



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Metallberufe

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

Installations- und Heizungstechnik

Lernsituationen – **Lösungen**

Lernfelder 5 – 8

2. Auflage

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

Europa-Nr.: 14184

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 978-3-8085-1419-1

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

Mit den Lernsituationen **Installations- und Heizungstechnik, Lernfelder 5 – 8**, liegt der zweite Band für den handlungs- und lernfeldorientierten Unterricht im **2. Ausbildungsjahr** vor.

Inhalt

Der Inhalt dieses Arbeitsbuches ist abgestimmt auf die folgenden Lernfelder:

- Installieren von Trinkwasseranlagen (Lernfeld 5)
- Installieren von Entwässerungsanlagen (Lernfeld 6)
- Installieren von Wärmeverteilungsanlagen (Lernfeld 7)
- Ausstatten von Sanitärräumen (Lernfeld 8)

Anhand von Lernsituationen, die als **Arbeits- und Kundenaufträge** gestaltet sind, werden die inhaltlichen Schwerpunkte der Aus- und Weiterbildung im Beruf **Anlagenmechaniker/-in für Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik** behandelt. In einigen Lernsituationen sind englische Inhalte integriert.

Gliederung und Gestaltung

Das Arbeitsbuch umfasst 4 Kapitel. Grundlage bildet das **Einfamilienhaus mit Einliegerwohnung**, das in Band 1 vorgestellt und kennengelernt wurde. Die entsprechenden Zeichnungen zu den Grundrissen und des Schnittes sind im Anlagenteil zu finden. Die **Musterfamilie**, deren **Mieter** sowie die **Firma Haustechnik Hutter GmbH** sind ebenfalls schon in Band 1 vorgestellt worden.

Ein Papiermodell im Maßstab 1:100 diente zur besseren Orientierung und Veranschaulichung und ist auch für die Inhalte des zweiten Bandes hilfreich.

Die Lernsituationen behandeln Teilbereiche der Lernfelder und stellen **exemplarische Kundenaufträge** dar. Jedes Lernfeld ist farblich unterschiedlich gekennzeichnet und lehnt sich an die Gestaltung der „Fachkunde Installations- und Heizungstechnik“ des Verlages Europa-Lehrmittel an.

Zur leichteren Bearbeitung der Aufträge sind die Lernsituationen in der Regel in Schritte gegliedert, die berufliche Handlungen implizieren.

Schritt 1: Kunden-/Arbeitsauftrag

Schritt 2: Informationen

Schritt 3: Wegweiser

Schritt 4: Durchführung

Schritt 5: Bewertung

Überarbeitung 2. Auflage

Für die **2. Auflage** wurden kleinere Fehler korrigiert und Darstellungen verbessert. In LF 5 mussten weiterhin Normenänderungen der DIN 1717 eingearbeitet sowie durch die aktuellen Symbole der Armaturen zum Schutz des Trinkwassers ergänzt werden. Das LF 6 erhielt eine neue Struktur und einen zusätzlichen Leitfaden für die Heizlastberechnung sowie ergänzende bildliche Darstellungen des Wärmeflusses in Gebäuden. In LF 8 sorgt die neue Struktur und eine deutliche Straffung der Lernaufgaben für mehr Übersichtlichkeit in der Thematik Badplanung.

Methodische Konzeption

Zur Bearbeitung der **Kunden- und Arbeitsaufträge** werden zusätzliche, unterstützende **Informationen** gegeben. Bei komplexeren Aufgaben wird die Erarbeitung der grundlegenden Fachmathematik mithilfe des **Wegweisers** erleichtert. Erst dann folgt die eigentliche Durchführung des Arbeitsauftrages. Hier steht die logische Abfolge der Einzelschritte im Vordergrund.

Am Ende jeder Lernsituation befindet sich ein Vorschlag, wie die jeweilige Lösung zu **bewerten** und die Kompetenzentwicklung zu beurteilen ist.

Die verschiedenen Lernsituationen können in **Einzel-, Partner- oder Teamarbeit** bearbeitet werden. Bei der gemeinsamen Erarbeitung besteht die Möglichkeit, **arbeitsgleich** oder **arbeitsteilig** vorzugehen. Die Schülerinnen und Schüler sollten nach ihren Fähigkeiten und Kenntnissen die Lernsituationen je nach Schwierigkeitsgrad in Absprache mit dem Lehrer bearbeiten.

Testen Sie die Lernsituationen kritisch und geben Sie Ihre Eindrücke bitte an die Autoren weiter (lektorat@europa-lehrmittel.de).

Zur Erstellung von Präsentationen und zur Unterstützung der Arbeit mit den Lernsituationen bieten wir das entsprechende Bildmaterial des Buches auf beiliegender CD an.

Hinweise für den Lehrer:

Die in diesem Arbeitsbuch enthaltenen Lernsituationen sind gemäß dem Lehrplan in chronologischer Reihenfolge aufgeführt. Es ist sinnvoll die Lernsituationen gemäß der angegebenen Reihenfolge nacheinander zu bearbeiten.

Alle den Lernsituationen zugehörigen Seiten sind **perforiert** und damit entnehmbar. Sie können dann in einem Schülerordner den Lernfeldern 5 bis 8 zugeordnet werden.

Für die Bearbeitung der Lernsituationen aus Lernfeld 5 sollten Kompetenzen zur Installation von Trinkwasseranlagen vorhanden sein, die in den Lernfeldern 3 und 4 des ersten Bandes gefördert wurden.

Bevor die Lernsituationen im Detail bearbeitet werden, sollten sich die Lernenden genaue Gedanken zur **Planung, Durchführung** und **Reflexion** des gestellten Auftrags machen. Als Hilfe zur Bearbeitung stehen nach dem eigentlichen Kunden-/Arbeitsauftrag immer folgende Punkte zur Verfügung:

- **Kunden-/Arbeitsauftrag**
- Fachliche **Informationen**
- **Wegweiser** zur schrittweisen Erarbeitung des Lösungsvorschlags
- **Durchführung** des Kunden-/Arbeitsauftrags
- **Bewertung** zur Einschätzen der Kompetenzentwicklung

Die Lernenden sollen befähigt werden, unter anderem die Bearbeitung von Arbeits- und Kundenaufträgen selbstständig durchzuführen. Der Lernende hat eine vollständige Handlung zu vollbringen: Der Auftrag soll von Anfang bis Ende von ihm durchdacht, geplant, durchgeführt und die wesentlichen Daten sollen dokumentiert werden.

Die Lösungsvorschläge können von den Schülern meist nicht „eins zu eins“ erreicht werden, da es in der Installations- und Heizungstechnik immer Alternativlösungen sowie verschiedene Lösungsansätze gibt. Sie dienen jedoch dem Lehrer als Leitfaden für die Unterrichtsplanung und -gestaltung.

Um die Förderung der Lernenden in den Schlüsselqualifikationen des fachlichen und berufsübergreifenden Bereichs zu gewährleisten, sollten gezielt unterschiedliche Organisationsformen in den Aufgabenstellungen gewählt werden:

- **Selbst gesteuerte Einzelarbeit**
- **Gruppenarbeit**

Die Lernsituationen können **arbeitsteilig** oder **arbeitsgleich** gelöst werden. Der Sachstand und die Erfahrung der Lerngruppe sind dabei zu berücksichtigen und gegebenenfalls vom Lehrer anzupassen. Mit fortschreitendem Lernstand nimmt die Anzahl der Vorgaben ab, um dem Lernenden zu ermöglichen, die Aufgaben allein zu lösen.

Im Hinblick auf die Gesellenprüfung sollen die Schüler den Umgang mit dem Fach- und Tabellenbuch erlernen. An einigen Stellen ist es unumgänglich, sich weiterführende Informationen zu beschaffen und Verweise zu Fachinhalten zu geben. In einem Merkfeld können Notizen zu den Informationsquellen gemacht werden.

