

*Didaktische Begründungen zu den Materialien für das Lernfeld 7
und die HPI-begutachteten Kurse IH 4/03 und IH 6/03*

Der Kundenauftrag

„Optimierung von Heizungsanlagen“
in der Berufsbildung



| | |
|---|----|
| Vorbemerkungen | 03 |
| Zum Kundenauftrag „Optimierung von Heizungsanlagen“ | 04 |
| Von der Auftragsannahme bis zur Rechnungsstellung | 05 |
| Die Ermittlung des Ist-Zustandes von Heizungsanlagen mit Hilfe der Systemcheckliste | 09 |
| Die Berechnung der Heizlast und die Auslegung der Bauteile | 10 |
| Optimierungsvorschläge als Ergebnisse des Systemchecks | 11 |

Vorbemerkungen

Studien und Erhebungen bescheinigen der Optimierung von Heizungsanlagen große Bedeutung für die Steigerung von Komfort und Energieeffizienz. Fasst man die wichtigsten Aussagen zusammen, dann setzt die optimale Funktionsfähigkeit einer Heizungsanlage voraus, dass deren Komponenten richtig dimensioniert und genau aufeinander abgestimmt sind. Diesen Anforderungen können Heizungsanlagen entsprechen – wenn sie vom Fachmann richtig eingestellt werden. Unter dieser Voraussetzung werden sie auch den aktuellen Ansprüchen an einen ökologischen Kriterien genügenden Betrieb gerecht, sofern die bestehenden Vorschriften beachtet und fachgerecht eingehalten werden.

Die Praxis sieht aber häufig anders aus! Insbesondere das Zusammenspiel aller Komponenten einer Heizungsanlage wird oft vernachlässigt. Das hat zur Folge, dass die technische Leistungsfähigkeit einzelner hochwertiger Bauteile (zum Beispiel voreinstellbare Thermostatventile, elektronisch geregelte Pumpen) nicht optimal ausgenutzt wird. Häufig sind die Mängel einer Heizungsanlage auf fehlende oder ungenügende Beachtung der Systembeziehungen ihrer einzelnen Komponenten zurückzuführen.

Beispiele dafür sind, wenn

- auf den Einbau von Thermostatventilen, die den Volumenstrom durch Voreinstellung begrenzen, verzichtet wird,
- einstellbare Thermostatventile nicht voreingestellt werden,
- die Volumenstrombegrenzung nicht nach Heizleistung erfolgt,
- Absperr- und regulierbare Rücklaufverschraubungen nur bei wenigen Neuanlagen eingebaut werden und dort oft nur als Absperrorgane, nicht aber als Durchflussbegrenzer fungieren,
- Heizflächen überdimensioniert werden,
- Pumpen nicht der Anlagendimensionierung entsprechend ausgelegt sind,
- unregelmäßige Pumpen ihren Dienst tun,
- Heizungsanlagen nicht hydraulisch abgeglichen werden.

Solche Mängel sind bei bestehenden Heizungsanlagen fast Standard. Hinzu kommt, dass Millionen von Wärmeerzeugern älter als 20 Jahre und laut EnEV erneuerungspflichtig sind. Bereits diese wenigen Hinweise genügen, um das Potenzial von Maßnahmen zur Steigerung von Energieeffizienz und Komfort von Heizungsanlagen durch ihre Optimierung zu verdeutlichen.

Entsprechende Ausbildungsziele fanden Einlass in die beruflichen Ordnungsmittel. Branchengerechte Kundenaufträge rückten in den Mittelpunkt der Ausbildung. Es wurden lernfeldorientierte Lehrpläne erlassen und auftragsbezogene Kurse entwickelt, die eine Ausbildung in entsprechenden Lernsituationen ermöglichen. Solche Lernsituationen am Beispiel des Kundenauftrags „Optimierung von Heizungsanlagen“ werden im Folgenden dargestellt. Sie richten sich an Auszubildende – angehende Fachkräfte – und zeigen, welche Anforderungen berufliche Bildung heute stellt und welche Chancen und Möglichkeiten Lernsituationen eröffnen.

