Rohrwerkstoffe und deren Zubehörteile gelten die Anforderungen der DIN 1988, „Technische Regeln für Trinkwasser-Installation“ (**TRWI**). Bei den allgemeinen Anforderungen an Rohre, Rohrverbindungen, Formstücke und Armaturen ist festgelegt, dass alle mit dem Trinkwasser in Berührung kommenden Anlagenteile, Bedarfsgegenstände im Sinne des **Lebensmittel Bedarfsgegenstandesgesetzes (LMBG)** sind. Entsprechend der **Allgemeinen Vertragsbedingungen für die Versorgung mit Trinkwasser (AVB-WasserV)** dürfen nur solche Materialien verwendet werden, die den anerkannten Regeln der Technik entsprechen.

Nach den Werkstoffen für Rohre unterscheidet man Stahlrohre, Kupferrohre, Kunststoffrohre und Metallverbundrohre mit ihren jeweils auf den Werkstoff und Verwendungszweck abgestimmten Verbindungstechniken (**Tabelle 1**). Bei der Installation von Rohrsystemen aus verzinkten Stahlrohren eignet sich besonders die Gewinderohrverbindung. Stahlrohre mit großen Nennweiten werden meist geschweißt und anschließend feuerverzinkt. Schweißverfahren können auch bei der Installation von Gasleitungen eingesetzt werden. Das thermische Trennen wird häufig bei der Demontage von Rohranlagen eingesetzt. Für Rohrleitungen aus nichtrostendem Stahl eignen sich besonders Press- und Klemmverbindungen. Die in der Kupferrohrinstallation am häufigsten anzutreffenden Verbindungen sind Hart- und Weichlötverbindungen. Kunststoffrohrsysteme erlauben eine Vielzahl von unterschiedlichen Verbindungstechniken. Die Anforderungen an Rohre und Rohrverbindungen bezüglich Druck und Temperatur sind in den Betriebsbedingungen zusammengefasst (**Tabelle 2**).

1.1.1 Stahlrohre und Stahlrohrverbindungen

Bei den Stahlrohren unterscheidet man Gewinderohre, nichtrostende Stahlrohre und sonstige Stahlrohre.

Tabelle 1: Rohrwerkstoffe und Verbindungen

Gruppen	Werkstoffe	Verbindungen ^{*)}
Stahlrohre	verzinkter Stahl nichtrostender Stahl blanker Stahl	Gewinde-, Press-, Schweiß-, Steck- und Schraubverbindungen
Kupferrohre	Kupfer	Löt- und Pressverbindungen
Kunststoffrohre	PE-HD PE-X, PP-R PVC-C PVC-U PB	Schweiß-, Klemm-, Steck- und Klebeverbindungen
Metallverbundrohre	Metall mit Kunststoff	Klemm- und Pressverbindungen

^{*)} je nach Rohrwerkstoff

Tabelle 2: Betriebsbedingungen für Rohre

	Betriebsüberdruck bar	Temperatur °C	jährliche Betriebsstunden h/a
Kaltwasser	0 bis 10 schwankend	bis 25 *)	8760
Warmwasser	0 bis 10 schwankend	bis 60	8710
		bis 85	50

^{*)} Bezugstemperatur für die Zeitstandfestigkeit 20 °C. Sind höhere Temperaturen und Betriebsüberdrücke erforderlich, müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden.

Tabelle 3: Oberflächen von Gewinderohren

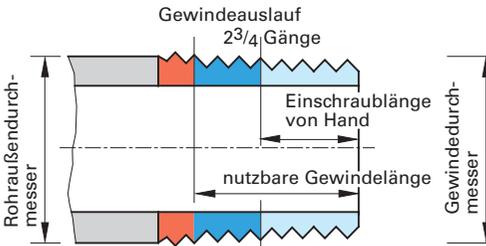
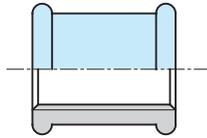
Oberfläche	Kurzzeichen	Verwendungsbeispiele
schwarz	–	Heizungsleitungen
schwarz, geeignet zur Verzinkung	A	Wasserleitungen nachträglich verzinkt
verzinkt	B	Wasser- und Gasleitungen
nichtmetallischer Schutzüberzug	C	Gasleitungen



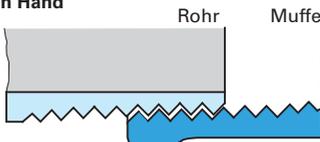
Rohr mit kegeligem Außengewinde und Dichtmittel



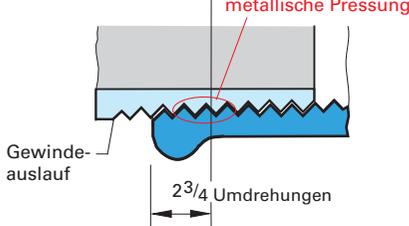
Muffe mit zylindrischem Innengewinde



Anzug von Hand



Anzug mit Werkzeug



Rohr mit aufgeschraubter Muffe

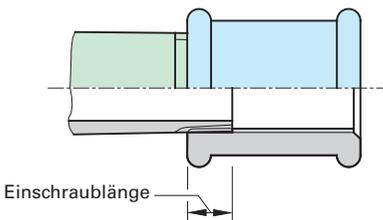


Bild 1: Gewindeverbindung

Tabelle 1: Rohrgewinde nach DIN EN 10266						
Nennweite DN	15	20	25	32	40	50
Nutzbare Gewindelänge in mm	13,2	14,5	16,8	19,1	19,1	23,4
Mittlere Einschraublänge in mm	13	15	17	19	19	24
Anzug mit Werkzeug (Umdrehungen)	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$

Gewinderohre

Stahlrohre als Gewinderohre sind in nahtloser, geschweißter, verzinkter oder schwarzer Ausführung lieferbar. Gewinderohre unterteilt man nach der Dicke der Rohrwandung in mittelschwere Gewinderohre DIN EN 10255 und schwere Gewinderohre nach DIN EN 10255, jeweils nahtlos oder geschweißt. Gewinderohre werden in den Nennweiten DN 6 bis DN 150 angeboten. Die Nennweite **DN (Diameter nominale)** ist ein Zahlenwert ohne Einheit und dient als Kenngröße für zueinander passende Teile, wie z. B. Rohre, Formstücke und Armaturen. Sie entspricht annähernd der lichten Weite des Rohres in Millimeter.