Hinweise für den Schüler:

- 1 Die Lernsituationen werden Ihnen **helfen**, sich in die Inhalte des zweiten Ausbildungsjahres einzuarbeiten. Dies ist möglich, indem Sie die gestellten Lernsituationen sorgfältig bearbeiten.
- 2 **Lesen** Sie den Kunden-/Arbeitsauftrag **aufmerksam durch**. **Studieren** Sie die weiteren fachlichen und methodischen Informationen und bearbeiten Sie eigenständig den Wegweiser.
- 3 Bevor Sie mit der Durchführung der Aufgabe beginnen, **stimmen** Sie mit Ihrem Lehrer **ab**, wie Sie vorgehen wollen und sollen. **Machen** Sie sich einen schriftlichen Arbeitsplan, den Sie gegebenenfalls mit den Mitlernenden abstimmen sollten.
- 4 Um die Lösung **nachträglich verändern** oder **verbessern** zu können, sollten Sie mit einem weichen Bleistift arbeiten. Die Stärken HB oder B lassen sich gut radieren. Das gilt insbesondere für Skizzen oder Ähnliches.
- 5 **Legen** Sie etwas unter das Blatt, das Sie aktuell bearbeiten, z.B. ein dickes Zeichenblatt, damit sich Ihre Schrift nicht durchdrückt.
- 6 Um Ihre Lösungen einzutragen, können Sie den freien Platz auf den Linien nutzen. Wenn Sie Ihr Blatt **fertig bearbeitet** haben, sollten alle Linien mit einem Lösungsvorschlag ausgefüllt sein.
- 7 Sie können die Blätter **heraustrennen**, wenn Sie das Buch ganz aufschlagen und in der Mitte glatt streichen.
- 8 **Ordnen** Sie Methoden und Lernsituationen in einen Ordner mit Unterkapiteln ein.

EINFÜHRUNG IN DAS GESAMTKONZEPT

7

| | | |
|----------------------------|---|----|
| LERNFELD 5 | INSTALLIEREN VON TRINKWASSERANLAGEN | |
| Lernsituation 5.1 | Inbetriebnahme eines Druckminderers | 9 |
| | Arbeitsauftrag | 9 |
| | Informationen | 10 |
| | Wegweiser | 15 |
| | Durchführung | 17 |
| | Bewertung | 20 |
| Lernsituation 5.2 | Schutz des Trinkwassers | 21 |
| | Arbeitsauftrag 1 | 21 |
| | Informationen | 21 |
| | Wegweiser | 22 |
| | Durchführung | 23 |
| | Arbeitsauftrag 2 | 26 |
| | Informationen | 26 |
| | Durchführung | 26 |
| | Bewertung | 34 |
| LERNFELD 6 | INSTALLIEREN VON ENTWÄSSERUNGSANLAGEN | |
| Lernsituation 6.1 | Projektierung der Abwasseranlage | 35 |
| | Arbeitsauftrag | 35 |
| | Wegweiser | 36 |
| | Durchführung | 56 |
| | Bewertung | 58 |
| LERNFELD 7 | INSTALLIEREN VON WÄRMEVERTEILUNGSANLAGEN | |
| Lernsituation 7.1 | Berechnung der Heizlast und Wärmedämmung | 59 |
| | Kundenauftrag | 59 |
| | Informationen | 59 |
| | Wegweiser | 62 |
| | Durchführung | 69 |
| | Vertiefung | 70 |
| | Bewertung | 72 |
| Lernsituation 7.2.1 | Wärmeverteilungssysteme und Heizkörper | 73 |
| | Kundenauftrag 1 | 73 |
| | Wegweiser | 73 |
| | Durchführung | 78 |
| | Kundenauftrag 2 | 80 |
| | Wegweiser | 80 |
| | Durchführung | 82 |
| Lernsituation 7.2.2 | Fußbodenheizung in der Einliegerwohnung | 85 |
| | Kundenauftrag | 85 |
| | Informationen | 85 |
| | Wegweiser | 88 |
| | Durchführung | 92 |

| | | |
|----------------------------|---|-----|
| Lernsituation 7.3.1 | Hydraulischer Abgleich von Rohmetzen | 97 |
| | Kundenauftrag | 97 |
| | Informationen | 97 |
| | Wegweiser | 104 |
| | Durchführung | 107 |
| Lernsituation 7.3.2 | Installieren von Pumpen | 117 |
| | Kundenauftrag | 117 |
| | Wegweiser | 117 |
| | Durchführung | 125 |
| | Bewertung | 126 |
| LERNFELD 8 | AUSSTATTEN VON SANITÄRRÄUMEN | |
| Lernsituation 8.1 | Planung einer Vorwandinstallation | 127 |
| | Arbeitsauftrag | 127 |
| | Informationen | 128 |
| | Wegweiser | 128 |
| | Durchführung | 137 |
| Lernsituation 8.2 | Angebotsplanung für ein Badezimmer | 139 |
| | Arbeitsauftrag | 139 |
| | Informationen | 139 |
| | Wegweiser | 141 |
| | Kalkulation | 158 |
| | Durchführung | 159 |
| | Bewertung | 164 |
| ANHANG | | |
| DIN-A4-Zeichensatz | Lageplan Haus „Waldesruh“ | 166 |
| (verkleinerter | Grundriss Untergeschoss Haus „Waldesruh“ mit Lösung Fußbodenheizung | 167 |
| DIN-A3-Zeichensatz | Grundriss Erdgeschoss Haus „Waldesruh“ | 168 |
| aus Schülerheft) | Grundriss Dachgeschoss Haus „Waldesruh“ | 169 |
| | Schnitt durch das Gebäude Haus „Waldesruh“ | 170 |



Grundlage für die ersten Lernsituationen in Band 1 war das Haus „Waldesruh“ mit dem dazugehörigen Papiermodell im Maßstab 1:100.

Die Lernsituationen:

- Gutes Werkzeug – Gute Arbeit,
- Die Inventur im Lager,
- Der Knigge des Anlagenmechanikers/der Anlagenmechanikerin,
- Demontage eines Badezimmers,
- Besprechung der Bauzeichnung mit dem Hausherrn,
- Planung des Hausanschlusses,
- Installation der Gartenleitung,
- Inbetriebnahme der Armaturen im Hausanschlussraum und
- Planung der Inbetriebnahme der Trinkwasseranlage

gaben die Möglichkeit, die Hausbewohner sowie die Musterfirma Haustechnik Hutter GmbH mit Meister Hans Hutter, Geselle Paul Helfrich und dem Auszubildenden Daniel Klein kennenzulernen.

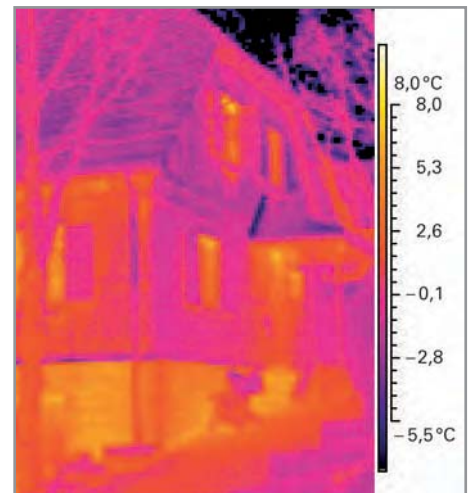
Im vorliegenden zweiten Band wird die installationstechnische Planung von Haus „Waldesruh“ mit den Lernsituationen zur Wassertechnik ergänzt:

- Inbetriebnahme eines Druckminderers,
- Schutz des Trinkwassers,
- Projektierung der Abwasseranlage.

Vor dem Hintergrund steigender Energiekosten wurde ein Hauptgewicht auf die Installation von Wärmeverteilungsanlagen gelegt.

Folgende Lernsituationen werden behandelt:

- Berechnung Heizlast, Wärmedämmung,
- Unterscheidung der Wärmeverteilungssysteme,
- Auswahl von Heizkörpern,
- Planung der Fußbodenheizung in der Einliegerwohnung,
- Hydraulischer Abgleich von Rohrnetzen,
- Installieren von Pumpen.