Zum Kundenauftrag „Optimierung von Heizungsanlagen“

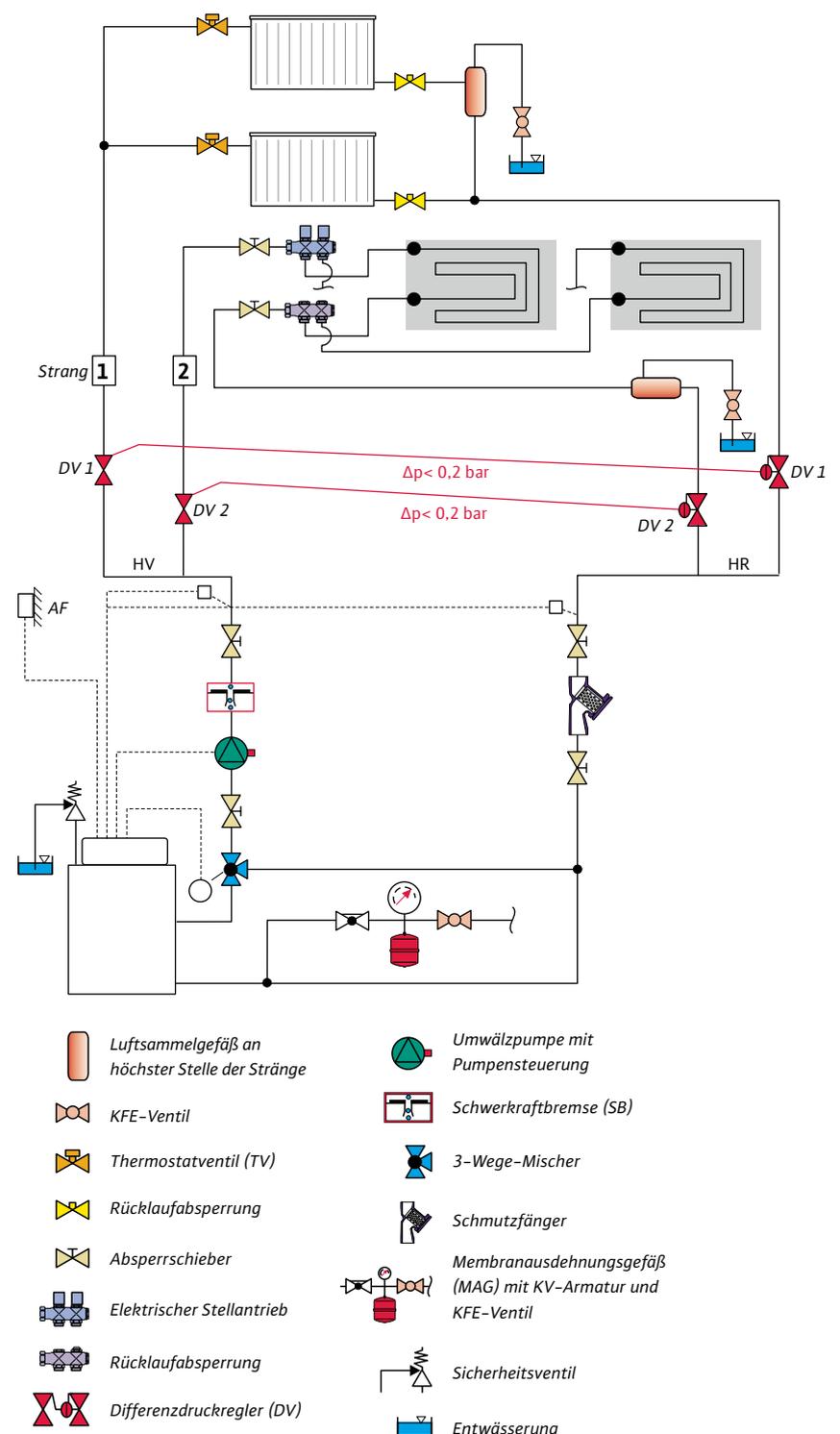
Die Optimierung einer Heizungsanlage ist im Vergleich mit anderen Kundenaufträgen zunächst eine recht vage Aufgabe. Sie muss daher gemeinsam mit dem Kunden präzisiert und im Detail bestimmt werden. Auftragsinhalt können einfache Einstellungen an einzelnen Geräten sein, aber auch umfangreiche Erneuerungen in der Anlage. Die Optimierung einer Heizungsanlage ist demnach kein Standardauftrag mit klar umrissenem Leistungsumfang. Welche Komponenten und Bauteile bei der Optimierung von Heizungsanlagen berücksichtigt werden müssen, zeigt die schematische Darstellung einer Heizungsanlage in Abbildung 1.

