

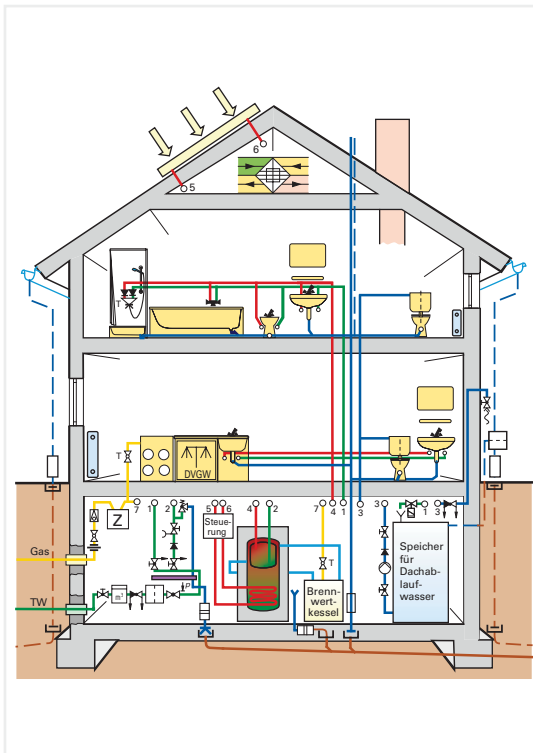


01

Bauelemente mit handgeführten Werkzeugen fertigen

Processing and finishing of system components with handheld tools

Leitprojekt



1.1 Abwicklung eines Kundenauftrags

Execution of a customer order

1.2 Werkstofftechnik

Materials technology

1.3 Fertigungstechnik

Manufacturing technology

1.4 Arbeitsplanung

Work planning

1.5 Technische Berechnungen

Technical calculations

Kundenauftrag

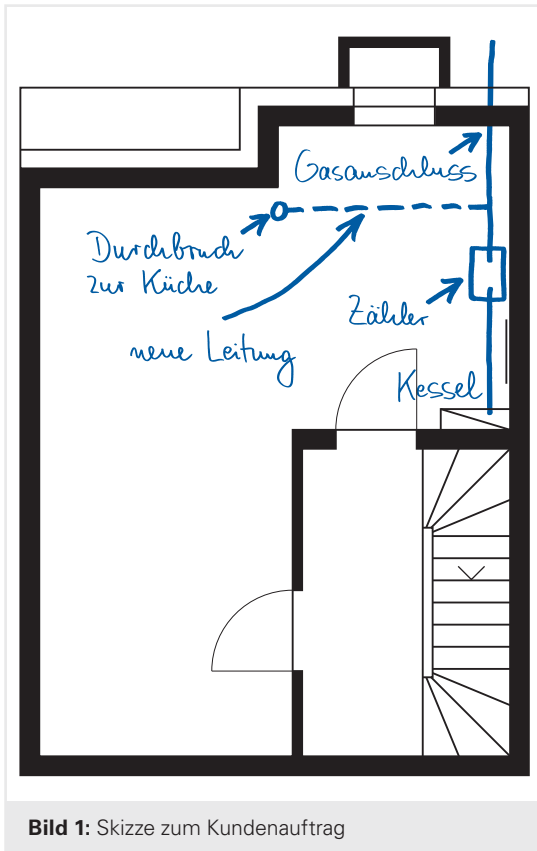


Bild 1: Skizze zum Kundenauftrag

Hans Dampf
Robert-Koch-Straße 51
70123 Stuttgart

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

An Firma
Wasser und Wärme
Karpatenweg 9
70321 Stuttgart

19. Januar 20XX

Gasleitung für den Gasherd

Sehr geehrte Damen und Herren,

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

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

Mit freundlichen Grüßen

Hans Dampf

Bild 2: Anfrage eines Kunden