Der „Wohlfühlbereich“ wird für die Kunden immer wichtiger. Im Lernfeld „Ausstatten von Sanitärräumen“ werden folgende Lernsituationen bearbeitet:

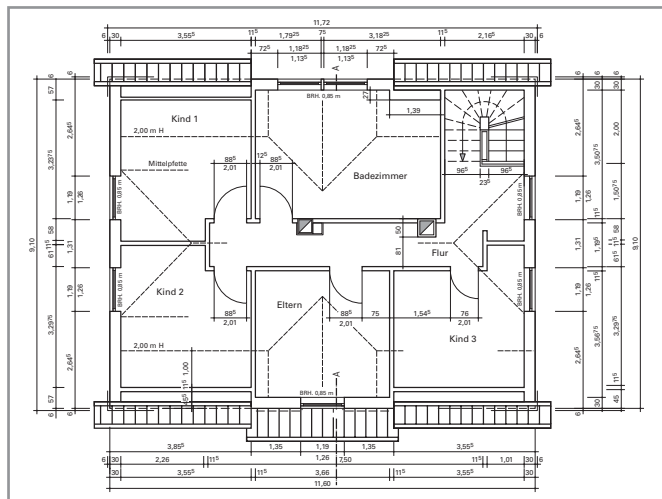
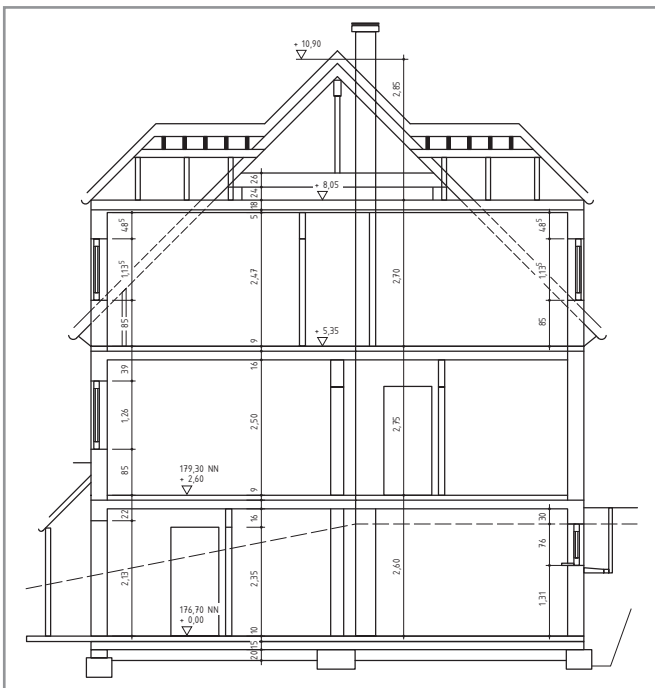
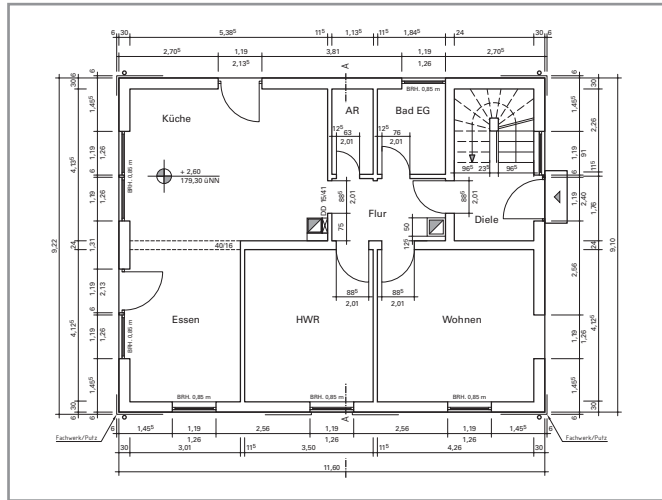
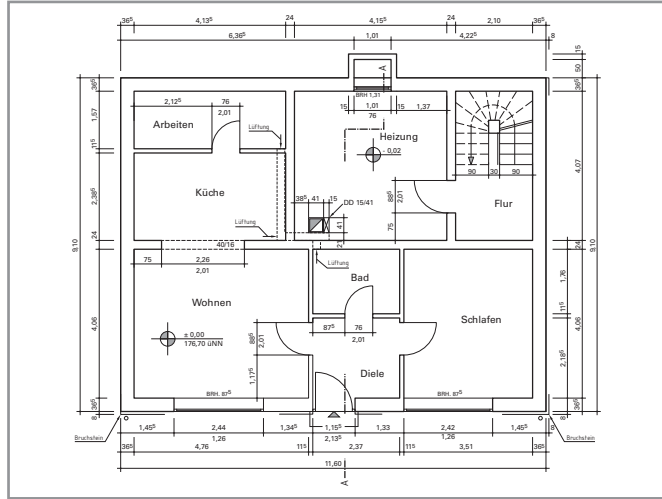
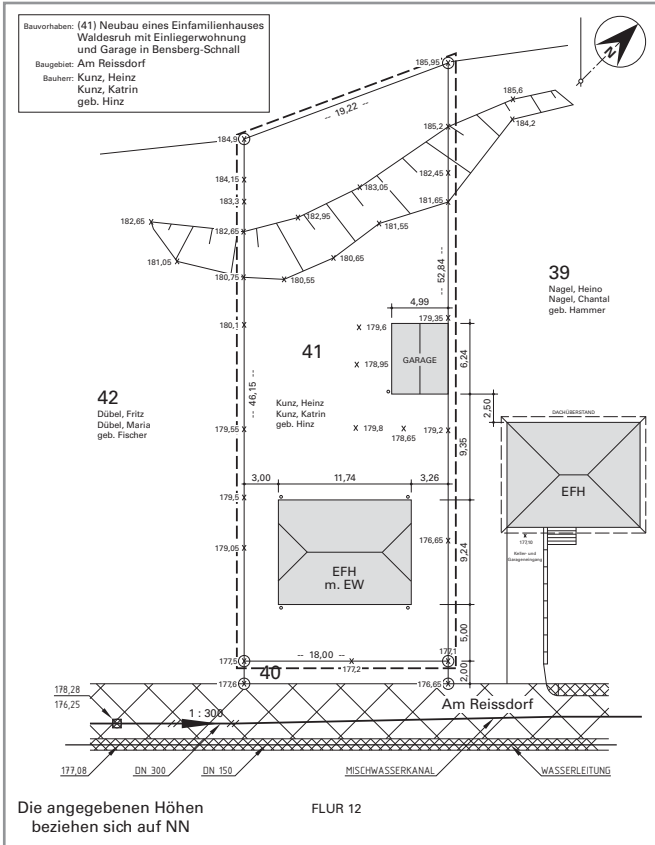
- Planung einer Vorwandinstallation,
- Angebotsplanung für ein Badezimmer.

Im Arbeitsbuch zum dritten Ausbildungsjahr werden Lernsituationen zu den Wärmeerzeugern, dem Einbinden und Einstellen von Komponenten der Heizungsregelung und der Installation der Trinkwassererwärmung die versorgungstechnischen Arbeiten im Musterhaus komplettieren.

In den Lernsituationen dieses Arbeitsbuches werden planerische und anlagenanalytische Aufgaben für das Musterhaus gestellt. Die Lösung dieser Aufgabenstellungen kann unter Zuhilfenahme eines kompletten Zeichnungssatzes des Hauses erfolgen.

Im Anhang dieses Arbeitsbuches werden folgende technische Zeichnungen zur Verfügung gestellt:

- Lageplan des Hauses,
- Grundriss der Einlieferwohnung im Souterrain,
- Grundriss Erdgeschoss,
- Grundriss Dachgeschoss,
- Schnitt des gesamten Hauses.



Arbeitsauftrag

Meister Hutter hat den Plan des Rohrnetzes für das Haus erstellt. Für die spätere Inbetriebnahme muss unter anderem der Einstelldruck des Druckminderventils ermittelt werden. Er erläutert seinem Auszubildenden, dass hierfür der ungünstigste Strang des Hauses maßgeblich ist. Ist dieser ausreichend mit Druck versorgt, reicht der Druck auch für alle anderen Leitungen im Haus.