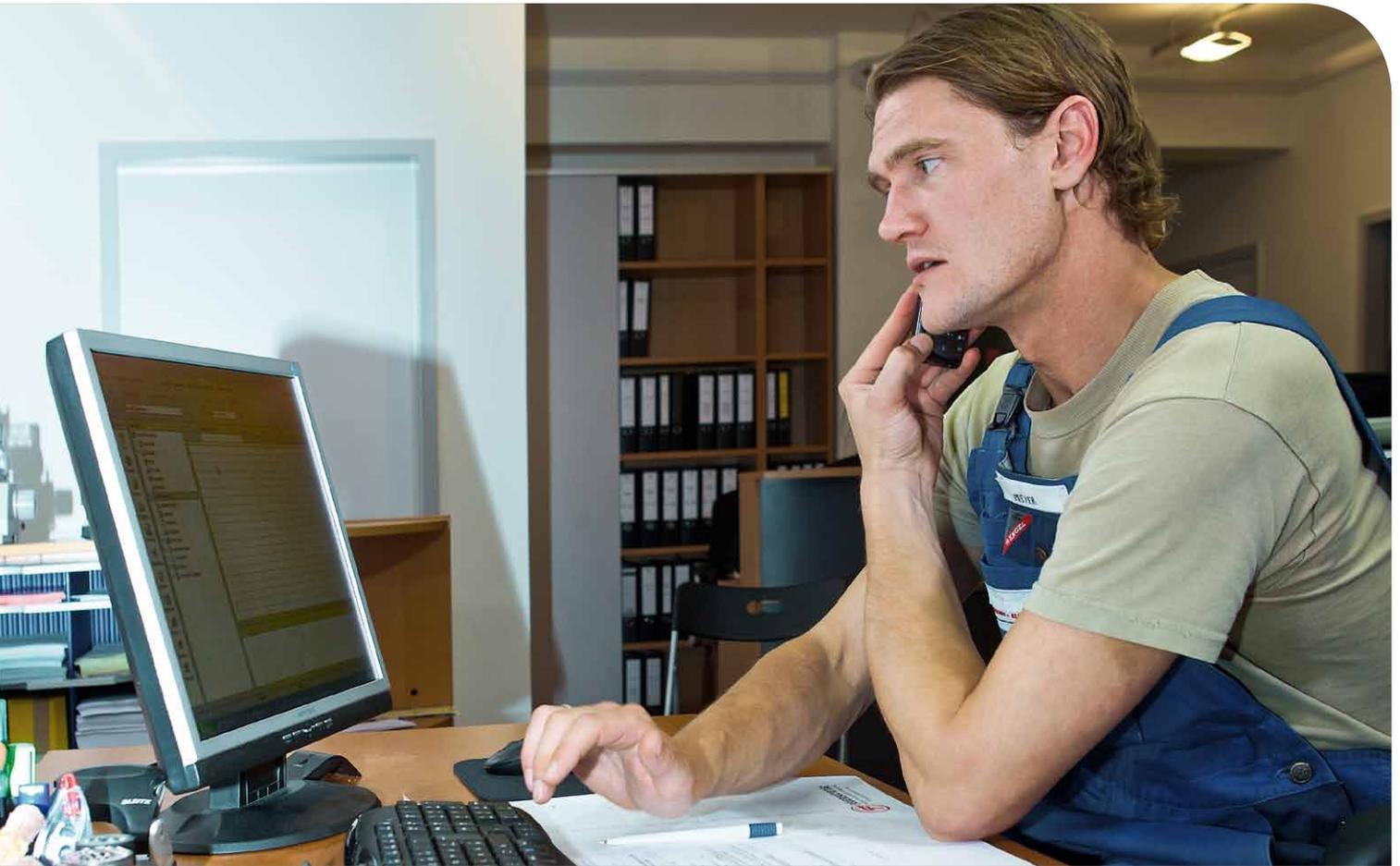
Wesentlich ist, dass die Heizungsanlage mit ihren Komponenten als ein System betrachtet wird. Obwohl in der Regel einzelne Bauteile ausgesprochen hochwertig und funktional sind, nützt das wenig, wenn sie nicht richtig ausgelegt und/oder systemgerecht aufeinander abgestimmt werden.

Vor der Optimierung einer Heizungsanlage ist es zwingend notwendig, den Zustand der Anlage und ihrer Komponenten zu ermitteln, die Heizlast zu berechnen und die Auslegung bestimmter Bauteile zu überprüfen.

Der im Folgenden beschriebene typische Ablauf eines Kundenauftrags zur Optimierung einer Heizungsanlage folgt der Vorgehensweise von Fachhandwerkern in der Praxis.

Abb. 1: Schematische Darstellung einer Standard-Heizungsanlage





Von der Auftragsannahme bis zur Rechnungsstellung

Ein Kundenauftrag gliedert sich im Allgemeinen in die Phasen Auftragsanalyse, Auftragsplanung, Auftragsdurchführung und Auftragsauswertung und wird auch in dieser Reihenfolge in der Regel abgearbeitet. Eingeleitet wird der Kundenauftrag über einen ersten Kundenkontakt.

Ein Kundenauftrag kündigt sich an

Am Anfang steht in der Regel eine wenig präzise Anfrage des Kunden wegen einer beobachteten Unregelmäßigkeit im Betrieb der Heizungsanlage. Beispiele dafür können sein: „In unserem Dachzimmer erreichen wir, obwohl wir das Thermostatventil ganz aufdrehen, nicht die gewünschte Temperatur.“ Oder: „Im Bad wird es erst warm, nachdem wir es lange wieder verlassen haben.“ Solche und ähnliche Aussagen weisen darauf hin, dass Optimierungsbedarf besteht. Ihn kann ein Fachmann manchmal einfach und schnell benennen. Korrekte, abgesicherte und umfassend genaue Aussagen werden allerdings erst nach einer systematischen Untersuchung möglich sein. Daher vereinbaren Kunde und Fachhandwerker einen Termin für eine Analyse der Heizungsanlage anhand einer Checkliste. Sie nimmt in der Regel ein bis zwei Stunden in Anspruch.

Auftragsanalyse

Der eigentliche Kundenauftrag beginnt mit der Auftragsanalyse und verläuft oftmals wie folgt.