1.1 Abwicklung eines Kundenauftrags

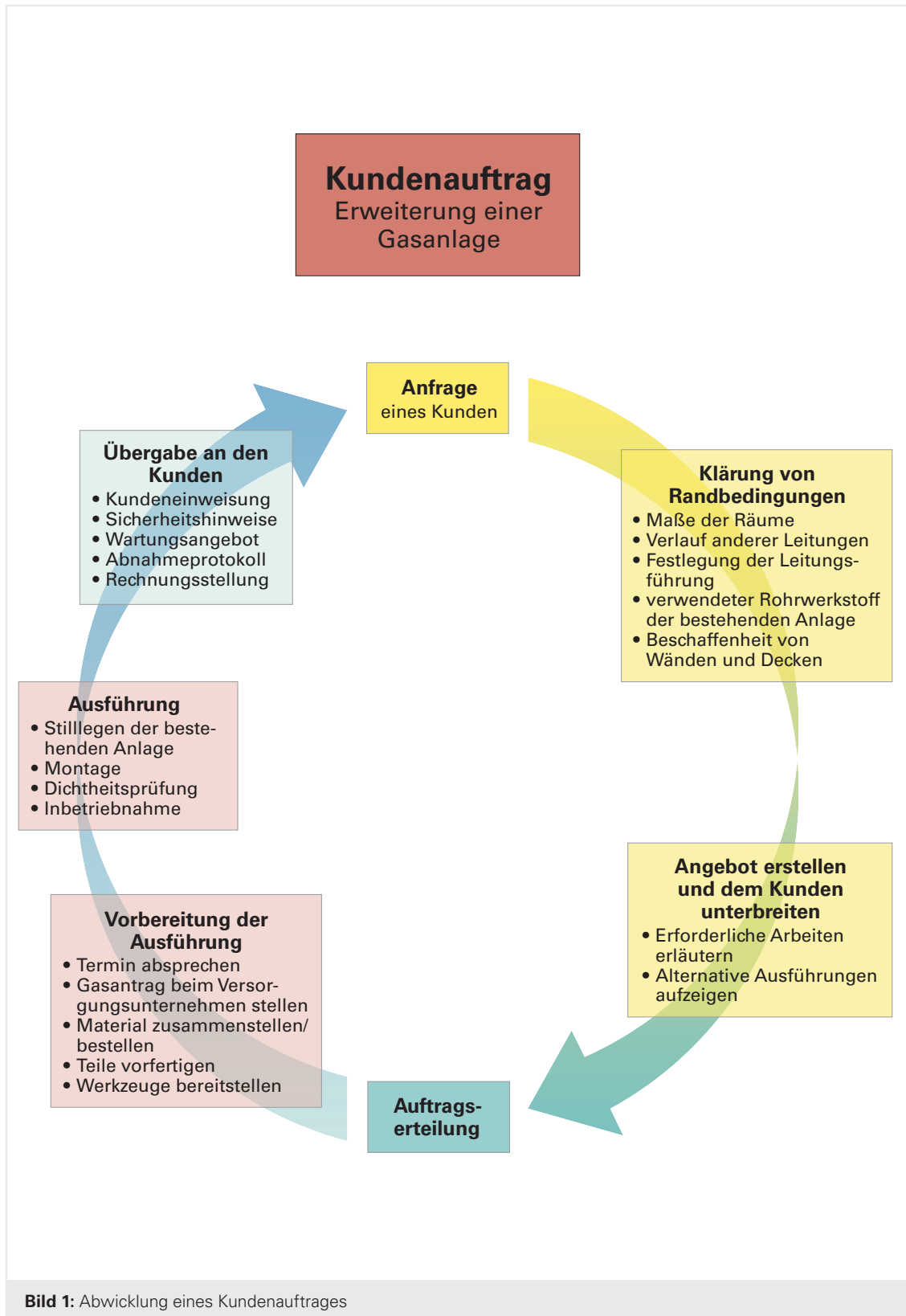
Jeder Auftrag erfordert eine Vielzahl von Tätigkeiten, welche von den verschiedenen Mitarbeitern des ausführenden Betriebes zu erledigen sind. Für den Auszubildenden nehmen Umfang und Schwierigkeitsgrad der Arbeiten bis zur Gesellenprüfung zu. Vom Gesellen wird die selbstständige Ausführung des technischen Anteils der Aufträge erwartet (**Bild 1, Seite 14**).

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

- Anfertigen von Maßskizzen der bestehenden und der geplanten Leitungen,
- Zusammenstellen des benötigten Materials für die Rohrleitung und deren Befestigung,
- Vergleichen der Material- und Arbeitszeitkosten für die Ausführung mit Winkeln und dem Biegen des Rohres,
- Begründen der günstigeren Ausführung bezüglich Preis und technischen Vorteilen,
- Zusammenstellen der benötigten Materialien und Werkzeuge und
- Montage der Leitungen.