Gewinderohre werden mit verschiedenen Oberflächen geliefert:

- schwarz,
- schwarz, für nachträgliche Verzinkung geeignet, Kurzzeichen B,
- verzinkt nach DIN EN 10240, Kurzzeichen A und
- mit nichtmetallischem Schutzüberzug außen, Kurzzeichen C (Tabelle 3, Seite 11).

Die Feuerverzinkung der Gewinderohre dient hauptsächlich der Korrosionsbeständigkeit und der hygienischen Eignung. Die Kennzeichnung der verzinkten Rohre enthält:

- Hersteller oder Verzinker,
- DIN EN 10240 (verzinkt),
- technische Lieferbedingungen für das Rohr, z. B. nach DIN EN 10255, Ausführungsart nahtlos oder geschweißt und
- DIN-DVGW-Prüfzeichen mit Registriernummer.

Kennzeichnung für eine Bestellung: Hersteller, DIN EN 10255, DN 25, geschweißt, B.

Gewinderohr-Verbindungen

Die häufigste Rohrverbindung für verzinkte Gewinderohre ist die zylindrisch-kegelige **Gewindeverbindung** nach DIN EN 10266 (Bild 1 und Tabelle 1). Für diese Verbindungsart ist das Whitworth-Rohrgewinde mit zylindrischem Innengewinde und kegeligem Außengewinde (Kegel 1:16) zulässig. Die Dichtwirkung wird im Wesentlichen durch die metallische Pressung der Gewindeflächen gegeneinander erreicht. Das Dichtmittel, z. B. Hanf und Dichtpaste oder Kunststoff-Dichtbänder, übernimmt die Aufgabe, Unregelmäßigkeiten der Gewindefläche auszugleichen. Die Verbindung von Gewinderohren mit Tempergussfittings gilt wegen der Verformung von Rohr und Fitting beim Zusammenschrauben als unlösbar.

Bei Fittings, deren Abgänge die gleiche Nennweite in der Bezeichnung aufweisen, wird die Nennweite nur einmal genannt. Bei Fittings mit unterschiedlichen Nennweiten werden diese entgegen dem Uhrzeigersinn angegeben (**Bild 1**).

Bei der Gewindeherstellung sind wasserlösliche Gewindeschneidmittel zu verwenden und Schneidrate zu entfernen.

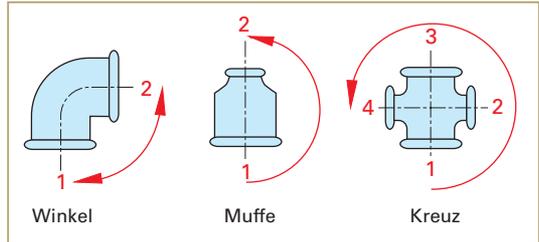


Bild 1: Reihenfolge der Abgangsbezeichnungen bei Fittings

Mit **Schweißverbindungen** versehene Baugruppen, z. B. Verteiler, müssen nachträglich verzinkt werden. Beim Anschluss von Armaturen und Apparaten mit lösbaren Verbindungen, z. B. beim Wasserzähler, sind **Verschraubungen** notwendig. Nach der Dichtungsart unterscheidet man konisch dichtende Verschraubungen mit Innen- und Außenkonus sowie flach dichtende **Verschraubungen** mit eingelegter Dichtung (**Bild 2**). **Flanschverbindungen** werden häufig bei größeren Nennweiten verwendet, da sie leicht zu montieren sind. Flanschart, Form, Nennweite und DIN-Bezeichnung gehören zur normgerechten Bezeichnung eines Flansches. Der Flanschdurchmesser richtet sich nach der Nennweite (DN) und dem Nenndruck (PN).

Für gummidichtete Verbindungen als **Klemmverbinder** ist DN 15 bis DN 50 gängigster Durchmesserbereich. Sie werden überwiegend für Reparaturzwecke verwendet (**Bild 3**).

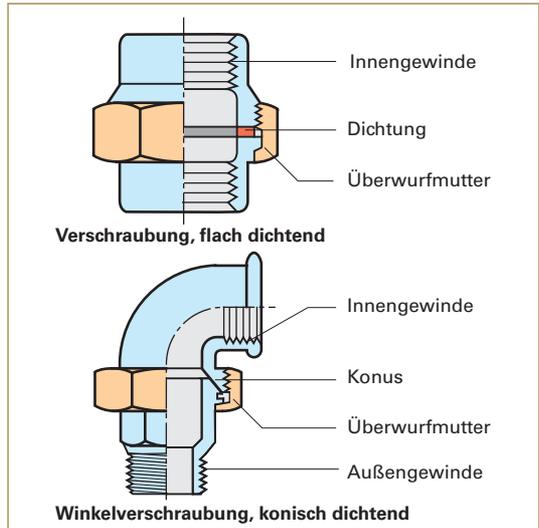


Bild 2: Verschraubungen

Nichtrostende Stahlrohre

Nichtrostende Stahlrohre und Fittings sind nach DVGW-Registrierung aus austenitischem Stahl. Die Chrom-Nickel-Stähle mit der Werkstoffnummer 1.4401 (X5 CrNiMo 17-12-2) und 1.4571 (X6 CrNiMoTi 17-12-2) sind für die Trinkwasser-Installation zugelassen. Geschweißte Rohre nach DIN 17455 und nahtlose Rohre nach DIN 17456 müssen das **DVGW-Prüfzeichen** (**D**eutscher **V**erein des **G**as- und **W**asserfaches) haben, wenn sie für Trinkwasserrohre verwendet werden. Als DVGW-registrierte Rohrverbindungen gibt es **Pressfittings** mit Kunststoff-Dichtringen (**Bild 4**). Die Verpressung erfolgt mit elektrohydraulischen Presswerkzeugen.