Check des Wärmeerzeugers: Die Analyse einer Heizungsanlage nimmt oft ihren Anfang beim Wärmeerzeuger. Bei der Optimierung von Heizungsanlagen wird die vorhandene Technik überprüft und erhalten, sofern sie keine Mängel hat. Aber auch in diesem Fall ist zu prüfen, ob die Energieeffizienz der Heizungsanlage durch Veränderungen der Abstimmungen und Regelungen gesteigert werden könnte.

Außenhülle und Raumgröße: Zur Berechnung der für eine Wohnung benötigten Energie muss bekannt sein, wie viel Wärme in die Umwelt entweichen kann. Man spricht in diesem Fall auch von Transmissionsverlusten durch Bauteile und Lüftung. Diese Verluste hängen vor allem von Größe und Qualität der Gebäudehülle ab. Deshalb müssen die Flächen der Räume vermessen und die Qualität der Wände eingeschätzt werden. Mit elektronischen Messgeräten können diese Messungen recht schnell und einfach erfolgen. Oft fällt es aber schwer, die Qualität einer Wand zu beurteilen. Zwar kann deren Dicke gemessen werden, jedoch ist bei Altbauwänden oft nicht genau bekannt, aus welchem Material sie bestehen und wie sie aufgebaut sind. Einfach ist es in dem Fall, wenn von dem Gebäude Unterlagen existieren, aus denen die gewünschten Informationen entnommen werden können.

Volumenstrom und Förderhöhe: Für die Berechnung von Volumenstrom und Förderhöhe müssen die Widerstände in der Heizungsanlage bestimmt werden. Dazu gehören Armaturen, Schmutzfilter, Rückschlagklappen usw. Die Angaben zur Pumpe sind unverzichtbar. Der Einbau von Pumpen der neuen Generation – von Hocheffizienzpumpen – gehört unbedingt zur Optimierung. Deren Stromverbrauch ist deutlich geringer, so dass sich ihre Kosten rasch amortisieren.

Vorlauftemperatur und Thermostatventile: Zur Bestimmung der Vorlauftemperatur und



Voreinstellung der Thermostatventile müssen Größe und Bauart der Heizkörper bekannt sein. Es sind auf jeden Fall voreinstellbare Thermostatventile zu verwenden. Waren zum Beispiel vor der Optimierung nicht voreinstellbare Ventile eingebaut, müssen für die Berechnung Durchmesser und Bauart, also Eck- oder Durchgangsventile, bestimmt werden. Der ausgewählte Typ wird in ein Berechnungsprogramm eingegeben, und die Voreinstellung wird ermittelt. Auf diese Weise erfolgt die Berechnung für alle Räume. Wichtig ist auch, mit den Bewohnern des Gebäudes zu sprechen, damit das Nutzerverhalten entsprechend berücksichtigt werden kann.

Kundengespräch und Auftragserteilung: In einer abschließenden Beratung muss dem Kunden verständlich dargestellt werden, welche Maßnahmen durchgeführt werden sollten und weshalb eine Optimierung sinnvoll wäre. Die eigentliche Durchführung der vereinbarten Maßnahmen erfolgt auf Grundlage der vom Kunden akzeptierten Vorschläge des Fachhandwerkers.

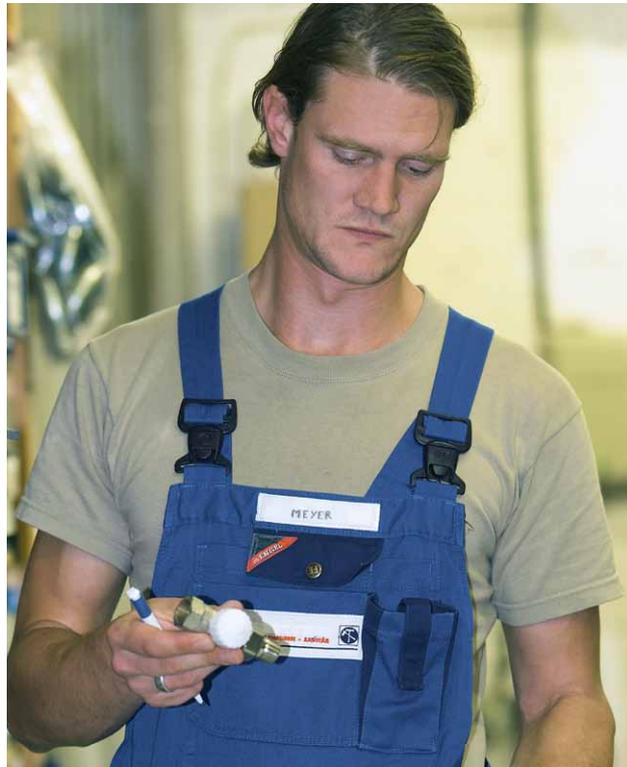
Auftragsplanung

Planungs- und Bestellvorgänge: Bevor mit den eigentlichen Arbeiten am Kundenauftrag begonnen werden kann, müssen die dafür benötigten Bauteile bestellt, die Werkzeuge zusammengestellt und der Ablauf der Arbeiten geplant werden. Diese vorbereitenden Arbeiten sind Voraussetzung für die Ermittlung des Personaleinsatzes. Erst im Anschluss daran kann die Terminabsprache mit dem Kunden erfolgen.

