



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Metallberufe

Klaus Edling
Matthias Fischer
Michael Helleberg
Ralf Langhorst
Rainer Milbradt
Jürgen Weckler

Installations- und Heizungstechnik

Lernsituationen
Lernfelder 5 – 8

2. Auflage

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

Europa-Nr.: 14047

Autoren

Klaus Edling (†)	Oberstudienrat		Brühl
Matthias Fischer	Studienrat	Dipl.-Ing. Maschinenbau	Bergisch Gladbach Herkenrath
Michael Helleberg	Studiendirektor	Dipl.-Ing. Maschinenbau	Köln
Ralf Langhorst	Oberstudienrat	Dipl.-Ing. Maschinenbau	Brühl
Rainer Milbradt	Oberstudienrat	Dipl.-Ing. (FH) Versorgungstechnik	Köln
Jürgen Weckler	Studiendirektor	Dipl.-Ing. Maschinenbau	Herbesthal (Belgien)

Bildentwürfe

Die Autoren, Bildarchiv des Verlages

Bildbearbeitung

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 73760 Ostfildern
Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpfing
Cartoons: Barbara Kohm, 71229 Leonberg

Umschlaggestaltung

Michael M. Kappenstein, 60594 Frankfurt a.M.

2. Auflage 2015

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind im Unterricht nebeneinander einsetzbar, da sie bis auf korrigierte Druckfehler und kleine Änderungen, z.B. aufgrund neuer Normen, identisch sind.

ISBN 978-3-8085-1405-4

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

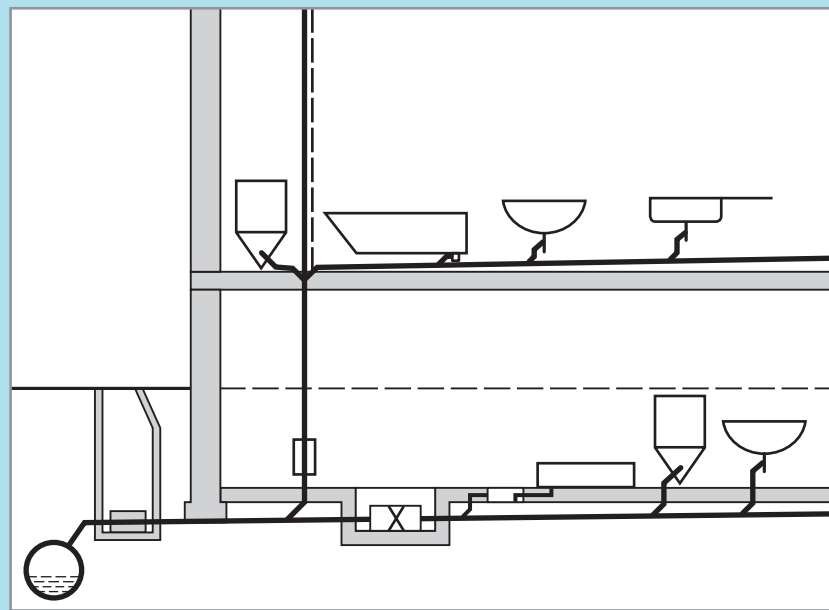
© 2015 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: rkt, 42799 Leichlingen, www.rktypo.com
Druck: Media-Print Informationstechnologie, 33100 Paderborn

Arbeitsauftrag

Die Projektierung des Bauvorhabens „Haus Waldesruh“ schreitet immer weiter voran. Meister Hutter erteilt dem Auszubildenden Daniel Klein den Auftrag, sich mit der Abwasserplanung des Hauses auseinanderzusetzen und Vorschläge für mögliche Abwasserinstallationen zu erarbeiten. Er soll Alternativvorschläge für die Anbindung an den Straßenkanal, den Verlauf der Grund-, Sammel- und Falleleitungen machen.