Sonstige Stahlrohre

Zu den sonstigen Stahlrohren gehören Stahlmuffenrohre, nahtlose und geschweißte Stahlrohre sowie Präzisionsstahlrohre. Stahlmuffenrohre verwendet man für Abwasserleitungen (Seite 144). Präzisionsstahlrohre nach DIN EN 10305, nahtlose



Bild 3: Klemmverbinder für Stahlrohre

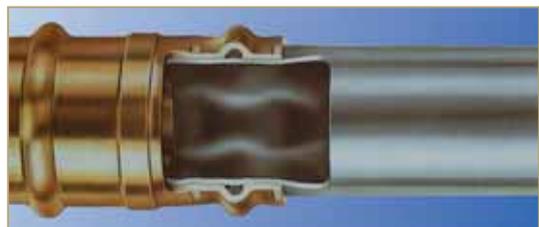


Bild 4: Pressfitting für nichtrostende Stahlrohre

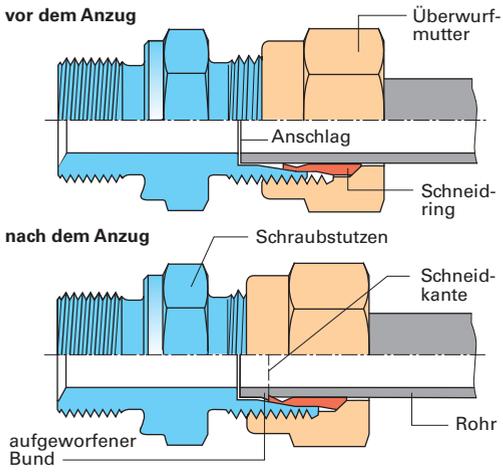


Bild 1: Schneidringverschraubung

Aufgaben

- 1 Aus welchen Werkstoffen stellt man Rohre für die Trinkwasser- und Gasinstallation her?
- 2 Mit welchen Oberflächen sind Gewinderohre verfügbar?
- 3 Warum gilt die Gewinderohrverbindung als unlösbar?
- 4 Welche Dichtmittel werden bei Gewinderohrverbindungen verwendet?
- 5 Welche Dichtungsarten unterscheidet man bei Verschraubungen für Gewinderohre?

Stahlrohre und geschweißte Stahlrohre nach DIN EN 10220, auch Siederohre genannt, finden in der Gasinstallation und im Heizungsbau Anwendung. Präzisionsstahlrohre kann man durch **Schneidringverschraubungen** verbinden. Beim Anziehen der Überwurfmutter wird der Schneidring zwischen Stahlrohr und Schraubstutzen gepresst. Diese metallische Dichtung bildet eine Schneidkante, die zusätzlich das Herausziehen des Rohres aus der Verschraubung verhindert (**Bild 1**).

Schweißen

Schweißen ist das Verbinden gleichartiger Werkstoffe im flüssigen Zustand (Schmelzschweißen) oder im teigigen Zustand (Pressschweißen) mit Hilfe von Wärme, mit oder ohne Zusatzwerkstoff (Schweißstab) und gegebenenfalls Druck. Schweißnähte zählen zu den unlösbaren Verbindungen. Fehlerfrei ausgeführte Rundnähte an Rohren erreichen eine Lebensdauer wie das Rohr selbst. Festigkeit, Temperaturbeständigkeit, Dichtigkeit und Betriebssicherheit werden von keiner anderen Verbindungsart erreicht.

Im Rohrleitungsbau verwendet man hauptsächlich

- das Gasschmelzschweißen,
- das Lichtbogenhandschweißen und
- das Schutzgasschweißen (**Bild 2**).

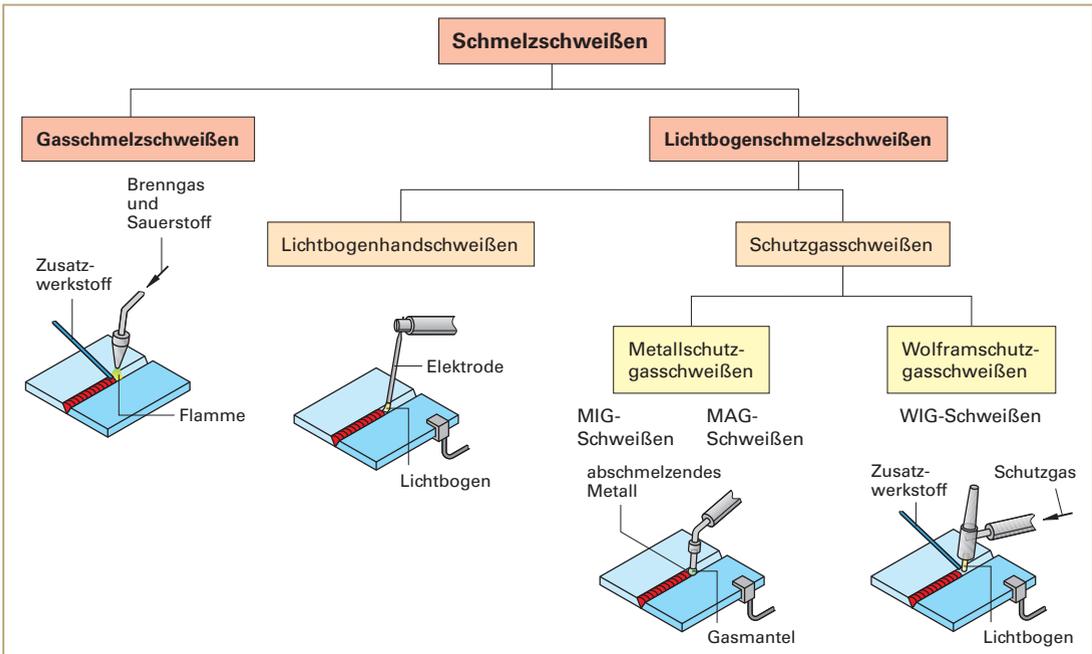


Bild 2: Schmelzschweißen

Beim **Gasschmelzschweißen** wird der Werkstoff mit einer Brenngas-Sauerstoff-Flamme geschmolzen (**Bild 1**). Brenngase sind z. B. Acetylen und Propan. Hauptsächlich wird Acetylen verwendet, da es beim Verbrennen mit reinem Sauerstoff die höchste Flammentemperatur erzeugt.