Auftragsdurchführung

Realisierung der Optimierungsvorschläge: Der Fachhandwerker führt während dieser Arbeitsphase die von ihm vorgeschlagenen und vom Kunden in Auftrag gegebenen Arbeiten aus.

Inbetriebnahme und Übergabe: Nach der Durchführung des Kundenauftrags hat der Kunde ein Recht zu wissen, welche Arbeiten durchgeführt wurden und welche Auswirkungen das auf die Funktionsweise seiner Heizungsanlage hat. Um eine fehlerfreie Bedienung der optimierten Heizungsanlage zu gewährleisten, ist auch eine Einweisung des Kunden erforderlich. Zudem sollte der Fachhandwerker dem Kunden die erbrachten Handwerksleistungen im Einzelnen erläutern, damit er die in Rechnung gestellten Arbeiten nachvollziehen kann. Bei dieser Gelegenheit kann zudem der Abschluss eines Wartungsvertrages vorbereitet werden.

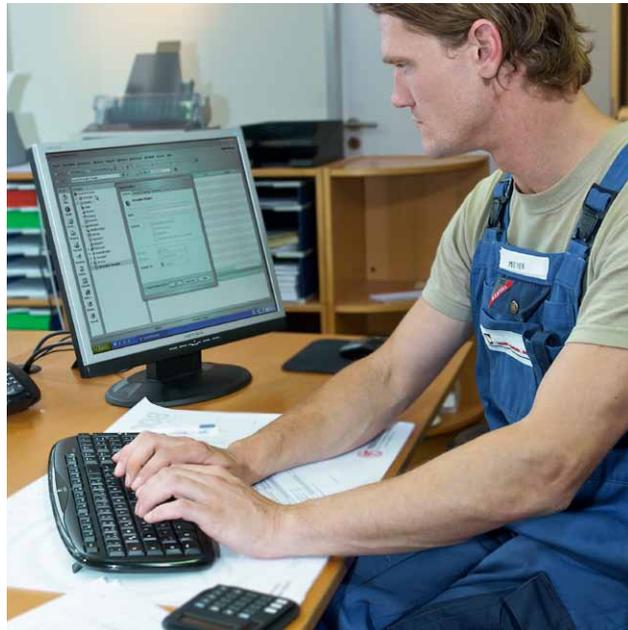


Auftragsauswertung

Dokumentation: Als Beleg für den fachgerechten Abschluss der Arbeiten erhält der Kunde alle Mess- und Berechnungsergebnisse schriftlich. Die vorgenommenen Maßnahmen sollten mit einer Digitalkamera dokumentiert sein. So können eventuell sich später noch einmal ergebende Maßnahmen leichter durchgeführt werden.

Aufmaß und Rechnung: Zum Abschluss eines jeden Kundenauftrags muss die Rechnung für den Kunden erstellt werden. Dazu werden die Preise für die in die Heizungsanlage eingebauten Materialien benötigt und die für die Durchführung des Auftrags aufgewendete Arbeitszeit. In Handwerkskreisen heißt die Ermittlung dieser Daten „das Aufmaß vornehmen“.

Fasst man den Ablauf eines Kundenauftrags zusammen, dann kommt es auf Folgendes an: Kennzeichnend für die Optimierung einer Heizungsanlage ist die systematische Erfassung aller Teile der Anlage. Dazu werden Hilfsmittel wie Systemcheckliste und/oder Berechnungssoftware benötigt. Sie erleichtern und unterstützen ein systematisches Vorgehen und die zur Darstellung des Ist-Zustandes erforderliche Dokumentation. Diese Daten werden zur Überprüfung der Dimensionierung von Anlagenkomponenten und zur zusammenfassenden Bewertung der Heizungsanlage als System benötigt. Die Optimierungsvorschläge folgen letztlich als Ergebnisse aus diesen Berechnungen.



Die Durchführung eines Kundenauftrags zeigen die „Szenen zum Kundenauftrag“ im Überblick.

Die Ermittlung des Ist-Zustandes von Heizungsanlagen mit Hilfe der Systemcheckliste

Zeitgemäße und dem Stand der Technik entsprechende Heizungsanlagen sind in der Regel komplex und erscheinen damit mitunter kompliziert. Standardheizungsanlagen enthalten in der Regel die in Abbildung 1 bereits aufgeführten Komponenten, die zueinander in bestimmten Beziehungen stehen und gemeinsam ein System bilden:

- Wärmeerzeuger
- Speicher
- Pumpe
- Regeleinrichtung
- Membranausdehnungsgefäß
- Entwässerung
- Sicherheitsventil
- Thermostatventile
- Luftsammelgefäß
- Mischventil
- Differenzdruckregler
- Schwerkraftbremse
- Schmutzfänger.

Um Heizungsanlagen in Vorbereitung ihrer Optimierung und ihres system- und energieeffizienten Betriebs zu analysieren, muss ganzheitlich und systematisch vorgegangen werden. Das Arbeitsmittel dafür ist die Systemcheckliste, die in Abbildung 2 auszugsweise dargestellt ist.