Dem Gesellen und Meister bleiben alle übrigen der in Bild 1 (Seite 14) dargestellten Aufgaben. Der Auszubildende sollte von Anfang an versuchen, eine Vorstellung über das Zusammenwirken aller im Betrieb tätigen Personen zu entwickeln, um seine eigene Rolle realistisch einzuschätzen und aktiv auszufüllen.

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



1.1.1 Lösung des Kundenauftrags

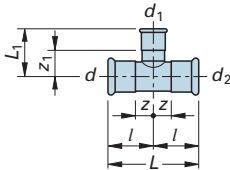
Nach der Besichtigung beim Kunden erstellt der Auszubildende eine Maßskizze des Untergeschosses. Der Deckenabstand der bestehenden Leitung beträgt 10 cm. Den Deckendurchbruch hat der Auftraggeber bereits hergestellt. Die Leitung für den Gasherd kann erst nach dem Zähler von der bestehenden Leitung zum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

In der Küche soll der Gasherd über Eck eingebaut werden. Die Leitung endet an einer Gassteckdose mit thermischer Absperreinrichtung 75 cm über dem Fertigfußboden. Die Decke ist 20 cm dick, der Fußbodenaufbau beträgt 12 cm. In der Arbeitsplatte ist eine Lüftungsöffnung bereits vorgesehen. Die Küche hat das für die Aufstellung eines Gasherd erforderliche Raumvolumen und ein Fenster ins Freie, das geöffnet werden kann (**Bild 2**).

Der räumliche Verlauf der Leitung ist unmaßstäblich in einem Raumschema dargestellt (**Bild 3**).

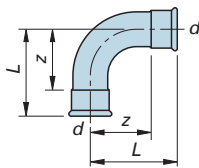
Die z-Maße der benötigten Formstücke sind Firmenunterlagen zu entnehmen (**Bild 4**).

T-Stück, 90°, reduziert



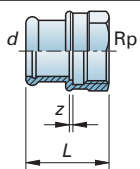
d ₁	d=d ₂	L	L ₁	z	z ₁	Preis
in mm	in mm	in mm	in mm	in mm	in mm	in €
15	18	68	42	14	22	5,60
15	22	74	44	16	24	6,70
18	22	74	44	16	24	8,30
15	28	84	47	19	27	16,80
18	28	84	47	19	27	21,80
22	28	84	48	19	27	15,80