Nach Aussage von Meister Hutter wird die Planung noch durch die Tatsache erschwert, dass durch ein oberhalb gelegenes Neubaugebiet die Gemeinde die Empfehlung gibt, die Entwässerungsanlage gegen Rückstau zu sichern, da der bestehende Straßenkanal noch unterdimensioniert und in Zukunft mit vermehrten Starkregenfällen (Klimawandel) zu rechnen ist.



Um den Arbeitsauftrag bearbeiten zu können, müssen Sie sich fachkundig machen. Im nachfolgenden Wegweiser werden Sie mit folgenden Themen aus der Abwassertechnik vertraut gemacht:

- Rohrwerkstoffe/-arten und Formstücke in der Abwassertechnik und deren Verwendung
- Bezeichnung der unterschiedlichen Rohrleitungsabschnitte
- Die wichtigsten Verlegevorschriften in der Abwassertechnik
- Gefälleberechnung von Abwasserleitungen (Übung)
- Sicherung gegen Rückstau – (Übung an unterschiedlichen Fallbeispielen)

Mit den fertig gestalteten OHP-Vorlagen zum Thema „Unterschiedliche Arten der Rückstausicherung“ können Sie üben, Ihre Ergebnisse in Form eines Fachvortrages darzustellen. Die von Ihnen zu ergänzenden OHP-Vorlagen finden Sie ab Seite 46ff.

Name: _____



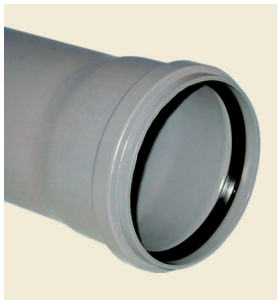


Klasse: _____

Datum: _____

Wegweiser

1 Rohrwerkstoffe/-arten in der Abwassertechnik und deren Verwendung

Benennen Sie die unterschiedlichen Rohrwerkstoffe/-arten und deren Verwendung.

Bild	Rohrwerkstoff/art	Verwendung
	Rohrwerkstoff: _____ Rohrart: _____ Verbindungstechnik: _____ _____ _____ _____	_____ _____ _____ _____
	Rohrwerkstoff: _____ Rohrart: _____ Verbindungstechnik: _____ _____	_____ _____ _____ _____
	Rohrwerkstoff: _____ Rohrart: _____ Verbindungstechnik: _____ _____	_____ _____ _____ _____
	Rohrwerkstoff: _____ Rohrart: _____ Verbindungstechnik: _____ _____	_____ _____ _____ _____
	Rohrwerkstoff: _____ Rohrart: _____ Verbindungstechnik: _____ _____ _____ _____	_____ _____ _____ _____ _____ _____

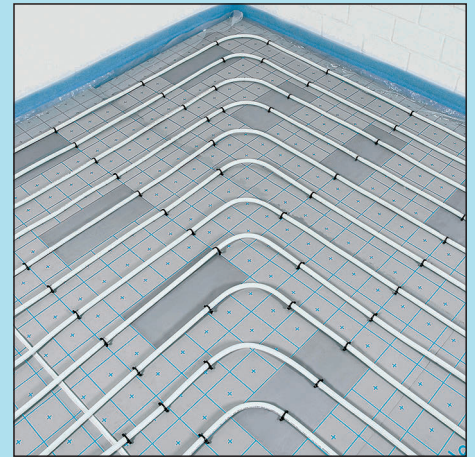
Kundenauftrag

Die Einliegerwohnung im Untergeschoss des Hauses „Waldesruh“ soll mit Ausnahme des Heizraumes und des Flurs mit einer Fußbodenheizung ausgestattet werden. Als Wärmeerzeuger ist ein Brennwertgerät im Heizraum vorgesehen.