Es ist vorteilhaft, wenn der Aufbau der Systemcheckliste den Arbeitshandlungen von Fachkräften entspricht. In der Regel schreibt sie für das Vorgehen des Handwerkers bei einem Check diese Abfolge für den Gang durch Keller und Haus vor:

- Wärmeerzeugung
- Regelung
- Wärmeverteilung
- Wärmeabgabe.

Um Kontinuität und Regelmäßigkeit für den Kunden und den Fachbetrieb zu gewährleisten, enthält die Systemcheckliste außerdem die Rubrik „Wartung und Service“.

Der Fachhandwerker notiert anhand der Systemcheckliste Daten und Anmerkungen zu den im Anlagenschema aufgeführten Komponenten und ihren Funktionsbereichen. Zusätzlich beurteilt er die Umgebung der Heizungsanlage, gleichfalls auf Grundlage der Systemcheckliste. Schließlich schreibt die Checkliste die Aufnahme von Daten für die Berechnung der Heizlast an den entsprechenden Stellen des Gebäudes vor.

Wilo-Brain Systemcheckliste für Heizungsanlagen

Abnahme/Inbetriebnahme Wartung Bestandsaufnahme

Kopiervorlage

| Komponenten | Dokumentation | Vorschläge zur Optimierung |
|---|--|---|
| 5 Heizungskessel/ Wärmerezeuger | Fabrikat: _____ Typ: _____ Baujahr: _____ Größe: _____ kW | |
| 6 Heizungs- umwälzpumpe | Fabrikat: _____ Pumpe 1 _____ Pumpe 2 _____ Typ: _____ Stufpumpe: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Stufenpumpe: _____ m _____ m | <input type="checkbox"/> Nachtsenkung aktivieren |
| 7 | | |
| 8 | | |
| 9 | | |
| 10 Außentemperatur- geführte Vorlauf- temperatur-Regelung | Fabrikat: _____ Typ: _____ integrierte Pumpenabschaltung $\theta_{\text{ext}} > 18^\circ\text{C}$ Einstellung der Heizkurve: _____ | |
| 11 Thermostatventile/ elektr. Stellantriebe Rücklaufverschraubung | Fabrikat: _____ Typ: _____ <input type="checkbox"/> Voreinstellung möglich <input type="checkbox"/> Anlage ist hydraulisch abgeglichen | |
| 12 Wärmeverteilung | <input type="checkbox"/> Heizkörper/Radiatoren: Wohnfläche _____ m ² <input type="checkbox"/> Fußbodenheizung: Wohnfläche _____ m ² | |
| 13 | | |
| 14 Schwerkraftbremse | <input type="checkbox"/> vorhanden <input type="checkbox"/> ohne Luftschleuse | <input type="checkbox"/> Bohrung anbringen |
| 15 Schmutzfänger | <input type="checkbox"/> vorhanden <input type="checkbox"/> regelmäßige Reinigung o.k. | |
| 16 Membranausdehnungs- gefäß MAG | Fabrikat: _____ (bzw) _____ Typ: _____ Vordruck: _____ m Stat. Höhe Anlage _____ m Größe: _____ <input type="checkbox"/> Anschluss KV-Ventil absperrbar <input type="checkbox"/> Anschlusspunkte KV-Ventil, Pumpen-Zulaufseite (6) <input type="checkbox"/> Anschlusspunkte KV-Ventil, Pumpen-Druckseite (7) | <input type="checkbox"/> KV-Absperrung einbauen <input type="checkbox"/> 2-tes MAG einbauen <input type="checkbox"/> ändern auf (6) |
| 17 | | |
| 18 Heizungsriser | <input type="checkbox"/> 3-Wege <input type="checkbox"/> 4-Wege <input type="checkbox"/> Stellmotor Fabrikat: _____ | |
| 19 Luftscheidler | <input type="checkbox"/> Luftsammelgefäß vorhanden <input type="checkbox"/> Luftscheidler vorhandenen Typ: _____ | |

Abb. 2: Auszug aus der Systemcheckliste

Die Berechnung der Heizlast und die Auslegung der Bauteile

Sind mit Hilfe der Systemcheckliste alle die Heizungsanlage und deren Umgebung betreffenden Daten erfasst, muss im nächsten Arbeitsschritt ermittelt beziehungsweise überprüft werden, ob die Komponenten der Heizungsanlage bedarfsgerecht dimensioniert sind. Dazu werden die Auslegungen des Wärmeerzeugers, der Pumpe, der Heizkörper usw. überprüft. Für die Berechnung der Anlagenleistung und der Anlagenteile in Einfamilienhäusern kann sowohl auf vereinfachte als auch auf differenzierte ingenieurmäßige Verfahren mit Softwareunterstützung zurückgegriffen werden. Bei der Auswahl der Berechnungssoftware sollte ein angemessener Kompromiss gesucht werden. Häufig unterbleibt in der Praxis eine Berechnung. Stattdessen verlässt man sich auf das bekannte „Daumenmaß“. Dies ist in jedem Fall zu vermeiden: Es muss fachgerecht gehandelt, also berechnet werden.