„Hier hast du einige Unterlagen, versuche dich da mal zurechtzufinden. Und denke immer daran: so viel wie nötig, so wenig wie möglich“, sagt Meister Hutter, „viel Spaß, Daniel.“

Ermitteln Sie den notwendigen Einstelldruck des Druckminderventils:

- Begründen Sie die Notwendigkeit für die Installation des Druckminderventils.
- Prüfen Sie die Nennweite DN der vorgesehenen Installation am Druckminderer.
- Ermitteln Sie den Druckverlust des Druckminderventils Δp_{DM} .
- Bestimmen Sie den Spitzenvolumenstrom \dot{V}_S am Druckminderer und in den Teilstrecken des ungünstigsten Stranges.
- Berechnen Sie die Druckverluste der Teilstrecken für Rohrreibung Δp_R und Einzelwiderstände Δp_Z sowie den geodätischen Höhenunterschied Δh_{geo} und den Fließdruck p_{FL} der Installation.
- Berechnen Sie den Einstelldruck des Druckminderventils p_E .



Zur Einarbeitung in das Thema eignen sich die Unterlagen (S. 10 – 14) von Meister Hutter. Übertragen Sie nach der Bearbeitung dieser Unterlagen das gewonnene Wissen mithilfe des Wegweisers auf die vorgegebene Situation des Hauses „Waldesruh“.

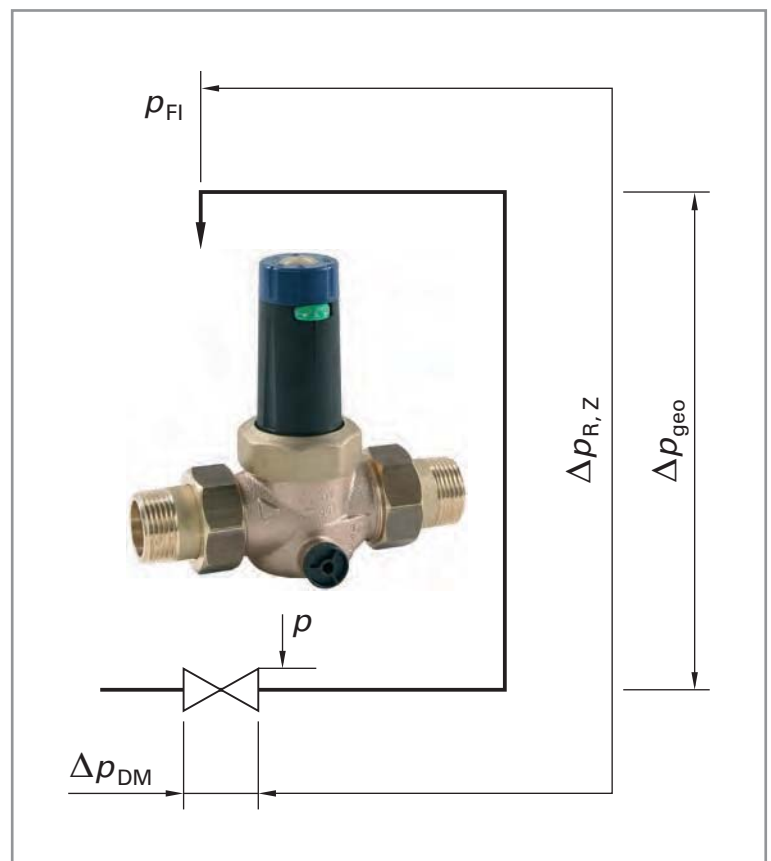
Nach Maßgabe des zuständigen Versorgungsunternehmens ist von einem Versorgungsdruck im umliegenden Netz von 5,5 bar auszugehen.

Im Haus soll später ein Trinkwasserspeicher installiert werden, der mit einem Sicherheitsventil von 6 bar ausgestattet sein wird.

Die vorgesehene Installation des ungünstigsten Strangs des Hausnetzes ist auf der Seite 12 in einer Planungsskizze zu sehen. Die letzte Entnahmestelle erfordert einen Fließdruck p_{FL} von 1 bar. Der größte Einzelvolumenstrom \dot{V}_R ist kleiner 0,5 l/s. Die Gartenleitung liegt vor dem Druckminderer, sodass hier keine Beeinflussung vorliegt.

Die Installation soll im Kupferrohr ausgeführt werden. Nennweiten, Höhen und Längen sind der Planungsskizze zu entnehmen.

Hierbei sind die Schallschutzbedingungen DIN 4109, Teil 5 (Wohnbauten) zu erfüllen.



Informationen: Technik-Info Druckregulierung der Fa. SYR*/DIN 1988-500

Definition von Druckminderern

Druckminderer sind Armaturen mit der Aufgabe, den Eingangs- auf den im Einzelfall zulässigen Ausgangsdruck herabzusetzen und – unabhängig vom Volumenstrom – in den zulässigen Grenzen konstant zu halten. Ungleichmäßige oder schwankende Eingangsdrücke beeinflussen den ausgangsseitigen Druck und die Größe des Volumenstroms nicht wesentlich, solange sie mindestens 1 bar über dem eingestellten Ausgangsdruck liegen.

Einsatzbereich (DIN 1988-500)

Druckminderer sind erforderlich, wenn nach DIN 1988-500 der Ruhedruck an den Entnahmestellen 5 bar (auch nur zeitweise) überschreitet. Sie sind erforderlich zur Begrenzung des Betriebsüberdrucks in den Verbrauchsleitungen, wenn der höchstmögliche Ruhedruck an beliebiger Stelle der Trinkwasseranlage deren höchstzulässigen Betriebsüberdruck erreicht oder überschreiten kann oder wenn Geräte und Einrichtungen angeschlossen werden, die nur einem geringen Druck ausgesetzt werden dürfen.

Sie sind erforderlich, wenn der Ruhedruck vor einem Sicherheitsventil 80% seines Ansprechdruckes überschreiten kann. Beträgt der Ansprechdruck des Sicherheitsventils z.B. 6 bar, so muss ein Druckminderer eingebaut werden, wenn der Ruhedruck 4,8 bar überschreitet.

Druckminderer sind weiterhin nötig bei der Versorgung von Hochhäusern über eine einzige Druckerhöhungsanlage, wenn mehrere Druckzonen erforderlich sind. Nach DIN 1988-200 ist eine Trinkwasseranlage so auszuführen, dass eine sparsame Wasserverwendung möglich ist.

Einbau

Der Einbau von Druckminderern erfolgt in der Regel in die Kaltwasserleitung hinter der Wasserzähleranlage und hinter dem vorgeschalteten Filter. Für Druckeinstellung und Wartung müssen vor und hinter dem Druckminderer Absperrungen eingebaut werden. Werden Druckminderer so in haustechnische Anlagen eingebaut, dass fremde Wohn-, Schlaf- und Arbeitsräume mit ihrem Betriebsgeräusch beschallt werden können, müssen sie mit einem Prüfzeichen gekennzeichnet sein, das zur Verwendung in solchen Fällen berechtigt.

Um Strömungsturbulenzen auszuschließen, wird als Beruhigungsstrecke an der Ausgangsseite des Druckminderers eine gerade Rohrstrecke von mindestens 5-mal Nennweite angeordnet. Der Verzicht auf diese Strecke kann im Einzelfall zu extremer Geräuschentwicklung führen.

Vermeidung von Druckbrücken

Unter einer Druckbrücke versteht man eine ungewollte hydraulische Verbindung zwischen einer Rohrleitung mit höherem Druck zu einem Anlagenteil mit gemindertem Druck.

Die am häufigsten vorkommende Druckbrücke ist die Verbindung zwischen nicht gemindertem Kaltwasserdruck und gemindertem Warmwasserdruck bei dezentraler Anordnung des Druckminderers vor dem Trinkwassererwärmer. Innerhalb der Trinkwasseranlage kommt es zu einer Verbindung von Kalt- und Warmwasserstrang entweder bei einer thermischen Mischarmatur oder an anderen Auslaufarmaturen (z.B. Einhebelmischer etc.).

Damit das Kaltwasser nicht in die Warmwasserleitung eindringen kann, z.B. bei thermostatischen Mischarmaturen, ist diese an beiden Eingängen mit Rückflussverhinderern ausgestattet. Ist der im Eingang des Warmwasseranschlusses eingebaute Rückflussverhinderer undicht, so kann sich der Kaltwasserdruck ungehindert auf die Warmwasserleitungen übertragen.