„Daniel denk dran: Die Fußbodenheizung wird im Keller verlegt und daher ist eine Zusatzdämmung nach EnEV und DIN EN 1264 vorzusehen. Damit wir das Bauvorhaben schnell und gut erledigen, müssen wir vorher zwecks Materialbeschaffung einige Überlegungen anstellen!“ sagt Meister Hans Hutter und ergänzt:

„Folgende Arbeitsschritte sind daher notwendig:

1. Auswahl eines Fußbodensystems (Nass-/Trockenverlegung) und eine Rohrrart
2. Bestimmung des Fußbodenaufbaus
3. Erstellung
 - a) einer Materialliste,
 - b) eines Verlegeplans
4. Planung der erforderlichen Arbeitsschritte zur Verlegung des Fußbodensystems
5. Durchführung eines hydraulischen Abgleichs
6. Durchführung einer Druckprobe
7. Aufheizung der Anlage I.



Du bist jetzt im zweiten Ausbildungsjahr, Daniel. Nun sollst du mal selbstständig überlegen. Viel Erfolg!“

Informationen

Im Wohnzimmer und Schlafzimmer sollen Randzonen von 0,75 m vor der Fensterseite berücksichtigt werden. Es steht eine Aufbauhöhe von maximal 170 mm zur Verfügung. Das Heizgerät im Heizungsraum soll aus Gründen der Brennwertnutzung mit einer Vorlauftemperatur von $\theta_V = 45^\circ\text{C}$ und einer Rücklauftemperatur von $\theta_R = 35^\circ\text{C}$ betrieben werden. Der Standort des Heizkreisverteilers sollte sinnvoll bestimmt werden.

Raum-Nr.	Raumbezeichnung	Beheizte Fläche $A_{AZ}/A_{RZ}^{1)}$ in m^2	Rauminnen- temperatur $\theta_{\text{int},i}$ in $^\circ\text{C}$	Wärmestrom- dichte \dot{q} in W/m^2	Bodenbelag	
					Typ	Höhe h_B in mm
01	Arbeitsraum	6,49	20	55	Parkett	10
02	Küche	9,86	20	50	Fliesen	10
05	Schlafen – Aufenthaltszone	11,61	20	45	Teppich	7
05	Schlafen – Randzone	2,63	20	70	Teppich	7
06	Diele	5,18	20	50	Parkett	10
07	Bad	3,53	24	80	Fliesen	10
08	Wohnen – Aufenthaltszone	15,76	20	45	Parkett	10
08	Wohnen – Randzone	3,57	20	70	Parkett	10

¹⁾ A_{AZ} : Aufenthaltszone A_{RZ} : Randzone

Artikelnummer für die Heizkreisverteiler (Firmenunterlagen)

Artikel-Nr.	1404152	1404153	1404154	1404155	1404156	1404157	1404158	144159	1404160	1404161	1404162
Anzahl Heizkreise	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Dämmschichten: Wärmeleitwiderstand der Dämmung $R_{\lambda, D\ddot{a}}$ DIN EN 1264

	Thermische Randbedingung unter der Fußbodenheizung bzw. des Raumes		$R_{\lambda, D\ddot{a}}$ ($m^2 \cdot K$)/W
	A	Darunterliegender Raum	0,75
	B	Unbeheizter Raum	1,25
	C	In Abständen beheizter, darunter liegender Raum (z.B. gewerblich genutzt)	1,25
	D	Auf dem Erdreich (Grundwasser > 5 m, sonst $R_{\lambda, D\ddot{a}}$ größer)	1,25
	E	Außenluft nach Auslegungstemperatur θ_e	$\theta_e \geq 0^\circ C$ → 1,25 $0^\circ C > \theta_e \geq -5^\circ C$ → 1,50 $-5^\circ C > \theta_e \geq -15^\circ C$ → 2,00

Aufbauten (Herstellerangaben)