Die Steigerung der System- und Energieeffizienz durch Optimierung der Heizungsanlage ist nicht möglich ohne Berücksichtigung der Gebäudehülle. Sie muss deshalb bereits während des Checks der Heizungsanlage mit betrachtet werden. Auf die Bedeutung der Gebäudedämmung für die Leistung/Auslegung einer Heizungsanlage muss bereits in der Berufsausbildung eingegangen werden.

Die Berechnung von Heizlast und Auslegung der Anlage erfolgt in folgenden Schritten:

- Jeder Raum im Gebäude ist mit der optimalen Wärmemenge zu versorgen. Dafür müssen sowohl die gesamte Heizlast als auch der Wärmebedarf für jeden Einzelraum festgestellt werden. Verluste durch Transmission und Lüftung müssen durch die Heizleistung ausgeglichen werden. Besser ist es natürlich, wenn Verluste vermieden beziehungsweise minimiert werden können – zum Beispiel durch geeignete Dämmungsmaßnahmen.
- Anhand von Daten wird kontrolliert, ob die Leistung des Wärmeerzeugers (für die Gesamtheizlast) und der Heizkörper in den Räumen richtig ausgelegt sind.
- Bei passenden Heizkörpern ist die Voreinstellung der Thermostatventile für den jeweiligen Raum zu berechnen.
- Der gesamte hydraulische Abgleich wird entsprechend aller rechnerisch ermittelten Daten vorgenommen.

Bei einem Kundenauftrag zur Optimierung einer Heizungsanlage sollte allerdings berücksichtigt werden, dass vorrangig geringinvestive Maßnahmen zur Erhöhung der System- und Energieeffizienz ausgelöst werden. Bei Grenzfällen ist es ratsam, einen Energieberater mit einzubeziehen. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn entschieden werden muss, ob vorrangig eine Gebäudedämmung oder eine Erneuerung des Wärmeerzeugers vorgenommen werden sollte.

Optimierungsvorschläge als Ergebnisse des Systemchecks

Aus der Analyse der Heizungsanlage und den Berechnungen auf Grundlage der dabei ermittelten Daten ergeben sich die Optimierungsvorschläge. Diese liegen manchmal auf der Hand, sind oft aber erst nach genauer Auswertung erkennbar. Optimierungsmöglichkeiten eröffnen sich häufig für folgende Komponenten und Merkmale:

Heizkörper, Thermostatventile, hydraulischer Abgleich

Für den optimalen Betrieb einer Heizungsanlage müssen die Heizkörper in den Räumen des Gebäudes richtig dimensioniert sein. Verfügen sie nicht über voreinstellbare Thermostatventile, müssen die Ventile gegen voreinstellbare ausgetauscht werden. Diese Ventile können entsprechend den Berechnungswerten voreingestellt werden. Es folgt dann der hydraulische Abgleich.

Bauliche Mängel

Bauteile, die nicht dem Stand der Technik entsprechen, müssen grundsätzlich ausgetauscht werden. So müssen unregelmäßige Pumpen prinzipiell durch Hocheffizienzpumpen ersetzt werden.

Dimensionierung der Pumpe

Um die Räume eines Gebäudes bedarfsgerecht mit Wärme zu versorgen, muss das Volumen des transportierten Warmwassers entsprechend der benötigten Heizlast ausgelegt sein. Für diese Anforderung und für die verschiedenen Betriebszustände der Heizungsanlage muss die Pumpe richtig dimensioniert sein.

Bypass

In der Vergangenheit wurden gerne übergroße Pumpen eingesetzt, um das Warmwasser mit Druck auch an schwer zugängliche Stellen zu transportieren. Um Wassergehörigkeiten zu vermindern, wurde in diesen Fällen häufig ein Bypass mit einem Überlaufventil eingebaut. Solche Anlagenteile sind durch geregelte Hocheffizienzpumpen zu ersetzen, wobei unbedingt der Bypass mit dem Überlaufventil auszubauen ist.

Dämmung

Mit einem Blick ist zum Beispiel bei freieinsehbaren Leitungen und Armaturen der Heizungsanlage erkennbar, ob sie zeitgemäß sind und eine den Vorschriften entsprechende Dämmung besitzen. Ist dies nicht der Fall, sind die freieinsehbaren Teile zu dämmen.

Einstellung der Anlage

Die Überprüfung der von den Herstellern gelieferten Regeleinrichtungen, die Bestimmung und Abstimmung von Vor- und Rücklauftemperaturen, die Voreinstellung der Thermostatventile und einiges mehr gehört zur Einstellung der Anlage. Als Optimierungsvorschläge ergeben sich daraus die korrekte Einstellung der Heizkurve, die Korrektur der Voreinstellung der Thermostatventile usw.

Wärmeerzeuger

Im Rahmen der Optimierung müssen stets die benötigte Leistungsfähigkeit und die umweltgerechte Emissionsabgabe des Wärmeerzeugers überprüft werden. Die Daten können den Unterlagen beziehungsweise der aus der Analyse resultierenden Berechnung entnommen werden. Vor dem Hintergrund der Energiewende – weg von fossilen und hin zu erneuerbaren Energien – sind sogenannte hybride Systeme einzubeziehen.