Liegt der Kaltwasserdruck über dem Ansprechdruck des vor dem Trinkwassererwärmer eingebauten Sicherheitsventils, so lässt sich dieser Fehler am ständig tropfenden Membran-Sicherheitsventil erkennen. Dies kann unter Umständen nur nachts auftreten, wenn aufgrund des geringen Verbrauchs der Druck im Versorgungsnetz ansteigt. Meist ist aber feststellbar, dass das Manometer am Druckminderer vor dem Trinkwassererwärmer den höheren Druck anzeigt, weil selbst ein vorschriftsmäßig nach dem Druckminderer eingebauter Rückflussverhinderer in den seltensten Fällen dicht abschließt. Der Druckminderer lässt aber entgegen seiner vorgesehenen Durchflussrichtung keinen Druck durch, solange der Ausgangsdruck über dem eingestellten Hinterdruck liegt; der Druckminderer wirkt daher wie ein absolut dicht schließender Rückflussverhinderer.

* Text und Bilder aus der Original-Herstellerunterlage entnommen.

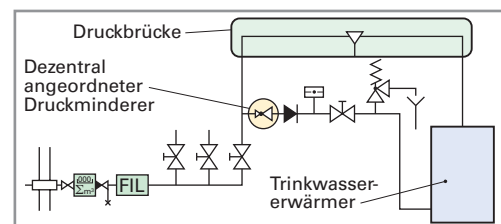


Bild 1: Druckbrücke vom TW zu TW

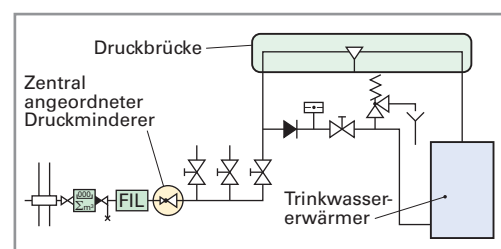


Bild 2: Druckbrücke vom TWW zu TW beim Aufheizen des Speichers

Bei zentralem Einbau des Druckminderers unmittelbar nach dem Wasserzähler kann der o.g. Fehler nicht auftreten, da Kalt- und Warmwassersystem unter gleichem Druck stehen. Wird aber nur für eine Zapfstelle, z. B. Garage oder Garten, eine Leitung vor dem Druckminderer abgenommen, so kann auch bei zentraler Anordnung des Druckminderers sinngemäß der gleiche Fehler auftreten, wenn eine Verbindung, z.B. über eine Mischarmatur zur Trinkwassererwärmung vorgenommen wird. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass bei dezentral eingebautem Druckminderer beim Aufheizen des Trinkwassererwärmers der eingestellte Hinterdruck durch das sich ausdehnende Warmwasser bis zum Ansprechdruck des Membran-Sicherheitsventils ansteigen kann. Daher kann auch bei einem zentral eingebautem Druckminderer dieser Druckanstieg erfolgen, wenn die eingangs beschriebene Druckbrücke in umgekehrter Richtung wirksam wird.

Bestimmung der Nennweite (DIN 1988-500)

Druckminderer dürfen nicht nach der Nennweite der Rohrleitungen dimensioniert werden. Im Einzelfall ist der an der Verwendungsstelle auftretende und nach DIN 1988-300 zu ermittelnde Spitzendurchfluss bestimmend. Die Nennweite wird unter Benutzung der Werte in den Tabellen 1 a und 1 b festgelegt, wobei zu beachten ist, dass der tatsächliche maximale Durchfluss möglichst nahe an die Tabellenwerte herankommt, ohne sie jemals zu überschreiten.

| Nennweite DN | Spitzendurchfluss | |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| | l/s | m ³ /h |
| 15 | 0,35 | 1,27 |
| 20 | 0,63 | 2,27 |
| 25 | 1,0 | 3,6 |
| 32 | 1,6 | 5,8 |
| 40 | 2,53 | 9,1 |
| 50 | 3,89 | 14,0 |

Tabelle 1 a

Nennweiten der Druckminderer für Anlagen nach DIN EN 1567 bei Fließgeschwindigkeit 2 m/s (z. B. Wohnbauten)

| Nennweite DN | Spitzendurchfluss | |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| | l/s | m ³ /h |
| 15 | 0,5 | 1,8 |
| 20 | 0,9 | 3,3 |
| 25 | 1,5 | 5,4 |
| 32 | 2,4 | 8,6 |
| 40 | 3,8 | 13,7 |
| 50 | 5,9 | 21,2 |

Tabelle 1 b

Nennweiten der Druckminderer für Anlagen nach DIN 1988-500 bei Fließgeschwindigkeit 3 m/s (z. B. gewerbliche Anlagen).

Der Druckverlust bei ermitteltem Spitzendurchfluss und die Wahl des unteren Einstelldrucks sind weitere entscheidende Kriterien für die optimale Funktionserfüllung und Betriebssicherheit eines Druckminderers.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Verlages.
Copyright 2015 by Europa-Lehrmittel

Auslegungsbeispiel:

Einstelldruck/Ausgangsdruck des Druckminderers – Einfamilienhaus

- Mindestfließdruck 1,0 bar (1)
- Höhenunterschied 10 m (2)
- Rohrreibungs- u. Einzeldruckverluste 0,5 bar (3)
- Spitzendurchfluss 3,6 m³/h bzw. 1,0 l/s

Bestimmung der Nennweite:

- Spitzendurchfluss 1,0 l/s; nach Tabelle 1 a = DN 25 ermittelt

Bestimmung der Druckverluste des Druckminderer

- Spitzendurchfluss 1,0 l/s und Nennweite DN 25; nach Diagramm 1 = $\Delta p_{DM} = 1,11$ bar (4)

Einstelldruck des Druckminderer

- Einstelldruck = Σ aller Druckverluste = (1) + (2) + (3) + (4)
- **Einstelldruck = 3,61 bar** = 1,0 bar + 1,0 bar + 0,5 bar + 1,11 bar