Typ ¹⁾	Über beheiztem Raum (A)	Über unbeheiztem oder in Abständen beheiztem Raum oder gegen Erdreich (B, C, D)	Außenluft (E) ²⁾ $-5^\circ C > \theta_e \geq -15^\circ C$	
Noppenplatte, Dämmrolle/Faltplatte	<p>$R_{\lambda, D\ddot{a}} \geq 0,75 (m^2 \cdot K)/W$ $h_d = 35 \text{ mm}$</p>	<p>$R_{\lambda, D\ddot{a}} \geq 1,25 (m^2 \cdot K)/W$ $h_d = 35 \text{ mm}$ $h_z = 20 \text{ mm}$</p>	<p>$R_{\lambda, D\ddot{a}} \geq 2,0 (m^2 \cdot K)/W$ $h_d = 35 \text{ mm}$ $h_z = 50 \text{ mm}$</p>	
	Trockenbau	<p>$R_{\lambda, D\ddot{a}} \geq 0,75 (m^2 \cdot K)/W$ $h_d = 25 \text{ mm}$ $h_z = 10 \text{ mm}$</p>	<p>$R_{\lambda, D\ddot{a}} \geq 1,25 (m^2 \cdot K)/W$ $h_d = 25 \text{ mm}$ $h_z = 30 \text{ mm}$</p>	<p>$R_{\lambda, D\ddot{a}} \geq 2,0 (m^2 \cdot K)/W$ $h_d = 2,5 \text{ mm}$ $h_z = 55 \text{ mm}$</p>

1) Rohrrüberdeckung 30 ... 45 mm (ca. 50 ... 65 mm Estrich): ca. 45 ... 60 l/m² Estrichvolumen, Zusatzdämmung: expandierter Polystyrol-Hartschaum (EPS) mit WLG 040 (= Wärmeleitfähigkeitsgruppe 040 mit Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,040 \text{ W}/(m \cdot K)$), erhöhte Anforderung: Polyurethan-Hartschaum (PUR) mit WLG 025

2) Bauwerksabdichtung nach DIN 18195 unterhalb der Dämmschicht ca. 2 mm

Beispiel eines Fußbodenaufbaus für den Fall „Über in Abständen beheiztem Raum (B)“ – Noppenplatte