Bogen, 90°



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

Übergang mit Innengewinde



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

Bild 4: z-Maße für Kupferpressverbindungen

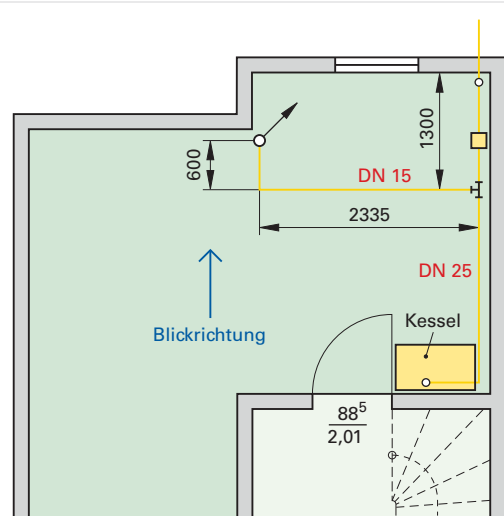


Bild 1: Gasleitung im UG, Maßstab 1: 100

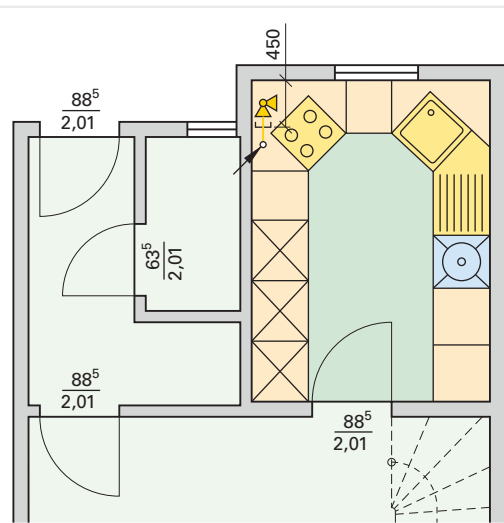


Bild 2: Gasleitung im EG, Maßstab 1: 100

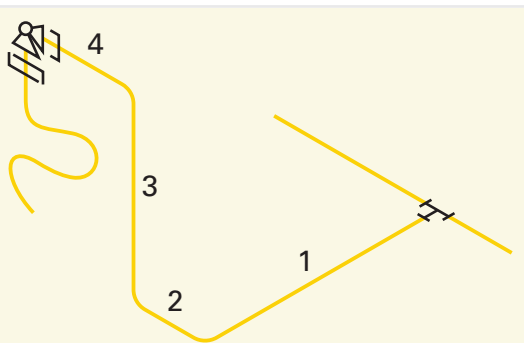


Bild 3: Raumschema der Gasleitung



1.1 Abwicklung eines Kundenauftrags

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabelle 1: Rohrlängen von Gasleitungen

Ausführung von Pressfittings (90°-Bogen)					
Pos.	M in mm	z-Maße		Länge in mm	DN
		z ₁ in mm	z ₂ in mm		
1	2335	27	22	2286	15
2	600	22	22	556	15
3	1170	22	22	1126	15
4	250	22	4	224	15

Tabelle 2: Materialauszüge

Pos.	Menge	Bezeichnung	Größe/DN
Ausführung mit Pressfittings			
1	4,2 m	Kupferrohr DIN EN 1057	15
2	1	T-Stück	25 × 15
3	3	Bogen 90°	15
4	1	Übergang, Innengewinde	15 × ½
5	1	Gassteckdose	½
6	5	Rohrschellen mit Metalldübeln	15
7	1	Sicherheits-Gasschlauch	15
Ausführung mit Biegegerät (R = 55 mm)			
1	4,3 m	Kupferrohr DIN EN 1057	15
2	1	T-Stück	25 × 15
3	1	Übergang, Innengewinde	15 × ½
4	1	Gassteckdose	½
5	5	Rohrschellen mit Metalldübeln	15
6	1	Sicherheits-Gasschlauch	15

Tabelle 3: Angebot

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

Zur Vorbereitung der Montage muss die Gasleitung abgesperrt und entleert werden. Vor dem Lösen der Verschraubung nach dem Gaszähler wird die Trennstelle elektrisch überbrückt.

Nun wird die Leitung im Abstand von 1319 mm, gemessen von der Wand mit der Hauseinführung, abgesägt und das dem Gaszähler zugewandte Rohr um die z-Maße des Fittings ($2 \times 19 \text{ mm}$) gekürzt. Beide Rohrenden werden entgratet und kalibriert. Die beiden ersten 90° -Bogen des mitgebrachten Kupferrohres DN 15 werden auf Maß gebogen. Danach wird das Rohr probenhalber 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 Metaldübel und Anbringen der Rohrschellen wird das Rohr lose befestigt und mit dem Pressfitting zusammengesteckt. Die Einstecktiefe wird angezeichnet und durch nochmaliges Herausziehen des Rohres aus dem Fitting kontrolliert. Nach dem Einstecken wird der Fitting verpresst.

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

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

1.1.2 Blechbauteil Rinne

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

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

Die erforderlichen Maße können Bild 1 entnommen werden.

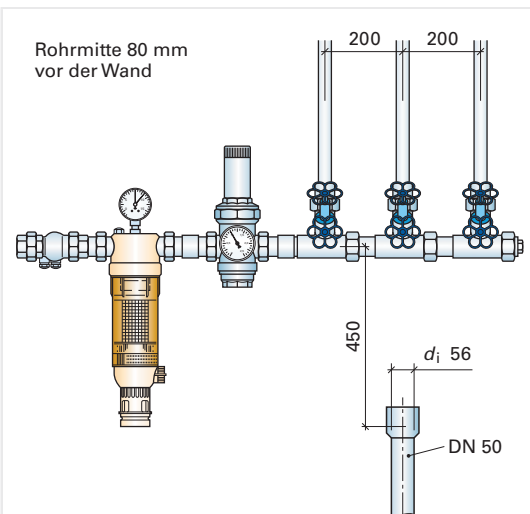


Bild 1: Verteiler



Lernzielkontrolle

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



// Blechwerkstoffe

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

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

Die **Zugfestigkeit** beschreibt, welche Kraft der Werkstoff je mm² Querschnitt aushalten kann, ohne zerstört zu werden. Je höher die Festigkeit ist, umso dünner kann das Blech gewählt werden. In Abschnitt 6.6 sind die Blechdicken für Dachrinnen einiger Werkstoffe in Abhängigkeit von der Rinnengröße angegeben. Bei der Verwendung von Edelstahl kann 0,6 mm dickes Blech verwendet werden. Bei geringer Festigkeit kann der Werkstoff mit wenig Kraftaufwand geschnitten und umgeformt werden.