Acetylen wird in Stahlflaschen als gelöstes Gas gespeichert. Um eine Explosionsgefahr zu verhindern, wird Acetylen in flüssigem Aceton gelöst. In der Acetylenflasche befindet sich eine Masse aus Kieselgur und Asbest, die wie ein Schwamm die Acetylen-Aceton-Lösung aufsaugt. Damit bei der Gasentnahme kein flüssiges Aceton mitgerissen wird, darf nur bei stehender oder schräg liegender Flasche Acetylen entnommen werden. Außerdem darf die maximale Gasentnahme aus einer 40-l-Flasche kurzzeitig 1000 l je Stunde nicht überschreiten.

Acetylenflaschen: oxidroter Anstrich
Anschluss für Druckminderer: Bügelverschluss

Sauerstoff wird aus Luft gewonnen und unter Druck in Leichtstahlflaschen gespeichert. Die Füllmenge kann nach dem Gesetz von Boyle-Mariotte berechnet werden (Seite 365). Es werden vorzugsweise 50-l-Flaschen mit einem Fülldruck von 200 bar verwendet.

An den Gasflaschen sind Flaschenventile und Druckminderer angeschraubt. Sie reduzieren den hohen Flaschendruck auf den niedrigen Arbeitsdruck. Dieser beträgt beim Schweißen für Sauerstoff etwa 2,5 bar und für Acetylen etwa 0,5 bar. Um Verwechslungen der Gasschläuche und Armaturen auszuschließen, haben Gewindeanschlüsse für Sauerstoff-Flaschen Rechtsgewinde und für Acetylen-Flaschen Linksgewinde. Sauerstoff-Druckminderventile haben als Anschluss an die Flasche ein R 3/4-Anschlussgewinde, Acetylen-Druckminderventile einen Bügelanschluss (**Bild 2**).

Sauerstoffflasche: blauer Anstrich
Anschlussgewinde für den Druckminderer: R3/4

Schweißbrenner für Acetylen und Sauerstoff werden als Injektorbrenner (Saugbrenner) ausgeführt (**Bild 1 und 2, Seite 16**). Der Sauerstoff gelangt mit hohem Druck in die Druckdüse und verlässt den Düsenausgang mit hoher Geschwindigkeit. Hierdurch entsteht im Düsenausgang eine Saugwirkung. Dadurch wird Acetylen aus der Ringdüse angesaugt und vermischt sich im Mischrohr mit dem Sauerstoff. Vor dem Anzünden ist zuerst das Sauerstoffventil und dann das Acetylenventil zu öffnen. Beim Abstellen wird zuerst das Acetylen-

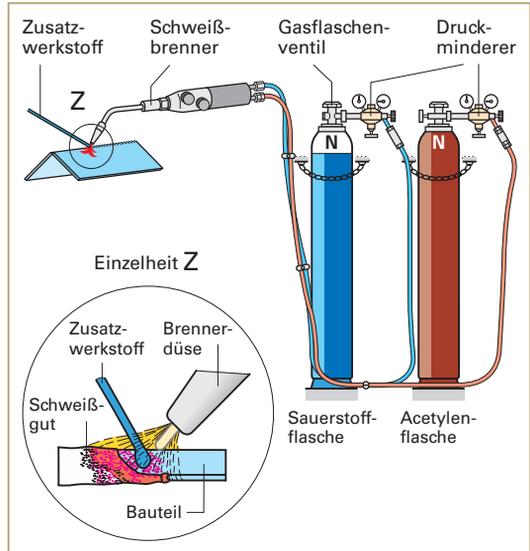


Bild 1: Gasschmelzschweißen

Durch Schweißen stellt man unlösbare, stoffschlüssige Verbindungen her.

Schmelzschweißen ist das Fügen von Bauteilen durch örtlich begrenzten Schmelzfluss mit oder ohne Zusatzwerkstoff.

Pressschweißen ist das Fügen unter Kraftanwendung bei örtlich begrenzter Erwärmung im teigigen Zustand.

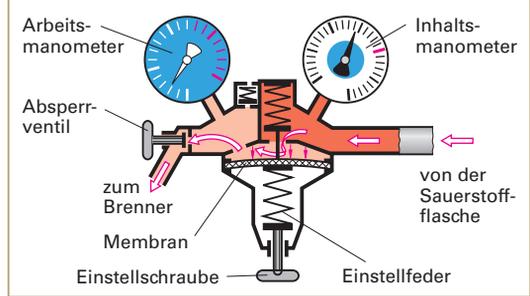
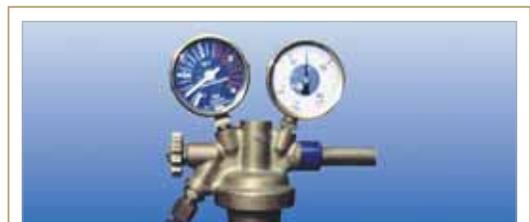