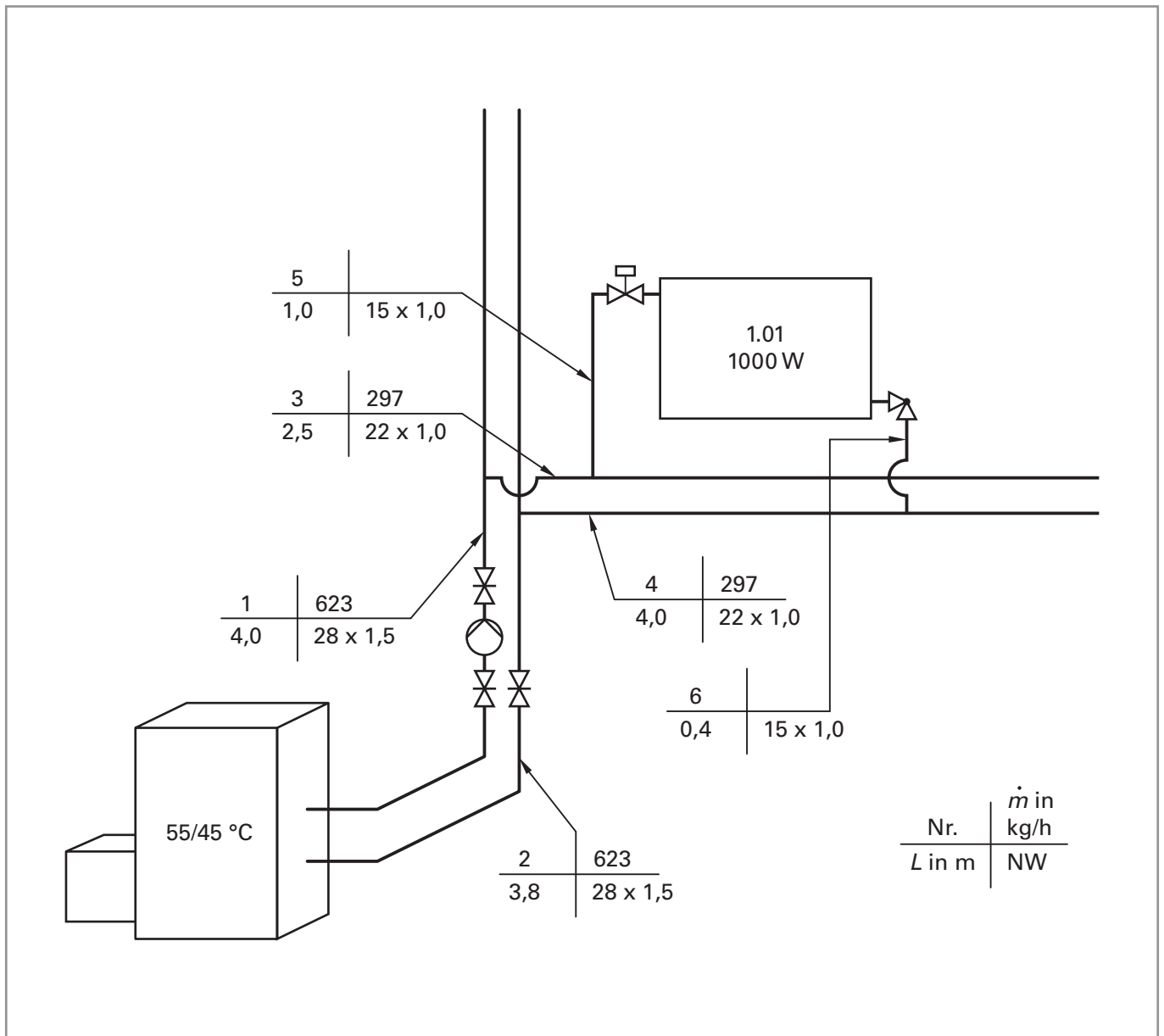
h_b = Bodenbelag	z. B.	10 mm
h_E = Estrich	z. B.	+65 mm
h_D = Dämmschicht		+35 mm
h_z = Zusatzdämmschicht		<u>+20 mm</u>
Gesamthöhe	z. B.	130 mm

Kundenauftrag

Für das Erdgeschoss wurden Ventilheizkörper ausgewählt und im Zweirohrsystem mit T-Stück-Verteilung angeschlossen. Die Rohrleitungsführung ist auf den Seiten 107 und 108 ersichtlich. Damit die Heizkörper, die sehr weite Vor- und Rücklaufleitungen haben (HK 1.03.2 und HK 1.05.2), nicht unterversorgt sind, ist das Rohrnetz mithilfe der voreinstellbaren Thermostatventile hydraulisch abzugleichen.

Informationen

Ein hydraulisch abgeglichenes Heizungssystem zeichnet sich dadurch aus, dass jeder Heizkörper mit dem Heizungswasservolumenstrom versorgt wird, die er zur Abgabe der vorgesehenen Wärmemenge benötigt (kein Heizkörper ist übertversorgt oder unterversorgt). Um dies zu gewährleisten, ist es notwendig, den Druckverlust des Rohrnetzes zu ermitteln.



Vereinfacht dargestelltes Strangschemata eines Rohrnetzes aus Kupferrohren (Auszug)

Druckverluste in Teilstrecken von Zweirohrheizungsanlagen setzen sich zusammen aus

- den Druckverlusten in geraden Rohrleitungsteilstrecken und
- den Druckverlusten aufgrund von Einzelwiderständen.

Druckverlust in geraden Rohrleitungsteilstrecken

Die Länge L einer Teilstrecke in einem Rohrnetz liegt zwischen zwei T-Stücken, da sich in diesem Rohrleitungsabschnitt sowohl die Nennweite als auch die Durchflussmenge nicht ändern. Sie wird in Metern angegeben.