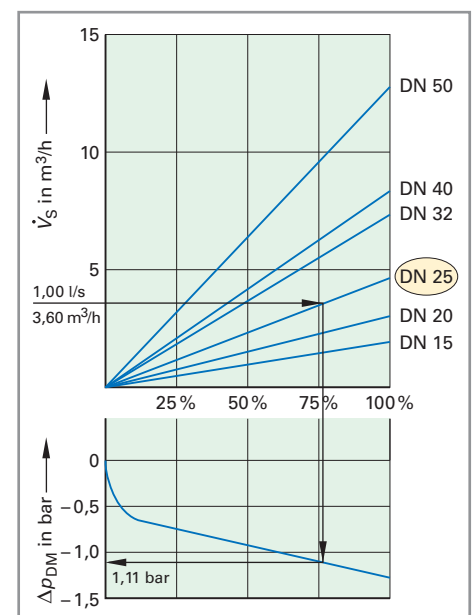


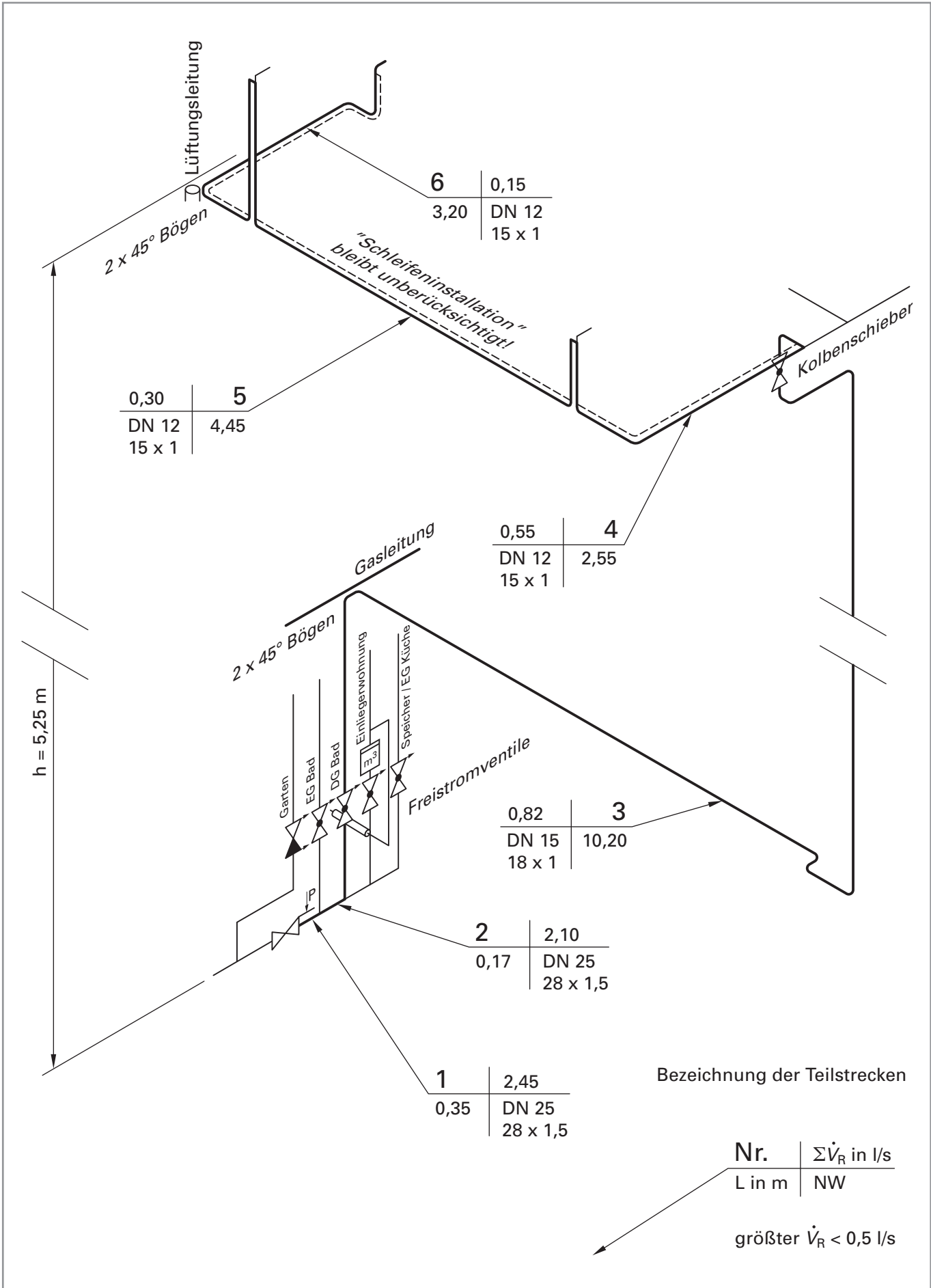
Diagramm 1: Druckverlust des Druckminderers

5.1 INBETRIEBNAHME EINES DRUCKMINDERERS

Initial operation of a pressure-reduction valve

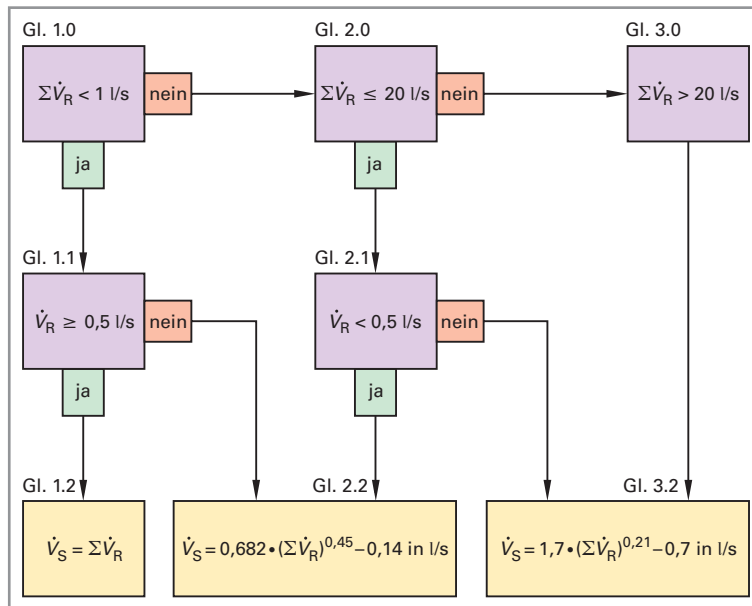
Name: _____

Klasse: _____ Datum: _____



Tabellen:

Spitzenvolumenstrom (Wohngebäude)



Verlustbeiwerte (herstellergebunden)

| Verlustbeiwerte | | | |
|---|---------|-------|-------|
| Absperrventil | ζ | | |
| DN 15 | | | = 3,5 |
| DN 20 | | | = 2,5 |
| DN 25 bis 50 | = 2,0 | | |
| Absperrschieber | ζ | | |
| Kolbenschieber | | | = 0,5 |
| T-Stck. Abzweig | ζ | = 1,3 | |
| T-Stck. Durchgang | ζ | = 0,3 | |
| T-Stck. Abzweig r, l | ζ | = 1,5 | |
| Bogen 45° | ζ | = 0,4 | |
| Bogen 90° | ζ | = 0,5 | |
| Winkel 90° | ζ | = 1,3 | |
| Herstellerangaben beachten Beiwert gilt immer für Fließrichtung blauer Pfeil | | | |

Rohrreibungsdruckverluste (Cu-Rohr, TW)

| NW | DN 12 | | DN 15 | | DN 20 | | DN 25 | | DN 32 | |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|----------|--------|
| D x s | 15 x 1 | | 18 x 1 | | 22 x 1 | | 28 x 1,5 | | 35 x 1,5 | |
| v | V_S | R | V_S | R | V_S | R | V_S | R | V_S | R |
| m/s | l/s | mbar/m | l/s | mbar/m | l/s | mbar/m | l/s | mbar/m | l/s | mbar/m |
| 1,0 | | | 0,201 | 9,20 | 0,314 | 6,95 | 0,491 | 5,26 | 0,804 | 3,87 |
| 1,1 | 0,146 | 14,12 | 0,221 | 10,87 | 0,346 | 8,22 | 0,540 | 6,22 | 0,885 | 4,58 |
| 1,2 | 0,159 | 16,22 | 0,241 | 12,66 | 0,377 | 9,57 | 0,589 | 7,25 | 0,965 | 5,34 |
| 1,3 | 0,173 | 18,91 | 0,261 | 14,57 | 0,408 | 11,02 | 0,638 | 8,35 | 1,045 | 6,15 |
| 1,4 | 0,186 | 21,52 | 0,281 | 16,59 | 0,440 | 12,56 | 0,687 | 9,52 | 1,126 | 7,01 |
| 1,5 | 0,199 | 24,29 | 0,302 | 18,73 | 0,471 | 14,18 | 0,736 | 10,75 | 1,206 | 7,93 |
| 1,6 | 0,212 | 27,20 | 0,322 | 20,98 | 0,503 | 15,89 | 0,785 | 12,05 | 1,287 | 8,89 |
| 1,7 | 0,226 | 30,25 | 0,342 | 23,34 | 0,534 | 17,69 | 0,834 | 13,42 | 1,367 | 9,90 |
| 1,8 | 0,239 | 33,45 | 0,362 | 25,82 | 0,565 | 19,57 | 0,884 | 14,85 | 1,448 | 10,96 |
| 1,9 | 0,252 | 36,79 | 0,382 | 28,40 | 0,597 | 21,53 | 0,933 | 16,35 | 1,528 | 12,07 |
| 2,0 | 0,265 | 40,26 | 0,402 | 31,09 | 0,628 | 23,58 | 0,982 | 17,91 | 1,608 | 13,22 |
| 2,1 | 0,279 | 43,88 | 0,422 | 33,89 | 0,660 | 25,71 | 1,031 | 19,53 | 1,689 | 14,43 |
| 2,2 | 0,292 | 47,63 | 0,442 | 36,80 | 0,691 | 27,92 | 1,080 | 21,21 | 1,769 | 15,67 |
| 2,3 | 0,305 | 51,52 | 0,462 | 39,81 | 0,723 | 30,22 | 1,129 | 22,96 | 1,85 | 16,97 |
| 2,4 | 0,319 | 55,55 | 0,483 | 42,93 | 0,754 | 32,59 | 1,178 | 24,77 | 1,93 | 18,31 |
| 2,5 | 0,332 | 59,70 | 0,503 | 46,16 | 0,785 | 35,04 | 1,227 | 26,64 | 2,011 | 19,70 |
| 2,6 | 0,332 | 63,99 | 0,523 | 49,48 | 0,817 | 37,58 | 1,276 | 28,57 | 2,091 | 21,13 |
| 2,7 | 0,345 | 68,42 | 0,543 | 52,91 | 0,848 | 40,19 | 1,325 | 30,56 | 2,171 | 22,60 |
| 2,8 | 0,358 | 72,97 | 0,563 | 56,44 | 0,880 | 42,88 | 1,374 | 32,61 | 2,252 | 24,13 |
| 2,9 | 0,385 | 77,66 | 0,583 | 60,08 | 0,911 | 45,65 | 1,423 | 34,72 | 2,332 | 25,69 |
| 3,0 | 0,398 | 82,47 | 0,603 | 63,81 | 0,942 | 48,49 | 1,473 | 36,90 | 2,413 | 27,30 |