Die **Bruchdehnung** gibt an, wie stark sich ein Werkstoff dehnen oder stauchen lässt, ohne zu brechen. Diese Eigenschaft ist für das Biegen und Falzen von Blechen wichtig. Eine hohe Bruchdehnung ermöglicht kleine Biegeradien und problemloses Falzen. Bei einer geringen Bruchdehnung reißt der Werkstoff.

Tabelle 1: Flächenbezogene Masse m'' von Blechen in kg/m²

Blechdicken in mm	D-Znbd	SF-CuF22 SF-CuF25	Pb 99,94 (Cu)	AlMnF12 AlMnF14	Stahl- blech DIN 17162
0,6	4,32	5,34	6,84	1,62	4,710
0,65	4,68	5,78	–	1,76	–
0,70	5,04	6,23	7,98	1,89	5,495
0,75	5,40	6,67	8,60	2,03	–
0,8	5,76	7,12	9,12	2,16	6,280
0,9	6,48	8,01	10,26	2,43	7,065
1,0	7,20	8,90	11,40	2,70	7,850

Tabelle 2: Übersicht zu Blechwerkstoffen

Werkstoff	Eigenschaften	Verarbeitung	Verwendung	Vorteile	Nachteile
Kupfer	hohe Bruchdehnung, geringe Zugfestigkeit, hohe Wärmeleitfähigkeit, korrosionsbeständig	gut umformbar, leicht schneidbar, gut schweißbar (SF-Kupfer), über 5 mm Dicke gut vorwärmen	Regenrinnen, Regenfallrohre, Einfassungen, Abdeckungen, Dach-eindeckungen	gut hart- und wechlötbar, sehr gut einfach und doppelt falzbar	vorwärmen fürs Schweißen, dunkle Farbe nicht überall erwünscht, (Abhilfe: verzinnte Oberfläche)
Edelstahl, rostfrei	mittlere Bruchdehnung, mittlere bis hohe Zugfestigkeit, geringe Wärmeleitfähigkeit, sehr korrosionsbeständig	mit größerem Kraftaufwand gut umformbar, Oberfläche glatt, sauber und fettfrei halten, schweißbar mit WIG- oder MAG-Verfahren	Fassaden, Dach-eindeckungen, Regenrinnen, Kamineinzugrohre, vandalsichere Sanitär-einrichtungen	gute Korrosionsbeständigkeit durch Passivierung der Oberfläche, geringe Wärmedehnung	hoher Preis, nur mit glatter Oberfläche korrosionsbeständig, Korrekturen nach dem Umformen sind kaum noch möglich
Aluminium	mittlere bis hohe Bruchdehnung, geringe Zugfestigkeit, geringe Wärmeleitfähigkeit, hohe Korrosionsbeständigkeit	sehr gute Verformbarkeit, leicht schneidbar, Kontakt mit anderen Metallen vermeiden, schweißbar mit WIG- oder MAG-Verfahren	Fassaden, Dach-eindeckungen, Dachrinnen, Regenfallrohre	hohe Wärme-rückstrahlung, günstiger Preis, Oberflächenbeschichtung in vielen Farbvarianten möglich	hohe Wärmedehnung, Nachbearbeitung beim Gasschweißen erforderlich, beim Lötten keine korrosionsbeständigen Nähte
feuer-verzinkter Stahl	mittlere Bruchdehnung, mittlere Zugfestigkeit, korrosionsbeständig	gut umformbar, weich lötbar	Fassaden, Regenrinnen, Regenfallrohre Dacheindeckungen mit Trapez- oder Wellblech	günstiger Preis, Anstrich in allen Farben möglich	bei beschädigter Oberfläche nicht korrosionsbeständig, nach dem Schweißen muss die Oberfläche nachverzinkt werden
Titanzink	hohe Bruchdehnung, mittlere Zugfestigkeit, korrosionsbeständig	über 5 °C gut umformbar, Biegeradius R > 2 mm, wechlötbar	Regenrinnen, Regenfallrohre, Fassaden, Dacheindeckungen > 15° Neigung	günstiger Preis, bei günstigen Umweltbedingungen und Hinterlüftung bildet sich eine korrosionsbeständige Patina	muss bei Temperaturen unter 5 °C vor dem Umformen vorgewärmt werden, saurer Regen zerstört die Patina