Bild 2: Druckminderer

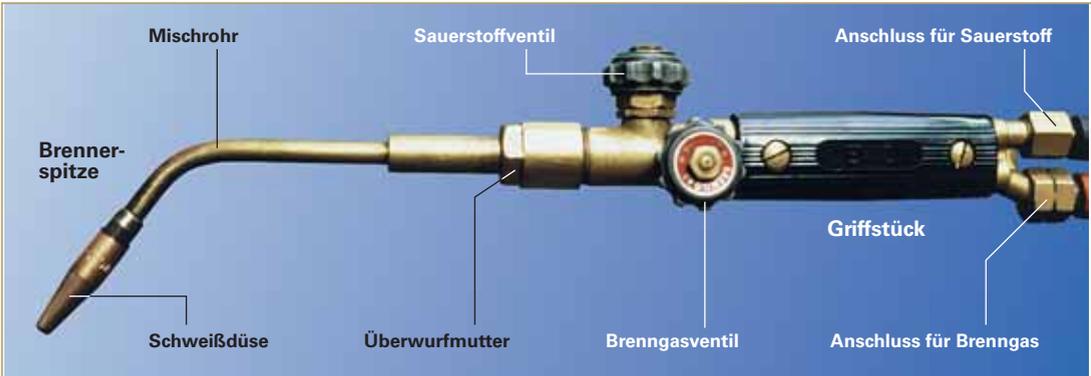


Bild 1: Schweißbrenner

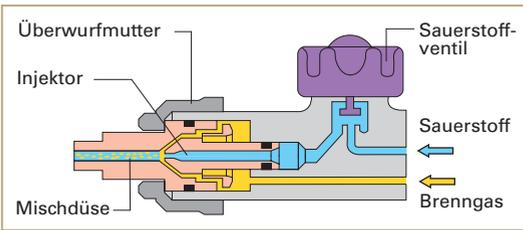


Bild 2: Injektorprinzip

ventil und danach das Sauerstoffventil geschlossen. So verhindert man eine stark rußende Flamme. Der Schweißbrenner wird nicht nur zum Schmelzschweißen verwendet, sondern auch zum Vorwärmen, Biegen, Richten und Brennschneiden.

Die **Acetylen-Sauerstoff-Flamme** muss richtig eingestellt sein. Je nach Mischungsverhältnis der Gase unterscheidet man die neutrale Flamme, die Flamme mit Sauerstoffüberschuss und die Flamme mit Acetylenüberschuss (**Bild 3**). Die neutrale Flamme erkennt man an einem begrenzten, weißen Flammenkegel. Dabei ist das Mischungsverhältnis 1:1, und die Flamme hat eine reduzierende Wirkung. Da der aus dem Brenner kommende Sauerstoff für die Verbrennung nicht ausreicht, wird dieser der Umgebungsluft und den Metalloxiden der Werkstückoberfläche entzogen. Stahl und Kupfer müssen mit einer neutralen Flamme geschweißt werden, damit beim Schweißen eine schädliche Oxidation des Schweißbades verhindert wird. Bei Sauerstoffüberschuss wird die Schweißnaht durch die Sauerstoffaufnahme spröde, bei Acetylenüberschuss erfolgt die Sprödigkeit und Verhärtung der Schweißnaht durch die Aufkohlung des Werkstücks.



Bild 3: Acetylen-Sauerstoff-Flammen

	Bördelnaht	
	I-Naht	
	V-Naht	
	Kehlnaht	

Bild 4: Schweißnahtformen und deren Symbole

Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit Gasflaschen

- Gasflaschen nur mit aufgeschraubter Schutzkappe transportieren,
- Gasflaschen gegen Umfallen sichern,
- Gasflaschen nicht werfen,
- Sauerstoffventile und -schläuche frei von Fett und Ölen halten und
- Gasflaschen vor Erwärmung schützen!

Bei der **Ausführung der Schweißverbindung** im Rohrleitungsbau wird fast ausschließlich der Stumpfstoß gewählt. Dieser wird bei Wanddicken bis 3 mm als I-Naht und bei Wanddicken über 3 mm als V-Naht ausgeführt. Zusätzliche Nähte bei Blechen sind Bördelnähte, Kehlnähte und X-Nähte. Die Schweißnähte werden durch Symbole dargestellt (**Bild 4, Seite 16**). Zur Vorbereitung der V-Naht können die Rohrenden entweder durch Brennschneiden oder durch mechanische Verfahren bearbeitet werden.

Beim Gasschmelzschweißen unterscheidet man das **Nach-Links-Schweißen** bis 3 mm Werkstückdicke und das **Nach-Rechts-Schweißen** über 3 mm Werkstückdicke (**Bild 1**). Beim Nach-Links-Schweißen pendelt der Brenner und zeigt in die zu schweißende Richtung. Er folgt dem Schweißstab, der tupfend in das Schmelzbad taucht. Bei der Nach-Rechts-Schweißung wird der Brenner ruhig in Richtung der fertigen Naht geführt, der Schweißstab führt eine kreisende Bewegung aus.

Schweißnähte an Gasleitungen sind nur zulässig, wenn sie von einer geprüften Person mit gültigem Schweißerzeugnis ausgeführt werden.

Brennschneiden gehört zur Fertigungsgruppe Trennen und ist dem Gasschmelzschweißen sehr ähnlich. Baustähle und niedrig legierte Stähle lassen sich mit diesem Verfahren besonders gut schneiden. Anstelle des Schweißensatzes wird in das Griffstück ein Schneideinsatz eingeschraubt. Zum Brennschneiden wird der Stahl auf Zündtemperatur erwärmt und entlang der Schnittfuge durch einen gebündelten Sauerstoffstrahl ausgeblasen und verbrannt. Brennschneiden kann automatisch mit Maschinen oder von Hand erfolgen (**Bild 2**).

Beim **Lichtbogenhandschweißen** wird die erforderliche Schmelzwärme durch einen elektrischen Lichtbogen erzeugt (**Bild 3**). Der Schutz des Schweißbades vor dem Luftsauerstoff erfolgt normalerweise durch die abgeschmolzene Ummantelung der Schweißstäbe.

Als **Schweißstromquellen** dienen:

- Schweißtransformatoren,
- Schweißgleichrichter und
- Schweißgeneratoren.

Beim Lichtbogenhandschweißen ist die Arbeitsstelle abzuschirmen, damit andere Personen durch Strahlen nicht gefährdet werden.