| Nennweite DN | Spitzendurchfluss | |
|-----------------|-------------------|-------------------|
| | l/s | m ³ /h |
| 15 | 0,35 | 1,27 |
| 20 | 0,63 | 2,27 |
| 25 | 1,00 | 3,60 |
| 32 | 1,60 | 5,80 |
| 40 | 2,53 | 9,10 |
| 50 | 3,87 | 14,00 |

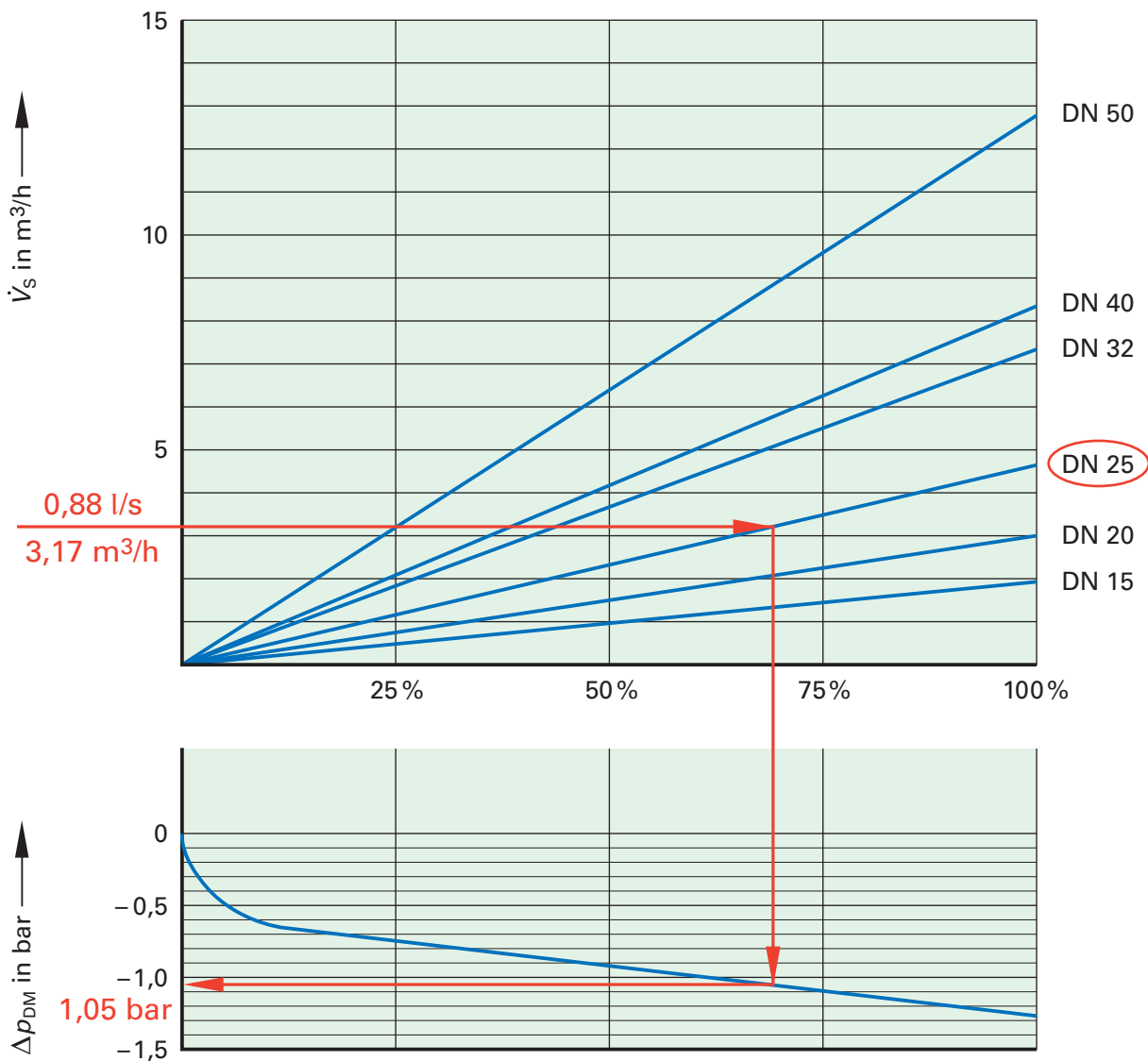


Diagramm 1: Bestimmung der Nennweite und des Druckverlustes des Druckminderers

Wegweiser

Lesen Sie sich die Informationsblätter der Fa. SYR auf den vorherigen Seiten durch und ergänzen Sie Ihre Erkenntnisse durch Fachbücher u.ä., bevor Sie den Wegweiser bearbeiten.

- 1** Finden Sie die Regeln zum notwendigen Einbau eines Druckminderers:

Ein Druckminderventil muss installiert werden, wenn

- nach DIN 4109 der Ruhedruck an den Entnahmestellen 5 bar überschreitet.
- 80% des Ansprechdruckes des Sicherheitsventils einer Anlage überschritten werden.
- der Ruhedruck den höchstzulässigen Betriebsüberdruck in den Verbrauchsleitungen überschreitet oder Geräte und Einrichtungen angeschlossen sind, die nur einem geringeren Druck ausgesetzt sein dürfen
- mehrere Druckzonen in Hochhäusern erforderlich sind.

- 2** Worauf könnte sich folgende Aussage von Meister Hutter beziehen?
„Und denk immer daran: so viel wie nötig, so wenig wie möglich!“

**Es muss genügend Druck vorhanden sein, um alle Hindernisse (Druckverluste) bis zur Entnahmestelle zu überwinden und damit ausreichend Wasser aus der Zapfstelle fließt.
Unnötig hohe Drücke führen zu Geräuschen und einem hohen Wasserverbrauch.**

- 3** Was ist mit den Begriffen „ungünstigster Strang“ und „Teilstrecken“ gemeint?

**Der „ungünstigste Strang“ weist die höchsten Druckverluste auf. In der Regel ist dies der längste Strang zur letzten/höchstgelegenen Zapfstelle.
Teilstrecken beginnen immer an den Punkten der Leitung, an denen sich entweder die Nennweite oder der Volumenstrom ändert. Beginn ist immer ein Leitungsbauteil, z.B.: Redu, T-Stck., Armatur usw. Dieses zählt zur nächsten, hier beginnenden Teilstrecke.**

- 4** Warum sollte unabhängig von der vorhandenen Nennweite im „HAR“ die Nennweite für das Druckminderventil geprüft und gegebenenfalls anders gewählt werden?

Die Nennweite des Druckminderventils muss für ein Spitzenvolumen ausgelegt sein. Bei dieser Nennweite muss er eine optimale Regelung für den Spitzenvolumenstrom, aber auch für den geringeren Betriebsvolumenstrom aufweisen.

Die Anpassung der Druckminderer-Nennweite an eine vorhandene Rohrleitungsnennweite könnte zur Über- oder Unterdimensionierung führen. Erstere würde eine so geringe Auslastung nach sich ziehen, dass eine einwandfreie Regelung nicht möglich wäre, insbesondere in den alltäglichen Nutzungssituationen mit geringen Volumenströmen. Im zweiten Fall würde der erforderliche Volumenstrom nicht erreicht.