1.1.3 Rohrkonsole

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

Als Rohrwerkstoff ist Gusseisen vorgesehen. Für die Befestigung an der Wand sind Rohrschellen ungeeignet, weil sie das Gewicht der gefüllten Leitung nicht halten können, ohne sich stark zu verformen. Je Meter hat das mit Wasser gefüllte Rohr eine Masse von 16,7 kg. Die Befestigung soll alle 2,5 m erfolgen. Geeignete Rohrkonsoles können mit Zubehör für die Befestigung auch fertig gekauft werden.

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

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

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

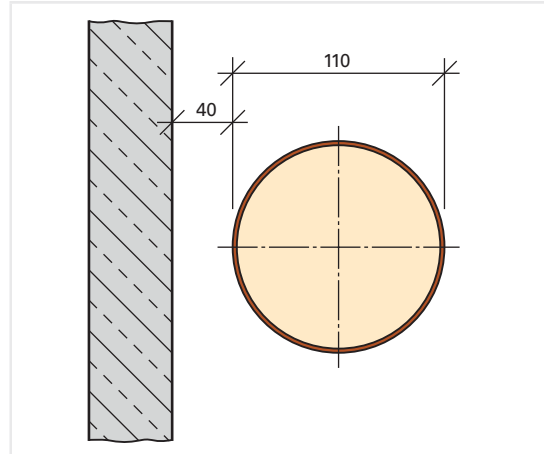
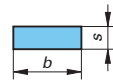


Bild 1: Maße zur Rohrbefestigung

Flachstahl, warm gewalzt

DIN EN 10058



s Dicke
b Breite
Bezeichnung:
 $b \times s$
z.B. 6×70

Dicke s in mm

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

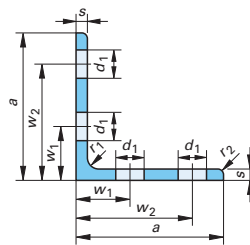
Breite b in mm

30	35	40	45	50	60	70
----	----	----	----	----	----	----

(Vorzugsbreiten)

Gleichschenkliger Winkelstahl, gewalzt

DIN EN 10056-1



s Schenkeldicke
a Schenkelbreite
w Bohrungsabstand
d1 Bohrungsdurchmesser

$$r_1 \approx s$$

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

Kurzzeichen L	Abmessungen				Anreißmaße nach DIN 997			
	a mm	s mm	S cm ²	m' kg/m	w ₁ mm	w ₂ mm	d ₁ mm	
20 x 3	20	3	1,12	0,88	12	–	4,3	
25 x 3	25	3	1,42	1,12	15	–	6,4	
30 x 3	30	3	1,74	1,36	17	–	8,4	
35 x 4	35	4	2,67	2,10	18	–	11	
40 x 4	40	4	3,08	2,42	22	–	11	
45 x 5	45	5	4,30	3,38	25	–	13	
50 x 5	50	5	4,80	3,77	30	–	13	
60 x 6	60	6	6,91	5,42	35	–	17	
70 x 7	70	7	9,40	7,38	40	–	21	
80 x 8	80	8	12,3	9,60	45	–	23	
90 x 9	90	9	15,5	12,2	50	–	25	
100 x 10	100	10	19,2	15,1	55	–	25	
110 x 10	110	10	21,2	16,6	45	70	25	
120 x 12	120	12	27,5	21,6	50	80	25	
150 x 15	150	15	43,0	33,8	60	105	28	
180 x 18	180	18	61,9	48,6	60	135	28	
200 x 20	200	20	76,3	59,9	65	150	28	