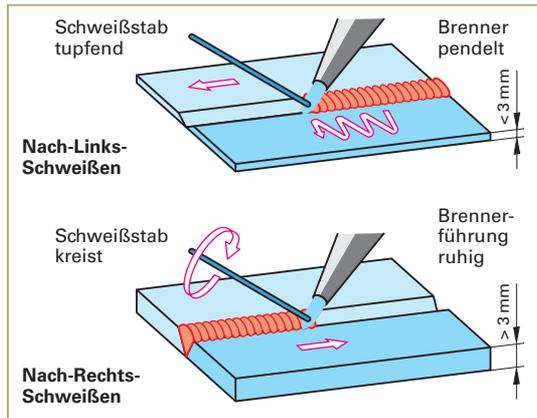


Bild 1: Schweißmethoden

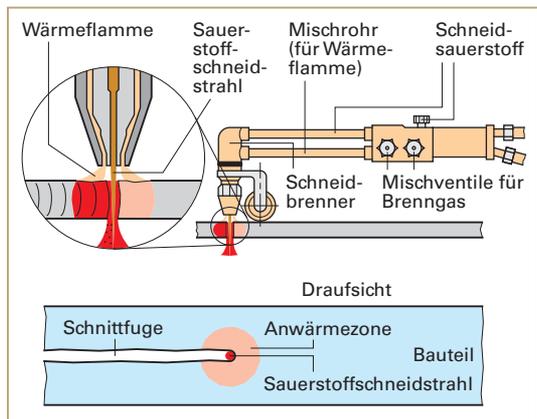


Bild 2: Brennschneiden

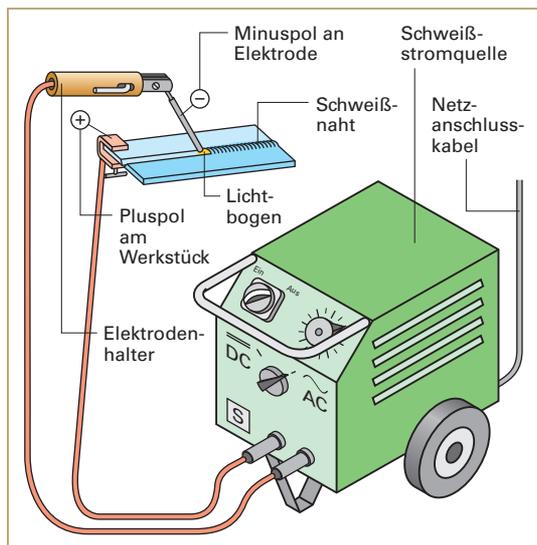


Bild 3: Lichtbogenhandschweißen

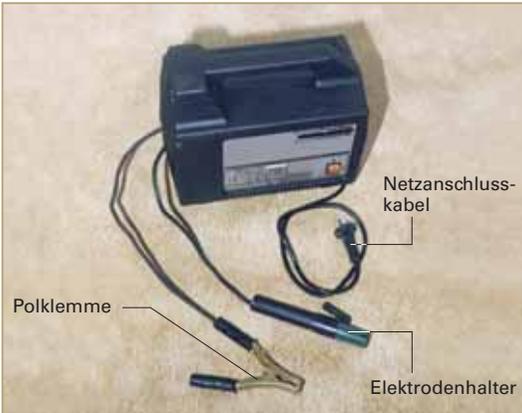


Bild 1: Schweißtransformator (Kleinschweißgerät)

Beim Schweißtransformator arbeitet man mit Wechselstrom (**Bild 1**). Gleichstrom eignet sich in vielen Fällen zum Lichtbogenhandschweißen besser als Wechselstrom. Hierfür verwendet man Schweißgleichrichter, die den umgeformten Wechselstrom in Gleichstrom umwandeln (Seite 386). Schweißgeneratoren haben einen Motor, der einen Gleichstromgenerator antreibt. Zum Lichtbogenschweißen werden niedrige Spannungen von 15 Volt bis 50 Volt und hohe Stromstärken von 40 Ampere bis 1000 Ampere benötigt.

Schweißelektroden sind elektrische Leiter, die beim Abschmelzen den erforderlichen Zusatzwerkstoff für die Schweißfuge liefern. Die gebräuchlichen Schweißelektroden sind mit Schweißhilfsstoffen umhüllt, die beim Schweißen einen schützenden Gasmantel bilden, der die Luft von der Schmelze fernhält. Die abgeschmolzene Umhüllung verhindert eine zu schnelle Abkühlung der Schweißnaht.

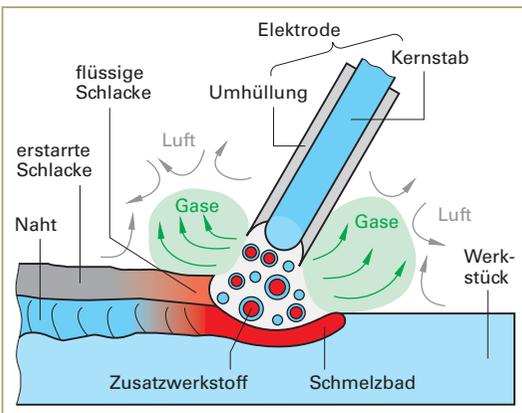


Bild 2: Abbrenverhalten der Elektrode beim Lichtbogenhandschweißen

Der für die Schmelzwärme notwendige **Lichtbogen** entsteht im Luftraum zwischen Werkstück und Schweißelektrode (**Bild 2**). Bei eingeschalteter Stromquelle entsteht durch das Antupfen des Werkstückes mit der Schweißelektrode ein Kurzschluss. Der hohe Kurzschlussstrom bringt die Metalle am Berührungspunkt zum Glühen. Nach leichtem Abheben der Elektrode treten von der glühenden Elektrodenspitze Elektronen aus, die auf die erwärmte Luft treffen. Durch den Aufprall spalten sich die Gasmoleküle der Luft in positiv geladene Ionen und negativ geladene Elektronen. Die Luft ist dadurch elektrisch leitend geworden. Ionen und Elektronen prallen mit hoher Geschwindigkeit auf die Metalloberflächen, wobei sich der Lichtbogen bildet. Dieser erwärmt die Metalloberflächen bis über den Schmelzpunkt, und es kommt zum tropfenförmigen Werkstoffübergang von der Elektrode in das Schmelzbad (**Bild 3**). Der Lichtbogen reißt ab, wenn der Abstand zwischen Elektrode und Werkstück zu groß wird. Die Lichtbogenlänge sollte etwa so groß sein wie der Kerndurchmesser der Schweißelektrode.