In der Abbildung auf Seite 97 beginnt die Teilstrecke 1 (Vorlauf) am Kesselausgang und endet an dem T-Stück, welches nach rechts zur Etage abzweigt. Die Teilstrecke 2 (Rücklauf) beginnt am T-Stück, welches das Rücklaufwasser der Etage aufnimmt, und endet am Kessel. Die Rohrleitungslänge von Teilstrecke 1 beträgt 4,0 m. Die Teilstrecke 2 ist 3,8 m lang.

Das Rohrreibungsdruckgefälle R berücksichtigt die Fließgeschwindigkeit des Heizungswassers in der Rohrleitungsteilstrecke, die Rauigkeit der Rohrwandung und die Temperatur des Heizungswassers. Das Rohrreibungsdruckgefälle R kann aus der unten stehenden Rohrtabelle entnommen werden. Die angegebenen Werte beziehen sich auf eine Wassertemperatur von 80 °C. Bei 50 °C ist das Druckgefälle R um ca. 6% größer. Dieser Einfluss bleibt aus Gründen der Übersichtlichkeit im Weiteren unberücksichtigt.

R in Pa/m	Kupferrohr der Dimension					
	12x1	15x1	18x1	22x1	28x1,5	35x1,5
	oben: Massenstrom in kg/h unten: Strömungsgeschwindigkeit in m/s					
14	21 0,08	44 0,09	77 0,11	143 0,13	263 0,15	515 0,18
16	23 0,08	47 0,10	84 0,12	154 0,14	284 0,17	556 0,20
18	25 0,09	51 0,11	90 0,13	165 0,15	304 0,18	594 0,21
20	26 0,10	54 0,12	95 0,14	176 0,16	323 0,19	631 0,22
22	28 0,10	57 0,12	100 0,14	184 0,17	338 0,20	660 0,24
24	29 0,11	60 0,13	105 0,15	194 0,18	355 0,21	700 0,25
26	30 0,11	63 0,13	110 0,16	203 0,18	371 0,22	730 0,26
28	31 0,11	66 0,14	115 0,16	212 0,19	390 0,23	760 0,27
30	33 0,12	68 0,15	120 0,17	220 0,20	404 0,24	790 0,28
35	36 0,13	75 0,16	132 0,18	240 0,22	445 0,26	860 0,31
40	39 0,14	80 0,17	141 0,20	259 0,24	476 0,27	930 0,33

R in Pa/m	Kupferrohr der Dimension					
	12x1	15x1	18x1	22x1	28x1,5	35x1,5
	oben: Massenstrom in kg/h unten: Strömungsgeschwindigkeit in m/s					
45	42 0,15	86 0,18	151 0,21	277 0,25	508 0,30	990 0,35
50	44 0,16	92 0,20	161 0,23	294 0,27	540 0,31	1050 0,37
55	47 0,17	97 0,21	170 0,24	311 0,28	570 0,33	1110 0,39
60	49 0,18	102 0,22	179 0,25	328 0,30	600 0,35	1170 0,41
65	52 0,19	107 0,23	187 0,27	342 0,31	626 0,36	1220 0,43
70	54 0,20	111 0,24	195 0,28	357 0,33	652 0,38	1270 0,45
75	56 0,20	115 0,25	202 0,29	372 0,34	675 0,40	1320 0,47
80	58 0,21	120 0,26	211 0,30	385 0,35	703 0,41	1370 0,49
90	62 0,23	129 0,27	225 0,32	412 0,38	753 0,44	1460 0,52
100	66 0,24	137 0,29	239 0,34	437 0,40	800 0,47	1550 0,55
110	70 0,26	144 0,31	252 0,36	426 0,42	842 0,49	1640 0,58