Bild 2: Flachstähle und Stahlprofile



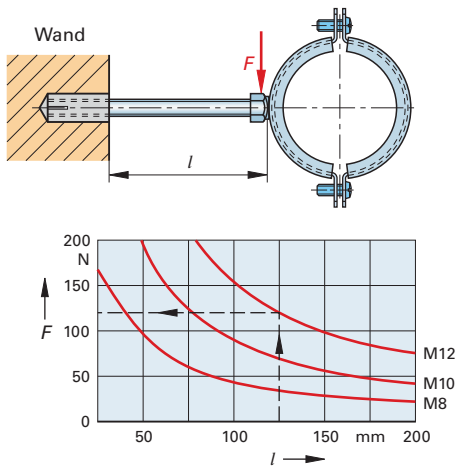
Lernzielkontrolle

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

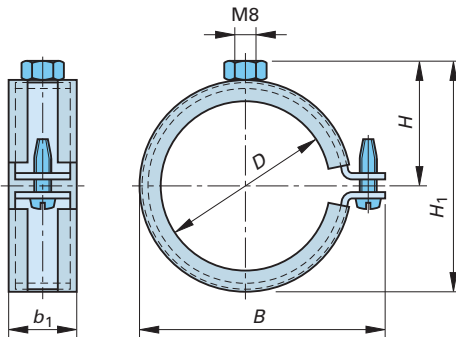


1.1 Abwicklung eines Kundenauftrags

Belastbarkeit von Gewindestangen

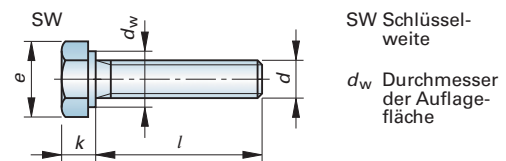


Rohrshellen



Größe in mm	B	b ₁	H ₁	H
1/4"	13,5/15	37	18	30
3/8"	7,2/18	40	18	33
1/2"	21,3/22	44	18	37
3/4"	26,9/28	50	18	43
1"	33,7	57	18	49
1 1/4"	42,4	67	18	59
1 1/2"	48,3	73	18	65
2"	60,3	85	18	77
	63,0	87	18	79
	68,0	98	23	92
	70,0	100	23	94
	75,0	104	23	100
2 1/2"	76,0	106	23	100
	80,0	111	23	105
	83,0	113	23	107
3"	88,9	121	23	115
	90,0	122	23	116
	102,0	133	23	127
	110,0	142	23	136
4"	114,3	146	23	140

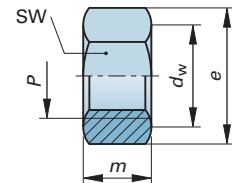
Sechskantschraube DIN EN 24017 Gewinde bis Kopf



d	M5	M6	M8	M10	M12	M16
SW	8	10	13	16	18	24
k	3,5	4	5,3	6,4	7,5	10
d_w	6,9	8,9	11,6	14,6	16,6	22,5
e	8,8	11,1	14,4	17,8	20	26,2
l von bis	10 50	12 60	16 80	20 100	25 120	30 150
Nennlängen l	10, 12, 16, 20, 25, 30, 35...60, 65, 70, 80, 90...140, 150,					
	Sechskantschraube ISO 4017 - M8 x 40 - 10.9 $d = M8, l = 40$ mm, Festigkeitsklasse 10.9					

Sechskantmutter mit Regelgewinde

- 1) Typ 1 DIN EN 24 032
- 2) niedrige Form DIN EN 24 035



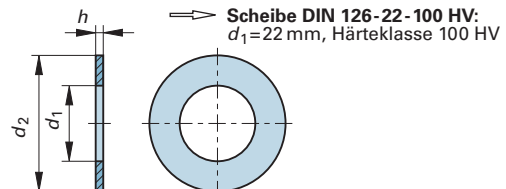
d	M5	M6	M8	M10	M12	M16
SW	8	10	13	16	18	24
d_w	6,9	8,9	11,6	14,6	16,6	22,5
e	8,8	11,1	14,4	17,8	20	26,8
m ¹⁾	4,7	5,2	6,8	8,4	10,8	14,8
m ²⁾	2,7	3,2	4	5	6	8

Typ 2 ISO 4033

d	M5	M6	M8	M10	M12	M16
SW	8	10	13	16	18	24
d_w	6,9	8,9	11,6	14,6	16,6	22,5
e	8,8	11,1	14,4	17,8	20	26,8
m	5,1	5,7	7,5	9,3	12	16,4

Scheibe

DIN 4033



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: Rohrshellen und Normteile