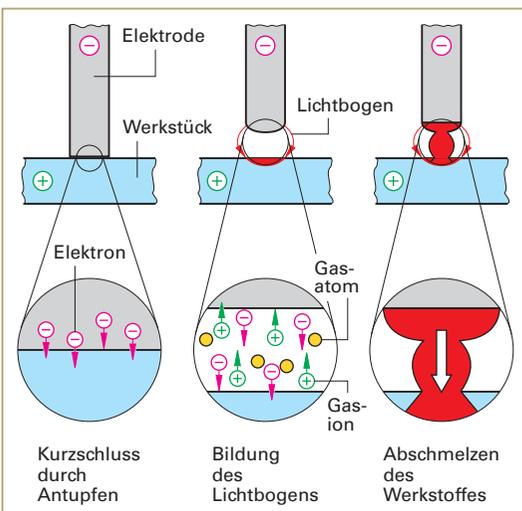


Bild 3: Vorgänge im Lichtbogen

Die Ablenkung des Lichtbogens entsteht durch ein elektromagnetisches Feld, das jeden stromdurchflossenen Leiter, also auch Elektrode, Lichtbogen und einen Teil des Werkstückes, umgibt. Beim Schweißen mit Gleichstrom werden die Feldlinien des Magnetfeldes besonders in der Ecke und an Kanten zusammengedrängt, dadurch kommt es zur Lichtbogenablenkung. Dies bezeichnet man als Blaswirkung. Sie lässt sich verringern durch Verwendung von Wechselstrom, Neigung der

Elektrode gegen die Blasrichtung, Verlegen der Polklemme am Werkstück und Änderung der Schweißrichtung.

Schutzgasschweißen erfolgt nach dem gleichen Prinzip wie Lichtbogenhandschweißen. Man unterscheidet Metall- und Wolframschutzgasschweißen. Bei diesen Verfahren werden Schutzgase eingesetzt, die das Schmelzbad vor den schädlichen Einflüssen der Luft abschirmen und damit schützen.

Als **Metallschutzgasschweißen** bezeichnet man alle Verfahren mit abschmelzender Elektrode. Nach dem Einsatz der Schutzgasarten unterteilt man in **Metall-Inert-Gas-(MIG)-Schweißen** und **Metall-Aktiv-Gas-(MAG)-Schweißen**. Beim MIG-Schweißen verwendet man inerte Gase, die auch bei hohen Lichtbogentemperaturen keine Verbindung mit der Metallschmelze eingehen. Das MIG-Verfahren eignet sich für Edelstähle, Schwer- und Leichtmetalle. Beim MAG-Schweißen werden Aktivgase, wie z. B. Kohlenstoffdioxid, eingesetzt. Angewandt wird das MAG-Verfahren vorwiegend zum Schweißen von dünnen Blechen aus niedrig- und unlegierten Stählen (**Bild 1**).

Beim **Wolframschutzgasschweißen** verwendet man eine nicht abschmelzende Wolframelektrode und Edelgase als Schutzgas. Zusatzwerkstoffe können seitlich zugeführt werden. Das **Wolfram-Inert-Gas-(WIG)-Schweißen** wird vorwiegend beim Schweißen von hochlegierten Stählen und NE-Metallen verwendet (**Bild 2**).

- Schlauchpaket beim MIG- und MAG-Schweißen knickfrei führen.
- Gasdüsen öfters von Spritzern reinigen.
- Schweißplatz vor Zugluft schützen, um den Schutzgasmantel nicht zu stören.