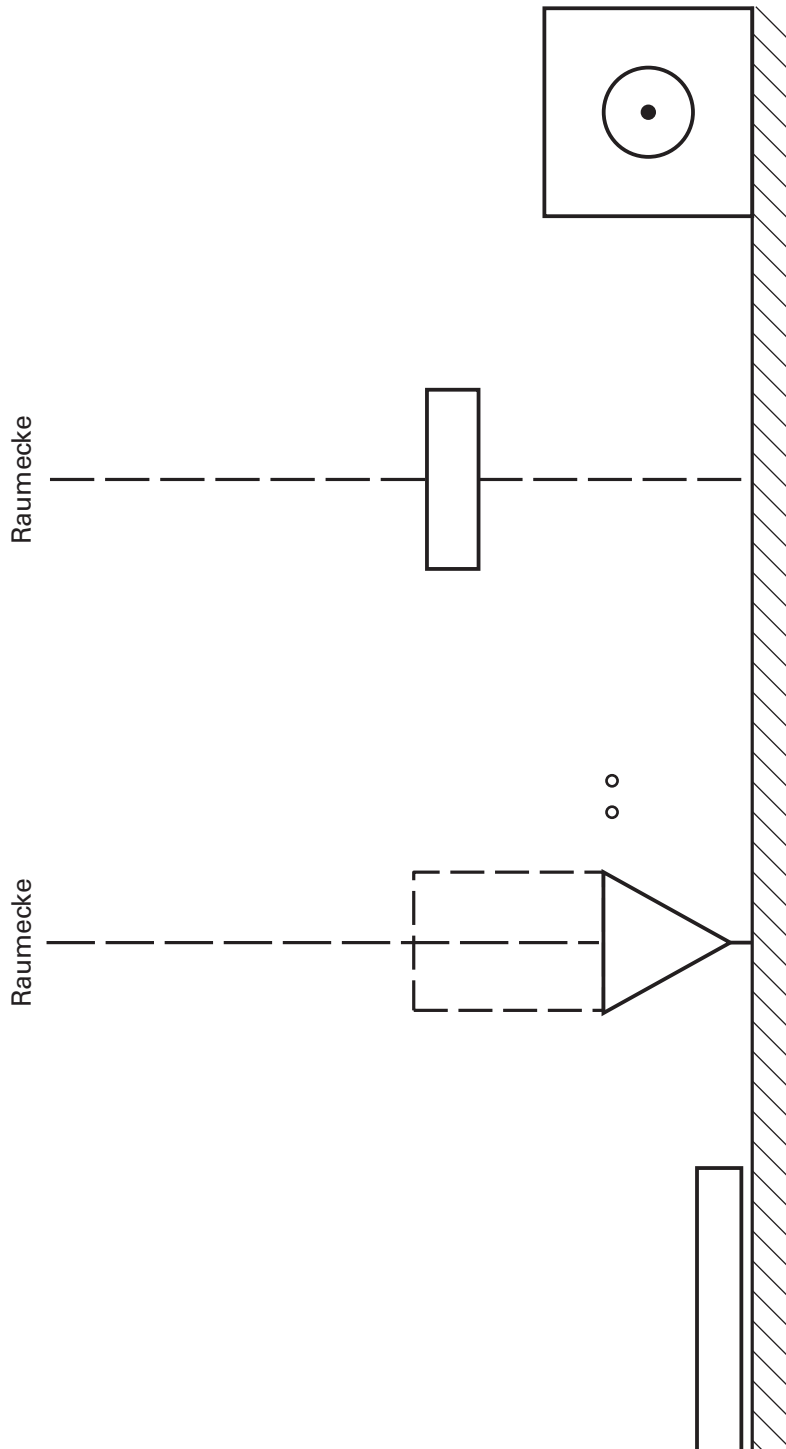
Der Massenstrom in den Teilstrecken 1 und 2 beträgt 623 kg/h. Die Rohrdimension dieser Teilstrecken ist 28 x 1,5 mm. Mit diesen beiden Informationen kann das Rohrreibungsdruckgefälle R aus der Tabelle entnommen werden. Hierfür findet man in der entsprechenden Spalte folgende Angaben:

$$\dot{m} = 600 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \Rightarrow R = 60 \frac{\text{Pa}}{\text{m}} \text{ bzw. } \dot{m} = 626 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \Rightarrow R = 65 \frac{\text{Pa}}{\text{m}}$$