5 Welche Einbauvorschriften für den Druckmindere gibt es?

- Einbau stets mit vorgeschaltetem Filter
- nahegelegene Absperrungen vor und hinter dem DM
- Vermeidung von Strömungsturbulenzen und damit Geräuschentwicklung durch ausreichende Beruhigungsstrecke nach dem DM von min. 5 x DN
- Wenn möglich, ein zentraler Einbau (Kaltwasserleitung HAR): bei Thermostatarmaturen und Einhebelmischern könnten Druckbrücken vom TW (heute PWC) zum TWW (heute PWH), und damit zum Speicher entstehen, die das SV auslösen könnten, insbesondere bei meist hohen Versorgungsdrücken in der Nacht (geringe Abnahme im Netz)

6 Welche Größen müssen für die Einstellung des Druckminderventils ermittelt bzw. berechnet werden? Wo sind sie zu finden?

| | | |
|---|--|-------------------------------|
| Δh_{geo} | geodätischer Höhenunterschied (Ortshöhenunterschied) | |
| $\Delta h_{\text{geo}} \Rightarrow \Delta p_{\text{geo}}$ | | aus der Planungsskizze, S. 12 |
| Δp_{R} | Rohrreibungsdruckverlust | Berechnung |
| R | Reibungsdruckgefälle | aus Tabelle, S. 13 |
| L | Länge der Teilstrecken | aus der Planungsskizze, S. 12 |
| Δp_{z} | Einzelwiderstände | Berechnung |
| ζ | Verlustbeiwerte | aus Tabelle, S. 13 |
| v | Fließgeschwindigkeiten | aus Tabelle, S. 13 |
| p_{FI} | Fließdruck der Entnahmestelle | Aufgabenstellung, S. 9 |
| Δp_{DM} | Druckverlust des Druckminderers | Diagramm 1 SYR, S. 14 |

7 Nennen Sie Formeln für die Berechnung der Rohrreibungdruckverluste und der Einzelwiderstände.

| | | | |
|---|------------------------------|-------------------------------|--|
| Rohrreibungdruckverluste: | | | |
| $\Delta p_R = R \cdot L$ in mbar | | | |
| R in mbar/m | | nach Tabelle, S. 13 | |
| L in m | | aus der Planungsskizze, S. 12 | |
| Einzelwiderstände: | | | |
| $\Delta p_Z = \sum \zeta \cdot Z_1$ in mbar | | | |
| $Z_1 = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \cdot \frac{\text{mbar}}{100 \text{ Pa}}$ | $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ | | |
| | v in m/s | aus Tabelle, S. 13 | |
| | ζ ohne | aus Tabelle, S. 13 | |

8 Nennen Sie die Formel für die Berechnung des Einstelldrucks des Druckminderers:

| |
|--|
| $p_E = \Delta p_R + \Delta p_Z + \Delta p_{\text{geo}} + \Delta p_{\text{DM}} + p_{\text{FI}}$ |
|--|

Durchführung

Berechnen Sie entsprechend dem Wegweiser in Schritten den Einstelldruck des Druckminderers.

- Begründung der Notwendigkeit für den Einbau eines Druckminderers im Haus „Waldesruh“
- Bestimmung der Nennweite (DN) und des Druckverlustes (Δp_{DM}) des Druckminderers.
- Bestimmung der Zeta-Werte (ζ) der Teilstrecken.
- Bestimmung der Druckverluste (Δp_R) und (Δp_Z).
- Bestimmung des Fließdrucks (p_{FI}) an der Entnahmestelle und dem geodätischen Höhenunterschied (Δh_{geo}).
- Bestimmung des Einstelldrucks (p_E).

Strukturieren Sie die Bearbeitung selbst durch Nummerierung und Überschriften.

1. Höchstzulässiger Druck in der Hausinstallation

Speicher-Sicherheitsventil $p_{\text{SV}} = 6 \text{ bar}$

Zulässiger Ruhedruck $p_{\text{stat.}} = 0,8 \cdot p_{\text{SV}} = 0,8 \cdot 6 \text{ bar} = 4,8 \text{ bar}$

$p_{\text{Stat}} = 4,8 \text{ bar} < p_v = 5,5 \text{ bar} \Rightarrow$ Druckminderer notwendig!

2. Bestimmung der Nennweite des Druckminderers nach Tabelle SYR

DN 25 (CU 28 x 1,5)

3. Druckverlust des Druckminderers nach Diagramm 1, SYR

$\Delta p_{DM} = 1,05$ bar bei Nennweite DN 25

Auslastung etwa 70% bei Spitzendurchfluss

4. Zeta-Werte (ζ) der Teilstrecken

| Teilstrecke | DN | CU | Verlustbeiwert | Anzahl | Wert | Summe |
|-------------|---------------------|---------------------|-----------------------------|----------|-------------|----------------|
| Nr. | | | Art | Anzahl | ζ | $\Sigma \zeta$ |
| 1 | 25 | 28 × 1,5 | | 0 | 0,00 | 0,00 |
| 2 | 25 × 15 × 25 | 28 × 18 × 28 | T-Stck.-Durchg. | 1 | 0,30 | 0,30 |
| 3 | 25 × 15 × 25 | 28 × 18 × 28 | T-Stck.-Abzweig | 1 | 1,30 | 1,30 |
| | 15 | 18 × 1 | Schrägsitzv. | 1 | 3,50 | 3,50 |
| | 15 | 18 × 1 | 90°-Bögen | 7 | 0,50 | 3,50 |
| | 15 | 18 × 1 | 45°-Bögen | 2 | 0,40 | 0,80 |
| | 15 | 18 × 1 | Kolbenschieber | 1 | 0,50 | 0,50 |
| | | | | | | 9,60 |
| 4 | 12 × 15 × 12 | 15 × 18 × 15 | T-Stck.-Abzweig r, l | 1 | 1,50 | 1,50 |
| | 12 | 15 × 1 | 90°-Bögen | 2 | 0,50 | 1,00 |
| | | | | | | 2,50 |
| 5 | 12 × 12 × 12 | 15 × 15 × 15 | T-Stck.-Abz. | 1 | 1,30 | 1,30 |
| | 12 | 15 × 1 | 90°-Bögen | 3 | 0,50 | 1,50 |
| | | | | | | 2,80 |
| 6 | 12 × 12 × 12 | 15 × 15 × 15 | T-Stck.-Abz. | 1 | 1,30 | 1,30 |
| | 12 | 15 × 1 | 45°-Bögen | 2 | 0,40 | 1,50 |
| | 12 | 15 × 1 | 90°-Bögen | 4 | 0,50 | 2,00 |
| | 12 | 15 × 1 | Winkel | 1 | 1,30 | 1,30 |
| | | | | | | 5,40 |

6. Der notwendige Fließdruck p_{FI} für Brausewanne, Mischwasser, DN15, 0,15 L/s beträgt:

$$p_{FI} = 1 \text{ bar, aus Aufgabenstellung, S. 9}$$

$$\Delta h_{geo} = 5,25 \text{ m, aus Planungsskizze, S. 12}$$

$$\Rightarrow \Delta p_{geo} = 525 \text{ mbar}$$

7. Berechnung des Mindest-Einstelldrucks p_E des Druckminderers

$$p_E = \Delta p_R + \Delta p_Z + \Delta h_{geo} + \Delta p_{DM} + p_{FI}$$

$$p_E = 874,46 \text{ mbar} + 480,82 \text{ mbar} + 525 \text{ mbar} + 1050 \text{ mbar} + 1000 \text{ mbar}$$

$$p_E = 3930,28 \text{ mbar} \approx 3,93 \text{ bar}$$

Bewertung:

Sind die Gründe (technische, ökonomische, ökologische) für den Einsatz eines Druckminderers nachvollziehbar?

ja nein

Ist die Begrenzung des Ruhedrucks vor dem Sicherheitsventil klar?

klar unklar

Ist die Vorgabe der Nennweite für den Druckminderer durch den Hersteller klar geworden?

klar unklar

Sind die Gründe zur Berechnung des Spitzendurchflusses aufgrund menschlicher Verhaltensweisen einsichtig?

einsichtig nicht einsichtig

Ist die Bedeutung der einzelnen Druckverluste des Einstelldrucks (Förderhöhe, Armaturen, Rohrreibung) deutlich geworden?

sehr deutlich undeutlich