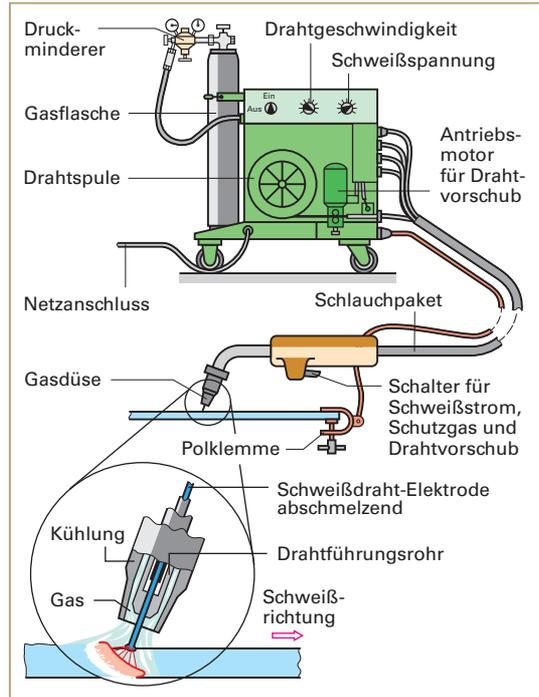


Bild 1: MAG-Schweißanlage

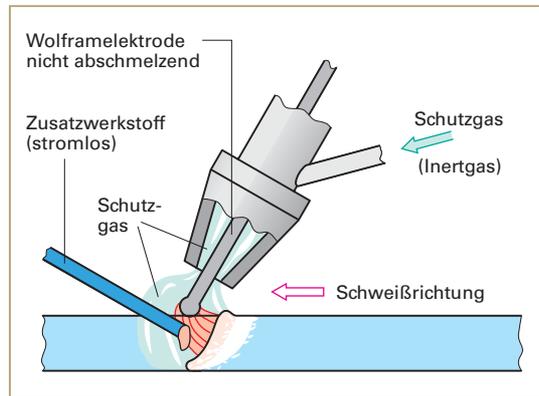


Bild 2: WIG-Schweißen

Aufgaben

- 1 In welche Hauptgruppen werden die Schweißverfahren eingeteilt?
- 2 Nennen Sie drei Schmelzschweißverfahren.
- 3 Warum wird beim Gasschmelzschweißen bevorzugt Acetylen verwendet?
- 4 Wodurch unterscheiden sich die Armaturenanschlüsse für Sauerstoff- und Acetylenflaschen?
- 5 In welcher Reihenfolge sind beim Anzünden und Abstellen die Sauerstoff- und Acetylenventile am Schweißbrenner zu öffnen bzw. zu schließen?
- 6 Welche Wirkung hat eine neutrale Flamme auf die Werkstückoberfläche?
- 7 Welche Stromquellen eignen sich für das Lichtbogenhandschweißen?
- 8 Welche Aufgabe hat die Umhüllung der Schweißelektrode?
- 9 Erklären Sie die Blaswirkung beim Lichtbogenhandschweißen.
- 10 Welche Schutzgasschweißverfahren gibt es?



1.1.2 Kupferrohre und Kupferrohrverbindungen

Kupferrohre werden häufig bei der Trinkwasser- und Gasinstallation verwendet. Zu den Kupferrohrverbindungen gehören Löt-, Press- und Schraubverbindungen.

Kupferrohre

Kupferrohre nach DIN EN 1057 werden geliefert in den Qualitäten

- hart (R 290) in drei oder fünf Meter langen Stangen,
- halbhart (R 250) in drei oder fünf Meter langen Stangen und
- weich (R 220) in 25 m oder in 50 m langen Ringen.

Die Kennzeichnung der Kupferrohre erfolgt durch fortlaufende Schriftprägung und umfasst den Herstellernamen, das Nennmaß für den Außendurchmesser, das Nennmaß für die Wanddicke, die Liefernorm „DIN EN 1057“ und das DVGW-Prüfzeichen mit Registriernummer (**Bild 1**).

Für Wasserinstallationen sollte der Außendurchmesser mindestens 12 mm betragen. Kupferrohre für Warmwasser müssen eine Dämmschichtdicke entsprechend der **Energieeinsparverordnung (EnEV)** aufweisen (Seite 125).

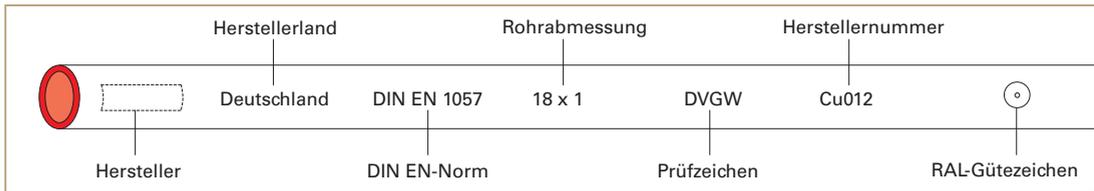


Bild 1: Kennzeichnung von Kupferrohren

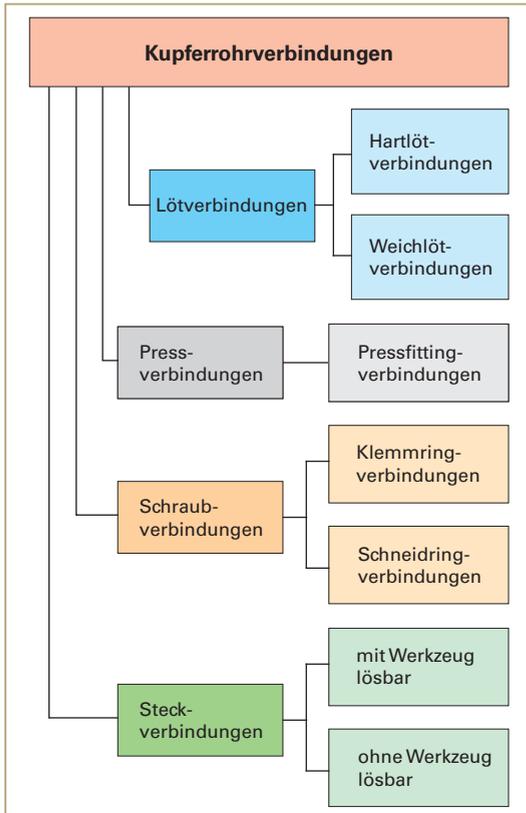


Bild 2: Kupferrohrverbindungen (Übersicht)

Vorteile der Kupferrohre sind:

- leichte Biegebarkeit,
- schnelle Montage und
- geringe Rohrreibungsverluste.

Kupferrohrverbindungen

Zu den Kupferrohrverbindungen zählen Löt-, Press-, Steck- und Schraubverbindungen (**Bild 2**). Trinkwasserleitungen bis DN 25 aus Kupfer sind aus Gründen des Korrosionsschutzes grundsätzlich weichzulöten. Hartzulöten sind Kupferrohre in Gasanlagen.

Unter **Löten** versteht man das Verbinden gleicher oder verschiedener Metalle durch ein Zusatzmetall, das eine niedrigere Schmelztemperatur als die zu verbindenden Metalle hat. Das Löten zählt zu den unlösbaren Verbindungen. Zu unterscheiden ist das **Weichlöten** bei Arbeitstemperaturen unter 450 °C und das **Hartlöten** bei Arbeitstemperaturen über 450 °C. Zu den Lötverfahren gehören das Flammlöten und das elektrische Widerstandslöten. Voraussetzungen für eine Lötverbindung sind die Kapillarwirkung und die Legierungsbildung zwischen Lot und Grundwerkstoff. Die Kapillarwirkung beruht auf der Adhäsion zwischen Flüssigkeiten und festen Oberflächen (Spaltwänden). Aufgrund der Adhäsion steigt die Flüssigkeit an den Spaltwänden hoch. In engen Spalten ist