Liegt der Massenstrom zwischen zwei Tabellenwerten, so wird in der Regel stets der größere Massenstrom angenommen. Durch den größeren Massenstrom ergeben sich größere Druckverluste. So liegt man mit der Rohrnetzberechnung „auf der sicheren Seite“. Für das erläuterte Beispiel gilt folglich:

$$R = 65 \frac{\text{Pa}}{\text{m}}$$

Bearbeiten Sie zur Übung die Aufgabe 1 des Wegweisers (Seite 104).



Wer soll das bezahlen?

Nachdem sämtliche Arbeiten im Badezimmer der Einliegerwohnung im Haus „Waldesruh“ zur vollsten Zufriedenheit der Auftraggeber abgeschlossen sind, sind nun noch die beiden Bäder im Erd- und Dachgeschoss an der Reihe.

Doch bevor die Eheleute Kunz diesen lukrativen Auftrag an ein Installationsunternehmen vergeben, möchten sie sich einen möglichst großen Überblick über realisierbare Varianten und die damit verbundenen Kosten verschaffen.

Auch Sie sollen in diesem Zusammenhang ein **aussagekräftiges Angebot** für ein Badezimmer im Haus „Waldesruh“ erarbeiten, welches anschließend im Vergleich mit anderen Angeboten bestehen muss.

Arbeitsauftrag

Bilden Sie für diese Aufgabe verschiedene Arbeitsgruppen mit einer Größe von 4 bis 5 Mitschülern. Jede so gebildete Arbeitsgruppe stellt von nun an einen eigenen SHK-Fachbetrieb dar, dessen Aufgabe es ist, den (klasseninternen) Wettbewerb um das beste Angebot für ein komplettes Badezimmer im Haus Waldesruh zu gewinnen.

Aber Achtung: Das preiswerteste Angebot muss nicht zwangsläufig auch das Beste sein!

Information

Bei Ihrer Planung sollten Sie neben den baulichen Gegebenheiten (s. entsprechende Bauzeichnungen) vor allem die einschlägigen Bestimmungen und Vorschriften bezüglich

- des Schall- und Brandschutzes,
- der Standfestigkeit von Gebäudeteilen,
- der Wärmedämmung von Rohrleitungen,
- der Raumlüftung
- und der Elektrotechnik

berücksichtigen.

Ehepaar Kunz hat hinsichtlich der Sanitärausstattung und der Installationsverfahren folgende Wünsche geäußert:

Bad EG:

- Duschwanne mit Echtglas-Duschabtrennung
- Waschtisch
- WC (wandhängend)
- Alle Armaturen sollen wassersparend sein bzw. eine effektive Energieausnutzung ermöglichen.
- Spiegel
- Steckdosen für Elektrorasierer und Föhn
- Accessoires
- Heizkörper
- Vorwandinstallation

Bad DG:

- Badewanne (ggf. als Whirlpool)
- Doppelwaschtisch
- WC (wandhängend)
- Bidet (wandhängend)
- Alle Armaturen sollen wassersparend sein bzw. eine effektive Energieausnutzung ermöglichen.
- Beleuchteter Spiegel
- Steckdosen für Elektro-Rasierer, Föhn und Radio
- Accessoires
- Heizkörper
- Vorwandinstallation

Bei der Planung sowohl der Einrichtungsgegenstände, der Rohrmaterialien, der Armaturen und Accessoires als auch der Vorwandinstallation sind ausschließlich Markenartikel des dreistufigen Vertriebssystems (Hersteller – Großhandel – Fachhandwerk) zu berücksichtigen.