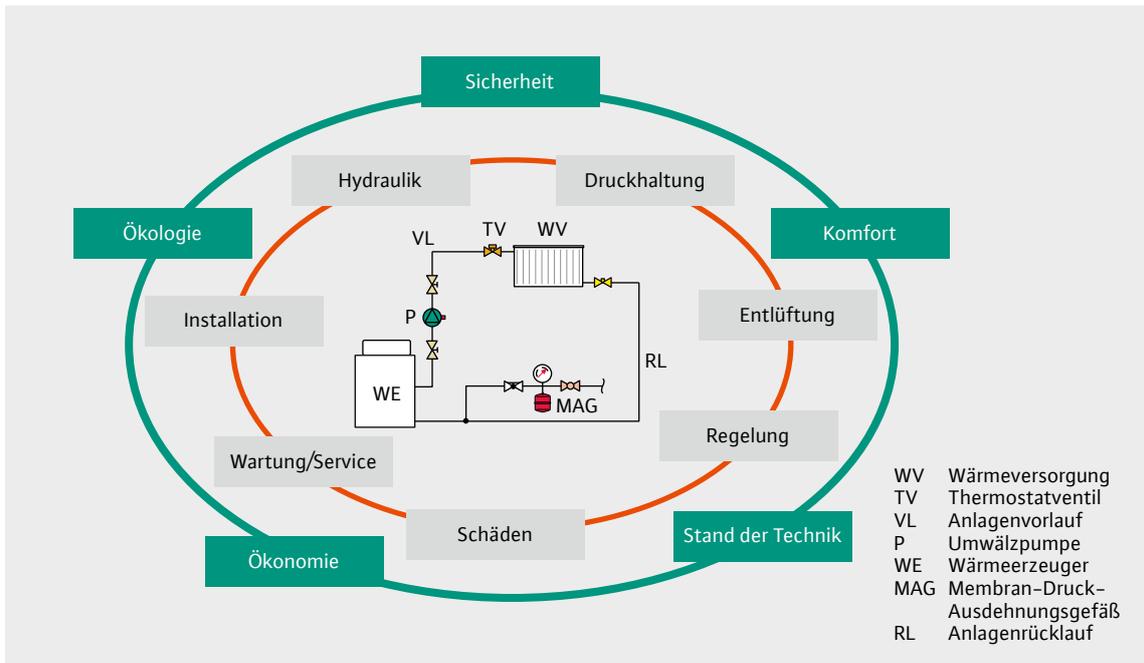


Abb. 3: Anforderungen an Heizungsanlagen

Die Analyse einer Heizungsanlage anhand der Checkliste und die darauf basierende Datenauswertung führen Fachkräfte zwingend zu den oben erwähnten und auch darüber hinausgehenden Optimierungsvorschlägen.

Mit der Optimierung einer Heizungsanlage wird nicht nur den technischen Anforderungen an Heizungsanlagen hinsichtlich

- Hydraulik
- Druckhaltung
- Entlüftung
- Regelung

entsprochen. Sie berührt und berücksichtigt auch Fragen des Komforts, der Ökonomie und vor allem der Ökologie (siehe Abbildung 3).

Eine optimal funktionierende Heizungsanlage ist

- komfortabel, denn sie ist geräuscharm, stellt die Wärme anforderungsgerecht zur Verfügung und reagiert zeitnah.
- ökonomisch, da sie das naturwissenschaftlich Mögliche dem Stand der Technik entsprechend bereitstellt.
- ökologisch, da sie energieeffizient arbeitet und demgemäß den Ausstoß von Emissionen reduziert.

Die Optimierung von Heizungsanlagen verfolgt insgesamt das Ziel, ihre dauerhafte und effiziente Funktion zu gewährleisten. Dies ist nur möglich, wenn

- die richtigen Komponenten ausgewählt und installiert sind,
- die Leistungsauslegung stimmt,
- alle Komponenten richtig in das Gesamtsystem eingebunden sind,
- der Betrieb ordnungsgemäß vonstatten geht (Nutzerverhalten) und
- alle Komponenten und die gesamte Anlage gewartet/gepflegt werden.

BIBB
Bundesinstitut für
Berufsbildung
Robert-Schuman-Platz 3
53175 Bonn
T 0228 107-0
F 0228 107-2977
zentrale@bibb.de
www.bibb.de

Dr.-Ing. Paul Christiani
GmbH & Co. KG
Technisches Institut für
Aus- und Weiterbildung
Hermann-Hesse-Weg 2
78464 Konstanz
T 07531 5801-26
F 07531 5801-85
info@christiani.de
www.christiani.de

WILO SE
Wilo-Brain Zentrale
Nortkirchenstraße 100
44263 Dortmund
T 0231 4102-7603
F 0231 4102-7602
brain@wilo.com
www.wilo.de

BIBB ▶

Christiani

Technisches Institut für
Aus- und Weiterbildung



www.shk-optimal.de